

WU 351.78

LABORATORIET FOR BYGNINGSMATERIALER

Danmarks Tekniske Højskole

Bygning 118

2800 Lyngby

Telf. 02 88 35 11

Basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner

1986

Byggestyrelsen

BYG·DTU
Department of Civil Engineering
Brovej, Bygning 118
DK 2800 Kgs. Lyngby, Danmark
575 nr +120774

Basisbetonbeskrivelse for bygningskonstruktioner

af maj 1986 - ændret december 1986

LABORATORIET FOR BYGNINGSMATERIALER
DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE
BYGNING 118
2800 LYNGBY

Basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner
Publikation nr. 89
Udsendt af Byggestyrelsen, marts 1987
Evt. henvendelse bedes rettet
til Byggestyrelsens 1. kontor.

Trykt hos visoprint as
Skrift: English Times 10/12 og 8/10
Papir: 95 g Dalum offset, DfP
Omslag: 280 g lærredspræget Silko, DfP
Oplag: 3000 stk.

ISBN 87-503-6502-9

LABORATORIET FOR BYGNINGSKONSTRUKTIONER
LÅNBARING 118
BYGGERIET
BYGGERIET

1.	Grundlag 13
1.1	Normgrundlag 13
2.	Almindelige kontrolbestemmelser 14
2.1	Entreprenørens kontrol 14
2.2	Kontrol under en kontrolordning 15
2.3	Tilsynets kontrol 15
3.	Betonens delmaterialer 16
3.1	Cement 16
3.2	Flyveaske og mikrosilica 17
3.3	Vand 17
3.4	Sand 17
3.5	Sten 18
3.6	Tilsætningsstoffer 19
4.	Betonens sammensætning 21
4.1	Krav til brugsegenskaber 21
4.2	Krav til styringsparametre 22
4.3	Krav til produktionsegenskaber 23
4.4	Kontrol 23
4.5	Standardbetoner 29
5.	Betonarbejdets udførelse 31
5.1	Dosering af delmaterialer 31
5.2	Blanding 31
5.3	Transport 32
5.4	Udstøbning 32
6.	Betonens beskyttelse i hæerdeperioden 34
6.1	Beskyttelse mod udtørring 34
6.2	Afformning 36
6.3	Temperaturdeformationer 36
6.4	Vinterstøbning 37
7.	Betonblanketten 38
7.1	Betonblankettens anvendelse 38

Bilag 1: TI-B 3 og 5: Strukturanalyse af hærdnet beton 39

Bilag 2: TI-B 4: Luftporemåling af hærdnet beton 40

Bilag 3: TI-B 51: Sands alkalikiselreaktivitet 41

Bilag 4: TI-B 52: Petrograrisk undersøgelse af sand 42

Bilag 5: Adiabatisk kalorimetri 43

Bilag 6: TI-B 31: Måling af betonforseglingsmidlers virkningsgrad 44

Betonblanket 45

Hermed udsender Byggestyrelsen basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner (BBB) til brug for bygherrer, entreprenører, betonleverandører og projekterende rådgivere.

Baggrunden for udsendelsen er, at BBB ved Byggestyrelsens cirkulære af 6.1.1987 om brug af beton er gjort obligatorisk i statsligt og statsstøttet byggeri.

Den hermed udsendte BBB er – bortset fra en ændring af note 1 til skema 3 (side 22) samt forord og udstyr – identisk med BBB, udsendt i maj 1986 af Udvalget for betonbygværkers holdbarhed under Akademiet for de tekniske Videnskaber.

Med den nævnte ændring er BBB bragt i overensstemmelse med en i december 1986 færdigbehandlet DIF anvisning.

Byggestyrelsen har aftalt med Akademiet For de Tekniske Videnskaber at ATV-arbejdsgruppen, som udarbejdede BBB, indtil udgangen af 1987 fungerer som fortolkningsorgan.

Basisbetonbeskrivelsens anvendelse

Basisbetonbeskrivelsen fastlægger en række krav til materialer og udførelse af betonkonstruktioner med henblik på at opnå en betonkvalitet i bygværket, der kan sikre en tilfredsstillende holdbarhed.

Med basisbetonbeskrivelsen sigtes alene på sædvanlige bygningskonstruktioner. Konstruktioner som svømmebassiner, beholdere for aggressive væsker og bygningsdele helt eller delvist i strømmende aggressivt vand er eksempelvis ikke omfattet af basisbetonbeskrivelsen.

Ved brug af basisbetonbeskrivelsen skal den projekterende definere hver af de betontyper, der indgår i bygværket, ved angivelse af:

- betonidentifikation
- miljøklasse
- styrkeklasse
- kontrolklasse
- maksimal stenstørrelse
- farve
- specielle krav.

For hver bygningsdel skal den projekterende endvidere angive:

- betontype
- miljøklasse
- kontrolklasse
- dæklag med tilhørende tolerancetillæg
- evt. krav om udtørningsbeskyttelse i passiv miljøklasse
- evt. krav til tidligste afformningstidspunkt
- evt. krav til største temperaturforskel under hærkning
- evt. krav om begrænsning af revnevidder ved støbeskel
- specielle krav.

De anførte specielle krav kan omfatte krav om højst 1% sten med densitet under 2200 kg/m³ for at undgå frostspringere, krav om udtørningsbeskyttelse uden brug af forseglingsmiddel af hensyn til senere overfladebehandling, eller der kan være tale om oplysning om, at der ikke skal regnes med frostpåvirkning af visse konstruktioner i moderat eller aggressiv miljøklasse.

Basisbetonbeskrivelsen forudsætter, at lempet kontrol kun anvendes i forbindelse med passiv miljøklasse.

Betonkonstruktioners holdbarhed

Anvendelse af en god beton er ikke i sig selv tilstrækkelig til at sikre en betonkonstruktionens holdbarhed. Konstruktionsudformning og vedligeholdelse er af lige så væsentlig betydning som betonkvaliteten.

Holdbarhedsfaktorer

Betonens holdbarhed beror på en række faktorer, hvoraf de vigtigste er:

- ydre påvirkninger af fysisk og kemisk art, kort betegnet miljøet,
- en række fysiske og kemiske egenskaber ved betonmaterialet, som kan sammenfattes under betegnelsen betonens kvalitet,
- konstruktionsudformningen og
- vedligeholdelsen.

Nedbrydningsmekanismer

Af de mekanismer, som bevirker nedbrydning af betonen, er de vigtigste:

- frostangreb
- alkaliskreaktioner
- armeringskorrosion
- kemiske angreb.

Miljø

Dansk Ingeniørforenings norm for betonkonstruktioner, DS 411, 3. udg. 1984 angiver i pkt. 1.2.2 tre miljøklasser som grundlag for materiale- og konstruktionsspecifikationer, nemlig passiv, moderat og aggressiv miljøklasse. Desuden nævnes, at der kan forekomme særlig aggressive miljøer.

Nedenfor er normens miljøklassebeskrivelse uddybet i overensstemmelse med basisbetonbeskrivelsens forudsætninger. Ved

valg af miljøklasse skal der tages hensyn til de særlige miljøpåvirkninger, som konstruktionen eventuelt kan blive udsat for. Dette gælder også kortere perioder, eksempelvis under byggeriets opførelse.

Passiv miljøklasse (P)

Betonen skal alene kunne sikre armeringen mod at korrodere i et tørt miljø uden chloridpåvirkning.

Følgende bygningsdele kan normalt placeres i denne miljøklasse:

- konstruktioner i indendørs, tørt miljø
- jorddækkende fundamenter i lempet og normal sikkerhedsklasse.

Moderat miljøklasse (M)

Udendørs og indendørs fugtigt miljø, eventuelt med mulighed for frostpåvirkning. Der må ikke i nævneværdig grad kunne tilføres alkalier og chlorider til betonoverfladen.

Følgende bygningsdele kan normalt placeres i denne miljøklasse:

- fundamenter delvis over terræn
- jorddækkende fundamenter i høj sikkerhedsklasse
- kælderydervægge delvis over terræn
- udvendige vægge og facader
- udvendige søjler
- udvendige bjælker med konstruktivt beskyttet overside
- altanbrystninger
- installationskanaler
- ingeniørgange
- elevatorgruber.

Aggressiv miljøklasse (A)

Fugtigt miljø, både indendørs og udendørs, hvor der kan tilføres alkalier og/eller chlorider til betonoverfladen. Eventuelt mulighed for frostpåvirkning.

Følgende bygningsdele kan normalt placeres i denne miljøklasse:

- udvendige dæk
- parkeringsdæk
- udvendige bjælker uden konstruktivt beskyttet overside
- støttemure
- lyskasser

- kanaler og gruber i grundvand
- udvendige trapper
- altaner og altankonsoller
- betonbelægninger.

Konstruktionsudformning

Konstruktionsudformningens betydning for betonens holdbarhed er ofte overset.

