

BYGGERI HELE ÅRET



2

Arbejdets udførelse



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG

SBI

ANVISNING

49

Biblioteksoksomplar 2
Statens Byggeforskningsinstitut

SBI-anvisninger

er byggeforskningens resultater i praktisk form til brug ved projektering og byggeri. Fortegnelsen omfatter kun anvisninger, der endnu ikke er udsolgt.

- 5: *Bedre varmeisolering er billigere*. 1950. 47 p. A₄. Kr. 3,-.
- 6: *Fugt i nye huse*. Plaket til ophængning. 1949. 9. opl. 1958. A₄. Kr. 5,- pr. 100 expl.
- 7: *Fugt og isolering*. Poul Becher og Vagn Korsgaard. 1951. 2. reviderede udgave 1957. 111 p. A₅. Kr. 8,-.
- 8: *Brug og valg af betonblandere*, Niels H. Krarup og K. Malmstedt-Andersen. 1951. 66 p. A₅. Kr. 3,-.
- 10: *Kunstig belysning på byggepladser*, Jens Thorsen og Mogens Voltelen. 1951. 2. udg. 1953. 20 p. A₅. Kr. 2,-.
- 11: *Omsætningsmål for trædimensioner*. 1951. 1 p. A₄. (Udsolgt). Udsendt 1957 som DS 1002: Normaldimensioner på høvlet fyrretræ.
- 12: *Valg af dæk*, Fleming Nielsen. 1952. 48 p. A₅. Kr. 2,-.
- 13: *Byggeprisen bestanddele beregnet ved et 3-etagers boligbyggeri i provinsen i april 1951*. 1952. 4. udgave 1957. 28 p. A₅. Kr. 2,-.
- 15: *Dækforme i boligbyggeri*. 1955. 62 p. A₅. Kr. 3,-.
- 16: *Mekaniseret håndværktøj på byggepladsen*, Fleming Nielsen. 1955. 48 p. A₅. Kr. 4,-.
- 17: *Betonstøbning om vinteren*, Poul Nerenst, Erik Rastrup og Gunnar M. Idorn. 1953. 2. reviderede udgave 1958. 91 p. A₅. Kr. 8,-.
- 20: *Undgå fugt*. Folder til ophængning. 1954. 3 p. A₆. 1 stk.: kr. 0,40. 100 stk.: kr. 25,-.
- 21: *Hvilket dæk?* Folder til ophængning. 1954. 20 p. A₅. Kr. 2,50.
- 22: *Normalvinduer af træ*, Poul Kjergaard. 1955. 128 p. A₄. 6 stk. tillæg A₄. Pris incl. 6 tillæg: kr. 28,-. Med 1 tillæg: kr. 22,-. Tillæg pr. stk. kr. 1,50. 4 tillæg er 1958 udsolgt og udsendt som Dansk standard. B 3. 0: DS 1006, B 4. 0: DS 1007, B 4. 9: DS 1008, D 2. 0: DS 1009.
- 23: *Vinterbyggeri*. Folder til ophængning. 1953. 16 p. A₅. 1 stk.: kr. 1,-. 100 stk.: kr. 50,-.
- 24: *Udarbejdelse af instruks for varmemestre*, Poul Becher og Frederik Olsen. 1953. 16 p. A₅. 1 stk.: kr. 2,-. 50 stk.: kr. 50,-.
- 25: *Simplet regnskabsystem for muremestre*, Fleming Nielsen. 1954. 2. oplag 1956. 24 p. A₅. Pris incl. prøvesæt af formularer i samlemappe kr. 5,-. Blokke med regnskabsblade til for- og efterkalkulation kan købes særskilt.
- 26: *Plan over byggepladsen*. 1956. 30 p. A₅. Kr. 4,-.
- 27: *Vejledning i betonkontrol*. 1956. 122 p. A₅. Kr. 12,-.
- 28: *Bygningsfundering*, ved Geoteknisk Institut. 1955. 82 p. A₅. Kr. 4,-.
- 29: *SBI betonberegner*, Poul Nerenst og Johannes Landbo. 1955. Plasticskyder med tilhørende vejledning. A₆ og A₅. Kr. 4,-.
- 30: *Beslaglister til normalvinduer af træ*, Klaus Blach og Johannes Brixen. 1956. 28 p. A₅. Kr. 4,-.
- 31: *Møbleringsplaner*, ved »Byggebogen«. 1956. 2. opl. 1958. 24 p. A₅, med indlagte fortegninger i mål 1:100, 4 ark A₅. Kr. 4,-. Fortegninger i mål 1:50, 4 ark A₃, kan købes særskilt for kr. 4,- pr. sæt.
- 32: *Tårnkraner ved traditionelt boligbyggeri*, John Brøndum Hillers. 1956. 78 p. A₅. Kr. 4,-.
- 33: *Luftindblandet beton*, Erik V. Meyer. 1955. 32 p. A₅. Kr. 2,50.
- 34: *Byggeriets modul-ABC*, SBI's modulkomite ved Edvard Heiberg. 1957. 24 p. A₅. Kr. 4,-.
- 35: *Teglprodukter*. 1956. 105 p. A₅. Kr. 8,-.
- 36: *Rudestørrelser*, Klaus Blach, Preben Ankerstjerne og Johannes Brixen. Folder til ophængning. 1956. 14 p. A₅. Kr. 4,-.
- 37: *Udvendig pudt på letbeton*. Folder. 1957. 8 p. A₅. Gratis.
- 38: *Overstigstidsplanen og skitstidsplanen ved traditionelt etagebyggeri*. 1957. 16 p. A₅. Kr. 4,-. 20 stk. skemablade og datostokke, format A₃, kan købes særskilt for kr. 4,-.

BYGGERI HELE ÅRET 2

Arbejdets udførelse

BYGGERI HELE ÅRET 2

Arbejdets udførelse

Lay-out: PETER MOGENSEN

Eftertryk tilladt, men kun efter nærmere aftale med Statens Byggeforskningsinstitut, da meningen og resultaternes rækkevidde kan forflygtiges, hvis enkelte figurer eller dele af teksten tages ud af den almindelige sammenhæng.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · SBI-ANVISNING 49
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG · KØBENHAVN 1959

A.2 00647P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Indhold

Forord	6
Indledning	7
Jordarbejde	8
Sikring af trafikken	8
Udgravning	9
Frosthævning	13
Frosthævnings virkninger på bygværker	13
Betonarbejde	16
Materialerne	17
Varmeudvikling i betonen	18
Sammenstøbning af elementer	18
Luftindblanding	19
Opvarmning af materialerne	20
Vand	20
Grus	21
Blanding	22
Støbning af fundamenter	22
Optøning af jord	23
Underfrysning	24
Opstilling af forskalling på jord	24
Forme og armering	25
Udstøbning	26
Støbeskel	27
Isolering	27
Afførmning	31
Videregående foranstaltninger	31
Opvarmning af den støbte konstruktion	32
Fler-etages bygværker uden udvendigt stillads	32
Bygværker med udvendigt stillads	34
Murerarbejde	35
Opmuring	36
Stenene	36
Mørtelen	38
Murværket	40
Tagarbejde	42
Fugearbejde	42

Udvendigt pudsearbejde	43
Indvendigt pudsearbejde	43
Andre arbejder	46
Tømrerarbejde	46
Snedkerarbejde	47
Glarmesterarbejde	47
Tagarbejde	48
Gulvarbejde	49
Asfaltgulve	49
Terrazzogulve	50
Malerarbejde	50
Litteratur	51

SBI-anvisning 48: *Byggeri hele året 1, Planlægning og materiel* indeholder kapitlerne:

Vejret

Klimatologisk oversigt. Vejrforudsigelser.

Projektering og tidsplan

Begrænsning af byggeområdet. Ændring af konstruktioner. Valg af foranstaltninger. Plan over pladsen.

Beskyttelse af arbejdsstyrken

Arbejdsskuret. Arbejdstøjet. Hænderne.

Sikring af byggepladsens transportveje

Sikring af vandforsyningen til byggepladsen

Tømning af rør. Isolering. Elektrisk frostsikring. Gummi- og plastic-slanger. Rindende vand. Opvarmning i lukket kredsløb.

Varmemateriel på byggepladsen

Varmt vand. Afisning og snesmeltning. Forvarmning af støbematerialer. Opvarmning af den støbte konstruktion. Strålevarme. Opvarmning for udførelse af indvendigt arbejde. Bygningens udtørring.

Kunstig belysning

Sikring af materieleleverancer

Fremskaffelse af materiel

Vinterudvalg

Ændringer i arbejdsgangen

Forord

Statens Byggeforskningsinstituts udsendelse af to nye SBI-anvisninger om gennemførelse af byggeri hele året er foranlediget af den stadigt stigende interesse for at skabe en bedre beskæftigelse året igennem samt af de gode erfaringer, der på dette område er vundet i praksis gennem de sidste år.

Som nævnt i forordet til SBI-anvisning 48 er disse anvisninger (48 og 49) stort set en à jour- og videreføring af tidligere anvisninger, men stoffet er i forhold til disse blevet betydeligt forøget.

