



JENS MOLLERUP

HUSBYGNINGS MATERIALER

Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck

JENS MOLLERUP

HUSBYGNINGS MATERIALER

Engelmark

5. udgave

revideret af

Niels Barrett
Mogens Barslev
Lasse Bengtsson
John Høwisch
Preben Selck
Merete Sønderlund



Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck 1991

Husbygningsmaterialer (UDK 691 (075.3)), 5. udgave,
 © Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck 1991
 Sat med Times hos drp og trykt hos
 Villadsen & Christensen.
 Illustrationer og diagrammer: Jens Møllerup.
 Bogbinder: Nordisk Bogproduktion, Høsløv
 Omslag: Finn Bech.
 ISBN 87-17-06259-4

Mekanisk, fotografisk eller anden gengivelse af denne bog
 eller dele af den er ikke tilladt ifølge gældende lov om
 ophavsret.

Anvendelsen af indregistrerede eller på anden måde beskyt-
 tede varenavne er så vidt muligt undgået, fællesbetegnelser er
 principielt foretrukket. Hvor sådanne indregistrerede eller
 andre beskyttede betegnelser er anvendt, er dette anmærket.
 Benyttelsen af beskyttede navne o.l., eller omtalen af
 beskyttede eller patenterede processer, kan ikke give anledning
 til retslige krav over for forlag eller forfatter, lige så lidt som
 undladelse af sådan omtale. Beskrivelser og omtaler i denne
 bog må ikke benyttes i reklameøjemed for enkelte fabrikata
 med mindre oplysningerne tidligere har været offentliggjort af
 producenten; der må ikke i reklameøjemed henvises til
 omtaler i denne bog.

BYGGEVARER

Husbygningsmaterialers forfatter har på samme forlag udgivet Byggevare-
 bøgerne, der indeholder oplysninger om de i en given projekteringssituation
 relevante byggevarer.

Publikationsserien BYGGEVARER er tilrettelagt som en oversigt over de
 i handelen værende byggevarer, som er anvendelige i givne konstruktions-
 dele.

Benyttelsen af oversigten forudsætter:

- at man søger byggevarer til en bestemt bygningsdel,
- at man har bestemt denne bygningsdels konstruktionsmåde, og
- at man er fortrolig med byggematerialers tekniske egenskaber og be-
 tegnelse.

Følgende inddeling af stoffet er anvendt:

- (21) **Bygningsdelssorteringen** benyttes om indgangskode; den
 er i overensstemmelse med det internationale SfB-klassificerings-
 system. Den enkelte klasses omfang er angivet i hvert afsnit.
- (21) E **KONSTRUKTIONSMÅDEN** benyttes som underdeling ved an-
 vendelse af SfB-byggevare- eller konstruktionstabellen.
- (21) E q4 **Materialeklassificering** ressourceklassificering benyttes som un-
 derdeling af konstruktionsmåderne i de forskellige byggevarer.

Serien BYGGEVARER omfatter:

- (19) Bygningsbasis, uds. 1976
- (29) Råhuset, uds. 1972, 2. udg. 1980
- (39) Bygningskomplettering, uds. 1973, 2. udg. 1980
- (59) VVS-anlæg, uds. 1977
- (69) El-anlæg, uds. 1979
- (79) Fast inventar, uds. 1979

Indhold

FORORD	11
EN TAK	12
INDLEDNING	13
0:1 Materialer og huse	13
0:6 Alsidighed og specialprodukter	13
0:9 Fra træ til plast	13
0:13 Fra projekt til produkt	14
0:20 Fra materiale til byggevarer	15
0:25 Godkendelse og kontrol	16
0:31 Materialeegenskaber	17
MATERIALERNES OPRINDELSE	19
A TRÆ	19
A:1 Træets vækst og opbygning	19
A:1:1 Naturprodukt	19
A:1:4 Opbygning	19
A:1:8 Vækst	19
A:1:12 Celler	20
A:1:21 Splint og kerne	21
A:1:28 Knaster	22
A:1:33 Vækstfejl og skader	23
A:2 Veddets fysiske egenskaber	24
A:2:1 Densitet og styrke	24
A:2:8 Veddets fugtmekanik	26
A:2:15 Varmeledning og dampdiffusion	28
A:2:20 Andre egenskaber	29
A:3 Veddets kemi	30
A:3:1 Grundstoffer	30
A:3:4 Veddets bestanddele	30
A:3:10 Farve, lugt og giftighed	31
A:3:14 Vandindhold	32
A:3:20 Brændbarhed	32
A:4 Træets opskæring, lagring og handelsformer	33
A:4:1 Opskæring	33
A:4:15 Lagring	35
A:4:20 Handelsformer	37
A:4:25 Sortering	37
A:5 Træarter	40
A:5:1 Nåletræer	40
A:5:5 Løvtræer	41
Oversigt over træarterne	44
A:6 Biologisk nedbrydning	46
A:6:1 Svampe	46
A:6:10 Behandling af svampeangreb	47
A:6:12 Insekter	48
A:6:17 Behandling af insektangreb	49
A:7 Træbeskyttelse	49
A:7:1 Konstruktiv træbeskyttelse	49
A:7:4 Kemisk træbeskyttelse	50
A:8 Træbaserede byggematerialer	53
A:8:1 Finér og krydsfinér	53
A:8:6 Møbelplader	54
A:8:8 Limtræ	54
A:8:10 Træfiberplader og spånplaner	55

B	NATURSTEN	58
B:1	Naturstens oprindelse og egenskaber	58
B:1:1	Oprindelse	58
B:1:4	Mineraler og kemisk sammensætning	59
B:1:6	Fysiske egenskaber	59
B:2	Naturstens brydning og opskæring	60
B:2:1	Stenbrud	60
B:2:3	Stenhugger	60
B:3	Naturstensarter	61
B:3:1	Granit	61
B:3:7	Sandsten og kalksten	62
	Oversigt over naturstensarterne – tabel	63
B:3:12	Marmor	64
B:3:14	Skifer	64
B:4	Natursten som råmateriale	65
B:4:1	Naturlig tildannelse	65
B:4:6	Brosten	66
B:4:8	Kunstig tildannelse	66
C	FABRIKEREDE STEN	67
C:1	Teglværksprodukter	67
C:1:1	Råmaterialer	67
C:1:7	Lerberedning og formning	68
C:1:14	Teglbrænding og teglfarver	69
C:2	Teglstens fysiske egenskaber	71
C:2:1	Densitet og styrke	71
C:2:5	Varmeledning og fugtforhold	71
C:2:10	Brand og lyd	72
	Fabrikerede sten, type og egenskaber – tabel	72
C:3	Teglstens kemi	73
C:3:1	Bestanddele	73
C:3:5	Eksempel på leranalyse	73
C:3:6	Kemisk bestandig	73
C:4	Teglstens leveringsformer	74
C:4:1	Mursten	74
C:4:10	Tagsten	76
C:4:16	Klinker og fliser	77
C:4:23	Andre teglværksprodukter	78
C:5	Andre byggesten	79
C:5:1	Kalksandsten	79
C:5:8	Porebetonblokke	79
C:5:15	Letkornsbetonsten	81
D	MØRTLER	82
D:1	Mørteltyper og betegnelser	82
D:1:1	Definition	82
D:1:4	Bindemidler	82
D:1:14	Tilslagsmaterialer	84
D:1:17	Mørtelbetegnelser	85
D:2	Mørtlers fysiske egenskaber	87
D:2:1	Operative fysiske egenskaber	87
D:2:5	Densitet og styrke	87
D:2:8	Varmeledning og fugtforhold	88
D:2:15	Andre egenskaber	89
D:3	Bindemiddelkemi	90
D:3:1	Kalk	90

D:3:10	Cement	91
D:3:19	Sundhedsfare og korrosion	94
D:4	Mørtlers handelsformer	95
D:4:1	Levering	95
D:4:5	Fremstilling	96
D:4:9	Opbevaring	96
D:4:11	Specialmørtler	97
E	BETON	98
E:1	Materialer og betegnelser	98
E:1:1	Definition	98
E:1:5	Bindemidler	98
E:1:12	Vand	100
E:1:13	Tilslagsmaterialer	100
E:1:18	Leveringsbetegnelser	102
E:1:22	Lette og tunge tilslagsmaterialer	103
E:1:24	Armeringsstål	103
E:2	Betons fysiske egenskaber	104
E:2:1	Frisk betons egenskaber	104
E:2:5	Hærdnet betons egenskaber	104
E:2:17	Letbetons egenskaber	106
E:3	Betonkemi	106
E:3:1	Generelt	106
E:3:2	Tilsætningsstoffer	106
E:3:10	Form-slipmidler	108
E:4	Betonfremstilling	109
E:4:1	Valg af betonkvalitet	109
E:4:5	Proportionering	110
E:5	Betonarbejder	114
E:5:1	Betonblanding	114
E:5:7	Forme	115
E:5:12	Udstøbning	115
E:5:16	Bearbejdning	116
E:5:20	Letbeton arbejdsudførelse	117
E:5:24	Jernbeton arbejdsudførelse	117
E:5:28	Beskyttelse og kontrol	118
E:5:35	Overfladebehandling af beton	119
E:6	Betonprodukter	120
E:6:1	Sten, blokke og rør af beton	120
E:6:5	Elementer	120
E:6:10	Fiberbeton	121
F	METALLER	122
F:1	Metallers udvinding og kemi	122
F:1:1	Grundstoffer og legeringer	122
F:1:4	Jernudvinding	122
F:1:5	Stål	122
F:1:9	Støbejern	123
F:1:10	Aluminiumudvinding	123
F:1:12	Udvinding af andre metaller	124
F:1:14	Korrosion	124
F:2	Bygningsstål	125
F:2:1	Fremstilling	125
F:2:5	Egenskaber	126
	Konstruktionsstål, oversigt	126
F:2:11	Profilstål	127

F:2:15	Armeringsstål	128
F:2:16	Stangstål	129
	Pladelære	130
F:2:22	Plader	131
F:2:23	Beskyttelse mod brand og rust	131
F:2:28	Forbehandling til maling	132
F:2:30	Beskyttende belægning	132
F:2:36	Støbejern	134
F:3	<i>Aluminium</i>	134
F:3:1	Egenskaber	134
F:3:5	Handelsformer	135
F:4	<i>Andre metaller</i>	136
F:4:1	Kobber, bronze, messing	136
F:4:6	Zink	137
F:4:7	Bly	137
F:4:8	Andre tungmetaller	137
F:4:11	Andre letmetaller	137
	Metaller-oversigt	138
G	PLAST	139
G:1	<i>Plastfremstilling og kemi</i>	139
G:1:1	Definition	139
G:1:8	Kemisk grundlag	140
G:1:25	Fysiske egenskaber	143
G:1:30	Forarbejdning	144
	Oversigt: Forkortelser og benævnelser for polymermaterialer	146
G:2	<i>Termoplast</i>	147
G:2:1	Vinylplast	147
G:2:8	Olefinplast	148
G:2:15	Styrenplast	148
G:2:21	Andre termoplast	149
G:3	<i>Hærdeplast</i>	150
G:3:1	Fenolplast	150
G:3:4	Aminoplast	151
G:3:7	Polyesterplast	151
G:3:10	Epoxiplast	152
G:3:13	Uretanplast	152
G:3:15	Elaster	153
G:3:19	Silikone	153
	Oversigt over plastegenskaber, tabel	154
H	ANDRE MATERIALER	157
H:1	<i>Bituminøse materialer</i>	157
H:1:1	Oprindelse og fremstilling	157
H:1:3	Sammensætning	157
H:1:4	Egenskaber	157
H:1:5	Bitumen Data	158
H:1:6	Tagpap	158
H:1:7	Specifikationer	159
H:1:11	Flydende produkter	160
H:1:23/30	Tagfolier-PVC/EPDM	161
H:2	<i>Bygningsglas</i>	163
H:2:1	Fremstilling	163
H:2:8	Lystransmissionsprocenter	164

H:2:9	Planglas	164
	Dimensionering af isoleringsruder	166
H:2:17	Formgods af glas	167
H:3	<i>Fiberbetonmaterialer</i>	167
H:3:1	Definition og egenskaber	167
H:3:8	Produkter	168
H:4	<i>Isoleringsmaterialer</i>	169
H:4:1	Definition	169
H:4:2	Mineraluld	169
H:4:9	Skumglas	170
H:4:12	Træuldbeton	171
H:4:15	Halimplader	171
H:4:16	Gipskartonplader	171
H:5	<i>Gulvmaterialer</i>	172
H:5:1	Definition	172
H:5:2	Kork	172
H:5:6	Linoleum	172
H:5:7	Korklinoleum	173
H:5:8	Gummi	173
H:5:11	Plast	173
H:5:17	Gulvtextiler	174
H:5:26	Klassifikationssystem	176

MATERIALERNES ANVENDELSE

K	BYGNINGSFYSIK	177
K:1	<i>Brugsbetingede egenskaber</i>	177
K:1:1	At være eller at kunne	177
K:1:8	Lovgivning og standardisering	178
K:1:16	Bygningsfysiken	180
K:1:22	Udfaldskrav og ydeevne	181
K:1:30	Fra analyse til syntese	182
K:2	<i>Funktionskrav til vigtige bygningsdele</i>	184
K:2:1	Ydervægge	184
K:2:12	Indervægge	186
K:2:25	Etagedæk	187
K:2:38	Tagkonstruktioner	189
L	VÆGKONSTRUKTIONER	191
L:1	<i>Fundamenter</i>	191
L:1:1	Byggegrund	191
L:1:6	Fundamentskonstruktioner	191
L:2	<i>Bærende vægkonstruktioner</i>	193
L:2:1	Støbte ydervægge	193
L:2:8	Murede ydervægge	194
L:2:17	Kombinerede ydervægge	196
L:2:22	Bærende indervægge	197
L:3	<i>Element- og skeletkonstruktioner</i>	198
L:3:1	Elementkonstruktioner	198
L:3:9	Skeletkonstruktioner	200
L:4	<i>Lette ydervægskonstruktioner</i>	200
L:4:1	Bærende lette ydervægge	200
L:4:8	Ikke bærende facadeelementer	201
L:5	<i>Lette indervægskonstruktioner</i>	202
L:5:1	Murede og støbte vægge	202
L:5:8	Trævægge	203
L:5:12	Elementvægge	203
L:5:15	Stålskeletvægge	204

M	DÆKKONSTRUKTIONER OG TAGVÆRKER	205
M:1	<i>Jorddæk</i>	205
M:1:1	Simple jorddæk	205
M:1:6	Terrændæk	206
M:2	<i>Bjælkelag</i>	207
M:2:1	Bjælkekonstruktioner	207
M:2:7	Træbjælker	208
M:2:14	Stålbjælker	208
M:2:17	Jernbetonbjælker	209
M:2:20	Plankespær	209
M:3	<i>Pladedæk</i>	210
M:3:1	Pladekonstruktioner	210
M:3:4	Støbt på stedet	210
M:3:10	Forskalling	211
M:3:14	Jernbeton med udfyldningsblokke	211
M:3:17	Færdigstøbte plader	211
M:4	<i>Tagværker</i>	213
M:4:1	Konstruktioner uden udnyttet tagrum	213
M:4:9	Konstruktioner med udnyttet tagrum	214
M:5	<i>Tagdækningsmaterialer</i>	215
M:5:1	Tagunderlag	215
	Taghældning, oversigt	216
M:5:12	Papdækninger	217
M:5:16	Falsede dækninger	218
M:5:22	Overlægsplader	219
M:5:30	Belysning	220
N	TRAPPER	221
N:1	<i>Trappens funktion</i>	221
N:1:1	Trappens bestanddele	221
N:1:4	Trappen i huset	221
N:2	<i>Trapperummet</i>	222
N:2:1	Udvendige trapper	222
N:2:4	Indvendige trapper	222
N:3	<i>Trappekonstruktioner</i>	223
N:3:1	Trætrapper	223
N:3:7	Metaltrapper	223
N:3:11	Stentrapper	223
N:3:13	Betontrapper	224
O	GULVE	225
O:1	<i>Selvbærende gulvbeklædninger</i>	225
O:1:1	Gulvkonstruktioner	225
O:1:4	Bræddegulve	225
	Oversigt over målbare egenskaber	226
O:1:10	Lamelbrædder	227
O:1:14	Undergulve	227
	Sammenstilling af funktionskrav til gulvmaterialers egenskaber, skema	228
O:1:18	Metalgulve	229
O:1:20	Strøkonstruktioner	229
O:2	<i>Gulvbeklædning på plant underlag</i>	230
O:2:1	Parketgulve	230
O:2:10	Stengulve	230
O:2:20	Svømmede gulve	232
O:3	<i>Gulvbelægnings</i>	232

O:3:1	Støbte gulvbelægnings	232
O:3:10	Tørre gulvbelægnings	234
P	FACADEFÆRDIGGØRELSE	235
P:1	<i>Facadebehandlings</i>	235
P:1:1	Fugning	235
P:1:5	Facadepuds	235
P:1:12	Maling	238
P:2	<i>Montagefuger</i>	238
P:2:1	Den forseglede fuger	238
P:2:11	Den ventilerede fuger	240
P:3	<i>Facadebeklædnings</i>	240
P:3:1	Beklædnings opsat i mørtel	240
P:3:7	Beklædnings opsat med ventileret fuger	241
P:4	<i>Facadeåbning</i>	242
P:4:1	Vinduer	242
P:4:14	Udvendige døre	243
Q	INDVENDIG FÆRDIGGØRELSE	245
Q:1	<i>Væg- og loftsbeklædnings</i>	245
Q:1:1	Puds	245
Q:1:5	Ubehandlede flader	245
Q:1:8	Flisebeklædnings	245
Q:1:14	Brædde- og pladebeklædnings	246
Q:1:22	Tapetsering	247
Q:2	<i>Flyttelige vægge</i>	248
Q:2:1	Glasskillevægge	248
Q:2:3	Flexible vægge – montagevægge	248
Q:2:10	Følge- og skydevægge	249
Q:3	<i>Indvendigt snedkerarbejde</i>	249
Q:3:1	Generelt	249
Q:3:2	Døre	250
Q:3:12	Inventar	251
R	MALERARBEJDE	253
R:1	<i>Overfladebehandling</i>	253
R:1:1	Maling	253
R:1:7	Malingsystemer	254
R:2	<i>Malematerialer</i>	256
R:2:1	Bindemidler	256
R:2:3	Bindemiddeltypers inddelt i hovedgrupper	256
R:2:13	Tilsætningsmidler	258
R:2:16	Pigmenter	259
R:2:25	Malingstyper	261
R:2:28	Andre malermaterialer	263
S	ISOLERING	265
S:1	<i>Brandisolering</i>	265
S:1:1	Brandårsag og -virkning	265
S:1:4	Brandudvikling	265
S:1:10	Materialeegenskaber	266
S:2	<i>Fugtsisolering</i>	269
S:2:1	Fugt og varighed	269
S:2:4	Fugtkilder	269
S:2:16	Fugtskader	271
S:2:22	Materialeegenskaber	272

S:3	Termisk isolering	275
S:3:1	Varmetab	275
S:3:5	Varmeoverføring	275
S:3:9	Isoleringsprincipper	276
S:3:15	Materialeegenskaber	277
S:4	Akustisk isolering	279
S:4:1	Lydgener	279
S:4:4	Lydspredning	279
S:4:10	Lyddæmpning	280
S:4:16	Bygningslydisolation	281
S:4:22	Luftlydisolation	282
Y	OVERSIGTER	285
Y:1	Klassifikation	285
Y:1:1	Systematik	285
Y:1:7	SfB systemet	285
Y:1:13	SfB systemets tre tabeller	286
Y:2:1	Dampdiffusionsevne og dampdiffusionsmodstand	293
Y:2:4	Tabel 1	292
Y:2	Materialeoversigter	292
Y:2:1	Dampdiffusionsevne og dampdiffusionsmodstand	292
Y:2:5	Tabel 2, Z-værdier – Konstruktionsmaterialer	293
Y:2:6	Tabel 3, Z-værdier – maling, papir o. lign.	294
Y:2:7	Smeltetemperaturer	295
Y:2:8	Varmeakkumulationsevne	295
Y:2:9	Byggeteknisk vigtige grundstoffer	296
Y:2:10	Vigtige salte og deres dannelse	297
Y:2:11	Radioaktiv stråling fra visse byggematerialer	297
Y:3	Forklaringer	298
Y:3:1	Ordliste	298
Y:3:2	Græsk alfabet	299
Y:3:3	Symboler og SI-enheder	300
Y:3:4	SI-præfixer	301
Y:3:5	SI-enheder	301
Y:3:6	Godkendelses- og kontrolordninger for byggevarer	302
Y:3:7	Byggeloven og tekniske godkendelser	302
Y:3:8	Baggrunden for tekniske godkendelser	302
Y:3:9	Byggevaredirektivet og bygningsreglementet	303
Y:3:10	Europæisk teknisk godkendelse	303
Y:3:11	Byggeindustrien og det indre marked	304
Y:3:12	Byggevaredirektivets indførelse	304
Y:3:13	Certificering	305
Y:4	Litteraturliste	307
	Kildehenvisninger	307
REGISTRE		310
	Emneregister	310
	Materialeregister	313

Forord til 5. udgave

Ved udsendelsen af et nyt oplag af *Husbygningsmaterialer* blev det klart, at en revision var nødvendig. Da jeg ved min pensionering i 1986 havde mistet den nære kontakt med undervisningen og faget, drøftede jeg spørgsmålet om revisionsarbejdet med mine tidligere kolleger på Byggeteknisk Højskole i København. Dette førte til dannelsen af Arbejdsgruppe 1991, som består af arkitekterne *Niels Barret*, *Lasse Bengtsson*, *John Høwisch* og *Preben Selck* og ingeniørerne *Mogens Barslev* og *Merete Sønderlund*. Alle seks underviser i materiallærefaget og jeg er dem taknemmelig for, at de ved deres indsats har gjort udgivelsen af det nye oplag mulig.

Revisionsarbejdet har primært drejet sig om opdatering af oplysningerne om materialer, produktionsmetoder, specielt med hensyn til nyheder, samt ændringer i betegnelser og i normer og standarder.

Godkendelses- og kontrolordninger for byggevarer er ajourført så vidt det har været muligt, idet der som bekendt pågår et harmoniseringsarbejde i EF-regi. Dette skal i Danmark munde ud i et Byggevaredirektiv til sin tid.

Lederen af ETA-Sekretariatet, arkitekt *MAA* *Claes Skjernov* har på arbejdsgruppens opfordring udarbejdet et afsnit »Byggeloven og tekniske godkendelser« til denne udgave. Heri gøres der overordnet rede for intentioner, indhold og omfang af arbejdet med Byggevaredirektivet. På arbejdsgruppens og egne vegne vil jeg hermed udtrykke en særlig tak til *Claes Skjernov* for dette bidrag.

De omfattende revisioner betyder, at denne 5. udgave af *Husbygningsmaterialer* totalt erstatter tidligere udgaver, som derfor ikke længere kan benyttes i undervisningen.

Bogens hovedopbygning, systematik og terminologi er derimod i alt væsentligt uændret og nye afsnit eller ændringer redigeret indenfor denne systematik. Jeg vil gerne her takke *Lasse Bengtsson* fra arbejdsgruppen for hans indsats som koordinator, der har gjort fastholdelsen af bogens principper let og ubesværet for mig.

Hundested, marts 1991

jens mollerup

Fra forord til 1. udgave:
Axel G. Jørgensen var min lærer i materialelære på den gamle tekniske skole i Ahlefeldtsgade i København.

Tredive år senere kom jeg til at undervise efter hans bog.

Da der i 1964 efter Axel G. Jørgensens død skulle forberedes et nyt oplag af bogen, spurgte forlaget mig, om jeg kunne foretage en ajourføring. Under dette arbejde blev det klart, at tilpasning til en ny pensumplan, kun kunne resultere i en helt ny bog.

Fra forord til 2. udgave:
Stoffet behandles ud fra to aspekter: i første del behandles materialernes egenskaber ud fra oprindelse og produktion, i anden del behandles materialernes anvendelse ud fra de krav, konstruktioner og funktion stiller til materialernes egenskaber.

Fra forord til 3. udgave:
SI-enhedssystemet er siden 1. juli 1977 gældende måle- og enhedssystem. Specielt til denne bog er udarbejdet en meget omfattende tabel over dampdiffusionsværdier angivet med SI-enheder. Byggematerialer, der har været benyttet, men nu er udgået, behandles fortsat i teksten. Kendskabet til disse materialer er nødvendig, når man skal projektere ombygninger eller reparationer i ældre huse.

Materiallæren er læren om materialernes egenskaber og de i disse egenskaber begrundede anvendelsesmuligheder.

En tak

Arbejdsgruppe 1991 ønsker, på denne plads, at udtrykke en varm tak til de personer og institutioner, som engageret har været os behjælpelige med råd, rettelser og vejledning i forbindelse med revisionsarbejdet til nærværende udgivelse:

1. Ove Møller Christensen, civilingeniør,
Afdelingsingeniør i ISC A/S.
2. Morten Egemar, bygningskonstruktør BTH,
Konsulent.
3. Lars Knudsen, bygningskonstruktør BTH,
Gulvbranchens Samarbejds- og Oplysningsråd.
4. Jørn Larsen, akademiingeniør,
Plastindustrien i Danmark.
5. Kate Nielsen, akademiingeniør,
Docent ved Dansk Ingeniørakademi, Kemiafdelingen.
6. Stig Rubæk, civilingeniør,
Lektor ved Ingeniørhøjskolen, Københavns Teknikum.
7. Tagpapbranchens Oplysningsråd.
8. Thomas Thomassen, cand.silv.,
Tidl. Dansk Teknologisk Institut, Afdelingen for Træteknik.

Indledning

Materialer og huse

- 0:1 Byggeri er *opførelse af huse*. Projektet er *tanken* om et hus. Tegninger, beskrivelser og beregninger er *forudsætninger* for virkeliggørelsen af projektet. Når huset står færdigt, har papiret mistet sin betydning, men de afgørelser, der er truffet med hensyn til materialevalg, må nu stå for kritik.
- 0:2 *Materialevalget* på projekteringsstadiet er afhængig af konstruktionerne og omvendt.
- 0:3 Kendskabet til materialernes fysiske egenskaber og kemiske opbygning er derfor nødvendig for at kunne *vurdere* deres anvendelsesmuligheder i husbygningen.
- 0:4 Kendskabet til materialernes oprindelse er en forudsætning for at kunne forstå og *bedømme* deres egenskaber.
- 0:5 Kendskabet til de krav, der stilles til konstruktionerne er nødvendig for at kunne *vælge* det rette materiale og for at kunne producere det rette materiale.

Denne indledning giver en kortfattet indføring i materiallærens placering i den samlede husbygningsteknik, samt principper for materialernes udvikling, anvendelse og egenskaber.

Alsidighed og specialprodukter

- 0:6 Byggematerialernes anvendelse og produktion har gennemgået en udvikling, som nærmest er en total forvandling. Mens man oprindeligt benyttede forhåndenværende materialer, udnyttede deres naturlige egenskaber, fandt sig med deres mangler og højst udsatte dem for en mekanisk tildannelse, producerer man i dag byggematerialer, der opfylder ganske bestemte krav, som man har sat sig som mål at tilfredsstille.
- 0:7 Ved udnyttelse af materialer, der i sig forener mange forskellige formålstjenlige egenskaber, opnåede man *homogene konstruktioner*. Med specielle materialer, der hver for sig kun opfylder ét bestemt krav, opnås sammensatte og *komplerede konstruktioner*.
- 0:8 Ved at flytte væsentlige dele af byggeprocessen til industrien, præfabrikering, fabriksfremstilling og indendørs byggeri muliggøres økonomisk og teknisk forsvarlig løsning af disse komplerede konstruktioner.

Transport til byggepladsen og håndtering på byggepladsen får under denne udvikling voksende indflydelse på dimensioneringen af færdigdelene og af mekaniseringsgraden.

Fra træ til plast

- 0:9 Træ og natursten findes umiddelbart i naturen og *kan benyttes umiddelbart* til husbygning efter en simpel tildannelsesproces.
- Moderne teglværker er ganske vist store fabriksagtige anlæg, men fremstilling af brændte teglsten af egnet ler har været kendt i århundreder.
- Brænding og læskning af kalk er også en enkel proces, som længe har været kendt i husbyggeriet.
- Af en anden og *mere avanceret* karakter er betanfremstillingen, hvor enkle materialer ved hjælp af et bindemiddel forbindes til et sammenhængende homogent materiale, men vel at mærke først under selve opførelsen af den pågældende konstruktion.

Den her groft skitserede udvikling giver samtidig ledetråden for opbygning af denne bogs første del: Materialernes oprindelse.

0:10 Skiftet fra disse enkle materialer til nye byggemetoder blev gjort med anvendelsen af jern og stål i byggeriet, hvor man gennem videreudviklingen af jernbetonen kunne fremstille færdige bygningsdele og konstruktionsdele på fabrik.

Disse bygningsdele skulle kunne monteres direkte uden forudgående til-dannelse eller tilpasning.

3000 stenbygninger i Ægypten
2500 træhuse i Danmark (Barkærhusene)
2500 soltegl og brændt tegl i Orienten
500 tagtegl i Etrurien, Grækenland
350 olieimprægnering af havnetømmer (Alexander d. st.)
10 beton med skalmur i Rom

1100 teglbrænding indføres i Danmark
1730 digelstål fremstilles
1750 zink udvindes i Europa
1810 støbejernskonstruktion beregnes (Kornmagasin i Paris)
1818 Portland cement fremstilles
1824 Portland cement fabrikmæssig produktion
1824 aluminium, grundstoffet opdages (H. C. Ørsted)
1830 trykimprægnering af jernbanesveller
1844 linoleum opfindes af Walton
1855-78 stålet udvikles (Bessemer, Thomas, Martin)
1874 cementproduktion i Danmark
1886 aluminiumproduktion optages
1895 jernbetonbygning af Francois Hennebique
1909 Bakelit produceres
1929 syntetisk gummi produceres
1937 nylon produceres
1940 plast i industriel masseproduktion
1940 stålvalseværk i Danmark

0:11 Med fremkomsten af kunststofferne og den moderne byggeindustri udvikling er man nået et skridt videre mod at nå frem til endnu mere forenklede konstruktioner af metal og kunststoffer.

0:12 Byggeriet ændres hastigt til, at arbejdet på byggepladsen indskrænkes til montage og samling af de præfabrikerede dele. Byggeriets værste problemer bliver da spørgsmålet om udførelsen af samlinger og fuger mellem disse dele.

Fra projekt til produkt

0:13 Materialevalget ligger i det håndværksmæssige byggeri helt hos den projekterende. I det industrielle byggeri stiller den projekterende krav til de færdigfabrikerede dele, men overlader det detaljerede materialevalg til produktions teknikere.

0:14 Lige så vigtigt som kendskabet til materialernes egenskaber er derfor kendskabet til de krav, der stilles til materialerne ved anvendelsen i bygningskonstruktioner.

Disse krav er bestemt af klima, lovgivning, økonomi samt brug. Brugskravene er primært funktionskrav bestemt af bygningsdelens brugsmæssige opgaver, dens funktion, i bygningen. Men der kan også være brugskrav bestemt af operative forhold, arbejdsmæssige forhold, under byggeprocessen.

Hosstående gives, med 25 årstal, et groft tværsnit over udviklingen af byggematerialer gennem 5000 år.

Materialevalget meddeler den projekterende til de producerende ved hjælp af arbejdsbeskrivelsen; derfor indeholder denne bogs forskellige kapitler angivelse af korrekte betegnelser for byggevarer til brug for positioner i arbejdsbeskrivelser.

0:15 De klimatiske forholds indflydelse på materialevalget har fået voksende betydning med udviklingen af samhandelen mellem kontinenterne. Vi kan ikke gå ud fra, at et materiales egnethed et andet sted på jorden garanterer for egnethed under vore himmelstrøg.

Materialernes forhold til klimaet har mange sider, dels er der vejrbestandigheden, herunder frostbestandighed, dels evnen til at tåle fugt, sol og vind og dels varmeisoleringssevne; materialernes forhold over for forurening, brand og lyd hører med i denne sammenhæng.

0:16 Lovgivningen stiller på flere områder definerede krav til materialernes evne til at modstå forskellige påvirkninger, men herudover er det de forskellige loves og normers opgave at fastlægge, hvilke mindstekrav til materialernes egenskaber, der skal opfyldes for at anvendelse i bygningskonstruktioner tillades.

0:17 Økonomiens indflydelse på materialevalget er ikke kun et spørgsmål om selve materialets indkøbspris. Transport til og på byggepladsen, vedligeholdelse og renholdelse, materialets bearbejdelse samt anvendelsens indflydelse på antal af arbejdsprocesser og andre fags arbejde, er også af økonomisk betydning.

0:18 Af betydning for brugen er materialernes vægt og håndterlighed, bearbejdelse, forhold over for sammenbygning med andre materialer. Hårdhed, slidfasthed, varighed, modstandskraft over for mekaniske og kemiske påvirkninger er nogle af de, også for bygningens senere funktion, betydningsfulde egenskaber.

Endelig er det naturligvis afgørende for materialevalget, i hvilken konstruktion materialerne skal anvendes, udvendig eller indvendig, konstruktion med sammensatte opgaver eller specielle funktioner.

0:19 Alle disse forhold: klima, lovgivning, økonomi, brug, udgør vilkårene for materialernes anvendelse. De stiller krav til materialernes egenskaber og analysen af denne funktion bliver en vigtig del af materiallæren.

Funktionsanalysen er i dag en nødvendighed ved projekteringen, fordi der til rådighed for materialevalget står et så stort udbud af byggematerialer med forskellige egenskaber.

Fra materiale til byggevarer

0:20 Valg af materialer må i dag i de fleste tilfælde ske på et for løst grundlag, ofte et meget subjektivt grundlag. Valgets udfald vil afhænge af ens egen læsning og viden, de fleste oplysninger fremkommer i reklameform, det vil sige ikke udtømmende.

0:21 Reklamen skal kun tjene til at fremme et bestemt fabrikats salg, og vil derfor kun fremhæve dette bestemte fabrikats gode egenskaber. Ganske vist er man i dag, navnlig inden for byggeriet, nået langt med hensyn til saglighed af de reklamemæssigt givne oplysninger, men endnu mangler vi de helt objektive oplysninger om materialer - og ikke om fabrikata. Især vanskeliggøres retfærdige bedømmelser af udeladelser samt af fortielse af eventuelle mindre gode egenskaber.

0:22 Uklarhed kan også skyldes mangelfuld terminologi. Vort tekniske sprog er endnu på mange områder uklart og rodet, fuldt af unøjagtigheder og misforståelser, mens korrekte tekniske udtryk ofte er mere eller mindre ukendte. Dette er årsagen til at firmanavne og betegnelser for fabrikata kan vinde indpas som synonymmer for materialebetegnelser.

0:23 Kendskabet til korrekte betegnelser for fysiske og kemiske egenskaber, kendskab til de sædvanligvis anvendte symboler og konstanter er nødvendig. Det ville være ønskeligt, om spørgsmålet om byggeteknikens terminologi kunne blive taget op til behandling i anden sammenhæng. Det måtte da være et mål, at der tilstræbes et krav om varedeklarerationer for alle byggematerialer.

Byggevarer deklareration er på visse områder blevet prøvet i Danmark via BPS-centret under Statens Byggeforskningsinstitut.

Bogens anden del: Materialernes anvendelse behandler bygningsfysiken og andre funktionsbestemte forhold, krav, der stilles til forskellige konstruktioner og de dertil svarende materialeegenskaber.

Aktuelle priser kan ikke behandles i en lærebog, men prisforhold er omtalt, hvor det er rimeligt.

Bogens afsnit: Materialernes anvendelse indledes med kapitel K, hvori disse forhold behandles uddybende.

Der forudsættes kendskab til materialeprøver, reklametryksager og de øvrige i praksis anvendte midler til orientering om materialers egenskaber.

F.eks.: mineraluld - rockwool.

De korrekte betegnelser, der anvendes i bogen, forklares i sammenhæng med omtalen.

En materiale-data-bank er under overvejelse på international basis. Afgørende for disse internationale bestræbelser er at opnå enighed om betegnelser, symboler, målemetoder, terminologi o.s.v. på international basis, samt at tilvejebringe neutrale varebetegnelser, fællesbetegnelser, hvilket især strider mod producenterens ønske om markedsføring af mærkevarer.

0:24 Til afklaring af terminologien tjener en klar definition af begreberne materiale, byggemateriale og byggevarer:

Et materiale er et veldefineret stof med kendte fysiske og kemiske egenskaber.

Et byggemateriale er et produkt fremstillet ved mekanisk, fysisk eller kemisk behandling af et materiale (evt. flere materialer) til anvendelse i bygningskonstruktioner.

En byggevarer er et med hensyn til leveringsform, dimension, udseende og evt. anvendelse klart og specifikt defineret byggemateriale. Definitionen skal være så entydig, at den betegner en bestemt handelsvarer og dette kan kræve supplerende oplysning om oprindelse, producent og/eller firmabetejgnelse.

Materiale:	Byggemateriale:	Byggevarer:
brændt ler	teglmursten	DN MS præget 1600 rød F sort. B
fyrretræ	savskåren bjælke	175×175 mm, 6 m bjælke T 24
læsket kalk	mørtel	KC 50/50/750
slagfast polystyren	extruderede plader af slagfast PS	50 mm Roofmate tagplade

Godkendelse og kontrol

0:25 Til sikkerhed for at byggevarerne opfylder de krav, der stilles i byggelovgivningen, normerne m.m. er etableret forskellige *godkendelses- og kontrolordninger*.

Boligministeriets godkendelsesordning for materialer og konstruktioner (mk godkendelser) omfatter alle de materialer m.m., som ifølge BR skal være godkendte, eller for hvilke godkendelse kan meddeles.

0:26 Kontrolordninger er oftest baseret på krav defineret i de for bestemte materialer eller konstruktioner gældende normer, der er udsendt som *Dansk Standard* (DS).

0:27 *Materialeprøvning* som kontrolforanstaltning kan være enkle sanseprøver, der kan foretages umiddelbart på byggepladsen, og det kan være prøvninger, der stiller krav om laboratoriemæssigt udstyr. I et vist omfang er det muligt at etablere sådant udstyr på større byggepladser, f.eks. til betonkontrol. Men herudover må laboratoriemæssige prøvninger henvises til speciallaboratorier.

0:28 Prøvning af byggematerialer tilsigter egenskabskontrol med henblik på veldefinerede påvirkninger (f.eks. brandprøvning).

Prøvning af færdige bygningsdele, sammensatte konstruktioner eller hele bygninger savnes der desværre muligheder for endnu. Og det er dog en forudsætning for industriel produktion, at en prototype for produktet totalprøves før masseproduktion sættes i værk. Man kan prøve og kontrollere veldefinerede fysiske egenskaber, men der findes ikke metoder til at kontrollere komplekse egenskaber. De brugsmæssige egenskaber er heller ikke tilstrækkeligt veldefinerede til at de kan prøves - man kan i dag prøve en bils »køreegenskaber«, men ikke en boligs »boegenskaber«.

Fortolkningen af begreberne materiale, byggemateriale og byggevarer illustreres af hosstående eksempler.

En oversigt over etablerede ordninger findes i SBI anv. 122

Se Y:3:6

Officiel prøvning af byggematerialer foretages i Danmark af Dantest. Dansk Teknologisk Institut foretager undersøgelser efter aftale.

Et register over autoriserede laboratorier er udsendt af Statens Tekniske Prøvenævn.

0:29 Byggematerialernes indflydelse på bygningers brugsmæssige kvalitet, altså deres *menneskevenlighed* (eller mere abstrakt miljøvenlighed) prøves i dag kun på ganske begrænsede områder, f.eks. med hensyn til sundhedsskadelige virkninger.

0:30 Byggeriet har udviklet sig fra en *håndværksmæssig anvendelse* af traditionelle byggematerialer, hvis egenskaber og funktionsegnethed man var totalt fortroelig med, til en *industriel produktion* af byggevarer og hele bygninger, hvor egenskaber og funktionsegnethed ofte skjules af handelstekniske salgsmønstre.

Samtidig er der sket en betydelig stramning af komfortkravene - på den ene side f.eks. kravene til opvarmning, på den anden side f.eks. kravene til udstyr og færdiggørelsesmaterialer - krav, som på det seneste ofte kommer i konflikt med ressourcebesparende bestræbelser.

Alle disse forhold medfører en stadig stigende nødvendighed af at få præcist kendskab til materialers og byggematerialers egenskaber og dermed til byggevarers funktionsegnethed.

Materialeegenskaber

0:31 En række *materialeegenskaber* er af generel interesse for bedømmelse af byggevarers funktionsegnethed: materialers tæthed, styrkeforhold, forhold over for varme og fugtighed samt brandbestandighed.

Herudover findes mange for de enkelte materialer specielle egenskaber.

0:32 *Densiteten* angiver stoffers masse pr. volumen. I materialeteknisk henseende er man interesseret i byggematerialers tæthed og kan derfor ikke nøjes med at beskæftige sig med det rent fysiske begreb densitet. Byggematerialers struktur, d.v.s. deres større eller mindre indhold af luftporer er afgørende for deres egenskaber, og dette forhold kan betegnes som materialers tæthed.

Stor tæthed betyder som regel også stor trykstyrke; stor tæthed giver stor varmeledning; stort tæthed giver lille luftlydtransmission.

Ved angivelse af materialeegenskaber benyttes begrebet *densitet* derfor til at udtrykke deres *tæthed* (som også kan betegnes *rumvægt*). Hvis det rent fysiske begreb i en eller anden sammenhæng er af interesse, vil det blive betegnet *absolut densitet*.

Da temperatur og fugtforhold har indflydelse på materialers vandindhold og evt. også deres volumen, angives byggematerialers densitet oftest ved ligevægtsfugtighed under angiven temperatur og rumfugtighed.

0:33 *Styrkeforholdene* afhænger af densiteten. Byggematerialer af samme materiale, men med forskellige densiteter, har forskellige styrker: større densitet = større styrke.

Styrkeforholdene i givne materialer varierer overfor forskellige påvirkninger: tryk-træk hidrørende fra last i konstruktioner, slid hidrørende fra overfladepåvirkninger.

Elasticitetsmodulen er en tænkt spænding, som benyttes til bedømmelse af materialets evne til at tåle påvirkninger uden at få varige (plastiske) formforandringer. Tallet er altså et udtryk for materialets sejhed, jo større talværdi, desto mindre formforandringer.

0:34 *Varmeledningsevnen* (varmekonduktiviteten) er udtryk for et materiales evne til at lede varme. Det angives med varmeledningstallet λ (lambda) og er afhængig af materialets struktur og tæthed.

Varmeledningstallet kan angives som basisvarmeledningstal, der er en laboratorie-værdi målt ved angiven temperatur (f.eks. λ målt ved 10°C)

Til praktisk brug, i beregninger af isoleringstykkelse o.l., benyttes en tilnærmet værdi: den praktiske varmeledningsevne, som sættes i relation til byggematerialers densitet i tør tilstand.

Begrebet »prøvehus« dækker i dag kun over en prøve af husets salgbarhed; holdbarheden prøves ikke; men prøvehus burde svare til industriens prototyper.

En »materialekonstant« er en egenskab som udelukkende er betinget af materialets struktur og kemiske sammensætning.

Måleenhed for densitet: kg/m³ = masse/volumen.

Måleenhed for styrke: MPa = Mega Pascal = MN/m² = N/mm² = kraft/areal

Måleenhed for varme: W/(m·K) = Watt/meter Kelvin = varmestrøml/temperaturgradient

Se kap. S:3

Varmeoverføringskoefficienten - den såkaldte U-værdi og den tilsvarende reciproke værdi for varmeisolans M - er konstruktionskonstanter. Ved deres beregning er de anvendte materials konstruktionstykkelser afgørende.

0:35 *Vanddampdiffusionsevnen* er et udtryk for materialets evne til at »ånde«. Man taler om mere eller mindre dampåbne eller damptætte materialer. Evnen er afhængig af materialets struktur og stof.

I praktisk byggeri interesserer man sig mest for et byggematerials evne til at yde modstand mod dampdiffusion: materialets dampdiffusionsmodstandstal, som er den reciproke værdi af dampdiffusionstallet.

Materialer, der er helt åbne, og ikke yder modstand mod vanddampdiffusion har modstandstallet 0, mens absolut vanddamp-tætte materialer har modstandstallet ∞.

0:36 Byggematerialers *formbestandighed* er udtryk for deres større eller mindre evne til at bevare form og dimension under skiftende temperatur- og fugtforhold.

Alle materialer udvider sig ved stigende temperatur, (bortset fra vand, som udvider sig ved frysning). Omfanget af disse formforandringer er af betydning for byggematerialers anvendelse i konstruktioner.

Mange byggematerialer har en tendens til formforandringer i forbindelse med ændring af materialets fugtindhold, som kan ske i forbindelse med materialets tilpasning til omgivelsernes fugtforhold.

0:37 I brandteknisk henseende inddeles byggematerialer i to klasser: *ubrændbare* og *brændbare*. Afgørende for klassifikationen er, om materialet yder tilskud til en brand, d.v.s. medvirker til temperaturforøgelse og brænder med flamme (gasudvikling).

De brændbare materialer inddeles i byggelovgivningen yderligere i materialer af klasse A, som er svært antændelige, svagt brandudbredende og svagt røgudviklende og materialer af klasse B, som er ikke let antændelige, moderat brandudbredende og moderat røgudviklende.

Klassificering som ubrændbar eller brændbar er afhængig af materialets kemiske sammensætning. Det er altså en »materialekonstant«.

0:38 Materialeegenskaberne er knyttet til *materialernes oprindelse*, til deres dannelse (geologisk eller biologisk) og til deres produktion (håndværksmæssig eller industriel).

I bogens første del behandles materialerne ud fra de betingelser, som oprindelse og produktion byder.

Materialeegenskaberne udnyttes ved *materialernes anvendelse* i bygningskonstruktioner, hvad enten det sker håndværksmæssigt eller industrielt.

I bogens anden del behandles materialerne ud fra de krav, som konstruktion og funktion stiller til deres anvendelse.

Måleenhed for vanddampdiffusion: $GPa \cdot s / m^2 \cdot kg$ se kap. S:2

Z-værdi (og PAM) se Y:2:1

Længdeudvidelser måles i $mm/m \cdot ^\circ C$. Udvidelser er fugtafhængige og angives i %.

Se kap. S:1

Materialernes oprindelse

A TRÆ

UDK 691.11

SfB i-

A:1 Træets vækst og opbygning

Naturprodukt

A:1:1 Byggematerialet træ er et *naturprodukt* og må derfor udvælges under hensyntagen til den påtænkte anvendelse: om det skal bruges til tømmer, gulve, snedkerarbejde o.s.v.

Vi må kende træets egenskaber for at kunne anvende det rigtigt og behandle det rigtigt, for at opnå det bedst mulige resultat ved anvendelsen. Vi kan ikke stille krav om egenskaber, som træet ikke har fra naturens side. Men vi kan i dag forøge nogle af de gode egenskaber og mindske nogle af de dårligere ved forskellige mekaniske og kemiske behandlinger.

A:1:2 Hvorfor revner en bjælke? Hvorfor kaster et bræt sig? Hvorfor buler et gulv op? Hvordan kan generne forhindres? For at kunne svare på sådanne spørgsmål, må vi kende træets vækstforhold og vide, hvad der sker, når det fældes, opskæres, tørres og senere udsættes for skiftende varme og fugtighed.

A:1:3 Da træ er et naturprodukt, er det ikke muligt at få standardkvaliteter; egenskaberne er stærkt varierende fra træart til træart. Men også inden for samme træart fra individ til individ og endog inden for det enkelte træ fra rodenden til topenden varierer egenskaberne. De i dette afsnit givne beskrivelser og angivelser af data må derfor være generaliserende.

Opbygning

A:1:4 Et træ består af tre hoveddele: *roden*, *stammen*, *kronen*, som består af grene, kviste, løv.

Roden tjener til at forankre træet; *rodnettet* optager vandet, som gennem *stammen* ledes til *kronens* løv.

A:1:5 *Stammen* er den del af det levende træ, der omdannes til gavntre. Et tværsnit gennem stammen viser yderst barken og inden for denne et tyndt vækstlag. Veddet, som er stammens hovedmasse, er opdelt med koncentriske ringe: *vækstringene* (årringene). I stammens centrum findes *marven*.

A:1:6 Barken består af det yderste lag: *korkbarken*, som tjener til træets beskyttelse mod mekanisk påvirkning og udtørring, dernæst den smalle *grøn bark*, barkens ledningsvæv hvorigennem de i løvet dannede næringsstoffer ledes ned til vækstlaget, og inderst *basten*, barkens støttevæv.

A:1:7 Vækstlaget, *kambium*, ligger mellem barken og veddet og består af *dannelsesvæv*, som dannes i skuddene. Det er i stand til ved fortsat deling og strækning af sine celler at omslutte det voksende træ.

Af dannelsesvævet dannes udad nye barkceller og indad nye vedceller.

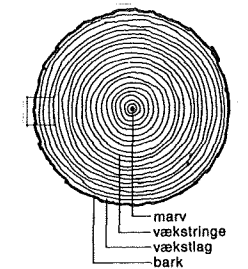
Vækst

A:1:8 Træets vækst foregår på to måder: *højdevæksten* sker ved at de langagtige marvceller forlænges til skud i stammetop, grenspidser og bladhjørner.

Tykkelsesvæksten sker ved at der i skuddene dannes nyt dannelsesvæv, som producerer nye vedceller, der som lag på lag eller ring på ring giver træet vækst i bredden.

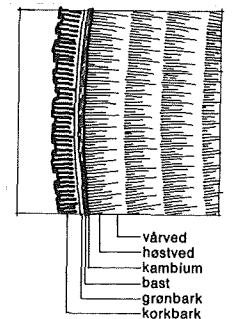
A:1:9 Disse ringe kaldes *vækstringe* eller årringe, fordi en vækstperiode i den tempererede klimazone svarer til et år. I tropiske og subtropiske egne vokser træer imidlertid hele året uden regelmæssige vækststop efter årstiden, men derimod tilfældige vækststop efter insektangreb, regnskyl el.lign. Betegnelsen *vækstringe* er således konsekvent rigtig.

Thomas Thomassen: *Træ og træmaterialer*, TI København 1977, 4. udg. 1991



Tværsnit gennem stammen, skematisk.

Udsnit af stammets tværsnit, skematisk.

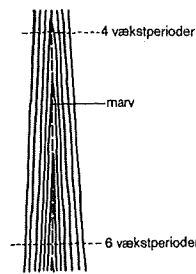


A:1:10 *Væksthastigheden* er meget forskellig, nogle træarter har *hurtig* vækst i de første år og vokser derefter langsommere, andre har *støt* vækst. På 20 år opnår almindelige danske skovtræer med *støt* vækst en højde på 6 til 8 m, i de næste 40 år tredobles højden, mens den hurtigt voksende ask efter 20 år opnår den store højde af 12 m og derefter kun fordobler sin højde i de næste 40 år.

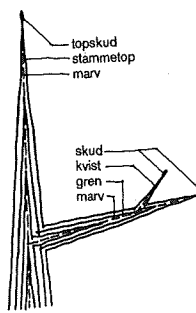
A:1:11 Væksten varierer også inden for de enkelte vækstperioder. I tempereret klima sker væksten hurtigere om foråret end ved vækstperiodens slutning.

Vårveddets celler er tyndvæggede og har store hulrum, fordi de tjener til væsketransport.

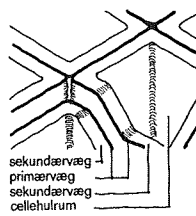
Høstveddets celler tjener til styrkevæv og er mere tykvæggede og har mindre hulrum. Træarter med bred høstvedzone er derfor stærkest. Som regel ses dette tydeligt på ændringen af veddets farve inden for den enkelte vækstring.



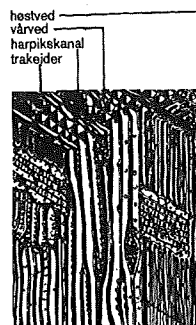
Lodret snit i stammedel, illustrerende forholdet mellem højdevækst og tykkelsesvækst, skematisk.



Stammens og grenenes opbygning og skuddenes placering, skematisk.



Cellens opbygning, skematisk.



Nåletræsveddets opbygning.

Celler

A:1:12 Træ er som alt levende opbygget af *celler*, som i uendeligt antal i systematisk orden danner grupper af ensartede celler: *cellevæv*. Hver celle er et lille hulrum omgivet af cellevægge. Det levende i cellen er protoplasma: *cellekernen omgivet af cytoplasma*. En celle er død, når plasmaet er forsvundet.

A:1:13 Når en celle er opstået - »født« - i vækstlaget har den tynde *cellulosevægge*; disse *primærvægge* strækkes under væksten og bliver derved endnu tyndere. Til forstærkning dannes der under væksten inde i cellen fortykningsvægge - sekundærvægge - og i disse aflejres *lignin* under forvedningen. Der går normalt fra et par uger til et par måneder fra cellens dannelse, til den har fået sin endelige form og er forveddet - »dødt«. Hos alle celler, med undtagelse af parenkym afsluttes forvedningen i træets vækstperiode.

A:1:14 Cellerne er i overvejende grad orienteret efter træets længderetning, undtaget herfra er marvstråler. Når cellerne vokser, kiler de sig ind imellem hinanden foroven og forneden og cellevæggene klæbes sammen af *pektin*, som findes i primærvæggen.

A:1:15 Cellerne er specialiseret efter deres funktion. Principielt skelnes mellem to cellegrupper med forskellig funktion: styrkevæv og cellevæv til væsketransport. Celfunktionen og cellernes ordning er væsensforskellig i ved fra nåletræ og løvtræ.

A:1:16 Hos *nåletræer* sørger vårvedcellerne for den opadgående vandtransport fra roden, høstveddet danner styrkevæv. Der forekommer to celletyper trakeider og parenkym.

Trakeiderne udgør 90% af nåletræsved, de er 0,7-11 mm lange, meget langstrakte (forhold diameter:længde ca. 1:1000) og tjener både til væsketransport og som styrkevæv. I vårveddet er trakeidernes vægge tynde og porefyldte, i høstveddet tykkere og med færre porer.

Parenkymcellerne er mindre (0,02-0,2 mm lange), det er levende celler fyldt med protoplasma og tjener til opbevaring af næringsstoffer og sørger samtidig for næringsstoffernes bearbejdelse - træernes stofskifte. Parenkymcellernes vægge er porefyldte. Disse levende celler findes dels som langsiddende cellebånd og dels som marvstråler; selve marven består af parenkymceller.

A:1:17 *Løvtræer* er en senere botanisk udviklingsform end nåletræer, celfunktionen er derfor mere specialiseret og cellerne mere blandet mellem hinanden. Den opadgående vandtransport sker i karceller. Styrkevævet består af vedtæver eller fibre.

Karrene er langstrakte rør, opstået ved at celle er føjet til celle i længderetningen og cellernes endevægge perforeret eller helt opløst; de sørger for vandtransport, kan være flere meter lange med en diameter på $\frac{1}{100}$ til nogle tiendedele af en millimeter. Tilsvarende celler findes i grøn barken.

Parenkymceller i løvtræ har samme funktion som i nåletræ, de findes dels rundt om karrene i vårveddet, dels i grupper i høstveddet, men findes også som marvstråler og i marven.

Vedtæver eller fibre betegnes også libriformceller. De udgør styrkevævet i løvtræ og er ordnet i bundter i stammen, hvorved de giver veddet den fibrøse struktur. De forekommer i veddet og i basten. Visse løvtræer har også trakeider (f.eks. bøg). Fiberstrukturen er afgørende for vedets styrke.

A:1:18 Da cellevæggene nærmest er uigennemtrængelige for vand og det på den anden side er nødvendigt for vandtransporten, at cellerne står i forbindelse med hinanden, efterlades der under forvedningen åbninger som uforveddede partier i cellernes fortykningsvægge. Primærvæggen er i sig selv permeabel (gennemtrængelig) for vand. Disse åbninger kaldes *porer*; de dannes således, at porer i nabocellernes fortykningsvægge ligger lige over for hinanden. Porerne er komplet usynlige med det blotte øje; (de runde åbninger, som ses i endetræ af løvtræ, og som ofte fejlagtigt kaldes porer, er de over-skårne kar). Porerne har cylindrisk tværsnit.

Ringporer eller tragtporer har størst diameter ved primærvæggen, som her har en fortykkelse kaldet *torus* (torus er en diskoslignendeskive)

A:1:19 Løvtræernes kar kan ligge sammentrængt i vårveddet, f.eks. hos eg og elm, og dette kaldes *sammentrængt vækst*. Karrene er da ret store i diameter, og dette giver tydelig markering af vækstringene.

Hos andre løvtræer, f.eks. bøg, er karrene jævnt fordelt og dette kaldes *spredt vækst*. Karrene er her finere (lille diameter) og vækstringen mindre tydeligt markeret.

A:1:20 *Marvstråler* findes både i nåletræsved og løvtræsved. Det er grupper af parenkymceller, som går i radiær retning, ægte marvstråler udgår fra marven, uægte begynder i yngre vækstringe. De tjener til stoftransport i radiær retning og som forråds-celler, størrelsen er ens for samme træart, men forskellig i forskellige træarter. Tydelige marvstråler kan give veddet et karakteristisk udseende.

Nåletræers marvstråler er usynlige med det blotte øje. Nåletræer har ofte *harpikskanaler*, der kan forløbe i horisontal eller vertikal retning. Harpikskanalerne er omgivet af parenkymceller, hvor harpiksen produceres. Harpiksen står under tryk i kanalerne og flyder derfor ud, når veddet beskadiges.

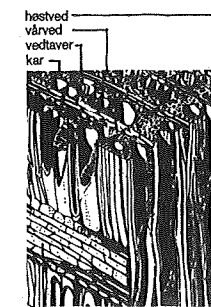
Splint og kerne

A:1:21 Veddets farve varierer inden for vækstringen, lysere i ringens indre dele - *vårveddet* - mørkere i ringens ydre dele - *høstveddet*.

Farveforskellen er mest udpræget hos *nåletræer*, som har *konstant høstvedzone* inden for vækstringen, smalle vækstringe er derfor som regel tegn på styrke. Dårlige vækstforhold - f.eks. kulde - kan dog give smalle vækstringe med tyndvæggede høstvedzoner med nedsat brugsværdi.

Løvtræer har *konstant vårvedzone* inden for vækstringen. Her er brede vækstringe lige med brede høstvedzoner og betyder styrke.

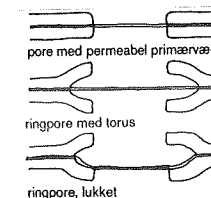
Sammenbindingen mellem vækstringene i veddet er normalt meget stærk, uanset hvor tydelig og skarp grænse linien mellem høstved og vårved er.



marvstråle med porer

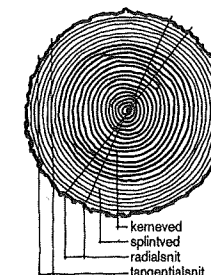
Løvtræveddets opbygning. (Forest Products Laboratory, Madison, USA).

Libriformceller har også været betegnet *prosenkymceller*.



Porer og ringporer.

Sammentrængt vækst betegnes derfor ofte *populært grovporet eller ringporet*, mens *spredt vækst* betegnes *strøporet eller finporet*. Dette er en misforståelig anvendelse af ordet *porer*.



Tværsnit med indlagte radialsnit og tangentialsnit, skematisk.

A:1:22 *Splinten* er det aktive ved, som indeholder levende parenkymceller og vandførende trakeider eller kar. Når træet er blevet 10-20 år gammelt, er der ikke længere behov for at udnytte hele stammetværsnittet til vandledning, og der sker derfor en forandring med veddet i de inderste vækstringe: livsvirksomheden ophører, og splintveddet omdannes til *kerneved*. Jo større farveforskel mellem splint og kerne, desto større forskel i kvalitet som gavntræ; i nogle træarter er splinten komplet værdiløs som gavntræ.

A:1:23 *Kernen* er det inaktive ved, hvor der i cellerne sker en oplagring af affaldsstoffer, som påvirker veddets holdbarhed i gunstig retning.

Foruden farveforskellen mellem splintved og kerneved kan der være stor forskel i vandindholdet mellem veddets aktive og inaktive dele. Disse forskelle er med til at karakterisere de enkelte træarter.

A:1:24 *Splintræer* kaldes de træarter, der ikke danner sammenhængende kerne. I visse træarter vil der findes levende parenkym også i de indre dele (hovedsagelig blandt vækster i de tropiske zoner). Andre splintræer, f.eks. gran, danner ikke kerne, men har fuldstændig inaktivt ved i de indre dele.

Den inaktive del af veddet i splintræer kaldes hjerteved og splintræer kaldes derfor ofte hjertevedstræer.

A:1:25 *Falsk kerne* eller *uægte kerne* kan dannes i splintræer. Årsagen kan være ydre påvirkninger og falsk kerne er således ikke kendetegn for træart, men optræder kun lejlighedsvis.

Falsk kerne er uregelmæssig og ufuldstændig, den følger ikke nødvendigvis vækstringene. Den beskytter ikke det indre ved mod nedbrydning på samme måde som ægte kerne, men er i øvrigt ikke skadelig for træets anvendelse som gavntræ.

Er der ilde lugt ved en falsk kerne, er det dog tegn på forrådnelse, og den må da bortskæres.

A:1:26 *Kernedannelse hos nåletræ* sker ved, at ringporernes torus lægger sig mod poreåbningen i cellevæggen, og lukningen forsegles af harpiks. Dette giver stor gennemstrømningsmodstand, hvilket forklarer vanskeligheden ved at imprægnere kerneved.

A:1:27 *Kernedannelse hos løvtræ* sker ved, at karrene lukkes af *tyller*. Det er blæredannelser, der fra de omgivende parenkymceller vokser ind i karrene gennem porerne; herved ødelægges væskebanerne gennem porerne, og karrene forstoppes. Yderligere fyldes karrene ofte af harpiksstoffer.

Knaster

A:1:28 *Knaster* er grenrester, der sidder inde i stammen. Grenvæksten er nødvendig for det levende træs udvikling.

Knasten er derimod en forringelse af træets brugsværdi. Knastantallet og størrelse indgår i bedømmelsen af tømmerets styrke og brædders udseende.

A:1:29 Fra marven inde i stammen går en *marvstreng* ud i hver gren; omkring denne marvstreng dannes grenens vækstringe, som er meget smallere end stammens. Grenens inderste del er kegleformet med spidsen inde nær ved marven.

A:1:30 En *levende knast* er en *fastvokset knast*, som har vækstringe sammenvokset med stammens vækstringe. Den vil være synlig på stammen.

En *død knast* er den *ikke fastvoksede del* af en knast efter en død gren. En barkringsknast er en død knast med barkrester mellem grenens og stammens ved. En død knast er sædvanligvis overvokset og usynlig på stammen.

Et *knasthul* fremkommer ved udfald af en død knast, f.eks. i forbindelse med opskæring af stammer til tømmer og brædder.

A:1:31 Knaster er *skadelige i bygningstræ*. De vanskeliggør bearbejdigheden - store knaster eller knastgrupper svækker træet på grund af uregelmæssighederne i vækstringene og dermed fiberretningen - knaster svinder mere end stammeved - knaster er altid meget mørkere end stammeved - de vanskeliggør ensartet overfladebehandling.

Se A:3:7

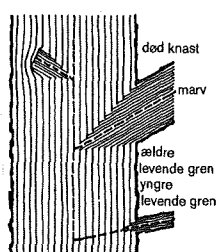
Falsk kerne kan f.eks. optræde hos bøg og ask.

Årsagerne kan være temperatursvingninger, sygdomsangreb o.l.

Torus, se A:1:18

Harpiks, se A:3:7

Knastmåling se DS 413.



Levende og død knast.

Ved sortering af konstruktionstræ tages ikke hensyn til om knasten er fastvokset eller løs (død), og knasthus tælles som knast - se A:4:28

A:1:32 *Knastdannelse forebygges* i skovbrugene ved at træerne plantes så tæt, at grenene på det meste af stammen får lidt lys til at udvikle sig. Man kan dog også kappe grenene på de nederste dele af stammen, og da grenkapning (eller opstamning) kan ske helt inde ved stammen undgås døde knaster.

Vækstfejl og skader

A:1:33 Forholdene under opvæksten kan skabe afvigelser mellem træets længderetning og fiberretning. Denne afvigelse kaldes *fiberhældning*.

Snoet vækst betyder at fiberhældningen forløber skrueformet omkring stammeaksen. De fleste træarter har mere eller mindre snoet vækst.

Et stykke firskåret tømmer vil da vride sig om sin længdeakse. Snoet vækst nedsætter styrken og forøger tendensen til svind og revnedannelse.

A:1:34 *Reaktionsved* dannes for at stabilisere stammen ved længere varende påvirkning, f.eks. vindpres, opvækst på hældende terræn o.l.

Hos nåletræ dannes *trykved* i læsiden af stammen, hos løvtræ *trækved* i luvsiden af stammen. Reaktionsved har stort længdesvind og forårsager revner og vridning ved tørring.

Eksentrisk vækst opstår ligeledes på grund af vindpåvirkning eller fordi træet gror på en skrånning.

Tværvæd betegner lokale forstyrrelser i fiberforløbet og kan optræde omkring store knaster, ved topbrud eller som *masret ved*. Tværvæd må ikke forekomme i konstruktionstræ, men har ofte været benyttet dekorativt i snedkerarbejde.

A:1:35 Mennesker og dyr kan forårsage *beskadigelser* af barken, men også lynnedslag eller stærk frost kan give revnet bark. Træet vil i almindelighed beskytte sådanne sår ved udskillelse af harpiks (nåletræer) eller gummi (løvtræer); trænger beskadigelsen så langt ind, at dannelseslaget såres, bliver vækstringsdannelsen forstyrret. Under den fortsatte vækst bliver skaden overvokset af ved fra siderne. Sådanne *overvoksninger* er forstyrrelser i vækstringsforløbet og vil ofte indeholde barkrester, de kaldes derfor *barkslag*. Der kan også være harpiks eller svampeangreb i barkslag.

Lynnedslag kan medføre så store kløfter, at overvoksning ikke kan ske.

Ved *mekanisk beskadigelse* af barken eller løsning af barken kan der ske harpiksudtræden, som når det overvokses danner *harpikskager* eller *harpikslommer*. De fremtræder i det opskårne træ som klart afgrænsede åbninger mellem to vækstringe.

A:1:36 *Indre brud* kan forekomme hos det voksende træ som følge af overbelastning, f.eks. under storm. Indre brud kan være ledsaget af foldninger på stammens overflade, som i firskåret træ viser sig som uregelmæssige foldelinier på tværs af fibrene. Indre brud kan være radiære revner eller revner, der følger vækstringene.

Radiære revner er bredest inde i stammen og spidser til mod barken, de kaldes *kernebevner*, *kernekløft* eller *marvskøre*, *stjerneskøre*.

Revner, der følger vækstringen, kaldes *ringbevner*, *ringflække* eller *ring-skøre*.

Ingen former for indre brud må forefindes i konstruktionstræ.

A:1:37 *Revner* i veddet kan opstå såvel i den fældede stamme som i det tildannede træemne. De skyldes fortrinsvis udtørring, følger fiberforløbet i lodret udstrækning og har i dybden retning mod stammens centrum. Revner er synlige på stammens eller træemnets overflade, hvor de også er bredest; dybden er meget varierende.

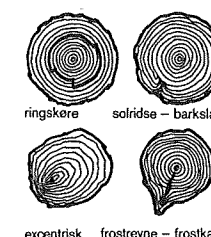
Vindridser er revner i fældede stammer, *svindrevner* kaldes revnerne i det tildannede træemne.

Da radiære revner kun afbryder vækstringene, men ikke fiberforløbet, må de i begrænset omfang forekomme i konstruktionstræ. Revnens dybde i forhold til træemnets mål er afgørende for revnens svækkende virkning.

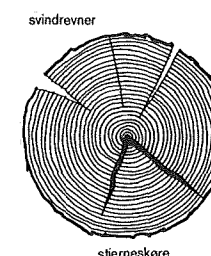
Måling af fiberhældning se DS 413.

Reaktionsved hos nåletræ er mørkere end det omgivende ved; hos løvtræ med reaktionsved vil savsnit stå mere lådne.

Masret ved bruges til Bruyere-piber. B. er en lyngart, maserknoldene sidder over rodnettet.



Vækstfejl.



Revner.

Revnedybden måles med revnesøger, en målepind med afrundet spids, centimeterinddeling, pindens tværsnit 6x0,4 mm.

A:1:38 Andre skader, der ikke må forekomme i konstruktionstræ er: *råd* som følge af veddestruerende svampe, *insektskader* som følge af veddestruerende insekter, *skør kerne*, hvilket vil sige at veddet omkring marven er løst, trevlet og skørt. (Skør kerne optræder dog som regel kun hos træ af tropisk oprindelse). Blå- eller mørkfarvning af splinten som følge af ikke veddestruerende svampe, såkaldt *blåsplint*, kan i begrænset omfang tillades.

Om *blåsplint*, *råd*, *svampe* og *insekter*, se kapitel A:6.

A:2 Veddets fysiske egenskaber

Densitet og styrke

A:2:1 Veddets opbygning, den *retningsbestemte cellestruktur*, medfører, at de egenskaber, der er knyttet til fibre eller til porøsiteten, også er retningsbestemte. Træ er et *anisotrop* materiale.

Man skelner derfor bl.a. ved styrkeangivelser mellem egenskaber i *fiberretningen* og egenskaber *på tværs af fibre* (også udtrykt parallelt med fibre og vinkelret på fibre).

Også for træets fugtmekanik og for træemners bearbejdelighed har dette forhold stor betydning.

A:2:2 *Fysiske egenskaber* for træ og træemner må angives generelle og med forbehold for afvigelser. Forskellige træarter har forskellige egenskaber. Men også forskellige træemner af samme træart eller forskellige partier af samme træstamme kan have afvigende egenskaber.

Ved laboratoriemæssige undersøgelser kan sådanne forskelle konstateres. I praksis må der regnes med værdier, der er så sikre, at eventuelle forskelle ikke får indflydelse på træemnets udnyttelse og holdbarhed.

A:2:3 Den *absolute densitet* (middelværdier) for cellulose er 1550 kg/m^3 , for ligning 1400 kg/m^3 . Herudfra kan middelværdien for vedstoffets absolute densitet sættes til ca. 1500 kg/m^3 .

Den nøjagtige værdi vil afhænge af, om træarten er ligninfattig eller ligninrig (forholdet mellem cellulose og lignin). Herudover er tallene ens for alle træarter.

A:2:4 Den enkelte *træarts densitet* er afhængig af cellestrukturen. Træ er *porøst materiale med varierende tæthed*.

Træartens tæthed kan angives med rumtæthdstallet R_v , der måles som massen af tørstof pr. rumfang af frisk træ med fugtindhold ved fibermætningspunktet.

Til byggetekniske formål har man brug for angivelse af den totale masse (inkl. vandmassen) ved en given fugtighedsprocent svarende til anvendelsesforholdenes ligevægtsfugtighed. I visse tilfælde har man også brug for den teoretiske densitet af absolut tørt træ.

Disse densiteter (eller rumvægte) angives med r_0 for densitet af absolut tørt træ og med r_{12} , r_{15} , r_{20} for densitet ved angivne fugtprocenter.

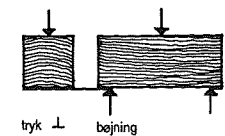
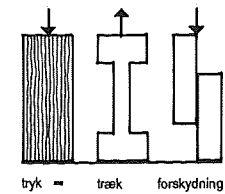
A:2:5 *Træmaterialers styrke* hidrører fra cellulosen, som i sig selv er stærkere end stål.

I fibrenes længderetning - altså i træets højderetning - giver cellulosen træmaterialer en meget *stor trækstyrke*. Den tilsvarende trykstyrke er ca. halvt så stor.

Når påvirkningen ikke sker parallelt med fibre, men i en vinkel til fiberretningen, aftager styrken. Er vinklen 90° og påvirkningen sker på tværs af fibre, er styrken kun 5% af den fulde styrke. Derfor er *fiberhældningen* et for styrken ganske afgørende forhold.

At et materiale har *retningsbestemte egenskaber* benævnes *anisotropi*.

Den *letteste træart* er *balsatræ* med $r_{15} 160 \text{ kg/m}^3$ det *tungeste* er *pokkenholt* med $r_{15} 1100 \text{ kg/m}^3$ normalt er densiteten $400-750 \text{ kg/m}^3$.



Forskellige påvirkningsformer.

Indhold af hygroskopisk bundet vand påvirker styrkeegenskaberne. For hver 1% udtørring, f.eks. fra 20% til 19% forøges styrken ca. 3% (her ses bort fra andre styrkereducerende vækstjendommeligheder). Indhold af frit vand er derimod uden betydning for styrken.

Vandindhold se A:2:8 ff og A:3:14

Styrken er lineært proportional med densiteten.

A:2:6 Sammenligning mellem forskellige densitetsangivelser. De i normerne angivne værdier er fiktive og tilpasset de forskellige formål (DS 410 er lastnorm, DS 418 er norm vedr. varmetabsberegninger).

træart	densitet* absolut tørt træ $r_0 \text{ kg/m}^3$	densitet* 15% fugtindhold $r_{15} \text{ kg/m}^3$	densitet som antaget i	
			DS 410 $r_{15} \text{ kg/m}^3$	DS 418 $r_0 \text{ kg/m}^3$
skovfyr	300-490-860	330-520-890	} 510	450 nåletræ
rødgran	300-430-640	330-470-680		
bøg	490-680-880	540-720-910	} 710	700 løvtræ
eg	390-650-930	430-690-960		

*) efter Kollmann, grænseværdier og middelværdi.

Forskellige træarters densiteter og styrker er angivet i kap. 5.

Sammenligning af forskellige styrkeangivelser: øverst laborativærdier efter Kollmann, nederst de styrkeværdier, der kan anvendes i praksis ved beregninger ifølge DS 413. De praktiske værdier er betydelig lavere end målinger opnået ved fejlfrie laborativprøver.

Styrkesortering som T-virke se A:4:26

Man ser at betegnelserne DK18, K24 og K30 er i overensstemmelse med den beregningsmæssige bøjningsstyrke.

A:2:7

træart	trækstyrke MPa	trykstyrke MPa	bøjningsstyrke MPa	elasticitetsmodul MPa
rødgran	90	50	78	11.000
skovfyr	104	55	100	12.000
bøg	135	62	123	16.000
eg	90	63	100	12.400
DS 413, 4. udg. 1982 nåletræ				
DK 18	8,5	17	18	9.000
K 24	16	23	24	10.500
K 30	20	29	30	12.000
løvtræ	20	29	30	16.000

Veddets fugtmekanik

A:2:8 Oversigt over fugtindholdet under forskellige lagerforhold:

betegnelse	vilkår	fugtindhold
grønt træ	nyfældet, nyskåret	25-100%
skovtørt træ	efter mindst ½ års lagring i stabler	25- 40%
skibningstørt træ	opskåret, tørret til træets fiberætningspunkt	20- 25%
lufttørt træ	opskåret træ, ½-1 års lagring beskyttet mod nedbør og sol	15- 25%
høvlingstørt træ	opskåret træ, som ikke bliver låddent efter høvling	højest 19%
lagertørt træ	opskåret, lufttørret træ opbevaret i lagerrum (evt. efter ovntørring)	14- 18%
bygningstørt træ og limningstørt træ	opskåret træ, kunstigt tørret for at limning og maling kan ske tilfredsstillende	12% ±3%
møbeltørt træ og snedkertørt træ	opskåret træ, kunstigt tørret til indv. brug i konstant klima	8% ±2%

Begrebet skibningstørt stammer fra tidligere tider, hvor træet blev tørret naturligt i ½-1 år – nu tørres mest kunstigt.

A:2:9 Oversigt over fugtindhold passende til forskellige anvendelser i bygninger:

vilkår	fugtindhold
træmaterialer til udendørsbrug, f.eks. udv. beklædning, ovntørres eller lufttørres til	20% ±5%
træmaterialer til konstruktioner med både udv. og indv. side, f.eks. vinduer og udv. døre, ovntørres eller lufttørres til	12% ±3%
træmaterialer til anvendelse i periodisk opvarmede rum, f.eks. i fritidshus, tørres til	12% ±3%
træmaterialer til indv. konstruktioner i rum med konstant klima (middeltemp. 20°C, middel RF 50), f.eks. gulve, vægbeklædninger, indv. døre, ovntørres til	8% ±2%

Ved afdækning eller emballering må det sikres, at disse fugtighedsprocenter ikke ændres under transport eller oplagring på byggeplads. Træmaterialer til indv. brug må ikke leveres og anbringes i bygning før denne er tør og lukket (evt. midlertidig lukning).

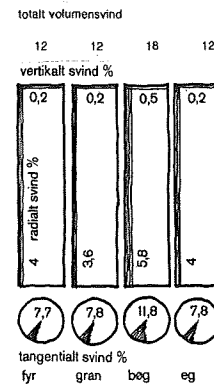
A:2:10 Træemner vil ændre dimension ved varierende fugtindhold. Ved fiberætningspunktet (ca. 30% vand) vil de have deres største omfang, med absolut tørhed (ca. 0% vand) har de deres mindste volumen.

Dimensionsforandringerne er forskellige i vedets tre retninger: langs vækstringene (tangentialt), på tværs af vækstringene (radialt) og på langs i fiberretningen (aksialt).

De tangentielle dimensionsforandringer er størst: 0,3% ved ændring af fugtindholdet på 1% for fyr (0,4% for bøg). Tilsvarende radialt 0,15% (0,2) og aksialt 0,02% (0,05%). Tallene betyder at f.eks. et fyrtræsemne ændrer dimension aksialt med 4 mm pr. m målt dimension ved tørring fra skovtørt til bygningstørt.

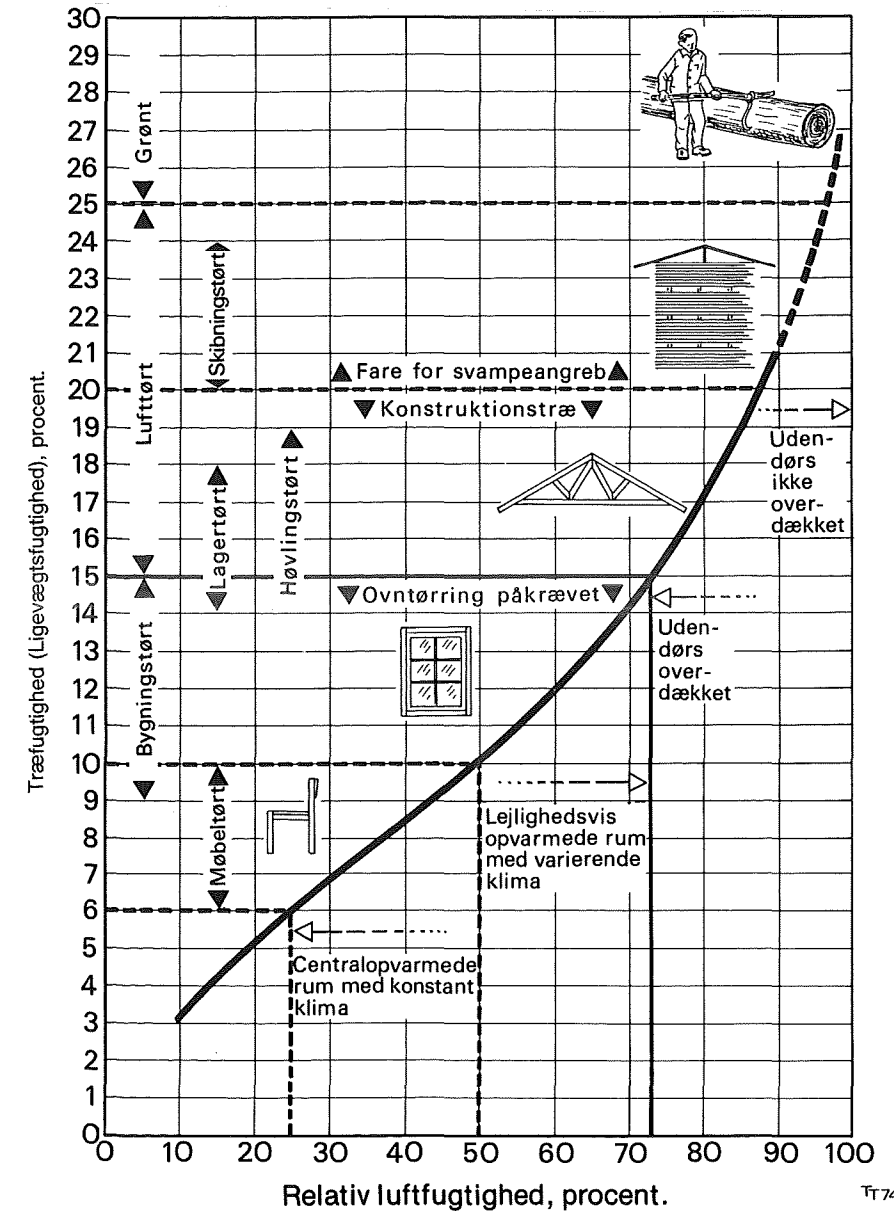
Disse dimensionsforandringer er størst i træarter med stor densitet, mindst i porøse træarter.

Elektrisk måling af fugtindhold i nyere træprodukter. Jens Kofod. SBI-særtryk 189.



Svind for karakteristiske træarter fra frisk til absolut tørt (F. Kollmann: Technologie des Holzes, München 1951).

Sammenhæng mellem relativ luftfugtighed og træfugtighed ved ca. 20°C.



Eksempel: Opbevares træ ved ca. 80% relativ luftfugtighed og ca. 20°C vil det med tiden indstille sig på ca. 17% fugtindhold. (På nederste vandrette skala opsøges 80% relativ luftfugtighed og linien følges herfra lodret op til skæring med den krumme kurve. Fra dette skæringspunkt følges linien vandret til venstre til skæring med den lodrette skala og ligevægtsfugtigheden 17% aflæses). Træ med ca. 17% fugtindhold betegnes lagertørt og vil være velegnet udendørs under tag.

(Efter: Teknologisk Institut, Afdelingen for Træteknik)

A:2:11 Svind og kvelning er dimensionsforandringer. Når fugtindholdet i et træemne falder under fibermætningspunktet, *svinder* træet. Når fugtindholdet stiger fra et lavere fugtindhold til fibermætningspunktet, *kveller* træet.

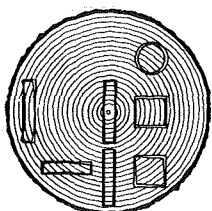
A:2:12 Vridning, krumning og kastning er deformationer eller formforandringer, der opstår som følge af de i veddets retninger forskellige dimensionsforandringer. Opskæringsmetoderne, der frigør vækstringene på forskellig måde, påvirker disse formforandringer.

Ved krumning forstås, at emnet er bøjet i dets længde og/eller tværretning. Ved vridning forstås, at et firskåret træemne er vredet om sin længdeakse, således at et hjørne i en side afviger fra hjørnernes fælles plan (også kaldet vindskævhed).

Kastningen opstår når træemnet ikke frit kan arbejde, f.eks. er indspændt, fastskruet eller lign.



Den praktiske betydning af anisotropien er, at et bræt opskåret efter tangentielt snit vil blive smallere og tillige blive hult på den mod barken vendende side, mens et bræt opskåret efter radiale snit vil blive smallere og forblive ret.



Uensartet svind i de forskellige dele af stammen (efter FPL Madison, USA).

Et bræt opskåret med fuld marv, som vist midt i tegningen vil revne og flække.

A:2:13 Udsættes træ, der er tørt under fibermætningspunktet for flydende vand (regn, gulvvaske), vil cellerne øjeblikkeligt optage vand som kapilært vand, men cellevæggene vil straks optage så meget vand, som der skal til for at nå fibermætningspunktet. Derfor kveller træemnet straks. Når det senere igen udtørres forsvinder først det kapilære vand og derefter når fibermætningspunktet er nået og yderligere udtørring sker, indtræder svindet.

Ud over den nævnte forskel, at kvelning indtræder straks ved fugtpåvirkning, svind derimod med nogen forsinkelse, er der også andre forskelle i fugtmeknikken. Kerneved opsuger langsommere end splintved, gran langsommere end fyr; råddent ved labber ligefrem vandet i sig.

A:2:14 Udtørringshastigheden afhænger af mange forhold, vigtigst er luftens relative fugtighed; da barken er praktisk taget uigennemtrængelig for luft og vand, tørrer uafbarket træ meget langsomt; høvlet træ tørrer hurtigere end ru (fugt bundet til den ru overflade sinker udtørringen); korte dimensioner tørrer hurtigere end lange.

Tørringen sker udefra og ind. Dette må iagttages ved kunstig tørring, hvor udtørringshastigheden nøje må kontrolleres. Træet tørring er i øvrigt udførligt behandlet i speciallitteraturen og skal ikke omtales her.

Varmeledning og dampdiffusion

A:2:15 Varmeledningsevne og dampdiffusionsmodstanden er som andre egenskaber forskellige i fiberretningen og på tværs af fibre.

Træ og træmaterialers anvendelse i bygningskonstruktioner, hvor disse egenskaber har interesse, vil dog altid være sådan, at kun egenskabernes værdi på tværs af fiberretningen har betydning i praksis.

A:2:16 Varmeledningsevnen for bygningstræ af fyr og gran med r_0 ca 450 kg/m³ sættes til 0,12 W (m·K).

Varmeledningsevnen på langs ad fibre er ca. dobbelt så stor.

Varmeledningsevnen er fastsat under forudsætning af et fugtindhold på 15%. En ændring på 1% af fugtindholdet betyder en ændring på 1,2% af varmeledningstallet.

A:2:17 Varmeledningsevnen for løvtræ (bøg og eg med r_0 ca. 700 kg/m³) sættes til 0,17 W/(m·K). Også her fordobles den ved varmestrøm parallel med fibre. Ændringerne ved fugtændringer er ligeledes proportionalt de samme.

Ved anvendelse af andre træarter kan de samme talværdier anvendes, eller der kan interpoleres i diagrammet i DS 418.

DS 418: regler for beregning af varmetab

λ ved r_{15} - 0,120

λ ved r_{12} - 0,116

λ ved r_{18} - 0,124

A:2:18 Dampdiffusionsevnen for træ og træmaterialer er middelstor. De hører til de dampåbne materialer. Dampdiffusionsevnen stiger med stigende fugtindhold.

I praksis benyttes dampdiffusionsmodstanden som målestok for materialets dampdiffusionsevne. Modstanden falder med stigende fugtindhold.

A:2:19 Permeabiliteten - udtrykt ved dampdiffusionstallet - angives forskelligt i forskellige kilder.

For lufttørt fyr og gran med densitet ca 500 kg/m³ angives middelværdi 0,002 kg/(s·m·GPa). For bøg med ca. 700 kg/m³ angives middelværdi 0,0026 kg/(s·m·GPa). For uspecificeret træ nævnes grænseværdierne 0,001-0,006 kg/(s·m·GPa).

Dette kan omregnes til at Z-værdien for 25 mm bræddebeklædning kan sættes til 25-4 GPa·s·m²/kg.

Andre egenskaber

A:2:20 Sejhed er veddets evne til at tåle formforandringer og varierende påvirkninger uden at ødelægges. Det modsatte af sejhed er *skørhed*. Løvtræ er mere sejt end nåltræ, kernedannelse formindsker sejheden. Bøjelighed er en form for sejhed. Vandindholdet forøger sejheden og bøjeligheden.

A:2:21 Træmaterialers slidstyrke eller hårdhed er afhængig af tætheden, som kan konstateres ved densiteten, og af vækstringsforløbet.

Slidfastheden er størst hos smalringet ved, den er større i endetræ end i sidetræ, kerne er mere slidfast end splint og høstved mere slidfast end vårved, veddets indhold af askestoffer forøger slidfastheden, tørt ved er mere slidfast end vådt.

A:2:22 Bearbejdigheden er afhængig af værktøjets art: bearbejdning med spåntagende værktøj er lettest i fiberretningen, bearbejdning med skærende værktøj er lettest vinkelret på fibre. Veltørret ved kan være let at skære, men umulig at sømme og skrue i.

A:2:23 Lydgennemtrængeligheden er stor, navnlig på langs ad træet, og vokser med træets tørhed. Det er derfor uanvendeligt til isolering mod bankelyd, trinstøj o.l. bygningslyd. Porøsiteten giver derimod træet god lydabsorberende egenskab.

A:2:24 Træ kan i tør tilstand ikke lede elektricitet (det er dielektrisk) og kan anvendes som isolator, men ikke udendørs, da fugtighed gør træ ledende.

A:2:25 Træets ringe varighed er dets svageste side. Allerede i naturen nedbrydes veddet af forskellige organismer, og træets egne modforanstaltninger derimod forøger varigheden, d.v.s. at kerneved er mere varigt end splint. Sikringen af så lavt et vandindhold, som efter forholdene muligt, øger varigheden. Imprægnering forøger varigheden. Visse træarter er varige helt under vand.

A:2:26 Træmaterialer brandklassificeres som materialer af klasse B: ikke let antændelig og kun moderat brandudbredende og røgudviklende.

Z-værdi - se kap. Y

Bøjeligheden udnyttes ved dampbøjning af træ til møbler og ved finerskæring.

Træs evne til at lede bankelyd giver det gode akustiske egenskaber. Elledningsevnen udnyttes ved elektrisk måling af træets fugtighed mellem 8 og 25%.

Se note ved A:2:10

Brandklassifikation DS 1057

	Farve		Vækstringsbredde		Styrke		Klima	
	vårved	høstved	vårved	høstved	vårved	høstved	mildt	hårdt
nåltræ	lys	mørk	varierer med livsbetingelserne	konstant	} svagt stærkt	}	svagere	stærkere
løvtræ	ikke fremtrædende forskel		konstant	varierer med livsbetingelserne				

A:3 Veddets kemi

Grundstoffer

A:3:1 De ti for træets vækst nødvendige *grundstoffer* er: kulstof, ilt, brint, kvælstof, svovl, fosfor, kalium, calcium, magnesium, jern.

A:3:2 *Veddets kemiske indhold* (procentdele er cirka): nåletræ 51% kulstof (C), 42% ilt (O), 6% brint (H), samt 1% kvælstof (N) og mineraler, løvtræ 49% C, 44% O, 6% H, 1% N.

Disse grundstoffer danner *veddets bestanddele*, f.eks. cellulose og lignin, som udgør ca. 95% af veddets tørstofmængde. Hertil kommer ca. 5% andre organiske og uorganiske binstoffer.

A:3:3 *Dannelse* af veddets bestanddele foregår ved at vandet fra rodsystemet ledes gennem stammens karsystem op til bladene (træets grønne dele), hvor det spaltes.

Spaltningen sker ved fotosyntese (carbondioxidassimilation) ved hjælp af solenergi. Vandets brint forbindes ved denne spaltning med luftens kultveilt (carbondioxid), hvorved der dannes rørsukker (kulbrinte eller carbonhydrat) og frigøres ilt.

Dette carbonhydrat er træets vigtigste næringsstof, som fra bladene ledes ned til cellerne i vækstlaget. Det er derved også det vigtigste organiske stof ved dannelsen af cellulosen i træets dannelsesvæv og ved dannelsen af stivelsen.

Veddets bestanddele

A:3:4 *Cellulosen* er det for veddets anvendelse til byggematerialer vigtigste stof. 40-50% af veddets tørstof er cellulose. Det indgår i cellevæggene og er det styrkegivende stof.

Cellulosemolekylerne danner krystallinske bundter (miceller), der adskilles ved de såkaldte intermicellære hulrum. Mellem de enkelte molekyler i bundterne findes der endvidere andre hulrum (amorfe zoner).

Det er i disse hulrum (de intermicellære og de amorfe) det hygroskopisk bundne vand findes.

A:3:5 Pektin er ligesom cellulose et carbonhydrat, men hører sammen med en række andre carbonhydrater til hemicelluloserne.

Af pektin og de andre hemicelluloser dannes den substans, der sammenkitter cellestrukturens gitterværk. Pektinen er også årsagen til, at træfiberplader kan produceres uden anvendelse af anden lim.

Hemicelluloser er stærkt hygroskopiske.

Efter Kollmann.

Kemiske symboler:

C carbon (kulstof)

O oxygen (ilt)

H hydrogen (brint)

N nitrogen (kvælst.)

S sulfur (svovl)

P phosphor (fosfor)

K kalium

Ca calcium

Mg magnesium

Fe ferrum (jern)

Cellulose er et polysakkarid dannet af glucose.

Molekylerne er store

kædemolekyler ordnet i

regelmæssige krystalgitre.

Se A:3:15.

hemi = halv (græsk)

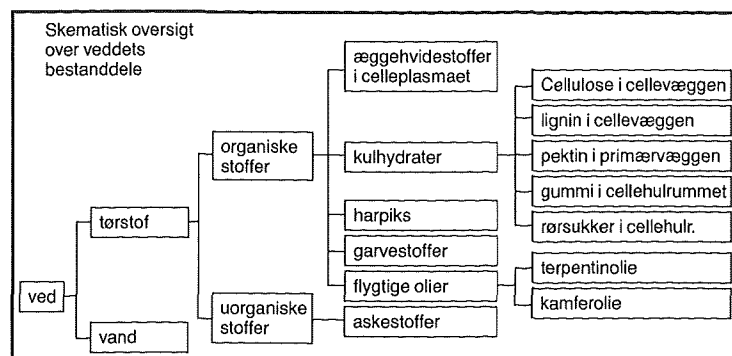
Hemicelluloserne minder

om cellulose, men

hydrolyseres lettere.

Hydrolyse = spaltning ved

vandoptagelse.



A:3:6 *Lignin* udgør 20-35% af veddets tørstof og er også et carbonhydrat. Lignin er imidlertid ikke krystallinsk, det er amorft og er kun svagt hygroskopisk.

Ligninen tjener til at afstive celluloseskelettet, det dannes under forvedningen, og er derved med til at give veddet dets styrke. I sig selv er lignin uanvendeligt.

A:3:7 Foruden de nævnte tre hovedbestanddele indeholder veddet nogle *organiske binstoffer*.

Proteiner (æggehvideproteiner) findes i de levende celler. *Rørsukker* findes i transportceller og *stivelse* i forrådsceller. Alle disse stoffer kan afgive næring til biologiske angreb.

I kerneved findes blandt andet *harpiks*, som kan være faste stoffer, gummiagtige stoffer eller flydende stoffer.

De faste harpikser kan blødgøres ved opvarmning og bruges bl.a. i farveindustrien og medicinalindustrien. De gummiagtige harpikser udvindes direkte og kan benyttes til produktion af gummier og klæbestoffer (mastiks). De flydende harpikser er terpentinolje og andre flygtige (æteriske) olier, der også udvindes direkte og benyttes i farve-, medicinal- og kosmetisk industri.

A:3:8 Affaldsstofferne er ofte sundhedsskadelige for andre levende væsener og tjener derved til at gøre kerneved mere modstandsdygtig overfor biologiske angreb. Der er tale om en slags selvimpregnering.

Ud over de nævnte (ikke kvælstofholdige) affaldsstoffer findes visse *kvælstofholdige alkaloider*, der kan være meget giftige.

De såkaldte garvestoffer findes fortrinsvis i løvtræers bark, men også i veddet f.eks. hos egetræ. De har korrosiv virkning over for metaller.

A:3:9 *Uorganiske binstoffer* kaldes også askestoffer. Det er mineralske bestanddele, der er indeholdt i det af rødderne optagne vand, som udgør et nødvendigt kosttilskud (mikronæringsstoffer) for træet. De kaldes askestoffer, fordi de ikke som træets øvrige, organiske bestanddele kan forbrænde, men bliver tilbage som aske.

Askestofferne udgør ca. 0,5% af veddets tørstof, men kan i visse træarter optræde i større mængde, op til 4%. Sammensætning og mængde afhænger af træarten og dens vækstbetingelser, herunder jordbundsforhold.

Askestofferne har betydning for veddets hårdhed og mulighederne for bearbejdelse. Stort indhold af askestoffer sløver værktøjet.

Farve, lugt og giftighed

A:3:10 *Veddets farve* er principielt gullig til brunlig, men varierer fra det helt hvidgule til sortagtig. Også rødlige, grønne og violette farver forekommer.

Ensartet farve forekommer aldrig, end ikke i ved fra samme stamme.

Kernetræs mørkfarvning hidrører fra de organiske binstoffer, der i denne forbindelse kan kaldes farvestoffer.

A:3:11 *Farveændringer* af nybehandlet træ, især efter høvling, sker hurtigt under påvirkning af luftens ilt, lysets ultraviolette stråling samt vand. Jo mere glat træets overflade er, desto hurtigere sker farveændringen.

Farveændringer er permanent og kontinuerlig. En farveforskel, som f.eks. er opstået under lagring ved delvis tildækning af træet, vil aldrig kunne udjævnes.

A:3:12 *Veddets lugt* hidrører fra harpikserne, især de æteriske olier, der sammen med vandet fordampes ved tørring. De samme stoffer, der giver lugt (eller duft), giver også smag. Dette har betydning for træarters anvendelse til beholdere og tilberedningsborde for madvarer, især mælkeprodukter og kødvarer.

A:3:13 Visse af veddets bestanddele er som nævnt *sundhedsfarlige eller giftige*. Dette gælder affaldsstofferne, der er giftige for skadedyr og svampe.

For mennesker er især de i visse træarter forekommende kvælstofforbindelser meget giftige. Nogle gifte påvirker huden ved berøring. Andre virker giftige, når de indåndes sammen med pudsestøv o.l. ved bearbejdning.

Der findes endvidere mange mennesker, der er overfølsomme for den ene eller anden træart, som ikke skader andre.

lignum = ved (latin)

Lignin er f.eks. affaldsprodukt i papirindustrien, der kun kan anvende cellulosen.

Se A:6

Rav er fossil fast harpiks.

Teak har 4% askestoffer.

Forskel mellem fyr og gran kan lugtes, da kun fyr lugter af pinen (»fyrrenåleolie«).

Bøg, birk og ahorn er velegnede.

Ca. 350 træarter er fundet sundhedsfarlige. Se bl.a. bøg og teak.

Vandindhold

A:3:14 Det voksende træ vil indeholde store mængder vand, dels i de cellehulrum, der tjener til transport af vand og næringsstoffer, dels i cellevæggene. Der kan være ligeså meget vand som tørstof, mest vand i splintveddet, mindre i kerneved. Et nyfældet - »grønt« - træ vil derfor indeholde meget vand.

Vandindholdet måles som procent af tørstofmassen. I det voksende træ er vandindholdet ca. 100%, heraf i splintved op til 250%, i kerneved eventuelt helt nede på 30%.

A:3:15 Vandet i cellehulrummene kaldes frit vand eller *kapilært bundet vand*. Vandet i cellevæggene kaldes bundet vand eller *hygroskopisk bundet vand*.

Den største mængde vand, som kan bindes hygroskopisk i cellevæggene er ca. 28% generelt, 20-35% varierende efter træart. Denne grænse kaldes *fibermætningspunktet*.

Fibermætningspunktet måles ved 20°C. Det falder ved stigende temperatur. Lyse træarter uden kerne har et højt fibermætningspunkt, mørke træarter med kerne har et lavt fibermætningspunkt.

A:3:16 Cellevæggene vil ved fibermætningspunktet være *vandmættede*. Veddetts bestanddele har forskellig hygroskopicitet. Deres indbyrdes mængdefordeling er derfor afgørende for træartens og den enkelte plantes aktuelle fibermætningspunkt.

A:3:17 I det *fældede træ* vil der ske en *udtørring*, det kapillært bundne vand vil forsvinde. Denne udtørring tilsigtes ved lagring og tørring af træmner til trælast.

Når vandindholdet ved tørringen er kommet ned på fibermætningspunktet og tørringen fortsætter, kan også det hygroskopisk bundne vand forsvinde.

A:3:18 *Træ og træmaterialer* vil som hygroskopiske materialer altid søge at tilpasse fugtighedsindholdet til omgivelsernes luftfugtighed.

Denne træfugtighed, der passer til en given luftfugtighed, kaldes *ligevægtsfugtighed*. Fibermætningspunktet er altså det levende træs ligevægtsfugtighed.

A:3:19 Da det hygroskopisk bundne vand findes i cellevæggene, vil disse have deres største udstrækning når de er fugtmættede, d.v.s. ved fibermætningspunktet.

Når træmaterialer indstiller sig på en bestemt ligevægtsfugtighed, vil cellevæggene derfor have mindre udstrækning og derfor vil hele træmnet have en mindre dimension.

Dette er årsagen til *træets fugtmekanik*.

Brændbarhed

A:3:20 Træ og træmaterialer er pr. definition *brændbare materialer*. Ved opvarmning af træ udvikles gasarter.

Ved opvarmning til ca. 200°C udvikles hovedsagelig vanddamp. Ved højere temperaturer udvikles yderligere carbondioxid (CO₂), carbonmonoxid (CO) og visse syrer. Stiger temperaturen op mod 300°C vil der blive udviklet *brændbare gasarter* som metanol og formaldehyd, og disse gasarter vil sammen med luftens ilt danne den synlige flamme.

Denne temperatur betegnes derfor for træets *antændelsestemperatur*.

A:3:21 Træmaterialer, der igennem længere tid (flere år) har været opvarmet til høje temperaturer i forhold til normal rumtemperatur (f.eks. nær varmeapparater), kan dog allerede blive antændt ved ca. 100°C.

A:3:22 Når temperaturen kommer op mod 500°C og højere, vil brandprodukterne hovedsagelig være carbonmonoxid, hydrogen (brint) og tjæreprodukter.

Om vandindhold i bygningstræ se A:2:8/9.

Bøg, birk og gran har f.eks. 30-35%, eg, teak, lærk f.eks. 20-25%

Se skema efter A:2:10.

Se Svind og kvelning A:2:8ff.

Antændelsestemperaturen er lavere i meget porøse træarter end i meget tætte. Stort indhold af harpiks gør træet lettere antændeligt.

A:3:23 Under udviklingen af de brændbare gasarter omdannes træmassen til *trækul*, som virker varmeisolerende over for de indre dele af træmnet.

Brandimprægnering tilsigter en kraftigere dannelse af trækul og udvikling af dampe fra krystalvand og nedbrydning af saltene for at sætte gassernes antændelsestemperatur i vejret.

Brandimprægnering af træ og træbaserede materialer er underkastet Trærådets Brandimprægneringsudvalgs kontrol.

A:3:24 Udviklingen af gasarterne sker på træmnets overflade. Dette har betydning for brandudviklingen ved forskellige træmaterialer.

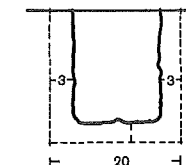
Tynde materialer med stor overflade i forhold til massen vil kunne give en eksplosionsagtig brandudvikling. Fænomenet kaldes *overtænding*.

A:3:25 Svære dimensioner - med lille overflade i forhold til massen - er mere brandstabile.

Forbrændingen sker med en stabil hastighed, som kaldes *indbrændingshastigheden*. Den er uanset træart og temperatur ca. 0,5 mm/min.

Indenfor det dannede lag af trækul bevarer træmnet sit fugtindhold og sin styrke. Det skal dog bemærkes, at indbrændingen følger træmnets overflade, også hvor denne er brudt af revner, som altså vil blive uddybet og udvidet i takt med indbrændingen.

Se kap. S:1:12



Teoretisk tværsnit af træbjælke efter 1 times brandpåvirkning - i lamineret træ bliver indbrændingen helt nøjagtig, i almindelige træbjælker vil svindrevner medføre dybe brandsår i bjælken.

A:4 Træets opskæring, lagring og handelsformer

Opskæring

A:4:1 *Fældningstidspunktet* har ingen større betydning for træets kvalitet som gavntræ.

Mere afgørende for kvaliteten end fældningstidspunktet er *behandlingen efter fældningen*, og behandlingens hensyntagen til træets tilstand ved fældningen.

A:4:2 Træindustriens behov for *kontinuerlig levering* af nyfældet træ hele året modarbejder fastlæggelse af bestemte fældningstider.

I praksis vil man dog ofte foretrække at *fælde om vinteren*: løvtræers krone er bladfri, skovbunden er fast at køre på og der kan også være et spørgsmål om arbejdskraft. Blåsplint undgås lettere. Barken sidder mest fast forår og efterår. I Danmark fældes løvtræer om vinteren og gran hele året, i Sverige og Finland fældes mest om vinteren.

A:4:3 *Træets alder* ved fældning til gavntræ bør være mindst 40 år, den almindelige alder for nåletræer er 60-80 år, for løvtræer helt op til 125 år. Med 40 år vil en skovfyr have opnået en højde af ca. 14 m, med 60 år ca. 19 m, med 80 år ca. 22 m.

A:4:5 Straks efter fældningen opskæres stammen i mindre stykker: *kævler*. Ved opskæring af nåletræ tages der både hensyn til kævlerens længde og til topdiameter, begge dele lige afgørende for anvendelsen til tømmer. Ved opskæring af løvtræ foretages tillige en kvalitetssortering i *finérkævler*, *plankekævler*, *svellekævler* og *snitgavn*.

A:4:6 I Danmark *afbarkes* træer så godt som aldrig i skoven, fordi barken forsinker fordampningen, og vandindholdet ikke synker under 60%, så længe træet ligger i skoven; svampe- og insektangreb sker mest ved et fugtighedsindhold på 30-50%.

Maskinafbarkning foregår på savværket i specielle maskiner, hvor en roterende ring skræller barken af.

Det stigende forbrug af træ har igennem tiderne totalt ændret skovbrugets forhold.

Intensiv skovdrift har ændret veddets karakter, det er i dag løsere og har bredere ringe end før, fordi træer drives frem.

I Danmark er 472.000 ha skovdækket (ca. 10%), 63,6% heraf er nåleskov. Af alle tilgængelige skovarealer i Europa, USSR, Nordamerika udnyttes ca. 80%, i resten af verden knap 30%. (Statistiske tal år 1965).

Opmåling og mærkning til opskæring kaldes *aptering*; det er et betroet arbejde.

A:4:7 I Sverige, Norge og Finland er vintertemperaturen lav og risiko for skadedyrsangreb derfor mindre.

Håndafbarkning kan endnu finde sted i skoven i de egne, hvor flådning på elvene stadig bruges som transportmetode, idet lavt vandindhold er af nogen betydning ved flådning.

Industrielt savværksproduktion stiller imidlertid krav om kontinuerlig levering af råvarer og derfor har lastbilerne overtaget den væsentlige del af transporten fra skovens stabelpladser til savværkerne.

Fældning foregår i de store skovområder rent maskinelt med selvkørende maskiner, og der fældes hele året rundt.

A:4:8 Efter ankomsten til savværket *sorteres* kævlerne efter tykkelse af hensyn til maskinerne. Principielt foregår behandlingen af nåletræ på savværk efter samme metoder i alle nordiske lande, men savværkerne i Sverige og Finland har betydelig større kapaciteter end danske savværker. (For løvtræssavværker er gennemført en vidtgående specialisering).

A:4:9 På savværker anvendes *maskinsave*, *rammesave* og *rundsave*.

Rammesave kræver fast indstilling med opskæring af ensartede dimensioner og findes i følgende typer:

Kantsaven skærer stammen samtidig på to modstående sider.

Delingsraven opskærer stammen med flere samtidige snit vinkelret på kantsavens snit.

Bloksaven er en rammesave med vandret liggende skær, savbladet er en tynd båndsave, som giver meget lidt spild. Findes også lodret og med tosidigt skærende klinge.

Rundsaven kan opskære varierende dimensioner i samme arbejdsproces og findes i følgende typer:

Kantværket er to parallelt løbende rundsaver, den ene indstillelig, som anvendes til renskæring af de ved opskæring med delingsraven fremkomne sidebrædder med barkkant.

Tømmersaven er en stor rundsav med fastspænding af stammen på et kørende bord, anvendt til opskæring af tømmer.

Arisaven er en stor (ofte 1,25 m i diameter) rundsav med spaltekniv, der arbejder omtrent som en pålægsmaskine.

A:4:10 En stamme kan opskæres på flere måder: ønskes *heltømmer* anvendes tømmerensaven, der skæres en side ad gangen, og mellem skæringerne kantres bjælken, sidste side skæres ofte i en arisav.

Deling af heltømmer med marvsnit gav halvtømmer og krydstømmer, men disse opskæringer anvendes ikke mere.

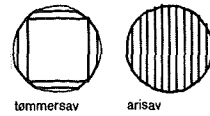
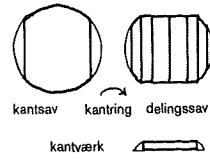
Planker og brædder opskæres ved at stammen renskæres på to sider i kantsaven, kantes og sendes gennem delingsraven. Opskæring af mindre stammer kan også ske i arisaven.

A:4:11 For at få brædder og planker, der kaster sig mindst muligt, må der ved opskæringen tages hensyn til, at hver sideflade skærer samme vækstring kun en gang; dette opnås ved *marvskæring*.

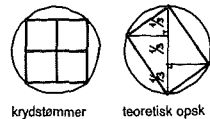
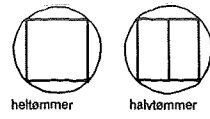
Endnu bedre er en opskæring, hvor hver sideflade skærer så mange vækstringe som muligt i radiær retning; dette opnås ved *kvartskæring* og *spejlskæring*, men anvendes kun ved finere træsorter. Ved opskæring med efterfølgende marvskæring bliver stykkerne nærmest spejlskærne, og de yderste brædder planskærne. Ved opskæringen må der ingen sinde fremkomme et bræt eller en planke, som indeholder hele marven i sig.

A:4:12 *Store dimensioner* kan ikke fra savværk leveres marvskærne. Tømmer leveret som firskåret træ (og rundtømmer) får derfor ved udtørringen store revner på alle sider. Et savsnit til marven før udtørringen kan væsentligt mindske revnedannelsen.

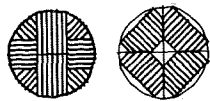
Kvadratiske dimensioner op til 100×100 mm til anvendelse i snedkerarbejde o.l. leveres i dag ofte som sammenlimede dimensioner af to stykker med vendt vækstringsforløb for at modvirke revnedannelse og deformationer. Disse dimensioner er altid høvlede.



Opskæringsmåder, savtyper



Opskæringsmåder, tømmer.



Opskæringsmåder, planker og brædder.

Firskåret tømmer vil altid have vankant (bomkant) i nogen omfang. Tidligere anvendtes betegnelserne fuldkantet og skarpkantet, og disse betegnelser kan i nogen grad være vejledende. Fuldkantet betegnedes tømmer med retvinklet tværsnit på alle fire sider med højst tilladte bomkant på 1/3 af længden. Skarpkantet måtte ikke have nogen vankant.

Planker skal være fuldkantede eller skarpkantede.

Længdemålet er afhængig af opskæringsland. I Danmark opskæres i længder op til 10 m. I Sverige knapt 6 m. Andre længder må bestilles specielt fra savværk.

Fingerskarret træ er fremstillet ved sammenlimning af brædder eller planker i forlængelse af hinanden. Fingerskarret konstrukstræ skal mærkes med Dansk Fingerskarringskontrols mærke.

A:4:13 *Træets bearbejdningsgrad* angives på forskellig måde. Tømmer, planker, brædder og lægter til bygningsbrug leveres normalt *skåret*, men tømmer og finske lægter kan også leveres *behugget*. Også oversøisk importeret træ kan leveres behugget.

Brædder og planker kan leveres *ru*, det er skåret uden efterbehandling, eller *høvlet* (hv) på 2 eller 4 sider. Brædder kan endvidere leveres *pløjet* (pl), det er forsynet med not og fjer på kanterne.

Rupløjet (rupl) er pløjet, men ru på fladerne. Høvlet og pløjet (hvpl) er pløjet og med høvlede flader.

A:4:14 *Træets struktur* har stor betydning for anvendelsen. Det ubehandlede træ, hvor strukturen tydeligt ses, benyttes netop for dette udseendes skyld. De forskellige træarters forskellige vækst: mere eller mindre tydelige vækstringe, disses breddevariationer og regelmæssighed, giver hver træart sin egen struktur og tekstur.

Strukturen giver gennem de forskellige opskæringsmåder træoverfladen dens varierende tekstur:

1. planskåret nåletræ - udskåret med tangentialsnit - viser i endetræ vækstringene som buer og på snitfladen de bredt forløbende vækstringe, ofte tilspidsede mod topenden.

2. spejlskåret nåletræ - udskåret med radialsnit - viser på snitfladen tydeligt de tæt ved siden af hinanden forløbende vækstringe som parallelstreger og i endetræ vinkelret på sidefladerne.

Løvtræ har derimod kun sjældent så tydelige vækstringe som nåletræ, men ofte marvstråler, der medvirker til at kendetegne strukturen. Marvstråler giver »spejl« ved spejlskæring, mens de i planskåret træ viser sig som et prik- eller stregmønster.

Lagring

A:4:15 Efterspørgslen efter træ har stadigt været stigende, og man har da i stor udstrækning i byggeriet anvendt træ, som overhovedet ikke var lagret.

Da træ for at kunne bruges på forsvarlig måde i bygningskonstruktioner skal være nedtørret til et passende fugtindhold og da denne tørring kræver tid, er lagringstiden og -forholdene afgørende for bygningstræs kvalitet.

A:4:16 *Lagring i fri luft* sker på savværkets *stabelplads*. Stabling sker på bukke: svære træbjælker, der hviler på betonklodser, og hæver det oplagrede træ ca. 1 m fra jorden. På de store skandinaviske savværker anvendes særlige *stabelmaskiner*, der kører på skinner mellem stablerne og kan stable i mere end 8 m højde, de samme maskiner tager også det lufttørrede træ ned igen. Det er dog kun planker og brædder, man har i høje stabler. Lufttørret kvalitet kan under gunstige vilkår i foråret opnås på 3-4 måneder.

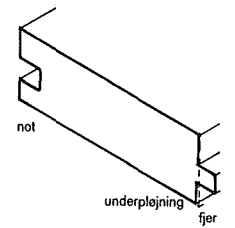
Tømmer stables i reglen *oppindet*: med stabelpinde på 25×25 mm mellem tømmerlagene. Anvendes maskine kan der kun stables med pinde. Planker kan *strøstables* eller *krydsstables*, det vil sige vinkelret på hinanden, men det giver ret store liggeflader med lysskygger og risiko for svamp. Man stables derfor nu ofte brædder og planker *på kant*, det giver færre og mindre liggeflader, kræver færre strøer og kan ske ved oppinding med maskine.

Limtræ, se A:8:8

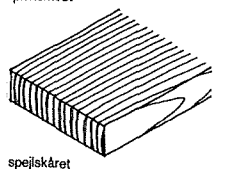
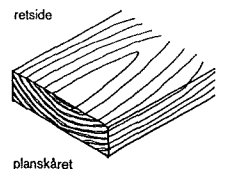
Lamel til limtræ. Fingerskarret samling i længden.



Dansk Fingerskarringskontrols mærke.



Tværsnit i pløjet bræt.



Planskåret og spejlskåret træ.

Forringelsen af lagringskvaliteten i forbindelse med de foretrukne lukkede konstruktioner gør kravet om konstruktionernes gennemventilering til et absolut ufravigeligt krav.

Fugtindhold, se A:2:8

A:4:17 Friluftslagring og tørring på de store stabelpladser er pladskrævende, stiller krav om store lagre og stort mandskab. De fleste savværker har derfor i dag *ovntørringsanlæg*. Man kan opnå netop den fugtighedsprocent, man ønsker, opnå tørring på kortere tid og altså hurtigere omsætning og er tillige uafhængig af årstider og vejrlig.

Ovntørring er dog en vanskelig og tidkrævende proces, træet skal tørres indefra for ikke at revne, man starter med høj fugtighed og lav temperatur for efterhånden at nedsætte fugtigheden, mens temperaturen stiger. Jo sværere dimensioner, desto længere tørretid.

A:4:18 Ved stabling af *løvtræ* må tages særlige hensyn: stablet skal altid være overdækkede og beskyttede mod direkte sollys, endetræ må beskyttes mod for hurtig fordampning, hertil anvendes ofte kalkning. Træ, som agtes imprægneret, skal især være vellagret.

A:4:19 *Indendørs lagring* i lukkede skure sker på tømmerplads og til en vis grad hos de enkelte håndværksmestre, dog mest maskinsnedkerier og virksomheder med fabriktionsagtig produktion. Ofte anbringes træet her lodret i inddelte båse i skuret, som skal være velventileret, gerne helt åbent på den ene side, blot direkte sol, regn og sne ikke kan komme ind.

Tørt træ, vejledning i trætørring, Thomas Thomassen, Træteknik, Teknologisk Institut, København 1983.

Træ på byggepladsen skal lagres under forhold, der ikke er ringere end tømmerpladsen, træ til indiv. brug må ikke - i nok så kort tid - stilles på jorden eller lagres udendørs.

	tykkelser	bredder i mm savskåret træ 20% fugtighed								længder i m
		56	75	100	125	150	175	200	225	
brædder	16									fra 1,8 m opefter med 0,3 m spring
	19									
	25									
	32									
	38									
planker	50									fra 1,8 m opefter med 0,3 m spring
	63									
	75									
lægter	38									
halvtømmer	35									fra 1,8 m med 0,6 m spring
	48									
	60									
	73									
tømmer	75									fra 1,8 m med 0,6 m spring
	100									
	125									
	150									
	175									
	200									
	225									

Skema over dimensioner efter DS 146. L = lagervarer. O = ikke DS-format, leveres på bestilling.

Indtil 1. januar 1970 leveredes al trælast i Danmark i tommemål (""). Kravet om opskæring i metriske dimensioner er stillet af England og imødekommet af alle træeksporterende lande i Europa.

Tolerancer: tværsnit til og med 100 mm +3 ÷ -1 mm tværsnit større end 100 mm +6 ÷ -2 mm længde +50 ÷ 0 mm kløvet tømmer må underskride breddemålet højst 2 mm

Handelsformer

A:4:20 *Byggevarer* af træ forhandles som tømmer, planker, brædder, lægter og lister. Halvtømmer må ikke anvendes mere i konstruktioner og dette gamle begreb er ved at udgå.

Sådanne byggevarer anvendes til bjælker, spær, strøer, stolpekonstruktioner, taglægter, gulv- og beklædningsbrædder.

Tømmer, planker og brædder leveres i dimensioner efter DS 146.

A:4:21 *Rundtømmer* kan leveres med bark eller afbarket. Det fremkommer ved afkapning af stammen i længden. Topdiameter skal være mindst 75 mm.

Finske lægter er kun savskåret på to sider, med barkkanter på de to andre.

A:4:22 *Heltømmer* fremkommer ved opskæring af stammen til kvadratisk eller næsten kvadratisk tværsnit, forskellen mellem sidemålene må højst være 25 mm. Mindste mål 75×75 mm.

Ved marvskæring af heltømmer fremkommer *kløvet tømmer* (tidligere benævnt halvtømmer). Der må regnes med et undermål på 2 mm på bredden. Det vil være uegnet til bærende konstruktioner, fordi det ved sorteringen kasseres på grund af for meget vankant. Det skal under alle omstændigheder dimensioneres under hensyntagen til undermålet.

A:4:23 *Planker* er opskåret med rektangulært fuldkantet tværsnit, mindste mål er: tykkelse 50 mm, bredde 75 mm. Planker skal opskæres med marvretningen nogenlunde midt ud for bredden.

Brædder er opskåret med rektangulært tværsnit i tykkelser fra 9 mm til 50 mm og med mindste bredde 75 mm (de angivne mål inklusive).

Lægter er opskåret med rektangulært tværsnit i tykkelserne 32 eller 38 mm, og bredderne 50, 56 eller 63 mm. Andre sædvanlige lægtedimensioner er 50×50 og 50×63 mm, men kun dimensionen 38×56 mm er DS.

A:4:24 *Trælaster* forhandles i metriske mål. Dimensioner opgives i mm (evt. cm), længder i meter og prisberegning sker i kubikmeter. Ved prisberegningen bliver der ikke trukket fra for bomkanter.

Trælaster forhandles sorteret efter gældende regler. Sortering kan foretages efter udseende i henhold til gældende regler eller efter styrke i henhold til danske eller udenlandske styrkesorteringsregler.

Til bærende konstruktioner må kun anvendes styrkesorteret træ, som tilfredsstiller trænormens styrkeklasser.

Til taglægter må kun anvendes styrkesorteret træ.

Sortering

A:4:25 *Styrkesortering* af konstruktionstræ sker i henhold til T-virkeordningens sorteringsregler og kontrolordning. Sorteringen må kun udføres af de af T-virkeudvalget autoriserede sorterere, som er egeberettigede til at anvende det indregistrerede T-virkemærke.

Kontrolordningen administreres af T-virkeudvalgets sekretariat under Teknologisk Institut i Tåstrup. Formålet med ordningen er at skabe sikkerhed for, at de i norm for trækonstruktioner opstillede krav til konstruktionskvalitet overholdes.

A:4:26 *Konstruktionstræ* er træ til anvendelse i bærende konstruktioner og det skal opfylde de i Norm for trækonstruktioner« DS 413 angivne krav til styrke og stivhed. I normen opstilles tre styrkeklasser med betegnelserne DK 18 - K 24 - K 30, hvor K står for konstruktionstræ og tallene angiver den karakteristiske korttidsbøjningsstyrke i MPa. Disse styrkeklasser gælder for nåletræ af nordisk oprindelse.

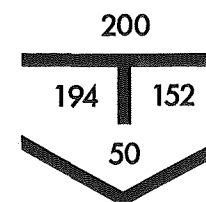
Træ sorteret efter de danske T-virke regler opfylder kravene til konstruktionstræ på følgende måde: DK 18 svarer til K 18, T 24 svarer til K 24, T 30 svarer til K 30.

Savet mm	Høvlet mm
12	9
16	13
19	16
25	21
32	28
38	34
50	45
63	58
75	70
100	95
125	120
150	145
175	170

Høvlet træ, tværsnitsmål, DS 1002. Fugtindhold 17%.

Rettet træ har mindre mål: op til 50 mm ÷ 1 mm 100 mm ÷ 2 mm derover ÷ 3 mm

Taglægter, se SBI anv. 110 3. udg.



T-virke sorteringsreglerne er gengivet i annek A til DS 413: Norm for trækonstruktioner T-virke ordningens indregistrerede mærke Øverste tal: sorteringsklasse (her 24), midterste tal er koder for leverandør og sorterer, nederste tal: emnetykkelse i mm (her 50).

Kvalitetskrav for styrkesorteret konstruktionstræ, brædder, planker, tømmer i henhold til DS 413, 4. udg. 1982. (Kvalitetskrav for styrkesorterede lægter, se DS 413, tabel A 1, side 69)								
Kvalitet			Kvalitetsklasser					
			T 30	T 24	DK 18			
Pkt. 1	Planker Brædder	Knast i smalside: tykkelse gange dog højst	1/3 (35 mm)	1/2 (45 mm)	4/5 (75 mm)			
		Knast i bredside: bredde gange dog højst	1/5 (40 mm)	1/5+10 mm (50 mm)	1/2 (75 mm)			
2		Knastgrupper: maksimalt	Tilladt smalsideknast + tilladt bredsideknast					
Pkt. 3 4	Hel- tømmer	Knast i side: siden gange dog højst	1/4 (40 mm)	1/4+5 mm (45 mm)	1/2 (75 mm)			
		Knastgruppe: maksimalt	3 gange tilladt knast					
5		Årringsbredde: maksimalt minimalt	4,5 mm 0,5 mm	Intet krav 0,5 mm	Intet krav Intet krav			
6		Fiberhældning: maksimalt	1/10	1/7	1/5			
7		Vankant: maksimalt sidemål gange	1/2	1/2	1/2			
8		Bredsidekrumning brædder: maksimalt	1 gange tykkelsen					
		Bredsidekrumning planker: maksimalt	1/3×tykk.	1/2×tykk.	1/2×tykk.			
		Smalsidekr. planker og brædder: maksimalt	10 mm	15 mm	15 mm			
		Krumning heltømmer: maksimalt	10 mm	15 mm	15 mm			
9		Vindskævhed brædder: maksimalt	2 mm pr. 25 mm bredde		Begrænset omfang			
		Vindskævhed planker, heltømmer: maksimalt	1 mm pr. 25 mm bredde					
10		Radiære revner planker, brædder: maksimalt	1/3×tykk.	1/2×tykk.	Gennemgående revner ikke tilladt			
		Heltømmer: maksimalt	1/2 gange tykkelse					
		Ringrevner:	Ikke tilladt					
11		Reaktionsved: maksimalt	10% af tværsnitsareal		Begrænset omfang			
12		Topbrud:	Indenfor midt, halvdel af bredden					
		Tværved og masret ved:	Ikke tilladt		Begrænset omfang			
13		Harpisklommer:	Begrænset omfang					
14		Overvoksning, længde: bredde gange	2	2	Begrænset omfang			
		dybde: tykkelse gange	1/3	1/2				
		bredde: bredde gange	1/5	1/5				
15		Blåsplint	Intet krav					
16		Råd	Ikke tilladt					
17		Insektskade (veddestruerende):						
18		Indre brud:						
19		Skør kerne:						
20		Bark:						
21		Mekanisk skade:						
Tolerancer ved 20% vand. Tværsnitsmål: +3÷1 mm for mål til og med 100 mm: +6÷2 mm for mål større end 100 mm. Længdemål: +50+0 mm Minustolerancer på tværsnitsmål tillades kun på 10% af stykkerne i hver dimension af en leverance.								

Med tilladelse fra Teknologisk Institut, afdeling for træteknik.

For dansk løvtræ (bøg, ask, eg) findes styrkeklasse 30. For importeret løvtræ, f.eks. afrikansk azobé gælder særlige styrkeklasser. De er angivet i trænormen.

A:4:27 Ved bestilling af konstruktionstræ angives hvilken sorteringsklasse der ønskes. Er der desuden krav til maksimal træfugtighed, skal dette også angives. Man benytter således betegnelserne T 30, T 24 eller DK 18, men aldrig K.

Det skal ved bestilling af konstruktionstræ endvidere angives, om træet må være fingerskarret med tilføjelse af kravet til skarringens styrke (kan være T 30, T 24 eller DK 18).

Ved udvælgelsen af hvilken styrkeklasse der skal anvendes til en given konstruktion, må det iagttages, at de angivne korttidsprøveværdier skal korrigeres for langtidspåvirkning, for fugtklasse og reduceres med en sikkerhedsfaktor. Konstruktionstræ af f.eks. styrkeklasse K 24 vil således give mulighed for varierende beregningsmæssige styrker alt efter forholdene. Disse værdier vil altid være væsentlig lavere end den nominelle værdi. Beregningsreglerne er nærmere specificerede i trænormen DS 413.

A:4:28 T-virke sorteringsreglerne er baseret på visuel bedømmelse. Ved sorteringen tages hensyn til knastantal og størrelse samt placering (enkeltvis eller i grupper), vækstringsbredden, fiberhældningen, vankant størrelsen, krumning og vindskævhed, omfanget og arten af revner, reaktionsved, tværved og overvoksninger. Blåsplint er accepteret, men råd, insektskader, indre brud, skør kerne og bark må ikke findes i styrkesorteret træ.

Styrkesortering kan også foretages maskinelt under forudsætning af at målingen er ikke-destruktiv. Prøveapparaterne aflæser bøjningsstyrken succesive for hver ca. 300 mm længde; denne måling må dog suppleres med visuel prøvning (knastplaceringer etc.).

Sorteringsreglerne indeholder specielle krav til lægter, der ønskes anvendt med udnyttelse af normens styrkeklasser, f.eks. til kassebjælker eller stresse-skin konstruktioner. Sorterede lægter skal også anvendes til tagdækning.

A:4:29 Regler for sortering efter udseende findes for træ, som ikke skal anvendes i konstruktioner. For gulvbrædder, forskalling o.l., gælder de svenske og finske eksportsorteringsregler, der regner med 6 sorter bedømt efter veddets fejl: I sort = prima, II sort = sekunda eller helren, III sort = tertia eller bedre halvren, IV sort = kvarta eller halvren, V sort = kvinta og VI sort = sexta eller udskud. I dansk trælasthandel leveres følgende kvaliteter: 1. og 2. sort., usorteret o/s (omfatter I-IV), kvinta V, samt savfalden vare (omfatter I-V).

Kvalitetskravene til træ til snedkerarbejde er efter DS 1030: Råd og insektskader ikke tilladt, blåsplint i begrænset omfang, harpisklommer, indgroet bark, overvoksninger, løs marv, masret ved, tværved, skør kerne, vankant, knasthuller, mekanisk skade ikke tilladt. Fiberhældning højst 1:10. For knaster og revner opstiller standarden tre klasser A, B og C.

A:4:30 Andre sorteringsregler:

Danske træindustrier og trælastbranchens fællessekretariats sammendrag af kvalitetsbestemmelser for DK 18 (har afløst den forældede handelsnorm for dansk tømmer).

Vejledning i sortering af savskåret nåltræ - som er en dansk udgave af: Anvisningar för sortering af sågat virke af furu och gran, udgivet af Föreningen Svenska Sägverksmän, 1976.

I vejledning til pkt. 3.2. i DS 413 er angivet hvilke udenlandske sorteringsregler der opfylder kravene til styrkeklasserne. De svenske og finske T-virke regler har T30 og T24 svarende til danske.

Maskinel sortering kan f.t. (1987) ikke ske i Danmark.

Andre danske standards for træ:

DS 146 - savet nåltræ.
DS 1030: Træ til snedkerarbejde, kvalitetsbeskrivelse, 1986.

Udførlige oplysninger i: Opmåling og sortering af træ, Thomas Thomassen, Teknologisk Institut, Træteknik, 1985.

A:5 Træarter

Nåletræer

A:5:1 *Skovfyr* er den mest anvendte importerede træsort i Danmark. Den vokser på den nordlige halvkugle: Nord- og Mellemeuropa, Sibirien, men også i Japan og Nordamerika findes fyrrearter.

I Danmark produceres kun lidt fyrretræ, forbruget dækkes af import fra Sverige og Finland. Det årlige forbrug ligger mellem ¾ og 1 million m³.

Veddet er let og har i forhold til vægten en god styrke, men er knapt så slidfast. Vækstringene er stærkt fremtrædende på grund af den skarpe grænse og store farveforskel mellem vårved og høstved. Svindet er ikke voldsomt, det lader sig udmærket tørre og har ikke særlig tilbøjelighed til kastning. Kernetætheden er varierende, splinten er hvidgul, kernen rødlig, veddet har tilbøjelighed til at mørkne. Knasterne sidder samlede i »grenetager«, men er som regel faste; døde knaster er sorte. Fyr kan være misfarvet af blåsplint, men dette forringer ikke styrken; kernen er harpiksholdig og har derfor en karakteristisk lugt.

Kerneved er ret varigt, men kan ikke imprægneres på grund af det store harpiksindhold. Kerneved holder 5-10 år, når det har kontakt med fugtighed, helt under vand kan det holde 500 år, imprægneret splintved holder ca. 40 år i kontakt med fugtighed.

Fyr er let forarbejdeligt, det holder godt på søm og skruer og limes godt. I husbygning anvendes fyr til alt tømmer- og snedkerarbejde.

A:5:2 *Importeret fyr* benævnes efter voksestedet eller udskibningshavn. Det meste fyr kommer fra Sverige og Finland, de bedste kvaliteter er sydsvenske: *Vestervik*, *Kalmar* og *Halmstad*-kvaliteter; disse betegnelser anvendes ofte som kvalitetsbetegnelser. Det sydfinske træ svarer i kvalitet hertil.

Norrlandsk fyr og nordfinsk er af lidt ringere kvalitet og fås ikke i så store dimensioner.

Tidligere importeredes en del fyr fra Pommern og Polen, som solgtes under betegnelsen pommersk fyr.

Pitch-pine, som er kernetræ af longleaf-pine - *pinus palustris* - (southern yellow pine - amerikansk), importeres til snedkerarbejde og gulve. Det eksporteres i kævler og kan leveres opskåret i danske dimensioner.

Parana-pine (*araucaria angustifolia*) fra Brasilien eksporteres ikke i kævler, men kun i færdig opskårne dimensioner.

A:5:3 *Rødgran* er efter skovfyrren den mest anvendte træsort i husbygningen til stort set de samme formål som fyr. Den vokser i hele Nord- og Mellemeuropa, Sibirien og Alperne. I Danmark er den det vigtigste skovtræ, men der importeres også gran fra *Sverige* og *Finland*.

Gran er lettere end fyr og har noget ringere styrke. Splintveddet er stærkere end hjerteveddet og i flere henseender - f.eks. hygroskopien og sejheden - bedre end fyrresplint. Vækstringene er ikke så fremtrædende, men regelmæssigere end hos fyr. Derimod er der udpræget forskel i slidfasthed mellem vårved, som er meget blødt, og høstved, som er ret slidfast. Svindet er ikke stort, men større end hos fyr.

Farven er hvidgul og er ens i hele stammen, den mørkner efter. Knasterne er små og sidder spredt, døde knaster er sorte. Varigheden er mindre god end hos fyr, bl.a. fordi der er mindre harpiksindhold, gran kan kun vanskeligt imprægneres. Gran tørrer hurtigt og let, men er tilbøjelig til revnedannelse.

Gran er let forarbejdeligt og holder godt på skruer, men kan i mindre dimensioner flække ved sømning. I husbygning anvendes det som fyr, dog er det for blødt til gulve og snedkerarbejde.

Ædelgran og *sitkagran* leveres i flæng med rødgran. De har stort set samme egenskaber som rødgran; dog tørrer ædelgran noget langsommere.

Kilder:

Franz Kollmann, Technologie des Holzes, Berlin 1951

Villy E. Risør, Træhåndbogen, København 1966 (R)

Thomas Thomassen, Træ og træmaterialer, København 1977 (Th).

De angivne værdier er middelværdier, grænseværdier se oversigten.

Pinus sylvestris
 r_0 490 kg/m³
 r_{15} 520 kg/m³
E-modul 12.000 MPa
trækst. 104 MPa
trykst. 55 MPa
bøjn.st. 100 MPa

Svensk træ har navn efter udskibningshavnene.

Pomorza er et polsk landskab (på tysk Pommern).

Picea abies r_0 430 kg/m³
 r_{15} 470 kg/m³
E-modul 11.000 MPa
trækst. 90 MPa
trykst. 50 MPa
bøjn.st. 78 MPa

Harpikskanaler i horisontal retning.

Densiteter r_0 kg/m³: abies alba - ædelgran: 410 picea sitchensis - sitkagran: 420 pseudotsuga douglasii - oregonpine: 470 sequoia sempervirens - redwood: 360

A:5:4 *Douglasgran* er noget tungere og har styrke som fyr. Den er mere rødlig, har kernetæthed, ret vækst og tydelige vækstringe; den tørrer hurtigt og lader sig forarbejde lige så let som fyr, men kan flække ved søm eller skruer. Den har samme anvendelsesområde som fyr, men bruges på grund af den smukke tegning - og velegnethed til finérskæring - mest til snedkerarbejde. Den fra Nordvestamerika importerede Douglas-fyr = *Oregonpine* har bedre kvalitet end den danske.

Redwood er et californisk nåletræ med rødlig farve, benhårde høstvedringe, men ellers blødt og noget skørt, ikke særlig stærkt, men dog med god søjlestyrke.

Løvtræer

A:5:5 *Bøg* er det danske løvtræ, der anvendes i stor udstrækning i byggeriet i dag. Den vokser i hele Europa, men der foregår ingen import. Alt bøgetræ anvendt i Danmark er indenlandsk produktion, som er lige så stor som produktionen af rødgran.

Veddet er middeltung, bøgen er en af de stærkeste europæiske træsorter, den er ret hård og meget slidfast. Der er kun ringe forskel på vårved og høstved og derfor kun lidet fremtrædende vækstringe, til gengæld ret karakteristiske marvstråler, der både viser sig i plansnit og spejlsnit. Der er ingen kerne, men ofte en falsk kerne (rødkerne), som dog ikke forringer styrken, medmindre der er råd. Råd viser sig ved ilde lugt, normalt er bøg lugtfrit.

Bøg er meget hygroskopisk og svinder og kaster sig stærkt; den har ringe modstandskraft over for råd og svamp, men kan imprægneres. Tørring må foretages omhyggeligt for at undgå kastning og revnedannelse. Bøg er et træ med spredt vækst og homogen struktur, farven er rødgul, men ændres under varmpåvirkning til det røde. Den er trods sin hårdhed forholdsvis let at bearbejde, men kan flække for søm og skruer, er særdeles velegnet til drejerarbejde og lader sig forarbejde til glat overflade til polering. Bøg kan bøjes, når det opvarmes under damp.

På grund af bøgens stærke svind undgås anvendelse som massivt træ i store dimensioner. Til gulve anvendes bøg som korte parketstave eller sammensatte brædder, lamelbrædder o.l., stor anvendelse har bøg som krydsfinér. I møbelproduktionen er det meget anvendt, bl.a. på grund af velegnetheden til dampbøjning.

A:5:6 *Eg* er det næstvigtigste danske løvtræ, men forbruget er dog kun ca. 1/10 af bøgens. Den vokser over det meste af Europa, i Japan og Nordamerika.

Der findes to vigtige arter: sommereg eller stilkeg og vintereg, som hverken i egenskaber eller udseende adskiller sig væsentligt fra hinanden. Derimod er der ret stor forskel mellem dansk eg og tysk eller japansk eg. I det følgende er der kun tale om dansk eg, som dækker det væsentlige af behovet inden for byggeriet i dag.

Dansk eg er tung og har en fortrinlig styrke, den er sej, meget slidfast, har kun ringe svind og næsten ingen kastning. Vækstringsgrænsen er skarpt tegnet, den 20-50 mm smalle splint er værdiløs, stor kerne, sammentrængt vækst og tydelige marvstråler.

Kernens farve er gulgrå til brun, og den er meget modstandsdygtig på grund af stort garvesyreindhold, som giver nyfældet eg en syrlig lugt. Garvesyreindholdet på ca. 7% gør imprægnering vanskelig, men også mindre nødvendig.

Forarbejdeligheden er ikke så let på grund af veddets hårdhed, men den holder godt på søm og skruer og lader sig godt lime. Det er også velegnet til polering. Eg bør dog ikke anvendes sammen med ubeskyttet jern, og der bør ikke bruges jernbeslag, jernsøm og -skruer, idet jernet angribes af garvesyren. Rustfrit stål kan dog anvendes.

Dansk eg er som regel knastholdigt, det fås derfor ikke i store dimensioner.

Fagus silvatica r_0 680 kg/m³
 r_{15} 720 kg/m³
E-modul 16.000 MPa
trækst. 135 MPa
trykst. 62 MPa
bøjn.st. 123 MPa

Bøgens friske saft kan give eksem, pudsestøv kan give astma.

Quercus robur
 r_0 650 kg/m³
 r_{15} 690 kg/m³
E-modul 11.700 MPa
trækst. 90 MPa
trykst. 61 MPa
bøjn.st. 88 MPa

Stilkeg vokser overalt i Danmark, vintereg især i Jylland.

For løvtræ findes særlige kvalitetsbestemmelser udarbejdede i leveringslandene, de danske regler foreligger hos Fællesrepræsentationen af danske savværker og trævarefabrikker.

A:5:7 Tysk eg og japansk eg er retvokset, men har ikke de samme gode egenskaber med hensyn til styrke. Det er lettere, blødere og lettere bearbejdeligt.

Rødeg er en nordamerikansk eg, som nu også dyrkes i danske skove, dens styrkeegenskaber svarer til stilkegens, men veddet svinder stærkt, og den er ikke varig, til gengæld kan den imprægneres. Ved anvendelse udv. angribes den af blåsvampe, der farver veddet sort. Dens anvendelsesområder må være, hvor imprægnerbarheden spiller en væsentlig rolle.

A:5:8 Abachi og Okoumé er Vestafrikas to mest eksporterede træarter med stor årsproduktion. Begge er løvtræer, der kun vokser i Vestafrika, hvor de også er kendt under andre navne: Arere, Samba og Wawa er Abachiarter, Gaboon er et måske nok så kendt navn for Okoumé.

Det er lette træarter, med blødt ved, ikke særlig stærkt, men ret formbestandigt, svinder og kaster sig kun lidt. Abachiarterne er hvidlige til svagt gule, okoumé er lakserødt til gulrødt, nogen særlig fremtrædende struktur har de ikke. De er ikke særlig modstandsdygtige over for råd og insektangreb. Forarbejdigheden er særdeles god med al slags værktøj, sømmes, skrues og limes godt, tørres uden vanskeligheder og egner sig til efterbehandling, polering, maling. Det er typiske snedkertræsarter, abachi anvendes meget til blindtræ, dørfyldninger, finér og hvor store bredder i ét stykke kræves; okoumé anvendes også til møbelplader og døre og som massivt træ til snedkerarbejde.

A:5:9 Azobé er en meget hård og stærk træart, der vokser i det tropiske Afrika. Den finder i udstrakt grad anvendelse i konstruktioner, derfor er der i de nye danske trænormer også angivet krav til denne og lignende hårdtræarter.

Azobé har en stor, cylindrisk stamme, ofte kanneleret. Splinten er lysebrun, kernen rødbrun, vækstringene utydelige. Det kan kun vanskeligt antændes, rådner hverken i luft eller vand, og betragtes som næsten uangribeligt i vand, hvorfor det i udstrakt grad bruges til havnebygningsarbejder. Går fugtigheden under 25% svinder det ret stærkt og får svindridser. Forarbejdningen er god, men det hårde træ kræver specialværktøj; det limes derimod kun vanskeligt.

De andre oversøiske hårdtræarter, der nævnes i normerne: Basralocus, Greenheart, Wallaba, er af lignende art og med lignende egenskaber og anvendelse. Det er tre sydamerikanske, tropiske træarter. Basralocus importeres fra Brasilien, Greenheart og Wallaba fra Guayana.

A:5:10 Cubamahogni er et tropisk løvtræ, som vokser i Mellemamerika, navnlig i Cuba og San Domingo; Cubamahogni har gennem flere århundreder været anset for det fineste møbel- og snedkertræ, der blev imidlertid drevet rovdrift, og for at regenerere væksten blev der nedlagt eksportforbud i 1930'erne, som formentlig vil vare til år 2000.

Cubamahogni er tung (kan veje op til 900 kg/m²), den er stærk, hård, kaster sig meget lidt, veddet er tæt med vanskeligt skelnelige vækstringe, men smuk tekstur. Splinten anvendes ikke, kernen er rødbrun, meget modstandsdygtig og kan anvendes udvendig; tørring volder ingen vanskeligheder og forarbejdningen er let såvel massivt som til finér, overfladen kan gøres helt glat og blank.

A:5:11 Amerikansk mahogni vokser i Mellemamerika og det tropiske Sydamerika og sælges under forskellige navne. Tabascomahogni stammer fra Mexico, Hondurasmahogni fra Mellemamerika, Perumahogni fra Peru, Aguano og Caobamahogni fra Brasilien. Navnlig fra Sydamerika er eksporten ret stor.

Amerikansk mahogni er gennemgående noget lettere end Cubamahogni, mindre stærk og lidt skør, men har i øvrigt samme fine egenskaber. Strukturen er lidt grovere, og farven noget lysere til det gullige, men afhænger en del af voksestedet. De sydamerikanske mahognier er mindre modstandsdygtige over for insektangreb.

Abachi - Triplochiton scleraxylon
r₀ 360 kg/m³
r₁₅ 400 kg/m³ (R)
bøjn.st. 55 MPa
Pudsestøv kan give astma.

Okoumé - Aucoumea klaineana
r₀ 420 kg/m³
r₁₅ 460 kg/m³
bøjn.st. 96 MPa.

Azobé - Lophira procera
r₀ 1040 kg/m³
r₁₅ 1100 kg/m³ (R)
trækst. 217 MPa
trykst. 100 MPa
bøjn.st. 200 MPa (Th)

Greenheart splinter er giftige, og støvet virker irriterende på slimhinderne.

Swietenia mahogni (kun swietenia-arterne er vægte mahogni, de afrikanske khaya-arter fik dog først deres egen botaniske bestemmelse i 1830.

Mahogni er ikke noget skovtræ, der findes ingen mahogniskove, men dens vækst er udbredt over hele Mellemamerika og det nordlige Sydamerika; det betegnes efter oprindelse eller udskibningshavn. Vægten for de forskellige mahogniarter ligger mellem fyr og eg, styrken har ingen interesse, da det ikke benyttes i konstruktioner.

A:5:12 Mahogni-navnets fine ry har naturligvis fristet til at sætte det på træarter, der ikke har noget med mahogni at gøre. En række afrikanske træarter har egenskaber og udseende, der minder om amerikansk mahogni.

Afrikansk mahogni er fællesbetegnelsen for Khaya-arter, der gror i det vestlige Afrika. De er noget grovere end amerikansk mahogni og lidt lettere, men har samme farve og ofte livlig og smuk tegning.

Sapelli er et afrikansk løvtræ, som intet har med mahogni at gøre, om end det har samme farve. Det er tungt og hårdt med en styrke, der minder om egetræ. Det kaster sig, men er let forarbejdeligt.

Sapelli kan fås i op til 20 m lange grenfri stammer og indtil 2 m i diameter. Bossé er vestafrikansk, tropisk løvtræ, forholdsvis let, nemt at bearbejde og ret stabilt.

Sapelli og Bossé benævnes ofte fejlagtigt mahogni, men også Okoumé og Ilomba fra Afrika og Banak fra Sydamerika, som er typiske finértræarter, sælges fejlagtigt som mahogni; Jarrah kaldes australsk mahogni.

A:5:13 Lauan er en østasiatisk træart, der herhjemme sælges under betegnelserne Rød Lauan eller Filippinsk Mahogni. Den har ikke noget med mahogni at gøre, selv om den har farvelighed med Mahogni og navnlig med Sapelli. Lauan er ret grov. I Amerika bruges det meget til finérskæring. Andre lignende træarter, der sælges i Danmark er Meranti fra Malaya og Indonesien og Seraya fra Nord Borneo.

A:5:14 Teak vokser i udbredte skove i Sydøstasien: Indien, Burma, Thailand samt Vietnam, Sumatra og Java.

Teak fra de tre førstnævnte lande vurderes højest. Danmarks import kommer i det væsentlige fra Thailand.

Veddet er tungt og er stærkere end eg, hård, slidfast, kaster sig ikke. Strukturen minder noget om egens med det grovporede vårved og de tydelige vækstringe. Splinten er lysbrun, men bruges næppe, kernen kan være helt mørkebrunrød med næsten sorte striber. På grund af teaktræets store indhold af olier er det modstandsdygtigt over for skadedyrangreb, og tillige syrefast.

Teak er let at forarbejde, men skæreværktøj slides på grund af veddets store indhold af askestoffer. Det tørres let og revner ikke. Olieindholdet angribes ikke jern.

Teak anvendes massivt til snedkerarbejde, med fordel til udvendig brug, men også til møbler og inventar, f.eks. laboratorier, køkkener; anvendes også til finér.

A:5:15 Yang er en anden sydøstasiatisk træart, der importeres fra de samme lande som teak. Yang er et meget stort træ og fås i store dimensioner. Det minder en del om teak i farve, men mangler indholdet af olier, er grovere, svinder meget og kan være vanskeligt at forarbejde (kan kun sømmes ved forboring). Tørring er vanskelig på grund af tendensen til at kaste sig, det er derfor også uegnet til vinduer, og ved anvendelsen til gulve vil det arbejde vedvarende, medmindre konstant fugtighedsprocent i lokalet sikres.

A:5:16 Padauk er endnu en af de mange udmærkede træarter, der importeres til Danmark fra Burma og Thailand. Den finder anvendelse til snedkerarbejde, såvel indv. som udv., gulvbrædder og parket, inventar bl.a. til skoler og laboratorier.

Padauk findes i forskellige farvevariationer, splinten er som regel smal og grå, kernetræet kan være gulligrødt til murstensrødt, ofte med purpurfarvede årer, mørknes med tiden til det brunligere.

Amerikansk Padauk (Vermillion-wood fra USA) har ikke samme styrke, og farven, som ved opskæring er blodrød, falmer hurtigt.

Padouk er den tilsvarende afrikanske træart. Den har den asiatiske padauks gode styrkeegenskaber. Splinten er hvid, kerneveddet er koralrødt i det friske snit, men bliver hurtigt rødbrunt og falmer derefter ligesom det amerikanske padauk.

Khaya pudsestøv kan give hudirritation.

Cubamahogni - swietenia mahogni
r₀ 550 kg/m³ (K)
r₁₅ 570-910 kg/m³

Centralamerikansk mahogni - swietenia macrophylla
r₁₅ 500-750 kg/m³ (R)

Afrikansk mahogni - khaya ivorensis (k. grandifoliola)
r₁₅ 450-650 kg/m³ (R)

Tectona grandis
r₀ 630 kg/m³
r₁₅ 670 kg/m³
E-modul 13.000 MPa
trækst. 119 MPa
trykst. 72 MPa
bøjn.st. 148 MPa

Teak pudsestøv kan give eksem.

Teaktræ eksporteres i kævler og kan leveres kantskåret i mange gængse dimensioner.

Yang - dipterocarpus spp.
r₀ 800 kg/m³ (Th)
r₁₅ 850 kg/m³ (R)
Yang kaldes det tavse gulv, det er lyddæmpende. Yang kommer fra Thailand (Siam), tilsvarende træsort fra Burma er Gurjun, fra Malaya Keruing; de kan ikke skelnes fra hinanden.
Padauk
Pterocarpus macrocarpus
r₀ 720 kg/m³ (Th)
r₁₅ 860 kg/m³ (R)

Vermillion-wood:
Pterocarpus delbergiorides
Padouk:
Pterocarpus soyauxii

OVERSIGT OVER TRÆARTERNE

Overigten over træarter til byggebrug omfatter både danske og til Danmark importerede; for sammenligningens skyld er også de i det foregående udførligere omtalte træarter medtaget i skemaet. De botaniske benævnelser er angivet, fordi de alene giver en sikker betegnelse af træarterne. Nåltræer mrk. N efter navnet.

Densitet K: kilde Kollmann, R: kilde Risør.

Navn og botanisk betegn.	Voksested - handel	Anvendelsesområde	Densitet græseværdier kg/m ³	Farver - vækst	Hårdhed - varighed	Bearbejdelse	Bemærkning
ABACHI Triplochiton scleroxylon	Vestafrika, imp. i Danmark	blindtræ, snedkerarbejde, især store bredder i ét stykke, krydsfinér	350-550 R	hvidlig/creme, brede vækstringe, ingen adskillelse splint/kerne	blød, elastisk, bøjelig	let, søm + skrue dårlig, lim godt	se omtale A:5:8
AHORN, Ær, Løn Acer pseudoplatanus	Europa, Vestasien, dansk produktion	gulve, trappehåndlister	530-790 K	lyserød-brun, tyndt markerede vækstringe, ingen adskillelse m. splint/kerne	hård, tæt, sej, elastisk, bøjelig	tungkløveligt, let at gøre glat	Maple, Fugleøjtræ, Sycamore er canadisk løn
ASK Frazimus excelsior	Europa, dansk produktion	gulve, afspærringsfinér, i udlandet tillige snedkerarbejde	450-860 K	hvid bred splint, gråbrun kerne, tydelige uregelm. vækstringe	hård, sej, elastisk, stærk, moderat svind, ikke varig ude	kan dampbøjes	
AZOBÉ Lophira procera	tropisk Afrika, imp. i Danmark	konstruktioner, afstivning, havnebygning, industrigulve	850-1100 R	lysbrun splint, rødbrun kerne, ubetydelige vækstringe	meget hård, stærk, ringe slagbrudstyrke, vanskelig an-tændelig, absolut varig	specialværktøj, skrue gode, søm og lim vanskelig	Ironwood er en fælles betegnelse for denne o.lign. hårde træarter se A:5:9
BIRK, vortebirk Betula verrucosa Hvidbirk - B. pubescens	Europa, nordl. Asien, imp. i Danmark	krydsfinér, i Finland også gulve	510-830 K	hvidlig - gulligt ved, ingen kerne, utydelige vækstringe	sej, elastisk bøjelig, ikke varig ude og i fugtig luft	behageligt, kan give oprifter	
BØG Fagus sylvatica	Europa, stor dansk produktion	snedkerarb., trappehåndlister, gulve, krydsfinér, cellulose	540-910 K	hvid - grå, rødlig, ingen forskel splint/kerne, karakteristiske marvstråler	hård, stærk, varig helt under vand og inde, stærk svind	bøjes ved damp	se omtale A:5:5
Douglasgran = Oregon pine							
EG, Sommer-el. Stilkeg Quercus robur Vintereg - Q. petraea	overalt i temp. zone, dansk produktion, import	alt tømmer- og snedkerarbejde, især konstruktioner, vinduer gulve, møbelplader	430-960 K	uanvendelig splint, gråbrun kerne, tydelige vækstringe, marvstråler	hård, fast elastisk, slidfast, stærk, varig, moderat svind	let, kan ikke imprægneres	se omtale A:5:6
EL, Rødel Alnus glutinosa Hvidel - A. incana	Europa, Forasien, dansk produktion	blindtræ, afspærringsfinér, underlagsklodser for elkontakter	420-640 K	gullig, rødlig, ingen kerne, synlige vækstringe	blød, elastisk, bøjelig, varig under vand og inde, moderat svind	let	
ELM Ulmus glabra	Europa, Asien, imp. i Danmark	tømmerarbejde, gulve, trappehåndlister, masefinér	480-860 K	smal grålig splint, flerfarvet kerne, tydelige vækstringe	stærk, sej, elastisk, moderat svind, varig	kan være vanskelig	
FYR, Skovfyr ^N Pinus sylvestris	nordl. halvkugle, Europa, Sibirien, imp. i Danmark + produktion	alt tømmer, og snedkerarbejde, samt krydsfinér, fiberplader, cellulose	330-890 K	bred hvidgul splint, rødlig kerne, tydelige vækstringe	blød, elastisk, varig under vand og tørre forhold, moderat svind, stærk	let kløveligt, let, kerne kan ikke imprægneres	se omtale A:5:1
Gabon = Okoumé							
GRAN, Rødgran ^N Picea abies	Nord- og Mellemuropa, imp. og produceres i Danmark	næsten alt tømmer, og snedkerarbejde, fiberplader	330-680 K	hvid-gullig, ingen forskel splint/kerne, tydelige vækstringe	blød, elastisk, stærk, ikke slidfast, moderat svind, ringe varighed	let, imprægneres for opskæring	se omtale A:5:3
LAUAN Shorea negrosensis	Filippinerne, imp. i Danmark	byggnings-snedkerarbejde, i udlandet også til finér	500-600 R	smal gullig splint, rød - rødbrun kerne, ikke tydelige vækstringe	ikke stærk, moderat svind, tendens til kastning, ikke varig ude	sløver værktøjet	Danmark importerer kantskærne dimensioner, se omtale A:5:12
LIMBA Terminalia superba	tropisk Vestafrika, eksport	lister o.l., snedkerarbejde, krydsfinér	460-660 K	grågul, egetræsagtig, ingen adskillelse splint/kerne	blød, ikke stærk, moderat svind, varig eftertøring	let, splinter	
LIND, Skovlind Tilia cordata	nordl., temp. halvkugle	blindtræ, det bedste træ til billedrammer, også til blyanter og tegneredskaber	350-600 K	hvid, gul til rødlig, ingen adskillelse mellem splint/kerne, svage vækstringe	sej, bøjelig, mellemstærk, ikke elastisk, svinder, ikke varig	let	
LÆRK, europæisk ^N larix eurpoaea	Europa, Sibirien, dansk produktion	konstruktioner, afstivning, havnebygning, vinduer og udv. døre i Schweiz, tagspån i Danmark	440-850 K	smal gul splint, rødbrun kerne, tydelige vækstringe	stærk, sej, ret varig, moderat svind	let, flækker ved søm, kan ikke impr.	