Støbekvalitet

Det er vigtigt, at en betonkonstruktion formgives, så betonen kan udstøbes og komprimeres som forudsat. Herunder gælder ikke mindst, at armeringens tæthed og placering er væsentlig.

Af hensyn til muligheden for at styre hærdningsforløbet er ensartede dimensioner at foretrække.

Lokalt miljø

Ved formgivningen kan man desuden sikre en god afvanding af alle betonoverflader, der er udsat for vejrliget. I denne forbindelse må detaljer ved mindre forsænkninger, huller for bolte osv. ikke glemmes. Mindre vandansamlinger kan både give anledning til frostsprængninger og til lokal koncentration af salte mv. i skadeligt omfang. Samtidig kan lokale udspæringer medføre vanskeligheder med at overholde dæklagskravene for armeringen.

Til formgivningen må også henregnes den konstruktive beskyttelse, man giver betonkonstruktionen i form af inddækninger, membraner, belægninger og fugetætninger. En ufuldstændig eller defekt beskyttelse kan bevirke, at der samles vand under den, så den virker mod sin hensigt. Overfladebeskyttelse i form af imprægnering og malebehandling anses ikke for at være en konstruktiv beskyttelse.

Revner

Et betonbygværks konstruktive udformning er afgørende for, hvilke ekstraspændinger og dermed hvilke revnedannelser, den udsættes for. Ekstraspændingerne opstår, hvor temperatur-, svind- og krybningsbevægelser og eventuelle sætninger ikke kan foregå frit.

Følgende forhold bør overvejes særligt:

- statisk bestemt/statisk ubestemt system
- forspændt/ikke forspændt konstruktion
- ensartede dimensioner/større dimensionsspring
- armeringens dimension og dens fordeling i betonen.

En behandling af konstruktionsudformningen falder uden for denne publikations område.

Vedligeholdelse

En systematisk gennemgang af en betonkonstruktions tilstand efter et fastlagt tidsskema gør det muligt at opdage begyndende ændringer i tide og foretage nødvendige foranstaltninger mod dem.

Herom henvises til følgende pjecer i serien 'Beton' fra ATV-udvalget vedrørende Betonbygværkers Holdbarhed, udgivet af Statens Byggeforskningsinstitut:

Beton 1 - Også beton skal vedligeholdes

Beton 2 - Simple betonreparationer

Beton 3 - Eftersyn af beton

Beton 4 - 13 betonsygdomme

1.1 Normgrundlag

DS 411, Dansk Ingeniørforenings norm for betonkonstruktioner, 3. udg., marts 1984, er gældende med de tilføjelser og skærpede krav, der er anført i nærværende basisbetonbeskrivelse samt i projektmaterialet.

2.1 Entreprenørens kontrol

Det påhviler entreprenøren at dokumentere, at projektmaterialelets krav til kvalitet er opfyldt. Dette anses for opfyldt, når entreprenøren med tilfredsstillende resultat udfører eller lader udføre alle foreskrevne prøvninger og kontrolforanstaltninger.

Kontrolklasser fremgår af projekt materialet eller, hvis entreprenøren forestår dimensioneringen af de pågældende bygningsdele, af entreprenørens egne beregningsforudsætninger.

Entreprenørens modtagekontrol skal altid mindst omfatte kontrol af følgesedler samt en simpel identifikationskontrol til sikring mod grove fejl. Herudover påhviler det entreprenøren at sikre sig, at den del af den krævede kontrol, som udføres hos leverandøren, er udført med tilfredsstillende resultat. Dokumentation herfor skal på forlangende forelægges tilsynet.

Al kontrol skal baseres på klart afgrænsede kontrolafsnit. Hvert kontrolafsnit skal være sammenfaldende med et støbeafsnit, dog kan kontrol af materialer, leverancer og betonfremstilling baseres på kontrolafsnit, der er uafhængige af opdelingen i støbeafsnit.

Entreprenøren fører en kontroljournal over den udførte kontrol. Journalen skal indeholde alle nødvendige oplysninger til identifikation af kontrollen: kontrollant, tid, sted, kontrolafsnit og kontrollens resultater. Kontrollen kan dokumenteres ved markering af kontrolpunkt, dato, initialer og eventuelle bemærkninger på planer, der samtidig viser entreprisens opdeling i kontrolafsnit. Kontroljournalen skal også indeholde registrering af aftalte styringsparametre.

Hvis der ved entreprenørens kontrol af et kontrolafsnit konstateres fejl eller mangler, betragtes det pågældende arbejde eller den pågældende leverance som ikke godkendt. Entreprenøren skal for egen regning foretage alle nødvendige udbedringer af ikke godkendte arbejder til opnåelse af den foreskrevne kvalitet. Om nødvendigt kasseres det ikke godkendte arbejde. Så-

fremt der er tale om fejl eller mangler, som ikke straks kan afhjælpes, skal meddelelse herom gives til tilsynet, og forslag til afhjælpning forelægges.

Hvor der konstateres svigt i den udførte kontrol, skal entreprenøren ufortøvet iværksætte efterkontrol af det pågældende afsnit.

Den foreskrevne kontrol begrænser ikke entreprenørens ansvar for arbejdets konditionsmæssige udførelse.

2.2 Kontrol under en kontrolordning

Produkter, som er underkastet kontrol under en DIF- eller DS- anerkendt kontrolordning, anses for fyldestgørende kontrolleret for så vidt angår de egenskaber, der er omfattet af kontrolordningen. Produktkontrollens opdeling i kontrolafsnit kræves ikke sammenfaldende med entreprisens opdeling i kontrolafsnit. Ved seriefremstilling af sådanne produkter kan den foreskrevne kontrol aftales udført som statistisk stikprøvekontrol.

Produkter, for hvilke der ikke eksisterer en anerkendt kontrolordning, men som er underkastet en systematisk firmamæssig kontrol under ekstern kontrol af en anerkendt institution, kan godkendes af tilsynet på tilsvarende måde.

2.3 Tilsynets kontrol

Entreprenøren skal give tilsynet alle ønskede oplysninger, som tjener til belysning af entreprisens kvalitet og arbejdets forløb.

Entreprenøren skal give tilsynet adgang for kontrol til byggeplads og andre produktionssteder, herunder underentreprenørers eller leverandørers produktionssteder eller lagre.

Tilsynet kan forlange, at entreprenøren udtager flere prøver end krævet i beskrivelsen til en vurdering af, om beskrivelsens krav er opfyldt. Omkostningerne herved betales af bygherre/modtager. Dog betales omkostningerne af entreprenøren, hvis kravene ikke er opfyldt.

Prøver, der er udtaget specielt af tilsynet, kan ikke forlanges inddraget i den aftalte statistiske kvalitetskontrol.

3.1 Cement

Cement kan være portlandcement eller portlandflyveaskecement i henhold til DS 427. Portlandflyveaskecement regnes at bestå af en blanding af portlandcement (C) og flyveaske (FA).

Kravene i DS 427 skal være opfyldt på brugstidspunktet. Cementen må ikke være ældet eller på anden måde beskadiget under transport og lagring.

Cement skal leveres med følgesedler påført oplysning om cementen med en cementbetegnelse, der svarer til certificeringsordningens mærkning, jf. SBC 227, udgivet af Dansk Standardiseringsråd.

Ved levering af fabriksbeton skal cementens art påføres følgesedlen med en betegnelse, der svarer til certificeringsordningens mærkning, jf. SBC 227.

Kontrol

DS-certificeret cement anses for fyldestgørende kontrolleret.

Ikke DS-certificeret cement skal underkastes prøvning, dels internt hos producenten, dels eksternt hos et anerkendt laboratorium.

Prøvningen skal omfatte:

- krav svarende til DS 427
- chromatindhold
- 1-døgns trykstyrke
- alkaliindhold
- C₃A-indhold
- flyveaskeindhold.

Prøvningen skal foretages i henhold til DS 427, hvad angår de i DS 427 stillede krav, og i henhold til SBC 227 pkt. 4.4 hvad angår de øvrige krav. Den interne kontrol skal foretages løbende, dog mindst 1 gang pr. uge i henhold til reglerne i SBC 227

pkt. 4.2.1. Den eksterne kontrol skal foretages løbende, dog mindst 6 gange pr år samt i forbindelse med forprøvningen.

Den i portlandflyveaskecement indgående flyveaske skal ikke kontrolleres i henhold til afsnit 3.2, men kontrolleres sammen med cementen i henhold til ovenstående.

3.2 Flyveaske og mikrosilica

Flyveaske (FA) og mikrosilica (MS) skal overholde de grænseværdier, der er angivet i vejledningen til DS 411, pkt. 3.1.2.4.

Kontrol

Der anvendes de prøvningsmetoder, der er angivet i vejledningen til DS 411, pkt. 3.1.2.4.

Materialer leveret med varedeklaration anses for fyldestgørende kontrolleret, ifald varedeklarationen er baseret på løbende kontrol på produktionsstedet, der mindst omfatter 1 prøvning pr. måned. Glødetab og finhed skal dog oplyses for det enkelte læs flyveaske.