For det første har det været naturligt at medtage en del af de erfaringer, SBI i 1956-57 har indvundet ved sine undersøgelser angående tørre byggemetoder, således at anvisningen indeholder vejledning ikke alene i at skabe mere og bedre byggeri og beskæftigelse om vinteren, men også i de våde efterårsmåneder. Af denne grund har anvisningerne fået den fælles overtitel: *Byggeri hele året*.

For det andet har man fundet det rimeligt både udfra de senest indvundne erfaringer at udvide vejledningen vedrørende jord-, beton-, jernbeton- og murerarbejdet, og yderligere at medtage kortfattede vejledninger med henblik på tømrer-, snedker-, glarmester- og malerarbejde m. v., idet den konsekvente gennemførelse af helårsbyggeri også på forskellig måde kommer til at berøre disse fag.

Nærværende anvisning vedrører den praktiske udførelse af de forskellige arbejder på byggepladsen, medens SBI-anvisning 48 hovedsagelig tager sigte på projektering og planlægning af vinterbyggeriet samt gennemgår vinterbyggemateriel. Læserkredsen for de to anvisninger er måske ikke helt sammenfaldende, men det må dog i almindelighed tilrådes – og i hvert fald de projekterende og tilsynsførende – at anskaffe både SBI-anvisning 48 og 49.

Anvisningen er blevet til ved et intimt samarbejde mellem arkitekt O. GERNER HANSEN, der i en årrække har været boligministeriets konsulent i vinterbyggeri, SBI's faste medarbejder, civilingeniør JØRN JESSING, samt en redaktionskomité. SBI benytter med stor glæde denne lejlighed til at takke disse medarbejdere for omhyggeligt og tålmodigt arbejde.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

September 1959

NIELS MUNK PLUM

Indledning

På det tidspunkt, hvor der lægges planer for den kommende vinter, er man uden kendskab til dennes forløb. Man ved endnu ikke, om den bliver mild og våd eller streng med megen sne eller frost, og man ved heller ikke, *hvornår* man får det ene eller andet at kæmpe imod. Men man ved på forhånd, at der i en bestemt periode er *mulighed* for disse vanskeligheder, og det, det drejer sig om, er derfor i hele perioden at være forberedt på, hvad der måtte komme.

Når det gælder om at indstille en byggeplads på helårsdrift, kan man således i korthed fastslå, at byggepladsen i hele den periode, hvor der er mulighed for klimatiske vanskeligheder, dels må omfatte:

Foranstaltninger, der beskytter materialer, mandskab og arbejdssted, så arbejdet kan holdes i gang eller komme hurtigt i gang efter en kortvarig standsning, og dels

Foranstaltninger, der sikrer udført arbejde mod ødeleggelse.

Dette indebærer, at der *uanset vinterens forløb* må træffes en række foranstaltninger, der kan inddeles i (A) etablering og (B) det daglige beredskab, og vil man skaffe sig et økonomisk overblik, er det klart, at udgiften til disse foranstaltninger (A + B) stort set vil være uafhængig af, hvordan vinteren forløber. Den kan derfor på forhånd kalkuleres.

Tilbage står nu den del af foranstaltningerne (C), der er direkte afhængig af vejret, som udgifter til fyring, snerydning o. a. Disse udgifter må skønnes — eventuelt på grundlag af en anslået daglig driftsudgift.

Jordarbejde

Samspillet mellem jordarbejde og det efterfølgende betonarbejde er vigtigt om vinteren, og en nøje planlægning er nødvendig.

Jordarbejdets planmæssige gennemførelse netop på denne årstid, hvor jorden ofte er vandmættet, er imidlertid problematisk og kan nødvendiggøre omfattende sikkerhedsforanstaltninger, der fordyrer byggeriet kendeligt. Det må derfor i almindelighed tilrådes at få denne del af byggeprocessen overstået før vinteren.

Forskellige forhold kan dog medføre byggeriets påbegyndelse midt om vinteren, eller byggepladsen kan trods alle gode forsæt rammes af vinteren, før jordarbejdet er overstået, og der rejser sig da en række problemer.

Sikring af trafikken

Så længe vinteren er mild, med døgnets middeltemperatur over nul, er vinteren egentlig kun en forlængelse af efterårsmånederne, og byggepladsens hovedproblem er her ikke selve gravearbejdet, men afviklingen af trafikken på pladsen. Bortset fra de egentlige sommermåneder, hvor luftens større tørringsevne gør den samlede nedbørmængde mindre betydningsfuld, er månederne september, oktober, november og december gennemgående årets regnrigeste (se fig. 30). Maskinernes overtagelse af jordarbejdet har ikke lettet dette problem, tværtimod. Gravemaskiner og jordtransport, der har fordel af en lettere frostskorpe, generes i høj grad af den opblødte jord, der hører efterår og vinter til, og som i løbet af kort tid æltes op til et ufremkommeligt pløre, der kan stoppe selv det stærkeste maskineri.

Forholdsregler herimod er omtalt under afsnittet »Sikring af byggepladsens transportveje«, i SBI-anvisning 26: *Plan over byggepladsen* [56=8]. Heri er (side 8) transporten omtalt som byggepladsens dominerende problem. På side 11 er forskellige typer svelleveje omtalt, samt fordelene ved straks at anlægge de blivende veje på arealet. På side 14 er planlægningen af jordarbejdets forskellige faser omtalt. Herunder påpeges fordelene ved at udføre alt ledningsarbejde i jorden så tidligt som overhovedet muligt. Effektivt afvanding ikke alene letter trafikken, men begrænser tillige faren for frosthævning. Det kan på dette tidlige stadium være nødvendigt at isolere overfladebrønde, så de ikke fryser til.



Fig. 1. Jorden er isoleret med halm, indtil udgravning finder sted. Halmen ryddes bort efterhånden som arbejdet skrider frem.

Udgravning

Det egentlige vinterproblem ved jordarbejde kommer først, når frosten danner skorpe, som ikke lader sig bearbejde med det normale værktøj.

Hvor man af hensyn til senere arbejde vil hindre jorden i at fryse, må man tildække den *før* frosten indtræder. Hertil bliver mest brugt halm, som udlagt i et 20–30 cm tykt lag kan regnes at holde den underliggende jord frostfri i normale vintre.

I det følgende er givet retningslinier for, hvordan man i det enkelte tilfælde kan danne sig et skøn over den nødvendige isolering af jordarealer.

Hvor hurtigt frosten trænger ned i jorden, altså hvor tyk den frosne skorpe når at blive i løbet af en vis tid, afhænger først og fremmest af »frostmængden« inden for tidsrummet. Ved frostmængden forstås summen af de betragtede døgn middeltemperaturer (målt i minusgrader Celsius, plustemperaturer trækkes fra), idet sammenlægningen skal starte ved frostperiodens begyndelse. Er der forekommet tidligere frostperioder, må man

for disses vedkommende sikre sig, at frostmængden er blevet nul før den ny summering. Når man på denne måde har udregnet frostmængden kan man af tabel 1 se frostskorpens tykkelse.

Tabel 1

Frostmængde: —°C · døgn	Frostskorpe* cm	Frostmængde: —°C · døgn	Frostskorpe* cm
5	9-11	150	49- 61
10	13-16	200	57- 71
20	18-22	300	69- 87
40	25-32	400	80-100
60	31-39	500	89-112
100	40-50	600	98-122

* Frostskorpens tykkelse, t findes af formelen $t = 4 \text{ à } 5 \cdot \sqrt[3]{F}$, hvor F er frostmængden.

Hvis det eksempelvis har frosset gennemsnitligt 6 grader i 6 på hinanden følgende døgn, er frostmængden altså $6 \times 6 = 36$ og frostskorpens tykkelse formodentlig 24-30 cm. Hvis man eksempelvis i 5 på hinanden følgende døgn har haft middeltemperaturer på -1, -2, -4, +1 og -3, er frostmængden altså 9 og frostskorpens tykkelse formodentlig 12-15 cm.

Naturligvis har det betydning, om frosten indtræder som et brat omslag fra mildt vejr. I så fald vil jorden rumme varmereserver, som sinker frostens nedtrængen. Hvis frosten derimod indtræder efter længere tids temperaturer på næsten nul, er varmereserverne selvsagt mindre.

De i tabellen angivne variationer i frostskorpens tykkelse indeholder hensyntagen til såvel jordens varmeledende evne som til dens vandindhold. Et øget vandindhold i jorden betyder øget varmeledningsevne, men samtidig øget varmeyfyldte. Tabel 1 vil derfor være gyldig indenfor vide rammer med hensyn til variation af vandindholdet. Kun ved meget tør jord kan den ikke påregnes at gælde, men i dette tilfælde er problemet med den frosne jord heller ikke så stort.

Den maksimale frostmængde i løbet af en vinter varierer meget her i landet, fra ca. 10 i meget milde vintre, svarende til frostdybden 13-16 cm, til ca. 600 i ekstraordinært strenge vintre på udsatte steder, svarende til frostdybder på 100-120 cm. Frostmængder på 100, svarende til frostdybden 40-50 cm vil være almindeligt.