Navn og botanisk betegn.	Voksested - handel	Anvendelsesområde	Densitet græseværdier kg/m ³	Farver - vækst	Hårdhed - varighed	Bearbejdelse	Bemærkning
MAHOGNI, afrikansk	Vestafrika, stor eksport	snedkerarbejde, krydsfinér	450-650 R	smal lys splint, rød kerne, ingen synlige vækstringe	stærk, moderat svind, angribes ikke af ins., stærk, formbestandig, ringe svind, kerne varig	vanskelig	se omtale A:5:1:
MAHOGNI, amerikansk Swietenia macrophylla	Mell., og Sydamer., voksende eksport	møbler og fint snedkerarbejde	500-750 R	bred lys splint, rødbrun kerne, synlige vækstringe		let	
MAHOGNI, cubansk Swietenia mahagoni	Cuba og Vestind. øer, eksportforb.	det virkelige mahogni til alt fint arbejde, eksportforbud	570-910 K	farveløs splint, gulrød kerne, tæt	stærk, formbestandig, varig, ringe svind	let, velegnet til polering	
MAKORÉ Dumoria heckelii	trop. Vestafrika imp. i Danmark	gulve, paneler o.l., indvendig snedkerarbejde, møbelfinér	650-750 R	lys splint, rødbrun kerne	stærk, elastisk, moderat svind	sløver værktøjet	
OKOUMÉ, Gaboon, Aucoumea klaineana	Vestafrika, stor eksport, imp. i Danmark	blindtræ, snedkerarbejde, krydsfinér, mahognierstatning	380-530 K	smal grå splint, brunrød kerne, ensartede brede vækstringe	moderat styrke, fast elastisk, ringe svind, varig inde	let, sløver værktøjet, limer godt	se omtale A:5:8
OREGON-PINE, Douglasgran ^N Pseudotsuga taxifolia	Vestl. Nordamerika eksp., dansk prod. af Douglasgran	konstruktioner, alt tømmer- og snedkerarbejde, krydsfinér	350-730 K	smal lys splint, gulrød kerne, synlige vækstringe	stor styrke, formbestandig, moderat svind	forholdsvis let	se omtale A:5:4
PADAUK Pterocarpus marocarpus	Burma, Thailand imp. i Danmark	gulve, udv., og indv. snedkerarbejde, inventar, møbler	750-900 R	smal grå splint, rød kerne, tydelige vækstringe	stærk, elastisk, slidstærk, varig, ringe svind	lidt tung	regnes for en af de fineste møbelsorter se omtale A:5:16
PALISANDER, ostindisk, Dalbergia latifolia	Indien, Java, stor eksport	dekorfinsér	750-900 R	uanvendelig splint, mørkerød til violet tæt kerne, ingen vækstringe	stærk, varig, ringe svind	vanskelig, specialværktøj	importeres i firkanter og smådimensioner
PALISANDER, Rio Dalbergia nigra	Brasilien, kæmpeeksport	dekorfinsér, inventar	750-950 R	bred, værdiløs splint	skør, stærk, varig, formbestandig, ringe svind	vanskelig	eksporteres kun kantskåret, som finér og færdige lister o.l.
PARANA-PINE ^N Araucaria angustifolia	Sydamerika, stor eksport, imp. i Danmark	gulve, indv. snedkerarbejde	500-650 R	bred gullig splint, lysebrun kerne med røde streger	skør, bøjelig, variabel styrke, svinder, ikke varig	ikke helt let	eksporteres kun kantskåret, som færdige lister o.l. se A:5:2
PITCH-PINE ^N Pinus palustris	sydlige USA	alt tømmer- og snedkerarbejde, især gulve, vinduer	490-900 K	lysegul splint, rødbrun kerne, skarpt tegnede vækstringe	hård, elastisk, stærk, moderat svind, varig	kun splinten kan imprægneres, kan ikke males	se omtalen A:5:2
POPPEL populus spp. populus tremula	nordl. halvkugles temp. zoner, dansk produktion (Asp)	blindtræ, afspærringsfinér, tegnebrætter	410-560 K	hvidlig splint, rødlig kerne (asp ingen kerne), synlige vækstringe	sej, ikke stærk, elastisk, bøjelig, moderat svind	får let en ulden overflade	
PERETRÆ Pyrus communis	Europa, Forasien, Nordamerika	klicheer til tapetryk, tegnereskvisitter, ibenholtstatning	690-800 K	splint og kerne ikke adskilt, grårød, synlige vækstringe	hård, sej, bøjelig, tæt, svinder, varig under tørre forhold	lidt tungt, fint skæretre	kun vildt-voksende kan give brugeligt ved
REDWOOD ^N Sequoia sempervirens	Californien Stillehavskyst	udv. og indv. snedkerarbejde samt tømmerarbejde hvor der ikke stilles store krav om styrke	400-600 R	smal gul splint, rød kerne, tydelige benhårde høstvedringe	god søjlestyrke, i øvrigt mindre stærk, skør, varig, ringe svind	ikke vanskelig	se omtalen A:5:5
SAPELLI Entandrophraga cylindricum	Tropisk Afrika, stor eksport, imp. i Danmark	gulve, indv. snedkerarbejde, trappehåndlister, møbelfinér, mahognierstatning	600-750 R	tydelig lys splint, brunrød kerne	elastisk, sej, ringe styrke, kan slå sig meget, moderat svind	ikke helt let	se omtalen A:5:13
TEAK Tectona grandis	Sydøstasien, imp. i Danmark	gulve, udv. og indv. snedkerarbejde, møbelfinér	480-860 K	ret smal grå splint, gulbrun kerne med mørke årer, tydelige vækstringe	hård, stærk, elastisk, lille svind, formbestandig, svært antændelig, varig	forholdsvis let, sløver værktøjet, vanskelig limes	se omtale A:5:14
VALNØD Juglans regia	Middelhavslænde, ringe eksp.	gulve, finere snedkerarbejde, dekorfinsér	650-750 R	varierende bred grå splint, tydelig brun kerne, ingen synlige vækstringe	hård, bøjelig, stærk, formbestandig, slidstærk, moderat svind	let	
WESTERN RED CEDAR ^N Thuja plicata	nordv. Amerika, imp. i Danmark	udv. og indv. snedkerarbejde, tagspån	350-450 R	smal gullig splint, lysebrun kerne med mørkere smalt høstved	skør, svag, formbestandig, ringe svind	stiller store krav til skarpt værktøj	
WHITEWOOD Liriodendron tulipifera	østl. USA	blindtræ, tegnebrætter, men nu kun i USA	350-550 R	bred hvid splint, brun kerne, svage vækstringe	skør, blød, bøjelig, formbestandig, svinder ikke, kaster ikke	let, flækker dog	eksporten ophørt, erstattes af Abachi og Okoumé (s. d.)
YANG Dipterocarpus spp.	Sydøstasien, stor eksport, imp. i Danmark	gulve, groft snedkerarbejde (uegnet til vinduer), krydsfinér	700-900 R	smal grå splint, gråbrun kerne	god styrke, ikke varig, kaster sig vedvarende	lidt tung, sløver værktøjet	se omtale A:5:15 tilsvarende afrikansk Iroko
ZEBRANO Microberlinia brazzavillensis	Vestafrika, eksport	udv. og indv. snedkerarbejde, møbelfinér, lokalt også som bygningstømmer o.l.	700-850 R	bred uanvendelig splint, gulgrå kerne med brune striber	middelgod styrke, varig i fri luft, elastisk	lidt tung	

A:6 Biologisk nedbrydning

Svampe

- A:6:1** Træets naturlige indhold af proteiner og kulhydrater afgiver føde for *træødelæggende organismer*, dels svampe og dels insekter. Angrebene sætter ind over for det levende træ, over for dødt ved i faldne eller fældede træer og over for brugstræ som trælast eller i færdigtildannet stand anbragt i bygninger.
- A:6:2** *De træødelæggende svampe* kan groft inddeles i to grupper: de svampe, der angriber levende træ, og de svampe, der angriber dødt ved. De første har mest forstlig interesse, angrebet træ vil kunne frasorteres inden omdannelsen til brugstræ. De andre har derimod stor betydning for byggeriet ved deres nedbrydende virksomhed over for veddet; svampeskader i bygninger kan have store økonomiske konsekvenser, og der skal derfor ved alt byggeri med træ træffes de nødvendige forebyggende foranstaltninger.
- A:6:3** Der er ingen saglig forskel mellem svamp og råd, men i almindelighed fortolkes svamp som et akut angreb af en af tømmersvampene, mens råd fortolkes som en langsom mørning af træet på grund af vedvarende svampeangreb. Denne fortolkning benyttes også af forsikringselskaberne.
Man deler svampene i følgende grupper: skimmelsvampene eller mugsvampene, blåsvampene, tømmersvampene og overfladeråd.
Mugsvampenes angreb har overfladisk karakter og optræder fortrinsvis udendørs og i fugtige rum.
Overfladeråd har også overfladisk karakter, men optræder på vandmættet træ, såvel permanent vandmættet (havnetømmer) som periodisk (hegnspæle); overfladeråd går kun til en vis dybde og grænsen til sundt træ er meget skarp.
- A:6:4** De svampe, der lever af plasmaindholdet i cellerne, kaldes med en fællesbetegnelse *blåsvampe*. De angriber kun splinten, og da de ikke angriber cellulosen, svækker de ikke træet i nævneværdig grad. Angrebene kan sætte ind allerede i det levende træ, hvis barken beskadiges, men er hyppigst, når fældede stammer for længe ligger i uafbarket stand, eller hvis gavnræ stables for tæt uden mulighed for lufttilgang. De dør ret hurtigt, men efterlader veddet misfarvet, f.eks. fyrrens *blåsplint*; den blå farve er dog ikke noget almindeligt kendetegn, der findes også grå og brune til sortbrune nuancer.
- A:6:5** *Tømmersvampene* lever af cellulosen og efterlader ligninet som en tør, skør brun masse. Almindelige *rådsvampe*, hvoraf der findes mange typer, har ikke særlig stor nedbrydningsevne, men de gør veddet surt i kemisk betydning. Da kemisk surt ved er en livsbetingelse for de virkelig alvorlige skadegørere blandt svampene, kan et i og for sig uskadeligt mindre angreb af forrådnelse bane vejen for større skader. Man kan gå ud fra, at et *ubehandlet* mindre angreb af råd vil udarte sig til et alvorligt svampeangreb.
- A:6:6** Svampene er en meget stor gruppe af plantelignende organismer, der formerer sig ved *sporer*. Hvert frugtleger kan pr. time afgive mere end 2 milliarder (2.000.000.000) sporer, der er mikroskopisk små, de findes altså alle vegne, og hvert stykke træ har sporer af svamp, som med de nødvendige *livsbetingelser*, d.v.s. tilstrækkelig fugtighed og varme, vil udvikle sig til svamp.
En spore under udvikling danner en meget fin rørformet tråd: en *hyfe*, som ved forlængelse og forgreninger danner det net af tråde, som kaldes *myceliet*. Dette er den egentlige *svampeplante*, hvis største del lever usynlig inde i veddet. På et vist tidspunkt af svampens udvikling vil myceliet danne synlige frugtleger med spor til formering.
Frugtleger er overfladiske, kødede dannelser, der til deres vækst kræver et minimum af lys, men som lige så lidt som myceliet kan tåle det direkte sollys.

*K. V. Storm: Træbeskyttelse, København 1965.
A/S Kymeia: Angreb og skader på træer, 1963.*

Fællesudtalelsen vedr. Svamp og Råd fra 1977, udarbejdet af Teknologisk Institut i samarbejde med bl.a. Assurandørsocietetet og Ejendomsæglerforeningen, giver detalileret oplysning.

Svampeskader er så generende og så kostbare at reparere, hvis de ikke erkendes i tide eller forebygges, at man altid bør rådføre sig med svampeskadseksperterne fra forsikringsselskaberne.

Undersøgelser af såkaldte to-trinsangreb af samme eller forskellige svampe foretages bl.a. på Dansk Teknologisk Instituts svampelaboratorium.

Træ i direkte kontakt med jord afgiver fine livsbetingelser, splintved vil da være ødelagt inden 5 år, kerneved af fyr kan klare sig i 5-10 år, eg i mere end 10 år.

- A:6:7** Den farligste af alle svampe er den *ægte hussvamp*, først og fremmest fordi den er nøjsom med hensyn til fugtighed. Den ægte hussvamp kan gro, hvor der kun er 20% vandindhold i veddet og fugtig, stillestående luft. Når den har nået en vis udvikling, kan den imidlertid udstrække sine strenge til betydelig mere tørt træ, dette fugtes med vand transporteret gennem de hule strenge. Selv om vandtilførselen på dette tidspunkt standses, vil den kunne leve videre alene ved hjælp af det vand, som den selv frembringer ved cellulosens omdannelse. Den ægte hussvamp kan sende sine strenge ned i kloakledninger for at hente vand, igennem murværk og langs jernbjælker for at finde træ, og den kan gå i dvale i op til fem år og derefter atter optage sin virksomhed.

Hussvampen stiller således kun krav om kemisk surt træ for at begynde et angreb, men er angrebet i gang, skaffer den sig selv de nødvendige livsbetingelser. Dens foretrukne temperatur er almindelig stuetemperatur.

- A:6:8** *Andre svampe*, der kan findes i bygninger, er: den *lille hussvamp*, *gul tømmersvamp*, *hvid tømmersvamp*, *grubesvamp*. De stiller større krav til fugtighed end den ægte hussvamp, og kan ikke selv hente og danne vand. De dør, når vækstbetingelserne ikke længere er til stede.

Den gule tømmersvamp kan findes sammen med angreb af ægte hussvamp på steder i bygninger, hvor fugtigheden er for stor for ægte hussvamp.

Den hvide tømmersvamp kan snylte på angreb af ægte hussvamp, og dens sejlgarnstykker strenge kan da findes sammen med den ægte hussvamps fine hvide strenge, på steder hvor der lukkes op for et angreb.

- A:6:9** *Livsbetingelsen* for alle svampe er tilstedeværelsen af vand. En levende svamp kan gå i tørkedvale, hvis fugtindholdet er mindre end 15%, og holde sig i live i mange år. Er fugtindholdet større end 90% fortrænger det fri vand den iltholdige luft, hvilket hindrer svampens vækst.

Er fugtindholdet i træet mindre end 20% kan svampesporer ikke spire. Der er normalt ikke risiko for svampeangreb i tørret træ, hvis fugtindholdet holdes under 20% til stadighed.

Temperaturer under 0°C dræber ikke svampe, men gør dem inaktive, temperaturer på 20–35°C er de gunstigste for svampesvækst. Ved 120°C dræbes svampe i løbet af 20 minutter.

Behandling af svampeangreb

- A:6:10** *Kendetegn på svampeangreb er følgende:*

- en fugtig, muggen lugt,
- udad buede gulvbrædder og fodpaneler, ofte med store revner,
- undersiden af brædderne viser terningagtige brud på tværs af fibre,
- svampesporer ses som et fint, rustrødt pulver, blæst gennem revner fra et skjult frugtleger,
- på mørke steder bag møbler el. ling. kan frugtleger komme til syne,
- angrebet træ gennemtrænges let med en kniv eller lignende,
- det har ingen klang, når man slår på det.

- A:6:11** *Svampeangreb behandles på følgende måde:*

- angrebet træ og træ indtil 1 m fra angrebsstedet bortskæres og brændes,
- høvlspåner, savsmuld samt støv, snavs og andet løst fjernes og brændes,
- kilden til fugtigheden tørlægges; udendørs hvor træet har haft kontakt med jorden, eller defekte nedløbsrør; indendørs defekte afløbsrør, vandleddninger, radiatorer, eller hvor der dannes kondens,
- effektiviteten af eventuel ventilation undersøges.

Murværk eller beton skal i nærheden af angrebet renses, puds afhugges og fuger udskradses. Alle materialer i det rensede område, også mur, behandles med *imprægneringsvæske*, og nyt træ skal være imprægneret.

Alternative non-destruktive behandlingsmetoder f.eks. varmebehandling er under udvikling (forsøgsprojekter er i gang).

Den ægte hussvamp findes inde i bygninger, fortrinsvis på nåletræ; den kan have tynde, grå strenge, vatagtige hvide flager, eller sammenfiltrede grå flager; frugtleger er flade kager med hvide kanter og murstensrød midte.

Den gule tømmersvamp angriber både nåletræ og løvtræ og dens sortbrune strenge er kun sjældent synlige, aldrig synlige frugtleger i bygninger.

Den hvide tømmersvamp angriber kun nåletræ, har hvide forgrenede strenge og hvidt frugtleger.

*Byg Erfa =
Der foreligger adskillige blade om emnet*

Svampeforekomst kan fremkalde forkølelsesagtige symptomer, betændelser i slimhinderne og åndedrætsbesvær hos beboerne.

Insekter

A:6:12 *De træødelæggende insekter* kan deles i de samme to grupper som svampene: de insekter, der angriber levende træ, og de insekter, der kan leve i dødt ved. De huller, der laves af de førstnævnte, kan nok være vansirende, men yderligere ødelæggelse sker ikke, efter at træet er omdannet til gavntæ; angrebene har altså kun forstmæssig interesse. Den anden gruppe insekter kan på sit larvestadium leve generation efter generation i tørt, vellagret træ i bygninger, møbler o.s.v.

A:6:13 Til de insekter, der angriber sundt træ, hører *husbukken* og de forskellige *borebiller*. *Violbukken* angriber kun ikke afbarket træ og kun med overfladiske gange mellem bark og ved.

Til insekter, der kun angriber træ, som allerede er beskadiget, hører *dødningeuret*, *snudebillerne* og *træhvepsene*.

Det er insekternes *larver*, der gør skade, og ikke de voksne biller. Den voksne hunbille lægger sine æg i revner i træet og sprækker i konstruktionen, af hvert æg udklækkes en lille larve, som borer sig ind i træet, æder veddet og vokser i ét til flere år. *Boremelet* er larvens fordøjelsesprodukt. Når larven har gennemgået sin fulde udvikling udhuler den et *puppekammer* nær træets overflade. Puppestadiet varer nogle uger, den færdige bille gnaver sig et *flyvehul* og kravler ud på træets overflade. Dens livsopgave er udelukkende formering, og dens dage er få, hannen dør efter parringen, hunnen kort efter æglægningen.

A:6:14 *Husbukken* er det farligste træødelæggende insekt i Danmark, den har levet her i århundreder, men først i det 20. århundrede er dens angreb blevet så omfattende, at de bekæmpes. Årsagerne til dette er både byggeriets stadige vækst og dårligere lagringsforhold for træ, evt. også ændrede vækstbetingelser og klimaforhold.

Husbukken angriber kun splintved af nåletræ og fortrinsvis tagkonstruktioner. Det er en 8-24 mm lang bille, flad, let behåret, mørkegrå med to sorte knopper fortil på ryggen, lange følehorn; hunnen har en lang læggebrod og lægger 60-100 æg i grupper på 10-20. Larven kan blive 25 mm lang og 6 mm tyk; den lever 3 til 6 år (under dårlige vilkår op til 12 år) i træet. Klækningstiden er 10-14 dage, puppestadiet varer ca. 3 uger. Husbukkebillen kan ikke gnave, og presser sig derfor ud gennem flyvehullets tynde skal, hvorved *husbukkens flyvehul* får den karakteristiske flossede kant; flyvehullet er 3-5 mm bredt og 5-10 mm langt. Under gode levevilkår kan husbukkens larver ødelægge en tagkonstruktion komplet på 10-15 år; da overfladen af træet lades uberørt af larverne, kan angrebet kun konstateres gennem flyvehuller og ofte først efter 2-3 generationer. Det angrebne træ er pulveriseret, kun kerne og knaster er urørt.

A:6:15 *Borebillerne* har ikke tidligere haft betydning i byggeriet, idet den hovedsagelig angreb møbler, fortrinsvis løvtræ. Nu optræder den imidlertid ofte i bygninger. Billen er 3 mm lang, larven 3-4 mm og ca. 1 mm tyk, klækningstiden 3-4 uger, larven udvikler sig på 1-3 år og puppestadiet er 2-3 uger. Borebillens flyvehuller er runde med skarptgnavede kanter.

A:6:16 Andre insekter, der angriber træ, er de små *snudebiller*, ca. 5 mm lange med karakteristiske store snabler, de findes fortrinsvis i forbindelse med svampeangreb.

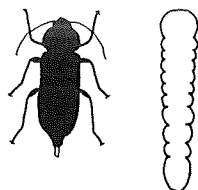
Dødningeuret er en speciel borebille, som kun angriber let fugtigt ved, fortrinsvis egetræ. Den har store smukke flyvehuller.

Violbukken er kun lidt mindre end husbukken og lever på samme måde, men da dens larver kun gnaver lige under barkkanten, er angrebene ikke så farlige og kan afværges ved anvendelse af afbarket træ. *Violbukken* har ovale, skarptgnavede flyvehuller.

Barkborere er små borebiller, der kun lever under barken.

Træ anvendt under vand kan ødelægges af pæleorm og pælekrebs; det kræver bestemte saltvandsforhold og strømforskel. For at træet kan siges at være modstandsdygtig mod angreb, kræves en levetid på 20 år, af de under A:5 nævnte træarter kan kun Azobé opfylde dette krav; bøg og fyr bliver modstandsdygtig ved fuldimprægnering.

Der findes også insekter, som ikke angriber sundt træ og derfor ikke betragtes som alvorlige skadedyr.



Husbuk, husbukkelarve og flyvehul i naturlig størrelse.



Borebille med larve og flyvehuller i naturlig størrelse.

Snudebillerne er særlig karakteristisk derved, at man intet ved om dens levevis og levetid.

Byg Erfa = Der foreligger blade om emnet.

Behandling af insektangreb

A:6:17 *Kendetegn på insektangreb* er tilstedeværelsen af flyvehuller og eventuelt boremel.

Nye angreb af husbukke findes som regel i nærheden af tagryggen, og flyvehullernes placering kan derfor give en mulighed for bedømmelse af angrebets alder, hvilket har betydning ved afgørelsen af, om træet har mistet så meget i styrke, at det må fjernes.

A:6:18 *Behandling af husbukkeangrebet træ* kræver kun i de værste tilfælde fjernelse af angrebet tømmer; de bortskårne dele må da brændes for at dræbe æg og larver.

Behandling vil i almindelighed gå ud på at dræbe larverne ved varmluftopvarmning eller med giftgas.

Ved *opvarmningsmetoden* skal træet gennemvarmes. Larverne dør ved temperaturer over 60°C på grund af udtørring og koagulering af proteinerne.

Varmebehandling varer 3 døgn. Varmekilden er store transportable fyr, hvorfra den varme luft gennem tykke rør ledes til det behandlede tag. Varmebehandling må kun udføres med *brandvæsenets tilladelse*. Der kan som følge af varmebehandlingens udtørring af træværket ske sætninger og revnedannelser i huset.

Giftgasbehandling udføres med metylbromid. Den kræver evakuering af hele bygningen og efterfølgende udluftning af gassen, hvilket især kan være vanskeligt, hvor gassen længere tid kan blive stående i polstermøbler, lukkede skabe etc.

A:6:19 En meget anvendt behandling er *sprøjtning* med et *insektdræbende middel*, der virker ved at larverne dør, hvis de æder det forgiftede træ. Der anvendes forskellige midler til forskellige insekter. Sprøjtning er påkrævet som efterbehandling ved varme- eller giftgasbehandling, da disse metoder kun har akut virkning.

Imprægnering kan anvendes som forebyggende behandling mod insektangreb.

A:7 Træbeskyttelse

Konstruktiv træbeskyttelse

A:7:1 Den bedste *beskyttelse mod nedbrydning* er at anvende den til det pågældende formål bedst egnede træart, at anvende træ, som er sundt og vellagret og har den til anvendelsen rette fugtighed.

A:7:2 Imidlertid kan man forøge *træets holdbarhed* ved at udføre sine konstruktioner under hensyntagen til træets særlige egenskaber.

Hensigtsmæssig fugtisolering og ventilation er en nødvendighed, men det må også påses, at der ikke kan ske fugttilførsel udefra gennem vandførende rør, eller kondens.

A:7:3 *Konstruktiv træbeskyttelse* kan opsummeres i følgende punkter:

1. Træ til udendørs arbejder maksimum 20% fugtindhold, træ til indvendig brug ovntørret til maksimum 12% fugtindhold.
2. Træmner bør ikke anbringes i bygningen før denne er tør og lukket.
3. Endetræ må ikke komme i berøring med terræn; afstand til jord skal være 250-300 mm. Er der fast belægning kan afstanden reduceres til 100 mm.
4. Krybekældere og våd-rum med overliggende trætagadskillelse skal ventileres gennem riste, der ikke må kunne lukkes og er anbragt således, at døde hjørner ikke opstår i rummet. Jordoverflade i sådanne rum skal overdækkes med fugtstandsende lag.
5. Hulrum bag træbeklædte tagdækninger og bag udvendige facadebeklædninger skal ventileres til det fri gennem åbninger, der ikke kan lukkes og med mulighed for gennemtræk ved forskellige vindretninger.

Såvel varmebehandling som giftgasbehandling udføres af specialfirmaer.

Ved behandling med effektive insektdræbende midler vil borthugning af angrebet træ kunne undgås - med mindre angrebet har svækket træet for meget.

Træbranchens oplysningsråd: Træ holder længe. TRÆ 29, 1984. Revideret og suppleret 1990.

Oversigt over fugtighedsprocenter til forskellige anvendelser; se A:2:9.

6. Trækonstruktioner der er varmere på den ene side end på den anden, skal udføres med dampspærre på den varme side og der må ikke anvendes damptætte materialer til isolering, beklædning etc. mellem dampspærren og ventilationsspalten, respektive det frie.

Trægulvkonstruktioner på terrændæk bør principielt undgås, medmindre konstruktionen er udført så den giver fuldstændig sikkerhed mod fugtopstigning fra terræn og mod dannelse af kondens.

7. Oversiden af alle trædele, der udsættes for nedbør eller vanddråber f.eks. fra kondens, i vinduer, udv. døre, udv. beklædninger o.s.v. skal have udrettet fald, sidetræ 1:4, endetræ 1:2.

Undersiden af sådanne trædele sikres ved drypnæser eller vandnoter i underkanten mod at nedrivende vand løber ind langs underkanten.

8. Trækonstruktionsdele, der hviler på mur eller beton, skal lægges af på murpap for at undgå fugtopsugning. Dette gælder ikke blot på sokkel, men også trægavle på mur og træbjælker i bærende ydermur eller langs ikke bærende ydermur.

Kemisk træbeskyttelse

A:7:4 Kemisk træbeskyttelse går ud på, at gøre træet uegnet som næring for svampe, insekter og andre skadedyr, samt at beskytte træet mod klimatiske påvirkninger.

Ved kemisk træbeskyttelse indføres træbeskyttelsesmidler, der indeholder svampegifte (fungicider) og evt. insektgifte (insekticider), i træet.

A:7:5 Kemisk træbeskyttelse anvendes principielt overalt hvor den konstruktive træbeskyttelse alene ikke kan sikre træets holdbarhed. Kemisk træbeskyttelse kan aldrig erstatte konstruktiv træbeskyttelse.

Konstruktionsdele, hvis tilstand ikke kan kontrolleres eller som ikke kan vedligeholdes, skal imprægneres, hvis der er risiko for vandindtrængen gennem utætheder eller for kondensvand.

Under hensyntagen til hvilke påvirkninger en konstruktion udsættes for, hvilke ulemper reparation eller udskiftning medfører og hvor lang tid en konstruktionsdels funktionsevne ønskes bevaret, er der opstillet nogle risikogrupper til hjælp ved vurdering af den mest hensigtsmæssige beskyttelse.

Risiko-klasse	Karakteristik	Eksempler	Svampetyper	Kemisk træbeskyttelse
5	Trækonstruktioner udsatte for marine organismer samt konstruktioner udsatte for ekstreme påvirkninger, eller hvor særlige sikkerhedskrav foreligger.	Træ i havvand Kælderydervæg	Pæleorm og -krebs Soft rot svampe Tømmersvampe	Klasse M jfr. DS 2122
4	Trækonstruktioner hvor betydelig risiko for biologisk nedbrydning foreligger. Bærende konstruktioner der er udsatte for fugtpåvirkninger og som er vanskelige at kontrollere eller udskifte.	Træ i kontakt med jord eller ferskvand. Konstruktioner i høj luftfugtighed. Hegn, carporte m.v.	Tømmersvampe evt. Soft rot svampe	Klasse A jfr. DS 2122
3	Trækonstruktioner der er udsatte for periodisk opfugtning og dermed angreb af trædelæggende svampe og hvor ulemper ved udskiftning eller risiko for ulykker er begrænset. Dog ikke konstruktioner i kontakt med jord og ikke permanente i vand.	Vinduer Udvendige døre Facadepartier	Tømmersvampe Misfarvende skimmelsvampe	Klasse B og AB jfr. DS 2122 Suppleres med overfladebehandling med pigmenteret maling senest efter montering.
2	Træ der væsentligst er udsat for angreb af overfladisk karakter, og som er let at kontrollere og udskifte.	Overdækket udvendig beklædning	Misfarvende skimmelsvampe	Grundes med upigmenteret og vedligeholdes med pigmenteret træbeskyttelsesmiddel eller maling.
1	Træ i tørt indeklima	Bolig-møbler	Ingen	Ingen

K. V. Storm: Træbeskyttelse, København 1965.

Træ holder længe, Top 29-1984. Revideret og suppleret 1990.

DS 2122 Imprægneret træ klasseinddeling. Revideret 1990.

Risikoklasser efter E. Borsholt Byg-erfa 800314

A:7:6 Metoderne er:

1. *Imprægnering* (trykimprægnering) som giver fuld indtrængen i splintveddet. Kerneved kan ikke imprægneres. Imprægnering er en industriel proces.

2. *Overfladebehandling*, som kan foregå industrielt (vacuumimprægnering) med en indtrængen på ca. 10 mm i splintveddet eller som håndværksmæssig overfladebehandling med en indtrængen på få mm.

Vedligeholdelse af kemisk træbeskyttelse vil altid være håndværksmæssig overfladebehandling.

A:7:7 *Imprægneringsmidler* kan være oliebaseerede eller saltimprægneringsmidler. *Overfladebehandling* (vacuumimprægnering) udføres med oliegrundingsmidler.

Til trykimprægnering kan benyttes kreosotolie (tjæreolie), som farver træet sort-brunt. Det er ikke tørrende og overfladen vil være afsmittende. Det er i nogen grad vejrbestandig, giver lugt og medfører risiko for plantesvidning. Kan ikke overmales eller limes.

Til trykimprægnering benyttes endvidere CCA-salte (kobber, krom, arsen), som opløses i vand; træet bliver vådt (80-120%) og skal udtørres efter imprægneringen. Træet farves i grå og grønne farver afhængig af det anvendte salt; farvningen er afsluttet 3 til 6 døgn efter imprægneringen og saltene er da omdannet til kemiske forbindelser, der ikke kan opløses i vand. Saltimprægneret træ kan overmales og limes.

Til overfladebehandling (vacuumimprægnering) benyttes oliegrundingsmidler, der er opløst i terpentin. Træet farves ikke, men får en lidt mørkere tonet egenfarve. Midlerne kan udvaskes, er ikke vejrbestandige og kræver overfladebeskyttelse med vandafvisende maling. Behandling kan ske efter en lagringsperiode på ca. 6 uger (efterbehandling med akrylplastmaling kræver mindst 1 års forudgående lagring).

A:7:8 *Imprægneret træ* leveres som industrielt behandlet færdigvare i henhold til DS 2122 »Imprægneret træ. Klasseinddeling«.

Ved bestilling af trykimprægneret træ f.eks. i beskrivelser skal henvises til DS 2122 og angives imprægneringsmiddeltype, træart og klasse. Ønskes saltimprægneret træ anvendt til bygningskonstruktioner skal det tillige angives hvilket fugtighedsindhold træet skal udtørres til.

Standarden er baseret på anvendelse af fyr. Andre træarter kan godkendes, hvis de opnår samme beskyttelse som fyr. Imprægneringsanlægget skal være godkendt og det imprægnerede træ kontrolleres. Kontrollen udøves af Trærådets Træbeskyttelsesudvalg (TTU) gennem Dansk Imprægneringskontrol (DI) i henhold til Nordisk Træbeskyttelsesråds (NTR) regler. DI har til huse på Teknologisk Institut i Tåstrup.

A:7:9 DS 2122 omfatter følgende fire klasser:

Klasse M: foretages ved trykimprægnering med kreosotolie eller saltimprægneringsmiddel, forudsætter fuldstændig gennemtrængning af splintveddet med en ekstrahøj optagelse af imprægneringsmiddel, anvendes hvor der stilles særlige sikkerhedskrav f.eks. konstruktioner i havvand, konstruktioner i kontakt med jord (kælderydervægge).

Bearbejdning efter imprægnering må ikke finde sted. Kan kapning eller lign. ikke undgås, skal de rå flader efterbehandles efter leverandørens forskrifter.

Klasse A: foretages ved trykimprægnering med kreosotolie eller saltimprægneringsmiddel, forudsætter fuldstændig gennemtrængning af splintveddet og godkendt optagelse af imprægneringsmiddel, der dækker vedcellernes overflader, anvendes f.eks. hvor udvendige trækonstruktioner har jordkontakt og ved indvendige trækonstruktioner udsat for stor fugtighed f.eks. i vådrum, indbyggede, vanskeligt kontrollerbare bygningsdele f.eks. gulvstrøer over terrændæk.

Ved trykimprægnering vil træemnet kaste sig på grund af den store fugtmængde. Veltørret trykimprægneret træ vil forholde sig som uimprægneret træ.

Der er dog risiko for udvaskning med surt vand (lavt pH).

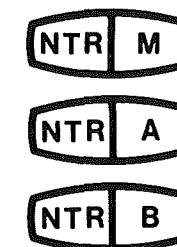
Maling som overfladebeskyttelse og vedligeholdelse se kap. R.

Tilsvarende standarder findes i de andre nordiske lande.

F.eks. Saltimpr. fyr, klasse A, jfr. DS 2122 20% fugtigh.

DS 2122 er udarbejdet af NTR: Nordisk træbeskyttelsesråd. TTU: Trærådets træbeskyttelsesudvalg, Teknologisk Institut.

Se A:7:5, skema



Virksomheder må benytte de her angivne klassifikationsmærker.

Bearbejdning efter imprægnering bør ikke ske. Eventuelt bearbejdede flader behandles med samme middel, som er anvendt til trykimprægneringen.

Klasse AB: trykimprægnering (som klasse A, men med mindre giftigt saltimprægneringsmiddel), anvendes hvor udvendige trækonstruktioner ikke har jordkontakt f.eks. beklædninger, havekomponenter over jord m.m., hvor udskiftning af skadede dele er mulig og risikoen for ulykker er begrænset.

Klasse B: foretages ved vakuuminprægnering med et olieopløst, organisk imprægneringsmiddel, forudsætter mindst 5 mm lateral (radial) og 50 mm aksial indtrængen i splintved, anvendes til træ i vinduer, udv. døre, facadeelementer, der leveres som færdige konstruktioner. Klassen forudsætter at behandlingen sker når konstruktionen er færdigbearbejdet og senere bearbejdning er forbudt.

Må ikke anvendes til indvendige beklædninger på grund af afgangning og må ikke anvendes til beklædninger, der skal kunne brandklassificeres som klasse 1 eller 2.

A:7:10 Midler til kemisk træbeskyttelse er som væsker giftige eller *sundhedsfarlige* og som sådan underlagt myndighedernes kontrol (Miljøstyrelsen, Arbejdstilsynet).

De kemiske forandringer midlerne gennemgår ved kontakt med træet medfører, at imprægneret træ trods dette kan benyttes uden større risiko. Dog må imprægneret træ aldrig komme i kontakt med levnedsmidler eller foderstoffer til dyr. Imprægneret træ må heller ikke brændes på åbent bål eller i private fyringsanlæg, kakkelovne etc. - ved forbrændingen udvikles bl.a. dioxin.

Kreosotolieimprægneret træ kan give *hudirritation*, specielt i solskin. Ved opsætning i solskin af nyimprægneret træ anbefales anvendelse af arbejdshandsker og beskyttelse af ansigtet med solfiltercreme.

Saltimprægneret træ kan, når det er tørt og evt. opløseligt salt på overfladen er afskyllet, berøres *uden risiko* og afgiver ikke sundhedsfarlige dampe (bortset fra ved forbrænding).

Vakuuminprægneret træ tilføres under processen store mængder terpentin (opløsningsmiddel) som giver afgangningsprodukter, der i lukkede rum vil være *sundhedsfarlige*.

Nogle saltimprægneringsmidler virker *korroderende* på aluminium. Der skal derfor anbringes bitumenpap eller lign. mellem beklædningsplader eller beslag af aluminium og saltimprægneret træ.

A:7:11 *Håndværksmæssige metoder* til behandling af træ til kemisk beskyttelse kan være dykning eller strygning og sprøjtning. De sidste er behandlet under malerarbejde i kap. R.

Ingen af disse metoder giver varig beskyttelse, de kræver alle stadig vedligeholdelse. Bedst er dykning, der kræver specielle anlæg, som kar eller beholdere.

A:7:12 Trykimprægneret træ bevarer sin beskyttelseeffekt og *kan ikke efterbehandles*. Vedligeholdelse af den kemiske beskyttelse er ikke mulig. Overfladebehandling på trykimprægneret træ skal vedligeholdes som al anden overfladebehandling.

Vakuuminprægneret træ *skal efterbehandles* med et oliebaseret, vandafvisende middel. Denne efterbehandling skal vedligeholdes.

Håndværksmæssigt behandlet træ vedligeholdes med det til første behandling anvendte middel.

Alle træmner kan efter imprægnering males med vandbaserede malinger, hvis de forinden grundes med grundingsolie. (Dog ikke kreosotolieimprægneret træ).

Tilsvarende standarder findes i de andre nordiske lande.

Med hensyn til brandimprægnering se A:3:23 og S:1:13.

Korttidscypling kan anvendes på træmner før montagen, dyppetid mindst 10 min. Strygning og sprøjtning kan anvendes på monterede træmner. Sprøjtning anvendes sjældent, da det kræver afdækninger og maske til arbejderne.

A:7:13 *Saftfortrængning* er en metode til imprægnering af træarter, der ikke kan trykimprægneres, f.eks. grantræ. Der findes to industrielle metoder: Boucheri og Gewecke. De er ikke DS 2122.

Ved *Boucherimetoden* anbringes rundtømmeret med roden opad, væsken ledes ind i rodenden og ved hjælp af et let tryk forøges den naturlige tendens til at løbe nedad. Imprægneringen er afsluttet når væsken siver ud af topenden, d.v.s. forneden.

Ved *Geweckemetoden* anbringes træemnet i et kar med imprægneringsvæske, træets safter udsuges ved hjælp af sugekopper, der monteres på endefladerne. Efterhånden som safterne udsuges trænger imprægneringsvæsken ind i træet.

A:7:14 *Andre træarter* end fyr kan med visse forbehold kemisk beskyttes. Efter DS 2122 er opskåret lærk, og nogle canadiske træsorter (Tsuga) også godkendt til trykimprægnering.

Gran og rundtømmer af lærk kan imprægneres ved saftfortrængningsmetoden, men opfylder ikke kravene i DS 2122.

Træarter uden egentlig kerne kan imprægneres med saftfortrængningsmetoden som gran, - f.eks. ask, bøg, birk, el, lind -. Det er også muligt at trykimprægner splintved i eg og elm, men dette er uinteressant, da splinten i disse træarter er værdiløs, kun kernen bruges.

A:8 *Træbaserede byggematerialer*

Finér og krydsfinér

A:8:1 *Finér* er tynde træskiver (0,5-10 mm), der sammenlimes til *krydsfinér*. Formålet er at fremstille en afspærret træplade, der ikke kaster sig og svinder så lidt som muligt.

Af ædle træarter fremstilles finér (0,8-1 mm), der anvendes som dækfinér med det formål at opnå besparelser i anvendelse af ædle træsorter.

A:8:2 Finér kan fremstilles ved savning, knivskæring eller skrælning.

Ved *savning* kan pladetykkelsen ikke blive under 1 mm, og da der tillige er stort spil anvendes savskåret finér næppe mere.

Ved *knivskæring* marvskæres stammen først, og derefter koges træet. Derefter fastspændes blokken i en høvlemaskine med en meget lang (4,5 m) tynd kniv, som føres mod blokken og afskærer finéren lag efter lag. Finértykkelsen er højst 3 mm som regel 0,6-0,8 mm. Anvendes hyppigst til fremstilling af yderfinér til døre og møbelplader.

Skrælning anvendes til fremstilling af finér til krydsfinér og dækfinér til møbelplader. Dette kræver også en forudgående kogning af stammen, som derefter anbringes i en slags drejebænk, hvor den roterer mod en fastsiddende tynd kniv (4,5 m). Maskinen kan tage blokke med en diameter på 0,25-1,5 m. Finéren afskræles i en fortløbende skræl, der opdeles i mindre stykker, sorteres og tørres.

Skrællet finér kan have fine revner, opståede ved udretningen, og den har en udpræget tendens til at krumme tilbage til stammens oprindelige form.

Finértykkelsen er mellem 0,1 og 10 mm, til krydsfinérproduktionen er tykkelsen normalt 1-4 mm.

A:8:3 *Krydsfinér* fremstilles ved sammenlimning af fra 3 til 17 lag finér. Tykkelserne er fra 3 til 30 mm, nominelt. De til sædvanlige byggeformål anvendte plader er 9-16 mm. Standardmål 1220×2400 mm, men andre mål forekommer. Krydsfinér leveres sorteret, mærket og emballeret.

Krydsfinér fremstilles normalt med gran eller fyr som inderfinér, og med dækfinér af bøg (dansk), gaboan (dansk), birk (finsk), oregon pine (canadisk eller usaisk).

Dekorationskrydsfinér fremstilles med dækfinér af ædle træarter eller med profileret dækfinér.

Til imprægnering af gran bruges metalsaltopløsninger. Gran kan også imprægneres efter vekseltrykmotoden, hvor 12 eller flere trykperioder veksler med lige så mange vakuumperioder; perioderne er på 1-8 minutter.

Besparselsen opnås ikke ved anvendelsen af ringere træ, tværtimod er det den bedste del af stammen - knastfri, retvokset og cylindrisk - der anvendes til finérproduktionen.

De angivne tykkelser for krydsfinér er nominelle; upudsede plader er lidt tykkere, pudsede plader lidt tyndere, f.eks. 4 mm, upudset 4,2 mm, pudset 3,8 mm.

Vægt afhængig af træart: Birke træsfiner ca. 7 kg/m². Fyrre træsfiner ca. 5 kg/m², begge ved 10 mm tykkelse.

A:8:4 *Kvalitetsbetegnelser* for krydsfinér angiver sortering med hensyn til udseende samt limkvalitet. Betegnelserne er ikke internationale, der findes ISO-regler, men Canada og USA følger egne regler.

Almindeligvis leveres krydsfinér med forskellig kvalitet af forside og bagside. Et sæt kvalitetsregler benytter bogstavbetegnelser, hvor A er bedst, derefter B - B/BB - B/C - B/WG - C - C/D - S - S/BB - S/WG - BB - BB/WG - WG. Et symbol betyder at begge sider er ens, to symboler forside/bagside.

ISO-betegnelser er romertallene I (svarende til B), II (S), III (BB), IV (WG). I tillader mindre knaster og revner, II propper, større knaster og revner, III tillader sammenfugning af finéren, IV stiller kun krav til limkvalitet. *Limningen* er afgørende for krydsfinérens anvendelse. En simpel inddeling er at skelne mellem I og U, som betegner henholdsvis indendørs og udendørs anvendelse og dertil svarende limning. Til konstruktioner og beklædninger i byggeriet anvendes kun U-limet krydsfinér.

Limbetegnelser efter BS (British Standard, som anvendes i de nordiske lande) er: INT = kun indendørs anvendelse, MR = moisture resistant, tåler opfugtning med koldt vand, BR = boil resistant, tåler varmt vand, WBP = weather and boil proof, tåler udendørs anvendelse og er vand- og kogefast. Kun WBP limet krydsfinér kan betegnes som *vandfast-limet krydsfinér*.

Til undergulve, tagunderlag samt til bærende krydsfinér konstruktioner kræves WPB-limet krydsfinér.

A:8:5 *FRCW-krydsfinér* er en speciel krydsfinér fremstillet helt af bøgetræ, som før sammenlimningen behandles med brandhæmmende middel og imprægneres mod svamp og råd.

Produktet er en dansk opfindelse, men produceres for tiden ikke i Danmark (men det importeres).

Møbelpalader

A:8:6 *Møbelpalader* består af *blindtræet*: sammenlimede lister eller finerer, der på ydersiderne er afspærret med et eller flere lag dækfinér.

Blindtræet kan være fremstillet ved *laminerings* af finérstrimler, højst 7 mm tykke, og benævnes *lamellimet møbelpalade*. Det giver den bedste møbelpalade med mest egal overflade.

Bloklimede møbelpalader har blindtræ af 20-30 mm brede lister. De er billigere, men også mere fugtfølsomme end lamellimede palader.

Møbelpalader fremstilles med 1 eller 2 lag dækfinér på hver side og benævnes *3-lags møbelpalader* og *5-lags møbelpalader*.

Møbelpalader kan fremstilles med dækfinér af ædle træarter.

Møbelpalader leveres i tykkelser fra 12 til 25 mm, som dørpalader tillige i de til DS svarende tykkelser.

A:8:7 I stedet for blindtræ kan der anvendes *andre indlæg* i møbelpalader, især til dørpalader: brædder, opskåret med langsgående spor, spånplader, spånroller eller bølgepap. Kvaliteten af disse palader er ikke på højde med rigtige møbelpalader. Som afspærringsmateriale kan til disse kvaliteter også anvendes hårde træfiberpalader.

Limtræ

A:8:8 *Limtræ* eller lamineret træ er *fabriksmæssigt fremstillede træprofiler* af sammenlimede trælameller. Det anvendes til fremstilling af store trædimensioner og specielle konstruktioner.

Lamellerne skal være *styrkesorteret* i henhold til T-virke-sorteringsreglerne. I trænormen DS 413 opstilles to styrkeklasser for limtræ: L 40, som kan regnes opnået ved anvendelse af lameller af T 30, og L 30, af lameller af T 24.

Limtræ skal i øvrigt fremstilles i overensstemmelse med DS 1118 Limtræ. »Fremstilling og kontrol«. Der findes kontrolordninger i de skandinaviske lande, der anvender et fælles mærke: L i en cirkel. Kontrolordningerne koordineres i Nordisk limtrænavn.

British Standard BS 1204: part 1:1979

De forskellige exportlandes mærkninger og kontrol er beskrevet i TOP 27: Krydsfinér.

FRCW = Fire resistant compact wood.

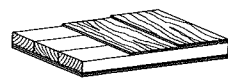
Møbelpalade



5-lags lamellimet



3-lags lamellimet



5-lags bloklimet



5-lags krydslagt bloklimet



3-lags bloklimet

Limtræ skal være mærket



TOP 30: Limtræ

Lamellerne fremstilles af gran, til trykimprægneret limtræ anvendes fyr. Færdige limtræsemner opfylder dog ikke kravene til beskyttelsesklasse A i DS 2122, da lamellerne hævles.

Danske producenter anvender udelukkende resorcinollim, som efter hærdningen ikke afgiver skadelige stoffer, heller ikke ved brand.

Lamellerne er 33½ mm, 3 lameller er 100 mm høje. Tyndere lameller (22-28 mm) anvendes til krumme emner med radius under 5 m. Bredden er 90 - 115 - 140 - 160 - 185 mm. 60 mm brede emner kan fremstilles ved flækning (kløvning) af 140 mm bjælker. Bredder emner end 185 mm kan fremstilles ved at den enkelte lamel består af 2 eller flere brædder. Disse specialbredder giver generelt noget reducerede styrkeegenskaber.

Lamellerne er længdesamlede ved fingerskarring. Limtræsemners længde er derfor udelukkende bestemt af konstruktionen og transportensyn.

A:8:9 *Standardbjælker* leveres i bredde 90 og 115 mm i følgende højder: 100 - 200 - 233 - 267 - 300 - 400 mm. Højden 100 består af kun 3 lameller og kan derfor ikke beregnes som limtræ. Største længde for søjler og bjælker er 24 m.

Limtræ leveres *høvlet* på alle flader og med et *fugtindhold* på 12%. Måltolerancen under disse vilkår er: bredden 90 mm + 2 mm ÷ 1 mm, større bredde ± 2 mm, højden ± 2 mm (højder over 500 mm ± 5 mm), længden ± 5 mm.

Til snedkerarbejde leveres mindre dimensioner lamineret træ i bredde 45 mm: 45×45, 45×65 mm.

Træfiberpalader og spånplader

A:8:10 *Træfiberpalader* fremstilles i kvaliteterne: porøs (blød), halvård (middelhård), hård og hærdet.

Råmaterialet er i hovedsagen sønderdelt nåltræ, men også visse andre plantefibre kan anvendes.

Fremstillingsprocessens forløb er principielt følgende: råmaterialet sønderdeles (defibreres), der tilsættes vand og massen formes i ark ved kontinuerlig tildannelse. Når massearkene tørres med hed luft, fås porøse palader. Der kan tilsættes forskellige stoffer, f.eks. asfalt. Der anvendes normalt ikke lim, idet cellevæggenes egen sammenlimende virkning udnyttes.

Halvhårde og hårde palader fremstilles ved at massearkene udtørres under tryk. Efter presningen gennemgår paladerne en varmebehandling, der øger deres modstandsevne mod fugtabsorption.

Hærdede palader er hårde palader, der har fået en behandling med olie og varme, hvorved olien er oxideret i pladen og derved bl.a. giver den større fugtbestandighed.

A:8:11 *Bløde palader* har gode varmeisolerende egenskaber. Overfladen er glat på en side og netmønstret på den anden side, farven er gullig. Foruden i normal-kvaliteten fremstilles de med tættest overflade, med overfladen påstrøget brandhæmmende middel samt asfaltimprægnerede.

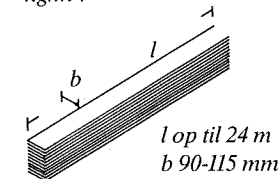
Asfaltimprægnerede palader har god fugtbestandighed uden at være diffusionstætte. De er sortbrune.

Tykkelserne (de understregede er de mest anvendte = lagervare):

Bløde palader	8 - - 10 - <u>12</u> - 16 - 20
Asfaltimprægnerede palader	<u>12</u>
Halvhårde palader	6 - - <u>9</u> - 10 - <u>12</u>
Hårde palader	2 - 2,5 - <u>3</u> - - 5 - <u>6</u> - 8
Oliehærdede palader (K-palader)	<u>3</u> - 4,5 - 5 - <u>6</u> - - <u>9</u> - - <u>12</u>

Fingerskarring A:4:12

Limtræs masse er 500 kg/m³.



TOP Træ 24, Fiberpalader

Densiteter: hårde palader >800 kg/m³

halvhårde palader 600-800 kg/m³

bløde palader 250-300 kg/m³
asfaltimprægnerede palader 350 kg/m³.

Oliehærdet plade 1000 kg/m³

Varmeledningstal:

Wl (m·K) hårde og olie-hærdede træfiberpalader 0.13

halvhårde træfiberpalader 0.08

bløde træfiberpalader 0.052

asfaltimpr. træfiberpalader 0.06.

Oliehærdede plader fremstilles glatte på begge sider. Konstruktionsplader (K-plader) er underkastet særlige krav til kontrol og mærkning (i henhold til svensk typegodkendelse SP nr. T 75/71); de udtages af den sædvanlige produktion af oliehærdede, hårde eller halv hårde plader. K-plader kan anvendes til bærende konstruktioner, kasse- eller I-bjælker, stressed-skin elementer o.l.

Hårde plader er normalt glatte på en side, men kan leveres glatte på begge sider, farven er brunlig til mørkebrun. Hårde plader fremstilles også overfladetættede.

Halvhårde plader fremstilles specielt som byggeplader, d.v.s. halv hårde plader, der ved en særlig proces er gjort mindre følsomme overfor forandringer i luftfugtigheden. Halvhårde plader er derfor også mere diffusions-tætte end andre træfiberplader.

A:8:12 Dimensioner for træfiberplader:

Alle pladetyper leveres normalt i *bredde* 1220 mm (modulmål 600 og 1200 mm kan fremskaffes).

Alle plader leveres normalt i *længde* 1220 - 1830 - 2440 - 3050 - 3660. Største produktionslængde er 5480 mm. Tilskårne mål kan leveres.

A:8:13 Spånplader fremstilles med ensartet spånfordeling eller med graderet spånfordeling, d.v.s. som lagdelt plade med yderlag af finere spåner og mellemlag af grovere spåner.

Råmaterialet er træspåner. De kan leveres med dækspåner af nåletræ eller birkespåner, eller med pålimet finér som erstatning for møbelplader. Spånplader er ikke vandfaste og især må kanter beskyttes.

Spånplader fremstilles ved at spånerne tørres, limes og spredes i pladeform, hvorefter de presses under høj temperatur.

A:8:14 Spånpladers kvalitet og anvendelsesmulighed er afhængig af deres rumvægt og den anvendte limtype.

Lette plader har kun ringe styrke, men kan anvendes til isolering mod varmetab. I byggeriet vil til beklædningsformål og konstruktioner kun blive anvendt plader med densitet mindst 600 kg/m³. Til inventar i tørre rum og tilsvarende snedkerarbejde, samt blindtræ i møbelplader kan spånplader anvendes.

Spånplader er meget *fugtfølsomme* og derfor uegnede under forhold, hvor enten luftfugtigheden er høj (våde rum), eller hvor der er risiko for opfugtning på anden måde (vandspild i køkkener, kondens etc.) Spånplader, der opfugtes vil få nogen længdeforøgelse (2-4 mm/m) og en tykkelsesforøgelse på 5-15%. Disse dimensionsforandringer vil ikke være jævne, men optræde som buler og give skævheder, og de er blivende.

Fugtfølsomheden skyldes, at de anvendte træspåner har bevaret veddets fugtmekanik i modsætning til det til træfiberplader anvendte defibrerede træmateriale. Endvidere er de anvendte lime slet ikke eller kun betinget fugtbestandige. Anvendelse til tagunderlag er derfor absolut utilrådelig (specielt når der skal dækkes med asfaltpap eller andet foliemateriale), uanset at de hertil producerede specialplader leveres med en begrænset vejrbestandig limning.

For at sikre sig mod uønskede følger, bør spånplader kun anvendes under absolut tørre forhold eller i konstruktioner hvor spånpladernes tilstand umiddelbart kan kontrolleres ved eftersyn.

A:8:15 Dimensioner for spånplader er sædvanligvis: Bredde 1220 mm, længde 2600, 5200 mm. Til inventarproduktion leveres også plader i bredde 1300 og 1830 mm. Tykkelser: 8 - 10 - 12 - 15 - 16 - 18 - 19 - 22 - 25 mm.

Limningen er normalt udført med en ikke fugtbestandig urealim (V 20), eller en fenollim (V 100), som er hygroskopisk (optager fugtighed). Hvor pladerne skal anvendes under forhold, der medfører risiko for opfugtning, kondens, klimapåvirkninger må der forlanges limning i limklasse V 313. Uanset dette forhold kan pladerne anvendes til provisoriske konstruktioner: betonforme, stilladser o.l.

Z-værdier pr. cm. tykkelse:

Halvhårde plader 1,7.

Hårde plader 1,5.

Oliehærdede plader 2,5.

Asfaltimpr. plader 0,5.

Bløde plader 0,5.

Brandtekniske krav: spånplader og træfiberplader med rumvægt mindst 600 kg/m³ i mindst 9 mm tykkelse anvendes som beklædning af klasse 2 BR, kap. 6

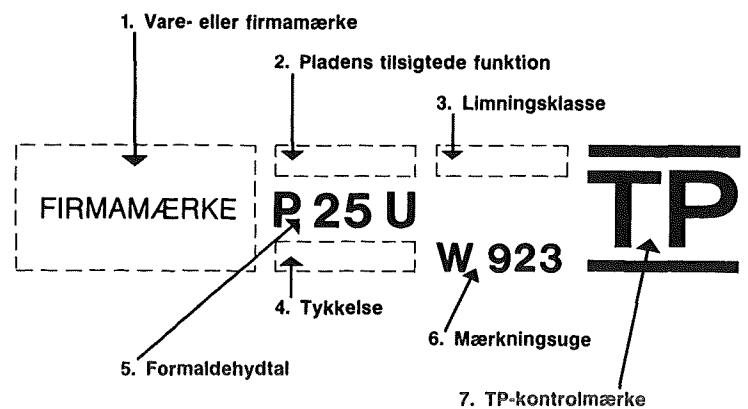
Densitet: 600-720 kg/m³.
Varmeledningsevne 0,15 W/(m·K).

Den danske sulfitludplade, som p.t. ikke produceres, er den mindst fugtfølsomme.

Pladernes overflade er hård, glat og jævn, farven er lys, men afhængig af træart og lim.

Middeltunge og tunge plader er så skarpkantede og nøjagtige, at falsning, fræsning og pløjning er mulig. Det giver dem mange anvendelsesmuligheder både til snedkerarbejde og til konstruktioner som gulvunderlag og vægbeklædning.

A:8:16 Spånplader afgiver *sundhedsskadelige* afgasninger, specielt afgiver fenollimen formaldehyd, som irriterer øjne, næse og mund. Denne afgasning aftager langsomt over lang tid, men forstærkes under fugtige eller varme forhold. Pladerne må derfor ikke udsættes for regn på byggepladsen.



Afgasningen kan ikke forhindres ved overfladebehandling, som kun kan nedsætte afgasningen. Kun behandling med et ammoniakholdigt produkt (f.eks. urin) kan virke stærkt hæmmende.

Ved at begrænse limmængden under produktionen kan afgasningen nedsættes. Derfor må der i henhold til byggelovgivningen kun anvendes plader med en kontrolleret maximal afgivelse af formaldehyd (25 mg/100 g tørstof af pladen). Disse plader skal forsynes med Træpladekontrollens mærke suppleret med et formaldehydtal. Godkendte plader skal være stemplet »P25U«, overfladebehandlede plader »P25B«.

Krydsfinér, træfiberplader og spånplader er undergivet træpladekontrollen. Plader, som opfylder kravene skal mærkes med TP mærket og angivelse af producentens mærke, produktionsuge, tilsigtede funktion, tykkelse og limningsklasse. Spånplader skal tillige mærkes med formaldehydtal.

B NATURSTEN

UDK 691.2

Sfb e-

B:1 *Naturstens oprindelse og egenskaber*

Oprindelse

B:1:1 Natursten er som træ et *naturprodukt*, men ikke et organisk materiale. Natursten er dannet af mineraler i løbet af jordens geologiske udvikling og udgør som bjergarter alle faste dele af jorden. Ved jordkorpens foldning og krympning dannes de bjergformationer, hvor naturstenene kommer frem for dagen. Overalt, hvor natursten kan brydes, har de været anvendt som byggemateriale.

B:1:2 De forskellige natursten har varierende egenskaber, de har dog alle en *stor densitet* og en *stor trykstyrke*, men kun ringe *trækstyrke*. Massen har betydning både for transport fra brudstedet til byggepladsen og for håndteringen på byggepladsen; styrkeforholdene har betydning for anvendelsen. Natursten udhugges i stenbruddet af de blokke og brud, som naturligt forekommer.

Natursten som bygningssten er i tidens løb blevet erstattet af andre materialer. Imidlertid værdsættes naturstenenes *udseende* og andre gode egenskaber stadig, og de anvendes derfor i dag i form af plader, bl.a. som beklædning.

B:1:3 Natursten kan være dannet ved størkning af smeltede masser, som granit, eller ved aflejring i vand, som sandsten og kalksten. De første kaldes *eruptive bjergarter*, de andre *sedimentbjergarter*. De eruptive bjergarter er de ældste og stærkeste. Endelig kan en stenart af disse to typer efter sin opståen have været udsat for så stort tryk, at nogle bestanddele atter kortvarigt er blevet flydende og omdannet; sådanne omdannede eller omkrystalliserede stenarter kaldes *metamorfe bjergarter*.

Natursten, strukturbetegnelse

Betegnelse	Betydning	Eksempel
kornet grovkornet finkornet	mineraldelene skelnes med øjet	granit, marmor
tæt	mineraldelene skelnes i mikroskop	basalt, flint, skifer, ølandssten
glasagtig (amorf)	mineraldelene kan ikke skelnes	flint, ædelsten
porfyrisk	større korn af andet mineral i mineralmasse af tæt eller fink. str.	kvartsporfyr
skifret	lader sig kløve i en bestemt retning	lerskifer, gneis, sandsten, glimmerskifer
porøs	indeholder mange lukkede hulrum	kalksten, limsten
omkrystalliseret	ny struktur dannet efter at stenarten har været flydende	glimmerskifer

Karen Callisen og Helge Gry: Sten i Farver, København, 1964.

Aage Jensen: Sten, København 1973.

Almindelig stendensitet: 2000-3000 kg/m³ se i øvrigt oversigten side 63.

Eruptivbjergarter betegnes undertiden også magma-bjergarter (magma er smeltede stenmasser).

De bjergarter, der er kommet til overfladen ved eruptioner, kaldes også dagbjergarter, de der er størknet i dybet kaldes dybbjergarter.

Mineraler og kemisk sammensætning

B:1:4 Natursten er sammensat af *mineraler*; kan de enkelte mineraldele skelnes med det blotte øje, kalder vi strukturen *kornet*, skal der bruges mikroskop kaldes strukturen *tæt*, og hvis det ikke er muligt at skelne strukturen, kaldes den *glasagtig*. Skifret er også en strukturbetegnelse: stenen lader sig let kløve i én bestemt retning, skifer kan altså ikke alene anvendes som betegnelse for en bestemt stenart. Endelig bruges *porøs*: struktur med mange hulrum, også om natursten.

Mineraler i magmabjergarter		hårdhed	absolut densitet
Feldspat	aluminium-, natrium-, kalium-, calciumsilikater	6	2600 kg/m ³
Hornblende, augit	blandingsmaterialer af calcium-, magnesium- og ferrosilikater	6	3300-3500 kg/m ³
Olivin	magnesiumsilikat	7	3500 kg/m ³
Kvarts (eller kisel)	siliciumdioxid (kiselsyre)	7	2600 kg/m ³
Glimmermineraler	aluminiumsilikater	2½	2800-3400 kg/m ³
lys glimmer	kaliglimmer (KAI-silikat)		
mørk glimmer	magnesium, jernglimmer		

Mineraler i sedimentbjergarter

Kalkspat (kalcit)	calciumcarbonat CaCO ₃	3	2700 kg/m ³
Stensalt	natriumchlorid NaCl	2½	2200 kg/m ³
Anhydrit	calciumsulfat CaSO ₄	3½	3000 kg/m ³
Gips	vandig calciumsulfat CaSO ₄ ·2(H ₂ O)	2	2300 kg/m ³
Baryt (tungspat)	bariumsulfat BaSO ₄	3	4500 kg/m ³

Mineraler i metamorfe stenarter

Grafit	rent kulstof C	1½	2300 kg/m ³
Talk (fedtsten)	magnesiumsilikat Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	1	2800 kg/m ³
Serpentin	magnesiumsilikat Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈	4	2600 kg/m ³

Disse mineraler er hovedmineralerne – bjergartdannende mineraler. Herudover findes en lang række bimineraler. Asbest er ikke et enkelt mineral, men betegnelse for mineralgrupper af magnesiumsilikater, der let lader sig adskille i fibre (til vævning og spinning).

Fysiske egenskaber

B:1:6 *Densiteter*

stenart	virkelig densitet grænseværdier	densitet som ang. i norm	
		DS 410	DS 418
Basalt	2900-3100 kg/m ³	3060	} 2700
Granit	2600-2800 kg/m ³	} 2750	
Gneis	2400-3000 kg/m ³		
Marmor, tæt kalksten	2600-2800 kg/m ³	2140-2750	2700
Porøs kalksten	1700-2600 kg/m ³	1330-2140	
Sandsten	2000-2700 kg/m ³	1430-2750	2500
Lerskifer	2700-2900 kg/m ³	2750	2700

Et minerals hårdhed beror på dets modstand mod at lade sig ridse. En alm. anvendt hårdhedsskala er opstillet af Mohs (ty. mineralog 1773-1839).

Den Mohs'ske skala: 1 talk - 2 gips - 3 kalkspat - 4 flusspat - 5 apatit - 6 feldspat - 7 kvarts - 8 topas - 9 korund - 10 diamant. Hårdheder over 7 kaldes ædelsten.

Hårdhed 1-2 kan ridses med fingerne, op til 5 kan ridses med lomme-kniv, fra 6 og op ridser i vinduesglas.

Disse 6 mineraler udgør 95% af jordskorpen: feldspat 58%, hornblende 16%, kvarts 12%, jernmalm 4%, glimmer 3½%, kalkspat 1½%.

B:1:7 *Varmeledningsevnen* er stor. Den sættes i Norm DS 418 til 3,5 W/(m·K) for granitgruppen, 2,8 W/(m·K) for kalksten og marmor, 2 W/(m·K) for sandsten og 1,7 W/(m·K) for skifer.

Dette har betydning for naturstens anvendelse som gulvbelægning. Gulvene vil føles kolde, men er velegnede til anvendelse i forbindelse med gulvvarme.

Vanddampdiffusionen er kun svag. Natursten må henregnes til forholdsvis vanddamptætte materialer. Vanddampdiffusionstal er ikke målt.

Fugtvidelsen er ubetydelig.

Varmeudvidelseskoefficienten er 0,7-1,2 mm (100 m·K).

B:1:8 *Bearbejdelighed*. Granitbjergarter kan bearbejdes og tildannes med groft værktøj. Sandsten og kalksten kan skæres og bearbejdes med finere værktøj. Bearbejdeligheden er afhængig af hårdheden og af de forekommende mineralers spaltelighed.

Karakteren af overfladen - stenenes tekstur - er afhængig af bearbejdningsmulighederne. De fleste sten kan *slibes*, mange kan *poler*es til helt blank overflade.

B:1:9 Natursten er *ubrændbare*, men ikke brandstabile. Granitbjergarternes mineraler har forskellige varmeudvidelseskoefficienter, hvilket kan bewirke sprængninger ved temperaturer over 200°C. Sandsten nedbrydes fysisk og kemisk ved stærk opvarmning. Kalksten og marmor omdannes til brændt kalk ved temperaturer over 800°C.

B:2 *Naturstens brydning og opskæring*

Stenbrud

B:2:1 *Brydning* af natursten foregår som regel i *åbne stenbrud*. Ved åbningen af et brud afrømmes overliggende jord og forvitrede sten. Bjergarten er velegnet til brydning, hvis stenmassen ved lodrette og vandrette revner er delt i passende blokke. Stenene brydes lagvis i bænke ved håndkraft med kiler og brækjern eller trykluftbor. Brydning kan også ske med sprængning med ikke brisante sprængstoffer.

B:2:2 De udspærngte blokke *kløves* til en for transport og den påtænkte anvendelse passende størrelse.

Meget tunge stenarter tilhuges ofte yderligere så tæt til færdigmål, som forsvarligt. Skarpe kanter o.l. vil tage skade under transport og derfor tilhuges til et *arbejdsmaal*, som er ca. 30 mm større på hver side end færdigmålet.

Plader til væg- og/eller gulvbeklædning fremstilles ofte industrielt i tilknytning til stenbruddet.

Stenhugger

B:2:3 *Stenhuggerne* er delt i to grupper, granithuggerne, som udelukkende beskæftiger sig med de hårde stenarter og andre, som beskæftiger sig med sandsten, kalksten og andre blødere stenarter.

Også værktøjet er forskelligt. Granithuggeren bruger hammer og mejsel. De bløde stenarter tildannes maskinelt, de kan saves, høvles, drejes, fræses og udbores.

B:2:4 Naturstens overfladebehandling angives for granitens vedkommende med *behugningsgrader*. Den *kløvede* overflade er ujævn: graden af ujævnheden afhænger af granitarten. Ønskes de største ujævnheder udrettede, *spidshuges* overfladen.

Den videre behandling af overfladen kan foregå efter to principper: *stokhugning* og *riffelhugning*. Ved stokhugning opnås en afbaning af ujævnhederne uden at behugningen fremtræder som effekt i sig selv, det er altså sten-

Svovlsyre kan ved kalksten fremkalde en kombineret kemisk og fysisk forvitring, idet der udvikles gips, som under dannelsen udvider sig og forårsager sprængninger.

Målangivelser under omtalen af de respektive stenarter, B:3:13 og :16.

Man bør altid rådføre sig med stenhuggeren eller stenleverandøren inden endelig afgørelse træffes, da leveringsmuligheder for stenene kan være forskellige og behugningsmulighederne for stenarterne varierer; drejer det sig om sten fra udlandet gælder andre regler end herhjemme.

strukturen, der dominerer; ved riffelhugning hugges i lige riller - riflet overflade - hvorved behugningen fremtræder som selvstændig effekt.

Normalt behugges kun de *synlige flader* og fugefladens kant. Særlig behugning kan udføres, f.eks. kløvede sten med behugget bræmme, eller profilerede konsolsten; på ældre bygninger ses ofte sådanne specielle naturstensarbejder, der kan gå over til billedhuggerarbejde.

Behugningsgrader for granit:

Ubehandlet	Kløvet
Grov behugning	Spidshugget
Jævn afbaning, grov	Stokhugget Gr I S
Jævn afbaning, mellem	Stokhugget Gr II S
Jævn afbaning, fin	Stokhugget Gr III S
Rillet overflade, grov	Riffelhugget Gr I R
Rillet overflade, mellem	Riffelhugget Gr II R
Rillet overflade, fin	Riffelhugget Gr III R

B:2:5 Også andre stenarter, f.eks. sandsten, kan leveres kløvede eller behuggede, men her gælder granitbetegnelserne ikke. Der findes ingen standardiserede betegnelser for behugningsgrader.

Den almindelige overfladebehandling for de blødere stenarter er *flintrulning*, *slibning* eller eventuelt *poler*ing. Behandlingerne udføres maskinelt med roterende skiver. Slibningen giver en mat, helt plan overflade; poleringen giver den blanke, spejlende overflade, som er typisk for marmor. Poleringen kan normalt ikke anvendes udvendig.

B:2:6 *Plader udskares* af blokkene. Hele blokken opdeles i plader under ét med en rammesav, hvor klingerne er ståltråd, og der tilføres vand og sand, evt. stålpulver. Bløde sten kan saves med alm. save med små tænder. Deling af plader udføres med roterende karborundumskiver.

B:3 *Naturstensarter*

Granit

B:3:1 Gruppen omfatter foruden de egentlige *granitarter* også andre eruptive bjergarter som *syenit*, *diorit*, *diabas*, *gabbro* samt *gnejs*, som er en metamorf bjergart med de samme mineraler som granit.

B:3:2 For alle disse bjergarter gælder, at de skal kunne lade sig bryde i *store blokke*. Granit kan leveres i blokke på flere meter på hver led, mindste mål for kløvet tykkelse er 100 mm. Skal disse stenarter anvendes i form af plader, kan tykkelsen variere fra 20 til 70 mm, men det er ret kostbart at udsave så tynde plader i de hårde sten.

B:3:3 *Granit* brydes i Danmark på Bornholm.

Blå Rønnegranit er homogen og får en jævn kløvet overflade, men er også velegnet til behugning; den fås i finkornet type, som er mørkeblå, og i grovkornet type, som er lysere. Farven fremtræder stærkest i poleret stand.

Paradisgranit er blåsort med lyse flammer og dens karakter træder bedst frem ved polering.

Vanggranit har sortgrå og rødlige kornpartier og er bedst egnet til behugning.

Moseløkkegranit er lysere end Vanggranit, mere finkornet og svagt rødlig. Også den anvendes fortrinsvis behugget.

Gr er forkortelse for grad

Også nogle hårde stenarter kan slibes og poleres, f.eks. granit.

Flintrullet overflade er grovere end slebet overflade.

Blå Rønnegranit: strømpiller ved Knippelsbro i København og Lillebæltbroen.

Paradisgranit: Københavns rådhus, søjler på omgangen 2. sal i hallen.

Odense rådhus, trapper. Vanggranit:

Christiansborg, portpartier, værn med Kystvejen i Skovshoved.

Moseløkkegranit: søjler i Nationalmusets facade mod Stormgade, Kbhvn.

Rød bornholmsk granit er kraftig rød og ret finkornet. Især poleret har den et smukt farvespil.

De kampesten eller marksten, som tidligere har været anvendt til sokler, bygninger på landet m.m. er også granit.

B:3:4 Fra Sverige importeres et par ret grovkornede røde granitter, *Tranåsgranit* og *Rød Lysekilgranit*; især i poleret stand viser de nogle karakteristiske rød-gulve farvenuancer.

Fra Sverige fås også den sorteste eksisterende sten: *Diabas* eller *sort svensk granit*. Den er meget finkornet og dybsort og anvendes ofte poleret.

Fra Færøerne får vi *basalt*, som i poleret stand også er sort, men ellers er mørkebrungrå. Beslægtet med basalt er den norske *Solvågsten*.

Fra Norge fås en syenit: *Larvikit* eller Labrador. Den har ret store (indtil 30 mm) feldspatkorn, der giver blå reflekser på lys blågrå eller grønsort bund.

B:3:5 *Granit* anvendes til brobygning, havnebygning, sokkelsten, søjler samt ligesom de andre til denne gruppe hørende naturstenarter til beklædning af facader og andre udvendige formål på grund af deres gode vejrbestandighed.

B:3:6 *Gnejs* er en krystallinsk sten, der forekommer i skifret lagdeling. Den brydes i Norge og Sverige. Som en mellemform forekommer gnejsgranit på Bornholm. Gnejs findes i nuancer fra lysegrå til gråsort og helt sort. I Halland brydes en rød gnejs med sorte flammer. Gnejs er på grund af de store lyse glimmerflager uegnet til polering.

Sandsten og kalksten

B:3:7 Sandsten og kalksten er en lang række mere eller mindre *porøse sedimentbjergarter*. De består af småpartikler af forvitrede stenarter sammenkittede af et bindemiddel, som sandsten, eller er kalkaflejringer med forskellige iblandinger, som kalksten.

Marmor hører med til denne gruppe. I daglig tale betegnes alle kalksten, der kan poleres, som marmor, men egentlig dækker betegnelsen marmor kun omkrystalliserede kalksten.

Sedimentbjergarterne er dannet ved aflejring i vand på en de af følgende tre måder:

B:3:8 *Mekaniske sediment* er dannet ved, at de af vandet medførte forvitrede rester af bjergarter udfældes - det drejer sig hovedsagelig om kvarts, som er det mest varige mineral - disse aflejringer sammenkittes af kisel, kalk eller ler. Kisel er det stærkeste bindemiddel, og de sandsten, der anvendes i byggeriet, er fortrinsvis kiselsandsten.

Kemiske sediment er dannet ved at kalk, som fandtes kemisk opløst i vandet, er udfældet og aflejret. Frådsten er et kemisk sediment.

Organiske sediment er dannet ved at døde havdyrs kalkskaller under stort tryk er sammenkittet af kalken i vandet. De flest forekommende kalksten er organiske sediment.

For at disse stenarter skal kunne anvendes til bygningsformål, skal de kunne brydes i blokke, en vis lagdeling er dog ret almindelig.

B:3:9 Sandsten egnet til bygningsformål brydes i Danmark på Bornholm: *Nexø-sandsten*. Den kan brydes i mindre blokke, men er en typisk lagdelt sandsten og brydes derfor i stor udstrækning i plader. Det er en hård sandsten med et vekslende farvespil i røde og rødliggule toner. Den kan anvendes både kløvet og slebet: da den er vejrfast, er den velegnet til udvendig brug.

De sandsten, der importeres, er mindre vejrbestandige. Fra Sverige kommer f.eks. den lysegrå, *gotlandske* (eller gullandske) sandsten, fra Tyskland den gulgrå *Bremersandsten*. Begge er ret finkornede, bedst er *Bremersandsten*. *Kinnekuilsten* fra Sverige og *Cottasten* fra Tyskland anvendtes tidligere en del, men importeres nu ikke mere til bygningsbrug.

Kampesten: kløvede i 458 landsbykirker, hugne i 789 landsbykirker i Danmark, Viborg Domkirke, Christiansborg stuefacade.

Diabas: Dagmarhus indgang mod H.C. Andersens Boulevard, Kbhvn.

Solvågsten: Politikens hus og Jespersen og søn, begge Kbhvn., Rødovre rådhus.

Opdalsten er en norsk gnejs, der anvendes til gulvfliser på grund af stor slidstyrke og skridsikkerhed, anvendes også udvendig.

Frådsten dannes i kilder med kuldioxidholdigt vand med opløst kalkpat, idet kalken udfældes på blade, kviste, småsten når kuldioxiden forsvinder i luften; de organiske dele forrådnede og gør derved frådstenen porøs. Frådsten er anvendt til Tveje Merløse kirke ved Holbæk.

Nexø-sandsten: Unitarernes hus, Kbhvn. Gullandsk sandsten: Amalienborg. Kinnekullasten: Hjørnekvadre, Det kgl. Teater. Bremersandsten: Bånd- og vinduesindfatninger i facaden på Børsen.

NATURSTENSARTER – oprindelse og anvendelse

Oversigten over natursten er opbygget med stenedes oprindelse som udgangspunkt og omfatter kun typiske stenarter, for at give mulighed for sammenligning af egenskaber og anvendelsesmuligheder.

Vægt og styrkeangivelser er omtrentlige (der er store forskelle mellem tyske og svenske kilder).

Oprindelse	Bjergart	Mineraler	Farve	Overflade	Densitet kg/m ³	Trykstyrke MPa	Egenskaber	Anvendelse
<i>Eruptivbjergarter:</i> dannet ved smeltede massers størkning	Granit	kvarts, feldspat, glimmer	grå - sort rødlig	ru kornet	2600-2800	170-200	vejrbestandig, hårdt, vanskelig bearbejdelig, kan poleres	sokkelsten, brobygning, borsten, vejmateriale
	Syenit	ortoklas, hornblende	grå - sort grønlig, kødfarvet	ru finkornet	2600-2800	over 140	vejrbestandig, noget lettere at bearbejde end granit	som granit, særlig facadebeklædning
	Diorit	plagioklas, hornblende, augit	grønlig	ru kornet	2800-3000	over 140	som syenit	havnebygning, brolægning, vejmateriale
	Basalt (også Diabas og Gabbro)	feldspat, augit, hornblende, jernforb.	grå - sort brunlig, blålig	tæt finkornet	2900-3100	250-500	vejrbestandig, hård, sej, tungt bearbejdelig	som diorit
<i>Sedimentbjergarter:</i> kemisk sediment: aflejring af mineraler organisk sedim.: aflejring af rester af organismer	Flint	kvarts	grå, sort, gullig	glasagtig			vejrbestandig, hård	
	Kalksten	kalkpat med indblandinger	hvid, gråsort, rødlig, gul - grønlig	tæt, mere eller mindre ru	1700-2600	Porøs kalkst. 20-90	porøs, ikke vejrbestandig, let bearbejdelig	dekorative formål
					2600-2800	tæt kalksten 80-180	tæt, nogenlunde vejrbestandig, vanskelig be-	væg- og gulvbeklædning
Marmor	krystallinsk kalksten	hvid, sort, rød, grøn, blå	tæt, fast	2600-2800	250-500	arbejdelig vejrbestandig med forbehold, let bearbejdelig, flerfarvet, tegning	dekorative formål, væg- og gulvbeklædning	
mekanisk sedim.: aflejring af eroderede stenmasser	Sandsten	kvarts sammenkittet af kalk, ler, kisel	hvidgrå, gul, grøn, rød	sandet og ru	2000-2700	20-260	ikke vejrbestandig, nogenlunde bearbejdelig	dekorative formål
	Lerskifer	ler, kvarts, glimmer	mørkegrøn - sort, blålig	svagt ru med skifret brud	2700-2900		vejrbestandig, let bearbejdelig, ikke elledende	tagmateriale, beklædninger, gulve
<i>Metamorfe bjergarter:</i> dannet ved omkrystallisering af ældre stenarter	Gnejs	kvarts, feldspat, glimmer	grå, rødlig	ru, skifret	2400-3000	160-280	vejrbestandig, ligner granit, men spalter i plader	som granit
	Glimmerskifer	kvarts, glimmer	grå, grønlig	ru, skifret	2700		vejrbestandig, bearbejdelighed som lerskifer, ildfast	tagmateriale, gulve, vægge
	Klæbersten	talk, klorit, kvarts, kalkpat	grågrøn	blød, fedtet			ildfast, kan ridses og skræres	ildsteder, dekorative formål

B:3:10 Selv om Danmarks undergrund hovedsagelig består af kalk- og kridtdannelser, findes der ikke længere kalksten, som egner sig til bygningsbrug.

Frådsten, som er en kildekalk (kalktuf), er let at bearbejde, men har ringe styrke; frådsten er den første bygningssten, der anvendtes i Danmark, i dag benyttes den ikke mere.

I *Fakse kalkbrud* har man i århundreder brudt bygningssten; siden 1960 er produktionen af sten og plader dog ophørt, fordi der ikke længere fandtes tilstrækkeligt store hårde blokke.

Limsten (lim - gl. ord for kridt) er hvid men ikke afsmittende, ret blød og porøs, men porerne er store og jævnt fordelte. Den ødelægges ikke af frost, men misfarves hurtigt af snavs. Den forekommer kun i tynde lag og kan derfor kun brydes i sten af mindre format (ca. 120×210×420 mm). Limsten anvendes stadig til dekorative formål.

Faxemarmor kaldes den hårde koralkalk, som lignede Travertin. Faxemarmor: universitetsbygningerne på Nørrefælled i København.

Limsten: facadebeklædning, Lukaskirken i Århus, og facadebånd på Københavns rådhus.

B:3:11 *Kalksten* til bygningsbrug importeres fra mange lande. De anvendes hovedsagelig i pladeform som udvendig eller indvendig beklædning og til gulve.

Ølandssten er betegnelsen for flere svenske, meget tætte og hårde kalksten, karakteriseret ved de mange ortoceratitforsteninger. Velegnet til alle formål, kan poleres, fås i grålige og rødlige farvenuancer.

Travertin er en kalktuf, oprindelig fra omegnen af Rom, men lignende sten brydes også andre steder i Italien, Frankrig og andre lande. Den har pore karakter, men er hård, ret tæt og kan poleres. Egner sig fortrinsvis til indvendig brug, til gulve. Ved udvendig brug må udfyldning af porerne foretages.

Savoniére er en fransk kridtsten, der er blød og kun egnet til indvendig vægbeklædning.

Marmor

B:3:12 *Marmor* er omdannet kalksten; den er dannet af kalkaflejringer, der efter dannelsen har været udsat for stort tryk og derved er omkrystalliseret. Marmor findes i utallige farver og ofte med smukke tegninger - marmoreringer - i årer, pletter og flammer.

Normalt er marmor ikke egnet til udvendig brug, men visse marmorarter har et stort indhold af kalciummagnesiumcarbonat - dolomit - som gør dem mere vejrbestandige; de er altid lyse. Disse marmorarter kan med sleben overflade udmærket anvendes udvendig og til gulve.

Marmorarter, der egner sig til udvendig anvendelse, er følgende:

Den eneste danske marmor, *grønlandsk marmor* brydes nu igen efter en pause fra ca. 1940 til 1970, den er hvidgrå med blålige flammer.

Fra Norge, *Gjellebæk marmor*, lysegrå med mørke årer, *Porsgrunn marmor*, grå, og den næsten hvide *Hovemarmor*.

Fra Sverige to gotlandske marmorarter *Klinthagen* og *Giallo*, begge grålige, *Giallo fleuri* kan dog være helt gulbrun, samt den helt hvide *Ekeberg marmor*.

Til dekorative indvendige formål findes mange forskellige marmorarter i næsten alle farver fra de rent hvide *Carraramarmor* fra Italien, som anvendtes af billedhuggere, eller med svag grålig tone og blålige årer som »servantemarmor», *blancclair*, til de helt sorte *Marquina* fra Spanien med spredte hvide årer og *Belgisk granit*, som har fået denne forkerte betegnelse på grund af de små grå kornagtige smådyrforsteninger, der giver den polerede overflade en vis lighed med poleret granit. Blandt de grønne marmorarter kan fremhæves den svenske *Kolmården* (nu kaldt *Tintomara*), *Vert st. Denis* fra De franske Alper og en tilsvarende italiensk sten *Verde delle alpi*. Hvid marmor med blå årer fås fra Italien: *Lasamarmor*; blålig med hvide årer er *Bleu belge*, lidt mere gråviolet med hvide årer den også fra Belgien stammende *St. Anna*. Fra Belgien kommer også to røde sten: den dyrbrøde *Rouge Griotte*, med rent hvidgrå årer og den mere laksefarvede *Rouge Royal Claire* med blålige pletter og hvide årer.

B:3:13 Til beklædning bør ikke anvendes tyndere plader end 20 mm, maksimumsstørrelse 1,5 m², største sidemål 1,50 m, den korteste sides mål mindst 1/3 af den længste side. Målene er imidlertid afhængig af, i hvilke størrelser blokke kan leveres.

Skifer

B:3:14 Den populære betegnelse skifer for alle natursten, der brydes i plader, er terminologisk forkert. *Skifer* betegner den lagdelte struktur, som medfører, at stenen brydes i tynde plader; men der findes forskellige natursten med skifret struktur, hvis oprindelse er vidt forskellig. Når betegnelsen alligevel benyttes her som fællesbetegnelse, motiveres det med, at netop denne struktur giver stenene et fællestrek i anvendelsen.

Ølandssten: gulv i hallen. Københavns rådhus, facadebeklædning, Biskuben, Nørrevold, København.

Savoniére: vægbeklædning i hallen, Københavns rådhus.

Grønlandsk marmor: rådhuset i Lyngby, Overformynderiet i København.

Gjellebæk marmor: fliser på Marmorbroen, København, gulvfliser i rådhusene i Glostrup og Rødovre.

Porsgrunn marmor: facadebeklædning på rådhusene i Søllerød og Århus. Nationalbanken i København.

Hovemarmor: Østifternes Kreditforening, Kbhvn.

Klinthagen: Handelsbanken i Århus, Statsanstalten for Livsfor sikring i København.

Giallo fleuri: Hånd i Hånd, administrationsbygning, København. Ekeberg marmor: Persilhuset, København.

Kolmården: magistrats-trappen, Københavns rådhus.

Lasamarmor: Hotel Australia, Vejle.

B:3:15 Nogle sandsten er skifrede, lagdelte, f.eks. *Neksø sandsten*; *glimmerskifer* er en metamorf bjergart; *lerskifer* er en mekanisk sedimentbergart; *gnejs* er en metamorf eruptivbjergart af granittype; *klæbersten* er en talkskifer. Sandsten og gnejs har allerede fundet deres naturlige omtale i de foregående afsnit.

B:3:16 *Glimmerskifer*, også kaldet *kvartsitskifer*, består af kvartskorn og glimmer, den er både hård, slidfast, vejrbestandig og ildfast.

Norsk glimmerskifer, *Altasten* er grå til grønlig med udpræget glimmervirkning. Svensk glimmerskifer, *Offerdal* er grøngrå. I Danmark udnyttes deres fortrinlige slidfasthed og skridsikkerhed til trappetrin og gulvbelægninger både udvendig og indvendig. De udkløves i pladetykkelse fra 15 til 50 mm.

B:3:17 *Lerskifer* er dannet ved aflejringer af meget fint ler i vand, senere udsat for umådeligt tryk. Kvaliteten af lerskifer, eller som den også kaldes, almindelig skifer, er ret svingende. De bedste er fuldstændig vandtætte, de er alle meget tætte i strukturen, skridsikre og slidfaste og kan ikke lede el. Lerskifer importeres til Danmark fra Portugal og England (Port Madocskifer) og anvendes i plader til beklædning, sålbænke, el-tavler, gulvfliser.

Lakelandskifer er mørkegrøn, svensk *Grythyttaskifer* er grafitfarvet og findes lys og mørk.

Til tagdækning anvendtes tidligere plader på 3 til 5 mm tykkelse: beklædningsplader er 12-44 mm tykke, gulvplader 10 mm tykke.

Klæbersten består af talk og klorit, der begge er grønne, glimmeragtige mineraler, samt lidt kvarts og kalkspat. Det er en grågrøn, meget blød men sej stenart, en af de få ildfaste; den kan bearbejdes med almindeligt snedkerværktøj, med knive og ridses med negl. Den fås fra Grønland, Sverige og Norge, og bruges bl.a. ved ildsteder.

Serpentin er en omkrystalliseret sten, beslægtet med klæbersten. Den er finkornet, farven er mørkegrøn til sort med lyse pletter, rødlige pletter eller flammer. Serpentin kan poleres som marmor.

B:4 Natursten som råmateriale

Naturlig tildannelse

B:4:1 Sten, sand og ler er erosionsrester af natursten.

De største sten, *kampestenene*, har i ældre tid været benyttet direkte til opmuring. Det er som regel granit fra Norge eller Sverige bragt hertil af istidsgletschere.

Flint er en kvarts i glasagtig struktur, forekommer som mindre sten sammen med kalksten, den har også til tider været brugt som bygningssten. Disse anvendelser er dog mere kuriøse i dag.

B:4:2 *Sand og sten* anvendes til fremstilling af mørtel og beton. Betegnelserne hen tyder til de forskellige kornstørrelser, idet alt hvad der er under 4 mm betegnes sand, alt over 4 mm sten. Grus er en blanding af sand og sten. Strandens sand er ofte så finkornet, at der er tale om rent sand; i grusgravene inde i landet findes den blanding af sand og sten, der kaldes bakkegrus.

Strand- og havmaterialet består overvejende af kvarts, strandsand er næsten rene kvartskorn, idet kvartsen er det senest forvitrende mineral. I bakkegruset findes der derimod også kalk i stenstørrelser og ofte ler.

B:4:3 *Kalkstenene* anvendes til kalkbrænding, kalk og ler udnyttes i cementfabrikationen, og ler er råmaterialet til teglstensfremstilling.

Glimmer anvendes til det såkaldte »marieglas« i kakkellovnslåger og i isoleringsmateriale, radiodele etc. Glimmer er meget modstandsdygtigt mod varme og kemiske påvirkninger og kan spalte i ganske tynde, men ret store blade. Den lyse, gennemsigtige glimmer fås fra gnejs. Den mørke glimmer biotit, er en bestanddel af granit.

Neksø sandsten anvendes i udstrakt grad som brudfliser til haveanlæg.

Ler er forvitret feldspat i kornstørrelser under 0,002 mm, se C:1:2 og D:1:14.

Lerskifer: facadebeklædning på Magasin du Nord nybygning, København, og lufthavnsbygningen i Kastrup. Grythyttaskifer: gulvfliser i forhallen, Byggecentrum.

Serpentin: facadebeklædning, ministerialbygningen på Slotsholmen i København.

Flint er en kvartsvarietet - en konkretion med mikrokrySTALLIN struktur.

Sand og sten til beton, kornstørrelser se E:1:14.

Ved fremstilling af kalk, cement og teglsten er der ikke tale om forarbejdning af råmaterialet natursten.

Marieglas er korrekt betegnelsen for gennemsigtige, spadeformede gipsminerale, der blev hængt på madonnabilleder i katolske kirker.

B:4:4 *Asbest* er magniumsilikat i trådet form. Hornblendeasbest har smeltepunkt ved ca. 1100°C og er meget hårdt.

Serpentin-asbest er blødere og lader sig spinde, men har endnu højere smeltepunkt, ca. 1550°C.

Anvendelse af asbest er forbudt i Danmark.

Brosten

B:4:6 Brosten og kantsten er *tildannede stenmaterialer*, der leveres fra bornholmske og svenske stenbrud af finkornet granit og tilsvarende stærke stenarter. Stenene udkløves maskinelt.

Brosten har en højde på 140 til 200 mm, hvilket bestemmer brolægningens tykkelse. Bredden er 100-150 mm og længden 150-250 mm.

Chaussébrosten er mindre sten af næsten rent terningsformat, mål 80-140 mm.

B:4:7 *Kantsten* leveres i 3 udførelser: faskantsten, vinkelkantsten og kløvede kantsten og i forskellige typer i henhold til dansk standard.

Kantstensens *trinhøjde* regnes at være mellem 80 og 150 mm. Totalhøjden er omkring 300 mm, længden varierer fra 0,9 til 2 m og bredden fra 150 til 300 mm.

Kløvede kantsten er i modsætning til andre kantsten ikke behugget på de synlige flader, bredden er 100 mm. Kantsten *anvendes* i udstrakt grad i forbindelser med alle vejbelægninger.

Fliser af natursten er ret kostbare i sammenligning med betonfliser og anvendes derfor mindre og fortrinsvis hvor dekorative formål er betydende.

Kunstig tildannelse

B:4:8 *Talk* er et magniumsilikat, meget blødt, anvendes til fremstilling af talkum: et pulver, som anvendes i gummi- og papirindustri, til farve og keramik, samt i medikamenter.

Også af *flint* fremstilles pulver, som, da flint er kvarts, bliver kunstig sand og bruges til sandpapir.

B:4:9 *Marmorskærver* benyttes til fremstilling af terrazzo. Oprindeligt har skærverne vel været affaldsprodukter, men i dag produceres skærverne og leveres i større og farve efter ønske.

Naturstensskærver eller tildannede stykker indgår som snitlinger eller korninger i fabriksmæssigt fremstillede gulvmaterialer, hvor naturstensbestanddelene udgør ca. 80%, resten er forskellige tilsætningsmidler og bindere f.eks. polyesterørtel.

B:4:10 *Knuste natursten* indgår som farvegivende stof eller som strukturmateriale i forskellige former for mineralpuds, som ofte gives navn efter de anvendte natursten.

Endvidere anvendes knuste stenmaterialer som belægning på asfalttag-pap.

Anvendelse af asbest i byggematerialer, se H:3

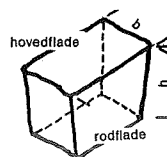
DS 136 brosten.

DS 137 chaussébrosten.

DS 138 faskantsten.

DS 139 vinkelkantsten.

DS 140 kløvede kantsten.



Marmorstykker, tildannet i mål 20×20 mm, eller 50×50 mm, anvendes til mosaikarbejde; anvendes til gulve som stiftmosaik.

c FABRIKEREDE STEN

UDK 691.3/4

SfB g-

c:1 Teglværksprodukter

Råmaterialer

C:1:1 Ønsket om at få *byggesten*, som holdt bestemte mål, og som kunne fås i passende mængder, har tidligt ført til fremstilling af »bygningssten«. I de egne, hvor natursten ikke kunne brydes, og transportbesværlighederne var store, har man skaffet sig »byggesten« ved at fabrikere dem. Fremstillingen af kunstige sten har været kendt i årtusinder ved håndværksmæssig produktion af soltørrede eller brændte sten. I dag fabrikeres sten efter industrielle metoder.

C:1:2 Teglsten og andre teglværksprodukter er fremstillet af *brændt ler*.

Ler er plastisk, det vil sige at det i fugtig tilstand lader sig forme, hvorefter det kan brændes. Efter brændingen er produktet formfast og kan være vandtæt. Ler består af meget finkornede (under 0,002 mm) forvittringsrester af feldspathoidige stenarter.

Bygningskeramikken omfatter foruden de egentlige murtegl (»mursten«), tagtegl, teglblokke, klinker, fliser, drænrør, ildfast materiale, armerede teglbjælker.

C:1:3 *Ler til teglfremstilling* er ikke rent, det indeholder tillige finkornet sand, mineralslib, finkornet kalk samt jernforbindelser.

Følgende sammensætning er normal:

	Kvarts	ca. 50% (vægt %)
	Feldspat	10-20%
	Illit	10-20%
Lermineral	Montmorillonit	2-10%
	Kaolin	5-20%
	Jernoxider	1,5- 3%
	Calcit	0-25%

Jo mere lerstof leret indeholder, desto mere plastisk er det. Meget plastisk ler kaldes fedt ler. Til gode teglværksprodukter må leret hverken være for fedt eller for magert. Ler er ikke et ensartet materiale, selv indenfor et enkelt teglværks lerindvindingsareal vil der være forskel. Den rette kvalitet opnås da ved at blande forskellige lerarter. For fedt ler kan magres ved tilsætning af fint sand.

C:1:4 Teglværkerne skelner mellem »*rødler*«, der giver rødbrændte produkter, og »*blåler*« (mergeller), der giver gulbrændte produkter. Det er forholdet mellem indhold af jernforbindelser og kalk, der afgør om leret er rødler eller blåler.

Det bedste ler til teglproduktionen findes i de *stenfri istidsaflejringer*. *Moræneler* har derimod som regel for stort indhold af sten, der må fjernes. *Plastisk ler*, som findes i aflejringer fra før istiden, kan være helt sandfrit og er uegnet til teglproduktion. Lerarter med indhold af *kaolin*, rent lerstof, findes på Bornholm og benyttes til produktion af klinker og ildfaste teglprodukter.

C:1:5 *Moler* er en speciel ler, en naturlig blanding af ler og diatoméskaller (kiselgur), som forekommer ved Limfjorden. Det kan anvendes som andet teglværksler, men giver meget lette og varmeisolerende, men ikke vejrfaste sten.

I Danmark var »Tihlsten« det store, nye, spændende materiale omkring 1100.

Teglværkernes tekniske Tjeneste, Tegl fra lergrav til byggeplads, 1966.

Opslagsbog for det murede byggeri Murerfagets Oplysningråd, 1986.

Kalk- og teglinformation, farver i byggeriet - tegl er mere end røde og gule sten, 1990.

Stenfrit issøler og moræneler findes overalt i Østjylland og på øerne; plastisk ler findes ved Limfjorden, Mariager fjord, Lillebælt og på Refsnæs.

Plastisk ler finder anvendelse i cementproduktionen.

C:1:6 Lerets naturlige sammensætning, således som det findes ved opgravningen, kan ændres på forskellig måde. Dels kan uønskede bestanddele fjernes, og dels kan *sammensætningen korrigeres* ved tilsætning af sand eller ler af anden sammensætning, ved iblanding af tilslagsstoffer, der bortbrænder, eller af kemikalier, der ændrer produktets farve.

Lerberedning og formning

C:1:7 I *lergraven* opgraves leret med maskinkraft, fortrinsvis spandkædemaskiner eller skegravemaskiner fordi der med disse maskiner allerede ved opgravningen sker en vis blanding til opnåelse af ensartet kvalitet.

Leret lagres på teglværket, dels til sikring af en kontinuerlig produktion, dels for at forbedre leret, gøre det mere ensartet og plastisk.

C:1:8 Lagringsmetoder kan være: *vintring* eller *somring*, hvorved årstidernes klimatiske forhold udnyttes til smuldring af leret og til ensartet fordeling af fugtigheden.

Ved *sumpning* lagres leret i en overdækket grube. Det udbredes lagvis, lagene overrisles med vand. Sand til magring, iblanding af andet ler, tilsætning af savsmuld til bortbrænding eller andet kan udbredes som lag i sumpen. Ved maskinel gennemgravning af sumpen opnås den mest ensartede lerkvalitet.

Sumpning er i dag den mest udbredte lagringsmetode.

C:1:9 Lerberedningsmaskinerne er *forælteren* og *valseværket*. I forælteren æltes leret til ensartet konsistens. Der kan herunder tilsættes vand eller tørt lerpulver.

I valseværket kan bløde sten (kalk, kridt) knuses, stenedskillende valsepar kan fjerne andre sten.

For at forbedre formbarheden af leret, muliggøre hurtigere tørring og mindske kraftforbruget i maskinerne tilsættes på mange teglværker *damp* til leret i forælteren.

Tilsætningen af alle til lerets bearbejdning nødvendige stoffer sker i forælteren (evt. en kasseføder før forælteren), hvis de ikke er tilsat i sumpen. Tilsætning af *brunsten* (manganoverilte) for at få brune sten, sker også under lerberedningen.

Tilsætning af *chamotte* (brændt, knust ildfast ler) sker ved lerberedningen for fremstilling af chamottesten, andre ildfaste produkter, lerkloakrør, sanitetsvarer.

Tilsætning af *savsmuld*, eller andre bortbrændende stoffer, sker til fremstilling af mere porøse sten med bedre varmeisolerende evne.

C:1:10 *Formning* af teglproduktet sker i *strengpressen*. Her presses en sammenhængende lerstreng frem mod et mundstykke (en dyse), som har form (åbning) svarende til det færdige produkt. Uden for mundstykket findes afskærebordet. Til fremstilling af mursten har formen mål svarende til murstens længde og bredde, afskæringsmålet svarer til murstens højde. Disse sten kaldes *maskinstrøgne*.

Til fremstilling af sten med huller (mangehulsten) anvendes et mundstykke med fastspændte kerner.

Til fremstilling af vingetagsten anvendes et mundstykke med buet spalteåbning.

Fremstilling af rør (drænrør) sker med et mundstykke som en cirkelring og lerstrengen passerer lodret for at rørene beholder formen.

C:1:11 Andre formningsmetoder er *håndstrygning*, som nu kun laves på bestilling. Formen er en fyrretræskasse med plads til to sten.

Blødstrygning er en maskinel fremstilling af sten, der i deres udseende har visse lighedspunkter med håndstrøgne sten. Blødstenspressen har et drejebord med et vist antal huller i murstensformat, leret presses ned i hullet og derefter med et stempel ud på et transportbånd nedenunder.

Diatoméer er encellede kiselalger, hver har to kiselkaller, der passer sammen som æske og låg. Moler findes på Mors, Fur og i Salling.

Der findes fuldautomatiske sump anlæg.

Forælteren er et ca. 5 m langt, åbent trug med en eller to langsgående aksler med knive.

Chamotte kan erstattes af forskellige kunstige magringsmidler, dog ikke til ildfaste sten.

En strengpresse kaldes også en ekstruder.

Alle mål har tillæg for det svind, der sker under tørring og brænding.

*Stenbetegnelser efter fremstillingsmåde:
MS = maskinstrøget evt.
MS glat, MS valset o.s.v.
Ma = mangehulsten.
BS = blødstrøget (evt. DB efter Dornbusch maskinen).
HS = håndstrøget.*

Til fremstilling af falstagsten benyttes *tagstenspressen*, som er en revolverpresse eller svingpresse. Heri anbringes emner (afskåret i en strengpresse), som formes mellem pressens to halvforme.

C:1:12 *Maskinstrøgne sten* vil have glatte facader. Ved særlig udformning af mundstykket, eller behandling af stenen lige uden for mundstykket kan stenen få speciel overfladekarakter. Dette kan ske ved udskæring i mundstykkets rande, anbringelse af valser eller børster uden for mundstykket o.s.v.

Der findes mange fantasibetegnelser for disse behandlinger. Korrekt bør man tale om maskinsten med glat, præget, børstet, valset, sandet overflade.

C:1:13 Lerets *vandindhold* ved formningen svinger mellem 20 og 30% (mindst ved strengpressning), men bør før brændingen nedbringes til ca. 2% hurtigst muligt uden skade for teglproduktet.

Tørringen er derfor en vigtig del af produktionen. Åbne tørrelader gav langsom og ufuldstændig (5-8%) tørring. Det mest almindelige i dag er kamertørreanlæg, hvor tørringsbetingelserne kan reguleres i de enkelte kamre og tørringen gennemføres på 2 til 3 dage.

Tørringssvindet er mellem 2 og 7% (volumenprocent).

Teglbrænding og teglfarver

C:1:14 Til *teglbrænding* anvendes to ovntyper: ringovnen og tunnelovnen.

Tunnelovnen er i dag fremherskende, i hvert fald hvad angår produktionskapacitet. De rå sten stables på vogne med ildfast bund, vognene trækkes langsomt gennem brændkanalen (tunnelen), hvor de først forvarmes op til ca. 800°C, omtrent midt i brændkanalen er ildzonen, hvor den egentlige brænding foregår ved 950-1080°C. Der sker herefter en langsom afkøling gennem den sidste del af tunnelen. Brændingen kan foregå kontinuerligt, idet der uafbrudt kan sendes nye vogne ind i tunnelen. Der fyres med naturgas el. olie, temperaturen reguleres efter lersort og kravene til det færdige produkt. Fyringen kan reguleres fuldautomatisk.

C:1:15 *Ringovnen* bygges næppe mere, men findes endnu i brug på visse værker. Den er cirkulær eller aflang og består af en brændingskanal med hvælvet loft, som ligger omkring en muret kerne med røgkanaler i forbindelse med skorstenen. Udad har kanalen en række ovnporte, der hver svarer til et afsnit i kanalen - et kammer. De rå sten indsættes i afsnittene, der adskilles med papir, når »kammeret« er fyldt, tilmures ovnporten. Ringovnen arbejder også kontinuerligt, man fylder kamrene efterhånden, ilden vandrer ovnen rundt. Fyringen kan reguleres automatisk. Der anvendes enten kul- eller oliefyring, idet fyringen sker gennem en række huller i ovnens tophvælving.

C:1:16 *Periodiske ovne* anvendes til glasering og blådæmpning. *Glasering* af tagsten anvendes ikke mere, men glasering af keramiske fliser og tilsvarende produkter foregår stadig på fliseværker. Der produceres også glaserede lerrør og formstykker.

Teglværksglasering foregår ved efterbrænding med glasur med lavt smeltepunkt: tinglasur, blyglasur.

Lerjordsglasur udføres ved at lerglasuren påføres råemnet og påbrændes i første brænding.

Saltglasur af lerrør og lignende foregår også i forbindelse med første brænding.

Blådæmpning el. reducerende brænding foregår i en periodisk ovn, hvor der kan lukes for lufttilgangen. Der kan yderligere afsættes kulpartikler i teglets porer ved afbrænding af frisk træ, tjære, som er røgdudviklende. Gulbrændende sten farves derved lysegrå (blålige), rødbrændende mørkegrå til blåsorte. Frostfastheden forringes ved blådæmpningen.

Kamrene er ca. 10 m lange og 2 m brede og 2,5 m høje.

Der benyttes overskudsvarme fra brænding.

Ved 900°C begynder de lettest smeltelige partikler i teglstensmassen at smelte og sammenkittes massen, ved 1000-1150°C vil lerstoffet begynde med at smelte, dette kaldes sintring; fuldstændig sintrede sten er tætte, de kaldes klinker. Almindelig teglværksler vil blive deformet ved disse høje temperaturer, kun den specielle bornholmske ler kan tåle at brændes til sintring uden deformation.

Metalglasurer kan være farvede, tonede, transparente. Saltglasur og lerjordsglasur giver varen skærvens farve.

C:1:17 Efter brændingen sorteres teglprodukterne.

Sorteringen foregår efter størrelse, klang, farve og fejl; da det ikke er muligt, at holde nøjagtig ens temperatur i hele ovnsens brændkammer eller ildzone, kan stenene ikke brændes komplet ens.

Brændingsgraden betegnes af danske teglværker på følgende måde: halvbrændt (letbrændt), fuldbrændt, hårdtbrændt og klinkbrændt.

Vragbrændte sten eller ildsten er uregelmæssige, ofte sammenbrændte, men i og for sig ikke af dårlig kvalitet, mens *vragsten* betegner alle på grund af fejl frasorterede produkter.

C:1:18 *Teglstens egenskaber* er afhængige af lerets og tilsætningsmaterialernes egenskaber og bestemmes af brændingstemperaturen.

Maksimaltemperaturen under gennembrændingen er for røde sten 900-950°C, for gule sten 1000-1080°C.

Stigende temperatur medfører, at densiteten stiger, styrken bliver større, stenen bliver mere tæt, mindre porøs, dens varmeledningsevne stiger.

C:1:19 *Farven* på det færdige teglprodukt bestemmes ved en kombination af lervalg, tilsætningsstoffer og brændingsforløb.

Ved fremstilling af røde sten er kalkindholdet i leret 0-25%. Normalt regnes med, at hvis lerets indhold af kalk er 3 gange så stort som lerets indhold af jernforbindelser, bliver teglen gul.

Af mulige tilsætningsstoffer skal nævnes mangandioxid eller »brunsten« til fremstilling af brune tegl i forbindelse med »røddler« og grålige sten i forbindelse med gulbrændende råler.

Brændingstemperaturen afgør hvor mørk teglens farve bliver. Jo højere temperatur – jo mørkere farve. Ved at reducere ilttilførslen under brændingen opnås tilsvarende mørke farver.

Farvespil opnås ved uensartet iblanding af tilsætningsstoffer og/eller etablering af uensartet brændingstemperatur for den enkelte sten eller stenportion.

Glasering af teglprodukter er atter blevet almindelig og nu ikke kun for tagstensprodukternes vedkommende, men også facadestenen kan bestilles og leveres glaserede i mange forskellige farver, som arkitektonisk virkemiddel.

Halvbrændte sten finder ikke anvendelse i byggerier.

Klinkbrændte sten er ikke fuldstændig sintrede.

Korrekt betegnelse af teglsten se C:4

Sammenhæng mellem brændingsgrad og stenklasse se s. 71

C:2 *Teglstens fysiske egenskaber*

Densitet og styrke

C:2:1 Teglstens *densitet* ligger mellem 1200 og 1800 kg/m³. Sten med densitet lavere end 1600 kg/m³ anvendes ikke i upudsede mure og heller ikke i bærende mure.

Særlige isoleringssten kan have lavere densitet end 1200 kg/m³. Klinkbrændte sten når op på 2000 kg/m³.

Den angivne værdi er teglmassens densitet, målt i absolut tør tilstand. En massiv teglsten vil have samme densitet, som den anvendte teglmasse. En mangelhulsten produceret af teglmasse 1800 kg/m³ kan på grund af hullerne have en densitet på f.eks. 1450 kg/m³. Da teglstens egenskaber er afhængige af teglmassens densitet må der skelnes mellem disse to densiteter. Man kan kalde dem teglmassedensitet og stenens bruttodensitet.

Som *betegnelse* for teglstens densitet angives kort: T 1600 uden tilføjelse af enhed.

C:2:2 Teglstens *styrkemæssige kvalitet* angives ved deres *trykstyrke*. Teglsten til anvendelse i bærende mure skal have mindst trykstyrke 15 MPa. Der kan produceres teglsten med trykstyrke på 60 MPa.

Trækstyrken for teglsten varierer mellem 1,5 og 3 MPa.

Styrken er afhængig af brændingsgraden. Fuldbrændte sten opnår den nødvendige styrke på 15 MPa til bærende mure. Hårdtbrændte sten vil kunne opfylde krav om en styrke på over 22 MPa.

C:2:3 Som *betegnelse* for stenstyrken angives de i murnormen DS 414 angivne *stenklasse-betegnelser*, der angiver sortering efter trykstyrke.

Der er 8 stenklasser: 4 - 7 - 10 - 15 - 22 - 30 - 37 - 45. Korrekt betegnelse: (mur)sten 15 uden angivelse af enhed.

C:2:4 *Teglstens rumfangsbestandighed* er særdeles god. Nordiske klimatiske påvirkninger fremkalder ingen store og skadelige bevægelser.

Længdeudvidelsen på grund af temperaturforandringer er i byggeteknisk henseende betydningsløs: 0,005 mm/(m·K).

Udtørningsvindtet fra vandmættet til absolut tørt er 0,1-0,2 mm/m. Dimensionsforandringen fra lagring i normal fugtig luft til lagring i normal tør luft er så lille, at det er uden interesse i byggeriet.

Varmeledning og fugtforhold

C:2:5 *Basisvarmeledningstallet* for teglsten angives i DS 418 for teglsten med densitet 1600 kg/m³ som 0,5 W/(m·K) og for T 1800 som 0,64 W/(m·K).

Det praktiske varmeledningstal for murværk i ydervægge af T 1800 angives til 0,78 W/(m·K).

For mangelhulsten med samme teglmassevægt, Ma 1800 (1450) er de tilsvarende værdier: basisvarmeledningstal 0,42 W/(m·K) praktisk varmeledningstal udv. murværk 0,6 W/(m·K).

C:2:6 *Vanddampdiffusionen* er også afhængig af densiteten. For teglsten generelt er permeabiliteten 0,014-0,060 kg/(m·s·GPa); det vil sige, at teglsten er et dampåbent byggemateriale.

C:2:7 *Ligevægtsvandindholdet* for teglsten er lavt ved relative fugtigheder op til 90%, fordi teglsten er et meget lidt hygroskopisk materiale.

Ligevægtsfugtigheden for murværk af massive sten med kalkmørtelfuger er 1 vægtprocent eller 1,75 volumenprocent.

C:2:8 *Vandsugningsevnen* har betydning for murerarbejdet og for murværks fugttilstand. Den måles ved *minutsugningsevnen*, som angiver den sugning i g vand, der sker pr. 1 dm² af en tør sten pr. 1 minut = g/dm².

For normalsten T 1600 er minutsugningen 40-60 g/dm², for klinkbrændte sten T 2000 er den ca. 10 g/dm².

Teglværkernes tekniske Tjeneste, Tegl 10: Tegls egenskaber, 1967

DS 410 (lastnorm) har fiktiv angivelse af teglstens densitet.

Man kaldte det også mas-serumvægt og kasserumvægt. Ordet kassedensitet bruges i DS 418.

Ved 20% hulrum kan mangelhulstens kassedensitet eller bruttodensitet sættes til 80% af teglmassedensiteten.

Elasticitetsmodulen for sten med trykstyrker 20-40 MPa er 10.000-20.000 MPa.

DS 414 normer for murværk.

Murværks styrke se kap L

DS 418: regler for beregning af bygnings varme-tab.

Vanddampledningstallet kaldes også materialets permeabilitet. Udtørningsvind 0,1-0,2 mm/m.

Teglstens karakteristiske kapillarradius er 1-0,1 μm.

C:2:9 Teglsten til ydervægge skal være *vejr- og frostfaste (F)*. Grovporede og mørke sten regnes for mere frostfaste end lysere og tættere sten. Sten med lagdelte brud, S-tegninger o.l. er ikke vejrbestandige.

Teglsten skal være *fri for urenheder*, herunder kalksten (springere).

Brand og lyd

C:2:10 Teglsten er i brandteknisk henseende karakteriseret som *ubrændbart materiale*. Under forudsætning af at der anvendes brandstabil mørtel, vil murværk af teglsten være brandstabil.

Der kan produceres *ildfaste* teglmateriale til særlig høje temperaturer. Klinkbrændte teglmateriale vil som regel være ildfaste ved åben kaminild o.l.

Teglsten anvendes til opførelse af *brandsikre konstruktioner* i byggelovens forstand (BS-bygningsdel). Til disse konstruktioner kan anvendes såvel massive teglsten som mangelhulsten.

C:2:11 Teglsten kan indgå i konstruktioner, hvortil der stilles krav om *lydisolering*, men isoleringseffekten er dog afhængig af mange andre forhold ved konstruktionen (fugetæthed, imødegåelse af flanketransmission).

Lydisoleringsevnen for teglsten er betinget af densiteten. T 1600 anvendt i 1 stens mur, der er korrekt opmuret, vil kunne opfylde bygningsreglementets krav til rumlydisolering mellem lejligheder.

Teglsten er ikke tilstrækkelig porøs til at have væsentlige *lydabsorberende* egenskaber. Mangelhulsten muret på kant har dog vist sådanne egenskaber i forbindelse med akustisk regulering.

Fabrikerede sten - typer og egenskaber

C:2:12 Oversigt over de vigtigste egenskaber for mursten og -blokke, med henvisning til, hvor i bogen de omtales.

Angivelserne er i overensstemmelse med DS 414: Norm for murværkskonstruktioner og DS 418: Regler for beregning af varmetab.

	Stentype	Densitet kg/m ³	Stenklasse trykstyrke MPa	Varmeledningstal W/mK	Dampdiffusionstal	Z-værdi mur-værk 100 mm	Vandsugnings- evne g/dm ²
					kg m·s·GPa	GPa·s·m ² kg	
C:1:17 C:4	<i>Teglsten</i> klinkbrændt hårdtbrændt rød hårdbrændt gul fuldbrændt rød fuldbrændt gul blegsten mangelhulsten 1800	1900-2200 1800-1900 1700-1800 1800-1900 1600-1800 1400-1600 1450	30-37-45 22 22 15 15 4-7 15-22	0,9-1,2 0,8 0,8 0,66 0,66	ca. 0 0,018-0,024 0,03-0,06	∞ 5,5 4,0	1-2 20-40 30-50 60-100 20-40
C:5:1	<i>Kalksandsten</i>	1800-2000	15-22	1	0,012-0,018	8,4-5,5	12
C:5:15	<i>Exlurmursten</i> exlerblokke	800 600 600	4-7 4 4	0,32 0,26 0,26	0,03	3,3	5-50
C:5:8	<i>Porebeton</i> murblokke murblokke	625 400	3	0,28 0,19	0,014 0,08	7,0 1,3	20-100

Se kap S:1, brand

Se kap S:4, lyd

C:3 Teglstens kemi

Bestanddele

C:3:1 *Ler* er forvitrede bjergarter. Dansk teglværksler indeholder følgende mineraler: feldspat, glimmer, kvarts, jernforbindelser og kalk.

Rent lerstof er et uopløseligt, vandholdigt aluminiumsilikat (Al₂O₃, SiO₂, 2H₂O), som er resten af feldspatmineralefter at opløselige mineraldele under forvitringen er fraspaltede og optaget i jorden. Rent lerstof forekommer sjældent.

I teglværksler forekommer feldspaten som dobbeltsilikater af aluminium og enten natrium, kalium eller calcium.

Lerstoffet vil under tørring og brænding svinde.

C:3:2 *Ler er sandblandet* og sand er kvarts (siliciumdioxid SiO₂ - »kiselsyre«). Stenmel er meget finkornet sand.

Sandet modvirker lerets svind, fordi kvartskornene vil udvide sig lidt under brændingen.

Mineralslib indeholder alkalier - natriumhydroxid og kaliumhydroxid - der sammen med luftens svovlforbindelser og vand danner de salte, der kan være en af årsagerne til udblomstringer.

C:3:3 *Kalk* findes i leret som større eller mindre kalkstenskorner og som meget findelt kalk.

Kalkstenskorner er meget skadelige, idet de under brændingen omdannes til brændt kalk.

Findelt kalk, calciumkarbonat (CaCO₃), betinger teglstens farve. Ler med mindst 20-25% calciumkarbonat er *gulbrændende*.

C:3:4 *Jernforbindelser* findes i ler som ferriforbindelser og ferroforbindelser.

Ferroforbindelser er ferrioxid FeO (teglværksprog jernforilte), som er sort og forekommer i blåler.

Ferriforbindelser er ferrioxid Fe₂O₃ (teglværksprog jernveilt eller jernilte) som er rødt og forekommer i rødler.

For at leret skal være *rødbrændende* skal kalkindholdet være mindre end tre gange jernindholdet. Som regel er rødbrændende ler mindre kalkholdigt end gulbrændende, fordi kalken er forvitret og udvasket i de højere liggende lerlag.

C:3:5 Eksempel på leranalyse

Populær betegnelse (»teglværksprog«)	Kemisk betegnelse	Rødbrændende ler	Gulbrændende ler
Kiselsyre	kiselsyreanhydrid (SiO ₂)	63,2%	49,6%
Lerjord	aluminiumoxid (Al ₂ O ₃)	17,9%	14,2%
Jernveilt	ferrioxid (Fe ₂ O ₃)	7,1%	5,1%
Kalk	calciumcarbonat (CaCO ₃)	0,5%	19,8%
Magnesia	magnesiumoxid (MgO)	1,3%	1,4%
Alkalier		2,9%	2,9%
Kemisk bundet vand og organiske stoffer		7,1%	7,0%

Kemisk bestandighed

C:3:6 Ved *blådæmpning*, el. reducerende brænding som sker i en ovn med lukket lufttilgang, sker en afltning. Herved omdannes ferrioxider til sorte ferrioxider, hvorved de grå og blåsorte farver fremkommer.

Kornstørrelser:
sand 4-0,06 mm
ler < 0,002 mm

Rent lerstof er kaolin.

Sand, stenmel og mineralslib er betegnelser for forskellige kornstørrelser.

Alkalier: baser af vandopløselige metaller f.eks. Kalium.

ferrioxid - magnetjernsten ferrioxid - rødjernsten, rød okker.

Kilde: TEGLI.

Sintringstemperaturen for dansk teglværksler er 1000-1100°C.

C:3:7 *Sintring* er betegnelsen for den kemiske proces, som igangsættes ved brændingstemperaturer på 900°C og derover. Ved denne temperatur vil lerpartikler, der i lermassen berører hinanden, danne nye stoffer, som smelter (sintre) og sammenkitter partiklerne.

Mindre partikler sintre før større. Sintringen sker gradvis og medfører en sammentrækning - svind.

Normale teglprodukter skal kun i ringe grad være sintrede for at bevare deres porøsitet.

C:3:8 *Kalkstenskor* i leret vil under brændingen omdannes til calciumoxid (CaO), som når der kommer vand til vil omdannes til calciumhydroxid (Ca(OH)₂). Under denne kemiske forandring vil kalken udvide sig, hvilket medfører *sprængningen* af stenen.

Kalkudludning gennem ikke tætte fuger kan ske fra sten og mørtel og medfører hvide udbloomstringer på murværk.

C:3:9 Udover indhold af mineralslib kan optagelse af sulfater (svovlforbindelser) og humusforbindelser under fremstilling, transport, oplagring på byggepladsen forårsage *saltudbloomstringer*, når stenene bliver fugtige.

Teglsten angribes dog ikke af disse kemikalier og heller ikke af svage syrer.

Teglsten kan derimod ikke tåle stærke syrer. Der kan således opstå *sprængninger*, når der dannes calciumnitrat gennem kemisk reaktion mellem kalken i sten eller mørtel og den salpetersyre, der indeholdes i bl.a. fækaler.

C:3:10 *Udbloomstringer* kan bestå af følgende salte: egentlig mursalpeter, som er det sjældneste (Ca(NO₃)₂), gips (CaSO₄·2H₂O), sulfater (Na₂SO₄, CMgSO₄), (K₂SO₄), calciumcarbonat (CaCO₃), soda (Na₂CO₃), magnesiumcarbonat (MgCO₃), calciumchlorid (CaCl₂). Under uheldige omstændigheder kan også saltdannelse i porerne medføre sprængninger i stenene.

c:4 Teglstens leveringsformer

Mursten

C:4:1 *Dansk Normalformat DN for mursten, mål i mm:*

	normalsten højde bredde længde	bredsten højde bredde længde
normalsten	55 × 108 × 228	- - -
bredsten	- - -	55 × 168 × 228
deformater: 3/4 sten	55 × 108 × 168	55 × 168 × 168
1/2 sten	55 × 108 × 108	55 × 168 × 108
1/4 sten (petring)	55 × 108 × 48	55 × 168 × 48
mesterpetring	55 × 48 × 228	- - -

C:4:2 *Målfastheden* (Måltolerance) bestemmes for et parti mursten ved måling af en serie på 50 tilfældigt udtagne mursten. Middeltallet af de 50 enkeltmål skal ligge i følgende intervaller:

stenenes længde: 225-231 mm
stenenes bredde: 105-111 mm (bredsten 165-171)
stenenes højde: 53-57 mm

Højst 3 af målene for hver dimension må ligge udenfor følgende intervaller:

længde: 219-237 mm
bredde: 99-117 mm (bredsten 159-177)
højde: 50-60 mm

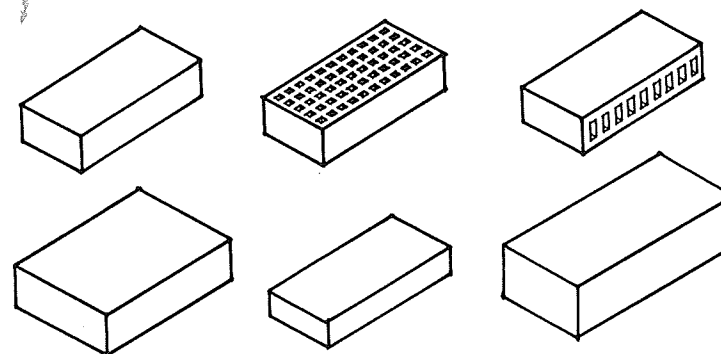
Udbloomstringer afhjælpes ved udtørring og aftørring. Afsyring og vanding forøger kun risikoen for udbloomstringer etc.

Udbloomstringer (»mursalpeter«) kan ikke fjernes med vand.

Bredsten er den korrekte betegnelse for skillerumsten eller 6' sten.

Målkontrol skal foretages på byggepladsen, partier der ikke opfylder kravene skal afvises. Reglerne for målkontrol er detaljeret beskrevet i DS 414.

C:4:3 Mursten *betegnes* ved i den nævnte rækkefølge at angive: stentype, teglmasse, densitet, stenklasse, oplysning om udseende, fremstillingsmåde og sortering, samt eventuelt frostfasthedssymbolet F.



C:4:4 Teglsten leveres som *forsten*: til facademure, og *bagsten*: til bagmure og skillevægge.

Forsten leveres *rent gule* eller *rent røde* i forskellige nuancer afhængig af lerart og brændingsgrad. Bagsten er som regel *flammede*.

Facadest (forsten) leveres i følgende sortering:

kvalitet A (I) med ensartet farve og uden skår,

kvalitet B (II) med ensartet farve og nogen skår eller flammert og ingen skår,

kvalitet C (III) med flammer og nogen skår.

Bagsten sorteres ikke efter farve, og leveres med nogen skår eller uden skår.

Klinkbrændte sten leveres som klinker II med skår. Klinker III er ildsten eller vrugbrændte.

Alle maskinstrøgne sten kan leveres som *mangehulsten* med 55, 60 eller 78 huller 8×8 mm store. Kravet om hulareal på mindst 10% af lejepladen opfyldes med 40 huller, 78 huller svarer til 20% og hulrummet er 20% af murstenens totale rumfang.

C:4:5 *Særformater:*

Skalmursten til opmuring af skalmure eller beklædning af betonelementer fabrikeres i en bredde af 70 mm, de øvrige mål som DN.

Flensborgsten: 40 eller 45×108×228 mm.

Munkesten: forskellige gamle størrelser med højder på 60, 80 og 90 mm, bredden ca. 135 mm og længden varierende mellem 270 og 300 mm.

Radialsten til runde skorstone, brønde og runde hjørner i formater svarende til normalsten (h. 55) og til indv. radius på ca. 500 mm og 1000 mm.

Ventilationssten kan leveres med 9 huller på tværs med et samlet hulareal på 25-30 cm²; de anvendes til ventilation af isoleringslag.

Formsten: kilesten, gesimssten, profilsten o.l. kan fra visse teglværker leveres på bestilling.

C:4:6 *Isoleringssten* eller lette tegl er ved indblanding af brændbart tilslagsstof i leret gjort særlig porøse og lette. Densiteten er som regel 1200 kg/m³ for teglmassen. De fås både massive og som hulsten, er ikke vejrfaste og må kun anvendes i bagmure og skillevægge.

Basisvarmeledningstallet for isoleringssten T 1200 er 0,31 W/(m·K), for indv. murværk af disse sten er det praktisk varmeledningstal 0,4 W/(m·K).

C:4:7 *Molersten* er isoleringssten fremstillet af moler. Stenene har en svagt rødlig farve, er meget lette og bløde.

Molersten fremstilles både som normalsten, bredsten og i et to skifter højt format.

Eksempler på betegnelse: Teglsten, T 1800, 22, rød BS - A, F

Teglsten, T 1600, 15, gul Ma - B.

Muro siger: Stentype/stenklasse/udseendefrostbestand-/densitet

- 1) Normalstensformat
- 2) Mangehulsten i normalformat
- 3) Ventilationssten
- 4) Bredsten
- 5) Flensborgsten
- 6) Munkesten

Indenfor samme stentype er prisen afhængig af stenklasse, sortering og formgivning. MS er billigst.

Mangehulsten: mursten med hulareal på mindst 10% af lejepladen. (Definition i DS 414).

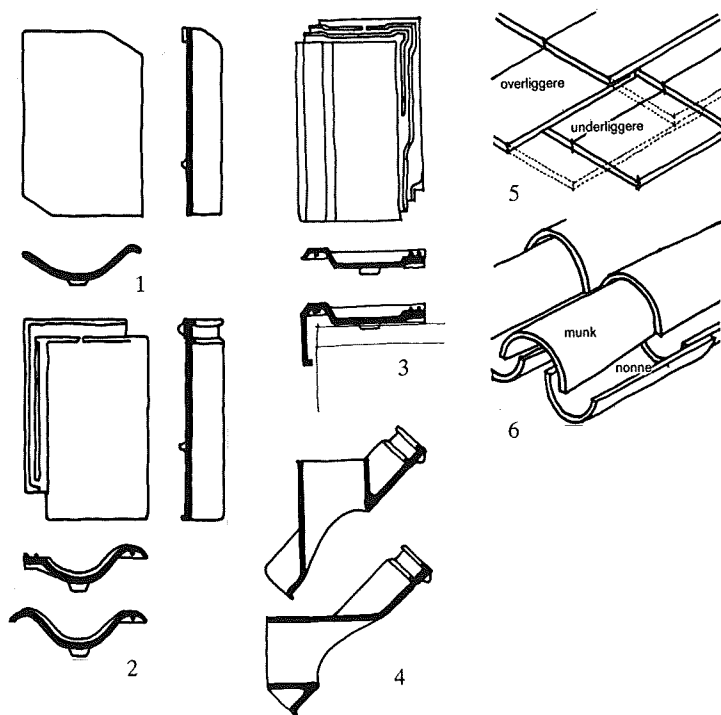
Undertiden kaldes de savsmuldsten, selv om de ikke indeholder savsmuld.

stenklasse 7 Molersten 800 kg/m³ stenklasse 7 basisvarmeledn. 0,18 praktisk varmeledningstal indv. 0,3 W/(m·K).

- C:4:8** *Ildfaste sten* leveres både i normalstensformat og i specialformater, som plane eller buede fliser tilpasset forskellige ovntyper.
- C:4:9** *Vinduesoverligger* er armerede teglbjælker til overdækning af åbninger i vægge. De produceres af de fleste teglværker af værkets facadesten. Vinduesoverligger leveres i ½ stens bredde 108 mm – i bredstensmål 168 mm – og 200 mm bred til bagmur i hule mure. Produktion af overligger på byggepladsen er ikke ualmindelig (mindre byggerier)

Tagsten

- C:4:10** *Tegltagsten* produceres på et begrænset antal teglværker, der i nogen grad har specialiseret sig i modellerne. Alle værker producerer røde tagsten, eventuelt indfarvet brune eller blå-dæmpede. Nogle få jyske værker leverer tillige gule tagsten, (kun vingesten). Tagstenene leveres normalt maskinstrøgne, sorteret efter farve/form: ensartet farve/uensartet form eller uensartet farve/ensartet form.
- C:4:11** *Tagstentyper: Vingetagsten* (vingetegl) er maskinstrøget og leveres fra alle producenter. *Falstagsten* er maskinpressede og leveres ikke fra alle teglværker. *Dobbelt faldede tagsten* er også maskinpressede og leveres under betegnelsen K-21 eller under betegnelsen Romertegl. *Nyligt* (1990) er fremkommet en type med tætningsindlæg til brug uden undertag.
- C:4:12** Der findes *ingen normmål* for tagsten. Konstruktionen må i hvert enkelt tilfælde tilpasses tagstenenes nøjagtige mål. Man kan regne med følgende generelle mål:
Længde 370-450 mm, passende til lægteafstand 270-330 mm, hovedoverlapning normalt 65-80 mm.
Bredde 200-280 mm, sideoverlapning ved falstagsten 40-55 mm, ved vingetagsten mindst 35 mm.



- 1 vingetegl
- 2 falstegl med dobbeltingesten
- 3 romertegl med vindskedesten
- 4 tudsten
- 5 bæverhaler
- 6 munk og nonne

Andre tegltagstentyper importeres fra den Tyskland og Sverige.

Teglstens tykkelse
 vingesten 32-78 mm
 falstagsten 43-67 mm
 heraf godstykkelse ca. 14 mm.

En tagsten dækker ca. 0,06 m² = 16 tagsten pr. m² tagflade.

- C:4:13** *Håndstrøgne tagsten* leveres fra enkelte værker i model vingetagsten, samt som munk-og-nonne og bæverhale. Visse tagstensværker kan også levere glaserede tagsten og tagsten i specialformat efter opgave.
- C:4:14** *Specielle tagstentyper* er *rygningssten*, *gratsten* og *skotrendesten*, der leveres til næsten alle typer. *Tudsten* med lodret eller vandret tud er sjældne nu. *Dobbeltvingede sten* til afslutning af tagfladens venstre kant leveres til mange typer.
- C:4:15** *Tagteglens egenskaber.* Densiteten af teglmassen er større end for mursten, men uden praktisk interesse for bygningskonstruktioner. Tyngden af teglstensdækning kan skønnes som i lastnormen DS 410: vingetagsten 41 kg/m², falstagsten 51 kg/m², dobbeltfaldede tagsten 61 kg/m². Tagsten kan, når hældningen er korrekt, regnes at være *vandtætte*, når skærven er ensartet og tæt. Dog må påregnes en vis vandopsugning de første par år indtil fuldstændig porefyldning af overfladen har fundet sted. Tagsten er *vanddampåbne*, men permeabiliteten er noget mindre (vanddampdiffusionsmodstanden noget større) end for mursten.

Klinker og fliser

- C:4:16** *Gulvtegl* er en speciel teglværksproduktion. De produceres af nogenlunde samme lertyper som mursten af mange teglværker i rødbrændende og gulbrændende ler. Gulvtegl leveres normalt i kvadratisk eller rektangulært format med sidelængder ca. 200-300 mm. Gulvteglene er ikke helt plane og kan være noget vindskæve, hvilket der må kompenseres for i fugeudførelsen.
- C:4:17** *Keramiske fliser og klinker* er en stor gruppe, der produceres på specialiserede teglværker eller flisefabrikker. *Klinker og sintrede fliser* er vandtætte og har ringe sugsevne. De er frostfaste og syrefaste. Jo tættere skærven er, desto bedre er egenskaberne. *Glaserede fliser* er ikke vandtætte, men glasuren er vandafvisende og kan som regel tåle de i køkkener og baderum forekommende lettere kemiske påvirkninger.

Der produceres også glaserede sintrede fliser og fliser med syrefast glasur.

- C:4:18** *Klinker og spaltklinker* formes i strengpresse som murtegl, tørres og brændes til sintring. Skal produktet leveres glaseret, påføres glasurmassen før brændingen og påbrændes uden ekstrabrænding. Da strengpressen kræver ret stort vandindhold i lermassen bliver tørringsvindt stort, og målnøjagtigheden er ikke så god som for tørpressede varer (strengpressede varer kaldes ofte vådpressede). Klinker leveres i normalstensformat, i samme længde og bredde men tyndere, samt i forskellige fliseformater f.eks. 150×150 mm. Spaltklinker er dobbelte og forsynet med langsgående huller, der letter spaltningen. Klinker og spaltklinker anvendes til gulve, samt til udvendig og indvendig vægbeklædning. Skærven er gul, rød og brunlig.
- C:4:19** *Sintrede fliser* leveres i formater som klinker, dog ikke normalformatets tykkelse, og i handelsbetegnelser er de ofte blandet. Sintrede fliser fremstilles ved *tørpresning* af en jordfugtig lermasse, de brændes til sintring. Da der ikke er noget tørringsvind, er målnøjagtigheden god. De bruges til udvendig og indvendig gulvbelægning, til vægbeklædning udvendig og indvendig og kan leveres glaserede. Til gulvfliser leveres de ofte med en overflade, der ved mønstring, prægning eller indbrænding af korn af karborundum har fået en større skridsikkerhed.

Sjællandsk betegnelse håndglattede tagsten.

Arealet er tagflademål. Undertag af pap eller plast + 4 kg/m², understrygning + 9 kg/m².

Taghældning se kap. M

Praktisk varmeledningstal for sintrede materialer kan sættes til 1,2 W/(m·K). Tyngden er ca. 22 kg/m² ved 10 mm tykkelse.

Måltolerancen for danske klinker opgives at være 1 1/3%; fabrikken foretager sortering i 5 målgrupper; alle leverancer til samme arbejde bør sikres leveret i samme målgruppe. Den samlede måltolerance er ±5 mm på længdemålet, men kun ±1 mm i hver målgruppe. Vådpressede klinker: 50×108×220 mm Spaltklinker: 20×104×215 mm Tørpressede klinker: 15×96×196 mm (svensk format) 20/30×104×215 mm 30×150×300 mm Tørpressede fliser: 15/20/30×150×150 Til alle typer leveres halve, ptringer, rundinger og andre specialudførelser, fliser leveres med forskellige skridsikre overflader.

C:4:20 *Stiftmosaik* er fremstillet på samme måde, som sintrede fliser, men da det leveres i meget små formater, samles stifterne i plader på 300×300 mm ved påklæbning af papir på oversiden eller glasfiberarmering på undersiden.

Stiftmosaik leveres i mønstre opløbet af fabrikken, og kan leveres glaserede. De bruges både udvendig og indvendig til gulve og vægge.

C:4:21 *Glaserede vægfliser*, fajancefliser, fremstilles ved tørpresning, men brændes ikke til sintring og er porøse, altså ikke vandtætte. Vægfliser leveres derfor altid glaserede, glasurmassen påføres efter første brænding, og flisen glatbrændes derefter. Skærven kan være bleggul og blegrød, men kan også blive helt hvid porcelænsagtig.

Glasuren kan være farvet eller klar, ved helt gennemsigtig glasur kan urenheder i opsætningsmørtelen, der opsuges med vandet i flisen, give synlige misfarvninger. Tørpressede, ikke sintrede fliser kan kun bruges til indiv. vægbeklædning.

C:4:22 *Indfarvning* af keramiske produkter kan ske med de for leret naturlige farvevirkninger i røde, brune og gule toner, stiftmosaik kan desuden fås i blå og grønne nuancer, de blå er de dyreste.

Andre teglværksprodukter

C:4:23 *Drænrør* leveres produceret af gulbrændende ler, undtagelsesvis også af rødbrændende ler.

Tværsnitsdiameter: 55 - 65 - 80 - 100 - 125 - 150 - 175 mm indvendig, godstykkelse 11-18 mm, og 200 - 225 - 250 - 300 mm, godstykkelse 19-24 mm.

Nyttelængder er 333 mm, for de største rør også 666 mm.

C:4:24 *Murblokke* af tegl produceres i vid udstrækning i det sydlige udland og har også i forskellige udformninger været fabrikeret og markedsført i Danmark.

C:4:25 Blokke til in situ produktion af dæk leveres ikke mere. *Teglbjælker* består af teglblokke, der er sammenstøbt med armering og beton. De anvendes til udførelse af etagedæk.

Vinduesoverligger er mindre teglbjælker af normalmursten med indstøbt armering. De produceres i 120 og 168 mm bredde i standardlængder passende til normalmurværk.

C:4:26 *Terracottavæv* er et trådvæv, som i trådkrydsene er forsynet med pressede, hårdtbrændte tegllegemer. De enkelte legemer er korsformede og let fortykkede i midten. Maskevidden er ca. 20×20 mm, tykkelsen 3-4 mm. Tråddykkelsen er 0,9 mm, leveres i ruller og i ca. 1×2,5 m store baner, der er afstivede med 5 mm rundjern.

Vægfliser leveres fra svenske fabrikker i mål 151×151×6, fra tyske og tjekkiske 150×150 og 108×108 og fra engelske fabrikker 153×153×6, 4/4, 7 og 108×108×4 mm. Endvidere forskellige specialmål.

DS 403: Normer for drænrør. Stålteglsbjælker eller Romabjælker. Specialsten leveres til sålbænke, rendesten og andet.

c:5 Andre byggesten

Kalksandsten

C:5:1 *Kalksandsten* er mursten fremstillet af en blanding af brændt kalk, sand og vand. Sandmængden er ca. 10× kalkmængden, sandet skal være skarpt og med uensartet kornstørrelse, kalken anvendes i pulverform (kalkmel), vandmængden er ikke større, end at mørtlen er stiv.

Ved anvendelse af knust, calcineret flint eller sintret kvarts og kridt (Synopal og Luxor) som sandmateriale kan produceres helt hvide kalksandsten.

C:5:2 *Formningen foregår i presse og stenene hærdes* i autoklave ved i ca. 8 timer at udsættes for et damptryk på mellem 0,8-1,6 MPa (8-16 atm), temperaturen er 170-200°C. Stenen er færdig og behøver ikke yderligere behandling eller lagring.

C:5:3 *Kalksandsten* leveres i DN-format som normalsten og bredsten.

Der leveres endvidere blokke med højde 188 mm svarende til 3 skifter murværk, længde 296 mm, bredde 28 mm. Blokkene kan sorteres efter DS 414 regler for blokkklasser. Blokmålene er tilpasset 3 skifter normalsten, 1 stens murtykkelse og modullængde 3M.

Blokkene er forsynet med mørtellås i studsugerne.

Vinduesoverligger leveres som til teglmursten.

C:5:4 *Kalksandstens fysiske egenskaber:*

Densitet: 1800-2000 kg/m³

Stenklasse-sortering efter DS 414: 15 - 22 - 30.

Praktisk varmeledningstal: ca. 1 W/(m·K) (udvendig mur).

Minutsugning: ca. 12 g/dm².

Ligevægtsfugtighed: ca. 3 vægtprocent.

Vanddampdiffusionstal: permeabilitet 0,012-0,018 kg/(m·s·GPa), diffusionsmodstand for murværk: 84-55 GPa·m·s/kg. For 110 mm mur er Z-værdien 9,2-6 GPa·m²·s/kg.

C:5:5 *Kalksandsten er frostfaste. Vejrbestandigheden* er ligesom teglstens, men kalksandsten optager noget mere vand, som dog let afgives igen.

Svind og kvelning er uden praktisk betydning.

På grund af den store densitet kan kalksandsten anvendes i rumlydisolerende vægkonstruktioner. Lydabsorberingen er derimod ringe (omtrent som beton).

C:5:6 *Kalksandsten* har meget præcis og nøjagtig form, kun små måltolerancer (± 1 mm) og er formbestandige.

Overfladen er ren og jævn, svagt poret. Farven er hvidgrå eller ren hvid. Der leveres også indfarvede kalksandsten, men de er ikke gennemfarvede og farverne virker kemiske, ikke naturlige. Kalksandsten kan leveres med kløvet facadeside (løber- eller kopside samt løber + kop).

C:5:7 *Kalksandstens kemi* er meget forenklet den proces, der sker under autoklaveringen: calciumoxid (CaO) forbinder sig under medvirken af vand med kvartssandets kiselisyanhydrid (SiO₂) til calciumhydrosilikat (CaO)_x·(SiO₂)_y·(H₂O)_z, som danner en sammenkittende hinde omkring sandkornene. Denne sammenkitning er »forsteningens« betingelse.

Kalksandsten er ubrændbart materiale og betragtes i brandteknisk henseende i bygningskonstruktioner på linie med teglsten.

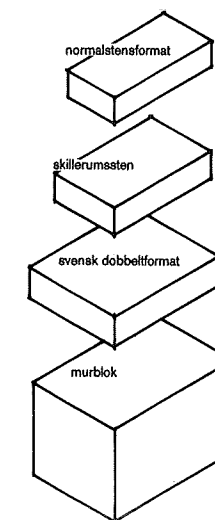
Porebetonblokke

SfB 14

C:5:8 *Porebetonblokke* er murematerialer fremstillet af sand, brændt kalk, cement og flyveaske. I stedet for flyveaske kan andre hydrauliske stoffer anvendes, f.eks. hydratkalk, hydraulisk kalk. Kwartssandet kan erstattes helt eller delvis af højovnsslagger. I Sverige har brændt skifer været anvendt, men er nu forbudt på grund af radioaktiv stråling.

SfB 11

Kalk se D:1:6



Kalksandstensformater.

Trykstyrke 15-30 MPa. Trækstyrke ca. 2,3-3,5 MPa.

Udtørringssvind 0,1-0,2 mm/m.

Varmeudvidelseskoefficient 0,01 mm/(m·°C).

Kalksandsten må ikke afsyres.

Anvendelse i skorstene har dog tidligere været forbudt.

Hydrauliske stoffer se D:1:9ff.

C:5:9 Råmaterialerne males i samme finhed som cement, hvilket er en forudsætning for, at de kemiske processer sker ensartet i massen og at det færdige produkt får en ensartet struktur.

De fintmalede råmaterialer slemmes sammen og der tilsættes aluminiumpulver. Massen udtømmes i *formvogne*, som kun fyldes halvt. Aluminiumpulveret reagerer kemisk med de øvrige stoffer, hvorved der udvikles brint. Ved denne gasudvikling opløres massen ved poredannelse til det dobbelte volumen. Samtidig opnår massen en sådan stivhed, at *udskæring* i de færdige formater kan ske.

C:5:10 Hærdningen sker i autoklave. Damptrykket stiger langsomt til 1 MPa (ca. 10 atm.), temperaturen til ca. 180°C. Damphærdningen tager ca. 10-20 timer. Herefter er blokkene færdige og behøver ikke yderligere behandling eller lagring.

C:5:11 Porebetonblokke leveres i blokformat tilpasset murmål i normalstensmur, højden passer til 3 skifter.

Længde 590 mm, bredde (murtykkelse) 100-150-200-240-300 mm, højde 190 mm, måltolerance 1 mm.

Der leveres også blokke i 620 mm længde og 250 mm højde. Blokdimensioner er ikke standardiseret.

Plader til opmuring af tynde skillevægge leveres i tykkelser 55 og 75 mm med sidemål 590 × 500 og 590 × 440 mm.

Plader til opmuring af bærende bagvægge i etplanshuse leveres etagehøje i tykkelserne 75 og 100 mm. Normalbredde 600 mm, pasbredder 200, 300 og 500 mm. Til disse plader (vægelementer) leveres dørøverligger og armerede vinduesoverligger.

Vinduesoverligger med armering leveres til de forskellige murtykkelser og i standardlængder tilpasset vinduesmål

C:5:12 Porebetonblokkens fysiske egenskaber:

Densitet: 735 kg/m³ for blokke, lette blokke 400 kg/m³, plader (elementer) 650 kg/m³.

Trykstyrke: 3 MP, blokkene kan sorteres i DS 414 blokklasser.

Praktisk varmeledningstal: 0,28 W/(m·K) (udvendig mur), for blokke 400 med 3 mm fuger udv. mur 0,19 W/(m·K).

Minutsugningen er variabel mellem 20 og 100 g/dm².

Ligevægtsfugtigheden: 4-6% volumen, ved RF 40-60.

Vanddampdiffusionstallet: permeabilitet 0,014-0,08 kg/(m·s·GPa), diffusionsmodstand for murværk 70-12 GPa·m·s/kg. Z-værdi for 100 mm tyk blokmur 7-1,3 GPa·m²·s/kg.

Fugtindhold ved leveringen er ca. 30 vægt%.

C:5:13 Porebetonmurmateriale er normalt frostfaste, men stort vandindhold fra nedbør eller fugtvandring kan medføre opsamling, der medfører frostska-der.

Vandafvisende overfladebehandling er nødvendig for at sikre *vejrbestandighed*.

Udtørringssvindet er 0,4 mm/m (udgangspunkt 30% fugt), det variable svind under ændrede fugtforhold sættes til 0,1 mm/m i bygninger. Varmeudvidelsen er 0,008 mm/(m·°C).

Porebeton er *ubrændbar* og kan anvendes i brandsikre konstruktioner.

Porebetons lave vægt gør den mindre egnet til rumlydisolering. Lydabsorptionsevnen er bedre end for andre murmaterialer.

C:5:14 Porebetonsten er *lysegrå* med sandagtig *textur*. Gasbetonfabrikatet har en karakteristisk savtakket aftegning, de andre produkter har helt jævn overflade.

Skiferbaseret porebeton har radioaktiv stråling 7× sandbaseret.

Ved nøjagtig sammen-sætning af delmaterialerne forudbestemmes afbindingens varighed således, at brintudviklingen standser netop på det tidspunkt, hvor afbindingen har nået det ønskede trin.

Udskæring foregår i trådsaveanlæg i formvognen.

Danske porebeton-fabrikater: gasbeton, kalporit, siporex. Svensk produkt: ytong.

Af porebeton produceres også forskellige elementtyper.

Basisvarmeledningstallet er 0,17 W/(m·K).

Første tal for 625 kg/m³, sidste for 400 kg/m³

Det varer 2-3 år inden ydervægge af porebeton har opnået ligevægtsfugtighed med omgivelserne.

Revnedannelse kan forekomme på grund af fugtbevægelser.

Letkornsbetonsten

SfB f5

C:5:15 Letkornsbetonmursten fremstilles i Danmark af exlermaterialer (også kaldt letklinker). Fællesbetegnelsen for disse sten er *exlermursten*.

Exlermursten støbes af exlerklinker og cement i stålforme under tryk. Hærdning foregår i dampkamre ved ca. 50°C.

C:5:16 Exlermursten leveres i DN-format som normalsten og bredsten samt i blokformater med højde 190 mm (3 skifter), længde 490 mm (2 sten normalformat) og tykkelser 90 - 110 - 150 - 190 - 230 - 290 - 330 mm.

Vinduesoverligger leveres både til normalstensformater og blokformater.

Til ydervægge leveres blokke med indbygget isoleringslag. Højde og længde som andre blokke, tykkelse f.eks. 350 mm inkl. 90 mm isolering af skumplast.

C:5:17 Exlermurstens fysiske egenskaber:

Densitet: 600 kg/m³, mursten leveres tillige 800 kg/m³.

Stenklasse 4, mursten 800 kg/m³ stenklasse 7, blokkene kan sorteres efter blokkklasse i h.t. DS 414.

Praktisk varmeledningstal: 0,26 W/(m·K) (udvendig mur) - for 800 kg/m³ mursten 0,32 W/(m·K) (udv.).

Minutsugningen gives der ikke brugbare oplysninger om. Der foreligger talværdier fra 5 til 50g/dm². Materialet er ikke særlig hygroskopisk, men det er åbent for luft og vandgennemgang. Indtrængende vand vil søge til lejefugerne eller fordampe.

Vanddampdiffusionen: permeabiliteten 0,03 kg/(m·s·GPa) for 600 kg/m³, modstandstal for murværk 33 GPa·m²·s/kg. Z-værdi for 100 mm tyk mur 3,3 GPa·m²·s/kg.

Ligevægtsfugtigheden er ca. 5% vægt.

C:5:18 Exlermursten er frostfaste. *Vejrbestandigheden* skal sikres ved vandafvisende facadebehandling.

Udtørringssvind og varmeudvidelseskoefficient er ikke oplyste. Revnedannelser i forbindelse med udtørring, især i ikke belastet murværk, kan eventuelt henføres til specielle udtørringssvind.

Exlermursten er *ubrændbare* og anvendes i brandsikre konstruktioner.

Exlerstens lave vægt gør dem mindre egnede til rumlydisolering. Lydabsorptionsevnen kan være bedre end for andre murmaterialer.

C:5:19 Exlermursten er *grå* med meget grov struktur og *textur*.

Exlermaterialer se E:1:22.

(I murnormen DS 414 betegnes exlermursten som letbetonsten med porøse tilslag).

DN se C:4:1

Exlermaterialer fremstilles under mærket Leca (Lightweight Expanded Clay Aggregate) og Fibo (Fiskbæk Betonklinkerfabrik).

Basisvarmeledningstal 600 kg/m³ - 0,16 W/(m·K) 800 kg/m³ - 0,24 W/(m·K)

D:1 Mørteltyper og betegnelser

Definition

D:1:1 Mørtel er en blanding af bindemiddel, tilslagningsmateriale og vand. I murede konstruktioner sammenbinder mørtlen de enkelte sten til en mur, således at denne som en helhed kan modstå de fysiske og kemiske påvirkninger, den udsættes for.

Mørtel benyttes både til opmuring med natursten og fabrikerede sten.

Herudover anvendes mørtel også til forskellige færdiggørelsesarbejder i forbindelse med murede vægge f.eks. pudsnings og fugning.

Til de forskellige anvendelser fremstilles mørtel med forskellige egenskaber.

D:1:2 Mørtlers tekniske anvendelse beror på, at bindemidlet oprørt med vand vil hærde fysisk (ved vandets fordampning) eller kemisk (ved forbrug af vand). Det hærdnede bindemiddel vil ved at overtrække tilslagsmaterialets korn sammenkitte disse.

Art og mængde af bindemiddel og tilslagsmaterialer bestemmer mørteltypen og mørtlens egenskaber.

Karakteristisk for alle mørtler er, at de har to sæt egenskaber: den våde mørtels egenskaber, som skal opfylde operative krav under arbejdets udførelse og den hærdede mørtels egenskaber, som skal opfylde de funktionelle krav.

D:1:3 Betegnelserne af de forskellige mørteltyper skal både angive, hvilket bindemiddel mørtlen skal indeholde, i hvilket forhold de forskellige bestanddele skal være blandede, samt evt. blandingsmetode.