For materialer leveret uden varedeklaration skal der udføres 1 prøvning pr. 100 ton flyveaske, hhv. pr. 20 ton (tørvægt) mikrosilica, dog mindst 3 prøvninger pr. kontrolafsnit.

3.3 Vand

Der skal anvendes rent ferskvand af kvalitet som drikkevand leveret fra vandværk.

Kontrol

Såfremt der ikke anvendes vandværksvand, skal vandets indhold af fremmedstoffer dokumenteres ved kemisk analyse.

3.4 Sand

Sandet klassificeres som angivet i skema 1.

Skema 1 Klassifikation af sand

Egenskab/ prøveudfald	Klasse P	Klasse M	Klasse A	Prøvnings- metode
Humusindhold	Lysere	Lysere	Lysere	DS 405.3
Chloridindhold	1	1	1	DS 423.19
Indhold af reaktive korn	Ingen krav	Max. 2,0%	Max. 2,0%	TI-B 52
Mørtelprisme-ekspansion	Ingen krav	Max. 0,1% efter 8 uger	Max. 0,1% efter 8 uger	TI-B 51
Densitet, absorption	1	1	1	DS 405.2
Kornkurve	1	1	1	DS 405.9

1. Der er ingen kravgrænser til disse egenskaber, men bestemmelse skal foretages.

Kontrol

Prøver udtaget som angivet i DS 405.0 pkt. 0.3.1.

Kravet til humusindhold skal opfyldes ved hver prøvning. For alkalikiselreaktivitet skal gennemsnittet af prøveværdierne opfylde kravet.

Sandets alkalikiselreaktivitet kontrolleres efter enten TI-B 51 eller TI-B 52. Et kontrolafsnit godkendt ved prøvning efter en af metoderne, vil ikke kunne forkastes med resultater fra prøvning efter den anden. Andre metoder kan anvendes, hvis relationen til en af de anførte metoder kan dokumenteres.

Materialer leveret med varedeklaration anses for fyldestgørende kontrolleret, ifald varedeklarationen er baseret på prøvning under ekstern overvågning fra en anerkendt instans. Kontrollen udføres efter en af følgende metoder:

1. Kontrolafsnit kontrolleret inden leverance med mindst 1 prøvning pr. 1000 t, dog mindst 3 prøvninger pr. kontrolafsnit.
2. Løbende kontrol med prøvningshyppighed afhængig af gennemsnittet, m , af de sidste 3 prøvningsresultater efter følgende regler:

$90\% \geq m > 60\%$ af grænseværdi $= > 1$ prøvning pr. 500 t
 $60\% \geq m > 30\%$ af grænseværdi $= > 1$ prøvning pr. 1500 t
 $30\% \geq m > 0\%$ af grænseværdi $= > 1$ prøvning pr. 3000 t

For materialer leveret uden varedeklaration skal kravene dokumenteres at være opfyldt for kontrolafsnit kontrolleret inden anvendelse med mindst 1 prøvning pr. 500 t, dog mindst 3 prøvninger pr. kontrolafsnit.

Stenene klassificeres som angivet i skema 2.

Skema 2 Klassifikation af sten

Egenskab/ prøveudfald	Klasse P	Klasse M	Klasse A	Prøvnings- metode
Chloridindhold	1	1	1	DS 423.19
Lette korn under 2400 kg/m ³	Ingen krav	Max. 5,0%	Max. 1,0%	DS 405.4
Densitet	1	1	1	DS 405.2
Det samlede mate- riales absorption	1	1	1	DS 405.2
Absorption for de 10% af materialet, der er flint med kornvægtfylde over 2400 kg/m ³ , og som har den største absorption	Ingen	Max. 2,5%	Max. 1,1%	DS 405.2
Kornkurve	1	1	1	DS 405.9

1. Der er ingen kravgrænser til disse egenskaber, men bestemmelse skal foretages.

Kontrol

Prøver udtages som angivet i DS 405.0 pkt. 0.3.1.

Kravene skal opfyldes ved hver prøvning.

Materialer, leveret med varedeklaration anses for fyldestgørende kontrolleret, ifald varedeklarationen er baseret på prøvning under extern overvågning fra en anerkendt instans. Kontrollen udføres efter en af følgende metoder:

1. Kontrolafsnit kontrolleret inden leverance med mindst 1 prøvning pr. 2000 t, dog mindst 3 prøvninger pr. kontrolafsnit.
2. Løbende kontrol med prøvningshyppighed afhængig af gennemsnittet, m , af de sidste 3 prøvningsresultater efter følgende regler:

$90\% \geq m > 60\%$ af grænseværdi $= > 1$ prøvning pr. 1000 t
 $60\% \geq m > 30\%$ af grænseværdi $= > 1$ prøvning pr. 3000 t
 $30\% \geq m > 0\%$ af grænseværdi $= > 1$ prøvning pr. 6000 t

For materialer leveret uden varedeklaration skal kravene dokumenteres at være opfyldt for kontrolafsnit kontrolleret inden anvendelse med mindst 1 prøvning pr. 1000 t, dog mindst 3 prøvninger pr. kontrolafsnit.

3.6 Tilsætningsstoffer

Tilsætningsstoffer skal leveres med varedeklaration omfattende følgende punkter:

Type

- produktnavn
- forhandler/producent.

Generelt

- aktive komponenter
- densitet kg/liter
- tørstofindhold, vægt-%
- ækvivalent Na_2O ($0,658 \times \text{vægt-\% K}_2\text{O} + \text{vægt-\% Na}_2\text{O}$)
- chloridionindhold, vægt-%
- pH-værdi
- farve
- normale bivirkninger
- bivirkninger ved overdosering.

Lagring

- holdbarhed, sidste brugsdato
- max./min. temperatur.

Dosering

- max./min. specificeres som vægt-% af C, C+FA og C+FA+MS.

Emballagen skal være mærket med leverandør, produktnavn og hovedvirkning.

Leverandørens anvisninger om opbevaringsforhold og -tid skal efterkommes.

Ved anvendelse af tilsætningsstoffer til armeret beton må maksimalt tilføres 0,02 vægt-% Cl^- i forhold til mængden af C+FA+MS.

Kontrol

Densitet, pH-værdi samt indhold af tørstof, ækvivalent Na_2O og chlorid skal være dokumenteret ved prøvning indenfor 12 måneder før anvendelsesdatoen.

Tilsætningsstoffernes egnethed skal dokumenteres ved forprøvning eller ved reference til tidligere produktion efter samme betonrecept som den aktuelle. Ved egnethed forstås, at den friske og hærdnede beton opnår de ønskede egenskaber ved anvendelse af de pågældende tilsætningsstoffer i de mængder, hvorved de indgår i betonrecepten.

4.1 Krav til brugsregnskaber

Under hensyntagen til miljøklasse skal betontyper med karakteristisk styrke på 15 MPa og derover sammensættes således, at kravene i skema 3 er opfyldt af den friske beton, og krav i skema 4 er opfyldt af den hærdnede beton.

Kravene i skema 3 gælder for både armeret og uarmeret beton, mens kravene i skema 4 kun gælder for armeret beton.

Skema 3 Krav til frisk beton

	<i>Passiv miljøkl.</i>	<i>Moderat miljøkl.</i>	<i>Aggressiv miljøkl.</i>
V/C-forhold max. ¹⁾	Ingen krav	0,55	0,45
Cementtype alkalibetegnelse efter DS-certifikat	EA LA MA HA	EA ²⁾ LA MA 8)	EA LA MA 8)
Fillerindhold min. kg pr. m ³ -mørtel (C+FA+MS+filler)	Ingen krav	Ingen krav	650
Max. indhold af flyveaske (incl. bidrag fra cement) og mikrosilica i vægt-% af C+FA+MS	Flyveaske + mikrosilica 35% Mikrosilica 10%	Flyveaske + mikrosilica 35% Mikrosilica 10% ³⁾	Flyveaske + mikrosilica 35% Mikrosilica 10% ³⁾
Max. indhold ækv. Na_2O kg/m ³ (excl. bidrag fra FA og MS)	Ingen krav	3,0 ²⁾ 8)	3,0 ⁸⁾
Sand, klasse	P	M ²⁾	A
Sten, klasse	P	M ⁴⁾	A
Max. indhold af syreopl. Cl^- i vægt-% af C+FA+MS ⁵⁾	1,0	0,2	0,2
Min. luftindhold i % af kitmassevolumen ⁶⁾	Ingen krav	15 ⁷⁾	15
Plastificeringsstoffer	Skal anv. hvis MS anv.	Skal anv. hvis MS anv.	Skal anv.