Fig. 2. Byggegrube overdækket med presenninger. Jorden er isoleret med halm.

I få meters dybde er jordens temperatur konstant lig med årets middeltemperatur, ca. +7°C. Når varmeafgivelsen fra overfladen derfor hæmmes tilstrækkeligt ved hjælp af den udlagte isolering, trænger varmen op nedfra og holder det øverste lag frostfrit. Ved meget kraftig isolering kan en allerede frosne skorpe endog tões bort nedefra. Da frostskorpen nødvendigvis må blive mere end 10 cm tyk, hvor der skal arbejdes med håndværktøj, og 20-30 cm tyk, hvis der skal arbejdes med gravemaskine, kan der blive tale om både at udlægge halm for frostens indtræden og senere under arbejdet at udlægge halm hver aften i byggegruben for at undgå frostskorpe næste morgen.

Halmen kan udlægges løst eller i knipper. I sidstnævnte tilfælde er det nemmere at flytte rundt med efter behov.

Som ovenfor omtalt kan et sådant halmlag på 20-30 cm isolere imod hele den sandsynlige frostmængde, medens et ca. 10 cm tykt halmlag kan regnes at isolere imod de $\frac{2}{3}$ og et 5 cm tykt lag halm $\frac{1}{3}$ af frostmængden.

Andre isoleringslag, der kan komme på tale, er tang, spåner, savsmuld og slagter. Iøvrigt må det bemærkes, at et tykt snelag også yder isolering.

Ved planlægning må det tilstræbes, at udgravning går umiddelbart forud for støbning, således at omfattende isolering af den udgravede støbegrav undgås. Selve isoleringen vil i reglen ikke volde problemer. Disse kommer først, når isoleringen skal flyttes, og når man skal af med den igen. Løs halm kan være besværlig, og hvor måtter er utilstrækkelige, bør halmen holdes i knipper, eventuelt forsynet med ekstra binding, som kan holde til at bære knipperne i.

Tilfyldnings- og planeringsarbejder må ikke foretages med frossen jord, hvor sætninger skal undgås.

Ved rendegravning for lægning af ledninger er det derfor nødvendigt ikke alene at isolere renden, men også den udgravede jord. Renden må isoleres dels for at undgå nedstyrtning af siderne ved vekslende frost og tø, og dels for at undgå, at bunden fryser.

Kloak og dræn må ikke lægges på frosset underlag, og før ledningerne er synet og kan tilkastes, kan isolering mod frosthævning være påkrævet.

For at undgå underfrysning ved fundamenter, kældergulve og -vægge, må tilfyldning foretages, så snart det er muligt.

Hvor kunstig optøning af jorden er nødvendig, kan anvendes damp, der indblæses under en presenning eller andet dække, eller man kan anvende flammekaster. Også affaldssalt eller kalciumklorid kan komme på tale, men effekten er meget begrænset, og det kan have uheldige bivirkninger. Man må i alle tilfælde sikre sig, at hele det frosne jordlag optøes.

Kunstig optøning af jord vil i reglen være så tidsrøvende og kostbar en foranstaltning, at denne mulighed kun bør anvendes i en nødsituation.

Samme betragtninger må gøres gældende overfor de forskellige metoder for arbejde i frossen jord, og de primære vinterforanstaltninger må derfor gå ud på i henhold til det ovenstående at dække de pågældende jordarealer med et varmeisolerende lag.

Hvor arbejde i frossen jord er uomgængeligt, kan følgende hjælpemidler imidlertid komme på tale:

Sprængmejsler og brækstænger, der kan klare en frosts skorpe på 30–40 cm. Med sprængmejslerne hugges huller, man kan stikke brækstængerne i, og ved stadig at brække kanten af frosts skorpen kan man langsomt arbejde sig igennem det pågældende areal.

Trykluftværktøj – kompressor og lufthamre med kileformede spader, asfaltspader, kan klare ophugning af større arealer med mere begrænset tykkelse på frosts skorpen.

Sprængning kommer kun i betragtning i specielle tilfælde. Som regel må man af hensyn til den nødvendige sikkerhed på en byggeplads benytte så små sprængladninger, at denne metode ikke bliver videre effektiv.

Endelig kan som en særlig arbejdsmåde nævnes:

Undergravning og nedstyrtning der imidlertid også gør ekstra forsigtighed nødvendig.

Frosthævning

På byggepladsen rejser frosten et alvorligt problem foruden det rent arbejdsmæssige. Det er spørgsmålet om fornøden sikkerhed mod skader ved indtrædende frosthævning og den efterfølgende sætning af jorden. Som bekendt udvider vand sig 10 pct. ved frysning, og hertil kommer, at den en gang dannede is i frostfarlig jord ligefrem suger vand og vanddamp til sig, så der herved kan dannes såkaldte islinser. Frosthævningen kan på denne måde blive af anseelig størrelse (en detaljeret gennemgang af disse fænomener er givet i SBI-anvisning 17: *Betonstøbning om Vinteren* [58 N 4]).

Under normale vinterforhold, som her i landet er karakteriseret ved hyppig vekslen mellem frost og tø, er det almindeligt, at der sker en delvis optøning af de øverste jordlag, medens underliggende lag stadig er frosset. Under sådanne forhold bliver nedsivende vand standset af det frosne jordlag, og ved fornyet frysning fra oven bliver frosthævningen væsentlig forøget. I frostfarlig jord bevirker optøning sætninger af samme størrelsesorden som frosthævningerne.

Frosthævningens virkninger på bygværker

De følgende figurer viser nogle eksempler på, hvorledes dannelse af islinser i frostfarlig jord bevirker beskadigelser på bygværker, dels under arbejdsudførelsen, og dels på færdige bygværker.

De anførte eksempler, som naturligvis kunne suppleres med andre, illustrerer alle, at årsagen til frostbeskadigelserne er jordlagenes udvidelse som følge af islinsedannelser i frostfarlig jord.

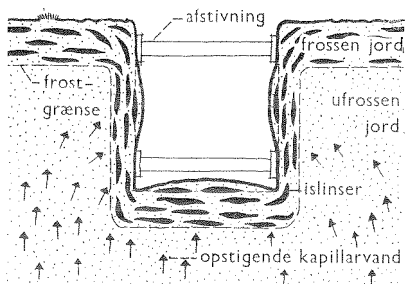


Fig. 3. Frostens virkning i afstivet byggegrube [48 K 17]. Den frosne jord udvider sig ind i byggegruben. Det tryk, der opstår herved, ødelægger afstivningstøtterne.

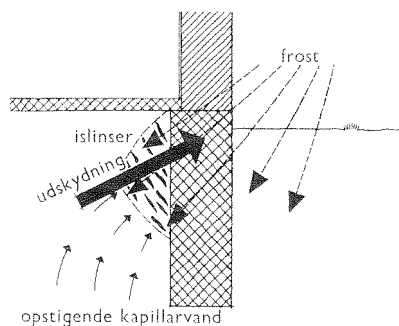
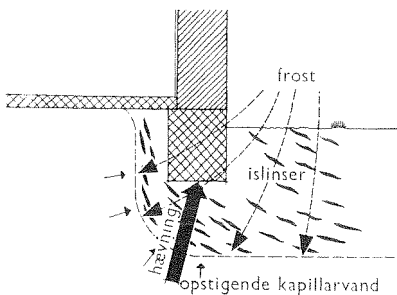


Fig. 4. De to ovenstående figurer viser frostens virkning på fundamenter [48 K 17]. En uensartet kuldepåvirkning på et fundament kan bevirke, at det hæves eller trykkes udad, idet rumfangsforøgelsen i jorden ved islinsedannelse sker imod kuldens indtrængningsretning.

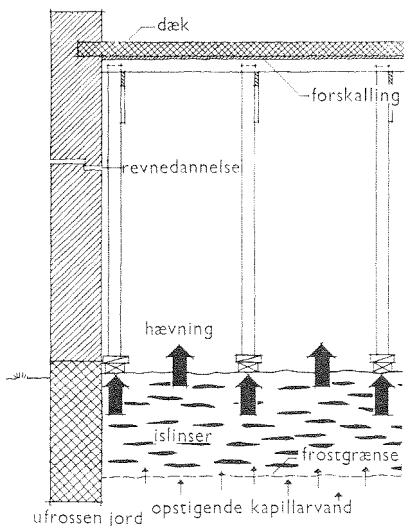


Fig. 5. Frosthævning af forskallingsstolper [48 K 17]. En del af et bygværk med færdig ydermur funderet i frostfri dybde og med etageadskillelse, hvis forskalling er understøttet af stolper, der står på frostfarlig bund. Ved islinsedannelse i jorden hæves stolperne. Herved kan enten stolperne knækkes, etageadskillelsen ødelægges eller større eller mindre dele af murværket løftes op med forskalling og dæk.