D:1:4 Bindemidler

Oversigt over de vigtigste bindemidler

Ikke-hydrauliske bindemidler	Hydrauliske bindemidler
Luftkalk (kulekalk, hydratkalk)	Vandkalk (hydraulisk kalk)
Gips, anhydrit	Cement
Magnesiabinder	Murcement
<i>Kendetegn og egenskaber</i>	
1. hærder kun under lufttilgang	1. hærder såvel i luft som under vand
2. normal styrke	2. høj styrke
3. ikke vandbestandig i hærdet tilstand	3. vandbestandig i hærdet tilstand
Anvendes til luftmørtler (ikke-hydrauliske mørtler)	Anvendes til hydrauliske mørtler

D:1:5 Vandet til mørtelfremstilling skal være rent som drikkevand. Det har to opgaver: dels skal det medvirke ved blandingen af bindemiddel og tilslagsmaterialet til en ensartet blanding, dels skal det tjene til at give mørtlen den til arbejdsudførelsen passende konsistens.

Vandet skal kunne fordampe, hvilket delvis sker under mørtlens størkning og hærdning. Ligevægtsfugtigheden i mørtlen vil dog først være nået i løbet af et årsmål.

Opslagsbog for det murede byggeri, Murerfagets Oplysningsråd, 1986

DS 414, Norm for murværk, indeholder bestemmelser om mørtler.

Mørtler betegnes ved angivelse af: blandemetode, blandingsforhold og udmålingsmetode.

Til cementens hærdning er vand en kemisk nødvendighed. Cementen forbruger til sin hærdning en vandmængde, der svarer til 30% af cementens egen masse.

D:1:6 Kalk er det mest anvendte ikke-hydrauliske bindemiddel.

Udgangsmaterialet for fremstillingen af kalk er kalksten (naturstenen). I kalkbrænderier omdannes kalkstenen til brændt kalk, som fremkommer som store stykker: stykkalk. Den kan males i kuglemøller til et fint hvidt pulver: pulverkalk.

Kalklækning sker i dag hovedsagelig som tørlækning allerede på kalkbrænderiet.

D:1:7 Vådlæsket kalk fremstilles ved at der til stykkalk, (ubehandlet brændt kalk) sættes så meget vand, at der opstår en dejagtig masse. Dette skete oftest i en kule, vådlæsket kalk kaldes derfor ofte kulekalk. Den forhandles også som hvidtekalk.

Vådlæsket kalk skal lagres i 3-8 uger i kulen for at være færdig læsket.

Tørlæsket kalk fremstilles ved at der til stykkalken sættes netop så meget vand, at den henfalder til et finkornet hvidt pulver: hydratkalk. Tørlæsket kalk er ikke færdiglæsket og må beskyttes mod fugtig luft.

Disse former for kalk er luftkalk, det vil sige, at de kun kan hærde under lufttilgang. Med luftkalk som bindemiddel fås luftmørtel.

D:1:8 Andre ikke hydrauliske bindemidler er gips og magnesia.

Gips fremstilles ved brænding af gipssten og sælges som stukgips eller modelgips, som størkner i løbet af 4-5 minutter. Handelsgips er tilsat stoffer, der forlænger størkningen til 15-25 minutter.

Murgips er fremstillet ved væsentlig højere temperatur og størkner i løbet af et døgn. Den finder anvendelse til gipsmørtler, hvor gipsens tendens til udvidelse under størkningen er af betydning, f.eks. modvirkning af revnedannelser o.l.

Magnesiabinder fremstilles ved brænding af magnesit og benyttes i fremstilling af ildfaste sten og til særlig magnesiàmørtel til gulvslidlag.

Ler er også et ikke-hydraulisk bindemiddel, som dog ikke benyttes mere. Derimod benyttes det i formen ildfast ler eller chamotte, som er finmalet, brændt ler, evt. i blanding med finmalet ubrændt ler.

D:1:9 Cement er det mest anvendte hydrauliske bindemiddel. Med hydrauliske bindemidler fås hydraulisk mørtel.

Udgangsmaterialerne for cementproduktionen (plastisk ler og kridt) finmales, opslemmes og brændes i en rotéovrn. Ved varmen og rotationen dannes små, runde legemer: cementklinkerne, der består af de såkaldte cementminerale. Cementklinkerne afkøles og formales til et fint pulver i kuglemøller, hvor der tilsættes lidt rågips. Den færdige cements hærdningstid bestemmes af den finhed, pulveret er formalet til; gipsen tilsættes som regulator for størkningshastigheden.

D:1:10 Der fremstilles mange forskellige cementtyper. Den til mørtler anvendte cement vil være portlandcement, som leveres i en almindeligt hærdende kvalitet og en hurtigt hærdende kvalitet (rapidcement).

Portlandcement er et gråt pulver. Portlandflyveaskecement er noget mørkere og hurtigt hærdende cement noget lysere.

Der kan leveres hvid cement, som er hurtighærdende, samt farvede cementer: mørke farver på basis af alm. portlandcement og lyse farver på basis af hvid cement.

Cement er ikke velegnet til almindelige mure- og pudseformål. Den anvendes til specielle arbejder og i blanding sammen med andre bindemidler, fortrinsvis sammen med kalk i kalk-cementmørtler.

D:1:11 Murcement er en speciel cementtype fremstillet til at kunne anvendes i mure- og pudsemørtler.

Murcement produceres af portlandcement tilsat stoffer til forbedring af vandholdeevnen, afbindingstiden og luftporedannelsen.

30 kg vand pr. 100 kg cement.

Kalkmel: finmalet kalksten.

Pulverkalk: finmalet brændt kalk.

Melkalk: tørlæsket kalk = hydratkalk.

Karbidkalk importeres til acetylenproduktion. Den læskede karbidkalk indgår i mørtelfabrikationen, jævnsides med anden vådlæsket kalk. Den har ingen særlige fortrin eller mangler.

OBS. Murgips må IKKE bruges til muremørtel, kun til pudsemørtel.

Magnesiabinder eller magnesiacement er ikke hydraulisk, derfor benyttes her ordet binder (det kaldes også sorel cement).

Cementproduktion: Betonbogen CtO anden udgave 1985

Cementtyper i øvrigt se D:3:IIff

Se operative egenskaber: D:2

D:1:12 *Hydraulisk kalk* er fremstillet af lerholdig kalksten på samme måde som luftkalk. Den leveres tørlæsket i pulverform.

Den hydrauliske evne er betinget af lerindholdet i kalken, og det forholds-mæssige lerindhold bestemmer den hydrauliske effekt.

Hydraulisk kalk finder anvendelse til specielle mørtler, hvor kalkens smidighed skal kunne forenes med hærkning under fugtige forhold, f.eks. tag-sunderstrygning.

D:1:13 *Opbevaring* af bindemidler kræver stor påpasselighed.

Vådlæsket kalk kan opbevares ubegrænset tid, når den dækkes af et lag vådt sand. Tørlæsket kalk kan sættes under vand og kan da opbevares ret længe.

Alle de andre bindemidler i pulverform: hydratkalk, cement, murcement og gips er hygroskopiske og bliver i berøring med fugtig luft hurtig ødelagt. Klumper i materialet viser, at det har taget skade af fugt; klumperne kan være så små, at de kun fremkommer ved sigtning.

Opbevaring må ske i tæt tillukkede siloer eller i sække i tætte lagre. På byggepladser må materialerne ikke opbevares ubeskyttede. Der må ikke være større mængder, end hvad der kan bruges i løbet af nogle dage til et par uger efter vejrforholdene.

Ved forkert eller for lang lagring mister bindemidlerne deres styrke og afbindingstiden forlænges.

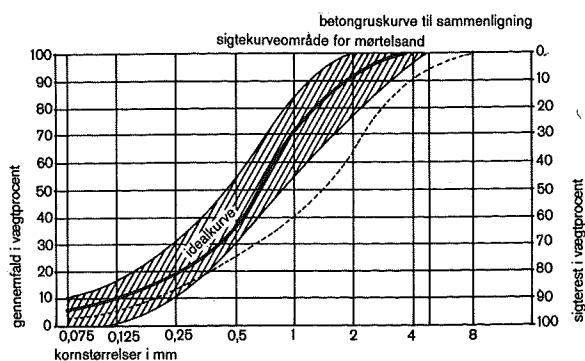
Tilslagsmaterialer

D:1:14 *Tilslagsmateriale* til mørtler er fortrinsvis *naturesand*, enten strandsand eller bakkesand.

Sandet skal indeholde varierende *kornstørrelser*, de største ikke mere end halvdelen af fuge- eller pudstykke, d.v.s. som regel 4-5 mm. Det er et normkrav, at højst 8 vægt% af kornmængden er mindre end 0,06 mm; kornstørrelser under 0,002 mm (d.v.s. ler) bør ikke forekomme.

Til særlige pudsformer med nopret overflade kan større korn undtagelsesvis være praktisk og til sådanne arbejder bruges betongrus med kornstørrelser op til 8 mm som tilslagsmateriale.

En regelmæssig fordeling af korn i alle størrelser medfører, at sandet har det mindst mulige hulrumsvolumen, at kornenes samlede overflade er mindst pr. gram sand, og at der derfor kræves mindst mulig bindemiddel. Kornfordelingen angives ved *sigtekurver* eller *blokdigrammer*.



Sandet skal endvidere være *rent*, det må ikke indeholde humusagtige stoffer.

Særlige tilslagsmaterialer bruges til specialmørtel til forskellige formål.

Hydraulisk kalk kunne også kaldes vandkalk som modsætning til luftkalk.

»At sætte i støv« er en gammel betegnelse for begrænset vandtilsætning til et pulver, så pulveret ophører med at støve: tørlæsket kalk sættes i støv.

Klumpet materiale siges at være stenløben. Hvis luften kan få adgang til ulæsket kalk under opbevaringen, kan der opstå brandfare.

Kornstørrelser: sand 4-0,06 mm, silt 0,06-0,002 mm, ler < 0,002 mm.

Se også E:1:14.

Specialmørtler se D:4:12.

Sigtekurveområde for mørtelsand

D:1:15 *Tilsætningsstoffer* anvendes for at forbedre mørtlers operative egenskaber eller forbedre den hærdede mørtels egenskaber. Disse stoffer kan have forskellige tilsigtede virkninger, men deres utilsigtede virkninger er slet ikke fuldt udforskede.

De fleste tilsætningsstoffer anvendes kun i forbindelse med cement som bindemiddel. Det er de samme midler som anvendes i betonproduktion.

D:1:16 Mørtler til muring og pudsning bør så vidt muligt holdes fri for tilsætningsstoffer.

Ønsker man at *fremskynde hærningen*, bør man anvende hurtigt hærdenende cement i bindemidlet.

Ønsker man mørtel med *luftindhold*, for at forbedre smidigheden, eller frostbestandigheden, bør man benytte murcement som bindemiddel.

Ønsker man i forbindelse med vinterbyggeri at *nedsætte mørtels frysepunkt* kan der tilsættes sprit eller anden form for alkohol i forholdet 1 l sprit til 1 hl mørtel. Der kan også anvendes varmt vand (35°C 10 l pr. hl mørtel). Tilsætning af ulæsket, brændt kalk (pulverkalk) har bedre virkning, fordi det varme vand hurtigt afkøles, mens kalkens læskningsvarme fortsætter (1 kg/1 hl mørtel).

Mørtelbetegnelser

D:1:17 Mørtler betegnes ved angivelse af bindemiddel og blandingsforhold.

Bindemiddel:	Mørteltype:	Betegnelse:
Kalk	kalkmørtel	K-mørtel
Cement	cementmørtel	C-mørtel
Kalk og cement	blandingsmørtel	KC-mørtel
Murcement	murcementmørtel	M-mørtel
Hydraulisk kalk	kalk-hydraulisk mørtel	Kh-mørtel
Kalk og hydraulisk kalk	kalk - kalk - hydraulisk mørtel	KKh
Gips	gipsmørtel	G-mørtel
Gips og kalk	gipsmørtel	GK-mørtel

Se beton E:3

Se D:3 bindemiddelkemi

Der må ikke tilsættes poredannende stoffer til murcementmørtel.

Pulverkalkens virkning beror simpelt hen på, at der ved læskningen udvikles varme.

Mørtelbetegnelsen kan suppleres med angivelse af udmålingsmetode, men korrekt anvendelse af l eller : er tilstrækkelig.

D:1:18 *Blandingsforholdet* angives i overensstemmelse med den anvendte blandede metode og dertil svarende udmålingsmåde.

Normalt forekommende vil være angivelse efter *vægtmåling*. Blandingsforholdet angives da ved l, og masseforholdene angives i kg. Bindemiddel-massen er altid 100 kg. Anvendes to bindemidler skal summen af deres masse være 100 kg.

K 100/1200 betegner en kalkmørtel med 1200 kg tilslagsmateriale pr. 100 kg kalk. KC 50/50/750 betegner en blandingsmørtel med 750 kg tilslagsmateriale pr. 100 kg bindemiddel, som består af 50 kg kalkhydrat og 50 kg cement.

Blanding efter *rumfangsmåling* vil ske i blandemaskiner og anvendes især ved blandingsmørtler. KC 2:1:12 betegner omtrent samme KC-mørtel som ovenfor blandet efter rumfangsmåling - hvilket tegnet : angiver - nemlig 2 dele hydratkalk: 1 del cement: 12 dele sand.

D:1:19 *Mængden af bindemiddel* i forhold til tilslagsmaterialer er af betydning for mørtlens egenskaber. Bindemiddel og vand påvirker mørtlens bearbejdelse, men for den hærdede mørtels styrke er det betydningsfuldt, at der ikke er for meget bindemiddel.

En mørtel eller mørteltype kan således aldrig betegnes korrekt ved kun at angive bindemiddelmængden. Det er forholdet bindemiddel/tilslagsmateriale, som bestemmer mørtelegenskaberne.

Sammenligningen af KC 50/50/750 og KC 2:1:12

forudsætter de i D:2:5 angivne densiteter.

Usikkerhed med materialernes densitet og rumfangsmålemetodernes unøjagtighed umuliggør umiddelbar, præcis omregning fra vægt- til rumfangsblandingsforhold.

D:1:20 *Kalkmørtlers* indhold af bindemiddel blev tidligere angivet ved at angive kalkhydratindholdet som vægtprocent. Muremørtel skulle indeholde 7½ vægt% kalkhydrat, dette svarer til 1 del kulekalk:5 dele sand i rumfangsforhold, som svarer til K100/1200.

Kalkmørteltyper: muremørtel K 100/1200, pudsemørtel K 100/1000, fugemørtel K 100/700, finpuds K 100/400.

D:1:21 *Cementmørtel* blandes såvel efter vægtmetode som rumfangsmetode. Til de mureformål og pudsopgaver, hvortil cementmørtel anvendes, bruges C 100/400 svarende til C 1:3.

Mørtelbetegnelse	Bindemiddel				Sandindh. maks.	
	kalkhydrat		port. cement		tørt	fugtigt
	vægt kg	rumf. dele	vægt kg	rumf. dele	vægt kg	rumf. dele
K 100/1200	100	1	0	0	1200	5
KC 60/40/850	60	3	40	1	850	13
KC 50/50/750	50	2	50	1	750	12
KC 35/65/650	35	1	65	1	650	8
KC 20/80/550	20	1	80	2	550	11
C 100/400	0	0	100	1	400	3

D:1:22 *Blandingsmørtler* har to bindemidler: kalk og cement og kaldes derfor også kalk-cementmørtler = KC-mørtler.

Ved at fastlægge de to bindemidlers indbyrdes mængdeforhold, bestemmer man mørtlens egenskaber. Jo større cementmængden er i forhold til kalkmængden, desto stærkere er den hærdede mørtel. Cementmængden giver tæthed, hurtigere hærdning og hærdning uafhængig af vejret, bedre frostbestandighed for den hærdede mørtel, men også ringere smidighed og voksende tendens til revnedannelse.

Muremørtler: KC 60/40/850 - KC 50/50/750 - KC 35/65/650 - KC 20/80/550.

Udv. pudsemørtel som muremørtel.

Indv. pudsemørtel: KC 60/40/800 - KC 50/50/650 - KC 35/65/500.

Finpudsemørtel: KC 65/35/200.

D:1:23 *Murcementmørtler* har de samme egenskaber som kalkcementmørtler og er lettere at fremstille på byggepladsen.

Mørteltyper: M 100/900 (svarer i anvendelse til KC 60/40/850) - M 100/600 til bærende murværk, udv. puds, fugning (svarer i anvendelse til KC 50/50/750) - M 100/400 (svarer i anvendelse som muremørtel til KC 20/80/550).

D:1:24 *Gipsmørtler* anvendes i Danmark udelukkende som afsluttende pudsmørtel. De fremstilles på byggepladsen: gips uden sand G 100/0, gips og hydratkalk i lige dele uden sand GK 50/50/0, til stukarbejde og glitpuds. G 100/100 til G 100/400 (gips og sand) til finpuds, styrken aftager med voksende mængde sand.

Nøjagtigt er K 100/1200 7,7 vægt% mørtel.

Tabel over blandingsforhold for muremørtler efter DS 414. Rumfangsdelene er omtrentlige og svarer ikke til normen. KC 35/65/650 er ikke normmørtel.

Gammel betegnelse: bastardmørtler.

Blandingsanvisning for mørtler se Murerfagets byggeblade nr. 22 og Murer Håndbog 1989.

Gipsmørtler har meget stor anvendelse til indv. puds m.m. bl.a. i tysktalende lande.

D:2 Mørtlers fysiske egenskaber

Operative fysiske egenskaber

D:2:1 Mørtler skal have en til anvendelsen - den givne arbejdsoperation - passende konsistens, dette vil sige, de skal være mere eller mindre *plastiske*. Dette bestemmes af fugtindholdet.

Præcis hvilken mængde vand, der i et givet tilfælde skal anvendes ved mørtelberedningen, kan ikke angives, det er et erfaringsspørgsmål.

Vandmængden er afhængig af de aktuelle fugt- og temperaturforhold, af tilslagsmaterialernes fugtindhold, af arbejdets art: murning, pudsning, fugning, samt af vandsugningsevnen i de materialer, der skal formures eller pudes.

D:2:2 Mørtlens *smidighed* er et udtryk for dens bearbejdelighed under udførelsen af arbejdet. Smidigheden bestemmes af det anvendte bindemiddel og påvirkes af vandmængden.

Mørtler med kalk som bindemiddel er smidige (K-, KC-, M-mørtler).

Mørtler med cement som bindemiddel er ikke smidige (C-mørtler og KC-mørtler med stort cementindhold).

For tørre og for våde mørtler er ikke smidige.

D:2:3 Mørtlers *vandudskillelse* forsinker arbejdet, fordi de kræver stadig omrøring. Bindemiddelrige mørtler står bedre i baljen end bindemiddelfattige.

Rene K-mørtler har ingen tendens til vandudskillelse. KC- og M-mørtler har nogen tendens til vandudskillelse. C-mørtler kan ikke stå i baljen, de udskiller meget hurtigt vand på overfladen.

D:2:4 Mørtlers *afbindingsforhold* er et udtryk for deres tendens til at *stivne eller størkne* hurtigt. Under visse forhold kan mørtler stivne - blive mindre plastiske - før de størkner. Ekstra vandtilsætning eller omrøring vil i sådanne tilfælde kun gøre skade.

Tendens til at stivne er afhængig af mørtelens vandindhold, for tør mørtel stivner.

Vejrforholdene påvirker tendensen, i tørt vejr eller stærk blæst vil mørtel stivne i baljen.

Ved formuring af stærkt vandsugende mursten vil mørtlen stivne ved udlægningen, med risiko for svindrevner og dårlig vedhængning.

Ved formuring af en meget lidt vandsugende sten vil en for våd mørtel give dårligt arbejde (sejlende sten) fordi mørtelen ikke kan stivne.

Densitet og styrke

D:2:5 *Densiteten* af mørtlers delmaterialer må kendes, for at kunne beregne blandingsforhold. Da vandindholdet påvirker densiteten, må talværdierne opfattes omtrentlige.

Vådlæsket kalk (kulekalk) våd masse	ca. 1300 kg/m ³
Tørslæsket kalk (hydratkalk)	ca. 610 kg/m ³
Hydraulisk kalk	ca. 710 kg/m ³
Portland cement	ca. 1400 kg/m ³
Rapidcement	ca. 1250 kg/m ³
Murcement	ca. 1050 kg/m ³
Mørtelsand, vandindhold 4% af tørdensitet. 1300-1500 kg/m ³ .	

D:2:6 *Densiteten* af mørtler er forskellig for frisk mørtel og hærdet mørtel. For frisk mørtel angives tallene inkl. blandingsvandet, for hærdet mørtel forudsættes ligevægtsfugtighed (tallet varierer med aktuell fugtighed). I DS 418 angives nogle teoretiske tal for helt tør mørtel, som medtages til sammenlignende orientering.

Se murstens minutsugning, C:2:7 og C:5:20

Hydratkalk er dog ikke særlig smidig.

I tørt og varmt vejr bør kun oprøres halve baljer ad gangen. Mørtelens tendens til at stivne giver efter gammel erfaring under opmuringen et billede af mørtelens senere vedhængningsevne: både for hurtig stivnen og for udpræget svømmende tendens er dårlige tegn.

Stærkt vandsugende sten bør derfor forvandes.

Ikke vandsugende sten bør opmures med hydraulisk mørtel.

Laboratorietal for absolut tørre materialer er uden praktisk værdi. De angivne tal svarer til leveringsdensitet.

(1 m³ byggepladsfugtig sand ca. 1300 kg tørt sand)

Man antager, at frisk mørtel har ca. 100 kg/m³ større densitet end hærdet mørtel.

Volumen af færdig mørtel svarer til volumen af sandet.

mørteltype	DS 418	frisk mørtel	hærdet mørtel
K-mørtel	1700 kg/m ³	1830 kg/m ³	1730 kg/m ³
KC-mørtel, M-mørtel	1800 kg/m ³	2040-2140 kg/m ³	1940-2040 kg/m ³
C-mørtel	2000 kg/m ³	2240 kg/m ³	2140 kg/m ³

D:2:7 Trykstyrken har betydning for angivelse af murværks beregningsmæssige styrke i h.t. DS 414. *Murværks styrke se L:2:10*

Trækstyrken har betydning for vedhæftningen mellem sten og mørtel. K-mørtels trækstyrke er ca. 60% af trykstyrken, C-mørtels trækstyrke er ca. 25% af trykstyrken.

Mørteltype (cementindhold i % af samlet bindemiddelmængde)	Trykstyrke MPa	Trækstyrke MPa	Elasticitets- modul MPa	Basisstyrke efter DS 414 for murværk med	
				stenkl. 15 MPa	blokk. 15 MPa
K (0%)	1	0,6	3.000	2,4	–
KC (50%)	4	1,9		5,3	5,3
KC (80%)	11	3,2		6,7	5,9
C (100%)	16	4,0	30.000	6,7	5,9

Varmeledning og fugtforhold

D:2:8 Basisvarmeledningstallet for mørtler:

K-mørtler, ca. 1800 kg/m³ 0,75 W/(m·K)
 KC-mørtler, ca. 2000 kg/m³ 0,9 W/(m·K)
 C-mørtler, ca. 2200 kg/m³ 1,2 W/(m·K)

Varmeledningsevnen for mørtler er indregnet i de for murværk fastsatte varmeledningstal. Pudslagsringe tykkelse – kun 10-15 mm – gør mørtelens indflydelse på isoleringsevnen betydningsløs. Varmeledningstallet for mørtler har således ingen større praktisk betydning.

D:2:9 Vanddampdiffusionsevnen er betydningsfuld for valg af mørtler til henholdsvis udv. og indv. puds på ydervægge.

mørteltype	permeabilitet	Z-værdi
	kg GPa·m·s	GPa·m ² ·s kg
K 100/1200	0,014	0,71
KC 60/40/850	0,013	0,77
KC 50/50/750	0,012	0,84
KC 35/65/650	0,010	1,00
KC 20/80/550	0,008	1,25
C 100/400	0,006	1,66

Tal efter BYGG, omregnet til nye enheder. Z-værdien angives her for lagtykkelse 10 mm.

D:2:10 Vandbestandighed. Mørtler med hydrauliske bindemidler er vandbestandige, mørtler med ikke hydrauliske bindemidler er ikke vandbestandige.

Blandingsmørtler med cementindhold, mindst 50% af den totale mængde bindemiddel, er tilstrækkelig vandbestandig til normalt forekommende vejrlighed.

Vandtæthed kan kun opnås med rene cementmørtler.

Vandbestandighed og vandtæthed for en given mørtel forbedres ved aktivering.

D:2:11 Ligevægtsfugtigheden ved RF 50% er for K-mørtler 1%, for KC-mørtler 2%. Vandindholdet ved anvendelse er ca. 17%. Da kalk ved hærdningen frigiver vand, forøges vandindholdet i K-mørtel med yderligere 2% til 19%. Den vandmængde, der skal udtørre er således 18%. I KC-mørtel forbruger cement ca. 1% af vandet kemisk til hærdningen og da ligevægtsfugtigheden også er større, skal der kun udtørre 14%.

De angivne tal gælder for ren mørtel, f.eks. ved pudsearbejde. I teglmurværk vil en del af fugtigheden blive absorberet i teglstenene, således at der kun skal udtørre ca. 6% for at opnå ligevægtsfugtighed 1%.

D:2:12 Rumfangsbestandigheden for mørtler er på linie med murstens rumfangsbestandighed og fremkalder normalt ingen problemer.

Alle mørtler har et vist hærdningssvind - bortset fra gipsmørtler, der udvider sig svagt under hærdning. Når hærdningssvindet er overstået, vil svind og kvelning på grund af ændrede fugtforhold være minimalt.

Svind og kvelning på grund af temperaturforandringer er ca. 0,01-0,02 mm/(m·C) (ca. 2-4 gange tegls svind).

D:2:13 Frostfastheden er nogenlunde ens for mørtler med et cementindhold på mindst 50% af den totale mængde bindemiddel. Stigende cementindhold forbedrer frostfastheden. Poredannende materialer forbedrer frostfastheden, f.eks. er M-mørtler alt andet lige bedre end KC-mørtler. Store vandhuller, blærer o.l. forringer frostfastheden, derfor er ensartet blanding, f.eks. opnået ved aktivering, gavnlige for frostfastheden.

D:2:14 Luftindhold i mørtler har forbedrende egenskaber, når det holdes indenfor den skarpe grænse af 10-20% af rumfanget. Luftporerne skal være jævnt fordelt. Luftindhold under 10% har ingen mærkbar betydning, luftindhold over 20% medfører for stor nedsættelse af styrken og gør mørtelen utæt over for slagregn.

Andre egenskaber

D:2:15 Slidfasthed for mørtler er betinget af cementindholdet. For muremørtler er slidfastheden af mindre betydning, men pudsemørtler skal opfylde de til konstruktionen stillede krav.

K-mørtler har ingen nævneværdig slidfasthed. Til vægpuds i lokaler, hvor slid kan forventes (gange), må anvendes KC-mørtler.

Den nødvendige slidstyrke til gulvpuds har kun C-mørtel. Da sliddet er størst ved finkornet materiale, skal cementslam på overfladen dog undgås.

D:2:16 Lydabsorptionsevnen for almindelige mørtler er ikke bedre end for upudset mur eller beton. Der fremstilles specielle mørtler med særlige lydabsorberende egenskaber.

D:2:17 Brandstabiliteten for mørtler er afhængig af cementindholdet. De til mørtler anvendte materialer er i sig selv ubrændbare, og mørtler godkendes derfor som brandteknisk anvendelig beklædning.

K-mørtel er dog ikke brandstabil. Den falder af ved ret lav varmpåvirkning.

C-mørtel er brandstabil. KC-mørtler er ofte tilstrækkelig brandstabile, bortset fra beskyttelse af bærende konstruktionsdele.

G-mørtler er mere brandstabile end K-mørtler, fordi de er utilbøjelige til revnedannelse.

D:2:18 Korrosionsbeskyttelse af metal kan udføres med C-mørtler, fordi de er tætte. Anvendt på bærende konstruktionsdele af stål kan de imidlertid give revnedannelse (årsag: rumfangsforandringer, dynamiske bevægelser). Det er derfor bedre at beskytte stålet med ren cementvælling uden sand (C 100/0) og tilpudse med M 100/400 eller KC 20/80/550 hvorved risiko for revnedannelse nedsættes væsentligt.

K-mørtler og G-mørtler, der er porøse, må aldrig benyttes i forbindelse med indmuring om metal. De virker korrosionsfremmende.

Hærdningssvind kan indebære risiko for revnedannelse ved hurtig hærdning, ved C- og M-mørtler ved udtørring før hærdning. Tørt, varmt vejr fremmer revnedannelse.

Murcement som bindemiddel er poredannende.

Aktivering af mørtel giver luftindhold.

se kapitel S:4

se D:4:18

Klasse I - beklædning efter BR.

D:3 Bindemiddelkemi

Kalk

D:3:1 *Kalkbrænding* foregår som en kontinuerlig proces i kalkovne.

Temperaturen i brændzonen er mellem 800°C og 1400°C. Temperaturen skal være så høj som mulig, men holdes under den anvendte kalkstens sintringstemperatur. I øvrigt har brændselsmængden, lufttilførslen og den tid, som kalkstenen befinder sig i brændzonen, betydning for temperaturen.

D:3:2	<i>Råkalk</i>	CaCO ₃ ÷ CO ₂	calciumcarbonat ved brænding uddrives carbondioxid
	<i>brændt kalk</i>	Ca O + H ₂ O	calciumoxid læskes ved tilsætning af vand
	<i>læsket kalk</i>	Ca(OH) ₂ + CO ₂	calciumhydroxid blandes mekanisk med sand og vand til kalkmørtel, som under hærningen optager luftens carbondioxid idet der udskilles vand
	<i>hærdnet puds</i>	Ca CO ₃ + H ₂ O	

D:3:3 *Udgangspunktet* for produktion af bygningskalk er som nævnt kalksten, som er calciumcarbonat (CaCO₃). Ved brændingen uddrives carbondioxid (CO₂) og restproduktet er *brændt kalk*: calciumoxid (CaO).

Brændt kalk reagerer med vand under stor varmeudvikling. Denne reaktion tilsigtes ved læskning af kalk.

D:3:4 *Læskning af kalk* sker med vand (H₂O), hvorved calciumoxid (CaO) bliver til calciumhydroxid (Ca(OH)₂), som teknisk betegnes *kalkhydrat*.

Ved vådlæskning lægges stykkalken i vand, så der fremkommer en dejagtig masse. Ved tørlæskning dyppes stykkalken eller overbruses den brændte kalk, så den henfalder til et hvidt pulver.

D:3:5 Læsket kalk vil umiddelbart optage kulsyre (H₂CO₃), der dannes af luftens carbondioxid (CO₂) og den tilstedeværende fugtighed. Denne proces kaldes *kalkens carbonatisering*. Herved gendannes kalken som calciumcarbonat (CaCO₃) - altså kalksten - under frigivelse af vand.

For at forhindre uønsket carbonatisering (forstening) skal kulekalk tildækkes mod luftadgang og hydratkalk opbevares i lufttætte poser.

D:3:6 *Kalkmørtels hærning* er en praktisk udnyttelse af kalkens carbonatisering. Den kemiske neutralisering af calciumhydroxiden medfører den forstening, som binder mørtlens sandkorn sammen og til murstenene.

Hærningen sker udefra og ind. Stærk fugtighed (regnevej) og kulde forsinker eller standser hærning. Frost medfører udvidelse af mørtelvandet og dermed sprængninger og ødelæggelse af vedhæftningen.

Hærning tager lang tid, afhængig af murtykkelsen. Opmuringsmørtel i massive ydervægge af normal tykkelse vil være ca. 2 år om hærningen.

Hærning inde i bygninger kan fremskyndes ved indblæsning af fugtig hedluft tilsat carbondioxid. Det ved hærningen udskilte vand må bortventileres med mellemrum.

D:3:7 Indholdet af CaO i den brændte kalk skal være mindst 90%, for at hærningen skal ske ved carbonatisering. Indeholder kalken over 10% andre mineraler og er det lermineraler, vil kalken få hydrauliske egenskaber.

Lermineralerne kan være siliciumoxid (SiO₂), aluminiumoxid (Al₂O₃), rødjernsten (ferrioxid Fe₂O₃). Der findes kalkarter med op til 30% andel af lermineraler. Bygningskalk fremstillet af kalksten med lerindhold kaldes *hydraulisk kalk*.

Kalkovne kan være skaktovne, rotérovne og ringovne.

Brændt kalk må beskyttes mod fugtighed for at undgå utilsigtet reaktion og evt. brandrisiko ved ophedning.

»Exoterm reaktion«

Ved hærning (carbonatisering) frigives vand.

Kulekalk dækkes oftest lagvis med sand.

Mørtler med kalk som bindemiddel kaldes luftmørtler.

Kun hurtig og fuldstændig dybfrysning af mørtlen kan forhindre revnedannelse.

D:3:8 *Hydraulisk kalks hærning* sker ved at de hydrauliske faktorer sammen med calciumhydroxiden danner uløselige forbindelser, som f.eks. calciumsilikat (CaSiO₃). Denne kemiske reaktion kaldes *hydratisering* og sker under forbrug af vand.

Kun den til mængden af hydrauliske faktorer svarende del af calciumhydroxiden vil medgå til hydratiseringen. Resten skal hærne ved carbonatisering og den dertil svarende mængde af kulsyre skal optages ved luftlagring umiddelbart efter læskningen. Lagringstiden er 3 til 7 dage afhængig af mængden af hydrauliske faktorer.

D:3:9 *Gips* er et ikke-hydraulisk bindemiddel fremstillet af gipssten, som er calciumsulfat med 2 molekyler krystalvand (CaSO₄+2H₂O).

Gipsstenen opvarmes. Jo større temperatur, desto mere krystalvand udrides og desto langsommere vil den fremstillede gips hærne.

Sukgips, hvor tre fjerdedele af krystalvandet er uddrevet, fremstilles ved ca. 120-180°C og hærner i løbet af nogle minutter. *Murgips* er fuldstændig fri for krystalvand, fremstillet ved ca. 800-1200°C, hvorved der dannes noget CaO. Den hærner i løbet af et døgn.

Gips størkner ved genoptagelse af krystalvand og hærner ved kemisk hydratdannelse.

Cement

D:3:10 *Udgangspunktet* for cementproduktionen er stoffer, der i hovedsagen indeholder forbindelser af calcium, silicium, aluminium og jern, og det vil sige plastisk ler og/eller fintformalet sand samt kridt.

Forholdet ler og kridt er som 1 til 4. Stofferne slemmes sammen, finmales i rørmøller. Ovnslammen pumpes til rotérovn, hvor materialet først udtørres og derefter under stigende varme op til 1400-1500°C brændes til delvis sintring. Under opvarmningen ved omkring 900°C har kridtet afgivet carbondioxid. Ved brændingen dannes de såkaldte cementklinker (portlandsklinker), der i det væsentlige er calciumsilikater.

Portlandklinkernes fremstilling er den første fase i cementproduktionen. Anden fase er formaling af klinkerne under tilsætning af gips.

Alle portlandcementtyper fremstilles principielt på samme måde, men sammensætningen af råmaterialerne kan variere og den ved formalingen opnåede finhed reguleres for at opnå den pågældende cementtypes karakteristiske egenskaber.

D:3:11 *Certificeret cement* er cement fremstillet i henhold til DS 427 og undergivet de i denne standard opstillede krav.

Oversigt over *Certificeringsordningens mærkning*:

1. Cementtype	PC = portlandcement PFC = portlandflyveaskecement	
2. Hærningstid og Korttidsstyrke	A = almindelig hærnende efter DS 427 R = hurtig hærnende efter DS 427	
3. Sulfatbestandighed	HS = høj sulfatbestandighed MS = moderat sulfatbestandighed IS = ikke sulfatbestandig	Se D:3:16
4. Alkaliindhold	EA = ekstra lavt alkaliindhold LA = lavt alkaliindhold MA = moderat alkaliindhold HA = højt alkaliindhold	Se D:3:16
5. Farve	W = hvid G = grå	

Hydraulisk kalk burde kaldes vandkalk. Ved hydratisering forbruges vand. Mørtler med hydrauliske bindemidler kaldes hydrauliske mørtler.

Gips opvarmet til over 200°C »dødbrændes« så den ikke kan genoptage vand.

Gipsindholdet er 2-4% afhængig af cementtype.

DS 427: Norm for portlandcement og portlandflyveaskecement. Ikrafttrådt februar 1985.

Certificeringslicens udstedes til en cement, der er godkendt af den med ordningen indførte typekontrol. Det sikres herved, at cement svarer til kravene i DS 427, at den indeholder mindre end 2 mg/kg vandopløselig chromat. Det kræves endvidere, at cementen mærkes i henhold til certificeringsmærknin-gen.

De danske cementfabrikker har udtaget certificeringslicens på følgende cementtyper (her angives de betegnelser, som fabrikkerne anvender og som skal benyttes ved bestilling):

Standard-cement	PFC (A/MS/MA/G)
Rapid-cement	PC (R/IS/MA/G)
Lavalkali Sulfatbestandig cement	PC (A/HS/EA/G)
Hvid Portland-cement	PC (R/HS/EA/W)

Udover de af certificeringsordningen omfattede portlandcementer findes farvede cementer, lavvarmecement, slaggecement, puzzolancement, alumi-natcement. Bortset fra farvede cementer produceres disse typer for tiden ikke i Danmark.

Betegnelsen cement benyttes også i forbindelsen med murcement og sorel-cement, selv om det ikke er egentlige cementer. (Se D:3:18)

D:3:12 Cementers *kemiske bestanddele* er følgende, med angivelse af typisk andel for portlandcement:

Calciumoxid	CaO	60-67	typisk 65%	
Siliciumdioxid	SiO ₂	17-25	typisk 22%	h
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	2- 8	typisk 4%	h
Ferrioxid	Fe ₂ O ₃	0- 6	typisk 3%	h
Magnesiumoxid	MgO	0,1- 4	typisk 1%	
Svovltrioxid	SO ₃	1- 4	typisk 2½%	
Alkalioxider og andet			ad 100%	

De med »h«-mærkede er de hydrauliske faktorer, som bevirker, at portland-cement reagerer med vand under dannelse af calciumsilikathydrater.

Cementer er *hydrauliske bindemidler*, der hærdner ved hydratisering.

D:3:13 *Klinkerminerale* er betegnelsen for de kemiske forbindelser, der dannes af oxiderne. I cementkemien benyttes nogle forenklede symboler som betegnelser for oxider og mineraler.

oxider	kem. formel	symbol
Calciumoxid	CaO	C
Siliciumoxid	SiO ₂	S
Aluminiumoxid	Al ₂ O ₃	A
Ferrioxid	Fe ₂ O ₃	F
Svovltrioxid	SO ₃	S̄
<i>klinkerminerale</i>		
Tricalciumsilikat	3CaO·SiO ₂	C ₃ S
Dicalciumsilikat	2CaO·SiO ₂	C ₂ S
Tricalciumaluminat	3CaO·Al ₂ O ₃	C ₃ A
Tetracalciumaluminatferrit	4CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

D:3:14 Cementtypernes forskellige egenskaber beror på *klinkerminerale*nes reaktioner.

C₃S hydratiserer hurtigt, især sammen med gipsen, under moderat varmeudvikling. Hydraterne er sulfatbestandige.

C₂S hydratiserer langsommere under lav varmeudvikling. Hydraterne er sulfatbestandige.

Typekontrol udføres af Dantest

Mærkningen omfatter tillige trekantsmærket og angivelse af DS 427 (illustration)



Kilde: Betonbogen

Ved cementens hydratisering forbruges vand.

Typisk indhold af klinkerminerale i Standard og Rapidcement ca. 55%

ca. 20%

C₃A hydratiserer meget hurtigt, bremses af gipsen, under kraftig varmeudvikling. Hydraterne er ikke sulfatbestandige.

C₄AF hydratiserer langsomt under moderat varmeudvikling. Hydraterne er ikke fuldt sulfatbestandige.

D:3:15 *Andre bestanddeles reaktioner:*

Calciumoxid (basisk) bindes i hovedsagen af de sure oxider i klinkerminerale, men en vis del bliver til rest som fri kalk (fri CaO). CaO reagerer med vand med carbonatisering som resultat under ekspansion. Skadelige virkninger kan opstå, hvis mængden af fri CaO er for stor.

Magnesiumoxid reagerer meget langsomt med vand under ekspansion. Reaktionen kan vare i flere år. Revnedannelser konstateres derfor først sent, derfor fastsættes i normerne 3% som maximalgrænse for indhold af MgO.

Alkaliforbindelser (Na₂O, K₂O) forekommer i små mængder. De vil reagere med kisel i visse tilslagsmaterialer, især i fugtigt miljø, og give anledning til ekspansioner og revnedannelser. Dette kaldes *skadelige alkalikiselreaktioner*. Ved alkaliindhold under 0,6% anses cementen for at være fri for skadelige reaktioner.

Flyveaske er en forbrændingsrest fra kulstoffyrede kraft- og varmeværkers røggasfiltre. Den består overvejende af jern- og aluminiumholdige silikat-glasser. Asken har afrundede partikler ikke over 1 mm, hvorved den får en »smørende« virkning på cementen under anvendelsen. Indholdet af flyveaske skal efter DS 427 være mellem 10 og 35%.

Der stilles strenge krav til flyveaskens indhold af forskellige for cementanvendelsen skadelige stoffer. Specielt er kravet om en øvre grænse for indhold af svovltrioxid kritisk. Dette krav modarbejdes af miljøbetingede ønsker om yderligere afsøvling af røggasserne; større svovlindhold end nu vil umuliggøre anvendelse af flyveaske i cementindustrien.

D:3:16 *Cementtyper* i henhold til certificeringsordningen er portlandcement og portlandflyveaskecement.

Portlandcement fremstilles som almindeligt hærdnende (7 døgn styrke 26 MN/m²) og som hurtigt hærdnende (2 døgn styrke 17,5 MN/m²). De adskiller sig kun ved cementens finhed, jo finere des hurtigere. Slutstyrken er den samme. I Danmark leveres pt kun den hurtigt hærdnende *Rapidcement*.

Portlandflyveaskecement fremstilles som portlandcement, men tilsættes flyveaske. Dens styrkeforhold er som almindeligt hærdnende portlandcement. I Danmark leveres den under betegnelsen *Standardcement* (Denne betegnelse anvendes i udlandet også for andre cementtyper).

En extra hurtighærdnende cement produceredes tidligere under betegnelsen *superrapidcement*. Den er udgået af produktionen.

Sulfatbestandig cement er portlandcement med reduceret indhold af C₃A. Dette opnås ved delvis at erstatte leret med kisaske, eller ved et indhold af flyveaske på mindst 15%. Betegnelsen HS i DS 427 betyder, at C₃A-indholdet er 5%, MS 5-8%.

Lavalkalimento er portlandcement fremstillet med særlig alkalifri råmateriale og under høj brændingstemperatur. Indholdet af syreopløselig alkali skal være 0,8% (betegnes MA). Ekstra lavt alkaliindhold er 0,4%. I Danmark leveres en *Lavalkali Sulfatbestandig cement*, hvor begge egenskaber kombineres.

Hvid cement er en portlandcement hurtighærdnende, sulfatbestandig og med ekstralavt alkaliindhold. Den fremstilles ved at leret erstattes af sand og hvidbrændende ler (importeret kaolin).

D:3:17 *Andre cementtyper*, der ikke omfattes af certificeringsordningen:

Farvede cementer er pigmenteret portlandcement. Pigmenterne er fortrinnsvis metaloxider og de skal være uden indflydelse på cementens øvrige

ca. 10%

ca. 9%

ca. 2-3% maximum

ca. 1%

ca. 0,2-0,7%

Alkalier = baser af vandopløselige metaller

Indholdet af flyveaske i dansk cement er i 1987 ca. 20-30%

PC (R/IS/MA/G)

PFC (A/MS/MA/G)

PC (A/HS/EA/G) indeholder 0% C₃A, 76% C₃S + C₂S.

PC (R/HS/EA/W) indeholder 3% C₃A, 88% C₃S + C₂S.

Pigmentindhold 2-10%.

egenskaber. Mørke farver (brun, teglrød, sort, mørkegrøn) fremstilles på basis af rapidcement. Lyse farver (gul, rød, blå, grøn) fremstilles på basis af hvid cement. Anvendes til farvet puds og farvede forstøbninger.

Lavvarmecement skal indeholde mest muligt af det langsomt hydratiserende klinkerminerale C_2S og mindst muligt af de andre klinkerminerale. Det skal endvidere være så groft formålet som muligt. Fremstilles for tiden ikke i Danmark.

I udlandet forhandles under betegnelsen standardcement en langsomt hærdnende cement med en 28 døgns styrke på 30 MPa. Den er ikke tilladt i Danmark, hvor minimumskravet til 28 døgns styrken er 42 MPa.

Slaggecement er en portlandcement tilsat 35-85% formalede højovns slagger. (Under betegnelsen portlandslaggecement produceres cementer med mindre indhold af slagger). Slaggecement er langsomt hærdnende, men især med stort slaggeindhold ret sulfatbestandige. De er derfor anvendt i forbindelse med havvandskonstruktioner. I Danmark har produktion af slaggecement med forbrændingsovnslagger været overvejende.

Puzzolancement er portlandcement tilsat puzzolan, som er kiselmaterialer (silikater), der sammen med calciumhydroxid kan danne produkter med bindemiddelegenskaber.

Puzzolaner forekommer naturligt, bl.a. i diatoméjord (moler), visse typer flint og skifer, vulkansk aske, tuf, pimpsten. Kunstigt fremstillede puzzolaner er først og fremmest flyveaske, der indgår i portlandflyveaskecement (s.d.).

Indholdet af puzzolan er som regel 5-35%. Puzzolaner har en kornstørrelse svarende til cement og kornene er overvejende runde, glasagtige, hvilket giver cementpastaen en øget smidighed. Endvidere er der forbundet økonomiske motiver med anvendelsen.

Mikrosilica er et produkt med udprægede puzzolanegenskaber, men det indgår ikke i cementproduktionen. Det anvendes som betontilsætning.

D:3:18 Betegnelsen cement anvendes også om visse bindemidler, som ikke er fremstillet som portlandcement, eller som er produceret på basis af andre råmaterialer.

Murcement er et mørtelmateriale, specielt fremstillet til anvendelse ved mur- og pudsearbejder. Den fremstilles ved mekanisk blanding af portlandcement og fintmalet kalk eller andet uorganisk fyldstof i forhold 1:1. Murcement kan ikke anvendes til støbearbejde.

Sorel cement eller magnesi cement burde ikke hedde cement, da den ikke er hydraulisk, tværtimod nedbrydes den af vand. Den fremstilles af brændt magnesit og koncentreret opløsning af magnesiumchlorid. Har været anvendt til fremstilling af fugefri gulve i tørre lokaler, trapper etc.

Aluminatcement fremstilles af kalksten og bauxit, (som hovedsagelig er aluminiumoxid (Al_2O_3)). Aluminatcements klinkerminerale er hovedsagelig calciumaluminater.

Aluminatcement hærdner væsentligt hurtigere og med større varmeudvikling end portlandcement - hovedsagelig styrkeudvikling på 24 timer. Den er sulfatbestandig og syrebestandig samt særdeles varmebestandig. I fugtig varmt klima omdannes dens hydratiseringsprodukter dog til svagere produkter og cementens styrkeegenskaber betragtes som upålidelige.

Sundhedsfare og korrosion

D:3:19 Cement virker, i forbindelse med vand, *ætsende* på hud, slimhinder og øjne. Hos overfølsomme personer kan ved langvarig berøring være risiko for *chromateksem*.

Man bør undgå langvarig berøring med frisk, uhærdet beton eller mørtel med cement. Stænk af mørtel eller beton i øjne eller svælg bortskylles straks med rigeligt vand i mindst et kvarter.

Også kalkmørtel er alkalisk og kan give ætsende virkning på huden og i øjne.

Efter USA-standard (ASTM) mindst 40% C_2S

Eks. i Norge

USA - Portland blast-furnace cement

F - Ciment de haut fourneau

BRD - Hochofenzement

Se E:3:8

DS 424, norm for murcement.

High alumina cement - Ciment fondu - Tonerdezement.

Brug handsker og knæbeskyttere.

Arbejdstilsynet har siden 1982 *forbudt* anvendelse af cement med mere end 2 mm vandopløselig chromat pr. kg cement og dette krav er nu indgået i den i 1985 etablerede certificeringsordning for cement. Danske cementer er derfor tilsat et chromneutraliserende stof.

D:3:20 Både kalk og cement kan have *korrosiv virkning* overfor andre materialer: misfarvning af træ, saltudblomstringer i teglstensmur.

Kalk virker *korroderende* på metaller, især jern.

Cement virker *ikke korroderende* på jern, men *angriber* zink, bly og aluminium. Angrebet standser, når betonen er tør, men kan genoptages med fornyet fugtighed.

D:3:21 Cementholdige mørtler og beton *korroderer* på forskellig måde. Forskellige syrer og salte danner opløselige reaktionsprodukter med cementshydraterne, som medfører smuldring.

Sulfatkorrosion medfører svært opløselige reaktionsprodukter, der vil ekspandere og medføre sprængninger.

De forstenede cementshydrater opløses fuldstændig af klorider og mineraliske organiske syrer, f.eks. dyrisk fedt, planteolier.

Udblomstringer kan være signal på begyndende nedbrydning. Opløste salte transporteres med fugtighed til overfladen, hvor vandet fordampes og saltene udkrystalliseres.

D:3:22 *Beskyttelse* mod disse korrosionsformer opnås udelukkende gennem overfladetætning. Følgende kan anvendes:

Vandglas danner beskyttende calciumsilikat.

Silicone danner en film, der har vandafvisende egenskaber.

Fluater (vandopløselige fluorforbindelser) danner uopløselig calciumfluorid, hvorved overfladen bliver modstandsdygtig over for syrer.

Asfaltering danner vandtæt overflade.

Forskellige malinger, der har vandafvisende egenskaber.

D:3:23 Kalk og cement ændres ikke kemisk under en *brand*. Det er ubrændbare materialer, som ikke udvikler brandfarlige gasser.

Der kan dog ske ødelæggelse, hvis der f.eks. forbrændes materialer, som i brand, eller under slukning kan udvikle syrer eller gasser, der kan korrodere cement.

D:3:24 *Tilsætningsstoffer* kan virke ødelæggende på mørtler. Frostvæsker kan være saltopløsninger, der indeholder calciumchlorid eller andre salte. Anvendelsen må frarådes med de i afsnittet betonkemi E:3:5 angivne årsager.

Glycerin eller glykol må heller ikke anvendes.

D:4 Mørtlers handelsformer

Levering

D:4:1 *Kalk* leveres som vådlæsket kulekalk eller hvidtekalk og som tørlæsket hydratkalk.

Cement leveres i lufttætte poser eller sække. *Murcement* leveres i lufttætte poser.

D:4:2 *Kalkmørtel* leveres færdig fra mørtelværk, jordfugtig løs eller i sække, til direkte anvendelse med vandtilsætning på byggepladsen. Strandsandsmørtel med kornstørrelse 0-2 og 0-4 mm, Bakkesandsmørtel med kornstørrelse 0-4 mm.

Kvaliteter: K 100/1200 (muremørtel) og K 100/1000 (pudsemørtel).

D:4:3 *Cementmørtel* kan leveres fra betonfabrikker som jordfugtig C 100/400. Ved fremstilling på byggepladsen kan mængden bedre tilpasses forbruget.

Slidlagsbeton er betegnelsen på en tørmørtel af type C 100/300 med tilsætningsstoffer til udlægning af slidlag på 10-40 mm tykkelse.

Under forudsætning af at jernet er lufttæt beskyttet, virker cement korrosionshindrende.

Sulfatreaktioner kan fremkomme på grund af forrådnelsesprodukter (svovlbrinte) og røggas (svovldioxid).

*Hvidtekalk i sække à 20 l
Hydratkalk i poser à 25 kg
Poser à 15 og 50 kg.*

*Leveres i hl løs eller i
plastsække à 30 l
(ca. 45 kg).*

*K 100/1200 kan leveres
som tørmørtel.*

*Muremørtel: forbrug
7 hl/1000 sten.*

*Pudsemørtel: forbrug
22 hl/100 m².*

D:4:4 *Blandingsmørtler* er traditionelt blevet fremstillet på byggepladsen ved blanding af kalkmørtel og cementmørtel. Den hermed forbundne usikkerhed med hensyn til kvaliteten har ført til, at der nu fortrinsvis anvendes *tørmørtler*, som leveres i følgende kvaliteter.

KC 50/50/750 med strandsand 0-2 mm eller 0-4 mm, bakkesand 0-4 mm,

KC 35/65/650 med samme sandtilslagsmuligheder,

KC 20/80/550 til stærkt belastet murværk med kornstørrelse 0-4 mm,

KC 60/40/850 til indiv. pudsearbejde, fugning, tagunderstrygning, med strandsand kornstørrelse 0-2 mm,

KC 60/40/200 finpudsemørtel med kornstørrelse 1 mm, strandsand.

Fremstilling

D:4:5 *Mørtelfremstilling* på byggepladsen kræver kun vandtilsætning, når der anvendes *kalkmørtel* eller *tørmørtler*.

Al mørtelfremstilling kan ske for hånden i balje eller i blandemaskine. Blanding i maskine ca. 5 minutter. Anvendes aktivator nedsættes blandetiden lidt.

D:4:6 Fremstilling af *C-mørtler* og *M-mørtler* kræver blanding af bindemiddel og sand og derefter tilsætning af vand.

Blandingsforhold i kg:	100/900	100/600	100/400	100/300
tilsvarende rumfangsforhold:	1:6,5	1:4,5	1:3	1:2,5

D:4:7 Fremstilling af *blandingsmørtler* på byggepladsen må *aldrig* ske ved at tilsætte cement til en almindelig kalkmørtel.

Man kan blande efter vægtforhold og anvende *hydratkalk*, *cement* og *sand* (*fugtig*). Tilnærmede rumfangsforhold kan eventuelt bruges:

Blandingsforhold i kg:	KC50/50/750	KC35/65/650	KC20/80/550	KC60/40/850
tilnærmet rumfangsforhold:	2:1:12	1:1:8	1:2:11	3:1:13

Fremstilling på basis af færdigleveret kalkmørtel kræver omhyggelige beregninger. Beregninger se: Murerfagets byggeblade nr. 22

D:4:8 *Finpudsemørtel* K 100/400 kan blandes af kalkmørtel K 100/1200 og hvidtekalk i forhold: 3 dele kalkmørtel + 1 del ren hvidtekalk.

G-mørtler blandes på speciel måde: alt vandet anbringes i balje, gipsen drysses ud over vandet, og først når den har suget vand omrøres forsigtigt, til massen danner en jævn vælling, iblanding af tilslagsmaterialer eller kalk kan derefter ske på maskine.

Opbevaring

D:4:9 *Hydrauliske bindemidler* skal opbevares tørt og beskyttet mod fugtig luft. Normalt vil emballagen være tilstrækkelig lufttæt. De må dog ikke lagres på jorden eller andet fugtigt underlag og må ikke udsættes for nedbør.

Mørtler med hydrauliske bindemidler kan ikke lagres. *C-mørtler* skal forbruges i løbet af 1 time efter blandingen, *M-* og *KC-mørtler* skal forbruges i løbet af højst 3 timer.

D:4:10 *K-mørtler* kan lagres ubegrænset, når de beskyttes mod sol, nedbør og frost, f.eks. i mørtelbænk. Mørtelbænkens sider skal isoleres mod udtørring eller frost. Beskyttelse kan ske ved afdækning med halmmåtter, der holdes fugtige eller med plast. Mørtler i baljer kan opbevares natten over ved at dækkes med lidt vand.

K-mørtler leveret i sække som *vådmørtler* skal opbevares frostfrit, men tåler fugt. Kan lagres i flere måneder.

Tørmørtler skal opbevares som cement, på paller i tørt rum uden træk.

Poser à 40 kg.

Blandemaskiner se

E:5:31:4

Aktivatoren kan anvendes på byggepladsen til aktivering af K-mørtler og KC-mørtler (ikke til M-mørtler)

Specialmørtler

D:4:11 *Ildfast mørtel* anvendes ved opsætning af ildfaste sten og forhandles som færdigblandede *tørmørtler*, der består af ildfast ler, chamotte og sand. Der fås forskellige typer af ildfaste mørtler, svarende til de anvendte ildfaste sten, og de forhandles derfor sammen med stenene.

D:4:12 *Syrefast mørtel* kan fremstilles ved, at man blander et tilsætningsstof i almindelig *C-mørtel*, men virkningen er begrænset. Der forhandles færdigblandet, syrefast *tørmørtel*, som oprøres med vandglas (silikater) på byggepladsen; den stivner meget hurtigt og skal bruges indenfor en halv time. Silikatmørtel kan anvendes til udfugning af skorstenspipens øverste del for at modvirke fortætningskader fra svovlsyreholdigt vand.

Syrefaste plastrmørtler, med plast som bindemiddel, forhandles færdige og anvendes efter brugsanvisning. De anvendes ved opsætning af syrefaste fliser o.lign.

D:4:13 *Plastrmørtel* til færdiggørelse af pudsede flader, fortrinsvis indvendig, sælges som færdigvare. Både *plastrmørtler* og de hermed beslægtede *sandspartelmasser* - fortrinsvis til indvendig brug - skal påføres i ret tynde lag og kræver et meget plant og jævnt grovpudset underlag.

Plastrmørtel, f.eks. akryl-, epoxy-, PVA-mørtel anvendes til færdiggørelse af gulvpuds, vægpuds og lignende indvendige arbejder.

D:4:14 *Murlim* fremstilles af cement, stenmel og kasein; kaseinen sikrer limen smidighed og bedre vedhængning. Tilsvarende mørtel benyttes til opsætning af vægfliser og andre pladematerialer. Kaldes ofte fliseklæb.

D:4:15 *Sarabondmørtel* er *KC-mørtel* med plasttilsætningsstoffet »Sarabond« (vareravn). En mørtel med dette tilsætningsstof får styrke som teglsten og større trækstyrke end teglsten (hhv. ca. 60 MPa og ca. 10 MPa).

Mørtlen anvendes til beregnet murværk og teglelementer, hvor den medfører en nedsættelse af den fornødne murtykkelse. Den er hurtighærdende og elementer kan flyttes dagen efter fugeudfyldningen. Anvendes den til traditionel opmuring, kræver *Sarabondmørtel* omhyggelighed med stadig renholdelse, spildte mørtelportioner kan ikke senere afrensnes. Udfugning sker samtidig med opmuring. Prisen er ca. 4×alm. mørtelpris.

D:4:16 Til *farvepuds* i større flader bør kun anvendes færdigblandet *tørmørtel* eller farvet cement for at sikre ensartet indfarvning af hele fladen.

Ædelpuds, *mineralpuds* og lignende er færdigblandede mørtler eller tilslagsmaterialer til udførelse af udvendig finpuds. De har som regel et indhold af knuste mineraler.

D:4:17 *Specialmørtler* med særlige egenskaber:

Barytmørtel beskytter mod radioaktiv stråling, forhandles som *tørmørtel* af cement med baryt.

Akustisk mørtel fremstilles for at opnå lydabsorption ved, at man blander en *K-* eller *C-mørtel* med et let tilslagsmateriale af porøse korn, f.eks. savsmuld, vermiculit, pimpsten.

Savsmulds-mørtel har træets hygroskopicitet, den svinder og kvæller; hvor dette spiller mindre rolle, f.eks. som underpuds til gulvbelægninger, udnytter man både dens gode varmeisolerende egenskaber og trinstdæmpning.

D:4:18 Kontrol

I DS 414 fastlægges regler for kontrol af mørtel. Der skelnes mellem driftskontrol og modtagekontrol.

Prøvning foretages efter normens regler. »Normal« modtagekontrol kan udelades hvis materialerne leveres fra værk tilsluttet godkendt kontrolordning, mens prøvehyppigheden ved »skærpet« kontrol i så fald halveres.

Silikatmørtler er sprøde og vil krakelere, når det murværk, hvor de er anvendt, udsættes for kraftige bevægelser; de tåler temperaturer op mod 1000°C; plastrmørtler er ikke skøre, men tåler ikke højere temperaturer end 100°C.

Plastrmørtler fremstilles af almindelig mørtel med tilsætning af pulver (PVA) eller væske (kunstharpiks, akryl, epoxy).

Sarabond er et plastprodukt af PVDC-type, se G:2:7, blandingsforhold opgives af forhandler. Der regnes med ca. 15 l pr. pose 50 kg cement.

Barytmørtel, densitet ca. 4000 kg/m³. Tungspat kan udvindes af plastisk ler i Danmark.

Akustisk mørtels lydabsorberende virkning kommer ikke på højde med andre materialer.

E:1 Materialer og betegnelser

Definition

E:1:1 *Beton* er principielt et materiale som mørtler, fordi det fremstilles under anvendelsen med bestemte forarbejdningsegenskaber under den forudsætning at opnå bestemte blivende egenskaber.

E:1:2 *Beton* er en blanding af cementmørtel og tilslagsmaterialer og evt. hjælpestoffer. Da cementmørtel (som nævnt under mørtler) består af cement, sand og vand, er *betonens bestanddele* cement + vand + sand + sten.

Fremstilles beton med andet tilslagsmateriale end sten, opkaldes den som regel efter tilslagsmaterialet, f.eks. exlerbeton.

Jernbeton er beton, som er forstærket med indlæg af armeringsjern.

Betonens farve er grå, medmindre særlige farvende cementer eller tilslagsmaterialer anvendes.

E:1:3 *Betonens særlige egenskaber* er formbarhed i friskblandet tilstand og efter hærdeningen stor styrke, vejrbestandighed og tæthed. Disse egenskaber har givet betonen mange anvendelsesmuligheder i byggeriet. Særlig efter den i de senere år skete udvikling i armeringsteknik og udstøbningsmåder, vibre-ring etc., er anvendelsesmulighederne vokset.

E:1:4 *Grovbeton* anvendes overalt i byggeriet til udstøbning på byggepladsen i fundamenter, kælderydervægge, støttemure m.m.

Jernbeton, beton med armering, anvendes udstøbt på byggepladsen til bærende konstruktioner, etageadskillelser, tage og i byggeindustrien til produktionen af færdigstøbte konstruktionsdele, dækkomponenter, facadeelementer og andet.

Specialbeton anvendes til industriel fremstilling af byggelementer, murblokke og andre færdige byggekomponenter, men også til udstøbning på byggepladsen til forskellige specielle arbejder, herunder isolering og gulvbelægninger.

Bindemidler

E:1:5 Betonens vigtigste bindemiddel er *cement*, som produceres i forskellige typer.

Der stilles en række *normkrav* til cementprodukter, som skal være opfyldt for at produktet kan sælges og benyttes i Danmark. De for materialebedømmelsen vigtigste krav angår kornstørrelsen - finheden - tilsætnign af andre stoffer - og styrken. Cementpartiklernes størrelse vil, for de fleste cementtyper ligge under 0,1 mm. Dette gælder for 95 vægt % af cementen.

E:1:6 *Finheden* angives ved den *specifikke overflade*; dette er overfladearealet af alle korn i 1 kg af stoffet og måles i m²/kg. De fleste cementtyper vil ligge i området 200-600 m²/kg.

De elektrostatiske overfladekræfter, der hæmmer en fri pakning, er større jo mere finkornet materialet er. En finkornet cement har derfor mindre densitet end en grovkornet.

Cementens hydratisering (reaktionen med vand) sker på kornenes overflade, derfor hydratiserer (hærder) en finkornet cement hurtigere end en grovkornet.

E:1:7 *Trykstyrken* er cementens væsentlige brugsegenskab. Cementens styrke angives som en laboratorieværdi fremkommet ved prøvning af en standardiseret cementmørtel. Den har således ingen praktisk forbindelse med betons beregningsmæssige styrke, men er en forudsætning for den. En færdig betons styrke er afhængig af mange andre forhold end cementstyrken.

Beton-Bogen 2. udg., Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, 1985.

Beton har været kendt i oldtiden - beton stammer fra latin: pix tumens (svulmende beg). Ordet cement stammer også fra latin - cæmentum (udhugget sten)

*cement
+ vand*

*= cementvælling
+ sand eller grus*

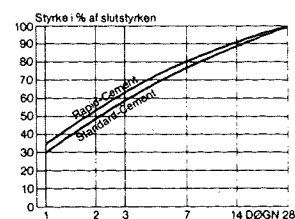
*= cementmørtel
+ sten*

*= beton
+ armeringsstål*

= jernbeton

Cementproduktion og kemi se D:3:10ff

DS 427 - norm for Portlandcement



Styrkestigningens forløb (Kilde: Cement og beton, cto)

Cementstyrken angives som *28 døgns styrken* - efter 28 døgns hærdening. Den laveste tilladte trykstyrke er 40 MPa.

Styrkekravet er ens for alle cementtyper. Hurtighærdnende cement, som rapidcement, opnår denne styrke på 14 dage, men er i øvrigt ikke stærkere.

E:1:8 Til *betonarbejder* på byggepladser og i betonelementproduktionen vil normalt blive anvendt standardcement eller rapidcement, som begge produceres af de danske cementfabrikker indenfor den certificeringsordning, som gælder efter DS 427.

Standardcement er en Portlandflyveaskecement med 20-25% flyveaske. Den er almindeligt hærdenende (28 døgns styrke 40 MPa), moderat sulfatbestandig og med moderat alkaliindhold. Den leveres i brune papirsække med grå stribe, indhold ca. 40 l (50 kg). Flyveaskeindholdet indebærer en øget risiko for hurtig udtørring og deraf følgende svindrevner og lav overfladestyrke specielt ved støbning i tørtrende vejrlig.

Rapidcement er en portlandcement. Den er hurtighærdnende (14 døgns styrke 40 MPa), ikke sulfatbestandig, moderat alkaliindhold. Den leveres i brune papirsække med grønne striber, indhold ca. 40 l (50 kg). Den hurtigere hærdening betyder hurtigere varmeudvikling, hvilket kan være en fordel under kolde vejrforhold, men en ulempe under andre. Normalt er risikoen for skader større ved en hurtighærdende cement end ved en langsom hærdenende (28 døgns).

E:1:9 Cementtypernes fysiske egenskaber

cementtype	absolut densitet kg/m ³	bulk densitet kg/m ³	finhed m ² /kg	bindetid beg.-slut timer	trykstyrke ved v/c 0,5 MPa				hærdevarme ved v/c 0,5 J/g
					3 d	7 d	14 d	28 d	
Standard cement	2900	1250	400	2 -3	24	32	35	49	336
Rapid cement	3100	1250	400	2 -3	27	35	40	58	363
Lavalkali Sulfatbestandig cement	3150	1300	300	2 -3	22	32	35	52	331
Hvid Portland cement	3150	1200	400	2 -3	30	40	45	68	370
Lavvarme-cement*)	-	1350	340	2½-5	lidt lavere end standard cement				210**)

Oplysninger efter »Cement og Beton« CtO 1986 - *) Lavvarme-cement sidste danske produktion 1971 - Oplysninger om hærdevarme fra »CtO's arbejds-mark 10/24/1986 - **) Hærdevarme for lavvarmecement efter svensk BYGG, ved v/c 0,4

E:1:10 Til betonstøbninger, hvor risikoen for sulfatangreb ønskes reduceret, f.eks. vandbygningskonstruktioner anvendes *Lavalkali Sulfatbestandig cement*. Den virker også forebyggende mod alkaliskreaktioner. Det er en almindelig hærdenende cement, men den tilsættes ikke flyveaske.

Til forstøbninger i facadeelementer o.l. kan anvendes *Hvid Portland cement*, som sammen med hvide tilslagsmaterialer giver en ren hvid beton. Denne cementtype har høj sulfatbestandighed samt ekstra lavt alkaliindhold. Denne cementtype har det laveste alkaliindhold af de omtalte typer. Hvid Portland cement anses for at være på linie med rapidcement, men de sene styrker er dog højere end rapidcementens.

Farvet cement (color-cement) fremstilles ved pigmentering af grå Portlandcement eller hvid Portlandcement, afhængig af farven. De anvendte pigmenter er fortrinsvis jernoxider.

Cementtyper, egenskaber, certificering etc. se binde-middelkemi D:3

PFC (A/MS/MA/G)

Cement kan også leveres i løs vægt i tankbiler.

PC (R/IS/MA/G)

PC (A/HS/EA/G)

PC (R/HS/EA/W)

E:1:11 Følgende cementtyper produceres ikke i Danmark og må derfor importeres:
Lavvarme-cement er en normalt hærtnende Portlandcement med noget langsommere styrkeudvikling end standardcement. Den anvendes til støbning af store betonmasser, voluminøse fundamenter o.l., hvor der kunne være risiko for sprængning på grund af hærtningsvarmen.

Aluminatcement er fremstillet efter helt andre principper end Portlandcement. Det er en super hurtigt hærtnende cement: på 24 timer opnår den standardcementens 28-døgns styrke. Aluminatcement har høj sulfatbestandighed og god syrebestandighed. I hærtnet tilstand er den bestandig overfor meget høje temperaturer op til 1500-1600°C og kan derfor anvendes til støbning af ildfast beton. Dens styrkeegenskaber udvikles også ved højt v/c-tal. Imidlertid er styrkeegenskaberne ikke stabile og det er derfor forbudt at anvende den til bærende konstruktioner.

Vand

E:1:12 Til betonfremstilling skal anvendes rent vand, f.eks. vandværksvand. Der må aldrig anvendes mosevand, afløbsvand eller havvand.

Urenheder i vandet har indflydelse på betonens styrke og holdbarhed. Urenheder kan endvidere indfluere på hærtningsforløbet, idet nogle stoffer vil virke retarderende og nogle vil virke accelererende. De kan også forårsage misfarvninger ved vådholdelse af nystøbt beton. Man bør være særlig opmærksom på, at undgå fedt-, syre-, olieholdigt vand, samt vand med sukker eller saltindhold. *Saltindholdet* bør ikke overstige 1,5%, *surhedsgraden* pH bør ikke være lavere end 4. Mange »betonskadelige« stoffer i betonblandevandet vil dog ofte neutraliseres eller bindes af cementens hærtningsprodukter.

Havvand (saltvand) må ikke anvendes til armeret beton eller beton, hvori jern skal fastgøres, på grund af korrosionsrisikoen. Det er hovedsageligt havvandets indhold af chlorider, som er afgørende. I følge Basisbetonbeskrivelsen må chloridindholdet, angivet i vægt % af cementindhold + flyveaskeindhold + mikrosilicaindhold, i passiv miljøklasse ikke overstige 1,0%, i moderat miljøklasse ikke overstige 0,2% og i aggressiv miljøklasse ikke overstige 0,2%. Til spændbeton må tilsætning af calciumchlorid frarådes.

Chlorider i støbevandet har to forskellige effekter på betonens egenskaber.
¹⁾ De påvirker hærtningsforløbet. Idet små chloridkoncentrationer virker accelererende på hærtningsforløbet og store koncentrationer fører til styrkereduktioner.

²⁾ De virker korroderende på armeringsstål.

Chloridindhold i støbevandet kan medføre udblomstringer på betonoverfladen og tendens til konstant fugtig overflade på grund af chloridernes vandbindende evne.

Anvendes havvand som støbevand kan det give et tilskud af alkalier til betonen og medføre skadelige alkalikiselreaktioner.

Vand, der indeholder fri kuldioxid, kan anvendes som støbevand, fordi kuldioxiden vil neutraliseres af den ved cementens hydratisering frigjorte calciumhydroxid. *Blødt vand* er godt støbevand, som hurtigt mættes af calciumhydroxiden.

Tilslagsmaterialer

E:1:13 Tilslagsmaterialer til beton er sædvanligvis naturlige sand og sten. Betegnelsen for en blanding af disse to er *grus*.

Sand og sten inddeles efter kornstørrelse i forskellige fraktioner, med hver sin betegnelse og standardiserede grænseværdier. Sand er desuden betegnelse for alt materiale, som kan passere en sigte med 4 mm □ huller.

Sømateriale har afrundede former, mens bakkemateriale har irregulære former.

Urenheders indvirken: se Betonbogen, Kap. 4.3

Tilslagsmaterialer leveres i m³.

Skærver er knuste naturlige materialer, mere skarpkantede, som giver større vandforbrug, og ofte med en langagtig form. Ved betonfremstilling bør foretrækkes knuste materialer med mere kubisk form. Skærver er dyrere end naturlige materialer, men er fri for urenheder og lette materialer.

Småskærver er velegnede til slidlagsbeton og sorteret efter farve til forstøbninger med hvid eller farvet cement.

Fraktioneringer:	naturlige materialer	knuste materialer
singels	32-64 mm	store skærver 30-50 mm store skærver 25-35 mm
nøddesten	16-32 mm	små skærver 16-30 mm
ærtesten	8-16 mm	små skærver 12-16 mm små skærver 8-16 mm små skærver 8-12 mm
perlesten	4- 8 mm	små skærver 4- 8 mm
groft sand	2- 4 mm	små skærver 2- 4 mm
betonsand	0- 4 mm	
betongrus	0-16 mm	skærvegrus 0- 8 mm

Meget finkornet materiale (filler) må ikke forekomme i betontilslag. Der må således normalt ikke være korn under 0,25 mm. Under visse omstændigheder tillades dog højst 5% af den samlede tilslagsmængde. Filler medfører forøget vandbehov og dermed større cementforbrug.

E:1:14 Tilslagsmaterialer kan være *bakkematerialer* eller *sømateriale*. Bakkematerialer leveres af grusgrave og kan indeholde en del skærver, idet grusgravene ofte knuser store sten over singelsstørrelsen. Sømateriale kan være strandmaterialer eller oppumpet havbundsmateriale.

I geologisk oprindelse er disse to grupper forskellige og de er derfor også forskellige i mineralogisk henseende. Men begge grupper er velegnede som betontilslag. Sømateriale er de mest runde og glatte.

Beton-tilslagsmaterialer leveres *fraktionerede* efter de standardiserede betegnelser og kornstørrelser eller *graderede*, hvilket betyder at betonmaterialet leveres som en samlet grusmængde med et på forhånd beregnet indbyrdes forhold mellem de forskellige kornstørrelser (kornkurve).

Kornstørrelsesfordelingen - kornkurven eller graderingen - er af stor betydning for den friske betons bearbejdelse og stabilitet og for den hærtnede betons kompaktthed og homogenitet. En gradering, som giver mindst mulig hulrum mellem kornene, nedsætter cementforbruget og har derfor indflydelse på de heraf påvirkede fysiske egenskaber.

E:1:15 De vigtigste krav man stiller til beton-tilslagsmaterialer er: *renhed, bestandighed og densitet*.

Urenheder er især *humusindhold* samt *ler*. Humussyre forhindrer cementens størkning. Ler har ingen styrke og som belægning på stenmaterialet forhindrer de cementen i at binde til sten og sand.

Betonens bestandighed påvirkes af *alkalireaktive* mineraler og af *ikke-frostfaste* partikler. Smuldrende eller forvitrede sten (»rådne sten«) er ikke frostfaste, porøs kalk og porøs flint er vandsugende og derfor heller ikke frostfast.

Alkalireaktive mineraler (kisel) findes i flint, som forekommer hyppigt i danske grusmaterialer enten som mørk tæt flint eller som lys, porøs flint. Det sidste kan forekomme som belægning på mørk flint. Kisel reagerer med cementens alkalier eller med alkalier tilført af støbevandet eller vand fra omgivelserne (havvand, tøsalt). Dette kaldes *skadelige alkalikiselreaktioner*, som medfører rumfangsudvidelse og dermed revnedannelse og frasprængninger.

DS 401, norm for sand, grus og stenmaterialer DS 404, nomenklatur. DS 405, prøvningsmetoder.

Skærver kan forekomme sigtet efter andre dimensioner.

Sømateriale er normalt renere end bakkematerialer.

Urenheder kan komme ind i materialerne under transport eller forkert oplagring på byggeplads.

Betonbogen, kap. 4.2. Se D:3:15

Betonbogen, kap. 4.2.

E:1:16 *Materialekvaliteten bedømmes* i almindelighed efter udseende. Ikke-frost-faste sten, flint, o.l. kan ses. Ler og slam kan konstateres ved gnidning af grus mellem hænderne.

Humusindholdet kan prøves ved den såkaldte natriumhydroxidprøve. Indholdet konstateres ved mørkfarvning af væsken efter 24 timer. Samtidig vil evt. ler kunne ses nedfældet øverst i sandet.

Der er en *klassifikationsordning* for sand og sten efter deres kvalitet i 3 materialeklasser, som angiver deres egnethed til betonkonstruktioner i 3 miljøklasser i overensstemmelse med betonnormen DS 411 og Basisbeton-beskrivelsen.

Klasse A til beton i aggressivt miljø, klasse M til beton i moderat miljø og Klasse P til beton i passivt miljø. Chloridindhold bestemmes efter DS 423.19.

E:1:17 *Densiteten* er det nødvendigt at kende, bl.a. til bedømmelse af tilslagsmaterialernes kvalitet.

I praksis er der tale om to værdier: *korndensiteten* og *bulkdensiteten*.

Korndensiteten er en materialekonstant, der angiver de enkelte tilslagskorns densitet. Det er dog ikke en entydig værdi, idet den kan opgøres som absolut eller som tilsyneladende faststofdensitet (når lukkede porer indregnes i rumfanget). Endvidere påvirkes tallet af prøvens fugtighedstilstand. For danske materialer ligger korndensiteten omkring 2600 kg/m³. Aftagende densitet angiver stigende indhold af porøse korn.

Korndensiteten benyttes ved *proportionering*, hvor den indgår i beregningen af mængden af tilslagsmaterialer, der forbruges pr. kubikmeter beton.

Bulkdensiteten (eller kornhobdensiteten) angiver materialets samlede masse pr. rumfang. Det er således ingen materialekonstant, idet den afhænger af kornenes lejringsstæthed, gradering, kornform, fugtindhold, evt. bearbejdning m.m. Alt andet lige gælder, at enskornet materiale har mindre bulkdensitet end graderet materiale. Ved normalt fugtindhold på 4% ligger bulkdensiteten på 1200-1700 kg/m³, oftest mellem 1400 og 1600. For sammenblandet, graderet, tørt grus kan den komme op på 2000-2200 kg/m³.

Bulkdensiteten har betydning hvor betonmaterialer *blandes efter rumfang* og når de indkøbes efter rumfang men benyttes efter vægt.

Nogle grusgrave kan levere *densitetssorterede* tilslagsmaterialer, hvorfra hovedparten af lette, porøse korn er fjernet ved tungvæske-separation.

Leveringsbetegnelser

E:1:18 Beton til udstøbing på byggepladsen kan *blandes på stedet* eller leveres som *færdigblandet fabriksbeton*. Kontrolforanstaltningerne i dag er så omfattende, at al beton med en styrke på 20MPa og derover, normalt vil blive leveret som fabriksbeton.

Ved beton blandet på stedet angives *cementtype* og *tilslagsmateriale* som angivet foran.

E:1:19 Beton blandet på stedet betegnes i øvrigt med *blandingsforhold*, angivet som rumfangsforhold. Følgende blandingsforhold anvendes:

Til fundamenter, klaplæg, renselæg 1:4:7
Til terrændæk, kældergulv, kælderydervægge 1:3:5
Til vandtæt beton (uden vandtryk) 1:2:3
Disse tre blandingsforhold modsvarer omtrentligt styrkerne 5 MPa, 10 MPa og 15 MPa. Der må ikke anvendes rumfangsblandet beton til konstruktioner, der kræver stærkere beton end 15 MPa.

E:1:20 *Styrkeangivelse* betegner den tilsigtede, karakteristiske trykstyrke for den færdige beton og den skal foreskrives som et multiplum af 5 MPa. Produktion af styrkebetegnet beton kræver en proportioneringsrecept.

Styrkebetegnet beton (normbeton) kan produceres på feltfabrik eller leveres som færdigblandet beton.

Beskrivet i DS 405.3.

Kravene til sand og sten se: DS 405.0, DS 405.2, DS 405.4 og DS 405.9

Absolut densitet naturl. tilslagsmaterialer: 2550-2650 kg/m³, skærver 2650-2750 kg/m³.

Kornhob-densitet: sand 4% vand: 1250-1500 sten 1% vand: 1300-1450 skærver: 1400-1500.

Tungvæskesortering - beskrevet i DS 405.4.

E:1:8/11 E:1:13

1 del cement + 3 dele sand + 5 dele sten angives 1:3:5

Man angiver enten blandingsforhold eller styrke, aldrig begge dele.

Se betonfremstilling E:4

E:1:21 *Færdigblandet beton* leveres i store tankbiler med rotétrømle. Den kan leveres i styrker op til 50 MPa.

Forskellige betonfabrikker har standardbetoner.

Ved betoner med en styrke på 20MPa og derover angives miljøklasse, styrke, v/c-tal, cementtype, tilslagsmaterialer, tilsætningsstoffer o.lign., alt som angivet i DS 411 og Basisbetonbeskrivelsen.

Lette og tunge tilslagsmaterialer

E:1:22 *Lette tilslagsmaterialer* anvendes, hvor man ønsker at nedbringe betonens egenvægt, eller at forbedre betonens varme isoleringsevne. Til konstruktionsbeton med let tilslag anvendes materialer med en korndensitet på omkring 1000 kg/m³. For at opnå en varmeisolerende effekt af betydning må korndensitet være omkring 300 kg/m³.

Exltermaterialer (Leca-klinker, Fibo-klinker, letklinker o.l.) er det mest anvendte lette tilslagsmateriale. De fremstilles af finkornet, kalkfattigt ler, som expanderes ved 1200-1400°C i rotérovn. Det er afrundede korn med en opblæret teglkerne. De forhandles i 3 sorteringer: 0-3 mm, 3-10 mm, 10-20 mm.

Granulater af moler og porebeton kan anvendes.

Perlit er en glasagtig vulkansk bjergart.

Vermiculit er opblæret vulkansk silikatsten (obsidian), ujævnt runde kugler på indtil 3 mm.

I beton-færdigvarer kan findes styropor (opblæret polystyren), som er forbudt i Danmark, slagter, træspåner.

E:1:23 *Tunge tilslagsmaterialer* anvendes, hvor pladshensyn gør det nødvendigt at anvende en beton med høj densitet, f.eks. til kontravægte og strålingsbeskyttende konstruktioner.

De materialer, der kan komme på tale som tungt tilslag, er jernstykker af varierende størrelse, mineralet baryt, karborundum eller jernmalmene magnetit og hermatit.

De tunge tilslagsmaterialer giver dog håndteringsproblemer. Med hensyn til strålingsbeskyttelse er de uden effekt, der er det densiteten, som er af betydning.

Armeringsstål

E:1:24 *Armeringsstål* til jernbeton fås i følgende *typer*: glat betonstål, kamstål, tenorstål, rustfrit koldtrukket profileret stål. Kvaliteterne skal opfylde gældende standard for stål.

E:1:25 *Glat betonstål* kvalitet Fe 360, flydespænding 225-235 MPa, diameter 5,5 til 32 mm i længder fra 6 til 14 m. Det svarer til gruppe a i betonnorm DS 411.

Kamstål er varmvalset ribbestål med kvalitet = flydespænding i MPa KS 410, KS 410S og KS 550S, diameter 8 til 35 mm i længder 10 til 14. S betegner svejsbare kvaliteter. Det svarer til gruppe c og b i DS 411.

Tenorstål er koldtrukket og -vredet ribbestål med 0,2 spænding 550 MPa, diameter 6 til 25 mm, længder 8 til 14 m. Det svarer til gruppe e i DS 411.

Rustfrit koldtrukket profileret stål med 0,2 spænding 6 mm

510 MPa, 8 og 10 mm

550 MPa, længde 6 m, det svarer til gruppe f i DS 411.

E:1:26 *Armeringsnet* fremstilles af koldtrukken profileret tråd til DS kontrollerede konstruktioner med tråddiameter 5 til 10 mm og maskevidder 100×100, 150×150 og 200×200 mm. Samlingerne i maskerne er svejste. Armeringsnet kan leveres med forskellige tråddiameter i længde- og tværretning og med rektangulære masker efter opgave. Lagerformat 2,35×5 m, største længde 10 m, største bredde 2,7 m.

E:1:27 *Gevindstål* er glat rundstål 10 til 32 mm, som koldbearbejdes og forsynes med drejet gevind, eller koldstrakt forsynes med opvalset »blødt« gevind.

E:4:7/8

Exltermaterialer leveres i sække á 100 l exlersand 0-3 mm 400 kg/m³ exlerærter 3-10 mm 300 kg/m³ exlernødder 10-20 mm 270 kg/m³

Tungt tilslag: abs. dens.: baryt 4500 kg/m³. Karborundum 3200 kg/m³.

Se F:2:15

Kvalitetsbetegnelser se F:2

Betegnelser anvendt på tegninger: Betonstål: R, Kamstål: KS 410 K, Kamstål KS 410S: S, Kamstål Ks 550: Y, Tenorstål 550: T

Se grossisternes lagerlister.

Opvalset gevind mindsker, i modsætning til drejet gevind, ikke stålversnittet i gevindstykket.

- E:1:28** *Strands* er forspændingswire - armeringskabler - af specialtråd. Anvendes til forspændt armering i betonelementfabrikation
Bindetråd er sortglødet tråd til sammenbinding af armeringen, diameter 1,06 til 3,04 mm.
- E:1:29** *Færdigbunden eller svejst armering* leveres af stålrossister efter opgave, f.eks. fundamentskurve, søjle- og dragearmering, udmålte net for dæk og vægge, samt færdigtildannet og bukket armering efter bukkelister.

Armeringsfibre se fiberbeton E:6:10

E:2 *Betons fysiske egenskaber*

Frisk betons egenskaber

- E:2:1** Betons egenskaber kan deles i *frisk betons* egenskaber og *hærdet betons* egenskaber.

Frisk betons egenskaber er afgørende for udførelse af betonarbejder. Hærdet betons egenskaber er afgørende for betonens holdbarhed og kvalitet. Egenskaberne er stort set upåvirkede af, om betonen produceres på byggeplads eller på fabrik og om støbearbejdet udføres in situ eller på elementfabrik.

- E:2:2** *Densiteten* er afhængig af delmaterialernes densitet og blandingsforhold samt vandindhold (v/c-tallet).

Densiteten for frisk, ikke armeret beton anslås til 2200-2300 kg/m³ og ca. 100 kg/m³ højere for armeret beton. (DS 410).

- E:2:3** *Bearbejdigheden* er afhængig af vandindholdet og evt. tilsætning af luftindblandende stoffer og/eller plastificerende stoffer, og angives principielt ved betonens konsistens.

Til manuel bearbejdning kræves at betonen er plastisk eller flydende, maskinel bearbejdning (vibrering) udføres på jordfugtig eller stiv beton.

Konsistensen betegnes: jordfugtig (sætmål 0-30 mm), stiv plastisk (30-60 mm), plastisk (60-100 mm), tyktflydende (100-150 mm), flydende (over 150 mm).

- E:2:4** *Hærdningstiden* er afhængig af den anvendte cementtype samt påvirket af hærdningsvilkårene under arbejdsudførelsen, herunder klimaforhold.

Udstøbt beton *størkner* - eller *afbinde* - i løbet af 2 til 6 timer og er fast 6-12 timer efter udstøbningen. Tiderne skal regnes fra afslutning af blandingen og beton skal udstøbes umiddelbart efter blanding.

Færdigblandet beton fra betonfabrik skal udstøbes umiddelbart efter modtagelsen.

Hærdningen begynder under afbindingen. Det er hærdningen, der giver styrken. Efter 7 døgn vil beton have nået ca. halvdelen af sin fulde styrke (ved 28 døgn). Hærdningen fortsætter så længe der er vand til stede, eventuelt i årevis, men styrketilvæksten efter 28 døgn er ubetydelig.

Hærdnet betons egenskaber

- E:2:5** *Densiteten* af færdig beton er ca. 100 kg/m³ mindre end frisk betons densitet. De sædvanligvis i byggeriet anvendte betonkvaliteter kan antages at have densitet 2350-2450 kg/m³ for uarmeret beton, 2450-2650 kg/m³ for armeret beton.

Let konstruktionsbeton har densitet 1600-2000 kg/m³.

Tung beton kan have densiteter på 3500-5600 kg/m³.

- E:2:6** *Trykstyrken* er betonens vigtigste egenskab, der betegnes ved den »karakteristiske trykstyrke«, som måles i MPa. Betonnormen angiver 10 styrkeklasser fra 5 til 50 MPa og oplyser de tilsvarende trækstyrker:

tryk MPa	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
træk MPa	0,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2

Betonfremstilling E:4

Sætmål og vebesekunder se E:4:8 - tabel

For sen udstøbning medfører at betonen allerede er delvis afbundet og derfor ikke vil få de tilsigtede egenskaber som færdigbeton.

E-modulen for 1 døgn gammel beton: 10.000-30.000 MPa (v/c 1-0,4) hærdet beton 1 år gammel ca. 40.000 MPa

- E:2:7** *Varmeledningstallet* er afhængig af densiteten. Det praktiske varmeledningstal for almindelige betonkvaliteter ca. 2400 kg/m³ er 1,8 W/(m·K).

- E:2:8** Hærdnet beton er et tæt materiale med fine porer, porerumfang ca. 15%. Det afgørende for tætheden er cementkitmassens tæthed, samt at kitmassen udfylder alle hulrum mellem tilslagsmaterialets korn.

Beton 15, eller 1:2:3, vil have tilstrækkelig tæthed til at være *vandtæt*, hvor der ikke optræder vandtryk, altså i normale bygningskonstruktioner. Absolut vandtæt er beton 30.

- E:2:9** *Vandampdiffusionsevnen* er ca. halvdelen af murstens, modstanden altså ca. dobbelt så stor som murværks. For beton 2400 kg/m³ er permeabiliteten ca. 0,009 kg/(GPa·m·s), den tilsvarende modstand 100 GPa·m·s/kg. Z-værdi for 300 mm tyk betonvæg 30 GPa·m²·s/kg.

- E:2:10** *Ligevægtsvandindholdet* er 2-3 vægt%, vandindhold ved afforskalling ca. 5 vægt%. *Vandsugningen* er lav, ca. 1-5 g/dm².

- E:2:11** *Sætning* og *bleeding* sker i den friske beton og skyldes tyngdekraftens indvirkning. Tilslaget søger nedad, dette kaldes sætning og vandet søger opad, dette kaldes bleeding.

- E:2:12** *Svind* er den sammentrækning, der sker under betonens udtørring i forbindelse med hærdningen. Det totale svind ligger mellem 0,3 og 0,7‰ (0,3-0,7 mm/m) og er i det væsentlige overstået efter 2-3 måneder. Helt udviklet vil svindet ikke være før ca. 1 år efter støbningen.

Størrelsen af udtørringssvindet er afhængig af vandmængden i den udstøbte beton og vokser med udtørringshastigheden - temperatur, fugtighed, blæst, sol. Svind kan give anledning til revnedannelse. Hvis betonen afbinde og hærdner under vand, sker der intet svind i betonen.

Plastisk svind sker, hvis den nystøbte beton udsættes for udtørring inden cementen er bundet af. Der vil ske en rumfangsformindskelse, der resulterer i en revnedannelse i betonen.

- E:2:13** *Krybning* er den vedvarende tøjningstilvækst, der sker under påvirkning af betonens egenvægt og vedvarende belastninger. Krybning forøges med belastningen, betonens alder og fugtighed og nedsættes af forsinket afforskalling og udsættelse af betonens belastningstidspunkt. Krybningen kan andrage 0,5-2 mm/m.

De af den tilladte belastning fremkaldte elastiske formforandringer og de af eventuel belastning udover det tilladte fremkaldte formforandringer kaldes ikke krybning.

- E:2:14** *Varmeudvidelseskoefficienten* er 0,01-0,014 mm/(m·°C), det er ca. dobbelt så meget som tegl og det samme som stål.

Rumfangsforandringer på grund af ændringer i fugtighedsforholdene vil være meget små og uden betydning.

- E:2:15** *Beton er ubrændbart* materiale og betonkonstruktioner anses for brandstabile. Under opvarmning afspalter cementgelen vand, idet der dannes calciumoxid. Dette bevirker en sammentrækning af betonen. Da jernet i betonen på samme tid udvider sig, sker der revnedannelser og sprængninger i betonen. Ved temperaturer over 500°C er varmeudvidelsen dominerende for både cementpasta og jern. Efter opvarmning til 800°C vil betonen oftest kunne smuldres. Ved temperaturer over 600°C sker der også nedbrydning af tilslagsmaterialer og fraspængninger.

Slukningen kan give hurtig sammentrækning og vandoptagelse i den dannede calciumoxid, som resulterer i vederlagsbrud, revnedannelser, blotlægelse af armering, nedstyrtning.

- E:2:16** Beton kan anvendes til *lydisolerende* formål på grund af den store tyngde.

Beton har ingen lydabsorberende egenskaber og virker transmitterende og forstærkende over for bankelyd.

Varmeledningen er altså 45 gange så stor som for mineraluld.

Se Betonbogen afsnit 3.

1,5 m³ frisk beton medgår til udstøbning af 1,0 m³ form-volumen. Imødegåelse af revnedannelse se E:5:28ff

tøjning = længdeændring pr. længde enhed.

se S:1:11

Letbetons egenskaber

E:2:17 *Letbeton* - beton med let tilslagsmateriale - fremstilles som konstruktionsbeton og som varmeisolerende beton.

Let konstruktionsbeton har densiteter over ca. 1400 kg/m³ og har styrke og varmeledningsevne omtrent som teglsteplasmur. *Isoleringsbeton* med densiteter 300-500 kg/m³ har basisvarmeledningstal på 0,16 (DS 418).

E:2:18 *Afhængigheden* mellem tilslagsmaterialets densitet, betondensiteten, opnåelig styrke og varmeledningsevne illustreres af følgende omtrentlige tal:

tilslagsmat. dens. kg/m ³	konstruktionsbeton				isoleringsbeton			
	>1200		1000-1200		>1000		ca. 300	
beton, dens. kg/m ³	2000	1800	1600	1400	1200	1000	800	500
opnåelig styrke max-min, MPa	>50	60-30	50-20	<35	<25	<20	<15	<8
varmeledningsevne W/(m·K)	1,2	1,0	0,7	0,6	0,45	0,4	0,3	0,16

Kan leveres som fabriksbeton i blandingsforhold 1:5, 1:6, 1:8, 1:10, 1:12.

Kilde: G. Bologna, Leichtbeton im Hoch- und Ingenieurbau, 1974

E:2:19 *Letbeton er frostbestandig*. Vandfyldning af hulrummene i beton under jord eller ved kondens skal dog forhindres. Letbeton er *vanddampåben* med værdier som murematerialer med samme densitet. Den er *brandbestandig* under forudsætning af ubrændbart tilslagsmateriale. Der må heller ikke være gennemgående hulrum. Letbeton kan ikke anvendes til lydisolerende opgaver, men har i nogen grad *lydabsorbierende* egenskaber.

Plastmaterialer og træfibre er ikke brandbestandige - se E:6:11.

E:3 Betonkemi

Generelt

E:3:1 *Betonens kemiske forhold* er i det væsentlige cementens kemi, som er behandlet i afsnittet bindemiddelkemi.

Betydningen af vandets renhed og eventuelle urenheder i vandet er behandlet foran. Skadelige alkaliske reaktioner er omtalt i forbindelse med cementklinkers reaktioner.

I det følgende skal omtales kemiske forhold ved anvendelse af tilsætningsstoffer samt formolier o.l.

Tilsætningsstoffer

E:3:2 Betonens egenskaber bestemmes af betonens bestanddele og af proportioneringen. Man forsøger ofte at forbedre den ene eller anden egenskab ved hjælp af et *tilsætningsstof*, men disse kan ikke erstatte nogen af betonens egentlige bestanddele.

Tilsætningsstoffer skal være godkendte og må ikke have bivirkninger, der forringer betonens egenskaber.

Tilsætningsstoffer inddeles efter deres betydning og hovedsagelige effekt i følgende grupper: luftindblandingsstoffer - plastificeringsstoffer (disse 2 grupper er hovedsagelig fysisk virkende) - accelererende stoffer - retarderende stoffer (disse 2 sidste grupper er hovedsagelig kemisk virkende).

E:3:3 *Luftindblandende* stoffer tilsættes beton for at give den hærdede beton en luftporestruktur, så den bedre kan modstå frost- og tøsaltpåvirkning.

Ved frostpåvirkning foreskrives 4-6% luft. Ved tøsaltpåvirkning foreskrives 5-8%.

I følge basisbetonbeskrivelsen skal beton i miljøklasserne moderat og aggressiv indeholde 15% luft, beregnet som procent af kitmassevolumet.

For at opnå den øgede bestandighed skal de dannede luftbobler have en størrelse af 0,005-0,2 mm.

Bindemiddelkemi, D:3

Vand: E:1:12

Urenheder: E:1:15

Reaktioner: D:3:15

Betonbogen kap. 4.4, Beton-Teknik 1/07/1983

De fleste luftindblandende stoffer har en vis plastificerende virkning. Den evne kan bruges til at reducere vandmængden, så styrken bevares, idet luftindblandende stoffer normalt vil medføre en lille styrkereduktion. Luftindblandende stoffer tilsættes støbeandet.

Luftindblandende stoffer er: vinsolresin, syntetiske tensider og syntetiske harpikser.

Luftindblandende stoffer forøger betonens bearbejdighed samt nedsætter separations- og bleedingtendens. De giver endvidere betonen en øget sammenhængsstyrke, så den bliver mere vandtæt.

E:3:4 *Plastificeringsstoffer* virker reducerende på vandforbruget ved at nedsætte overfladespændingen i væsken i betonen. Den reduktion af vandmængden, der kan opnås er 5-10%. Plastificerende stoffer anvendes for at forøge styrke.

Plastificerende stoffer er: ligninsulfonater evt. med tilsætning af tensider.

Undertiden anvendes naftalin-sulfonater, da dette får betonen til at holde sit sætmål. Til gengæld giver naftalin en dårlig luftporestruktur.

Superplastificerende tilsætningsstoffer (SPT) kan reducere vandbehovet 20-30%. SPT anvendes som vandreducerende stof sammen med mikrosilica og giver derved mulighed for fremstilling af betoner med meget høj styrke. (v/c-tal på 0,25 kan opnås). De har mest betydning ved fremstilling af flydebeton, hvor man ønsker flydende konsistens uden at ændre vandbehov og v/c-tal. SPT er i det væsentlige melamin, undertiden med tilsætning af naftalin.

E:3:5 *Accelererende stoffer* anvendes for at fremskynde cementens hærdning og dermed betonens styrkemæssige udvikling, eller for blot at fremme afbindingen og kaldes da oftest afbindingsfremmende stoffer.

Den enkleste accelererende virkning opnås ved anvendelse af rapid-cement (eller aluminatcement).

Det mest anvendte accelererende stof er calciumformiat og nitrater.

Anvendelse af chlorider er forbudt i jernbeton, da det er korrosionsfremmende.

Acceleratorer anvendes fortrinsvis til fremstilling af ikke armerede elementer, betonvarer, støbning med glideforskalling, altså i tilfælde hvor formen hurtig skal kunne fjernes.

Såvel accelererende som retarderende stoffer anvendes kun til beton, C-mørtler eller KC-mørtler, da deres virkning afhænger af cementmængden; nøje oplysning om dosering af midlet må fremskaffes i hvert enkelt tilfælde.

E:3:6 *Retarderende stoffer* anvendes for at sinke afbindingen ved lang transport af råbetonen, ved støbning under stærkt udtørrende forhold (varme, blæst). Også til fugefrie støbninger, injektionsstøbning i pakkbeton o.l.

Retardere har ugunstig virkning på korttidsstyrken. Retardere er sukkerstoffer og phosphater.

Lignosulfonater (fremkommer som biprodukt ved celluloseproduktion). De kan give en retardering på 1-4 timer. Andre præparater kan give retardering på flere døgn, ved overdosering kan man risikere at betonen slet ikke afbinder.

E:3:7 *Flyveaske* er kuglerunde korn 0-0,5 mm med absolut densitet 2100-2300 kg/m³. Grænser for tilsætning: Den samlede mængde for mikrosilica og flyveaske er i følge DS 411 35% af cementmængden.

Flyveasken forbedrer langtidstyrkeudviklingen (efter 28 døgn), men kan give farvevariationer og vanskeligheder med luftindblanding.

E:3:8 *Mikrosilica* er ekstremt finkornede partikler, med middeldiameter på 0,1 µm (spec. overflade 15-25 m²/g, absolut densitet 2200 kg/m³, bulkdensitet 200-600 kg/m³). Tilsættes i form af pulver eller vandig opløsning, op til 10% af cementmængden; må ikke anvendes samtidig med standardcement eller anden tilsætning af flyveaske.

Er der risiko for tøsaltpåvirkning tilsættes 5-8%.

Beton-teknik 1/04/78

Anvisning for anvendelse af flyveaske og mikrosilica i beton, uds. af DIF april 1987.

*Beton-Teknik 1/03/1978
Beton-Teknik 1/06/1978*

Mikrosilica er et biprodukt ved fremstilling af siliciummetaller.

Ved anvendelsen nedsættes betonens vandbehov (men plastificeringsstof bør tilsættes samtidig). Mikrosilicaen forbedrer den færdige betons vandtæthed, styrke, og bestandighed overfor visse kemikalier og alkalikiselreaktioner.

E:3:9 Andre tilsætningsstoffer:

Afbindingsfremmende stoffer er vandtættende stoffer, hovedsagelig anvendt ved reparationer. *Vandafvisende stoffer* (stearater) har overfladevirkning. De hindrer misfarvning og salt udsvedning. *Klæbefremmende stoffer* anvendes ved gulvslidlag.

Det må erindres, at der til hvert stofs hovedvirkning knytter sig bivirkninger, som man må være opmærksom på.

Form-slipmidler

E:3:10 *Formolie* er en populær betegnelse for de slipmidler, der kan påføres betonformen for at få betonen til at slippe formen uden beskadigelser.

Det kan være mineralolie, emulgeret olie, kemiske midler eller voks.

E:3:11 *Mineralolier* uden tilsætninger, samt *olie emulgeret* i vand kan give luftporer i overfladen samt misfarvninger på grund af kalkudfældning og ujævn cementhydratisering. Der kan leveres mineralolier med tilsætninger og emulsioner af vand i olie, hvorved de nævnte gener kan undgås.

E:3:12 *Kemiske slipmidler*, der er syrer, som reagerer med betonens alkalier, danner en oliefilm af kalksæber. Ved overdosering bliver betonoverfladen støvende. Kemiske slipmidler skal påføres inden armering anbringes, da de skader vedhæftningen mellem beton og stål.

E:3:13 Ved *anvendelsen* af formolier skal formen være ren og midlet påføres fuldstændig jævnt og helt dækkende. Opstår der ikke-dækkede områder, vil der her ske betonskader ved afforskallingen. Overskydende olie vil skade betonen, især overfladens tekstur.

Voksmidler kan fås med pigment, hvorved man sikrer sig kontrol med, at formen er helt dækket, og senere at vokset er helt fjernet fra betonoverfladen. Voksrester vil give vanskeligheder ved senere behandling af overfladen.

Reparationssteder, hvor afbindingsfremmende (vandmættende) stoffer er anvendt er ikke stærke og må beskyttes med puds af C-mørtel.

*PVA = polyvinylacetat.
PVP = polyvinylpropionat.*

Følg leverandørens brugsanvisning.

E:4 *Betonfremstilling*

Valg af betonkvalitet

E:4:1 Valg af betonkvalitet sker under hensyntagen til *økonomiske og tekniske* forhold. Beton er et stærkt og billigt materiale og man skal aldrig vælge beton, der er stærkere og dermed dyrere end påkrævet.

I almindeligt byggeri vil valgmulighederne være begænset til nogle få betonkvaliteter. I de til bygningsreglementet knyttede SBI-anvisninger angives de til bestemte konstruktioner *tilladte betonkvaliteter* og i betonnormen DS 411 stilles visse *miljøafhængige krav* til betonens sammensætning.

E:4:2 *Betonens styrke* er direkte afhængig af vand/cement-forholdet, men påvirkes af evt. tilsætningsstoffer.

Afgørende faktorer er: cementtype, cementmængde, vand/cement forholdet, mængden af flyveaske og mikrosilica, tilslagsmaterialernes kornstørrelse samt arbejdsudførelse og hærdningsbetingelser.

Forøgelse af cementmængden betyder forøgelse af betonens styrke.

Forøgelse af vand/cement forholdet betyder forringelse af betonens styrke.

Forøgelse af blandetiden betyder forøgelse af styrken (dog er forøgelsen minimal ved blandetider over 2 min.).

Formindskelse af temperaturen betyder forringelse af styrkeudviklingen og forringelse af slutstyrken.

Tilstedeværelse af fugt er en betingelse for hærdningsforløbet og hærdningstiden.

E:4:3 *V/C-tallet* - vand/cement forholdet - udtrykker mængden af vand i forhold til 100 kg cement. Forholdet er afgørende for den færdige betons holdbarhed under varierende miljøforhold.

Betonnormen DS 411 og Basis Beton Beskrivelsen indeholder definition af tre *miljøklasser*: Aggressivt miljø, moderat miljø og passivt miljø. Til betonarbejder stilles der til disse klasser i DS 411 krav om v/c-forholdet og om mindste dæklag, d.v.s. tykkelsen af betonen, der beskytter armeringen mod klimaet. I Basis Beton Beskrivelsen stilles der også krav til mange andre ting. Bl.a. chloridindhold, luftindblanding samt brug af plastificerende stoffer. Nedenstående skema angiver dæklagets tykkelse incl. det i normen fastsatte minimums-tolerance-tillæg på 5 mm.

Det skal erindres, at byggelovgivningen kræver mindst 20 mm dæklag ved plader og 30 mm dæklag ved søjler, der er BS-konstruktioner, uanset de mindre krav i klasse P.

Se E:1:19

*SBI-anv. 147:
Konstruktioner i småhuse.*

*Betonbogen kap. 3.3 -
Bolomeys formel*

*De anførte betingelser
gælder ved i øvrigt
uforandrede forhold.*

*v/c 0,6 = 60 kg vand til
100 kg cement.*

*Udførelse af dæklag, se
E:5:24*

<i>Miljøklasse</i>	<i>v/c-tal maksimum</i>	<i>styrke minimum</i>	<i>min. dæklag</i>
A – aggressivt miljø: salt- og røgholdig atmosfære, havvand og brakvand	0,45	35 MPa	30
M – moderat miljø: fugtig ikke-aggressiv atmosfære, såvel udendørs som indendørs, strømmende eller stillestående ferskvand	0,55	30 MPa	20
P – passivt miljø: tør, ikke-aggressiv atmosfære, indendørs	–	15 MPa	10

*Skema og talangivelser i
følge Basis Beton
Beskrivelsen og DS 411.*

*NB. Indv. konstruktioner
(søjler, dæk, trapper o.l.),
der indtil facaderne lukkes
udsættes for udendørs
klima, skal henregnes til
miljøklasse M.*

<i>miljøklasse</i>	<i>konstruktionstype</i>	<i>betonstyrke min. værdier</i>
uarmeret beton udenfor miljøklasser	klaplæg, renselag almindelig parcelhusfundament	10 MPa
	udstøbning i fundamentsblokke terrændæk, kældergulve uden vandtryk indendørs fundamenter i større bygn.	15 MPa
passiv miljøklasse	indendørs armeret beton i tørt miljø gulve for lettere færdsel kældertrappe (indendørs)	15 MPa
moderat miljøklasse	husbygningskonstruktioner stærke fundamenter tage på bygninger betonfacader indendørs beton i stalde, bortset fra gulve støttemure udendørs beholdere, tårne, tribuner	15 MPa
aggressiv miljøklasse	gulve udsat for en del slid, herunder stald- gulve vandtæt beton havvandskonstruktioner sluser tunnelkonstruktioner gulve udsat for svær færdsel vægge og gulve udsat for vandtryk altaner udendørs betondæk funderingspæle svømmebassiner broer (ikke brofundamenter) ajlebeholdere siloeer for ensilage	35 MPa
særlige foranstaltn.	udendørs betonbelægninger fliser kørebaner	efter særlig beskrivelse

Efter DS 411 og BBB.

Beton 10 1:3:5
Beton 15 1:2:3

For at beton kan betegnes indendørs, skal den også under udførelse og hærdning var indendørs.

Proportionering

E:4:5 Materialevalget til betonen består i valg af cementtype og af tilslagsmaterialers type og gradering.

Med mindre særlige forhold foreligger vil man vælge standard-cement. Kræves hurtig styrkeudvikling, eller drejer det sig om vinterbyggeri vælges hurtighærdnende cement.

Som tilslagsmateriale vil man vælge det billigst mulige, det vil sige størst mulige korn i forhold til opgaven. Man vil oftes foretrække materialet med mindste vandbehov.

Bakkematerialer er som regel billigst, men har større vandbehov end sømaterialer. Skærver er dyrest. Priser er dog afhængige af transport.

E:4:6 Ved proportionering afgøres følgende:

1. v/c-tallet fastsættes, (E:4:7)
2. bearbejdigheden fastsættes både under hensyn til transport og udstøbningsforhold, (E:4:8)
3. største stenstørrelse fastsættes, (E:4:9)
4. sandprocenten skønnes, (E:4:10)
5. vandbehovet pr. m³ beton skønnes, (E:4:10)
hvorefter blandingsforholdet udregnes.

E:4:7 v/c tallet vælges altid så lavt som muligt. Cementen binder ca. 30% vand og det teoretisk laveste v/c tal er derfor 0,3. I praksis anvendelige værdier er 0,45 til 1,25. De store v/c tal benyttes kun under helt specielle forhold, hvor kontrol med udvaskningsrisiko er mulig. Følgende kan være vejledende:

Til betonarbejde på byggepladsen benyttes højst v/c 0,8
Beton til fundamenter, eller i fugtige lokaler højst v/c 0,7
Beton udsat for vejrlig (også under udførelse) højst v/c 0,65
Beton udsat for vandtryk, grundvand og støbing
under vand, højst v/c 0,5
Højste v/c tal i moderat miljø (se E:4:3) v/c 0,55
Højeste v/c tal i aggressivt miljø (se E:4:3) v/c 0,45

E:4:8 Bearbejdigheden er afhængig af betonens konsistens. Man vælger altid den stiveste konsistens, som under de givne forhold kan komprimeres helt.

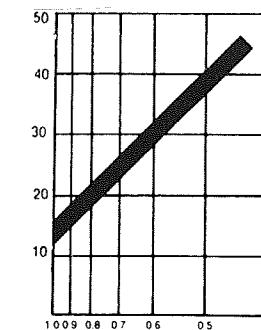
Konsistensbenævnelser	sætmål i mm	vebesekunder
jordfugtig (jf)	0-30	40-5
stivplastisk (stpl)	30-60	5-3
plastisk (pl)	60-100	3-2
tyktflydende (tkfl)	100-150	<2
flydende (fl)	>150	-

Konstruktionstype	konsistens ved komprimering		
	uden vibrering	let vibrering	kraftig vibrering
Uarmerede, åbne konstr.	30-60	0-30	0-30
Uarmerede vægge	60-100	60-100	30-60
Armerede vægge	100-150	100-150	60-100
Armerede dæk	100-150	60-100	30-60
Bjælker, søjler	100-150	60-100	60-100

E:4:9 Stenstørrelsen vælges størst mulig, dog højst 2/3 af den fri afstand i formen eller mellem armering.

Frit tværmål i form eller mellem armering, mm	Største stenstørrelse, mm		
	uden armering	let armering	svær armering
> 750	64-128	32-64	16-32
300-750	32-64	32-64	16-32
150-300	32-64	16-32	16-32
50-150	16-32	16-32	8-16

MPa



Sammenhæng mellem middelstyrker og v/c-forhold, standardcement.

For at sikre overholdelse bør v/c tallet i praksis sættes 0,05 lavere end beskrevet.

Tallene er kun orienterende.

Sætmål og vebesekunder
Se E:5:34

Store sten = mindre cement og vand pr. m³ beton.

- E:4:10** Sandprocenten må skønnes i forhold til største stenstørrelse og cementmængden. Den gunstigste sandprocent giver det laveste vandbehov. Tabellens forudsætninger og korrektionsværdier:
- Vibrening for håndbearbejdning tillæg 3-5 enheder
 Naturlige materialer for skærver tillæg 2-5 enheder
 Tæt armering for åben armering fradrag 2-5 enheder
 0% luftindblanding fradrag i enhed pr % luftindblanding over 2

Betonkvalitet		Cementindhold ca. kg/m ³	Sandprocent største kornstørrelse				
Blandingsforhold	Styrke MPa		8	12	16	32	64
1:4:7	5	150	69	56	51	42	40
1:3:5	10	165	68	55	50	41	39
1:2:3	15	220					
	20	260	67	54	49	40	38
	25	300	66	52	47	38	36
	30	325					
	35	350	65	51	45	36	34

Tabellen angiver vægt % materiale ≤ 4 mm af den samlede tilslagsmængde.

- E:4:11** Vandbehovet er forholdet mellem vand og totalt tørstof (cement + tilslagsmaterialer). Vandbehovet er endvidere bestemt af et givet v/c-tal og tilslagsmaterialernes fugtindhold.

Vandbehovet forøges jo mere finkornet tilslagsmaterialet (især sandet) er. Vandbehovet formindskes når betonen skal komprimeres ved vibrering.

Forholdet mellem vandbehov, konsistens og v/c-tal kan illustreres på følgende måde:

Bliver blandingen for tør = for stiv konsistens, kan der tilsættes mere vand + cement i v/c-tals forholdet. Ingen væsentlig ændring af styrken.

Bliver blandingen for våd = for flydende konsistens, kan der tilsættes mindre vand. Betonen får herved lavere v/c-tal og bliver noget stærkere.

Fugtindholdet i stenmaterialer er normalt 1%, i sandmaterialer normalt 4%. (Vægt eller masse%).

Skønnet vandbehov l/m ³						
Tilslagsmateriale		Sætmål 30-60 mm		Sætmål 60-100 mm		Korrektion 1/10 mm sætmålsændr.
Stenbetegnelse	mm	sømat. l	bakkemat. l	sømat. l	bakkemat. l	
Perlesten	4-8	180	185	190	195	6
Ærtesten	8-16	165	170	175	180	5
Nøddesten	16-32	155	160	165	170	4

Tabellens værdier gælder for ikke luftindblandet beton. Ved luftindblanding bliver vandbehovet ca. 10% lavere. Yderligere reduktion på ca. 10% kan opnås ved tilsætning af plastificeringsstof.

Vandbehovet vil ofte være større end v/c-tallet tillader. F.eks. er cementindholdet i beton 25 ca. 300 kg/m³, maks. v/c-tal i moderat miljø 0,6 giver maksimalt vandforbrug på 175/180 l/m³. Maks. v/c 0,8 til ganske almindeligt betonarbejde i småhuse, hvor der kan anvendes beton 5 eller 10, cementmængde 165 kg/l/m³ giver maks. vandindhold 150 l/m³. Da vandbehovet er større, kræves altså tilsat mere cement.

Der må aldrig tilsættes vand alene, hvorved betonen svækkes. Der må aldrig tilsættes mere tilslagsmateriale, herved svækkes betonen.

- E:4:12** Fastsættelse af blandingsforhold kan ved alle mindre betonarbejder ske ved angivelse af rumfangsblandingsforholdet.

Udmåling skal ske med målekar eller målespande. Udmålingen baseres på cement i hele sække, løs cement fylder ca. 10% mere.

Cementmængden skønnes at være 150 kg/m³ til 1:4:7, 165 kg/m³ til 1:3:5 og 220 kg/m³ til 1:2:3. v/c-tallet må maksimalt være 0,8 og heraf beregnes vandmængden. Hvis vandbehovet er større (efter tabellen eller erfaringen/prøvning) tilsættes ekstra cement i v/c tals forholdet.

- E:4:13** Fastsættelse af blandingsforhold ved betonrecept benyttes i alle tilfælde, hvor der anvendes uarmeret beton med styrker over 20 MPa eller armeret beton.

Betonrecepten angiver de til blandingen nødvendige mængder af cement og tilslagsmaterialer i kg og til udmålingen benyttes vægt.

Udarbejdelsen af betonrecepten sker på grundlag af de givne forudsætninger: nødvendig betonkvalitet og dermed cementmængde, miljøklasse og dermed maksimalt v/c-tal.

Der skal foretages materialevalg: valg af cementtype, valg af tilslagsmaterialernes art og stenstørrelse, valg af konsistens og komprimering. Valgene foretages på grundlag af tabeller (som foranstående). Ved valg af tilslagsmateriale skal dettes densitet fastslås.

Ud fra forudsætninger og materialevalg foretages en beregning, hvori der bl.a. foretages korrektion af tilslagsmaterialernes sandprocent idet man går ud fra at betongrus normalt indeholder 85% korn under 4 mm. Vandbehovet korrigeres i forhold til tilslagsmaterialernes fugtprocenter.

Luftindholdet skal også kendes ved beregning. Det naturlige luftindhold ses af tabel. Eventuel yderligere luftindhold fastlægges.

- E:4:14** Afgørelsen af, hvilke forudsætninger der skal være gældende og hvilke materialer og metoder der skal anvendes ved et betonarbejde, træffes dels af den projekterende og dels af den producerende.

Den projekterendes afgørelser:

- at fastlægge hvilken miljøklasse der gælder for konstruktionen,
- at sammenligne de beregningsmæssige styrker med miljøklassens krav og fastlægge hvilken betonstyrke der skal gælde,
- at fastlægge om der skal gælde specielle krav til cementtype, tilslagsmateriale og evt. tilsætninger af hensyn til bygningens beliggenhed, funktion og udseende,
- at fastlægge konstruktionernes principielle dimensionering, (eventuel at foretage nøjagtige beregninger til og med beton recept),
- at fastlægge tidspunktet for arbejdets udførelse i overensstemmelse med den øvrige tidsplan,
- at fastlægge omfanget af den kontrol, der skal udføres.

Den producerendes afgørelser:

- at fastlægge blandingsforhold eller beregnet betonrecept svarende til den i projektet krævede betonkvalitet,
- at udføre de eventuelt øvrige nødvendige beregninger, som ikke foreligger i projektet, herunder armering og dens placering,
- at fastlægge cementtype, tilslagsmateriale og størrelse, og øvrige valg af delmaterialer til betonen,
- at fastlægge udstøbningsmetode og frisk-beton-egenskaberne
- at vælge mellem selv at proportionere betonen eller udføre arbejdet med fabriksbeton,
- at fastlægge principper og udførelse af støbformer, hvis projektet ikke indeholder direktiver herom.

Alle de anførte afgørelser skal træffes i hver byggesag. Hvem der afgør hvad må være afhængig af entrepriseformen: fra selvbyggeren, der må afgøre alt alene til totalentreprise, hvor bygherrens og den projekterendes afgørelser er begrænset af dispositions forslaget.

Der kan anvendes forholdene 1:4:7, 1:3:5 eller 1:2:3. Se E:1:19.

Materialeforbruget er ca. 1,5 m³/m³ udstøbt beton, heraf udgør tilslagsmaterialerne ved de forskellige blandingsforhold: 1:4:7 1,36 m³ 1:3:5 1,33 m³ 1:2:3 1,25 m³

Kontrol af arbejdet skal foretages i det omfang normerne foreskriver.

E:5 Betonarbejder

Betonblanding

E:5:1 *Udmåling* af delmaterialer skal ske nøjagtigt.

Ved rumfangsblanding anvendes spande. Når der måles efter vægt bruges fjedervægte eller bismervægte; større portioner vejes bedst i trillebør på vægt, der er tareret til børens nettoindhold.

Feltfabrikker og blandestationer på store byggepladser er udstyret med automatiske vejeandordninger ved blandeanlæg.

I betonfabrikker afvejes kontinuerligt med automatiske vægte ved siloerne.

E:5:2 *Vandtilsætning* skal ske med afmålte vandmængder, f.eks. mærkede spande. Store blandemaskiner har automatisk regulerbar vandtilførsel.

Det må kontrolleres at vandmængden til hver blanding bliver den samme. Det er især vigtigt, hvor der arbejdes med betonblanding uden fastlagt v/c-tal, at få fastslået vandmængden i forhold til den ønskede konsistens.

Skiftende fugtighedsforhold indvirker på vandbehovet. Partier med meget finkornet sand bliver stivere end andre. Det må påses, at en blanding, der trænger til mere vand samtidig får det tilsvarende ekstra cementtilskud.

E:5:3 Beton *blendes* på maskine. *Maskinblanding* kan foretages med små transportable blandere eller med stationære store maskiner.

Transportable fritfaldsblandere er de mest anvendte på byggepladser. De består af en roterende tromle af cylinder- eller kegleform, inde i tromlen er monteret fastsiddende vinger eller skovle, som løfter materialet op og lader det falde frit ned under tromlens rotation. Er maskinen effektiv, skal materialerne hele tiden i alle afdelinger af tromlen være i indbyrdes blandende bevægelse. I en almindelig fritfaldsblander fyldes og tømmes tromlen gennem samme åbning og tromlen kan derfor vippe.

E:5:4 *Tvangsblandere* anvendes i blandestationer på større byggepladser og i betonfabrikker. *Tvangsblandere* består af et fladt, cylindrisk kar, hvori materialerne omrøres af blandearme; karrets sider og bund holdes rene af skraberne. Karret kan være faststående eller rotere modsat armene, i så fald kaldes den modstrømsblander. Armenes bevægelser er som regel planetrotation. Større maskiner har påfyldningslevator, udtømning sker i siden eller forned. Blandekarret er hævet så højt, at der kan køres ind under det.

Blandesnegle bruges til kontinuerlig blanding på betonvarefabrikker. De har en vandret roterende aksel i en beholder med påfyldning foroven i den ene ende og udtømning forned i den anden ende.

E:5:5 *Færdigblandet beton* bør fortrinsvis aflæsses direkte i støbeformen, eventuelt på en betonbakke med mindst 150 mm høje sider og udstøbes omgående. Der må under ingen omstændigheder tilsættes ekstra vand; er betonen lidt for stiv, bearbejdes den under udstøbningen.

Færdigblandet beton leveres med konsistens til almindelig udstøbning eller som beton til vibrering.

Færdigblandet beton kan leveres i kvaliteter fra beton 5 til beton 35 og med standardcement eller rapidcement efter ønske.

E:5:6 Beton siges at *afblende*, når sten og cementmørtel skilles. Faren er størst ved meget tør eller meget våd beton, og hvis betonen får lejlighed til at brede sig ud. Derfor skal transport indskrænkes mest muligt, betonbørene skal være dybe med lille overflade.

Der er også risiko for afblanding, hvis en blandemaskine fortsætter rotation udover begyndende størkning af cementen.

God arbejdsudførelse er en betingelse for et godt resultat ved betonarbejder; derfor behandler dette afsnit arbejdsprocesser på byggepladsen.

Blandemetode: lidt vand i blanderen - derefter betongrus + cement - sten + resten af vandet. Efter 1 minuts blandetid viser betonen konsistens, indtil da ser den for tør ud. Der blandes mindst 1 minut efter at det sidste materiale - også ekstracement - er tilsat.

Fritfaldsblandere leveres med kapacitet fra 75 l til 9000 l, tvangsblandere 150-6000 l.

Pr. 100 l maskinkapacitet leveres 66 l færdig beton. Blandetiden er for tvangsblandere 1/2-1 min. for fritfaldsblandere 1-2 min.

Færdigblandet beton tilkøres i biler med rotærtromle med kapacitet 3-5 m³ eller i karvogne med kapacitet 2 1/2-3 m³. I forbindelse med store leverancer kan modtagesiloer lejes.

Forme

E:5:7 Udstøbning af beton sker i forme. Formsætnings- og forskalingsarbejdet ligger udenfor denne bogs rammer, men da støbefladernes overflade har betydning for den færdige betons udseende, skal her kort nævnes noget om støbeflader.

Sædvanligvis anvendes forskalling af træ opbygget med støbeflader af brædder.

Ru brædder vil give en betonoverflade med tydelige støbegrater ved bræddernes sammenføjninger og som regel aftegnning af træets årer.

Pløjede og tykkelseshøvlede brædder giver færre og mindre støbegrater og en mere glat betonoverflade.

Støbepletter, fortrinsvis af vandfastlimet krydsfinér, leveres i standarddimensioner. De kan leveres med glat eller profileret overflade.

E:5:8 *Inddeling* af store støbeflader kan foretages med påsatte lister. Formålet kan være rent dekorativt, men kan også være praktisk, for at markere støbeskel og dermed modvirke revnedannelse i overfladen.

E:5:9 *Støbekassetter* er trærammer med beklædning leveret i forskellige standardmål og hertil findes passende hjørnekonstruktioner. Kassetterne samles med specielbeslag.

E:5:10 *Beklædning* af forskallingen anvendes for at give glattere betonoverflade, f.eks. med træfiberplader, plastplader, hårde mineral-fiberplader, metalplader. Beklædning kan også udføres for at opnå dekorativ virkning, f.eks. med profilerede plader, eller med hessian, gummimåtter o.l.

E:5:11 *Forurening* af formene skal undgås. Både for at sørge for formens renhed, og for at give brædderne lejlighed til at kvelle, skal bræddeforme vandes lige før støbningen. Vandet skal være lige så rent som til betonblanding. Forskalingsbrædder må ikke sættes helt tæt sammen; der skal være plads til kvelning.

Åbninger i forskallingen kan medføre svækkelse af betonen, ved at vand, cementslam og fint sand løber ud af revnerne, vil man undgå dette anvendes pløjede brædder eller anden tæt forskalling.

Udstøbning

E:5:12 *Vejrforhold og temperatur* har indflydelse på betonkvaliteten. Der må ikke støbes i vedvarende regnvejr. Nystøbt beton beskyttes mod direkte regnedslag, men den tager ikke skade af regnvejrets fugtige luft.

I varmt og tørt vejr begynder afbindingen meget hurtig, og man må da være særlig omhyggelig med at vande formene og sørge for omgående afdækning af det nystøbte med våde måtter.

Hvis en frisk beton udsættes for frostgrader, ødelægges den. I de første 3 til 4 dage efter støbningen må betonens temperatur ikke blive lavere end + 5°C, derefter vil en eventuel afkøling af betonen ikke virke ødelæggende, men forsinkende på hærdningen og svækkende.

Er lufttemperaturen mellem + 5°C og + 5°C, skal der anvendes luftindblædningsstoffer (luftindhold 4-5%). Cementmængden skal uanset blædningsforhold være mindst 225 kg/m³ beton, der skal anvendes hurtighærdende cement, v/c-tallet må højst være 0,55. Vandet skal opvarmes til + 60°C. Betontemperaturen efter udstøbningen skal være + 10°C til + 12°C.

Betonstøbning ved temperatur under + 5°C kræver ganske særlige foranstaltninger, bl.a. skal vandet opvarmes til kogepunktet, sandet skal opvarmes og man må sikre sig en betontemperatur på + 18°C til + 20°C efter udstøbningen. Støbning ved temperaturer under + 20°C må ikke finde sted.

E:5:13 Cementens hurtige *afbinding* gør det nødvendigt kun at blande så meget beton, som man kan nå at udstøbe inden for 1 time.

Det tilsvarende gælder også ved anvendelse af færdigblandet beton, idet man ikke må rekvirere mere beton, end man kan nå at udstøbe.

Fleksible forme af stål anvendes i betonelement-fabrikationen; til specielle udformninger af konstruktionsdele, der gentages, f.eks. særlige loftsplader, søjler eller andet, kan der til brug på byggepladsen anvendes specielt fremstillede plastforme eller stålforme.

Formolie, se E:3:10

Støbepletter, eller beklædninger kan genanvendes.

I dybe vægforskallinger kan det være vanskeligt at fjerne urenheder, der bør derfor anbringes renselemme i passende afstand i forskallingen.

Middeltemperaturen ligger i Danmark på + 5°C eller lavere fra ca. 1. november til ca. 1. april. Om støbning i temperaturer mellem + 5°C og + 20°C, se SBI anv. 17.

Det er en selvfølgelig forudsætning for støbning i frostvejr, at tilslagsmaterialerne er frostbestandige.

Ved færdigblandet beton skal transporttiden trækkes fra.

Beton, som er blevet ødelagt af vandskyl, af sol, eller fordi den har stået for længe, skal *kasseres*, f. eks. ved at nedgraves under kældergulve eller lign.

E:5:14 *Udstøbningen*, d. v. s. betonens anbringelse i formene, skal gøres omhyggelig.

Den nyblandede beton anbringes i formene i 100-300 mm tykke lag af passende længdeudstrækning. Der støbes altid i vandrette lag og afsluttes vandret ved arbejdstids ophør, spring mellem støbelagene udføres trinformede ved hjælp af løse skod.

Betonen må ikke styrtes eller kastes ned i formen, er støbehøjden større end 750 mm, kan betonens anbringelse på en bred, flad rende, som den skal skubbes nedad; bedre er udstøbning gennem mindst 600 mm langt rør med en bred tragt foroven.

E:5:15 Særlige udstøbningsmetoder er *pumpebeton* og *sprøjtebeton*. I begge tilfælde anvendes beton med flydende konsistens. Der tilstræbes *v/c*-tal på 0,45-0,5.

Pumpebeton anvendes fortrinsvis i situationer, hvor hurtig og kontinuerlig støbning er en forudsætning, eller til støbning på vanskeligt tilgængelige steder.

Metoden består i, at betonens fra et pumpeudstyr under tryk (2-4 MPa) føres gennem et rør- og slangesystem op, ned eller hen til støbestedet. Materiellet kan være faststående eller mobil. Det mest anvendte udstyr kan producere 25 m³ beton pr. time med en rækkevidde på 20 m lodret eller 18 m vandret.

Sprøjtebeton anvendes fortrinsvis til støbning af tynde lag, f. eks. i tyndvæggede konstruktioner, især med armering, tynde vandrette lag, samt konstruktioner med vanskeligt forskallingsarbejde og til reparationer.

Metoden består i, at betonens fra en betonkanon sprøjtes ud ved hjælp af trykluft. Betonens forlader sprøjtedysen med en hastighed på ca. 100 m/sec., hvorved den samtidig komprimeres. Principielt fremføres tørtblandet materiale til sprøjtedyse og først der tilsættes vandet under sprøjteførerens kontrol. Materiellet består af betonkanonen med kompressor og vandtryktank. Sædvanligvis er betonkanonernes kapacitet 1-2 m³ beton i timen, der kan dog fås sprøjter med op til 10 m³/h. Udstøbningsstedet kan ligge 200-300 m fra betonkanonen eller indtil 100 m over den.

Bearbejdning

E:5:16 Udstøbt beton skal *bearbejdes* lige efter udlægningen. Hver gang et støbelag på indtil 300 mm er udlagt, skal betonens komprimeres, hvorved luften udrides, materialerne bringes til at leje sig tæt og udfylde formen fuldstændig og evt. armering omslutes helt. Tørre blandinger kræver kraftigere komprimering end våde blandinger.

E:5:17 *Bearbejdning* afhænger af arbejdets karakter, betonens blandingsforhold, formens udførelse og byggearbejdets størrelsesorden.

De enkleste metoder er stødning og stampning. Vibrering er en maskinel effektiv metode.

Stødning kan anvendes ved ikke for tørre blandinger; man støder med en spadeformet støder eller med et rundjern, især langs formens sider, for at undgå hulrum i betonen («stenreder»). At banke udvendig på formen kan være gavnlige.

Er blandingen jordfugtig, kan man ikke støde den, men må *stampe*, hvortil anvendes træbomme med tværhåndtag. Stamperen bruges, indtil der kommer vand frem på betonens overflade.

E:5:18 *Vibrering* udføres med vibrator. Vibratoren er en 32-135 mm tyk stav (*stavvibrator* eller *nedstikningsvibrator*), den stikkes lodret ned i betonen - i støbte flader dog på skrå - vibrationerne sætter betonen i svingninger, den flyder sammen, og luften bobler op til overfladen. Efter 10-30 sekunder bliver overfladen blank, og der kommer mørtel frem ved formsiderne.

Støbeskel i vægge bør lægges ved etageadskillelsen, inden støbning atter påbegyndes svømmes støbeskel med cementmørtel.

Beton-teknik 6/02/72 og 6/03/75

Metoderne er dyre og kræver specialuddannet mandskab både til betonblanding og operationen.

Bearbejdningsreglerne gælder kun for almindelige udstøbningsmetoder.

Ved vibrering overføres rystelserne fra en vibrator maskine til betonen ved hjælp af vibratorstaven eller -broen.

Lægger der sig mere end 1 mm mørtel på toppen, er betonen for mørtelig, danser stenene på overfladen, er den for stenrig. Nedstikningen fortages hurtig, afstanden mellem nedstikningssteder skal være 50-60 cm, optrækningen skal derimod ske så langsomt, at der ikke efterlades spor.

Overflade- eller *brovibratoren* anvendes ved vibrering af støbte plader. Den er konstrueret som en bjælke eller plade (bro), der overfører rystelserne.

Formvibratoren sættes uden på støbeformen ved tynde vægge eller konstruktioner med tæt armering. Den virker ved hammervirkning.

Chokbeton er en komprimering, som anvendes i elementfabrikker og ved fremstilling af færdigfabrikerede konstruktionsdele, der i formen udsættes for lodrette fald.

E:5:19 *Afbrydelser* af støbningen i over 1 døgn bør ikke finde sted. Kan dette ikke undgås, skal den ældre støbning renses omhyggeligt og før ny støbning begynder udlægges et ca. 2 cm tykt lag cementmørtel. Undlades dette, vil der opstå en fin revne tværs gennem betonen med risiko for vandindtrængning.

Letbeton arbejdsudførelse

E:5:20 *Letbeton* kan være konstruktionsbeton eller isolationsbeton, og begge kan fremstilles in situ.

Let konstruktionsbeton udføres med let tilslagsmateriale med densitet over 1000 kg/m³. Betonens skal være tæt, som almindelig beton. Valg af cement og sand samt øvrige forhold ved fremstillingen er derfor ikke anderledes end ved almindelig beton.

Blandingsforhold med exlermaterialer kan være 1:1:8, 1:2:3, 1:2:5.

E:5:21 *Isoleringsbeton* kan udføres med let tilslagsmateriale, med densitet ca. 300 kg/m³. Den kaldes derfor også letkornsbeton. Betonens skal ikke være tæt, men porøs. Kornmellemrummene skal ikke udfyldes med cementpasta, men cementpastaen skal kun omslutte de enkelte korn.

Blandingsforhold til isolationsbeton kan være 1:6, 1:8, 1:10, 1:12.

E:5:22 *Let isoleringsbeton* kan også fremstilles som *skumbeton* eller *cellebeton*. Tilslagsmaterialet skal være højst 16 mm (ærtesten), blandingen ret mager. Der tilsættes et skumdannende stof og en stabilisator (for at hindre betonmassen i at synke sammen). Stofferne tilsættes støbevandet.

E:5:23 *Før isoleringsbeton udstøbes* på dækplader skal underlaget renses, evt. vandes og hvis det er porøst, svømmes med cementvælling.

Lagtykkelsen kan ikke være tyndere end 25 mm, som regel udstøbes lagtykkelser på mindst 100 mm.

Jernbeton arbejdsudførelse

E:5:24 *Jernbetonarbejde* adskiller sig kun fra andet betonarbejde ved udførelsen af armeringen. Der kan udlægges armering både i almindelig beton og i let konstruktionsbeton.

Miljøklassekravet om *dæklagets* tykkelse skal altid opfyldes til yderste led i armeringen, evt. bindetråde eller anden samling.

E:5:25 *Armeringsjernene* må lagres lige så omhyggeligt som de øvrige materialer, sorteret efter størrelse og dimension. De må ikke forurennes af olie eller lign. og må ikke være rustne, eventuelle forureninger skal fjernes inden oplægningen.

Afstandsklodser af beton eller plast anbringes ved kryds mellem jernene; opbuktet armering skal fastholdes af stole og sikres mod væltning under udstøbningen. Jernene må ikke kunne trædes ned under arbejdsudførelsen, og der må derfor etableres trillebroer på dæk og andre plader, der skal støbes; broerne skal understøttes på forskallingen.

De forskellige typer på vibratorer har forskellige anvendelsesområder.

En stavvibrator kan komprimere 5-35 m³/h.

I konstruktioner, hvor afbrydelser i støbning må forudses, skal støbeskel udføres med fortanding.

Exlermaterialer er de eneste, der anvendes hertil i Danmark.

Karakteristiske Betonstyrker som beton 15.

Tilslagsmaterialer se E:1:22/23 og E:2:17/19.

Tilsætningsstofferne er kemi-industriprodukter, brugsanvisning følges.

Dæklag se E:4:3

Rensning skal foregå med stålborste lige før anvendelse.

E:5:26 *Forspændt beton* er fortrinsvis anvendt ved fabriksmæssig fremstilling af konstruktionsdele.

Betonens udtørrestid vil ved almindelig jernbeton medføre risiko for revnedannelser, der når helt ind til jernet med de deraf følgende korrosionsskader. Hvis man inden støbning trækker kraftigt i armeringen, så den kommer i spænd - *forud etableret trækspænding* - støber og venter med at slappe jernet, indtil betonen er tilstrækkelig hård, undgå disse revner; betonen vil forhindre jernet i at trække sig sammen, når betonen svinder, vil jernets spænding blive mindre, men der opstår ingen revner.

Efterspændt beton anvendes også på byggepladsen. Armeringen er kabler eller gevindstål, der anbringes i kanaler i betonen. Disse kanaler tilstøbes bagefter ved injicering. Denne metode kan anvendes på byggepladsen; ved gevindstål fastholdes de svære armeringsjern ved hjælp af store møtriker og spændskiver.

E:5:27 *Spændarmering* er glat eller svagt kreppt tråd. Diameteren kan være 2-7 mm til strengbeton. Trådene har stor brudstyrke. Kabler til spændarmering har dimensioner fra 6,4 til 28,6 mm bestående af 7 til 19 tråde med styrke svarende til tentorstål.

Beskyttelse og kontrol

E:5:28 *Revner* i beton kan være overfladiske eller dybtgående. Alkalikiselreaktioner kan frembringe både overfladerevner og dybtgående revner.

Overfladiske revner kan bl.a. skyldes svind, frost, tørsaltangreb, rustende armering. Overfladerevner kan fordybes ved frost og ved overbelastning.

Dybtgående revner kan desuden fremkomme ved overbelastning, fundamentssætninger, store temperatursvingninger under hærkning, frost inden betonen er udtørret i dybden.

Revner er skæmmende. Giver de anledning til svækkelse og nedbrydning af betonen, er de skadelige.

Man skal ved arbejdsudførelse beskytte betonen mod påvirkninger, der giver anledning til revnedannelse. Endvidere må betonen beskyttes efter udstøbningen indtil den er i stand til at tåle de risikable påvirkninger.

E:5:29 *Nystøbt beton* skal beskyttes mod *udtørring, frost og mekanisk overlast*.

Udtørring forårsages af solbestråling, vind, eller varme; stærk kulde kan også forårsage stor fordampning, der medfører udtørring. Beton med almindelig cement skal holdes våd i 7-8 døgn, med hurtighærdende cement i 4-5 døgn. Der kan anvendes halmmåtter (der kan vandes), byggemåtter, plast, presenninger.

E:5:30 *Sne og regn* kan betonen som regel tåle efter at afbindingen er afsluttet.

Frost kan nystøbt beton ikke tåle. Ved temperatur under + 5°C skal beton, der er mindre end 3 dage gammel, varmeisoleres med vintermåtter eller lign.

Mekanisk overlast må friskstøbt og ikke afbunden beton ikke udsættes for. Færdsel over nystøbte dæk o.l. skal foregå på udlagte træbroer.

E:5:31 *Afforskallingen*, fjernelsen af støbformen, må ikke ske for tidligt. Den længste tid, forskallingen skal stå, er for betonarbejder med almindelig cement 28 døgn, (med hurtighærdende cement 14 døgn). Når formen kun er begrænsende, kan den tidligst fjernes efter 3 (hhv. 2) døgn; er den tillige bærende, må den tidligst fjernes efter 7 (hhv. 3) døgn, idet spændvidden forudsættes ikke at være over 3 m, for hver yderligere m tillægges 4 døgn (1 døgn).

E:5:32 *Kontrol* af betonarbejder omfatter delmaterialer, betonkvalitet, arbejdsudførelse og beskyttelse. alt efter betonarbejdets betydning og omfang foreskrives forskellige kontrolforanstaltninger. Se Betonbogen eller Basis Beton-Beskrivelsen

En væsentlig del af kontrollen er dokumentation af materialernes egenskaber. Armeringsstål er underkastet Dansk Standardiseringsråds kontrolordninger og leveres med certifikat. Kontrol foretages derfor ikke på byg-

Spændborde i elementfabrikker kan være 100 mm lange.

Forspændt beton betegnes også forspændt. Et andet navn er strengbeton.

Efterspændt beton betegnes også kabelbeton med hentydning til armeringskablerne.

Kabelbeton fremstilles efter Freyssinets eller Magnels system. Dywidag er et system for anvendelse af gevindstål.

Alkalikiselreaktioner se D:3:15

*SBI-beton 4
13 betonsygdomme*

Der må ikke benyttes sække, der har været benyttet til transport af emner med skadelig indflydelse på beton, f.eks. sukkersække; vandingen skal udføres med rent vand.

Støbning i frost, se E:5:12

De angivne frister gælder ved lufttemperaturer over + 5°C i de første 3 døgn, falder temperaturen, må fristen forlænges til det dobbelte eller tredobbelte.

gepladsen. Cement skal være mærket i henhold til certificeringslicens, og kontrol omfatter kun eftersyn af dokumentationen. Tilsvarende skal tilslagsmaterialernes egnethed dokumenteres ved værkcertifikat og det samme gælder flyveaske og mikrosilica.

Den kontrol der herefter skal foretages vil udelukkende dreje sig om betonkontrol: prøvning af konsistens, styrke, v/c-tal. Det nødvendige udstyr skal i så fald forefindes på byggepladsen.

For armeret beton og beton stærkere end 25 MPa gælder, at kontrol skal udføres i overensstemmelse med en af de tre kontrolklasser efter DS 411.

Når der kræves lempet kontrol skal materialekontrollen kun omfatte kontrol af v/c-tal og styrken ved beton mindre end 15 MPa kontrolleres ved kontrol af blandingsforhold og sætmål. Herudover kræves stikprøvekontrol af forarbejdet, armeringsarbejdet og udstøbningen. Ved normal kontrol og skærpet kontrol stilles omfattende krav.

E:5:33 *Kontrolmetoder* på byggepladsen vil i det væsentlige være kontrol med betonens sammensætning, d.v.s. blandingsforholdet, evt. betonrecept.

Kontrol af konsistensen kan udføres ved *sætmålsprøven* eller ved hjælp af et *vebeapparat*, når der er tale om jordfugtig beton.

E:5:34 Sætmålet er en keglestubformet beholder, åben i begge ender, som fyldes med betonen i tre omgange, idet der stemples 20-30 gange mellem fyldningerne med et 16 mm rundjern med afrundet ende. Når målet er fyldt, løftes det forsigtigt, hvorved betonkeglen vil synke mere eller mindre sammen. Sten over 32 mm bør fjernes inden prøven, da de kan give skæv top ved sætningen. Man måler sammensynkningen i forhold til sætmålet

Vebeapparatet er et lille vibratorbord, hvorpå der er fastgjort en spand. Heri udstøbes en sætmålsprøve, hen over sætmålet drejes en til apparatet fastgjort glasplade, der frit kan synke ned mod betonen. Når vibratorbordet sættes i gang, vil betonen synke sammen, og når glaspladens underside helt er dækket af beton, standses apparatet, tiden måles med stopur og kaldes *vebesekunder* (eller *vebegrader*).

Til meget flydende beton anvendes en tredje prøvemethode: udbredelsesmålet. Metoden anvendes på betonfabrikker og er ikke egnet til byggepladskontrol.

Overfladebehandling af beton

E:5:35 Alle betonoverflader i facader kan *beskyttes* med vandafvisende behandling eller beklædning mod klimatiske påvirkninger (vandindtrængen og evt. frost) og kemiske påvirkninger fra luftforurening.

Eksempler på egnede midler er Siliconer og Silaner, cementpulvermaling, kunstgummifacadmaling samt forskellige acryl- og epoxyprodukter. Bemærk, at der til udv. malerarbejde ikke må anvendes produkter med højere sundhedskode end 2-.

Belægninger kan være af epoxy-type. Beklædninger kan udføres med alle til udv. brug egnede materialer, f.eks. træ, tegl.

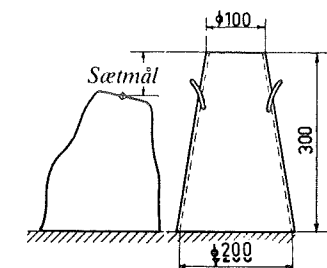
Kontrolklasse

I Skærpet kontrol

II Normal kontrol

III Lempet kontrol

*Konsistensangivelse med sætmål eller vebesekunder se E:4:8
Sætmål*



Beholder til måling af Sætmål.

Materialer se

Tekn.Inst.afd. for overfladebeh. MBK Overfladehandlinger Se kap. R.

Udv. behandlinger og belægninger skal principielt være mere vandampgennemtrængelige end betonen (tabel 3, s. 295).

E:6 Betonprodukter

Sten, blokke og rør af beton

E:6:1 Af almindelig beton og letbeton fremstilles forskellige byggevarer, som mursten, murblokke, tagsten og rør.

Disse fabriksprodukter støbes i stålforme af en meget tør beton, der komprimeres med vibrering.

Mursten i normalformat fremstilles ikke af almindelig beton i Danmark.

E:6:2 *Fundamentsblokke* - eller forskallingsblokke - er hule og beregnet til udstøbning. Forholdet mellem kassevolumen og betonvolumen skal være større end 2; trykstyrke skal være mindst 7 MPa. Varmeledningstallet svarer til almindelig beton. Minutsugning er 2-8 g/dm², ligevægtsfugtigheden 2-3%, vanddampdiffusionsevne som for almindelig beton.

Blokkene fremstilles med nominelle længder på 500 og 600 mm, nominel højde 200 mm og nominelle bredder passende til murmål indtil 340 mm.

Forskallingsblokke er frostfaste, farven betongrå, tekturen glat til ru, evt. poret alt efter fremstillingsform.

E:6:3 *Tagsten* af beton er fremstillet af specialmørtel med sigtet grusmateriale og iblanding af kemikalier og pigmenter.

Stenene er tætte, homogene og holder nøjagtigt mål. Betontagsten fremstilles i forskellige farver og formater. Der anvendes både dansk fabrikerede og importerede betontagsten.

Betontagsten kan regnes at være frostsikre.

E:6:4 *Betonrør* til kloakarbejde fremstilles som mufferrør, spidsrør, bøjninger og grenrør. Til brønde fremstilles forskellige brøndrør, ringe, bunde og dæksler.

Betonvarer til vejbygning er fortovsfliser, kørebanelfliser, kantsten og afmærkningssten.

Ud over betonsten og betonblokke fremstilles til bygningskonstruktioner en række andre betonvarer: vindues- og dørøverligger, trappetrin, aftræksrør, nedstyrtningsskaktør.

Elementer

E:6:5 *Betonelementer* kan være bærende konstruktionsdele, facadeelementer eller andre monteringsfærdige bygningsdele.

Bærende konstruktionsdele kan være søjler og bjælker (dragere) til individuel sammenbygning eller som et byggesystem. Det kan også være dækplader til etagedæk og tagdæk.

Facadeelementer kan være bærende elementer, udfyldningselementer, brystningselementer. Andre *monteringsfærdige bygningsdele* kan være betontrapper, altaner og hele korpuselementer.

E:6:6 *Bærende konstruktionsdele* fremstilles af strengbeton, kabelbeton og chokbeton.

Der fremstilles modulære *betondækplader*, 1200 mm brede i længder op til 9,6 m (tagplader 10,8 m) med 300 mm variation, tykkelsen er 190, 220 eller 240 mm, pladerne har runde gennemgående hulrum, måltolerancer: bredde ±3 mm, længde ±5 mm, tykkelse ±5 mm.

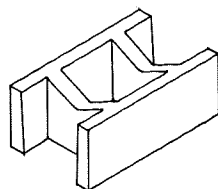
Endvidere fremstilles *bjælker* og *tagspær*, både massive og gitterspær, i spændvidder op til 30 m, mens produktion af standardsøjler i tilsvarende dimensioner ikke finder sted. Det vil dog være muligt til en given byggesag, hvor der anvendes konstruktionsdele, at få produceret de tilsvarende søjler i specialproduktion.

E:6:7 *Facadeelementer* kan være bærende eller ikke bærende. *Bærende elementer* udføres med faste søjler med armering og sammenstøbt udfyldning, ofte til lige med armeret dragerparti foroven. *Ikke bærende elementer* kan være udført til montering af hel facade, eller som delelementer, f.eks. brystningspartier. Udfyldningspartierne og de ikke bærende elementer udføres som

Mursten af letbeton, se C:5.

Murblokke af letkornsbeton og porebeton, se C:5.

DS 400 indeholder standard for fremstilling og dimensioner af betonrør, betondæksler, mursten, tagsten, vinduesbjælker, trappetrin, aftræksrør, skaktør, fundamentblokke m.m.



Forskallingsblok

Dansk betonindustri håndbøger: Rørhåndbogen og Flisehåndbogen.

Bærende konstruktionsdele, facadeelementer, søjler, dragere, dækplader leveres som katalogvare med angiven bæreevne.

regel som »sandwich-elementer«, d.v.s. af flere lag, et udv. vandafvisende vejrbestandigt lag, et mellemliggende isoleringslag og en indv. vægbeklædning, samt forskellige konstruktive mellemlag.

E:6:8 Andre monteringsfærdige dele, som produceres i dag, er *trappeløb* og *reposer*, særlige *skorstenselementer* både til mindre byggeri og store industriskorstene, specielle elementer til specialbyggeri, f.eks. landbrugsbyggeri, vandtårne og småelementer som fundamentsklodser, sålbænke etc.

E:6:9 *Elementer af letbeton* fremstilles af både letkornsbeton og porebeton.

Der leveres vægelementer, etagehøje, bærende og ikke bærende i forskellige tykkelser og med forskellige isoleringsevner. Der leveres også meget lange, liggende vægelementer.

Dækelementer leveres både til etagedæk og til tagdæk passende til de i mindre byggeri forekommende spændvidder og belastninger.

Fiberbeton

E:6:10 *Cementbaserede byggevarer* med fiberarmering er plader og andre varer med lille godstykkelse, fremstillet i industriel produktion.

Hovedformålet med fiberarmeringen er at give betonmaterialet god trækstyrke og reducere risikoen for revnedannelser, som kan opstå når byggevarer udsættes for skiftende klimatiske påvirkninger. Fiberbetonmaterialer er derfor først og fremmest facadebeklædninger og tagdækninger.

E:6:11 *Fibermaterialer* kan være asbestfibre, cellulosefibre, glasfibre, stenuldfibre eller andre siliciumholdige fibre, plastfibre, stålfibre.

Asbestfibre har været anvendt i mange år. De er billige og naturligt forekommende, men anvendelsen i såvel produktion som forarbejdning er forbundet med sundhedsfare. Der findes både bølgede tagplader, glatte tagplader (i små formater), store facadeplader, samt forskellige rør og andre produkter.

Glasfibre indgår i produktion af facadeplader. Der må særlig tages hensyn til glassets påvirkelighed af cementens alkalier. Almindeligt glas påvirkes af den basiske cementpasta, derfor anvendes alkaliresistent specialglas eller til sættes alkalibestandighedsforøgende komponenter. Glasfibre bundtes i kabler (ca. 200 fibre) der ophugges i 20-60 mm længde under anbringelse.

Cellulosefibre indgår både i glatte vægplader og i bølgede tagplader. Cellulosefibre er knapt så vejrbestandige, som ønskeligt. Cellulosefibre beholder også i nogen grad træmaterialets hygroskopi, og er derfor ikke tilstrækkeligt formbestandige.

Stenuldfibre fremstillet af alkaliresistente stenmaterialer (diabas, basalt) vil på grund af deres høje smeltepunkt kunne indgå i brandstabile materialer og vil antageligvis kunne erstatte asbestfibre i fremtiden.

Kalciumsilikatplader er i dag i produktion til indv. vægbeklædninger. Pladerne er brandstabile og tåler opfugtning.

Mineralfibre (stenuldsfibre) kan afgives af visse plader med tiden, under indfyldelse af luftbevægelse, mekanisk overlast, evt. pladernes svækkelse under opfugtning. Disse fibre kan medføre luftvejsirritationer, der kan udvikles til allergier.

Plastfibre er vanskeligt anvendelige, da plast er vandafvisende og sammenhæng mellem plast og cementpasta kun vanskeligt kan opnås. Endvidere findes der ingen plast med tilstrækkelig høj varmebestandighed til at kunne anvendes i byggematerialer, der skal kunne klassificeres som klasse 1 eller 2 beklædning eller brandmæssigt egnet tagbeklædning. Plastfibre bundtes i garner, der ophugges i 40-80 mm længde eller anvendes som dug (fibernet).

Stålfibre er det dyreste materiale. Risikoen ved rustangreb er en væsentlig årsag til at anvendelse af pladematerialer med stålfibre udsat for vejrliget ikke er tilrådelig.

Dansk Standard for fiberbeton er under udarbejdelse.

Se Beton-teknik 08/02/79

Fremstilling og import af asbestholdige materialer er siden 1980 forbudt i Danmark.

Se nærmere: H:3 Fiberbetonmaterialer

Glasfibre: Siroc, Glaton

Cellulosefibre: Ny-internit, Ny-eternit.

Kalciumsilikatplader: Navilite, Deflamit.

Der produceres specielle plastfibre med »modhager«.

F METALLER

UDK 691.7

SfB f-

F:1 *Metallers udvinding og kemi*

Grundstoffer og legeringer

F:1:1 *Metaller* er de grundstoffer, der karakteriseres ved følgende egenskaber: metalglans, god ledningsevne for varme og el, ofte plasticitet og styrke. I kemisk henseende: metaller danner oxider, og angribes i vand under dannelse af oxid eller under saltdannelse.

Mange metaller opløses i syrer under hydrogenudvikling.

Efter hvor vanskeligt metaller oxideres skelnes mellem *ædle metaller*: guld, sølv, *halvædle metaller*: kobber, nikkel, tin, *uædle metaller*: aluminium, jern, zink. Oxidering er korrosion, ædle metaller har mindst tilbøjelighed til at korrodere og kan benyttes ved korrosionsbeskyttelse af uædle metaller.

Alle metaller - med undtagelse af kviksølv - er *faste stoffer* ved almindelig temperatur.