1. Ved bestemmelse af V/C-forholdet medregnes mikrosilica med aktivitetsfaktoren 2,0. Flyveaske medregnes med en aktivitetsfaktor der, enten uden nær-

mere dokumentation kan sættes til 0,5, eller kan baseres på formelen i punkt 2.3.2 i DIF's anvisning om anvendelse af flyveaske og mikrosilica. Denne formel giver baseret på en afprøvning af den aktuelle bindemiddelkombination en aktivitetsfaktor på mellem 0.5 og 1. Formlen medfører, at aktivitetsfaktoren for flyveasken i portlandflyveaskecement bliver 1.*

2. Der kan anvendes klasse P sand i moderat miljøklasse, såfremt der anvendes lavkalciment type EA eller LA, og det totale indhold af ækv. Na₂O i beton er mindre end 1,8 kg/m³.

3. Der må ikke anvendes mikrosilica sammen med portlandflyveaskecement i moderat og aggressiv miljøklasse.

4. Projektmaterialer kan indeholde krav om, at stenmaterialet højst må indeholde 1,0 vægt-% korn under 2200 kg/m³ for at reducere antallet af springere.

5. Der må ikke direkte tilsættes chlorid til armeret beton. For uarmeret beton er grænseværdien 1,5%.

6. Som kitmassevolumen regnes totalt betonvolumen minus volumen af tilslagsmaterialer. Kravet til luftindholdet kan fraviges for bygningsdele, der ifølge projektmaterialer ikke udsættes for frost.

7. Kravet til luftindholdet kan fraviges for beton til frilagte facader.

8. I moderat og aggressiv miljøklasse kan der anvendes HA-cement, og kravet til max. indhold af ækv. Na₂O kan fraviges. I så fald skal sandmaterialet opfylde følgende krav ud over de for klasse A gældende:

- indhold af reaktive korn: max. 1,0%

- mørtelprismeeekspansion efter 20 uger: max. 0,1%

og stenmaterialet skal overholde følgende krav ud over de for klasse A gældende:

- indhold af lette korn under 2500 kg/m³: max. 1,0%

Skema 4 Krav til hærdnet, armeret beton

	Passiv miljøkl.	Moderat miljøkl.	Aggressiv miljøkl.
Karakteristisk trykstyrke MPa, min. ¹⁾	15	30 ²⁾	35

1. De anførte styrker er minimumsværdier. Projektmaterialer kan indeholde krav om større styrker.

2. Styrkekravet kan reduceres til 25 MPa for beton til frilagte facader i moderat miljøklasse, hvis betonen indeholder mindst 230 kg cement (C) pr. m³ beton.

4.2 Krav til styringsparametre

Under betonarbejde i moderat og aggressiv miljøklasse skal tilslagsets (sand + sten) sammensatte kornkurve og betonens konsistens og V/C-forhold fastholdes som styringsparametre inden for grænserne angivet i skema 5.

* Oprindelig formulering ændret i december 1986, se forordet.

Skema 5 Krav til styringsparametre

1. Maksimal afvigelse på tilslagsets sammensatte kornkurve, målt som forskel i gennemfaldsprocenten på den pågældende sigte:

sigtestørrelse mm	maksimal afvigelse i gennemfaldsprocenten
0,25	+/- 5
4	+/- 5
1/2 d _{max}	+/- 5

2. Maksimal afvigelse på konsistens i forhold til tilstræbt værdi:

Vebe sek.	+/- 5
Sætmål mm	+/- 30
Udbredelsesmål mm	+/- 30

3. Maksimal afvigelse på V/C-forhold i forhold til tilstræbt værdi:

+/- 0,03

Skema 6 Krav til produktionsegenskaber

	Moderat miljøkl.	Aggressiv miljøkl.
Strukturanalyse	2)	2)
Luftporeanalyse	3)	3)
Konsistensændring	1)	1)
Luftindholdsændring	1)	1)
Bleeding	1)	1)
Pumpbarhed	1)	1)
Styrkeudvikling	1)	1)
Varmeudvikling	1)	1)

1. Ingen krav

2. Ved strukturanalysen må der ikke være konstateret:

- inhomogeniteter i pastaen hidrørende fra doserings- og blandedejl
- ujævn fordeling af sten og sand
- kraftig bleeding omkring tilslag
- grove revner
- mange pastarevner
- mange vedhæftningsrevner eller/-defekter
- mange og store luftporeansamlinger

3. For betoner, der kræves luftindblandet, skal der foreligge luftporeanalyse. Luftindholdet skal være større end 10% af kitmassen og den specifikke overflade skal være større end 25 mm⁻¹.

Oplysning om en produktionsegenskab anføres på betonblanketten ved angivelse af det normalt forventelige resultat. For egenskaber, der oplyses ved angivelse af talstørrelser, X, oplyses endvidere de størst forekommende afvigelser fra det normalt forventelige resultat, ΔX.

4.3 Krav til produktionsegenskaber

4.4 Kontrol

Generelt

Kontrol af betonens sammensætning omfatter forprøvning, som dokumenterer at betonen opfylder de stillede krav, og kontrolprøvning som ved arbejdets udførelse dokumenterer, at

den anvendte beton vedblivende opfylder de stillede krav og svarer til den, der er godkendt ved forprøvningen.

Der skelnes mellem tre produktionsforhold:

- Beton produceret under kontrol af en anerkendt kontrolordning og godkendt som standardbeton jf. afsnit 4.5.
- Beton produceret under kontrol af en anerkendt kontrolordning, men ikke godkendt som standardbeton.
- Beton produceret udenfor kontrolordningerne.

Kontrollen omfatter brugsegenskaber (*skema 3 og 4*), styringsparametre (*skema 5*) og de af producenten deklarerede produktionsegenskaber, (*skema 6*):

- Såfremt kontrollen viser, at kravene til en brugsegenskab ikke er opfyldt, betragtes det pågældende kontrolafsnit som ikke godkendt.
- Såfremt kontrollen viser, at kravene til en styringsparameter ikke er opfyldt, skal meddelelse herom gives til kontrolordningen eller, hvis betonen produceres udenfor kontrolordningerne, til tilsynet. Entreprenøren/betonproducenten skal omgående træffe sådanne foranstaltninger, at afvigelserne på styringsparametrene bringes inden for grænserne i skema 5, hvilket skal dokumenteres gennem kontrol.
- Såfremt kontrollen viser, at det oplyste om en produktionsegenskab ikke overholdes, skal meddelelse herom gives til kontrolordningen eller, hvis betonen produceres udenfor kontrolordningerne, til tilsynet. Entreprenøren/betonproducenten skal omgående træffe sådanne foranstaltninger, at produktionsegenskaberne bliver i overensstemmelse med det oplyste, hvilket skal dokumenteres gennem kontrol.

Prøvningsmetoder

Prøvningsmetoderne, der anvendes ved forprøvning og kontrolprøvning af betonens sammensætning, er anført i det følgende. Prøvningsmetoder, der ikke er DS-metoder er kort beskrevet i bilagene med henvisning til, hvor detaljeret prøvningsbeskrivelse findes.

Betonrecept:

Følgende krav til den friske betons sammensætning kontrolleres ved vurdering af recepten sammenholdt med prøvningsresultater for delmaterialerne:

- delmaterialer typer
- indhold af filler

- indhold af flyveaske
- indhold af mikrosilica
- indhold af ækv. Na_2O
- indhold af tilsætningsstoffer.

Chloridindhold:

Chloridindhold bestemmes på den friske beton efter DS 423.19 eller DS 423.28 eller ved beregning efter receptens mængder sammenholdt med delmaterialernes chloridindhold.

V/C-forholdet:

Vandmængden kan bestemmes ved summen af tilsat vand, damp eller is samt vandindholdet i tilsætningsstofferne og vandindholdet i tilslagsmaterialerne korrigeret for absorption. V/C-forholdet bestemmes ved beregning fra registrering af doserede mængder på blandestationen. Vandmængden kan alternativt bestemmes ved direkte måling på den friske beton.

Luftindhold:

Kravet til luftindholdet skal være opfyldt af den friske beton efter evt. pumpning, umiddelbart før betonen fyldes i formen. Bestemmelse kan foretages på et andet sted og et andet tidspunkt, hvis sammenhængen kan dokumenteres under de aktuelle transportvilkår. Luften måles som volumenandel i forhold til beton efter DS 423.15 og omregnes til volumenandel i forhold til kitmasse ved anvendelse af betonreceptens mængder.

Der skal altid foretages en bestemmelse af den friske betons densitet efter DS 423.16 på prøverne, der anvendes til måling af luftindholdet.

Trykstyrke:

Den hærdede betons trykstyrke bestemmes som anvist i DS 411.

Konsistens:

Konsistensen bestemmes på den friske beton ved:

- sætmål efter DS 423.12, eller
- vebesekunder efter DS 423.13, eller
- udbredelsesmål efter DS 423.14.

Kornkurve:

Tilslagsmaterialernes sammensatte kornkurve beregnes ud fra prøvningsresultaterne for de anvendte materialer og betonreceptens mængder.

Strukturanalyse:

En strukturanalyse omfatter en makro- og en mikroanalyse udført på tre udborede kerner med to slib udtaget fra hver kerne. Analyserne udføres efter TI-B 3 og 5.