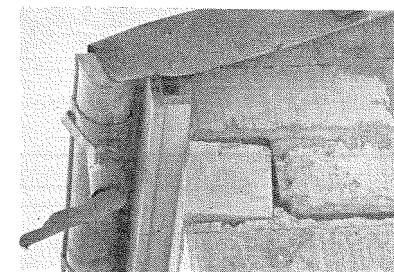
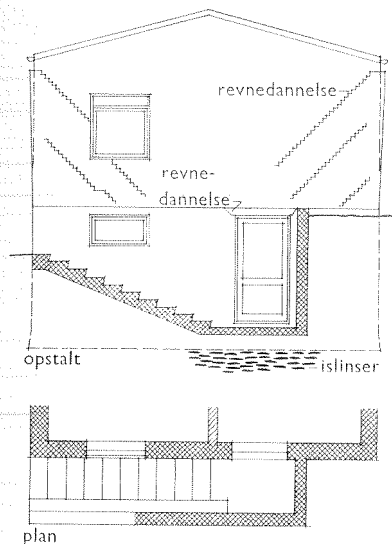


Fig. 6. Underfrysning ved kælder-gang [42 S 10]. Ringe fundamentsdybde ved kælder-nedgangen har medført frysning under selve bygningen og revner i gavlmuren, samt udskydning af facademurene. Til højre ses en detalje af den opståede skade.

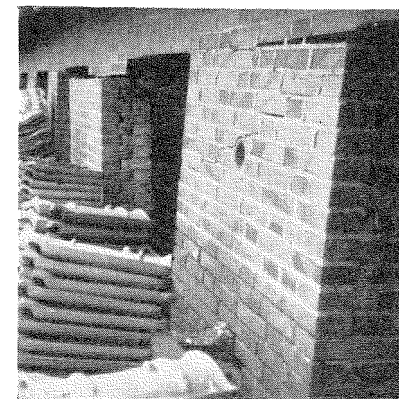


Fig. 7. Udskydning af facade som følge af underfrysning af tværskillevægge.

Skader som de viste skyldes ofte, at arbejdet er gået i stå ved frostens indtræden, hvorefter bygningerne vinteren igennem har været uden beskyttelse mod frostens virkninger.

Betonarbejde

Vil man støbe om vinteren, må man træffe en række foranstaltninger, der hindrer frosten i at ødelægge den frisk udstøbt beton.

Når det er koldt forsinker betonens afbinding og hærkning, og allerede omkring $+5^{\circ}\text{C}$ virker cementen meget langsomt. Da der ved så lave dagtemperaturer vil være fare for ødelæggende nattefrost, regner man med, at betonvinteren allerede begynder på dette tidspunkt, hvor dagtemperaturen om efteråret går ned på $+5^{\circ}\text{C}$. Det vil sige fra oktober–november og til marts–april. Det første hjælpemiddel man bør anvende er *at tildække betonen* så man dels holder på den varme, cementen udvikler, og dels beskytter betonen mod eventuel frost. Når kulden bliver stærkere vil det næste være *at opvarme vandet*. Det klarer man sig langt med, men vil man indstille sig på at kunne gennemføre arbejdet under alle forhold, kan der blive tale om at *også grusmaterialerne opvarmes*. Hvis man herudover ønsker afformningstidspunktet fremmet, har man endnu en mulighed, nemlig *at opvarme den udstøbte beton*.

Endelig er der udviklet en række hjælpemidler, der kan komme i betragtning på alle de fire ovennævnte stadier, hjælpemidler der på forskellig måde medvirker til, at betonen ikke skades af frosten.

Det der sker, når betonen bliver ødelagt af frosten er, at det vand, der findes i betonen, fryser til is, og derfor pludselig kræver mere plads. Blicher det tryk, der herved opstår større end betonen på dette tidspunkt kan klare, går det galt. Frostskafer kan derfor hindres dels ved at tilføre betonen varme udefra – som ovenfor nævnt – men også ved at tilsætte særlige stoffer, som *enten* hindrer vandet i at fryse, *eller* skaffer plads til den udvidelse, vandet har brug for, når det fryser til is. Se fig. 11.

De stoffer, der kan hindre vandet i at fryse, er omtalt under »Varmeutvikling i betonen« (side 18).

Til at skaffe plads i betonen benytter man luftindblandingsmidlerne, som også er nærmere omtalt senere, side 19.

Endelig må man selvfølgelig sørge for, at der ikke er mere vand, der kan fryse i betonen end højst nødvendigt (v/c-tal højst 0,75). *Om vinteren skal man i særlig grad spare på vandet.*

Yderligere må man sørge for ikke at blande urenheder, der forsinker varme- og styrkeudviklingen, i betonen. *Gruset skal være humusfrit og med mindst muligt lerindhold.*

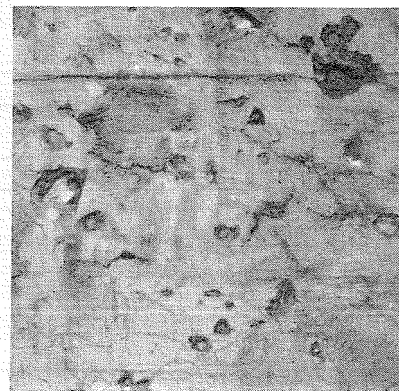


Fig. 8. »Springere«, der skyldes at tilslaget har indeholdt frostfarligt materiale.

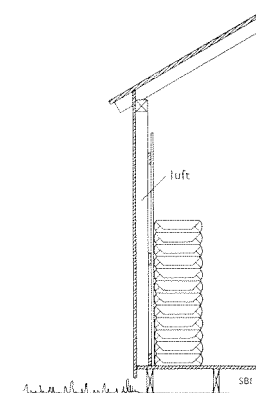


Fig. 9. Cementen holdes tør ved stabling i en afstand af 10–15 cm fra ydervæggen.

Ligeledes må man sørge for, at de sten, man blander i betonen, kan tåle frost uden at sprænges. *Man må undgå porøse kalksten og porøs flint, der er udpræget frostfarlige.*

Dette er i store træk de muligheder og særlige forholdsregler, man må have for øje ved betonstøbning i koldt vejr, og nedenfor vil disse muligheder blive nærmere omtalt i forbindelse med de rent praktiske forholdsregler, der må træffes på byggepladsen.

Mere teoretiske spørgsmål i forbindelse med betonstøbning under forskellige vilkår er udførligt behandlet i SBI-anvisning 17 [58 N 4].

Materialerne

Cementen skal opbevares tørt, da den ellers mister evnen til både hurtig varme- og styrkeudvikling. Cementskuret skal derfor være tæt, og gulvet hævet over jorden. Sækkene lægges med 10–15 cm afstand fra ydervæg. En opvarmning af cementskuret, evt. blot med et par tændte flagermuslygter, vil holde luften tør.

Sand og sten må ikke ved blandingen indeholde frosne klumper eller is og bør derfor opbevares tildækkede. Vigtigst er det, at sandet er tildækket.

Vandforsyningens opretholdelse er naturligvis afgørende for arbejdet, og vandledningernes beskyttelse mod frysning hører derfor med i billedet. Se herom i SBI-anvisning 48, side 30.

Varmeudvikling i betonen

Varmeudviklingen kan fremmes ved i stedet for almindelig portlandcement at benytte hurtighærdnende cement, Rapid, Record eller Super-rapid.

Man må dog være opmærksom på, at hovedparten af varmeudviklingen først finder sted, når afbindingen er overstået. Det vil sige, betonen skal, uanset brug af hurtighærdnende cement, have en sådan begyndelsestemperatur – en god start – at cementen kan »komme i gang«, og allerede under afbindingen skal betonen beskyttes mod varmetab. Der bør ikke anvendes mindre end 225 kg cement pr. m³ beton.

En anden (men i almindelighed ikke så anbefalelsesværdig) mulighed for varmeudvikling giver *tilsætning af forskellige kemikalier*, der fremmer cementens afbinding og hærkning samtidig med, at der for nogles vedkommende også sker en ubetydelig frysepunktssænkning. Disse tilsætningsmidler kan under forskellige mærker købes færdigblandede, eller man kan benytte kalciumklorid, der er et salt, som først skal opløses i vand. Ved brug af de »frostvædske« man kan købe færdige, må brugsanvisningen følges. Kalciumklorid bør kun bruges i uarmeret beton, og den tilsatte mængde må ikke overstige ca. 2 pct. af cementens vægt for almindelig portlandcement.

Disse tilsætningsstoffer *kan* imidlertid forringe den færdige betons kvalitet og er på grund af deres rustfremmende egenskaber ikke alle steder tilladt ved armerede konstruktioner. Disse ulemper undgår man ved i stedet at bruge hurtighærdnende cement, som omtalt ovenfor.