F:1:2 *For byggeriet* er kun få af de eksisterende metaller af betydning: jern, aluminium samt i mindre grad kobber, zink, tin, bly, nikkel, chrom, titan, magnesium (magnium).

Metallerne forekommer som *malme*, hvoraf de udvindes ved smeltning-processer ved meget høje temperaturer. Malme består af *malmminerale*, der indeholder det ønskede metal, og *gangminerale*, der ikke er ønskværdige. Udvindingsmuligheden er betinget af, hvor let disse mineraler lader sig skille fra hinanden.

F:1:3 Metaller anvendes kun yderst *sjældent rene*. Som regel indeholder de udvundne metaller spor af *ikke metalliske stoffer*, (metaloxider eller andre kemiske forbindelser), som accepteres, eller som udnyttes til at påvirke brugsmetallets egenskaber.

Legeringer er metalforbindelser, som har metalegenskaber, og hvori der indgår mindst to grundstoffer, hvoraf mindst det ene er metal.

Jernudvinding

F:1:4 *Jernudvinding* udnytter forekomster af jernmalme. I Norge og Sverige er det sort magnetjernsten (med 50-70% Fe), i Mellemeuropa tillige rødjernsten (med 40-60% Fe); også jernspat og svovlkis (med 25-40% Fe) udnyttes.

De rene malme anbringes i *højovnen* afvekslende med lag af koks. Brændingen arrangeres, så den bliver ufuldstændig og der dannes carbonmonooxid; denne afilter malmen på sin vej op gennem ovnen, mens malmen på sin side optager en del af kulstoffet. Højovnsproduktet kaldes *råjern* og indeholder 3-5% kulstof, noget svovl fra koksene, samt urenheder fra malmen.

Råjernet kan behandles på to måder: *konvertermetoden*, hvor det flydende råjern anbringes i en beholder - konverter - hvorigennem der blæses luft. Ved denne »friskning« oxideres kulstoffet og der dannes kulfattigt jern, altså *stål*.

Stål

F:1:5 Man kunne ikke fremstille stål af fosforholdige råjernssorter, men ved en ændring af foret i konverteren blev dette også muligt: processen kaldes *thomasprocessen*, stålet *thomasstål*. Thomasslaggerne er fosforsyreholdige og anvendes i kunstgødning. Thomasstål fremstilles ikke mere.

Den anden metode benytter *flammeovne*, hvor råjernet behandles med flammen fra en gasgenerator. Det giver mulighed for kontrol og regulering af stålets sammensætning og større sikkerhed for konstant kvalitet.

Metallerne udgør 75% af antallet af grundstoffer, men 25% af den kendte del af jordskorpen og atmosfæren.

De 4 hyppigst forekommende grundstoffer er: O 50% - Si 25% - Al 8% - Fe 4,7%.

K. Offer Andersen, Metallurgi for ingeniører, København, 1984.

Metallurgi: læren om metallers fremstilling og bearbejdning.

Metallografi: læren om metaller og legeringer.

Aluminium - Al

Bly - Pb (Plumbum)

Chrom - Cr

Jern - Fe (ferrum)

Kobber - Cu (cuprum)

Magnesium - Mg

Nikkel - Ni

Tin - Sn (stannum)

Zink - Zn

Jern mineraler

sort magnetjernsten:

magnetit Fe₃O₄

rødjernsten: hæmatit

Fe₂O₃

jernspat: siderit FeCO₃

svovlkis: pyrit FeS₂

Digelstål siden 1730

Engländeren Henry Bessemer opfandt 1855 konverteren.

Engländeren Sidney Gilchrist Thomas forbedrede 1878 bessemerprocessen;

der tilsættes kalk til det smeltede stål, hvorved der dannes calciumfosfat.

Franskmændene Pierre Martin gjorde det 1864 muligt ved anvendelse af Siemens gasgeneratorovnen til at omsmelte jernaffald.

Ovntypen kaldes *martinovn*, det fremstillede stål *martinstål*. I denne ovn-type kan også anvendes fosforholdigt råjern og skrot. Martinstål (også kaldt SM-stål) anvendes ikke mere i den vestlige verden.

F:1:6 *Elektrostål* fremstilles i elektrisk lysbueovn og regnes at være af kvalitet på højde med de moderne LD-processer og bedre kvalitet end martinstål. Stålet kan renses helt for fosfor og svovl. Elektrostål bruges til støbegods, til værk-tøjsstål og ved fremstilling af rustfrit stål og almindeligt bygningsstål.

På Det Danske Stålværk A/S i Frederiksværk fremstilles stål (arme-ringsstål) ved genbrug af skrot + 10% ny stål.

LD-stål eller fremstilles efter en siden 1956 udviklet forbedring af kon-vertermetoden. Man erstatter indblæsning af luft ved friskningen med ind-blæsning af ren oxygen (ilt), metoden kaldes derfor også iltmetoden.

F:1:7 Det i dag producerede *stål* er et meget homogent, slaggefrit materiale.

Kulstofstål indeholder højst 1,8% kulstof (C) og højst 1% urenheder (fosfor (P), mangan (Mn), silicium (Si)); indholdet af jern (Fe) bliver således 97-99%. For at få et svejsbart stål, må kulstofindholdet nedsættes til ca. 0,2%. Dette opnås ved at forøge manganindholdet til ca. 1,5%. Et sådant stål kaldes kulstof-mangan-stål.

Legeret stål (f.eks. rustfrie stål og korrosionstræge stål) indeholder større mængder af tillegede metaller, for at forbedre stålets brugsegenskaber. De metaller, der anvendes som tilsætning er foruden mangan (Mn), chrom (Cr), nikkel (Ni), molybden (Mo), kobber (Cu). De højest legerede ståltyper til bygningsstål har et indhold af rent jern (Fe) på ca. 74%.

Det smeltede stål *beroliges* inden det udstøbes, herved sker en fjernelse af oxid, hvorved blæredannelse i det udstøbte stål forhindres. Ved denne produktion af ferrosilicium opstår biproduktet mikrosilica, som er et tilsætnings-stof ved betonfremstilling.

F:1:8 Stål fremstilles i mange typer til mange formål, og gives i hvert enkelt tilfælde de til formålet mest ønskelige egenskaber. *Ståltyperne* fremkommer ved forskelligt indhold af kulstof og andre stoffer.

Der skelnes efter egenskaber mellem to hovedgrupper med undergrupper: *Konstruktionsstål* - bygningsstål, maskinstål, automatstål, fjederstål, plader, rør og tråd, stålstøbegods, rust-, syre- og ildfast stål, ventilstål - og *værktøjsstål* - koldarbejdsstål, hurtigstål, varmeanarbejdsstål.

For byggeriet er *bygningsstålet* det vigtigste.

Støbejern

F:1:9 *Støbejern* har kulstofindhold 2,5-4%, dels som kemisk bundet kul, dels som frit kul i form af grafit, endvidere indeholder det silicium (Si) (3,5%), man-gan (Mn), fosfor (P) og svovl (S). På grund af det store kulstofindhold er støbejern *skørt*, det tåler ikke deformation uden at gå i stykker.

Stort indhold af Si hindrer den kemiske forbindelse mellem Fe og C, grafit udskilles i form af flager, og man får såkaldt gråt støbejern, som på grund af C-indholdet *ikke* kan svejdes.

Såkaldt SG-jern er forholdsvis sejt, idet grafitten er udskilt som fine kugler.

Aluminiumudvinding

F:1:10 *Aluminium* er det i jordskorpen i bundet form mest udbredte metal. Det udvindes af lerjorden *bauxit*, som må kaldes en bjergart bestående af flere aluminiumholdige mineraler.

Ved aluminiumudvinding benyttes elektriske ovne, hvori bauxit opløses i smeltet kryolit. Ved elektrolyse spaltes bauxiten og det flydende aluminium går til bunds, hvor det kan aftappes.

Det udvundne aluminium har en renhedsgrad på 99,3-99,7. Urenhederne er Fe og Si. Ved en gentagen elektrolyse kan fremstilles aluminium med renhed 99,99% (energiforbrug 15 kWh/kg Al).

*LD = Linz Durrer (tysk).
Kaldo = Kalling
Domnarvet (svensk).*

Kulindhold i forskellige ståltyper:

Armcojern <0,05% C

Konstruktionsstål <0,5% C

Bygningsstål 0,1-0,2% C

Værktøjsstål 0,6-1,2% C

Med stigende kulprocent, stiger styrken, mens svejseligheden falder.

Se E:3:8

Man kan fremstille støbejernstyper, der er meget stabile over for deformation.

SG = Sfærisk Grafit

Bauxit er vandigt aluminiumoxid Al₂O₃

Smeltepunkter: bauxit 2050°C, kryolit ca 800°C

F:1:11 *Aluminiumlegeringer* fremstilles i valsekvaliteter, der også anvendes til ekstrudering af profiler etc., og i støbelegeringer.

Valselegeringer indeholder som regel 94-97% ren aluminium samt magnesium. Aluminium med magnesium er bestandig over for havvand. Aluminium med kobber og magnesium (duraluminium) er stærkt, men kun jævnt korrosionsbestandig.

Støbelegeringer indeholder ca. 85-95% ren aluminium samt silicium. Aluminium med magnesium og silicium (silumin) er den billigste legering, korrosionsbestandig, men ikke i havvand.

Andre legeringer er aluminium med zink, der er en støbelegering samt aluminium og mangan, der minder om ren aluminium.

Man skelner mellem hærdbare og ikke-hærdbare aluminiumlegeringer.

Udvinning af andre metaller

F:1:12 *Kobber* forekommer som malme i naturen. Der findes også spredte forekomster af gedigen kobber.

Kobber udvindes ved en smeltningproces, der ligner jernudvinning.

Kobber indgår i en række vigtige legeringer: bronze = kobber + tin, aluminiumsbronze = kobber + aluminium, messing = kobber + zink, rødgodt = kobber + zink + tin + bly.

F:1:13 Zink fremstilles af malm, nu fortrinsvis zinkblende. Det fremstilles i retorte efter at zinkblenden ved ristning er omdannet til zinkoxid - renhedsgraden er mindst 98,4% og dette er tilstrækkeligt til alm. plademateriale. Ad elektrolytisk vej kan fremstilles finzink med renhedsgrad på op til 99,99%, til anvendelse i legeringer. Farven er gråhvid.

Korrosion

F:1:14 Udvinningen af metaller fra de malme, hvori de forekommer i naturen er *energikrævende*. Ved korrosionen vender metallerne tilbage til en *mindre energirig* form, der ligner malmsformen.

Korrosion er altså en naturlig og uundgåelig proces, men i mange tilfælde i byggeriet en yderst skadelig proces. Korrosionsforebyggende og -begrænsende foranstaltninger omtales under metallernes anvendelse.

F:1:15 *Korrosionsfænomener* ved metaller anvendt i bygningskonstruktioner vil være oxidationer, fortrinsvis reaktioner mellem metallet og luftens oxygen ved tilstedeværelse af vand.

Korrosionen fremmes ved forureninger såsom svovlsyre fra olieforbrænding, chlorid fra havatmosfære m.v.

Ilt-korrosion foregår kun når der er vand til stede, men dette vand kan udmærket være luftfugtighed. Det vil sige at korrosion kan ske når RF er over 80% idet luftfugtigheden da vil kondensere på metallet.

F:1:16 *Korrosionsrisikoen* er metallers nedbrydning. Denne risiko er størst for *jernstål*: rustdannelse. Rust er vandig rødjernssten. Processen er selvforstærkende fordi rust er porøs og dermed åbner for korrosion af dybere liggende partier.

Aluminium overtrækkes meget hurtigt af et tyndt (0,01 µm) oxidlag, der er forholdsvis tæt og beskytter mod videre oxidering.

Kobber, zink og bly overtrækkes i atmosfæren af et oxidlag (korrosionsprodukt), der er tæt og beskytter mod videre korrosion.

F:1:17 *Korrosionsrisikoen* for jern kan mindskes gennem tillegeringer. Det i byggeindustrien anvendte *rustfaste stål* Cr og 9% Ni kaldes AISI 304 L. Dette kan indeholde Mo med få %, hvilket gør det bestandig overfor en del syrer.

Et mere bestandigt stål er tilleget *molybdæn* og betegnes AISI 316 L.

Kobbermalmineraler:
kobberkis $CuFeS_2$
kobberglass Cu_2S
broget kobbermalm
 Cu_3FeS_4

SBI anv. 104:
korrosionsforebyggelse i boligbyggeriets konstruktioner.

Ilt-korrosion er en elektrolytisk proces. Svovlkorrosion er en syrebase reaktion.

I et rum med RF 50% og 20°C vil RF ved en 10°C varm metalgenstand være 95%.

Rust $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$

Ir er kobberets grønne korrosionsprodukt, som indeholder chlorider og sulfater, kobberoxidering er brun.

Cor-Ten stål produceres i samme program som almindeligt bygningsstål, men lagerføres i Danmark kun som plader og stangmateriale.

Et særligt *korrosionstrægt* stål er det såkaldte Cor-Ten stål, som er udviklet i USA og produceres på licens i Europa. Ny europæisk Standard, DS/EN 10155 omhandler korrosionstrægt stål, som også fremstilles i Danmark under benævnelsen DAN 35560. Det har et kulstofindhold på højst 0,18% C og kan altså svejdes, indholdet af urenheder (P og S) er minimalt og indholdet af Si og Mn svarer til almindeligt bygningsstål. Dets særlige egenskaber hidrører fra tillegeringen af kobber Cu (0,3-0,5%) samt chrom Cr (0,3-1,3%) og evt. lidt nikkel. Dette stål rustner i begyndelsen som almindeligt stål, men samtidig hermed dannes et jævnt og fast oxidlag. Efter ca. 2 års forløb findes ikke længere løs rust, men overfladen er ru og har fået en rustrød farve.

Forudsætningen for dannelse af gode beskyttelseslag er, at overfladerne til stadighed holdes fri og udsættes for vekselvis regn (fugt) og udtørring.

F:2 *Bygningsstål*

Fremstilling

F:2:1 Stålets *anvendelsesformer* som bygningsstål er profilstål i forskellige valsede profiler, armeringsstål og stålplader samt rør.

De *egenskaber*, der gør stål til et godt byggemateriale, er først og fremmest dets trykstyrke, trækstyrke og slidstyrke, hvor det langt overgår alle andre materialer.

Stålet kan bearbejdes, men værktøjet er mere kostbart og bearbejdigheden tungere end for andre materialers vedkommende; dette modvirkes i væsentlig grad af de mange former, hvorunder byggevarer af stål forhandles.

Mindre heldige egenskaber er stålets modstandsevne over for korrosion, d.v.s. at det ikke er bestandigt; også i brandteknisk henseende har det svagheder.

Følgerne af disse egenskaber kan dog forebygges konstruktivt ved teknisk indsigt og planlægning.

F:2:2 *Fremstilling af stålprofiler* og byggevarer af stål foregår på stålvalseværker.

Det smeltede stål kan enten støbes i *kokiller* til store blokke, eller støbes i et strengstøbningsanlæg, der senere vales eller smedes til den endelige form. Stålet kan også støbes direkte i støbeform til færdig form, det såkaldte *støbestål*.

Direkte efter støbningen får stålet en ret grov struktur. Blokkens grove struktur forfines betydeligt ved valsningen, hvorved styrkeegenskaberne forbedres betydeligt. I de forskellige valseværker får stålet en behandling, der gør det tættere, sejere og stærkere, jo flere gange stålblokken går gennem valserne, desto bedre bliver stålet.

F:2:3 Plader produceres i *pladevalseværket*, hvor blokken (fra et stangstøbningsanlæg kaldet en *slabs*) ved gentagen valsning direkte vales ned til pladetykkelsen. Andre stålprodukter fremstilles ved valsning eller støbning. Knipler i afkortede længder behandles i specielle *færdigvalseværker* til profiljern, rundjern, rør og andet. Valserne er af stål.

Normaliseret stål er stål, som er forbedret ved en ekstra varmebehandling eller ved valsning ved reguleret temperatur. Ved behandling i pladeværket kan stålet få en for grovkornet struktur, normalisering tilsigter et mere fin-kornet produkt, hvorved bl.a. sejheden forbedres.

F:2:4 *Bygningsstålet* fremstilles i forskellige styrker og kvaliteter, der skal kunne anvendes i svejste og boltede konstruktioner og endvidere skal kunne leveres i valsede profiler og plader. Man kræver altså: passende styrke, sejhed, svejse-lighed, lav pris.

De næsten uendelig mange variationsmuligheder gør standardisering af kvaliteter og betegnelser nødvendig.

I neutral atmosfære korroderer jern 0,1-0,05 mm pr. år.

Det danske Stålvalseværk i Frederiksværk er grundlagt på udnyttelse af skrot (1940) og dækker ca. 20% af Danmarks forbrug af plader og stangstål.

Kokillerne, der er af støbejern, fyldes fra neden, for at give luften mulighed for at undvige.

Rør fremstilles af plader, der bukkes og samles. Sømløse rør fremstilles efter dornmetoden (Erhardt) eller Mannesmann-metoden.

Danske Stålstandarder DS/ISO 630 for Konstruktionsstål erstattes i fremtiden af DS/EN 10025, som følge af Europæisk Standardisering indenfor stålområdet.

Egenskaber

F:2:5 Densiteten af bygningsstål er 7850 kg/m³ (stål 37).

Elasticitetsmodulen er 210.000 MPa og regnes ens for alle stål kvaliteter.

Stål kan leveres med *trækstyrker* på 310-1200 MPa og med garanteret *øvre flydespænding* på 225-1000 MPa.

F:2:6 *Stålets styrke* karakteriseres ved den største påvirkning indtil brud ved trækpåvirkning: *Trækstyrken*. Angivelsen Fe 360 betegner stål med trækstyrke 360 MPa (ældre betegnelse efter DIN 17100 St 37 = 37 kp/mm²).

Stålets forlængelse kan opdeles i en elastisk og en plastisk tøjring.

Flydespændingen er den praktiske adskillelse mellem de to områder. Visse materialekvaliteter (samt alle andre metaller end stål) har intet udpræget flydegrænseområde; man angiver da 0,2-grænsen, som angiver den spænding, hvor der er en plastisk forlængelse på 0,2% af oprindelig længde.

Konstruktionsstål, oversigt

Minimum trækstyrke ca. MPa	Danmark DS/EN 10025 1990	Tyskland DIN 17100 1980	Sverige SS xxxx	England BS 4360 1986	Frankrig NF A 35-501 1981	ISO ISO 630 1980	CECA EURONORM 25 1972
310	Fe 310-0	St. 33	SS 141300		A 33	Fe 310	Fe 310
340					A 34-2		
360	Fe 360 B Fe 360 BFU Fe 360 BFN Fe 360 C Fe 360 D1 Fe 360 D2	St. 37-2 U St. 37-2 R St. 37-2 St. 37-3 St. 37-3N	SS 141311 SS 141312		E 24-2	Fe 360 A Fe 360 B	Fe 360 A Fe 360 B
410				40 B 40 C 40 D 40 E	E 28-2 E 28-3 E 28-4		
430	Fe 430 B Fe 430 C Fe 430 D1 Fe 430 D2	St. 44-2 St. 44-3U St. 44-3N	SS 141412 SS 141414	43 A 43 B 43 C 43 D 43 E		Fe 430 A Fe 430 B Fe 430 C Fe 430 D	Fe 430 A Fe 430 B Fe 430 C Fe 430 D
470			SS 142172 SS 142174				
510	Fe 510 B Fe 510 C Fe 510 D1 Fe 510 D2 Fe 510 DD1 Fe 510 DD2	St. 52-3 St. 52-3N	SS 142132 SS 142133 SS 142134 SS 142135	50 B 50 C 50 D 50 E 50 F	E 36-3 E 36-4	Fe 510 B Fe 510 C Fe 510 D	Fe 510 B Fe 510 C Fe 510 D Fe 510 DD
530			SS 142142 SS 142143 SS 142144 SS 142145				
550				55 C 55 E 55 F			

Betegnelser for stål kvaliteter er ikke internationalt standardiserede endnu. Tabellen giver en sammenligning mellem de forskellige nationale standarder, men vilkårene i disse standarder er ikke præcis overensstemmende. I forbindelse med Europæisk Standardisering indenfor stålområdet er standarden for konstruktionsstål i fuld gang med at blive »harmoniseret«.

ECISS (European Committee for Iron and Steel Standardization) har netop færdigbehandlet og opnået CEN's godkendelse for EN10025. Standarden vil i Danmark i fremtiden erstatte DS/ISO 630, Konstruktionsstål, som indtil nu indgår som reference overalt i det danske norm og standardssystem. Fremtidige benævnelser er indført under »Danmark« i ovenstående skema.

I Tyskland er det DIN 17100, som står foran sin tilbagetrækning.

Fe (jern) - 7860 kg/m³

bygningsstål - 7850 kg/m³

valset stål - 7850 kg/m³

støbejern - 7250 kg/m³

De tilladelige

regningsmæssige styrker er

langt mindre end de reelle,

og fremgår af

konstruktionsnormer, bl.a.

DS 412.

F:2:7 *Bygningsstål* i de fleste standardiserede kvaliteter findes på lager i Danmark.

Almindelig *handelsstål* kvalitet er betegnet st 33 i de tyske normer, Fe 310 i DS/ISO 630. Denne stål kvalitet opfylder ikke normernes krav til stål anvendt i svejste konstruktioner.

F:2:8 *De almindelige stål kvaliteter til bygningskonstruktioner* er med de efter DS/ISO 630 anvendte betegnelser følgende:

Fe 360 (tidligere betegnet st 37) med trækbrudstyrke 360 MPa og flydegrænse 225-235 MPa.

Fe 430, trækbrudstyrke 430 MPa, flydegrænse 265 - 275 MPa.

Fe 510, trækbrudstyrke 510 MPa, flydegrænse 345 - 355 MPa.

Betegnelserne: B, BFU, BFN, C, D1 o.s.v. er udtryk for *slagsejhedsprøver* ved forskellige temperaturer.

F:2:9 Andre egenskaber.

Varmeledningsevnen er ca. 60 W/(m·K) ved kulstofindhold 0,2%.

Varmeudvidelseskoefficienten er 0,012 mm/(m·K).

Ved opvarmning over 200°C *nedsættes styrken* mærkbart og ved 500°C er styrken halveret og stålet bliver anisotrop. Smede- og valsetemperaturen er 750-1200°C.

Dampdiffusionstallet d=0, idet stål, som alle metaller er absolut vanddamp-tæt.

F:2:10 Stål kan leveres *fra lager* eller *fra værk*, i sidste tilfælde kan der være ret lange leveringstider.

Til bygningsbrug anvendes stål i færdigfabrikerede *standardformer*, leveret i afkortede længder, eventuelt med færdige samlingsdetaljer, boltehuller, gevind.

De vigtigste former er: profilstål, armeringsstål, stangstål, plader. Herudover leveres: spunsvægjern, skinner, tråd, ståltøve, rør samt småprodukter af stål: stifter, søm, skruer, nitter.

Profilstål

F:2:11 *Profilstål* er valset (men kan også opsvejses af plader), så det består af en krop og to flanger. Profilerne betegnes med et nummer, der angiver højden i mm.

I-stål vales i flere former. Normalprofil og Differdinger-profil er gamle former, som er ved at udgå af produktionen.

Normalprofilen INP har skrå indv. flangesider, der hælder ca 14%. Flangebredden er ca. halvdelen af højden. INP anvendes nu næsten udelukkende som skinner for taljer.

Differdinger-profilerne er parallelflangede, bredflangede I-profiler, der blev valset i Differdange i Luxemburg. Profilerne benævntes DIP-profiler.

F:2:12 *Nye handelsformer* er IPE og HE profilerne.

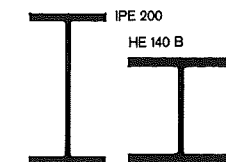
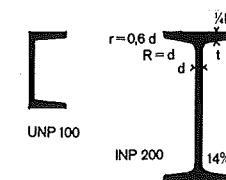
IPE-profiler erstatter de gamle INP-profiler og leveres i nogenlunde de samme dimensioner. Mindste profil er IPE 80, største lagerprofil IPE 300, største produktionsprofil IPE 600. IPE-profilerne er parallelflangede.

HE-profilerne betegnes med et nummer, der angiver højden i mm, med bogstaverne A, B eller M der angiver profilserien.

B angiver den normale profiltype, hvor h=b indtil HE 300 B, ved større højde er bredden uforandret 300 mm.

I ældre bygninger kan findes de tidligere producerede I-profiler med højder i ulige mål, samt de såkaldte bredflangede (amerikanske) profiler INP bredfl., som havde skrå indv. flangesider.

Leverandørerne af profilstål og faconstål udleverer normalt tabeller over bæreevnen.



Forskellige profilstål

A-profilerne er ca. 10 mm lavere og har væsentlig mindre godstykkelser. M-profilerne er ca. 20 mm højere og lidt bredere end B og har næsten dobbelt så stor vægt og tværnsnitsareal, og dermed meget forbedrede styrkeforhold.

HE-profilerne er parallelflangede og erstatter de gamle DIP-profiler.

Mindste profil er HE 100, lagerprofiler op til HE 600, største profil HE 1000.

Det er karakteristisk for A, B og M seriernes profiler, at den frie indvendige afstand mellem flangerne er ens for samme nummer i de forskellige serier på grund af valseteknikken.

Normallængder for IPE og HE-profiler er 6-14 m, afhængig af dimension. Kvaliteter: IPE og HE-Fe 360 (HE-A-Fe 430) og HE-Fe 510.

Generelt må siges, at *Valseprogrammet* er mere omfangsrigt og med flere serier.

F:2:13 *U-stål* vales i en normal profil og benævnes UNP. De forhandles i størrelse fra 80 mm høje til 400 mm høje. UNP 80 er altså 80 mm høj; bredden varierer ret stærkt, ved de mindste profiler er den stor i forhold til højde (UNP 80, b 45) fra UNP 300 og op er bredden 100-110 mm; normallængde 6-14 m. Kvalitet Fe 360 og Fe 510.

USP er et svensk U-profil med lille kroptykkelse og parallelle flanger. Det leveres i kvalitet Fe 430. Dimensioner 80 til 240 med 20 mm variation og 270, 300, længde 12 m.

F:2:14 *Rektangulære hule stålprofiler* (RHS) fremstilles i sømløs udførelse og elektrosvejst udførelse. De sømløse er trukne profiler, de svejste er fremstillet ved bukning af plader.

RHS-profiler leveres med kvadratisk eller rektangulært tværnsnit. De produceres i England og Vesttyskland og leveres fra lager i Danmark.

Stålkvaliteter er Fe 430 og Fe 510.

Dimensionerne er efter ISO-standard: (alle mål mm)

<i>kvadratiske profiler</i>			<i>varmtvals.</i>	<i>koldtvals.</i>
mindste mål	20×20	godstykk.	2 - 2,6	1,2- 2
største mål	400×400	godstykk.	10 -25	8 -12,5
<i>rektangulære profiler</i>				
mindste mål	50×25	godstykk.	2,6- 4	
	40×20	godstykk.		1,2- 2,6
største mål	450×250	godstykk.	10 -25	6,3-12,5

Cirkulære hule stålprofiler (CHS) fremstilles i såvel sømløs som svejst udførelse.

Stålkvaliteter er Fe 360, FE 430 og Fe 510. Dimensioner fra Ø 33,7×2,6 til Ø 323,9×20,0.

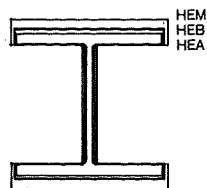
Armeringsstål

F:2:15 *Armeringsstål* til jernbeton leveres i følgende typer: glat beton stål (rundstål), kamstål, tentorstål.

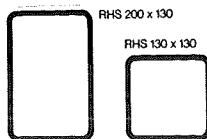
Glat betonstål leveres i kvalitet Fe 360. Kamstål i kvalitet Ks 410 og Ks 550, som begge kan leveres svejsbare (betegnes S). Tentorstål må ikke svejses.

Glat betonstål er uden profilering. Kamstål leveres med forskellige profileringer, enten tværgående fremhævede ribber eller spiralsnoede ribber. Forskellene er kendetegn for dansk eller svensk kamstål og for de forskellige kvaliteter. Profileringerne er udført ved varmbehandling.

Tentorstål er koldbehandlet ved trækning og vridning og har et dobbelt mønster af langsgående og tværgående ribber, der begge er snoede efter vridningen.



HEB 100=100 mm høj.
HEA 100=94 mm høj,
tynd krop og let.
HEM 100=112 mm høj,
forstærket godstykkelse



Eksempler på hule stålprofiler.

Dimensioner se E:1:24/:25

Stangstål

F:2:16 *Stangstål* er fælles betegnelse for stångstænger med cirkulært eller firkantet tværnsnit samt vinkelstål og T-stål og enkelte andre faconstål. Kvaliteten er normalt Fe 360.

Rundstål vales i dimensioner fra 5,16 mm til 300 mm og lagerlængden er ofte 6 m. Dimensionsvariationen er 2-3 mm op til 50 mm, derefter 5 mm op til 130 mm, herefter 10 mm. Dimensioner kan leveres i stålkvalitet Fe 360 og Fe 510.

SM-stål med rundt tværnsnit leveres i dimensioner fra 10 til 400 mm i lagerlængde 6 m og kvalitet Fe 510 og Fe 600.

Firkantstål vales i dimensioner 6,5 til 130 mm og lagerlængde er 6 m, dimensionsvariation 2-3 mm op til 35, 5 mm op til 80 og derefter 10 mm.

SM-stål med kvadratisk tværnsnit leveres i dimensioner fra 16 til 150 mm i kvaliteter Fe 510 og Fe 600. Lagerlængden er 6 m.

Fladstål vales i tykkelserne 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60 mm. I tykkelserne 5 til 15 mm i alle bredder fra 25 til 140 mm med 5 mm variation indtil 80, derefter 10 mm breddevariation. I de mindste tykkelser fås også bredder 13, 16 og 20 mm, i de store tykkelser fås kun de store bredder.

Universalstål er betegnelse for fladstål bredere end 140 mm.

F:2:17 *Vinkelstål* (L-jern) leveres med ligesidet, rundkantet profil, uligesidet rundkantet profil og ligesidet, skarpkantet profil. Stålkvalitet Fe 360, visse profilstørrelser også Fe 430.

Profilstørrelsen er fra L 20×20 hhv. L 30×20 til L 200×200 hhv. L 200×100. Skarpkantede profiler kun 13×13 til 50×50. Tykkelserne varierer fra de mindste profil 3 - 4 - 5 mm til de største 10 - 11 - 12 - 14 - 15 - 16 mm. Skarpkantede profiler kun 3 - 4 - 5 - 6 mm.

Lagerlængden er 6 m, meget store profiler også 12 m.

F:2:18 *T-stål* fås ligesidet T 20/20/3 til T 140/140/15. Uligesidet T-stål leveres i størrelser fra T 60/30/5 til T 120/60/10. T-stål er rundkantede og leveres ikke skarpkantede.

Store T-profiler laves af overskårne HE- eller IPE-profiler.

Z-stål har to modsatstillede flanger og leveres i 7 profilstørrelser fra 30/38/4,5 til 120/60/9 mm.

Lagerlængder for T- og Z-stål er 6 m, store dimensioner tillige i 12 m længde. Stålkvaliteten Fe 360.

F:2:19 *Koldtvalsede profiler* anvendes hovedsagelig i stålkarme til døre og vinduer, afdækninger o.l.

Koldtvalsede profiler er katalogvarer for de forskellige producenter. De fremstilles både i ubehandlet stål, rustfast stål og på anden måde behandlet råmateriale.

F:2:20 *Tråd* er rundstål med dimensioner mindre end 5 mm. Tråddiameter på 3 og 4 mm anvendes bl.a. til armeringsnet anvendelig som revnesikring i gulvpuds og lignende, men ikke til kontrollerede bærende konstruktioner.

Tråddimensioner fra 1 til 3 mm anvendes til bindetråd, hegnstråd og lignende formål.

Båndstål er fladstål med tykkelser fra 1 til 5 mm, leveres varmtvalset i stålkvalitet Fe 310, samt koldtvalset til specielle formål (f.eks. fjederstål).

Båndstål 2, 3 og 4 mm leveres i rette længder på 6 m i bredde 10 til 200 mm (20 dimensioner). Galvaniseret båndstål leveres i ringe i bredde 1, 1,25 og 1,5 i 5 bredder fra 16 til 40 mm, og i visse dimensioner også i rette længder.

F:2:21 *Blankt stål* leveres i kvalitet Fe 360 i profilerne rundstål, firkantstål, fladstål og sekskantet stål. Endvidere som fladt eller firkantet kilestål i kvalitet Fe 600.

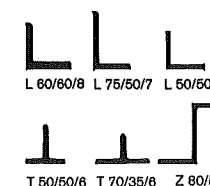
Der leveres endvidere rundstål i blankt automatstål og forskellige profiler i specielle legeringer: svovllegeret stål, blylegeret stål.

Andre ståltyper, som rundstål, fladstål og firkantstål leveres i, er værktøjsstål, legeret og ulegeret sort, eller forslebne typer. Endvidere legeret konstruktionsstål, rustfrit stål.

Dimensioner og vægt se leverandørers lagerlister.



1: rundstål
2: firkantstål
3: fladstål



Forskellige faconstål.

Pladelære

metal	nr.	tykkelse	vægt kg/m ²
jernplader, galv.	14	2,0	16,3
	16	1,6	13,0
	18	1,25	10,2
	20	1,0	8,0
	22	0,8	6,4
	24	0,63	5,1
	26	0,5	4,0
zinkplader	8	0,4	2,8
	9	0,45	3,15
	10	0,5	3,6
	11	0,58	4,31
	12	0,66	4,66
	13	0,74	5,18
	14	0,82	5,74
	15	0,95	6,65
	16	1,08	7,56
	19	1,5	10,6
	22	2,0	14,1
	25	2,5	18,0
	kobberplader, rå, bløde	ingen nr.	2,0
		1,75	15,5
		1,5	13,35
		1,25	11,12
		1,1	9,97
		1,00	8,90
		0,95	8,45
		0,9	8,01
		0,85	7,56
		0,8	7,12
		0,75	6,67
		0,7	6,23
		0,65	5,78
		0,6	5,34
		0,55	4,89
	0,5	4,45	
	0,45	4,01	
	0,4	3,56	
aluminiumplader, bløde, ¼ H, ½ H, ¾ H	ingen nr.	1,50	4,05
		1,25	3,38
		1,00	2,70
		0,90	2,43
		0,70	1,89

Plader

F:2:22 Plader med klippede kanter leveres i tykkelserne 3 til 50 mm med 2-3 mm variation, derefter 5 mm variation til 80 mm, 90, 100 mm i format 2×1 m. Tykkelserne 5, 6 og 8 mm leveres i 16 størrelser op til 6×2 m, og visse af formaterne leveres også i andre tykkelser.

Kantvalsede plader (universalstål) leveres i tykkelserne fra 5 til 75 mm i bredder fra 155 til 600 mm i lagerlængde 6 m.

Disse plader leveres i alle normfastlagte kvaliteter.

Finplader (blik) er plader med tykkelser fra 0,5 til 3 mm. Tykkere plader kaldes mellemlader og over 5 mm grovplader.

Nogle pladetyper leveres galvaniserede, forbløede, PVC-beklædte, eller lakerede.

Dørkplader er plader 5, 6, 8, 10 mm tykke i kvalitet Fe 360. Pladerne har på oversiden et riffel-netmønster eller tåre- (eller nokken) mønster.

Beskyttelse mod brand og rust

F:2:23 Stål er ubrændbart, men ikke brandstabil. *Varmepåvirkning* nedsætter styrken og dette nødvendiggør en effektiv beskyttelse af alle ståledele i bærende konstruktioner mod høje temperaturer.

De almindeligste foranstaltninger er ommuring, omstøbning, ompudsning eller beklædning med brandfrit materiale, 22 mm træ eller lignende.

F:2:24 *Korrosion* er den anden fare for stålet.

Ren kemisk korrosion - oxidation - er ufarlig i almindelig lufttemperatur, men øges ved de høje temperaturer under produktionen, og der dannes den såkaldt *glødeskal*. Tilbagesiddende glødeskal på bygningsstål, skal bankes af, da den ellers vil bevirke at den elektrolytiske korrosion lokaliseres.

F:2:25 Sammen med vand (fugtig luft og nedbør) kan luftforureningen fremme korrosionen af stål.

Denne risiko er mindst i det frie landmiljø, men bliver større i havnebyer og havmiljø p.g.a. saltholdig luft, og allerstørst er risikoen i by- og industrimiljøet p.g.a. svovlsyre fra fabrikker, oliefyur og biler. Endvidere kan svejsesteder og nitninger, evt. andre samlinger, give mulighed for spalter, hvor korrosionshastigheden er større.

Sådanne spalter undgås bl.a. ved udførelse af fulsvejsning i stedet for punktsvejsning.

Også konstruktioner, der muliggør stadig eller vedvarende kondensation på stål, eller stålet udsættes for direkte vandtilførsel, f.eks. udvendig udsat for nedbør, er korrosionsfremmende.

F:2:26 Såfremt stål anvendes i byggeriet på steder, hvor det udsættes for fugt, bør stålet beskyttes med maling, varmforzinkning eller lignende. I ubeskyttet tilstand kan stål indstøbes i beton eller ren cement-mørtel, idet dette alkaliske (basiske) miljø giver passivering af stålet.

F:2:27 Stål i *kontakt med beton* vil passivere og ikke korrodere, under forudsætning af at kontakten er 100%. Dette kræver en beton med mindst 350 kg cement/m³ (1:2:3) eller cementmørtel 1:3, max. stenstørrelse nøddesten og konsistens stivplastisk for at sikre fuldstændig omstøbning.

D.v.s. der må i betonen ikke vær hulrum, træ, mineraluld, mursten eller andre porøse materialer i kontakt med stålet.

Hvor stålet går fra beton ud i jord eller i atmosfære, bør det være varmtforzinket inden for miljøklassens dæklagsområde og uden for betonen.

Stål i *kontakt med træ* vil korrodere på grund af træs fugtindhold. Søm, skruer og beslag i forbindelse med udendørs brug skal derfor være varmtforzinket, men imprægneringsvæsker med fluorider vil korrodere alle metaller mens natrium- og kaliumsulfater vil give korrosionsrisiko også for varmtforzinket stål. Brandhæmmende midler virker korroderende på alle metaller.

Se F:2:9

Bygningsreglementet BR kap. 6: brandsikker konstruktion kan udføres ved omstøbning eller indmuring, branddrøj konstruktion kan udføres ved beklædning med 22 mm pløjede høvlede brædder.

»Stål & Brand – Håndbog i brandsikring af stålkonstruktioner«, udgivet af Dansk Brandværnskomité, giver også anvisning på udførelse af brandsikring af stålkonstruktioner.

Forbehandling til maling

F:2:28 Stål kan beskyttes ved belægninger, som hæmmer adgang af luft og vand. *Belægnings* kræver imidlertid grundig forbehandling af stålet.

Snavs og salte kan fjernes med vand.

Fedt og olie fjernes med mineralsk terpentin, eller petroleum. Specielle emulsionsrensere fjerner fedtstoffer og opløselige salte uden fordampningsrisiko.

Rust og glødeskal (valsehud) fjernes for at en efterfølgende behandling kan blive holdbar. Metoder, der anvendes, er: rustafbankning, skrabning, stålborstning, maskinslibning, sandblæsning og saltsyrebejdning.

Rustbankning anvendes overfor svære rustlag. Det kan udføres med mejselformet håndhammer eller med pneumatisk værktøj, f.eks. nålemejsel, som er et bundt strikkepindelignende mejsler.

Skrabning er den almindeligste håndværksmæssige rensningsmetode, den udføres med skrabejern og efterfølges af stålborstning.

Stålborstning kan ved små rustdannelser være den eneste rensningsmetode, og er ofte den afsluttende metode efter grovere rensninger. Stålborstning udføres for hånden eller med mekanisk dreven roterende stålborste.

F:2:29 *Maskinafslibning* afløser nu oftest skrabning og stålborstning. Der anvendes fortrinsvis let trykluftsværktøj, som er farefrit og kan anvendes transportabelt.

Sandblæsning er den mest effektive rensning, men kræver ret stort apparatur. Anvendelse af natursand (kvartssand) er det billigste, men medfører store støvgener og sundhedsfare (silikose). Stålsand er dyrere, men kan genanvendes. Sandblæsning med stålsand kan udføres med *stålgrit*, som er korte trådstumper og giver skarp, ru overflade, eller med *stålshot*, som er småkugler og giver blødere overflade.

Saltsyrebejdning fjerner hurtigt rust, men kræver hurtig og omhyggelig afrensning af saltsyren og af jernchlorid og forudsætter derfor grundig instruktion og høj arbejdsmoral.

Beskyttende belægninger

F:2:30 *Forebyggelse mod rustangreb* kan udføres ved udelukkelse af fugtighed, eller ved undertrykkelse af de galvaniske strømme.

Udelukkelse af fugtighed kan ske ved indfedtning med vandfortrængende olier, ved asfaltering, ved emaljering, eller med et metallisk overtræk. Maling og plastbelægning tjener samme formål, men hindrer ikke diffusion af fugt og luft til stålet fuldstændigt.

Undertrykkelse af galvaniske strømme kan ske ved katodisk beskyttelse, metallisk overtræk, inhibitorer, indstøbning i beton, samt ved fosfatering og grundmaling, som begge kræver efterfølgende dækmaling.

Indfedtning giver kun midlertidig beskyttelse og skal enten gentages eller afrensnes før anden behandling. Der anvendes specialmidler som f.eks. tectyl.

Asfaltering med varm asfalt giver god beskyttelse, men forhindrer efterfølgende behandlinger. Dypasfalterede genstande (faldrør) er ikke tilstrækkeligt beskyttede, men volder også vanskeligheder for maling.

Emaljering er en proces, hvorved stålet overtrækkes med et glasagtigt lag, det udføres i to omgange: grundemaljering og dækemalje, begge brændes på under ca. 800°C varme. Emaljering benyttes til badekar, facadeplader og andre stålpladevarer, og tilsvarende støbejernsvarer.

Inhibitorer er stoffer, der hindrer en kemisk proces, i dette tilfælde rustdannelse. Den mest anvendte inhibitor er cement. *Cementering* anvendes til beskyttelse af indmurede eller skjulte stålkonstruktioner. Cementeringen skal beskyttes mod mekanisk overlast. *Indstøbning i beton* med et betonlag på ca. 40 mm uden på stålet, giver tilsvarende beskyttelse.

DIF anvisn. NP-154 - Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner.

SBI anv. 104. Korrosionsforebyggelse.

Benzin er brandfarlig, tetraklorokulstof har giftige dampe, bør ikke anvendes til rensning.

Man kan ikke undgå at fjerne rust.

Salgsargumenterne for de såkaldte rustpassiveringsmidler, der siges at »omdanne« rusten, strider mod naturlovene.

Dansk Standard Sandblæsning DS 2019.

SA 1 = let sandblæsning, kun løse forureninger er fjernet.

SA 2 = grundigere sandblæsning, fjerner også rust i porer og fastsiddende glødeskal.

SA 3 = sandblæst til metallisk ren overflade med lys grå, ensartet kulør.

Efterfølgende malerbehandlinger, se afsnit R:1:16

Dekaperet stål er syrebejdset og glødeskalfri.

Regler for katodisk beskyttelse er udgivet af udvalget vedr. katodisk beskyttelse 1971.

Katalysator = et stof, der fremmer en kemisk proces. Inhibitor = et stof, der sinker en kemisk proces.

Cementering udføres ved svumning med cementvælling.

F:2:31 *Rustbeskyttelse med metallisk overtræk* kan udføres efter to principper: overtræk med et metal, der er mere ædelt end stål, d.v.s. nikkel, chrom, eller overtræk med et metal der er mindre ædelt end stål, d.v.s. zink.

De mest anvendte metoder er *forchromning* og *forzinkning*.

F:2:32 *Forchromning* består af et tyndt lag chrom - ca. 0,25-0,5 mym - ovenpå et betydeligt tykkere lag nikkel. Da chrom og nikkel er ædle i forhold til stål, skal lagene være fuldstændig tætte, ellers vil der i revner eller porer kunne starte en accelererende galvanisk korrosion.

Forchromning anvendes hovedsagelig til installationsgenstande, beslag og lignende mindre dele.

F:2:33 *Forzinkning* kan udføres på flere måder:

1. *Varmforzinkning* ved neddykning i smeltet zink, giver lagtykkelse, 100-200 mym. På tynde emner (f.eks. 1 mm plade) kun 20-30 mym.
2. *Galvanisering* ved elektrolytisk udfældning, giver lagtykkelse på kun 3-6 mym, men kan fås på max. 40 mym.
3. *Sprøjtforzinkning* ved påsprøjtning af smeltet zink, giver ikke et garanteret tæt lag.
4. *Koldforzinkning* eller *zinkstøvmaaling* ved maling med mindst 85% metallisk zink i pigmentet.

Sprøjtning og maling nedbrydes hurtigere end de to andre processer, men kan vedligeholdes.

Varmforzinkning er den i alle henseender billigste og bedste rustbeskyttelse, uanset eventuel efterbehandling. Varmeforzinkningen sker ved ca. 450°C, hvilket kræver opmærksomhed overfor konstruktionens varmeudvidelsesmuligheder, især bør godstykkelser ikke afvige for meget i samme konstruktion. Størrelsen af konstruktioner er begrænset af forzinkningskarret, men der kan dog behandles genstande op til lysmesters længde.

Korrosionshastigheden for varmforzinkede overflader er i stærkt forurenede industriatmosfære 15-50 mym pr. år, i almindlig byatmosfære 1-6 mym/år, i landatmosfære 1-3 mym/år, Danmarks vestkyst dog 3-5 mym/år, indendørs max. 0,6 mym/år.

Forzinkede overflader kan beskyttes mod korrosion ved chromatering (gulpassivering), som har holdbarhed i 1 til 2 år. Anvendes især ovenpå elforzinkning på tynde plader.

F:2:34 Andre metoder til etablering af metallisk rustbeskyttelse:

Påvalsning af en tynd plade eller folie af et korrosionsfast metal (f.eks. kobber, nikkel, chrom, aluminium) på stålplader og -profiler er en kostbar, men effektiv beskyttelse.

Diffundering er en form for overfladelegering. Emnet anbringes sammen med et pulver af det korrosionsbeskyttende metal i en roterende, opvarmet tromle, beskyttelsesmetallet diffunderer ind i grundmetallets overflade, hvor der dannes en legering af de to metaller. Processen kaldes *sherardisering*, når der anvendes zink, *inchromering* med chrom og *alitering* med aluminium.

F:2:35 Både metalliske og ikke-metalliske materialer kan forsynes med et ganske tyndt overfladelag af metal ved en proces, der kaldes *vakuumbfordampning*. Emnet, der skal metalliseres, anbringes sammen med metallet i en beholder. Der skabes undertryk, og metallet opvarmes til fordampningstryk; dampen slår sig ned på de kolde flader og giver et blankt overtræk. Aluminium og sølv benyttes til spejlbelægninger på denne måde.

Nikkellag mindst 30 mym. Fornikling alene vil kunne korrodere som jern.

Lagtykkelsen er afhængig af neddykningstid og stål kvalitet.

DS/ISO 1461 Standard for forzinkning.

Cadmiering anvendes ikke mere, da cadmium dels er giftig og dels dyrere end zink.

Parkerisering er en beskyttet betegnelse for en industriel behandling med zinkfosfatopløsning: fosfatering.

Støbejern

- F:2:36** Støbejernets *egenskaber* er på flere punkter væsensforskellige fra stål.
Densitet 7250 kg/m³.
Elasticitetsmodul 75.000-100.000 MPa.
Trækstyrke 150-250 MPa for de almindeligst i byggeriet anvendte kvaliteter, maximum 450 MPa. Trykbrudgrænsen regnes at være ca. 4× trækstyrken.
Varmeledningstallet er ca. 30-48 W/(m·K) (kulstofindhold 4-2%).
Varmeudvidelseskoefficienten som for stål og også vanddampstæt som alle andre metaller.
Støbejern korroderer som stål, men korrosionen er langsommere, fuldstændig jævn og sort på grund af støbejernets grafitindhold.
Ved tillegering af kobber kan korrosionsforholdene forbedres. Ved tillegering af chrom og nikkel kan fremstilles rust- og syrefast støbejern.
- F:2:37** Støbejernet *anvendes* til fremstilling af bygningsdele, der på grund af særlig indviklet profilering el. lign. kun vanskeligt kan fremstilles af stålprofiler eller -plader. Hertil hører forskellige former for tagvinduer i tegltage, kældervinduer, riste, skorstensrenselemme, kedelluger, endvidere visse typer centralvarmekedler og radiatorer.
Faldstammer og tilhørende afløbsskåle, vandlåse etc. er stadig støbejern, og bør foretrækkes, fordi støbejern ikke medfører brandrisiko og ikke giver lydgener i samme grad som plastmaterialer.
I mange tilfælde, hvor støbejern anvendtes før, vil der nu benyttes stålstøbegods.

F:3 Aluminium

Egenskaber

- F:3:1** Aluminium er et sølvhvidt, ret blødt metal med lille *densitet* - 2700 kg/m³ - det hører til gruppen letmetaller. Densiteten er den samme for rent aluminium og dets legeringer med zink har dog densitet 2800 kg/m³.
- F:3:2** *Styrkeegenskaberne* er påvirket af aluminiums store varmfølsomhed. *Smeltepunktet* ved 658°C for ren aluminium og 600-640°C for legeringer gør det uegnet til anvendelse i bærende konstruktioner, der skal være brandstabile. Styrken aftager allerede ved 100°C med 15% og fra 0-200°C med 35%
Elasticitetsmodulen er 70.000 MPa, hvilket er en meget væsentlig forskel mellem stål og aluminium.
Trækbrudstyrken for ekstruderede profiler er ca. 120 MPa, for koldtrukne profiler ca. 130-300 MPa afhængig af legerings type og hårdhed.
Plademateriale kan leveres blødgjort ved varmebehandling med trækbrudstyrke 90-130 MPa, samt koldbearbejdet med trækbrudstyrker 115-210 MPa afhængig af hårdhed.
0,2 *spændingen* er for koldtrukne profiler 120-260 MPa afhængig af hårdhed og legering.
Modningshærdbare aluminiumlegeringer er styrkemæssigt på højde med blødt stål. (Modningshærdning er en proces, der forøger et legeringsstofs virkning, som regel styrken).
- F:3:3** *Varmeledningstallet* er for Al₉₉ 218 W/(m·K), for legeringer 150-216 W/(m·K).
Længdeudvidelsen er dobbelt så stor som for stål: 0,024 mm/(m·K).
- F:3:4** Aluminium og dets legerings *korrosionsegenskaber* er særdeles gode, det kan anvendes både i udvendige bygningsdele og i indvendige bygningsdele også i fugtigt rumklima. Dannelsen af kondens på aluminiumoverflader er uden risiko med hensyn til korrosion.
Chlorider - havluft - og svovldioxid - forurenede byluft - kan dog nedbryde oxidlaget.

Støbejernssøjler anvendes tidligere i bærende konstruktioner, men er nu afløst af stål.

Af støbejern fabrikeres også kakkelovne, vaskegryder o.l. til fast brændsel; badekar fremstilledes af emaljeret støbejern, men i dag benyttes mest stålplade.

Aluminium blev første gang fremstillet af H. C. Ørsted 1825. Den elektrolytiske udvindingsproces blev udarbejdet samtidig og uafhængig af hinanden af Hérault og Hall 1886. Aluminiumudvinding se F:1:10:11.

Kilde: BYGG 264:4 og Materiallära Karleboserien 5.

Styrkeegenskaberne varierer meget afhængig af legering og hårdhed, her angives tallene for de i byggeriet mest anvendte former.

Aluminium er absolut ugiftigt.

El-ledningsevne 37,6 ml/(Ω·mm²).

Se F:1:16

Korrosionsegenskaberne kan forbedres ved *anodisering*, hvorved der påføres et kunstigt oxidlag af betydelig tykkelse (500-5000 gange det naturlige oxidlag). Efter anodiseringen foretages porettætning (sealing) for at lukke de mange fine porer, der findes i oxidlaget efter anodiseringen. Anodisering kan være farvet eller med metalglans.

Minimumslagtykkelser angives af EWAA til 25 μm i industri- og kystatmosfære, 20 μm i byatmosfære, 15 μm i landlig atmosfære, 10 μm indendørs og tørt klima i landlig atmosfære, 5 μm kun dekorative formål indendørs.

Kontaktkorrosion er der risiko for ved kombination af aluminium med kobber eller bly. Dette er desværre en almindelig og alvorlig fejltagelse, som teknikere kan begå. Til fastgørelse af aluminiumdele må der kun benyttes skruer og beslag af aluminiumlegering eller af rustfast stål.

Kobberør i brugsvandsanlæg *må ikke være tilsluttet før* varmforzinkede stålør (i vandstrømmens retning). Kobberrør i et *lukket* varmesystem er ikke et problem.

Træ, imprægneret med kobberholdige væsker, kan give korrosionsfænomener på aluminium.

Aluminium kan ikke tåle alkalier og må beskyttes mod kalk og cement, mørtel, beton etc.

Handelsformer

- F:3:5** Aluminium kan *støbes*, varmbearbejdes: *valeses, ekstruderes, blødgøres*, koldbearbejdes: *valeses, trækkes og modningshærdes*.
Koldbearbejdede profiler er stærkere, men vanskeligere at bearbejde end varmtbehandlede.
Bearbejdningen angives i SIS med et tilstandsnummer. Varmebearbejdede materialer har tilstandsnummer 00, evt. 04 og 06 med større styrker. Koldbearbejdede materialer har tilstandsnummer 12 (¼ hårdt), 14 (½ hårdt), 16 (¾ hårdt) og 18 (helhårdt).
- F:3:6** De i byggeriet mest anvendte kvaliteter er *legeringer*. SIS 14-4054 er legering med 1,2% mangan, der leveres som plader, dels bløde plader til falsning (02) og dels i alle hårdhedsgrader. Anvendes til facade- og tagbeklædninger.
SIS 14-4104 er legering med 0,7% magnesium og 0,5% silicium, der leveres som ekstruderede profiler, rør og stænger.
SIS 14-4112 er legering med 0,8% magnesium, 0,7% mangan og 1% silicium, der leveres i plader, samt som ekstruderede profiler til konstruktioner, hvor der kræves stor styrke.
- F:3:7** Andre legeringer, der forekommer i færdige *aluminiumbyggevarer* er støbelegeringer:
Silumin med støbejernsagtigt brud, god korrosionsmodstand undtagen i havvand, billigt.
Duraluminium indeholder kobber og anvendes til drejede emner og emner behandlet i automatmaskiner, samt hvor den størst mulige styrke ønskes, men de er ikke særlig korrosionsbestandige.
Støbelegeringer med zink har god korrosionsmodstand.
- F:3:8** *Aluminiumprofiler* leveres i former svarende til stålprofiler samt mange andre. I-profiler leveres f.eks. med højde fra 10 til 260 mm.
Ud over bogstavprofiler og runde og firkantede rør leveres mange specialprofiler til vindues- og dørkonstruktioner, indv. skillevægge etc.
Extruderede profiler kan leveres efter opgave med begrænsning 300 mm i diameter.
- F:3:9** *Aluminiumplader* leveres glatte og profilerede til facade-, tag- og indv. beklædning. Profileringen kan være bølget eller trapezformet i mange udførelser. Pladebredde er ca. 1 m, længde ca. 3,7 m, maximum pladelængder er 6 m.
Bløde aluminiumplader til falset dækning kan leveres som bånd i 600-700 mm bredde og op til 100 m længde. Godstykkelsen er 0,7 mm.

Anodisering er en elektro-mekanisk proces - eloxidering er beskyttet betegnelse.

EWAA - European Wrought Aluminium Association.

Beskyttelse mod kontaktkorrosion kan opnås med plastbøsninger, skiver eller beviklinger.

Danske betegnelser for aluminium og dets legeringer findes i DS 3002 og DS 3012. Svensk standard SIS 14 er nok så betydningsfuld som leverandørlandets standard. Der findes også engelske, tyske og usaiske standarder.

*SIS-14-4054 ~ DS 3012-3003
SIS 14 4104 og 4112 findes ikke i DS.*

Se F:1:11

Mindste aluminiumindhold i legeringer er 85%.

Minimumsgodstykkelsen for det i profiler anvendte materiale er 0,55-1,2 mm.

F:3:10 Aluminium er det oftest anvendte *letmetal* til beslagdele. Det leveres også som *folie* i varmeisolerende byggevarer med funktion som dampspærre, eller som varmespejl.

F:3:11 *Aluminium* kan leveres ubehandlede, matte eller polerede.

Plader og profiler kan leveres *anodiserede* i metalfarver eller kulørte, plastlakerede, plastbehandlede.

Støbte plader leveres til facadebeklædning med forskellige teksturer.

F:3:12 *Aluminium* kan leveres i smedelige kvaliteter og aluminiumprofiler og -plader kan skæres. Svejsning og lodning er mulig, når de nødvendige foranstaltninger træffes. Limning med specialudviklede lime er også mulig. Speciallegeringer fremstilles til drejning og fræsning.

Mindste folietykkelse er 0,01 mm.

Overfladebehandling med maling byder på vedhæftningsvanskeligheder. Der må ikke anvendes metalpigmenter eller grafit; zinkkromat med vinylplastbindemiddel kan anvendes.

F:4 *Andre metaller*

Kobber, bronze, messing

F:4:1 *Densiteter:* rent kobber 8930 kg/m³, bronze 8820 kg/m³, messing med et varierende indhold af kobber på 56-85% 8300-8730 kg/m³.

F:4:2 *Elasticitetsmoduler:* rent kobber 120.000 MPa, bronze 110.000 MPa, messing 90.000-123.000 MPa.

Styrkeegenskaber er meget varierende. *Valselegering* af rent kobber (SIS 14-5015) har trækbrudstyrke 210 MPa, 1/1 - hårdt 320 MPa, 0,2 spænding hhv. 50 og 290 MPa. Messing (SIS 14-5173) til ekstruderede profiler har trækbrudstyrke ca. 420 MPa og 0,2 spænding ca. 150 MPa.

F:4:3 Kobber er et blødt metal, der har stor *el-ledningsevne* og *varmeledningsevne* og har god *korrosionsbestandighed*.

Smeltetemperaturer er for kobber 1065-1083°C, for legeringer fra 860 til 1050°C.

Varmeledningsevnen ved 20°C for kobber 380 W/(m·K), for bronze og rødgods 67 W/(m·K) og for messing 30-154 W/(m·K) afhængig af legering.

Længdeudvidelseskoefficienten er 0,017 mm/(m·K) for kobber, lidt større for bronze (0,018) og svinger for messinglegeringerne mellem 0,016 og 0,021 mm/(m·K).

F:4:4 Kobber og kobberlegeringer *korroderer* i alle atmosfærer jævnt, men langsomt. Korrosionsproduktet er grønt - ir - og består af uopløselige oxider, carbonater og alt efter atmosfæren sulfater (byluft) eller chlorider (havluft).

F:4:5 *Leveringsformer* for kobber er bløde plader til faldede tagbeklædninger, hårde plader med profilering til facade-, tag- og indiv. beklædning.

Profiler leveres både af kobber, messing og bronze hovedsagelig til konstruktion af butiksvinduer og inventar.

Endvidere anvendes kobbermaterialer til rør, ledninger og elforsyning.

Bearbejdigheden er meget god, emnerne kan skæres, som regel bøjes og bukkes. Samling foregår fortrinsvis med lodning med tin, messing eller sølv.

Rødgods er den mest anvendte legering til ventiler, haner, beslag o.l. Beslag, især til udv. brug, laves af messing eller bronze.

DS 3001 vedr. støbelegeringer og *DS 3003* vedr. valselegeringer benytter samme betegnelser som *SIS 14*.

Elledningsevnen ved 20°C 59,62 ml/(Ω·mm²).

Messing kan revne ved spændingskorrosion i by- og havneatmosfærer. Tagrender m.m. af halv hård plade 0,7-0,8 mm.

Konstantan er en kobberzinklegering, hovedsagelig anvendt til el-varmekabler.

Kobber er ugiftigt i små mængder, men for stor indtagelse er uønsket. Drikkevand, som har henstået (8 timer) i kobberrør, kan indeholde op til 3 mg kobber pr. liter.

Zink

F:4:6 *Densitet* 7140 kg/m³. Smeltepunkt 419,5°C.

Zink anvendes i byggeriet hovedsagelig som plader til *beklædning* og til tagrender og nedløb. Det er billigere end kobber til disse anvendelser.

Zinken anvendes endvidere i korrosionsbeskyttelsen af jern (forzinkning). I fri luft korroderer zink hurtigt ved at danne en hinde af zinkcarbonat, som beskytter det mod videre korrosion. Svovldioxidforureninger øger korrosionshastigheden til uacceptable værdier, hvorfor tagrender og -nedløbsrør af zink i dag i stort omfang erstattes af plastmaterialer.

Bly

F:4:7 *Densitet* 11.340 kg/m³. Smeltepunkt 327°C (kogepunkt 1750°C).

Bly er meget blødt, blågråt og glansfuldt, men overtrækkes hurtigt med carbonathinde med mat overflade, som beskytter mod videre korrosion. Det kan støbes og vals.

Bly anvendtes tidligere til tagbeklædninger og rørledninger, men kun blyinddækninger er blevet tilbage. På grund af sin tyngde bruges det til lodder og kontravægte, endvidere til samling af andre metaldele, tilsmeltning ved rør og i farveindustrien.

Nye anvendelser for bly er støjdæmpende og svingningsdæmpende underlag i bygningskonstruktioner og ved opstilling af maskiner.

Endvidere er bly blevet et vigtigt materiale i *strålebeskyttelsen*. Blyplader benyttes som strålebeskyttende mellemlag i støbte eller murede vægkonstruktioner som beskyttelse mod uønsket stråling i hospitalers røntgenafdelinger og i visse højteknologiske anlæg med skadelige strålinger.

Andre tungmetaller

F:4:8 *Nikkel* har densitet 8900 kg/m³. Smeltepunkt 1453°C.

Nikkel er et sjældent og ret kostbart metal. Det anvendes sammen med chrom i byggeriet til korrosionsbeskyttelse af jern og messing.

Nikkel er sølvhvidt og meget korrosionsfast.

F:4:9 *Chrom* har densitet 7190 kg/m³. Smeltepunkt 1615°C.

Det er et hvidt og glansfuldt metal, det er, under oxyderende forhold, endnu hårdere og mere korrosionsfast end nikkel. Chrom kan modstå både syrer og baser. Chrom og nikkel anvendes sammen til korrosionsbeskyttende metalovertræk på stål og messing og som legeringsmetal til rustfrit stål.

F:4:10 *Tin* har densitet 7290 kg/m³. Smeltepunkt 232°C.

Tin er et metal, som hovedsagelig bruges til korrosionsbeskyttelse af stål og kobberlegeringer og som legeringsmetal. Hvidblik er fortrinnet stålplade, stanior er tinfolie, hvis anvendelse dog i dag erstattes af aluminiumfolie.

Andre letmetaller

F:4:11 *Titan* regnes til letmetallerne med densitet 4540 kg/m³, smeltepunkt 1820°C. Det har været ukendt før 2. verdenskrig. Ved de hidtil anvendte udvindingsprocesser fremkommer det som et hvidt, metallisk pulver, der kan smeltes i vakuum og støbes. Det er meget dyrt.

Rent titan er mere korrosionsbestandigt end rustfrit stål. Styrkeegenskaber er i legeringer gode, det kan varmbehandles og koldbehandles. Med titan fås den største styrke pr. vægtenhed, og bruges derfor meget i luft- og rumfartsindustrien.

Titan benyttes rent til beholdere og ledninger i den kemiske industri og havvandsbådeanlæg (p.g. af korrosionsbestandighed og varmebestandighed). I byggeriet anvendes titan kun til plade-varmevekslere (brugsvand/fjernvarmevand).

Zinktagrender må ikke anvendes ved kobbertag; galvaniserede rør må ikke benyttes, hvis vandet har passeret kobberrør eller kobbervandvarmer.

Bly og alle blyforbindelser er giftige. Giftstoffet ophobes i legemet.

Bly angribes ikke af saltvand, men derimod af blødt vand, regnvand.

Rustfast stål 18/8 har i dag sammensætning 18% Cr = 9 eller 10% Ni. Det er umagnetisk.

Andre legeringer har op til 30% Cr og er magnetiske.

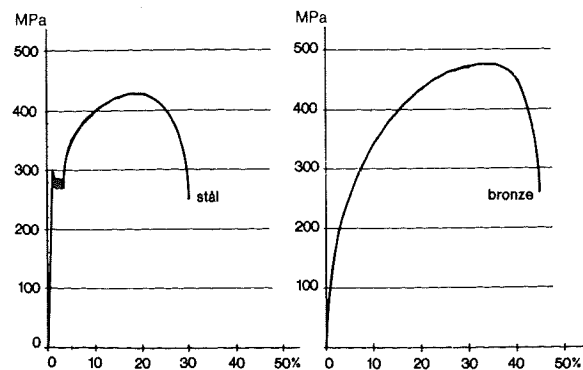
Benyttes til varmepåvirkede konstruktionsdele i fly og raketter.

F:4:12 *Magnesium* - eller *magnium* - er det letteste af alle metaller: densitet 1740 kg/m³, smeltepunkt 650°C. Det er hvidt, kan brænde og er ikke særlig korrosionsbestandig. Men det kan ligesom zink benyttes til en galvanisk beskyttelse af stål.

Magnesium anvendes ikke rent, men i legeringer med ca. 80% Mg og resten Al, Zn, Mn, Cu, Si og eventuelt zirkonium. Der fremstilles både støbelegeringer og valselegeringer. Produkter kan leveres som plader og profiler og anvendes hvor kombinationen lille vægt = god styrke er mere afgørende end prisen og det vil sige flyindustri, transportable apparater og værktøjsmaskiner.

METALLER – oversigt

Oversigten giver mulighed for sammenligning af de i byggeriet mest anvendte metaller og legeringer; de kemiske betegnelser er især nødvendige for præcis angivelse af legeringerne. Oversigten anfører også typiske anvendelser.



To karakteristiske eksempler på arbejdslinier, til venstre Fe 360 med tydelig flydegrænse, til højre bronze uden tydelig overgang mellem elastisk og plastisk deformation.

Magnesium udvindes af magnesit: et mineral af magnesiumcarbonat MgCO₃. Brændt magnesit er magnesia MgO, som er bindemiddel i magnesiàmørtel.

Navn	Kem.tegn	Farve	Densitet kg/m ³	Styrker MPa	E-modul MPa	Karakter	Bearbejdelse	Anvendes i byggeriet
Jern	Fe	sølvhvid	7900	-	206.100	blød, magn.	-	ikke i praksis
Støbejern	Fe 97-95	hvidgrå-mørkegrå	7250	træk 150-250 tryk ca. 600-1000	75.000-180.000	skør	støbelig	støbte rør og emner
Stål	Fe 99,68	hvidgrå	7850	træk 320-620 flydegr. 230-340	210.000	hård	valses, svejses	konstruktionsdele, profiler, plader, rør
Rustfast stål	(St 18/8)	sølvhvid	-	-	-	korrosionsbest., hård, sej, umagn.	valses	plader, rør, emner
Aluminium	Al 99,5	sølvhvid	2700	træk 90-300 0,2 spænd 120-260	70.000	blød, korrosionsbestandig	valses, støbes, trækkes	konstruktionsdele, profiler, plader, rør, emner
Kobber	Cu 99,8	rødgulden	8930	træk 150-320 0,2 spænd -50-290	120.000	blød	valses, støbes trækkes	plader, rør
Zink	Zn 99	gråhvid	7140	-	ca. 100.000	blød	valses, støbes	plader
Bly	Pb	blågrå	11340	-	ca. 5.000	meget blød	valses, støbes	plader, rør
Nikkel	Ni	sølvhvid	8900	-	ca. 200.000	hård, korrosionsbestandig	-	korrosionsbeskyttelse, i legeringer
Chrom	Cr	hvid	7190	-	-	meget hård, korrosionsbest.	-	korrosionsbeskyttelse, i legeringer
Tin	Sn	gullighvid	7290	-	ca. 40.000	ret blød	støbelig	korrosionsbeskyttelse, i legeringer
Magnesium	Mg	hvid	1740	-	ca. 45.000	brændbar	strengpresses	korrosionsbeskyttelse, i legeringer
Titan	Ti	hvid	4500	-	100.000	hård, korrosionsbestandig	valses	konstruktionsdele, i legeringer
Messing	Cu 63+Zu37 Cu 58+Zu42	gulrød	8440 8500	træk 350-500 0,2 spænd 100-400 træk 420 0,2 spænd 150	110.000 112.000	-	støbelig	konstruktionsdele, emner
Rødgods	Cu 85+Sn5 +Zn 5+Pb 5	rødgul	-	-	110.000	-	støbelig	støbelegering til alle formål

G PLAST

UDK 691.175

SfB n-

G:1 Plastfremstilling og kemi

Definition

G:1:1 Den internationale definition af begrebet plast er følgende:

»Plast er et materiale, som består af, eller som indeholder makromolekylære organiske forbindelser som karakteristisk bestanddel, og som under et af sine bearbejdningsstadier er eller har været plastisk formbart«.

Allerede ved sin vedtagelse var definitionen imidlertid forældet, fordi man havde skabt uorganiske makromolekylære stoffer.

På den anden side indbefatter definitionen visse stoffer, der ikke bør kaldes plast, f.eks. æggehvide, gelatine, agar-agar.

Ordet plast og dermed emnet har altså ikke en helt præcis definition.

G:1:2 Efter fremstillingsmåden kan man inddеле plast i sådanne, der er fremstillet ved polykondensation, plast fremstillet ved polymerisation og omdannede naturprodukter.

G:1:3 Plast er i dag en rummelig fællesbetegnelse for et stadigt voksende tal af kunststoffer. Selv om nogle af de materialer vi i dag regner til plastene - celluloid - har været kendt i ca. 100 år (gummi, som af nogle henregnes til plastene, i flere hundrede år), er den egentlige udvikling sket efter 1930 (masseproduktion) og efter 1940 (petrokemisk industri).

Det er karakteristisk for alle disse nye stoffer, at de er opstået ved kunstig fremkaldt kemisk reaktion.

G:1:4 Vi betegner disse kunststoffer med termen *plast* (et plast, plastet, flere plast, plastene).

Oprindeligt benyttede man betegnelsen *organiske forbindelser* for kemiske forbindelser, der udgjorde stoffer, som var udvundet af levende organismer (planter, dyr, mennesker). Alle disse forbindelser indeholder kulstof.

Med en omvendt følgeslutning er man så nået til at definere alle forbindelser, der indeholder kulstof, som organiske forbindelser, uanset oprindelse. Alle de første plast var netop baseret på kulstofatomernes særlige egenskaber.

G:1:5 Det, der har bragt plastene ind i *foreningsdebatten*, er, at man ikke præcist kender deres nedbrydningsforhold.

Dels medfører den kemiske industri forurening af atmosfæren og vandet, dels kan der ved bortledning af meget varmt kølevand ske økologiske forstyrrelser, dels er der risiko for sundhedsskadelige virkninger både ved plastproduktionen og ved forarbejdningen og endelig kan der være sundhedsskadelige virkninger ved anvendelsen af plastprodukter.

Man kender også sådanne virkninger fra en del af de kendte materialer, men de er under kontrol. Den samme kontrol har man ikke med den kemiske industri.

Man hævder også, at nedbrydningen af »naturlige« materialer sker i en økologisk sammenhæng, hvori de »kunstige« materialer ikke kan indgå.

For byggeriet betyder dette nok i første række, at anvendelsen af plast må ske med varsomhed og under forhold, der muliggør ændringer, hvis der senere opstår eller opdages gener.

G:1:6 Ved plastfremstillingen udnyttes kulstofatomernes evne til at forbinde sig med hinanden og/eller med andre atomer på en uendelig variabel måde til større og større molekyler, kaldet makromolekyler. Disse stoffers kemiske betegnelse er derfor *makromolekylære stoffer*.

Preben Nyborg:
Plasticforarbejdningsmetoder, Byggebogen 260.1, København, 1968.
Kunststof-Taschenbuch 1974.

Karleboserien nr. 5:
Materiallära, og nr 14:
Perstorps-boken, plastteknisk Handbok 1980
Peter Norrild:
Rundt om plast.
København 1988

Se G:1:10

Celluloid opfundet 1868.
PVC opfundet 1933.

Betegnelsen *plastic*, som hidrører fra engelsk, anvendes ikke mere på dansk.
Ordliste over plastudtryk DS 2059.

I visse tilfælde er plast kun erstatning, f.eks. syntetiske fibre som erstatning for naturlige fibre af bomuld, uld.

Makromolekylære stoffer (eller højmolekylære) findes i naturen, f.eks. proteiner og cellulose. Vore klæder (af uld, bomuld etc.) og levnedsmidler består bl.a. af makromolekylære stoffer.

G:1:7 Plast har evne til at lade sig forme i plastisk tilstand.

Termoplast er stoffer, der tillader reversibel opvarmning og afkøling. De er ikke hærkede og bliver ved opvarmning plastiske med evnen til at lade sig forme. Der sker ingen kemisk forandring under opvarmningen.

Hærdeplast (eller duroplast) er plastisk formbar under opvarmning, hvorefter de hærdes. De kan ikke igen gøres plastiske; opvarmes de, sker der kemisk ændring af stoffet.

En tredje gruppe er *elastene*, (elastomere) egentlig højelastiske plast af typen hærdeplast, som ved vulkanisering er gjort elastisk.

Ordforklaringer:

mer er en periodisk gentagen enhed i et molekyle.

monomer er 1) et molekyle, som har evnen til at forenes med andre molekyler og derved optræde som en mer i en polymer.

monomer er 2) et emne bestående af molekyler som betydning 1).

polymer er 1) et molekyle opbygget af merer.

polymer er 2) et emne bestående af molekyler som betydning 1).

Et polymert materiale er et materiale opbygget af molekyler med mange periodisk gentagne enheder.

Kemisk grundlag

G:1:8 Grundlaget for plastfremstilling er jordolie, jordgas eller kul, som er råstofferne ved fremstillingen af de simple kulbrinter (carbonhydrider), hvis evne til at danne makromolekyler gør dem til udgangsstoffer for plastproduktionen. Hertil kommer vand, luft, kogsalt (alm. salt), som bidrager med grundstofferne brint, ilt, kvælstof og chlor til de kemiske processer.

I uorganiske plast udnyttes siliciums evne til sammen med ilt at danne makromolekyler, og her indgår kvartssand (SiO₂) og silikater (f.eks. vandglas) som grundlag.

G:1:9 Grundstofferne er i alle organiske plast: kulstof C + enten brint H, eller sjældnere ilt O; desuden kvælstof N, svovl S, chlor Cl, fluor F.

Uorganiske plast har silicium Si (i stedet for kulstof) + ilt O.

G:1:10 De kemiske processer, hvorved makromolekylerne dannes af de lavmolekylære udgangsstoffer er forskellige.

Polymerisation kaldes processen, når molekylerne forenes umiddelbart uden dannelse af biprodukter. Ægte polymerisation kræver kun ét udgangstof. Ved polymerisation er det næsten udelukkende kulstofatomer, der er bindeled i kædemolekylerne. Slutproduktet har samme kemiske sammensætning som udgangsstoffet.

Polykondensation kaldes processen, når molekylerne forenes under fraspaltning af vand (evt. et andet biprodukt). Ved polykondensation dannes kæde- eller netmolekyler. Slutproduktet har en anden kemisk sammensætning end udgangsstofferne.

Polyaddition kaldes processen, når molekyler i flere udgangsstoffer forenes (adderes). Udgangsstofferne kan her være lavmolekylære eller tidligere dannede makromolekylære. Der dannes herved ikke biprodukter, men sker et brintatombytte mellem udgangsstofferne og slutproduktet har derfor en anden sammensætning end udgangsstofferne.

Både ved polykondensation og polyaddition kan bindingerne ske med C-atomer, men også med O-, S-, N-atomer (broatomer).

G:1:11 Halvsyntetiske stoffer er modificerede naturprodukter, fremstillet med udgangspunkt i et af de naturligt forekommende makromolekylære stoffer (cellulose, proteiner). Der sker ikke nogen polymerisation. De nye stoffer dannes enten som kemiske derivater, d.v.s. afledningsstoffer, eller ved ændring af naturstoffernes fysiske tilstand.

Prøve: varm metalgenstand - søm - trykkes mod termoplast fremkalder tydeligt mærke, intet mærke i hærdeplast.

Betydning for forarbejdningen: eksempel, rør af termoplast kan bøjes under opvarmning, rør af hærdeplast kan ikke bøjes.

*mono = en
Monomer er lavmolekylært stof.*

*poly = mange
Polymer er makromolekylært stof.*

De fleste kemiske forbindelser er lavmolekylære med molekylvægt ca. 100-4000; makromolekylære forbindelser har molekylvægt ca. 100.000 til millioner.

Molekylerne i lavmolekylære stoffer er lige store.

Molekylerne i makromolekylære stoffer er enten kædemolekyler eller netmolekyler og der kan optræde molekyler af forskellig størrelse i samme stof.

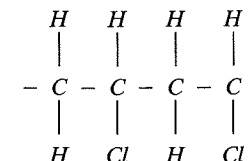
Biprodukter: vand, alkohol, ammoniak, saltsyre.

Galalit er halvsyntetisk formaldehydplast, baseret på proteinet casein.

Celluloid, kendt siden 1868, er halvsyntetisk. Cellulosenitrat er meget brandfarlig, bliver plastisk ved 60°C, kamferlugt. Celluloseacetat brænder mindre voldsomt, bliver plastisk ved 50°C.

Udgangsstof	Medvirkende	Kunststofprodukt
Mælk, ostestof Mælk	intet hærdet med formaldehyd do	Kaseinfarver Galalith (kunsthorn) Kasein-koldlim
Gummi (harpiks saftlatex)	intet vulkaniseret syrer eller chlor	Klæbestoffer Blød- og hårdgummi Lak, klæbestoffer, chlorkautchuklak
Cellulose	svovlsyre salpetersyre og kamfer (nitrocellulose meget brandfarlig) eddikesyre-anhydrid (celluloseacetat ikke brandfarlig) alkohol (vandopløselig) metanol (vandopløselig)	Vulkanfibre plader og profiler Celluloid, lak, klæbestoffer Formmasse, folier, plader, rør, lakharpiks, acetatsilke Formmasser, lakharpiks Malerlim og -klister

Eksempler på halvsyntetiske stoffer, der anvendes i byggevarer



Eksempel på del af polyvinylchloridkæde

Silikone dannes heller ikke ved polymerisation, idet silicium ikke har kulstofevne til at danne direkte bindinger, men behøver iltatomer til dannelsen af makromolekyler med kædestruktur.

G:1:13 I den kemiske industri foretages processerne i væske- eller gasform. Udgangsstofferne anvendes enten ufortyndede (hurtig produktion) eller opløste (mindre produktionsvarme, men mindre rent produkt).

Processerne kan foretages med emulgerede udgangsstoffer, hvilket giver hurtig produktion, mulighed for temperaturkontrol og kvalitetskontrol.

Processerne sættes i gang af varme, tryk, lys; ved polyaddition og polykondensation eventuelt af katalysator.

G:1:14 Polymerisation er en kædereaktion med sluttet reaktionsfølge.

Polyaddition og polykondensation er trinreaktioner med åben reaktionsfølge og uafhængige reaktionstrin. Det er muligt at standse reaktioner på udvalgte trin til produktion af mellemprodukter, eller til påvirkning af de opnåelige fysiske egenskaber.

Ved *polymerisation og polyaddition* frigives energi, der deltager i processens forløb.

Ved *polykondensation* dannes et biprodukt, som må fjernes for at holde reaktionerne i gang.

G:1:15 Tilsætningsstoffer er stoffer, der ikke er nødvendige for polymerisationsprocesserne og som ikke reagerer kemisk med polymererne.

Blødgøringsstoffer tilsættes for at opnå større plasticitet, bedre lavtemperaturforhold og eventuel forbedring af flammesikkerheden.

En kemisk reaktion kan foregå under varmeoptagelse: endoterm, eller under varmeudvikling (reaktionsvarme): exoterm.

Armeringsstoffer tilsættes for at forbedre de mekaniske egenskaber. Der anvendes mest fibermaterialer af syntetiske eller naturlige fibre af glas, bomuld, cellulose, stenuld.

Fyldstoffer, mest i pulverform, anvendes til billigørelse af produktet. Der anvendes cellulose, kvarts, kaolin. Indholdet af fyldstoffer kan gå helt op til 50% og er afgørende for bedømmelsen af produktets kvalitet.

Anvendelsen af tilsætningsstoffer ved produktionen af plastråprodukter tilpasses de krav, der stilles af hensyn til fremstillingen af færdigvarer.

Blødgøring kan også opnås ved *sampolymerisation*, hvor blødgøringsstoffet deltager i den kemiske proces.

G:1:16 *Vinylplastene* udgør den i produktionsmæssig henseende største gruppe inden for plast. De for byggeriet vigtigste er følgende to: polyvinylchlorid og polyvinylacetat.

Polyvinylchlorid leveres som et hvidt pulver til videreforarbejdning. Det fremstilles af luftarten vinylchlorid, som har luftarterne acetylen og hydrogencchlorid (klorbrinte) som udgangsstoffer. Polyvinylchlorid opstår ved polymerisation af vinylchlorid.

Polyvinylacetat er et farveløst fast stof, som fremkommer ved polymerisation af vinylacetat, der fremstilles af udgangsstofferne acetylen og eddikesyre.

G:1:17 *Polyolefiner* er en gruppe plast fremstillet på basis af olefiner (carbonhydrider), hvoraf den simpleste er ethylen. Til denne gruppe hører plastene polyethylen og polypropylen.

Polyethylen fremstilles ved polymerisation af ethylen som monopolymerisat, eventuelt ved sampolymerisation med andre stoffer som copolymerisat.

Polypropylen fremstilles ved polymerisation af propylen, eventuelt ved sampolymerisation med andre olefiner.

G:1:18 *Styrenplast* er en omfattende gruppe med udbredt anvendelse. Hertil hører ren polystyren, slagfast polystyren og de nye plast styrenakrylnitrilplast (SAN) og akrylnitrilbutadienstyrenplast (ABS). Alle disse plast indeholder polystyren, som er polymerisat af styren, et carbonhydrid.

Slagfast polystyren fremstilles enten som blanding af polystyren og butadien eller som copolymerisat af styren og butadien (populært: syntetisk gummi).

G:1:19 *Akrylplastene* er polymerisater af akryl og metakryl, som har syrer og alkoholer som udgangsstoffer. Akryl forekommer i copolymerisater med vinylacetat, styren m.m. og er glasklart.

G:1:20 *Fenolplast* er polykondensater af fenol og formaldehyd. Fenol er et fast, hvidt, giftigt stof, formaldehyd er en giftig gasart (der opløst i vand giver formalin). Fenolplast kan fremstilles både som væsker og som faste stoffer. I stedet for formaldehyd kan anvendes andre aldehyder f.eks. furfural.

Fenolplastene benævnes således f.eks. fenolformaldehydplast, fenolfurfuralplast.

Fenolplast har været kendt siden 1910 som *bakelit*.

G:1:21 *Aminoplast* er polykondensater af formaldehyd og henholdsvis karbamid og melamin. De anvendes i lim- og farveindustrien, ved fremstilling af laminaer og som pressepulver til formvarer. Af karbamidplast produceres endvidere skumplast.

Karbamid er den kemiske betegnelse for urinstof. Karbamidplast kaldes derfor også undertiden ureaplast (hovedsagelig fra engelsktalende lande). Råstofferne er gulbrune. Anvendelsesmuligheder for fyldstoffer er begrænsede.

Melamin er et fast hvidt stof fremstillet af carbid og kvælstof. Muligheden for anvendelse af fyldstoffer er god, det mest anvendte er almindelig cellulose.

G:1:22 *Estere* er kemiske forbindelser af alkoholer og syrer og dannes under fraspaltning af vand (kondensation).

Vinylplast, olefinplast, styrenplast og akrylplast er termoplast. Andre vigtige termoplast: polyamid, polyacetat, polycarbonat.

Prisforhold: billigste plast er PVC - PEL - PEH - PS - PF - Mellempriser har PP - ABS - PMMA - UF - MF - UP Dyreste plast er PA 6/6 - POM - PC PTFE

Fenolplast, aminoplast, esterplast og uretanplast er hærdeplast. Andre vigtige hærdeplast er epoxy.

Bakelit opfundet 1910 af belgieren L.H. Baekeland.

Polyester består af makromolekyler dannet ved polykondensation. Det er en svagt gulfarvet, tyktflydende væske, som under anvendelse af hærdekatalysator stivner til et fast, hårdt og gennemskinneligt plastmateriale. Dette færdige materiale kaldes ligeledes polyester og indgår i produktionen af glasfiberarmeret polyester.

G:1:23 *Uretanplast* fremstilles ved polyaddition af diisocyanat og alkoholyper. Da disse råvarer kan varieres indenfor vide grænser, kan der fremstilles uretanplast med vidt forskellige egenskaber og anvendelsesmuligheder.

G:1:24 *Silikone* opstår ved reaktion af siliciumoxider med organiske molekyler. Alt efter arten af de organiske stoffer, der indgår i de kemiske processer, kan der fremstilles silikoneolier (højviskose stoffer), silikonegummi (elastomere med åben netstruktur) og duroplastiske silikoneharpikser (tæt netstruktur).

Fysiske egenskaber

G:1:25 Som *råprodukt* leveres plast i pulverform, som harpiks eller fibermateriale. Fælles for plastråprodukterne er forskellige fysiske egenskaber, der er udsætningen for produktionen og anvendelsen af færdigvarer af plast.

Fælles egenskaber:

lav densitet,
lav varmeledning,
dielektricitet,
enkel forarbejdning,
valgfrihed med hensyn til farver,
begrænset temperaturbestandighed,
ringe styrke og stivhed.

Man ved også nu, at alle plast *forældes*, de taber deres mekaniske egenskaber i tidens løb. Men vi kender ikke præcist tidsfaktoren for de forskellige plast.

De mekaniske egenskaber kan i nogen grad ændres ved anvendelse af tilsætningsstoffer.

Plastmaterialers *styrke* falder med stigende temperatur. Ved vekslende belastning udmattes materialerne, og styrken falder.

G:1:26 *Densiteter:* 920 kg/m³ (PEL) til 2200 kg/m³ (PTFE), skumplast produceres med densiteter 10-100 kg/m³, ekstruderet skumplast over 100 kg/m³, halvskum (kunstlæder o.l.) til 500 kg/m³.

Stivhed (elasticitetsmodul) 200-15.000 MPa.

Trækstyrker for uarmerede plast ca. 8-80 MPa, med fiberarmering op til 120 MPa.

Varmeledningsevnen: 0,17 W/(m·K) til 0,54 W/(m·K), (efter DS 418 0,10 til 0,50), praktisk varmeledningstal for skumplast (celleplast efter DS 418) 0,029-0,07.

Temperaturudvidelse ved 20°C-50°C 0,02-0,2 mm/(m·°C).

Dampdiffusionsevnen for plast er meget mindre end for andre byggematerialer, plaste er altså generelt et ret damptæt materiale. Mens permeabiliteten for de hidtil behandlede materialer ligger mellem 0,000 300-0,100 00 kg/(s·m·GPa) (svarende til modstandstal på 3000-10 s·m·GPa/kg) har plast permeabiliteter på 0,000 000 3-0,000 018 kg/(s·m·GPa/kg).

G:1:27 Termoplastiske materialer har en såkaldt *indfrysningstemperatur* under hvilken, de er sprøde som glas. Ved stigende temperatur øges deres plasticitet indtil total blødhed ved en langsom overgang. Temperaturområdet for plast generelt ligger mellem ca. + 80°C og + 350°C; for visse plast dog indenfor meget snævrere grænser. Temperaturområdet for de enkelte plast er dog sædvanligvis ikke over 100° mellem sprødheds- og blødhedstemperaturen.

Glasfiberarmeret polyester G:3:7

Normer for plast: SIS, DIN, BSS, ASTM.

Konstaterede forældelsestider er f.eks. 10 år (for fugemasser) og 20 år for folier og pladematerialer.

Såkaldt ældningsbestandige plastfolier får forringet bestandighed ved forhøjede temperaturer, evt. allerede ved 35°C.

Se i øvrigt omtalen af de enkelte plasts anvendelse G:2 og G:3

De dielektriske egenskaber udnyttes ved anvendelse af plast som elektrisk isoleringsmateriale.

Dampdiffusionsmodstand for de enkelte plasttyper se tabeller Y:2

Hærdeplast har bedre temperaturstabilitet, men også de bliver sprøde ved lave temperaturer og har en øvre anvendelsesgrænse.

G:1:28 Vedvarende varme og lys kan medføre kemisk sønderdeling, og der kan her ved opstå fænomener, der ligner kontaktkorrosion ved metaller, idet sønderdelingsprodukterne virker som katalysator for øget sønderdeling.

Reaktionen over for brand er meget forskellig; visse plast antændes under afgivelse af brændbare gasser, som kan medføre eksplosionsagtig udvikling af branden. Der kan være kraftig røgudvikling, udvikling af flydende brandprodukter eller af gasser, der forårsager kemiske følgereaktioner. Andre plast antændes ikke, men brænder under flammepåvirkning. Endelig er visse plast uantændelige, men udvikler aske eller andet affaldsstof ved kraftig varme.

Intet plast er ubrændbart i henhold til DS 1057 og intet plast kan klassificeres som brændbart materiale af klasse A eller klasse B.

G:1:29 Plast ældes hurtigere og på anden måde end andre materialer. Man kan forsinke forældelsen ved tilsætningsstoffer med stabiliserende egenskaber, men kan ikke forhindre den. Ved anvendelse af plastmaterialer i det frie, udsat for nedbør, sol, vind, er det nødvendigt at tage hensyn til udskiftningsmuligheder.

Plasts forhold over for hvilende elektricitet og indflydelse på ionbalancen i omgivelserne kan umiddelbart konstateres. De hidtidige forsøg på at afbøde elektrostatisk virkning ved anvendelse af såkaldte antistatiske tilsætningsstoffer har ikke haft den tilsigtede virkning.

Forarbejdning

G:1:30 Forarbejdningen af råplast til færdigvarer er baseret på industrielle metoder, der er egnede til massefabrikation. Plast kan på grund af de særlige molekylære egenskaber formgives under varme og tryk.

Fabrikationsmetoderne kan deles i kontinuerlige metoder til fremstilling af store sammenhængende længder, diskontinuerlige metoder til fremstilling af emner og formvarer, samt efterbearbejdning.

Kontinuerlige metoder er kalandring og ekstrudering (strengpresning) samt trådspinding.

Diskontinuerlige metoder er støbning og presning, som findes i forskellige variationer.

Efterbearbejdninger er bl.a. varmpresning, laminering og hvirvelsintring.

G:1:31 Kalandring anvendes til fremstilling af tynde plader og folier, fra 0,1 mm til 3 mm. Gennem udformning af det sidste valsepar kan emnets overfladekarakter bestemmes: glat, mat, præget. På toppen af kalanderen er anbragt en blander, hvorfra det smeltede og æltede materiale direkte føres ned til valserne. Anvendes til fremstilling af gulvbelægninger, dekorationsfolier og beklædningsstoffer, fortrinsvis matte og mønstrede.

G:1:32 Strengpresser i plastindustrien har en snekke med aftagende gængedybde for at komprimere materialet på dets vej fra fødetragten til dysen. I fødetragten anbringes materialet som et granulat, det opvarmes med varmelegemer anbragt uden på snekkehøvet og ved processens friktionsvarme, så det når frem til dysen i smeltet tilstand. Der fremstilles endeløse emner, som rør, slanger, profillister, bånd og plader.

G:1:33 Folieblæsning anvendes til fremstilling af meget tynde dobbeltfolier, 0,02-0,25 mm, som poser og sække samt opskåret til afdækningsfolier og presninger. Fremstillingen foregår ved, at der foran strengpressens dyse sættes et krydshoved, hvorigennem plastmassens strøm gives ændret retning og blæses op til en boble, et rør, som af et sæt valser sammenpresses til dobbeltfolien. Den maksimale bredde er 6 m.

G:1:34 Støbning kan udføres som blæsestøbning ved hjælp af det ovenfor nævnte krydshoved, hvorpå der sættes en form. Benyttes til fremstilling af dunke, tromler o.lign. samt til forskellige tekniske emner.

Plast kan kun anvendes i byggeri, hvor der stilles brandsikkerhedskrav, når de pågældende konstruktioner i sig selv opfylder de stillede krav.

Af råplast kan fremstilles færdigvarer af meget varierende art: plastiske, elastiske, hårde, seje, voksagtige, sprøde, der kan anvendes til formvarer, folier, plader, fibre, tråde, men også til flydende imprægneringsmidler, maling, lim, fugemasse. I dette kapitel er emnet begrænset til de faste emner, folier og lignende.

Kalanderen er en presse bestående af lodret over hinanden anbragte vandret liggende valser af stål, der opvarmes; kalanderpresser bruges også i papir- og tekstilfabrikationen.

Strengpressen er kendt fra teglindustrien og produktionen af letmetalprofiler.

Blæsestøbte emner kendes på den lille spidse støbeknop på bunden.

Sprøjtestøbning er den mest anvendte og stærkest udbyggede proces. Den består i, at den smeltede masse gennem en dyse sprøjtes ind i en vandkølet form; materialet stivner hurtigt og kan straks tages ud af formen. Produktionen styres fuldautomatisk, og der kan fremstilles emner indtil ca. 2 m i den største dimension.

G:1:35 Fabrikationen af emner af hærdeplast foregår hovedsagelig i en støbepresse, hvor pressepulveret anbringes i formen og omdannes under varme og tryk. Støbepressen anvendes til enkle ting, elkontakter, dørgreb, wc-sæder o.l.

Sprøjteplassen anvendes til støbning af mere indviklede forme. Pressepulveret opvarmes i et forkammer lige bag dysen. Processen egner sig til kontinuerlig produktion.

Vakuurstøbning anvendes ved fremstilling af fiberarmerede emner, der dog også kan fremstilles i støbepresser.

Foliestøbning anvendes ved fremstilling af folier og tynde plader af hærdeplast og for at opnå højglans og gennemsiknelighed.

G:1:36 Termoformning betegner flere metoder, hvor en plade af termoplastisk materiale opvarmes over blødgøringsstemperatur.

Formningen kan ske i en stempelpresse (varmpresning) med trykluft eller med vakuum. Metoderne kan kombineres.

G:1:37 Ved laminering fremstilles pladematerialer af forskellige lag af et basismateriale med et plastbindemiddel. Basismaterialet kan være papir, eller tekstil, der imprægneres med plastopløsninger, plastemulsioner eller plastsuspensioner. Imprægneringen foregår i et bad, hvorigennem det opspolede basismateriale rulles; efter varmlufttørring skæres det i ark svarende til den færdige plades størrelse - som regel 1220×2440 mm - arkene stables oven på hinanden i ret stort antal og anbringes i en presse. Under indflydelse af det store tryk i pressen vil plastharpiksen flyde ud, hærde og sammenbinde lagene. Oversiden (eventuelt på begge sider) af pladerne dækkes som regel med et dekorativt papir; mod dette dækpapir lægges en poleret metalplade under pressningen for at glatte oversiden.

G:1:38 Bestrygning er en proces, hvorved papir, tekstil og andre underlagsmaterialer kan belægges med plast. Plastet anvendes i form af opløsning eller pasta.

Hvirvelsintring er en metode til plastovertrækning af beslag, metalgenstande og træemner. Den erstatter dypstøbning, som er en plastforarbejdningsproces i lighed med galvanisering, dypimprægnering etc.

Ved hvirvelsintring bringes tørt plast i pulverform i hvirvelbevægelse gennem luftindblæsning. Pulveret kommer derved i en tilstand, der ligner væskers kogning. Emnerne overtrækkes med et sejt og meget tæt og jævnt plastlag af en forudbestemt, vilkårlig tykkelse. Sammenhængen i laget opnås ved at processen udnytter de elektrostatisk overfladekræfter i det meget finkornede pulver.

Karakteristisk varmpresset emne: køleskabsdør.

Etagepressen behandler mange plader i én arbejdsproces. Dæklaget kan være trykt i forskellige mønstre og farver, men kan også være farvefotografiske gengivelser af træarter, sten o.a.

Afvaskelige tapeter fremstilles ved bestrygning af papir.

Praktiske lagtykkelser på hvirvelsintring: 20-200 μm.

Forkortelser og benævnelser for polymer-materialer

Forkortelser	Benævnelser	Type			
		Hærdeplast	Termoplast	Elastomer	Anden type
ABS	ABS-plast		×		
ACM	Akrylgummi			×	
AMMA	Akrylnitril-metylmetakrylharpiks		×		
BR	Butadiengummi			×	
CA	Celluloseacetat		×		
CAB	Celluloseacetatbutyrat		×		
CAP	Celluloseacetatpropionat		×		
CF	Kresolformaldehydharpiks	×			
CMC	Karboximetylcellulose				lim
CN	Cellulosenitrat		×		
CO	Epiklorhydringummi			×	
CP	Cellulosepropionat		×		
CR	Kloroprengummi			×	
CS	Kaseinplast	×			
CSM	Klorsulfonetengummi			×	
DAP	Diallylftalatharpiks		×		
EC	Etylcellulose		×		
ECO	Epiklorhydringummi			×	
EP	Epoxi	×			
EPDM	Etenpropengummi			×	
EPM	Etenpropengummi			×	
EVA	Eten-vinylacetat-copolymer			×	
FSi	Fluorsilikonegummi			×	
GFK	Glasfiberarmeret plast	×			
GRP	Glasfiberarmeret plast	×			
GUP	Glasfiberarmeret umættet polyester	×			
HDPE	HD-polyetylen (PEH)		×		
IIR	Butylgummi			×	
IR	Isoprengummi			×	
LDPE	LD-polyetylen (PEL)		×		
MDPE	MD-polyetylen		×		
MF	Melaminformaldehyd	×			
NBR	Nitrilgummi			×	
NR	Naturgummi			×	
PA	Polyamid (eller nylon)		×		
PBR	Nitrilgummi			×	
PC	Polykarbonat		×		
PCTFE	Polyklorotrifluoretylen		×		
PE	Polyetylen		×		
PEH	HD-polyetylen		×		
PEL	LD-polyetylen		×		
PETP	Polyetylentereftalat		×		film, fibre
PF	Fenolformaldehyd	×			
PIB	Polyisobuten		×		
PMMA	Polymetylmetakrylat (akrylplast)		×		
POM	Polyoximetan		×		
PP	Polypropylen		×		
PPO	Polyfenylenoxid		×		
PS	Polystyren		×		
PTFE	Polytetrafluoretylen		×		
PUR	Polyuretan	×			
PV	Polyvinylklorid, PVC		×		
PVAC	Polyvinylacetat		×		
PVAL, PVA	Polyvinylalkohol				lim
PVB	Polyvinylbutyral				lim
PVC	Polyvinylklorid, PVC		×		
PVCA	Polyvinylkloridacetat		×		
PVDC	Polyvinylidenklorid		×		
PVF	Polyvinylfluorid		×		
PVFO	Polyvinylformal				lak
SAN	Styren-akrylnitrilharpiks		×		
SB	Styren-butadien		×		
SBR	Styren-gummi			×	
SI	Silikone	×			
Si	Silikonegummi			×	
SMS	Styren-metylstyrenharpiks		×		
T	Polysulfidgummi			×	
U	Uretangummi			×	
UF	Karbamidformaldehyd	×			
UP	Umættede polyester	×			
UPVC	PVC uden blødgøringsmiddel		×		

Anm. Der er her benyttet »x« i stedet for det i engelsk tilsvarende benævnelser anvendte »c«. **Fremhævede** forkortelser betyder, at de baserer sig på internationale rekommandationer (IUPAC).

G:2 Termoplast

Vinylplast

G:2:1 *Ren polyvinylchlorid* - PVC - giver ved forarbejdning helt klare, stive og hårde plastvarer. Ved indblanding af blødgøringsmidler, stabilisatorer, fyldstoffer, farvestoffer kan der fremstilles PVC-varer med vidt forskellige egenskaber.

Identifikationer efter C.-M. von Meysenburg, *Kunststoffkunde, München 1968.*

Blødgøringsmidler anvendes til at fremstille alle grader fra ren, stiv PVC til læderagtige eller gummiagtige masser. I praksis skelner man mellem stift PVC og blødgjort PVC, (plastificeret PVC).

Data efter *Kunststoff Taschenbuch, Wien 1974.*

Stiv PVC kan have udmærkede elastiske egenskaber, herunder stor slagfasthed.

Blødgjort PVC, hvortil der er anvendt flygtige kemikalier, kan give kontaktkorrosion ved samtidig anvendelse af stift og blødt PVC.

Stabilisatorer anvendes for at hindre tilbøjeligheden til at fraspalte hydrogencchlorid, når PVC påvirkes af lys og varme. Sådanne UV-stabilisatorer skal beskytte mod det ultraviolette sollys.

Stabilisatorer er metallerne barium, bly, cadmium, som alle er giftige, og calcium, tin og zink, som er ugiftige, men dyrere.

Gulvmateriale med mindst 25% PVC er hårdt og skridsikkert, 40-50% PVC blødere og mere slidstærkt.

Fyldstoffer og farvestoffer har ingen kemisk indvirkning, men virker nedsettende på det færdige produkts mekaniske og plastiske egenskaber.

Til visse formål kan fyldstoffer virke forbedrende på specielle egenskaber, f.eks. fyldstoffer som sand og asbest på gulvmaterialers slidstyrke, men fyldstoffer vil altid nedsætte materialets bestandighed.

G:2:2 *Densiteter:*

PVC stiv 1380 kg/m³, med 40% blødgøringsmiddel 1190 kg/m³.

Slukkes når flammepåvirkning ophører.

G:2:3 *Temperaturstabilitet:* ÷ 5°C til + 60°C ved belastning, + 80°C ubelastet, formstabiliteten ophører. Ved flammepåvirkning over 140°C brænder PVC under udvikling af hydrogenchlorid, ved temperaturer over 180°C flyder PVC.

Brændende PVC lugter stikkende, idet hydrogenchlorid med vand danner saltsyre (farligt ved slukning af PVC-brande).

G:2:4 *Kemisk bestandig* overfor svage syrer og baser, stiv PVC også overfor stærkere syrer og baser samt alkohol, benzin og olier. Bestandigheden er afhængig af de anvendte tilsætningsstoffer.

PVC kvælder stærkt med acetone, tetrachlorokulstof og andre opløsningsmidler.

PVC-handelsvarer indeholder altid stabilisatorer, fyldstoffer og/eller blødgøringsmidler.

PVC kan limes og svejses.

G:2:5 *Formningsmetoderne* for varer af PVC er ekstrudering, sprøjtstøbning og kalandrering.

PCV-pasta er PVC-råmateriale emulgeret i en blødgører. Pastaen kan anvendes til kalandrering, men benyttes mest til formstøbning, dypstøbning og bestrygning.

PVC-pasta benyttes også til fremstilling af skum-PVC i forskellige hårdheder. Skum-PVC har åben cellestruktur.

Varenavne for PVC-produkter: vinyl, mipolam, plastmo, sanyl, daonyl, hostalit, stjerneplast, wavin, marley, truvidur.

G:2:6 *PVC-produkter* leveres som folier, plader, ekstruderede rør og profiler samt som formgods. Produkterne kan være gennemskinnelige eller uigennemskinnelige og leveres i ubegrænset farvevalg.

Byggeteknisk anvendelse finder PVC-produkter som gulvmaterialer, plane eller profilerede plader til beklædninger, rørledninger, profiler, formgods. PVC-pasta anvendes til overfladebehandling af trådvarer o.l., og PVC-skum anvendes som støjdæmpende materiale.

PVAC - brændende lugter af eddikesyre.

G:2:7 *Andre vinylplast er: polyvinylacetat*, som hovedsagelig anvendes som vandige emulsioner i lim- og farveindustrien. *Polyvinylbutyrat* anvendes i laminerede ruder og farveindustrien.

PVDC

Polyvinylidenchlorid anvendes som bindemiddel, klæbestof med meget stor trækstyrke (sarabondmørtel).

Disse tre plast brænder videre efter antændelse.

Olefinplast

G:2:8 Polyethylen kan fremstilles ved højt eller lavt tryk, og der fremkommer der- ved to forskellige typer PE.

Højtryksmetoden anvender et tryk på 150-200 MPa ved 300-400°C. Resultatet bliver et blødt produkt med lav densitet. Dette produkt betegnes *polyethylen med lav densitet*, forkortet PEL (eller LDPE).

Lavtryksmetoden anvender et tryk på 3 MPa ved 20-70°C. Resultatet bliver et ret hårdt og stift produkt med højere densitet. Dette produkt betegnes *polyethylen med høj densitet*, forkortet PEH (eller HDPE).

G:2:9 Densiteter: PEL 920 kg/m³, PEH 960 kg/m³.

PEH har højere styrke, større hårdhed, højere blødgøringsstemperatur og dermed bedre varmebestandighed samt større kemikalieresistens, men mindre slagfasthed.

PE-plast er det plast, der har den laveste elasticitetsmodul af alle: PEL ca. 300 MPa, PEH 300-1000 MPa.

G:2:10 Temperaturstabilitet: PEL +40°C-+80°C, PEH 0°C-100°C.

Længdeudvidelseskoefficienten er den største for noget plast: 0,15-0,3 mm/(m·K).

Varmeledningsevnen: 0,35 W/(m·K).

G:2:11 PE er brændbart. Det udvikler en kraftig flamme med lyseblå kerne og en karakteristisk lugt af paraffin. Under forbrændingen smelter det med brændende dråber. PE tåler uorganiske, men ikke organiske stoffer.

PE-materialer er vandtætte og især vanddamptætte, men ikke lufttætte. De kan svejses, men ikke limes.

G:2:12 Kemisk bestandighed: PEL er bestandig over for syrer og baser, angribes af acetone og fedt ved temperaturer over 60°C. PEH er desuden bestandig over for opløsningsmidler, men ikke æter, overfor vegetabilsk fedt og i nogen grad over for benzin og mineralske olier.

G:2:13 PEL og PEH finder byggeteknisk anvendelse dels som afdækningsfolier og dels til rør for brugsvand og afløb, samt til sanitetsartikler, armaturer og lignende.

G:2:14 Et andet olefinplast er polypropylen, som har bedre styrkeegenskaber og større temperaturstabilitet end PE-plast.

Densitet 910 kg/m³ (lavest af alle plast), elasticitetsmodul ca. 1400 MPa, med ca. 40% fiberarmring ca. 3500 MPa. Temperaturstabilitet 0°C-140°C, længdeudvidelseskoefficient 0,11 mm/(m·K).

PP kan ikke limes, men svejses. Kemisk bestandighed som PEH.

Det anvendes blandt andet til afløbsrør, især med meget varmt afløbsvand samt til tekniske og elektrotekniske emner.

Med hensyn til brændbarhed, kemisk modstandsevne og fugt- og lufttæthed forholder PP sig som PE.

Styrenplast

G:2:15 Polystyren giver glasklare transparente produkter, der kan indfarves i transparente (gennemsigtige), translucente (gennemskinnelige) og helt tætte u gennemskinnelige farver.

Produkter af ren polystyren (almindelig polystyren) er udpræget stive og skøre med ikke fremragende styrkeegenskaber og temperaturbestandighed mellem +40°C og +70°C.

PS-pasta fremstilles i mange variationer med forskellige egenskaber.

PS er ikke damptæt eller lufttæt og nedbrydes af ultraviolet lys. Det er uegnet til udvendig anvendelse.

Bestandigheden overfor uorganiske angreb er god, og det tåler også sprit, alkohol og olier, men ikke benzin, acetone, benzen o.l. organiske opløsningsmidler.

Af nogle producenter anvendes betegnelserne højtrykspolyethylen i stedet for PE-LD, hvilket kan give anledning til misforståelser.

Kun PEH kan anvendes til afløbsledninger fra vaskemaskiner etc. med varmt vand.

PE brænder som stearinlys, lugter af paraffin, fedtet at røre ved, bøjelig.

Z-værdi for 0,15 mm folie (efter BR kap. 7) ca. 375 GPa·m²·s/kg.

Varenavne for PEL-produkter: nokathen, vulkathen, alkathen, hostalen, monarfol. PEH-produkter geberit, akatherme, polyten. Der foreligger DS for forskellige rør og folier.

PP kan fabrikeres som fibre, der kan spindes til tovværk og net, som ikke strækker sig.

Varenavne for PS-produkter: polystyrol, styron.

G:2:16 Densiteten er 1050 kg/m³, længdeudvidelse ca. 0,08 mm/(m·K).

Skumplast af polystyren har densitet ca. 10-30 kg/m³, tilsvarende praktisk varmeledningstal ca. 0,043 W/(m·K). Der kan produceres kvaliteter med densitet 30-40 kg/m³ med varmeledningstal 0,04-0,05 W/(m·K).

Expanderet skumplast har åben cellestruktur og er vanddampåbent, Z-værdi pr. cm tykkelse ca. 1,1-5 GPa·m²·s/kg.

Extruderet polystyren har densitet ca. 40 kg/m³, varmeledningstal 0,04-0,035 W/(m·K) og Z-værdi pr. cm tykkelse ca. 7-20 GPa·m²·s/kg.

G:2:17 Byggeteknisk anvendelse finder PS fortrinsvis som termisk isolerende skumplast. Da der sker en vedvarende afgasning af styren, som er en formodet cancerogen gasart, skal PS-skumplader afdækkes med 100 mm beton mod bygningens indre.

PS-skumplast kan fremstilles af PS-granulat, som bringes til at expandere. Det expanderede granulater anbringes i forme og expanderer her yderligere under varme og tryk. Herved bindes granulaterne sammen til formvarer (plader, blokke o.l.), der er velegnet til termisk isolering. Derimod egner det sig ikke til lydisolering på grund af den lave vægt og heller ikke til lydabsorption på grund af cellestrukturen. Ved påvirkning med slag o.l. har det en hård metallisk klang.

Skumplast af ekstruderet slagfast PS har lukket cellestruktur og er derfor mere diffusionstæt end skumplast af expanderet almindelig PS. Diffusions-tætheden er noget større end for expanderet skumplast.

Slagfast PS er mindre stiv end ren PS, men har større modstandsevne mod slag og stød. Dens maximale anvendelsestemperatur er højere, 100°.

G:2:18 Polystyrenmaterialer er brændbare. Under udvikling af kraftig sort røg, gasagtig lugt og sodende gul flamme forbrænder de under samtidig smeltning og kemisk opløsning. Fremstilling af svær antændelig og selvslukkende polystyren er mulig, men en total omstilling af produktionen ville fjerne polystyren fra pladsen som det billigste plast.

G:2:19 Styrenakrylnitril-plast adskiller sig fra ren polystyren ved bedre styrkeegenskaber, større slagfasthed, forbedret resistens overfor organiske opløsningsmidler, gode optiske egenskaber og kan UV-stabiliseres med bedre egnethed til udendørs brug. SAN-plast bruges som en bedre, men dyrere erstatning for ren PS og slagfast PS.

G:2:20 ABS-plast - akrylnitril-butadien-styrenplast - er mælkehvid, og gennemskinnelig. Det leveres som regel indfarvet.

ABS-plast er betydeligt mere slagfast og sej end almindelig PS-plast og har bedre resistens mod organiske opløsningsmidler. Dens temperaturbestandighed er ikke væsentligt bedre end almindelig PS-plast.

ABS-plast benyttes på grund af sin gode temperaturbestandighed bl.a. til afløbsrør etc. hvor meget varmt afløbsvand forekommer.

Andre termoplast

G:2:21 Akrylplast udmærker sig med usædvanlige optiske egenskaber, god styrke og slagfasthed. Det er ret sejt, har god overfladehårdhed og er splintfrit. Vejrbestandigheden er god, og det kan anvendes udendørs, derimod er den kemiske bestandighed ikke så god, det angribes af organiske opløsningsmidler.

Akryl brænder med klar flamme og udvikler en spritagtig lugt. Højeste brugstemperatur er ca. 95°C.

Akrylprodukter kan fremstilles ved støbning eller sprøjtning, og det anvendes i plader, rør, formgods. Desuden kan der fremstilles akrylharpiker, som er dispersioner, der anvendes i farveindustrien og som tilslagsstoffer til facademaling og puds.

G:2:22 Polymethylmethakrylat (PMMA) er det akrylplast, der har de bedste optiske egenskaber med en gennemskinnelighed på 92%, hvilket svarer til almindeligt bygningsglas. Det tillader også ultraviolet lys at passere, men knapt så

Expanderet PS-skumplast forhandles bl.a. under varebetegnelsen Sundolit.

Extruderet PS-skumplast af slagfast polystyren med lukket cellestruktur forhandles bl.a. under varebetegnelse Roofmate.

Brænder med stærkt sodende flamme, ubehagelig gaslugt, opløses i benzen, metalklang.

Styrenakrylnitril betegnes SAN.

Akrylnitril-butadienstyren betegnes ABS.

Eks. afløb fra vaskemaskiner og opvaskemaskiner.

Brændende akryl, lugter spritagtig, drypper, lysende flamme, uopløselig i benzen.

meget infrarødt lys og er derved i nogen grad isolerende mod solens varme-stråling.

PMMA er bedre kendt under varebetegnelsen *plexiglas*. Det anvendes som planglas og i ovenlys, hvor det kan formes til kupler. PMMA anvendes glasklart eller indfarvet med transparente farver.

G:2:23 *Polyamid* fremstilles i forskellige kvaliteter med store afvigelser i egenskaber. Fælles for PA-plast er stor styrke kombineret med blødt, men slidstærk overflade med lille gnidningsmodstand. PA har *høj anvendelsestemperatur*, 150-175°, visse kvaliteter helt op til 200° med klart afgrænset smeltepunkt på 240°.

PA brænder i direkte kontakt med andet brændende materiale. Det er vejrbestandigt i sort indfarvning.

PA anvendes hovedsagelig til tekniske artikler og emner, hvor den lille gnidningsmodstand, lydløs gang og stor slidstyrke kan udnyttes, f.eks. hængsler, lejer, hjul etc. Det kan også spindes til uendelige tråde og anvendes til tovværk, men har krybningstendens - det »strækker« sig.

G:2:24 *Polyacetat* eller polyoximethylen (POM) har metalagtige egenskaber. Det kan således gevindskæres og anvendes med fjedrende egenskaber. Bestandigheden overfor organiske stoffer er god, men uorganiske stoffer kan det dårligt tåle. Det brænder let under udvikling af stikkende, irriterende lugt. POM-plast anvendes hovedsagelig til tekniske artikler.

G:2:25 *Polycarbonat* er et nyere plast og endnu ret dyrt. Det er glasklart med formbestandighed fra +100° til +135°, det kan ikke brænde, er meget sejt, stift og hårdt. Dets kemiske bestandighed er ikke så god som PTFE.

Anvendelsesområdet for PC er det samme som for PA og PTFE.

G:2:26 *Polytetrafluorethylen* er et plast med særdeles gode temperaturegenskaber. Dets indfrysningstemperatur ligger på +200°, og den højeste anvendelsestemperatur er helt oppe på 250°. Ved temperaturer over 400° nedbrydes det langsomt under udvikling af stærkt giftige, sure dampe, men det kan ikke brænde. PTFE er kemisk indifferent, kun fluor kan angribe det, men det betyder også, at det ikke kan limes.

PTFE er et meget stift, sejt og slidstærkt materiale, som kun anvendes til tekniske emner, hvor klæbefriheden udnyttes. Produktionsprisen for råmateriale er meget høj.

G:3 Hærdeplast

Fenolplast

G:3:1 *Fenolplast* er det ældste hærdeplast. Det er et materiale, der giver stive og hårde produkter med temperaturstabilitet indtil 110-160°C afhængig af fyldstoffer.

PF er *brændbart*, men svært antændeligt. Fenolharpikser smelter, pressemasser opblæses, emner af udhærdet fenol springer ved opvarmning.

Kemikalieresistensen er forholdsvis god.

Slagfastheden som for termoplast.

PF mørkner under lysets indvirkning og fremstilles derfor kun i mørke farver.

G:3:2 *Fyldstoffer* vælges efter de krav, som færdigproduktet skal opfylde. Asbest giver god varmebestandighed, fibre af glas, polyamid (nylon), sisal virker armerende, træmel og sand er billiggørende.

Formgods kan efterformes og bearbejdes med spåntagende værktøj. Hovedanvendelsesområder er beslag, emner af teknisk art, wc-sæder.

Polyamid - nylon - betegnes PA.

Hovedtyper: polyamid 6/6 - 6/10 - 6 - 11 - 12 (tallene henviser til antallet af kulatomer i grundmolekylerne).

Brændende nylon lugter af uld og hår.

Polyoximethylen betegnes POM, kaldes også acetalplast.

POM-plasts egenskaber beror på, at det har et højt krystallitindhold.

Polycarbonat betegnes PC.

Polytetrafluorethylen betegnes PTFE varenavn: teflon, fluon.

Fenolformaldehydplast betegnes PF varenavn: bakelit, nokait (pressemasser) samt lak-, harpiks-, lim- og kitmasser.

Brændende bakelit lugter af fenol, formalin, brændt papir.

Forbudet mod asbestanvendelse gælder også på dette område.

G:3:3 *Fenolharpiks* anvendes til fremstilling af laminater. Endvidere er det vigtigt for lim- og farveindustrien. Fenolharpikslim er stærk og vandfast og anvendes i krydsfinérproduktionen.

Flydende fenolformaldehyd er råstoffet til fremstilling af skumplast af fenol. Fenolskumplast er forholdsvis stærk og varmebestandig.

Aminoplast

G:3:4 *Karbamidplast* og *melaminplast* er de to vigtigste hærdeplast af aminoplasttyper. De har nogenlunde samme egenskaber, dog er melaminplast i de fleste henseender bedre, men dyrere end karbamidplast.

Aminoplast er stive og hårde, men en glansfuld nogenlunde ridsefast overflade. De er i sig selv sprøde og kræver tilsætningsstoffer for at blive slagfaste. Kemisk bestandighed mod opløsningsmidler er god, lysbestandigheden er god, og de kan fremstilles i lyse farver, både transparente og ikke transparente. Aminoplast er brændbare, men er meget vanskeligt antændelige.

G:3:5 *Karbamidplast* anvendes i træindustrien som farveløs lim, men er ikke vandfast. UF anvendes endvidere til forskumning, men skummet er svampet og har åben cellestruktur. Det er derfor trods sin gode termiske isoleringsevne upraktisk, fordi det er kraftigt vandsugende. Da dets slagfasthed er dårlig, anvendes karbamidskum fortrinsvis til direkte forskumning i lukkede konstruktioner på anvendelsesstedet.

UF er følsom over for fugtighedsændringer, angribes af alkalier og stærke syrer og tåler med hensyn til styrke og slagfasthed ikke sammenligning med fenolplast. UF tåler ikke kuldegrader, og højeste anvendelsestemperatur er under kogepunktet for vand.

G:3:6 *Melaminplast* anvendes til yderste lag i laminater, i øvrigt som fenol- og karbamidplast, hvor disses egenskaber ikke er tilstrækkelige. Dets lugt- og giftfrihed gør det velegnet til formgods i husholdningen.

MF kan fremstilles slagfast. MF tåler ikke vedvarende kulde, men har høj anvendelsestemperatur, op til 150°. God kemisk bestandighed og ikke lysfølsom, men kan ikke fremstilles transparent.

Polyesterplast

G:3:7 *Ren, hærdet polyester* er hård og noget sprød, men kan fremstilles glasklart og anvendes til indstøbning af elektriske dele, præparater o.l.

Kemikalieresistensen er god for polyesteret, det tåler dog ikke stærke syrer, alkalier, organiske opløsningsmidler. Der må imidlertid tages hensyn til, at glasfiberet skal være beskyttet, så dets vedhæftning ikke angribes.

Glasfiberarmeret umættet polyester har stor slagfasthed og god bestandighed mod udmatning. Det kan produceres med varierende styrkeegenskaber, styrken aftager dog, hvis materialet udsættes for vedvarende, store belastninger under samtidig høj temperatur.

G:3:8 *Termiske egenskaber:* der kan fremstilles varmebestandige typer, normalt er højeste anvendelsestemperatur omkring 100°, ved specialtyper helt op til 280°.

UP er *let antændelig* og fortsætter med at brænde. Ved tilsætning af antimontrioxid kan der fremstilles selvslukkende polyester.

Vejrbestandigheden er god, men det gulner under påvirkning af ultraviolet lys. Denne tendens kan mildnes ved tilsætning af stoffer, der reducerer UV-strålingens virkning.

G:3:9 *Anvendelsesområdet* for de mange forskellige polyesterplast er meget stort. Glasfiberarmeret polyester anvendes i byggeriet som facadeplader, tagplader, profilerede plader, ovenlys, endvidere til specielle formvarer, beholdere, dæksler, rør, op til helt store emner som badekar og betonstøbeforme til elementer.

Karbamidplast (ureaformaldehyd) betegnes UF varenavn urea, carlit.

Melaminplast betegnes MF varenavn mepal.

Brændende karbamidplast og melamin lugter ens, af formalin og brændt fisk, og kan kun skelnes fra hinanden efter kogning i over 1 time, karbamid vil da være ødelagt.

Polyesterplast betegnes UP, glasfiberarmeret umættet polyesterplast betegnes GUP.

Brænder som polystyren, lysende, sodende og forkuller. Der er gaslugt.

DS 456: konstruktioner af glasfiberarmeret umættet polyester

Polyesterplastets særlige evne til at lade sig støbe uden tryk og uden bivirkninger giver det mangfoldige anvendelser.

Der kan fremstilles pressemasser af polyester og forskellige tilsætningsstoffer. Ved fremstilling af lak og kitmasser finder polyester også anvendelse.

Epoxiplast

G:3:10 *Epoxiplast* fremstilles ved polyaddition af flydende udgangsstoffer og hærder, den såkaldte tokomponentmetode. Hærdeplastet opstår først gennem denne proces og findes ikke som egentlig råvare.

Til fremstilling af formgods vælges hærder, der kræver varme. Til fremstilling af lim og malervarer anvendes hærder, der kan reagere ved stuetemperatur.

Før tilsætningen af hærderen kan plastmaterialet blandes med tilsætningsstoffer, armeringsfibre, farvestoffer.

G:3:11 *Tekniske egenskaber* for EP er gode, især har de stor dimensionsstabilitet, god udmatningsstyrke og elasticitet. De er bestandige mod de fleste kemikalier, bortset fra koncentrerede syrer. Vedhæftningen til andre materialer er god.

Epoximaterialer er *brændbare*. Svært antændelige kvaliteter kan produceres. Temperaturbestandigheden ophører ved ca. 110°.

G:3:12 Epoximaterialer *anvendes* i byggeriet til tekniske emner, f.eks. beholdere og rør for korrosive væsker og gasarter, dels som korrosionsbeskyttende belægning på andre materialer og dels som bindemiddel i specialmørtler og beton, især hvor stærk vedhæftning kræves, til produktion af kit og lim og endelig i farveindustrien til lakker med stor slidstyrke.

Uretanplast

G:3:13 *Uretanplast* - eller *polyuretan* - kan fremstilles i mange forskellige kvaliteter: hårde termoplastiske typer med egenskaber som polyamid (nylon) 6/6 - stive skumplast - bløde skumplast (svampe-plast) - lime og lakker samt elaster (gummiagtige).

PUR anvendes i det væsentlige på tre områder: i møbelindustrien (blød skumplast) - i farveindustrien (uretans- og isocyanatlakker og -malinger) - i byggeriet til isolering (stiv skumplast) og som fugemateriale (elaster).

Polyesteruretans anvendes som fugebånd, skummaterialer og vibrationsdæmpende materiale.

Polyesteruretans er et i møbelindustrien anvendt materiale med høj elasticitet.

Disse to typer kaldes også *blød uretanskumplast*, deres varmeledningstal er 0,04-0,05 W/(m·K) og densiteten mellem 20 og 70 kg/m³.

G:3:14 *Stiv uretanskumplast* har lukkede celler og er derfor egnet til at belastes. Densiteten er lav, 15 til 40 kg/m³, *varmeledningstallet* kan blive lavere end 0,03 W/(m·K), og uretanplast af denne type er det bedst kendte termiske isoleringsmateriale. *Varmeledningstallet* er afhængig af hvilken gastype, man anvender ved forskumningen, og forudsat gassen forbliver i de lukkede celler.

Temperaturbestandigheden for uretanplast er normalt mellem +30 og +100°C, for de højisolierende materialer dog kun op til 80°. PUR kan brænde som UP, men kan produceres i svært antændelige kvaliteter.

Byggeteknisk anvendelse finder stiv uretanplast som selv bærende isoleringsmateriale indstøbt eller sprøjtet i hule konstruktioner, hvor dens bæreevne også kan udnyttes. Da den har selvklæbende evne, vil den slutte tæt til hulrummenes indvendige sider og kondensrisiko undgås. Den anvendes i sandwichelementer af stål, aluminium, fiberbeton, både til ydervægge og indervægge.

Epoxiplast betegnes EP varenavn Araldit, Epikote.

Dir. for arbejdstilsynet bek. nr. 486 om polyuretan- og epoxiprodukter og tilsvarende stoffer og materialer med lign. sundhedsfarlige egenskaber - 5.10.1978.

Polyuretanplast betegnes PUR varenavn desmodur, moltopen.

Luftarten argon kan f.eks. anvendes til forskumning.

Elaster

G:3:15 *Elaster* - eller *elastomerer* - er højelastiske plast. I princippet er det hærdeplast, Udgangspunktet er naturlig eller syntetisk rågummi blandet med vulkaniseringsmiddel, oftest svovl og organiske svovlforbindelser.

Karakteristisk for elaster er deres store evne til at tåle deformerende belastning og efter belastningens ophør atter at vende tilbage til oprindelig form.

G:3:16 *Naturgummi* er den ældste elast og stadig den altdominerende. Kvaliteten afhænger af svovlindhold ca. (5%) samt tilsætnings- og fyldstoffer.

Hårdgummi - eller ebonit - indeholder 30% svovl og er ikke særlig elastisk. Gummier med svovlindhold 5-30% er mere læderagtige. Maximal svovltilsætning 47%.

G:3:17 *Syntetisk gummi* findes i flere typer med forskellige egenskaber.

Styregummi og butylgummi har samme anvendelsesområder som naturgummi, med lidt bedre vejrbestandighed.

Nitrilgummi er olie- og varmebestandig og dyrt.

Akrylgummi har endnu højere varmebestandighed end nitrilgummi.

Kloroprengummi er bestandig mod olier og varme. *Kloroprengummi* er knapt så fjedrende som andre gummier, men til gengæld meget svingningsdæmpende. Det benyttes i byggeriet til lyd-dæmpende indlæg samt til fugebånd i belastede fuger (kraftoverførende fuger).

Silikonogummi har meget stor varmebestandighed, undtagen damp. Mekaniske egenskaber ikke fremragende. Anvendes til pakninger og fugematerialer.

Polysulfidelaster er bestandige mod opløsningsmidler samt ældningsbestandige. Anvendes til fugemasser. Mekanisk modstandsdygtighed er ikke særlig stor, og må derfor beskyttes mod overlast.

Klorsulfoneret polyetylen har god bestandighed mod syrer og luft, er altså meget vejrbestandig også i byluft. Den er i modsætning til de fleste andre elaster let at indfarve med lysægte farver. Anvendes til sprøjtemasser eller banevarer til inddækninger og tagdækninger.

G:3:18 *Temperaturbestandigheden* har sin nedre grænse ved ca. +20°C, for silikonogummi dog +70°C. Den øvre grænse ved 80°C, for neopren ca. 100°C og for silikonogummi og klorsulfoneret polyetylen +160°C.

Silikone

G:3:19 *Silikonerne* er en stofgruppe, der ikke helt hører til plastgruppen. Til silikonerne hører silikoneharpikser, der har duroplastiske (hærdeplastiske) egenskaber, silikonogummi (elastomer), som begge anvendes som plast, samt silikoneolier og vandopløselige silikoner, der ikke anvendes som plast.

Fælles for alle silikoner er en *stor bestandighed* af de fysiske egenskaber indenfor et bredt temperaturområde, samt vandafvisende karakter og korrosionsbestandighed.

Silikonharpikser og -gummier kan *ikke antændes*. De reagerer ikke over for varme (inden for begrænsningen) og heller ikke over for svag flammepåvirkning. Ved kraftig flammepåvirkning opstår hvid sod (SiO₂).

G:3:30 *Silikonharpikser* kan efter hærningen vedvarende tåle indtil 180°C, kortvarigt 300°C. De anvendes som bindemidler i formmasser og til beskyttelse af elektriske dele o.l. mod fugtighed.

Silikonogummi er nævnt under elaster.

G:3:21 Silikoneolier kan emulgeres i vand og benyttes som vandafvisende, dampdiffusionsåben imprægnering.

Vandopløselige silikonater benyttes til vandafvisende overfladebehandling på murværk og puds.

se også uretanplast G:3:13

se også gummigulv H:5:8

egentlig: ebony=ibenholt, efter den oprindelige sorte farve.

Varenavn: buna

Varenavn: perbunan

Kloroprengummi varenavn: neopren

Varenavn: thiokol

Varenavn indeholder som regel ordet silikone eller silicones.

se G:3:17

PLAST – Oversigt

Oversigt over de i Kapitel G omtalte i byggeteknikken anvendte plast og deres egenskaber. Afvigelser i oplysningerne skyldes forskel i kildematerialet.

Denne oversigt er udarbejdet på basis af oplysninger i følgende publikationer: Svensk Byggeforskningsinstitut, Plast inom bygnadstekniken, Stockholm 1971, Materiallära, Karlebo serien 5 (og 14), Stockholm 1971, C.-M. von Meysenburg, Kunststoffkunde für Ingenieure, München 1968.

bogkode	navn/betegnelse	egenfarve lystransmission i %	densitet kg/m ³	forarb. metoder ¹⁾	anvendelses- temperatur °C	længdeudvidelse mm/(m·K)	elasticitets- Modul MPa
G:2:1	TERMOPLAST						
	Polyvinylchlorid PVC stiv PVC blød (60%)	lysegul (afh. af blødg.)	1380-1400 1190	E F B E F B be	÷ 5 – +65 ÷ 5 – +50	ca. 0,08 ca. 0,15	2000-3000 <200
G:2:8	Polyethylen						
	PEL	halvgennemskinnelig ..	910-925	E F B be si	+40 – +80	0,10-0,20	200- 500
	PEM	gennemsigtig og hvidlig	926-940	E F B be si	+40 – +90	0,14-0,16	500- 800
G:2:14	Polypropylen						
	PP	mælkehvid	900-910	E F B	0 – +95(120)	ca. 0,11	1100-1400
G:2:15	Polystyren						
	PS, almindelig	glasklar 78-90%	1040-1060	E F B	÷40 – +(65-75)	ca. 0,08	2800-4200
	PS, varmebestandig ..	glasklar 78-87%	1050-1110	E F B	÷40 – +(75-105)	ca. 0,08	2800-4200
	PS, slagfast	mælkehvid	980-1060	E F V	÷40 – +(60-80)	ca. 0,07	1800-4000
	SAN-plast	gulagtig klar 80%	1040-1100	F	– +(50-90)	ca. 0,08	2000-3500
ABS-plast	gulhvid	1000-1120	E F V	÷40 – +(50-100)	ca. 0,08	4000-7000	
G:2:21	Akryl						
	PMMA	glasklar 91-92%	1170-1240	E F	+50 – +80	0,05-0,09	2500-3200
G:2:23	Polyamid						
	PA - nylon 6/6	halvgennemskinnelig, lys gulhvid	1140	E F	+40 – +100	0,10-0,15	2700-2900
G:2:24	Polyacetal						
POM	lys hvidlig	1410-1420	E F	+40 – +100	0,08-0,09	2800-3000	
G:2:25	Polycarbonat						
PC	klar, let gullig 80%	1200	F B V	+60 – +140	ca. 0,03	2100-2400	
G:2:26	Polytetrafluoretylen						
PTFE	2200	E FP (spec.)	+150 – +250	–	300-400	
G:3:1	HÆRDEPLAST						
	Fenolplast						
	PF med træfibre	gulbrun	1300-1400	SP FP F	÷60 – +(125-140)	0,015-0,45	5600-9000
PF med asbestfibre ..	gulgrå	1800-2000	FP	÷60 – +(140-200)	0,015-0,30	7000-28000	
PF med korte glasfiber	gulbrun	1600-1850	SP FP	÷60 – +180	ca. 0,0012	14500	
G:3:4	Aminoplast						
	Ureaformaldehyd						
UF med cellulose ..	lys, transparent	1400-1600	SP FP	+40 – +130	0,040-0,050	7000-10500	
Melaminformaldehyd							
MF med cellulose	lys	1450-1520	SP FP	+60 – +140	0,020-0,050	9000-12000	
G:3:7	Polyester, glasfiberarmeret						
GUP	lys, hvidlig	1500-2100	(man) P	+60 – +(80-100)	0,015-0,030	14000-21000	
G:3:10	Epoxi, glasfiber- armeret EP	lys, hvidlig	1600-2100	(man) P	– +(100-120)	ca. 0,015	18000
G:3:15	Polyuretan PUR	gul-orange	1260	anvendes til celleplast			

¹⁾ Forarbejdningsmetoder forudsætter råplast leveret som granulater eller pulver (PVC).

E = ekstrudering, F = formsprøjtning, B = blæsning, V = varmformning, be = belægning, si = sintring, SP = sprøjtepresse,

FP = formpresse, (spec.) = specialmaskiner nødvendige, (man) = håndoplægning.

trækbrud- styrke MPa	forhold ved opvarmning	forhold ved antændelse
48-60 7,5-25	polyvinylchlorid: blødgøres ved 40°C, flyder ved 180°C opløses, brunfarves, stærkt sure dampe	Brænder i kontakt med flamme, spruttende, grønlig flamme, lugt saltsyre (evt. till. blødgørere)
7-14 8,5-35 30-40	polyethylen: smelter meget let, farveløst neutrale dampe	Brænder let, lysende flamme med blå kerne, drypper brændende, svag parafinlugt
30-40		
35-60 45-80 25-45 65-85 20-60	polystyren: smelter, opløses, fordamper, svag gul misfarvning, neutrale dampe ABS: opløses, brun misfarvning, alkaliske dampe	Brænder hurtigt, lysende, voldsom sort røg, sodende flamme, sødlig gasagtig lugt (styrol), afdrypper brændende materiale Brænder let, lysende, sodende, gaslugt og lugt af brændt gummi
50-80	PMMA: opløses, fordamper, gnistrende lyd, neutrale dampe	Brænder let, lysende klar spritagtig flamme, frugtagtig eller ubehagelig skarp lugt
50-80	PA: smelter, opløses, alkaliske dampe ved kraftig varme	Brænder i kontakt med flamme, kanter drypper, blærer, trækker tråde, blåligt lys, lugt af brændt horn
60-70	POM: smelter, bliver sej, farveløs, neutrale dampe	Brænder let, drypper, stikkende lugt (formaldehyd) blåligt lys
60-65	PC: smelter, bliver sej, farveløs, neutrale dampe	Brænder i kontakt med flamme, forkuller, søder blærer op, lugt fenolagtig
10-25	PTFE: opløses ved meget høje temperaturer, stærkt sure dampe	Brænder ikke, forkuller ikke, ved rødgødning stikkende lugt
20-60 20-50 50	fenolplast: harpikser: smelter og opløses formgods: springer og opløses neutrale dampe	forkuller uden flamme brænder sodende, lugt fenol, karbolsyre
40-60 50-70	aminoplast: som ved fenolplast mørk misfarvning alkaliske dampe	antændes vanskeligt, forkuller, modbydelig ammoniaklugt
50-200	opløses, mørkner, smelter hvidt udslag, neutrale dampe	brænder godt, lysende sodende, sød gaslugt (styrol)
280-350	epoxi som uretan, men tillige også alkaliske dampe	brænder først uden lugt senere fenollugt
	smelter og opløses, alkaliske dampe	brænder let, lysende, ubehagelig stikkende lugt (isocyanat)

	Celleplast	struktur	densitet kg/m ³	varmeledning W/(m·K)	højeste anv. temp. °C
G:2:15	(SKUMPLAST) Polystyren expanderet celle- plast extruderet celleplast	åben, delvis lukkede celler lukkede celler	20-45 30-45	0,032-0,037 0,029	70-80 70-80
G:3:15	Polyuretan med carbondioxid med argon	lukkede celler lukkede celler	30-60 25-60	0,036-0,040 0,023	100-120 80
G:2:1	Polyvinylchlorid formstøbt, stiv PVC	lukkede celler	40-100	0,040	70
G:3:1	Fenolplast expanderet (kem. el. ford.)	åbne celler	30-70	0,039	120
G:3:4	Karbamidplast pladsstøbt i konstr.	åbne celler	7-20	0,033-0,38	70

Celleplast, forhold ved opvarmning og antændelse se oversigten over termoplast og hærdeplast

H ANDRE MATERIALER

UDK 691.16

SfB n-
SfB s-

I kap. H behandles nogle materialer, der ikke har kunnet indordnes i de hidtil behandlede syv materialegrupper.

Disse materialer er:

H:1 bituminøse mat.

H:2 bygningsglas

H:3 fiberbeton materialer

H:4 isoleringsmaterialer

H:5 gulvmaterialer.

H:1 Bituminøse materialer

Oprindelse og fremstilling

H:1:1 Bituminøse materialer er stærkt klæbende stoffer med sort eller sortbrun farve. Det kan enten være asfaltprodukter eller tjæreprodukter. De kaldes bituminøse fordi deres væsentlige bestanddel er bitumen, som fremstilles ved raffinering af jordolie.

Bitumen er en naturlig del af de fleste råolier (jordolier) hvori bitumen findes opløst i de lettere olier.

H:1:2 De vigtigste begreber og benævnelser for bituminøse materialer er:

asfalt - naturlig eller kunstig blanding, i hvilken bitumen er forbundet med finkornet mineralisk stof,

bitumen - sort eller brunt termoplastisk stof, som er en naturlig del af de fleste jordolier og af naturasfalt, betegnelse for bituminøse vejbelægninger.

destilleret bitumen - fremstilles af jordolie ved afdestillering af flygtige olier,

fast bitumen - højt smeltepunkt, fast ved stuetemperatur,

jordoliebitumen (oliebitumen) - fremstilles af råolie ved afdestillering af olier = destilleret bitumen,

naturasfalt - forekommer hvor jordolien er trængt til jordoverfladen og de flygtige olier er fordampet,

oxideret bitumen - fremstilles ved blæsning af luft gennem meget varm bitumen, for at forlænge intervallet mellem brudpunkt og blødgøringspunkt,

modificeret bitumen - er en fællesbetegnelse for bitumen, hvis egenskaber er ændret ved tilsætning af organiske stoffer

gummibitumen - indeholder findelt, opkvædet vulkaniseret gummi

elastomerbitumen - bitumen tilsat termoplastiske elastomerer

hærdeplastbitumen - bitumen med tilsætning af hærdeplast til en koldflydende masse. Inden anvendelsen tilsættes den anden hærdeplast komponent, så en kemisk reaktion finder sted

polymerbitumen - bitumen tilsat SBS-polymer (SBS = styren butadien styren) eller APP-polymer (APP = ataktisk polypropylen)

tjære - udvindes ved tørdestillation af stenkul (stenkulstjære) eller træ (trætjære - finsk tjære).

H:1:3 I kemisk henseende er bitumen hovedsagelig en blanding af højmolekylære kulbrinter (carbonhydrider): asfaltener, asfaltharpikser og asfaltolier.

Asfaltenerne har højeste molekylvægt og kan opfattes som små faste sammenfiltrede partikler fordelt i bitumenolierne. Harpiksen virker som dispergeringsmiddel for asfaltenerne, således at disse ikke klumper sammen, og samtidig bindes olierne til systemet af asfaltener og harpikser.

De faste partikler er dispergerede i olierne. De er meget små: 0,1-0,001 μm.

Størstedelen af de bituminøse materialer, der anvendes i dag, fremstilles med olieasfalt.

Bitumen indgår i materialer til fugtisolering, tagdækning, gulvbelægning, vejbelægning, samt fugemasser. Naturasfalt anvendes fortrinsvis til vejmaterialer.

Tjære anvendtes tidligere til tagpapfremstilling. Nu anvendes det i begrænset omfang til vejtjære og vedligeholdelsesformål.

Egenskaber

H:1:5 Bituminøse materialer er termoplastiske ved 50-120°C. Ved lave temperaturer er de sprøde, ved høje temperaturer bliver de flydende uden egentligt smeltepunkt.

Naturasfalt forekommer på Trinidad, i Venezuela og Jordan.

Nedre temperatur betegnes *brudpunkt*, øvre temperatur betegnes *smeltepunkt*.

Blødhedspunkt angives i stedet for smeltepunkt, idet et sådant ikke kan bestemmes for bituminøse materialer.

Brudpunktet ligger fra 0° og ned til -30°, blødhedspunktet fra 20° og op til 120°.

Punkterne kan ændres ved tilsætning af plastpolymerer. SBS tilsætning giver bedre kuldeegenskaber og APP giver bedre varmeegenskaber. For at APP-modificerede bitumenprodukter kan opnå en kvalitet, der er højere end kvaliteten på produkter, baseret på oxyderet bitumen, skal APP-indholdet udgøre mindst 25%-30%.

Når det gælder SBS-modificerede bitumenprodukter, er der kun muligheder for mindre variationer af SBS-indholdet, idet dette skal ligge mellem 10% og 15% for at udnytte elastomeren, som et elastisk gitterværk i det færdige produkt.

SBS-modificerede produkter er således karakteristiske ved, at de er elastiske ved temperaturer ned til -20°C eller lavere for specialprodukter.

Dette betyder, at det er muligt at udføre tagdækninger med disse produkter hele året, uden at der er risiko for revner i dækmassen. Også efter indbygning giver SBS-produkterne en stor sikkerhed mod revnedannelser ved alle temperaturer, f.eks. på grund af bevægelser i underlaget, isdannelser eller trafik ved lave temperaturer.

Der er i forholdet mellem oxydbitumen- og SBS-bitumenprodukter tale om forskellige brugsegenskaber af det indbyggede produkt. De primære fordele ved APP-polymerbitumenprodukter er mere af anvendelsesteknisk karakter. Det vil sige, at den endelige ydeevne for APP-tagdækninger ligger på niveau med traditionelle oxyderede bitumentagdækninger.

Egenskaberne af de færdige blandinger er bestemt af:

1. type og viskositet af udgangsbitumen
2. type og procent af APP/SBS
3. blandingsudstyr og blandetid/temperatur

Naturasfalt og oxideret asfalt har højt og stort temperaturområde, destilleret asfalt har lavt og snævert temperaturområde.

Bituminøse materialer *påvirkes af sollyset*, som får flygtige bestanddele til at fordampe, og som igangsætter en polymerisation. Resultatet af denne påvirkning er sprødgørelse, som hos tjæreprodukter går hurtigt, hos asfaltprodukter langsomt.

H:1:6 Bituminøse materialer er i kold tilstand ikke modstandsdygtige overfor *mekaniske påvirkninger* og må beskyttes mod overlaster.

De tåler svage syrer og baser, men ikke opløsningsmidler og heller ikke olier og fedt.

Plasticiteten kan påvirkes og reguleres ved tilsætning af fyldstoffer som sand, stenmel, asbestpulver, kalkmel, ler o. a.

Andre egenskaber er: vandtæthed, stor vanddampdiffusionsmodstand, strækkelighed (duktilitet).

H:1:7 *Densitet*: olieasfalt 900-1070 kg/m³, trinidad asfalt 1400 kg/m³, støbeasfalt afhængig af tilslagsmaterialerne ca. 2100 kg/m³.

Varmeledningstallet for støbeasfalt (gulvbelægning) er ca. 0,8 W/(m·K), for asfaltpapir ca. 0,2 W/(m·K).

Dampdiffusionsmodstanden er meget stor, for ren bitumen over 1.000.000 s·m·GPa/kg.

Blødhedspunkt K og R: Kugle- og ringmetode til bestemmelse af blødhedspunkt.

SBS se H:1:2
APP se H:1.2

Ren bitumen er uden lugt og smag.

Flydende produkter

H:1:8 Flydende produkter fremstilles som *opløsninger*, fortrinsvis til fugtisolerings, og som *emulsioner*, fortrinsvis til klæbe- og fugemasser.

I begge tilfælde anvendes ofte tilsætning af fibre og mineralske fyldstoffer.

Opløsningsmidlerne er let flygtige kulbrinte-forbindelser, der under arbejdets udførelse og indtil optørring er afsluttet kan give sundhedsfarlige dampe. Mineralsk terpentin anvendes i størst mulig omfang, men ekstraktibenzin og methylenchlorid anvendes i enkelte specialprodukter.

Opløsninger indeholder 40%-60% bitumen.

Emulsioner er produkter, hvor bitumen ved hjælp af emulgatorer ligger som små partikler i en vandig fase. Emulgatorerne forhindrer, at bitumenpartiklerne klumper sammen (ustabilitet) indtil vandet under optørring forsvinder, og der dannes en film af sammenhængende bitumen.

H:1:9 *Grundingsasfalt* (Asfaltgrunder) er en tyndflydende bitumenemulsion, som anvendes til forstrygning (priming) på flader, der skal påklæbes tagpap, isoleringsplader og lignende. Produkter hæfter på let fugtige underlag. MAL-kode: 2-3 (opløsninger), 00-3 (emulsioner).

Fugtisoleringsmateriale er tyktflydende bitumenopløsning eller emulsion tilsat fibre og stabiliserende fyldstoffer. Anvendes til fugtisolerings af beton og mur ved og under terræn (ikke påvirket af vandtryk). MAL-kode: 2-3 (opløsninger), 00-3 (emulsioner).

Bygningsasfalt er koldflydende bitumenopløsning eller emulsion med stabiliserende fyldstoffer og eventuelt forstærkende fibre. Tagasfalt anvendes til vedligeholdelse af tagpaptage. MAL-kode: 2-3 (opløsninger), 00-3 (emulsion).

Fiberasfalt (tagasfalt) er koldflydende bitumenopløsning eller emulsion med stabiliserende fyldstoffer og forstærkende fibre. Tagasfalt anvendes til vedligeholdelse af tagpaptage. MAL-kode: 2-3 (opløsninger), 00-3 (emulsion).

Tagasfalt Alu (alu-maling) er en bitumenopløsning tilsat aluminiumspulver til slutbehandling af tagpaptage og stålpladetage efter vedligeholdelse med bygningsasfalt eller tagasfalt. MAL-kode: 2-3.

Tagpapklaeber (Klæbeasfalt) er en plastisk bitumenopløsning til koldklæbning af tagpap og overlæg ved sømmet tagdækning. MAL-kode: 3-3.

Tagkit: Koldflydende bitumenopløsning til reparation af tagpaptage inden vedligeholdelse med tagasfalt, samt som fugemasse. MAL-kode: 2-3.

H:1:10 *Koldklæber* er en ufortyndbar hurtigtørrende asfaltmasse til stribeklæbning af tagpap, isoleringsplader, dampbremse m.v. Påføring sker med trykluftpistol. Klæberen er ubrændbar. MAL-kode: 4-3.

Varmklæber (klæbebitumen) er en fast, oxyderet bitumen, som leveres i blokke. Anvendes til klæbning af tagpap, isoleringsplader o.l. efter opsmeltning i smeltgryde. Anvendelsestemperatur 200-220°C, flammepunkt 230°C. MAL-kode: ikke påkrævet.

Asfaltfugemasse er en SBS-polymerbitumen, som anvendes til fyldning af dilatationsfuger (bevægelsesfuger) i vandrette konstruktionsdele. Anvendelsestemperatur 180°C. Flammepunkt 200°C. MAL-kode: 00-3.

H:1:11 *Emulsioner* anvendes, fordi vand giver nedsat brandfare og mulighed for behandling af våde overflader. Vandet giver dog samtidig ulemper med frostrisiko og bortskylning af ikke gennemtør emulsion (f.eks. i regnvej).
Emulsioner kan ikke bruges til sammenklæbning af tagpap o.l. fordi vandet ikke kan fordampe og de kan ikke bruges til materialer, der er følsomme over for fugt.

Asfalt pasta (Isoleringsklæber) er tyktflydende bitumenemulsion til indvendig klæbning af isoleringsplader, kork- og træfiberplader på især underlag af murværk, beton, letbeton o.l. Ikke brandfarlig. MAL-kode: 00-3.

Flammepunkt: laveste temperatur ved barometerstand 1013 mbar ved hvilken stoffet afgiver antændelige dampe.

MAL-koder i.h.t. Arbejdstilsynets publ. 360II, 1982

Priming = støvbindning

Produkterne kan normalt fortyndes med mineralsk terpentin.

Varmklæber leveres som fast, termoplastisk masse.

SBS se H:1:2

Tagpapper og dampspærre

H:1:12 Tagpapper opbygges af et bærende lag (armeringsmateriale), som *imprægneres* med bitumen og *belægges* med en overflade af bitumen, hvori der nedvales et *bestrøningsmateriale*.

H:1:13 *Armeringsmaterialet* kan være *råpap* fremstillet af tekstilfibre (uld) eller cellulosefibre, eller *jutevæv* af plantefibre (hessian).

Polyesterfilt er fremstillet af plastfibre, *glasfilt* af glasfibre, der sammenlimes, *glasvæv* er vævet af glasfibergarn.

I dampspærre kan desuden indlægges aluminiumfolie eller polyetylenfolie bl.a. for at forøge dampdiffusionsmodstanden.

H:1:14 *Imprægneringen* foretages med destilleret eller oxideret bitumen.

Overfladebelægning foretages med oxideret bitumen, som kan være tilsat stoffer til forbedring af strækkelighed o.a. De tilsatte stoffer kan f.eks. være plastpolymerer så som SBS og APP.

Bestrøningsmaterialet er finkornet sand eller talkum. Det skal forhindre sammenklæbning i rullerne under transport.

H:1:15 *Overpapper* er tagpap, som anvendes til det øverste lag i en tagdækning. De er ud over bestrøningen belagt med et lag skælformede små skærver. Der anvendes sort eller grå naturskifer, men der findes også belægning med rødt eller grønt indfarvet keramisk skærvemateriale.

Formålet med denne belægning er beskyttelse mod påvirkning fra sollyset. Tagpapper udlægges enten ved varm klæbning med varmflydende klæbeasfalt (klæbebitumen) eller ved varmsvejsning af svejsepapper, hvor et lag klæbebitumen eller svejsebitumen er pålagt pappets bagside som et ekstra lag. Denne svejsebitumen er som oftest afdækket med en tynd svejsefolie af polypropylen, som brændes væk ved påsvejsning af tagpappet.

H:1:16 Tagpappet *leveres* i ruller. Normalbredden er 0,6 og 1 m. Længden er 8-16 m for underpap og 6-8 m for overpap.

Murpap leveres i bredder svarende til murmål fra 10 til 500 mm.

Betegnelser for tagpap er standardiseret i branchenormen fra 1979. Produkterne betegnes herefter med 1) angivelse af den primære anvendelse, 2) armeringskode og 3) nominel vægt i g/m², 4) om der er anvendt SBS-bitumen.

Anvendelsesbetegnelser er: underpap - murpap - teglunderlag - isoleringspap (vindtæt pap) - dampspærre - overpap.

Armeringskoderne er: RF = råfiltpap - GF = glasfilt - GV = glasvæv - JV = jutevæv - PF = polyesterfilt.

Ekstraarmering betegnes ved at tilføje PE = polyetylen eller ALU = aluminium, f.eks. GF/PE = glasfilt/polyethylen, GF/ALU = glasfiber med aluminiumfolie.

Polymertilsætning PF/SBS = polyesterfilt med bitumen tilsat styren-butadien-styren.

Nominel vægt er for underpapper 2000 g/m², teglunderlag 1500 g/m², vindtæt, dampåben pap 650 g/m², overpapper 4000 - 4200 - 4500 - 6000 g/m².

H:1:17 Til *tagdækning* kan anvendes:

PF 4000 SBS - PF 5000 SBS - PF 2500 SBS - PF 3500 SBS - PF 4000 - PF 5500 - PF 2000 - PF 3000 - PF 3600/3mm - PF 4500/4 mm SBS - GF 2800 - GF 5000

Til *andre anvendelser* leveres:

teglunderlag PF 1500 - murpap RF 2000 (produceret af underpap RF 2000) - isoleringspap (vindtæt pap) RF 650 - dampspærre GF/ALU 2100.

Råpap er det samme som ikke imprægneret gulvpap.

Asfaltpap er en fællesbetegnelse for bitumenbaserede tagpapper. Tjæreapp produceres ikke mere i Danmark.

SBS og APP se H:1:2

Tagdækninger med tagpap skal have hældning $\geq 1:40$. Tagdækning klæbes eller sømmes normalt, til svejst tagdækning leveres specielle svejsepapper.

Underpap tykkelse ca. 1,8-4,0 mm

Overpap tykkelse ca. 3,3-4,5 mm.

Efter TOR 18 nov. 1990

Til *fugtisolering* kan alle underpapper anvendes (se skema nedenfor) samt bitumenplader med PF stamme i tykkelserne 3 mm eller 4 mm (svejsebare).

Betegnelserne er:

PF 3600/3 mm, PF 4500/4 mm (svejsebare)

PF 4500/4 mm SBS

Udover de specielle *dampspærre* med stor dampdiffusionsmodstand (Z-værdi >6000 GPa·s·m²/kg) kan alle tagpapper (men ikke teglunderlag og isoleringspap) anvendes til dampspærre, hvis deres Z-værdi er tilstrækkelig. Z-værdien er mellem 300 og 1700.

H:1:18 *Bitumenplader* er materialer til anvendelse som fugtisolering, hvor der forekommer vandtryk. De leveres med JV-GV-PV-armering og i tykkelser 3 mm - vægt 4000 g/m² - og 5 mm - vægt 6400 g/m².

Pladerne er dobbeltsidig belagt med bitumen og bestrøet med talkum.

Bitumenplader 4000 kan anvendes i *built-up tagdækning*.

H:1:19 *Built-up tagdækning* kan være to lag bitumenplader 4000, eller 3 lag underpap, og der kan afsluttes med et lag overpap.

Der kan også afsluttes med et lag varmeklæber (3 kg/m²) + nøddesten 8/16 (30 kg/m² = ca. 20 l/m²).

Z-værdier se oversigt i kap. Y.