Luftporeanalyse:

Luftporeanalysen udføres efter TI-B 4 på samme prøver som udtaget til strukturanalysen.

Varmeudvikling:

Bestemmes ved adiabatisk kalorimetri.

Bleeding:

Betonens bleeding bestemmes som anført i DS 423.18.

Forprøvning

Ved forprøvningen vurderes, om betonen opfylder kravene i skema 3, 4, 5 og 6.

Afhængig af udførelsesmetoden ved betonarbejdet skal relevante produktionsegenskaber som fx betonens pumpbarhed, konsistensændring, ændring af luftindhold, bleeding og styrkeudvikling undersøges.

Betonens varmeudvikling skal vurderes ved beregning eller prøvning, såfremt betonen skal anvendes til bygningsdele, til hvilke der i projektmaterialet stilles krav til temperaturforløbet under hærningen.

Forprøvningens omfang:

- For standardbeton kontrolleres, at betonblankettens oplysninger opfylder kravene, jf. 7.1. Egenskaber, der ikke kan vurderes ved resultater fra den løbende produktion, skal undersøges ved en prøvestøbning. Resultater fra forprøvningen resumeres på betonblanketten.
- For beton i løbende produktion under kontrol af en anerkendt kontrolordning kontrolleres, at resultaterne fra kontrollen opfylder kravene. Egenskaber, der ikke kan vurderes ved resultater fra den løbende produktion, skal undersøges ved en prøvestøbning. Resultater fra forprøvningen resumeres på betonblanketten.
- Beton produceret uden for kontrolordningerne skal kontrolleres ved prøvestøbning. Alle egenskaber, hvortil der er stillet krav, skal undersøges ved prøvestøbningen. Resultaterne fra prøvestøbningen resumeres på betonblanketten. Produk-

tionsapparatets egnethed til at producere beton efter de angivne retningslinier skal vurderes.

Prøvestøbning:

- Eventuelle prøvestøbninger skal udføres med en betonmængde svarende til mindst en blandesats ved den senere produktion.
- Betonen skal udsættes for samme transportmetoder, som bliver anvendt ved betonarbejdet.
- Den friske betons egenskaber skal følges ved måling fra blandetidspunktet til en modenhed svarende til den maksimalt tilladelige ved udstøbning.
- Betonens støbeegenskaber skal afprøves ved støbning af mindst ét prøvelegeme på mindst 0,1 m³. Støbeforholdene ved prøvelegemet skal være repræsentative for støbeforholdene i de aktuelle konstruktioner.

Kontrolprøvning

Kontrolprøvning udføres på klart opdelt kontrolafsnit og i omfang som angivet i skema 7.

Egenskaber, der er omfattet af kontrolordningerne, kontrolleres på leverandørens kontrolafsnit for den løbende produktion. Andre egenskaber kontrolleres på kontrolafsnit med direkte reference til byggeriet.

Eventuelle egenskaber, der ikke er omfattet af kontrolordningerne, kontrolleres under støbningen ved prøvning hos leverandøren eller ved entreprenørens modtagekontrol, med samme prøvningsomfang som angivet for betoner uden for kontrolordningerne. Resultaterne fra prøvningen på den leverede beton registreres i kontroljournalen.

Beton produceret uden for kontrolordningerne kontrolleres under støbningen hos leverandøren eller ved entreprenørens modtagekontrol. Valg af kontrolafsnit og stikprøvestørrelse samt vurdering af resultater skal ske efter principperne i DS 423.1.

Skema 7 Oversigt over kontrolomfang

	Kontrol udføres i miljøklasse	Skærpet og normal kontrol				Lempet kontrol
		Forprøvning	Kontrolprøvn. (prøveantal)			Kontrolprøvn. (prøveantal)
			Alle betoner undtagen standardbeton	Standardbeton	Beton med kontrolordning	
Brugs-egenskaber: Betonrecept Chloridindh. ⁴⁾ V/C-forhold Luftindhold Trykstyrke	P + M + A P + M + A M + A M + A P + M + A	Prøvestøbning ¹⁾	0	0	0	0 4 pr. 100 m ³ ²⁾
			2 pr. 100 m ³ ²⁾	4 pr. 100 m ³ ²⁾	8 pr. 100 m ³ ²⁾	
Styringsparametre: V/C-afvigelse Konsistens ⁵⁾ Konkurve	M + A M + A M + A	Prøvestøbning ¹⁾ ⁶⁾	2 pr. 100 m ³ ²⁾ ⁶⁾	4 pr. 100 m ³ ²⁾ ⁶⁾	8 pr. 100 m ³ ²⁾	0
Produkt-egenskaber: Strukturanal. Luftporeanal. Konsistensænd. Luftindh.-ændring Bleeding Pumpbarhed Styrkeudvikl. Varmeudvikl.	M + A M + A M + A M + A M + A M + A M + A M + A		Prøvestøbning ¹⁾ ⁷⁾	1 pr. 1000 m ³ ³⁾ ⁸⁾	0	0

1. Prøvestøbninger kan helt eller delvis udelades, såfremt dokumenteret forhåndsviden foreligger.

2. Der skal dog fra hvert kontrolafsnit udtages mindst 3 prøver. For hver produktionsdag kræves ikke udtaget flere prøver end det anførte antal for en produktion på 100 m³.

3. Der skal dog mindst udføres 1 prøve hvert kvartal.

4. Kontrolprøvning af chloridindhold kan undlades, såfremt indholdet ved forundersøgelsen var mindre end 75% af grænseværdien.

5. Den friske betons temperatur kontrolleres i samme omfang som konsistensen, såfremt der i projektet er stillet krav til temperaturforholdene under hærdningen, ved vinterstøbning eller hvis der anvendes varmhærdning med temperaturer over 30°C for den friske beton.

6. Tilslagsmaterialernes sammensatte kornkurve kontrolleres, når der startes på et nyt kontrolafsnit for et af tilslagsmaterialerne. Kravet skal opfyldes ved hver bestemmelse.

7. For ikke standardbetoner i miljøklasse M og A skal der altid foreligge struktur og luftporeanalyse. Andre produktionsegenskaber skal dokumenteres i det omfang, de er relevante for den videre anvendelse af betonen.

8. For standardbetoner i miljøklasse M og A skal produktionsegenskaber altid dokumenteres, dog skal prøvning af konsistens, luftindholdsændring og pumpbarhed kun dokumenteres i det omfang, de er relevante for den videre anvendelse af betonen.

4.5 Standardbetoner

En beton, der under en anerkendt kontrolordning vedvarerende produceres på samme anlæg og efter samme recept samt med fastholdelse af brugsegenskaber og produktionsegenskaber, kan godkendes som standardbeton af kontrolordningen.

a. Før godkendelse som standardbeton kan opnås, skal der foreligge oplysning om produktionsegenskaberne, og der skal foreligge dokumentation for, at kravene til betonen kan overholdes. Dokumentationen skal omfatte mindst 40 prøvningsresultater for hver af de brugsegenskaber og styringsparametre, hvortil der i skema 7 stilles krav om kontrolprøvning. Endvidere skal dokumentationen omfatte mindst 3 prøvningsresultater for hver af de oplyste produktionsegenskaber. Alle prøvningsresultater skal være udtaget over en periode på mindst 6 døgn og højst 12 måneder.

b. For opretholdelse af godkendelse som standardbeton skal der løbende foreligge dokumentation for, at kravene til betonen vedvarende overholdes. Dokumentationen skal omfatte mindst 20 prøvningsresultater pr. år for hver af de brugsegenskaber og styringsparametre, hvortil der i skema 7 stilles krav om kontrolprøvning.

c. Alle prøvningsresultater vedrørende brugsegenskaber og styringsparametre skal løbende være behandlet efter en statistisk metode, der med den af kontrolordningen fastsatte kontrolgrænser dokumenterer, om produktionen er i kontrol:

- Hvis kontrolgrænsen for en brugsegenskab overskrides, suspenderes godkendelsen af den pågældende standardbeton.
- Hvis en kontrolgrænse for en styringsparameter overskrides, skal forholdet rettes op i overensstemmelse med kontrolordningens regler. Ifald forholdet ikke rettes op som anført, suspenderes godkendelsen af den pågældende standardbeton.

Først når produktionen af en suspenderet standardbeton igen dokumenteres at være i kontrol, kan kontrolordningen forny godkendelsen som standardbeton.

Kontrolordningen kan tillade en opdeling af en standardbetonproduktion i varianter:

- Den tilstræbte konsistens kan varieres under forudsætning af, at den tilstræbte værdi registreres ved blandingen.
- Den maksimale stenstørrelse kan vælges mellem to nabosigter på standardsigten under forudsætning af, at den valgte stenstørrelse registreres ved blandingen.

Kontrollen iflg. a. og b. skal fordeles over varianterne i forhold til produktionsmængderne. For produktionsegenskaberne skal der foreligge mindst ét prøvningsresultat udtaget indenfor de sidste 12 måneder for hver variant.