Sammenstøbning af elementer

Hvor det drejer sig om små betonmængder, f.eks. ved sammenstøbning af elementer, har kogesprit været meget benyttet. De seneste erfaringer går dog ud på, at de fordele man opnår, er meget små, og at sprittilsætning kan medføre nogen styrkenedsættelse. I tilfælde, hvor et vist styrketab ikke har spillet nogen afgørende rolle, har man benyttet en sprittilsætning på omkring 15 pct. af mørtelvandet og arbejdet i temperaturer på -10 – -15°C uden at frostskafer er konstateret. Den bedste udvej er at opvarme støbestedet til over frysepunktet, og hvis det kan lade sig gøre, helst ved hjælp af damp, idet man herved også sikrer en god sammenhæng i støbeskellet. Dernæst bør der anvendes en så hurtighærdnende cement

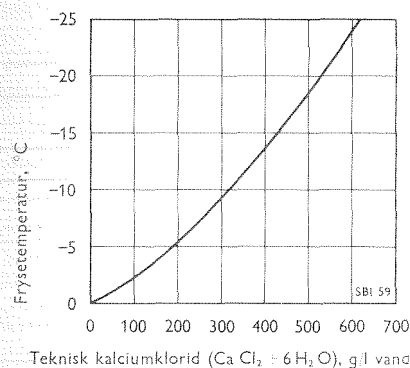


Fig. 10. Frysepunktssænkning som følge af tilsætning af teknisk kalciumklorid. Det ses, at de mængder, der i praksis kan komme på tale, kun giver en ubetydelig sænkning af frysepunktet.

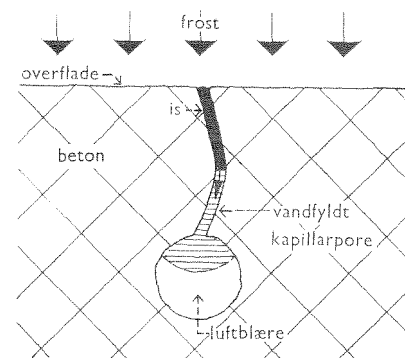


Fig. 11. Frysning af luftindblandet beton vist skematisk [58 N 4]. I luftboblerne udlignes det hydrauliske tryk, som opstår, når vandet i kapillarene fryser. Vandbevægelsen sker i frostens indtrængningsretning.

som muligt (superrapid), ligesom betonen bør være opvarmet. Tildækning bør ske straks efter udstøbningen, hvis tildækning overhovedet er gennemførlig.

Luftindblanding

Luftindblandingsmiddel kan benyttes både med og uden brug af hurtighærdnende cement og opvarmning af betonen.

Luftindblandingsmidler fås nu i mange fabrikater. Luftindblanding er en af den senere tids store landvindinger inden for betonstøbning.

Brugen af luftindblandingsmiddel har flere fordele både for arbejdets udførelse og for den færdige beton, men det, der her skal fremhæves, er luftindblandingsmidlets evne til at give ganske væsentlig forkortelse af den tid, nyudstøbt beton skal beskyttes mod frost. Det vil sige billigere foranstaltninger (opvarmning og tildækning) og større sikkerhed mod frostskafer.

Der er kun et lille men: man skal passe på ikke at komme for meget luft i betonen, og for de fleste luftindblandingsmidler er visse kontrolforanstaltninger nødvendige. Se herom i SBI-anvisning 33: *Luftindblandet beton* [55 M 2]. De forskellige handelsmærker har forskellig koncentration (prisen står nogenlunde i forhold hertil), og den medfølgende brugsanvisning

må overholdes. Luftindholdets størrelse afhænger af betonens cementindhold og af den største stenstørrelse i det benyttede tilslagsmateriale. Mindre stenstørrelse kræver større luftindhold. For cementindhold fra 225 kg til 450 kg pr.m³ beton bør luftindholdet være på 4–5 pct., hvis den største stenstørrelse er fra 16–64 mm. For største stenstørrelse på 4–8 mm ligger det gunstigste luftindhold mellem 4,5 pct. og 7 pct. [54–13].

Benytter man højere luftindhold, kan betonens styrke blive væsentlig formindsket.

Opvarmning af materialerne

Som der er redegjort for i SBI-anvisning 48, tilstræbes det i første række at sikre udførelsen af de egentlige vinterarbejder, så længe temperaturen er over -5°C . For at opnå dette er det for betonarbejdets vedkommende tilstrækkeligt at opvarme vandet, hvorved man kan opnå en betontemperatur i tildækningsøjeblikket på ca. 13°C , kun under særlige omstændigheder kan det komme på tale at opvarme gruset.

Vand

Vandet kan lettere end de øvrige dele af betonen opvarmes jævnt til en bestemt, ønsket temperatur, det har en stor varmemfyld, og det kan, fordi det er en vædske, afgive en stor varmemængde ensartet til blandingen.

Vandet kan opvarmes meget primitivt over et ildsted i nærheden af blanderen, eller man kan benytte damp, som nærmere omtalt under afsnittet »Varmemateriel på byggepladsen« i SBI-anvisning 48, side 34.

I nattens løb kan vandtank, blandetromle, børe osv. blive stærkt afkølet. De første blandinger om morgenen kan derfor få for lav temperatur, hvis man ikke først lader betonblanderen rotere et stykke tid med varmt vand, og derefter tømmer det ud i børene.

Vandet bør almindeligvis ved blandingen være ca. 60°C og af hensyn til cementen aldrig varmere end 80°C .

Er dette ikke tilstrækkeligt til at opnå den fornødne betontemperatur under de givne forhold, må man ved almindeligt boligbyggeri som regel udsætte støbningen til varmere vejr eller i særlige tilfælde indrette sig på også at opvarme grusmaterialerne.

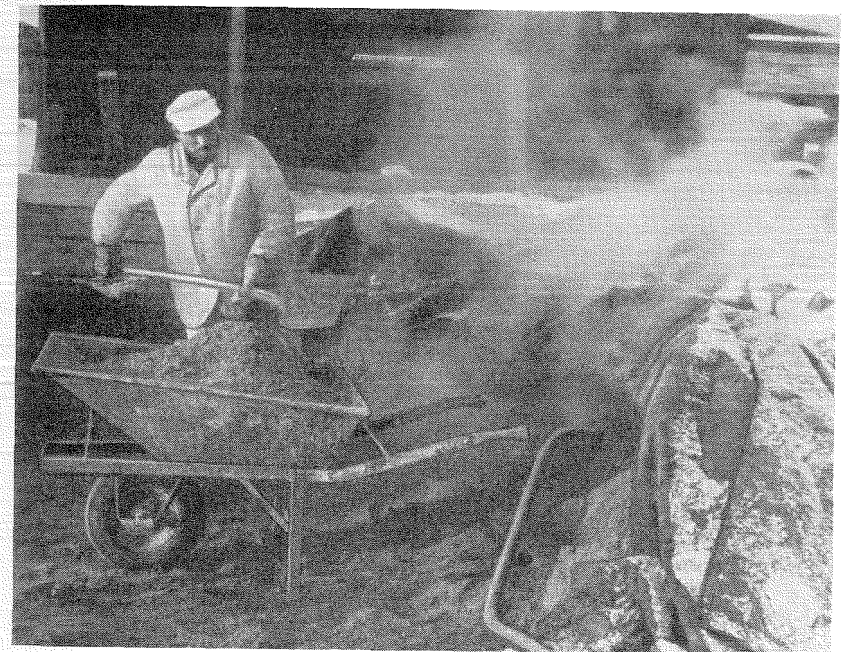


Fig. 12. Tilslagsmaterialer opvarmes ved hjælp af dampspyd. Bemærk, at stenbunken er tildækket med presenning.

Grus

Som regel er det mest hensigtsmæssigt at varme sandet fremfor stenene, og kun hvis den størst mulige varmetilførsel er nødvendig, må man også opvarme stenene.

Hvor opvarmning af grusmaterialerne foretages, må man være opmærksom på de store variationer, dette kan medføre for materialernes vandindhold, og tage hensyn hertil ved blandingen.

I særdeleshed gælder dette, hvis opvarmningen af sandet sker ved hjælp af lavtryksdamp med dampspyd, således at varierende mængder fortætningsvand tilføres.

Når dampspyd anvendes til opvarmning af sand, bør materialebunken være tildækket, således at varmen bevares i bunken. Tildækningen fjernes kun på det sted, hvorfra borttransporten sker. Højtryksdamp er bedre end

lavtryksdamp, fordi mængden af fortætningsvand, der forøger grusets vandindhold, her bliver langt mindre. Anvendes uperforerede damprør lagt i en rørslynge under sandbunken, undgås den uheldige fugtigheds-tilførsel helt. Til gengæld bliver opvarmningen væsentlig langsommere og svagere. På større, mekaniserede betonarbejdspladser, hvor grusmaterialerne opbevares i siloer kan uperforerede damprør langs bundens periferi benyttes med større fordel. Man kan også indblæse damp gennem dyser i silobund og vægge.

Men bliver der lange afbrydelser i støbningen, risikerer man dog, at hele siloens indhold fryser sammen. I nogle tilfælde har man med held erstattet damp med indblæst opvarmet luft, herved undgås forøgelsen af sandets fugtighedsindhold og dermed faren for sammenfrysning. På en enkelt byggeplads opbevaredes grusmaterialerne i silo bygget uden om dampkedlen.

Blanding

Ved støbning med varm beton er det særlig vigtigt, at blanderen er opstillet sådan, at transportafstanden til støbestedet bliver så kort som mulig og iøvrigt med så få »omladninger« som muligt.