Der må i øvrigt henvises til fabrikanternes specifikationer, eller TOR 18 nov. 1990

Anvendelse

H:1:20 *Nye tage*

Tagflade	Fald	$\geq 1:40$		
Øverste lag		PF 4000	PF 4000 SBS	PF 4000 SBS
Underste lag		PF 2000	PF 2000	PF 2000 SBS

Ved mindre tagflader kan anvendes en GF-kvalitet.

Kilde: TOR 18 nov. 1990.

Renovering af tage

Tagflade	Fald	$\geq 1:20$	$\geq 1:40$	< 1:40
Øverste lag		PF 4000	PF 4000	PF 4000
Underste lag		PF 2000*	PF 2000	PF 2000

* Underste lag kan undlades, når renoveringen udføres på eksisterende tagpap eller skifereternit.

De i skemaerne nævnte kvaliteter er klæbevarer, men tilsvarende svejsekvaliteter kan alternativt anvendes.

	Klæbevarer	Svejsevarer
Øverste lag	PF 4000	PF 5000
	PF 4000 SBS	PF 5000 SBS
Underste lag	PF 2000	PF 3000
	PF 2500 SBS	PF 3500 SBS

Tagfolier

H:1:21 Tagfolier/Kunststofprodukter

På tagdækningsmarkedet er der i de seneste år fremkommet en række kunststofprodukter.

Kunststofprodukterne til tage kan opdeles i to kategorier, nemlig *plastomere*, hvoraf det mest anvendte produkt er PVC, eller *elastomere*, hvoraf det mest anvendte produkt er EPDM.

Fremstilling af tagfolier

Kunststofprodukter kan fremstilles som et homogent kunststofmateriale eller som en kombination af kunststoffet og en armering. Denne kan være en filt eller vævet dug fremstillet af enten glasfiber, polyesterfiber eller anden syntetisk fiber. Ameringen kan være indlagt i kunststoffet, eller den kan være anbragt som bagside på folien.

Kunststofprodukter bør ikke anvendes i tykkelser under 1,2 mm. De krav, der må stilles til en tagfolies robusthed mod vejrlig og mekanisk påvirkning vil i øvrigt ofte medføre, at tagfolierne bør indeholde en armering.

Anvendelse af tagfolier

H:1:22 Tagfolier kan udlægges på alle tagflader, hvor taghældningen ifølge almindeligt gældende regler (BR 82) er større end 1:40.

Tagfolien må ved renoveringsopgaver også anvendes ved hældninger under 1:40. Hvor der stilles særlige krav til de mekaniske egenskaber, f.eks. ved bløde eller ujævne underlag, anbefales det at anvende en 1,5 mm tyk tagfolie.

Tagfolier produceres i bredde fra 1,0-2,0 m. Hver type har sin særlige samlingsmetode i overlæg fra bane til bane. Der findes varmluftssvejsning, opløsningsmiddelsvejsning, kontaktklimning, klæbning og vulkanisering.

Tagfolie udlægges som nævnt enten løst på underlaget og belastes med sten, eller mekanisk fastgøres med specielle fastgørelsesbeslag. Derudover findes der også tagfolietyper, der kan klæbes til underlaget.

Produktbeskrivelse

H:1:23 PVC-tagfolie findes i forskellige kvaliteter.

PVC-tagfolie PV er armeret polyesterfibre, der er belagt på begge sider med blødgjort PVC (polyvinylchlorid) og evt. tilsat brandhæmmende additiver.

Folien findes i tykkelserne 1,5 mm og 1,2 mm. Den fastgøres mekanisk som ét-lags tagdækning. Folien er egnet til nydækning og renovering af flade tage i hældningsområdet fra 1:40 til 1:10.

PVC-tagfolie G er armeret glasfilt, der er belagt på begge sider med blødgjort PVC (polyvinylchlorid). Folien findes i tykkelsen 1,5 mm. Den anvendes til ét-lags tagdækning og fastholdes med stenbelastning. Folien er egnet til tage med taghældning fra 1:40 til 1:20.

H:1:24 EPDM-tagfolie fremstilles ved sammenvulkanisering og valsning af to lag gummi.

EPDM-folie har en brandforlængelse på 300% og er upåvirket i temperaturområdet -45°C til +115°C. EPDM-folien har gode mekaniske egenskaber og tåler lang tids påvirkning af UV-lys (sollys).

EPDM-folie, der er tilsat brandhæmmende additiver, kan godkendes som brandmæssig egnet tagdækning (afhængig af underlaget).

Folien findes i tykkelserne 1,2 mm og 1,5 mm. Den anvendes som ét-lags belægning og fastholdes mekanisk eller med stenmateriale. Folien er egnet til taghældninger på nye tage med minimumhældning 1:40.

EPDM folien er specielt egnet til store tage fordi den kan leveres i store baner op til 15×60 m.

Plastomere og Elastomere, se afsnit G: Plast

Plastomere

PVC: Polyvinyl Chloride

CPE: Chlorinated

Polyethylene

EVC: Ethylene-

Vinylacetate Copolymer

PE: Polyethylene

ECB: Polyethylene-

Bitumen

PIB: Polyisobutylene

PP: Polypropylene

Elastomere

EPDM: Etyhylene

Propylene Diene

Monomer

CSM: Chlorsulfinated

Polyethylene

IRRR: Butyl Rubber

NBR: Nitrile-Butadiene

Rubber

Der må i øvrigt henvises til fabrikanternes specifikationer.

PVC's egenskaber: se afsnit G: PLAST.

H:2 Bygningsglas

SfB o-

Fremstilling

H:2:1 Glas er defineret som produkter, der fremkommer ved sammensmeltning af glassdannende stoffer til en amorf (ikke krystallinsk) gennemsigtig masse. Denne masse er i halvstivnet form sejtflydende og lader sig let forme.

Glas forekommer i naturen, hvor en hurtig afkøling af en lavastrøm har fundet sted.

Da der i dag i den petro-kemiske industri kan fremstilles produkter med tilsvarende egenskaber, er definitionen ikke længere entydig.

Glas fremstillet af glassdannende stoffer kan betegnes *silikatglas*, mens de petro-kemiske produkter betegnes *akrylglas* (plexiglas) el. andet.

H:2:2 Bygningsglas er silikatglas. Det fremstilles ved sammensmeltning af kvartssand, soda, kalk, metalsalte og eventuelt glasskår.

Kvartssandet er det *glassdannende stof* med smeltepunkt 1700°C.

Soda er *flusmiddel*, som tilsættes for at sænke smeltepunktet til ca. 1500°C. Det er ikke glassdannende.

Kalk tilsættes som stabilisator og metalsalte for at forbedre produktets *kemiske resistens*. De er ikke glassdannende.

Glasskår fra produktionsspild tilsættes råglasset (mengen) for at forbedre glassets kvalitet.

H:2:3 Råstofferne pulveriseres, blandes og smeltes. Den halvstivnede masse formes ved blæsning, trækning, valsning, støbning eller flydning (floatglas).

Det færdige glas er en klar, gennemskinnelig masse med en glat overflade, amorf struktur, glat brud og skørt.

H:2:4 Gennemskinneligheden er afgørende for glassets normale anvendelse. Der kan fremstilles farvet glas, som er uigennemskinneligt.

Alt klar glas er tillige *gennemsigtigt*, men gennemsigtigheden kan påvirkes af produktionsfejl, som medfører uregelmæssig lysbrydning og dermed forvanskning eller sløring af sigtbarheden.

I glas fremstillet efter floatprocessen forekommer sjældent planhedsfejl, blærer eller urenheder.

Bånd, tråde, blærer, sten er strukturfejl.

H:2:5 Lystransmissionskoefficienten for almindeligt klart glas er ca. 80-90%. Glas transmitterer det synlige lys med bølgelængder 380-780 nm og varmestråling op til 2500 nm. Kortbølget (ultraviolet lys, biologisk virksom stråling) under 300 nm standses af glasset.

Glassets optiske egenskaber kan ændres på forskellige måder. Ved tilsætning af metaller til råglasset kan glasset gennemfarves. Farvningen indebærer, at en del af lys- og varmetransmissionen gennem glasset mindskes, ligesom glasset arkitektonisk ændrer udtryk.

Farvet floatglas benævnes i fagsproget *absorberende glas*. Der er efterhånden et righoldigt sortiment at vælge imellem: Grå - bronze, grøn, pink og blå.

Glassets optiske egenskaber kan påvirkes. Til såvel teknisk glas som til bygningsglas fremstilles en lang række specialprodukter. Glas, der tillader ultraviolet lys at passere - der forhindrer ultraviolet lys at passere - der reducerer den synlige lystransmission - der reducerer solvarmegennemgang - der forbedrer varmeisolering - der mindsker blænding - der er refleksfrit - der er spejlende - der er gennemfarvet - der kan ændre udseende ved elektrisk påvirkning - der kan standse datastråling - røntgenstråling. Disse egenskaber tilføres glasset enten ved ændring af råglassammensætningen, overfladebelægning, laminering eller en kombination af disse.

H:2:6 Silikatglas har stor *kemisk resistens*, men angribes af fluorforbindelser og alkalier. Fluorforbindelser ætser glasset, alkaliske forbindelser opløser glassdanneren.

R. Persson: Flat glass Technology, London 1969. Sort obsidian i Yellowstone USA - Lipari-øen Italien - Tyrkiet. Plexiglas, se G:2:23

Kvarts: siliciumdioxid.

Soda: natriumcarbonat.

Blæsning anvendes næsten ikke mere til fremstilling af bygningsglas, kun til brugsglas.

Transparent = klart, gennemsigtigt. Translucent = diset, gennemskinneligt.

Bygningsglas skal derfor beskyttes mod kalk, cement og silikatmalinger o.l. Cementvand nedbryder glasset langsomt, silikatmalinger nedbryder det øjeblikkeligt.

Rent vand kan virke skadeligt i forbindelse med stadig overrisling eller konstant fugtig luft med meget kondens. Glasset bliver mat. Nyopståede skader kan dog fjernes ved rengøring.

Vinduer og glas i øvrige, udvendige bygningsdel bør rengøres jævnlige og at bevare den oprindelige overfladestruktur. Det er især vigtigt at renholde og beskytte glasoverflader i byggeperioden.

Glastage bør ikke projekteres med mindre hældning end 15° af hensyn til den selvrensende effekt. Alle udvendige glasoverflader bør være tilgængelige af rengøring/pudsning jævnligt.

H:2:7 Generelle fysiske egenskaber.

Densitet 2200-3000 kg/m³, almindeligt bygningsglas af silikatglas ca. 2500 kg/m³ = 2,5 kg/m² pr. mm tykkelse.

Varmeledningsevne (DS 418) 0,8 W/(m·K).

Dampdiffusionsevnen er 0, modstanden ∞.

Længdeudvidelseskoefficienten for sædvanligt bygningsglas regnes at være 0,009 mm/(m·K). Varmeabsorberende glas, trådglass o.l. bør ikke anvendes i større dimension end ca. 600×1200 mm.

Blødgøringstemperaturen ligger ved 530-560°C.

Temperaturspring over 60°C tåles ikke af almindeligt glas. Hærdet glas tåler spring op til 250°C

Opvarmning tåler glas ikke, det springer allerede ved lavere temperaturer under en brand. Trådglass er mere brandstabil.

Der fremstilles en række specialglastyper specielt til brandklasserne:

H:2:8 Lystransmissionsprocenter (380-780 nm)

Tabellen angiver procent af transmitteret lys ved rent glas. Snavset boligvindue har kun 65-75% af den angivne transmission. giver farvet lys giver farvet lys	glastype: gennemsigtigt	tykkelse transm. %	
		klart silikatglas	2-3 mm
	klart silikatglas	4-6 mm	85-90
	klart silikatglas	over 6 mm	80-85
	klart acrylglas	2-25 mm	90-92
	isoleringsglas	to-lag	73-85
	isoleringsglas	ter-lag	63-78
	isoleringsglas	fire-lag	55-71
	lamineret glas	over 4 mm	75-82
	metalbelagt glas		20-30
	varmeabsorberende glas	grå, 6,5 mm	30-50
	glastype: ugennemsigtig	tykkelse transm. %	
	råglas, ornamentglas		ca. 80
	matglas, opalglas		ca. 40
	glasbygningssten		ca. 80
	profilglas, vægelement	enkelt	80-90
	profilglas, vægelement	dobbelt	70-80
til ovenlys	metaliseret acryl		ca. 50
til ovenlys	glasfiberarm. polyester	enkelt	ca. 85
til ovenlys	glasfiberarm. polyester	dobbelt	ca. 77

Transmissionsprocenterne gælder ved indfaldsvinkel 90°-60°. Transmissionsprocenterne nedsættes med 10% ved indfaldsvinkel 35°-60°. Transmissionsprocenterne nedsættes med ca. 30% ved lavere indfaldsvinkel. Ugennemsigtigt glas har difus lysgennemgang og transmissionsprocenterne påvirkes derfor ikke af ændringer i indfaldsvinkelen.

DS 410 har en fiktiv middelværdi 2650 kg/m³. Særlig ved store ruder er det nødvendigt at undgå konstruktioner, der forhindrer glassets ensartede og frie udvidelse.

En glasrude med sidelængde 1 m vil ved en temperaturstigning på 100°C blive 0,9 mm længere.

F=flamme- og røgstoppende
BD og BS=Branddrøje og brandsikre konstruktioner, der er flammestoppende, røgstoppende og varmestoppende.

Trådglass kan indgå i F30-konstruktioner DS. Andre specialglas kan indgå i F30 - F60 - F90 - BD30 - DB60 - BD90 - BS30 - BS60 - BS90 konstruktioner i henhold til særlige godkendelser.

Flerlagsglas nedsætter lystransmissionen. Samme lysindfald, som opnås med 1 m² enkelt glas kræver ca. 1,2 m² to-lagsglas eller 1,3 m² tre-lagsglas.

Planglas

H:2:9 Produktionen af planglas omfatter: floatglas, maskintrukket glas, råglas, spejlglass, ornamentglas, isoleringsruder, monierglas og visse andre specialglas.

Maskintrukket glas fremstilles ved at den halvstive glasmasse trækkes gennem et system af valser, i begyndelsen lodret, og omdannes til et endeløst glasbånd, som efter afkølingen skæres til i passende formater.

Sortering efter kvalitet finder sted efter mængden af ridser, blærer og andre fejl; sorteringsreglerne er ikke standardiserede. Helt fejlfrit trukket glas leveres ikke.

Maskintrukket glas anvendes nu fortrinsvis til specialglasser.

Planglas til bygningsbrug fremstilles efter floatprincippet (flydeprincippet).

Floatprocessen giver et specielt plant og transparent glas, som markedsføres.

Råmaterialerne smeltes ved en temperatur på 1650°C, og den flydende glasmasse føres ud på et bad af smeltet tin, hvor det formes til et bånd på mellem 2 og 19 mm tykkelse i 3210 mm bredde. Dette bånd føres derefter gennem en færdiggørelsessektion, hvor det gradvist afkøles.

Efter 400 m opdeles glasset i enten store formater »Lehr-end sizes, LES« til fabrikkens eller kunders lager, eller i mindre størrelser »Standard stock sizes, SSS«, der er egnet til mindre produktionsenheder eller anden anvendelse.

Hele processen, fra vejning af råmaterialer til opskæring af glasset og placering på stativ, er computerstyret.

Overfladerne på floatglas er så planparallelle, at glasset ikke fordrer efterbehandling, selv ved produktion af spejle.

Farver, tykkelser m.m.

Klar 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 15 - 19
Bronze 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12
Grå 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12
Rosa 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10
Blå 6 - 8

Tolerancer på tykkelser:

2-6 mm: +/- 0,2 mm
8-12 mm: +/- 0,3 mm
15 mm: +/- 0,5 mm
19 mm: +/- 1,0 mm

H:2:10 Råglas er ikke gennemsigtigt. Det fremstilles som valset glas eller støbt glas. Valset råglas leveres i tykkelser op til 30 mm. Det fremstilles ved at glasmassen udstøbes i en form med en dybde svarende til den ønskede glastykkelse, glasmassen vales ud til en plade, som derved får en ujævn, men glat overflade.

Støbt råglas fremstilles ved at overløbet fra et støbekar passerer gennem et system af dobbeltvalser. Det leveres i tykkelser 3-10 mm, formater op til 6 m². Støbt glas er mindre skørt og kan bl.a. anvendes til bordbelægninger.

H:2:11 Spejlglass er planglas med mekanisk behandlet overflade. Til fremstilling anvendes råglas af god kvalitet, som ved slibning gøres helt plant.

Ved den ældste metode lægges råglas i en gipsseng og slibes på en side ad gangen. Den nye metode er direkte: glasset støbes i vandret plan i en kontinuerlig proces, som afsluttes med at begge sider samtidig slibes. Til slibningen anvendes i begge processer roterende støbejernsskiver og slibepulver af voksende finhed.

Spejlglass leveres i formater op til 20 m² i normaltykkelse 5-6 mm samt i større tykkelse fra 8 til 33 mm. Spejlglass anvendes kun til specielle opgaver.

Floatglas er en varmepoleret form for spejlglass, det fås i normaltykkelse og op til 19 m². Det anvendes til spejle og vinduesruder.

H:2:12 Ornamentglas er ved et præget ornament gjort ugennemsigtigt. Det er ikke glat på den ornamenterede side. Det kan produceres af trukket glas ved at glasbåndet, endnu mens det er blødt.

Fremstilling af maskintrukket glas er udviklet så sent som 1920, mens glasblæsning har været kendt af ægypterne, og romerne allerede anvendte vinduesruder. Floatmetoden blev for alvor taget i brug omkring 1960 og er nu den altdominerende fremstillingsmetode af planglas

Den nye metode kaldes twin-metoden, udviklet af Pilkinton Brothers ca. 1938. Twin-maskinen er ca. 300 m lang, glasbåndets bredde er 3 m.

Egentligt *ornamentglas* fremstilles af valset glas med valser, der er forsynet med prægemønstre.

H:2:13 *Isoleringsruder* fremstilles af to eller flere lag glas med hermetisk lukkede luftlag imellem, samlet med kantlister af metal, gummi, plast, eller ved sammensmeltning af glaslagene. Der kan anvendes fra to til fem lag glas og farvet glas kan anvendes sammen med klart glas. *Lystransmissionen* aftager kraftigt med antallet af glaslag.

Isoleringsruder kan fremstilles af maskinglas, floatglas eller spejlglas. Der anvendes glastykker på 3-19 mm med 4-24 mm luftmelletrum. Største leveringsformat er 18 m². De kan leveres med lige tykke ruder og med forskelligt tykke ruder. Luften mellem glassene er affugtet for at undgå dugdannelse.

Dimensionstabel 2- og 3-lags termoruder:

Max. areal m ²	Største side mm	Glas-tykkelse mm	Profil mm	Max. side-forhold	2-lag Vægt pr. m ²
2,00	2000	4	6	6:1	20
2,50	2500		9	6:1	
3,30	2600		12	6:1	
3,30	2600		15	6:1	
2,50	2500	5	6	10:1	25
3,50	3000		9	10:1	
5,00	3000		12	10:1	
5,00	3000		15	10:1	
3,00	3000	6	6	10:1	30
4,50	3000		9	10:1	
7,00	3500		12	10:1	
7,00	3500		15	10:1	

Max. længste side 2-lag 3500 mm, 3-lag og lavenergirude 3000 mm.
Max. korteste side 2-lag 2750 mm, 3-lag og lavenergirude 2300 mm.
Min. største side 2-lag 250 mm, 3-lag og lavenergirude 250 mm.
Min. korteste side 2-lag 100 mm, 3-lag og lavenergirude 100 mm.
Ved større formater bestemmes glastykkelsen i hvert enkelt tilfælde.

Isoleringsruder *termiske isoleringsevne* er bedre end enkeltruder. Isoleringsevnen kan forbedres ved udskiftning af den atmosfæriske luft mellem glassene med en luftart med lavere varmeledningstal. De såkaldte energiruder fremstilles af floatglas med belægning af ædelmetaller. Isoleringsevnen forbedres herved med op til 75%. Det giver en U-værdi på ca. 1,1 W/m²K.

Lydisoleringen er ved isoleringsruder som for enkeltglas med tykkelse som summen af glaslagene tykkelse. Ved luftmelletrum på over 12 mm forbedres lydisoleringen noget, ved anvendelse af forskellige glastykker opnås yderligere forbedring.

H:2:14 *Monierglas* eller *trådglass* er råglas eller spejlglass med indvalset trådnæt, hvis masker kan være sekskantede som kyllingenet (kun i råglas) eller kvadratiske. Anvendes til brandsikre ruder i trappevægge, til splintsikre ruder i gadedøre, butiksdøre m.m.

Splintsikkert glas kan fremstilles ved laminering af to eller flere lag glas med plast, f.eks. polyvinylbutyral. *Lystransmissionen* nedsættes derved til 75-80%. *Lamineret glas* leveres i tykkelse fra 4 mm.

H:2:15 *Hærdet glas* fremstilles ved opvarmning til ca. 650°C og efterfølgende hurtig afkøling i luft. Hærdet glas kan ikke tilskræres og leveres derfor ligesom de øvrige sikkerhedsruder i færdige mål. Tykkelse 12-19 mm.

Lystransmissionsprocenter se H:2:8 - tabel.

Glastykkelsen er uden nævneværdig betydning for varmeisoleringen.

*Transmissionskoefficienten for glasarealet alene er i DS 418 fastsat således: enkelt glas 7 W/(m²·K)
2 glaslag: afstand 7 mm 3,4 W/(m²·K)
afstand 9 mm 3,3 W/(m²·K)
3 glaslag: afstand 7 mm 2,4 W/(m²·K)
afstand 9 mm 2,2 W/(m²·K)*

Både varmeteknisk og lydteknisk er konstruktioner med karme med brudt kulde- og lydbro bedre end isoleringsruder.

Monierglas kaldes også Georgianglas efter et specialfabrikat.

H:2:16 *Matglas* er spejlglass behandlet med sandblæsning eller flussyre.

Mælkeglas (opalglas) fremstilles af glassmasse tilsat fosfor- eller fluorforbindelser og er helt hvidt.

Farvet glas kan fremstilles i samtlige ovennævnte former, når der til glassmassen tilsættes metaloxider. Farvet glas fremstilles gennemsigtigt med transparente farver, ugenomsigtigt men gennemskinneligt (f.eks. råglas med transparente farver), samt ugenomsigtigt og ugenomsinneligt med ikke transparente farver.

Farveudtrykket i glas kan også fremskaffes ved en ædelmetalbelægning.

Disse glastyper kan anvendes hvor der ønskes afskærmning af sollys og solvarme.

Kathedralglas er et råglas, fremstillet af farvet glassmasse.

Formgods af glas

H:2:17 *Formgods af glas* til byggetekniske formål er: glasblokke til indstøbning (betonglas) og indmuring (glasbyggesten), glastagsten, glasovenlyskupler, profilglas.

Formgods fremstilles ved presning i stålforme eller trykluftblæsning, de sidstnævnte bliver tyndvæggede og tåler ikke store påvirkninger.

H:2:18 *Betonglas* er runde eller kvadratiske, skålformede 120 mm, 120×120, 150×150, 50-100 mm tykke. De anvendes til indstøbning i armerede vægge og dæk. Betonglas fås såvel med glat som med ru overflade. De er ikke gennemsigtige.

Særlige *prismeglas* fremstilles til indstøbning, hvor man ønsker lyset ledet i en bestemt retning.

H:2:19 *Glasbyggesten* fremstilles ved sammensmeltning af to hule glasskåle. De fremstilles såvel gennemsigtige som ugenomsigtige med råglaskarakter eller ornamentering.

Størrelser: 200×200 mm, 100 mm tykke, 240×115×80 mm.

Glasbyggesten må ikke opmures samtidig med det omgivende murværk, men indmures senere med spændingsudlignende fuger hele vejen rundt, der må ikke opstilles større vægge end ca. 10 m², fugetykkelsen er 5-8 mm, hver tredje fuger med indlagt armering, som ikke må røre ved glasset.

H:2:20 *Glastagsten* fremstilles til forskellige typer tagsten; til bølgeplader fremstilles *bølgeglas* med trådarmering eller glasfiberbølgeglas som er plastplader med glasfiberarmering.

Ovenlyskupler fremstilles runde eller firkantede ved støbning eller presning med diameter op til 1,1 m eller kantlængde op til 1,8 m, med pyramideformet profil. Kupler fremstilles både med enkeltglas og 2-lagsglas, samt ved trådarmering.

H:2:21 *Profilglas* er valsede U-profiler af silikatglas, eventuelt med armering af langsgående tråde; leveres i færdig afkortede længder indtil 3,5 m. Profilen er 265 mm bred og 50 mm dyb, leveres også i 170 mm og 500 mm bredde. Profilglassene er selv bærende i hele højden, de er ugenomsigtige.

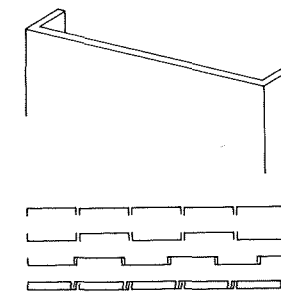
Fluorbrinte H₂F₂ specielt tonet glas (coatet).

Farvet, ugenomsigtigt glas anvendes i facadebeklædninger.

Glasmosaikstifter, se kap. O:2.

Glasuld og skumglas se kap. H:4.

Glasbyggesten kan også leveres med indbygget oplukkelig ventilramme.



Profilglas

H:3 Fiberbetonmaterialer

SfB f6

Definition og egenskaber

H:3:1 *Fiberbetonmaterialer* er cementbaserede produkter, der er armerede med et fibermateriale.

I mange år var asbest det eneste fibermateriale man anvendte. Nu er anvendelse af asbest forbudt. Det blev i 1970-erne erkendt at der er *sundhedsfare* forbundet med indånding af asbestfibre (asbeststøv). Risikoen opstår i produktionen, men også ved bearbejdning og montage af plader etc. i byggeriet, samt når opsatte plader beskadiges.

Fiberbeton se E:6:10

Arbejdsministeriet har derfor udsendt: »Bekendtgørelse om anvendelse m.v. af asbest«, som indeholder forbud mod anvendelse af asbest og produkter med asbest fra den 1. januar 1980. Ifølge en dispensationsaftale mellem producent og myndigheder vil totalt produktionsstop være effektiv fra udgangen af 1987 og asbestholdige materialer ikke blive udleveret fra midten af 1988. Dette betyder at anvendelse af asbestholdige materialer, f.eks. fra endnu eksisterende lagre, vil være ulovlig efter 1. juli 1988.

De tidligere i byggeriet lovligt anvendte asbestholdige materialer findes imidlertid i vore bygninger, tagplader, facadeplader o.s.v. og sundhedsrisikoen ved bearbejdning, nedtagning, beskadigelse af disse plader er stadig til stede. En oversigt over, hvor sådanne materialer findes og hvordan de skal behandles, findes i SBI-anvisning 153: Asbestholdige materialer i bygninger.

Der arbejdes med udviklingen af andre fibermaterialer. Ingen eksisterende fibre har imidlertid de samme gode egenskaber i byggeteknisk henseende som asbestfibre, der findes således ingen andre absolut brandsikre fibre. Cellulosefibre er fugtfølsomme (ikke fugtbestandige og ikke formstabile), glasfibre og plastfibre har ikke samme vedhængningssevne til betonen (de er glatte, rette = silketråd, mens asbest er trevlet = uldtråd).

Danske og norske producenter har eksperimenteret med fugtimprægneret cellulosefibre. Siden 1980 markedsføres et dansk produkt med en blanding af imprægnerede cellulosefibre og specielt udviklede polypropylenfibre (»modhagefibre«). Men udviklingen kan medføre helt andre fiberprodukter.

H:3:2 *Fiberbetonmaterialerne* er ubrændbare og korrosionsbestandige, har plan og jævn overflade og kan fremstilles meget tyndvæggede som plane plader, bølgeplader og rør.

Materialerne kan skæres, sømmes, bores, men er skøre og ikke modstandsdygtige over for slag. Ved opvarmning over 300°C sker der sprængninger. De er vandtætte.

Materialerne er uden indfarvning cementgrå. Indfarvning samt overfladebehandling er mulig.

H:3:3 *Fysiske egenskaber:*

Densitet 1700 kg/m³, ubrændbart materiale i klasse A (efter DS 1057), øvre brændværdi <2,5 MJ/kg.

Varmeledningstal er 0,4-0,5 W/(m·K) men uinteressant, da materialerne normalt anvendes i små tykkelser omkring 10 mm.

Dampdiffusionsevnen er stor, 8 mm plade er ligeså åben som 110 mm mursten.

H:3:4 Produktionen af *asbestholdige byggevarer* omfattede tagplader med bølgeprofil, små glatte tagplader, facadeplader, indvendige beklædningsplader, brandsikre plader, samt rør og andre færdigdele.

De samme varettyper skal også for fremtiden kunne leveres i den nye *asbestfrie produktion*. Omstillingsprocessen forventes at være afsluttet i løbet af 1988, enkelte produkter udgår dog helt.

H:3:5 *Cementcelluloseplader* indeholder cellulosefibre og er kun til indiv. brug. Cellulosefibrene giver lavere densitet: 1400 kg/m³ og dermed lavere varmeledningstal: 0,4 W/(m·K). Dampdiffusionsevnen er ca. dobbelt så stor som for fiberbeton.

H:3:6 *Kalciumsilicatplader* indeholder fibre af stenuld, glas og cellulose.

Pladerne har lav densitet: 780 kg/m³ og varmeledningstal: 0,15 W/(m·K). De er dampåbne og tåler opfugtning uden dimensionsforandringer.

H:3:7 *Glasfiberplader* er plane plader med glasfiberarmering. Produktet er så nyt, at data ikke foreligger. Densiteten er som beton ca. 2000 kg/m³.

Den hygiejniske grænseværdi - maksimalt indhold af asbestfibre i indåndingsluften - er nedsat fra 2 til 1 fiber pr. cm³.

Arbm. bek. nr. 468 af 13. nov. 1979.

Alt hurtiggående skæreværktøj skal være med effektiv støvafsugning, også ved udendørs arbejde på byggepladsen.

SBI-anv. 153 udk. 1986 med tillæg »Forsøg og indkapsling«.

Fiberbetonvarer kan indfarves i blåsort, rødt og grønligt, men farverne er - trods årelange forsøg - ikke holdbare over for vejrliget.

Z-værdier se kap. Y.

Gammelt varenavn: Eternit.

Nyt varenavn: Ny Eternit.

Varenavn: Navilite - Deflamit

Z-værdi/cm ca. 2 GPa·m²/slkg

Produkter

H:3:8 Da asbestfrie produkter er i handelen omtales kun de asbestfrie produkter. *Glatte tagplader* leveres rektangulære 360×600 mm, 4 mm tykke, til skifer-tækning i farverne cementgrå og sortblå. Vægt ca. 22 kg/m² tagflade.

H:3:9 *Bølgeplader* med forskellige formater leveres fuldkantede eller med hjørneafklip og skruehuller.

Der leveres en bred, dyb bølgeprofil, betegnet B6. Formatet er: pladestørrelse b×h 1090×1220 mm, profilhøjde 55 mm, montagebredde 1018 mm, montage længde ved fast lægteafstand og anvendelse af plader med afskårne hjørner 1070 mm, montagehøjde 62 mm. Pladen dækker ca. 1 m² tagflade, vægt pr. plade 15 kg.

Halve plader leveres med samme bølgeprofil under betegnelsen B7. Pladestørrelse b×h 1100×610 mm, montagebredde 1025, montage længde 460 ved fast lægteafstand. Hver plade dækker 0,45 m² og vejer 7,5 kg.

Pladerne leveres i farverne cementgrå (kun B6), sortblå, rødbrun, mokka samt B7 tillige teglrød og rødflammet.

H:3:10 *Beklædningsplader* leveres i format 1200×3050 mm i tykkelse 6 og 8 mm, farve cementgrå. Hårdtpressede *facadeplader* leveres i samme format og tykkelser.

Farvede facadeplader leveres i formater 1240×2520 mm og 1240×3070 mm, i tykkelserne 4 og 7,5 i 19 farver med glat overflade.

Facadeplader med påklæbet stengranulat i 5 forskellige farvenuancer leveres i samme format som hårdtpressede facadeplader (der er basisplade) og med 5 eller 8 mm granulatlag, totaltykkelse 12-15 mm. Vægt 24 kg/m², 1755 kg/m³. Limen er en ikke defineret frostfast plastlim.

Glasfiberarmede facadeplader og -facadedele leveres i formater og former efter opgave af forskellige betonelementproducenter. Overfladen kan være glat eller med pålagte sten i forskellige størrelser. Karakteristisk tykkelse er 8 mm, karakteristisk densitet 2000 kg/m³, vægt ca. 20 kg/m².

Der leveres endvidere facadeplader af glasfiberarmeret polyester i tilsvarende størrelser. I disse plader er cementen som bindemiddel erstattet af polyester.

H:3:11 *Indvendige beklædningsplader* er cementcelluloseplader, format 1200×2500/3050 mm i tykkelser 3,5 og 8 mm, grå farve. Leveres også med perforering som lydabsorberende plade.

Endvidere *kalciumsilicatplader*, der er ubrændbare og fugtbestandige. De leveres grå i format 1230×2440 mm, tykkelser 10 - 13 - 16 - 19 - 22 mm samt hvide i format 1200×2500 mm og tykkelse 6 - 10 - 13 mm.

H:3:12 *Formgods* af fiberbeton er murafdækninger og sålbænke, som fremstilles uden asbest. De fremstilles i to bredder passende til forskellige murtykkelser og falsbredder. Sålbænkene leveres med glat, grå overflade eller med sort, acrylbehandlet ru overflade. Murafdækninger kun ru, sorte.

H:4 Isoleringsmaterialer

UDK 699.8

Definition

H:4:1 *Isoleringsmaterialer* af træ, tegl, letbeton og plast er omtalt i de foregående kapitler.

IDS 418 »Beregning af bygningers varmetab« er herudover som materialer anført: mineraluld, kork, celledglas, træbeton, halmplader og gipsplader. Disse byggevarer skal her kort behandles.

Varenavn: Ny Eternit.

Varenavn: Glasal.

Varenavn: Granitex

Varenavn: Glaton.

Varenavn: Siroc og Steni

Varenavn: Internit, Perforit

Varenavn: Navilite, Deflamit

Isoleringsprincipper se kap. S

Kork se H:5:2ff.

Mineraluld

H:4:2 Mineraluld er fællesbetegnelsen for de *fibermaterialer*, der fremstilles af smeltet glas eller sten.

Materialerne benævnes glasuld eller stenuld; slaggeuld produceres ikke mere i Danmark.

H:4:3 *Glasuld* produceres ved at glasråstofferne (sand, soda, kalk, dolomit m.m.) blandes og smeltes ved 1400°C. Glasmassen tages ud af ovnen gennem slyngemaskiner, der ved hjælp af meget hurtigt roterende mundstykker med fine huller frembringer de meget lange, tynde glasfibre.

Ved hjælp af påsprøjtet fenolharpiksopløsning sammenbindes fibrene i berøringspunkter når de lander på et transportbånd, der fører dem gennem en hærdeovn. Her sammenpresses materialet til den ønskede tykkelse og densitet.

H:4:4 *Stenuld* (rockwool) produceres af stenmaterialer, (hovedsagelig diabas), som smeltes i store kupolovne ved 1500°C. Aftapningen sker over hurtigt roterende hjul, der slynger massen fra sig i form af dråber, som trækker en tråd efter sig.

H:4:5 Glasuld og stenuld adskiller sig kun i fiberkarakteren, idet glasuldens fibre er lige tykke og ret lange, stenuldens fibre er minimalt tilspidsede og kortere, samt at stenulden indeholder perler (de oprindelige dråber).

Mineraluldfibrene er ca. 0,005 mm i diameter, materialerne har uldagtig overflade og er gullige til grønligbrune. Glasuldprodukter fremstilles med hvide fibre, den gule farve skyldes bindemidlet.

H:4:6 *Mineraluldprodukterne* leveres med densiteter fra 10-300 kg/m³. Varmeledningsevnen er mindst ved densiteter 20-150. Typerne betegnes med λ-klasser.

Varmeledningsevnen (praktisk - for materialet monteret in situ) angives med λ-klasse i W/m·K.

Mineraluld er *diffusionsåben* og har helt åbne fiberstruktur. Luftindholdet er ca. 95 rumfangs%. Den åbne fiberstruktur tillader nogen luftpassage ved rumvægte mindre end 100 kg/m³

Mineraluldens store porøsitet og åbne struktur gør den velegnet som porøst materiale ved *lyddæmpning*.

H:4:7 Fibermaterialet i mineralulden er *ubråndbart*; derimod er fenollimen, som anvendes som bindemiddel brændbar, men forekommer kun i ringe mængde og påvirker derfor ikke brandegenskaberne meget. Ved materialer i papir er papiret afgørende for brændbarheden.

Temperaturbestandigheden er forskellig for stenuld og glasuld. Stenuld sintrer ved ca. 750°C og smelter ved ca. 1250°C, glasuld smelter ved ca. 600°C og smelter ved ca. 1000°C. Til anvendelse under specielle brandtekniske forhold findes specielle kvaliteter med meget lidt bindemiddel.

H:4:8 Mineraluld leveres som i ruller eller formstykker.

Endvidere leveres det indsyet i papir som *måtter*. Der leveres forskellige måttetyper med vindtæt papir diffusionstæt papir eller plast til anvendelse til forskellige formål, hvor papiret eller platen modvirker mineraluldens diffusionsåbne og luftåbne struktur.

Målene er tilpasset sædvanlige konstruktionsmål. Typisk måttebredde er 900 mm. Typiske mål for formstykker er 600×1000 og til hulmursisolering 200×900. Tykkelser fra 30-200 mm.

Til særlige formål leveres *specialtyper*: måtter forsynet med galv. trådnæt, særlige formstykker og rullebredder til rørisolering, fugestrimler samt halv-hårde og hårde plader til termisk isolering, akustisk isolering og som trykkudligningslag i flade tagkonstruktioner.

I nogen grad påvirker denne forskel i fiberkarakter materialerne. Glasuldens lange fibre vil lægge sig mere parallelt end de korte fibre i stenulden. Dette gør glasuldmaterialer mere bøjelige. Luftgennemstrømningen er større langs fiberretningen, mindre hvor fibre ikke har bestemt retning.

Perlerne i stenulden giver større luftgennemstrømningsåbenhed end glasuld med samme rumvægt. Men disse og andre forskelle har kun væsentlig betydning i forbindelse med laboratorieprøvning, ikke i praksis.

i h.t. DS 418

I konstruktioner med risiko for gennemblæsning skal enten anvendes måtter i vindtæt papir eller konstruktiv beskyttelse af endestykker af mineraluld.

Ligesom de to producenter har hver sin varebetegnelse, har de også forskellige indregistrerede betegnelser for måttetyper, filt m.m. Man bør undgå at benytte disse betegnelser (som f.eks. batts) ved generel omtale.

Skumglas

H:4:9 *Skumglas* (celleglas) har densitet ca. 150-200 kg/m³. Det kan skæres, sømmes og bores, er ubråndbart, formbestandigt og absolut diffusionstæt. Det er ikke udsat for korrosionsrisiko og angribes ikke af råd og svamp, men er ligesom alt andet glas ømfindtligt over for fluorforbindelse og alkaliske påvirkninger. Dette må man være opmærksom på i de tilfælde hvor der anvendes trykimprægneret træværk, idet der til visse midler anvendes fluor. Også risiko for cementvand må undgås.

H:4:10 Skumglas *produceres* ved at smeltet glas ekstruderes i ganske tynde strenge, som efter afkøling males til fint pulver. Glaspulveret blandes med kulpulver, blandingen fyldes i forme, opvarmes til ca. 950°C og afkøles langsomt hvorefter massen kan udskæres og fræses til blokke.

H:4:11 Skumglas *varmeisolerende* egenskaber beror på dets cellestruktur. Det har lukkede celler med 0,5-2,5 mm diameter og en hulrumsprocent mellem 93 og 98. Det praktiske varmeledningstal er for densitet 150 kg/m³ 0,06, for 200 kg/m³ 0,08 W/(m·K).

Da cellerne er lukkede, er skumglas *diffusinstæt* og fugtbestandig. Nogen vandabsorption kan ske i overfladernes itubrudte celler, det udgør ca. 0,2 rumfangsprocent ved sædvanlig blokstørrelse.

Trykstyrken er 0,7 MPa, men slagsikkerheden er ikke stor, på grund af de meget tynde cellevægge.

Træuldbeton

H:4:12 *Træuldbetonplader* fremstilles af træuld af granved med spåntværsnit på 4×0,3 mm; til såkaldte akustikplader finere spån på 1,5×0,3 mm. Træulden imprægneres, som regel med kalciumchlorid, fugtes, blandes med cement og presses i forme indtil cementen er hærdnet.

H:4:13 Pladerne *leveres* i 2 m længde og 750 mm brede i tykkelser 25, 35, 50, 75 mm, 1 m brede i 100 mm tykkelse. Endvidere fremstilles forskellige specialtyper som tagplader og elementer.

Pladerne er selvbærende.

Densiteten varierer med tykkelsen, tyndeste plader er forholdsmæssigt tungest. Ved bestemmelsen af det praktiske *varmeledningstal* regnes ved plader på 50 mm og derunder, densitet 350 kg/m³ varmeledningstal 0,09 W/(m·K), plader over 50 mm 270 kg/m³, 0,085 W/(m·K).

Pladerne er *diffusionsåbne* og luftåbne. I ventilerede konstruktioner må varmeisoleringen sikres med vindspærre.

H:4:14 Træuldplader kan anvendes som porøse absorbenter ved *lyddæmpning*. Denne effekt er afhængig af pladetykkelsen, jo tykkere desto bedre.

Til akustiske formål anvendes både de grove plader og plader med fine spån, som dog kun fås i tykkelserne 35 og 50 mm.

Træuldbeton er brændbar i henhold til definitionen i DS 1057 pkt. 3.2., men opfylder i øvrigt bygningsreglementets krav og kan indgå i etagedæk som indskud og i ikke bærende vægge, når de pudses.

Halimplader

H:4:15 Af halm fra hvede og rug er der tidligere fremstillet *halimplader*. Pladerne imprægneredes mod råd.

Pladerne fremstilledes af finhakked halm, som under varme og tryk formedes til plader. Der limesede pap på pladesiderne og efter afkapning blev kanterne beklædt med papir.

Pladerne produceredes med densitet 300-400 kg/m³. De praktiske varmeledningstal var 0,095-0,12 W/(m·K).

Da skumglas som regel lukkes inde i konstruktioner, kan kemiske skader ikke observeres umiddelbart.

Skumglas leveres f.eks. i formater 500×500 og 450×600 samt halvformater. Tykkelser 40-100 mm.

Leveringsmulighederne for træuldbetonplader er usikre på grund af svigten- de produktion.

Densitet ca. 600 kg/m³, varmeledningsevne ca. 0,15 W/(m·K).

Der eksperimenteres for tiden (1991) med nye produktionsmetoder for halimplader.

Gipskartonplader

H:4:16 *Gipskartonplader* er beregnet til væg- og loftsbeklædning, hvor de kan anvendes som klasse 1 beklædning i stedet for rørvæv og puds.

De produceres med et lag af specialkarton. Langkanterne er forsænkede og beklædte, kortkanterne er skårne.

Plademålene er modulære, bredden er 1200 mm og længde 2220-3600 mm. Tykkelse: 13 mm.

Der fremstilles endvidere små plader til *loftsbeklædning*, dels til opsætning på forskalling, dels samlet i længder på revler til direkte opsætning uden forskalling, såkaldte gipspudsloftsbrædder.

H:4:17 Gipskartonpladernes *varmeledningstal* er ved densitet 800 kg/m³ ca. 0,18 W/(m·K). Vægt af 13 mm plade ca. 11 kg/m²

Gipskartonplader er dampåbne, noget mere end tilsvarende kalkpudslag. Pladerne kan ikke tåle opfugtning.

H:4:18 Pladernes forholdsvis store vægt gør dem velegnede til anvendelse i *lydisolerende vægge*, f.eks. lette dobbeltvægge beklædt med to lag 13 mm plader på begge sider.

Endvidere fremstilles perforerede plader til *lydregulerende formål* som loftsbeklædning.

H:4:19 Den størknede gips i pladerne indeholder krystalvand, som atter afgives, når plader udsættes for høje temperaturer. Processen kaldes *kalcinering* og er årsagen til pladernes brandhæmmende virkning.

Ved brandtemperaturer varer kalcineringen af en 13 mm plade ca. 15 min., ved lavere temperaturer varer det længere og ophører ved temperaturer under 45°C. Temperaturer over 45°C opstår på vægge og lofter bag elradiatorer og lysstofrør. Ved kalcineringen mister gipspladen sin mekaniske styrke og sammenhængen.

H:5 Gulvmaterialer

UDK 69.025.3

Definition

H:5:1 *Gulvmaterialer* af træ, natursten, fabrikerede sten, mørtel og beton er omtalt i de foregående kapitler.

I dette kapitel skal kort omtales følgende gulvbelægningsmaterialer: kork, linoleum, gummi, plast og tekstiler.

Kork

H:5:2 *Kork* er barken af korkegen. På grund af barkens mange luftfyldte, lukkede små celler er kork en dårlig varmeleder, hvilket gør den velegnet til isoleringsformål og gulvmateriale.

Kork brænder ikke, men forkuller, og den angribes ikke af råd og svamp.

Korkmaterialers farve er korkens naturfarver fra helt lysegulbrun til mørkebrun. Indfarvning er ikke mulig.

H:5:3 Af kork fremstilles granuleret kork, isoleringsmaterialer og gulvmaterialer. *Densiteter*: granuleret kork (hasselnødstore korn) ca. 70 kg/m³, expanderet kork i isoleringsplader ca. 140-200 kg/m³, pressede gulv- og vægplader ca. 500 kg/m³.

Varmeledningstal: 70 kg/m³ ca. 0,04 W/(m·K), 140-200 kg/m³ ca. 0,038-0,046 W/(m·K), 500 kg/m³ ca. 0,08 W/(m·K).

Kork er *dampdiffusionsåben*, som andre træmaterialer.

H:5:4 *Granuleret kork* kan direkte bruges som isolerende fyld; det fremstilles af kork, som ved særlig behandling er bragt til at bulne - ekspandere.

Isoleringsplader af sammenpresset, ekspanderet kork fremstilles indtil 100 mm tykke.

De produceres også 9 mm tykke især til småplader.

Z-værdi 13 mm 0,43

GPa·m²·s/kg.

Der produceres også overfladebehandlede plader til beklædning af lette facader – og til underlag i tage og ydervægge.

Gipskemi se D:3:9

Den for elinst. tilladte makstemp. er 85°C.

Gulve, konstruktionsprincipper se kap. O.

Korkegen gror bl.a. på Sardinien og i Spanien. Det er et stedsegrønt træ, veddet bruges ikke, barken kan høstes hvert tiende år.

Z-værdi ved 8 mm 1,3 GPa·m²·s/kg.

Granuleret kork, isoleringsplader og kork i banevarer anvendes som underlag i forbindelse med gulvkonstruktioner, dels for at opnå termisk isolering, dels for at opnå trinstøjdæmpning.

H:5:5 *Væg- og gulvbelægningsmaterialer* fremstilles af sammenpresset kork i forskellige tykkelser.

Råkorkegen sammenpresses i stålforme under varme, hvorved noget af korkens harpiks svedes ud og virker som bindemiddel. Pladerne er lune, bløde, meget gangegnede og ret slidstærke, men kan oprives af groft fodtøj. Gulvpladerne er som regel 300×300 mm store og 3,2-8 mm tykke. Vægplader 2 mm tykke og i større formater.

Almindeligvis leveres korkparket ubehandlet til efterbehandling med lak eller voks. Ubehandlede plader er vanskelige at renholde.

Der leveres også korkfliser af 2,5 mm kork med 0,5 mm tykt overtræk af klart eller transparent, kulørt PVC. Overtrækket forøger slidstyrken.

Linoleum

H:5:6 *Linoleum* er fremstillet af korkmel. Til fremstillingen anvendes endvidere linolie, som ved iltning omdannes til en gummiagtig masse, der sammen med harpiks danner bindemiddel. Dette rives til pulver (»linoleumcement«), som blandes med korkmelet i lige dele, evt. tilsat farvepulver. Blandingen presses ved hjælp af varme valser til underlaget, som tidligere altid var hessian eller lærred, men nu også kan være svært papir, glas- eller plastfibervæv.

Linoleum leveres i forskellige tykkelser til *væg* og *bordbeklædning* og til *gulvbelægning* (1,5-4 mm) og i *baner* fra 1830 mm til 3660 mm bredde i længder op til 30 m.

Linoleum leveres i sin naturlige brune farve eller indfarvet i mange forskellige farver ensfarvet og i mønstre. Mest almindelig er *marmoreret* linoleum, det mest praktiske er *jaspé*, som er næsten ensfarvet med svage mørkere nistre. Andre mere eller mindre fantasifulde mønstre fremstilles. Det vigtigste er, at farven er gennemfarvet og ikke kun påtrykt. Linoleums mange farvemuligheder, behagelige blødhed, lette renholdelse, store slidstyrke, normalt gode skridsikkerhed, og enkle renholdelse (let sæbevand), gør det til en af de bedste gulvbelægninger.

Linoleum er et *damp tæt* materiale. Det skal vedligeholdes på en sådan måde, at det ikke affedtes og tørrer ud.

Korklinoleum

H:5:7 *Korklinoleum* er en organisk gulvbelægning med samme opbygning som linoleum, men med et højere indhold af groft formalet kork, der er valset på et bærelag af jutevæv.

Korklinoleum leveres ligeledes i ruller i 2 m bredde og ca. 30 m længde, men kun i tykkelserne: 3,2 mm, 4,5 mm og 6,0 mm.

Korklinoleums anvendelsesområde er især mødelokaler, arkiver, musiklokaler, sløjdllokaler, gymnastiksale, EDB-rum, plejehjemsværelser, terapirum, hotelværelser m.m.

Gummi

H:5:8 Råstoffet til gummi er *kautsjuk*, som udvindes i form af gummimælk fra tropiske gummitræer. Naturkautsjuk koagulerer til rågummi, som er elastisk og under påvirkning af varme og tryk bliver plastisk (formbar).

Rågummi vulkaniseres ved opvarmning med svovl, med tilsætning af ca. 5% svovl fås blødgummi, som er elastisk og slidstærk og kemisk modstandsdygtig. Blødgummi med forskellige fyldstoffer, som kaolin, kridt, kønrøg, er råmateriale til gummigulve.

H:5:9 *Gummigulve* fremstilles dels i en blød kvalitet, som leveres i baner 1200 mm brede og 25 m lange, normaltykkelse 5 mm, og dels i en hård kvalitet som fliser 300×300 mm og 400×400 mm.

Til gulvbelægning anvendes normalt tykkelsen 3,2 mm, eventuelt 2,5, til bordbeklædning 2 mm, til væg- og dørbeklædning 1 mm på papir. Z-værdi 2,5 mm 250 GPa·m²·s/kg.

Gummimælk, latex, udvindes af paragummitræet, Indonesien.

Gummi giver et slidstærkt, lyddæmpende gulv, som er let at holde rent; på steder, hvor det ikke slides, vil det dog skørne med tiden. Gummigulve er ikke skridsikre, når de er fugtige; bløde gummigulve kan virke klæbende. Anvendelsen begrænses af, at de ikke tåler stærke syrer, olier og fedtstoffer, heller ikke sæbe.

Gummigulve er meget *damptætte* med en Z-værdi på over 5000 GPa·m²·s/kg pr. 5 mm tykkelse.

H:5:10 Kunstgummi - eller syntetisk gummi - anvendes til fremstilling af gummigulvmaterialer med bedre ældningsegenskaber end naturgummimaterialer. Syntetiske gummier har også betydning for fremstilling af syre- og oliebestandige gulvmaterialer.

Kunstgummi indgår i produktionen af gulvmaterialer på lige fod med naturgummi. Det er især styregummi og butylgummi.

Plast

H:5:11 Forskellige plast anvendes til gulvmaterialer. PVC anvendes til vinylgulvbelægninger. PVA, epoxi og polyester anvendes til spartelmasser. Syntetiske fibre af polyamid (nylon) eller polypropylen anvendes til gulvtextiler.

Vinylmaterialer fremstilles med PVC som bindemiddel (sampolymerisater af PVC og PVA forekommer) og tilsætning af blødgørere, stabilisatorer, fyldstoffer og pigmenter. Massen presses eller vales under opvarmning. Banevarer leveres i 1,2 til 3 m bredde, tykkelse 1,5-5 mm; udstansede fliser 300×300 mm eller 500×500 mm.

H:5:12 Fyldstoffer kan være sand, mineralske fibre, samt træmel. Kvaliteten afhænger af fyldstoffets art og mængde.

Normalt indeholder vinyl mindst 25% PVC og er ret hårdt, skridsikkert, men ikke gangbehageligt og ikke trinstøjdæmpende. Med et indhold af PVC på 40-50%, er materialet blødt og bøjeligt, mere slidstærkt og betydeligt behageligere at gå på, samt noget trinstøjdæmpende.

PVC-gulvmaterialer er ret *damptætte*. De giver problemer med statisk elektricitet.

PVC-materialer tåler ikke organiske opløsningsmidler (acetone, terpentin). Sulfonerede rengøringsmidler skader, hvis de ikke aftørres omgående.

H:5:13 Vinylgulvbelægningsmaterialer fremstilles som homogen vinyl, svejsbar vinyl, vinylskumplast, vinylfilt og kvartsvinyl.

Alle PVC-materialer leveres i forskellige indfarvninger og mønstre. Kun få leveres ensfarvet. Der stilles skærpede krav til PVC-banevarer, der anvendes i vådrum. (Gulvbranchens vådrumskontrol, GVK)

H:5:14 Homogen vinyl består af 40-50% PVC, ikke lagdelt, de leveres som banevare op til 1,5 m bredde og i fliseform.

Svejsbar vinyl består af et slidlag af svejsbar vinyl med 80-100% PVC og et bærelag af 40-50% PVC. Leveres som banemateriale op til 2 m bredde. Visse kvaliteter homogen vinyl og vinylskumplast kan svejses.

Vinylskumplast består af et slidlag med indtil 80% PVC på et bærelag af 100% opskummet vinyl. Leveres som banevare op til 2 m bredde.

Kvartsvinyl fremstilles af PVC, stabilisatorer, pigmenter og kvarts. På grund af kvartsindholdet kan belægningen benyttes til gulve med en relativ høj restbyggefugt. Kvartsvinyl leveres i tykkelser fra 1,5-3,2 mm og i størrelserne 300×300 mm og 600×600 mm.

Vinylfilt består af et filtunderlag med slidlag af op til 80% PVC. Leveringsform indtil 4 m brede banevarer.

H:5:15 Harpiksfliiser er produkter af svingende kvalitet fremstillet af asbest og stenmel med naturharpiks eller kunstharpiks som bindemiddel. (Tidligere anvendtes også asfalt som bindemiddel, men det er forladt fordi man hermed ikke kan fremstille lyse kulører.)

Materialet er ret skørt og knækker, hvis underlaget ikke er absolut plant eller er fjedrende.

Syntetisk gummi se elaster G:3:15ff.

Plast til gulvbelægninger se G:2 termoplast

Asbestfibre anvendes ikke mere som fyldstof.

Z-værdi for 2 mm PVC 500 GPa·m²·s/kg

Vinylkork er en betegnelse for korkgulv med klar PVC-overflade, se H:5:5.

Cushioned vinyl er et ringe produkt, principielt et tagpaplignende underlag med et ganske tyndt PVC slidlag. Visse fabrikater bliver efter produktionen glattet eller præget gennem endnu en valsning.

Den - forkerte - betegnelse asfaltfliser anvendes stadig på amerikansk »asfaltfliser«. Den - korrekte - betegnelse harpiksfliiser anvendes på svensk »hartsplattor«.

Z-værdi 1 mm epoxispartelmasse ca. 200 GPa·m²·s/kg

H:5:16 Spartelmasser leveres i malingsagtige til mørtelagtige konsistenser af epoxi, polyuretan, polyester eller akryl. Ud over plastbindemidlet indeholder de fyldstoffer og pigment. De anvendes til udlægning af slidlag i tykkelser fra 1 til 10 mm.

De tåler ikke opløsningsmidler etc., polyester tåler ikke alkaliske stoffer.

Gulvtextiler

H:5:17 Gulvtextiler kan defineres som gulvmaterialer beregnet til afsluttende gulvbelægning i hele rummets udstrækning, fortrinsvis på underlag, der ikke i sig selv accepteres som færdig gulvoverflade.

Slidfladen i gulvtextilet skal være fremstillet af naturlige eller syntetiske fibermaterialer.

Gulvtextiler kan fremstilles af fibre efter to vidt forskellige metoder: fibre kan sammenfiltes eller kan spindes til garner, der da væves sammen.

Filtede materialer bliver forholdsvis flade, *vævede materialer* har et lavlag, som igen kan bestå af løkker eller være opskåret.

H:5:18 Fiberlaget kan være *naturfibre*, f.eks. uld, bomuld, fæhår, kokos, sisal, søgræs, eller *syntetiske fibre*, f.eks. cellulosefibre (rayon), eller helsyntetiske fibre af polyamid, polyester, akryl eller polypropylen.

Uld er det bedste materiale til gulvtextiler, det er tilstrækkeligt slidstærkt, elastisk, tager ikke imod tørt snavs, let at renholde, antændes ikke af gløder, men brænder ved åben ild.

Bomuld anvendes ikke til slidmateriale, men kun til grundvæv. *Rayon* anvendes til billigere tæpper i stedet for uld og/eller bomuld. *Fæhår* anvendes til nålefilt.

Kokos, sisal og søgræs anvendes til billigere materialer; de er ret modstandsdygtige over for snavs, men hårde at gå på og ikke så slidstærke.

Syntetiske fibre anvendes primært til erstatning for uld. Akrylfibre har nogenlunde samme egenskaber som uld, de andre fibre er hårdere, mindre elastiske, men mere slidstærke end uld. Syntetiske fibre bliver statisk elektriske og samler derfor tørt snavs, men er dog lette at rense. De anvendes i stor udstrækning sammen med uld. De smelter eller opløses ved varmpåvirkning, f.eks. af smågløder.

H:5:19 Fremstillingen af gulvtextiler er baseret på, at fibermaterialet fæstes til et underlag. Fæstningen sker ved filtede materialer med et klæbestof, ved vævede materialer gennem selve teknikken i vævning.

Bærelaget for filtede materialer er som regel hessian eller jute, eventuelt polypropylenvæv. De anvendte klæbestoffer er latex, epoxy eller formaldehyd, eventuelt bitumen.

Filtede materialers kvalitet er afhængig af filtens tæthed og klæbestoffets kvalitet.

H:5:20 Nålefilt er det bedst kendte filtede materiale. Filten består af polypropylen eller polyamidfibre. Korte fibre udlægges i et tykt lag på bærelaget, filtes ved hjælp af specielle nåle og presses ned i bærelaget. Til sidst påføres et klæbestof.

Nålefilt er hårdt. Gode kvaliteter er meget slidstærke. Det tåler nogen fugtighed (afhængig af klæbestoffet) og kan let partielt repareres. Leveres i fliseformater og banevarer.

H:5:21 Fæhårsfliser fremstilles af fæhår blandet med syntetiske fibre. Kvaliteten afhænger helt af fibreens sammensætning. Dyrehår (ægte fæhår) er stikkende, syntetiske fibre er blødere. Leveres kun i fliseformater.

Fibre presses ned i et bitumenlag på hessian. De skal fugtes jævnlige med vand for at undgå udtørring.

H:5:22 Filtede banevarer fremstilles som Bouclé-ondule- eller Flock-tæpper. Begge har luvagtig filtlag.

Bouclé-ondule består af et filtagtig fiberlag fæstet ved hjælp af klæbestof til hessian. Fibrene anbringes ved hjælp af en maskine, der ordner fibrene i ensartet lag.

Definitionen udelukker altså egentlige gulvtæpper. Gulvkonstruktioner med tekstilbelægninger, kompendium udgivet af firmaet Dancover 1971. Nylon og Perlon er polyamidprodukter. Dralon, Dolan, Orlon, Courtelle er indregistrerede varenavne for akrylprodukter. Polyester- og polypropylenprodukter bliver sædvanligvis betegnet med den rette kemiske betegnelse.

Problemerne med statisk elektricitet er ikke afklarede.

Fugtning medfører lugtgener.

Flock-tæpper består af et filtag af fuldstændig ensartede fibre, der ved hjælp af høj elektrisk opladning anbringes i et klæbemiddel på jute eller filt. Begge typer kan skæres til uden at trevle og repareres pletvis.

H:5:23 *Tuftede tæppebelægninger* fremstilles med grundvæv af jutegarn eller polypropylengarn. Ved hjælp af en særlig maskine stoppes luvens fibre ned i grundvævet. Tuftede tæpper kan fremstilles med opskåren luv eller uopskåren. Fiberet materialet kan være uld, rayon, syntetiske fibre. Polypropylenfibre er de billigste.

På undersiden påføres et lag latex eller andet klæbestof og belægningerne kan derfor skæres ligesom fildede banevarer. Fremstilles i baner op til 4-5 m bredde.

Tuftede tæppebelægninger af 100% plast, d. v. s. med grundvæv af polypropylengarn og fibre af polypropylen eller anden syntetisk fiber er upåvirkelige af fugt.

H:5:24 *Vævede tæppebelægninger* er kostbare på grund af væveteknikkens langsomhed. Vævede tæpper fremstilles af garner, materialet til garnerne kan være uld, rayon, akryl, polyester, polypropylen, polyamid, eller blandinger deraf.

Som metervarer egnet som gulvtextiler findes både fladvævede tæpper og luvtæpper. Tæppernes kvalitet afhænger både af grundvævet og fibrenes kvalitet.

Grundvævet skal være fast og tæt, fibre skal være spundet til tætte garner uden løse fibre og vævningen skal være tæt og ensartet, uden løse tråde. Fibrene i luven skal stå tæt og lodret.

H:5:25 *Fladvævede tæpper* - vendetæpper - er ens på begge sider (evt. mønster er dog »negativ« på bagsiden). Leveres i banevarer ensfarvet og mønstret, som regel uld.

Luvtæpper kan være *flortæpper*: grundvæv af bomuld, jute eller rayon, med ivævet opskåren luv af uld eller syntetiske fibre. Den opskårne overflade giver velouragtig karakter og et meget blødt gulvbelægningsmateriale. Er luven åben eller af for svagt fibermateriale, vil den ikke rette sig op efter tryk og efterhånden lægge sig helt ned, så tæppet mister sin karakter.

Uopskårne tæpper er luvtæpper, hvor luven består af løkker (kaldet nopper) af islætgarnt, som luven er indvævet med. Det er altså sammenhængende garn i luven og ikke løse garnender. Luven består af uld, rayon eventuelt iblandt fæhår. Uopskårne tæpper er hårdere at gå på end flortæpper.

Klassifikationssystem

H:5:26 Gulvbranchens samarbejds- og oplysningsråd, GSO, benytter et klassifikationssystem for alle halvharde belægninger af linoleum, vinyl, gummi og kork, der opdeler produkterne i slidklasser, og et lignende klassifikationssystem for tekstilbelægninger.

Tufting maskinen er en slags symaskine med mange nåle. Fabrikationsmetoden er billig og hurtig.

Andre tæppetypen anvendes i metervarer eller som gulvtekstiler i den her omtalte betydning. F.eks. de knyttede tæpper, som Rya, og kludetæpper samt de mange orientalske tæpper, der også er knyttede.

Flortæpper betegnes efter vævemetoden Wilton eller Axminster.

Uopskårne tæpper betegnes Bouclé.

Materialernes anvendelse

UDK 69.02

UDK 69.001.6

K BYGNINGSFYSIK

K:1 Brugsbetingede egenskaber

At være eller at kunne

K:1:1 *Materialernes reaktion* overfor de fysiske og kemiske påvirkninger, som de udsættes for i de bygningskonstruktioner, hvortil de anvendes, er bestemmende for materialernes og dermed de pågældende konstruktioners *holdbarhed*.

Materialernes karakter, deres beskaffenhed og særpræg er afgørende for om de kan opfylde de øvrige funktionskrav, og dermed bestemmende for materialernes og konstruktionernes *egnethed*.

K:1:2 Kendskab til materialernes egenskaber og beskaffenhed er én forudsætning for at kunne vurdere byggematerialernes anvendelsesmuligheder.

Kendskab til de vilkår, som materialerne kommer til at fungere under, er en anden forudsætning. Dette kendskab opnås gennem *funktionsanalysen*.

Funktionsanalysens formål er således:

at fastslå de fysiske og kemiske påvirkninger, som byggematerialerne vil blive udsat for i en given bygningskonstruktion, bl.a. som grundlag for de statiske og hygrotermiske beregninger og

at fastslå de øvrige funktionskrav, som vil blive stillet til byggematerialerne i en given bygningskonstruktion, herunder f.eks. de økonomiske og æstetiske, men også *holdbarhedskravets tidsbegrænsning*.

K:1:3 I det *statiske* samfund, som vi har levet i indtil midten af det tyvende århundrede, var mængden af byggematerialer begrænset og velkendt, anvendelserne var overleverede og funktionsanalysen kunne derfor foretages på rent empirisk grundlag. Det ligger i begrebet statisk, at helheden skal være og forblive.

I det *dynamiske* samfund, er mængden af byggematerialer ubegrænset og giver ukendte muligheder, anvendelsesmulighederne skal være fleksible og åbne for nye livsbetingelser. Det ligger i begrebet dynamisk, at entiteten skal kunne forandres.

K:1:4 Fremtiden vil sætte os i stand til at stille krav, baseret på målsætning og ikke på erfaring. Hermed vil vi følge muligheden for at fremsætte krav om produktion af materialer med bestemte, ønskede egenskaber.

De tekniske muligheder for en *målbestemt byggematerialeproduktion* er allerede til stede. Det vi mangler er muligheden til at fastsætte målene.

K:1:5 Denne ændring i opfattelsen af funktionsanalysen - fra at være et erfaringsbestemt grundlag for valg af byggematerialer med kendte, givne egenskaber, til at være et beregningsmæssigt grundlag for krav om produktion af byggematerialer med tilsigtede egenskaber - er afhængig af om vi finder *målemetoder* til at fastlægge disse krav. For at give et eksempel: trykstyrke kan vi måle, men vi har intet mål for frostfasthed, for slet ikke at tale om mere subtile krav f.eks. til overfladetekstur.

K:1:6 Fra mange sider nærmer man sig disse spørgsmål. I de statiske og hygrotermiske ingeniørdiscipliner har man forsøgt at samle de fysiske, funktionsbestemte krav under betegnelsen *bygningsfysik*.

Byggeforskningen arbejder med realisationen af målemetoder og prøvningsmetoder.

Tidsfaktoren er dels et spørgsmål om interimistisk eller permanent byggeri og dels om bygningens forældelse med hensyn til anvendelse.

Heller ikke i det statiske samfund var tingene helt uforanderlige, således ændredes jo f.eks. kravene til komfort i takt med de sociale og økonomiske ændringer i samfundet.

Klaus Blach og Georg Christensen: Ydeevne, hvorfor hvordan? SBI anvísning 94, 1974

Arkitekterne har optaget ideen om *performancespecification*, som skal formulere social- og brugsbetingede funktionskrav ud fra andre end de tekniske forudsætninger.

K:1:7 Denne udvikling medfører en intensiveret interesse for den enkelte bygningsdel og for de materialer, den består af. Jo flere materialer bygningsdelene opbygges af og jo mere funktionsbestemt materialeanvendelsen bliver, desto større bliver imidlertid de byggetekniske problemer med *samling* af de forskellige materialer og samling af de enkelte bygningsdele. Problemet: montagefugen i elementbyggeriet påpeger rækkevidden af denne udvikling. De materialer, der anvendes i samlinger stilles som regel overfor ganske *ekstraordinære krav*.

Især er det vigtigt at være opmærksom på de forskellige materialers indbyrdes kemiske påvirkning, deres kompatibilitet (sammenbyggelighed). Opmærksomheden må rettes mod *korrosionsspørgsmål og andre forfalds-problemer*. Også disse spørgsmål er byggeforskningen først lige begyndt at interessere sig for.

Lovgivning og standardisering

K:1:8 Byggeselovgivningen er et eksempel på ændringen fra den statiske til den dynamiske tankegang.

I de *gamle byggeselove* og andre bestemmelser til og med Byggeselov for København af 1939 bestemmes hvordan materialer, konstruktioner og bygningsdele skal *være*. Det angives f.eks. hvilken type teglsten man skal anvende til bærende ydervægge og i hvilke murtykkelser.

I den *nye byggeselov* med *byggningsreglement* for hele landet opstilles derimod principielle krav om, hvad materialer og konstruktioner skal *kunne*.

Den nye byggeselov tillader således anvendelse af forskellige materialer, der blot skal *kunne tilfredsstillende* give funktionskrav, mens den gamle lov stillede krav om at alt skulle *være* som sædvanligt.

K:1:9 *Byggeselov og Bygningsreglement* er under stadig revision. Ved revisionen af loven i 1977 overførtes en del bebyggelsesmæssige bestemmelser til lov om by- og landzoner og til lov om kommuneplanlægning.

Bygningsreglementet forventes revideret hvert femte år. Målet er at nå frem til bygningstekniske bestemmelser, der stiller bestemte funktionskrav, men ikke anviser bestemte løsninger. Derfor har man siden BR 77 flyttet en del eksempler på løsninger til bilag til reglementet. Og derfor er der etableret et samarbejde med Statens Byggeforskningsinstitut om udsendelse af anvisninger, der giver eksempler på konstruktioner og materialevalg, som opfylder lovens funktionskrav.

Vælger man SBI-anvisningernes løsninger, er man sikker på at opfylde loven. Men påviser man at andre løsninger opfylder de stillede krav, er der principielt intet til hinder for deres anvendelse.

K:1:10 Lovgivningen for byggeriet opstod reelt som følge af de mange bybrande i tiden omkring 1700-1800. Derfor tog gamle lovbestemmelser sigte på at undgå større *brandfare*. Men disse krav fremstod ikke klart, de var underforstået og skjult i krav om *erfaringsmæssigt tilfredsstillende* udførelser.

Det nye bygningsreglements kapitel 6 indeholder derimod *klart definerede* krav til forskellige bygningsdeles brandtekniske egenskaber. Disse definitioner anvender de i Dansk Standard angivne brandtekniske klassifikationer, som igen bygger på velbeskrevne målemetoder.

De ændrede *komfortkrav* har fået udtryk i kapitlerne om varmeisolering og lydisolering, der bygger på funktionskrav. Men kravene vokser stadig, mens energibesparelsen sætter en grænse, som også må finde lovmæssige udtryk. Der må ventes yderligere stramning af disse bestemmelser i kommende revisioner af reglementet.

Performancespecification er et engelsk udtryk, som kan oversættes med udfaldskrav eller ydeevne, se K:1:2ff

Byggeselov - senest af 25. oktober 1976
Bygningsreglement BR senest af 1. december 1982
Bygningsreglement for småhuse, BR-S 85 af 1. marts 1985
Lov om by- og landzoner - 19. sept. 1975
Lov om kommuneplanlægning - 26. juni 1975
Europæisk Teknisk Godkendelse. Den 27. juni 1991 trådte EF's byggevaredirektiv i kraft, det afløser de hidtil kendte nationale godkendelsesordninger mk og va, nærmere omtale se Y:3:5.
SBI anv. 169: Bygningers vådrum
SBI anv. III: Bygningers varmeisolering
SBI anv. II2: Bygningers lydisolering, nye bygninger
SBI anv. 122: Godkendelses- og kontrolordninger
SBI anv. 127: Fundering af enfamiliehuse
SBI anv. 136: Bygningers lydisolering, ældre bygninger
SBI anv. 139: Bygningers fugtisolering
SBI anv. 147: Konstruktioner i småhuse
DS 1057: Brandteknisk klassifikation af byggematerialer.

K:1:11 Funktionskravet til varmeisoleringen sikres i bygningsreglementet ved at kræve overholdt bestemte *maksimumsværdier for transmissionstallet U* for givne bygningsdele med bestemte konstruktioner. Transmissionstallet beregnes på grundlag af de enkelte materialers varmeledningstal, som kan kontrolleres ved laboratorieforsøg. U-værdien kan kontrolleres ved beregning.

Nødvendigheden af ressourcebesparelser på energiområdet har fået udtryk i bestemmelsen om det maksimale areal for åbninger i bygningers ydervægge (og tagflader).

K:1:12 Funktionskravene til lydisolering angives ved at kræve overholdt bestemte *værdier for luftlydisolation* samt bestemte værdier for *trinlydniveau, efterklangstid og støjniveau*.

Boligministeriet og SBI oprettede målestation (BAM), som bl.a. har specialindrettede køretøjer til at foretage akustiske målinger overalt i landet.

Mange af de krav, som byggeseloven stiller, er baserede på empirisk grundlag. Man har *målt erfaringsmæssigt tilfredsstillende* bygningskonstruktioners egenskaber og opstillet disse *måleresultater som krav*.

K:1:13 Byggematerialers indflydelse på *indeklimaet* er man først i årene siden 1975 blevet opmærksom på. Sundhedsskadelige bivirkninger ved produktion af visse materialer (f.eks. asbestplader) eller ved arbejdet med visse materialer (f.eks. cementeksem) har man derimod længe været opmærksom på og forsøgt modforanstaltninger imod.

Der er siden først i 80-erne foretaget mange undersøgelser og udgivet rapporter om hvilken indflydelse byggematerialer kan have på indeklimaet og dermed for bygningens brugere og deres sundhedstilstand. Hertil hører bl.a. fordampning fra *opløsningsmidler* i malinger og lime (som var det første emne man tog op), *afgasning* fra byggematerialer (f.eks. radon fra beton etc, styren fra plast), *fiberdryg* fra mineralfiberplader.

Der findes endnu kun meget få bestemmelser om disse forhold, eksisterende bestemmelser vedrører kun arbejdslokaler og ikke boliger. Der arbejdes intensivt på at nå frem til brugbare målinger og her er *SBI's indeklimateknetariat* meget virksomt.

Imidlertid er det erkendt, at en meget stor del af disse sundhedsskadelige bivirkninger får yderligere forstærket virkningen af dårlig ventilation (med tanke på energibesparelse) og dårlig eller helt manglende rengøring og vedligeholdelse. Dette indikerer, at man ved anvendelse af overfladematerialer inde i bygninger skal anvende afvaskelige materialer og udførelser, der afslører (altså ikke skjuler) tilsmudsning.

K:1:14 Dansk Ingeniørforenings *Normer for Bygningskonstruktioner* er i sig selv et sæt funktionskrav til bygningsdeles og materialers styrke. Der gives i normerne anvisning på beregninger og på kontrol. Normerne er nu optaget som Dansk Standard.

I bygningsreglementet henvises til disse DS-normer. De nyeste udgaver af normerne indeholder muligheder for at tage hensyn til materialers varierende styrkeegenskaber i beregninger.

I *trænormerne* angives styrkeklasser for konstruktionstræ, som er sorteret efter T-virke sorteringsregler. De til opfyldelse af disse regler nødvendige egenskaber kan dels måles, dels konstateres visuelt.

I *murnormerne* regnes der med de ved forsøg fundne stenstyrker. Da mørtlens styrke er væsentlig ringere end stenenes, bliver murværkets samlede styrke reduceret. Alligevel får man på denne måde 12 forskellige værdier for murværkets styrke. Svagheden i murnormerne er bl.a. de mangelfulde muligheder for at kontrollere forureninger i stenene og deres frostbestandighed.

K:1:15 *Dansk Standard* indeholder på alle blade, der vedrører byggematerialer, principielt angivelse af de målelige krav, der skal opfyldes, og tillige angivelse af de prøvninger og målemetoder, der skal anvendes for at sikre de forlangte

DS 418: Regler for beregning af bygningers varmetab.

Byggeriets kvalitetsmålestation.

Diverse SBI-anv. og SBI rapporter om indeklima og afgang af byggematerialer

Se: Y:5:6
DS 410 - lastnorm
DS 411 - Norm for Betonkonstruktioner
DS 412 - Norm for Stålkonstruktioner
DS 413 - Norm for Trækonstruktioner
DS 414 - Murværksnorm
DS 415 - Fundering
Partialkoefficienterne, der i beregningerne anvendes til at tage hensyn til belastningsformene er også en ændring hen mod funktionskrav.

egenskaber. Også i standardbladene kan man konstatere en udvikling mod det mere og mere eksakte.

Standardbladene er i øvrigt affattet med en så klart udtrykt tekst, at kravenes ordlyd ofte direkte kan overtages som leverancekrav i arbejdsbeskrivelsen.

Bygningsfysiken

K:1:16 *Bygningsfysiken* beskæftiger sig med de fysiske påvirkninger, som en bygningskonstruktion eller bygningsdel kan blive udsat for.

Det er langt fra nogen ny videnskab. Konstruktorer og ingeniører har som forudsætning for deres arbejde altid haft de *funktionskrav*, som disse bygningsfysiske påvirkninger stiller. Men man har ikke tidligere betragtet bygningsfysiken under ét, begreberne optrådte spredt indenfor de forskellige grene af bygningskonstruktør- og ingeniørarbejderne.

K:1:17 Nogen klar afgrænsning af bygningsfysikens område er endnu ikke tilvejebragt.

Man kunne *definere bygningsfysiken* som læren om de målelige fysiske påvirkninger, som bygningsdele udsættes for. Herunder ville så tillige sortere det uhyre vigtige område at skabe *forudsætninger for og metoder til måling* af så mange påvirkninger som muligt og herved skabe mulighed for opstilling af *parametre for materialeegenskaber*.

De påvirkninger, der her kan blive tale om, kan deles i tre grupper:

1. statiske og dynamiske kræfter,
2. hygrotermiske påvirkninger,
3. kemiske og biologiske påvirkninger.

K:1:18 *Statiske og dynamiske kræfter*, d.v.s. problemer vedr. materialernes styrke og konstruktions stabilitet (stivhed), er veldefinerede. Visse områder f.eks. vindkræfter er dog endnu ikke fuldt udforskede. Målemetoder for materialernes reaktioner er veludviklede.

K:1:19 *Hygrotermiske påvirkninger* er problemer vedr. materialernes forhold over for fugt og varme. Hertil hører såvel ledningsevne, hygroskopicitet, akkumulation og dimensions- og volumenændring.

De termiske påvirkninger er ret veldefinerede og målemetoder udarbejdede. Med hensyn til materialernes fugtmekanik er der endnu mange uafklarede spørgsmål.

Det største hygrotermiske problem er *kondensrisikoen* i forbindelse med øget isolering, krav om lufttæthed etc. Også de modstridende krav til lufttæthed og ventilation skaber problemer.

K:1:20 *Kemiske og biologiske påvirkninger* er problemer vedr. materialernes varighed (uanset om påvirkningerne sker ved kontakt eller stråling). Herunder hører bl.a. materialernes vejrbestandighed (modstand mod lyspåvirkning, mod erosion ved vind og regn o.l.), metallers korrosion og tilsvarende kemisk eller bakteriologisk forfald hos andre materialer (beton, træ, plast).

Varigheden er afgørende for hvor længe materialerne bevarer de egenskaber, der gør dem i stand til at modstå statiske og dynamiske kræfter, og er dermed helt afgørende for bygningskonstruktionens stabilitet.

Men de kemiske og biologiske påvirkninger kan i dag ikke måles fordi man mangler relevante kriterier. Derfor kan der ikke stilles eksakte, målelige funktionskrav vedr. disse problemer i dag.

Den voksende opmærksomhed over for *sundhedsrisikoen* ved anvendelsen af visse materialer nødvendiggør udvikling af målelige krav. Foreløbig har dette ført til forbud mod anvendelse af skifersand til porebetonprodukter (radonstråling), forbud mod anvendelse af asbest og bestemmelser vedr. spånpladers afgangning. Der gøres forsøg på at afbøde de skadelige virkninger ved afdækning, overfladebehandling eller indkapsling af mistænkte materialer. Denne udvej er kun anvendelig til afhjælpning af skader i eksisterende byggeri. I nybyggeri bør anvendelse af materialer, der blot er under mistanke for sundhedsskadelige bivirkninger undgås.

I afsnittet bygningsfysik er gjort et forsøg på en definition af begrebet bygningsfysik, som nu bruges uden terminologisk afklaring.

Man kan laboratoriemæssigt måle de enkelte materialers fysiske egenskaber, men om vejrligets sammensatte påvirkning overfor de sammensatte konstruktioner i en bygning giver disse teoretiske tal kun et tilnærmet indtryk.

Temperaturforskel giver varmetab, temperaturændringer giver formforandringer. Fugtigheden spiller også en rolle her. Varmeledningstal, varmeakkumulering og varmeudvidelseskoefficient er de fysiske begreber, der her regnes med.

Stråling er ifølge den nyeste fysik (kvanteteorien) korpuskularstråling, d.v.s. består i udsendelse af korpuskler, som er mikropartikler.

K:1:21 De foran omtalte påvirkninger vil byggematerialer blive udsat for når og fordi de anvendes i bygningskonstruktioner.

Herudover er der nogle påvirkninger, som opstår af årsager *udenfor selve bygningskonstruktionen*: f.eks. brandpåvirkninger, lydpåvirkninger.

Ved *brand* opstår en række *exceptionelle termiske* påvirkninger; man er i dag i stand til ret nøjagtigt at målsætte og prøve materialers og konstruktioners tidsmæssigt begrænsede brandstabilitet.

Ved *specielle lydpåvirkninger* kan der opstå *dynamiske kræfter* (svingninger), f.eks. motorstøj, som påvirker en given konstruktions stabilitet. Dette er et endnu meget lidt udforsket område.

Udfaldskrav og ydeevne

K:1:22 Mens de målelige krav, som sorterer under bygningsfysikken, er veldefinerede eller vil kunne defineres, når kriterier og metoder er fundet, omfatter funktionsanalysen også en *lang række ikke målelige vilkår og krav*.

Disse ikke målelige krav modsvarer af ikke målelige egenskaber hos materialerne.

K:1:23 Til de ikke målelige egenskaber hører først og fremmest materialers *struktur* og *tekstur*, som hverken kan måles eller beskrives entydigt, men kun kan iagttages ved hjælp af syn og berøring og derfor er undergivet den iagttages skøn. (Her kan tillige nævnes materialernes *faktur*, selv om det ikke er en egenskab ved materialet, men fremkommer ved behandling; heller ikke fakturen kan målsættes eller beskrives eksakt).

K:1:24 Fælles for disse ikke målelige vilkår og krav er, at de er baserede på *fysiologiske* og *psykologiske* forhold og derfor ikke kan gøres til genstand for fysisk måling.

Området kan udvides til at omfatte alle de funktionskrav, der stilles af hensyn til det menneskelige velvære i bygninger, herunder termisk- og lydklima, æstetiske, sociale og økonomiske krav etc.

K:1:25 *Det termiske klima* - varme og ventilation - er altid til stede; ud fra den viden man har om menneskelig velvære, kan der fastlægges idealklima i de forskellige bygninger eller bygningsafsnit og gives bygningsfysiken et grundlag at arbejde på.

Lydklimaet stiller det sig lidt anderledes med. Det opstår først gennem menneskelig aktivitet.

Man kan måle materialers og konstruktioners *lydreduktion* ved enhver given lyd (frekvens, bølgelængde) og derudfra beregne middelreduktionstal. Men de *middelreduktionstal*, man stiller krav om i bygningsreglementet er fastsat på empirisk grundlag.

Uagtet de udmærkede målemuligheder man har, vil lydisolering og akustik dog aldrig blive et rent bygningsfysisk område, fordi det her ikke alene drejer sig om materialers reaktion overfor fysiske påvirkninger, men næsten udelukkende om *lydmodtagerens reaktion over for lydfrembringeren*. Lydklimaet opstår altså kun ved en kombination af menneskelig aktion og reaktion, d.v.s. ikke målelige fysiologiske og psykologiske fænomener.

K:1:26 Disse ikke målelige funktionskrav har man forsøgt at formulere i »Performance-specifications«.

Fra andre brancher end byggeriet kender man betegnelsen *udfaldskrav*: krav stilles til det *færdige resultat* (sagens udfald), uden nærmere at angive hvorledes producenten skal nå dette resultat. I skibsbyggeriet og anden industri har man længe arbejdet efter disse principper.

Statens Byggeforskningsinstitut har foreslået at anvende begrebet *ydeevne* og man har udarbejdet ydeevnebeskrivelser for veldefinerede konstruktioner og bygningsdele.

Sundhedsrisiko findes i praksis ved materialeproduktion og ved bearbejdelse af byggevarer for bygningsbrugere samt ved materialers henfald.

Lydisoleringen er nok det problem, som er mest uafklaret, fordi lydkilderne er udenfor de byggenes kontrol.

Struktur=uforanderlig opbygning af stoffet. Tekstur=stoffets organisk opståede, men foranderlige overflade.

Kulør er et af de fys.-psyk. fænomener, som endnu ikke er måleligt med absolutte parametre.

Visse bidrag til lydklimaet er dog til stede uanset menneskelig virksomhed, f.eks. pumpestøj i centralvarmeanlæg o.l.

Bygningsreglementets krav om lydisolering er baseret på målinger af eksisterende, gængse konstruktioner. En undersøgelse af, hvilke krav man i virkeligheden burde stille, må komme.

Udfald=resultat. SBI ydeevnebeskrivelser I til 6.

K:1:27 Udfaldskravene omfatter alle funktionskrav til de færdige bygningsdeles *endelige tilstand* ved levering eller opsat i bygningen, hertil kommer yderligere krav om *udskiftningsmulighed, vedligeholdelsesmulighed og renholdelse*.

Til udfaldskravene hører også de *produktionstekniske betingelser*: mulighederne for materialernes tildannelse, bearbejdelse og anbringelse i konstruktionerne, muligheder for transport af materialer eller færdigdele, muligheder for montage og samling.

K:1:28 En forudsætning for at anvendelse af udfaldskrav kan være til nytte er, at man er klar over *hvad der* kan opnås og at man stiller *præcise krav*.

At stille uopnåelige krav er selvfølgelig en meningsløshed.

Ved at stille præcise udfaldskrav kan man give den fornødne *vejledning* og samtidig en *udfordring*, der kan inspirere producenten til eksperimentel udforskning.

En præcis formulering af udfaldskrav og dertil svarende streng kontrol vil sandsynligvis føre til et øget krav om *emballage* såvel af færdigvarer som af byggematerialer, for at undgå de i dag i byggeriet alt for hyppige fugtskader, transportskader og beskadigelser under montering.

K:1:29 Det er sandsynligt, at anvendelsen af udfaldskrav og den deraf følgende inspiration til eksperimentel udforskning i mange tilfælde kan føre til fastlæggelse af *fysiske parametre*. Grænsen mellem de områder, der sorterer under bygningsfysikken og de områder, der unddrager sig fysisk måling, er fleksibel.

Fra analyse til syntese

K:1:30 Funktionsanalysen er en *nedbrydning* af det samlede bygningsprojekt i sine konstruktioner og bygningsdele og af den enkelte bygningskonstruktion og bygningsdel i sine materialer.

Ved en analyse får man *best helhedens sammensætning kvalitativt* - konstatering af de enkelte bestanddele - og *kvantitativt* - konstatering af de enkelte bestanddeles indbyrdes mængdeforhold.

K:1:31 Imidlertid er analysen jo ikke et formål i sig selv. Den tjener til at udfinde de bedst egnede materialer for at opnå det bedst mulige resultat, nemlig den færdige bygning.

Bygningen er *syntesen* af alle de enkelte bestanddele.

K:1:32 I de allerfleste tilfælde vil analysen ikke give et entydigt svar, men de opstillede funktionskrav vil kunne opfyldes på *forskellig måde*.

Eller funktionskravene vil ikke alle kunne opfyldes *lige effektivt*. Ved anvendelse af det ene eller det andet byggemateriale vil forskellige funktionskrav kunne opfyldes bedst.

Dette kræver en *afvejning* af, hvilke byggematerialer man skal foretrække, og en prioritering af, hvilke funktionskrav man i hvert enkelt tilfælde skal tillægge størst betydning. Det vil oftest være en *individuel afgørelse*, som ligger hos bygherren eller dennes tekniske rådgiver.

K:1:33 Hensynet til *økonomien* vil i de fleste tilfælde være meget afgørende. Økonomiske hensyn må tages ved afvejning af anskaffelsespriser og de kapitaliserede omkostninger til vedligeholdelse, reparation og retablering. Materialers holdbarhed er her af stor betydning.

I videre forstand er også hensynet til ressourceproblematikken et økonomisk hensyn. Materialers evt. begrænsede forekomst, retableringsmuligheder, erstatningsvarer, genanvendelsesmuligheder har betydning både for bygherrens økonomi og derudover i samfundsøkonomien.

K:1:34 Hensyntagen til *tidsfaktoren* er en afvejning, som skal foretages før man indtager analysens resultater i syntesen.

Er tidsfaktoren så afgørende som for *interimistisk* byggeri vil den give sig udtryk i udfaldskravene. For alt interimistisk byggeri, hvad enten det er udstillinger, arbejdsskure el.a., kan funktionskravene med hensyn til bygningsplanlagte levetid præciseres nøje.

Præcision i udfaldskravene kan kun opnås på grundlag af lige så præcist formulerede funktionskrav.

For transporten er ikke kun transportmidlerne betydningfulde, men også transportvejen, deres føring, kapacitet, bæreevne.

Denne nedbrydning af helheden i sine bestanddele kendes fra mange andre områder, f.eks. produktionstilrettelægning, tidsdiagrammer.

Mens analysen er nedbrydning af helheden i sine bestanddele, er syntesens samling af de enkelte dele til en helhed.

Tidsfaktoren er i dag af afgørende betydning, uden at vi har erkendt den. Vi bygger ikke mere for evigheden, men for en begrænset tid. Men vi kender ikke begrebet kontrolleret forfald og kan ikke tidsbestemme vores krav.

K:1:35 For det *permanente byggeri* - som man dog i vor tid ikke længere forestiller sig at opføre for evigheden, men med mulighed for tidsbegrænsning - er sammenligning af de forskellige byggematerialers holdbarhed nødvendig.

Visse materialers *forfald* er under kontrol (f.eks. patinering), andre materialers forfald er ukontrollabelt (frostskafer) eller for nye materialers vedkommende (plast) ukendt.

Tidsfaktorens afvejning må her betyde, at man *sammensætter materialer* med nogenlunde *samtidighed i forfald*. Genanvendelsesmuligheder kan her også inddrages i overvejelserne.

K:1:36 Den *analytiske tænkemåde* er i god overensstemmelse med *projekteringsprocessen*. Netop derfor løber den analytiske tænkemåde risiko for at helhedsynet går tabt. Men ligesåvel som projekteringen ikke kun omfatter konstruktion af de enkelte bygningsdele, men også de konstruktive *samlingsproblemer* (f.eks. kraftoverføring mellem bygningsdele), lige så lidt kan funktionsanalysen afsluttes uden en stillingtagen til de fysiske og kemiske problemer, der opstår ved *samling* af de forskellige bygningsdele, især hvis disse består af forskellige materialer.

K:1:37 En skønne dag vil hele dette kompleks af problemer kunne løses *datamatisk*. Forudsætningen herfor er, at vi skaffer os *præcis, målelig viden* om alle kendte materialers egenskaber. Når denne viden er bearbejdet som data og vi dernæst er i stand til helt *præcist at formulere* vore funktionskrav såvel inden for bygningsfysikken, som inden for udfaldskravene, kan vi forvente at datamaskinen kan give os syntesen.

Alene den for os i dag helt umulige tanke, at kunne måle fysiologiske og psykologiske fænomener ved hjælp af fysiske parametre, placerer imidlertid den datamatiske syntese langt ude i fremtiden.

<i>Funktionskrav</i> stilles:	<i>af den tilsigtede funktion til den projekterende/projektet for at bestemme konstruktioner og ressourcer.</i>
<i>Udfaldskrav</i> stilles:	<i>af den projekterende/projektet til den producerende/produktet for at bestemme funktionsbestemte egenskaber.</i>
Den projekterende kan dokumentere kravene overfor de producerende enten i en ydeevnebeskrivelse eller en ressourcebeskrivelse	
<i>Ydeevnebeskrivelse:</i>	<i>dokumenterer udfaldskrav angiver eventuelle prøvninger fastlægger kriterier for vurderinger af kravenes opfyldelse overlader ressourcevalget til den producerende</i>
<i>Ressourcebeskrivelse:</i>	<i>dokumenterer krav til ressourcer (materialer og operationer) angiver eventuelle varianter fastlægger betingelser for vurdering af kravenes opfyldelse forudsætter ressourcevalg – og dermed ansvar for udfaldskravenes opfyldelse – hos den projekterende.</i>

De fleste gammelkendte materialer kræver en eller anden form for vedligeholdelse for at ældes på en smuk måde. For visse nyere materialer tilstræbes en overflade, der indenfor en given tid uden vedligeholdelse bevarer et udseende svarende til nyt. Da en bygning består af mange forskellige materialer, bør der ved deres sammensætning tages hensyn til deres forskellige art af forgængelighed.

K:2 Funktionskrav til vigtige bygningsdele

Ydervægge

K:2:1 Ganske elementært kan man udtrykke de krav der stilles til en ydermur i to hovedfunktioner: den skal adskille det indvendige rum fra det ydre og den skal bære dækkene og det overliggende tag.

I denne simple formulering er der mulighed for at se to vidt forskellige principper for udvælgelsen af materialer til ydervægskonstruktioner: enten at vælge materialer, som er i stand til både at adskille og bære - f.eks. en muret væg - eller at vælge ét materiale, som udelukkende er adskillende - f.eks. glas - og et andet materiale, som har bærende egenskaber - f.eks. stål.

K:2:2 Så snart man begynder at detaljere kravene, bliver det klart, at der stilles meget alsidige fordringer til materialer i en ydervæg.

Den adskillende funktion skal opfyldes fysisk og synsmæssig, den skal tilfredsstille vore forestillinger om temperatur- og lydisolering, samt beskytte mod vejrliget - være klimaskærm.

Den bærende funktion skal opfyldes rent umiddelbart, men tillige tilfredsstille et minimum af sikkerhed også under ekstreme forhold, f.eks. særlige belastninger under stormvejr eller ildebrand.

K:2:3 Både den bærende ydervægskonstruktion og den lette ydervæg skal skabe fysisk adskillelse mellem ude og inde, bl.a. for at hindre uvedkommendes indtrængen. Glas kan opfylde dette krav, men det opfylder ikke et krav om synlig adskillelse; et perleforhæng kan derimod nok skabe synlig adskillelse, men ikke fysisk.

K:2:4 Den fysiske adskillelse skal under vore forhold skærme bygningens indre mod klimaets indflydelse, mod indtrængen af regn, sne, blæst og dermed følger et krav om at materialerne er bestandige mod disse påvirkninger.

Materialer, som ikke kan opfylde dette krav skal kunne beskyttes mod vejrliget.

K:2:5 Til funktion som klimaskærm hører også kravet om termisk isolering, som i det danske klima i hovedsagen er et krav om forhindring af varmegennemgang fra husets indre til det frie.

Bygningsreglementets kapitel 8 (varmeisolering) indeholder krav til, hvilke værdier transmissionstallet U ikke må overstige.

Der tages i disse krav hensyn til tunge materials bedre varmeakkumulation. Der skelnes mellem ydervægge med tyngde 100 kg/m² og derover og ydervægge lettere end 100 kg/m². Isoleringen skal være størst i lette vægge.

Da lovkrav jo er minimumskrav, må spørgsmålet om varmeisoleringen skal være bedre end loven kræver afgøres ved en afvejning af etableringsudgifterne til isoleringen med den forventede besparelse i opvarmningsudgifter.

K:2:6 Lydisolering hører også med til de adskillende funktioner, men har hidtil ikke været opfattet som et krav man stillede til ydervægsmaterialer. Lydproblemerne er først i årene efter 1960 kommet til offentlig debat, til en vis grad på grund af bylivets stærkt øgede støjniveau siden 1984.

De traditionelle ydervægskonstruktioner med småvinduer opfyldte tidligere uden videre den lydisolerende funktion. Med lette konstruktioner og store vinduesarealer opstår krav om lydisolerende egenskaber.

I fleretages byggeri kan man tænke sig, at der i stor højde over gadeniveauet ikke er samme behov for lydisolering som ved gadeniveau. Støjniveau vil i områder med tæt bebyggelse, (mange mennesker og tæt trafik) være større end i områder med lav og spredt bebyggelse (få mennesker og ringe trafik). Da materialernes lydisolerende evne imidlertid vokser med tiltagende tyngde, og da den nødvendige større styrke i de underste etager ved homogene konstruktioner netop vil kræve anvendt materialer med stor densitet og/eller større masse i konstruktionen (større vægtykkelse), kan de fysiske forhold medvirke til at løse lydisoleringsproblemet for ydervæggens vedkommende.

Se kap. L

Den styrkeegenskab, der ved ydervægge er afgørende, er trykstyrken, men f.eks. ved vindpåvirkninger kan der i ydervægge også opstå bøjningsspændinger.

Ydervæggen som klimaskærm, SBI-anv. 77.

Materialer skal kunne modstå de lokale klimatiske påvirkninger (som varierer fra sted til sted) uden at dets øvrige egenskaber forringes.

Se kap. S:3

Sikring mod temperaturudligning kan, f.eks. i sommerhuse, formuleres som et krav om at opretholde passende kølig indetemperatur ved høj udetemperatur.

Isoleringskravet sættes i relation til bygningens totale energiforbrug, som er maximeret værdi. (Normgivende varme tabsramme)

Bygningsreglementet indeholder siden 1984 bestemmelser om lydisolering af ydervægge eller vinduer i bygninger langs stærkt befærdede veje og jernbaner.

K:2:7 Ydervægskonstruktionens bærende funktion kan opfyldes af hele væggen, materialerne må da have den fornødne trykstyrke. De bærende funktioner kan også opfyldes af enkelte dele af ydervægskonstruktionen, f.eks. i en skeletkonstruktion, eller være overtaget af bygningsdele helt uafhængig af ydervæggen.

Uanset under hvilken form de bærende funktioner udføres, kræves der styrke og brandstabilitet af materialerne.

Bygningsreglementets kapitel 5 (konstruktive bestemmelser) henviser med hensyn til styrkekrav m.m. til normer for bygningskonstruktioner.

K:2:8 Bygningsreglementets kapitel 6 (brandforhold) indeholder bestemmelser om brandstabilitet.

Bærende konstruktioner skal udføres enten som branddrøje - BD - konstruktioner eller som brandsikre - BS - konstruktioner. Der stilles endvidere krav om, at kravet skal opfyldes indenfor et tidsrum af 30-60-90-120 minutter. De største krav, det vil sige BS 120 konstruktioner, stilles til bærende konstruktioner i høj bebyggelse.

Der stilles tilsvarende krav til brandcellebegrænsende vægge o.l., selv om de ikke er bærende.

K:2:9 Udskiftning af en bygningsdel, som kun har adskillende funktion, vil i almindelighed kunne udføres uden større gener for bygningens anvendelse. Udskiftning af en del af den bærende konstruktion er derimod et mere kompliceret indgreb. Kravet om varighed og bestandighed gælder derfor absolut for de materialer, der indgår i bærende konstruktioner. Det vil sige, at de foruden at være brandstabile skal kunne modstå fysiske og kemiske påvirkninger fra vejrliget, samt mekaniske påvirkninger.

K:2:10 Vinduet er en del af ydervæggen, men deltager ikke i dennes bærende funktion. Specielt for vinduet er kravet om gennemskinnelighed og eventuel gennemsigtighed, hvortil kommer krav om stabilitet og selvbærende styrke og eventuelt krav om mekanisk bevægelighed.

Bygningsreglementet stiller krav om minimumsareal for vinduer - for at sikre tilstrækkelig belysning i opholds- og arbejdsrum. Lysarealet er det frie mål i karmen. BR-krav er minimumskrav og der må ved projektering tages hensyn til at lyskvaliteten er ringere i bygningens nedre etager end i de højere. Der må også tages hensyn til, at anvendelse af flerlagsglas forringer lysmængden pr. areal.

Den af hensyn til bygningens energiforbrug opstillede regel om et maksimalt areal for åbninger i bygningens yderflader sætter en øvre grænse for mulighederne for etablering af lysareal.

K:2:11 Beklædning af ydervægge (facadebeklædning) udføres hvis ydervæggens materialer ikke opfylder alle de stillede funktionskrav. Uanset hvilke krav man i øvrigt stiller, skal beklædningsmaterialer til ydervægge altid være vejrbestandige. De skal endvidere være stabile overfor eventuelle korrosionsproblemer (kontaktkorrosion) eller tilsvarende kemiske påvirkninger.

Det er også af betydning, at beklædningsmaterialernes temperaturudvidelseskoefficient er i overensstemmelse med de tilsvarende værdier for den del af ydervæggen, der bærer beklædningen, eller at forbindelsen mellem disse to bygningsdele ikke udføres stiv, men elastisk.

Udvendige beklædninger skal opfylde de brandtekniske krav i BR, sædvanligvis klasse 1.

Se S:4:24.

Bygninger i stærkt trafikerede gader kan udsættes for rystelser, der via fundamenterne forplanter sig til samtlige konstruktionsdele. Det stiller særlige styrkekrav og krav om lydisolering.

Vindpåvirkninger kan stille krav om bøjningsstyrke.

Lyskvalitet se H:2:8

Brandklassificering se BR kap. 6.

Indervægge

K:2:12 Indervægge kan være *del af den bærende konstruktion* eller de kan være lette vægge uden bærende opgaver.

Indervægge skal altid opfylde de adskillende funktioner, deres opgave er at dele husets indre i rum: »at skille rum«. De krav, der stilles til udførelse af indervægge, er betinget af brugen af det rum, som de omgiver. Tilsvarende krav gælder for øvrigt for den indvendige side af ydervæggen.

K:2:13 *Bærende indervægge* har de samme bærende funktioner som ydervægge. Normalt vil man udføre en bygnings bærende konstruktion af samme materiale, men forskellige materialer kan anvendes hvis trykstyrke, rumvægt, udvidelseskoefficienter gør sammenbygning nemmere uden risiko for revnedannelse.

Til de bærende indervægge stilles derimod ikke krav om vejrbestandighed.

K:2:14 Selv om indervægge ikke har bærende opgaver, kan de indgå i bygnings konstruktion, f.eks. som *begrænsning af brandcelle* eller som *stabiliserende vægge*, og de skal i så fald også udføres af materialer med samme styrkeegenskaber, som de øvrige konstruktioner, og skal føres til fundament.

K:2:15 Alle indervægge, som ikke på en eller anden måde indgår i konstruktionen, skal være så *lette* som overhovedet muligt for ikke at belaste unødvendigt.

Lette vægge hvilende på etageadskillelsen må højst veje 100 kg/m². Er tyngden større, skal belastningen føres ned gennem bygningen til fundament, eller optages af særlig konstruktionsdel: drager eller andet, som må beregnes og være i stand til at overføre lasten til fundament gennem andre konstruktionsdele.

K:2:16 *Lette indervægge* opstillet på etageadskillelsen, skal være så *stive*, at de modstår bygningens sædvanlige bevægelser, og så *elastiske*, at de modstår de under rummenes benyttelse fremkommende mekaniske påvirkninger.

Stivheden kan som regel kun opnås ved konstruktive foranstaltninger, f.eks. fastgørelse af væggen til de omgivende bygningsdele.

Elasticiteten vil oftere været et spørgsmål om overfladens færdiggørelse end om vægmaterialets egenskaber.

K:2:17 Kravet om *brandsikkerhed* til ikke-bærende indervægge er så mildt - BD 30 - at det kan opfyldes ved passende færdiggørelse af væggenes overflade uanset konstruktionsmaterialerne. Brandåbne vægge, f.eks. tremmewægge, glasvægge, tillades i visse tilfælde.

K:2:18 Væggene skal være så *tynde* som mulig, for at optage mindst mulig plads. De skal kunne *opstilles let* og hurtigt, og det er en fordel, hvis de ikke kræver færdiggørelse. Opstillingen skal helst kunne ske tørt, for at spare *udtørningstid*.

De skal være egnet til *overfladebehandling eller -beklædning* eller skal være færdigbehandlede, så deres overflade er passende glat, jævn og ren til indvendig brug.

K:2:19 *Termisk isolering* kræves, hvor der regnes med forskellige temperaturer i de rum, der adskilles af indervæggen, f.eks. ved trapperum.

Bygningsreglementet kræver, at indervægge mod ikke-opvarmet tagrum udføres med samme k-værdi, som ydervægge.

K:2:20 *Lydisolering* er det vigtigste krav, der stilles til en indervæg. Bygningsreglementet stiller forskellige krav om luftlydisolation for indervægge, der afgrænser en bolig og for indervægge der afgrænser undervisningsrum. Flanketransmission ved indervægges sammenbygning med ydervægge og døre er ikke specielt lovreguleret.

De til indervæggen anvendte materialer kan endvidere have betydelig indflydelse på rummets efterklangstid.

Lydisolering bliver ved lette indervægge kun mulig i begrænset omfang og kun når der foretages særlige konstruktive foranstaltninger, f.eks. opstilles dobbelte vægge.

Se kap. L og Q

Indv. vægge der adskiller brandceller, skal mindst udføres som BD 60, adskiller væggen brandsektioner skal den mindst være BS 60.

Brandsikkerheden er tosidig, den skal forhindre ildens spredning fra et brandsted, og den skal forhindre antændelse.

SBI-anv. 112 - Bygningers lydisolering.

K:2:21 *Fugtbestandighed* kræves af indervægge, der omgiver våde rum (det kan fortolkes som rum med gulv afløb). Væggene skal udføres af uorganisk materiale; i visse tilfælde (f.eks. den indvendige side af facadeelementer af træ) accepteres det organiske materiale under forudsætning af, at konstruktionen udføres fugtbestandig.

Fugtbestandighed kræves både ved stor luftfugtighed, ved kondensrisiko og ved risiko for vandspild o.l. Et udtryk for fugtbestandighed er at materialet tåler opfugtning.

K:2:22 Til *innderdøre* stilles *brandsikringskrav*, hvis de giver adgang til boligen fra kældere, trapperum el.lign.

Endvidere stilles der krav om luftlydisolation for inderdøre mellem boliger og trapperum eller andre fællesarealer.

K:2:23 *Vægbeklædning* og *overfladebehandling* vil i det væsentlige have karakter af færdiggørelse. Man vil i dag ofte undlade egentlig efterbehandling af mange indvendige flader, fordi de til selve konstruktionen anvendte materialer udvælges med det for øje at stå ubehandlede, eller fordi der anvendes færdigbehandlede fabriksfremstillede elementer.

Der er dog et væsentligt hensyn at tage ved anvendelse af konstruktionsmaterialer uden efterfølgende overfladebehandling: de må ikke være mere grove, end det kan tolereres af hensyn til den nære kontakt, som beboere og indbo får med materialerne i indervægge.

Både *dimensioner, tekstur* og *faktur* skal være af en sådan art, at de overensstemmer med de krav om behagelighed og renlighed, som stilles til rummene.

K:2:24 Krav til vægoverflader retter sig naturligvis efter rummets brug. Overfladebehandlingen skal supplere konstruktionsmaterialerne med de nødvendige egenskaber. Indervæggenes overflade skal almindeligvis være *plan, jævn, glat* og *let at renholde* og skal kunne tåle *mekaniske påvirkninger*.

I våde rum skal vægbeklædninger være *vandafvisende*.

Under særlige forhold skal vægbeklædningen være *lydabsorberende*. Beklædninger må aldrig virke *ferringende* på rummenes efterklangstid.

De må heller ikke *forøge* brandrisikoen.

Etagedæk

K:2:25 Etagedækkets hovedfunktioner er, at danne en *plan flade* til at *bære* etagens inventar og beboere. Dette indeholder krav til både adskillende evner og til styrke.

Bjælkelagskonstruktioner opfylder kravene til adskillende evner og bærende evner med forskellige konstruktionsdele, der kan være af forskellige materialer.

Pladekonstruktioner udføres af materialer, der kan opfylde begge krav.

Etagedækket kan ligesom alle andre bygningsdele *udføres på stedet* eller monteres af *forudfabrikerede elementer*, hvorved hensynet til materialernes bearbejdelse og vægt må tillægges forskellig betydning.

K:2:26 *Den adskillende funktion* er både *fysisk* og visuel; den plane, vandrette, sammenhængende flade er det primære.

Den *lydmæssige* adskillelse af de over hinanden beliggende rum er imidlertid et ligeså afgørende krav. Bygningsreglementet stiller krav til etagedæk, der afgrænser en bolig, såvel med hensyn til luftlydisolation som til trinlydniveau.

Med hensyn til *brandstabilitet* kræves, normalt at etagedæk udføres mindst som BS 60.

Der stilles endvidere krav om termisk isolering for etagedæk mod uisolerede kælderrum, tagrum, mod uopvarmede rum, mod særlig varme rum og mod delvis opvarmede rum.

Helt vandtætte vægge, f.eks. af metal eller glas kan give kondens selv i almindelige beboelsesrum.

Se kap. S:4:30

DS 1082: lydisolerende døre.

Se kap. M

Etagedæk er indv. bygningsdele, men vil i byggeperioden ofte være udsat for vejret. Der må derfor stilles krav til de anvendte materialer (f.eks. beton) som i udv. bygningsdele.

Etagedæk i enfamiliehuse kan dog udføres som BD 30.

K:2:27 Den bærende funktion stiller særlige krav til materialernes tryk- og trækstyrke samt elasticitet, idet etageadskillelsen skal kunne bære frit mellem understøtninger af bærende mure eller andre bærende lodrette konstruktionsdele. I vandrette fritbærende konstruktionsdele opstår *bøjningsspændinger*; materialer der er i stand til at optage disse kræfter er træ og stål

Etageadskillelser med beton eller sten som eneste konstruktionsmateriale skal udføres som *hvælvede* konstruktioner for at kunne optage disse spændinger. Den hvælvede konstruktions overside er buet og har således ikke umiddelbart den nødvendige plane overflade.

Jernbeton, som kombinerer ståls og betons egenskaber er det eneste materiale, der kan opfylde kravene til plane plader til etagedæk.

K:2:28 De materialer, der vælges til etageadskillelsen, må nøje være tilpasset bygningens hele konstruktion.

Den *konstruktive sammenhæng* mellem lodrette og vandrette bærende konstruktionsdele er afgørende for husets stabilitet, og der må derfor vælges materialer, der kan sammenbygges. I skeletkonstruktioner vil der blive udført en primær vandret konstruktionsdel af samme materiale, som de lodrette dele. Etagedækket indføjles da som sekundær konstruktionsdel, eventuelt under benyttelse af andre materialer. Dette forhold ændrer dog intet i etagedækkets principielle hovedfunktioner.

K:2:29 *Jorddæk* - gulve mod jord - stiller særlige krav. Den bærende funktion opfyldes som regel ganske enkelt, fordi jorddæk er understøttet i hele fladen. Der stilles derimod krav om termisk isolering som for etagedæk mod det fri. Herudover opstår endvidere en række særlige problemer med hensyn til isolering mod jordfugt og fordampning.

K:2:30 *Etagedækkes underside* danner loft i de underliggende rum og der vil som regel kræves en særlig *loftsbeklædning*, hvortil der principielt stilles de samme krav som til beklædning af indervægge.

Loftsbeklædninger bør udføres af materialer, der ikke kræver for besværlig *renholdelse*. Derimod udsættes de næppe for mekanisk påvirkning. Med hensyn til *brandstabilitet* kræves at loftbeklædninger udføres af klasse 1, i enfamiliehuse accepteres dog klasse 2.

Under særlige omstændigheder kan der opstå krav om *lydabsorberende loftsbeklædning*, f.eks. for at sikre efterklangstiden i trapperum.

K:2:31 *Gulvunderlag* udføres på etagedæk eller jorddæk, hvis overside ikke umiddelbart er egnet til pålægning af det ønskede gulvmateriale, fordi overfladen ikke er plan, fordi dækkets materiale ikke tillader befæstelse af gulvmaterialet eller fordi etagedækket ikke selv opfylder de stillede krav, f.eks. om termisk isolering, eller lydisolering.

K:2:32 *Gulvbeklædningen* danner det *plane slidlag* på etagedækkets overside. Etagedækkets eller gulvunderlagets eventuelle udførelse som bjælkekonstruktion (strøkonstruktion) stiller krav om styrke til gulvbeklædningsmaterialet, som skal bære frit mellem bjælker eller strøer.

Der stilles absolut krav om *plan flade* og om *slidfasthed* svarende til den færdsel, gulvet udsættes for i det pågældende rum. Slidfasthed deles i bestandighed overfor det normale *færdselsslid* og bestandighed overfor *partielt slid* og *punktbelastninger*. Til disse primære krav kommer en række sekundære, der varierer i overensstemmelse med det pågældende rums benyttelse.

Krav i forbindelse med *færdslen* på gulvet: gangegnethed (evt. med bare fødder), skridsikkerhed, trinstøjdæmpning.

Krav i forbindelse med gulvets *renholdelse* etc.: vandtæthed, fugefrihed, let renholdelse, let partielt reparation samt *udseende* og *pris*.

K:2:33 *Skridsikkerheden* skal altid være til stede ved tør overflade (med enkelte undtagelser). Skridsikkerhed må tillige kræves ved våd overflade og hvor der sker færdsel med fugtigt fodtøj, (f.eks. i offentlige lokaler, forstuer o.l.).

Ofte skal etageadskillelsen udfylde opgaven som afstivende skive i husets konstruktion.

Udførelsen af hvælvede konstruktioner, skiver der følger spændingskurver etc., er et projekterings- og konstruktionsspørgsmål.

Brandforhold: Se kap. S:1

Det mest anvendte materiale til selvbærende gulve er træ (se i kapitel A, hvilke træsorter), men metal, f.eks. dørkplader, kommer til anvendelse i specielle tilfælde.

Gulvmateriale: Se kap. O
Partielt slid opstår f.eks. lige inden for døre til et rum, ved køkkenvasken eller andre stadige arbejdspladser.
Punktbelastninger opstår ved tunge møbler, stoleben og ikke mindst stilethæle, som kun beton, magnesit, mursten og klinker samt enkelte vinylfabrikater kan stå for.

For *gangegnetheden* (og -trætheden) er materialets evne til at blive glat af afgørende betydning. Hårde materialer giver gangtræthed, men også alt for bløde (gummiagtige) materialer virker trættende.

Materialets eventuelle dårlige *varmeledningsevne* gør det velegnet til barfodsgang.

K:2:34 Gulvbeklædningsmaterialet har betydning ved reguleringen af *trinlydsniveauet* af hensyn til de omgivende og især de nedenunderliggende lokaler. Af hensyn til lydforholdene i det lokale, som gulvet ligger i, må man sikre sig mod *trommelyd*, ved hjælp af egnede underlagskonstruktioner og egnet gulvbeklædningsmateriale.

K:2:35 *Vandtæt og fugtbestandigt* gulvbeklædningsmateriale kræves i baderum og andre våde rum (hvor der er gulvafløb). Alle gulvmaterialer skal kunne tåle fugt i forbindelse med normal rengøring. Materialerne skal kunne tåle de i husholdningen forekommende stoffers kemiske påvirkninger (mad- og drikkevarer, rengøringsmidler, menneskers og husdyrs afsondringer). Resistens over for kemikalier i videre omfang, f.eks. i industrilokaler, fotolaboratorier o.l. kræver specielle materialer.

Fugefrihed hænger sammen med renholdelsesmulighederne og vandtætheden. Det er især vigtigt for hygiejnen, at der ikke er store åbne, eventuelt arbejdende fuger i materialet.

Omfanget for behovet af *renholdelse* afhænger af omfanget af færdslen i lokalet og karakteren af færdslen (f.eks. bolig eller arbejdslokale, gennemgangsrum eller privatrum).

Reparationsmuligheder er afhængige af materialets lægningsmetode, fugefrit materiale kan ikke nemt repareres usynligt. Partielt slid kan opstå ved konstante arbejdspladser; hvis materialet ikke tåler dette slid, skal partielt reparation være mulig.

Brandsikkerheden vil stort set være opfyldt af alle tilstrækkeligt slidstærke eller vandtætte materialer. Der stilles krav om, at gulvmaterialer i *flugtveje* og trapper skal være *brandmæssigt egnede*. Det vil sige at gulvbelægningen ikke må være mere end moderat brandudbredende og røgdudviklende; for visse brændbare materialer betyder det, at der gælder maximumtykkelser efter BR.

K:2:36 *Udseende* og *pris* er til en vis grad sammenhængende. Stilles der særlig krav til udseende, må der regnes med større pris, end når udseendet er underordnet. Prisen er imidlertid også betinget af omfanget af leverancen: det begrænsede gulvareals størrelse, underlagets udførelse, materialespild afhængigt af materialets leveringsform, håndværksarbejde eller specialistarbejde med evt. fordyrende kørsel.

K:2:37 *Trappebelægninger* stiller særlige krav til slidstyrke, partielt slid, renholdelse, reparationsmulighed, gangegnethed og skridsikkerhed samt trinstøjdæmpning og brandsikkerhed.

Tagkonstruktioner

K:2:38 Taget danner sammen med ydervæggene bygningens *klimaskærm*: afskærmningen af bygningens indre mod indfyldelse fra det ydre klima. Der er derfor på mange punkter overensstemmelse mellem kravene til tag og til ydervægge.

Alle de funktionskrav man stiller til taget og til de materialer, der anvendes dertil, føres tilbage til dette egentlige hovedformål: at give beskyttelse mod vejrliget.

Beskyttelse mod vejrliget stiller krav om absolut *tæthed over for fugt* (regn, sne) og dette krav vil man altid stille til tagbeklædningsmaterialet. Tagkonstruktioner udføres som delt konstruktion med *en bærende del* og *en adskilende del*.

K:2:39 I tagkonstruktioner anvendes de samme to konstruktionsprincipper, som ved etagedæk: bjælke- eller pladekonstruktion.

Skema over gulvmaterialers egenskaber og anvendelse ved kap. O.

Hvor bygningsreglementet stiller krav om godkendelse af materialer, skal leverandøren sørge for at dokumentere, at godkendelse foreligger.

Se kap. M

Bjælkekonstruktioner kaldes i tagværket *spærkonstruktioner*. Tagbeklædningen skal her udføres selvbærende eller med et selvbærende tagunderlag.

Pladekonstruktioner kan beklædes med ikke selvbærende materialer, men andre forhold, f.eks. termisk isolering, ventilation, kan få betydning for materialevalg.

Pladekonstruktioner anvendes ved lav taghældning, mens spærkonstruktioner kan anvendes til såvel flade tage, som tage med stor hældning (rejsning).

K:2:40 De *belastninger* en tagkonstruktion udsættes for, er af nogenlunde samme karakter, som de belastninger et etagedæk udsættes for. Den direkte *belastning* fra regn og sne kan være betydelig, *vindtryk* og *sugning* giver store påvirkninger. Normalt skal taget ikke bære bevægelig last fra mennesker - udover de håndværkere, der udfører arbejdet, eventuelt reparationsarbejder - men har taget lav hældning eller er helt fladt, bør det beregnes til at kunne tåle *bevægelig belastning*. Der stilles altså krav om *styrke* til de til tagkonstruktioner anvendte materialer.

K:2:41 Med hensyn til *brandstabilitet* stilles kun krav om at tagkonstruktioner, der begrænser beboelsesrum og tilsvarende rum, skal udføres mindst som BD 30, hvilket krav kan opfyldes ved hjælp af indv. beklædning.

Brandsikkerhed kræves dels for at beskytte de mennesker, der opholder sig under taget, dels for at forhindre spredning af brand fra bygning til bygning.

Tagbeklædninger skal være brandmæssigt egnede. Bygningsreglementets krav tilsigter at undgå gennembrænding og dermed brandsmitte til anden bygning eller brandsektion. Brandmæssigt egnede materialer er ubrændbare materialer, samt beklædninger, der kun er moderat brandudbredende.

K:2:42 Materialerne i en tagkonstruktion bør være *åbne for diffusion* fra bygningens indre. Hvis tagkonstruktionen udføres med beklædningsmaterialer, der er diffusionstætte, skal der altid skaffes ventilation på den indvendige side af tagbeklædningsmaterialet i selve konstruktionen.

Der kræves i almindelighed ikke *termisk isolering* af materialer anvendt i tagkonstruktioner. Begrænser tagkonstruktioner opvarmende rum, stilles dog krav som i lette ydervægge. Kravet opfyldes med en supplerende konstruktion fri af den egentlige tagkonstruktion og udført af termisk isolerende materiale og i denne forbindelse fremkommer krav om dampspærre på den indv. (varme) side af isoleringskonstruktionen.

K:2:43 Beskyttelsen mod vejrliget indebærer stor frostrisiko, som er større på taget end i andre konstruktioner.

Ved ydertemperaturer under 0°C vil frysepunktet nås varierende steder i materialet, og er dette vådt fra nedbør, kan der ske frostsprængninger.

K:2:44 Taget modtager regn og sne i betydelig større mængder end nogen anden bygningsdel, og tagbeklædningsmaterialer skal derfor være *vandtætte*. Det afhænger af konstruktionen, om de skal være tætte overfor strømmende vand eller stående vand. *Taghældning* tilsigter at bortlede vandet hurtigst muligt, og hældningen skal være så stor, at der ingen steder på taget bliver stående vand.

De *flade tage* kræver derimod sammensvejste eller sammenklæbede beklædningsmaterialer, der kan tåle stående vand indtil dette er fordampet. I nogle konstruktioner opretholdes endda et kunstigt vandspejl på tagfladen, bl.a. for at opnå kølevirkning på de underliggende rum.

De påvirkninger, materialerne udsættes for af nedbør, kan forstærkes af *vindpåvirkninger*, hvilket skal tages i betragtning ved materialer, der oplægges med fuger (fygesne).

Ved flade tagkonstruktioner vil der kunne ske ret voldsomme *temperaturudvidelser*, som må kunne ske uden at forringe tagets tæthed. Varmeflekterende overflade kan være nødvendig.

Se lastnormen DS 410.

Kollapstid: den tid, der går inden elementet har mistet sin styrke når det udsættes for varme.

Ved udførelsen af flade tage anvendes materialer, der er så tætte, at de forhindrer diffusion og skaber fremkommer krav om dampspærre på den indvendige side af isoleringskonstruktionen.

L VÆGKONSTRUKTIONER

UDK 69.022

L:1 Fundamenter

SfB (16)

Byggegrund

L:1:1 Bygningens samlede vægt, d.v.s. både de anvendte materialers egenvægt og vægten af de i bygningen værende personer, inventargenstande og andre ved bygningens brug fremkomne belastninger, skal føres ned til byggegrunden gennem *fundamentet*.

Fundamentets *opgave* er udelukkende *bærende*. Da det altid ligger under bygningens laveste gulv og helt, eller med sin væsentligste del, ligger under terrænet, får det ingen adskillende opgaver i bygningen.

L:1:2 Det primære krav til *materialer til fundamenter* er derfor, at de skal være i stand til at *optage* og *fordele* bygningens belastning. Da de til ydervægge normalt anvendte materialer, i hvert fald de til de bærende dele af ydervægskonstruktionerne anvendte, har forholdsvis stor styrke, mens jordlagenes styrke er begrænset, må fundamentets materialer have en sådan *styrke*, at de kan optage belastningen fra de bærende konstruktioner, og samtidig egne sig til udførelse af en sammenhængende fundamentkonstruktion af en sådan *størrelse*, at belastningen kan fordeles over en så stor flade, at det modsvarer den styrke grunden har.

L:1:3 Det andet vigtige krav til materialer i fundamenter er, at de skal kunne tåle *fugtighedspåvirkninger*, evt. også kemisk påvirkning fra den omgivende jord (humussyre) og fra nedbørens passage gennem jordlaget, de skal være formbestandige, må kun i ringe grad være vandsugende og må ikke beskadiges af vand.

Materialer til fundamenter må endvidere kunne tåle den *frostrisiko*, som de ved overgangen mellem frostlag og frostfri lag i jorden udsættes for.

L:1:4 Endelig skal fundamentsmaterialer kunne tåle de *bevægelser*, der kan opstå i terrænet, dels under vejrets indflydelse ved stærk fugtighed, frost eller udtørring, dels som følge af bevægelser i bygningen, f.eks. rystelser fra maskiner, eller uden for bygningen fra trafik.

L:1:5 Byggegrunden kan være af en sådan beskaffenhed, at der må træffes særlige foranstaltninger til at optage belastningen fra bygningen.

Specielle *funderinger* udføres ved *pilotering* (pæleramning) med pæle af træ eller beton.

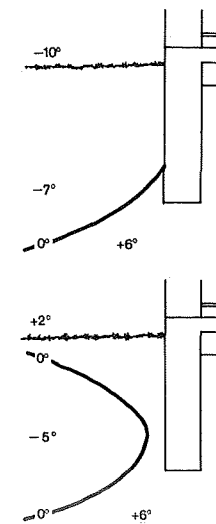
Træpæle kan kun anvendes under grundvandsspejlet, den del af pælen, som evt. kommer over vandspejlet, vil hurtig ødelægges og må derfor kappes.

Betompæle kan udføres forudfabrikerede og nedrammes, eller støbes på stedet direkte i jorden ved særlige metoder. Man kan også udføre *svømmende funderingskonstruktioner* som jernbetonplader, eller efter sænkekasseprincipet.

Udførelsen af funderingsarbejder kan vanskeliggøres af løs jord eller højtliggende vandspejl. Til de nødvendige *afstivninger* anvendes træ- og stålkonstruktioner og til *spunsvægge* anvendes specielle stålprofiler.

Fundamentskonstruktioner

L:1:6 Det foretrukne materiale til fundamentskonstruktioner er nu *beton*, hvad enten konstruktionen skal støbes på stedet eller udføres af færdigfabrikerede dele.



Temperaturforløb i jorden uden for fundament i frost (øverst) og ved tøbrud (nederst). Frosten går i Danmark maksimalt 1,4 m i jorden; på grund af bygningsvarmen o. a. forhold vil et fundament i 0,9 m dybde være frostsikkert, ved tøbrud vil der imidlertid kunne ske store temperaturbevægelser, og især ved samtidig nedbør vil der kunne optræde store fugtansamlinger lige uden for fundamentet.

DS 415: Fundering.

Jorddæk se kap. M:1

Betonen kan fremstilles i den nødvendige styrke, den kan gøres helt vandtæt om fornødent. Beton er et tæt materiale med lav minutsugning, ringe permeabilitet og lavt ligevægtsvandindhold.

Betonfundamenter støbes som regel i jordform i udgravede render. Forme anvendes, hvor der skal etableres rørgennemføringer bl.a. for afløb og stikledninger.

L:1:7 *Betonkvaliteten* skal ved udstøbning på stedet være mindst beton 5. Konsistensen skal så vidt muligt være stivplastisk, evt. plastisk, hvis der er risiko fra afvanding til formen.

Er det nødvendigt at *armere betonen* skal der anvendes mindst beton 15. Dette kræver, at jordforholdene kan karakteriseres som passivt miljø. I modsat fald må der stilles strengere krav til betonkvaliteten.

L:1:8 Ikke støbte fundamenter kan udføres af natursten, betonblokke, murværk. Marksten, der tidligere har været det eneste anvendte materiale til fundamenter, anvendes ikke længere.

Tegsten skal være klinkbrændte, stenklasse 30, til opmuring skal anvendes C100/400. Anvendes ved reparation eller undermuring af gamle fundamenter.

Færdigstøbte fundamentsblokke fremstilles som forskallingsblokke. Blokkene er hule og beregnede til udstøbning, merprisen kan regnes at modsvare udgifterne til træforskalling.

Alle rene mål er 10 mm mindre, plads til fugemørtel. Godstykkelsen er mellem 40 og 55 mm. Blokkene skal udstøbes med mindst beton 5, bedst beton 15.

Letbetonblokke med mindste rumvægt 600 kg/m³ kan anvendes til opmuring af fundamenter i småhuse uden kælder. Der skal udstøbes et renselag først, på mindst 200 mm tykkelse. Til opmuring bør anvendes KC 20/80/550 eller M 100/400.

L:1:9 I større byggeri anvendes ofte *specielle fundamentskonstruktioner*, f.eks. færdigstøbte betonelementer. Ved særlige funderingsopgaver kan der blive tale om jernbetonarbejde. Materialet vil også i disse tilfælde være beton, men med andre styrkeforhold, evt. nøddestensbeton, vibreret beton.

Pælefundering udføres med pæle af stål, specielt produceret til nedramning eller pæle af beton, som også leveres til nedramning. Pælene kan leveres i længder op til 16 m.

Udstøbningsteknikken kan være speciel ved meget dybe fundamenter, hvor man ønsker at sikre sig mod udskridning under arbejdet. Der kan f.eks. anvendes tixotrop lerslam til sikring mod udgravningens sammenskrivning. Der kan med denne teknik arbejdes i indtil 25 m dybde, 6 m længde og bredder fra 35-150 cm med en speciel gravemaskine. Udgravningen holdes fyldt med slammet, som under støbningen fortrænges af betonen.

Slamudfyldningen sker samtidig med udgravningen; slamopsugningen sker samtidig med udstøbningen, idet slammet hele tiden genanvendes ved den fortsatte udgravning. Slam- og betontransport sker gennem rørsystemer.

Beton se kap. E

Beton og miljø se tabel E:4:4

Ved anvendelse af sten eller blokke til fundamenter stilles de største krav til fugemørtlen; der skal anvendes C100/400.

Fundamentsblokke DS 400.

Den specielle teknik er italiensk patenteret af Edilizia Lavori Sottosuolo Estrazioni.

L:2 *Bærende vægkonstruktioner*

SfB (21)

Støbte ydervægge

SfB (22)

L:2:1 Kompakte ydervægskonstruktioner støbt på stedet er ikke almindelig anvendt; i boligbyggeri vil de kunne forekomme som kælderydervægge.

L:2:2 Betonydervæggen opfylder det primære krav om at skabe fysisk adskillelse og har den fornødne styrke; derimod giver den ingen temperaturisolering på grund af betonens store varmeledningsevne. Normalt spiller dette ingen rolle i kælderlokaler, ydertemperaturen i jorden er desuden om vinteren altid højere end lufttemperaturen.

L:2:3 *Varmeisolering* af støbte ydervægge kan udføres som udvendig eller indvendig isolering. Der kan faststøbes et isoleringslag på væggen ene side, opsat på forskallingen eller der kan fastgøres isoleringsmateriale og til opklæbning af asfalt, hvis laget anbringes udv. Ved indv. opklæbning vil asfalt medføre et diffusionstæt lag på den forkerte side af isoleringen. Der bør da anvendes punktklæbning, eller et diffusionsåbent klæbemiddel.

Isoleringsmaterialet skal kunne tåle opfugtning, udvendig isolering må beskyttes mod klimapåvirkninger. Ved ydervægge under terræn må der også beskyttes mod jordtryk og evt. vandtryk. Især er varierende tryk og fugtforhold under tø/frostperioder risikable for udvendig isolering under terræn.

Varmeisoleringslaget må ingen sinde indgå i et drænlag. Drænvirkning vil gøre isoleringen illusorisk.

L:2:4 *Fugtisolering* af kælderydervægge sker ved udv. asfaltering efter forudgående svumning eller berapning med KC-mørtel, (evt. en specialmørtel).

Asfalterede overflader beskyttes mod mekanisk overlast.

Man skal altid sikre betonydervæggen mod vandgennemgang. Omhyggeligt udført betonarbejde, anvendelse af en stærk blanding og sikring af at alle sammenstøbninger efter ophold i støbearbejdet bliver helt tætte (rensning og svumning eller C-mørtellag) er de primære forudsætninger for tæthed.

L:2:5 Kælderydervægge støbes af *beton 10* eller stærkere svarende til blandingsforhold 1:3:5.

Ved overgangen mellem støbt ydervæg (evt. fundament) og muret væg fugtisolerer ved indskydning af en ikke permeabel membran, hertil anvendes asfaltpap (f.eks. PF 2000).

Udføres der udv. fugtisolering af en kælderydervæg, er det nødvendigt - for at undgå kapilarsugning gennem fundamentet - at udføre en fugttæt membran mellem fundament og støbt kælderydervæg, som fortrinsvis vil blive udført med vandtæt mørtel, hvorpå der støbes, mens denne endnu er våd.

L:2:6 *Støbeformens* udførelse er vigtig for den færdige støbte ydervægs udseende. Ved kælderydervægge under terræn, hvor ydersiden ikke bliver synlig, vil man som regel anvende den enkleste og billigste forskallingsform. I mindre byggeri betyder dette træforskalling, opstillet med glatte bræddesider. Støbning mod jordform kan ikke anvendes til ydervægge, da det umuliggør udvendig fugtisolering.

I større byggerier og ved støbning af ydervægge over terræn vil forskellige støbeforme kunne anvendes:

Ønskes helt *glat overflade* i den færdige beton, kan formsiderne beklædes med specielle støbeplader af vandfast krydsfinér, oliehardt træfiberplade, fiberbeton eller med metalplader.

Der findes typeforme til købs og til leje både af træ og stål.

Ønskes *profileret overflade*, kan denne opbygges i støbeformen af brædder eller lister, men der kan også anvendes bølgeplader, profilplader o.l. til beklædning af formsiderne.

Tidligere har støbte ydervægge fundet nogen anvendelse i bolig- og erhvervsbyggeri, i dag vil man anvende færdigfabrikerede betonelementer. SBI-anvisning nr. 169. Isolering af ydervægge.

Våde materialer har bedre varmeledning, derved flyttes dugpunkt og accelereres forringelsen af materialets egenskaber.

Dræn er en forudsætning for god fugtisolering. Der kan opsættes drænplader af plast eller letkornsbeton.

Vandtæt mørtel C 100/400.

Fundamentsblokke af beton kan også anvendes til støbning af kælderydervægge.

L:2:7 *Specielle forskallingsformer*, som glideforskalling eller elementforskalling vil finde anvendelse ved ikke geometrisk komplicerede ydervægge. Der vil altid være tale om *jernbeton* med beregnet blandingsforhold og armering.

Murede ydervægge

L:2:8 De forskellige *fabrikerede* sten, der anvendes til opmuring af ydervægge opfylder de sædvanlige primære krav til *adskillelse* og *styrke*. Tyngden af murede ydervægge er over 100 kg/m², de har derfor en høj dB-værdi og giver den ønskede *lydisolering*.

De murede dimensioner, der opfylder byggelovens styrkekrav, vil ikke give tilstrækkelig *temperaturisolering*.

Vejrbestandigheden for stenene er tilstrækkelig, men kan være problematisk for fugernes vedkommende.

Materialerne er *brandsikre* og modstår de almindeligt forekommende *mekaniske påvirkninger*.

L:2:9 *Mursten* til bærende ydervægge skal være af stenklasse 15 eller 22, de skal være fuldbrændte massive eller mangehulsten.

Fuldbrændte teglsten er vejrbestandige og leveres i forskellige farver og med forskellig *overfladestruktur*. Disse forskelle har dog i det væsentlige kun æstetisk betydning, men ingen indflydelse på de fysiske egenskaber. Ønskes farve og struktur udnyttet ved at lade murværket stå blankt, bliver *fugernes udførelse* det afgørende for at sikre murværket vejrbestandighed.

L:2:10 *Varmeisolering* i kompakte, massive murede ydervægge kan ikke tilvejebringes tilfredsstillende. Kompakte mure er derfor erstattet af kombinerede mure.

I ældre huse, med blank mur eller pudset facade, kan der blive tale om indvendig efterisolering ved opstilling af isolerende let væg eller om udvendig efterisolering, som varmeteknisk er at foretrække.

Om lydisolering af ydermure se dog afsnit S:4.

Teglstens leveringsformer: kap C:4.

Kalksandsten kap C:5.

Den gode arbejdsudførelse med fyldte fuger, er den første betingelse for, at vejrbestandigheden og forhold over for lyd, temperatursvingninger, fugt m.m. kan regnes at være som forudsat.

Fugning se kap. P:1.

Efterisolering af denne art vil kunne udføres som lette ydervægskonstruktioner.

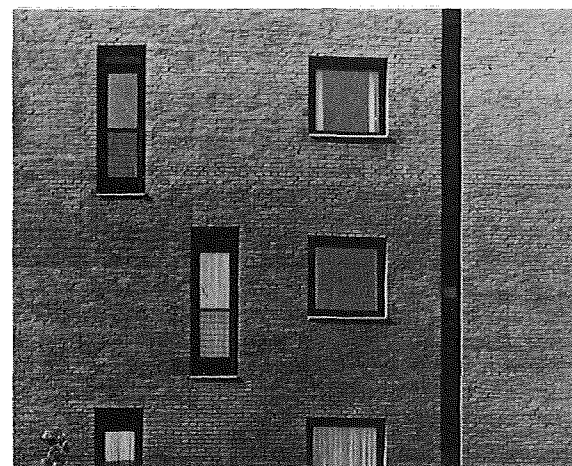
Beregningsmæssige styrker for murværk med varierende stenklasser og mørteltyper. Efter DS 414.

Fede tal er normalt murværk.

De angivne styrker gælder for murværk af moderat miljøklasse, og for murtykkelse 230 mm og derover (K-mørtel 350 mm og derover) ved etagehøjde 2,8 m.

basisstyrker for murværk af massive sten eller blokke (MPa)				
st=stenklasse bl=blokkklasse	mørteltype			
	C 100/400 KC 20/80/550 M 100/400	KC 50/50/750 M 100/60	KC 60/40/850 M 100/900	K 100/1200
st 4	2,1	1,7	1,3	1,2
bl 4	2,6	2,3	–	–
st 7	3,7	3,0	2,2	1,6
bl 10	4,8	4,3	–	–
st 10	5,3	4,3	3,2	2,0
bl 15	5,9	5,3	–	–
st 15	6,7	5,3	4,0	2,4
bl 20	6,7	6,0	–	–
st 22	8,2	6,6	4,9	3,0
bl 30	8,7	7,0	–	–
st 30	9,7	7,8	5,8	3,6
st 37	10,9	8,7	6,6	4,0
st 45	12,2	9,7	7,3	4,5

alle stenklasser er medtaget og de vigtigste blokklasser, for murværk af hulsten skal tallene ganges med 0,7 (undtagen for C 100/400)



Kompakt ydervægskonstruktion af teglsten.



Ydervægskonstruktion i bygning med bærende tværvægge, kraftige murpiller, betonaltaner og sneedekpartier.

L:2:11 Mørtlens *varmeledningsevne* og *temperaturudvidelserne* er på linie med de tungeste teglsten og volder normalt ingen problemer.

Styrken er væsentlig mindre end stenenes, den forøges, når bindemidlet er cement, dog først når cementmængden udgør mindst 35% af bindemidlet (KC 65/35 og stærkere), det samme forhold gør sig gældende med hensyn til vejrbestandighed (frost og vandtæthed).

L:2:12 Ønsket om at bygge højere, forøge antallet af etager, kunne med anvendelsen af *teglsten* tidligere kun opfyldes ved at murtykkelsen forøgedes for at skaffe den tilsigtede stabilitet. Murtykkelser på 600 og 720 mm var almindelige i etagehusenes nedre etager.

BR indeholder ingen angivelse af murtykkelser for bygninger over 2 etager, men stiller krav om anvendelse af mursten af mindst stenklasse 15 og henviser i øvrigt til murnormen. Såvel ved anvendelsen af stærkere sten, som ved opførelsen af byggeri med mere end 6 etager, skal murværkets styrke påvises ved beregning.

L:2:13 Ved anvendelse af teglsten i det høje byggeri vil *opmuring* fortrinsvis ske uden udvendigt stillads og facaderne være ubehandlet, idet fugerne færdiggøres under opmuring.

Kompakt murværk af kalksandsten udføres på samme betingelser som teglsten.

Til beregnet murværk kan der fremstilles specielle maskinsten med trykstyrke 40-45 MPa fremstillet med specialformater så hugninger undgås, opmures med murmørtel KC 20/80/500, aktiveret, fuger komprimeres under opmuringen, 3 skifter ad gangen, murtykkelse 350 mm i 16 etager, ydervægge isoleres indv.

L:2:14 *Letbetonen* i normalstensformat og i blokke med densitet 600 kg/m³ vil i ydervægge på ca. 330 mm kunne opnå U-værdi ca. 0,6. Ved opmuring af kompakt mur af blokke, må der ikke mures med fyldte fuger, men i fugerne indlægges et isoleringsmateriale for at hindre fugtgenngang. Letbetonen kan ikke anvendes med ubehandlet facade, men kræver overfladebehandling.

L:2:15 *Porebetonblokke* har overfladestruktur, som kan stå ubehandlet, når det udfuges, under opmuringen; på grund af stenenes stærke sugning er forsvarlig efterfugning ikke mulig.

Af porebeton fremstilles *blokke* med densitet 400 kg/m³ til udførelse af fugefri, limede ydervægge. Med disse blokke kan U-værdi 0,4 opnås.

L:2:16 Et konstruktionssystem, hvor der ikke påhviler ydervæggene bærende krav, er huse med *bærende tværvægge*; det er et konstruktionsprincip fortrinsvis beregnet til etage-boligbyggeri, hvor der stilles krav om lydisolering i lejlighedsskel og derfor her fremkommer murdimensioner, som uden vanskelighed kan optage de bærende kræfter. Da disse tværvægge tilmed er uden åbninger, kan der opnås helt lukket konstruktion med ret beskedne murdimensioner sammenlignet med bærende ydervægge.

De *ikke-bærende ydervægge*, der fremkommer i denne konstruktion, kan udføres selvbærende i hele husets højde af teglsten. Murdimension skal beregnes, men vil ofte kunne blive 350 mm tykkelse i indtil 7 etager. Bæres sådanne ydervægge af kantdragere i etageadskillelser, d.v.s. at de kun er udfyldningsmurværk, kan der anvendes hulmur, fabrikerede sten eller blokke med mindre rumvægt end tegl, eventuelt kombinationsmurværk.

Kombinerede hule ydervægge

L:2:17 Ved at kombinere stenkvaliteter i formur og bagmur udnytter man de forskellige materialers typiske egenskaber mest intensivt. I en kompakt mur, der skal stå blank, vil man således kun i selve formuren anvende facadestenen, og til resten af murtykkelsen anvende en almindelig fuldbændt sten alene af *økonomiske grunde*.

Den typiske kombinerede mur er imidlertid ikke kompakt, men *hulmur*.

Kombineret murværk med bagmur af særlig isolerende sten og hulmursisolering kan udføres så kravet til varmeisolering opfyldes.

L:2:18 Til *formuren* vil man ofte anvende fuldbændte facadestenen af tegl eller kalksandsten til udførelse af blank mur. Formuren kan også opføres af letkornsbetonsten, -blokke eller porebetonblokke i 110 mm tykkelse. Forbindelsen mellem formur og bagmur skabes ved bindere af tinbronze eller rustfrit stål. Plast kan anvendes, hvis MK-godkendelse foreligger og i murværk indtil 7 m over terræn. Formuren bør ikke være tykkere end 110 mm.

Hvis formuren optager lodret last (etagedæk, tagdæk) skal det påvises at tykkelsen svarer til belastningen.

L:2:19 Man vil fortrinsvis lade *bagmuren* optage de lodrette belastninger - det eliminerer en del kuldebroproblemer. Bagmurens murtykkelse vil da være afhængig af de lodrette påvirkninger.

I lavt byggeri er bagmurens tykkelse sædvanligvis 110 eller 170 mm (eller tilsvarende bloktykkelser).

Bagmuren opmures samtidig med formuren, forbindelse skabes med bindere. Hvis kun en af murdelene indgår i de bærende funktioner, kan der anvendes plastbindere.

Af hensyn til ydervæggens normale vanddampdiffusion, skal bagmuren være lige så tæt eller tættere end formuren. Dampspærre anvendes aldrig i murede konstruktioner.

L:2:20 Ved udnyttelsen af hulrummet til isolering, kan kravet om *varmeisolering* udfyldes indenfor rimelige murtykkelser. Statiske hensyn sætter grænse for hulrummets bredde. Skal muren i statisk henseende opfattes som en helhed anser man i dag en hulrumbredde på 200 mm for maximum.

Letbetonen se kap. C:5:15/19.

Porebetonblokke se kap. C:5:8/14.

Ved konstruktion af kombinerede murede ydervægge opstår konflikt mellem kravet om fast forbindelse af de to dele af muren og kravet om undgåelse af kuldebroer. En forsvarlig løsning opnås kun ved at udføre den ene del af væggen så stærk, at den alene kan påvises at opfylde kravet om styrke.

Isoleringsmaterialet kan være mineraluld i pladeform og 200 mm giver den tilstræbte U-værdi på 0,2.

Isoleringen skal føres så højt op, at der ved den uundgåelige sammen-synkning ikke skabes kuldebroer af ikke udfyldte hulrum; ved stive pladematerialer, der understøttes af murbinderne, kan sammensynkningen sættes til ca. 2%, ved granulater til ca. 10% af højden.

L:2:21 Kombinerede mure kan også udføres med bagmur af *etagehøje* armerede plader af porebeton eller letbeton med trykstyrke ca. 3,5 MPa. Pladerne rejses med knas-fuger, porebetonplader har jævn overflade og skal ikke pudses, letbetonplader skal pudses. Pladerne samles med speciallim. Tykkelsen 75 mm kan anvendes i isolerende bagmure, 100 mm og større i bærende bagmure. Den modulære bredde er 600 mm. I pladekanter anbringes trådbindere, der indmures i formuren efterhånden, som den opmures. Der anvendes hulmursisolering som for andre hule mure.

Bærende indervægge

L:2:22 I bygninger med kompakte ydervægskonstruktioner vil det være nødvendigt at opføre *bærende indervægge* parallelt med ydervæggen i en afstand, der giver rimelig spændvidde for dækkonstruktionen. Endvidere skal der opføres *stabiliserende indervægge*, der forbinder ydervægge og bærende indervægge. Bygningsreglementet forudsætter normalt maximum 8 m mellem stabiliserende indervægge.

Indervægges andre funktioner - uafhængig af de bærende - er svarende til lette indervægges funktioner.

L:2:23 I forbindelse med *støbte ydervægge* vil de bærende indervægge ligeledes blive støbt, hvis hensigten er at skabe en *monolitisk konstruktion*. Man vil da støbe såvel ydervægge, indervægge og dæk af samme beton, men med beregnede dimensioner og armeringer.

I andre bygninger, f.eks. hvor kun *kælderydervæggene* støbes, vil man til bærende indervægge i kælderen anvende samme materialer, som til de bærende indervægge i normaletagerne. Er dette ikke muligt f.eks. hvis der anvendes træskelet, skal bærende indervægge i kælderen opmures.

L:2:24 I forbindelse med *murede ydervægge* vil de bærende indervægge fortrinsvis blive murede.

Til murede bærende indervægge vil man anvende *teglsten* eller *kalksandsten*, som til ydervægge, men man vil ikke anvende egentlige facadestenen, med mindre der er ønske om indv. blank mur.

L:2:25 I forbindelse med ydervægge af *letbetonblokke* og *porebetonblokke* vil bærende indervægge blive opført af blokke i passende formater af samme materiale som ydervæggen. Både af økonomiske og byggetekniske årsager må en sammenblanding anses for uheldig.

L:2:26 I forbindelse med *kombinerede ydervægge* vil bærende indervægge fortrinsvis blive udført af samme materiale, som ydervæggens bærende del. Ensartetheden i materialer er den bedste sikring af konstruktionernes sammenhæng og bygningens stabilitet.

Ved kombinerede ydervægge med *etagehøje bagmurelementer* gælder kravet om samme materiale og konstruktion ved bærende indervægge derfor absolut.

BR terminologi: Bærende indervæg = hovedskille-væg. Stabiliserende indervæg = afstivende væg.

I ældre bygninger (indtil ca. 1850) anvendtes ofte bærende indervægge af bindingsværk i forbindelse med murede ydervægge. Denne sammenblanding af forskellige konstruktioner og materialer har haft uheldige virkninger, f.eks. uensartet sætning i bygningen.

Elementer af forskellige fabrikater kan som regel ikke benyttes sammen, da der endnu mangler fuldstændig standardisering af samlingsdetaljer.

L:3 Element- og skeletkonstruktioner SfB (21)

Elementkonstruktioner

L:3:1 Til opførelse af fleretages huse med bærende konstruktioner af *færdigfabrikerede elementer* anvendes udelukkende elementer af armeret beton.

Af forspændt beton fremstilles *etagehøje storelementer* såvel til boligbyggeri som til industribyggeri.

Af porebeton fremstilles etagehøje elementer til bærende ydervægge til boligbyggeri i indtil 3 etager.

Ydervægselementer med teglsten fremstilles som betonelementer med teglbeklædning.

Til alle ydervægselementer vil der kunne fås elementer til bærende inder-vægge, der er tilpasset i mål og samlingsdetaljer.

L:3:2 *Jernbetonelementer* fremstilles i *modulære mål*, sædvanligvis passende til planmodul 12 M, 18 M og 24 M og højdemodul multiplum af 3 M. Vægten af betonelementerne er afhængig af elementets dimensioner, med 15 cm bærende jernbetondel kan regnes ca. 400 kg/m² væg for hele elementet.

Elementerne produceres som sandwich-elementer sammensat af flere forskellige materialer. *Den bærende del* udgøres af jernbeton, som også kan udgøre den udvendige vejrbestandige side. Evt. kan elementet forsynes med en særlig *vejrbestandig beklædning*, f.eks. af påstøbte keramiske fliser, mosaikstifter eller en forstøbning med specielt sammensat mørtel.

Temperaturisoleringen udføres med skumplast, mineraluld, letbeton o.lign., afhængig af den krævede U-værdi. Den indv. side af elementet er som regel beton eller letbeton.

L:3:3 Teglbetonelementer er elementer, hvori beton indgår som konstruktivt materiale og hvor teglmaterialet er anvendt i en sådan tykkelse, at teglegenskaberne udnyttes.

Sådanne elementer produceres som sandwichelementer i nogen grad tilpasset modulordningen. Planmål på 12 M er sædvanlige, højden etagehøjde. Vægten varierer mellem 360 og 400 kg/m² væg.

L:3:4 Montagen af disse elementer kræver byggekraner, og transporten fra fabrikken til byggepladsen sker på speciallastbiler. Elementernes *store vægt* kræver fuldt mekaniseret byggeri.

Konstruktionen kræver gennemarbejdelse især af *fugeproblemer*. Til fugetætning anvendes flere forskellige materialer, f.eks. *vandtæt* ydre del af fugen af syntetisk gummi, *vindtæt lukning* af fugen med en snor af glasfibervæv, *temperaturisolering* ved stopning med mineraluld og indv. damp-tæt lukning med fugemasse.

L:3:5 Ved anvendelsen af færdigfabrikerede elementer forkortes *opførelsestiden* af bygningen på byggepladsen, idet monteringen sker væsentlig hurtigere end traditionel støbning eller opmuring, men til gengæld kræves fuld detailprojektering og produktion af elementer før opførelsen kan påbegyndes.

L:3:6 Elementbyggeri med *bærende tværvægge* er en videre udvikling af konstruktionsprincippet med bærende murede tværvægge.

Til elementbyggeri med bærende tværvægge anvendes betonelementer, enten armerede elementer eller elementer uden armering. Grovbetonelementerne er sædvanligvis 150 eller 180 mm tykke uden hulrum eller andre materialer. Målene er modulære, bredder 12 M eller 18 M, højden etagehøjde, vægten 360 eller 400 kg/m² væg.

Gavlelementerne vil i bygninger med bærende tværvægge få bærende opgaver og udføres som bærende ydervægselementer, enten jernbetonsandwichelementer eller teglelementer.

L:3:8 I huset med *bærende tværvægge* behøver ydervæggen ikke at være udført støbt eller muret, men kan udføres som let, ophængt konstruktion.

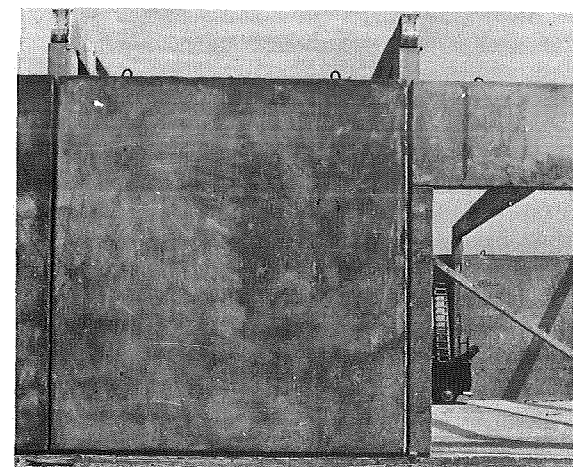
Også til enetagesbyggeri fremstilles betonelementer, storelementer til industribyggeri, forskellige elementtyper til enfamiliehuse.

Modulordningen baseret på DS 1010, 1011 specielt DS 1038, 1039, 1040, 1041.

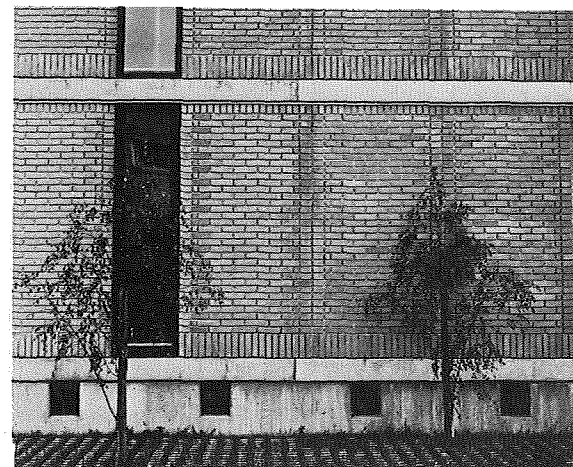
Montagefuger er udførligt behandlet under Q:2.



Ydervægskonstruktion af færdigfabrikerede betonelementer.



Elementer af beton til lavt industribyggeri i forbindelse med bærende jernbetonskelet.



Ydervægskonstruktion af teglelementer med synlige støbte etagedæk.