Kontrolordningen kan endvidere tillade, at der skiftes mellem tilslagsmaterialer af samme type i en standardbeton, såfremt der foreligger dokumentation for, at kravene til betonens brugsegenskaber, styringsparametre og produktionsegenskaber fortsat opfyldes. Hvis andre delmaterialer skiftes til materialer af samme typer som de oprindelige, kan kontrolordningen fastsætte en evt. begrænsning af prøveomfanget anført under punkt a.

Ved levering af en standardbeton skal betonblanketten være udfyldt svarende til de aktuelle varianter af standardbetonen. Af betonblanketten skal det fremgå, hvornår betonen sidst er godkendt som standardbeton.

5.1 Dosering af delmaterialer

Cement, flyveaske, mikrosilica og tilslagsmateriale skal doseres ved vejning.

Vand samt mikrosilica leveret som slurry doseres ved vejning eller efter rumfang.

Afvejning som tillæg til allerede doserede materialer tillades, når kravet til nøjagtigheden for det enkelte delmateriale opfyldes.

Tilsætningsstoffer doseres ved vejning eller efter rumfang. Doseringen udrøres manuelt eller med doseringsapparat.

Tilsætningsstoffer tilsættes blandingen i overensstemmelse med leverandørens anvisninger.

Doseringsudstyrets nøjagtighed skal overholde følgende tolerancekrav:

Cement	+/- 3%
Flyveaske	+/- 3%
Mikrosilica	+/- 5%
Tilslagsmaterialer	+/- 3%
Vand	+/- 3%
Tilsætningsstoffer	+/- 5%

Instrumenter til registrering af doseringen skal kunne aflæses fra anlæggets manøvrepads.

Kontrol

Doseringsanlæg hos leverandører tilsluttet en anerkendt kontrolordning anses for fyldestgørende kontrolleret. På andre anlæg kontrolleres mindst 1 gang pr. måned for hvert doseringsudstyr, at kravene er overholdt.

5.2 Blanding

Dersom blandetiden ikke bestemmes ved prøvning som angivet nedenfor, skal den efter sidste doseringstidspunkt være mindst

90 sekunder for fritfaldsblandere, og mindst 60 sekunder for tvangsblandere.

For betoner til moderat og aggressiv miljøklasse skal blandetiden i alle tilfælde fastlægges på grundlag af prøveblanding.

Kontrol

For betoner til moderat og aggressiv miljøklasse skal blandingshomogenitet være dokumenteret ved strukturanalyse udført under forprøvningen.

Blandetiden fra sidste doseringstidspunkt skal fremgå af betonblanketten.

5.3 Transport

Ved betonens ankomst til støbestedet skal betonens konsistens overholde den aftalte styringsværdi udtrykt ved sætmål, udbredelsesmål eller vebetal.

Tilbringningstiden må ikke være længere, end at betonen med sikkerhed kan være indbygget i formen, inden afbindingen begynder.

Betonens modenhed må ikke overstige 90 minutter, inden den er indbygget i formen, med mindre forsvarligheden deraf er dokumenteret ved forprøvningen.

Efterdosering af tilsætningsstoffer er ikke tilladt. Efterdosering af plastificerende tilsætningsstoffer er dog tilladt, hvis det er indgået i forprøvningen. Efterdoseringen må kun foretages af en laborant eller en blandemester fra betonproducenten. Indblandingstiden skal være mindst 8 minutter.

Kontrol

Tidspunkt for ankomst og indbygning samt udførte målinger og støbested registreres i kontroljournalen.

Ved efterdosering skal det efter indblanding kontrolleres, at betonen overholder de aftalte styringsværdier for konsistens og luftindhold.

5.4 Udstøbning

Formen må ikke overbelastes ved støbningen.

Betonen må ikke styrtes mere end 1 meter, med mindre andet er eftervist at være forsvarligt ved forundersøgelserne.

Udstøbningen skal foregå i lagserier med vandret overflade, således at lagene kan komprimeres til en homogen masse uden væsentlige vandrette flytninger.

Ved komprimering med stavvibrator må lagtykkelsen højst være 0,40 m.

Al komprimering skal udføres ved vibrering, med mindre andet er aftalt ved forundersøgelserne.

Kontrol

Kontrollen foretages ved inspektion af udstøbningen og registrering af de anvendte metoder i kontroljournalen.

Inspektionshyppigheden vælges afhængig af kontrolklassen:

- Normal kontrolklasse: Lejlighedsvis inspektion.
- Skærpet kontrolklasse: Inspektion af hele udstøbningen.

6.1 Beskyttelse mod udtørring

Under hærningen skal betonen beskyttes mod udtørring, således at der ikke fremkommer revnedannelser som følge af plastisk svind, og således at den fornødne vandmængde til cements hydratisering er tilstede. Kravet til udtørringsbeskyttelse i passiv miljøklasse skal kun overholdes, hvis der er stillet krav herom i projekt materialet.

Så tidligt som muligt efter betonens udstøbning skal alle frie overflader beskyttes mod udtørring. Med mindre andet eftervises at være forsvarligt, skal beskyttelsen være etableret, inden der er fordampet de i skema 8 angivne vandmængder fra overfladen. Disse vandmængder svarer til lagtykkelse større end eller lig med 0,2 m. For tykkelser mindre end 0,2 m skal vandmængderne reduceres proportionalt med den mindre tykkelse.

Skema 8 Krav til max. vandfordampning før udtørringsbeskyttelse

Betonens indhold, X, af FA+MS i vægt-% af C+FA+MS	Betonens indhold, Y, af MS i vægt-% af C+FA+MS	Max. fordampet vandmængde fra overflade
X > 15%	Y > 5%	1,5 kg/m ²
15% ≥ X > 5%	5% ≥ Y > 0%	3,0 kg/m ²
5% ≥ X	Y = 0%	6,0 kg/m ²

Såfremt der ikke fremlægges dokumentation for, at de i skema 8 angivne krav opfyldes, skal beskyttelsen af overfladerne være etableret, inden de i skema 9 anførte tidsrum fra udstøbnings-tidspunktet er forløbet. Disse tider svarer til lagtykkelser større end eller lig med 0,2 m. For tykkelser mindre end 0,2 m skal tiderne reduceres proportionalt med den mindre tykkelse. Beskyttelsen skal evt. etableres midlertidigt, inden afretning foretages.

Skema 9 Seneste tidspunkt for udtørringsbeskyttelse

Betonens indhold, X, af FA+MS i vægt-% af C+FA+MS	Betonens indhold, Y, af MS i vægt-% af C+FA+MS	Udendørs arbejder	Indendørsarbejder	
			Betontemp. ≥ 25°C	Betontemp. < 25°C
X > 15%	Y > 5%	1 time	1 time	2 timer
15% ≥ X > 5%	5% ≥ Y > 0%	2 timer	2 timer	4 timer
5% ≥ X	Y = 0%	4 timer	4 timer	8 timer

Med mindre andet eftervises at være forsvarligt, skal beskyttelsen mod udtørring opretholdes, indtil den i skema 10 angivne modenhed (ækvivalent hærdeperiode ved 20°C) er opnået i betonens overfladelag (målt i en dybde på max. 10 mm).

Skema 10 Tidligste tidspunkt for fjernelse af udtørringsbeskyttelse

	Betonens alder målt i modenhetstimer ved tidligste fjernelse af tildækning		
	Passiv miljøkl.	Moderat miljøkl.	Aggressiv miljøkl.
V/C > 0,55	15	-	-
0,55 ≥ V/C > 0,45	15	36	-
0,45 ≥ V/C > 0,40	12	24	120
0,40 ≥ V/C	12	24	96

1. Hvis afbindingen starter senere end 5 timer efter blanding øges de anførte modenhedskrav tilsvarende.

Den krævede udtørringsbeskyttelse kan etableres ved at lade formen sidde, ved tildækning med damp-tætte membraner, ved opretholdelse af høj relativ fugtighed i omgivelserne eller ved konstant vådholdelse af overfladerne. Vekslede vanding og udtørring af overfladerne må ikke finde sted. Forseglingsmiddel kan anvendes til beskyttelse mod udtørring, såfremt midlet har en effektivitet på mindst 75% bestemt ved prøvning-metoden TI-B 31, og såfremt projekt materialet ikke forbyder anvendelsen på den pågældende bygningsdel.

Såfremt afformning finder sted, inden betonen har opnået den fornødne modenhed i overfladen, skal der umiddelbart efter afformningen etableres beskyttelse af alle frie overflader. Denne beskyttelse skal opretholdes, indtil den krævede modenhed er opnået.

Kontrol

Kontrollen foretages ved inspektion af konstruktionen og registrering af start og sluttidspunkt for de valgte foranstaltninger.

Alle kontrolklasser:

Passiv miljøklasse: Lejlighedsvis inspektion.

Moderat og aggressiv miljøklasse: Inspektion af alle støbninger.