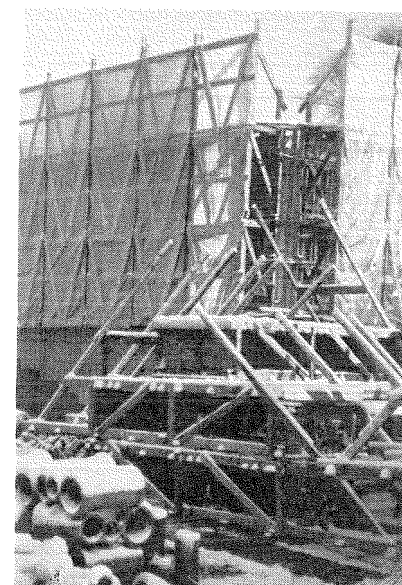
Blandemesteren må have mulighed for til stadighed at kontrollere, at støbevandet har den rette temperatur. Et dykrørstermometer anbragt et bekvemt sted på vandledningen klarer dette problem.

Varmetabet formindskes betydeligt ved opstilling af læskærme eller – hvor man er indstillet på at arbejde under strengere frost – ved indbygning af blanderen i et skur, som eventuelt kan opvarmes.

Støbning af fundamenter

Ved støbning mod jord er det, som nævnt under afsnittet »Jordarbejde« vigtigt, at arbejdet tilrettelægges således, at støbningen finder sted umiddelbart i fortsættelse af udgravningen. Vanskeligheden ved at holde et sådant støbeprogram gør i mange tilfælde denne del af byggearbejdet så problematisk som vinterarbejde, at man må gøre, hvad man kan, for at få dette arbejde overstået, inden vinteren for alvor sætter ind. Er man først oppe af jorden, kan man langt bedre klare de vanskeligheder, der hører denne årstid til.

Fig. 13. Udstøbning kan her foregå beskyttet af plasticfolielæskærme, der er anbragt så langt fra væggen at der kan arbejdes i mellemrummet. Ved at afbøde vinden opnår man dels at skabe tålelige arbejdsbetingelser og dels at formindske varmetabet fra den friske beton.



Der må aldrig støbes mod frossen jord, ikke alene på grund af risiko for frysning af den udstøbte beton, men også på grund af de sætninger, der kan opstå, først i jorden, når denne optøes, og derefter i den friske beton, som må følge jorden, så godt den kan. Er betonen storknet, vil den revne.

Optøning af jord

Til kunstig optøning af jorden kan anvendes flammekaster eller indblæsning af damp under presenning eller andet dække, der er lagt over udgravningen. Flammekasteren må naturligvis benyttes med megen forsigtighed i nærheden af halm eller andre brandfarlige materialer.

Nogle steder har man brugt køkkensalt (affaldssalt) til optøning af frossen jord, eller ligefrem benyttet udstrøning af salt som middel mod frysning. Det er imidlertid ret store mængder, der skal til, og kun under særlige omstændigheder, hvor den store saltkoncentration ikke fremover kan få uheldige følger, vil denne metode være anvendelig.

Det må i alle tilfælde kontrolleres, at hele det frosne jordlag optøes.

Underfrysning

For at undgå skader ved underfrysning kan man afforme fundamenter osv. tidligst muligt og umiddelbart herefter udfylde mellem beton og udgravningssider med tilkørt sand, eller midlertidigt med halm eller lignende, samt iøvrigt isolere i fornødent omfang på fundamenternes inderside, eventuelt kældergulv m. m.

En anden mulighed er at tildække kælderens vindues- og døråbninger med plasticfolie, presenninger, måtter eller bræddeflager, så snart kælder-dækket er udført. I streng frost må rummet opvarmes f. eks. med olie- eller koksgryder. Det kan endvidere anbefales at dræne omhyggeligt omkring alle fundamenter og erstatte frostfarlig jord med frostsikker (sand, grus, slagter m. v.) i mindst 30 cm tykkelse overalt langs ydersiden af konstruktioner, der kommer i berøring med jord, som er udsat for frost.

Ved asfaltering af fundamenter benyttes enten varm asfalt eller asfalt-emulsion. Påstrygning af varm asfalt kræver, at betonen er overfladetør, medens dette ikke er nødvendigt ved brug af emulsion. Til gengæld kan emulsion ikke anvendes i frostvejr.

Endelig skal det fremhæves, at beskadigelse af bygværker som følge af jordens frosthævninger i mange tilfælde skyldes, at frosten har standset arbejdet, og at byggepladsen derefter er forladt uden beskyttelse af de ufærdige bygværker. Det er en både dyr og dårlig form for støbning og byggeri om vinteren. Går arbejdet i stå for en tid, må man tildække og eventuelt opvarme de allerede udførte dele af bygværket.

Opstilling af forskalling på jord

Er jorden frosset og derfor frosthævet før opstillingen, kommer der sætninger, når jorden tøer op. Dette kan medføre alvorlige skader, hvis det indtræffer, inden betonen har nået afformningsstyrke. Lige så alvorligt er det, hvis jorden fryser og hæves, efter at formen er opstillet, og betonen er udstøbt.

Stilads og forskalling må beskyttes mod frosthævning ved isolering af jorden, inden frosten indtræder. Hertil kan anvendes halm, som omtalt ovenfor. Man kan også inden opstillingen bortgrave den frostfarlige jord i en rende under hver stolperække og i stedet fylde op med sand, grus, slagter eller andet frostsikkert materiale (se fig. 15).

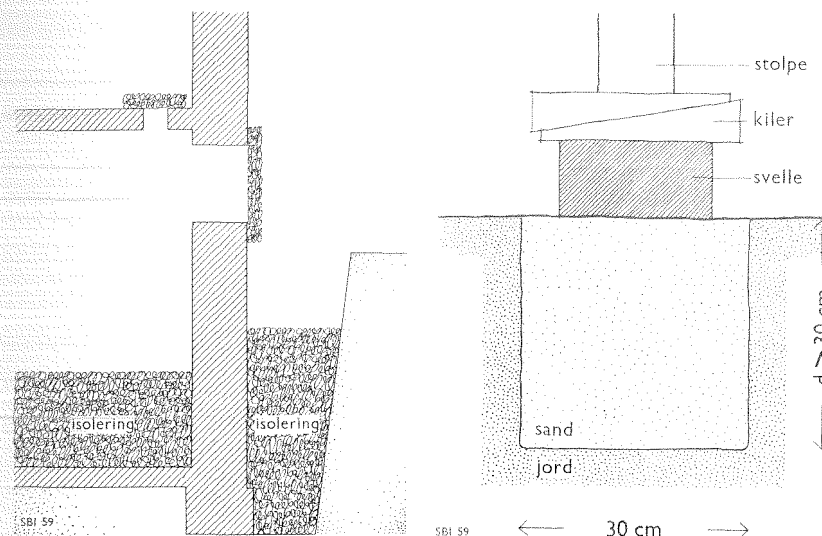


Fig. 14. Gennemføres en hurtig tillukning af kælderen, kan man undgå den mere omfattende isolering og i stedet varme op med et par koksgryder i særlig kolde perioder.

Fig. 15. Sikring mod frosthævning af forskallingsstolper. Frostfarlig jord bortgraves og erstattes med sand eller lignende. Stolperne opstilles på to kiler til justering.

Rendens tværsnit skal mindst være som vist på figuren, og dybden skal forøges indtil frostfri dybde, afhængig af jordbunds- og klimaforhold m. v. Efter tilstampning udlægges langsgående sveller over fylden, og herpå opstilles som vist stolperne med 2 kiler indskudt, således at justering er mulig.

Forme og armering

Jern og formmateriale bør på byggepladsen opbevares, så det ikke er udsat for nedbør og tilisning. Så snart man har påbegyndt udlægning af armering, bør man hver dag ved arbejdets ophør – uden hensyn til hvordan vejret er i øjeblikket, tildække formene med presenninger (se fig. 16). Mere utilgængelige dele af formene, som f. eks. lodrette vægge, bør man være særlig påpasselig overfor.

I nødvendig udstrækning renses og afises forme og armering ved hjælp af flammekaster eller dampstråle og opvarmes på samme måde umiddel-

bart for støbning for at formindske varmeafgivelse fra betonen. Betydningen af, at armeringsjernene opvarmes, fremgår iøvrigt af foretagne beregninger over middeltemperaturen i en bjælkefod, hvis jernenes temperatur kun er 0°C . Tallene afhænger naturligvis af, hvor kraftig armeringen er, således at middeltemperaturen falder mest, jo mere jern der er i bjælken. Er betontemperaturen i udstøbningsøjeblikket 5°C , vil middeltemperaturen sænkes med $1-3^{\circ}$. Er betontemperaturen 13°C , bliver faldet $3-8^{\circ}$. For en betontemperatur på 20°C , kan faldet endelig blive $5-13^{\circ}$. Den relativt store varmfylde i bjælkefoden vil til gengæld medføre, at en yderligere afkøling, f.eks. til under 0°C , vil foregå tilsvarende langsommere. Efterhånden vil temperaturen selvsagt også blive mere ensartet over hele bjælketværsnittet. Man må dog holde sig for øje, at hærdningsprocessen i bjælkefoden vil kunne blive mærkbart forsinket. Der må endvidere drages omsorg for, at armeringsjern, der rager ud af betonmassen, isoleres således, at de ikke kommer til at virke som dræn for varmen i betonen.