Skeletkonstruktioner

- L:3:9** Den helt åbne konstruktion, hvor den bærende del, er skeletkonstruktionen. *Det bærende skelet* består af lodrette søjler og vandrette dragere, der skal have de nødvendige styrkeegenskaber. For at konstruktionen skal være sammenhængende anvendes samme materiale i alle konstruktionens dele, og det kan i større byggeri kun blive stål eller jernbeton; træskeletkonstruktioner - bindingsværk - vil i dag kun blive anvendt i lavt byggeri.
- L:3:10** *Stålskeletkonstruktioner* udføres af profilstål - åbne eller lukkede profiler - de lukkede fortrinsvis til indvendige søjler. Alle dele i skelettet skal beskyttes mod brandfare og skal være korrosionsbeskyttede, hvilket kan ske under ét med omstøbning eller med brandbeskyttende malinger. Foretages brandbeskyttelse på anden måde end ved omstøbning eller maling - som BD-bygningsdel 60 er iklædning med 22 mm træ tilstrækkeligt - skal der foretages korrosionsbeskyttelse afhængig af det korrosive miljø. Stålskelettets konstruktionsdele, især søjlerne, vil have så *forholdsvis ringe udstrækning*, at skelettet ikke nødvendigvis behøver at indgå i vægkonstruktionerne, men kan være fritstående i rummene. Der vil dog være forbundet en risiko for lydtransmission ved fritstående konstruktion, en risiko, som kun kan elimineres ad konstruktiv vej.
- L:3:12** *Jernbetonskeletkonstruktioner* kan støbes og udføres da fortrinsvis med specialforskalling af metal eller plast. Anbringes de bærende dele i bygningens facade, kan ydervæggene udføres som udfyldningsvægge. Konstruktionsdelene kan også være uafhængige af ydervæggen, de må da fortrinsvis anbringes i tværvægge, da de på grund af deres *store dimensioner* ikke er velegnede til fri placering i rummene. I jernbeton-skeletkonstruktion er der risiko for forplantning af bankelyd, som der skal tages hensyn til ved den konstruktive forbindelse af vægge og etageadskillelser med det bærende skelet.
- L:3:13** Skeletkonstruktioner kan også opføres af *færdigstøbte* jernbetondragere og -søjler, der kan udformes som byggesystemer, som bygger på få enkelte dele til sammenbygning i en åben, fleksibel konstruktion. Her er problemerne imidlertid ikke længere materialemæssige, men konstruktive.
- L:3:14** *Den egentlige ydervæg* vil i disse konstruktioner kun have adskillende opgaver og udføres som let facadekonstruktion. Da stålets *temperaturudvidelser* er ret store, og jernbetonens ikke væsentlig mindre, er det uforsvarligt at opføre traditionelle selvbærende murede ydervægge i forbindelse med skeletkonstruktioner, fordi teglmurens temperatursvingninger kun er ca. 50% af stålets. Ved særlige konstruktive foranstaltninger skal der forebygges mod de ellers uundgåelige revnedannelser.

I bindingsværkshuset anvendes træskelet i mange etager; bybrandene medførte forbud mod bindingsværk i bærende konstruktioner, og selv om brandrisikoen i dag er helt ændret, vil man ikke kunne få lov til bærende trækonstruktioner i flere etager.

Det er en svaghed ved de eksisterende søjle/ dragerer og samlinger sker i knudepunkterne.

Lette bærende ydervægskonstruktioner vil kun forekomme i lavt byggeri.

En let ydervægskonstruktion kan være del af en større væg, den kan udgøre en enkelt facade i en bygning, hvor ydervæggene ellers er opført efter andet princip, eller den kan indgå i en sammenhængende skeletkonstruktion.

- L:4:3** *Konstruktionsmaterialet* er træ eller stål på grund af disse materialers gode styrkeegenskaber og lette sammenbyggelighed. Der benyttes varige træarter eller træ imprægneret mod råd og svamp. Stål korrosionsbeskyttes. Både konstruktioner af træ og stål skal brandbeskyttes. Dimensionerne kræver beregning. Sædvanligvis forudsættes en konstruktionstykkelse på 100 mm. Dertil kommer tykkelsen af den nødvendige isolering, som af hygrotekniske grunde i sin helhed her anbringes enten udenfor eller indenfor de bærende konstruktioner.
- L:4:4** Udover den bærende del indeholder konstruktionen en udv. vejrbeskyttende del, en temperaturiserende del og en indv. beklædning. Det er et grundprincip for udførelse af lette ydervægskonstruktioner, at der ikke påføres dem unødvendig belastning ved anvendelse af tunge materialer til den udv. og den indv. beklædning.
- L:4:5** Den udv. *vejrbeskyttende* beklædning (mindst klasse 2), kan udføres af træ i form af brædder, der kan være ru eller høvlede og eventuelt profilerede, eller i form af vejrbestandig krydsfinér. Der kan også anvendes beklædningsplader af glas, fiberbeton, plast eller profilerede tynde metalplader med korrosionsbeskyttet overflade. Under denne beklædning anbringes en vindtæt beklædning fortrinsvis stiv plade for at undgå pumpevirkning, f.eks. imprægnerede gipskartonplader. (Z-værdi højst 10 GPa·m²·s/kg). Der skal normalt være et ventilationslag med fri luftpassage udenfor den vindtætte beklædning og bag facadebeklædningen.
- L:4:6** Den *termiske isolering* af den lette ydervægskonstruktion udføres med materialerne i halvstiv eller stiv plade- eller måtteform. Der anvendes mineraluld. Forøgelse af isoleringstykkelsen sker bedst ved at lægge ekstraisoleringen på tværs af stolperetningen, for at nedsætte kuldebroarealet. På den indv. side af isoleringen skal anbringes en diffusionstæt membran af asfaltpapir eller plastfolie (Z-værdi mindst 100 GPa·m²·s/kg). Isoleringsmåtter af mineraluld leveres med diffusionstæt papir eller plast på den ene side, forsynet med fastgørelsesvinger.
- L:4:7** Den *indvendige beklædning* skal mindst være klasse 2 i brandteknisk henseende, d.v.s. mindst svare til forskalling og puds. Her kan anvendes alle de til indvendige vægge og vægbeklædninger anvendte materialer. Man må dog være opmærksom på, at der må træffes særlige konstruktive foranstaltninger, hvis ydervæggen begrænser et fugtigt rum, f.eks. baderum, hvor bygningsreglementet kræver vandtæt vægbeklædning.

Ikke bærende facadeelementer

- L:4:8** *Lette facadeelementer* har ingen bærende opgave, der behøves altså ikke materialer med stor styrke, men de skal dog kunne tåle de mekaniske påvirkninger, de udsættes for, f.eks. vindpåvirkning. Som regel opstår de største problemer ikke med hensyn til materialerne, men i den konstruktive fastgørelse af elementerne.
- L:4:9** Derimod skal de lette facadeelementer absolut opfylde kravene til *vejrbestandighed, termisk isolering og synlig adskillelse af rummene*. Principielt kan anvendes de samme materialer, som af lette bærende ydervægskonstruktioner. Imidlertid skal facadeelementer kunne fremstilles på værksted eller *industrielt*, de skal kunne *transporteres, monteres og udskiftes*. De skal så vidt muligt have en lang holdbarhed, idet reparationer, især på høje huses facader, er alt for besværlige og kostbare.

Varmeteknisk er det en fejl at anvende tunge materialer med den større varmeakkumulering udvendig (se nærmere S:3:14).

Lette ydervægge skal mindst være BD 60.

Styrenplast kan ikke anvendes her. Se G:2:17.

Udvendige vægges indv. side skal opfylde de samme krav som indv. vægge.

L:4 Lette ydervægskonstruktioner SfB (21)

Bærende lette ydervægge SfB (31)

- L:4:1** *Lette ydervægge* er efter bygningsreglementet vægge med en tyngde under 100 kg/m², og der kræves for disse en U-værdi på 0,3 W/(m²·K). Principielt udføres lette ydervægge som *sammensatte konstruktioner* med bærende del og adskillende del, hvor der til hver del kun opstilles de af funktionen betingede krav.
- L:4:2** Den bærende del af ydervægskonstruktionen udgøres af en stolpekonstruktion med remme og løsholter. Den *adskillende del* af en let ydervægskonstruktion kan være sammenbygget med den bærende del eller være udført som et facadeelement, der monteres på den bærende del.

- L:4:10** De materialer, der kan komme på tale til den egentlige *konstruktive del* (den selvbærende del) af elementet, bliver træ, fortrinsvis varige træarter eller imprægneret træ, metal, fortrinsvis korrosionssikkert eller -beskyttet, samt plast. Til den *vejrbestandige* yderside kan tænkes anvendt fiberbetonplader, metal eller plast. Der fremstilles mange beklædningsplader til disse formål, også sammensatte af flere materialer.
- L:4:11** *Færdigfabrikerede etagehøje facadeelementer* fremstilles i modulære mål med bredde på 900 og 1200 mm og højde 2600 mm til anbringelse på etagedækket. Elementerne produceres af trykimprægneret fyrretræ med udv. beklædning af fiberbetonplader (ufarvet eller lakeret), aluminium, glas (evt. emaljeret glas), vindspærre af et plademateriale, mineraluldsisolering og indv. beklædning af gipskartonplade med aluminiumsfolie som damp-tæt membran.
- L:4:12** *Facadeelementer af metal*, fortrinsvis ekstruderet aluminium eller plastbeklædt stål, produceres fortrinsvis i udlandet og importeres. Der findes mange profiler og udførelser.
- L:4:13** Facadeelementer udvikles i takt med udviklingen af *montagebyggeriet*, og der tilstræbes så vidtgående færdiggørelse som mulig. Elementerne leveres inklusive glas og færdigbehandlede klar til indsætning. Indbygning af installationsgenstande, f.eks. elkontakter, varmeaggregater, er også prøvet. Det er dog muligt, at dette snarere vil finde sin endelige form i rumstore facadeelementer, idet sammenbygningen er de modulære elementers svageste punkt.
- L:4:14** En frigørelse fra husets øvrige konstruktioner opnås ved at udforme facadeelementerne som »curtainwall«, *den forhængte facade*. Mens det typiske facadeelement bæres af etagedskillelserne, er den forhængte facade en let ydervægskonstruktion uden konstruktive opgaver, men selvbærende. Den fastholdes til bygningen af forankring, men bærer sig selv.

Se kap. P.



Let facadekonstruktion helt af letmetal.

L:5 Lette indervægskonstruktioner

SfB (32)

Murede og støbte vægge

- L:5:1** Alle murede eller støbte lette vægge vil give både *fysisk* og *visuel* adskillelse, de er forholdsvis *tunge*, men kan udføres ret *tynde* i nogle udførelsesmuligheder. De fleste af dem er *stive* i sig selv og alle er *brandsikre* og *fugtbestandige*. De kræver alle *udtørringstid* og flere af dem kræver færdiggørelse derefter, med yderligere arbejdstid og udtørring.
- L:5:2** Til opmuring kan anvendes *skillerumsplader*, letbeton og porebeton. Af murer fremstilles særlige *hulblokke*, men der kan også anvendes almindelige mursten på kant. Alle opmurede skillevægge skal stabiliseres ved indlæg af rundjern eller båndjern i fuger pr. ca. 500 mm højde.
- L:5:3** Skillerum af plader, blokke eller sten på kant skal *færdiggøres* med puds. Porebetonelementer til limning kan sandspartles og er sømfaste. Alle lette indervægge af plader etc. skal fastgøres forsvarligt til tilstødende vægge og dæk.
- L:5:4** *Færdige vægge*, der ikke kræver efterbehandling, kan opmures af dobbelte fliser, spaltklinker og lign. Anvendes fortrinsvis i rum, hvor der i øvrigt regnes med flisebeklædning, og oftest som spanske vægge, d.v.s. ikke i fuld lofts-højde, evt. også med afstand fra gulv.
- L:5:5** *Glasbyggesten* kan anvendes til indv. vægge, hvis de ved blødt mellemlæg f.eks. 20 mm kork, svært asfaltpap, eller lign. sikres mod belastning fra loft og tilstødende vægge. Der fås både gennemsigtige og gennemskinnelige glasbyggesten.

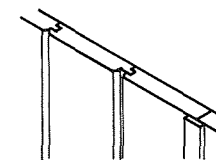
Teglsten, 1600 kg/m³, opmuret på kant vejer 88 kg/m² + jernindlæg og puds; samme vægt opnås med 38 mm beton.

Skillevægspalder af porebeton, letbeton, slaggebeton fremstilles i tykkelser 50 og 75 mm i mål 500×590 mm.

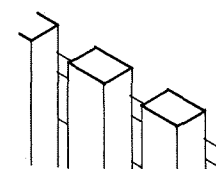
- L:5:6** Tynde *jernbetonvægge*, mindst 50 mm (135 kg/m² ikke egentlig let væg), kan udføres som moniervægge. En støbeforskallingside opstilles, derpå fastgøres armeringen og derefter udstøbes, idet den anden forskallingside opføres succesive.

Trævægge

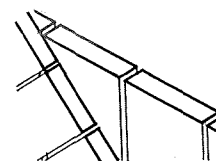
- L:5:8** Med træ kan der fremstilles vægtyper, der alle er *lette*, *stive* og *elastiske*, men *ikke brandsikre* og heller ikke fugtbestandige. De fleste af dem kan gøres færdige i én arbejdsproces og behøver ingen udtørringstid. Ved forskellige beklædninger eller færdigbehandlinger kan de komme til at opfylde byggeovens krav til brandsikring og imødekomme kravet om fugtbestandig overflade.
- L:5:9** Åbne *lægtevægge* af 38×56 mm lægter giver ikke visuel, men nok fysisk adskillelse, enkelte *bræddevægge* af hv. pl. 22 eller 29 mm brædder giver både fysisk og visuel adskillelse. De anvendes fortrinsvis ved pulterrum o.l., er billige, tørre, hurtigt opstillet. De åbne lægtevægge giver mulighed for ventilation og kan f.eks. bruges ved tørrerum. Der kan også anvendes profilerede brædder, med staf eller fas på kanten.
- L:5:10** *Dobbelt bræddevægge* opført af et lag lodret stillede 31 mm og forskallet med vandret eller diagonalt opsatte 19 mm brædder har tidligere været det mest almindelige lette skillerum. Det skal beklædes med rørvæv som pudsbærer og pudses på begge sider, klassificeres som BD-bygningsdel 60. Med 2 lag forskalling af 25 mm brædder og mellemlæg af svært gulvpap klassificeres det som BD-bygningsdel 90. Pudsede bræddevægge er ikke tørre konstruktioner, men i stedet for puds kan anvendes gipskartonplader, hvis der ønskes tør konstruktion.
- L:5:11** *Lægteskillerum* af 44×75 mm lægter opsat med højst 600 mm afstand og med løsholter i samme afstand anvendt som bærere af gipskartonplader klassificeres som BD 30, hvis mellemrummet udfyldes med 75 mm mineraluld. Under visse betingelser med hensyn til udførelsen kan sådanne vægge godkendes som BD 60. I stedet for gipsplader kan anvendes andre vægbeklædningsmaterialer, f.eks. spånplader, krydsfinérplader og træfiberplader der er klasse 2 beklædninger.



Enkelt bræddeskillerum med affasede kanter, staffet pløjning og listesamling.



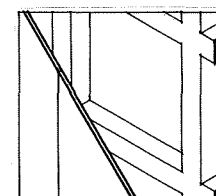
Lægteskillerum.



Dobbelt bræddeskillerum.

Elementvægge

- L:5:12** *Færdigfabrikerede vægelementer* af beton fremstilles i *modulære mål*, men hovedsagelig som bærende indv. vægge; de kan ikke anvendes som lette vægge, deres vægt er 330 kg/m² i 150 mm tykkelse, 400 kg/m² i 180 mm tykkelse, og de er beregnet på at indgå i bygningens konstruktion sammen med færdigstøbte, ydervægselementer. Elementernes normalbredde er 1200, 1800 og 2400 mm.
- L:5:13** Af letbeton med exler som tilslagsmateriale, og af porebeton fremstilles *etagehøje, lette vægelementer*, der både kan anvendes i forbindelse med konstruktioner af færdigfabrikerede elementer og i andet byggeri. I etplanhuse kan disse elementer også anvendes, når væggen har bærende funktioner og som bærende bagmur i ydervægge. De lette vægelementer fås i tykkelse 75-100 mm, med en nettovægt (ubehandlet) på 60 og 80 kg/m². Pladebredde 600 mm (modulmål). Pladerne er nøjagtige og samles med limning, overfladen er jævn og kan færdiggøres med spartelpuds eller tyndpuds.
- L:5:14** *Varmeledningstallet* for lette vægelementer er afhængig af materialets rumvægt. Ved 800 kg/m³ er det 0,26 W/(m·K) for etagehøje elementer. Ved 625 kg/m³ er det 0,2 W/(m·K) og en 100 mm tyk væg vil kunne opfylde bygningsreglementets minimumskrav for indv. vægge mod uopvarmet rum.



Lægteskeletvæg.

Vægbeklædningsmaterialer, se Q:2.

Vægelementer af letbeton fremstilles både til anvendelse i byggesystemer og til anvendelse sammen med andre bygningskonstruktioner og andre byggematerialer.

Middelreduktionstallet for en 75 mm væg er 39 dB. For vægge indenfor samme lejemål stilles ingen krav i bygningsreglementet. Høje reduktionstal kan med lette vægge ikke opnås.

Rumstore elementer har, især for badeværelser, fået udbredelse, fordi mange af de indvendige vægkonstruktioner ikke kan anvendes ved våde rum. Ved rumstore elementer skal væggen kun være færdiggjort på den mod rummet vendende side. Rumstore badeværelseselementer af beton vejer ca. 12 t, men kun 1 t i tilsv. størrelse af lette materialer, f.eks. letmetal, plast eller krydsfinér.

Stålskeletvægge

L:5:15 Størsteparten af lette skillevægge udføres i dag af stålprofiler beklædt på begge sider med gipskartonplader – med eller uden mineraluld imellem pladerne.

Stålprofilerne leveres som koldvalsede tyndpladeprofiler udført i varmforzinket stål med et zinklag på 275 g/m². Kantskinner og hjørnebeskyttere udføres elektroforzinket.

De mest anvendte profiler til indiv. vægge har dim. 27×70 mm (hxb), godstykkelsen er 0,56 mm.

Gipskartonpladernes dim. er 1200×2220 - 3600 mm (bxl), godstykkelsen er 13 mm, mindre pladestørrelser kan fås i 9 mm.

Pladerne fås med spartelforforsænkning på langkanterne.

Gipskartonplader (både 9 og 13 mm) klassificeres som klasse A materialer, jvf. DS 1065.1. Begge tykkelser klassificeres ligeledes som klasse 1 beklædninger, under forudsætning af, at de er opsat i overensstemmelse med leverandørens anvisninger og lovbestemmelse.

Gipskartonplader har en lille Z-værdi (0,5 GPa s m²/kg), der skal derfor som regel anbringes en dampspærre på isoleringens varmeside. Ved ydervægge i våde rum er forholdene anderledes.

Der leveres også elementer i tykkelse 150-200 mm, men de er ikke lette: vægt ca. 120 og 160 kg/m².

SBI-ydeevnebeskrivelse 5: Præfabrikerede baderum

M DÆKKONSTRUKTIONER OG TAGVÆRKER UDK 69.024

69.025

M:1 Jorddæk

SfB (13)

Simple jorddæk

M:1:1 Jorddækket er den enkleste af alle dækkonstruktioner. Dets opgave er simpel, plan afdækning af jordsmonnet. Da jorddækket herved understøttes på hele fladen, stilles der ikke krav til materialernes styrkeegenskaber. De funktionskrav, der vil blive stillet til jorddækket er afhængige af anvendelsen af det rum, hvori dækket er beliggende.

M:1:2 Materialet til udførelsen af jorddækket vil næsten altid være beton i en tykkelse, som er praktisk anvendelig til udlægning af et plant lag, d.v.s. 80 til 100 mm. Betonkvaliteten: Beton 10 (1:3:5).

Udsættes jorddækket for større belastning, f.eks. ved kørsel (i garager el. lign.) maskinbelastning el. a., anvendes tykkelse 150 mm og eventuelt stærkere beton. Ved meget tung kørsel, f.eks. belæssede vogne, eller anden meget stor belastning må jorddækkets tykkelse og blandingsforhold beregnes, eventuelt må der anbringes armering for at sikre jævn fordeling af belastning på jordunderlaget.

M:1:3 Jordfugtigheden søger uafbrudt mod jordens overflade; dels ved diffusion, idet den vanddamp, der findes i jordens porer, vil søge til overfladen; dels ved kapillarvirkning, idet flydende vand fra de fugtigere jordlag nærmere grundvandet vil stige opad mod mere tørre jordlag.

Jorddæk vil derfor altid blive udsat for fugtighed nedefra. Er materialet i jorddækket ikke fugtfølsomt, og anbringes der i rummet over dækket ikke genstande, materialer eller varer, der er fugtfølsomme, er der ingen grund til at anbringe nogen dampspærre i simple jorddæk.

Derimod skal kapillarsugningen fra jorden standses i forbindelse med alle jorddæk under bygninger, altså principielt også ved kældergulve. Dette gøres ved udlægning af et kapillarbrydende lag bestående af et materiale med grov porestruktur (kapillarradius $\geq 0,1$ mm). Det billigste er stenmaterialer med mindste kornstørrelse 4 mm, f.eks. fraktionerede betonmaterialer (nøddesten, singels) eller ufraktionerede, sandfrie vejmaterialer (harpesten, ral). Lagtykkelsen skal være teoretisk mindst 150 mm efter stampning eller anden form for sikring mod senere sætning. Da tolerancen ved dette arbejde må være stor er den praktisk anvendelige tykkelse 180 ± 30 mm.

Grus eller slagge skal undgås, da de indeholder finkornet materiale. I tilfælde, hvor terrænforhold eller andet medfører, at lagtykkelsen nødvendigvis bliver over 300 mm kan opfyldning ske med stampet grusmateriale.

Plastfolier eller lign. er ikke kapillarbrydende, men evt. vandtætte.

M:1:4 Vandet fra den udstøbte beton må ikke trænge ned i et kapillarbrydende lag. Dette vil kunne medføre at cementslam kan virke porelukkende og dermed ændre kapillarstighøjden. Det vil tillige medføre risiko for at betonen ikke får tilstrækkelig vand til hærdningen.

Det kapillarbrydende lag skal derfor afdækkes med et vandstandsende, men diffusionsåbent støbeunderlag.

Som støbeunderlag kan i nødsfald bruges papirsække, bedre er et diffusionsåbent pap (asfaltpap RF 650). Man kan også benytte mineralfiltplader, hvorved der opnås en vis termisk isolering, som kan modvirke kondensation på oversiden af jorddækket om sommeren.

M:1:5 Jorddæk uden beton kan udføres med bitumenplader med dobbeltsidig asfaltbelægning, tykkelser 3 og 5 mm og vægt 4000 og 6400 g/m². Disse baner er selvklæbende, idet de ved passende overlæg (mindst 150 mm) vil klæbe sammen på grund af egenvægten.

I ældre bygninger og i primitivt byggeri forekommer stampede jorddæk af ler, eller stenbrolægning.

Vandtryk fra vandførende lag i jorden er noget helt andet end jordfugtighed. Vandtryk kræver altid særlige foranstaltninger.

Holdes jorddækket diffusionsåbent vil dette medføre større luftfugtighed i rummet over dækket. Dette kan være en gene i ikke opvarmede lukkede rum om vinteren (sommerhuse, lagerbygninger) samt ved kondensation på dækket om sommeren.

Se tabel over stighøjder kap. S:2

Butylgummi er lettere og tyndere (1,8 kg/m², 1,5 mm), har samme virkning, men er ikke selvklæbende og skal derfor svejses i overlæggene.

Disse materialer er vandtætte og diffusionstætte og anvendes derfor i tilfælde, hvor der optræder vandtryk.

Terrændæk

M:1:6 Terrændæk defineres som dækkonstruktioner i terrænhøjde, bestående af et simpelt jorddæk suppleret med en termisk isoleret gulvkonstruktion, hvor et eventuelt lufflag i konstruktionen ikke ventileres til det frie.

Terrændæk anvendes i opvarmede bygninger uden kælder. BR foreskriver U-værdi 0,3 W/(m²·K) for terrændæk i beboelsesrum, ellers u-værdi 0,45 W/(m²·K)

Særlige problemer opstår i terrændæk når der anvendes fugtfølsomme materialer til den termiske isolering eller til den endelige gulvbelægning.

M:1:7 *Terrændæk kan udføres* som simple jorddæk, som på oversiden forsynes med termisk isoleringsmateriale og gulvbelægning. Valg af materialer til disse to formål er i nogen grad afhængig af hinanden.

Terrændæk kan også udføres ved udlægning af et kapillarbrydende lag af isolerende materialer. Der kan anvendes løs exltermateriale eller mineraluldplader (trædefaste), men der må regnes med at isoleringsværdien forringes når kapillarsugning sker og derfor må regnes med forhøjet varmeledningsevne. Dette kan modificeres ved en mindre forøgelse af isoleringslagets tykkelse.

M:1:8 *Isoleringslagets tykkelse* skal være størst i det ydre randfelt indtil 1 m fra ydervæggen. Denne i produktions-teknisk henseende uheldige forskel i dimension, kan undgås ved isolering af fundamentets bagside indtil 1 m under terrændækkets overside.

For at undgå kuldebro udføres kantisolering mellem fundamentets bagside og jorddækkets betonplade. *Kantisolering og fundamentisolering* kan udføres med mineraluldplader, letbetonplader eller andet fugtbestandigt materiale.

Termisk isolering oven på jorddækkets betonplade kan udføres med mineraluldfilt, hvorved muligheden for variation i tykkelse er til stede. Skumplastplade kan anvendes når isoleringen dækkes af mindst 100 mm beton. Udstøbt letbeton eller udlægning af tørt, trykfast isoleringslag af letbeton eller trædefaste mineraluldplader kan anvendes direkte som underlag for gulvbelægning.

M:1:9 *Dampspærre* skal principielt anbringes på den varmeste side af konstruktionen. Hvis der er mulighed for ventilering af hulrummet over isoleringslaget til rumluft (absolut ikke til det frie), kan der over dampspærren udlægges indtil 50 mm tykt isoleringslag af mineraluld.

Ventilationen over isoleringen bør have mindst 50 mm fri afstand til undersiden af gulvbelægningen og bør være fri langs alle rummets kanter (ventilationsarealet ca. 1/500 af gulvarealet).

Dampspærren udlægges altid *over udstøbte lag* (med byggefugt) - undtagen hvor der anbringes indstøbte varmerør, idet dampspærren skal anbringes *under et opvarmet lag*.

Der må kun anbringes *et lag dampstæt materiale* i en konstruktion. Dette betyder, at der i konstruktioner, hvor selve gulvbelægningen er dampstæt (linoleum, plast etc.) ikke bør anbringes nogen dampspærre. Hvis dette ikke kan undgås, bør det udføres som et asfaltlag. De pågældende gulvmaterialer skal da limes med vandfast lim direkte på asfaltlaget.

M:1:10 *Terrændæk* udført med termisk isolering *over det kapillarbrydende lag* eller med *kapillarbrydende isolering* kan udføres uden andet støbeunderlag for betonlaget.

Dampspærre anbringes over betonlaget som angivet ovenfor.

Z-værdi >6000

GPa·m²·s/kg for angivne tykkelser.

Regler for beregning af bygningers varmetab, DS 418.

Utdækket styrenskum giver sundhedsfarlig afgang.

Om skumplast se G:2:17

Uanset om man projekterer med trægulv, bør man udføre konstruktionen således at der ikke kan ske skader, hvis der senere oven på trægulvet lægges et dampstæt gulvmateriale.

Z-værdier se kap. Y.

Udføres den termiske isolering af udstøbt letbeton direkte over det kapillarbrydende lag, skal der udlægges støbeunderlag af diffusionsåbent materiale.

M:1:11 Termisk isolering kan opnås ved at udlægge løst exltermateriale som *kapillarbrydende lag*. Over det kapillarbrydende lag støbes beton på støbeunderlag og afdækket med dampspærre af hensyn til fugtfølsomme gulvmaterialer som ovenfor.

M:1:12 *Terrændæk med indlagt varme* skal udføres med fugtspærre mellem det termisk isolerende lag og det opvarmede lag i konstruktionen. Den termiske isolering skal udføres af ikke fugtfølsomme materialer, lagt direkte på det kapillarsugende lag. Herover udlægges fugtspærre, der skal være mere dampstæt end gulvmaterialet, d.v.s. fortrinsvis asfaltpap med aluminiumsfolie. Kun hvis man kan være absolut sikker på, at der aldrig senere udlægges dampstæt gulvmateriale, kan man under stengulve o.l. ikke fugtfølsomme materialer nøjes med PEL-folie 0,15 mm.

Isoleringslagenes tykkelse skal beregnes i hvert tilfælde.

Se også VIF - u-værdier.

M:2 Bjælkelag

SfB (23)

Bjælkekonstruktioner

M:2:1 Med *bjælkekonstruktioner* opdeles et areal, der skal overdækkes i smalle bæltter for at begrænse kravet til den plane flades frit bærende evner.

Der sker således en funktionsdeling, hvor den plane flade dog ikke udelukkende har adskillende funktion: den skal bære frit fra bjælke til bjælke. Bjælkekonstruktioner anvendes både i etagedæk og tagdæk.

M:2:2 Det traditionelle materiale til bjælkekonstruktioner er træ. *Træbjælkelaget*, som anvendtes i alt byggeri tidligere, kan ikke opfylde den nye byggeovs krav om brandsikring i bygninger med mere end én etage; de finder derfor nu kun anvendelse i etagedæk mellem stueetage og udnyttet tagetage i boligbyggeri samt i tilsvarende erhvervsbyggeri under 300 m².

M:2:3 *Stålbjælkelag* har været anvendt i stedet for træbjælker, men finder nu kun anvendelse i forbindelse med støbte plader af ikke armeret beton og i skeletkonstruktioner af stål.

M:2:4 Bjælker af *jernbeton støbt* på stedet finder anvendelse i jernbetonskeletbyggeri og i forbindelse med støbte plader.

Færdigstøbte jernbetonbjælker indgår i mange konstruktioner, men næppe som egentlig bjælkelag; derimod er færdigstøbte jernbetonbjælker en væsentlig bestanddel af forskellige former for *ribbedæk* med udfyldningsblokke eller -plader af tegl, beton eller andre materialer, men disse dæk må ifølge deres konstruktive princip henregnes til pladedækkene.

M:2:5 Det karakteristiske for bjælkekonstruktionen er, at der ikke ved udførelsen af det *bærende bjælkelag* skabes den *adskillende plade*. Denne må etableres i form af et *selvbærende gulv*, fortrinsvis udført af træ, som dels er let at til-danne, dels har ringe vægt og dels har mange af de egenskaber, der kræves af et gulv og derfor ikke behøver yderligere gulvbelægning. Anvendelsen af færdigstøbte betonplader, selvbærende plastplader, træbetonplader, stålplader, til etablering af et selvbærende gulv kan også ske, men kræver gulvbelægning.

M:2:6 En eventuel fornøden *temperaturisolering* vil let kunne ophænges i eller under et bjælkelag uanset materiale. Stilles der krav om lydisolering, skal der etableres indskud af tunge materialer. Indskuddet er også nødvendigt af hensyn til brandsikringen. Endelig skal etageadskillelsens underside kunne lukkes mod det underliggende rum, plan underside kræves dog ikke altid.

Gennemføring af installationsledninger i etageadskillelser kan ved bjælkekonstruktioner støde på vanskeligheder, idet der som regel anbringes en bjælke nær væg og installationer fortrinsvis også placeres nær væg.

Træbjælker

- M:2:7** De anvendte træarter (fyr, gran, eg) har fortrinlige *styrkeegenskaber*, let *bearbejdelse* og forholdsvis *ringe vægt*, men er i vor tid ikke tilstrækkelig til at opfylde de krav, der stilles til lydisolering og brandsikring.
- M:2:8** I *lavt byggeri* kan træbjælker stadig anvendes i etageadskillelsen mellem stueetagen og en udnyttet tagetage, evt. fuld 1. sal, hvis der ikke yderligere er tagetage. Der stilles da i bygningsreglementet intet krav om lydisolering (medmindre det drejer sig om to forskellige boliger). I brandteknisk henseende kan etagedæk i fritliggende enfamiliehuse og tilsvarende bygninger udføres som BD-bygningsdel 30.
- M:2:9** Den traditionelle udførelse med *underbeklædning* af forskalling og puds, *indskud* af ler og *bræddegulv* opfylder dette brandtekniske krav. Lerindskudet vil med sin vægt tillige yde en vis *luftlydisolation*, mens *trinstøjen* vil forplantes direkte gennem bjælken.
- M:2:10** *Underbeklædningen* kan i de tilfælde, hvor træbjælker i dag er lovlige, også udføres med hv. pl. brædder, mindst 22 mm, eller anden beklædning, der ikke yder større tilskud til brand. Der kan også anvendes gipskartonplader eller brandsikre loftsplader af andet godkendt materiale.
- M:2:11** *Indskud* i træbjælkelag udførtes som et mellem bjælkerne indskudt lag af 19×100 mm brædder, der bar et 70-80 mm tykt lerlag. Oplægningen af ler i træbjælkelag indebærer en fare for fugtighedsbeskadigelser af træbjælkerne, der blev da også anvendt andet tungt, ubrændbart materiale: rålersten eller halvbrændte sten med fuger udløbet med lervælling, teglværksaffald, knust brændt moler. Det gav en vis lydisolering. Til supplerende af gammelt lerindskud kan anvendes tørt sand.
- Som brandisolerende indskud kan anvendes træbetonplader, mineraluld eller tilsvarende godkendt materiale. Der opnås dog hermed ingen væsentlig forbedring af lydisoleringen.
- M:2:12** *Indskudsmaterialet* kan oplægges uden indskudsbrædder, hvis det fastgøres forsvarligt til bjælkesiderne, eller bæres af jerntrådnæt.
- Mineraluld skal i så fald have 100 mm tykkelse, være i pladeform og i visse tilfælde være temperaturstabil.
- Træbetonplader nævnes ikke i bygningsreglementet, men må formodes at opfylde betingelserne til BD 30 i en tykkelse af mindst 75 mm båret af brædder eller lægter i bjælkesiderne.
- M:2:13** *Strøer* er en form for bjælkekonstruktion anvendt som underlag for trægulv på støbte etagedæk. Strøen er således principielt understøttet i hele sin længde, den har ingen fritbærende spændvidde og kan derfor udføres af spinkelt træ, sædvanligvis 38×56 mm lægter, 50×50 mm eller 50×75 mm. Strøkonstruktionen må henregnes til gulvkonstruktioner.

Stålbjælker

- M:2:14** Hvor stålbjælker anvendes i egentlig bjælkelag, d.v.s. ikke som en del af en skeletkonstruktion, er der principielt ingen forskel i forhold til træbjælker. Stålbjælkerne har passende *styrkeegenskaber*, men de kan ikke tildannes på stedet, og må derfor leveres på byggepladsen i korrekte længder og være forsynet med de for fastgørelse af andre konstruktionsdele nødvendige huller; deres *vægt* er større end træbjælkerne.
- M:2:15** Stålbjælker skal beskyttes mod *brandrisiko*; i et bjælkelag, hvor de ikke er indstøbt, skal stålet tillige beskyttes mod *korrosion*. Til fastgørelse af underbeklædning, indskud og gulv må træffes særlige foranstaltninger, f.eks. ved fastmontering af 50 mm planker som *flangetræ*.
- M:2:16** I nybyggeri vil stålbjælker i dag formentlig kun blive anvendt i forbindelse med *udstøbning*, f.eks. i landbrugsbyggeri eller erhvervsbyggeri i stedet for jernbeton. Det kan være det enkleste at oplægge stålbjælker og foretage udstøbning på blivende forskalling af træbetonplader lagt på stålets flanger.

Træbjælkelag i enfamiliehuse, TRÆ 18.

Etagedæk i alle andre bygninger kræves udført som BD 90 eller BS 60.

I dag anvendes ler og lign. indskudsmaterialer kun sjældent.

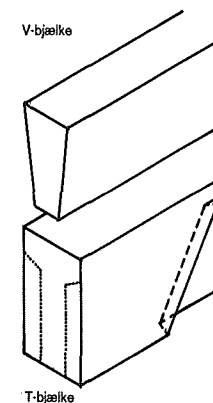
Man bør aldrig fjerne lerindskuddet i forbindelse med ombygninger o.l.

Bjælker over krybekælder er ikke strøer, idet de altid har en spændvidde.

I lavt byggeri anvendes til tider en enkelt stålbjælke i et træbjælkelag, hvor en vandtæt eller brandsikker plade skal tilsluttes. Denne uheldige sammenblanding af materialer bør undgås, tilslutning bør ske over bærende mur.

Jernbetonbjælker

- M:2:17** Jernbetonbjælker vil enten være del af en samlet *støbt konstruktion* eller indgå i en etageadskillelse, hvor *udfyldningen* mellem bjælkerne er plader, blokke eller anden konstruktionsdel af beton, letbeton, tegl el. lign.
- De for andre bjælkelag særlige problemer med *brandsikring* og *rumlydisolering* opstår ikke her, derimod er *trinstøjproblemet* stort. Forholdene svarer til det for pladekonstruktioner senere anførte.
- M:2:18** En overgangsform til pladekonstruktionerne er *jernbetonbjælker* oplagt side om side, hvorved der opnås både plan under- og overside. Trinlydisolering og eventuelt temperaturisolering må udføres ved særlig konstruktion af gulvet.
- Sådanne jernbetonbjælker har været fremstillet i Danmark i 1920'erne og fremstilles i dag af *sammenstøbte letbetonblokke* eller *teglblokke*, fugerne mellem bjælkerne udløbes med cementvælling.



Hindhede-bjælken var den første jernbetonbjælke, fremstillet som færdigfabrikat: produceres ikke mere.

- M:2:19** Fabriksfremstillede *stålteglbjælker*, oplagt med afstand og udfyldt med ikke armerede teglblokke, danner vel den yderste grænse for, hvad man kan betegne som bjælkelag.

Plankespær

- M:2:20** Det helt *vandrette tag* kan opfattes som husets øverste etagedæk, og det kan da også udføres med en bærende spærkonstruktion efter samme princip og med samme materialer som bjælkelag.
- Betegnelsen *vandret tag* skal her forstås således, at *bjælkerne* i den bærende konstruktion kan ligge helt vandret.
- Den færdige plane tagbeklædning og tætte belægning *skal* have en hældning på mindst 1:40.
- Som regel vil der i en spærkonstruktion med vandret tag blive benyttet *plankespær* af træ. Principielt er der ingen forskel på konstruktionen, om plankespærene lægges med eller uden hældning.
- M:2:21** Det flade tag kræver et *plant underlag* for tagdækningen.
- Spærkonstruktioner med plant tag forudsætter træspær med bræddebeklædning eller selv bærende tagplader, f.eks. sandwichplader af træfiber, fiberbeton, vandfast limet krydsfinér, glasfiberarmeret polyester.
- M:2:22** Til *plankespær* skal der anvendes betydeligt større dimensioner end i tagværker over samme spændvidde. For at sikre sig den størst mulige bæreevne og skaffe sig sikkerhed mod kastning eller vridning, hvilket i det flade tag kan få katastrofale følger for tagets tæthed, anvendes altid planker eller de væsentlig dyrere laminerede bjælker.
- M:2:23** Ved tage uden hældning må nødvendigt *fald* til bortledning af regnvand skaffes ved opskalkning oven på spærene, således at bræddebeklædningen får det rette fald mod ydervæggene eller til afløb inde i huset.
- Plankespær* kan også oplægges med hældning på åse eller anden understøttelse; det giver skrå lofter, når forskalling m.m. og temperaturisoleringen anbringes direkte på spærene.
- Tagbelægningen i det flade tag er altid diffusionstæt, og der må derfor skabes ventilation i konstruktionen, anvendes *trækvaliteter*, der ikke ødelægges af fugt, og som er imprægnerede mod råd og svamp.

Eksempel på færdigstøbte jernbetonbjælker.

Om tagfald se M:4:8

Nedbøjning af træplankespær kan medføre revnedannelser i tag- og loftsbeklædning.

Horisontale tagflader burde altid dimensioneres således, at færdsel er mulig uden at belastning fremkalder bevægelser, der kan medføre revnedannelser og påfølgende utæthed i tagdækningen.

Anbringelse af isolering og dampspærre, se M:4.

Pladekonstruktioner

M:3:1 Udføres etageadskillelsen som en *bærende plade*, skal denne være bærende over hele spændvidden. Det eneste materiale, der kommer på tale i denne forbindelse, er *jernbeton*. Pladen kan støbes på stedet eller udføres ved oplægning af færdigfabrikerede elementer.

M:3:2 Den selv bærende plade opfylder alle krav til *styrke* og *adskillelse* under ét. Den vil som regel af statiske grunde få en tykkelse, der i sig selv yder tilstrækkelig *brandsikring* samt en vægt der giver tilstrækkelig isolering mod luftlyd.

Eventuel nødvendig isolering mod *trinlyd* må derimod skabes ved særlig konstruktion af gulvet, ligesom eventuel *temperaturisolering* kræver indskud af isoleringsmateriale.

Støbt på stedet

M:3:4 *Beton* er det materiale, som overhovedet muliggør udførelsen af pladekonstruktioner i egentlig forstand. Den enkleste plade er den ikke armerede betonudfyldning mellem jernbjælker. Den kan dog kun udføres, når pladens længde, d.v.s. afstanden mellem understøtningerne for pladen (i dette tilfælde det samme som afstanden mellem jernbjælkerne), ikke overstiger 1,2 m, idet betonen ikke vil kunne optage de større trækspændinger, der opstår ved større spændvidde.

M:3:5 Ved armering i *jernbeton* kan der skabes plader, der kan optage trækspændinger; de kan understøttes langs to modstående kanter - *enkelt armering* - eller langs alle kanter - *krydsarmering*.

Den støbte jernbetonplade opfylder kravene om *styrke*, *holdbarhed*, *brandsikkerhed*, derimod må *temperaturisoleringen* skaffes ved anvendelse af særlige materialer.

Pladekonstruktioner giver *plan overside*; *undersidens* karakter er afhængig af, hvilken forskallingstype man anvender.

M:3:6 Beton med eller uden armering opfylder kravene til *brandsikring*. Jernbeton i massiv tykkelse på 80 mm svarer til BS-bygningsdel 60, ikke armeret beton i 150 mm tykkelse svarer til BS-bygningsdel 120.

M:3:7 For at opnå tilstrækkelig *luftlydisolering* kræves en vægt på 345 kg/m² af betonetageadskillelsen, jernbetonens densitet er 2300 kg/m³ og en massiv pladetykkelse på 150 mm er tilstrækkelig; når der etableres trægulv på strøer kan 140 mm være nok.

Trinlydisolering må tilvejebringes ved særlig udformning af gulvets konstruktion, eller anvendelse af egnede gulvmaterialer.

M:3:8 Eventuel *termisk isolering* kan tilvejebringes ved anbringelse af varmeisolerende materiale på pladens overside i forbindelse med gulvbelægningen eller tagbelægningen. Den kan dog også udføres ved påstøbning eller påklæbning af isoleringsmateriale på pladens underside. Hvilken fremgangsmåde man skal anvende, afhænger af de pågældende rums funktion, konstruktionen samt temperatur- og fugtighedsforholdene. Der anvendes i begge tilfælde fortrinsvis stive plader af mineraluld eller skumplast.

Da tagbelægningen er diffusionstæt, må isoleringslaget enten selv være diffusionstæt, eller ventileres.

Diffusionstæt isolering kan udføres med *skumglas* oplagt og udfuget med asfaltmateriale. *Selvventilerende* isoleringsplader specielt til tage, fremstilles af *letbeton*, af *polystyren*, samt af *træbeton* og *polystyren*; disse plader skal lægges på et diffusionstæt lag f.eks. kan de lægges i asfalt.

Færdigfabrikerede etageplader kan leveres med huller til installationer, eventuelt med faststøbte installationsdele, bøsninger etc., efter hulplan i hvert enkelt tilfælde med visse af armering og pladedimensioner givne begrænsninger.

Til udstøbningsbeton anvendes beton 10 (1:3:5) i tykkelse mindst 150 mm.

Tagbelægninger se M:5

Om gulvkonstruktioner, se kapitel O, gulve, om temperaturisolering se kapitel S:3

Om diffusion se i øvrigt afsnittet materialestruktur S:2:30ff.

Polystyren se G:2:17

Forskalling

M:3:10 Undersiden af det støbte dæk kan være plan eller ribbeformet. Ribbedækket udnytter de særlige statiske forhold i jernbetonpladen.

M:3:11 *Plan forskalling* udføres som konstruktion af planker eller stålrør. Den plane flade kan tilvejebringes af brædebeklædning, ru eller høvlet, eller der kan anbringes særlige glatte materialer, f.eks. plader af metal, plast eller træfiber, for at give pladens underside en *færdig overflade*. På forskallingen kan også anbringes *varmeisolerende* eller *lydabsorberende* materialer, der faststøbes på pladens underside, fortrinsvis træbetonplader, som på grund af deres ru ydre og på grund af cementindholdet har god vedhængning til støbningen. Isoleringsevnen svækkes noget af den indtrængende cementslam i oversiden.

M:3:12 *Ribbeforskalling* udføres som blivende forskalling, hvor der på en forskalling med en plan underside er fastgjort buede skaller. Herved udspares hulrum i dækkets underside, men den blivende forskalling sørger for, at der trods alt er plan underside. Forskallinger af denne type udføres som regel af træ, f.eks. imprægneret krydsfinér, og der regnes med puds og rørvæv på undersiden.

Hulrummene kan også tilvejebringes ved, at der på forskallingen anbringes uarmerede *udfyldningsblokke* uden bærende opgaver; dækket behandles i øvrigt som pladekonstruktion.

M:3:13 *Ribbedæk* med ikke blivende forskalling kan naturligvis støbes med træforskalling, men det giver kompliceret forskallingsarbejde og særlige foranstaltninger, hvis der senere ønskes plan underside.

Specialforskallinger af stål fremstilles som kassetter eller trug, de kan anbringes mellem vedvarende dragere af gitterarmering eller på midlertidig forskalling. Stålforskallingen skal kunne anvendes gentagne gange.

Plastforskalling kan udføres specielt til den enkelte store byggeopgave, idet det er billigt at få trykstøbt en serie ens forskallignelselementer efter en prototype. Metoden vil det være rimeligt at anvende, når ribbedækkets underside skal have en særlig udformning, f.eks. som synlig underside.

Jernbeton med udfyldningsblokke

M:3:14 For at forbedre jernbetonpladers varme- og lydisoleringsevne har man tidligere indstøbt *udfyldningsblokke* i pladen, når den deraf opstående større højde ikke medførte gener. Disse blokke kunne være af almindelig tegl eller moler, og de havde ingen andel i konstruktionens bæreevne. Rene udfyldningsblokke fremstilles ikke mere.

M:3:15 Af tegl fremstilledes *hulblokke* med en trykstyrke på 30 MPa, d.v.s. at de var i stand til at optage trykpåvirkningerne i jernbetondækket og indgik i konstruktionens bæreevne. Sådanne hulblokke produceres ikke mere.

M:3:16 Dækkonstruktioner af *sammenstøbte teglblokke* kan også findes i ældre konstruktioner. Blokkene kan være sammenstøbt til bjælker, der oplægges side om side, og som kun behøver udstøbning af ribben mellem bjælkerne, eller dækket kan bestå af færdigfabrikerede bjælker med udfyldningsblokke imellem. Forskallingsarbejdet er meget enkelt, og der bygges videre oven på dækket med det samme. Dækhøjden for de forskellige konstruktioner er op til 200 mm, afhængig af spændvidden.

De færdigfabrikerede planker, bjælker og sammenstøbte blokke har forspændt armering.

Færdigstøbte plader

M:3:17 Plader til forskellige formål fremstilles af forskellige materialer. Af *for-spændt beton* fremstilles plader til etageadskillelser i boligbyggeri. Af *letbeton* fremstilles plader til dæk, hvor temperaturisolering er påkrævet.

Der kan oplægges plane tage af alle de til etageadskillelser anvendte *færdige plader*, af *specielle tagplader* eller af konstruktioner med dragere og *udfyldningsblokke*.

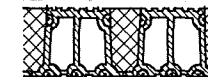
Faststøbning af det temperaturisolerende materiale på undersiden er kun forsvarligt i etageadskillelser, hvor temperaturforskellen er ringe, men ikke i tage.

Træbetonplader faststøbt på undersiden af etageadskillelsen anvendes ofte som lydabsorberende beklædning.

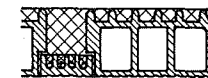
Der fremstilles stålforskallinger med gitterbjælker, som kan anvendes ved spændvidder indtil 65, m uden mellemunderstøtning.



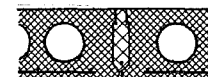
Bærende hulblokke (Bauma).



Sammenstøbte blokke (Roma).



Bjælker med mellemblokke (Ståltegl).



Modulbloksamling.

M:3:18 Til boligbyggeri i *montagebyggemåde* fremstilles tunge dækelementer af forspændt beton. Pladerne fremstilles i modulær mål: spændvidde 4,8-8,4 m, tykkelse 220 mm og 240 mm, standardbredde 1,2 m.

Pladerne har densitet på 330-380 kg/m³, hvortil kommer massen af fugebeton ca. 16 kg/m² samt gulvmateriale, hvorved der opnås en tilstrækkelig vægt til at give den krævede *lufthydisolering*.

Trinlydisolering må etableres i forbindelse med gulvbelægning, eventuel *termisk isolering* kan kun tilvejebringes i forbindelse med gulv- eller tagbelægningen. Pladerne svarer til BS 60 og opfylder således kravet til *brandsikkerhed*.

Der fremstilles elementer 190 mm tykke med 2,4 til 5,4 m spændvidde; bortset fra kravet til lydisoleringen som de på grund af den ringe vægt ikke kan opfylde, kan de tilfredsstille samme krav som de tykkere plader.

M:3:19 *Små betonelementer* fremstilles med U-formet tværsnit i bredde 600 mm, 180 mm høje med største spændvidde 5,3 m (108 kg/m), 220 mm høje med største spændvidde 5,9 m (122 kg/m).

Elementerne kan oplægges med den plane side som bund til udstøbning eller udfyldning med varmeisolerende materiale. Den synlige elementoverflade kan spartles og males. De kan også oplægges med den plane side opad til direkte gulvbelægning.

M:3:20 Af *porøbeton* og *letkornsbeton* fremstilles armerede plader til anvendelse over kælder og under ikke-udnyttede tagetager, hvor *temperaturisolering* er påkrævet. Med tykkelsen 250 mm opnås u-værdi 0,62 W/(m²·K) maximal spændvidde er ca. 6 m, vægten ca. 200 kg/m². Tallene varierer en del for de forskellige fabrikata.

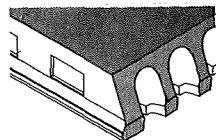
Isoleringsvevnen er ikke tilfredsstillende, for boligbyggeri og dermed lige-stillet. Til boliger kræves i flade tage u-værdi 0,2 W/(m²·K), som kun opnås ved yderligere isolering over pladerne med tagisolingsplader eller *mineraluld-lameltagplader*.

M:3:21 *Store plader* med bredde 1,8 og 2,4 m er fremstillet af enkelte producenter i Danmark.

M:3:22 Af *profileret stålplade* fremstilles selv bærende tagplader med dækbredde på 600 mm, varierende profilhøjde ca. 20-70 mm med profil i bølgesnit eller trapezsnit. Den maksimale længde er 12 m. Pladerne oplægges med det minimumsfald, konstruktionen kræver, isoleres på oversiden med polystyren eller andet let materiale til kraftig temperaturisolering, som er stift nok til at bære frit over pladens profil. Stålprofilerne er korrosionsbeskyttede med for-zinkning og plastbelægning, de er damptætte og profilen sørger for ventilation af isoleringsmaterialets underside.

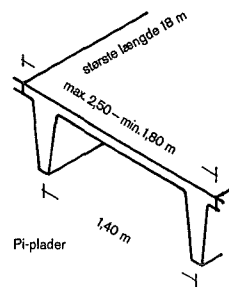
M:3:23 *Trætagelameller* fremstilles i tykkelser ca. 200 mm, spændvidder 3,5-5,4 m, varierende k-værdier. Pladebredde er 1200 mm, vægten er 23-29 kg/m² incl. 2 lag tagpap. Elementerne fremstilles af et træ-ribbeskelet, på begge sider beklædt med træfiberplader, evt. brandfri beklædning på undersiden, isolerende udfyldning efter behov. På oversiden er påklæbet et lag tagpap, efter henlægningsen udlægges endnu et lag tagpap.

Sandwichplader med plastskumisulering, f.eks. polyuretanskum, leveres med overflade af fiberbetonplader, vandfast limet krydsfinér, glasfiberarmet polyester. Fritliggende 1,5-2,5 m, tykkelse afhængig af U-værdi, f.eks. 100 mm, U - 0,3 W/(m²·K), vægt 20 kg/m².



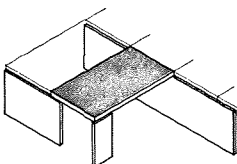
Kantprofiler af moduldækladelement.

Plader til tagdækning leveres i samme udførelser som plader til etageadskillelser, men som regel til større spændvidder.



Eksempel på færdigstøbt ribbeplade, fortrinsvis til tagdæk.

Præferencemål, se SBI rapport 56: Måltypisering og SBI anv. 71: Modulprojektering.



Det polske WPP-system arbejder med store plader, og pladerne er armeret således, at de ikke nødvendigvis skal understøttes i begge kortsider.

Plader fremstilles af hensyn til transporten ikke længere end 12 m.

M:4 Tagværker

SfB (27)

Konstruktioner uden udnyttet tagrum

M:4:1 Spærkonstruktioner til tage, der ikke skal have udnyttet tagrum, men hvor der ønskes en tagform med hældning, vil i dag i alt overvejende grad blive udført som *gitterspærkonstruktioner* af træ, medmindre der stilles særlige krav til f.eks. spændvidden.

M:4:2 *Gitterkonstruktioner* af stålprofiler anvendes over specielle bygninger med stor spændvidde, haller, industribygninger o.l. De vil oftest være udført som hovedspær med åse, der bærer sekundære spær af stål eller træ.

M:4:3 Spærkonstruktioner af jernbeton forekommer bl.a. i forbindelse med *jernbetonskeletbyggeri*.

M:4:4 *Lamineret trækonstruktioner* anvendes til hovedspær eller »rammer« i bygninger med stor spændvidde, fordi de lamineret træspær kan udføres i ét stykke og oplægges uden andre samlinger end de ved støttepunkterne nødvendige. Det giver en færdigfabrikeret tagkonstruktion, der kan fremstilles i spændvidder, som ikke kan opnås med andre materialer. De lamineret konstruktioner muliggør buede former, og egner sig netop til konstruktionsdele, hvor variabelt tværsnit kan være på sin plads. De anvendes derfor ofte, hvor man tillige ønsker en æstetisk effekt.

M:4:5 I den almindelige *gitterkonstruktion* udnyttes træets gode styrkeegenskaber, idet der både opstår tryk- og trækspændinger. Det særlige konstruktionsprincip medfører, at der kan opnås ret store spændvidder med forholdsvis små trædimensioner og gitterspæret er derfor et billigt spær.

Der anvendes almindeligvis planker af konstruktionstræ Dk 18. De sædvanlige *dimensioner* er: 50×100, 50×125, 50×150, 63×125, 63×150, 63×175 mm. T 24 og T 30 kan anvendes i konstruktioner med større spændvidder.

M:4:6 *Tagrummet* i gitterspærkonstruktioner vil som regel være snævert og utilgængeligt, men er anvendeligt til fremføring af rør og ledninger, hvis disse isoleres. Tagrummet skal adskilles mod det underliggende rum ved *brandsikker beklædning*. *Termisk isolering* kan udføres i forbindelse med denne loftsbeklædning.

M:4:7 *Tagdækning* af spærkonstruktioner kan udføres på to principielt forskellige måder: med materialer, der er stive nok til at kunne være selv bærende, når de partielt understøttes af lægter, eller materialer, der kræver et plant underlag.

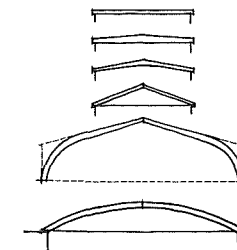
M:4:8 *Taghældningen* bestemmes af flere forhold. I tagkonstruktioner, hvor tagrummet ønskes udnyttet, vil hældningen ikke være lavere end 40° (1:1,2), sædvanligvis 45° (1:1).

Tagdækningsmaterialet er den anden faktor, der bestemmer hældningen. Efter DS 1081 er følgende hældninger standardiserede: 45° 1:1 - 34° 1:1,5 - 27° 1:2 - 18° 1:3 - 14° 1:4 - 7° 1:8. De for de enkelte dækningsmaterialer passende hældninger fremgår af tabellen s. 218.

Endvidere gælder Bygningsreglementets bestemmelse om, at tage skal have tilstrækkeligt fald, så skadelige vandansamlinger ikke kan forekomme på tagfladerne. Tagpapdækning kan udføres ned til ca. 1:40 (ca. 2°).

Tage uden fald (med fald lavere end 1:40) kræver at konstruktionen udføres så de uundgåelig vandansamlinger ikke vil have skadelige virkninger, d.v.s. hvis konstruktionen udføres som et vådrumgulv eller et bassin. Der må da yderligere tages hensyn til frostpåvirkning og vindpåvirkning på vand-spejlet. Konstruktionen bør beregnes til at bære et permanent vandspejl på 100 mm i gennemsnit. En sådan konstruktion kan kun gennemføres med dispensation fra bygningsreglementet.

Dimensionering se TRÆ 28: Træ spær-fag.



Eksempler på standardudførelser af limtrækonstruktioner; ved spændvidder op til 20 m benyttes lige bjælker, tagformede bjælker eller spær-fag med lav rejsning, ved større rejsning forsynes spær-faget med trækbånd, rammer anvendes ved spændvidder mellem 10 og 40 m, parallelbuer (den billigste konstr.) med trækbånd ved spændvidder over 40 m (op til 100 m).

Se vejledning til BR 82, 7.7.

Konstruktioner med udnyttet tagrum

M:4:9 Den bærende del af en tagkonstruktion med udnyttet tagrum vil som regel være en *spærkonstruktion*.

M:4:10 Spærkonstruktionen vil fortrinsvis blive udført af *træ* som hanebåndsspærfag med hældning på ca. 45° (1:1).

Principielt stilles der de samme krav til denne skrå konstruktion, som til de lodrette (ydervægge) eller vandrette (fladt tag) dele af klimaskærmen.

Herudover stilles der krav om, at der kan etableres vinduer til belysning af tagrummet uden at svække tagkonstruktionen eller tagdækningen.

Spærkonstruktionen gør etablering af åbninger konstruktivt enkel.

M:4:11 Der anvendes sædvanligvis planker af konstruktionstræ DK 18. De almindelige dimensioner er: 50×125, 50×150, 50×175, 63×125, 63×150, 63×175, 75×150, 75×175 mm. T 24 og T 30 kan anvendes i konstruktioner med større belastninger.

Under normale omstændigheder udsættes træet ikke for risiko for fugtskader, da konstruktionen er selvventilerende, og imprægnering er derfor næppe nødvendig, bortset fra de konstruktionsdele, der kommer i direkte berøring med murværk eller beton, f.eks. langs gavlvægge.

M:4:12 *Ovenlys* og *kviste* udført som led i selve konstruktionen, giver den for benyttelsen af tagrummet bedste belysning. De kræver dog inddækninger med zink, bly, eventuelt plast eller fugning med plastfugemasse. Kvisttaget kan dækkes med samme materiale som hovedtaget eller udføres som fladt tag med pap-, plast- eller metalbelægning.

M:4:13 Den *termiske isolering* skal opfylde kravet om k-værdien. I spærkonstruktioner af træ, tækket med tegl eller andet tilsvarende materiale og indv. forskallet og pudset, kan dette opnås med ca. 200 mm mineraluld afdækket med vindtæt materiale.

Spærkonstruktionen må beskyttes mod *kondensrisiko*, enten ved at anbringe isoleringen på den indv. side af spærene afdækket med et diffusionstæt materiale på den varme side (evt. max ½ inden i isoleringslaget), eller ved at anbringe isoleringen på spærkonstruktionens udvendige side. I sidste tilfælde må anvendes trædefaste plader (lameltagplader). Der skal sikres fri luftpassage udenfor den vindtætte beklædning under tagdækningsmaterialet.

M:4:14 Endvidere må det erindres, at tagfladen er udsat for *vindpåvirkning*, og at tagmaterialer oplagt på lægter ikke giver nogen vindtæt overflade. Effektiv temperaturisolering kræver, at der på den kolde side af isoleringsmaterialet anbringes en *vindtæt membran*, som skal være diffusionsåben.

Isoleringen kan udføres med mineraluldmåtter indsyet i vindtæt papir. Bedre er oplægning af stiv plade, f.eks. af asfaltimprægneret træfiberplade eller gipskarton som samtidig kan fungere som »undertag«.

M:4:15 *Brandsikringskravet* (BD 30) opfyldes af indv. beklædning med 22 mm pl. brædder eller anden godkendt klasse 2 beklædning. Forskalling og puds opfylder kravet, men man vil i dag foretrække tørre konstruktioner.

M:4:16 *Brandmæssigt egende tagbeklædninger* skal være af ubrændbare materialer: beton, tegl, fiberbeton, metal.

Tagpap godkendes på ubrændbart materiale, træbetonplader samt på pl. bræddebeklædning, spånplader eller vandfastlimet krydsfinér.

Stråtag og spåntag anses for *brandfarligt*. Der kræves således mindst 10 m afstand til naboskel, når disse materialer anvendes. Det kan man ikke ændre ved anvendelse af andre materialer i konstruktionen; man kan dog *mindre brandrisikoen* for husets beboere ved opsætning af mindst 50 mm *træbetonplader* mellem spærene direkte under lægterne, hvorved tillige opnås nogen varmeisolering.

Den udnyttede tagetage medfører bl.a. skrå vægge og andre ulemper, der skal opvejes af den billiggørelse, som ligger i konstruktionen.

Det er et konstruktivt problem, om varmeisoleringen ønskes udført i hele tagfladen eller i den rummet omgivende begrænsning: isoleres hele tagfladen er yderligere, men svagere, isolering af skunkvæg og hanebåndsloft (begrænsning mellem opvarmet og ikke opvarmet rum) nødvendig: isoleres kun de rumbegrænsende flader kan der opstå skader i tagdækningen på grænsen mellem isoleret og ikke isoleret tagflade.

Der kan regnes med at 25 mm træbeton 350 kg/m³ modsvarer 10 mm mineraluld i henseende til temperaturisolering.

M:5 Tagdækningsmaterialer

SfB (47)

Tagunderlag

M:5:1 I forbindelse med *bjælke-* og *spærkonstruktioner* skal der etableres et underlag for selve tagdækningsmaterialet.

Underlaget for papdækninger og faldede metaldækninger skal være helt plant og jævnt. Det skal udføres af brædder eller plader.

Underlaget for overlægspladedækninger kan være åbent, idet pladerne kun understøttes i overlæggene. Dette udføres som lægtebeklædning.

M:5:2 Tagdækningen opfylder kun de *vejrbeskyttende funktioner*. Overlægsplader opfylder dog ikke vindtætheden.

De funktioner, som tagdækningen ikke opfylder, skal opfyldes af tagunderlaget. Det gælder i visse tilfælde vindtætheden, i alle tilfælde gælder det eventuelle krav om termisk isolering og deraf følgende krav om diffusionstæt beklædning.

M:5:3 *Pladekonstruktioner* byder i sig selv underlag for tagdækningen, men der kan blive tale om etablering af faldlag, afretning og termisk isolering.

M:5:4 Bræddebeklædning og pladebeklædning på tage med større *hældning* end 20° (1:25) bør udføres med særlige foranstaltninger, af hensyn til arbejdsrisikoen ved den egentlige tagdækning.

Bræddebeklædning kan udføres med rupløjede brædder af fyr eller gran. Fugtindholdet i brædderne må ved lægningen højst være 18%.

Der kan anvendes 28 mm brædder indtil centerafstand 1200 mm mellem understøtninger og 19 mm indtil centerafstand 900 mm.

M:5:5 *Pladebeklædning* kan udføres med vandfastlimet krydsfinér eller med spånplader. Såvel krydsfinér som spånplader skal være med fjer og not. Følgende dimensioner kan anvendes: centerafstand 1200 mm - krydsfinér 18 og 19 mm, spånplade 22 mm - centerafstand 900 mm - krydsfinér 15 mm, spånplade 19 mm - centerafstand 600 mm - krydsfinér 12 mm, spånplade 16 mm.

Krydsfinér (vandfastlimet) bør foretrakkes idet spånpladers fugtmekanik gør anvendelse som tagunderlag utilrådelig. Det kan medføre opbulninger med beskadigelse af tagpappen til følge.

Pladerne skal være fenollimede (krydsfinér WBP, spånplade V 100). De skal mærkes med stempel, der angiver kvalitet, fabrik og kontrolorgan. Pladerne skal lægges i forbandt med langsiden på tværs af spærretningen, kortsider stødes over spær. Pladekanter, som danner afslutning ved tagflader eller åbninger skal understøttes.

M:5:6 *Tagelementer* af træ eller stål kan umiddelbart tjene som underlag for tagdækning. Tagelementer anvendes fortrinsvis hvor udvendig termisk isolering skal opnås.

M:5:7 *Lægning* anvendes i forbindelse med tagdækning med overlægsplader, der er selvbærende. Der anvendes trælægter af dimension 38×56 mm.

Udføres lægning på tagunderlag, anbringes afstandslisters under lægterne og vinkelret på disse. Afstandslisternes bør være trykimprægnerede lister 19×38 mm, de opsættes med største afstand 1 m. Ved afstand under 0,7 m kan der anvendes 30×50 mm lægter.

M:5:8 *Vindtæt beklædning* - tagunderlag - under tagsten o.l. kan udføres med bræddebeklædning eller pladebeklædning, som dækkes med et lag tagpap (f.eks. RF 2000). Billigere og enklere er opsætning af specielt teglunderlag af tagpap PF 1500, som er fritbærende mellem understøtningerne. Ventilation med fri luftstrømning på undersiden af ikke diffusionsåbent underlag er nødvendig.

Endvidere leveres diffusionsåbne plastfolier armerede med glasfiber eller bitumen behandlede træfiberplader.

De her anførte dimensioner m.m. er i overensstemmelse med: Retningslinier for bærende gulve og tagunderlag. Nordisk komité for Bygningsbestemmelser, Boligministeriet, 1971.

Spånplader se A:8:14

Sandwichtagplader fremstilles til maksimalt fritliggende på ca. 1,5 og 2,5 m, trætagelementer til spændvidder fra 3,5 til 5,4 m.

DS 1081 angiver følgende taghældninger:

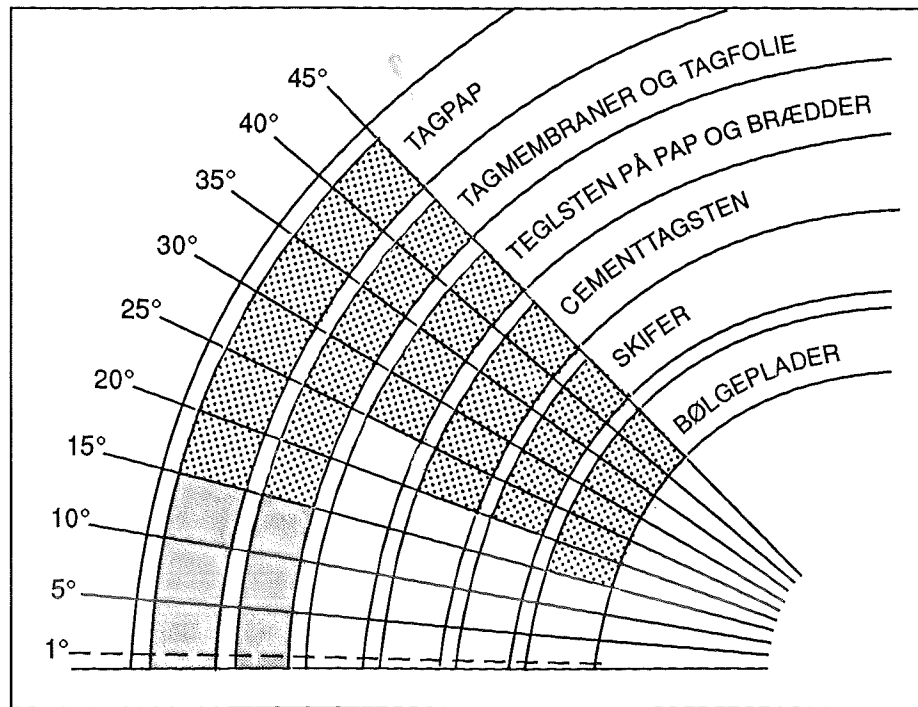
1:1	45 °*
1:1,5	ca. 34 °*
1:2	ca. 27 °*
1:3	ca. 18 °*
1:4	ca. 14 °
1:8	ca. 7 °*
1:∞	0 °*

I konstruktionsanvisninger skal forhold benyttes, hældningsgrad er kun til orientering.

** er også finsk, norsk og svensk standard.*

TAGHÆLDNINGER

Hældningsskema
Tagdækninge rmed forskellige tagmaterialer



1/L	mm/m	1/l	mm/m
1:1	1000	1:5	200
1:2	500	1:10	100
1:3	333	1:20	50
1:4	250	1:40	25



I dette taghældningsområde er bitumenprodukter og tagfolier de eneste anvendelige løsninger

M:5:9 Termisk isolering i bjælke- og spærkonstruktioner udføres fortrinsvis med mineraluld i beregnet tykkelse. Afhængig af fastgørelsesmulighederne i konstruktionen kan anvendes måtter eller formstykker.

Den termiske isolering skal principielt afdækkes med vindtæt, diffusionsåbent materiale på den udvendige side og med diffusionstæt materiale på den indvendige side. Den vindtætte beklædning kan være vindtæt pap eller asfaltimpregneret træfiberplade. Den diffusionstætte beklædning skal anbringes på den varme side af isoleringen, men ca 1/2 af den samlede tykkelse kan dog monteres indenfor den diffusionstætte beklædning, hvorved denne sikres mod at blive beskadiget af bl.a. elmontage.

Den termiske isolering kan også anbringes udenpå spærerne, hvorved disse får samme temperatur på alle flader og bliver beskyttet mod ydertemperaturen. Dette kan udføres med lameltagplader.

M:5:10 Termisk isolering i flade tage, såvel i pladekonstruktioner, som i tage, der er konstrueret med tæt tagunderlag for pap eller metaldækning, volder større konstruktive problemer.

Der skal under den tætte tagdækning etableres mindst 50 mm fri ventilation - afstand mellem beklædningens underside og isoleringsoverside - og ventilationsarealet ved tagets kanter skal være mindst 1/500 af tagfladens areal. På den indvendige side af isoleringen (den varme) anbringes en dampspærre med Z-værdi mindst 100 GPa·m²·s/kg.

Denne konstruktionsmåde kaldes *koldt tag*, fordi selve konstruktionen principielt er kold.

Flade tage kan også konstrueres som *varmt tag*, med isoleringen anbragt udenpå tagkonstruktionen. Denne metode anvendes principielt kun når tagkonstruktionen ikke er udført af fugtfølsomt materiale, f.eks. på betontage, hvor diffusionstæt dampspærre ikke er nødvendig fordi betonkonstruktionen tåler en vis opfugtning. Der skal dog sørges for fjernelse af kondensrisiko på undersiden af tagpappen ved at etablere trykudligning langs alle tagkanter, suppleret med en trykudligningshætte pr. ca. 300 m² tagflade. Isoleringsmaterialet skal være trædefast, f.eks. lameltagplader af mineraluld, polystyren kan anvendes ovenpå beton med mindst 100 mm tykkelse. Endvidere kan skumglas bruges og det vil give et diffusinstæt lag, hvis det oplægges i to lag i forbandt, med fugerne i det øverste lag udløbet med asfalt.

M:5:11 Ved *omvendt tags-konstruktionen* lægges varmeisoleringsmaterialet ovenpå den vandtætte tagdækning, som derfor samtidig udgør det diffusionstætte lag. Isoleringsmaterialet vil være fugtigt en del af tiden, evt. stå i vand. Der anvendes derfor kun ekstruderet polystyrenskum, tykkelsen forøges med 15-20% i forhold til beregnet tykkelse i tør tilstand for at opnå ønsket k-værdi. Isoleringsmaterialet skal afdækkes og fastholdes med et lag nøddesten, tykkelse svarende til 1 kg/m² pr. mm isoleringstykkelse (100 mm=100 kg/m²). Forsøg med stenuld-tagplader og PIRskum er foretaget for at muliggøre omvendt tagkonstruktion på trækonstruktion.

Papdækninger

M:5:12 Tagpap kan anvendes ned til 1°, når der anvendes to lag pap, eller specialfolier. Kun på meget tarveligt småbyggeri, skure o.l., vil man nøjes med enkelt pap (min. 10°).

Til dæklaget anvendes *asfaltpap med belægning* i kvalitet PF 4000/PF 5000/PF 5500 eller PF 4000 SBS/PF5000 SBS.

Med *trelagsdækning* kan hældningen mindst være 1:40 (2°). Med *firelagsdækning* og *built-up-dækninger* kan mindste hældning være 1:100. Dette kræver dog særlige foranstaltninger til beskyttelse af konstruktionen mod skadelige vandansamlinger.

For at beskytte tagfladen mod for store temperaturudsving, kan øverste lag lægges med et *varmereflekerende* pap, f.eks. med *metalfolie*.

Varmeisolering + udv. ventilation kræver større tykkelse end sædvanlig spærdim. Ekstraisolering opsættes da på spærunderside og på tværs af spærretning for at mindske kuldebrorisiko.

Nøddesten 16/32 100 kg/m²
= ca. 60 mm.

Polystyrenskum kun på mindst 100 mm beton.

Mindste lovlige fald for en tagflade er 1:40.

Færdsel på taget stiller yderligere krav om, at belægningen skal kunne tåle tryk og slid.

M:5:13 *Minimumshældningen* for papdækninger er afhængig af dækningstype og underlagets udførelse. De angivne hældninger er absolut minimum og man bør derfor ved projektering regne med mindst 20% større fald end de angivne minimumstal. Overlapninger i papdækningen, unøjagtigheder i byggearbejdet og uundgåelige nedbøjninger vil ellers medføre, at minimumshældningen ikke kan overholdes.

M:5:14 *Specifikationer*: se Tagpapbranchens Oplysningsråd Anv. nr. 18/1990.

M:5:15 *Kunstgummi* (butyl) fremstilles i brede baner i en specielt til tagbeklædning og fugtisolering beregnet smidig kvalitet i tykkelse 0,35-2 mm, rullebredde 1 og 1,8 m, rullelængde 20-50 m, farve sort, taghældninger mindst 1:60, samlinger med selvklæbende klæbestrimmel.

Støbeasfalt kan anvendes ved hældninger fra 1° (1:50) til ca. 15° (1:4). Forskellige asfaltermuligheder og flydende *plaststoffer* kan opbygges til flerlags tagbelægninger i ønsket tykkelse.

Falsede dækninger

M:5:16 Metaltagdækning giver et absolut vindtæt, vejrbestandigt og vandtæt tag. På grund af metallernes fuldstændige diffusionstæthed må metaldækning kun anvendes ved fuldt ventilerede tagkonstruktioner, evt. termisk isolering kan ikke anbringes mellem spærrene, som må holdes fri i ventileret afstand. Yderligere skal bræddeunderlaget sikres mod skader fra kondens på metallets underside ved at der under metallet udlægges et lag asfaltpap eller ved at brædderne ikke lægges tæt, men med f.eks. 5 mm afstand for at udlufte bræddernes overside.

M:5:17 Metallernes *udvidelseskoefficient* er ret stor og metaldækning udføres derfor på en sådan måde, at de enkelte metalplader eller metalbaner kan udvide sig uafhængigt af hinanden.

Den mest almindelige måde er falsdækning. En anden måde er listedækning. Fals- eller listeretningen er fra kip til stern på tagfladen.

Af samme grund må metaldækninger ikke sømmes direkte til underlaget. Metalpladerne fastgøres til underlaget med *metalhafter*, der er sømmede til underlaget før banerne udlægges og som skjules i falsene under dækningen.

De *metaller*, der kommer til anvendelse er: zink, aluminium og kobber.

Bly anvendes ikke mere til dækning af hele tagflader, kun i forbindelse med inddækninger.

M:5:18 *Zink* anvendes nu fortrinsvis som zinkbånd, som leveres i 0,6-0,8 m bredde i ruller af ca. 300 kg (50-100 m efter bredde og tykkelse). Holdbarheden er afhængig af tykkelsen, mindre end 0,7 mm bør ikke anvendes (zink nr. 12 eller 13). På grund af den stigende luftforurening, især i industriområder, bør tykkelsen måske sættes op til 1 mm (zink nr. 16).

Zink anvendes også i form af plader på ca. 1×2 m. Da dette kræver lodning af alle tværsamlinger imellem pladerne, er metoden arbejdskrævende og dyrere end bånddækning.

M:5:19 *Aluminium* anvendes til falsdækning næsten udelukkende som bånd. Det leveres i samme bredder og tykkelser som zink. Aluminiumplader leveres sædvanligvis 1×0,6 m. Aluminium er mere modstandsdygtig over for påvirkning fra forurenede luft, men er også dyrere end zink.

M:5:20 *Kobber* er det mest holdbare, men også det dyreste metal. Det kan ikke anvendes til falsdækning. Kobber leveres i plader på 1×2 m, evt. 3 eller 4 m lange, der er rullet op. Pladerne udskæres i stykker på 1×0,67 m, som før oplægningen samles med liggende dobbelte fals, hvori der er indfaldet klammer til fastgørelsen til underlaget.

Til kobberdækning anvendes blødt kobber, 0,75 mm tykt.

Kobberbånd kan leveres i 0,6 m bredde og ca. 30 m lange i tykkelser på 0,1-0,4 mm. Disse bånd klæbes med varm asfalt til underlaget, som regel

Enkelt dækning findes ikke i branchenormen.

Græstørvstag udføres som trelagsdækning. Det øverste lag underpap skal være PF 2000 (R) rodhæmmende. Hældning 1:10 til 1:4.

Minimumshældning skal også overholdes i skotrender o.l., d.v.s. at der disse steder skal anvendes en dækning svarende til den lavere hældning eller lægges et lag ekstra pap.

Udvidelsen andrager ved 35° temperaturforskelle ca. 1 mm pr. 1 m længde. Temperaturforskelle på tagflader kan let blive større end 35°.

Listedækning udføres med koniske lister 38×38×19 mm. Listerne dækkes med skydere, der udføres af samme metal som dækningen.

Falshøjden er ca. 25 mm ved stående fals. Der kan også anvendes liggende fals.

Zinkplader leveres også 1×1 m og 1×0,67 m.

Minimumshældningen for falsede dækninger: ca 6°=1:10.

uden falsning. De anvendes hovedsagelig som overflade til built-up dækninger og kan ikke betragtes som egentlig metaltagdækning.

M:5:21 *Korrosionsrisikoen* ved anvendelsen af metaller må modarbejdes.

Der må således kun anvendes samme metal til et givet arbejde. Til kobbertage skal f.eks. også anvendes kobbertagrender og nedløb. De anvendte skruer og søm skal være af samme metal som dækningen, til zinktage galv. søm, kobbertage kobbersøm. Aluminiumtage fastgøres med skruer af rustfrit stål i plastbøsninger.

Korrosionsrisiko fra forskellige kemikalier (antifroststoffer i beton og mørtel, træbeskyttelsesmidler, samt calciumhydroxid fra kalk- og cementhærdningen m.m.) modarbejdes ved at beskytte metallerne mod berøring med de pågældende konstruktioner, f.eks. ved at indskyde asfaltpapstrimler eller neoprenstrimler.

Overlægsplader

M:5:22 *Teglstenstag* kan ikke anvendes ved hældninger under 25°. Man har prøvet at anvende endnu lavere hældning, idet man har imprægneret tagsten med silicone; resultaterne har dog ikke svaret til forventningerne.

Svenske og tyske teglværker fremstiller dobbeltfalsede sten af et homogent, finkornet materiale med en overflade, der er så glat som klinker, som tillader effektivt afløb af regnvandet. Det er dog tilrådeligt at anvende *undertag* af armeret plastfolie, man kan da gå ned til ca. 20°

Tegltagsten leveres normalt røde og brune samt eventuelt gule, blågrå og glasserede.

M:5:23 *Betontagsten* fremstilles i dag i kvaliteter, der ligger på linje med teglstenens. De kan oplægges uden undertag på hældninger ned til 20°. Betontagsten skal understryges med specialmørtel. De fås i forskellige farver og modeller.

M:5:24 *Naturskifer* anvendes i ældre byggeri i ret stor udstrækning til tagdækning, men anvendes sjældent i nybyggeri i dag.

Skiferdækning udføres som dobbeltdækning med forskudte fuger. Det bliver et ret tungt tag, men et meget holdbart og uforanderligt tag.

Skiferdækning med skelagtigt tilhuggede sten forekommer i Mellemeuropa og Norge. Det udføres på tagunderlag af brædder.

M:5:25 *Fiberbetonplader* leveres rektangulære til skiferdækning - svarende til naturskifertag. De kan anvendes på hældninger ned til 20° (1:2,7), og der skal udfuges med specialkit.

Bølgeplader leveres i asbestfri kvalitet i profil B₆ og B₇. De store plader er ikke tilstrækkelig stærke til at tåle færdsel under reparation, og man nøjes derfor kun i lader og lignende primitivt byggeri med lægter for hver m, i boligbyggeri skal oplægges mellemlægter.

M:5:26 Af *metal* fremstilles forskellige former for tagplader. Bølgeblik - jernblik i bølgeform - og andre af de tidligere især på landet anvendte billige materialer (pandeplader) er gået ud af benyttelse. Derimod findes mange profiler af korrosionsbeskyttet letmetal, *aluminium* eller *kobber*.

Mindste hældning for metalplader er 15°. Og materialet er særlig egnet for disse lave hældninger på grund af det glatte, friktionsfri afløb.

M:5:27 *Glas* kan anvendes til tagdækning ned til 15°, det skal enten være bølgeplader, armeret glas eller glas i særlige rammekonstruktioner, fortrinsvis metalrammer, f.eks. til drivhuse, store haller etc.

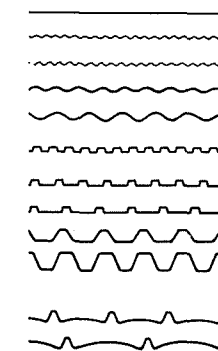
M:5:28 *Plast* kan anvendes til tagdækning på garager og andre bygninger, hvor BR ikke foreskriver brandmæssig egnet tagdækning. Der fremstilles plader af *akryl* eller *PVC* i matte ugenomsigtige farver eller helt klart (plexiglas) til samme anvendelse som glas. Plastplader kan anvendes ved hældninger ned til 1:100.

Glasfiberarmeret *polyester* kan anvendes til selv bærende beklædninger med stor spændvidde. Det tåler temperatursvingninger op til 100° og har den



Bølgeprofil B₆

Fiberbetonplader se H:3



Forskellige profiler af metaltagplader.

mindste udvidelseskoefficient af alle plastene; det kan ikke fremstilles glasklart, men er forholdsvis vejrbestandigt og bruges derfor i udstrakt grad til »glas«tage og ovenlys.

M:5:29 Ældre former for overlægspladedækning er *stråtaget* og *spåntaget*. Til *spåntaget*, af træspån, anvendes i dag og her i Danmark fortrinsvis imprægneret lærk, i udlandet også ceder.

Stråtag udføres af rør (siv) eller rughalm. Der er meget snævre lokale grænser for tækkemåde og udførelse.

Belysning

M:5:30 Til tagsten bølgeplader, skifer, spån og strå, findes mange typer *tagvinduer*, men ved ingen af dem undgås sammenblanding af materialer og risiko for utætheder i samlingerne. Til tegl fremstilles tagvinduer af støbejern eller plast- samt *glastagsten*, som umiddelbart kan anvendes mellem tagstenene. Endvidere fremstilles ovenlys af plast, der passer til bølgeformede tagstensvinduer og som har to-lags isoleringsrude.

Til bølgeplader fås *ovenlys af plast* af samme størrelse og profil som bølgepladerne, der kan indpasses direkte i tagdækningen og give tilstrækkeligt lys.

Vinterfældet tagrør er bedst, længde ca. 1,25-1,8 m og så tynd som muligt, rughalm anvendes også (dog ikke efter mejetærskning). Lægter kan være afbarkede, flækkede 50 mm granrafter.

Glastagsten fremstilles til forskellige tagstensprofiler, det må i hvert enkelt tilfælde sikres, at den rette type anvendes.

N TRAPPER

UDK 69.026

N:1 Trappens funktion

SfB (24)

SfB (34)

Trappens bestanddele

N:1:1 Trappen danner *forbindelse* mellem etagerne i en bygning. Derved indtager den en særstilling blandt konstruktionerne, og de krav der stilles til materialerne er ekstreme

Trappens forskellige dele skal hver for sig opfylde forskellige opgaver og derfor forskellige krav.

Trappen betyder et indgreb i husets normale konstruktion, etageadskillelsen afbrydes f.eks., i primitivt byggeri er trappen derfor ofte anbragt uden på huset.

Bortset fra enkle trapper i mindre huse eller trapper, der forbinder to etager i samme brandcelle, kræves der i dag til en trappe et særligt *trapperum* (trappehus).

N:1:2 For at trappen kan opfylde sin opgave, inddeles højden i en række *trin*, hvert trin skal kunne bære den belastning, det udsættes for under trappens benyttelse.

Trinene bæres af *vanger* eller plader, der som skråtstillede dragere skal føre belastningen ned og op til de etagedæk, som *trappeløbet* forbinder.

Overvindes hele højdeforskellen i et løb, kaldes trappen en *ligeløbstrappe*; *toløbstrapper* har en *repos* mellem de to løb, som regel i halv højde mellem etagerne for at de to løb skal blive lige lange. En *toløbstrappe* uden *repos* vil have trin i svinget, som kan være kvartsving eller halvsving. Sådanne trin kaldes *skæve trin* - de er ikke lige brede i begge ender.

Vindeltrapper og spindeltrapper er runde trapper. I *vindeltrappen* er vangen snoet efter en cirkelbue eller ellipse. I *spindeltrappen* er trinene er fastholdt i en spindel, som er en rundstok et rør eller tilsvarende søjleagtig konstruktionsdel.

Trapper uden vanger kan udføres som trin indspændt mellem to bærende vægge eller båret af en midterbjælke.

N:1:3 *Trappegelænderet* skal være stabilt nok til at sikre folk mod nedstyrtning under benyttelse af trappen og give en tilstrækkelig bekvem støtte for hånden.

Trappegelænderet består f.eks. af lodrette *balustre*, eventuelt med sværere *sceptre* eller *mæglere* i konstruktionens hjørner. Foroven samles gelænderet med en *håndliste*.

Trappebelægning udføres i alle de tilfælde, hvor det til trinene anvendte materiale ikke opfylder alle funktionskrav. Trappebelægning skal være gangegnet, let at renholde og vedligeholde og som regel trinstøjdæmpende.

Trappen i huset

N:1:4 Trappens særlige placering i bygningen medfører krav til *lydisoleringen*. Færdselen på trappen frembringer *trinlyd*, som skal absorberes i trapperummet sammen med luftlyden. Direkte transmission af *trinlyden* gennem konstruktionsdelene skal forhindres. *Luftlydstransmission* fra trapperummet til de omliggende rum skal forhindres. Bygningsreglementet stiller krav både for luftlydisolationen i trapperummets omgivende vægge, for trinlydniveauet i rummet og for efterklangstiden.

N:1:5 Også til *brandsikringen* stiller bygningsreglementet absolutte krav. Trapperummet udgør en selvstændig brandsektion og de omgivende vægge skal derfor udføres som BS-bygningsdel 60 (medmindre der af andre funktioner stil-

Se kap. S:4

BR kap. 9: Lydforhold

*SBI anv. 112 og 136
Bygningens lydisolering.*

les strengere krav). Trapper skal i øvrigt opfylde de for flugtveje gældende bestemmelser: Vægge og lofter skal have beklædning af klasse 1 og gulve og trin skal belægges med brandmæssig egnet gulvbelægning.

N:1:6 Krav om *temperaturisolering* stilles til trapperummets omgivende vægge mod opvarmede rum.

Vejrbestandighed kræves ikke - medmindre selve trappen er anbragt i fri luft. En høj grad af *holdbarhed* og *slidstyrke* for trappens dele og også for de omgivende vægge er nødvendig.

N:2 Trapperummet

Udvendige trapper

N:2:1 Er *trapperummet fritliggende* i forhold til bygningen i øvrigt skal væggene udføres som almindelige ydervægge. De krav, der stilles til disse ydervægge, vil dog ikke omfatte temperaturisolering, medmindre trapperummet opvarmes.

N:2:2 I forbindelse med planløsninger, der indeholder *svalegange, altangange, brandsluser* og lign., der forudsætter direkte forbindelse til fri luft i hver etage vil sådanne fritliggende trapperum være almindelige. Kravene til brandsikring vil være specielle i sådanne løsninger og hovedsagelig være af konstruktiv art. Hvis trappen er fremskudt, men har bevaret forbindelsen med den øvrige del af bygningen ved en eller flere sider, skal den behandles som indv. trapperum.

N:2:3 *Lydisolering* fra det fritliggende trapperum til omgivelserne er ikke nødvendig. *Efterklangstiden* i trapperummet må holdes under kontrol. I nogen grad afhænger den af selve trappens udførelse.

Reduktion af efterklangstiden kan opnås ved at beklæde undersiden af reposer og løb med lydabsorberende materiale. Mangehulsten kan opmures på kant som lydabsorberende vægbeklædning.

Indvendige trapperum

N:2:4 *Trapperummet i huset* kan være placeret ved den ene ydervæg eller midt i huset. Bortset fra ydervæggen skal de omgivende vægge for at opfylde kravet om *brandsikkerhed* mindst være 110 mm (½ sten) mursten, 100 mm letbeton eller 120 mm jernbeton.

N:2:5 *Temperaturisoleringen* skal give en k-værdi på 0,5 W/(m²·K) for så vidt de tilgrænsende rum er opvarmede (f.eks. ved trapper i beboelsesbygninger). Kravet kan kun opfyldes ved ekstraisolering.

N:2:6 For at opfylde kravet om luftlydisolation - når trapperummets vægge begrænser en bolig - skal murtykkelsen være 230 mm, anvendes beton (2300 kg/m³) er 150 mm tykkelse tilstrækkelig.

Trinlydstransmissionen fra trin/vanger til væg mod tilstødende rum kan fjernes ved at opføre trappevæggen som hul mur.

N:2:7 *Efterklangstiden* i trapperummet reguleres ved opsætning af et *lydabsorberende* materiale med absorptionskoefficient over 0,5 på undersiden af løbene, reposer og lofter.

Anvendes trætrapper, vil *træet* som regel være tilstrækkeligt til regulering af efterklangstiden.

Anvendes betontrapper, vil beklædning med upudsede *træbetonplader*, der kan oplægges på støbeforskallingen og faststøbes, opfylde kravet. Opklæbning af lydabsorberende *mineralfiberplader*, der fremstilles stive og brandsikre, kan også anvendes.

N:2:8 *Vægbehandlingen* i trapperummet skal være modstandsdygtig over for de mekaniske påvirkninger, den udsættes for under trappens benyttelse. Når store emner flyttes kan stød og slag på væggen ikke undgås.

BR-bestemmelser om adgangsforhold og trappeforhold i kap. 4, bestemmelser om flugtveje i kap. 6 samt om lydisolering i kap. 9, over indflydelse på materialevalget til trapper.

Bemærk at kravet om brandsikring, temperaturisolering og lydisolering ikke kan opfyldes af samme materiale og dimension og må overvejes i hvert enkelt tilfælde.

Absorptionskoefficient se S:4:12.

N:3 Trappekonstruktioner

Trætrapper

N:3:1 *Træ* som konstruktionsmateriale for trapper vil nu kun blive anvendt i mindre byggeri, fortrinsvis boligbyggeri. Det øverste gulv, som trappen giver adgang til, må ikke ligge mere end 5,5 m over terræn; i alle andre tilfælde skal trappen udføres af materialer, der muliggør dens klassifikation som BS 30.

N:3:2 Til *vanger* og *trin* anvendes ikke mindre end 38 mm planker, er bredden mellem vangerne over 0,8 m 50 mm planker og ved bredden over 1 m 63 mm planker. Vanger, der i hele længden fastgøres til mur (bagvanger), kan udføres 38 mm i alle tilfælde. Vanger og trin over 200 mm kan sammenlimes af plankestykker. Normalt anvendes fyrretræ. Til trin kan mere slidstærke træarter, f.eks. eg, komme på tale.

N:3:3 *Slidtrin* kan udføres som trinbelægning, f.eks. af bøg, eg, teak eller andre slidstærke træarter, som eventuelt finder anvendelse til gulve i bygningen. Slidtrinnets tykkelse er i almindelighed 13 mm, kræver konstruktionen 50 mm eller større tykkelse for trinnet, kan slidtrinnets tykkelse medregnes i den samlede tykkelse.

Slidbelægning af trinnet kan udføres med linoleum, vinyl, kork og andre gulvmaterialer. Ved anvendelse af slidbelægning må trinforkanten forstærkes med skinne af messing, aluminium eller plast.

N:3:4 Hvis trappen skal være lukket, skal der lukkes med *stødtrin* og *undersiden* skal beklædes, f.eks. med forskalling og puds. Der stilles ikke krav herom i byggelovgivningen. Til stødtrinnet kan kun stilles det elementære krav, at det skal være modstandsdygtigt over for spark fra skosnuder.

N:3:5 *Gelænder* ved trætrapper udføres med balustre og/eller mæglere af træ i forbindelse med trappens konstruktion, eller af 13 mm stålrør, der samles i en fladjernskinne foroven. Håndlisten udføres af en træart, der er slidstærk og kan poleres. Foretrukket er eg og mahogni og de dertil svarende træarter, eventuelt bøg.

N:3:6 *Færdige trætrapper* leveres i mange forskellige udførelser som standardvare. De fleste fabrikanter er indstillet på at levere trapper også i mål tilpasset opgaven.

Metaltrapper

N:3:7 *Stål* til trappekonstruktioner har hovedsagelig været anvendt til udv. fritliggende trapper og til trapper i industribygninger.

Stålprofiler anvendtes til vangerne, små vinkelstål og dørkplader til trin. Indv. giver disse trapper en del trommestøj.

N:3:8 *Spindeltrapper* af stål findes som færdigvare i forskellige udførelser. Spindelene er stål, trinene er konstrueret af stål til direkte montage på spindelen. Trinfladen er af dørkplade til eventuel belægning med slidtrin af træ, vinyl eller andet materiale.

N:3:9 Til *ligeløbstrapper* fås også færdigfabrikerede stålvanger med specialbeslag til montering af trætrin.

N:3:10 *Gelænder* i ståltrapper vil være af stålrør med fladjernshåndliste, der kan beklædes med specialprofil af PVC. PVC-håndlister kan bøjes og egner sig især for trapper med sving, hvor træhåndlister bliver ret kostbare. Ved ligeløbstrapper kan håndlister let monteres på gelænderets fladjernsliste.

Stentrapper

N:3:11 Trappen med *stentrin* oplagt på to mure som vange anvendes nu kun som udvendig trappe, eller i ganske særlige tilfælde ved korte trappeløb indv. Oprindelig var det den eneste mulighed for etablering af en trappe.

Det må dog kunne tænkes, at FRCW-krydsfinér og brandimpregnerede trædimensioner vil kunne finde anvendelse og give mulighed for nye former for trætrapper.

Sliddet er meget lokalt på en trappe, nemlig udpræget i selve ganglinjen (0,5 m fra håndlisten), og det er størst på trappens nedre stykke, hvor folk udefra endnu har skarpt materiale under skosålen.

Når trapper i boligbygninger af hensyn til trinstøj skal opføres uafhængigt af de øvrige konstruktioner, kan metal konstruktioner, som er lette at montere, få betydning.

N:3:12 Stentrappens vanger skal være mure. Trin kan være af lange tildannede natursten. Trin kan også være af mursten, når løbet mures op som en hvælvet kappe mellem de bærende vanger eller som spindeltrapper med en bærende murpille i midten.

Både natursten og teglsten vil i tidens løb udvise typiske nedslidninger i trappens ganglinie medmindre særlig hårde sten, f.eks. granit eller klinkbrændte teglsten, anvendes. Ved de opmurede trapper er det af betydning for ensartet slid, at fugemørtlens slidstyrke svarer til stenenes. Reparationer og vedligeholdelse er vanskelig og kostbar.

Betontrapper

N:3:13 Trapper af beton har i dag afløst trapper af træ i det almindelige byggeri. Den med trappen forbundne *brandrisiko* i etageboligen har medført total afskaffelse af trætrappen (bortset fra de tidligere omtalte tilfælde).

Betontrapper kan støbes på stedet som helhed, de kan udføres med færdigstøbte trin, og de kan opstilles af færdigfabrikerede løb og reposer.

N:3:14 *Lydisoleringen* spiller ved betontrappen en stor rolle, de særlige problemer med lyden i trapperummet er i virkeligheden først kommet til fuld udfoldelse og derfor fuld erkendelse efter betontrappernes indførelse.

Afgørende er forskellige konstruktive forhold: indstøbning af reposer og løb eller trin i de trapperummet omgivende vægge vil mangedoble lydgennemgangen. Det helt ideelle ville være en bærende trappekonstruktion, uafhængig af den trappen omgivende væg, enten ved at udføre trappen som en skeletkonstruktion frit i trapperummet, eller ved at udføre de trapperummet omgivende vægge som hule mure i bygningens fulde højde.

N:3:15 *Betontrapper* støbt på stedet af jernbeton finder kun anvendelse, hvor lydproblemerne ingen større rolle spiller eller er løst på anden måde. Hvis trappen opføres uafhængigt af omgivende vægge, er jernbeton på sin plads; den giver størst mulig frihed.

N:3:16 *Færdigstøbte trin* anvendes i dag ikke mere til indv. trapper. De krævede indspænding i trappevæggen og var årsag til støjforplantning.

N:3:17 Trapper af *betonelementer* er standardiserede i overensstemmelse med byggeriets modulordning og anvendes i dag i overvejende grad i boligbyggeriet.

Løbene oplægges frit af væg. *Reposer* kan leveres til indmuring eller fri oplægning på bæreknaster indstøbt i væggene. Den sidste konstruktion kræver, at der udføres et *svingningsdæmpende* mellemlæg ved reposens vederlag på knasterne.

Dette er overgangen til den helt frie anbringelse af trappen i rummet efter et system med to fritstående mæglere af jernbeton i trappelysningen, hvorfra reposdragere og løbsdragere udkrages.

For at regulere *efterklangstiden* må løbene og reposernes undersider beklædes med lydabsorberende materiale. Færdigstøbte trapper leveres normalt ikke med beklædning.

N:3:18 *Trappebelægningen* kan vælges frit ved de på stedet støbte trapper og i et vist omfang ved trapper af færdige elementer. Færdigstøbte trappeelementer leveres enten helt færdige med trin af terrazzo, eller som råhustrapper, der benyttes i byggeperioden og senere belægges med trinplader af beton med belægning af terrazzo eller trinstøjdæmpende materiale.

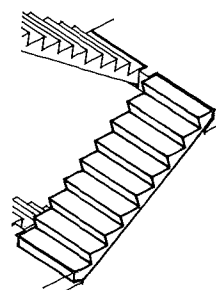
Slidlaget skal være *slidstærkt* og *brandsikkert*. Hvor der stilles krav om *dæmpning af trinstøj*, må der udføres belægning med et brandmæssigt egnet materiale, som kan opfylde kravet om dæmpning, f.eks. linoleum af mindst 2,5 mm og højst 7 mm tykkelse.

N:3:19 *Gelænder* ved betontrapper udføres som regel af stålrør med fladjernsskinne belagt med PVC profil, i særlige tilfælde træ eller letmetal.

Færdige gelændere til montage på betonelementtrapper kan leveres.

Granit slides glat og blank.

Betontrin produceres i h.t. DS 400 til anvendelse i udv. trapper o.l.



Færdigfabrikerede trapper fremstilles i modulære mål i overensstemmelse med DS/R 1040.

Brandmæssigt egnede materialer til gulv i flugtveje BR kap. 6.

Trinlydniveau BR kap. 9.

o GULVE

UDK 69.025.3

o:1 *Selvbærende gulvbeklædninger*

SfB (43)

Gulvmaterialer se H:5.

Gulvkonstruktioner

O:1:1 Det *selvbærende gulv*, som er et konstruktivt led i etageadskillelsen med bjælker, må udføres med materiale, der har konstruktive egenskaber, først og fremmest en tilstrækkelig styrke, ud over de egentlige gulvegenskaber.

Det bærende gulv *defineres*, som en gulvkonstruktion, der bærer frit mellem bjælker eller strøer. Betegnelsen bærende *undergulv* benyttes om konstruktionen, når gulvets overfladeegenskaber skal opnås med en yderligere gulvbelægning af ikke-konstruktivt materiale.

Materialer til selvbærende gulve er træ og metal.

O:1:2 Hvor etagedækket ikke selv opfylder kravene om *temperaturisolering* eller lydisolering, fortrinsvis *trinstøjdæmpning*, skal disse krav opfyldes af gulvkonstruktionen eller gulvbelægningsmaterialet.

Til gulvkonstruktioner må også henregnes de gulvbeklædninger, der har en sådan dimension, d.v.s. tykkelse, at der ved konstruktionen af etagedækket må tages hensyn dertil; der kan også blive tale om betydelig vægt i denne forbindelse, først og fremmest gælder dette alle stengulve.

O:1:3 *Bedømmelse og udvælgelse* af gulvmaterialer må i videst mulige omfang baseres på *målbare egenskaber* - uanset hvilken gulvkonstruktion man i øvrigt anvender.

Mange af de nødvendige egenskaber kan i dag måles. SBIs ydeevnebeskrivelse 6: Gulve, giver definitioner på ønsker og krav og anviser målemetoder eller andre kriterier for vurdering. Omstående skema (s. 228) indeholder en sammenfatning af disse oplysninger. Skemaet inddeler egenskaberne i 3 grupper: *Primære egenskaber*, som er egenskaber, der absolut skal opfyldes for at materialet kan anvendes i en given konstruktion, *Holdbarhed/vedligeholdelse*, som er egenskaber med betydning for konstruktionens levetid og dermed er af økonomisk betydning, *Behagelighed*, som er egenskaber med betydning for komfort ved færdsel på gulvet.

Ydeevnebeskrivelsen benytter ordene acceptabel, god og udmærket til bedømmelse af egenskaberne. Disse ord er benyttet i skemaet og de dertil svarende egenskaber (måleresultater) er anført. I visse publikationer gives bedømmelsen med karakterangivelse. En skala fra 1 til 6 er tilføjet som illustration af metoden, men er absolut kun retningsgivende.

Egenskaberne *betegnes* med de i ydeevnebeskrivelsen anvendte ord og i kolonnen til højre for ordet angives afsnittets nr. i YD-6. Med § betegnes at der vedr. det pågældende krav/egenskaben stilles krav i lovgivningen, tegnet markerer at egenskaben relaterer til underlaget.

Bræddegulve

O:1:4 Gulve af *sammenpløjede brædder* er nøje sammenhængende med udførelsen af etageadskillelsen som bjælkekonstruktion. Det er den mest anvendte gulvkonstruktion, også i dag, hvor bjælkedæk er afløst af pladedæk i store dele af byggeriet. Bræddegulve anvendes her i strøkonstruktion.

O:1:5 Gulvbrædder skal være høvlede, pløjede, 28 mm tykke ved største centerafstand mellem bjælkerne på 0,9 m og mindst 22 mm tykke ved største centerafstand på 0,6 m.

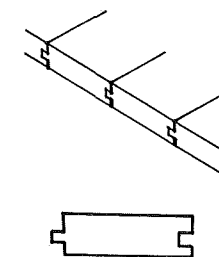
Bredden af gulvbrædderne vælges nu oftest 100 mm, evt. 87 mm. Tidligere anvendtes ofte betydelig bredere brædder, 200 mm og mere.

De smalle brædder foretrakkes bl.a. fordi svindet i brædderne fordeles bedre, der bliver ikke de store åbne, arbejdende fuger, som opstår ved brede brædder.

Retningslinier for bærende gulve og tagunderlag, 1971, Nordisk komité for Bygningsbestemmelser, boligministeriet.

SBI ydeevne 6: gulve.

Materialer, der har en sådan tykkelse, at der må tages hensyn dertil ved konstruktionens udformning, er: alle støbte gulve, gulve af sten, fliser, parketgulve.



Bræddegulv, nominal bredde 100 mm, ru bredde 99 mm, nyttebredde 87 mm, tykkelse 28 mm, snit 1:5.

OVERSIGT OVER MÅLBARE EGENSKABER

	YB-6	Lov-krav	Underlag	1	2	3	4	5	6
				acceptabel		god		udmærket	
PRIMÆRE EGENSKABER									
Planhed	1			afvigelse fra planhed målt med 2 m rethold (tilsv. målt med »stok«) ±3 ±2 ±1 mm/2 lb m					
Styrke for dynamisk last	2			stødpåvirkninger på indtil 135 Nm må ikke forårsage skader stødpåvirkninger på indtil 270 Nm må ikke forårsage brud					
Stivhed	2			nedbøjning for dørlast på 1000 N 2,5 2,0 1,5 mm					
Robusthed, indtrykstyrke	3			robustheden er tilstrækkelig, hvis prøvning højst forårsager mærker, men ikke brud dybde af indtryksmærke ved langtidsbelastning 1,0 0,7 0,4 mm (1,0 0,6 0,3 mm ved korttidsbelastning) for textile gulvmaterialer gælder: 3 2 1 mm ved langtidsbelastning og korttidsbelastning.					
Gangsikkerhed	4			friktionskoefficient mellem 0,2 og 0,5 er nødvendig					
Brandmodstandsevne	5	§		antændelse, brandudbredelse og røgdudvikling måles efter DS 1059.2 for udvikling af giftige gasser findes endnu ingen prøvemethode, må afgøres på grundlag af kendskab til materialets kemiske sammensætning					
Sammenbyggelighed	16	§	-	afvigelse fra vandret (eller ønsket hældning) 0,3 0,2 0,1 % afvigelse fra tilsigtet højdeplan ikke mere end ±5 mm op til 5 m om sammenbygning med vægge, døre etc. se pkt. 16 c i YB-6					
Vandtæthed	17	§		vandtæthed er et absolut krav (prøvningsmetode se YB-6) vandbestandighed (prøvningsmetode se YB-6)					
HOLDBARHED/VEDL.									
Slidstyrke	6			15	7	3	mm ³ volumentab/1000 omdrejninger (NB gælder ikke textile gulvbeklægninger)		
Varmebestandighed	7			0,6	0,3	0,1	% længdeændring ved opvarmning 0,3 er maximum for gulve i vådrum – gælder plastmaterialer gulvet må ikke afgive sundhedsfarlige stoffer – ingen prøvemethode gulvet må ikke ændre sine øvrige egenskaber – ingen prøvemethode		
Fugtbestandighed	8			1,2	0,8	0,3	% dimensionsændring 0,3 er maximum for plastmaterialer i vådrum 0,3 0,2 0,1 % for textile gulvmaterialer		
Kemisk bestandighed	9			skal prøves for hvert enkelt kemikalium – eksempler se YB-6					
Ældningsbestandighed	10			egenskaber skal kunne bibeholdes i længere årrække – prøvningsmetoder findes ikke					
Udseende: smudsmodtagelighed rengøringsegnethed	11			50	60	70	% lystransmission af filter børste+1% svamp+1% svamp og opløsning opløsning rent vand rengøringsmetoder utilsigtede ændringer i udseende bør ske langsomt og ensartet. Reparerede partier må ikke væsentligt adskille sig fra det øvrige gulv (ingen prøvningsmetoder)		
BEHAGELIGHED									
Elektrostatiske egenskaber	12			er afhængig af fodtøj, rumluftens temp. og fugtindhold 2 1,5 1 KV spændingsforskel mellem person og gulv					
Varmeafledning	13		-	uopvarmede gulve 50 38 25 KJ/m ² afgivet varmemængde på 1 minut 300 200 100 KJ/m ² afgivet varmemængde på 10 minutter opvarmede gulve: overfladetemperatur mellem 23° og 30°C nødvendig – bedst ved overfl. temp. 26-28°C					
lydtekniske egenskaber	14	§	-	trinlydsdæmpning – vurderingsmetoder under udarbejdelse for trinlydsniveauet under etageadskillelsen gælder 63 58 53 dB					
Eftergivelighed	15		-	fjedrende egenskaber. Kan endnu ikke måles blødhed kan måles med belastet stålstang, indtryk 0,3-1 mm er passende					

O:1:6 Et bræddegulv er ikke *fugefrit*, træets arbejden giver varierende fugebredde. Dette vanskeliggør renholdelsen, men muliggør partiel udskiftning. Bræddegulve er skridsikre. Den daglige renholdelse er forholdsvis let, men der kræves årlig fornyelse af overfladebehandlingen.

Bræddegulve kan afslibes som *fornyelsesforanstaltning*, men det medfører tykkelsesformindskning og kan kun udføres et begrænset antal gange.

O:1:7 *Slidstyrken* er afhængig af, hvilken træart man anvender. Gulve af gran har forholdsvis ringe slidstyrke, men har smukt forløb af vækstringene og små knaster. Gulve af fyr er mere slidstærke, men har større knaster. Både gran og fyr kan hvidskures eller overfladebehandles med en slidstærk lak.

O:1:8 Oversøiske træarter bruges også: Parana-pine er ret blød, Pitch-pine er meget slidstærk.

Andre *slidstærke træarter*, bøg, eg eller importerede hårdtræarter benyttes næppe til fremstilling af gulvbrædder; de anvendes derimod til slidlag i lamelbrædder og til parketstave.

O:1:9 Træets i sig selv gode *trinstøjdæmpning* kan ikke altid udnyttes fuldt ud på grund af konstruktionen. Ved gulve med strøer, hvor strøerne er lagt på trin-*støjdæmpende* underlag, kan opstå *trommelyd* i selve rummet, særlig ved hårde træarter. Træets dårlige *varmeledningsevne* giver et lunt og behageligt gulv.

Lamelbrædder

O:1:10 *Lamelbrædder* - også kaldet parketbrædder eller lamelparket - er gulvbrædder sammenlimet af korte, smalle stave, eller laminerede brædder med et slidlag af ædelt træ. Ved udformningen af stavene eller slidlaget kan efterlignes parketmønstre.

Parketbrædder af bøg er samlet af korte bøgestave. Stavene samles med not og fjer og sammenlimes til brædder, der kan oplægges direkte på bjælke-lag. De er i almindelighed 22 mm tykke og 130 mm brede; centerafstand mellem bjælker eller strøer er 0,6 m. På grund af bøgetræets store udvidelses-koefficient er stor påpasselighed med overholdelse af bræddernes fugtighedsindhold og den rette udtørring af bygningen nødvendig.

O:1:11 *Lamelbrædder* (eller lamelparket) fremstilles med et tyndt slidlag af bøg, eg, ask, elm, ahorn, pitch-pine o.a. limet på afspærret blindtræ af gran eller fyr. Brædderne er forsynet med not og fjer også i enderne, hvilket muliggør stød mellem understøtninger og nedsætter spildet. De arbejder kun meget lidt under fugtpåvirkning.

O:1:12 *Lamelbrædder* leveres i forskellige bredder og mønstre, der efterligner rigtig parket. Pitch-pine lamelbrædder leveres op til 350 mm brede.

Lamelbrædder leveres med færdiglakeret overflade fra fabrikken for at skåne dem mod overlast under transporten.

O:1:13 Gulve af hårdtræ er mere *slidstærke* end almindelige gulvbrædder; de revner og svinder ikke.

Med hensyn til *trinstøjdæmpning* (og trommelyd) er hårdtrægulve ikke helt så gode som almindelige bræddegulve, men dog tilfredsstillende.

Undergulve

O:1:14 Selvbærende gulve, der skal forsynes med afsluttende gulvbelægning, kan udføres med *undergulv* af krydsfinér eller spånplader.

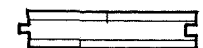
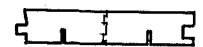
Ved bjælkeafstand (centerafstand) på højst 0,6 m kan anvendes krydsfinér af 18 og 19 mm tykkelse og spånplade af 22 mm tykkelse. Ved bjælke- eller strøafstand på højst 0,4 m kan tykkelserne være 15 mm krydsfinér eller 19 mm spånplade.

O:1:15 For undergulve gælder det samme som for andre selvbærende gulve, at de skal kunne tåle de opstående belastninger uden generende *nedbøjning*. Pladerne skal være så *stive*, at de ikke påvirkes af vinkelændringer eller fugefor-skydninger.

Trægulve, TRÆ 19.

Fuldt bøgetræ anvendes ikke til gulvbrædder.

Bøgeparketbræt 1:5



Langfineret lamelbræt i normal bredde øverst, tværfineret lamelbræt nederst. Det tværfinerede kan fås i forskellige mønstre og bredder, 1:5. Vandspild giver misfarvning.

		RUMEKSEMPLER											tykkelse mm)					
bjælkelag	jævnt	helt plant	MATERIALER											tykkelse mm)				
			slidfast	indtryksstyrke	skridsikker	trinstøjdæmpende	gangegnet	barfodsgang (lunt)	vandtæt	kemikalbestandig	renholdelse	hygiejne (fugefrit)	let reparation		udsende	dækkes af tæpper		
			opholdsrum	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	
			spise-, arbejdsrum	O	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X	O
			soverum	O	O	X	O	O	X	O	O	O	O	O	O	O	X	
			børneværelse	O	O	X	X	X	X	X	O	O	X	X	X	O		
			gang i bolig	X	X	X	X	X	X	O	O	O	X	X	X	O		
			køkken	X	X	X	O	X	O	O	O	X	X	X	O			
			bad	O	O	X	O	O	X	X	O	X	X	O				
			off. lokal	X	X	X	X	O	O	O	O	X	X	O				
			erhvervslokale	O	X	X	?	O	O	?	O	?	X	O				
			industriokale	X	X	X	?	?	?	O	X	?	X	O				
			lagerrum	X	O	X	O	?	?	?	?	X	O					
			skolestue	X	O	X	X	O	O	O	X	O	X	O				
			sygestue	X	X	X	X	O	O	O	X	X	X	O				
			danselokale	X	X	O	O	O	O	O	X	O	X	O				
			KRAV EGENSKABER															
			UNDERLAG															
			MATERIALER															
X	O	O	gulvbrædder	O	O	X	X	X	O	O	O	X	O	O	O	O	O	30
X	O	O	parketbrædder	X	O	O	X	X	O	O	X	O	O	X	O	O	O	30
O	O	O	parketstave	X	X	O	O	O	O	O	O	X	O	X	X	O	O	20
O	X	O	kløvede natursten	X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	X	O	O	30-50	
O	X	O	polerede natursten	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	O	30-100	
O	X	O	teglsten	X	X	X	O	O	O	O	O	O	X	X	O	O	70	
O	X	O	klinker	X	X	X	O	O	O	O	X	O	X	X	O	O	35-50	
O	X	O	gulvfiser	X	X	O	O	O	O	O	X	O	X	X	O	O	20-40	
O	O	X	stiftmosaik	X	X	X	O	O	O	X	O	X	X	O	X	O	6	
O	X	O	cementpuds	O	O	X	O	O	O	X	O	X	O	O	X	O	25	
O	X	O	terrazzo	X	O	O	O	O	O	X	O	X	X	O	O	O	20	
O	X	O	støbeasfalt	X	O	O	O	O	O	X	O	X	X	O	O	O	20	
O	X	O	magnesit	O	O	X	X	X	X	O	X	X	O	O	O	O	20	
O	O	X	epoxy-spartelmasse	X	X	X	?	O	O	X	X	X	X	O	O	O	4	
O	O	X	gummi, kunstgummi	O	X	O	?	O	O	O	X	O	O	O	O	O	3-6	
O	O	X	lakeret korkparket	O	O	X	X	X	X	O	O	X	O	X	X	O	3-8	
O	O	X	linoleum	X	O	X	X	X	X	O	O	X	X	X	X	O	2½-6	
O	O	X	vinylfilt	O	O	X	X	X	O	X	X	X	X	X	O	O	2½-6	
O	O	X	vinylfiser 40-50 % PVC	X	X	X	O	O	X	X	X	O	X	O	O	O	2	
O	O	X	fæhårsliser	O	O	X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	8	
O	O	X	tekstiler	O	O	X	X	X	X	O	O	O	X	X	O	O	?	

Sammenstilling af funktionskrav til gulve i forskellige rum med materialers egenskaber.

1) tykkelsen angives inklusive lægningsmørtel, men eksklusive underlag

2) skridsikkerheds karakterisering forudsætter den mest skridsikre overfladebehandling

X = bedst mulige egenskaber på det pågældende punkt

O = almindeligt tilfredsstillende egenskaber på det pågældende punkt

– = krav til egenskaber stilles ikke eller kan ikke stilles

? = kan ikke angives generelt

Kilde: GSO

O:1:16 Pladerne skal lægges i forbandt med *længderetningen* på tværs af bjælkeretningen, kortsiderne stødes over bjælker. Langsiderne skal *understøttes* mellem bjælkerne eller samles med fjer og not. Frie kanter ved vægge o.l. skal altid understøttes.

O:1:17 *WBP-limet krydsfinér* kan anvendes: Krydsfinéren skal være kontrolleret efter gældende regler og hver plade skal være forsynet med stempel, der angiver kvalitet, fabrik og kontrolorgan.

Pladerne må principielt kun anvendes til undergulv i tørre rum. Fenollimede krydsfinér (WBP) kan anvendes som undergulv for vandtæt gulvbelægning i baderum under særlige betingelser.

Spånplader kan anvendes i tørre rum. De skal være fenollimede (V100) og kontrolleres af et af boligministeriet godkendt kontrolorgan og skal være forsynet med kontrolstempel.

Krydsfinér se A:8:3/4. Spånplade se A:8:14/-:16, herunder også fugtforhold og sundhedsskadelighed.

Boligministeriets bekendtgørelse om miljøgodkendte spånplader.

Metalgulve

O:1:18 Selvbærende gulve af *metalplader* giver hårde og slidstærke gulve, men da materialet er varmeledende virker gulvene kolde ved normal (eller lav) rumtemperatur. Metalgulve vil derfor mest finde anvendelse i industribyggeri. Blankslidte metalgulve er ikke skridsikre.

O:1:19 *Aluminiumprofiler* med riflet eller perforeret overflade strengpresses i 160-300 mm bredde med konstruktionshøjde 35-60 mm. De er beregnet til at være selvbærende over spændvidder op til 3 m.

Dørkplader af 5-10 mm stål eller 3-8 mm aluminium kan oplægges ved afstand mellem understøtningerne på 1 m. Dørkplader er ikke perforerede, men forsynet med forhøjninger på overfladen.

Kassetter af stålplader, presset af pladetykkelser 2-3 mm, med ca. 20 mm høje kanter, kan fremstilles med tæt plade eller perforeret plade. Anvendes bl.a. til trappetrin med udstøbning eller til pålægning af gulvbelægning.

Strøkonstruktion

O:1:20 I bygninger med *pladedæk*, hvor dækket ikke opfylder alle krav til den termiske eller akustiske isolering, anvendes strøkonstruktion oven på pladedækket. Strøkonstruktionen indgår også i visse typer *terrændæk*.

Strøer udlægges på pladedækket således, at de er understøttede i hele deres længde. De kan derfor udføres af små trædimensioner. Strøerne danner på deres side understøtning for et selvbærende gulv, som fastgøres til strøen. Tykkelsesdimensionen bør derfor ikke være under 50 mm, minimumsbredden er 38 mm for at kunne fastgøre gulvbrædderne; andre dimensioner: 50×50, 75×75 mm.

O:1:21 *Afstanden* mellem strøerne retter sig efter det anvendte materiale til det selvbærende gulv. Den er som regel 0,4 og 0,9 m.

Afstanden i randfelter bør altid være mindre end afstanden i midterfelterne. Største afstand i randfelt ikke over 0,6 m.

Gulvmaterialet i strøkonstruktionen kan være gulvbrædder, lamelbrædder eller pladematerialer.

O:1:22 *Termisk isolering* kan udføres ved udlægning af et tørt, isolerende materiale i nødvendig tykkelse. Der anvendes fortrinsvis plader af mineraluldfilt, plastskum, evt. granulerede materialer.

Akustisk isolering vil med hensyn til trinstøjdæmpning kunne opnås ved at udlægge strøerne på et trinstøjdæmpende materiale, f.eks. 12 mm tykke strimler i hele strøens længde af kork eller mineralfiberplader. Med hensyn til luftlydisoleringen har strøkonstruktionen ingen større betydning.

Med anvendelse af trædefaste lamelgulvplader af mineraluld som gulvunderlag kan termisk isolering kombineres med en trinstøjdæmpende effekt. Gulvbelægning kan da udføres uden strøer.

Strimler må foretrakkes fremfor brikker, fordi brikker vil kunne forskyde sig. Bedst er specielle opklodningskiler af polyetylen.

0:2 Gulvbeklædning på plant underlag

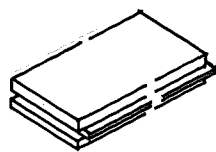
Parketgulve

- 0:2:1** Gulve af hårdtræarterne fremstilles overvejende af *parketstave*, d.v.s. smalle, korte stave med not og fjer, også i enderæet. Tykkelsen varierer mellem 16 og 22 mm, og det er altid fuldt træ.
Parketstave udlægges i forskellige mønstre, f.eks. sildeben, tavle, langstav.
- 0:2:2** De foretrukne *træarter* er eg, elm, nødd, birk, basalocus, mahogni, makoré, padauk, sapelli, teak, yang og wengé. Bortset fra yang er de alle i høj grad formbestandige, også under fugtighedspåvirkning.
- 0:2:3** Parketstavens *mål* er normalt: bredde 45, 55, 65 mm, længde 245 til 500 mm; langstave af eg fås i længder op til 1200 mm og kan importeres i endnu større længder.
- 0:2:4** Parketgulve er så tætte, at de næsten kan betragtes som fugefri. De er *skridsikre*, undtagen når de bones, samt lune og behagelige at gå på. *Trinstøjdæmpningen* er afhængig af underlaget. Parket misfarves af vandspild, medmindre det lakeres.
- 0:2:5** *Reparationsmulighederne* er forholdsvis gode; parket kan afslibes som fornyelsesforanstaltning. Vedligeholdelsen er enkel, når gulvene lakeres, boning er mere tidskrævende. I dag foretrækkes grunding med lak før boning og anvendelse af koldboning.
- 0:2:6** Parketgulve vælges hovedsageligt for deres *udseende*. *Prisen* er højere end for andre trægulve. Mulighederne for *mønstervariation* og variation i træart er meget store.
- 0:2:7** *Underlaget* for parket skal være plant blændgulv af brædder eller plader, hvortil stavene sømmes fordæk. På plant afrettet beton kan stavene limes med asfaltlim. Langstave kan lægges på strøer med 500 mm afstand.
- 0:2:8** *Rudeparket* fremstilles af 7 mm tykke stave, sammenlimet til kvadratiske plader på ca. 500×500 mm, eventuelt sammenholdt af påklæbet papir. Ruderne klæbes på underlaget, og gulvet afslibes.
Dækparket er tynde lamelbrædder (15 mm) til udlægning på eksisterende trægulve eller blændgulve på asfaltspecialpap. Det fremstilles både som rudeparket og som lamelbrædder.
- 0:2:9** *Korkparket* lægges af 300×300 mm kvadratiske korkfliser, ca. 8 mm tykke, som limes eller stiftes til undergulvet; de er meget lune og behagelige at gå på, trinstøjdæmpende, skridsikre og slidfaste, undtagen over for grov færdsel.

Stengulve

- 0:2:10** Til gulvbeklædning kan anvendes forskellige *naturstensfliser*, *keramiske fliser* og *klinker* samt *mursten*.
Alle disse materialer har en ret stor tykkelse og kræver plads til nedlægningsmørtel, der skal derfor tages hensyn til deres anvendelse på forhånd ved fastlæggelsen af konstruktionen.
- 0:2:11** Det gælder også generelt for stengulve af enhver art, at de er *hårde* at gå på, ikke særlig behagelige og ret kolde; endvidere giver de *trinstøj*. Hårdheden giver særdeles fin *slidstyrke*, hvis fugemørtlen har en kvalitet svarende til stenmaterialet. Renholdelsen kan være besværlig. Gulvene er forholdsvis lette at reparere partielt.
- 0:2:12** *Naturstensfliser* fremstilles af *glimmerskifer*, med en meget skridsikker overflade i kvadratiske formater fra 200×200 mm til 500×500 mm og rektangulære fra 200×300 mm til 400×600 mm, tykkelser 8-14, 15-20 og 20-28 mm. Fliserne kræver ingen vedligeholdelse og er modstandsdygtige over for slid, mekanisk påvirkning, fugtighed, syrer, temperaturforandringer og vejrlig.
Nedlægningsmørtlen vælges passende til den anvendte stenart.

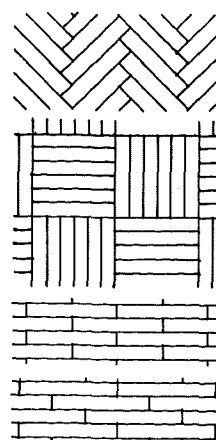
Bedømmelse af egenskaber se O:1:3.



Notning af parketstav, principskitse.

Parketstave, dimensionering og profiler DS 1025 (sorteringsklasser DS 1024).

Det billigste parketgulv koster det samme som det bedste bræddegulv.



Forskellige parketmønstre, fra oven sildeben, rudemønstre, stavmønstre.

- 0:2:13** Der fremstilles også gulvfliser af kløvet *lerskifer*, som er noget mere glatte, men dog skridsikre. De har også særdeles god modstandsevne over for alle forekommende påvirkninger i almindeligt byggeri.

Af *kalksten*, f.eks. ølandssten, og af marmor fremstilles fliseformater efter ønske, de polerbare sten giver ikke skridsikre gulve, heller ikke når stenene nedlægges slebne eller skårne, fordi sliddet vil polere dem.

- 0:2:14** *Teglsten* kan anvendes som gulvbelægning og giver et skridsikkert, men meget ujævnt og vanskeligt renholdeligt gulv. Til murstensgulv indendørs anvendes hårdtbrændte sten, der nedlægges i sand, og fugerne udløbes med KC-mørtel, KC 50/50/750.

Teglmaterialet kan også *henlægges i mørtel* KC 50/50/750 eller M 100/600 og udfuges samtidig med henlægningen. Overflødig mørtel fjernes først når den er så tør, at den ikke tilsviner stenene mere. Tilfugning kan også ske efter lægningen (evt. med en noget stærkere mørtel), og udføres da så forsigtigt at tilsvining af stenene undgås.

- 0:2:15** Teglulves overflade er ru, ujævn og vanskelig at renholde. Jævn og glat overflade kan opnås ved *slibning* af gulvet efter henlægningen. I så fald udslemmes fugerne med mørtel i vællingskonsistent, der fordeles med kost, bræt eller på anden måde. Våd slibning kan udføres straks efter lægningen. Slebne teglgulve kan yderligere overfladebehandles med vandvoks, termoplastisk plastlak eller andet.

- 0:2:16** *Teglmaterialet* kan være massive teglsten i normalformat. Alle almindelige facadesten kan teknisk anvendes, men en vis eftersortering for skår, grater og skævheder er nødvendig. Også Flensborgsten kan benyttes.

Særlige formater fremstilles: kvadratiske 290×290 mm til 200×200 mm i tykkelser fra 30 til 50 mm samt 140×140 mm, 40 mm tykke; ottekantede med bredde 250 og 200 mm, 50 mm tykke og 160 mm, 40 mm tykke, sekskantede med bredde 200 og 160 mm, 45 mm tykke.

- 0:2:17** *Keramiske fliser* og *klinker* fremstilles specielt til gulvbelægning i forskellige formater, rektangulære ca. 110×220 mm og 150×300 mm, kvadratiske ca. 150×150 mm, 110×110 mm og 50×50 mm, men også andre formater, især blandt importerede materialer.

Tykkelserne varierer mellem 15 og 30 mm, men der fås også tykkere klinker og fliser til udendørs brug op til 50 mm.

Fliser og klinker er slidstærke, de er vandtætte og gulvene tåler fugtighed, nogle typer er syrefaste. Klinker er nogenlunde skridsikre. Sintrede fliser har glat overflade, profilerede riller eller på anden måde ujævn overflade, der gør dem mere skridsikre, men også en del vanskeligere at renholde.

- 0:2:18** *Stiftmosaik* kan lægges med keramisk materiale, glas eller marmor og er ret skridsikkert på grund af de mange fuger. Mosaikstifterne opklæbes med retsiden på papir i kvadratiske felter, hvorved nedlægningen lettes. De lægges i C-mørtel eller specialmørtel.

Papiret afvaskes efter udlægningsen. Mosaikstifter leveres også opklæbet med bagsiden på glasfibervæv, som ikke skal fjernes og som kan virke som en slags armering i mørtellaget.

- 0:2:19** *Underlaget* for alle stengulve skal være fast, hverken fjedrende, eller med tendens til nedbøjning. Det foretrukne underlag er beton. Underlagets overflade skal blot være jævn, hvis nedlægning sker i sand eller mørtel. Til stiftmosaik og egentlig gulvflisearbejde kræves et velafrettet pudslag som underlag.

Er der risiko for bevægelse (nedbøjning) i dækket, kan man forhindre revnedannelse i gulvbeklædningen ved udlægning af et *glidelag* af to lag svær PE-folie. Arealet bør ikke være over 30-40 m², størst sidelængde 8 m og der må etableres dilatationsfuger langs kanter.

Vandtætte stengulve kan kun udføres, hvis underlaget er vandtæt. Desuden skal selve stenmaterialet og fugemørtlen være vandtæt.

Ved fugning efter lægning kan anvendes KC 35/65/650.

For syrefaste gulve gælder, at fugemørtlen også skal være syrefast.

Mosaikstifter 20×20 mm fremstilles med ru eller glat overflade, i ensfarvet eller blandet opsætning efter ønske. Endvidere leveres forskellige rektangulære formater, trapezform, cirkeludsnit m.m.

Svømmende gulv

O:2:20 Kun ganske enkelte gulvbelægningsarter er så stærkt *trinstøjdæmpende* at de alene kan opfylde bygningsreglementets krav. I alle andre tilfælde må der indskydes trinstøjdæmpende materiale, som selve gulvmaterialet »svømmer« på uden fast forbindelse til etageadskillelsen og væggene.

Den enkleste *svømmende* gulvkonstruktion er strøer på mindst 12 mm blødt underlag. Underlaget bør udføres som strimler, hvorved man sikrer sig mod forskydning af underlaget. Egnede materialer er kork, uorganiske materialer f.eks. 15 mm mineraluldpladestrimler.

Bedst er kiler af polyethylen som både er sikre mod udskridning, fugttransport og lydtransmission.

O:2:21 Parketgulve kan lægges på mindst 15 mm trædefast *mineraluldplade*. Gulvbelægningsarter med underlag af imprægnerede hårde træfiberplader (2 lag à 6 mm) kan lægges på 20 mm *mineraluldplade*.

O:2:22 *Tørt groft sand* eller korksmuld kan udlægges som lyddødt materiale i 30-50 mm tykkelse på etageadskillelsen, afdækkes med 0,1 mm polyetylenfolie. Ovenpå lægges et undergulv, f.eks. af imprægnerede hårde træfiberplader, to plader, der diagonalt forskudt er sammenlimede og limes i fugerne med kunstharpikslim, ujævnheder kan afslibes.

O:2:23 *Svømmende betongulve* kan støbes på 15 mm trykfast mineraluldplade afdækket med PE-folie.

Betonarmeringen justeres midt i den færdige plade, hvilket i tørre rum giver en minimumstykkelse på 50 mm for betonplader (med 10 mm krydsarmering) og i våde rum 70 mm.

Svømmende gulve kan også udføres som *anhydritgulve*, som ikke skal armeres og er hurtigt tørrende. Da anhydrit er et gipsmateriale tåler de ikke fugt og anhydritgulve kan derfor ikke lægges før enhver risiko for nedbør og byggefugt er udelukket og de må aldrig lægges i våde rum.

Asfaltgulve bør for at undgå revnedannelse lægges på et *hårdt underlag* over det trinstøjdæmpende lag, f.eks. 25 mm træbetonplade.

Langs vægge og ved rørgennemføringer anbringes ved støbte gulve mindst 10 mm isoleringsmateriale for at forhindre lydbro.

O:2:24 *Vandtætte svømmende gulve* kræver udførelse af tilstrækkelig høj hulkelstøbt i et med gulvet, holdt fri af væggen i hele højden med 10 mm mineraluld el. tilsv. og afdækket med vandnåse uden mekanisk forbindelse med hulkelen. Vandnåsen skal bortlede nedstrømmende vand fra væggen.

O:3 Gulvbelægningsarter

Støbte gulvbelægningsarter

O:3:1 Støbte gulve er *fugefri gulve*, der kan blive vandtætte, når det anvendte materiale i sig selv er vandtæt.

Støbte gulve kræver evt. et *underlag*, der er ikke fjedrende og tilstrækkelig stift til at forhindre revnedannelse i gulvet.

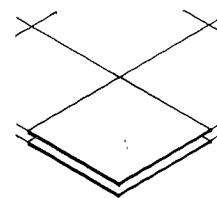
Følgende materialer finder anvendelse til støbte gulvbelægningsarter: cementmørtel, terrazzo, asfalt og forskellige plastspartelmasser.

O:3:2 *Cementmørtel* anvendes til såkaldte betongulve. Der anvendes C 100/300 el. C 100/400 i 20-30 mm tykkelse.

Det giver et ret hårdt, men stærkt gulv, som giver megen trinstøj; gulvet vil støve og være vanskeligt at renholde, reparationer er mulige, men altid synlige.

232 *Betongulve* er skridsikre, tåler vand, men hverken syrer, olier eller fedt.

Måtterne sammentrykkes og derfor vælges større tykkelse end ved anvendelse af strimler af plader.



Specialfremstillet, dobbelt, hård træfiberplade til undergulv.

Svømmende betongulve SBI anv. 81 LYD 2.

Anhydrit til svømmende gulve se O:3:7.

Bedømmelse af egenskaber se O:1:3

For fugefri gulve gælder en øvre grænse for arealens størrelse; meget store arealer (over 20-30 m² efter form) skal opdeles i felter; fugerne lukkes med elastiske materialer eller udføres med metalskinner, efter opgave.

O:3:3 Gulvbetonen skal lægges umiddelbart efter underlagets støbning på den våde ikke afhærdede beton; er underlaget færdigstøbt plader, kan de vandes og overkastes med cementslam (1,5 kg cement/m²), slidlaget lægges inden cementslammen er tør. Er underlaget for gammelt må klæbeforbedrende til sætning anvendes.

Det bedste resultat opnås ved at udføre en *gulvbeton* i 30-60 mm tykkelse af en beton med største kornstørrelse 16 mm. Den udstøbte beton vibreres med brovibrator, maskinpudses uden at trække slam op og vandes i 2 uger. Anvendes fortrinsvis i haller, industrilokaler o.l. store arealer.

Ved *fluatering* kan man mindske støvningstendensen og gøre gulvet mere skridsikkert i våd tilstand; maling eller lakering kan forbedre overfladen.

O:3:4 Betongulve kan gøres mere slidstærke ved tilslag af *granitkærver*, *carborundum*, *stålspåner* eller andre hårde tilslagsmaterialer, evt. udlagt som tyndt slidlag oven på et almindeligt pudslag. Det anvendes fortrinsvis til industrigulve.

O:3:5 *Terrazzo* er et cementgulv med tilslag af marmorskærver. Skærverne er hvide, grå, sorte eller farvede, og der kan anvendes almindelig eller farvet cement. Når materialet er udstøbt og hærdnet, afslibes gulvet, hvorved den karakteristiske flade med synlige mormorskærver fremkommer. Det er fugefrit indtil ca. 20 m², større arealer må opdeles ved indstøbte lister af messing eller plast, for at undgå revnedannelser.

Materialet er meget slidstærkt, også for partielt slid, men som alle støbte gulve ikke til at reparere usynligt. Det er let at renholde, vandtæt, ikke skriddsikkert, meget hårdt og trinstøjt. Ødelæggelse af selv svage syrer.

O:3:6 *Asfaltgulve* udføres med underlag af pulverasfalt og slidlag af støbeasfalt. Den samlede tykkelse er ca. 25-30 mm. De kan leveres i mørke, lysbestandige farver. Asfaltgulve er, som et slidstærkt, billigt gulv, velegnet til erhvervslokaler, skoler o.l. Specialasfalt resistent over for kemikalier fremstilles.

Industrigulve med meget stor slidstyrke og sejhed, der giver en vis trinstøjdæmpning fremstilles af asfalemulsion med tilslag af cement, sand og stenmaterialer.

O:3:7 *Anhydritgulve* er fortrinsvis anvendt som undergulv til gulvbelægningsarter af anden art. Anhydrit er ligesom gips et calciumsulfat (CaSO₄), som forekommer i naturen, eller fremstilles syntetisk ved ophedning af gips til omkring 1000°C, hvorved der fremkommer vandfri gips (d.v.s. anhydrit).

Anhydritgulve støbes af en *mørtel* af 1 del anhydrit og 2,5 dele sand 0,7 mm, tilsat et specielt afbindingsfremkommende stof. I modsætning til beton udtørres anhydritmørtel meget hurtigt, fugtindholdet er efter ca. 10 dage nede på 1%. Anhydritgulve er derfor særlig velegnede *som undergulv*, idet de kan forsynes med gulvbelægning ca. 14 dage efter lægningen. Medvirkende hertil er anhydritens gode formbestandighed, idet den har gipsegenskaber (udvider sig lidt under tørring) og derfor er revnefri.

Tykkelsen af det udstøbte lag skal være 25-40 mm. I *svømmende gulvkonstruktion* kan 30 mm anhydrit anvendes oven på 15 mm mineraluldfilt, med mellemlag af 0,5 mm PE folie, som underlag for gulvbelægning.

O:3:8 *Magnesitgulve* fremstilles med magnesia-cement som bindemiddel, forskellige fyldstoffer og pigmenter. Kvaliteten er afhængig af blandingen og fyldstoffernes art. Gode magnesitgulve er lune, behagelige, temperaturiserende, trinstøjdæmpende, slidstærke, men følsomme over for partielt slid, tåler vand, fedt, olier men ikke syrer og virker selv angribende på jern.

O:3:9 *Spartelmasser* er udelukkende anvendelige som slidlag. Spartelmasser tilfører gulvkonstruktionen ingen forbedring af termiske eller akustiske egenskaber.

PVA-spartelmasser udlægges fortrinsvis på et undergulv af asfalt. PVA-materialet udbringes i flere lag og kan være kulørt, men kun ensfarvet. Det tåler ikke længere tids fugtpåvirkning.

Der kan også anvendes speciel plastbinder til gulvpuds.

Terrazzo-fiser 250×250×30 og 300×300×30 mm.

Udførelse af terrazzogulve er specialarbejde.

Asfaltgulve lægges som regel af asfaltfabrikkerne. Industrigulve og andre specielle fugefri gulve udføres af en række firmaer, der har specialiseret sig i disse arbejder og som man i hvert enkelt tilfælde må træffe aftale med om undergulvets rette udførelse.

Gips se D:1:8 og D:3:9

Det tyske estrichgips er anhydrit.

Epoxy- og polyesterpartelmasser leveres også i mange kulører. De giver ret slidstærke, vandtætte og kemikalieresistente gulve, der dog ikke er behagelige at gå på, end undergulvet.

Tørre gulvbelægninger

- O:3:10** De hidtil omtalte gulvbelægninger udføres i takt med byggearbejdets fremadskriden, *tørre gulvbelægninger* er principielt en færdiggørelse, der udføres til sidst. De kræver altid et plant undergulv, som er helt færdigbehandlet, og belægningen er da at betragte som en forbedring af rummets beboelighed.
- O:3:11** Gulvkonstruktionen, eller etageadskillelsen, kan være udført sådan, at den opfylder alle de stillede krav; men herudover kan man af behagelighedshensyn, udseende eller andre årsager ønske sig en belægning med *tæpper*. Hvis et ønske om sådan gulvbelægning med tekstiler er kendt inden byggearbejdets udførelse, kan der ved udførelse af gulvbelægningen tages mindre hensyn til udseendet og eventuelt opnås billiggørelse.
- O:3:12** Gulvbelægninger kan udføres i *baner*, hvorved de bliver næsten fugefri, idet materialerne ligger i brede ruller (linoleum 3,6 m) eller lægges i *fliser*, hvorved partiel reparation lettes. Stort set er materialernes egenskaber ellers nogenlunde ens for levering i baner og fliser, dog vil fliser i gummi og plast som regel være produceret af hårdere kvalitet end banematerialer, bl.a. af hensyn til udførelsen af lægningsarbejdet.
- O:3:13** Gulvbelægningerne skal lægges på et *helt plant og rent underlag*, som kan være cementpuds, asfalt, anhydrit eller hårde træfiberplader. Gulvbelægninger har ingen væsentlig indflydelse på den termiske isolering eller lydisolering på grund af deres lille tykkelse; men de kan have akustisk forbedrende virkning. Bræddegulve kan ikke benyttes som underlag, medmindre der lægges et mellemlag af to lag træfiberplader, da gulvbræddernes fuger ellers i løbet af kort tid vil aftegne sig på overfladen af gulvbelægningen.
- O:3:14** De herhenhørende materialer leveres alle i *mange farver*, dels ensfarvede, dels marmorerede eller mønstrede på forskellig måde, og skiftende efter forskellig mode. Af hensyn til bygningen bør vælges farver, helst ensfarvede, hvorved snarset ikke skjules og renligheden fremmes.
- O:3:15** *Korkgulve* vil uanset deres tykkelse på kun 8 mm have gode termiske egenskaber og virke trinstøjdæmpende.
- O:3:16** *Linoleum* er lunt, meget slidstærkt, lyse farver dog mindre slidstærke end mørkere på grund af større mængder af fyldstof. Det er behageligt at gå på og giver ringe trinstøj. Skridsikkert i tør tilstand, men ikke med vådt fodtøj og heller ikke, når gulvet er vasket eller bonet.
- O:3:17** *Gummigulvbelægning* fremstillet af naturgummi eller syntetisk gummi er behageligt, men i længden noget trættende at gå på, skridsikkert undtagen i forbindelse med vand, så bliver det helt glat; svag trinstøj. Ødelægges af varme, f.eks. fra varmerør og af manglende slid.
- O:3:18** *Vinylfliser* leveres i forskellige kvaliteter afhængig af indhold af ren PVC. Flisematerialerne er som regel ret hårde, ikke helt behagelige at gå på, ikke trinstøjdæmpende. *Banevinyl* fremstilles homogen eller på tekstilbasis. Materialet er blødt og behageligt at gå på - også på bare fødder - lunt, slidstærkt, trinstøjdæmpende, skridsikkert. Kvaliteterne er meget forskellige, nogle kan svejses og giver da et fugefrit, vandtæt gulv, som er godkendt til baderum.
- O:3:19** *Gulvtekstiler* leveres dels som banevarer og dels som fliser. Gulvtekstiler kan udlægges på trægulve uden mellemlag. De lægges principielt for udseendets skyld og forbedrer gangemethoden. *Gulvtekstiler* har nogen trinstøjdæmpende virkning, især de tykke vævede materialer, mindst de flade fildede produkter. Alle gulvtekstiler har tillige en god lydabsorberende evne.

Epoximaterialer omfattes af Dir. for Arbejdstilsynets bek. nr. 486 af 5.10.1978 om sundhedsfaren ved visse materialer.

Om gulvmaterialernes opbygning og egenskaber se H:5.

Gulvbelægninger, der er så tynde, at man ikke behøver at tage hensyn til dem ved konstruktionens udformning er f.eks. linoleum, vinyl, gummi, kork og spartelmasser.

Gulvbelægninger, der lægges som afsluttende arbejde, forskånes for slid under byggearbejdet.

Lægning af de fleste gulvbelægninger kræver et fuldstændigt tørt underlag for at undgå opblæring; beton bør prøves ved pålægning af gummimåtte, trægulve bør være ca. 1 år gamle.

Kunstgummi er med hensyn til alle egenskaber bedre end naturgummi.

Banevinyl på tekstilbasis har nogenlunde samme egenskaber som linoleum. Svejsbare vinylgulve, bl.a. skumvinyl, kan blive vandtætte. Tæpper burde aldrig udlægges faste. Af hygiejniske grunde (indeklima, mider etc.) bør de kunne fjernes og rengøres årligt.

P FACADEFÆRDIGGØRELSE

UDK 69.022.32

P:1 Facadebehandlinger

SfB (41)

Fugning

P:1:1 For at murede facader kan få de tilsigtede egenskaber, skal fugerne mellem stenene have styrke og vejrbestandighed svarende til stenmaterialet.

Fugning er derfor nødvendig. Det skal udføres med samme mørtel, som er anvendt til opmuringen og skal ske i direkte forbindelse med opmurationsarbejdet inden det pågældende arbejdsafsnit forlades.

Opmuringsarbejdet skal udføres med helt fyldte fuger, så fugearbejdet kun består i en skadeudbedring og eventuelt en trykning af fugen med fugejern eller fugeske (til højst 3 mm dybde). Udkradsning er ikke tilladt.

P:1:2 I murerarbejde af ringere kvalitet kan der foretages udkradsning i højst 13-20 mm dybde og en efterfølgende afkostning med stiv piassavakost eller rensning med trykluft. Fugning kan da udføres som *efterfugning*.

Efterfugningen skal ske hurtigst muligt efter murerarbejdets afslutning, det må helst ikke ske i direkte sollys og for at sikre fugemørtelens vedhæftning skal facaden holdes fugtig under arbejdet.

Da det altid vil være vanskeligt at finde det rette tidspunkt for efterfugning inden muremørtelens hærkning er nået for langt, må efterfugning kaldes en dårlig behandling, der vil give anledning til revnedannelser og vedligeholdelse.

P:1:3 Rengøring efter fugearbejde bør undgås. Hvis arbejdet ikke er udført omhyggeligt, kan en *afsyring* være nødvendig. Hertil må kun anvendes syntetisk teknisk saltsyre fortyndet i forhold 1 del syre til 5-10 dele vand. Facaden spules først med så meget rent vand, at den kan holde blank overflade i 5 minutter, den våde flade afsyres og skrubbes med stiv børste, straks efter afskyllens facaden, så enhver syrerest fjernes. Ønskes afsyring udført - det er ikke noget krav - skal det ske så sent, at mørtlen i fugerne ikke tværes ud, men før vinduer, metalgenstande og andet anbringes i facaden, i modsat fald skal sådanne genstande tildækkes.

P:1:4 *Den fyldte fuge* er forudsætningen for enhver muret facades tilfredsstillende kvalitet i enhver henseende uanset hvilken stentype der anvendes, og uanset hvilken facadebehandling der skal anvendes; det er et spørgsmål om arbejdsudførelse under muringen, ingen efterbehandling kan afbøde fejl på dette punkt. Der må aldrig være gennemgående huller.

Facadepuds

P:1:5 *Tyndtlagsbehandling* kan udføres som berapning, vandskuring, sækkeskuring, spartling med specialpuds. Der opnås herved en noget mere vandafvisende overflade og kan eventuelt tilføres facaden en farveeffekt.

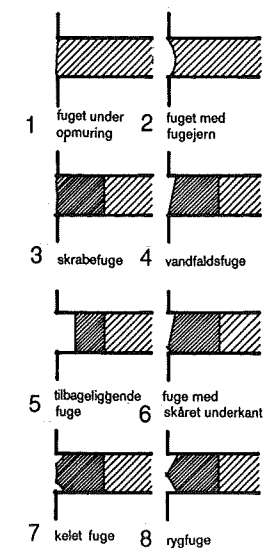
Tyndtlagsbehandlinger tilsigter at udjævne murværkets ujævnheder og kræver, at der er muret med fyldte fuger.

Berapning udføres ved, at mørtlen udkastes med ske og straks efter trækkes af nedefra. Derefter afkostes med en fugtig kost.

Svumning udføres ved at man påfører en meget lind mørtel med kost, evt. i to omgange.

Behandlingerne kan gøres finere ved efterfølgende skuring, *vandskuring*, udført med våd mursten, *sækkeskuring* med sække.

Tyndtlagsbehandlinger udføres med KC-mørtler med tilslagsmaterialer, hvis kornstørrelse ikke er over 1 mm. Tyndtlagsbehandlinger, uden yderligere forsejling (maling) nedvaskes med tiden.



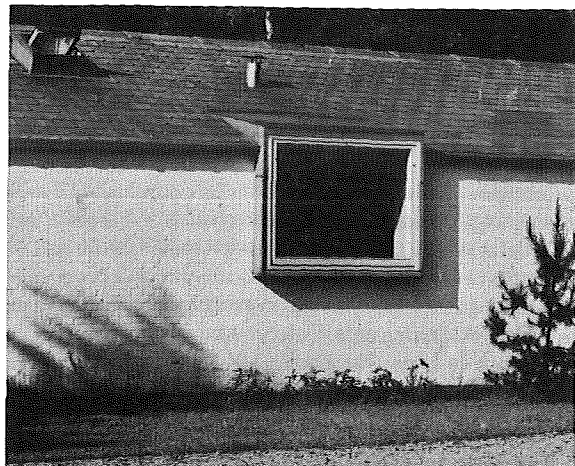
Fugesnit:

1 og 2 udføres under opmuring - kan også være lidt tilbageiggende ved at bruge fugeske. 3 til 8 er efterfugning.

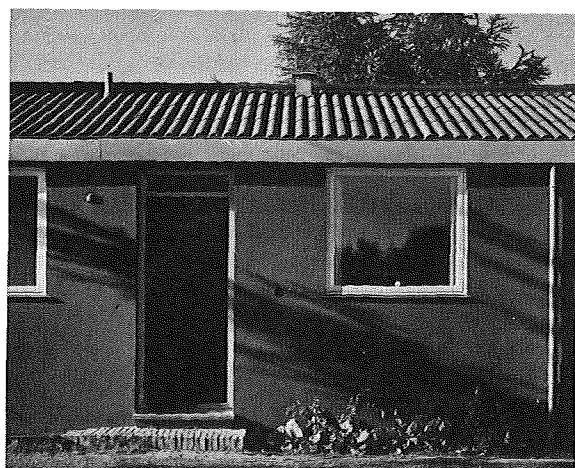
Saltsyren skal være ren, den almindelige handelsvare indeholder svovlsyre; men det er svovlsure forbindelser, der giver udblomstringer på murværk. Se C:3:9.



Ubehandlet facademur med fugning.



Muret facade med tyndtlagsbehandling.



Pudset og pigmenteret (farvet) overfladebehandling

P:1:6 Puds er flerlagsbehandling, som ender med en finpuds, der enten kan give overfladen en fuldstændig glat tekstur eller en mere eller mindre kornet grovthed. Puds kan også tilføre ydervæggen en mere vandafvisende overflade samt en farve- eller faktureffekt, men ikke skjule mangler ved ydervæggens materialer eller arbejdsudførelse.

Puds har en tykkelse på 8-15 mm. Der udføres 3 arbejdsprocesser: grundbehandling, grovpuds og finpuds.

Grundbehandlingen omfatter rensning af facaden, afhugning af ujævnheder, udfyldning af fordybninger og efterfølgende svumning med C-mørtel, der tilsigter god vedhængning mellem puds og væg. På ikke jævne flader kan udføres udkast som pudsbærer.

Grovpudsen tilsigter at give facaden en fuldstændig plan og jævn overflade; den udføres med en mørtel, ikke ringere end KC 50/50/650.

Mørtlen udkastes eller påsprøjtes; meget tynd puds kan trækkes på med stålbræt. Trækning anvendes også, når der pudses på lidet sugende sten, som klinkerbeton. Til grovpudsmørtel bør vælges groft sand med kornstørrelse op til 5 mm, større korn må derimod undgås, da de kan lave ridser. Så snart mørtlen, efter udkastningen, er blevet lidt stivere, jævnes dens overflade med retholdt eller kardæsk, men den må ikke rives glat.

Finpuds kan udføres ved afrivning af grovpudsen med pudsebræt, herved gøres fladen glat (bruges stålbræt bliver den *glittet*), men det må påses, at der ikke trækkes vand og fine korn op til overfladen, idet slammet vil give anledning til revnedannelse.

Skal finpudsen udføres ved påføring af et særligt pudslag, f.eks. for at give overfladen tekstur eller farve, må grovpudsen være 1-3 døgn gammel.

P:1:7 Ved udførelse af *facadepuds* undgås pudseskel og uensartethed i overfladen ved at pudse en hel væg ad gangen. Er muren for stor, skal opdelingen i felter fortrinsvis ske ved lodrette skel, da disse er mindre synlige og lettere at holde end vandrette. Lodrette skel kan lægges bag nedløbsrør o.l., vandrette skel bør lægges ved over- eller underkant af vinduer.

Svindrevner kan opstå i ny puds, hvor grovpudsen har været særlig tyk - en lunke i muren - eller er tørret særlig hurtig. Svindrevner kan gøres usynlige ved sammenrivning, men kan komme igen.

Skridningsrevner opstår, hvor der ikke er vedhængning til underlaget, og kan kun repareres ved borthugning og ompudsning af det pågældende sted.

P:1:8 Puds kan udføres som *farvepuds* ved at anvende kalkægte pigmenter i finpudsen eller, hvad der er bedre, ved anvendelse af færdigblandet pigmenteret tørmørtel.

Farvet puds anvendes til udvendig finpuds, pigmenterne skal være lysægte, kalk- og cementægte og må ikke indeholde salte, der kan give anledning til udblomstringer. Da pigmenterne er finkornede, må der kun tilsættes små mængder, de skal altså være stærkt farvende. Skal farven være lys, bruges hvid cement, til toning kan der bruges okker, umbra, kønrøg.

P:1:9 Såvel tyndtlagsbehandling som *facadepuds* kan anvendes på *støbte mure*. Før pudstning af støbte vægge kan udføres, må ujævnheder, f.eks. støbegrater afbanes, og indstøbte trækloster, trådstykker o.l. udhugges, og de herved opståede huller udbedres med C-mørtel. Omkring armering må om fornødent repareres.