6.2 Afformning

Afformning må foretages, når konstruktionen har opnået tilstrækkelig styrke og stivhed.

Bøjningspåvirkede konstruktioner må afformes, når betonen har en trykstyrke på 10 MPa, med mindre andet er anført i projektmaterielet.

Lodrette flader må afformes, når betonen har en trykstyrke på 5 MPa, med mindre andet er anført i projektmaterielet.

Seriefremstillede bygningsdele kan afformes efter andre kriterier, såfremt forsvarligheden heraf dokumenteres.

Kontrol

Betonens aktuelle styrke bestemmes ved en af følgende metoder:

- ved beregning af betonens modenhed, såfremt sammenhæng mellem styrke og modenhed er bestemt.
- rekyl-værdi efter DS 423.30
- udtrækningsprøvning efter DS 423.31
- brudprøve efter DS 423.32
- utralyd hastighed efter DS 423.33.

6.3 Temperaturdeformationer

Følgende krav til temperaturen skal overholdes, hvor der stilles krav herom i projektmaterielet.

- Under betonens hærdning må forskellen mellem tværsnittets maksimale temperatur og tværsnittets overfladetemperatur ikke overstige 20°C.

Projektmaterielet kan endvidere indeholde krav om begrænsning af revnevidder ved støbeskel forårsaget af temperaturforskelle mellem hærdnet og hærdnende beton. Kravet angives ved størst tilladelig revnevidde, eller ved størst tilladelig temperaturforskelle mellem 2 veldefinerede punkter i bygningsdelene.

Projektmaterielets krav til temperaturen kan fraviges, hvis der kan fremlægges beregningsmæssig dokumentation for, at der ikke som følge af temperaturdeformationer kommer revner, der nedsætter bygningsdelens holdbarhed.

Kontrol

Kontrollen udføres ved måling af betontemperaturen.

Kontrollen udføres ved hver støbning, med mindre det ved beregning eller forsøg er eftervist, at kravene er overholdt.

Under forudsætning af beregningsmæssig dokumentation eller henvisning til forsøg kræves kontrol af, at de anvendte forudsætninger er opfyldt under hærdeforløbet.

6.4 Vinterstøbningsforanstaltninger

Ved støbning under vinterforhold, skal det sikres, at frysning af betonen ikke indtræder, før denne gennem hærdningen har opnået en frostsikker tilstand.

Før støbearbejdet begyndes, skal sikkerheden mod frysning dokumenteres.

Kontrol

Kontrollen udføres ved måling af betontemperaturen. Kontrollen udføres ved hver støbning uafhængig af kontrol og miljøklasse, såfremt lufttemperaturen kan forventes at komme under +5°C i de efterfølgende 2 døgn.

7.1 Betonblankettens anvendelse

Inden betonarbejdets start udfyldes for hver anvendelse beton-type en betonblanket, som underskrives af entreprenøren og betonproducenten, og som forelægges for tilsynet. Underskriften forpligter betonproducent og entreprenør til at anvende den specificerede beton. Betonblanketten skal være udfyldt med entydig nummerering og klassifikation svarende til oplysningerne på følgesedler ved betonleverancerne.

Prøvningsmetode

Strukturanalyse af hærdnet beton
TI-B 3 og 5.

Princip

Strukturanalysen gennemføres på udborede kerner og omfatter en kvalitativ og en semikvantitativ visuel analyse af betonens makro- og mikrostruktur på planslib og tyndslib.

Anvendelse

Til at bedømme betonens sammensætning og vurdere den i forhold til proportioneringen. Til vurdering af om blanding, udstøbning og efterbehandling er udført tilfredsstillende.

Prøvningsresultat

Analysens resultat skal foreligge som en rapport, der redegør for:

- omfang af inhomogeniteter i pastaen hidrørende fra doserings- og blandefejl
- om sten og sand er jævnt eller ujævnt fordelt
- omfang af bleeding omkring tilslag
- omfang af grove revner
- omfang af pastarevner
- omfang af vedhæftningsrevner eller -defekter
- omfang af luftporeansamlinger
- om der kan konstateres uoverensstemmelse med krav til delmaterialer og sammensætning
- om der kan konstateres tegn på udstøbningsfejl eller fejl ved efterbehandling.

Referencer

Nordisk Betong, 3:79: Struktur- og bestanddelsanalyse af beton.
DBF 10:1981: Måling og vurdering af hærdnet betons holdbarhed.
Detailkrav til holdbar beton, Teknologisk Institut, 1984.

Prøvningsmetode

Luftporemåling af hærdnet beton
TI-B 4.

Princip

Luftindhold og porestørrelse bestemmes på planpolerede betonflader ved automatisk billedanalyse.

Anvendelse

Til bestemmelse af den hærdnede betons luftindhold og porestruktur.

Prøvningsresultat

Ved prøvningen bestemmes luftindholdet samt luftporernes specifikke overflade og afstandsfaktor.

Rererencer

DBF 10:1981: Måling og vurdering af hærdnet betons holdbarhed.

Milan Symposium 1983: The use of Automatic Image Analysing Techniques for Determination of Air Content in Hardened Concrete.

Detailkrav til holdbar beton, Teknologisk Institut, 1984.

Prøvningsmetode

Sands alkalikiselreaktivitet
TI-B 51.

Princip

Prismer (40 x 40 x 160 mm) fremstillet af mørtel, bestående af 1 vægtedel cement og 3 vægtdele af det sand, der skal testes, samt med $V/C = 0,50$, lagres 28 døgn i vand og derefter i mættet natriumklorid-opløsning med en temperatur på 50°C.

Prismernes længdeændring måles i 8 uger – evt. 20 uger efter anbringelsen i den mættede natriumklorid-opløsning.

Anvendelse

Relativ sammenligning af forskellige sandprøvers alkalikiselreaktivitet for udvælgelse af det sand, der giver lavest ekspansion.

Prøvningsresultat

Mørtelprismeeekspansion.

Referencer

'Undersøgelse og klassifikation af danske sandforekomster', TI/Byggeteknik 1980.

Beton-Teknik 1/05/82: Sten og sand til beton.

Detailkrav til holdbar beton, Teknologisk Institut, 1984.

Prøvningsmetode

Petrografisk undersøgelse af sand
TI-B 52.

Princip

Fluorescensimprægnerede tyndslib, fremstillet af epoxy- indstøbt sand, der skal testes, analyseres i et polarisationsmikroskop for bestemmelse af de enkelte sandkorns mineralogi.

Anvendelse

Metoden anvendes til bestemmelse af et sands mineralogiske sammensætning, specielt med henblik på at bestemme mængden af alkalireaktiv materiale, d.v.s. porøs flint og opalkalk.

Prøvningsresultat

Bjergartsfordeling og indhold af reaktivt materiale.

Referencer

Beton-Teknik 1/05/1982: Sten og sand til beton.
Detailkrav til holdbar beton. Teknologisk Institut, 1984.

Prøvningsmetode

Bestemmelse af betonens varmeudviklingsegenskaber ved adiabatisk kalorimetri.

Princip

En prøvebeholder med ca 5 liter beton anbringes i et adiabatisk kalorimeter. Betonen hærdner heri under adiabatisk betingelser, dvs. uden varmetab. Den adiabatisk temperaturstigning måles som funktion af tiden.

Anvendelse

Metoden kan benyttes i følgende sammenhæng:

- a. Til kontrol af en betonproduktions ensartethed med hensyn til hærdsegenskaber/varmeudvikling.
- b. Til sammenligning af forskellige betoners hærdsegenskaber/varmeudvikling, herunder til vurdering af tilsætningsstoffernes indflydelse på hærdningen.
- c. Til måling af de varmeudviklingsparametre, der benyttes ved forudberegning og planlægning af hærdeforløb i udstøbte betonkonstruktioner.

Prøvningsresultat

Den specifikke varmeudvikling i kJ pr kg cement som funktion af betonens modenhedsudvikling.

Referencer

Beton-Teknik 3/10/1981: Betoners varmeudvikling.
BKI: 'Adiabatisk Kalorimetri', Arbejdsblad.
SBI-anvisning 125: 'Vinterstøbning af beton'.
Beton-Teknik 10/20/1983: Cementers varmeudvikling.
Detailkrav til holdbar beton, Teknologisk Institut, 1984.

Prøvningsmetode

Måling af betonforseglingsmidlers virkningsgrad.

Princip

Virkningsgraden af betonforseglingsmidlet bestemmes som forholdet mellem vandtabet fra det forseglede og det uforseglede prøvelegeme af en beton med standardiseret sammensætning og under standardiserede hærdbetingelser. Virkningsgraden angives som forholdet målt i procent.

Anvendelse

Metoden anvendes til at vurdere et betonforseglingsmiddels effektivitet til beskyttelse af beton mod udtørring.

Prøvningsresultat

Virkningsgrad.

Referencer

ASTM C 156

BYG-ERFA 830415

Detailkrav til holdbar beton, Teknologisk Institut, 1984.