Ved anvendelse af flammekastere til afisning af træforme må flammen af hensyn til brandfaren holdes i bevægelse hele tiden. Varmt vand og varm luft er ikke velegnet til optøning af forme.

Ved opstilling af forme til dæk, hvor man senere vil benytte koksgryder i den underliggende etage, er det vigtigt at benytte tørt træ til rideplanker og strøer for at undgå svind og deraf følgende sætninger af pladen.

Under hele perioden fra udstøbning til afformning må stolper, der er opstillet på jord eller kældergulv, kontrolleres af hensyn til eventuel bevægelse ved frosthævning eller optøning.

Udstøbning

Fordampningen fra varm beton kan blive så stor, at konsistensen er blevet væsentlig stivere, når udstøbningen skal ske, end den var ved blandingen. Dette må der tages hensyn til allerede under planlægningen, idet det kan være fordelagtigt at anvende vibrering. Vandtilsætningen må ikke være så stor, at v/c -tallet overstiger $0,75$, men det er i det hele taget af særlig betydning om vinteren, at v/c -tallet er så lavt som muligt. Brugen af meget varmt støbevand kan endvidere bevirke, at de kemiske processer fremmes så stærkt, at afbindingstiden forkortes. Som nævnt bør man derfor ikke opvarme vandet til mere end højst 80°C , og man bør for at være sikker først blande tilslag og vand og derefter tilsætte cementen.

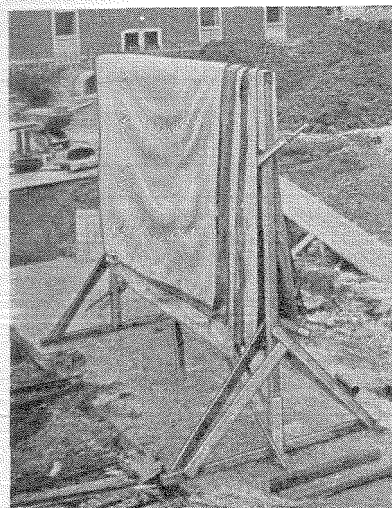


Fig. 16. Opbevaring af presemeninger, der er forsynet med lægte for krantransport.



Fig. 17. Tildækning af nyudstøbt beton med halmmåtter og presemeninger.

Støbeskel

Ved støbning om vinteren gælder i endnu højere grad end om sommeren, at arbejdet ikke bør afbrydes på vilkårlige steder. Påbegyndt støbning må føres frem til afslutning af naturlige enheder, og der må tages hensyn til mulighederne for tildækning og opvarmning.

For at få god forbindelse med tidligere udstøbt beton er det af stor betydning, at denne er opvarmet til mindst $+5^{\circ}\text{C}$, f.eks. med damp. Er temperaturen lavere, bliver der svag sammenhæng i støbeskellet.

Isolering

Det er lige efter udstøbningen, at varmetabet er størst, og da det tillige er i den første tid, varmen gør mest gavn, er det – trods vanskelighederne herved – vigtigt at få betonen tildækket hurtigst muligt. Også af denne grund er det af betydning, at der ikke er for meget vand i betonen. Jo før des bedre, og allersens en time efter udstøbningen skal ubeskyttede

betonoverflader tildækkes med en halmmåtte samt helst også en presenning. Halmmåtter isolerer bedst, når de er tørre. En presenning lagt over måtterne beskytter mod nedbør og formindsker varmetabet i blæst. Spinkle konstruktioner samt fremspringende hjørner og kanter skal isoleres særlig omhyggeligt.

Isoleringen må ikke fjernes før 2 døgn efter udstøbningen, og det fremskynder den videre hærkning at bevare isolationen længere.

Forudsat luftindblanding og isolering de første 2 døgn efter udstøbningen gælder de i nedenstående tabel 2 anførte værdier, der viser, hvilke plade- og vægtykkelser der under de forskellige vilkår er de mindste, man må regne med at kunne udstøbe uden risiko for frostskafer.

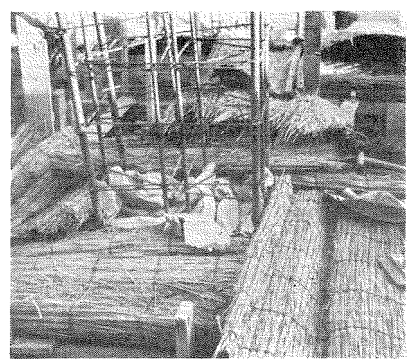
Den lufttemperatur, der regnes med, er gennemsnitstemperaturen i de første 2 døgn efter udstøbningen, altså en skønnet temperatur.

Betontemperaturen er den, der måles efter udstøbning og isolering. Der er regnet med en betontemperatur på $+5^{\circ}\text{C}$ uden opvarmning, $+13^{\circ}\text{C}$

Tabel 2

	Luftens temperatur, $^{\circ}\text{C}$	Mindste tykkelse for betonplader (cm)				Mindste tykkelse for betonvægge (cm)			
		Portland 300 kg		Rapid eller Record 300 kg		Portland		Rapid eller Record	
		1 halmmåtte	1 presenning 1 halmmåtte	1 halmmåtte	1 presenning 1 halmmåtte	1:3:5 (225 kg)	1:2½:3½ (300 kg)	1:3:5 (225 kg)	1:2½:3½ (300 kg)
Isolering alene Betontemp. $+5^{\circ}\text{C}$	-1	0	0	0	0	8	0	0	0
	-5	17	14	11	9	21	17	16	11
Isolering + varmt vand Betontemp. $+13^{\circ}\text{C}$	-1	0	0	0	0	8	0	0	0
	-5	12	10	9	8	15	12	12	9

Fig. 18. Ved hjørner og omkring udragende jern må der isoleres særlig omhyggeligt.



ved opvarmning af vandet. Kontrolmålinger må godtgøre, at de forudsatte temperaturer holder stik. Bliver temperaturen lavere end henholdsvis 4 og 11°C , må isoleringen forøges, og nøjagtigere beregning gennemføres (se SBI-anvisning 17: *Betonstøbning om Vinteren* [58 N 4], side 45-60).

Ved lav temperatur kræves længere hærkningstid end om sommeren, før afformning kan foretages.

Når betonen har været tildækket de 2 første døgn efter udstøbningen kan afformning ske efter nedenstående tabel 3. For hurtigere at kunne

Tabel 3

Luftens gennemsnits-temperatur i hærkningsperioden	Sideform	Underforme, når spændvidden er:			
		under 3 m	3-4 m	4-5 m	
Portland cement	$7 - 10^{\circ}\text{C}$	1 uge	2 uger	3 uger	4 uger
	$3 - 7^{\circ}\text{C}$	1½ uge	3 uger	5 uger	6 uger
	$0 - 3^{\circ}\text{C}$	2 uger	4 uger	6 uger	8 uger
	$-5 - 0^{\circ}\text{C}$	3 uger	7 uger	11 uger	14 uger
Hurtighærdnende cement	$7 - 10^{\circ}\text{C}$	4 døgn	1 uge	1½ uge	2 uger
	$3 - 7^{\circ}\text{C}$	6 døgn	1½ uge	2 uger	2 uger
	$0 - 3^{\circ}\text{C}$	7 døgn	2 uger	3 uger	3 uger
	$-5 - 0^{\circ}\text{C}$	11 døgn	3 uger	4 uger	5 uger

genanvende formen, kan man, dersom man kommer op på de meget lange afformningstider, fjerne formen efter halvdelen af tiden, men man må da i resten af perioden foretage en midlertidig understøtning ved hjælp af bomme, der omhyggeligt opkiles. Herved må ingen spændvidder blive større end 2 m.

En nøjagtigere bestemmelse af afformningstidspunktet kan foretages, dersom man indstiller sig på, at måle betonens temperatur én gang i døgnnet på samme klokkeslet – passende er f. eks. hver morgen kl. 8. Temperaturen skal måles på det sted, hvor betonspændingerne bliver størst ved afformningen; for bjælker og plader vil det som oftest sige midt imellem understøtningerne. Med olierede rundjernsstykker udspares huller i betonen passende til et solidt termometer (se fig. 19). For at hindre at lodrette huller fryser til, kan man fylde dem med petroleum.

De målte betontemperaturer opnoteres, og efter tabel 4 findes, hvor meget betonens »døgnværdi« vokser fra dag til dag. De døgnværdier, der er nødvendige før afformning kan ske, er angivet i tabel 5 for forskellige cementtyper.