P:1:10 Stænkpuds er *specialpuds*, som giver en karakteristisk grov overflade.

Mineralpuds udføres med mineralmørtel, som er tilsat større mineralkorn; mørtlen trækkes på og komprimeres, hvorefter den filtses for at fjerne slammet.

Ædelpuds er mineralpuds med grovere afreven overflade; ædelpuds kan også udføres som tyndpuds på helt glatte flader med pudsmørtel fremstillet af tørmørtler.

Stærkt stugende murmaterialer - sten af porebeton - skal vandes før pudstningen; til sådanne svage sten anvendes aldrig ren C-mørtel.

Puds, der er tørret for hurtigt eller pudslaget er opsat for tykt, vil vise svindrevner, krakelere, med smalle revner i alle retninger. Skridrevner opstår, når mørtlen skrider på underlaget, de er altid vandrette og kan ikke repareres.

Svindrevner er stjerneformede, skridrevner posedede.

De pigmenter, der kan anvendes til indblanding i mørtel, er:

rødt: engelskrødt, italiensk-rødt;
gult: okker, kadmiumgult (dyrt);
grønt: kromoxidgrønt;
blåt: vanskeligt, da næppe nogen blå farve er helt kalkægte, evt. manganblåt eller koboltblåt;
brunt: umbra;
Sort: det vil sige gråtoner, sod, kønrøg.
Jernoxidfarver er velegnede (findes dog hverken grønne eller blå).

Mineralpuds, ædelpuds og plastmørtler fremstilles som specialprodukter. Brugsanvisninger skal følges, ofte vil det være lettest at lade arbejdet udføres af specialfirmaer.

P:1:11 *Plastmørtler*, hovedsagelig med PVA bindemiddel, anvendes til facadepuds, ofte som to-komponentpuds, og som regel i ganske tynde lag. For at give fuld slagregneskytelse skal laget være mindst 1,5 mm tykt. De forskellige plastmørtler har meget forskellige egenskaber; men de fleste svulmer og bliver bløde under påvirkning af fugtighed; dette forbedrer udtørringen, men mindsker modstandsdygtigheden over for mekanisk påvirkning.

Maling

P:1:12 Facader af murværk, puds og beton kan gives en *overfladebehandling* med maling. Fladerne skal have den tekstur, som ønskes synlig, idet maling principielt ikke tilfører nogen teksturændring. Endvidere skal de være rene, hele og uden revnedannelser, som ikke varigt kan lukkes med maling.

Ingen maling må lukke for ydervæggens naturlige diffusion.

P:1:13 På murede og pudsede flader kan anvendes *kalkning* (hvidtning), som kan udføres med ren kalk i 2 à 3 tynde påstrygninger, eller kalk tilsat 10% plastbinder. Kalkning har kort holdbarhed ca. 2 år.

P:1:14 *Cementpulvermaling* anvendes fortrinsvis på betonflader eller puds og udføres med specielle malinger med eller uden plastbinder. Farvevalget begrænses til få foreliggende farver.

P:1:15 *Facademaling* med andre malinger kræver grundig og som regel forudgående slibning. Der findes forskellige facademalinger udført som emulsioner, med plastbinder og på vandbasis. Malinger på oliebasis, som før har været anvendt, lukker diffusionstæt og blærer op.

Plastfacademalinger anvendes både til træ og andre materialer.

P:1:16 *Udvendige træflader* kan behandles med *olimaling* med mindst 3 strygninger og forudgående grundning. Grundning bør udføres med mug- og skimmeldræbende grundingsolie og en efterfølgende strygning med farve inden glasset indsættes.

Forskellige *træimprægningsmidler* kan anvendes til påstrykning. De er enten på tjæreoliebasis og farver brunt eller på metalsaltbasis med eller uden pigment. De pigmenterede beskyttelsesmidler har en tendens til støvet optørring, som kan afbødes med en efterbehandling.

Alle malinger kræver periodisk vedligeholdelse.

P:2 Montagefuger

Den forseglede fuger

P:2:1 Ydervægselementer har som regel *færdigbehandlede overflader*; det er selve princippet, at der ikke kræves nogen færdiggørelse.

Derimod optræder der et *fugeproblem*, som er af helt anden karakter, end i fuget murværk. Mens fugerne i murværket indgår som konstruktionsfuger, er fugerne i elementvægge *montagefuger*. De skal hverken optage eller overføre belastninger, men optræder kun for at optage måltolerancer i produktion og montageproces.

Tilsvarende fuger optræder også i murværk, f.eks. ved vinduer og andre dele af ydervæggen, som ikke deltager i dennes bærende opgaver.

P:2:2 Materialer til montagefuger skal kunne *tætne fugen* mod varmetab, fugt, vind, brand, evt. lyd. Denne tætning skal kunne bevares under de bevægelser, der kan ske som følge af sætninger, temperatursvingninger o.l., og materialerne må være så *elastiske*, at de kan udligne de måldifferencer, der kan opstå ved montagen og under sætninger. Endelig skal fugematerialet kunne fornyes eller repareres, hvilket dog mere er et konstruktivt spørgsmål om fugernes udformning.

Om maling se kap. R.

Z-værdi for malinger se kap. Y.

Der findes ingen facademaling, som er vedvarende holdbar. Kravet om vedligeholdelse påvirkes af materialernes kvalitet, omhu med arbejdsudførelsen og stedlige klimatiske forhold. Der må tages hensyn til kravet om vedligeholdelse ved konstruktionens udførelse; anvendelse af stilladser til vedligeholdelse er en uforholdsmæssig bekostning.

Holdbarhedsperioder: Kalkning ca. 2 år, cementpulvermaling ca. 5 år, plastmaling ca. 5-10 år.

Konstruktionsfuger er kraftoverførende. Montagefuger må aldrig overføre kræfter.

Fugeproblemer ved elementbyggede ydervægge, SBI særtryk 149.

Fugemasser og facadefuger SBI anv. 108.

P:2:3 For at fugematerialet kan anbringes i montagefugerne, skal det være *plastisk*. Fugernes anbringelse og udformning har betydning for, hvor let materialet kan anbringes, og derigennem for montagebyggeriets *økonomi* og *æstetik*.

P:2:4 *Montagefuger* kan udføres som forseglede fuger eller ventilerede fuger.

Den *forsegledede fuger* udføres med materialer, der både kan lukke vandtæt og vindtæt; den *ventilerede fuger* udføres med flere materialer: et udv. vandtæt materiale, et ventileret hulrum og et indv. vindtæt materiale.

Kravet om *plastisk-elasticitet* gælder i begge tilfælde og udelukker hærdende materialer, altså de sædvanlige mørtler, som altid kun vil have varig vedhæftning til den ene side af fugen, mens der i den anden side opstår hårde revner, når fugen ikke udsættes for varigt tryk, som i belastet murværk.

P:2:5 Den *forsegledede fuger* lukkes med en fugemasse. Kravene til en *fugemasse* må være, at den ikke mister sine egenskaber under påvirkning af sollys, regn eller fugt, at den bevarer elasticitet og plasticitet også under store temperatursvingninger, og at den ikke indeholder stoffer, der virker misfarvende på omgivende flader.

P:2:6 Fugemasser kan være fremstillet med *bituminøst bindemiddel* med fiberarmet og sand eller andet mineralsk fyldstof. Asfaltbaserede fugemasser anvendes fortrinsvis til vandrette fuger, de mister i tidens løb plasticiteten. Materialerne opvarmes før anbringelsen eller der anvendes opløsningsmiddel.

P:2:7 *Plastiske fugemasser* på oliebasis fremstilles i mange typer med varierende egenskaber. Indeholder massen tørrende olier, vil den i løbet af kort tid danne en hinde, som sinker videre udtørring, og overfladen bliver ujævn og rynket. Er olien ikke tørrende, bliver overfladen klæbrig og støvsamlende. Alle plastiske fugemasser bliver med tiden stive på grund af sollys, fugt, temperaturforandringer o.s.v., de billigste allerede i løbet af et par år, bedre fugemasser har hidtil bevist holdbarhed i 10-15 år.

P:2:8 *Elastiske fugemasser* fremstilles som polyakrylater, polysulfider, polyuretaner, silikoner o.a., og hærder til gummiagtig substans. De har lang holdbarhed (over 20 år).

Fugebredde mindst 8, højst 20-30 mm, fugedybde 4 mm.

P:2:9 *Plastiske fugemasser* kan være hindedannende og har forholdsvis kort holdbarhed (5-15 år). De bliver gradvis stivere.

Ikke hindedannende fugemasser indeholder ikke-tørrende olier, og bliver ved med at være klæbrige. Bør kun anvendes i beskyttede fuger og hvor misfarvning på grund af støvsamling kan tolereres.

Sejplastiske fugemasser har holdbarhed 15-20 år. De er klæbefri på få uger. De fremstilles af plastificeret butylgummi, polyakrylater o.a.

Fugebredden for disse fugemasser er mindst 8, højst 20-25 mm, fugedybden 7 mm.

Termoplastiske fugemasser af gummiasfalt kan benyttes i vertikale fuger med 10-25 mm bredde, 10 mm dybde. Holdbarheden er kun 1-10 år.

For at spare og skabe den rette profil for forseglingen, bagstoppes med specielle plastprofiler med lukkede celler. Det må herved sikres, at fugemassen får det rette tværsnit, samt at der ingen vedhæftning er mellem fugemasse og plastprofil.

P:2:10 *Termisk isolering* af fugen tilvejebringes ved stopning med mineraluld, løst eller som bånd.

Bygningsværk stoppet tæt i 60 mm dybde giver nogenlunde vindtæthed. Det leveres løst i baller.

Mineraluld kan anvendes løst, eller som fugefilt i bånd. Ved anvendelse af fugefilt opnås termisk isolering.

Forsegledede fuger lukkes både lodret og vandret.

Ventilerede fuger lukkes kun lodret.

Plastiske fugemasser anbringes som regel med sprøjtepistol efter montagen.

Elastiske fugemasser (acryl) kan som regel overmales.

Plastiske fugemasser bør ikke overmales.

Tjæret værk giver afsmitning, derfor anvendes mineraluld til stopning, også i muret byggeri. Kalfatring med opskummende polyurethan frarådes, bl.a. p.g.a. afsvind.

Den ventilerede fuger

P:2:11 *Temperaturisolering* af den ventilerede fuger tilvejebringes ved anbringelse af mineraluld fugefilt eller skumplast fugeskimler.

Den *ventilerede fuger* er kondensfri da den egentlige fugelukning er skjult og ikke udsættes for samme direkte påvirkning af lys og regn kan man nøjes med billigere materialer, til gengæld stiller den krav om konstruktiv detaljering af fugen.

Principielt lukker man kun de lodrette fuger mod slagregn, mens de vandrette fuger beskyttes ved profilering af elementkanterne, der lapper over hinanden i lighed med brædder på klink.

P:2:12 Lodrette fuger lukkes mod slagregn ved hjælp af *lister* af træ, metal, kunstgummi, samt profilering af de lodrette elementkanter med vaskebræt (ved beton) eller skarpkantet vandnot (ved træ).

Tætningslister af plast fremstilles som hullister eller profillister. PVC-lister er termoplastiske og deformeres, men samlinger kan svejses. Kunstgummilister anvendes med åbne samlinger og er elastiske. Den ideelle listeprofil burde være let at tilpasse, let at samle tæt og let at udskifte (reparere), men den er ikke fremstillet endnu.

P:2:13 Den *indvendige vindtætning* kan udføres med tætningsnor af uld eller bånd af andet fibermateriale, der samtidig danner ydre begrænsning for stopningen. Anbringelse af mineraluld sørger for den nødvendige *termiske isolering* af fugen.

Det må endvidere påses, at den damptætte membran på den indvendige side af elementets temperaturisolerende lag lukker ind over fugens stopning.

Damp-tæt fugelukning kan indvendig også udføres med en fugemasse.

P:3 Facadebeklædninger

Beklædninger opsat i mørtel

P:3:1 På kompakte, murede eller støbte ydervægge kan der opsættes beklædninger af natursten, keramiske fliser, mosaik af keramiske stifter eller glasstifter, enten i mørtel direkte på væggen eller limet på et glatpudset underlag.

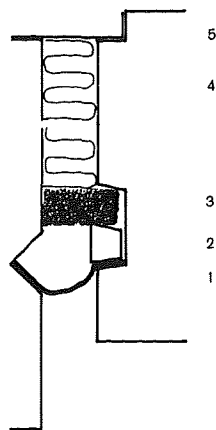
Disse beklædninger er alle mere eller mindre *diffusionstætte*, hvilket nødvendiggør forsigtighed i anvendelsen og begrænser mulighederne for omfanget af beklædningen.

P:3:2 Den diffusionstætte facadebeklædning medfører risiko for *fugtphobning* og isdannelse i fugen mellem materialet og væggen med efterfølgende fraspængning. Den kompakte opsætning umuliggør endvidere optagelse af bevægelse mellem facadematerialet og væggen, som kan opstå som følge af sætninger eller temperaturpåvirkninger i døgnets løb.

P:3:3 Beklædninger opsat i mørtel bør derfor kun opsættes på *begrænsede flader*, enten små flader som brystninger el.lign., eller flader begrænsede af konstruktionsdele, f.eks. på udfyldningsmure i skeletkonstruktion. Ved små flader vil bevægelser være uden større betydning, og ved udfyldningsmure vil bevægelserne være størst i konstruktionsdelene, hvortil beklædningen ikke skal fæstnes, men tværtimod holdes fri ved elastiske fuger.

P:3:4 *Fliser* eller *beklædningsplader* bør ikke være større end 400 cm² og ikke have større tykkelse end 30 mm, fugestørrelsen bør være mindst 3 mm, opsætningsmørtlens tykkelse 8-12 mm. Der anvendes en grundmørtel C 100/100 og til opsætningsmørtel C 100/400, KC 20/80/550 eller KC 35/65/650. Vedhængning af sintrede fliser forbedres ved at grunde flisernes bagside med C 100/100. *Mosaikstifter* opsættes i meget tyndt lag C 100/100 på helt plan overflade.

P:3:5 *Skalmuring* under anvendelse af fliser eller sten tykkere end 30 mm bør ikke ske uden vandret understøttelse af skalmuren i hver etage. Der kan anvendes 1/2 stens skalmur med mursten i normalstensformat; der fremstilles også pe-



Ventileret montagefuge mellem betonkonstruktion (tv.) og facadeelement (th.):

1. regnskold - neopren,
2. ventilation - luft,
3. vindtætning - fibersnor.
4. temperaturisolering - mineraluld fugefilt.
5. damp-tæt membran - plastfolie/elastisk-plastisk fugemasse.

tringer af teglsten, kalksandsten, samt tilsvarende størrelser af natursten, f.eks. stave af marmorarter eller kalksten. Skalmurværk skal fastholdes til bagvæggen af metalstrittere, der af hensyn til korrosionsfaren skal være af kobber, bronze eller rustfrit stål.

P:3:6 *Specielle beklædninger* opsat i mørtel er sålbænke og andre afdækninger af overkanter i murværk. Hertil skal anvendes fugttætte materialer, og hvis materialerne opsættes med fuger, skal udfugning ske med vandtæt mørtel.

Sålbænke kan udføres af skiferplader, der fås i længder op til 1,5 m, eller med særlige sålbænksten af tegl. Klinker kan også anvendes. Af fiberbeton fremstilles sålbænkprofiler i længder op til 3 m. Tilsvarende profiler leveres i beton.

Afdækninger af murværk kan udføres med teglsten, klinker, tagsten og andre keramiske produkter, med natursten og færdigstøbte fiberbetonafdækninger.

Beklædninger opsat med ventileret fuger

P:3:7 For at undgå de uheldige virkninger af den diffusionstætte opsætning af facadebeklædningen, kan man opsætte beklædninger med en *afstand* på 10 til 30 mm fra bagvæggen og ventilere det fremkomne hulrum. Ventilationen kan ske gennem de vandrette fuger, som ikke må tætnes, eller gennem særlige ventilationspalter i materialet. Der skal være mulighed for at indtrængende vand kan finde afløb ved beklædningens nederste kant.

P:3:8 Beklædningen skal bæres af *bæreankre*, der som regel opsættes i vandrette rækker som understøtning. De skal endvidere fastholdes til væggen af *tilholderankre* også i de lodrette fuger: tilholderankrene kan være mindre end bæreankrene og bør være fælles for to plader. Af hensyn til korrosionsfare skal alle ankre være af bronze eller rustfrit stål.

P:3:9 *Beklædningspladerne* skal mindst være 20 mm tykke, større plader eller plader af mindre stærkt materiale skal være 30 mm tykke. Også plader af skifret struktur skal, når de forsynes med ankerhuller i kanterne, være 30 mm. Pladerne bør ikke være større end 1,5 m², højst 1,5 m på den længste led, og den korteste side bør være mindst 1/3 af den længste sides mål. Beklædningsplader kan udføres af natursten, af keramisk materiale eller af beton med profileret overflade eller påstøbte keramiske eller andre materialer.

P:3:10 Til *lette ydervægskonstruktioner* bør beklædninger med sten, skalmuring o.l. ikke anvendes, medmindre der benyttes ganske tynde, lette plader, der opsættes med søm. Tynde naturskiferplader og teglplader (bæverhaler) kan anvendes.

Sømmede beklædninger kræver vandtæt underlag, evt. opsætning af pap (men ikke diffusionstæt), beklædningen skal hænge på sømmene, og der må være luftcirkulation bag beklædningen.

P:3:11 *Fiberbetonplader* kan anvendes til beklædning af lette ydervægge. De leveres normalt i 8 mm tykkelse. Opsætning sker med specialsøm eller skruer og underlagsskiver af bly eller særlig profilerede skiver, over samlingerne sættes dækskiver.

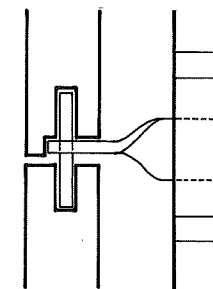
Fiberbetonplader er vejrbestandige og *vedligeholdelsesfri*. De kan leveres med påbrændte silikatfarver og i storformater med keramisk overfladebelægning eller med emaljeret overflade. Farver og overfladebelægning har kun indflydelse på pladernes udseende og pris.

P:3:12 *Aluminiumplader* fremstilles i ekstruderede profiler, bølgeprofiler med dybde fra 2 til 18 mm, trapezprofil og hvælvede profiler. Pladebredden er 100-900 mm og længden op til 4 m. Til anvendelse som facadebeklædning leveres plader korrosionsbeskyttede ved anodisering.

Aluminium patinerer mat i en sølvgrå farve. Ved bejdsning eller anden kemisk behandling kan pladerne få en anden farve, men de vil ikke undlade at patinere. Pladerne kan også leveres med emaljeret overflade eller behandlet med vinylak.

Tillæg til murnormen DS 414, vedr. skalmuring.

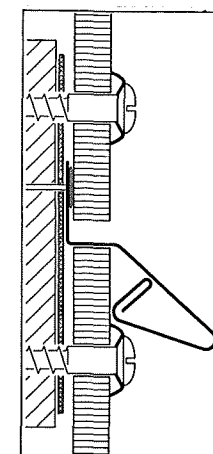
Specielle teglbeklædningssten fremstilles tynde og eventuelt i limet forbandt.



Anbringelse af metalanker.

Københavns magistrats regulativ vedr. facadebeklædninger (1956), hvor der redegøres for pladestørrelser og forankrings udførelse.

Fiberbetonplader, se H.3:10



Samling med metaldrypliste.

Vinduer

P:4:1 Konstruktivt er vinduet et *hul i ydervæggen*, et hul som skal lukkes, for at ydervæggen kan opfylde de krav, der stilles til den, men som skal lukkes med gennemskinneligt materiale. De materialer, der anvendes i vindueskonstruktioner, har ingen andel i ydervæggens bærende funktion, og der opstår derfor montagefuger langs vinduesåbningen.

P:4:2 Med hensyn til *temperaturisolering* nøjes BR endnu med at acceptere *k-værdi* på $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, og med hensyn til *lydisolering* har man overhovedet ikke turdet stille krav i bygningsreglementet. Et almindeligt vindues lydreduktionstal ligger kun på 25-30 dB. Der findes dog nu Dansk Standard for lydisolerede vinduer.

Forholdet med hensyn til *brandsikring* er omtrent tilsvarende, idet man uanset kravet om brandsikring af ydervæggene ikke stiller krav herom til vinduer og udv. døre.

P:4:3 *Glasset* er det eneste byggemateriale, som har tilstrækkelig styrke til at bære sig selv og samtidig er gennemsigtig og beskyttende mod regn og vind. I andre kulturer og andre klimatiske forhold har der været anvendt papir eller horn - som mangler egenstyrke og kun er gennemskinneligt men ikke gennemsigtigt - glimmer eller marieglas - som nok har en vis styrke, men kun i mindre grad er gennemskinneligt. Nu fremstilles plastmaterialer, der er gennemskinnelige og selv bærende; også gennemsigtige plastmaterialer findes, som dog er en del dyrere end glas.

Glasset kan anbringes direkte i muråbningen med en montagefuge hele vejen rundt, eller i en konstruktion af træ eller metal.

P:4:4 *Vindueskonstruktionen* udsættes for vind og vejr, for store temperaturforskelle mellem udvendig og indvendig side, for mekanisk påvirkning ved oplukning og i oplukket tilstand. Konstruktionsmaterialet skal derfor være af god styrke, især da man ønsker at indskrænke dimensionerne for at opnå så stort et effektivt lysareal som muligt, varmeledningsevnen skal være lille, og materialet skal være bestandigt.

P:4:5 Materialer til vindueskonstruktion kan være:

Træ, kerneved af fyr, evt. trykimprægneret splint, eg, teak, yang. Træ tåler klimapåvirkninger, men skal vedligeholdes mod fugtindtrængen.

Metal, fortrinsvis aluminium.

Plast, sædvanligvis PVC.

P:4:6 *Temperaturisoleringen* er vinduets svageste punkt. Mens der til lette ydervægge stilles krav om $u=0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nøjes BR med at vinduer har $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, det er næsten $10 \times$ så dårlig som resten af ydervæggen.

Kravet kan opfyldes af et vindue med to lag glas, uanset om det er en 2-lags isoleringsrude i en ramme eller enkelt glas i udv. ramme + forsatsramme.

Vinduer med koblede rammer og enkelt glas i hver giver $u=2,6,3$ -lags isoleringsruder i en ramme giver $k=2,0$. Den bedste konstruktion er koblede rammer med enkelt glas i den udv. ramme og 2-lags isoleringsrude i den indv. ramme, herved opnås $u=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Sådanne vinduer produceres i Sverige og Norge og sælges i Danmark. Dansk produktion har fundet sted, men er for tiden ikke i gang.

Den nævnte konstruktion sikrer 2-lags ruden mod ødelæggelse af sammenvejsningen i kanten ved påvirkning fra UV-stråling.

Vinduet skal have tætningslister for at opnå trækfrie false mellem karm og oplukkelig ramme.

Indsætning af glasset skal ske med elastisk materiale, almindelig kit til mindre ruderstørrelse, til store ruder og dobbelte ruder med speicalkit eller tætningslister af plast, kunstgummi el. lign.

Bygningsreglementet stiller ganske klare krav om vinduers minimumstørrelse i forhold til det belyste rum, oplukkets størrelse, ventilationsåbning, k-værdi.

Luftlydisolation I_a	Klassebetegnelse
$I_a \leq 26 \text{ dB}$	kan ikke klassificeres
$26 \text{ dB} < I_a \leq 32 \text{ dB}$	25 dB-vindue
$32 \text{ dB} < I_a \leq 37 \text{ dB}$	30 dB-vindue
$37 \text{ dB} < I_a \leq 42 \text{ dB}$	35 dB-vindue
$42 \text{ dB} < I_a \leq 47 \text{ dB}$	40 dB-vindue
$47 \text{ dB} < I_a \leq 52 \text{ dB}$	45 dB-vindue
$52 \text{ dB} < I_a$	50 dB-vindue

DS 1084 - Klassificering af lydisolerede vinduer, med certifikatorning.

Se S:4:31.

Dimensioneringen af materialerne bestemmes af den oplukkelige rammes størrelse.

Se Dansk Standard for døre og vinduer, DS håndbog 5.

Ved faste ruder med dobb. glas opnås isoleringen på konstruktiv nemmere måde end ved anvendelse af udv. pudserammer.

Oplukkelige rammer giver dobbelte rammer en bedre mulighed for sikring mod træk end enkelt ramme med dobb. glas.

SBI anv. 154 Vinduer med tre lag glas, 1986.

Konstruktion af dobbelte karme - en udv. del og en indv. del - fjerner kuldebroen i karmkonstruktionen, når der monteres isolerende mellemlag. Konstruktionen kan medvirke til bedre lydisolering, hvis glasafstanden samtidig øges til omkring 100 mm.

P:4:7 Med undtagelse af vinduer, der kan nå udefra fra terræn eller fra altan, skal alle vinduer kunne åbnes for pudsnings. Oplukning kan ske ved sidehængt ramme, vipperamme, drejerramme eller dreje-kipramme, men ikke top-hængt ramme, som ikke giver pudsemulighed. Alt efter den valgte konstruktion skal karm og ramme forsynes med *beslag*, dels hængsler og dels lukkebeslag, der fortrinsvis udføres af metal.

P:4:8 *Hængsler* kan være stabelhængsler med rumpestabel eller indstukken stabel og hjørnebånd eller hamborg-hængsler. Specielle hængsler med stor udladning - omdrejningspunktet er flyttet udad ved forlængelse af hængslets flige - benyttes til vinduer, der skal kunne slås tilbage på muren eller for at give pudsemulighed, hvor der kun er én ramme.

Til vippevinduer leveres omdrejningshængsler, evt. med friktionssikring. Lignende hængselstyper leveres til drejevinduer.

P:4:9 Det enkleste *lukkebeslag* til udadgående rammer er anverfere med stjerthager, hvoraf de bedste typer har nedhængende fingergreb til fastspænding af rammen (eventuelt med børnesikring).

Indadgående rammer lukkes med enkelte eller dobbelte vridere, evt. med fjeder og med slidtråd eller slidplade; en særlig type vridere er vinduesklinken, der kræver slutblik.

Stormjern er et beslag af anverfertype beregnet til at holde vinduet åbent i 90° monteret i hængselsiden af den udadgående ramme.

Stormkroge er almindelige lange kroge, udskyderstænger er forsynet med huller og stoptappe, begge skal sikre vinduesrammen i åben stilling i forskellig vinkler og monteres i åbningssiden af rammen.

P:4:10 Til *ventilationsrammer* findes forskellige friktionsholdere, vinduesåbnere og andre specialbeslag.

Særlige beslag til *sammenkobling* af rammer og *kantstanglåse* benyttes både til koblede sidehængte rammer og til vipperammer.

P:4:11 Alle vinduestyper kan leveres som færdige elementer med varierende beslag og overfladefærdiggørelse. Byggeriet industrialisering har medført at produktion af vinduer til den enkelte byggesag på snedkerværksted er næsten ophørt. (Se også side 251 Q:3:1).

P:4:12 Andre vinduestyper er *hejsevinduer* og *skydevinduer*, som ikke har vundet særlig indpas i dansk byggeri, muligvis fordi deres tæthed er meget tvivlsom. Skydevinduer af specialglas uden rammer med friktionslukke har fundet nogen anvendelse i enfamiliehusbyggeriet.

Vindueselementet med fast brystning er et facadeelement. Principielt stilles der til elementets brystning de samme krav som til lette ydervægskonstruktioner, og der anvendes de samme materialer.

P:4:13 *Ventilationsåbninger* er som regel så små, at de ikke byder på andre problemer, end lydisoleringen. Ofte tjener vinduet til ventilation og falstætningen må da løses. Specielle ventilationsåbninger vil som regel blive forsynet med reguleringspæld.

Udvendige døre

P:4:14 *Udv. døre* har til opgave at give adgang til og fra huset; er det glasdøre, gælder der for dem de samme krav som for vinduer.

Døre uden glas kan temperaturisoleres og brandsikres. Lydisolering bliver bedst med dobb. dør.

Når vinduet har redningsåbning stiller BR krav om mål og konstruktion.

Med hensyn til mere detaljerede oplysninger om beslag henvises til beslagfirmaernes aktuelle kataloger.

Leveringsmuligheder se vinduesproducentens kataloger.

I England og Holland anvendes hejsevinduer i stor udstrækning, i Mellemeuropa anvendes fortrinsvis vinduer med udadgående rammer.

Dørens størrelse kræver større styrke hos hængslerne, der vil altid blive benyttet 1½ par hængsel (3 styk), og der benyttes hamborghængsler eller tilsvarende stærk udførelse. Lukkebeslaget i hoveddøre o.l. er oftest kantstanglås, men skal døren benyttes fra begge sider, bliver der samme lukkebeslag som i andre udv. døre (cylinderlås).

P:4:15 *Udv. glasdøre* vil altid kunne pudses ud fra, de kan derfor udføres som skydedøre. Der findes forskellige hæveskydebeslag, som sikrer tæthed i lukket tilstand.

P:4:16 *Udvendige døre* uden glas kan udføres med karme af træ, plast eller metal, anvendes trækarme bør underkarmstykket enten være af hårdtræ eller bedst udelades og erstattes af metalanslagsskinne.

Dørpladen udføres bedst af massivt træ med langsgående fibre, flerlagskrydsfinér, møbelplader eller specielle dørplader med dækfinér på langs.

Man vil hermed opnå den dørplade, der kaster sig mindst og giver mindst kondensation på den indvendige side. Udvendig behandling eller beklædning med vandafvisende eller diffusionstæt materiale kan mindske kastningerne noget, men vil øge risikoen for kondensation.

Også udv. døre fremstilles som færdigfabrikerede elementer.

P:4:17 De foretrukne *træarter* er imprægneret fyr, fuldt egetræ eller teak. De foretrukne *metaller* er valsedede stålprofiler, presset stålplade, ekstruderede profiler af aluminium, plast eller kobber.

Butiksfacader og *-døre* er en specialindustri, som hovedsageligt arbejder med letmetalprofiler og plast samt spejlglas.

P:4:18 *Beslag* til vinduer og udv. døre fremstilles af metal, enten korrosionsbeskyttet jern (galvaniseret, fosfateret) eller letmetal. Rustfrit stål eller messing finder anvendelse til besætninger og synlige beslagdele.

Q INDVENDIG FÆRDDIGGØRELSE UDK 693.6

Q:1 *Væg- og loftsbeklædninger* SfB (42) SfB (43)

Puds

Q:1:1 *Pudsning* af vægge og lofter var indtil for få år siden den alt overvejende behandling. I dag vil man helt undgå puds, fordi det kræver udtørringstid, ikke let forlignes med de mange lette trækonstruktioner, er sårbart over for mekanisk påvirkning og kræver vedligeholdelse.

Q:1:2 *Indvendig puds* udføres som flerlagspuds, med afsluttende finpuds, der filtses for at få væggen så glat som mulig. Endnu glattere end kalkpuds bliver gipspuds. På bræddévægge og -lofter skal først opsættes *rørvæv*, som leveres i ruller à 20 m² og fastgøres med fladhovedede galv. rørsøm.

Q:1:3 Overalt, hvor rørvævet samles ved overlapninger, hvor trævægge eller loft støder til mur, i hjørner og på udadgående hjørner, opsættes yderligere galvaniseret *kyllingenet*. For yderligere beskyttelse af udadgående hjørner, kan der opsættes særlige hjørnejern af galv. plade, som findes i flere specialformer, nogle, hvor jernet, bortset fra en tynd kant, helt skjules af mørtel, andre, hvor jernet er rundet og synligt.

Som pudsberere på vægge og lofter kan alle de under lette indervægge nævnte net benyttes, særlig egnet til lofter er *terracottavæv*, som giver god vedhængning for puds.

Q:1:4 *Tyndpuds* vinder frem som behandling af porebetonblokke og -plader, der opsættes med limfuger og har en meget jævn overflade. Plastspartelpuds er en tyndpuds, som trækkes på med kamspartel i mindst 2 mm tykkelse. Endnu tyndere pudslag må henregnes til malinger.

Tyndpuds kan sprøjtes på, hvilket går hurtigt, men giver en del spild.

Ubehandlede flader

Q:1:5 Hvor der kræves en *robust vægoverflade*, f.eks. i trapperum og andre lokaler med megen færdsel, må det foretrækkes at opføre væggene af materialer, der ikke kræver overfladebehandling.

Der kan anvendes facadesten af alle typer; kalksandsten er så nøjagtige, at ½-stens vægge kan mures bindige på begge sider. Letbetonsten vil som regel være for grove og porebeton tåler ikke mekanisk påvirkning.

Q:1:6 *Færdigstøbte væg- og loftselementer* er som regel færdigbehandlede og klar til eventuel maling. Hvor der ønskes *lydabsorbering* og anvendes træbetonplader på lofternes underside, må der ikke pudses. I det hele taget vil puds forringe lydabsorbering og forlænge efterklangstid i lokalerne medmindre man anvender specialpuds.

Q:1:7 *Støbte konstruktionsdele* bør udføres omhyggeligt og med en støbeform, der giver en færdig overflade svarende til den på stedet nødvendige kvalitet, således at overfladebehandling undgås, bortset fra maling.

Flisebeklædninger

Q:1:8 *Vægbeklædning med glasserede keramiske fliser* er den klassiske vandafvisende overfladebehandling af vægge i våde rum. Det er en robust, tæt og renlig, men samtidig hård og for rummets efterklangstid ugunstig, beklædning.

Hvor bygningsreglementet kræver vandafvisende vægbeklædning, skal den opsættes i mindst 1,7 m højde. Man vil kun sjældent beklæde en større del af væggen og lofter beklædes aldrig med fliser, da damp fra f.eks. badevandet vil kondensere på fliserne og give dryp.

Q:1:9 *Vægfliser opsættes* i KC-mørtel eller evt. på en fuldstændig plant afrettet væg med specialmørtel eller plastlim. Fugerne udløbes med C-mørtel, evt. hvid C-mørtel.

Lofter skal kunne tåle afvaskning under rengøring, især i rum hvor der ryges tobak.

Terracottavæv med fast hjælpemering kan anvendes til lofter uden forskalling.

Når der anvendes færdigbehandlede elementer vil der ikke kunne opnås nogen forbedring ved en eventuel supplerende overfladebehandling, der kun vil være fordyrende, men uholdbar; kun maling kan udføres.

Flisebeklædning af baderumsvægge kan af støjmæssige grunde erstattes af andre beklædninger, f.eks. vinyl, som under visse betingelser godkendes af boligministeriet.

Specialmørtler til fliseopsætning fremstilles af fintmalet sand og cement tilsat bindemiddel af kaseintype eller polyvinylacetat (PVA). Mørtellaget skal være 2-4 mm, og det tørrer hurtigt.

Da keramiske produkter på grund af brændingen ikke kan være helt lige store, må fliserne *sorteres* efter størrelse inden opsætningen. Tidligere opsattes fliser ofte med knasfuge, og man anvendte ren gips til udslemning, men i dag vil man altid opsætte fliser med 3-4 mm fuge.

Små fliseformater, 50×50 mm og mindre, leveres opklæbet på papir i tavler på ca. 300×300 mm, hvilket letter opsætningen.

Q:1:10 *Keramiske fliser* leveres med blank glasur, mat glasur og jævn eller ru tekstur. Farveudvalget er stort, normalfarven er hvid, industrifliser er gullige med klar glasur. Industrifliser er de billigste, kulørte fliser de dyreste. Formaterne varierer lige så meget som farverne, normalformatet er 150×150 mm, men andre kvadratiske og rektangulære formater produceres. Specialformater fås med 1 eller 2 rundinger, med hulkel og fliser med sæbekopper, papirholder.

Til dekorativ vægbeklædning leveres keramiske fliser i størrelser op til 600×600 mm. Disse dekorationsfliser fremstilles ensfarvede, flerfarvede, glatte og med prægede overflader af forskellig art.

Formatet for *spaltklinker* og *forblændsten* er som regel tilnærmet normalmurstensens kopformat eller løberformat.

Mittelmosaik er 50×50 mm og stiftmosaik har stifter på 20×20 mm, men findes også i mange andre formater.

Q:1:11 *Glasmosaik* anvendes på samme måde, som keramisk mosaik og fås i tilsvarende størrelser. Røde og gule farver (der er billigst i keramiske varer) er dyrest i glas, mens blå og grønne er billigere.

Q:1:12 *Naturstensfliser* anvendes hovedsagelig som vægbeklædning i lokaler, hvor der lægges vægt på repræsentativt udseende, offentlige lokaler, banklokaler og lign. Men også i erhvervslokaler og boligbyggeri af højere prislag, kan anvendes naturstensfliser i lokaler, hvor nem renholdelse, robusthed og godt udseende er mere afgørende end hård efterklang og kølighed.

Q:1:13 *Naturstensfliser leveres* i færdige formater, med meget varierende størrelser fra fabrikat til fabrikat, samt i størrelse efter opgave. Kalksten opsættes i hydraulisk kalkmørtel, evt. i KC-mørtel.

Der anvendes fortrinsvis kalksten og marmorarter med sleben eller poleret overflade. Der anvendes tætte kvaliteter, da porøse marmorarter vil kunne misfarves ved opsugning af mørtelvand.

Store vægpartier eller fliser af meget store formater (over 1600 cm²) bør opsættes med metalankre og ventileret luftrum mellem fliser og bagvæg, lige som fliser på facader (s.d.).

Brædde- og pladebeklædning

Q:1:14 *Bræddebeklædninger* kan anvendes som væg- og loftsbeklædninger. De er tørre, hurtigt opsat, i nogen grad temperaturisolerende, i rimeligt omfang lydabsorberende og -regulerende, tilstrækkelig stærke til de normalt forekommende mekaniske påvirkninger. Bræddebeklædninger er let renholdelige og kan repareres, eventuelt ved partiel udskiftning.

I lokaler med grov færdsel bør anvendes hårde træarter til vægbeklædningsbrædder.

I våde rum kan bræddebeklædning anvendes, når der bruges trykimprægnede brædder og når konstruktionen i øvrigt opfylder kravene til ventilation bag brædderne.

Q:1:15 *Beklædning* af 22 mm sammenpløjede ru eller hvl. brædder godkendes som klasse 2 beklædning.

Er brædderne brandtrykimprægneret godkendes de som klasse 1 beklædning.

Ved anvendelse af syrefaste fliser skal mørtlen også være syrefast.

Fliser leveres også uden rundinger, men med glaserede skarpe kanter.

Ved hjælp af moderne skæremetoder er det muligt at opskære marmor og andre kalksten i ganske tynde plader til vægbeklædning, hvilket betyder billiggørelse.

DS II03 - prøvemethoder for planplader.

Træ og bad, TRÆ 23.

Ved udførelse af træbeklædninger må der i hvert enkelt tilfælde tages hensyn til gældende brandsikringsbestemmelser.

Uden bagved liggende hulrum kan 15 mm brædder godkendes som klasse 2 beklædning.

Q:1:16 *Træpaneler* er fyldningskonstruktioner til hel eller delvis beklædning af væg, sædvanligvis med hulrum bagved. De kan ikke bruges i våde rum og må kun opsættes på BS-konstruktion eller klasse 1 beklædning.

Paneler anvendtes tidligere i stor udstrækning udført af ædle træsorter.

Q:1:17 *Krydsfinér* specialplader med yderfinér af udvalgte træarter, eventuelt med profileret, sandblæst eller anden overflade kan bruges til beklædninger.

Skalpladerne males, kan standardkvaliteter benyttes, f.eks. svensk P 40 og P 30, finsk Kombi III.

9 mm plader godkendes som klasse 2 beklædning. Af hensyn til pladernes styrke bør 9 mm kun anvendes, hvor de understøttes pr. 400 mm på tværs af yderfinérens fiberretning. Er afstanden 600 mm eller 400 mm med understøtningen parallelt med fiberretningen (eller profilretningen) skal der anvendes 12 mm plader. Ved afstand 600 mm og understøtning parallelt med fiberretningen skal anvendes 15 mm plader.

Q:1:18 *Spånplader* godkendes som klasse 2 beklædning i 9 mm tykkelse, men en så tynd plade vil bule. Der skal anvendes mindst 12 mm plade med stolpeafstand ikke over 400 mm, eller 16 mm med stolpeafstand 600 mm.

Spånplader må ikke anvendes i våde rum. Udbulningsrisikoen er for stor uanset hvad producenter og andre anbefaler.

Q:1:19 *Træfiberplader* i 9 mm tykkelse og kvalitet halv hård kan godkendes som klasse 2 beklædning. I denne tykkelse må pladerne opsættes på stolpeafstand maximum 400 mm. 12 mm plader kan opsættes med understøtningsafstand 600 mm, som også kan bruges, når der opsættes 2 plader à 9 mm på hinanden.

Q:1:20 *Gipskartonplader* i 13 mm tykkelse er klasse 1 beklædning. De opsættes med understøtningsafstand 600 mm.

Til udførelse af lette, lydisolerende skillevægge kan anvendes 2×9 mm plader. 9 mm plader alene er ikke tilstrækkelig holdbare til opsætning af påskruede genstande.

Gipsplader skal beskyttes mod kalcinerings, hvor der monteres elradiatorer eller lysstofrør. Der opklæbes aluminiumfolie på papir med den blanke side mod rummet med varmebestandig PVA-lim. Afstand mellem væg og radiator 50 mm, luft over lysarmatur 10 mm.

Q:1:21 Til specielle formål kan også anvendes *glasplader* eller *plastplader*.

Metalplader af forskellig art finder anvendelse til loftsbeklædninger med akustiske formål.

Akustikplader af mineralfiber eller andre materialer anvendes kun til lydregulering.

Disse pladematerialer kan ikke godkendes som klasse 1 eller 2 beklædning og kræver derfor at underlaget er BS bygningsdel eller klasse 1 beklædning.

Tapetsering

Q:1:22 Væg- og loftsflader kan beklædes med *påklæbet papir* eller *tekstiler*. Tapetsering anvendes på pudsede flader af gipsplader eller træfiberflader. Oprindeligt anvendtes udelukkende tekstiler, i dag anvendes både papir, tekstiler samt glas- og kunstfiberstoffer. Opsætning af papir benyttes også som grund for vægmaling på pudsede og tilsvarende vægge.

Q:1:23 *Papir* fremstilles af træmasse. Til *grundpapir* og *tapet* benyttes massefarvet papir. Tapetmønstret påtrykkes, bundstrøget tapet har en ensartet bundfarve og kan desuden være påtrykt mønster. Tapet leveres i ruller på 560 mm bredde og i længde svarende til 3×indv. loftshøjde.

Der fremstilles tapeter med præget papir og tapeter med afvaskelig overflade, præpareret med PVA.

Tapet opsættes med speciallim af cellulosestype tilsat konserveringsmiddel. Den våde opsætning kan medføre skjolder på ensfarvede tapeter.

Se A:8:11-:5

Krydsfinér til væg- og loftsbeklædninger bør have densitet min. 500 kg/m³.

Se A:8:13-:16

Spånplader skal have densitet min. 600 kg/m³.

Se A:8:10-:12

Træfiberplader skal have densitet mindst 600 kg/m³.

Gipsplader H:4:19

Anvend kun gennemstrømningsradiatorer og ventilerede armaturer.

Oprindeligt anvendtes løsthængende stoffer som varmeisolerende vægbeklædning, senere opsattes stoffer eller læder på trærammer, papirtapeter anvendtes tidligst i 15. årh.

Q:1:24 *Tekstiler* til vægbeklædning er sækkelærred, hessian, glasfibervæv og glasfiltvæv, som fremstilles i specielle kvaliteter til opklæbning.

Q:1:25 Til tapetsering kan også anvendes tynde *korkplader* af en type, som ligner korkparket, de er lune og ret modstandsdygtige over for mekanisk påvirkning.

Endvidere leveres særlig *væglinoleum*, hvor jutevævet er erstattet af papir samt PVC beklædning på bomuldsvæv eller på papir. Disse beklædninger er lette at renholde og betydelig mere holdbare end papir og tekstiler. Nogle af PVC-beklædningerne kan udføres med svejste samlinger og bliver vandtætte, de er derfor godkendt i våde rum.

Q:1:26 I ældre huse, med revnede pudsede lofter, eller i nye huse med lofter af gipspudsplader, kan det være nødvendigt at opsætte grundpapir før malingen. Særlig når der opsættes papir i to, hinanden krydsende lag, opnås et fuldstændigt *revnefrit loft*.

Q:2 *Flyttelige vægge*

Glasskillevægge

Q:2:1 *Vægelementer af profilglas* fremstilles som valsede U-profiler i bredder 170-500 mm i længder op til 3,5 m. Elementerne samles med stålprofil ved gulv og loft, og samlingerne kittes med specialkit.

Profilglas leveres med eller uden trådarmering, glastykkelse 6 mm, flangebredde 40 mm. Glasset er svagt grønligt råglas, ugenomsigtigt, lysgennemgang 85%, ved dobbeltglas 81%. Vægten er for enkeltglas 20 kg/m².

Q:2:2 *Glasvægge* opført på byggepladsen udføres som karmkonstruktioner af træ eller metal med glas- og faste fyldninger.

Flexible vægge - montagevægge

Q:2:3 Den *flyttelige - flexible - væg* har sin største anvendelse i *kontorbyggeri* og tilsvarende, hvor den endelige rumopdeling er ganske uafhængig af bygningskonstruktion, muligvis først fastlægges på et meget sent tidspunkt af projekteringen og yderligere skal kunne tilpasses eventuelle senere ændringer i bygnings anvendelse.

Anvendelse af flyttelige vægge stiller krav om fuldstændig færdiggørelse af gulv og loft, der må ikke være spor eller anden afmærkning af væggenes plads. Det medfører kraftige lydbroer og kuldebroer; der kan derfor ikke stilles krav om lydisolering (middelreduktionstallet for flyttelige vægge ligger ikke over 30 dB) og må regnes med stort set samme temperatur i de tilstødende rum.

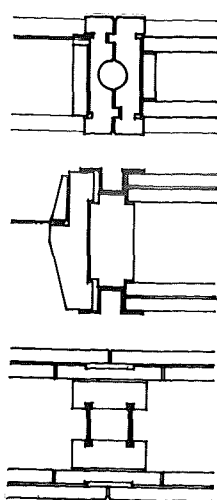
Q:2:4 I *boligbyggeriet* vil kravet om flexibilitet være så begrænset, at det ikke vil være økonomisk at anvende de dyrere konstruktioner. I enfamiliehuset bliver kravet om flexibilitet et spørgsmål om den rette planløsning, mens det i etagebyggeriet bliver et spørgsmål om boligreserve og flyttemulighed.

Q:2:5 På den anden side byder den *lette vægkonstruktion*, som er karakteristisk for de flyttelige vægge, på montagefordele; man kan, i én arbejdsproces, montere vægge der er færdigbehandlede og har indsatte døre og påsatte fodlister, en væsentlig besparelse i produktionstid på byggepladsen, som nok er værd at tage i betragtning selv om væggene opstilles permanent.

Q:2:6 Flyttelige vægge er en færdigvare. Der er to *konstruktionsprincipper*: synlig stolpekonstruktion og dækket konstruktion: I begge tilfælde opstilles væggen som en skeletkonstruktion og beklædningen kan så enten anbringes som fyldinger i skelettet eller monteres udenpå.

Stolpekonstruktionen udføres af træ i de fleste fabrikater, men også metal-konstruktioner findes. Beklædningen udføres med 13 mm gipsplader på begge sider, med gipspudsplader limet på imprægnerede træfiberplader eller andet plademateriale.

Glas se H:2



Lette vægkonstruktioner, 1:5, øverst synlig stolpekonstruktion i midten synlige samleskinner, nederst beklædningsplader stødt sammen.

Q:2:7 I de konstruktioner, der anvender *synlige stolper* kan stolperne være færdigmalede, udført af ædelt træ, eller metalbeklædte, og fyldingerne indsættes med lister af metal eller plast.

Er der ikke synlige stolper i konstruktionen vil *samlingerne mellem beklædningspladerne* være synlige, kanterne af pladerne kan være affasede eller der kan være indlagt metal- eller plastskinner i fugerne.

Q:2:8 *Overfladebehandling* af beklædningspladerne vil mindst være klar til maling, men de kan også leveres færdigbeklædte med hessian, vinyludg, metal eller finér af ædle træsorter. Der kan indsættes enkelt eller dobbelt glas i stedet for beklædningsplader, og væggene leveres med færdige dørpartier.

Q:2:9 Der kan regnes med følgende *mål*: tykkelse 100-200 mm, etagehøjde med mulighed for tilpasning indtil 3,5 m, modulbredden 600, 900 eller 1200 mm (ikke ens for de forskellige fabrikata). Vægten er 35-40 kg/m², middelreduktionstallet 35-40 dB, brandteknisk klassificeres de som BD 30, visse konstruktioner BS 60.

Folde- og skydevægge

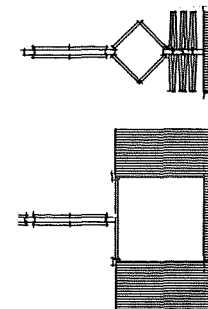
Q:2:10 *Folde- eller skydevægge* anvendes til hurtig ændring af rumopdelingen, f.eks. i store haller, mellem kontor og mødelokale og lignende steder.

Udførelsen af sådanne vægge er i første række et konstruktionsspørgsmål. Der findes flere færdigfabrikata, og den største vanskelighed er at kombinere de modstridende krav om stivhed, tæthed og en vis lydisolering med den lettest mulige sammenfoldelighed eller sammenskydelighed. Når væggen er sammenfoldet, skal den fylde mindst muligt, evt. kunne skjules i en murniche; skydevægge kræver meget plads, når de er åbne.

Q:2:11 Ved anvendelse af *lette trærammer med beklædning* af kunstlæder, vinyl eller andet blødt materiale, opnås let flyttelighed og lille pladskrav i sammenfoldet stand. Lydisoleringen bliver dog meget ringe og væggen kan ikke påregnes at blive helt plan i lukket tilstand.

Med en konstruktion af *stive plader* af træfibermaterialer, gipspudsplader, krydsfinér, plastlaminat eller letmetal kan både fremstilles skyde- og foldevægge. Skydevæggene vil i alle stillinger være plane, men kræver som sagt meget plads, foldevægge kan konstrueres så kun de yderste led sammenfoldes, mens resten af væggen forbliver plan. Begge typer kan få middelreduktionstal op mod 30 dB. Bedre lydisolering kan næppe opnås; selv om pladerne kunne fremstilles med et bedre teoretisk middelreduktionstal, vil lydgenngangen ved lofts- og gulvskinnerne være for stor. Væggene er ikke brandsikre.

Dobbelt vægge kan opnå større lydreduktion.



Foldevæg med stive plader.

Q:3 *Indvendigt snedkerarbejde*

UDK 694.6

Q:3:1 **Generelt**

Under dette afsnit »Indvendigt snedkerarbejde« omtales døre og inventar. Byggeriets industrialisering har medført, at en væsentlig del af snedkerarbejdets bygningsdele nu produceres industrielt, som allerede nævnt under omtalen af vinduer. Den økonomiske udvikling har medført, at det ikke længere er gennemførligt for mindre snedkervirksomheder, at oparbejde et passende stort lager af vellagret træ. Samtidig har den produktionstekniske udvikling medført, at en væsentlig del af arbejdsprocesserne mekaniseres og masseproduktion indføres.

Imidlertid gælder de materialetekniske forhold og vilkår uanset om bygningsdelen produceres håndværksmæssigt eller industrielt. Disse forhold behandles i det følgende.

Døre

SfB (32)

Q:3:2 Træ er det mest anvendte materiale til døre og lignende indiv. snedkerarbejde, på grund af den lette bearbejdelse og de gode styrkeegenskaber. Træets rumfangsforandringer kan derimod volde besværligheder, det gælder derfor om at mindske disse forandringer så meget som muligt. Materialet til snedkerarbejde skal derfor altid oventørres. Der må sørges for, at træet under bearbejdelsen eller under indsætningen i huset ikke kommer ud for fugtighedspåvirkninger.

Q:3:3 De *trækvaliteter*, man anvender, skal have ensartet struktur, være fri for knaster og skal anvendes i marvskårne dimensioner. Vejrbestandighed kræves ikke af materialer til indiv. arbejde, og risikoen for angreb af skadedyr og svampe er forholdsvis ringe, hvorfor man næppe vil anvende imprægneret træ af disse grunde. På den anden side mindsker man veddets mulighed for optagelse af fugtighed, ved at forsegle overfladen med olie eller lak, og man skal derfor altid give træarbejder en grundbehandling, inden de forlader snedkerværksted. Hertil kan med fordel anvendes mug- og skimmelhindrende olier også til indvendige arbejder.

Sammenlimet træ - limtræsprofiler - anvendes til karme, rammer, fodpaneler, indfatninger til færdigfabrikerede døre m.m.

Q:3:4 Den mest anvendte *træart* er fyr, fortrinsvis norrlandsk og finsk fyr, til finere arbejde sydsvensk fyr. Gran forekommer anvendt til karmtræ i billigere arbejder. Til underkarme i døre benyttes ofte bøg eller eg, som dels er hårdere og dels vil kunne behandles sammen med gulvet.

Anvendelsen af andre træarter til fuldttræs dimensioner er sjældent til indvendigt arbejde, medmindre det drejer sig om mere eksklusive opgaver. Dog anvendes eg, teak, mahogni, parana-pine og andre træsorter til lister, indfatninger og andre arbejder i forbindelse med døre og lign.

Som *dækfinér* på møbelplader og dørplader finder de ædle træsorter udstrakt anvendelse.

Q:3:5 *Metal* anvendes både til karmkonstruktioner, som vinkel- eller T-stål, presseprofiler eller fladjern, og som ekstruderede letmetalprofiler, samt til beklædning af dørplader, som plader af stål eller letmetal. Brandsikre jerndøre udføres med indlæg af brandhæmmende plader mellem to jernplader, der er sammenbukkede og svejste i kanterne.

Q:3:6 Dørplader fremstilles som rammer med fyldinger af sammenlimet træ eller af krydsfinér.

Dørplader i DS-mål leveres færdigfremstillede i mange kvaliteter. Det bedste er *møbelpladedøren* med lamellimede stave, afspærret med skrællet granfinér og langsfinéret med knivskåret dækfinér, med lister af samme træart som dækfinéren i smig langs de to lodrette kanter og lige foroven og forneden. Billigere kvaliteter fås med bloklimede plader, tværfinéret dækfinér, kun lodrette kantlister, eventuelt med tarveligere finér til maling. Dørpladetykkelse, som tidligere var 35 mm, er nu 40 mm (30 dB - BD 30). Dørpladetykkelse leveres også 60 og 80 mm som BD 60 døre med lydisolations hhv. 35 dB og 40 dB.

Kanaldøren er en billig dørplade til indvendig brug og kun til maling; den fremstilles som ramme afspærret af to fiberplader med indlæg af fiberlister, spånspraller eller pressede træfiberlegemer og evt. dækfinér og kantlister. Pladetykkelsen 35 eller 40 mm. Betegnelsen er celledørplade - Cd.

Massive dørplader (møbelplader) betegnes: Ma(t) for dørplader med ikke limede lammeller, Ma(AX) for ægte møbelplader med limede trælameller. *Færdigbeslåede* døre leveres i DS-mål som kanaldøre med to hængsler, lås og 80 eller 128 mm karm med understykke af bøg eller uden understykke.

Dørene kan også leveres færdigmalede.

Af *hærdet glas* leveres dørplader i ét stykke, beslæet i metalkarm.

Grundbehandling skal være særdeles omhyggelig alle steder, hvor træet vil blive indelukket. Overflader er usynlige, og kontrol umulig.

Anvendelsesmulighederne er ret afgængige af importmulighederne.

Entrédøre i overensstemmelse med bygningsreglementets krav leveres som katalogvare fra forskellige producenter.

Branddøre, se DS 10531064, 1067, 1068. Lyddøre, se DS 1082.

se S:4:30

Q:3:7 *Beslag* til døre er hængsler, låse, besætning.

Hængslerne er hamborghængsler, der fremstilles af pladejern i to dele; den ene del monteres i karmen og er forsynet med en tap. Til døre af stort format eller til våde rum, bør benyttes 1½ par hængsler for at holde dørpladen til karmen i hele højden.

Skråtskårne hængsler er selvlukkende.

Forkrøbbede hængsler giver, ved 90° åbning af døren, fri åbning svarende til karmens lysmål. Skråtskårne og forkrøbbede hængsler skal anvendes til entrédøre i etagehuse.

Q:3:8 *Dørlåse* er som regel indstukne, kun på ældre døre ses kasselåse. Låsen indstemmes i dørpladens kant så kun låsestolpen er synlig, i karmen anbringes slutblikket. Døren holdes på plads af falden og åbnes ved, at falden betjenes af dørgrebet, låsen kan tillige have en rigle til afspærring med nøgle. Riglelåse bør kun anvendes, hvor aflåsning af døren er påkrævet, og der bør da anvendes en god lås.

WC-dørlåse leveres med afspærringsanordning til falden, som dog kan give anledning til ødelæggelse af låsen. Specialrigler, evt. med udvendig nøgle, bør foretrækkes.

Låsens kvalitet er afhængig af, hvor let den kan dirkes op, jo lettere desto ringere lås. *Cylinderlåsen* er den sikreste lås og bør anvendes overalt, hvor aflåsning er nødvendig.

Q:3:9 *Dørbesætningen* består af dørgreb og eventuelt nøgleskilt. Et sæt *dørgreb* består af en dorn af firkantjern, som har indgreb i låsemekanismen og er gennemgående, på hver side af døren sidder et greb, hullet i dørpladen dækkes af en *rosset*.

Det er vigtigt, at dørgrebet er konstrueret således, at omdrejningsfugen mellem greb og rosset sidder så tæt ved dørpladen som muligt, lang rosethals med omdrejning lige ved selve grebet kan gøre betjeningen ubehagelig. Kugpegrebsfaconen er den bedste i denne henseende og dens tilbagebøjede greb forhindrer ubehagelig fasthængen i grebet.

Nøglehullet dækkes af et *nøgleskilt* - som også kan fås med *forhæng* for at hindre indblik, lydgenngang og varmetab. Grebets rosset og nøgleskiltet kan være sammenbygget i et *langskilt*.

Q:3:10 *Materialerne* til beslag er metaller og plaste. Jernplade anvendes i udstrakt grad, korrosionsbeskyttet med forzinkning eller fosfatering, til hængsler og låse, men hængsler af nylon eller polycarbonat er nu meget anvendt.

Til de synlige dele af beslaget, hængsler, låsestolper og besætning anvendes også rustfast stål, letmetaller, messing og til greb, nøgleskilt m.m. i vid udstrækning plast.

Q:3:11 Til specielle formål fremstilles en lang række *specialbeslag*: svingdørhængsler, dørpumper, dørlukkere, dørholdere og dørstoppere. Knapper og hanke til døre med kuglelås eller svingdøre fremstilles af samme materialer som dørgreb.

Til skydedøre fremstilles skinner til synlig eller skjult anbringelse, greb og skålgreb.

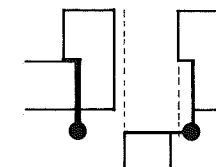
Brevkasseskilte har givet anledning til mange udfoldelser i form og materialer, men anvendelse i entrédøre er ikke længere aktuel.

Inventar

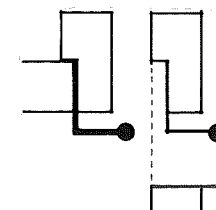
SfB (79)

Q:3:12 Husets *indvendige færdiggørelse* medfører mange arbejder af meget forskellig art: inventar, køkkeninventar, fodlister og andre lister. Stort set anvendes til disse arbejder de samme materialer, som omtalt foran under indiv. døre, og en detaljeret gennemgang ville føre for vidt. Kun enkelte specielle forhold skal omtales.

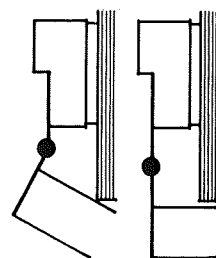
Paumeller og agernhængsler er små, lave, tykke eller runde hængsler af hamborgtype.



Normalhængslet mindsker den frie åbning i døren, ved oplukning 90°.



Forkrøbet hængsel fri åbning i karmens fulde lysmål, ved oplukning 90°.



Hængsel med stor udladning tillader oplukning på 180°, også ved fals.

Ministeriet for offentlige arbejder: Bekendtgørelse om benyttelse af postvæsenet af 12.1.1972 med senere tilføjelse.

Q:3:13 Ved indsætningen af alt indvendigt snedkerarbejde fremkommer *montagefuger* (principielt behandlet i forbindelse med facadefærdiggørelse.). En del af snedkerarbejdet, nemlig opsætning af lister, indfatninger om døre o.l. er i virkeligheden lukning af montagefuger, og det er et stort spørgsmål, om de hidtil gængse arbejdsudførelser og materialer er de rette til disse arbejder. Især når byggeriet mere og mere går over til montage af færdigfabrikerede dele, er spørgsmålet højaktuelt på grund af den for fabrikanter nødvendige måltolerance.

Q:3:14 Den hidtil anvendte metode er at anvende *lister* af samme materiale som montagedelen til dækning af fugen mellem konstruktionsdelen og montage-delen, f.eks. fodlister og indfatninger af træ eller plast.

Dækning af montagefugerne medfører imidlertid som regel revnedannelser mellem listen og den bygningsdel, som listen ikke er i fast forbindelse med. Der bør derfor overvejes andre udformninger af montagedelens begrænsninger, således at anbringelse af *elastiske fugelukkende materialer* er mulig. Fast montage af fugebånd af gummi på alle inventardele til indbygning er en mulighed. Problemet bliver da den konstruktive udformning af fugen.

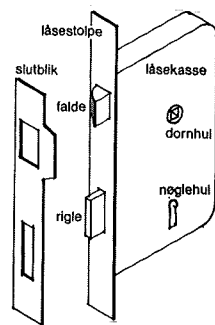
Q:3:15 *Skabe* og andet inventar udføres i dag som færdige montagedele, enten håndværksmæssigt til hver enkelt byggesag eller industrielt som standardvare. Til sider, hylder og andre skjulte dele anvendes fortrinsvis spånplader og træfiberplader, til døre færdigfabrikerede skabsdøre, der udføres efter samme principper som anført for indvendige døre. Også beslaget er principielt det samme, blot i andre formater og ofte udført så det monteres skjult.

Udvendig beklædning af skabssider og låger kan også udføres med væglinoleum, laminatplader eller vinyl.

Q:3:16 *Køkkeninventar* udføres i dag håndværksmæssigt kun i specielt byggeri. I den overvejende del af boligbyggeriet anvendes monteringsfærdige *køkkenelementer*, som findes i mange forskellige kvaliteter. Elementerne fremstilles af træ, dels fuldt træ til sokler, dels spånplader, træfiberplader og færdige låger til maling eller med dækfinér af ædle træsorter. Også vinyl kan anvendes til yderbeklædning.

Trækøkkener har som regel træbordplader beklædt med laminat, hvilket kan være en mindre heldig anvendelse af laminatet. Dels er det hårdt mod porcelænet og dels forhøjer det den i forvejen høje efterklangstid i køkkenet. Beklædninger med linoleum, vinyl eller andre bløde, men stærke materialer, er at foretrække, hvis man da ikke udnytter træpladens egne gode egenskaber.

Der findes også elementkøkkener udført af teak, oregon-pine og andre ædle træsorter, som er kostbare, men eksklusive. Også af emaljeret jernplade fremstilles køkkendiske, med komfur og vask og rustfast bordplade.



Betegnelse af dørlåses dele.

Om mål, dimensioner og betegnelse vedr. indiv. døre, se DS 1028.

Skabssider til gulv skal af hensyn til risiko for fugt fra gulvvask udføres af fuldt træ på den nederste del (altså ikke spånplader til gulv).

Der henvises til beslagfirmaernes kataloger.

I køkkener i institutioner, hvor der stilles særlige krav til hygiejnen, bør beklædning af køkkenbordplader kun udføres, når det kan ske fugefrit, f.eks. med stålplader.

R MALERARBEJDE

UDK 698.1

R:1 Overfladebehandling

Maling

R:1:1 Malerarbejde tilsligter en *overfladebehandling*, der er beskyttende og forskønnende.

Maling beskytter mod vejrliget, mod slid, og letter rengøring, hvorved det beskytter mod snavs. Maling kan også beskytte mod kemiske påvirkninger.

Maling kan, ved at beskytte mod fugtpåvirkning, *mindske risikoen* for råd- beskadigelse af træ og korrosionsbeskadigelse af metal.

Maling kan virke *for skønnende* ved at tilføre overfladen en kulør, ved at fremhæve materialets tekstur (træ), ved at give overfladen en bestemt faktur, f.eks. større eller mindre glathed, refleksionsevne ved glans eller mathed, og ved at nedsætte overfladens smudsmodtagelighed.

Materialer, der selv er i besiddelse af disse egenskaber, bør ikke males. Man vil i dag ofte foretrække at anvende materialer, der ikke behøver nogen overfladebehandling, overalt hvor dette er muligt.

R:1:2 Maling af *indvendige murflader* eller *pudsede flader* kan undertiden udføres efter de samme metoder og med samme materialer som maling af ydervægge.

Til indvendige vægge findes yderligere en række specialmalinger, og der findes plastspartelmasser. Det må erindres, maling kræver omhyggelig forudgående behandling af underlaget med slibning, fluatering og grundning, spartling, understrykning o.lign.

R:1:3 En væsentlig del af malerarbejdet er *behandling af træ*, hvor porelukkende, fugtbeskyttende overfladebehandling er nødvendig.

Beskyttelse mod snavs opnås med en blank og glat overflade, som samtidig gør rengøring lettere.

Beskyttelse mod fugt og slid opnås ved en hård og tæt overflade, (i nogle tilfælde kan en vandafvisende overflade løse problemet med fugtpåvirkning).

Beskyttelse mod råd, svamp og insektangreb kan ikke opnås med maling. Mug- og skimmelhindrende grundning kan *forhindre misfarvninger* fra skimmelsvamp o.l., men effektiv rådbeskyttelse opnås kun ved trykimprægning.

R:1:4 Maling består principielt af *bindemiddel og pigment* (samt eventuelle fyldstoffer og opløsningsmidler).

Bindemidlet skal have evnen til at danne film. Visse bindemidler skal opløses for at kunne anvendes. Opløsningsmidlet kan fordampe uden at efterlade spor eller indvirke på bindemidlets tørring, eller det kan indgå som en del af den hærdede film.

Pigmentet, farvestoffet indgår i malingfilmen og skal være bestandig over for fugt, lys og kemiske påvirkninger.

R:1:5 Maling uden pigmenterende stoffer anvendes til *naturtræsbehandling*. Her kan der skelnes mellem behandlinger, der tilsligter bevarelse af træets naturlige farve, eventuelt endda beskyttelse mod træets egen tendens til farveændring, og mellem behandlinger med laserende virkning, som er pigmenterede, men ikke dækkende behandlinger.

R:1:6 *Udfaldskrav* stilles til malingens udførelse og kvalitet for at sikre, at overfladebehandlingen får de ønskede egenskaber.

Vedhæftning til bunden og *sammenhæng* mellem lagene forudsættes for al maling. Vedhæftningen og sammenhængen *prøves* med tapeprøven på store flader, gittersnitprøven på træværk og metal, blækprøven på farveløse og laserende behandlinger.

Svend Andersen: *Malerbogen 1 og 2. Tekn. Inst. 1968, ny udg. 1986*

MBK: *Malerfagligt behandlingskatalog, Teknologisk Institut, Overfladeteknik, København 1984, rev. 1986, rev. 1990.*

Struktur=stoffets uforanderlige opbygning.

Textur=stoffets foranderlige, organisk opståede overflade.

Faktur=stoffets overflade som resultat af bearbejdning.

Maling vil som regel give byggematerialer faktur. Laserende malinger fremhæver byggematerialers tekstur.

Kravene og prøvemethoder er nærmere beskrevet i MBK afsnit 4. (Malerfaglig behandlingskatalog).

Til den færdige maling stilles en række *forventninger*, dels til malevarefilmen, dels til klargøringen. Disse forventninger udtrykkes i en række *udfaldskrav*, som angives med en række vedtagne betegnelser, som hver kan angives med et enkelt kodebogstav.

Udfaldskravenes betegnelser, forklaring og kodebogstav:

mættet flade, (M), er det enkleste krav, som opfyldes når overfladen efter behandlingen ikke er sugende,

til *malefilmen* kan stilles følgende krav:

ensartet flade, (E), flader, kanter og false står ensartet i kulørvirkning og glans, (for laserende og farveløse behandlinger)

dækket flade, (D), flader, kanter og false står ensartede i kulør og glans,

lukket flade, (L), porer, huller, revner og samlinger er lukkede struktureret flade (S) og beklædt flade (B) er krav om at flader står ens i hhv. strukturering eller beklædning

til *klargøringen* af underlaget inden slutbehandlingen kan stilles følgende krav:

glat flade, (G), flader, kanter og false er glatte at føle på,

udfyldt flade, (U), huller, revner og samlinger er udfyldt til niveau med omgivende flade,

jævn flade, (J), porer, huller, revner og samlinger er udfyldte og overfladens oprindelige tekstur er skjult.

Disse udfaldskrav kombineres efter behov: DLG betegner således det beskrevne krav, at malingen skal være dækkende, lukket og fladerne føles glatte, til finere arbejde vil man kræve DLGJ dækket, lukket, glat og jævn flade. ELG er et krav til farveløse behandlinger om ensartet, lukket og glat flade.

Udfaldskravet kan endvidere indeholde en bestemmelse om *lagtykkelsen* for den færdige behandling, i særlige tilfælde lagtykkelserne for hver enkelt delbehandling. Lagtykkelserne angives i mym. Krav om bestemte lagtykkelser vil altid forekomme ved korrosionsbeskyttende maling.

Malingsystemer

R:1:7 *Malingens holdbarhed* er afhængig af det grundlæggende arbejde. For at kunne opfylde de stillede udfaldskrav, vil malerne derfor stille en række »indfaldskrav«: forudsætninger, maleren må forlange opfyldt af de håndværkere, hvis arbejde maleren skal behandle.

Også en række konstruktive forhold skal være opfyldt. Konstruktioner af træ, der udsættes for forskellige temperaturer på hver side (vinduer), eller for kraftig fugtpåvirkning på en side (baderumsdøre), må udføres så kondensvand undgås.

R:1:8 *Malingsystemets sammensætning* er forudsætning for at malerarbejdet kan opfylde de stillede krav. Der må vælges et system, der giver mulighed for opfyldelsen af kravene.

Det ældste malingsystem - *den klassiske maleteknik* - består i følgende arbejdsydelser: grundning, 1 eller 2 gange mellemstrygning og færdigstrygning. Dertil hører yderligere de fornødne afrensninger, forseglinger, priming og spartling efter behov.

Ethvert malingsystem vil som regel bestå af følgende delarbejder:

grundning eller *priming* for at skabe vedhæftning, være rusthindrende eller være mug- og skimmelhindrende, trænge ind i porøse overflader,

eventuelt *spartling* for at fylde eventuelle ujævnheder,

mellemstrygning en eller flere gange for at give styrke, hindre vandgenemgang, fylde og lette slibning, (anvendes ikke altid i dag)

slutbehandling for at give og fastholde ønsket kulør og glans, samt eventuel kemikaliemodstand.

mym = 10⁶ m.

Malerens »indfaldskrav« er altså udfaldskrav til den pågældende håndværkers arbejde.

Lagtykkelse for maling strøget på er mellem 20 og 50 my. Tynde grundere ca. 10 my. Beskyttelsens effektivitet vokser med kvadratet på lagtykkelsen, maling skal bestå af mindst 4 lag à 0,04 mm (40 µ).

Hertil bruges: grundmaling, primer, grundingsolie

*Spartelmasse
Mellemmaling*

Slutmaling, lak

R:1:9 *Klargøring* af underlaget før malerarbejdet kan begynde er rengøring, rensning for løstsiddende kalk, rust o.l., afrensning af fedt eller oliepletter o.s.v., med de nødvendige midler og værktøjer afhængig af urenhedernes karakter og grovhed.

Knaster og fede steder på træ stryges med *shellak*, for at forhindre misfarvede gennemslag i malingen.

R:1:10 *Grundning* (eller priming) udføres med en til de efterfølgende behandlinger svarende grundingsmaling. På træ vil man i dag fortrinsvis bruge en mug- og skimmelhindrende grundingsolie, på metal blymønje (ikke tidsvarende) eller tilsvarende.

Slibning tjener til at fjerne ujævnheder, på træ f.eks. fiberrejsninger, og udjævning af udkittede steder efter sømhuller, oprifter o.l.

Spartling pletvis eller fuldspartling tjener til at gøre bunden glat. Stilles der udfaldskrav om glathed til slutbehandlingen, skal der altid fuldspartles. Spånplader kræver altid fuldspartling, hvis spånoverfladens normalt usynlige ujævnhed ikke skal slå igennem malingen. Spartlingen tjener til at fjerne alle indtryk af bundens oprindelige tekstur.

R:1:11 *Opsætning af grundpapir eller glasfibervæv* kan være en nødvendig foranstaltning for at sikre den færdige maling mod revnedannelser eller beskytte det bagved liggende byggemateriale.

Braget krydsfinér skal altid beklædes med grundpapir før maling eller spartles.

Gipskartonplader skal beklædes med grundpapir, hvis man ikke ønsker at markere fugerne mellem pladerne i den færdige væg- eller loftsmaling. Man kan nøjes med at opsætte glasfiberarmering over selve fugerne i ca. 150 mm brede strimler, men de skal spartles ud. Strimler + grundpapir er bedst.

Gamle revnede lofter beklædes med to lag grundpapir eller glasvæv, i hver sin retning for at blive revnefri.

R:1:12 De forberedende arbejder er ikke kulørgivende. Først med *mellemstrygningen* kommer farven. Det er dog almindeligt, at man skifter kulører for at markere de enkelte strygninger fra hinanden og venter med den endelige kulør til slutmalingen. Det gælder især metaller.

Ved væg- og loftbehandlinger vil 1 mellemstrygning ofte være tilstrækkelig.

Ved behandling af træværk, som er tildannet på snedkerværksted eller fabrik, bør der udføres 1 mellemstrygning på værkstedet inden transporten.

R:1:13 *Færdigbehandling* udføres udvendig med vejrbestandig maling og et malingsystem, der indeholder 4 behandlinger for at opnå tilstrækkelig lagtykkelse.

Til indv. arbejde kan benyttes lakfarve eller emalje, som giver den blankeste, hårdeste og mest holdbare overflade.

Glat, blank overflade gør rengøringen let. Mat overflade tager imod snavs og kræver hyppigere rengøring, den skal derfor være mere modstandsdygtig over for det deraf følgende slid og påvirkning fra rengøringsmidler.

R:1:14 *Naturtræsbehandling* tilsigter bevaring af træets tekstur, samtidig med at træets overflade får de for holdbarhed og renholdelse ønskede egenskaber. Der kan udføres naturtræsbehandling på oliebasis eller lakbasis.

Ændring af træets farve kan opnås ved beitsning eller ved lasering f.eks. med pigmenteret træbeskyttelsesmiddel.

Ved oliebehandling mættes træets overflade med olie og bliver mat, mindre modtagelig for fugt, men i nogen grad snavssamlende. Behandlingen kræver vedligeholdelse, især hvor bygningsdelen udsættes for sollyset. Oliebehandlingen fremhæver træets struktur og farvespil. (Træolie kan anvendes, men det er undertiden svært at få fat på).

Ved *lakbehandling* efter forudgående grundning med olie, opnås en meget holdbar overflade, modstandsdygtig over for slid, fugt og snavs og let renholdelig.

Der findes både højglanslakker og matlakker med stor slidstyrke. Lake- ring er den normale behandling for trægulvbeklædninger.

Shellak fremstilles af visse skjoldlus, kan kun opløses i sprit; alm. knastlak kan være en 30% opløsning eller gummilak.

Slibningen gentages også ved senere strygninger om fornødent.

Grundbehandlingen er ofte den eneste behandling glasfalse, skjulte flader o.l. får og skal derfor af hensyn til træbeskyttelsen udføres særdeles omhyggelig.

Det er vanskeligere, at dække hvidt med en mørk strygning end omvendt.

Denne mellemstrygning bør finde sted inden glas indsættes.

I våde rum skal også døroverkanter færdigbehandles - og ved alle døre burde underkanter også være malede af hensyn til fugtrisiko ved gulvvask; udv. døre og vinduesrammer skal males på alle fire kanter.

Overfladebehandlinger med maskinelle slibninger regnes oftest til snedkerarbejde, ligesom beitsning heller ikke er malerarbejde.

R:1:15 *Beitse* er vandig. *Beitsning* anvendes til bygningsbrug næsten kun i forbindelse med laboratoriebeitsning af bordplader.

Pigmenterede træbeskyttelsesmidler har laserende virkning. *Lasering* medfører ingen beskyttelse af træoverfladen og kræver derfor efterfølgende oliebehandling eller lakering. Lasurfarver har typisk »støvet« overflade, der tilslører træets udseende.

Blegning anvendes til affarvning af træ, ved misfarvning eller pletter. Der benyttes brintoverilte blandet med ammoniakvand opløst i vand, eller »syresalt« (Natrium oxalat).

R:1:16 Malingsystemer til *korrosionsbeskyttende maling* indeholder som grundmaling altid en maling med rustbeskyttende egenskaber, fortrinsvis metalholdige malinger som blymønje, zinkfosfat, calciumfosfat etc.

Mellemmalingen og slutmalingen består af vandafvisende oliemalinger.

Systemerne er trelagssystemer med mindste totale lagtykkelse på 80 µm til indendørs brug. Flerlagssystemer (eller sprøjtningssystemer) med lagtykkelse på 160-180 µm til udvendig brug.

Varig beskyttelse af stål kan ikke opnås med maling alene. Til udv. brug og i fugtige rum er det nødvendigt at rustbeskytte stålet med varmemeforzinkning inden malerbehandlingen.

R:2 Malematerialer

Bindemidler

R:2:1 *Malematerialer* er flydende stofblandinger, som tørre i løbet af kortere eller længere tid.

Malingens egenskaber i *flydende* tilstand er afgørende for, hvilken teknik der kan anvendes til påføring af malingen: strygning, rulning, sprøjtning o.s.v.

Malingens egenskaber i *tørret* tilstand er afgørende for, om malingen kan opfylde de til den færdige overflade stillede krav.

Malingens *sammensætning* af forskellige stoffer er afgørende for dens flydende og tørre egenskaber.

Malematerialer *indeholder*: bindemiddel, evt. opløsnings- eller fortyndingsmiddel, evt. sikkativ eller hærder, evt. mug- og skimmelhindrende tilsætning, samt pigment med fyldstof. Farveløse malinger indeholder ikke pigment, men kan indeholde matteringsmidler.

R:2:2 *Bindemidlet* er bestemmende for den optørrende malings (filmens) slidstyrke, fugt- og vejrbestandighed samt øvrige egenskaber. *Opløsningsmidler* er nødvendige for at bringe faste bindemidler i flydende form.

Bindemidlerne kan inddeles i grupper efter tørremetoder: bindemidler som tørre som følge af en *kemisk* proces med eller uden luftens indvirkning, og bindemidler som tørre som følge af en *fysisk* proces, d.v.s. fordamning.

R:2:3 **Bindemiddeltyper inddelt i hovedgrupper:**

Hovedgruppe I:	ikke vandige malematerialer – kemisk tørring (med luftens ilt) – bindemiddel indeholder tørrende olier	<i>oliebasis, – alkydolie – alkyder</i>
Hovedgruppe II:	ikke vandige malematerialer – fysisk tørring (fordampning) – bindemiddel er termoplastisk	<i>termoplastisk plastlak – kunstgummi – klorkautsjuk, – vinyl</i>
Hovedgruppe III:	ikke vandige malematerialer – kemisk tørring (hærdning uden ilt) – bindemiddel indeholder hærder	<i>syrehærdende lak – selvhærdende lak – epoxi, – uretan</i>
Hovedgruppe IV:	vandige malematerialer – fysisk tørring (vandets fordampning) – bindemiddel er en vandig opløsning	<i>limtyper – vandfortyndbar alkyd</i>
Hovedgruppe V:	vandige malematerialer – fysisk tørring (vandets fordampning) – bindemiddel er plastdispersion	<i>PVAbasis, – akrylplast – silikoneemulsioner</i>
Hovedgruppe VI:	vandige malematerialer – kemisk tørring i fugtig tilstand – bindemiddel er uorganisk	<i>kalk – cement – silikat</i>

Så kaldt oliebeitse er pigmenteret træbeskyttelsesmiddel.

Opskrift på blegevæske findes i TRÆ II, side 15.

Malingsystemer til industriel fremstilling se publikationer fra Tekn. Inst. overfladeteknik.

se: Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner DS/ISO 454.

Mager maling indeholder meget pigment i forhold til bindemiddel.

Magerheden kan udtrykkes i rumfangsprocent: $\frac{\text{rumf. pigment}}{\text{rumf. pigm.} + \text{bindem.}} \times 100$

Fed maling indeholder lidt pigment i forhold til bindemiddel.

Mager maling giver mat og sprød film, fed maling sej og blankere film.

R:2:4 Det bindemiddel, der har givet *oliemalingen* navnet, er linolie. Rå linolie benyttes dog ikke, dens tørretid er ca. 8 dage. Der benyttes *linoliefernis*, som er tilsat tørringsfremmende stoffer, og tørre på ca. 16 timer.

Linoliefernis tørre ved at olien under påvirkning af luftens ilt danner en sej film, som dog er blød.

Oliemaling betegner i dag en maling med linoliefernis som bindemiddel (er næsten udgået).

Alkydolie er tørrende olier, der danner en sej, halv hård film. tørretid 8-10 timer. Alkydolie er et bindemiddel af alkyd og tørrede olier.

Alkydoliemaling betegner en maling med alkydolie som bindemiddel.

R:2:5 *Alkyder* er bindemidler, der tørre ved optagelse af luftens ilt, efter at opløsningsmidlet er fordampet. Det er seje, faste til tyktflydende klæbrige stoffer, der fortyndede giver et bindemiddel, som efter tørring resulterer i en hård, sej film. Tørretid 2-6 timer.

Filmen er vejrbestandig og diffusionstæt, hvilket gør alkyder uegnet til maling af træværk med en udv. og en indv. side.

Alkyder kan gøres flydende ved at emulgere dem i vand. Egenskaberne er lidt ringere end andre alkyder.

I alkyder kan indgå andre kemiske bestanddele, f.eks. uretan. Disse alkyder betegnes f.eks. uretanalkyd.

Alkyder tåler ikke alkalier - de forsæber, spaltes - og er uegnede til behandling af alkaliske underlagsmaterialer (mursten, beton, puds).

R:2:6 *Termoplastiske bindemidler* tørre ved opløsningsmidlets fordamning. Det betyder også at en allerede opstrøget film vil gå i opløsning ved påvirkning fra opløsningsmidlet, f.eks. under påstrykning af et nyt lag. Disse materialer skal påføres tykt (stryges »flot«).

De opløsningsmidler, der fordamper, er mineralsk terpentin, sprit, cellulosefortynder og andre fortyndere. De malematerialer, der hører til denne gruppe er bl.a. celluloselak og spritlak, asfaltlak (fortyndes med terpentin), samt de alkalifaste kunstgummimalinger (også terpentin) og de termoplastiske vinylmalinger af polyvinylacetat (PVA) eller polyvinylbutyral (PVB) (fortyndes med sprit).

R:2:7 Materialer med *hærdende bindemidler*, er fortrinsvis lakker og tilsvarende emaljer, overvejende to-komponent materialer: epoxilak, isocyanatlak, to-komp. zinkstøvmaling, samt polyesterlak. Selvhærdende plastlak er betegnelse for fabriksblandede to-komponentmaterialer. Syrehærdende lak er ikke en to-komponent lak.

Epoxy- og isocyanatbindemidler til lakker og epoxi også til malinger ligger i den højeste fareklasse for malematerialer. Begge er to-komp. malinger, hvis hærdningsproces er ret ufølsom over for fugt (ved temperaturer over 10°C) og som derfor kan indgå i malingsystemer til behandling af frisk, men tør puds eller beton. Bindemidlerne opløses i organiske opløsningsmidler, men epoxi kan gøres strygbar ved emulgering i vand.

R:2:8 *Vandige bindemidler* tørre ved vandets fordamning. Limopløsning er bindemiddel i limfarve og mosfarve. Disse malinger er afsmittende, mosfarve så meget at den kun kan bruges på lofter.

Vandige bindemidler kan fortyndes med vand.

R:2:9 *Akryl- eller Akrylharpiks* - betegner *ikke-vandige* materialer med eller uden indhold af opløsningsmiddel og derfor i høj fareklasse.

Akrylplast er den vedtagne betegnelse for *vandige* materialer. (Oftest benyttes for disse materialer fejlagtig kun betegnelsen akryl.) Akrylplast er dispersioner, fordampningstørrende og i lav fareklasse. Akrylmalinger er seje, vandfaste, vanddampåbne, vejrbestandige. Ren akrylplast er alkalifast.

R:2:10 *Silikoneemulsionsmalinger* er silikoneharpiks emulgeret i vand tilsat et opløsningsmiddel. Opløsningsmidlet betinger fareklassen. Krakelerer ved for tyk påføring.

Alkyd fremstilles ved sammenkogning af polyalkoholer (f.eks. glycerin), visse organiske syrer samt olier (f.eks. linolie). Alkyder er opløselige i organiske opløsningsmidler (f.eks. terpentin).

Visse mennesker er følsomme overfor disse materialer før og under hærdningen (hudskader, lungeskader, kræfttrisiko) beskyttelsesforanstaltninger kendes.

Vandfortyndbar alkyd se R:2:5

*Akryl=acryl
Fortyndes med vand.*

Fortyndes med vand.

Filmen er vandafvisende, vanddampåben, ikke rengøringsvenligt, ikke afsmittende, vejrbestandig.

Silikonefacademalinger er specialmalinger med en film, som ikke er smudsmotagelig, kan rengøres, men bliver noget afsmittende med tiden. Kan udmærket vedligeholdes, da vedhæftning til gamle lag er god. Er diffusionsåben.

R:2:11 *Uorganiske bindemidler* - kalk, cement, vandglas - kræver vand(fugt) for at hærde. Kalk anvendes rent oprørt i vand og kan tilsættes pigmenter. Cement anvendes som cementpulvermaling, som er farvet cement, oprørt i vand.

Vandglas indgår i silikatmalinger, som er to-komp. malinger: farvepulver og silikatopløsning. Filmen er ikke smittende, alkalifast, vandfast, vejrbestandig, dampåben, ikke let rengørlig.

R:2:12 *Uden for hovedgrupperne* er nogle sammensatte bindemidler:

Kompositionsmalinger og olieemulsionsmalinger, hvor bindemidlet er tørrende olier (Hg. I) emulgeret i limopløsning (Hg. IV). Tørrer kemisk til uopløselig film, fortyndes med vand. Malingerne er ret vandfaste, men ikke slidstærke.

Plastbinder (Hg. V) kan tilsættes mange malingstyper, spartelmasser m.m., hvorved deres tørringsforhold ændres.

Tilsætningsmidler

R:2:13 *Opløsnings- og fortyndingsmidler* er som regel det samme. Det er flygtige væsker.

Kraftige opløsningsmidler (benzin) er brandfarlige, hurtigt fordampende og stærkt lugtende. De angriber malinger med svagere opløsningsmidler.

Milde opløsningsmidler (sprit) kan være hurtigt fordampende og brandfarlige, men er stort set uskadelige for andre malinger.

Opløsningsmidler kan være *sundhedsfarlige*. I henhold til giftloven skal malinger indeholdende sådanne opløsningsmidler forsynes med advarsels-etiketter.

Det *svage opløsningsmiddel* mineralisk terpentin anvendes til alle olieholdige malinger, er langsomt fordampende og giver dermed de pågældende malinger deres gode strygbarhed. Det kan være farligt i forbindelse med anvendelse i store mængder, f.eks. sprøjtemaling.

Opløsningsmidlet vand er langsomt fordampende, uden lugt og ganske uskadeligt for andre malinger og for sundheden. Malinger med vandige opløsninger som bindemidler (f.eks. limfarve) kan fjernes med vand. Malinger med dispersioner som bindemiddel (f.eks. akrylplastmalinger) er vandbestandige.

Mineralisk terpentin er et destillat af jordolie. (Terpentinolie er et vegetabilsk produkt - fremstillet som destillat af harpiksbalsam fra nåletræer - anvendes sjældent).

Sikkativ (tørrelse) fremstilles kemisk med indhold af metalsalte, og anvendes til at fremme linoliens tørring. Der må højst tilsættes 50%.

R:2:14 *Fungicider* er mug- og skimmelhindrende tilsætninger til grundingsolie, oliemaling eller alkydoliemaling. Fungicider kan ikke forhindre svampeangreb.

Fungicider findes som ikke-vandige opløsninger af pentaklorfenol i mineralisk terpentin eller som vandige opløsninger af natriumpentaklorfenolat.

R:2:15 *Opløsnings- og fortyndingsmidler* er en af de væsentligste årsager til *sundhedsfare* ved malearbejde.

Siden lov om arbejdsmiljø fremkom i 1975 har der været bestemmelser til sikring mod sundhedsfare. Den udførelse af bestemmelse senest har fået omfatter dels en kodning af de til malearbejde anvendte materialer dels forbud mod anvendelse af visse faregrupper til bestemte bygningsarbejder. Der henvises til Arbejdstilsynets vejledning om foranstaltninger mod sundhedsfare ved bygningsmalearbejde 360/1 fra 1982 (eller senere udgaver som måtte

Fortyndes med terpentin.

Vandglas oprørt i vand giver et glasagtigt, sprødt lag. Bruges ikke mere.

Arbejdstilsynets vejledning om foranstaltninger mod sundhedsfare ved bygningsmalearbejde: 360/1, 1982.

fremkomme). Vejledningen indeholder en udførlig angivelse af de produkter, der i givne situationer kan anvendes til erstatning for forbudte varer og angiver tillige udførligt hvilke beskyttelsesforanstaltninger (ventilation, værnemidler, arbejdstøj) der i hver enkelt fareklasse skal anvendes.

Kodenummeret består af to tal adskilt ved bindestreg. Tallet *før bindestregen* er udtryk for den sundhedsrisiko, der er ved at *indånde dampe* stammende fra den anvendte malingstype. Tallet *efter bindestregen* er udtryk for den sundhedsrisiko, der er ved hud- og øjenkontakt med produktet, ved at indånde dråber eller støv fra sprøjteåge fra produktet, eller ved at indtage produktet (ved spisning eller rygning). Altså risikoen ved *hud- eller slimhinde-kontakter*.

Tallene før bindestregen angiver luftbehovet, jo større tal, desto større luftbehov ved anvendelsen af produktet. Værdierne beregnes efter MAL (Malerisk Arbejdshygiejnisk Luftbehov) i m³ pr. liter produkt. Den laveste værdi er 00- svarende til maksimalt MAL på 30 m³/l, den højeste værdi er 5- svarende til et luftbehov på over 3.200 m³/l.

Værdierne er 00-, 0-, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-. Til bygningsarbejder uden specielle krav må der ikke anvendes malinger med højere klassifikation end 1- (MAL 100-400 m³/l) til indvendigt arbejde og 3- (MAL 800-1600 m³/l) til udvendigt arbejde.

Tallene efter bindestregen er -0 til -6, hvor -0 bruges til at betegne vand. -1 betegner risiko ved indånding af sprøjteåge m.m., -2 tillige risiko ved indtagelse, men i begge tilfælde ingen erkendt skadevirkning på hud og øjne, -3 giver risiko for kontaktskader ved hud og øjne og er allergiskabende, -4 risiko for ætsning, -5 særlig sundhedsfare ved hud- og øjenkontakt samt allergiskabende ved hudkontakt, -6 giftig ved hud- og øjenkontakt, ved indånding og indtagelse af selv små mængder.

Pigmenter

R:2:16 *Farvestoffer* skal give farve og udfylde bindemidlets porer og dermed bidrage til malingfilmens tæthed.

Af afgørende betydning er farvestoffets vægtfylde, dækkeevne, lysægted, vandægted, olieægted og kalkægted. Pigmenter leveres som pulvere eller pasta.

R:2:17 *Densiteten* kan variere fra 1500 til 8000 kg/m³, hvilket har betydning ved blanding af farver. Det tungeste vil synke til bunds og farvens ensartethed skal sikres ved stadig omrøring.

Dækkeevnen er stort set afhængig af vægten, de letteste farvestoffer er lasurfarver, som kun kan give en farvetone uden dækkende virkning.

Lysægte farver findes ikke, men de forandringer, farverne undergår ved lysets påvirkning, kan være mere eller mindre væsentlige. For at en farve kan kaldes lysægte, skal forandringen være uvæsentlig.

Pigmenter til maling til bygningsbrug skal være *vandægte*, d.v.s. uopløselige i vand, og *olieægte*, d.v.s. uopløselige i olie, for at normal rengøring og vedligeholdelse er mulig.

Kalkægted fordres af pigmenter til kalkfarver og til maling på puds og mur.

R:2:18 Farvestoffernes oprindelse er meget forskellig, der er organiske farvestoffer og mineralfarvestoffer.

Jordfarverne er naturlige mineralfarver, der findes og slemmes. Disse farver er de mest holdbare og hertil hører kridt, okker, siena, umbra, grøn-jord, grafit.

Syntetiske mineralfarver er metalforbindelser. Af oxider fremstilles hvide farver som blyhvidt, zinkhvidt, litoponehvidt, titanhvidt, antimonthvidt. Af blychromater fremstilles cromgult, -orange, -rødt, -grønt.

Andre gule og grønne pigmenter er zinkgult, zinkgrønt, barytgult, kadmiumgult.

Se specifikation i skema 1 i vejledningen.

Eksempler: mineralisk terpentin 3-1 plastvægning, mat 00-1 2-komp. epoximaling 0-5 farvefjerner

Mager og fed maling: se note ved R:2:1. Malings gode strygbarhed og holdbarhed afhænger bl.a. af forholdet mellem bindemiddel og pigment. Da pigmenter som regel er dyre, erstattes en del af den nødvendige masse med billigere fyldstof. Disse fyldstoffer har ingen dækkeevne, men er som regel mere modstandsdygtige end pigmenter. Fyldstoffer er kridt, kaolin, tungspat m.m.

Blyholdige farver: blyhvidt og kromhvidt. Zinkkromatfarver: zinkgult. Bly- og cadmiumholdige farver er giftige.

Røde farver fremstilles af ferrioxider, f.eks. engelsk rødt, italiensk rødt og dodenkop; cinnober er en svovlviksvovlforbindelse.

Blå farver som berliner blå, pariser blå er ferriferrozyanider, mens ultramarin er en natriumaluminiumforbindelse og koboltblå er et koboltoxid.

Også nogle *sorte farver* hører til de syntetiske mineralfarver: mangansort og jernoxidsort.

R:2:19 Organiske farver er de sorte *kulstoffarver*, borsort, kønrøg, sodsort, men også *karminrødt* er en organisk farve, fremstillet af indtørrede, mexikanske hunskjoldlus.

Af anilinfarver findes mere end 10.000 over hele spektret, hvoraf kun ca. 10% anvendes.

R:2:20 *Hvide farver* er standardiserede.

Blyhvidt er giftig, har stor tendens til misfarvning især i svovlholdig luft, er holdbart og vejrfast. På grund af giftigheden må det ikke anvendes indendørs.

Zinkhvidt er ikke giftigt (medmindre det indeholder arsenik), misfarves ikke, er mindre holdbart.

Litoponehvidt er ikke vejrbestandig.

Titanhvidt kan være afsmittende, men er den mest holdbare hvide farve til udv. brug. Det har ikke tendens til misfarvning. Titanhvidt er den mest anvendte hvide farve.

R:2:21 *Pigmenter* er pulveriserede faste stoffer, der forhandles tørt.

Pigmentpasta er olierevne pigmenter, d.v.s. maskinelt fremstillede blandinger af pigmenter, og evt. fyldstof, med olie. De vigtigste pigmenter findes i pastaform.

R:2:22 *Færdigfremstillede malinger* er i dag fremherskende inden for bygningsmalerarbejdet. Detaljeret kendskab til pigmenternes egenskaber er derfor ikke nødvendig.

Cochinchillaskjoldlusen.
(er for dyrt i dag)

Mere detaljerede oplysninger om pigmenter findes i: Fagbog for Farve- og tapetbranchen.

Oversigt over behandlingsprincipper og anvendelsesmuligheder

farveløs fremhæver træets tegning lys grå tone brun tone alle kulører sort	Behandlinger	Anvendelser														
		UDVENDIGT TRÆ	tagudhæng	vindskeder, plankværk	beklædninger	vinduer	udv. døre til opv. rum	udv. døre til ikke opv. rum	INDVENDIGT TRÆ	lofter	beklædninger	vinduer, udv. døre	indv. døre, indfætninger, lister	køkkenborde, vinduespladser	gulve	træværk i køkken, bad, trapperum
+	ubehandlet, saltimpr. træ	+	+	+												
+	oliebehandling, farveløs	+	+	+												
	tjæreoliebehandling	+	+	+												
+	lakering															
	lasurbehandling	+	+	+	+	+	+									
	oliemaling	+	+		+	+	+									
	oliemaling, spartling									+		+	+		+	
	akrylplastmaling				+	+						+				
	kemisk beitse									+	+					
+	tyndlakering, farveløs									+	+					
+	oliebehandling										+	+				
	laboratoriebeitse														+	
+	lakering, termoplastisk lak															+
+	lakering, alkydlak										+	+	+	+		+
+	lakering, to-komponentlak														+	+

Oversigten angiver, hvilke behandlinger man kan anvende til overfladebehandling af nåletræ i husbygningsskonstruktioner og hvilke farvevirkninger man kan opnå med de nævnte behandlinger. Mere detaljerede oplysninger se MBK.

De mange fabriksfærdige malinger udstyres desværre med modenavne og betegnelser, som intet siger om farvens oprindelse og egenskaber.

Derimod giver de gode farvefabrikker i brugsanvisninger fornødne oplysninger om malevarens egenskaber og evt. indhold.

R:2:23 Farvefabrikker udsender *farvekort* over deres egne fabrikater. Søger man oplysninger om *farveskalaer* uafhængig af en fabriks produktion er der kun begrænsede muligheder.

De i forskellige bøger om farver viste farvekort er trykte og giver ikke korrekt billede af farverne.

Københavns Malerlaug har udsendt farveprøver med 170 prøveblade med blandingsanvisning. Farvekortene er af rimelig størrelse, men systematikken primitiv.

R:2:24 Spørgsmålet om farvebetegnelser og farvesammensætning har optaget mange i tidens løb.

Det bedste af de eksisterende systemer er det svenske *New Colour System NCS*, der gør det muligt at give hver farve en kodebetegnelse, som angiver 1) kuløren, 2) farvestyrken og 3) lysheden (eller sortheden).

Ved hjælp af dette system, som indeholder ca. 600 systematisk ordnede kulører, kan man fastlægge farveharmonien i et projekt og samtidig sikre sig, at de valgte kulører også kan findes i handelen. Flere farvefabrikker - den første var svensk Tintorama - producerer malematerialer med kulører på bestilling efter NCS-kode.

Systemet frigør den projekterende fra afhængighed af malevareproducenterne med hensyn til kulør. Man kan altså nu uden egentlig viden om pigmenter bestemme farver som i gamle dage.

Malingstyper

R:2:25 Nogle almindelige malingstyper og deres anvendelsesområder (alfabetisk rækkefølge).

Akrylharpiksmaling, halvmat, noget vanddampgennemtrængelig, alkalifast, vejrbestandig, til betonfacader.

Akrylplastmalje, halvblank og blank, vejrbestandig, til udendørs træværk (ikke vakuumimprægneret træ).

Akrylplastmaling, mat, halvblank og blank, vanddampgennemtrængelig, vejrbestandig, alkalibestandig, mat til facader og vægge, iøvrigt til udendørs træværk, vinduer, facader, vægge.

Alkydemalje, blank og halvmat, vejrbestandig, vanddampstæt, til slutmaling indendørs på træværk og vægge.

Alkydgrunder, grundbehandling på smittende overflade før behandling med ikke indtrængende materiale.

Alkydgrunder, vandig, grundbehandling som ovenstående, til indendørs grunding på lofter og vægge (ikke i fugtige rum).

Alkydlak, blank og halvmat klar lak, slidstærk, vanddampstæt, vejrbestandig, til indvendig træværk og vinduer indv. også når det er grundet med træbeskyttelsesmiddel.

Alkydloftmaling, til skjoldede betonlofter, ikke vægge.

Alkydloftmaling, vandig, til lofter og overvægge.

Alkydmaling, halvblank, vanddampstæt, vejrbestandig, færdigmaling indendørs og udendørs (ikke facader udsat for fugt indefra).

Alkydmellemmaling som alkydmaling, kun indendørs.

Alkydoliemaling, halvblank, noget vanddampgennemtrængelig, mug- og skimmelhindrende, til grunding af alt træværk og vinduer, slutmaling på vinduer indendørs med fals og kant.

Alkydvægsmaling, mat, halvblank, mat er vanddampgennemtrængelig, men vanskeligt rengørlig, højere glanstin bedre rengørlig.

Fabrikernes farvekort udleveres gratis til interesserede.

I DS 734 er angivet standard for markeringsfarver. DS 735 er 4 farveprøver. Farver på rørledninger findes i DS 134.

Københavns malerlaugs farveprøver forhandles gennem lauet.

New Colour System udgives af det svenske Color Center i Stockholm. Det er nu svensk standard SIS. Farveatlas og farvekort kan købes i Danmark.

Mere detaljerede oplysninger findes i MBK afsnit 2.

kode 4-1

kode 0-1

kode 00-1

kode 2-1

kode 2-1

kode 0-1

kode 2-1

kode 00-1

kode 2-1

kode 2-1

kode 2-1

kode 2-1

Betongulvmaling, (alkyd- eller uretanalkydlak), halvblank, slidstærk, vanddampstæt, til ikke-grundvandspåvirkede gulve, ikke på frisk beton.

Brandbeskyttende lak og -maling, kræver autoriseret entreprenør, materialet er tilsat stoffer, der under opvarmning (brand) danner et varmeisolerende skumlag, til indendørs træoverflader og stålkonstruktioner (virkningen er engangs).

Cementpulvermaling, pulver oprøres i vand kort før brug, halvmat til mat, vanddampgennemtrængelig, vejrbestandig, til udvendig maling af beton, puds, teglsten.

Epoximalje, halvblank til blank, slidstærk, alkalibestandig, kemikaliebestandig, vejrbestandig, vanddampstæt, til indendørs vægge, betongulve, rør især fugtige rum, udendørs jern i aggressiv miljø.

Epoximaling, vandig, to-komp. blandes lige før brug, langsom hærkning (7 døgn), til beskyttelse af indvendige overflader mod stænk og spild af vand og kemikalier.

Grundingsmiddel mod råd og svamp, fungicid, til industriel overfladebehandling af vinduer og udendørs træværk (»vakuuimprægning«) og til grundning af udendørs træværk.

Grundingsmiddel mod skimmel, fungicid, til grundning af udendørs og indendørs træværk og vinduer.

Klorkautsjukmaling, halvblank, meget vanddampstæt, vejrbestandig, til betongulve, sokler, bassiner, samt jern i aggressiv miljø.

Kunstgummigrunder, grundning for kunstgummimaling, god indtrængning også i finporøs og smittende overflade, udendørs som indendørs.

Kunstgummimaling, helmat til mat, vanddampgennemtrængelig, alkalifast, vejrbestandig, til facader af beton, puds, fiberbetonplader, samt mindst 2 år gammel teglstensmur.

Limfarve, færdigmaling vægge og lofter.

Mosfarve, kun til lofter, helmat ikke rengørlig (anvendes ikke i dag).

Olieemulsionsmaling, til træfacader.

Disse tre typer anvendes stort set ikke i dag.

Plast-alkyd-grundmaling, til grundning af indv. og udv. træværk, også vakuumbehandlede, samt til mellemmalning på indv. spartlet træværk eller tidligere malet træværk.

Plast-alkydmaling, vanddampgennemtrængelig, vejrbestandig, til udvendigt træværk, vinduer udv. og indv. også vakuumbehandlede.

Plastbinder, plastdispersion med højst 60% vandindhold, vanddampgennemtrængelig, til opsætning af væv (vægbeklædning), stærkt fortyndet til grundning af sugende, grovporøs, ikke-smittende overflade.

Plastfacademaling, forskellige glanstrin, hæfter ikke til smittende overflade, vanddampgennemtrængelig, vejrbestandig, til facader (teglsten mindst 2 år gamle).

Plastgrunder, både til grov- og finporøs og let smittende overflader, til grundning udendørs og indendørs på mineralsk underlag, også gipskartonplader.

Plastloftmaling, vanddampgennemtrængelig, kun til lofter.

Plastvægsmaling, mat og halvmat, vanddampgennemtrængelig, til vægge.

Polyuretanlak, (Isocyanatlak), to-komp. og en-komp. meget stor slidstyrke, blank og halvmat, til trægulve og inventar.

Rusthindrende grundmalinger er malinger med et væsentligt indhold af korrosionshindrende pigment: alkydgrundmaling, rusthindrende, epoxigrundmaling, rusth., klorkautsjukgrundmaling, rusth., uretanalkydgrundmaling, rusth., plastgrundmaling, rusth.

Silikatmaling, mat, vejrbestandig (men sart overfor »sur regn«), vanddampgennemtrængelig, til facader af beton, porebeton, fiberbetonplader, puds (ikke på tidligere med anden maling behandlede).

Silikoneemulsionsmaling, vanddampgennemtrængelig, vejrbestandig, til

kode 2-1

kode 0-3

kode 00-4

kode 4-5

kode 00-5

kode 2-3, eller 3-3

kode 1-1, 2-1, 2-3, 3-3

kode 3-1, 4-1

kode 3-1

kode 2-1

kode 00-1

kode 00-1

kode 00-1

kode 00-1, 0-1

kode 0-1

kode 00-1

kode 00-1

kode 0-1

kode 00-1

kode 00-1

kode 3-3, 4-3

Betegnelsen »rusthindrende« skal tilføjes. (se R:2:27).

kode 00-4

kode 2-1

facader af beton, porebeton, puds, fiberbetonplader, kræver speciel påførings-teknik.

Silikonefacademaling, halvmat til halvblank, stærkt vandafvisende, vanddampgennemtrængelig, vejrbestandig, til facader af beton, porebeton, puds, fiberbetonplader.

Silikoneimprægneringsmiddel, ikke filmdannende, gør mineralske overflader vandafvisende uden at ændre vanddampgennemtrængeligheden eller vejrbestandigheden, til facader af beton, ikke til porebeton.

Træbeskyttelsesmidler, leveres farveløs til indendørs træværk og grundning af udendørs træværk, laserende til udendørs træværk og vinduer og til grundning af vakuumbehandlet træværk, som ønskes malet, halvdekkende og dækkende er som foran, men tilsat pigment.

Uretanalkydmaling, til færdigmaling indendørs, maling af betongulve.

Uretanalkydlak, klar lak, vandbestandig, slidstærk, halvblank, til trægulve.

R:2:26 Nogle materialer til gulvbehandling:

Trægulve med middel påvirkninger: plastgulvlak (0-1); store påvirkninger: plastgulvlak + hærder (0-1), polyuretanlak/isocyanatlak (3-3), uretanalkydlak (2-1).

Betongulve med middel påvirkninger: akrylplastgulvmaling (0-1); store påvirkninger: uretanalkydmaling (2-1).

Betongulve skal være tørre før behandling, fugtprøve også på gamle gulve skal foretages. Er der ikke sikkerhed for at tørheden er i orden, må kun bruges fluatering, eller akryl-plastmaling.

R:2:27 Nogle malematerialer til korrosionsbeskyttende behandling af stål og varmforzinket stål på stedet:

Grundingsmalinger, korrosionsbeskyttende: Blymønje, calciumplumbat, zinkkromat er betegnelser for de pigmenter, der indgår i malingerne med rusthindrende effekt. Deres anvendelse er afhængig af underlagets beskaffenhed (rensning) og slidkravene. Deres forhold til arbejdsmiljøet er meget forskellige: Plastgrundmaling rusth. (00-1 til 00-3), alkydgrundmaling rusth. og uretanalkydgrundmaling rusth. (2-1 til 2-3), klorkautsjukgrundmaling rusth. (3-1 til 3-3) og epoxigrundmaling rusth. (4-5).

Mellemmalning og slutmalning til disse grundinger kan være alkydmalinger (slutmaling evt. med lak).

Zinkstøvmaling kan benyttes på sandblæst jern uden færdigmaling.

Aluminiummaling er på alkyd-, alkydolie- eller olielakbasis og indeholder skælformet aluminiumpulver. Kan fås i vejrbestandig kvalitet og i varmebestandig (op til 500°C). Slutbehandling af rustbeskyttet jern.

Andre malematerialer

R:2:28 *Fluat* er opløsning af metalfluat i vand og benyttes til neutraliserende forbehandling af alkaliske overflader, f.eks. beton.

Fluatering alene kan være tilstrækkelig på betonaltaner, garagegulve o.l.

R:2:29 *Kalk* benyttes udelukkende til hvidtning af lofter og mindre udsatte vægge; der kan tilsættes plastbinder.

Mosfarve har afkog af karagenmos (en algetype) som bindemiddel, det er afsmittende og benyttes kun til lofter.

Limfarve fremstilles med en 5% opløsning af læderlim som bindemiddel, men også plantelim (kartoffelstivelse) anvendes. Læderlim forhandles som pladelim og perlelim, plantelim forhandles som pasta eller pulver (sichellim). Kaseinkalk, som forhandles i vandtætte dåser, er en blanding af kaseinlim og ulæsket kalk, den er ret vandfast. Koldlim er kaseinpulver blandet med tørre-læsket kalk. Færdige kaseinfarver forhandles som pulvere og anvendes fortrinsvis til vægmaling.

kode 2-1

kode 2-1, 3-1, 4-1

kode 00-1, 0-1, 1-1, 2-1
kode 2-1

kode 2-1

Fugtprøve: Gummimåtte tæt til gulvet i nogle dage viser fugt på undersiden=fugt i gulvet.

Kode 2-1
Kode 2-1, 3-1.

Fluater=salte af fluorsiliciumbrinte.

kode 00-4

Islandsk mos er en populær betegnelse, varen har intet med mos at gøre og har aldrig set Island.

R:2:30 *Laboratoriebeitse* er en to-komponent-beitse, komponenterne skal ikke blandes, men anvendes skiftevis; træet farves grønligt og får ved den afsluttende behandling med oliering den karakteristiske sorte farve.

R:2:31 *Træbeskyttelsesmidler* på tjære- eller mineraloliebasis har god indtrængningsevne, laserende virkning i brune og grå toner, god vejrbestandighed, er vandafvisende, men ikke tørrende og bedst udendørs. De kan ikke overmales og kræver vedligeholdelse.

Tjæreoliefrie og mineraloliefrie træbeskyttelsesmidler kan være pigmenterede eller upigmenterede. De har ikke så god indtrængningsevne, men er tørrende og ikke olieafsmittende. Midlerne er vandafvisende, og de upigmenterede bruges til overfladebehandling og vedligeholdelse af flader behandlet med pigmenterede træbeskyttelsesmidler.

R:2:32 *Kridering* anvendes til texturgivende behandling. Kridering kan give god udjævning af bunden på puds, skuret murværk o.l. ved fyldig påføring. Kan ved dupning give texturgivende behandling.

Plastkridering er en vandig, pigmenteret plastmaling i svær konsistens. Fortyndbar med vand. Kridering er vanddampgennemtrængelig.

Er krideringen udført rigtig, giver den ikke afsmitning og kan bære plastmalinger og alkydmalinger.

Alkydkridering er pigmenteret alkydlak i svær konsistens. Fugtbestandig og i øvrigt samme egenskaber som plastkridering.

R:2:33 *Spartelmasser* anvendes altid når udfaldskravet er jævn flade og kan anvendes (foreskrives anvendt) når udfaldskravet er glat flade.

Plastspartelmasse anvendes indendørs til spartling af grundbehandlet smittefri bund af træ samt på vægge og lofter af andet materiale. Bindemidlet er vandig plastdispersion.

Alkydspartelmasse anvendes udendørs, især på jern. Bindemidlet er alkydlak. Den er vandbestandig.

Sandspartelmasse anvendes til vægge og lofter i tørre rum. Den er vanddampgennemtrængelig. Vedhæftningen af et højst 1 mm tykt lag til bunden er nogenlunde acceptabel. Uanvendelig hvor vægge udsættes for kraftig mekanisk påvirkning (trapperum). Maling med ikke-indtrængende maling (plastmaling) og tapetsering kræver forankringsmiddel (plastgrunder). Bindemidlet er vandig plastdispersion.

Cementspartelmasse anvendes til vægge og betongulve i fugtige rum, samt til facader. Den består af cement og fyldstof samt plastdispersion, der leveres hver for sig i afmålte portioner eller sammenblandet som et pulver. Resultatet bliver vandfast.

Alkydpuds eller *plastpuds* er hhv. alkydmaling eller plastmaling tilsat kvartspulver (fint sand), glimmer, evt. plastfibre. Alkydpuds kan kun påføres med sprøjte, overfladen bliver ru ujævn. Plastpuds får en grov men jævn overflade. Begge er vejrbestandige, og anvendes til facader, men er ikke diffusionsåben.

Behandling med træbeskyttelsesmidler er ikke malerarbejde, udføres i almindelighed af tømrer/snedker.

Kridering anvendes på beton- og letbetonlofter samt vægge med hessian eller glasfibervæv.

Plastspartelmasse har helt erstattet oliespartelmasse.

Spartling kan udføres som udsætning, pletspartling, skrabspartling eller fuldspartling. Det sidste kræver forudgående udsætning.

Udrøres eller blandes umiddelbart før brug.

Med plastpudsen er vi ved grænsen for malerarbejdet. Mange specialpudsematerialer, som mureren bruger, har også plastbinder.

S ISOLERING

UDK 699.81

S:1 Brandisolering

Brandårsag og -virkning

S:1:1 Bygningers *ødelæggelse ved brand* er af akut karakter, brandødelæggelsen kan være mere eller mindre fuldstændig. Brandårsagerne vil som regel ligge uden for selve konstruktionen og materialerne. Brandvirkningerne kan ud over selve forbrændingen f.eks. være akutte som røg og nedstyrtning, eller mere langsomt virkende som korrosionsskader efter plastbrande.

Brandsikring tilsigter ved anvendelse af egnede konstruktioner og materialer at skabe tilfredsstillende tryghed mod brand for personer, der opholder sig i bygningen, samt mod brandspredning til omkringliggende bygninger.

S:1:2 *Brandårsagen* må som regel søges hos de mennesker, der opholder sig i bygningen, men den kan også være selvantændelse, kortslutning i elinstallationer, anvendelse af åben ild til opvarmning, sluttelig lynnedslag, krigssituation og anden force majeure.

Brandvirkningen kan være en hel eller delvis forbrænding af de brændbare materialer, udviklingen af brændbare gasarter ved opvarmning af visse materialer, sprængninger som følge af spændinger opstået ved temperaturudvidelser samt svækkelse af materialers styrke på grund af temperaturstigning med deraf følgende nedstyrtninger; under slukningen kan der opstå pludselige rumfangsforandringer, når de meget varme dele oversprøjtes med koldt vand, som regel med kraftige vridninger eller revnedannelser til følge.

S:1:3 *Brandudbredelsen* begrænses gennem opdeling af bygningen i *brandceller*, der omgives af konstruktioner, som har en brandmodstandsevne på mindst 1 time: BD 60.

En eller flere brandceller kaldes en *brandsektion*, når de er adskilt fra andre brandsektioner eller bygninger ved konstruktioner, der er brandsikre i 1 time: BS 60.

Endvidere foreskrives ubrændbare materialer for bærende bygningsdele, eller brandbeskyttelse, for at forebygge mod stabilitetssvigt.

Brandmodstandsevne og brandbeskyttelse angives ved at inddele bygningsdele (DS 1052 benytter betegnelsen bygningsdele her, hvor man vel rettelig burde sige bygningskonstruktioner) efter deres brandtekniske egenskaber:

Brandsikker bygningsdel BS.

Branddrøj bygningsdel BD.

Det tidsrum, bygningsdelen (bygningskonstruktionen) har opfyldt de til den brandtekniske klasse stillede krav, angives i minutter. F.eks. BS 120 - brandsikker i 120 minutter.

Brandudvikling

S:1:4 De fleste byggematerialer udvikler under opvarmning *gasarter*, der antændes og omdannes til kuldioxid og damp, hvilket som bekendt sker under forbrug af ilt; sker antændelsen i et lukket rum, vil branden slukkes, når 15% af ilten er forbrugt.

S:1:5 *Brandspredningen* kan ske ved varmeledning i brændbare materialer, eller fra ikke brændbart til brændbart materiale, som er i direkte berøring.

Brandspredning kan også ske ved varmestråling fra et meget stærkt opvarmet materiale til et lettere antændeligt materiale. Endelig kan brand spredes ved luftcirkulation.

H. Lundsgaard: Brandteknik under projektering. Kompendium DIF, maj 1970.

Rask Andersen og Gunnar Haurum: Brandteknisk byggesagsbehandling, Statens Brandskole, 1973.

Bygningsreglement, kap. 6.

Lov nr. 174 af 28.4.1971 om brandsikring af bygningskonstruktioner.

Bek. og vejl. af 3.6.1971 om brandsikring af bygningskonstruktioner.

DS 1051: Brandtekniske prøvninger.

DS 1052: Klassifikation af bygningsdele.

DS 1057: Klassifikation af byggematerialer.

Begrebet brandcelle er overført fra engelsk »Compartment« (Firegrading of buildings). Post-War Buildings Studies nr. 20, 1946, og 29, 1952.

Om varmeledning, -strømning og -stråling se S:3:5ff.

S:1:6 De materialer, der anvendes til konstruktioner og færdiggørelse i en bygning, skal yde mindst mulig *tilskud til en brand*, brændbart materiale skal i konstruktioner beskyttes mod antændelse ved egnede materialer eller behandlinger.

I bygningsreglementets kap. 6 opstilles brandtekniske *funktionskrav* til de enkelte bygningsdele *branddrøjhed* eller *brandsikkerhed*.

Klassificeringerne afgøres ved brandtekniske prøver. Brandsikre bygningsdele må kun indeholde ubrændbare bygningsmaterialer.

S:1:7 Byggematerialer er ofte *sammensatte materialer*, f.eks. træbeton, hvor en del er brændbart og en anden del er ubrændbart; materialer kan også være lagdelte, en ubrændbar overflade med brændbart indhold eller et ubrændbart indhold indpakket i brændbart materiale. Sådanne materialer vil ikke kunne karakteriseres som ubrændbare, fordi de vil yde mere eller mindre tilskud til en brand.

S:1:8 De i bygningen eller brandcellen *anbragte genstande* yder også tilskud til en brand, som regel et større tilskud end byggematerialerne.

S:1:9 Byggematerialers og andre genstandes tilskud til brand angives ved deres *brændværdi* og måles i MJ/kg: som eksempel skal anføres, at brændværdien for asfalt og gummi omtrent svarer til brændselolie, mens brændværdien for tømmer og papir ligger omtrent på halvdelen af brændseloliens brændværdi.

Materialeegenskaber

S:1:10 *Byggematerialers forhold under brand* kan ikke alene karakteriseres ved at klassificere dem som brændbare eller ubrændbare. Visse ubrændbare materialer kan ikke bevare deres stabilitet under høje temperaturer, de er ikke brandstabile.

Ubrændbare byggematerialer er i henhold til DS 1057 materialer, der under givne prøvningssituationer ikke medvirker til større temperaturforøgelse end 50°C og højst brænder med flamme i 10 sek.

Brændbare byggematerialer er alle materialer, der ikke opfylder prøvebetingelserne.

Bygningsreglementet har herudover en opdeling af brændbare materialer i klasse A og klasse B materialer.

Klasse A materialer skal være svært antændelige, kun svagt brandudbredende og svagt røgdudviklende.

Klasse B materialer må ikke være let antændelige og kun være moderat brandudbredende og røgdudviklende.

Forbrændingen af brændbart materiale er imidlertid ikke den eneste, ikke engang den mest omfattende skadevirkning. Ved den under branden udviklede varme tilføjes der også de ubrændbare materialer varig skade.

S:1:11 *Natursten* er ubrændbare, men ikke brandstabile. Granit og tilsvarende eruptive bjergarter vil ved temperaturer på 500-700° blive sprængt på grund af indre spændinger. Sandsten nedbrydes fysisk og kemisk. Kalksten og marmor omdannes kemisk ved temperaturer over 900°C.

Teglsten er ubrændbare og da de er produceret ved høj temperatur er de også brandstabile. Den til opmuring anvendte mørtel er sædvanligvis brandstabil.

Kalkmørtel, f.eks. pudsemørtel, er ikke brandstabil, men falder af ved ret lave varmpåvirkninger.

Cementmørtel og KC-mørtel er mere brandstabil. Særlig gode brandtekniske egenskaber har gipsmørtel. Mørtels brandegenskaber forbedres, når der pudses på pudsbærer af jerntråd og i nogen grad også af rør.

Beton er ubrændbart. Der kan dog ved temperaturer på over 600° ske nedbrydning af materialet, som kan medføre overfladebeskadigelser og afskalninger. Ved jernbeton kan dette medføre nedstyrtningssfare når armeringen blottes. Bortset herfra kan alle betonkonstruktioner anses for brandstabile.

I BR angives eksempler på konstruktioner, der kan forudsættes at opfylde de stillede krav.

Brandteknisk klassifikation af tagdækninger og gulvbelægninger, DS 1063.

I bygningsreglementet kræves, at en brandcelle skal kunne modstå ilden i mindst 1 time, inden for hvilket tidsrum man overalt i Danmark regner med at kunne nå frem med slukningsmateriel.

Prøvemetoderne er angivet i DS 1056, DS 1058.3, DS/INSTA 410, 411, 412, 413 og 414.

Brandteknisk klassifikation, klasse A og B materialer, klasse 1 og 2 beklædninger DS 1065.

Temperaturen på brandstedet vil meget hurtigt stige til 900°C og derover.

Beton yder ingen bidrag til en brand og forbruger energi til opvarmning af massen. Mineraluld yder ingen bidrag til en brand, men kan ikke forbruge energi på grund af ringe masse. Træ yder bidrag til en brand ved udvikling af trægas.

Letbeton har på grund af porøsiteten mindre afskalningsrisiko og kan ligeledes anses for brandstabil.

S:1:12 *Træs brændbarhed* har altid været anset for en af de i konstruktionsmæssig henseende mest beklagelige forhold. Imidlertid er det ikke korrekt generelt at tale om brandfare. Træs brændbarhed afhænger, foruden af den valgte træarts antændelighed, af træets form.

Ved forbrænding af træ omdannes dette til trækul og gasarter; gasserne vil samle sig på træets overflade og antændes, når temperaturen er tilstrækkelig høj (ca. 300°). Er den totale overflade stor i forhold til den totale masse (den specifikke overflade), vil denne antændelse kunne få eksplosionsagtig karakter. Fænomenet kaldes *overtænding*. Imprægnering med brandhæmmende midler vil dels medføre en kraftigere dannelse af trækul og dermed isolation af de underliggende trælag, dels ved udvikling af dampe fortrænge ilten fra træets overflade.

Ved svære trædimensioner med lille overflade i forhold til volumen er det *indbrændingshastigheden*, der er det afgørende, d.v.s. den hastighed hvor med træet bortbrænder fra overfladen. Indbrændingshastigheden er 0,5 mm pr. minut. Det er en lineær funktion af tiden uafhængig af temperaturen, når antændelse er sket.

Træmets resttværsnit kan efter brandens slukning betragtes som fuldt intakt i styrkemæssig henseende. Der er udarbejdet tabeller over de forskellige tømmerdimensioners *brandstabilitet*.

S:1:13 *Stål* er ubrændbart, men ikke brandstabil. Ved ca. 500° er dets styrke halveret, allerede ved ca. 400° vil en stålkonstruktion give efter for de normale belastninger.

Plast er generelt brændbart. De fleste plast udvikler stærk, generende og ofte giftig røg. Alle termoplast bliver bløde allerede ved 100-200° og de vil enten flydende eller gasformigt yde tilskud til en brand.

S:1:14 Brandens tiltagen og heftighed betinges af *brandbelastningen*, som angiver summen af brandværdierne af samtlige materialer og anbragte inventardele m.m. sat i forhold til brandcellens totale areal i m².

Brandbelastningen måles i MJ/m². Brandforløbet er herudover afhængig af brandcellens rumfang, form, overflader og åbninger til det frie eller andre brandceller.

S:1:15 Adskillige metallers *smeltetemperaturer* ligger under stabilitetsgrænsen på 750°C, f.eks. aluminium, bly og zink, men også plast, asfalt og gummi har meget lave smeltetemperaturer. De til malerarbejde anvendte materialer har *kogetemperaturer* inden for denne grænse, f.eks. linolie 316°C.

Alle byggematerialer undtagen træ har varmeudvidelse, som under normale forhold er forholdsvis beskeden, men som tidobles og mere under en brand. Varmeudvidelsen fremkalder store *længdeudvidelser* og *rumfangsforandringer*, der bl.a. kan ændre vederlaget for beton- og stålbjælker.

S:1:16 Under varmpåvirkning sker der en *svækkelse* af de fleste byggematerialer, allerede ved 200° falder styrken for beton og stål, og ved ca. 500° begynder stål at blive blød. Porebeton er et af de få materialer, der viser stigende styrke indtil ca. 400° med en forøgelse af styrken på ca. 75%, hvorefter styrken atter falder, indtil den ved ca. 750° er som beregnet og først svækkes ved endnu højere temperaturer.

S:1:17 *Brandbeskyttelsen* af bærende konstruktioner, der indeholder stål, kan derfor ske ved at isolere bygningsdelen med materialer med ringe varmeledningsevne.

S:1:18 De *gasudviklende* materialer kan tilføre branden eksplosionsrisiko, trægas antændes f.eks. ved 300°, og hvis der i en konstruktion er anvendt træ med en luftåben, men ikke cirkulationstilgængelig overflade, vil der under opvedningen kunne udvikles sådanne mængder af gas, at de kan udløse en eksplosionsagtig antændelse af gassen.

Om træs brændbarhed se A:3:20-25.

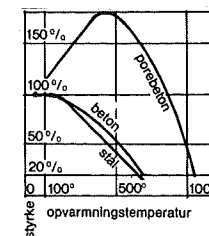
Hk. Granholm: Symposium 1963 Trækonstruktions brandstabilitet.

Specifik overflade: Overfladeareal i m² total masse i m³

Plasts forhold under brand, se kapitel G.

Begrebet brandbelastning er her i bogen anvendt som en oversættelse af det engelske »Fire-Load«.

Risikoen ved f.eks. smeltede metaller eller smeltet asfalts nedløb under brand må ikke glemmes.



Temperaturens indflydelse på styrken (efter SBI 64).

S:1:19 For konstruktionsdele af træ vil brandskader som regel indskrænke sig til overfladeforbrænding, eller *indbrænding*, som med ca. 0,5 mm pr. min. i en time svarer til bortbrænding af 30 mm af en dimension ved hver af de brand-åbne overflader.

Forskellige træarters brandstabilitet er afhængig af træartens antændelsestemperatur. Forskellige træarter er mere eller mindre letantændelige, idet antændelsestemperaturen som regel er stigende med stigende densitet.

S:1:20 Bygningsreglementet stiller en række krav til *døre* i flugtveje, døre mellem lejligheder og fælles trapper og andre lignende situationer.

Døre kan klassificeres som:

Brandsikker dør, BS-dør.

Brandrøj dør, BD-dør.

Flammestoppende dør, F-dør.

Det tidsrum døren opfylder kravene angives i min. (normalt 30, 60, 90, 120 minutter) f.eks. BD-dør 30.

De detaljerede krav til disse døres materialer, konstruktioner og dimensioner fremgår af standardbladene.

DS 1052.2 indeholder klassifikationen af døre. Anvisninger på branddøre findes i DS 1064.

S:2 *Fugtisolering*

UDK 699.82

Fugt og varighed

S:2:1 Bygningernes *ødelæggelse ved fugt* er af *langvarig* karakter. Fugten kan have flere forskellige kilder og kan angribe bygningen på flere forskellige måder. Fugtisolering vil primært gå ud på at forhindre fugtens indtrængen i bygningens konstruktionsdele, sekundært at anvende materialer, der enten ikke angribes af fugt eller ved særlige foranstaltninger er beskyttede mod sådanne angreb.

S:2:2 *Fugtkilder* er byggefugt, nedbør, grundfugt, indendørsklimaet, utætte ledninger.

Fugtskader kan være direkte vandgennemslag med klart synligt vand, sprængninger på grund af rumfangsforandringer eller krystaldannelser, formindskelse af varmeisolationen, accelerering af materialernes nedbrydning.

S:2:3 *Fugtens indtrængen* forhindres ved til den for fugt udsatte overflade af en bygningsdel at anvende materialer, der yder tilstrækkelig modstand mod indtrængen af vand, eller er beskyttede med en vandafvisende behandling af overfladen.

Fugtkondensation i materialet som følge af temperaturforskel (damptryk-forskel) på materialets to sider skal, når det ikke tåler opfugtning, forhindres ved anbringelse af et vanddampstandsende lag på materialets varme side.

Fugtkilder

S:2:4 *Byggefugt* er den vandmængde, der tilføres bygninger under opførelsen. En stor del heraf er nedbør og vandspild under opførelsen, og man kan derfor ikke helt undgå byggefugt selv med den mere og mere udbredte anvendelse af tørre byggemåder.

Herudover hidrører byggefugten fra det vand, som ikke medgik til hydratiseringen af cement, det vand som opstod ved karbonatiseringen af kalk samt det overskudsvand, som frigjordes ved tilpasning af byggematerialets ligevægtsfugtighed.

S:2:5 Normalt forsvinder byggefugten i løbet af 2 år i et muret og pudset hus, som har fået lov til at udtørre naturligt, medmindre særlig ugunstige vejrforhold og/eller byggetempo har medført ekstraordinært stort fugtindhold og dårlig udtørring. Kunstig udtørring kan forkorte udtørringstiden, men kan ikke fremskynde mørtel-karbonatiseringen, kun holde den i gang i normalt tempo, hvis vejrforholdene ellers ville sætte den i bero.

S:2:6 *Nedbør* kan falde på vandrette (eller skrå) bygningsflader som regn, slud eller sne eller ramme lodrette flader som slagregn. Nedbørsmængden i Danmark er nogenlunde ens, variationerne er små og nedbørsmængden som helhed beskedne. Der kan dog komme så store nedbørsmængder som sne, at der både tilføres anselige vandmængder og sker stor belastning af de udsatte konstruktioner.

Nedbør som sne kan i perioder med skiftende tøj og frost give anledning til *frostskader* på de for nedbør udsatte bygningsdele, både de direkte belastede flader og de nedre partier af lodrette tilstødende bygningsdele.

S:2:7 *Bortledning* af nedbør kan give anledning til skade ved utætheder i tagrender, nedløbsrør og afløbsbrønde.

Alle for nedbør udsatte vandrette flader bør have et sådant fald, at hurtig bortledning af vandet er muligt. Det nødvendige fald kan ikke angives generelt, men er afhængig af tagmaterialets overfladetextur (fra glat til ru, mere eller mindre sugende).

S:2:8 *Slagregn* er den del af nedbøren, som under vindpåvirkning rammer bygningens lodrette flader. Slagregns virkning øges med vindstyrken, men slagregn-angreb er som regel af forholdsvis kortere varighed. Lokale forhold og geografisk beliggenhed spiller en større rolle end i nedbørspørgsmålet som helhed, f.eks. er Vestjylland mere udsat for slagregn end Fyn.

SBI anvisning 64 og SBI rapport 50.

Bygningsreglementets kapitel 7.

P. Lund-Hansen: Fugttransport i byggematerialer, Polyteknisk forlag, 1967.

SBI anv. 139: Bygningers fugtisolering.

Når der i det følgende tales om vejr- og temperaturforhold i Danmark, er Færøerne og Grønland undtaget. Den årlige nedbørsmængde i Danmark er 500-600 mm. I Norge er nedbørsmængden mindst omkring Oslo med 500 mm, størst ved f.eks. Bergen med 2000 mm, endnu større er forskellen i Storbritannien, hvor London har 500 mm, Ft. William og Isle of Skye 5000 mm.

S:2:9 *Vindpåvirkningen* har den indflydelse, at der tilføres væggen mere vand end den kan opsuge og at der derved dannes en hinde af blankt vand på væggen; vandet siver nedefter og samles ved væggens fod, hvor vandmængden bliver meget større end den målte nedbør - jo højere bygning jo mere vand; men samtidig sker der luftopstuvning i vind siden, et overtryk, som modsvares af undertryk i læsiden. I stormvejr (vindhastighed 20 m/s) svarer en sammenhængende vandhinde til et vandtryk på ca. 280 Pa, eller det samme som et 28 mm tykt vandlag udøver på en vandret flade.

Tabel over omtrentlige slagregnmængder

Vindretning	København mm/år	Fanø mm/år
S	90	275
SW	129	391
W	115	355
NW	59	186
N	34	84
NE	38	80
E	42	107
SE	47	146

S:2:10 *Overfladevand* kaldes det vand, som hidrørende fra nedbør dækker en vandret bygningsflade, eller terræn ved bygning. Bortledning af overfladevandet også på terræn er lige så nødvendigt som bortledning af nedbør. Der bør således altid være terrænfald bort fra bygningen.

Der kan også fremkomme overfladevand på grund af opstuvning i afløbsledninger, brud eller fejl på ledninger eller brønde.

S:2:11 *Grundfugt* hidrører kun direkte fra grundvandet i de tilfælde, hvor en bygningsdel anbringes under grundvandspejlet, eller så nær dette, at forandringer i grundvandspejlet kan nå bygningsdelen.

Imidlertid vil der til stadighed ske en opadstigning af vand fra de fugtigere jordlag nærmest grundvandet til de højere liggende mere tørre jordlag. Denne stigning sker gennem kapillær virkningen i jordlagenes porer.

Desuden indeholder alle jordarter i deres porer luft med vanddamp, som vil søge til områder med lavere vanddamptryk, d.v.s. mod jordoverfladen.

Det er disse former for *jordfugtighed*, der er den væsentlige form for grundfugt.

S:2:12 Vand har to muligheder for opstigning i materialer: *absorption* og *diffusion*.

Absorption kan ske som hygroskopisk sorption, d.v.s. at et materiales fugtighedsindhold forøges ved berøring med vanddamp, eller kapillærabsorption, d.v.s. at et materiale opsuger fugtighed ved berøring med væske.

Dampdiffusion sker når vanddamptrykket i to luftområder er forskelligt. Vanddampen vil da diffundere, d.v.s. bevæge sig igennem stoffet (materiale, luft) indtil ligevægt er opnået.

En bygning vil dette foranledige forøgelse af luftfugtigheden, forøgelse af fugtindholdet i konstruktioner og materialer og eventuelt kondensation på et sted, hvor fugtvandringen giver anledning til absorption og materialets mætningspunkt er nået.

S:2:13 *Rumfugt* opstår inde i en bygning ved at der spildes brugsvand ved badning, rengøring, madlavning, i produktion o.l. Desuden opstår rumfugt ved, at hver person afgiver ca. 1 l (en liter) vand i dampfasen pr. døgn, heraf ca. 1/4 under søvnen.

Slagregnmængden varierer med vindretningen, det ses af tabellen, at den er størst ved vind fra SV, og at Fanø da får 3 gange så meget som København.

(beregnet af SBI i tillæg til NBI håndbog II): oplysninger om vindhastigheder, nedbør m.m. findes i øvrigt i Meteorologisk Instituts årbog.

Mængden af det nedstrømmende vand kan beregnes efter formelen:

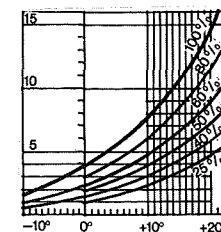
1 mm slagregn = 1 l vand pr. m² lodret flade. Mængden af det vand, der under en enkelt slagregnsperiode rammer en facade, varierer med regnintensiteten, varighed og vindstyrke, generelle undersøgelser foreligger ikke; man regner med, at en facade kan rammes af ca. 10 l vand pr. h pr. m².

Overtrykket kan beregnes efter formelen $p_v = v^2 \cdot 16$, idet p_v er vindtrykket målt i Pa og v er vindhastigheden i m/s efter Beauforts skala (0-35 m/s). Når v stiger til det dobbelte, firedobles P_v .

Det er kendt fra fysikken, at luftens mætningstryk varierer med temperaturen. Jo varmere luften er, desto større mængde vanddamp kan den indeholde pr. givet rumfang. Forøges luftens indhold af vanddamp ud over mætningspunktet, vil luften udskille vandpartikler, der vil ske *kondensation*; denne kondensation kan ske synlig på kolde flader, men også skjult i konstruktionen.

S:2:14 Det faktiske indhold af vanddamp i luften i et givet rum betegnes: *relativ fugtighed* (RF), som i procent angiver forholdet mellem vanddampens partialtryk i rummet og mætningstrykket ved den aktuelle temperatur.

S:2:15 *Mollier-diagrammet* sætter os i stand til at aflæse, om der i lokaler, hvis rumfugtforhold vi kender, kan være risiko for kondensation og ved hvilken temperatur dette vil ske. Da RF i et udtørret hus normalt vil ligge på 25-50% i vinterhalvåret, men i køkkenet kan stige til 80-100% under madlavning, og rumtemperaturen gennemsnitlig kan sættes til 20°C, vil der normalt ikke være risiko for kondensation før ydervæggene afkøles til under 10°C, i køkkenet dog allerede ved 16-20°C.



Mollier-diagram/ koordinatsystem, lodret: vanddampindhold ca. gram pr. kg (m³) luft. vandret: temperatur °C kurver: RF % 100% mætningstryk ved forskellige temperaturer. Eksempel: i et rum med RF 60%, temp. 20°C, skal findes fortætningstemperatur; skæring mellem 20° linien lodret og 60% kurven findes ved 9 g/m³, ved at følge tryklinien vandret til skæring med 100% kurven findes fortætningstemperaturen 12°C.

I et rum med disse forhold vil koldtvandsledninger altid dugge, enkeltvinduer vil dugge ved ydertemperaturer under +10°.

Utætte vandledninger, varmerør og afløb skal straks udbedres. Kondensation på kolde ledninger i konstruktioner tilfører fugt, kolde ledninger skal derfor isoleres, især på steder, hvor de ikke senere vil være synlige.

I daglig tale benyttes betegnelserne kapillarer og porer i flæng, her er hovedsagelig benyttet betegnelsen kapillarer for at undgå forveksling med porerne i træ, undtagen hvor der er tale om så grove porer, at der ikke findes nærværdig kapillær virkning.

Om kapillær størrelsens indflydelse på sorptionen, se S:2:28.

Fugtskader

S:2:16 *Vandgennemslag* skyldes ofte dårligt håndværk eller dårlige konstruktioner. Klart vand kan træde frem på indersiden af kælderydervægge på grund af forkert udførte støbeskel, på indv. side af mure på grund af mangelfuldt udfyldte fuger, på undersiden af lofter på grund af utæt tagkonstruktion. Forkert udførte samlinger og overlapninger og mangelfuld inddækkede montagefuger er ofte forekommende utætte konstruktioner.

Imidlertid kan vandgennemslaget vise sig langt fra selve utætheden, fordi vandet kan løbe inde i bygningsdelen, hvilket vanskeliggør lokaliseringen af skaderne.

S:2:17 Ved vandets løb gennem bygningsdelen kan det fordeles så meget, at der ikke viser sig klart vand. Men dette *usynlige vandgennemslag* medfører lige så mange, måske flere ulemper, fordi det ikke opdages. Undertiden kan der vise sig misfarvninger på vægge, løsnet tapet, mugdannelser bag møbler, klam luft i rummet, som i sig selv kan være ubehagelig nok, men yderligere anviser, at bygningsdelen har et fugtoverskud, som kan forårsage varige skader.

S:2:18 I frostperioder er tilstedeværende vand i byggematerialets kapillarer en risiko for *frostsprængninger*. Som bekendt er vandets rumfang 9% større i fast form end i væskefasen; endvidere øver is stor tiltrækningskraft på vand, som gennem de fine kapillarer vandrer frem til isen, hvorved der dels sker en yderligere rumfangsforøgelse af ispartiet og dels en rumfangsformindskelse af tilstødende partier som følge af udtørringen. De derved opståede meget store trykforskelles forårsager sprængninger; det indre tryk kan mindskes ved at forsyne materialer med grove kontinuerlige porer, der kan sørge for trykudligning.

Frostsprængninger kan også opstå i hyppigt vekslende tøj- og frostperioder, hvor materialet fryses til en bestemt dybde, tør op udefra, men atter udsættes for frost, før det er helt tørt op; der dannes derved parallelle islag i materialets overflade med skalafsprængninger som resultat.

S:2:19 Sprængninger på grund af *krystal dannelser* sker i porøse materialer, der indeholder vandopløselige salte. De opløste salte kan udkrystalliseres på konstruktionens overflade, hvor de som regel kun virker skæmmende, eller inde i konstruktionen, hvor de vil forårsage sprængninger, hvis krystallisationen sker under rumfangsforøgelse.

Der kan være tale om opløselige salte som sulfater, karbonater, klorider i mursten eller i tilslagsmaterialer til beton og mørtel, men der kan også tilføres bygningsdelen salte med luften i industrikvarterer, i forbrændingsprodukter eller ved produktion inde i bygningen.

S:2:20 Vand leder varme betydeligt bedre end luft, derfor forøges byggematerialets varmeledningstal, når vand fortrænger luft i materialets kapillarer. Varmeledningstallet kan stige til det to- eller tredobbelte med den deraf følgende *forringelse af varmeisolationen* til følge. Hvis der som følge af nedgangen i varmeisolationen i et rum med høj RF sker et temperaturfald på den indv. side af ydermuren, vil dette medføre i kondensation, deraf følgende yderligere forøgelse af fugtindholdet i konstruktionen, som fortsætter som en kædereaktion, der kan føre til vandmætning af væggen.

S:2:21 Byggematerialer kan *nedbrydes* som følge af råd, skadedyr, korrosion eller erosion; ved denne nedbrydning har vandet som regel en accelererende virkning. Størst risiko er der i de tilfælde, hvor vand kan gennemfugte træ eller andre organiske byggematerialer uden mulighed for effektiv udluftning, eller hvor vanddampmættet luft får adgang til stål, eller hvor stålkonstruktionsdele anbringes i kondenszone i bygningsdelen.

Materialeegenskaber

S:2:22 Alle byggematerialer, bortset fra metaller, glas og visse plast, er *hygrokopske*, d.v.s. at materialerne optager og afgiver vand afhængigt af fugtindholdet i omgivelserne.

Men forskellige materialer har forskellig hygrotermisk ligevægtsfugtighed.

S:2:23 *Porøse materialers* stof er gennembrudt af hulrum, der er luftfyldte, når materialet er tørt. Materialets egenskaber afhænger af den påvirkning, som molekylerne i materialets stof og molekylerne i det stof, som fylder hulrummene, øver på hinanden. Materialets egenskaber ændres altså, når hulrummets luft erstattes af f.eks. vand, eller ved en fuldimprægning med imprægneringsvæske.

S:2:24 Porøse materialer deles i tre grupper:

1. Materialer med sammenhængende stof og lukkede hulrum, celler.
2. Materialer, hvor der i det sammenhængende stof er åbninger, porer, mellem hulrummene, cellerne.
3. Materialer, hvor stoffet kun har punktvis sammenhæng, hulrummene ikke har cellekarakter og luftcirkulation gennem materialet derfor er mulig.
- En 4. gruppe er granulat; her kan det egentlige materiale have lukkede celler, mens den heraf fremstillede byggevare består af granulatkuglerne omgivet af sammenhængende luftrum.

Materialernes *kapillarstruktur* kan i øvrigt ikke nærmere beskrives. Man angiver derfor materialernes kapillære egenskaber ved nogle målelige størrelser: kapillarvolumen, kapillarstørrelse, korn- eller fiberstørrelse, specifik overflade eller sorptionsflade.

Stighøjde og stighastighed

Kapillarradius	Stighøjde m	Stighastighed cm/sek.	Tidsforløb indtil stighøjden er nået
1,0 mm 0,1 mm	0,0149 0,149	17,2	ca. 1 sek.
0,01 mm 1,0 my 0,1 my 0,01 my	1,49 14,9 149 1490	1,72 0,172 0,0172 0,00172	ca. 1½ min. ca. 2½ time ca. 11 døgn ca. 3 år

Om fugt og varmeisolerings se S:3:13

Der henvises til de i de foregående kapitler givne detaljerede oplysninger om materialernes egenskaber.

Om fugtbinding og materialestruktur, se nærmere i SBI rapport 50: Annanias Tveit, Fukt i porøse materialer.

Eksempler:

1. skumglas,
2. træ,
3. mineraluld,
4. exlerfyld.

Af tabellen ses, at stighastigheden er proportional med kapillarradius, mens stighøjden er omvendt proportional med kapillarradius.

S:2:25 *Kapillarvolumen* eller *porøsitet* angives i procent som forholdet mellem materialets rumvægt og vægtfylden af materialets faste bestanddele.

Kapillarstørrelse (porevidde) angives som kapillarradius. Der skelnes mellem makrokapillarer med radius > 1 my (10⁻⁶m) og mikrokapillarer med radius < 1 my. Kapillarer mindre end 0,1 my kaldes ofte submikroskopiske. Et stof indeholder som regel kapillarer af forskellig størrelse.

S:2:26 Optager materialet vand i dampfase taler man om *hygrokopsk absorption*, og den vil være desto større jo finere materialets kapillarer er.

Absorptionens intensitet falder efterhånden, og den standser, når *ligevægtsfugtighed* er opnået; stiger omgivelsernes RF derefter, vil absorptionen atter komme i gang, indtil ny ligevægtsfugtighed er opnået, falder RF, vil der ske *deabsorption*, d.v.s. materialet vil afgive vand indtil ligevægtsfugtighed er til stede.

Ligevægtsfugtigheden varierer altså med forskellig RF i den omgivende luft; men den varierer også med temperaturen, idet de kræfter, der sætter absorptionen i gang, stiger med faldende temperatur.

S:2:27 Der vil i forbindelse med den hygrokopske absorption kunne ske en indre *kondensation* i materialets kapillarer som følge af den komprimering af vanddampmolekylerne, der sker inde i de snævre hulrum. I øvrigt ved man ikke fuld besked med de fysiske processer, der sker i materialer, og udløser de meget stærke kræfter, der forårsager absorptionen.

S:2:28 Når materialet optager vand i væskefasen, taler man om *kapillar absorption*.

I kapillarer med den mindste radius stiger væsken langsomt men højest, dette medfører, at fine kapillarer kan suge vand fra grovere, mens de groveste vil fyldes hurtigst; omvendt vil væsken hurtigst fordampe fra de grove kapillarer under udtørring, og udtørringen sker derfor væsentligt langsommere end opsigningen.

Kapillarabsorptionen er uden betydning ved materialer med kapillarradius over 0,1 mm. Det er derfor disse materialer kan anvendes til kapillarsugning standsende lag i f.eks. terrændæk. Under 0,1 my er sugehastigheden i de fine kapillarer minimal.

Temperaturforholdene er uden betydning for kapillarabsorptionen. Det om kapillarer anførte gælder også for *revner* og *utæthed*, f.eks. svindrevner, overlapninger o.l.

S:2:29 Kapillarabsorptionen forøges eller svækkes af samvirkende eller modvirkende andre kræfter, f.eks. tyngde, vandtryk og vindtryk, som dog er meget små kræfter sammenlignet med absorptionskræfterne. Det maximale *vindtryk* 1,5 kPa (orkan) svarer til absorptionskraften i en kapillar med r 0,1 mm, det vil sige, at vindtrykket som forøgende faktor kun spiller en rolle i materialer, der er så grove, at kapillarabsorptionen normalt er uden betydning.

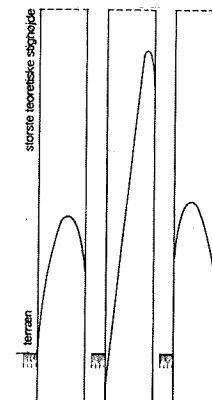
S:2:30 *Vanddampdiffusion* opstår som resultat af den tendens til trykudligning, som alle luftarter har. Vanddamp vil altid søge fra et område med højt tryk til et område med mindre tryk, er der forskel i partialtrykket fra den ene side af et materiale til den anden, vil der ske en dampdiffusion gennem revner og sprækker. Der vil som regel tillige være temperaturforskelle, som vil virke i samme retning som trykforskellen.

S:2:31 *Diffusion gennem et porøst materiale* er principielt det samme, men fysisk en ret kompliceret proces. Når vanddampmolekyler trænger ind i materialet, vil de medføre ændringer i RF i hulrummene og dermed forstyrrelser af den hygrokopske absorption, eventuelt med indre kondensation til følge, hvilket atter medfører intern kapillarabsorption; når dertil kommer en eventuel fordampning fra materialets overflade, har man en lang række processer, der kan virke i forskellige retninger, men tilsammen resulterer i en ensartet fugtstrøm. Det er denne fugtstrøm, som kaldes vanddampdiffusionen.

BR krav (kap. 7) om mindst 150 mm kapillarbrydende lag opfyldes ved kapillarradius > 0,1 mm (se dog M:1:3).

1 my=0,001 mm.

Angivelser af kapillarstørrelsen med radius gælder uanset om kapillaren har cirkulært tværsnit, idet målene for radius også gælder som afstand mellem sidevægge i spalteformede kapillarer. (Bemærk, at der i visse publikationer angives kapillardiameter, tallet skal da halveres for at gælde for spalter).



Supponeret forløb af grænsen for fugtstigning i mur: til venstre normale forhold, i midten varm sommerdag, til højre opvarmet bygning ved kold udetemperatur.

På Norges Byggeforskningsinstituts laboratorium i Trondheim foretages siden 1964 målinger af byggematerialers permeabilitet og ligevægtsfugtighed; resultaterne må forventes at blive offentliggjort i Danmark af SBI.

S:2:32 Byggematerialers *permeabilitet* er deres evne til at tillade vanddampdiffusion, jo mindre permeabilitet, desto mere diffusionstæt er materialet.

Permeabiliteten angives ved *dampdiffusionstallet* »d«, som måles ved 20°C og angiver den mængde vanddamp i kg, der diffunderer gennem et prøvelegeme med 1 m² udstrækning og 1 m tykkelse i løbet af 1 sekund, når forskellen mellem vanddamptrykket på prøvelegemets to sider er 1 Pa. For at få acceptable talværdier angives dampdiffusionstallet med enheden

$$\frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{GPa}}$$

Dampdiffusionsmodstanden er den riciproke værdi af dampdiffusionstallet: $\frac{1}{d}$. Den angives således med enheden $\frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{GPa}}$.

Dampdiffusionsmodstanden for et givet byggemateriale med en given tykkelse, eller for en byggevarer, der i folieform anvendes lagvis, angives ved *z-værdien* som angives pr. 1 m² af materialet i angiven tykkelse eller 1 m² af et lag. Den angives ved enheden $Z \frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{GPa}}$.

S:2:33 Omtrentlig karakteristisk af damptætte og dampåbne materialer:

	dampdiffusionstal kg/(s·m·GPa)	dampdiffusions- modstand s·m·GPa/kg
meget åben	>0,01	<100
åben	0,01–0,001	100–1000
tæt	0,001–0,0001	1000–10.000
meget tæt	<0,0001	>10.000

Damptætte låg skal have Z-værdi større end 150 s·m²·GPa/kg, dampdiffusionsåbne lag skal have Z-værdi mindre end 25 s·m²·GPa/kg.

S:2:34 Hvor vidt man skal anvende *diffusionstætte materialer* er afhængig af konstruktionen. Værdien eller skadeligheden af de helt tætte materialer diskuteres i forbindelse med spørgsmål om bygningers indeklima - for stor tæthed skaber dårlige luftfornyelsesforhold og derfor slet klima.

Det kan imidlertid ikke diskuteres, at en konstruktion aldrig må være lige diffusionstæt på begge sider, medmindre den er internt ventileret,

at materialerne på en konstruktions koldeste side skal være mere diffusionsåbne end materialerne på dens varme side,

at materialernes damptæthed i en konstruktion skal være successivt aftagende og det vil normalt sige indefra og udefter, fra den varmeste til den koldeste side af konstruktionen.

Permeabel betyder *gen-nemtrængelig*
 $G = \text{giga} = 10^9$

Permaliteten »d« påvirkes både af temperatur og af fugtforhold i og omkring materialet.

Oversigt over dampdiffusionstal og -modstande findes i kap. Y

Kan også skrives:
 $n \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}}$ eller
 $10^{-9} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}}$

Kan også skrives:
 $G \cdot \frac{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}}{\text{kg}}$ eller
 $10^9 \cdot \frac{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}}{\text{kg}}$

S:3 Termisk isolering

UDK 699.86

Varmetab

S:3:1 Bygninger *ødelægges normalt ikke af varmestrømme*, der passerer gennem bygningsdelene, når temperaturen på bygningsdelenes to sider er forskellig.

Før ca. 1900 beskæftigede man sig overhovedet ikke med disse forhold, men accepterede simpelt hen de temperaturforhold, som under forskellige ydre temperaturer og forskellig opvarmning opstod i bygningerne.

Kravet om forøget *boligkomfort* for den enkelte og dermed om bedre og konstante klimaforhold i bygningerne har ført til det nu i bygningslovgivningen fastslåede og regulerede krav om termisk isolering.

Kravet om *energibesparelse* i samfundet har ført til den stramning af kravene til bygningers varmeisolering, som de seneste ændringer i BR er et udtryk for. Andre regulerende bestemmelser i samme retning må forventes gennemført i tidens løb.

S:3:2 Behovet for termisk isolering er kun til stede, når varmestrømmen gennem konstruktionen skal bremses, det vil sige, når temperaturforskellen mellem ude og inde biver for stor. Det er altså et *periodisk behov* og det sammenholdes i almindelighed med de til bygningens opvarmning forbundne udgifter. Termisk isolering med modsat fortegn er et behov ved lette facadekonstruktioner for at tilvejebringe et passende køligt indendørs klima under andre klimatiske forhold end danske. (Men det kan også være problemet i kølehus eller sommerhuse).