BETONBLANKET

PROJEKT		KLASSIFIKATION		CHECK	REF.	
1	SAG	4	RECEPT			
		5	MILJØKLASSE			
		6	STYRKEKLASSE	MPa		
2	BETONIDENTIFIKATION	7	KONTROLKLASSE			
3	ANVENDELSE	8	STØRSTE STEN	mm		
		9	STANDARDBETON			
RECEPT	TYPE/OPRINDELSE/KLASSE	DENSITET	kg/m ³	l/m ³	CHECK	REF.
10	CEMENT					
11	FLYVEASKE					
12	MIKROSILICA					
13	VAND					
14	LUFTINDBL.					
15	PLAST.					
16	PLAST.					
17	ANDET TSS.					
18	SAND					
19	SAND					
20	STEN					
21	STEN					
22	STEN					
	LUFTINDHOLD	%	TOTAL Σ			
KONTROLPUNKTER		ENHED	BEREGNING	MÆNGDE	CHECK	REF.
23	MIKROSILICA	%				
24	FLYVEASKE+MIKROSILICA	%				
25	ÆKV. CEMENTINDHOLD	kg/m ³				
26	EFFEKTIVT VANDINDHOLD	kg/m ³				
27	ÆKV. V/C-FORHOLD	-				
28	MØRTELINDHOLD	l/m ³				
29	FILLERINDHOLD I MØRTEL	kg/m ³				
30	KITMASSEINDHOLD	l/m ³				
31	LUFTINDHOLD I KITMASSE	%				
32	MAX. ALKALIINDHOLD	kg/m ³				
33	MAX. CHLORIDINDHOLD	%				
34	BLANDETID	s				

PRODUCENT	DATO	ENTREPRENØR	DATO	Set af tilsyn

BETONBLANKET

TRYKSTYRKENS VARIATIONSKOEFFICIENT	DS 411	DOKUMENTERET	DOKUMENTERET
	8.1.1	40 PRØVER	100 PRØVER

RECEPT		ALKALIBEREGNING(ækv Na ₂ O)			CHLORIDBEREGNING (Cl ⁻)			
	kg/m ³	%	kg/m ³	REF.	%	kg/m ³	REF.	
CEMENT								
FLYVEASKE								
MIKROSILICA								
VAND								
LUFTINDHOLD								
PLAST.								
PLAST.								
ANDET TSS								
SAND								
SAND								
STEN								
STEN								
STEN								
TOTAL Σ				pkt.32 side 1				
SAMMENSÆTNING AF TILSLAG					% AF C+FA+MS		pkt.33	
FORDELING AF TILSLAG					kg/m ³	%	REF.	
					————— · 100 % =			
					side 1			
KONTROL AF TILSLAG								
SAND					SAND	1	2	
SAND					HUMUS			
STEN					REAKTIVE KORN			
STEN					EKSPANSION			
STEN					DENSITET			
TOTAL					ABSORPTION			
SIGTE	GENNEMFALD %						Cl ⁻ INDHOLD	
mm	1	SAND ₂	1	STEN ₂	3	TOTAL	REF.	
64								
32								
16								
8								
4								
2								
1								
0.5								
0.25								
0.125								
0.075								

BETONBLANKET

	PRODUKTIONSEGENSKABER	PRØVNING				REF.
1.	STRUKTURANALYSE					
2.	LUFTPORESTRUKTUR			X	ΔX	
		A_B				
		A_p				
		α				
3.	KONSISTENSÆNDRING PRØVEMETODE _____	MODENHED TIMER	TRANSPORT METODE	KONSISTENS	ΔX	
4.	LUFTINDHOLDÆNDRING frisk beton PRØVEMETODE _____	MODENHED TIMER	TRANSPORT METODE	LUFT INDHOLD	ΔX	
5.	BLEEDING	VANDSEPARATION			ΔX	
6.	PUMPBARHED					
7.	STYRKEUDVIKLING	MODENHED TIMER		\bar{f}_{ck}	ΔX	
8.	VARMEUDVIKLING			X	ΔX	
		Q_∞				
		τ_e				
		α				
9.	ANDET/BEMÆRKNINGER					

- 1982** 51 Pris og tid 1982
Byggestyrelsen, august 1982, AS 5, 42 s
- 52 Bygge- og boligpolitisk oversigt 1981-1982
Boligministeriet, oktober 1982, AS 5, 124 s
- 53 Energibesparelser i offentlige bygninger - Gennemførelse
Byggestyrelsen, oktober 1982, AS 5, 102 s
- 54 Bygningsreglement 1982
Byggestyrelsen, december 1982, A 5, 239 s
- 55 Vejledning til bygningsreglement 1982
Byggestyrelsen, december 1982, A 5, 92 s
- 56 Almennyttige boligselskabers regnskaber 1980
Boligministeriet, december 1982, AS 5, 39 s
- 1983** 57 The Human Settlements Situation and Related Trends and Policies
Planstyrelsen og Boligministeriet, februar 1983, AS 5, 70 s
- 58 Overvejelser om indeksfinansiering
Boligministeriet, marts 1983, AS 5, 47 s
- 59 Udbud 1983
Byggestyrelsen, april 1983, AS 5, 28 s
- 60 Beretning fra tilsynet med realkreditinstitutter
Boligstyrelsen, maj 1983, AS 5, 160 s
- 61 Almennyttige boligselskabers regnskaber 1981
Boligministeriet, juli 1983, AS 5, 40 s
- 62 The Danish Ministry of Housing
Boligministeriet, august 1983, A5, 8 s
- 63 Bygherrevejledning 1983
Byggestyrelsen, september 1983, AS 5, 205 s
- 64 Bygge- og boligpolitisk oversigt 1982-1983
Boligministeriet, november 1983, AS 5, 103 s
- 65 Byfornyelse og boligforbedring - beslutningsgrundlaget
Boligministeriet, november 1983, AS 5, 79 s
- 66 Building Regulations 1982
The Danish Ministry of Housing, December 1983, AS 5, 192 pages
- 1984** 67 Energibesparelser i offentlige bygninger
Resultat af indberetning
Byggestyrelsen, februar 1984, AS 5, 48 s
- 68 Redegørelse om særlige problemer inden for de almennyttige boligselskabers virksomhed
Boligministeriet, marts 1984, AS 5, 96 s
- 69 Redegørelse fra Indeksfinansieringsudvalg II
Boligstyrelsen, april 1984, AS 5, 91 s
- 70 Beretning fra tilsynet med realkreditinstitutter
Boligstyrelsen, maj 1984, AS 5, 117 s
- 71 Almennyttige boligselskabers regnskaber 1982
Boligministeriet, maj 1984, AS 5, 39 s
- 72 Overvejelser om ydelsessikring ved ejerskitelån
Boligministeriet, september 1984, AS 5, 52 s
- 1985** 73 Beretning fra arbejdsgruppen vedrørende byggeskader
Boligministeriet, januar 1985, AS 5, 80 s
- 74 Anskaffelsesudgifter for det støttede boligbyggeri
Boligministeriet, januar 1985, AS 5, 92 s
- 75 Bygningsreglement for småhuse, BR-S 85
Byggestyrelsen, marts 1985, A 5, 80 s
- 76 Beretning fra tilsynet med realkreditinstitutter
Boligstyrelsen, maj 1985, AS 5, 105 s
- 77 Totalentreprise i byggeri med offentlig støtte
Byggestyrelsen, maj 1985, AS 5, 16 s
- 78 Redegørelse om leverandøransvar
Byggestyrelsen, maj 1985, AS 5, 29 s
- 79 Vejledning om vinterbyggeri
Byggestyrelsen, juli 1985, AS 5, 32 s
- 80 Almennyttige boligselskabers regnskaber 1983
Boligministeriet, august 1985, AS 5, 39 s
- 81 Etageboligbyggeriet - Udviklingsopgaver,
Byggestyrelsen, oktober 1985, 106 s
- 82 Bygge- og boligpolitisk oversigt 1983-1985
Boligministeriet, december 1985, AS 5, 143 s
- 1986** 83 Gammel Dok
Boligministeriet, marts 1986, 47 s
- 84 Danish Building Regulation for Small Buildings 1985
National Building Agency, March 1985, 80 pages
- 85 Beretning fra Tilsynet fra Realkreditinstitutter
Boligstyrelsen, maj 1986, AS 5, 125 s
- 86 Håndbog for medarbejdere i boligministeriet
Boligministeriet, august 1986, AS 5, 64 s
- 87 Vejledning - I anvendelse af byggesagsrapporten vedrørende statslige byggearbejder
Byggestyrelsen, november 1986, AS 5, 64 s
- 88 Almennyttige boligselskabers regnskaber 1984
Boligministeriet, december 1986, AS 5, 47 s
- 1987** 89 Basisbetonbeskrivelsen for bygningskonstruktioner
Byggestyrelsen, marts 1987, AS 5, 47 s
- 90 Kvalitetssikring 1986
Byggestyrelsen, marts 1987, AS 5, 44 s