S:3:3 *Varmeoverføringen* kan ske på tre måder: ved ledning, strømning og stråling. Temperaturisolering må tilsvarende ske ved anvendelse af dårligt ledende materialer og forhindring af strømning og stråling.

Luft er en meget dårlig varmeleder, og al temperaturisolering bygger derfor på anvendelse af stillestående luft som isolator.

S:3:4 *Varmeoverføringen* gennem en bygnings konstruktion kaldes *varmetabet*. Det defineres som den varmemængde, der pr. time skal tilføres for at opretholde en given indetemperatur ved en given udetemperatur.

Varmeoverføring

S:3:5 *Varmeledning* er et udtryk, som kun tilnærmelsesvis dækker de fysiske forhold. Varme er energi, der forplanter sig gennem materialet som molekylebevægelser. Dette sker uanset materialets fase (fast, flydende, gas), men hastigheden af denne energiforplantning er højst varierende.

Materialer, hvor varmemeforplantningen sker hurtigt, kalder vi gode varmeledere, mens materialer med langsom varmemeforplantning kaldes dårlige varmeledere.

Varmeledning sker normalt hurtigere i fugtige materialer end i tørre.

S:3:6 *Varmestrømning* opstår, når varme og kolde væsker eller luftarter blandes. I faste stoffer findes ingen varmestrømning. I byggeriet er det kun strømning i luft, der interesserer. Varm luft er lettere end kold luft; varm luft vil stige opad, idet der samtidig sker en udjævning af temperaturforskellen. Cirkulationen ophører, når der ikke længere er nogen temperaturforskelle, men kan opretholdes eller forstærkes gennem naturligt eller kunstigt luftskifte. Strømning sker i alle luftfyldte rum, men jo mindre hulrummet er, desto vanskeligere sker strømningen og desto mindre er den varmemængde, der kan overføres.

SBI anvisning 64 og rapport 1 med anvisning 5.

Bygningsreglementets kapitel 8.

Regler for beregning af bygningers varmetab, DS 418.

Det periodiske behov understregedes tidligere bl.a. derved, at man udskiftede lette sommergardiner med velourgardiner og at man inden for havedøre opsatte løse, isolerende brystninger.

Visse gasarter er endnu dårligere varmeledere end atmosfærisk luft og benyttes følgelig i stigende grad i termoruder.

Varmestrømning udnyttes i centralvarmeanlæg med naturlig cirkulation. I havet forekommer altid varmestrømning, ved kysterne i lille omfang, i dybderne som store strømme, f.eks. den varme Golfstrøm og den kolde Labradorstrøm.

Træs varmeledningsevne

Tørdensitet kg/m ³	Varmeledningstallet W/(m·K)	
	parallelt med fibrene	vinkelret på fibrene
200	0,09	0,06
400	0,19	0,09
600	0,29	0,13
800	0,42	0,17
1000	-	0,22

S:3:7 *Varmestråling* er en temperaturudligning gennem luften, fra en varmere del til en koldere, uden at den passerende luft derved opvarmes. Strålingen er uafhængig af afstanden mellem de to dele med forskellig temperatur, men afhængig af materialets overfladeegenskaber. Strålingsintensiteten er dog nogenlunde ens for alle byggematerialer, når bortses fra blanke metaloverflader, hvis stråling er væsentlig mindre end andre materialers.

Varmestråling er normalt en mindre betydende varmetabskilde, men spiller en rolle m. h. t. solens tilskud til bygningsopvarmningen.

S:3:8 *Varmeoverføringens* effekt er afhængig af temperaturforskellen. Alle dele af Danmark ligger inden for samme klimazone og der kan derfor regnes med ensartede vilkår, således at de i bygningsreglementet stillede krav til den termiske isolering gælder ens for hele landet. Kravene er baseret på normal opvarmning, ved ekstraordinære temperaturforskelle må der foretages beregninger.

Isoleringsprincipper

S:3:9 Ved udførelsen af *isoleringsarbejder* udnytter man de nævnte tre forhold: man søger at afbryde muligheden for varmeledning, ved at skifte mellem materialer med forskellige varmeledende egenskaber, man søger at forhindre varmestrømningen ved at indskrænke luftrummenes størrelse, og man søger at begrænse strålingsvirkningen ved at beklæde materialer med blanke folier.

S:3:10 *Stillestående luft* er den enkleste form for afbrydelse af varmeledningen i en konstruktion. Det er naturligvis en forudsætning, at luftrummet ikke er ventileret.

Er luftrummet mere end 50 mm bredt, vil der kunne opstå strømning. Ved bredde over 100 mm vil strømningen være kraftig og isolansen ringe. Dette gælder særlig i lodrette luftrum, mens vandrette luftrum ikke vil give anledning til samme strømningsintensitet.

Strålingen fra den ene side af et sådant luftrum til den anden kan nedsættes ved beklædning af den ene eller begge sider med aluminiumfolie.

S:3:11 I egentlige *isoleringsmaterialer* udnyttes luftens isolerende virkning ved at opdele det samlede hulrum i et utal smalle spalter, små hulrum eller porer, eller en kombination af disse principper. Temperaturforskellen mellem to modstående sider i et sådant hulrum bliver minimal, strømning og stråling mindskes derved væsentlig. Samtidig afbryder hulrummene den samlede varmetabgivende flade, hvorved varmeledningen gennem materialet nedsættes.

S:3:12 De dele af materialet, som er gennemgående, eller andre gennemgående konstruktionsdele, kan etablere varmeledning og kaldes *kuldebroer*.

Materialer, der også skal opfylde statiske opgaver, skal nødvendigvis have den indre sammenhæng, som er betingelsen for styrke og kan derfor ikke undgå at virke varmeledende i større eller mindre grad.

Materialer, der kun har isolerende opgave, kan være mere eller mindre sammenhængende fibermaterialer eller løst fyld.

Danmarks klima: (excl. Grønland og Færøerne). Max. temperatur 25° overstiges højst 10 gange pr. år. Under frysepunktet når temperaturen 100 dage om året.

Døgnmiddeltemperaturen under 10° fra ca. 25.9 til 10.5=227 dage. Opvarmningssæson=62% af året.

Den termiske isolering omfatter også isolering af varmerør og varmtvandsrør mod varmetab, isolering af koldt vandsrør mod kondens eller mod frost, samt lignende isoleringsarbejder i forbindelse med tekniske installationer.

Kuldebroer burde egentlig kaldes varmebroer. Kulde er et populært begreb som ikke kan defineres teknisk.

S:3:13 Varmeledningsevnen stiger med *fugtighedsindholdet* i materialet. Da termisk isolering udføres, hvor der vil opstå temperaturforskelle, vil der altid være en risiko for *kondensation* i forbindelse med isoleringen.

Der kan også blive tale om isolering af *normalt kolde bygningsdele* for at nedsætte risikoen for kondensation hidrørende fra rumluften. Termisk isolering skal derfor altid udføres under behørig iagttagelse af de for fugtisolering gældende forhold.

S:3:14 *Varmeakkumulationsevnen* (også betegnet varmekapacitet) betegner den varmemængde, der skal tilføres for at opvarme fra en begyndelsestemperatur svarende til en given udetemperatur til den ønskede indetemperatur. Stor varmeakkumulationsevne er en fordel ved konstant opvarmning, hvor den vil medvirke til at modarbejde variationer i opvarmningstemperaturen. Ydervægges indv. side vil f.eks. bedre kunne holde en ensartet temperatur uanset døgnets svingninger i ydertemperaturen, når materialerne har gode varmeakkumulationsevner, end i modsat fald.

Skal man varmeisolere en væg af tunge materialer, vil man kun ved at anbringe isoleringen udvendigt kunne udnytte det tunge materiales varmeakkumulationsevne.

Konstruktioner af materialer med lille varmeakkumulationsevne er hurtige og billige at opvarme, hvilket er en fordel ved periodisk opvarmning og hvor større temperatursvingninger ikke er afgørende.

En ydervæg af trækonstruktion indeholder f.eks. en varmekapacitet svarende til ca. 2 timers energiforbrug ved opvarmning, porebetonydervæg ca. 5 timer, teglstenydervæg ca. 10 timer, betonydervæg ca. 11 timer (forudsat termisk isolering udvendigt).

Materialeegenskaber

S:3:15 Varmeledningsevnen er en *materialekonstant*, som kan bestemmes ved laboratorieprøver. Det teoretiske tal forudsætter fuldstændigt tørt materiale, men da materialerne altid vil indeholde en vis del fugtighed, må der i praksis regnes med noget højere værdier.

Varmeledningstallet λ angiver varmeledningsevnen og måles i W/(m·K). For at tage hensyn til de i Danmark herskende temperatur- og fugtighedsforhold, opgives ofte et *basisvarmeledningstal* λ_{10} , som er målt ved 10°C efter at materialet er kommet i ligevægtsfugtighed ved RF 35.

Varmemodstandstallet m_1 er $=d/\lambda$ (kaldes også isolans) d er materialetykkelse i m.

S:3:16 *Konstruktioners* varmeledningsevne beregnes på basis af de forskellige materialers og de mellemliggende, uventilerede luftlags varmeledningsevne; det benævnes *varmegennemgangstallet* og angiver *U-værdien*. Konstruktionens *varmemodstandstal* $M=1/U$ ÷ overgangsisolans svarer til summen af de enkelte materialers m_1 .

S:3:17 Varmeledningsevnen er afhængig af materialets *tæthed* og da densiteten er et udtryk for tæthed, er der nøje sammenhæng mellem disse to egenskaber.

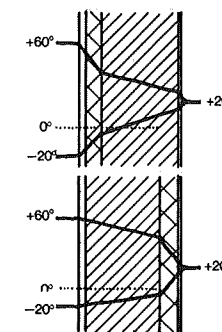
Materialer, der skal have styrke til bærende funktioner, vil have densiteter over ca. 400 kg/m³ og basisvarmeledningstal over 0,2, hvilket gør dem uegnet til isolerende formål.

Materialer, der skal opfylde isolerende funktioner indenfor rimelige tykkelser, skal have basisvarmeledningstal 0,05 eller lavere.

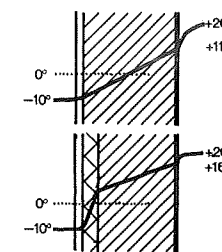
S:3:18 *Mindre varmeledningsevne* opnås ved at forsyne byggematerialer med en stor masserumvægt med interne, lukkede luftspalter eller hulrum, eller ved at gøre materialerne luftfyldte ved poredannelse, opblæring, forskumning eller indblanding af tilslagsmaterialer, der er gjort luftfyldte.

S:3:19 Ikke konstruktive materialer kan udføres som *selvbærende plader* af materialer, hvis varmeledningsevne er forringet ved sønderdeling af fibrene, hvorved der tillige opstår større eller mindre spalter eller hulrum mellem fibrene,

Varmekapaciteten måles i J/(kg·K).



Skematisk angivelse af forskellen i varmeakkumuleringssevne ved hhv. udv. (øverst) og indv. (nederst) isolering.



Skematisk angivelse af temperaturforhold i ydervæg, uden isolering, nederst med udv. temperaturisolering.

Porøsiteten i et temperaturisolerende materiale må ikke være så åben, at der opstår cirkulation i materialet.

Eksempler: mangelhulsten, porebeton, exltermaterialer, skumglas.

Eksempler: træbeton, træfiberplader, mineraluld.

Eksempel på sammenhæng mellem densitet og varmeledning

Materiale	Densitet kg/m ³	Basis- varme- ledningstal λ	Tykkelse i m ved samme isolans	Funktion
Beton	2400	1,5	4,5	bær.
Teglsten	1600	0,5	1,5	bær.
Letskotsbeton	700	0,2	0,6	bær.
Porebetonblok	400	0,1	0,3	bær. + isol.
Fyrretræ	450	0,1	0,3	bær. + isol.
Træbetonplade	350	0,08	0,24	selvbær.
Træfiberplade	300	0,06	0,18	trykf. + isol.
Skumglas	150	0,06	0,18	trykf. + isol.
Mineraluld A	15-150	0,033	0,10	isol.
Polystyrenskum, extrud.	30- 45	0,029	0,087	isol.
Polyuretanskum, freoneksp.	20- 80	0,023	0,070	isol.

Materialernes varmeledningstal findes i kapitlerne A til H, se emneregistret, gruppe termiske forhold.

afhængig af bindemidlets karakter og pladens styrke. Endelig kan løse fiber-materialer, eller opblærede materialer i løs vægt, benyttes som isolering direkte anbragt i konstruktioner.

S:3:20 *Metalfolier* anvendes til beklædning af den ene side i en hul konstruktion eller andet sted for at nedsætte strålingen. Der opnås herved mere end fordobling af varmemodstanden, således er m_1 for et 20 mm luftlag 0,16 men med beklædning af aluminiumfolie på den ene side 0,43 (svarende til λ 0,12 hhv. 0,05).

Anvendes der metalfolie klæbet på papir, skal metalsiden være synlig efter påklæbningen, men det er underordnet, om folien sidder på den kolde eller varme side af luftrummet. Hvis man anbringer metalfolien på konstruktionens varme side, nedsættes dennes stråling, anbringes metalfolien på den kolde side, vil der opstå en spejlingsvirkning, som vil nedsætte strålingseffekten.

S:3:21 Aluminiumfolier opklæbet på papir anvendes også til beskyttelse af gipsplader mod kalcinerings ved opsætning af elradiatorer, lysstofrør o.l. stærkt varmeafgivende installationer.

Beklædning af begge sider af hulrummet giver kun minimal forøgelse af m_1 , i det angivne eksempel 0,47

Se H:4:19 og Q:1:20

S:4 Akustisk isolering

UDK 699.844

Lydgener

S:4:1 Bygninger *ødelægges ikke af lydbølger*. Der må dog tages det forbehold, at bygningskonstruktioner under visse omstændigheder kan ødelægges af vibrationer.

Akustisk isolering er ligesom termisk isolering først taget op i nyere tid. Årsagen må søges både i ændrede byggemåder og i større krav til komfort.

De krav, der foreløbig stilles til lydisoleringen, er angivet i bygningsreglementet og er bygget på erfaringer (empiriske værdier). Man savner endnu eksakte undersøgelser og målinger til at fremsætte videnskabeligt baserede krav.

S:4:2 *Lydgener*, som i daglig tale kaldes støj, er alle de lyde, der frembringes af andre og derfor ligger uden for ens kontrol. Det kan være gadelarm og anden trafikstøj (fly), motorstøj og anden produktionsstøj, som kommer til os udefra, og der kan være tale om de lyde, som opstår i bygningen ved benyttelse af installationer, ved færdsel i bygningen og ved menneskers andre livsyttringer.

S:4:3 Behovet for *akustisk isolering* er til stede, når der fremkommer lydgener og hvor der er mennesker til stede. Nogle lyde optræder periodiske, tilfældige, ukontrollable og kan ikke måles, andre er kendte, regelmæssige, konstruktionsbundne og kontrollable.

Da vi kun kan foretage beregninger for aktuelle lydkilder, kan vi ikke fremtidssikre vor akustiske isolering. Alt efter karakteren af behovet for akustisk isolering kan vi benytte os af lyd-dæmpning, lydregulering eller lydisolering, som hver for sig kan defineres således:

Lyddæmpning er en betegnelse, der anvendes på forholdsregler, der tager sigte på at nedsætte styrken af uønsket lyd i selve det rum, hvor lyd-gengiveren befinder sig.

Lydregulering er en betegnelse, der anvendes til at beskrive de foranstaltninger, der tager sigte på at opnå gode akustiske forhold i et rum.

Lydisolering er en betegnelse, der kun bør anvendes til at beskrive foranstaltninger, hvis formål er at sikre, at lydtransmission fra det rum, hvor lyd-gengiveren findes, til de tilstødende rum holdes inden for nærmere fastsatte grænser.

Lydspredning

S:4:4 *Lydbølger* er mekanisk bevægelse i faste stoffer, væsker og gasarter.

Vibrationer i faste stoffer, f.eks. i bygningsdele, fremkalder lydbølger i luften, der sætter andre faste stoffer i vibration.

Lyd opfattes af os, fordi vore trommehinder sættes i vibrationer.

Vibrationer i én fast genstand kan forplantes direkte til en anden fast genstand ved kontakt, f.eks. ved flanketransmission i bygningskonstruktioner.

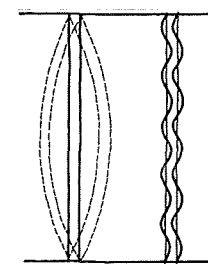
S:4:5 Vibrationerne fremkalder *varierende tryk* som resultat af vibrationernes skiftende fortætning og fortynding af luften. Styrken af lydtrykket bestemmes som forskellen mellem dette over- og undertryk og måles i Pa (evt. N/m²).

Netop fordi trykket er så svagt, kan lydtryk under normale forhold ikke ødelægge bygninger. Imidlertid har alle materialer og konstruktioner (også alle levende væsener) egensvingninger, og hvis der ved lyd fremkaldes svingninger i overensstemmelse med disse egensvingninger, kan genstanden bryde sammen.

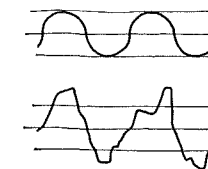
Dette er et spørgsmål, som videnskaben i øjeblikket interesserer sig for, bl.a. fordi visse ventilatorer og andre maskiner i bygninger har kunnet forårsage revnedannelser på grund af højfrekvente, uhørlige svingninger.

Bygningsreglementets kapitel 9. SBI anv. 65, 79, 90, 112, 136, 166, 167.

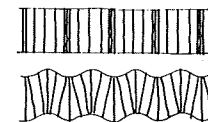
Opfattelsen af lyd er tilmed individuel og endvidere afhængig af det omgivende lydtrykniveau. Sagte tale kan vække et barn, men være uhørlig for en ældre; samtale er mulig på et kontor, men umulig på et skibsværft.



Lydbølgers forløb i bygningsdele, her en tynd væg, til venstre falsk opfattelse af forløbet, til højre rigtig opfattelse af bølgeforløbet.



Lydbølger: øverst en ren tone = 1 frekvens, derunder støj - blanding af mange frekvenser.



Lydbølgers forløb i henholdsvis væsker eller luftarter og i faste stoffer.

S:4:6 *Frekvensen*, svingningstallet, angiver hvor mange gange lydbølgen når højeste tryk i løbet af et sekund, altså antallet af svingninger fra højtryk over ligevægt til lavtryk og tilbage. Frekvensen måles i (Hz=Herz). Det frekvensområde, som ligger inden for det menneskelige øres høregrænse, er ca. 20.000 Hz, men det frekvensområde, som bygningslydisoleringen beskæftiger sig med, ligger mellem 100 og 3150 Hz.

S:4:7 *Lydtrykniveauet* måles i dB (decibel) og angiver forholdet mellem den aktuelle lydstyrke og den svageste hørlige lyd. Referensværdien 2×10^{-5} Pa angiver det svageste lydtryk af normalfrekvensen 1000 Hz, som kan opfattes med normal hørelse på et fuldkommen roligt sted.

Lydtrykniveauet angives af formlen

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_0} \text{ dB}$$

(P_0 = referensværdien, p =lydtrykket af den pågældende lyd).

Lydreduktionstallet R måles også i dB og angiver en bygningsdels evne til at reducere lydtrykniveauet mellem to rum, altså lydisolationssevnen. Jo større tallet er, desto mindre lyd slipper igennem.

S:4:8 *Nedsættelse af støjen* i bygninger kan ske ad to veje: lyddæmpning og lydisolations, som enten kan være bygningslydisolation eller luftlydisolation.

S:4:9 Det tilladelige *støjniveau* kan ikke uden videre fastslås. Ud over de fysiologiske grænser: nedre høregrænse 0 dB, sundhedsfarlig ved vedvarende påvirkning over 85 dB og smertegrænsen 130 dB, kan der ikke angives objektive tal.

Arbejdstilsynet har fastsat øvre støjgrænser for arbejdspladser med 40 t/uge. Overskrides støjgrænsen med indtil 3 dB, skal arbejdstiden halveres. Den øvre støjgrænse vil snarest blive nedsat til 80 dB, for at komme på niveau med udlandet.

Der er dels subjektive forskelle i lydopfattelsen, dels tilvænningsfænomener og dels forholdet mellem den selv fremkaldte og den uønskede støj.

Så længe den uønskede støj er ca. 10 dB lavere end den selv fremkaldte, vil den uønskede i almindelighed ikke genere: det er dog afhængig af, om de to støjniveauer ligger inden for samme frekvensområde.

Lyddæmpning

S:4:10 Ved lyddæmpning forstås en *nedsættelse af lydtrykniveauet* ved mindskning af reflekteret lyd. Herved opnås en nedsættelse af efterklangstiden.

S:4:11 Den tid, der forløber fra udsendelsen af en lyd afbrydes og til lydtrykniveau i rummet er faldet 60 dB, kaldes rummets *efterklangstid*. Den reduktion, der kan opnås af efterklangstiden opnås ved beklædning af rummets flader med *lydabsorberende materiale*. Rummets inventar, tæpper etc., og de tilstedeværende mennesker virker også nedsættende på efterklangstiden.

$$\text{Efterklangstiden er } T = \frac{0,16 \cdot V}{A}, \text{ hvor } V = \text{rumvolumen i m}^3 \text{ og}$$

A = rummets absorption i m^2 . A er lige med summen af fladearealerne i rummet ganget med absorptionskoefficienterne.

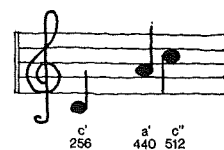
S:4:12 Et materiales absorptionssevne måles ved *absorptionskoefficienten* α , som i procent angiver forholdet mellem den energi, der absorberes af arealet og den energi, der rammer arealet. Den absorberede lydenergi omdannes til varmeenergi, α er for en pudset væg 4-5%, for lydabsorberende materialer 60-90%.

S:4:13 *Porøse absorberer* er f.eks. mineraluld, bløde træfiberplader, tekstiler, d.v.s. materialer med åben porestruktur. Overfladebehandling, der lukker porer, vil ændre og svække absorptionssevnen.

Absorptionskoefficienten ligger mellem ca. 0,7 og 1 for forskellige frekvenser. Absorptionen af de lavere frekvenser stiger med materialetykkelsen.

Frekvensområdet for disse materialer er fra ca. 800 Hz.

Andre kilder angiver høreområdet til 17-17.000 Hz, eller 16-20.000 Hz.



Kammertonen har frekvensen 440 Hz, pianoets frekvensområde ligger mellem 31,25 og 4000 Hz.

deci (i dB) er ikke et præfix, men angiver enheder i en logaritmisk skala.

Tale og færdsel i bolig 50-60 dB (A) Gadestøjniveau i byen 80-90 dB (A) Motorvejstrafik >90 dB (A)

Trafikstøjniveau er angivet 5 m fra gade eller vej, hver gang afstanden fordobles, aftager støjniveauet med 6 dB, for at opnå et støjniveau på maksimum 50 uden for boligen, må afstand til motorvej altså være ca. 600 m.

Til lyddæmpning anvendes materialer med reduktionssevne i forskellige frekvensområder, afhængig af karakteren af den akustiske opgave.

Porøse materialer til lydisolering må ikke have lukkede celler (som f.eks. skumglas), men skal have sammenhæng i porevolumenet.

SBI meddelelse 45: Lydabsorptionskoefficienter, måling, vurdering, anvendelse.

S:4:14 *Membranabsorberer* er materialer med hård, tæt overflade, opsat på væg eller loft med bagved liggende hulrum. Materialerne er træ, gipsplader, fiberbetonplader, metal.

Absorptionskoefficienten ligger på ca. 0,4-0,6 for frekvenser mellem 80 og 400 Hz. (De kaldes derfor også basabsorberer). Resonansfrekvensen og dermed absorptionseffekten er afhængig af pladens masse i kg/m^2 og afstanden til den bagved liggende væg i mm.

S:4:15 *Resonatorabsorberer* er perforerede plader af de samme materialer, som membranabsorberer, eventuelt med porøst materiale bag den hårde plade.

Ved valget af pladetykkelse, perforationsprocent og hulstørrelse, samt evt. udfyldningsmateriale, kan man variere absorptionskoefficienten inden for 0,3-0,7 for frekvenser fra 500 til 2000 Hz.

Bygningslydisolation

S:4:16 For at kunne nedsætte lydgenerne, må man kende *lydkilderne*. Lydsvingninger kan fremkaldes af bevægelser i installationer: vandvær, afløbsvær, vandcirkulation i opvarmningssystemet, motorer m.m. Denne såkaldte installationslyd fremkommer i selve rummet og vil desuden forplante sig gennem installationerne og ved kontakt med andre bygningsdele til andre rum.

S:4:17 *Installationslyden* er den vanskeligste lydgenerende. Afhjælpning må primært ske ved - foruden rigtig planløsning - at anvende egnede installationsgenstande, f.eks. konstrueret til en mindskning af udstrømningsstøj etc.

Imidlertid vil den i installationerne af deres benyttelse fremkaldte bevægelser skabe vibrationer, der uvægerligt vil give lydbølger, altså støj, og man må derfor forhindre, at disse vibrationer ved kontakt overføres til andre bygningsdele.

S:4:18 Der fremkaldes imidlertid også bevægelser i bygningsdelen ved *beboernes færden*. Ved færdsel på gulve og trapper fremkaldes vibrationer, der kan høres i selve rummet og tilstødende rum. Denne lyd kaldes *trommelyd* i selve rummet, *bankelyd* eller *trinlyd*, når den høres uden for rummet. Færdselsstøj kan nedsættes af gulvtæpper.

S:4:19 Installationslyd, trinlyd og trommelyd kaldes under ét for *bygningsslyd*, og den opstår altså, når en bygningsdel direkte eller ved berøringskontakt sættes i vibrationer, hvorved der udsendes lydbølger, der kan opfattes af øret. Gener ved bygningsslyd nedsættes ved bygningslydisolation.

S:4:20 For så vidt bygningsslyden ikke nedsættes tilstrækkeligt ved selve lydkilden, må der foretages foranstaltninger, der hindrer *kontakttransmissionen* af lyden fra en bygningsdel til en anden. Dette kan kun ske ved at afbryde den stive konstruktive forbindelse med indskudt elastisk materiale. Der ligger i dette krav en *funktionskonflikt* om en fast-løs forbindelse, al lydisolering paradoksale vanskelighed.

Til bygningsinstallationer anvendes normalt mellemlæg af gummi (neopren) mellem støjkilde og fast bygningsdel, f.eks. mellem rør og rørbærere, i særlige pakbøsninger o.l. Til maskinopstilling findes svingningsdæmpere specielt tilpasset forskellige maskintyper.

Til nedsættelse af *trinlydniveauet* anvendes bløde gulvbelægninger eller bløde mellemlæg mellem gulv og etagedæk. Eventuelt anvendes særlige konstruktioner som svømmende gulve.

Det er et ufravigeligt krav, at der ikke må være nogen som helst fast forbindelse, tilsigtet eller utilsigtet, mellem den svingningssvævende bygningsdel eller installation og den faste bygningsdel. Allerede en for stærk belastning af de elastiske mellemlæg kan medføre en sammentrykning, der vil nedsætte værdien af mellemlægget væsentligt.

Et materiales reduktionstal er forskellig for forskellige frekvenser, forskellige materialer har forskellige reduktionstal for samme frekvens.

De angivne frekvensområder betegner største absorptionseffekt, for nøjagtigere beregninger må indhentes konkret kurve over materialets reduktionstal som funktion af frekvensen.

Planlægningen er en væsentlig side af al lydisolering, man skal f.eks. altid undgå støjgivende installationer stødende op til rum, hvor støjen vil virke generende.

Ledninger er et eksempel på flere muligheder for støj: rørbærere skal etablere fast forbindelse til væg for at bære røret, men forbindelsen må afbrydes imellem røret og rørbæreren eller ved elastisk indmuring af forankringen; rørgennemføringen repræsenterer et hul, som umiddelbart vil give anledning til lydpassage, det må tættes, men sådan at fast forbindelse mellem rør og den passerende bygningsdel ikke etableres, f.eks. med elastisk materiale.

Bygningsslyd transmitteres både ved at en bygningsdel sættes i svingninger af lydgeneren og ved flanketransmission,

S:4:21 Nedsættelse af *trommelyd* opnås ved anvendelse af bløde gulvbelægninger, der også kan medvirke til nedsættelse af trinlyden. I svømmende gulve med hulrum under et hårdt bærende gulvmateriale, skal hulrummet udfyldes kompakt med blødt materiale for at forhindre trommelyd.

Luftlydisolation

S:4:22 Mens bygningslyden fremkaldes mekanisk, er *luftlyd* svingninger, der opstår, når en lydkilde sætter luften i svingninger. Lydkilden kan f.eks. være et musikinstrument, menneskets stemmebånd, men også en vibrerende bygningsdel.

Luftlyden sætter de omgivende bygningsdele i svingninger, der igen om sættes til luftlyd i de tilstødende rum. Luftlyden i et rum består dels af den direkte fremkaldte lyd og dels af den reflekterede lyd, d.v.s. at lydniveaet i et rum forstærkes af den reflekterede lyd.

Selv om man har fået nedsat bygningslyden og ved lyddæmpning fået nedsat styrken af den reflekterede lyd, vil der stadig være en vis procentdel af bygningslyden tilbage, som sammen med den i bygningen i øvrigt frembragte luftlyd udgør *lydtrykniveaet*. Lydisolering i egentlig forstand tilsigter at begrænse transmissionen af luftlyd fra et rum til et andet.

Bygningsreglementet anvender blandt andet følgende lydtekniske betegnelser: luftlydisolation R'_w , trinlydniveau $L'_{n,w}$, efterklangstid T , støjniveau $L_{Aeq,T}$, lydabsorptionsareal S .

S:4:23 *Luftlydisolationen* R'_w , mellem sammenbyggede enfamiliehuse skal være 55 dB; mellem boligenheder indbyrdes samt boligenheder og fællesrum i byggeri med flere etager skal R'_w i lejlighedsskel være 52 dB og 53 dB i etagedæk.

Mellem boligenheder og fællesrum skal eventuelle døre have R'_w på 32 dB. Disse værdier er minimumsværdier.

S:4:24 *Trinlydniveaet* $L'_{n,w}$, i sammenbyggede enfamiliehuse må højst være 53 dB, i bygninger med flere etager 58 dB.

Bygningsreglementet stiller krav til den maksimale efterklangstid, T , i forskellige rum.

Støjniveaet. I en bebyggelse ved vej eller jernbane med et støjniveau på mere end 55 dB skal der tilvejebringes en luftlydisolation, så det indendørs støjniveau ikke overstiger 30 dB, dog afhængigt af de stedlige bygningsmyndigheder.

S:4:25 De anførte talværdier er eksempler på byggelovgivningens krav. Disse krav er mere detaljerede, bl.a. efter bygnings-anvendelse, og det her anførte er derfor kun til orientering.

S:4:26 *Lydreduktionsevnen* for massive bygningsdele vokser med *bygningsdelens* masse pr. m^2 . Med 100 kg/m^2 opnås et reduktionstal på 40 dB, ved 200 kg/m^2 opnås 45 dB, ved 400 kg/m^2 opnås 51 dB. Væksten er altså 5-6 dB ved fordobling af massen (under 100 kg/m^2 er tilvæksten endda kun 4-5 dB).

Bygningsreglementets bestemmelser om *luftlydisolation* på 52 dB for lejlighedsskel kan således opfyldes af 150 mm beton 2300 kg/m^3 (345 kg/m^2) og af 230 mm teglstensmur 1600 kg/m^3 med puds på begge sider (ca. 420 kg/m^2).

Kravet om *trinlydisolation* kan kun opfyldes når dækkets masse er mindst 430 kg/m^2 , f.eks. 180 mm jernbeton 2400 kg/m^3 , og der suppleres med en trinstdæmpende gulvbelægning. En samlet betontykkelse på 250 mm (ca. 600 kg/m^2) vil under omstændigheder kunne give samme resultat.

S:4:27 *Dobbeltkonstruktioner* af to væghalvdele uden fast indbyrdes forbindelse giver betydeligt højere middelreduktionstal end enkelte vægge med samme masse. Hulrummet giver en resonans i konstruktionen, som virker svækken-de på lydtransmissionen.

Det er mest effektivt, når de to væghalvdele ikke er lige tykke, hvis de er af samme materiale, eller at de er af forskellige materialer.

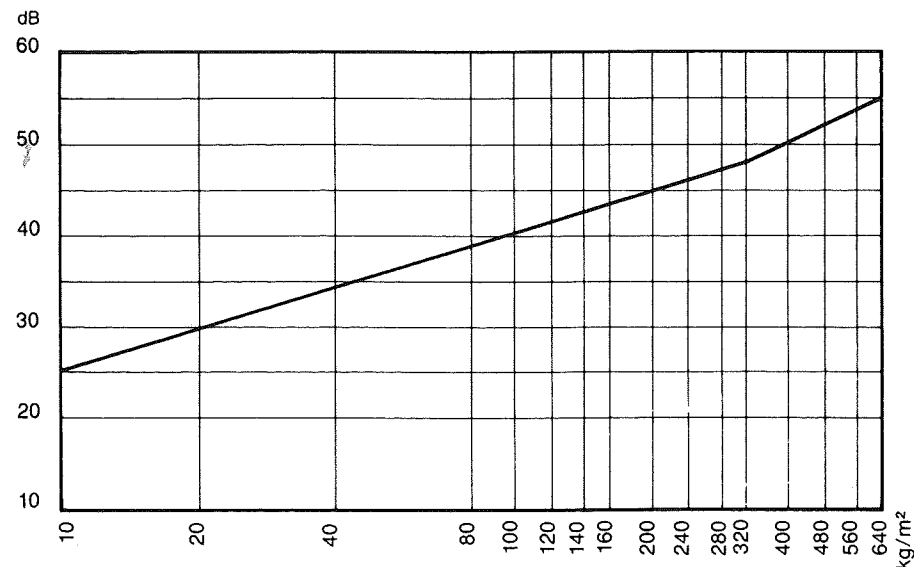
f.eks. sætter færdsel dækket i direkte trinstdøjgiveness, svingninger, men de bærende vægge modtager svingningerne fra dækket via flanketransmission og viderebringer dem til andre end det direkte under dækket liggende rum.

Helt konsekvent kan forholdene ikke skilles: en skrivemaskine vil give luftlyd, men de mekaniske lydgivende bevægelser vil tillige forplantes gennem skrivemaskinebordet til gulvet og give bygningslyd.

DS 2186, vurdering af lyd-isolation
DS/ISO 31.7 om fysiske størrelser og måleenheder.

BR kap. 9.

$R'_w = 52-55 \text{ dB}$ kan opnås med to adskilte skelet-vægge med $2 \times 9 \text{ mm}$ gips-pudsplader og $2 \times 50 \text{ mm}$ hulrumdæmpning masse $>100 \text{ kg/m}^2$.



S:4:28 Det *energiforbrug*, der sker hver gang svingningerne skal overføres fra et materiale til et andet eller til luft, medfører en dæmpning af svingningerne. Forholdet udnyttes ved udførelsen af *dobbelt vægge*. Man kan opnå en forbedring af reduktionstallet - på 10-12 dB - ved udførelse af dobbelt væg med samme vægt som en massiv væg. Reduktionstallet stiger med stigende afstand mellem væggene, ved anvendelsen af tunge materialer vil allerede en afstand af 30 mm være tilstrækkelig, jo lettere materialer, desto større afstand. I lette vægge bør der tillige anvendes indlæg af lydabsorberende materiale, f.eks. frithængende måtter, til dæmpning af lyden i luftrummet.

S:4:29 Lydisolering er som helhed betragtet i højere grad et spørgsmål om konstruktion end om materialer. Det er f.eks. nødvendigt at sikre sig mod *flanketransmission* både ved gulv, loft og sider ved de nævnte dobbeltvægge, for at opnå fuld virkning af konstruktionen.

Lydbroer må undgås. Enhver fast forbindelse vil danne lydbro, især i tunge vægge er dette af betydning; men også ved udførelsen af svømmende gulve, hvor der f.eks. kan dannes lydbroer af varmerør, der krydser strøer.

S:4:30 Bygningsreglementets krav om *entredøres luftlydisolation* på mindst 32 dB (døre fra lejlighed til fællesrum, f.eks. trapper) kan ikke opfyldes af almindeligt anvendte døre (celledøre Cd med dørpladevægt ca. 10 kg/m^2). Der kan eventuelt anvendes massedøre (Mt, Ax) med dørpladevægt på 27 kg/m^2 og mere. Lyddøre mærket 40, 35 og 30 dB i henhold til DS 1082, kan forventes at opfylde krav om luftlydisolering på 37, 32 og 27 dB.

Lyddøre fremstilles med dørpladetykkelser 80, 60 og 40 mm, med smalle rammer af lamineret træ, helstive dækplader og fritsvingende indlæg af dobb. træfiberplade med mineraluldmellemlæg. De mest lydtætte døre har dobb. anslag, gummitætningslister i karmfalsen. Det er en forudsætning for at opnå den anførte lydisolering, at der stoppes tæt omkring karmen med mineraluld eller andet egnet materiale.

S:4:31 Bygningsreglementets krav om *reducering af støjniveau* i bygninger ved stærkt befærdede veje og jernbaner er ganske strengt. Gadestøjniveaet i byen er 80-90 dB. Til beregning af luftlydisolationen skal anvendes »Beregningsmodel for vejtrafikstøj« rap. nr. 23/1981 fra vejdirektoratet, eller miljømyndigheders målinger. Når trafikstøjen er på mere end 55 dB, skal der foretages isolering, hvis myndighederne forlanger det.

Illustration til den gamle *masselov* se S:4:26
Senere teorier har påvist visse afvigelser i området 20-50 kg/m^2 .

DS 1082 – Klassificering af lyddøre.
Dørbetegnelser se Q:3:5.

DS 1084 – Klassificering af lydisolerende vinduer.

BR 82 har i bilag 3 en tabel over den ved forskellige målte værdier (døgnmiddelniveau 2 m fra facaden) nødvendige lydisolations for vinduer og ydervægge:

$L_{Aeq}(24)$	indtil	55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80 dB
lydisolation R'_w							
vinduer		25	30	35	40	45	50 dB
ydervægge		30	35	40	45	50	55 dB

Massive ydervægge med tykkelser over 230 mm og støbte ydervægge vil uden videre kunne give reduktionstal på over 50 dB og selv i værste fald med enkle foranstaltninger, mindre tykkelsesforøgelse o.l., kunne bringes til at opfylde kravene.

Normalvinduet reduktionstal ligger på 26-30 dB og kan ikke opfylde kravet i BR. Der produceres dog nu lydisolerede vinduer mærket 25-30-35-40-45-50 dB.

Principielt opbygges godkendte vinduer af 3 lag glas: 1 dobb. rude + 1 enkelt glas. Afprøvning foretages på Teknologisk Instituts lydlaboratorium.

Lette ydervægge har et tilsvarende lavt reduktionstal og kan tilmed medføre flanketransmission af luftlyd ved lejlighedsskel og etageadskillelser, medmindre disse skel danner afbrydelser i den gennemgående facade.

Middelreduktionstal for vinduer:

glas lag	tyk mm	afst. mm	dB
1	2-4	-	26-27
2	2	35	27
2	2	80	30
2	2	100	32
2	3	35	30
2	3	80	33
2	4	12	28
2	4	35	30
2	4	80	34

NØDVENDIG I VÆRDI				
UDENDØRS STØJNIVEAU $L(A)_{eq}$, dB (A)	INDENDØRS STØJNIVEAU $L(A)_{eq}$, dB (A)			
	25	30	35	40
≤56	30	25	25	25
56-60	35	30	25	25
61-65	40	35	30	25
66-70	45	40	35	30
71-75	50	45	40	35
76-80		50	45	40
≥81			50	45

INDENDØRS STØJNIVEAU:
25 dB(A): SYGEHUSE, BOLIGER
30 dB(A): BOLIGER, SKOLER
35 dB(A): SKOLER, KONTORER
40 dB(A): KONTORER

Skema med ældre betegnelse (I_a værdi = luftlydisolation).

Y OVERSIGTER

Y:1 Klassifikation

Systematik

Y:1:1 *Klassifikationssystemer* benyttes som ordningssystemer. De muliggør en systematisk sortering af oplysninger. Til betegnelse af systemets forskellige klasser anvendes symboler, der kan anvendes til kodning af oplysningerne.

Y:1:2 *Kodningssystemer er sprog*. Vort alfabet og vort talsystem er sådanne kodningssystemer. Hvert bogstav og hvert ciffer tillægger vi en bestemt betydning, det står som kode for en bestemt lyd eller en bestemt værdi. Det er dette kodningssystem, som gør det muligt at skrive og at læse og at regne skriftligt.

De samme bogstaver benyttes i andre sprog som koder for andre lyde, hvilket gør det vanskeligt at læse fremmede sprog. Talsystemet er derimod internationalt, hvert ciffer tillægges samme værdi overalt i verden.

Y:1:3 Andre internationale kodningssystemer er *nodesystemet*, tegnsætning, trafiksignaler. De grafiske tegn, vi anvender på vore bygningstegninger er også et kodningssystem, som forstås ud over sprogrænserne.

Y:1:4 De bogstaver og tal vi benytter i alfabet og talsystem kan imidlertid benyttes med helt andre betydninger, d.v.s. som kodetegn i forskellige klassifikations-systemer.

Den simpleste klassifikation er rækken, hvor tegnene benyttes i den rækkefølge, de har i alfabet og talrække og klasserne kun betegner en numerisk rækkefølge. Kodningssystemer efter den simple rækkefølge-klassifikation anvendes daglig, f.eks. telefonnumre, tidsangivelser, semesterbetegnelser, parallelklassebogstaver etc.

Mere udbyggede kodningssystemer benytter tegnene i sammenstillinger, hvor deres alfabetiske og numeriske rækkefølge ikke længere har nogen betydning, men hvor de er blevet rene klassifikationssymboler. Eksempler herpå er bygningsreglementets og nærværende bogs kapitel og afsnitinddeling.

Y:1:5 Det internationale klassifikationssystem, UDK, decimalklassifikation, er tilrettelagt efter de behov biblioteksvæsenet har. Det er i Danmark anvendt bl.a. til klassifikation af DS-bladene og benyttes til klassifikation af bøger, tidsskriftartikler, reklametryksager etc.

Det internationale klassifikationssystem tilsigter en gruppering af vor samlede viden efter forskellige synspunkter.

En given oplysning kan klassificeres efter forskellige synspunkter og den samme oplysning kan derfor alt efter synspunkt betegnes med forskellige klassifikationstal. Anvendelse af UDK-systemet til kodningsopgaver i projekteringen er derfor vanskelig.

Y:1:6 Til *kodningsopgaver*, f.eks. koordination af tegninger, beskrivelser og andre projektdokumenter, kræves et system, som har klart og entydigt begrænsede betydninger for de enkelte klasser.

Det oprindeligt svenske, nu internationalt godkendte *SfB-system*, er et klassifikationssystem for byggeriet.

SfB-systemet

Y:1:7 SfB-systemet er oprindeligt udarbejdet for klassificering og kodning af den svenske standardbeskrivelse Bygg-AMA. Det anvendtes første gang ved udsendelse af Bygg-AMA 1950.

SfB-systemet blev hurtigt overtaget af andre lande, bl.a. Danmark, hvor det siden har været benyttet til byggevareregistrering.

I 1972 skete en endelig vedtagelse af SfB-systemets symboler gennem CIB i Rotterdam.

Tilstrækkelig udtømmende behandling af begrebet klassifikation findes i professor Jørgen Jørgensens bog: Indledning til Logikken, Munksgård 1966.

Særlig henvisning til side 34-38: Exkurs over klassifikation og definition og side 112ff: Beskrivelse og Klassifikation.

Al klassifikations vanskelighed er klart udtrykt i denne bog på følgende måde: »For at kunne klassificere tingene må man kende deres væsentlige egenskaber, der kan tjene som inddelingsgrundlag; men hvilke egenskaber, der i denne henseende er væsentligt, kan man først vide, når klassifikationen er foretaget.«

CDU=Classification décimale universelle, dansk UDK.

Et uddrag af UDK-systemet specielt til klassificering af byggelitteratur forhandles under betegnelse ABC.

SfB-systemets tabeller, se Y:1:13.

SfB=Samarbetskomitéen för Byggnadsfrågor.

En beskrivelse af SfB-systemets anvendelse i undervisningen er udgivet 1980 af Byggeteknisk Højskole i København.

Y:1:8 SfB-systemets principper har vist sig egnede til opbygning af kodningssystemer, som kan benyttes ved EDB-behandling af byggesagernes data.

Databehandling og andre udnyttelser af SfB-systemet forudsætter supplementering af systemets faste symboler med frie symboler.

Y:1:9 SfB-systemets koder består af cifre og bogstaver sammensat i en trefaset kode: (21) F g2. Første facet (21), angiver bygningsdel (her ydervæg); anden facet F, angiver konstruktionen (her muret konstruktion), tredje facet g2 angiver ressourcen (materiale, arbejdsydelse, betingelse, i eksemplet tegl).

SfB-systemets symboler er klart definerede. Til hver facet hører en tabel med angivelse af symbolerne og deres betydning. Symbolerne i de tre facetter kan kombineres efter behov. Det er derfor blevet det foretrukne klassifikationssystem for byggeriets dokumenter.

Y:1:10 Bygningsdelstabellens symboler er tocifrede tal i parentes. Tabellen indeholder 10 hovedgrupper, hver med 10 underdelinger.

Bygningsdelen skal opfattes som funktionen, altså funktionen ydervæg og ikke en konkret væg.

Konstruktionstabellens symboler er alfabetets store bogstaver.

Ressourcetabellens symboler er alfabetets små bogstaver, hver kombineret med et ciffer fra 0 til 9.

Y:1:11 Ved at kombinere symbolerne kan man herefter udtrykke teglmursten og drænrør, som begge er af materialet tegl. Teglmursten anvendes i muret konstruktion, symbolet g2 kombineres med F til Fg2. Drænrør anvendes i rørkonstruktion, symbolet g2 kombineres med I til Ig2.

Ved at kombinere symbolerne for bygningsdel og konstruktion, f.eks. (21) F, kan man udtrykke: ydervæg af murværk, eller aktiviteten at opmure en ydervæg.

Ved at kombinere alle tre symboler kan man herefter udtrykke (21) F g2: ydervæg af murværk af teglsten, som er det samme som teglstensydermur, eller teglmursten til anvendelse i ydervæg.

Y:1:12 Man kan ikke ved hjælp af klassifikationssystemet betegne en bestemt byggevarer. Som sagt er g2 klassen af alle teglsten, for at klassificere en bestemt teglstensbyggevarer må der anvendes en tillægskode (katalognummer). Tillægskoder er ikke systematiseret internationalt.

Y:1:13 På de følgende sider gengives et uddrag af SfB-systemets tre tabeller i den fortolkning, der er internationalt vedtaget.

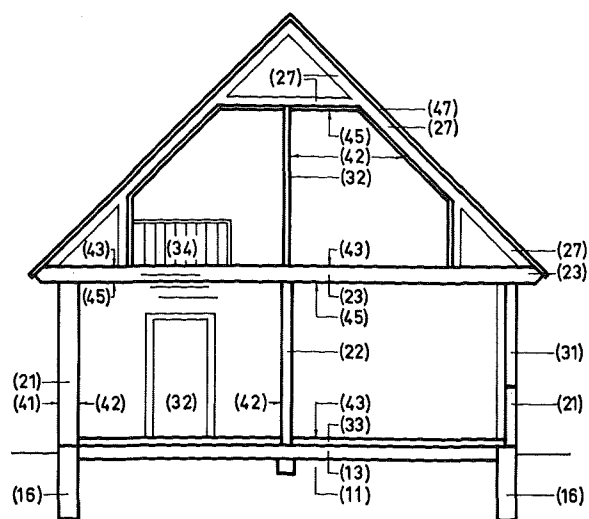
Der henvises i øvrigt til de officielle CIB publikationer. (CIB - Commission Internationale du Bâtiment, Rotterdam).

De virksomheder, der anvender SfB-systemet i databehandlingen, har af økonomiske og tekniske grunde følt sig tvunget til udelukkende at anvende store bogstaver. Ressourcetabellens symboler får der også stort bogstav, koden bliver således (21) FG2 i disse tilfælde.

Konstruktion funktion	ressource
(21)F	g2
aktivitet at opføre en muret ydervæg	ressource materiale tegl
at projektere noget der skal blive til	af noget der forefindes

Eksempler på bygningsdele:

- (12) Fundament
- (13) Terrændæk
- (21) Ydervæg
- (22) Indervæg
- (23) Dæk
- (27) Tagværk
- (31) Ydervægge, komplettering
- (32) Indervægge, komplettering
- (33) Dæk, komplettering
- (34) Trapper og ramper komplettering)
- (41) Udvendige vægoverflader
- (42) Indvendige vægoverflader
- (43) Dækoverflader
- (45) Lofter overflader
- (47) Tage overflader



SfB-systemets tre tabeller

De her gengivne fortolkninger er i overensstemmelse med de senest vedtagne, som på flere punkter afviger fra de hidtil gældende.

Funktionstabel (Bygningsdele og grunddele)

(1) Bygningsbasis

- (10) Terræn
- (11) Fri
- (12) Fundamenter
- (13) Terrændæk
- (14) Fri
- (15) Fri
- (16) Fri
- (17) Fri
- (18) Øvrige
- (19) Sum

(2) Primære bygningsdele

- (20) Terræn
- (21) Ydervægge
- (22) Indervægge
- (23) Dæk
- (24) Trapper og ramper
- (25) Fri
- (26) Altaner
- (27) Tage
- (28) Øvrige
- (29) Sum

(3)

Komplettering

- (30) Terræn
- (31) Ydervægge, komplettering
- (32) Indervægge, komplettering
- (33) Dæk, komplettering
- (34) Trapper, komplettering
- (35) Lofter, komplettering
- (36) Altaner, komplettering
- (37) Tage, Komplettering
- (38) Øvrige, komplettering
- (39) Sum

(4)

Overflader

- (40) Terræn, belægninger
- (41) Udvendige vægoverflader
- (42) Indvendige vægoverflader
- (43) Dæk, overflader
- (44) Trapper, overflader
- (45) Lofter, overflader

- (46) Altaner, overflader
- (47) Tage, overflader
- (48) Øvrige overflader
- (49) Sum

(5) VVS-anlæg

- (50) Terræn
- (51) Affald
- (52) Afløb og sanitet
- (53) Vand
- (54) Luftarter
- (55) Køling
- (56) Varme
- (57) Ventilation
- (58) Øvrige, VVS-anlæg
- (59) Sum

(6) El- og mekaniske anlæg

- (60) Terræn
- (61) Fri
- (62) Højspænding
- (63) Lavspænding
- (64) Elektronik og svagstrøm
- (65) Fri
- (66) Transportanlæg
- (67) Øvrige mekaniske anlæg
- (68) Øvrige elektriske anlæg
- (69) Sum

(7) Inventar

- (70) Terræn
- (71) Teknisk inventar
- (72) Tavler, skilte, skærme
- (73) Opbevaringsmøbler
- (74) Bordmøbler
- (75) Siddemøbler
- (76) Liggemøbler
- (77) Tekstiler og afskærmning
- (78) Øvrige
- (79) Sum

(8) Fri

(9) Fri

Konstruktionstabel

A	Forberedelser. Almindelige forudsætninger. Alment om konstruktioner og omkostninger, herunder interimistiske foranstaltninger. A anvendes endvidere ved kodning af generel information om et materiale (substans) uden relation til nogen konstruktion.	N	Konstruktioner med overlægsplader
B	Nedrivninger og afstivninger	O	Reserveret
C	Udgravninger og tilfyldninger	P	Afretningsslag (vandret og lodret)
D	Reserveret	Q	Vakant
E	Konstruktioner støbt på stedet	R	Pladekonstruktioner
F	Murværk	S	Flisekonstruktioner
G	Råhuskonstruktioner af præfabrikerede elementer	T	Overfladekonstruktioner med banevarer (dog ikke L)
H	Konstruktioner af stænger og profiler	U	Vakant
I	Rør- og kanalinstallationer	V	Påstrøgne overflader samt imprægnering (også påsprøjtede)
J	Konstruktioner med tråd, wire og net m.v.	W	Beplantninger
K	Varmeisolering (lydisolering)	X	Montering af færdigvarer til komplette-ringer - herunder overflader og installationer
L	Beskyttelseskonstruktioner med folie og pap	Y	Reserveret - anvendes ved byggevarekodning til Ikke konstruktionsbestemte varer samt alment
M	Sammenfaldede konstruktioner (blik m.v.)	Z	Reserveret
		-	Reserveret

Ressourcetabel

a	Administration	8	Magnesia
b	Hjælpemidler	9	Andre ubundne mørtler
c	Arbejde		
d	Operationer (arbejde + hjælpemidler)		
e/o	Materialer i form- og færdigvarer		
e	Natursten		
0	Alment	g	Ler (tørret, brændt), jvf. r
1	Granit, basalt, andre eruptive stenarter	0	alment
2	Marmor	1	Ubrændt ler, f.eks. soltørret
3	Kalksten (undtagen marmor)	2	Brændt ler
4	Sandsten	3	Glaseret brændt ler, sintret ler
5	Skifer	4	Reserveret
6	Reserveret	5	Reserveret
7	Reserveret	6	Ildfaste lerprodukter
8	Reserveret	7	Reserveret
9	Andre natursten	8	Reserveret
		9	Andre materialer af tørret eller brændt ler
f	Afbundne mørtler, jvf. q	h	Metal
0	Alment	0	Alment
1	Kalkmørtel	1	Støbejern, smedjern
2	Cementmørtel og beton	2	Stål, blødt stål
3	Terrazzo (kunststen)	3	Stållegeringer, f.eks. rustfast stål
4	Porebeton	4	Aluminium, aluminiumlegeringer
5	Let-tilslagsbeton	5	Kobber
6	Asbestcement m.v.	6	Kobberlegeringer, f.eks. messing, bronze
7	Gips	7	Zink
		8	Bly
		9	Andre metaller, f.eks. tin, krom, nikkel, andre metallegeringer

i	Træ	7	Skumplast
0	Alment	8	Reserveret
1	Konstruktionstræ (styrkeklassificeret)	9	Andre asfalt, samt gummi- og plastmaterialer, blandede naturlige og syntetiske fibre
2	Trælast uklassificeret	o	Glas
3	Ædligere træsorter		Underinddeling vakant
4	Lamineret træ, f.eks. limtræ og krydsfinér, også med færdig overflade	p/s	Materialer i mængdevarer
5	Finér	p	Tilslags- og fyldmateriale
6	Reserveret	0	Alment
7	Reserveret	1	Naturligt fyldmateriale, tilslagsmaterialer
8	Reserveret	2	Kunstige tilslagsmaterialer alment, kunstigt granulat (tungt)
9	andre træsorter og -produkter (bortset fra de under j1, j7, j8 anførte)	3	Kunstigt granulat (ler)
		4	Aske
j	Vegetabiliske og animalske materialer	5	Spåner
0	Alment	6	Pulver
1	Træfibre, f.eks. træfiberplader	7	Fibre
2	Papir, bølgepap	8	Reserveret
3	Vegetabiliske fibre (bortset fra træ)	9	Andre tilslagsmaterialer og løse fyldmaterialer
4	Reserveret	q	Kalk og cement, uafbundne mørtler, beton, jvf. f
5	Bark, kork	0	Alment
6	Animalske fibre, læder	1	Kalk
7	Træspåner (spånplader)	2	Cement
8	Træbeton	3	Murcement (færdigblandede hydrauliske bindemidler)
9	Andre vegetabiliske og animalske formvarer	4	Mørtler, beton, kalkcementmørtler
k	Reserveret	5	Terrazzo og kunststensmørtler
		6	Porebetonmørtler
l	Reserveret	8	Reserveret
		9	Andre kalk- og cementmørtler, asbest-cementmørtel
m	Uorganiske fibre	r	Ler, gips, magnesit og plastbindemidler, uafbundne mørtler, jvf. g
0	Alment	0	Alment
1	Mineraluld/fibre (f.eks. stenudd, glasuld og keramisk uld)	1	Lermørtler
2	Asbestuld/fibre	2	Gips, gipsmørtler
3	Reserveret	3	Magnesit, magnesitmørtler
4	Reserveret	5	Reserveret
5	Reserveret	6	Reserveret
6	Reserveret	7	Reserveret
7	Reserveret	8	Reserveret
8	Reserveret	9	Andre bindemidler og mørtler (bortset fra de under q anførte)
9	Andre uorganiske fibre		
n	Asfalt (bitumen), gummi, plast etc., jvf. s		
0	Alment		
1	Asfalt (bitumen)		
2	Imprægnerede fibre og filt		
3	Reserveret		
4	Linoleum		
5	Gummi (naturlig og syntetisk)		
6	Plast, syntetiske fibre		

s Asfalt (bitumen) jvf. n	2 Tilsætningsmidler
0 Alment	3 Råd-, svampe- og insektbeskyttelsesmidler
1 Asfalt (bitumen), beg, tjære	4 Brandhæmmende midler
2 Reserveret	5 Polermidler, forseglingsmidler, hærdemidler, porefyldningsmidler
3 Reserveret	6 Vandafvisende midler
4 Mastiksasfalt (bitumen med fine fyldstoffer)	7 Reserveret
5 Blandinger af sten og bitumen (grove fyldstoffer med bitumen som bindemiddel)	8 Reserveret
6 Reserveret	9 Andre beskyttelses- og tilsætningsmidler (bortset fra de under v anførte) f.eks. anti-statiske midler
7 Reserveret	
8 Reserveret	
9 Andre asfaltmaterialer	

t/v Funktionsbestemte varer

t Befæstigelsesmidler og fugematerialer

0 Alment
1 Svejsematerialer
2 Loddematerialer
3 Klæbemidler
4 Fugemateriale, kit, mastiks
5 Reserveret
6 Befæstigelses-, lukke- og låseanordninger
7 Bygningsbeslag
8 Reserveret
9 Andre befæstigelsesmidler og fugematerialer

u Beskyttelses- og tilsætningsmidler

0 Alment
1 Rustbeskyttelsesmidler

v Malervarer

Underinddeling ikke fastlagt, men bør omfatte fernisser, lakker, spartelmasser, pigmenter etc.

w Forbrugsvarer

0 Alment
1 Rustfjerningsmidler
2 Reserveret
3 Brændsler (gasformede, flydende og faste)
4 Vand
5 Syrer, alkalier
6 Gødning
7 Rengøringsmidler, afslibningsmidler
8 Reserveret
9 Andre forbrugsvarer

Y:2.4 Tabel 1. Dampdiffusionsevne og dampdiffusionsmodstand

kapitel	materiale	permeabilitet	modstand	kilde
		kg s·m·GPa	s·m·GPa kg	
A:2	fyr og gran	0,001-0,003	1000-333	
	gran = m. fibre	0,08	12,5	
	bøg	0,0026	400	
	uspecificeret, r _e	0,0001-0,006	1000-166	
A:8	krydsfiner	0,010-0,020	100- 50	
	vandfastlimet krydsfiner		3000	Ph
	træfiberplader, porøse	0,020-0,120	50- 8,5	
	træfiberplader, middelhårde	0,006-0,015	166- 66	
	træfiberplader, asfaltimpr.	0,02	50	TfI
	træfiberplader, oliehardede	0,004	250	TfI
	spånplader 650 kg/m ³	0,002-0,004	500-250	
C:2	teglsten 1800 kg/m ³	0,018-0,024	55- 40	
	teglsten Ma 1800, 1450 kg/m ³	0,030-0,060	33- 17	
C:5	kalksandsten	0,012-0,018	84- 55	
	murværk 1530 kg/m ³	0,018	55	
	porebetonblokke 400-650 kg/m ³	0,014-0,040	70- 25	
	porebetonblokke 400	0,008	12,5	
	exlurmursten	0,020-0,040	50- 25	
D:2	muremørtler: K 100/200	0,018	55	
	K C 50/50/750	0,004	250	
	C 100/400	0,002-0,005	500-200	
	pudsemørtler: K 100/1200	0,014	70	
	K C 60/40/800	0,013	77	
	K C 50/50/750	0,012	84	
	K C 35/65/650	0,010	100	
	K C 20/80/550	0,008	125	
	C 100/400	0,006	166	
E:2	grovbeton 2200-2500 kg/m ³	0,0052-0,0060	192-166	
	tæt jernbeton 2400 kg/m ³	0,002	500	
	beton, v/c 0,5	0,009	110	BB
	v/c 0,6	0,010	100	BB
	v/c 0,7	0,011	90	BB
	v/c 0,8	0,013	77	BB
E:6	letbeton 700-1500 kg/m ³	0,018-0,090	55-11	
	træuldbeton 250-500 kg/m ³	0,060-0,100	16-10	
F	metaller	0	∞	
G	plast			
G:2:2	stiv PVC 1380 kg/m ³	-	400.000	Ph
	blød PVC 1190 kg/m ³	-	58.000	Ph
G:2:7	PVAc polyvinylacetat	-	580.000	Ph
G:2:9	PEL og PEH polyethylen	-	2.900.000	Ph
G:2:14	PP polypropylen	-	2.900.000	Ph
G:2:16	PS polystyren	-	290.000-170.000	Ph
	expanderet PS skumplast			
	15 kg/m ³	-	130	Ph
	20 kg/m ³	-	300	Ph
	30 kg/m ³	-	500	Ph
	extruderet PS skumplast			
	40 kg/m ³	-	1.250	Ph
G:2	ABS akrylonitril-styren	-	2.300.000	Ph
G:2:	PMMA polymethylmetakrylat	-	290.000	Ph
G:2:	PA nylon	-	117.000	Ph
G:2:	PTFE teflon	-	3.500.000	Ph
G:2:	PC polycarbonat	-	200.000-120.000	Ph
G:3:2	Fenolskumplast 35-100 kg/m ³	-	300	Ph
G:3:	Karbamidskumplast 20 kg/m ³	-	10	Ph
G:3:	Polyester	-	1.150.000	Ph
G:3:	PUR polyuretan 1200 kg/m ³	-	200.000	Ph
	PUR-skumplast 30 kg/m ³	-	400	Ph
	PUR-skumplast 40 kg/m ³	-	600	Ph
H:1	ren bitumen	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸	∞-1.000.000	
	tagpapper se under Z-værdier			
H:2	glas	0	∞	
	skumglas 150 kg/m ³	-	10.000	Ph
H:3	asbestcement 750-2000 kg/m ³	0,003-0,010	333-100	
H:4	kork 130-300 kg/m ³	0,006-0,036	166-27	
	gummi	10 ⁻⁶ -10 ⁻¹⁰	∞-1.000.000	
	butylgummi 1200 kg/m ³	-	5.000.000	Ph
	mineraluld 10-150 kg/m ³	0,110-0,150	9-6	

kilde Ph: Phønix håndbog tagdækning

kilde TfI: Træfiber Information

kilde BB: Beton-Bogen, CIO 1979

Tallene er omregnet fra de angivne kilder, der alle har ældre enheder. Hvor der ikke er angivet kilde, er ældre kompendiemateriale samt svensk BYGG hd 2 - materiallära benyttet.

Y:2 Materialeoversigter

Dampdiffusionsevne og dampdiffusionsmodstand

Y:2:1 Fugttransporten i byggematerialer er ikke endnu så veldefineret, som varmetransporten. Dels foreligger der for fugttransportens vedkommende endnu ikke entydige forskningsresultater på alle materialeområder og dels har der ikke efter indførelsen af SI-enheder været nogen enighed om, med hvilke enheder permeabiliteten skulle måles.

Usikkerheden på forskningsområdet medfører, at alle talangivelser må tages med forbehold.

Usikkerheden med hensyn til enhed for målingen skulle derimod nu være afklaret. Statens Byggeforskningsinstitut har foreslået, at permeabiliteten

– d – måles i $\frac{\text{kg}}{\text{s}\cdot\text{m}\cdot\text{GPa}}$, som medfører, at de hidtil anvendte talværdier med

trykenheden mmHg umiddelbart kan omregnes med tilstrækkelig nøjagtighed ved at gange med faktor 2.

Det tidligere anvendte begreb PAM, som tillige gjaldt som enhed for modstand, bortfalder helt.

Dampdiffusionsmodstanden (den reciproke værdi af dampdiffusionen)

betegnes $\frac{1}{d}$ og måles i $\frac{\text{s}\cdot\text{m}\cdot\text{GPa}}{\text{kg}}$.

Y:2:2 I praksis har man imidlertid brug for umiddelbar sammenligningsmulighed mellem forskellige materialer i sædvanlige tykkelser, samt materialer, der anvendes som folier o.l. Til brug for disse sammenligninger, for foreløbige materialevalg til konstruktioner etc., kan beregnes og angives en modstandsværdi for en given tykkelse eller et lag. Denne konstruktionsbetingede modstandsværdi kaldes Z-værdien og den måles i

$\frac{\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{GPa}}{\text{kg}}$ pr. mm eller pr. lag.

Y:2:3 De i de efterfølgende tabeller angivne talværdier er omregnede til nærværende publikation efter de angivne kilder. I mange tilfælde angives grænseværdier, fordi materialer optræder med forskellige densiteter og forskellig fugtindhold, som begge er forhold, der har betydning for dampdiffusionen. I andre tilfælde angives middelværdien, som med de anførte begrundelser ikke må antages som absolut værdi.

Bemærk vedr. grænseværdier: det laveste permeabilitetstal gælder for materialet ved højeste densitet, det største modstandstal gælder for materialet ved højeste densitet.

Permaliteten måltet

før i $\frac{\text{g}}{\text{m}\cdot\text{g}\cdot\text{mmHg}}$,

man har senere set bl.a.

$\frac{\text{g}}{\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{mbar}}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{bar}}$

og $\frac{\text{mg}\cdot\text{m}}{\text{h}\cdot\text{N}}$,

Ingen af disse må bruges mere.

Såvel dampdiffusion, som diffusionsmodstanden angives for 1 m tykkelse af materialet.

Y:2:5 Tabel 2. Z-værdier – Konstruktionsmaterialer

	Z-værdi for angiven tykkelse: $\frac{\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot\text{GPa}}{\text{kg}}$
Bogens kapitler	
A træmaterialer	
22 mm brædder, uspecificeret, tørre rum	22,0- 6,0
22 mm brædder, fugtige rum	~ 1,7
28 mm fyrregulvbrædder	28,0-14,0
22 mm bølgegulvbrædder	~9,0
10 mm krydsfinér 500 kg/m ³	1,0- 0,5
12 mm krydsfinér 500 kg/m ³	1,2- 0,6
19 mm krydsfinér 500 kg/m ³	1,9- 0,9
16 mm vandfastlimet krydsfinér 650 kg/m ³	~48,0
12 mm asfaltimpregneret træfiberplade 300 kg/m ³	~0,6
12 mm halvård træfiberplade (byggeplade) 600 kg/m ³	~2,0
22 mm spånplade 600 kg/m ³	11,0- 5,5
C murmaterialer	
110 mm teglsten 1800 kg/m ³	6,0- 4,4
110 mm mangelsten 1800 kg/m ³	3,6- 1,9
110 mm kalksandsten	9,3- 6,0
110 mm exlurmursten	5,5- 2,8
100 mm porebetonblokmur	7,0- 1,3
D pudsmaterialer	
10 mm vægpuds K-mørtel	~0,7
10 mm vægpuds KC-mørtel	~0,8
10 mm sokkelpuds C-mørtel	~1,7
30 mm gulvpuds C-mørtel	~5,0
E beton	
100 mm grovbeton, v/c 0,6, betonelement	~10,0
300 mm grovbeton, kælderydervæg	60,0-30,0
300 mm letbeton	17,0- 3,3
200 mm exlertagplade	~7,0
100 mm træuldbetonplade	~2,5
H pladematerialer	
8 mm fiberbetonplade (asbestcement) 2000 kg/m ³	~6,5
6 mm fiberbetonplade (cellulosefibre) 1400 kg/m ³	~2,3
6 mm glasalplade	~9,0
16 mm kalciumsilikatplade ca. 800 kg/m ³	~1,6
13 mm gipskartonplade	~0,43
H isoleringsmaterialer	
100 mm mineraluld	0,9- 0,6
100 mm polystyren, expanderet skumplast	50-11
100 mm polystyren, ekstruderet skumplast	200-70
100 mm skumglas	~1000
H gulvmaterialer	
8 mm korkgulv	~1,3
5 mm gummigulv	>5000
2,5 mm linoleumgulv	~ 250
2 mm PVC-gulv	~500
supervinylgulv	~100
fugfri gulvbelægning, terrazzo (15 mm)	~10
asfaltgulv (20 mm)	>5000
spartelmasse (f.eks. 1 mm epoxi)	200

Orienterende værdier for almindeligt forekommende materialer i sædvanligvis anvendte tykkelser, beregnet efter de i tabel 1 angivne værdier.

Y:2:6 Tabel 3. Z-værdier – Maling, papir o.l.

	$\frac{s \cdot m^2 \cdot GPa}{kg}$
A træfiberplader (omregnet efter Træfiber-Information 5)	
13 mm porøse (bløde) plader 250-300 kg/m ³	~0,62
13 mm asfaltimpregnerede plader 350 kg/m ³	~0,65
12 mm middelhård byggeplade 600-800 kg/m ³	~1,99
3,2 mm hård normal plade 1000 kg/m ³	~0,46
3,2 mm oliehardt plade 1000 kg/m ³	~0,80
R malingslag (omregnet efter Svend Andersen, malerbogen 2) ifølge kilde gælder tallene for 2 × stryging.	
Kalkfarve, limfarver	~0,20
cementpulvermaling	0,40
plastfacademaling og akrylmaling	1,00-2,50
mat alkydvæg og loftsmaling	2,50-5,00
pigm. eller upigm. træbeskyttelsesmiddel	5,00-7,50
zinkhvidtoliemaling	~10,00
alkydoliemaling	12,00-14,00
alkydmalning - alkydlak	19,00-39,00
klorkautsjuklak	40,00-50,00
to-komp. epoxilak	39,00-72,00
ovntørret alkydlak	~75,00
På basis af ovenstående talværdi kan følgende antages:	
grundning med oliegrunder + 1 stryging med vægmaling	~5,00
grundning, 2 × stryging + lakering	~35,00
Teknologisk Instituts publikation REParationsmaling 75 anvender klassifikationsbogstaverne A-F med ca. værdier. Her findes yderligere følgende malinger:	
kunstgummifacademaling	0,25-1,0
silicone-emulsionsmaling	0,25-1,0
silikatmaling	<0,25
papirtapeter, også vaskbare	<2,5
vinyltapeter	15-40
plastvægbeklædning	40-50
betongulvmaling	15-40
flerfarvemaling med beskyttelseslak, plastgulvmaling, akrylplastgulvmaling	0,25-2,5
epoxi- og isocyanatgulvmalinger	40-50
H tagpapir	
(omregnet efter Phønix håndbog tagdækning 1979)	
primer pr. 0,25 kg/m ²	~ 30
klæbeasfalt ca. 1 mm = 1 kg/m ²	~ 200
dækasfalt ca. 3 mm = 3 kg/m ²	~ 700
underpap RF 2000	~ 290
underpap GF 2000	~ 690
underpap PF 2000	~ 560
vejseunderpap GF 3000	~ 1160
overpap PF 4000	~ 870
overpap RF 4500	~ 600
overpap GV 6000	~ 1440
overpap RF 3500	~ 390
bitumenplade JV 4000/3 mm	~ 870
bitumenplade JV 6400/5 mm	~ 1740
bitumenplade GV 4000/3 mm	~ 1150
bitumenplade GV 6400/5 mm	~ 1740

Orienterende værdier for angivne tykkelser eller materialer (folier) omregnet efter angivne kilder

H vindtæt pap (diffusionsåben)	
isoleringspap RF 650	~ 25
gulvpap, uimprægneret pap 350-500 g/m ²	10-20
H dampspærre (diffusionstæt)	
dampspærre asfaltpap GF/ALU 2100	>6000
dampspærre bitumenplade GV/ALU 6400/5 mm	>6000
dampbremse ALU 100 g/m ²	~150
polyetylenfolie 0,1 mm	~250
polyetylenfolie 0,15 mm	~375

Y:2:7 Smeltetemperaturer:

	°C		
Aluminium	658	Kobber	1080
Bitumen		Magnesium	650
(kugle og ring)	27-75	Messing	900
Bly	327	Nikkel	1453
Bronze	900	Smedejern	1510
Chrom	1615	Stål	1400
Glas	1000	Tin	232
Gummi	125	Titan	1820
		Zink	420

Y:2:8 Varmeakkumulationsevne

Materialers varmeakkumulationsevne måles som en funktion af densitet og varmfylde. SI-enheder: densitet kg/m³, varmfylde J/(kg·K), varmeakkumulationsevne J/(m³·K). Efter den svenske »Handboken BYGG T« tabel MO2: I gengives her varmfyldeerne for forskellige byggematerialer og de beregnede varmeakkumulationsevner:

	J/(kg·K)	beregnet varmeakkumulationsevne:
Vand (20°C)	4181	4000
Beton 2300 kg/m ³	879	2000
Letbeton, autoklaveret (Porebeton 400-600 kg/m ³)	1004-1088	500
Teglsten, generelt	880	1500
Stål	460	3200
Aluminium, ulegeret	879	2300
Træ, generelt	2721	1400
Korkplader	1674-2093	330
Mineraluld	653	75

Jo større varmeakkumulationsevnen er, desto større varmemængde medgår til at hæve stoffets temperatur og desto længere tid medgår til at sænke stoffets temperatur.

Y:2:9 Byggeteknisk vigtige grundstoffer

navn	symbol	atom nummer	relativ atommasse	valens
aluminium	Al	13	26,97	3
antimon, stibium	Sb	51	121,76	3,5
bismuth	Bi	83	209,00	3,5
bly, plumbum	Pb	82	207,21	2,4
bor	B	5	10,82	3
brint, hydrogen	H	1	1,008	1
brom	Br	35	79,916	1,3,5
cadmium	Cd	48	112,41	2
calcium	Ca	20	40,08	2
carbon, kulstof	C	6	12,01	4
chlor	Cl	17	35,45	1,3,5
chrom	Cr	24	51,01	2,3,6
cobalt	Co	27	58,94	2,3,4
fluor	F	9	19,00	1
fosfor, phosphorum	P	15	31,0	3,5
guld, aurum	Au	79	197,20	1,3
helium	He	2	4,003	0
ilt, oxygen	O	8	16,00	2
iridium	Ir	77	193,10	4
jern, ferrum	Fe	26	55,85	2,3
jod	J	53	126,92	1,3,5
kalium	K	19	39,1	1
kobber, cuprum	Cu	29	63,54	1,2
kviksølv, hydrargyrum	Hg	80	200,61	1,2
kvælstof, nitrogen	N	7	14,008	3,5
magnesium	Mg	12	24,32	2
mangan	Mn	25	54,93	2
molybdæn	Mo	42	96,0	2
natrium	Na	11	23,0	1
nikkel	Ni	28	58,69	2,3,4
osmium	Os	76	190,2	4
palladium	Pd	46	106,7	2,4
platin	Pt	78	195,23	2,3,4
selen	Se	34	78,96	2,4,6
silicium	Si	14	28,06	4
svovl, sulfur	S	16	32,066	2,4,6
sølv, argentum	Ag	47	107,88	1
tin, stannum	Sn	50	118,69	2,4
titan	Ti	22	47,90	2,3,4,6
thorium	Th	90	232,12	4
uran	U	92	238,07	3
vanadium	V	23	50,95	2
wolfram	W	74	183,92	2
zink	Zn	30	63,38	2

Y:2:10 Vigtige salte og deres dannelse

Syrer	hydrogenchlorid	hydrogennitrat	dihydrogensulfat	dihydrogen-carbonat	a) kemisk betegnelse
Baser	HCl saltsyre	HNO ₃ saltpetersyre	H ₂ SO ₄ svovlsyre	H ₂ CO ₃ kulsyre	b) formel c) populær bet.
kaliumhydroxid KOH kalilud ætskali	kaliumchlorid KCl sylvin Stassfurter salt	kaliumnitrat KNO ₃ kalisalpeter salpeter	kalium sulfat K ₂ SO ₄	kaliumcarbonat K ₂ CO ₃ potaske	a) b) c)
natriumhydroxid NaOH natronlud æstnatron	natriumchlorid NaCl kogsalt	natriumnitrat NaNO ₃ natronsalpeter Chilesalpeter	natriumsulfat NaSO ₄ glaubersalt	natriumcarbonat NaCO ₃ soda	a) b) c)
bariumhydroxid Ba(OH) ₂ barytvand	bariumchlorid BaCl ₂	bariumnitrat Ba(NO ₃) ₂	bariumsulfat BaSO ₄ tungspat	bariumcarbonat BaCO ₃ witherit	a) b) c)
calciumhydroxid Ca(OH) ₂ kalkvand	calciumchlorid CaCl ₂	calciumnitrat Ca(NO ₃) ₂ kalksalpeter Norgesalpeter	calciumsulfat CaSO ₄ gips, anhydrit	calciumcarbonat CaCO ₃ kalksten	a) b) c)
magnesium-hydroxid Mg(OH) ₂	magnesium-chlorid MgCl ₂	magnesiumnitrat Mg(NO ₃) ₂	magnesiumsulfat MgSO ₄ bittersalt engelsk salt	magnesium-carbonat MgCO ₃ bitterspat magnesit	a) b) c)
	chlorider	nitrat	sulfater	carbonater	

Y:2:11 Radioaktiv stråling fra visse byggematerialer

Radioaktiv stråling afgives af alt i vore omgivelser. Bjergarter indeholder forskellige mængder radioaktive stoffer, mest findes i granit og skifre. Byggematerialer fremstillet af ler og sand vil derfor indeholde radioaktive stoffer i forskellig mængde. Den radioaktive aktivitet (kerneomdannelse pr. sekund) måles i curie (Ci), praktisk anvendt enhed picocurie pCi. Radioaktive stoffer, der giver anledning til *gammastråling*, kan forårsage nogen strålingsdosis i dybden af menneskelegemet. Et aktivitetsindhold på under 20 pCi/g anses for lavt.

Aktivitetsindhold i visse byggematerialer:

materiale	total aktivitet fra γ -stråling
beton	9– 17 pCi/g, middelværdi 12 pCi/g
betongrus	1– 42 pCi/g, – 11 pCi/g
cement	3– 15 pCi/g, – 8 pCi/g
porebeton, sandbas.	2– 24 pCi/g, – 13 pCi/g
porebeton, skiferbas.	49–144 pCi/g, – 98 pCi/g
teglsten	11– 26 pCi/g, – 19 pCi/g

Denne radioaktive stråling stammer fra Thorium 232, Radium 226 og Kalium 40. Ved henfald af radium dannes først den radioaktive luftart radon, der siver ud af byggematerialerne og forårsager *alfastråling*. Radonindholdet måles i enheden bequerel pr. kubikmeter, Bq/m³. Det gennemsnitlige radonindhold i danske boliger er ca. 50 Bq/m³, lavest i etageboliger og højest i enfamiliehuse, da det væsentligste bidrag til radon i indeluften kommer fra jorden og en mindre del fra byggematerialerne.

I Sverige og Finland er der bestemmelser om hvor højt indholdet af radon må være. I nye boliger må indholdet højst være 140 Bq/m³ i Sverige og 200 Bq/m³ i Finland. For eksisterende boliger er grænsen så høj som 800 Bq/m³ i både Sverige og Finland.

Efter »Strålingen i våra bostäder«, information från statens strålskyddsinstitut, Stockholm 1976.

Radon i boliger, SBI-pjece, Statens Byggeforskningsinstitut, 1987

Resumé af undersøgelse af naturlig stråling i danske boliger, Statens Institut for Strålehygiejne, Sundhedsstyrelsen, 1987.

Indeklimaet i boligen, SBI-anvisning 152, Statens Byggeforskningsinstitut, 1986.

Y:3:1 Ordliste

absorption opslugning af væske i fast stof; lydabsorption er opsamling af lydølger i fast stof under omdannelse af lydenergi til varme.
accelerere fremskynde en tilsigtet proces.
amorf uden form, ukrySTALLINSK.
anisotropi uensartede fysiske egenskaber i forskellige retninger i et stof (modsatning isotropi).
brudgrænse den påvirkning, hvorved brud i materialet fremkaldes.
bøjning spænding opstået ved bue- eller vinkelformet deformation, hvorved der samtidig opstår tryk og træk i konstruktionsdelen.
celle 1) lukket hulrum i stof 2) levende celle i f.eks. træ – se iverigt skum.
deformation formændring; efter en elastisk deformation vil emnet vende tilbage til sin oprindelige form, efter en plastisk deformation vil emnet få en varig formændring.
desorption afgivelse af vanddamp.
diffusion egentlig spredning; benyttes som betegnelse for vanddamps vandring gennem et stof på grund af forskel i partialtryk eller temperatur.
dispersion proces, hvorved et stof finfordes (dispergeres) i et andet til et kolloid system (s.d); benyttes ofte som betegnelse for selve opslemningen.
duktilitet strækkelighed; specielt om metallers, bituminøse stoffers og plasters evne til at tåle plastiske deformationer uden brud.
elasticitet et materiales evne til at tåle deformationer, der giver formændringer, og efter påvirkningens ophør atter at antage den oprindelige form (stor elasticitet = materialet tåler påvirkninger, der giver store deformationer = lille elasticitetsmodul).
elasticitetsmodul målestok for et materiales elasticitet, udtrykt ved den påvirkning materialet kan tåle uden at få varig deformation (stor E-modul = tåler store påvirkninger).
element (lat. grundbestanddel) matematisk enhver bestanddel af en given klasse; benyttes i byggeriet som betegnelse principielt for enhver byggevare, der udgør en bestanddel af en bygning eller bygningsdel, specielt for fabriksfremstillede byggevarer, der i ensartede eksemplarer monteres uden tildannelse på byggepladsen; i den sidste betydning indgår element i sammensætninger som elementbyggeri, facadeelement o.l.
emulsion kolloid system (s.d) af to væsker.
erosion nedbrydning ved mekanisk påvirkning.

extrudering strengpresning af et blødt materiale eller et materiale i plastisk form gennem en dyse.
faktur stoffets overflade som resultat af bearbejdning.
film belægning (hinde, lag) på et andet emne.
finér tynde træplader (se kap. A).
flydegrænse den påvirkning, hvorved materialet vil få plastiske deformationer; man siger, at materialet er fluidt = tungt flydende når det er bragt i plastisk tilstand og før brudgrænsen er nået.
folie tyndt, plant emne, hvor dimensionen (tykkelsen) er så lille, at emnet ikke er stift (se modsat plade).
forskydning spænding opstået ved samtidige parallelle, men modsat rettede påvirkninger.
homogen indeholdende ensartede bestanddele; om materialer med forskellige bestanddele, når disse er ensartet fordelt og har ensartede kornstørrelser, eventuelt ensartet porestruktur.
hygroscopicitet egentlig vandsugende evne; angiver et stofs tilbøjelighed til at tilpasse sig omgivelsernes fugtighedsforhold.
hårdhed evne til at modstå et andet fast stofs indtrængen; overfladehårdhed kaldes slidfasthed.
isotropi ens fysiske egenskaber i alle retninger i et stof (modsatning anisotropi).
kalcinerings (kalcination) ophedning af stoffer (oprindelig kun metaller, nu i bredere betydning) for at få dem til at afgive eller let destruerbare forbindelser; kalkbrænding er efter denne definition en kalcineringsproces; kalcineret flint er flint omdannet til et hvidt stof ved ophedning.
kapillarer eller *kapillærer* (efter latin capillus – hår) hårkar; kapillarstruktur se nærmere kap. S:2.
kolloid system kemisk system bestående af to stoffer, hvoraf det ene er meget finkornet fordelt i det andet; kolloider er stoffer, der ikke opløses, men kun opslemmes (dispergeres) i et andet stof; kolloide stoffer har en finkornethed på 10⁻⁴–10⁻⁶ mm. Kolloide systemer er: røg = faste partikler i luft, tåge = flydende partikler i luft, skum = luftformige partikler i væske, emulsion = flydende partikler i væske, suspension = faste partikler i væske. Kolloide systemer kaldes også disperse systemer eller dispersioner.
konstant uforanderlig størrelse; i forbindelsen materialekonstant – værdien af et givet materiales fysiske reaktion sat i forhold til mængden; i forbindelsen konstruktionskonstant – værdien af en given konstruktions fysiske reaktion (eksempel) varmeledningstallet er en materialekonstant, u-værdien er en konstruktionskonstant).
korrosion nedbrydning ved kemisk påvirkning.

lamel (efter latin lamella, diminutiv til lamina – tynd metalplade) indgår i mange forbindelser som betegnelse for en tynd pladeformet struktur, 1) lamelvampens sporebærende lameller, 2) lameller i cellevæggene i ved, 3) lamelplader det samme som møbelplader, 4) lameller i limtræ; som 5) laminat findes ordet i plastproduktionen.
laminat se lamel
permeabilitet et stofs gennemtrængelighed for væsker og/eller luftarter; et materiale er permeabelt, når dets stof er permeabelt, mens man ikke taler om permeabilitet, når gennemtrængeligheden skyldes porer i materiale af ikke permeabelt stof.
plade 1) tyndt, plant emne, hvor tykkelsen er så stor, at emnet er stift, og beholder pladeformen også under belastning; tykkelsen er afhængig af plademateriale. 2) i konstruktionsprog betegnelse for et legeme, som i vandret plan kan opfylde bærende funktion – det tilsvarende udtryk for et legeme, som opfylder bærende funktion i lodret plan er skive.
plasticitet et materiales evne til at tåle deformationer, der giver vedvarende formændringer.
pore (efter græsk póros – gennemgang, vej) – åbning i stof, hvorved gennemgang af andet stof i væske og luftbase muliggøres. Pore anvendes også som betegnelse for hulrum (blærer) i materialer (se porøs og skum).
porøs afledt af pore – et stof er porøst, når det indeholder hulrum (blærer), der er i indbyrdes forbindelse (betegnelsen benyttes ofte tillige om stoffer, der indeholder hulrum uden indbyrdes forbindelse, se skum).
retardere forsinke, hæmme en tilsigtet proces.

reversibel en proces er reversibel, når den kan gentages.
sejhed stor elasticitet (modsat skørhed).
skum oprindelig betydning tyndt dækkende lag – benyttes her i bogen om et stof med fast struktur, der indeholder hulrum (celler) uden indbyrdes forbindelse, for at adskille disse stoffer fra porøse stoffer (se porøs).
skørhed lille elasticitet, lille evne til at tåle selv små deformationer (modsat sejhed).
slidfasthed overfladehårdhed (se hårdhed).
struktur stoffets uforanderlige opbygning.
styrke evne til at tåle påvirkninger, der fremkalder spændinger i materialet, uden at dette sønderledes ved nedbrydning af dets indre sammenhæng; se også: brudgrænse, bøjning, flydegrænse, forskydning, hårdhed, tryk, træk, vridning.
suspension kolloid system (s.d.) af fast stof i væske.
svamp – benyttes om et stof med elastisk struktur, der indeholder celler (se i øvrigt skum).
tekstur stoffets foranderlige, organisk opståede overflade.
tixotrop slamagtig; tilstand, hvor et stof i hvile vil være tæt og geleagtig, men ved omrøring bliver flydende.
tryk spænding opstået ved forkortende deformation.
træk spænding opstået ved forlængende deformation.
vridning spænding opstået ved samtidige påvirkninger med forskellig retning.

Se også emneregister under stikord definitioner.

Y:3:2 Græsk alfabet

A	α	alpha (udtal alfa)	N	ν	ny
B	β	beta	Ξ	ξ	xi
Γ	γ	gamma	O	ο	omikron
Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ε	epsilon	P	ρ	ro
Z	ζ	zeta	Σ	σ	sigma
H	η	eta	T	τ	tau
Θ	θ	theta	Υ	υ	ypsilon
I	ι	iota	Φ	φ	phi (udtal fi)
K	κ	kappa	X	χ	chi
Λ	λ	lambda	Ψ	ψ	psi
M	μ	my	Ω	ω	omega

Y:3:3 SYMBOLER OG SI-enheder

latinske bogstaver som symboler

Opmærksomheden henledes på, at man i statikken, især jernbeton, anvender en lang række af de nævnte symboler med afvigende betydning.

a	temperaturledningstal målt i m^2/h
b	et rektangulært tværsnits bredde
c	varmefylde $\frac{J}{kg \cdot K}$
°C	temperaturangivelse, Celsiusgrader
d	diameter
d	dampdiffusionstal målt i $\frac{kg}{s \cdot m \cdot GPa}$ (materialekonstant)
dB	decibel, enhed for lydindtryk
E	elasticitetstal, materialekonstanten E-modul
h	et rektangulært tværsnits højde, højden i en trekant
h	time
Hz	afledt SI-enhed for frekvens, hertz Hz
I _a	luftlydisolationsværdien, målt ved reduktionstallet i dB
I _i	trinlydisolationen, målt ved reduktionstallet i dB
J	afledt SI-enhed for energi og arbejde, joule $J = N \cdot m$
k	korde i en cirkel
kg	SI-enhed for masse, kilogram
K	SI-enhed for temperatur, Kelvin
l	teoretisk længde i beregninger, et rektangulært tværsnits længde, buelængde
L	lydtryksniveau, målt i dB
m	SI-enhed for længde, meter
m _d	dampdiffusionsmodstandstal (reciprok værdi af d) målt i $\frac{s \cdot m \cdot GPa}{kg}$
N	afledt SI-enhed for kraft, newton $N = kg \cdot m/s^2$
p	vanddamps partialtryk målt i Pa
P	porøsitet målt i %
p _v	vindtryk målt i kg/m^2
Pa	afledt SI-enhed for tryk, pascal $Pa = N/m^2$
r	radius

R	bygningsdelens lydreduktionstal, målt i dB
RF	rumfugtighed målt i %
s	SI-enhed for tid, sekund
T	efterklangstid, målt i s
U	varmetransmission, målt i $\frac{W}{m^2 \cdot K}$ (konstruktionskonstant)
v	vindhastighed målt i m/s
v/c	vandcementtal
W	afledt SI-enhed for effekt, watt $W = J/s$
Z	Z-værdien angiver dampdiffusionsmodstanden for et materiale ved en given tykkelse eller pr. lag og måles i $\frac{s \cdot m^2 \cdot GPa}{kg}$
∅	(egentlig stort phi, græsk bogstav) – diameter, f.eks. i rundjern, målt i mm
Å	Ångstrøm, mål for bølgelængde (ikke SI) = $10^{-10}m$

græske bogstaver som symboler

α	alfa – 1) absorptionskoefficient, lydabsorption, forholdet mellem absorberet energi og indfaldende energi (dimensionsløst) 2) udvidelseskoefficient for længdeudvidelse ved 1 °C opvarmning målt i mm/m (materialekonstant)
β	beta – statik symbol
γ	gamma – densitet (eller volumenmasse) målt i kg/m^3 (materialekonstant)
ε	epsilon – statik symbol
η	eta – statik symbol
κ	kappa – statik symbol (Ostenfeldts søjleformel)
λ	lambda – varmeledningstal målt i $\frac{W}{m \cdot K}$ (materialekonstant)
μ	my = $10^{-6} = 0,001 mm = 1/1000 mm$
π	pi – matematisk symbol, forhold mellem cirkel, omkreds og diameter
ρ	rho – absolut densitet målt i kg/m^3
σ	sigma – statik symbol for spænding, målt i Pa
Σ	stort sigma – summationstegn
τ	tau – statik symbol, forskydningspænding
φ	phi (udtalt fi) – 1) RF målt i % 2) statik symbol, armeringsprocent
Φ	stort phi – statik symbol, armeringsgrad

Y:3:4 SI præfixer

benævnelse	symbol	talfaktor	eksempel	
exa	E	10^{18}	1 exajoule	1 EJ
peta	P	10^{15}	1 petameter	1 Pm
tera	T	10^{12}	1 terajoule	1 TJ
giga	G	10^9 (1 000 000 000)	1 gigapascal	1 GPa
mega	M	10^6 (1 000 000)	1 meganewton	1 MN
kilo	k	10^3 (1 000)	1 kilowatt	1 kW
(deci)	d	10^{-1} (0,1)	1 decimeter	1 dm)*
(centi)	c	10^{-2} (0,01)	1 centimeter	1 cm)*
milli	m	10^{-3} (0,001)	1 milliamperere	1 mA
mikro	μ (my)	10^{-6} (0,000 001)	1 mikrometer	1 μm
nano	n	10^{-9} (0,000 000 001)	1 nanometer	1 nm
piko	p	10^{-12}	1 pikofarad	1 pF
femto	f	10^{-15}	1 femtometer	1 fm
atto	a	10^{-18}	1 attosekund	1 as

*) deci og centi bør undgås, bortset fra volumenenheder.

Y:3:5 SI-enheder

SI er en forkortelse for »Det internationale enhedssystem«. Det er et enhedssystem, der er udarbejdet af den internationale komité for mål og vægt (CIPM) og senere godkendt på en række Generalkonferencer for mål og vægt (CGPM).

Det internationale enhedssystem SI er pr. 1. juli 1977 gældende måle- og enhedssystem i Danmark.

Systemet består af 7 grundenheder:

meter	(m)	for grundstørrelsen	længde
kilogram	(kg)	–	masse
sekund	(s)	–	tid
ampere	(A)	–	elektrisk strømstyrke
kelvin	(K)	–	termodynamisk temperatur
candela	(cd)	–	lysstyrke
mol	(mol)	–	stofmængde

2 såkaldte supplerende enheder:

radian	(rad)	for vinkel
steradian	(sr)	– rumvinkel

samt en lang række afledede enheder, idet enheder for alle andre fysiske størrelser dannes som afledede enheder på grundlag af grundenhederne og de supplerende enheder. F.eks. er den afledede enhed for hastighed meter per sekund (m/s).

Nogle af systemets afledede enheder har fået særlige navne og symboler; som eksempel kan nævnes:

newton	N	for kraft ($kg/m \cdot s^2$)
joule	J	– energi, arbejde, varmemængde (Nm)
watt	W	– effekt (Nm/s)
pascal	Pa	– tryk og spænding (N/m^2)

De grundlæggende, supplerende og afledede enheder kaldes *SI enheder*.

Størrelser og enheder

Areal	m^2
Densitet	kg/m^3
Effekt	$W = J/s$
Energi	$J = Nm = Ws$
Frekvens	$Hz = 1/s$

Regler for brugen af enheder fra det internationale enhedssystem: DS 2002 og Handelsministeriets bekendtgørelse nr. 320

Dansk Standardiseringsråds SI-pjece, NKB-skrift nr. 16 nov. 1970: Måtteheter enligt SI, samt BST byggestandardiseringen: SI enheter för byggbranchen.

Almindeligt brugte enheder, som må bruges sammen med SI-enheder og SI-præfixer: masse t (ton) = $10^3 kg$ volumen = l (liter) = $1 dm^3$ samt for tid: dag, time og minut for vinkel: grad, minut og sekund.

Inertimoment	m ⁴
Kraft	N = kg·m/s ²
Luftryk	Pa (bar er tilladt, 1 bar = 100 kPa)
Længde	m
Masse	kg
Modstandsmoment	m ³
Rumfang = volumen	m ³
Spænding	Pa
Temperatur (forskel)	K
Temperaturangivelse	°C
Tid	s
Tidsangivelse	time, minut, sekund
Tryk	Pa = N/m ²
Tyngde	N
Tæthed ~ densitet	kg/m ³
Varmefylde	J/(kg·K)
Varmeledning	W/(m·K)
Volumen	m ³
Vægt	er masse, evt. tyngde – en vægt er til at veje med.

Y:3:6 Godkendelses- og kontrolordninger for byggevarer

Statens Byggeforskningsinstitut har udsendt SBI-anvisning 122: »Godkendelses- og kontrolordninger for byggevarer«. Anvisningen giver en oversigt over alle godkendelses- og kontrolordninger etableret i henhold til Bygningsreglementet, Normer og danske standarder.

Bygningsreglementet (BR) indeholder bestemmelser om at visse elementer til byggeri skal være omfattet af en af boligministeriet godkendt kontrolordning. Reglementet henviser til forskellige normer og standarder, der foreskriver, at produktionen af visse byggevarer skal være omfattet af en anerkendt kontrolordning.

Anvisningen har til formål at give en samlet oversigt over kontrolordningerne og de dertil knyttede kontrolafmærkninger for byggevarer.

De på side 306 gengivne mærker har særlig tilknytning til materialekontrol.

Y:3:7 Byggeloven og tekniske godkendelser

EF's indre marked har for byggesektorens vedkommende bl.a. betydet, at der er blevet etableret europæiske, tekniske godkendelser, benævnt som ETA (European Technical Approval), således er der i dag oprettet et ETA-Danmark.

Y:3:8 Baggrunden for tekniske godkendelser

I bygningsreglementet er de teknisk-konstruktive krav hvor det er muligt, udtrykt som funktionskrav, d.v.s. bestemmelser, der fastsætter de overordnede krav til konstruktioner og installationer uafhængigt af materialevalg og teknologi.

Imidlertid har det ikke altid været muligt at opstille disse funktionskrav eller at gøre dem tilstrækkeligt entydige.

Boligministeriet har derfor siden midten af 60'erne drevet godkendelsessekretariater for materialer og konstruktioner – MK – og vand- og afløbsmateriel – VA.

Godkendelser givet herfra tjener til dokumentation af, at de godkendte produkter opfylder de funktionskrav, der er fastsat i bygningsreglementet.

Statens tekniske prøvenævn (STP), Register over autoriserede laboratorier 1980, er en oversigt over laboratoriernes arbejdsområder, prøvningsområder, og emneregister for materialeprøvning. Registret kan rekvireres hos STP, som hører under Teknologistyrelsen.

Y:3:9 Byggevaredirektivet og bygningsreglementet

I forbindelse med harmoniseringsprocessen i EF's indre marked, er udarbejdet en lang række direktiver, som medlemslandene skal efterleve for at sikre en fri varebevægelighed og afskaffelse af tekniske handelshindringer.

Et af disse er byggevaredirektivet, som er et rammedirektiv der fastlægger nogle overordnede krav – kaldet de væsentlige krav – som et bygværk skal opfylde for at være i overensstemmelse med direktivet.

Byggevaredirektivet bygger på det samme princip som det danske bygningsreglement ved at beskrive ydeevne og funktionskrav.

De væsentlige krav der stilles er:

- 1) Mekanisk modstandsdygtighed og stabilitet
- 2) Brandsikring
- 3) Hygiejne, sundhed og miljø
- 4) Sikkerhed ved anvendelsen
- 5) Beskyttelse mod støjgener
- 6) Energibesparelser og varmeisolering

Disse krav skal udmøntes i tekniske specifikationer, som kan være enten harmoniserede standarder eller europæiske tekniske godkendelser. Disse specifikationer udarbejdes af standardiseringsorganisationerne i forening og af EOTA, som er den europæiske organisation for udarbejdelse af retningslinierne for de tekniske godkendelser.

De tekniske specifikationer udarbejdes på mandat fra EF-Kommissionen til de ovennævnte organisationer, men for at give de væsentlige krav konkret indhold udarbejder kommissionen et basisdokument – et forklaringsdokument – for hvert af de væsentlige krav som grundlag for udstedelsen af mandaterne.

I de tekniske specifikationer indarbejdes sikkerhedsniveauer således, at det enkelte land kan vælge hvilket et af de angivne niveauer, der skal være gældende i landet. Det betyder derfor også, at det ikke er sikkert, at det er det samme niveau i alle medlemslandene, men blot skal det være et niveau, der indgår i de tekniske specifikationer og derigennem er kendt i alle medlemslandene.

Det er dog en betingelse, at de harmoniserede standarder og retningslinierne for de tekniske godkendelser respekteres i alle medlemslandene, i praksis ved, at de erstatter de tilsvarende nugældende nationale specifikationer, således at det i fremtiden vil være de fælles specifikationer, der anvendes i alle landene i fællesmarkedet, og EFTA-landene efter særlige aftaler.

Y:3:10 Europæisk teknisk godkendelse

Som noget specielt for byggevaredirektivet har man her indført begrebet europæisk teknisk godkendelse, som kan sammenlignes med de danske MK- og VA-godkendelser.

Det er gjort af hensyn til den industri, der produktudvikler eller laver produkter/konstruktioner i et begrænset antal eller som enkeltstykkeproduktion og derfor ikke vil falde ind under en harmoniseret standard.

En teknisk godkendelse kan derfor gives til:

- 1) produkter for hvilke der ikke udarbejdes fælles standarder
- 2) nye varer
- 3) varer, der gennemgår en hurtig teknologisk udvikling
- 4) varer, der afviger betydeligt fra harmoniserede standarder
- 5) sammensatte elementer/konstruktioner
- 6) utraditionel anvendelse af eksisterende varer

Europæisk teknisk godkendelse henvender sig direkte til industrien, idet godkendelserne beskriver en bestemt vares anvendelse til et bestemt formål og deklarerer vares egenskaber til dette formål efter fælles retningslinier.

Godkendelserne udarbejdes af de autoriserede organer i hvert medlemsland, baseret på fælles retningslinier kaldet »guidelines« ligesom det også er kendt i Danmark.

Når en godkendelse er givet, kan den pågældende vare frit omsættes til den angivne anvendelse i hele fællesskabet, uden at modtagerlandet kan stille yderligere betingelser eller forlange supplerende prøver eller oplysninger om vares egenskaber til formålet.

Generelt kan det fastslås, at det system, der stiles imod fra EF-kommissionens side, i sin natur ligger tæt op af den danske/nordiske tradition ved at være ydeevneorienteret og åbne mulighed for en kreativ tankegang, hvor den enkelte får størst mulig udfoldelsesmulighed og ansvar.

Y:3:11 Byggeindustrien og det indre marked

En af hensigterne med etableringen af et fælles marked – det indre marked – er at skabe de bedst mulige betingelser for erhvervslivet ved at fjerne de tekniske handelsbarrierer.

Et af midlerne er som ovenfor nævnt, at de varer, der handles over landegrænserne skal opfylde de krav, som fællesmarkedet er blevet enige om og som er beskrevet i de fælles tekniske specifikationer, harmoniserede standarder eller europæisk tekniske godkendelser. Det betyder, at det skulle blive betydeligt lettere for erhvervet at producere til eksportmarkederne, da produktvarianter vil blive minimeret og det på forhånd vil være kendt hvilket niveau indenfor en kendt specifikation et land henviser til, og efterleves dette, kan varen frit omsættes i et andet land uden yderligere prøvninger eller godkendelser.

Y:3:12 Byggeveddirektivets indførelse

Fra byggeveddirektivet var blevet godkendt af EF-kommissionen den 27. december 1988, har hvert medlemsland haft 30 måneder til at bringe dets indhold til virkning ved at tilnærme de nationale bygningsbestemmelser i overensstemmelse med direktivet.

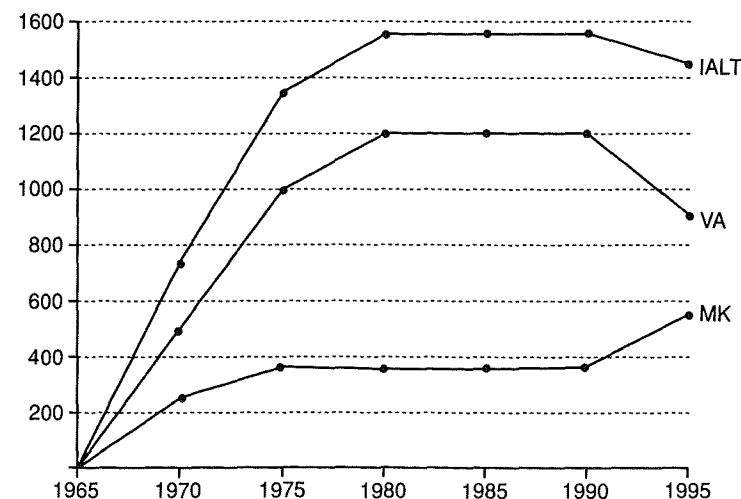
Det betyder, at den danske byggelov den 27. juni 1991 skal være tilpasset dette forhold. Som før nævnt er det danske bygningsreglement allerede udarbejdet efter de principper, der er nedlagt i byggeveddirektivet, så Danmark vil ikke have store vanskeligheder med implementeringen – indførelsen.

Imidlertid er kun meget få af de tekniske specifikationer der herefter skal henvises til i de nationale byggebestemmelser færdige til samme tid, så den endelige virkning vil først kunne ses efter nogle år og i mellemtiden gøres brug af nogle overgangsbestemmelser, som omtales i direktivet.

I forbindelse med indførelsen af direktivet, skal også de nationale godkendelsesordninger omlægges, og det betyder at Boligministeriets godkendelsessekretariat nedlægges og erstattes af et autoriseret organ, ETA-Danmark, som i fællesskab med tilsvarende organer i de andre medlemslande skal udarbejde de kommende tekniske godkendelser på de førømtalte betingelser.

Antallet af godkendelser vil set med danske øjne blive stigende, da en række andre medlemslande har kravsniveauer, der er forskellige fra de kendte danske.

Af fig. 1, fremgår hvordan udviklingen har været for de danske MK- og VA-godkendelser frem til nu og hvad der forventes i de kommende år.



Y:3:13 Certificering

I forbindelse med både harmoniserede standarder og europæiske tekniske godkendelser vil der blive tale om certificering af produkters efterlevelse af de stillede krav også kaldet attestering af overensstemmelse.

Til disse ordninger vil også blive knyttet kontrolordninger ligesom det kendes i dag.

Der vil blive tale om forskellige niveauer af overensstemmelseserklæringer alt efter vares betydning og dens tiltænkte anvendelse sat i forhold til de væsentlige krav.

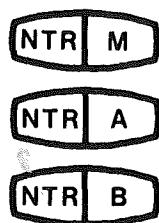
Således vil der for nogle varers vedkommende blot blive tale om en fabrikanterklæring, mens der for andre vil være forskellige grader af tredjeparts certificering, hvor et autoriseret kontrolorgan og prøvningslaboratorie skal foretage løbende kontrol.

For så vidt angår de europæiske tekniske godkendelser, er disse i sig selv en tredjeparts certificering af et autoriseret organ, da produkterne her netop bliver godkendt til anvendelse i en speciel sammenhæng og der er knyttet en kontrolordning hertil.

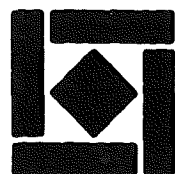
Herudover vil der i nogle tilfælde blive stillet krav om, at fabrikanten har certifikat på sin kvalitetsstyring, således at modtageren af varerne uden at skulle lave modtagekontrol, kan regne med at varen er i overensstemmelse med de aftale betingelser selv om det ikke udelukkes, at der også vil være tale om typegodkendelser og produktcertificering i øvrigt, da kvalitetsstyring ikke i sig selv sikrer et produkts egenskaber, men sikrer at kvaliteten altid er den samme og fejl i produktionen opdages og frasorteres på et tidligt tidspunkt, så slutproduktet altid vil fremstå ensartet.



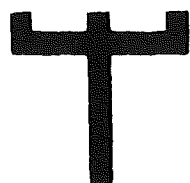
Dansk fingerskarringskontrol
(DS 413)



Trærådets Træbeskyttelsesudvalg
Godkendte kvalitetsmærker for imprægneret
træ. (DS 2122)



Letbetonkontrollen



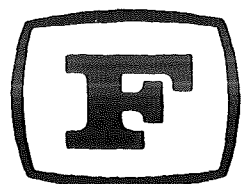
Svensk fingerkarringskontrol



Træpladekontrollen (DS 413)



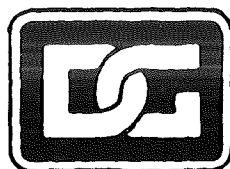
Fabriksbetonkontrollen
(DS 411)



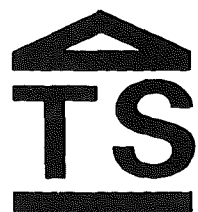
Norsk Fingerskarringskontrol
(DS 413)



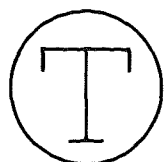
Limtrækontrollen.



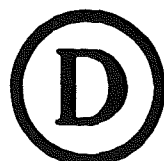
Dansk gasmaterial prøvning (s.13)



Træspærkontrollen



Trærådets
Trykbrandimprægnering.



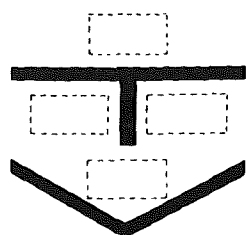
Danmarks Elektriske
Materiel Kontrol.



Betonelementkontrollen
BEK (DS 411)



Boligministeriets godkendelsesudvalg for vand-
og afløbsinstallationer.



T-virke
(styrkesortering) (DS 413)



Betonvarekontrollen
(DS 437, DS 438 m.fl.)



Boligministeriets godkendelsesudvalg for
materialer og konstruktioner

Litteraturfortegnelse

Kildehenvisninger

Noter til hovedteksten er i de forskellige afsnit af bogen henvist til de vigtigste kilder, som særlig skal anbefales til videregående og mere detaljeret studium af emnerne.

I det følgende skal gives en samlet fortegnelse over den væsentlige del af den faglitteratur og de faglige publikationer, der har været benyttet ved arbejdet med bogen. Det har ikke været muligt at anføre alle de tidsskrifter og enkelte meddelelser fra firmaer, som har været en støtte under arbejdet.

Behandlingen af et emne som husbygningsmaterialer i lærebogsform må nødvendigvis ske på basis af de undersøgelser og arbejder andre tidligere har publiceret. Jeg er taknemmelig for, at jeg har kunnet benytte så storartede kilder og taknemmelig for den velvilje, jeg overalt har mødt. Særlig vil jeg fremhæve den støtte Statens Byggeforskningsinstitut udmærkede publikationer har været.

En del fortrinligt kompendiemateriale fra Teknologisk Institut har været en god støtte, specielt skal afdelingen for overfladebehandling takkes. Også de af de to brancheforeninger: Teglindustriens tekniske tjeneste og Træbranchens Oplysningsråd, udsendte publikationer har været af stor betydning. Både de nævnte organisationer og Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor har stået mig bi med gode råd. Mange andre har hjulpet mig med mundtlige og skriftlige meddelelser, og jeg vil her gerne takke faglederen i husbygning ved Danmarks Ingeniørakademi i København, docent Henrik Nissen, lederen af afdelingen for byggeteknik, arkitektskolen ved Det Kongelige Akademi for de Skønne Kunster i København, professor, arkitekt M.A.A. Poul Kjærgaard, samt uddannelsesafdelingen ved Sammenslutningen af arbejdsgivere inden for Jern- og Metalindustrien i Danmark. Det bliver desværre helt umuligt at nævne alle de kolleger, lærere, arkitekter, ingeniører og håndværkere, der vidende eller uvidende er blevet »pumpet« i samtaler i tidens løb.

De bedste kilder har været de kolleger, der i forbindelse med benyttelsen af bogen har forsynet mig med oplysninger, som er kommet den nye udgave til gode.

Til den nye udgave er foretaget suppleringer og ajourføringer af litteraturfortegnelsen. Enkelte titler er strøget, først og fremmest love, der er erstattet af ny lovgivning.

Tilføjelser i litteraturfortegnelsen er mærket med ●.

Håndbøger og samleværker

ABC, forkortet decimalklassifikation for arkitekter, bygningsentreprenører og civilingeniører; (dansk udgave), uddrag af UDK, Rotterdam 1963 (i Danmark kun gennem SBI).

Betonbogen, Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, København 1971.

- Beton-bogen, Cementfabrikkernes tekniske Oplysningskontor, København 1979. Ny udgave 1985.

Branchemeddelelser: Aluminium Oplysningsrådet: A-Information, Danske Tagpapfabrikers Brancheforening: Tagdækningsspecifikationer 1979, Den danske stenindustri: Sten, Foreningen af danske betonelementfabrikker: Betonelementer, Kalk- og teglværksforeningen af 1893: Teglregistreret, Træfiberinformation.

BYGG, Handbok för hus-, väg- och vattenbyggnad, huvuddel 2: Materiallära, Stockholm 1968. Byggebogen, Poul Kjærgaard m.fl. Arnold Busck, København, påbegyndt 1948, ikke afsluttet.

CBC-systembeskrivelse, Bjørn Bindslev, Coordinated Building Communication A/S, Vedbæk, 1966.

Firmameddelelser: Dansk Glasuld – Dansk Siporex – ESSEM byggkatalog – Gulvkonstruktioner med tekstilbelægninger, kompendium Dancover 1971 – Hasle klinker- og chamottestensfabrik – H+H gasbeton – Imprægnering af træ, A/S R. Collstrup – Rockwool – Phønix håndbog: Tagdækning 1979 – Villadsens håndbog. – Beslagskataloger.

- GB 73, Generalbeskrivelses-positioner, Arkitektens Forlag 1974.

Gulve og slidlag af beton, Beton-Teknik 1967: 3. Handbuch für Architekten, Deutsche Bauakademie, Berlin 1954.

- Håndbog for Bygningsindustrien 25. København 1986.

- Malerfagets Behandlings Katalog MBK, Teknologisk Institut, Overfladebehandling, 1986.

Plast-instruktion, for blikkenslager-, rør- og sanitefsfagets, Teknisk Skoleforenings Forlag, Odense, 1968.

Plast til møbler, Teknologisk insituts forlag 1972.

Principles of Modern Building, DSIR Building Research Station, HMSO London, 2. udgave 1964.

SfB-systemet, beskrivelse af, svensksproget udgave 1967, CIB-report no. 22, CIB Rotterdam 1972.

Statens Husholdningsråd: Gulv- og bordmaterialer (redaktion Jørgen Lønbert), København 1964. pjece nr. 4-1967: Gulve pjece nr. 1-1970: Med søm og skruer, pjece nr. 5-1980: Rengøring,

- pjece nr. 2-1971: gulvtæpper m.m., pjece nr. 2-1972: Gulve og vægge.
- Teglindustriens tekniske tjeneste, TEGL 1: Teglfremstilling, 1965 og TEGL 10: Teglegenskaber, 1967. TEGL 12: Gulve i tegl, 1969.
- Murerfagets byggeblade.
- REP 75, Arbejdsmodeller for malerfagets, reparationsmaling, Teknologisk Institut 1975.
- Teknisk Lexikon, København 1970.
- Teknisk Ståbi, ved C.G. Jensen og Kurt Olsen, 10. udgave, Teknisk Forlag, København 1964 og 14. udgave 1976.
- Træbranchens Oplysningsråd, TRÆ 2-3: Trægitter-spærfag, TRÆ 5: Træskeletvægge, TRÆ 11: Træ, maling, beitse og lak, TRÆ 12: 12 skandinaviske træarter, TRÆ 13: Træ holderlænge, TRÆ 15: Træhanebåndsspærfag, TRÆ 18: Træbjælkelag i enfamiliehuse, TRÆ 19: Trægulve, TRÆ 22: Træforbindelser. TRÆ 23: Træ og bad.
- TRÆ 24: Fiberplader, TRÆ 26: Spånplader, TRÆ 27: Krydsfinér. TRÆ 28: Træspærfag, TRÆ 29: Træ holderlænge, TRÆ 30: Limtræ.

Publikationer fra Statens Byggeforskningsinstitut SBI-anvisninger

- 54: Erik V. Meyer og P. Nerenst, Letbeton, 1961.
- 58: Preben Ankerstjerne, Joh. Brixen og Jørgen Petersen, Støj i boliger, 1962.
- 64: Dührkop, Saretok, Sneck og Svendsen, Mørtel, muring, pudsning, 1966.
- 72: Niels Erik Andersen og Georg Christensen, Terrændæk, 1969.
- 75: Klaus Blach, Preben Ankerstjerne og Johannes Brixen, Saglig byggevarerinformation, 1969.
- 76: Undgå fugtskader der.
- 77: Georg Christensen og Nils Erik Andersen, Ydervæggen som klimaskærm 1972.
- 100: Isoler nu.
- 104: Korrosionsforebyggelse i boligbyggeriets konstruktioner.
- 111 Bygningers varmeisolering.
- 112: Bygningers lydisolering.
- 122 Bygningers varmeisolering.
- 125 Vinterstøbning af beton.
Arbejdsblok med beregnings- og kontrolskema til brug ved vinterstøbning af beton.
- 127 Fundering af enfamiliehuse og mindre bygninger.
- 129 Korrosionsforebyggelse i VVS-installationer.
- 130 Måling af termisk indeklima.
Rapportskema for indeklimamåling.

- 131 Forebyggelse af svampeangreb i ældre etageejendomme.
- 137 Rumakustik.
- 138 Simple stålrammebygninger.
- 139 Bygningers fugtisolering.
- 140 Trækonstruktioner. Forbindelser.
- 141 Armerede betondæk, kr. 133,00.
- 142 Ældre vinduer – forbedring eller udskiftning?
- 147 Konstruktioner i småhuse.
- 152 Indeklimaet i boligen.
- 153 Asbestholdige materialer i bygningen.
- 154 Vinduer med tre lag glas.
- 156 Skalmure ved udvendig efterisolering.
- 157 Trådbindere til forankring af skalmure og hule mure.
- 162 Energiundersøgelse af varme- og ventilationsanlæg, kr. 80,50.
- 163 Nye Dannebrogsvinduer af træ.
- 167 Lydisolation i praksis.
- 169 Gulve og vægge i vådrum – i nye boliger og ved renovering.

SBI-rapporter

- 162 Bygningsrenovering kombineret med efterisolering.
- 165 Måling af gasser, dampe og lugte fra byggematerialer.
- 171 Sommerkondens – en risiko ved indvendig efterisolering af ydermure?
- 175 Hovedpine og slimhindegener hjemme og på arbejde.
- 176 Laboratorieforsøg med fuger omkring trævinduer.
- 192 Udvendig efterisolering af gavle med præfabrikerede komponenter.
- 194 Prøvningsmetoder for isoleringsmateriale som underlag for tagpap. Testing Methods for Insulation Material used as Underlay for Roofing Felt,
- 197 Efterisolering af flade tage med polyurethanskum.
- 199 Indeklimaproblemer.
- 201 Måling af mineraluldsfibre i indeklimaet.
- 205 Udvendige isolerende skydeskodder.
- 209 1-trinsfuger og 2-lagsfuger omkring trævinduer i teglstensmure

SBI særtryk nr. 149: B. Dylander, A. Kjær og Joh. Brixen, Fugeproblemer ved elementbyggede ydervægge, 1964.

NBI håndbok 11: Øivind Birkeland, Ikke-bærende ydtervegger, Oslo 1960, udsendt med dansk kommentar af SBI.

Speciallitteratur

- Rask Andersen og Gunnar Haurum: Brandteknisk byggesagsbehandling, Statens Brandskole, 1973.
- Svend Andersen: Malerbogen 1+2, Teknologisk Forlag, København 1968.

- Hans Backe: Baustoffe, VEB-Verlag für Bauwesen, Berlin 1970.
- Chr. Boye: Træets teknologi, Teksisk Forlag, København 1965.
- Karen Callisen og Helge Gry: Sten i farver, Politikens forlag, København 1964.
- Richard Llewelyn Davies og D.J. Petty: Building Elements, The architectural Press, London, 2. ed. 1961.
- Hans Dominghaus: Einführung in die Technologie der Kunststoffe 1+2, særtryk efter Schweizer Maschinenmarkt årg. 69 og 70, (Hoechst).
- Frick/Knöll/Neumann: Baukonstruktionslehre 1+2, B.G. Teubner, Stuttgart, 1972.
- Ole Glarbo: Forelæsninger over plastic og aluminium, Kompendium, Akademisk Forlag, København 1960.
- Ole Glarbo: Stål, Kompendium, Akademisk Forlag, København 1963.
- Ole Glarbo: Træ, Teknisk Forlag, København 1952 (genoptr. 1959).
- Peder Hald og Regnar Christensen: Om malefarver, Arkitektens forlag, København 1940.
- Cecil C. Handyside: Building Materials, The architectural Press, London, 5 ed. 1963.
- Willy Hansen: Døre og vinduer, Emil Wiene, København 1945.
- K. Hoffman og H. Griese: Bauen mit Holz, Julius Hoffmann, Stuttgart 1966.
- Caleb Hornbostel: Materials for architecture, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1961.
- E. Hviid Christensen: Tekniske installationer, Arnold Busck, København 1966.
- Aage Jensen (efter Walter Schumann): Sten, G.E.C. Gad 1973
- Torsten Alf Jensen og Jørgen Johannesen: Kemiens grundbegreber, Gjellerup, København 1964.
- Axel G. Jørgensen: Husbygningsmaterialer, Gjellerup, København 1961.
- Henrik Stray Jørgensen: Jordbundundersøgelser, Byggeteknisk højskole, København 1966.
- Karlebo serien 14, Perstorp-boken, plastteknisk håndbok, Stockholm 1968.
- Karlebo serien 5, Materillära, metaller, plaster och elaster, Stockholm 1971.
- F. Kollmann: Technologie des Holzes, München 1951.
- Kompendiemateriale, Teknologisk Institut, Akustik for bygningsteknikere, 1976.
- Kompendiemateriale, Teknologisk Institut, Overfladebehandling, 1979.
- P. Lund-Hansen: Fugttransport i byggematerialer, Polyteknisk forlag, København 1967.
- C.M. von Meysenbug: Kunststoffkunde für Ingenieure, Carl Hanser Verlag, München 1968.
- Mondorf og Ingholdt: Letbeton til bærende konstruktioner, Nordisk betong 3-1971.
- Johanne Moustgaard: Kender vi plasticstofferne? Teknologisk Instituts forlag, København 1956.

- Ernst Neufert: Styropor handbuch, Bauverlag, Berlin 1964.
- K. Offer Andersen: Metallurgi for ingeniører, Akademisk forlag, København 1962.
- Rune Persson: Flat glass technology, Butterworths, London 1969.
- Eirik Raknes: Framstilling af limte, laminerte trekonstruktioner, Teknisk Forlag, København 1965.
- Villy E. Risør: Træhåndbogen, Forlaget Ivar, København 1966.
- Wilhelm Schaupp: Die Aussenwand, Callwey, München 1965 (2. auf).
- B. Schifter Holm: Introduktion til plastmaterialerne, Akademisk forlag, København 1963.
- K.V. Storm: Træbeskyttelse, Teknisk Forlag, København 1965.
- E. Suenson: Byggematerialer, København 1911-1922.
- Thomas Thomassen: Træ og træmaterialer, Teknologisk Institut 1974, 1985.
- Bengt Wahlström: Materillära (del 2 af BYGG), byggmästerens förlag, Stockholm 1968.
- Reinhard Wendehorst: Baustoffkunde, Vincentz Verlag, Hannover 1970.

Miscelanea

Tidsskrifter

- ac – internationalt asbestcementtidsskrift, edition Girsberger, Zürich.
- ARKITEKTEN – Arkitektens Forlag, København.
- ARKITEKTUR – Arkitektens Forlag, København.
- BBC-blade – Byggecentrum, København.
- Beton Teknik – CtO.
- Tegl – Teglindustriens tekniske tjeneste, København.

Emneregister

bearbejdelse

aluminium F:3:12
beton E:4:8, E:5:16
kobber F:4:5
mørtler D:2:1-:4
natursten B:1:8, B:2:4-:5
træ A:4:13, A:2:20

brandforhold

asbestcement H:3:2
beton E:2:15, S:1:11
bitumen H:1:8
brandcelle S:1:3
brandklassifikation S:1:10
brandlast S:1:14
brandsektion S:1:3
brandsikring S:1
dæk M:2:2, M:3:6
døre Q:3:5-:7, S:1:20
exlersten C:5:18
flexible vægge Q:2:9
gipsplader Q:1:20
glas H:2:7
indv. trævægge L:5:9-:11
kalksandsten C:5:7
letbeton E:2:19
lette ydervægge L:4:6
mineraluld H:4:7
murværk L:2:8
mørtel D:2:7, S:1:11
natursten B:1:9, S:1:11
plast, enkelte G:2, G:3
plast, generelt G:1:28, S:1:13
plast, specielle oversigt
porebeton C:5:13
smeltetemperature Y:2:7
stål F:2:9, S:1:13
stål, brandbeskyttelse F:2:23
tagværker M:4:15-:16
teglsten C:2:10, S:1:11
trapper N:1:5, N:2:4, N:3:1
træ A:2:26, S:1:12
træ, overtænding, indbrændingshastighed
A:3:20-:25
træbeklædning Q:1:15-:19
træuldbetonplader H:4:14

dampdiffusion

alment S:2:30-:34, Y:2:1-:2
tabeller Y:2:4-:6
asbestcement H:3:3
beton E:2:9
bitumen H:1:7
epoxispertemasse H:5:16

exlersten C:5:17
gipsplader H:4:17
glas H:2:7
gummi H:5:9
kalksandsten C:5:4
kork H:5:4
letbeton E:2:19
linoleum H:5:7
mineraluld H:4:6
mørtler D:2:9
natursten B:1:7
plast, generelt G:1:26
plastfolie G:2:12
porebeton C:5:12
skumglas H:4:11
skumplast G:2:16
stål F:2:9
teglsten C:2:6
træ A:2:18-:19
træfiberplader A:8:12 note
vinylgulv H:5:12

definitioner – ordforklaringer

absolut densitet 0:32
basisvarmeledningstal 0:33
bitumen nomenklatur H:1:2
brandtekniske definitioner 0:37
brændbart materiale 0:37
byggemateriale 0:24
byggevarer 0:24
densitet 0:32
dæk K:2:25ff
elasticitetsmodul 0:32
elast G:1:7
formforandring 0:36
funktionskrav K:1:37
hærdeplast G:1:7
klimaskærm K:2:2ff
materiale 0:24
minutsugning C:2:8
plast G:1:1
plastudtryk G:1:7
ressourcebeskrivelse K:1:37
skillerum K:2:12ff
stabiliserende væg L:2:22
tag K:2:38ff
termoplast G:1:7
ubrændbart materiale 0:37
udfaldskrav K:1:37
vanddampdiffusion 0:33
varmeledning 0:33
ydeevnebeskrivelse K:1:37
Z-værdi 0:33

densitet

aluminium F:3:1
asbestcement H:3:2
asfaltpap H:1:16
beton, frisk E:2:2
beton, hærdet E:2:5
bitumen H:1:7
cement E:1:9
exlersten C:5:17, oversigt
gispkartonplade H:4:17
glas H:2:7
kalksandsten C:5:4, oversigt
kobber F:4:1
kork H:5:4
letbeton E:2:17
metaller F:4, oversigt
mineraluld H:4:6
molersten C:4:7
mørtel D:2:5
natursten B:1:6,, oversigt
plast, generelt G:1:26
plast, specielle oversigt
porebeton C:5:12, oversigt
skumglas H:4:9
skumplast PS G:2:16
skumplast PUR G:3:13
støbejern F:2:36
stål F:2:5
teglsten C:2:1, oversigt
træ A:2:3-:5
træarter A:5, oversigt
træbeton H:4:13

elasticitetsmodul

aluminium F:3:2
bronze F:4:1
kobber F:4:1
messing F:4:1
metaller, oversigt
plast, generelt G:1:24
plast, specielle, oversigt
stål F:2:5
støbejern F:2:36
træarter A:5

formforandring

aluminium F:3:3
beton E:2:12-:14
glas H:2:7
kalksandsten C:5:6
kobber F:4:3
mørtel D:2:12
plast: generelt G:1:26
plast, specielle PE G:2:10
plast, specielle PF G:3:1
plast, specielle PP G:2:14

plast, specielle PS G:2:16
plast, specielle PVC G:2:3
stål F:2:9
teglsten C:2:4
træ A:2:12ff
varmeudvidelseskoefficienter, tabel S:1:15

fugtforhold

beton E:2:10
byggefugt S:2:4
exlersten C:5:17
grundfugt S:2:11-:12
kalksandsten C:5:4
kapillarsugning S:2:25-:29
ler C:1:13
materialeegenskaber S:2:22-:24
minutsugning C:2:8, oversigt
mørtel D:2:11
nedbør S:2:6-:10
porebeton C:5:12
rumfugt S:2:13-:15
terrændæk M:1:9ff
træ A:2:8-:9
træ, fugtprocenter A:3:14ff
træbeklædning i våde rum Q:1:14
ydervægge, lette L:4:5
ydervægge, støbte L:2:4-:5

gulvslidstyrke

asfaltgulve O:3:6
cementpuds D:2:15, O:3:4
gulvbehandlinger R:2:26
gulve O:1:7
gummi H:5:9
kork H:5:5
linoleum H:5:7, O:3:16
magnesitgulve O:3:8
parketgulve O:2:4
spartelmasser O:3:9
stengulve O:2:11
terrazzo O:3:5
tekstiler H:5:17, O:3:19
trægulve O:1:8, O:1:13
vinyl H:5:12, O:3:18

kemi

aluminium F:1:10
beton E:3
bitumen H:1:3
cement D:3:12
jern F:1:4
kalksandsten C:5:7
kobber F:1:12
maling R:2
metaller F:1:1
mørtel D:3

natursten B:1:4
plast G:1:8
porebeton C:5:9
teglsten C:3
træ A:3

kontrol og prøvning
alment 0:25ff
behugningsgrader, granit B:2:4
betonarbejde E:5:28-:34
betontilslagsmaterialer, klassificerede E:1:16
brandprøver med plast G:2, G:3 noter
cement, certificeringsordning D:3:11
mørtelvand D:1:5
råd og svamp A:6:1ff
skadedyr A:6:12ff
sorteringsregler, krydsfinér A:8:4
sorteringsregler, teglsten C:4:2
sorteringsregler, træ styrke A:4:25
sorteringsregler, træ udseende A:4:29
teglsten C:1:17, C:2:9
tilslagsmaterialer, beton E:5:15-:17
træbeskyttelse A:7:8/:9
træ, revner, skader A:1:33ff

lydforhold

absorbenter S:4:13-:15
absorptionskoefficient, definition S:4:12
beton E:2:16
betontrappe N:3:14, N:3:17-:18
bygningislydisolation S:4:16ff
dæk M:3:7
døre Q:3:6, S:4:29
efterklangstid, definition S:4:11
elementer L:5:14
exlersten C:5:8
flanketransmission S:4:28
flexible vægge Q:2:3, Q:2:9
foldevægge Q:2:11
frekvens S:4:6
gipskartonplader H:4:18
glas H:2:13
gulve O:1:9
gulvmaterialer H:5
indvendige overflader Q:1:6
installationslyd S:4:15
kalksandsten C:5:5
letbeton E:2:19
luftlydisolation I_a S:4:23
lydbølger S:4:4
lyddæmpning S:4:3
lydisolation S:4:3
lydreduktion S:4:25
lydregulering S:4:3
lydtrykniveau S:4:5-:7
murværk L:2:8

mørtler D:2:16
porebeton C:5:13
strøkonstruktion O:1:20
svømmende gulve O:2:20-:24
teglsten C:2:11
trapper N:2:6-:7
trinlydniveau I_t S:4:24
træ A:2:23
træbetonplader H:4:12
udvendige døre P:4:6
vinduer P:4:2

styrke

aluminium F:3:2
beton E:2:6
cement E:1:7
exlersten C:5:17
kalksandsten C:5:4, oversigt
kobber F:4:2
letbeton E:2:18
metaller, oversigt
mørtel D:2:7
natursten, oversigt side 63
plast, generelt G:1:26
plast, specielle, oversigt
porebeton C:5:12, oversigt
skumglas H:4:11
støbejern F:2:36
stål F:2:5-:9
teglsten C:2:2, oversigt
træ A:2:6-:7
træarter A:5, oversigt

sundhedsfare

asbest H:3:1
bitumen H:1:9-:11
cement D:3:19
indeklima K:1:13
epoxi G:3:12
maling R:2:7, R:2:15, R:2:25-:27
plast, generelt G:1:5
plast, specielle, oversigt
sikkerhedsregler for malerarbejde R:2:13
skadedyrsbekæmpelse A:6:18-:19
træ A:3:13, A:7:10, A:8:16

termiske forhold

aluminium F:3:3
asbestcement H:3:3
beton E:2:7
bitumen H:1:7
dæk M:3:9
exlersten C:5:15
gipskartonplader H:4:17
glas H:2:7
halmplader H:4:15

isoleringsmaterialer H:4
isoleringssten C:4:6-:7, oversigt
kalksandsten C:5:4, oversigt
kobber F:4:3
korkgulv H:5:4
kuldebro, definition S:3:12
letbeton E:2:18
letbetondæk M:3:20
lette ydervægge L:4:6
materialeegenskaber S:3:15
mineraluld H:4:6
murværk L:2:10-:11, L:2:14-:15, L:2:20
mørtel D:2:8
natursten B:1:7
plast, generelt G:1:26
plast, specielt oversigt
porebeton C:5:12
skumglas H:4:11
skumplast PS G:2:16
skumplast PUR G:3:13

Materialeregister

A

abachi A:5:8
ABS-plast G:2:20
absolut densitet, definition 0:32
accelerende stoffer E:3:5
afrikansk mahogni, se khaya
akrylglas G:2:23
akrylplast G:2:21
akustisk isolering S:4
alkalikiselreaktioner D:3:16
altasten B:3:16
aluminatcement D:3:18, E:1:11
aluminium F:3
aluminiumlegeringer F:3:6-:7
aluminiumudvinding F:1:10
aminoplast G:3:4
anhydrit D:1:4
anhydritgulve O:3:7
anisotropi A:2:1, A:2:10
anodisering F:3:4
armeringsstål E:1:24, F:2:15
asbest B:4:5
asbestcement H:3:1
asbestcementbølgeplader M:5:25, H:3:1
asfalt H:1:2
asfaltmulsion H:1:8
asfaltgulve O:3:6
asfaltpap H:1:12
azobé A:5:9

strøer O:1:22
støbejern F:2:36
støbt ydervæg L:2:3
stål F:2:9
teglsten C:2:5, oversigt
terrændæk M:1:6ff
trappe N:2:5
træ A:2:16-:17
træbetonplader H:4:17
trætagelementer M:3:23
udvendige døre P:4:6
varmeakkumulation, definition S:3:14
tabel Y:2:8
varmeledning, definition S:3:5, S:3:15
varmeledningstal, træ S:3:5 tabel
varmeledningstal S:3:17 tabel
varmestromning, definition S:3:6
varmestråling, definition S:3:7
varmt tag M:5:11
vinduer P:4:2

B

bakelit G:3:1
bark A:1:6
basalt B:3:4
basisvarmeledningsevne, definition 0:33
basalocus A:5:9
bast A:1:6
bastardmørtel, se kalkcementmørtel
bauxit F:1:10
bearbejdelighed, se emneregister
behugningsgrader, granit B:2:4
beitse, træ R:1:15, R:2:30
bejdse, jern F:2:29
belgisk granit B:3:12
berapning P:1:5
beton E
beton, bearbejdning E:5:16
beton, blandemaskiner E:5:1
beton, dæklag E:4:3
beton, forme E:5:7, L:2:6
beton, kvalitetsbetegnelser E:1:20
beton, miljøklasser E:4:3
beton, proportionering E:4:5
beton, svind E:2:11
beton, tilslagsmaterialer E:1:13
beton, tilsætningsstoffer E:3:2
beton, udstøbning E:5:12
betonelementer E:6:5
betonkvalitet, valg af E:4:1

betonprodukter E:6
betonrecept E:4:12-:13
betontagsten M:5:23, E:6:3
bindemidler, beton E:1:5, D:3
bindemidler, maling R:2:1
bindemidler, mørtel D:1:4, D:3
biologisk nedbrydning A:6
bitumen H:1:1
bitumenplader H:1:12
bjergarter B:1:3
bjælkelag M:2:1
blanc-clair B:3:12
blandingsforhold, beton E:1:19
blandingsforhold, letbeton E:5:21
blandingsforhold, mørtel D:1:18ff
blandingsmørtel, se kalkcementmørtel
blandingsrecepter, beton E:4
blegning R:1:15
bly F:4:7
blødstrøgne sten C:1:11
blådæmpning C:1:16, C:3:6
bossé A:5:12
bransikring S:1
brandbeskyttelse af stål F:2:23
brandforhold, se emneregister
brandimprægnering A:3:23, S:1:13
brandtekniske definitioner 0:37
bredsten C:4:1
bronze F:1:12, F:4:1
brosten B:4:6
brunsten C:1:9
brædegulve O:1:4
brædder A:4:23
bræddevægge L:5:8
brændbart materiale, definition 0:37
built-up tagdækning H:1:19
byggemateriale, definition 0:24
byggevarer, definition 0:24
bygningfysik K
bygningsglas H:2
bygningislydisolation S:4:16
bygningstål F:2
bøg A:5:5

C
celleglas H:4:9
celletyper A:1:16-:19
cellevæv A:1:12
cellulose A:1:13, A:3:4
cellulosepropylen/cementmaterialer H:3:4
cement D:1:9, D:3:10, D:3:11
cementmørtel D:1:21
certificeret cement D:3:11
chamotte C:1:9, D:1:8
chrom F:4:9
C-mørtel D:1:17

cottasten B:3:9
cubamahogni A:5:10
curtain wall L:4:14
c/v-tal, se v/c-tal

D
dampdiffusion, se emneregister
dampdiffusionsevne Y:2:1
dampdiffusionsevne, definition 0:33
dampdiffusionsevne, talværdier tabel Y:2:4
dampdiffusionsmodstand, definition 0:33
dampdiffusionsmodstand, tabel Y:2:4
dampspærre H:1:12
damptæt pap H:1:17
dannelsevæv A:1:7
dansk normalformat C:4:1
densitet, se emneregister
densitet, definition 0:32
douglasgran A:5:4
drænrør C:4:23
dæk, definition K:2:25ff
døre, indiv. Q:3:1
døre, udv. P:4:14
dørklader O:1:19

E
eg A:5:6
elast, definition G:1:7
elaster G:3:15
elasticitetskoefficient, definition 0:32
elasticitetsmodul, se emneregister
elementkonstruktioner L:3:1
esterplast G:3:7
epoxiplast G:3:10
epoxipartelmasse H:5:16
exlermaterialer E:1:22
exlersten C:5:15

F
fabrikerede sten C
fabrikerede sten, oversigt
facadebeklædninger P:3
facadeelementer, ikke bærende L:4:8
facadefærdiggørelse P
facademaling P:1:12
facadepuds P:1:15
farvestoffer, maling R:2:16ff
fenolplast G:3:1
fiberarmering E:6:11
fiberbeton E:6:10
fiberbetonmaterialer H:3
fiberhældning A:1:33, A:2:6
fibre A:1:17
finér A:8:1
fingerskarring A:4:12
finhed, cement A:1:6

firskåret træ A:4:12
flangetræ M:2:15
flexible vægge Q:2:3
flisebelægning Q:1:8
fliser C:4:16
floatglas H:2:11
flyttelige vægge Q:2
flyveaske D:3:15, E:3:7
foldevægge Q:2:10
formforandring, definition 0:36
formolie E:3:10ff
form-slipmidler E:3:10
forseglet fuger P:2:1
fraktionering E:1:14
FRCW krydsfinér A:8:5
frostfri dybde L:1:3
frådsten B:3:10
fugefri gulve O:3:1-:9
fugemasser P:2:6-:9
fugning P:1:1
fugtforhold, se emneregister
fugtisoleringsmateriale S:2
fugtisoleringsmaterialer H:1:9
fugtmekanik, veddets A:2:8
fundamenter L:1
fundamentsblokke E:4:2, L:1:8
fungicider R:2:14
funktionskrav, definition K:1:37
funktionskrav til vigtige bygningsdele K:2
fæhårsfliser H:5:21

G
gaboon A:5:8
gasbeton, se porebeton
gennemsigtighed H:2:4
gennemskinnelighed H:2:4
giallo B:3:12
gips D:1:8, D:3:9
gipskartonplader H:4:16
gipsmørtel D:1:24
gitterspær M:4:5
glas H:2
glasbyggesten H:2:19
glasdannende stoffer H:2:2
glasfiberarmeret polyester (GUP) G:3:7-:9
glasfiberplader H:3:6
glasskillevægge Q:2:1
glasuld, se mineraluld
glimmer B:4:4, E:1:22
glimmerskifer B:3:16
gnejs B:3:6
godkendelsesordninger for byggevarer Y:3:6
granit B:3:1-:5
greenheart A:5:9
grundning R:1:10
grundstoffer, oversigt Y:2:9

grønbark A:1:6
gulvbehandlinger R:2:27
gulvbeklædninger, oversigt
gulvbelægninger O:3
gulvbrædder O:1:4-:9
gulvkonstruktioner O
gulvmaterialer H:5
gulvmaterialer, oversigt
gulvpuds O:3:2-:4
gulvslidstyrke, se emneregister
gulvtegl C:4:16, O:2:14-:18
gulvtextiler H:5:17-:25, O:3:19
gummi G:3:16-:18, H:5:8-:10
gummigulv H:5:8, O:3:17

H
halmplader H:4:15
hanebåndsspær M:4:9
harpikskanaler A:1:20
hovedgrupper, bindemidler R:2:3ff
hurtighærdende cement D:1:10, D:3:16, E:1:8
hydratisering D:3:8
hydratkalk D:1:7
hydraulisk kalk D:1:12, D:3:8
hydrauliske bindemidler D:1:4
hygroskopicitet A:3:15
hærdeplast G:3
hærdeplast, definition G:1:7
hærdet glas H:2:15
hærdning, mørtel D:3:6-:9
hærdningstid, beton E:2:4
høstved A:1:11, A:1:21
håndstrøgne sten C:1:12

I
ildfast mørtel D:1:8, D:4:11
ildfaste sten C:4:8
imprægnering A:7:7-:13
imprægneringsklasser A:7:8-:9
indbrændingshastighed A:3:25
indvendige døre Q:3:2
indvendig puds Q:1:1
indervægge, bærende L:2:22
indervægge, lette L:5:1
indervægge, lette elementvægge L:5:12
indervægge, lette trævægge L:5:8
insektangreb behandling af A:6:17
inventar Q:3:12
isolering S
isoleringsmaterialer H:4
isoleringsruder H:2:13

J
jern F:2
jernbeton E:4:24, E:5:24

jernbetonbjælker M:2:17
jernforbindelser i ler C:3:4
jernudvinding F:1:4
jorddæk M:1:1

K
kalciumsilikatplader H:3:5
kalk D:1:6, D:3:1
kalk, brændt D:3:3
kalk, læsket D:3:4
kalkcementmørtel D:1:22
kalkforbindelser i ler C:3:3, C:3:8
kalkmørtel D:1:20
kalksandsten C:5:1
kalksten B:3:7
kambium A:1:7
kaolin C:1:4
kapillarbrydende lag M:1:3, M:1:11
karbamidplast G:3:5
karbonatsiering P:3:5
KC-mørtel D:1:17
kemi, se emneregister
kerne A:1:21ff
khaya A:5:12
klargøring R:1:9
klassificeret betontilslag E:1:16
klassifikation Y:1
klimatekster, definition K:2:2ff
klinkbrændte mursten C:4:4, note C:1:17
klinker C:4:16
klinkermaterialer, se exltermaterialer
klinkerbetonsten, se exlersten
klinthagen B:3:12
klæbefremmende stoffer E:3:9
klæbersten B:3:18
K-mørtel D:1:17
knaster A:1:28
kobber F:4:1-5
kolmården B:3:12
konsistens E:2:3, E:4:8
konstruktionstræ A:4:26/27
kontrol, betontilslagsmaterialer E:1:16
kontrol og prøvning, se emneregister
kontrolordninger for byggevarer Y:3:6
kork H:5:2
korkbark A:1:6
korkgulv H:5:2-5, O:2:9, O:3:15
korkisolering H:5:2
kornstørrelser E:1:14
korrosion, beton D:3:21
korrosion, metaller F:1:14ff
korrosionsbeskyttelse F:2:23ff, F:3:4
korrosionsbeskyttelse, mørtler D:2:18
korrosionsbeskyttelse af stål F:2:23
korrosionsbeskyttende maling R:1:16, R:2:27
korrosionstrægt stål F:1:17

korrosiv virkning, mørtler D:3:20
kridering R:2:32
krybning, beton E:2:12
krydsfinér A:8:3
krydsfinér, undergulv O:1:17

L
lagtykkelse på maling R:1:8
laminater G:1:37
lamineret træ se limtræ
larvikit B:3:4
lasering R:1:14-15
lauan A:5:13
legeringer F:1:3, F:1:7, F:1:11-12
ler C:1:2, C:3:1
leranalyse C:3:5
lerberedning C:1:7
lerskifer B:3:17
letbeton E:5
letbeton, arbejdsudførelse E:5:20
letklinkersten, se exlersten
letkornbetonsten C:5:15
lignin A:1:13, A:3:6
limsten B:3:10
limtræ A:8:8
linoleum H:5:6, O:3:16
loftsbeklædninger Q:1
luftindblandingsstoffer E:3:3
luftlydisolation S:4:20
lyddæmpning L:4:10
lydforhold, se emneregister
lydisolering S:4
lydspredning S:4:4
lystransmission H:2:5
lægger A:4:23
lægteskallerum L:5:8

M
magnesiabinder D:1:8
magnetitgulv O:3:8
magnesium F:4:12
mahogni A:5:10
makromolekyler G:1:6
malematerialer R:2
malerarbejde R
maling R:1:1
malingsstyper R:2:25
malingsystemer R:1:7
malme F:1:12
mangehulsten, se teglsten
marieglas B:4:4
marmor B:3:12
marmorskærver B:4:9
marvstråler A:1:20
maskinstrøgne sten C:1:10
materiale, definition O:2:4

materialeegenskaber, brand S:1:10
materialeegenskaber, fugt S:2:22
materialeegenskaber, varmeisolering S:3:15
melaminplast G:3:6
metalgulve O:1:18
metaller F
metaller, oversigt side 137
metalplader M:5:16, M:5:26
messing F:4:1
mikrosilica D:3:17, E:3:8
minerale, natursten B:1:4
mineraluld H:4:2
minutsugning, definition C:2:8
M-mørtel D:1:17
moler C:1:5
monierglas H:2:14
moniervægge L:5:6
montagefuger P:2
montagevægge Q:2:3-9
murcement D:1:11
murcementmørtel D:1:23
murspap H:1:17
mursten af tegl C:4:1
murstensformater C:4:1ff
murværks styrke L:2:9
møbelplader A:8:6
mørtelbetegnelser D:1:17
mørtelbindemidler D:3
mørtelsand D:1:10
mørtler D
mørtler, handelsformer D:4
mørtler, opbevaring D:4:9
mørtler, operative egenskaber D:2:1

N
natursten B
natursten, brydning B:2
naturstensarter B:3
naturstensarter, oversigt side 63
naturstensprodukter B:4
naturtræsbehandling R:1:5, R:1:14
neopren G:3:17
nikkel F:4:8
normaliseret stål F:2:3
nylon, se polyamid
nålefilt H:5:20

O
okoumé A:5:8
olefinplast G:2:8
opdalsten B:3:16
oregonpine A:5:4
overfladebehandling R:1
overtænding A:3:16

P
padauk A:5:16
parana-pine A:5:2
parketbrædder O:1:10-13
parketgulve O:2:1-8
pektin A:1:14, A:3:5
pigmenter R:2:16-22
pitch-pine A:5:2
pladejern F:2:22
pladelære, jern, zink, kobber, aluminium
planker A:4:23
plankespær M:2:20
plast G
plast, definition G:1:1
plast, forarbejdning G:1:30
plast, oversigt side 154-156
plastgulv H:5:11
plastificeringsstoffer E:3:4
plasttagplader M:5:28
plexiglas G:2:23
polyaddition G:1:10, G:1:14
polyamid G:2:23
polycarbonat G:2:25
polyester G:3:7
polyethylen G:2:8-14
polykondensation G:1:10, G:1:14
polymerisation G:1:10, G:1:14
polypropylen G:2:14
polystyren G:2:15-20
polytetrafluorethylen G:2:26
polyuretan G:3:13
polyvinylklorid G:2:1-7
porebetonblokke C:5:8
porer i træ A:1:18-19
portlandcement D:1:10, D:3:16, E:1:8
primærvæg A:1:13
profilstål F:2:11
puds, facader P:1:5
puds, indiv. vægge og lofter Q:1:1
pumpebeton E:5:15
puzzolano D:3:17

R
rabitzvægge L:5:7
radioaktiv stråling, visse byggematerialer Y:2:11
rapidcement D:1:10, D:3:16, E:1:18
redwood A:5:4
ressourcebeskrivelse, definition K:1:37
retarderende stoffer E:3:7
ribbedæk M:3:12
rødgran A:5:3

S

salte, oversigt Y:2:10
 samba A:5:8
 sandsten B:3:7
 sandprocent E:4:10
 SAN-plast G:2:19
 sapelli A:5:12
 sarabondmørtel D:4:19
 savoniére B:3:11
 serpentín B:3:18
 SfB-systemet Y:1:7
 SI-enheder Y:3:3-:5
 sikkerhedsregler for malere R:2:13
 silikatglas H:2:1
 silikone G:3:19
 sintring C:3:7, note C:1:14
 sitkagran A:5:4
 skeletkonstruktioner L:3:9
 skifer B:3:14
 skillerum, definition K:2:12ff
 skovfyr A:5:1
 skumglas H:4:9
 skuring P:1:5
 skydevægge Q:2:10
 smeltetemperatur, tabel Y:2:7
 solvågsten B:3:4
 sorel cement D:1:8
 sortering, teglsten C:1:17, C:4:4
 sorteringsregler, træ, styrke A:4:25ff
 sorteringsregler, træ, udseende A:4:29
 spartelmasser O:3:9
 spartling R:1:19, R:2:33
 specifik overflade, cement E:1:6
 spejlglas H:2:11
 splint A:1:21ff
 sprøjtebeton E:5:15
 spånplader A:8:13-:15
 spånplade, undergulv O:1:17
 stabiliserende indervægge, definition L:2:22
 standardcement E:1:8
 stangstål, F:2:16
 stenbrud B:2:1
 stengulve O:2:10
 stenhugger B:2:3
 stenkilasser efter DS 414 C:2:3
 stiftmosaik C:4:20, O:2:18
 strukturbetegnelser, natursten B:1:4
 strygning R:1:12-:13
 strøkonstruktion M:2:13, O:1:20
 styrenplast G:2:15
 styrke, se emneregister
 støbejern F:1:9, F:2:36
 stål F:2
 stålbjælker M:2:14
 stålplader F:2:22
 stålprofiler F:2:10ff

stålproduktion F:2:1
 ståltagelementer M:3:22
 sunhedsfare, se emneregister
 svampe A:6:1
 svampe, livsbetingelser for A:6:9
 svampeangreb, behandling af A:6:10
 svind, beton E:2:11
 svind, træ A:2:11
 svømmende gulve O:2:20
 sætning, beton E:2:10
 sålbænke P:3:6

T

tag, definition K:2:38ff
 tagdækningsmaterialer M:5
 tagdækningspecifikationer, paptag M:5:14
 taghældninger, oversigt side 214
 taghældninger, skema ved M:5:1
 tagpap H:1:12, M:5:12
 tagsten af beton E:6:3, M:5:23
 tagsten af tegl C:4:10, M:5:22
 tagunderlag M:5:1
 tagværker M:4
 talk B:4:8
 tapetsering Q:1:22
 teak A:5:14
 teglbrænding C:1:14
 tegltagsten M:5:22, C:4:10
 teglværksprodukter C:1
 termisk isolering S:3
 termoplast G:2
 termoplast, definition G:1:7
 terracottavæv C:4:26, Q:1:3
 terrazzo O:3:5
 terrændæk M:16
 textiltulgulvbelægnings H:5:17
 tilslagsmaterialer, beton E:1:13, E:1:16
 tilslagsmaterialer, lette, beton E:1:22
 tilslagsmaterialer, mørtel D:1:14
 tilsætningsmidler, maling R:2:13
 tilsætningsstoffer, mørtel D:1:15
 tin F:4:10
 titan F:4:11
 tjære H:1:2
 translucens H:2:4
 transparens H:2:4
 trapper N
 travertin B:3:11
 trykimprægning A:7:7
 træ A
 træ, brændbarhed A:3:20
 træ, handelsformer A:4:20
 træ, lagring A:4:15
 træ, opskæring A:4:1
 træ, sortering A:4:25
 træ, svind A:2:11

træ, vandindhold A:3:14
 træarter A:5
 træarter, oversigt
 træbeklædning, indiv. Q:1:14
 træbeskyttelsesmidler A:7, R:2:25, R:2:31
 træbjælker M:2:7
 trædimensioner A:4:24
 træfiberplader A:8:10
 træprodukter A:8
 trætaglementer M:3:23
 træuldbetonplader A:8:16, H:4:12
 trådglass H:2:14
 T-virke sorteringsregler A:4:28
 tæppebelægning H:5:22-:25
 tømmer A:4:20-:22

U

ubrændbart materiale, definition 0:37
 udblomstringer C:3:9-:10
 udfaldskrav, definition K:1:37
 udfaldskrav til malerarbejde R:1:6
 udvendige døre P:4:14
 uklassificeret konstruktionstræ A:4:27
 undergulve O:1:14
 underlagspap H:1:17
 urenheder, tilslagsmateriale E:1:15
 uretanplast G:3:13

V

vakuumimpregnering A:7:11
 vandafvisende stoffer E:3:8
 vandbehov E:4:11
 vand/cementtal E:4:3, E:4:7ff
 vanddampdiffusionsevne, definition 0:33
 vandfastlimet krydsfinér A:8:5
 varmeakkumulationsevne, tabel Y:2:8
 varmeisolering S:3
 varmeledningsevne, definition 0:33
 varmforzinkning F:2:33
 varmt tag M:5:11
 v/c-tal E:4:3, E:4:7ff

veddets fugtmekanik A:2:8
 ventileret fuge P:2:11
 vibrering E:5:18
 vindtæt pap H:1:17
 vinduer P:4:1, P:4:11
 vinylgulv H:5:11
 vinylplast G:2:1
 vægbeklædninger Q:1
 vægkonstruktioner L
 vækstfejl og skader A:1:33
 vækstringe A:1:9
 vårved A:1:21

W

wallaba A:5:9
 wawa A:5:8

Y

yang A:5:15
 ydeevnebeskrivelse, definition K:1:37
 ydervægge, funktionskrav K:2:1
 ydervægge, kombinerede L:2:17
 ydervægge, lette bærende L:4:1
 ydervægge, lette ikke bærende L:4:8
 ydervægge, murede L:2:8
 ydervægge, støbte L:2:1

Z

zink F:4:6
 Z-værdi, definition 0:33
 Z-værdier, tabeller Y:2:5, Y:2:6

Æ

ædelgran A:5:4

Ø

ölandssten B:3:11

Å

årringe A:1:9