Tabel 4

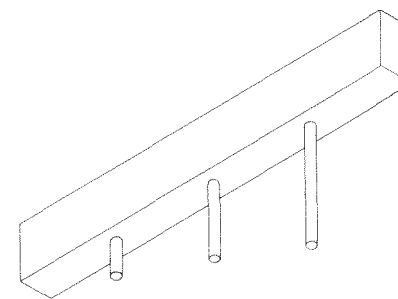
Beton-temperatur kl. 8,00 (°C)	Døgnværdi
25 – 20	1.7
20 – 15	1.2
15 – 12	0.8
12 – 9	0.7
9 – 6	0.5
6 – 3	0.4
3 – 0	0.3
0 – -3	0.2
-3 – -6	0.1
under -6	0.0

Ved denne nøjagtigere fremgangsmåde vil man i regelen kunne opnå kortere afformningstider end efter tabel 3.

Tabel 5

	Nødvendig døgnværdi		
	Alm. Portland cement	Hurtighærdende cement	Super-rapid cement
Sideform	3	2	1
Underform, spændvidde:			
< 3 m	7	3	2.0
3-4 m	11	4	2.7
4-5 m	15	5	3.4

Fig. 19. Ved at indstøbe olierede rundjernsstykker, som atter trækkes ud, så snart betonen er afbundet, kan man skaffe sig huller til indstikning af termometer. Rundjernerne har længder svarende til de ønskede måleddybder.



Afformning

Ved selve afformningen må iagttages de sædvanlige forsigtighedsregler for at undgå ødelæggelse. Frossen forskalling må optøs, eventuelt med damp, da man ellers får for stort spild på træet, og ved betonvægge, der skal stå pudsfri, ødelæggelse af overfladen.

For at undgå revnedannelse som følge af uensartet temperaturfordeling i betonen bør afformningen af svære konstruktioner ikke foretages, når der er for stor forskel på betonens og luftens temperaturer.

I det indre af store betonmasser kan varmeudviklingen medføre en betydelig temperaturstigning, mens overfladens temperatur efter nogen tid ikke er meget forskellig fra luftens. Ved spinklere konstruktioner vil temperaturen blive ensartet fordelt og følge luftens temperatur i løbet af den tid, der går, inden styrken tillader afformning.

Videregående foranstaltninger

De videregående foranstaltninger tager sigte på det byggeri, der agtes videreført selvom temperaturen synker under de -5°C . Der skal her kun redegøres for de praktiske forhold i forbindelse med udførelsen, mens der iøvrigt henvises til SBI-anvisning 17: *Betonstøbning om vinteren* [58 N 4].

Opvarmning af den støbte konstruktion

Når betonen holdes isoleret, og kulden ikke er for streng, kan man i mange tilfælde opnå afformningsstyrke på tilfredsstillende kort tid uden at foretage yderligere opvarmning. Ønsker man imidlertid at fremme afformningstidspunktet, kan dette gøres ved at opvarme den udstøbte beton.

På pladser, hvor man har damp til rådighed, vil det være naturligt at foretage opvarmningen ved hjælp heraf, enten ved anvendelse af dampcaloriferer eller ved at føre dampen til direkte kontakt med vedkommende bygningsdele.

Ved anvendelse af rør som varmelegemer anbringes rørene så tæt ved den pågældende flade som muligt, og rør og bygningsdel isoleres sammen f. eks. ved hjælp af et par lag halmmåtter med presenning over. I dette tilfælde vil det være passende at anbringe ca. $\frac{1}{2}$ m 2" glat rør for hver m² bygningsflade.

Dampforsbruget vil være ca. 25 kg damp/time pr. 100 m² flade.

Hvor der kun er tale om en enkelt konstruktionsdel, omgives denne med en kappe af presenning, træ, tagpap eller tilsvarende, hvorunder varmen ledes ind.

Skal bygværket opvarmes på en plads, hvor der ikke findes dampanlæg, må der anvendes koks- eller olieovne. Ved ikke for store loftshøjder – indtil ca. 3 m – må man regne med 1 ovn pr. 35 m² dæk, som skal holdes opvarmet 10° over omgivelserne.

Anvendes »tør varme« dvs. koksgrøder eller lignende, er det meget vigtigt, at der samtidig anbringes kar med vand til fordampning for at hindre udtørring af betonen.

Fler-etages bygværker uden udvendigt stillads

Hvor arbejdet på større betonbygværker skal holdes i gang uden hensyn til vejret, kan omfattende beskyttelsesforanstaltninger komme på tale.

Efterhånden som bygværket føres i vejret, lukkes omkring den del, der er under udførelse, f. eks. med presenninger før støbningens påbegyndelse, og presenninger og opvarmningsmateriel føres med op fra etage til etage.

De herved lukkede arbejdssteder kan nu opvarmes i fornødent omfang både før, under og efter udstøbningen. Hermed er man også engageret i et vinterbyggeri, der koster penge, men de økonomiske interesser i byg-

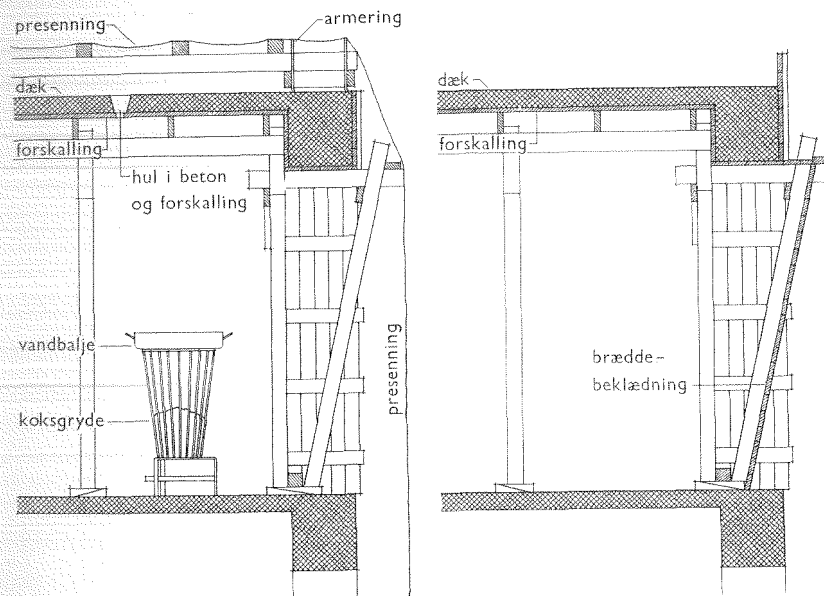


Fig. 20 (til venstre). Opvarmning af bygværket. Den del af bygværket, som er under udførelse, beskyttes med presenninger. Anvendes koksgrøder til opvarmning af de lukkede rum, må der anbringes vandfordamper på koksgrøden.

Fig. 21 (til højre). På særlig udsatte steder tildækkes alle åbninger med en bræddebeklædning i stedet for presenning.

værkets hurtige færdiggørelse er ofte tilstrækkelig store, og tekniske vanskeligheder ved at bygge om vinteren behøver ikke at stå i vejen.

Når gulv- og søjleforskalling er opstillet, hænges presenningerne fra facadebjælkerne ned over facaden og de tilsvarende bjælker i etagen nedeunder. Ved foden af søjlerne må presenningerne holdes ud fra muren, således at der fremkommer et ganske lille luftmelle rum. Dette punkt må især beskyttes mod frost. Se fig. 20, hvor der er vist en koksgrøde i nærheden af den udvendige søjle.

Indvendig i bygningen hænges presenninger (disse kan eventuelt have »vinduer« af plastic) udenom det område, som støbes. Ved hver udvendig søjle bør der opvarmes, og som yderligere beskyttelse kan foden af søjlen tillige isoleres ved pakning med halm. De lukkede rum opvarmes f. eks. med koksgrøder eller damp. Damp kan udnyttes som beskrevet ovenfor.

Ved anvendelse af damptilførsel under forskallingen kan man nøjes med kortere presenninger, der kun hænger nogle få meter ned under dækket (kulisser). Eventuelle søjler må i så fald beskyttes på anden måde. I stedet for presenninger kan på særlig udsatte steder med stærk vindpåvirkning alle åbninger dækkes med bræddebeklædning på ydersiden af den skrå yderste stolperække. Se fig. 21.

Anvendes koksgrøder må man være opmærksom på forgiftningsfaren og brandfaren. De skal opfyres i fri luft, og der skal være ildslukningsmateriel ved hånden.

Opføres en bygning meget hurtigt eller i streng kulde, kan det være nødvendigt at anskaffe presenninger og opvarmingsmateriel til to etager.

Førend støbningen påbegyndes, må de indvendige presenninger og materiel til opvarmning være anbragt. Hvis kulden er streng, bør opvarmningen påbegyndes flere timer forud for støbningen. Så snart et felt af gulvet er støbt færdigt, tildækkes det på den måde, at der klampes tømmer til søjlernes armering. Herover lægges strøer og tværstrøer, på hvilke presenningerne lægges. Den fri højde under presenningerne bør ikke være mindre end 15 cm. Opvarmningen af lufrummet over gulvet sker ved, at der i dette og i forskallingen er udsparet huller til de opvarmede rum nedenunder. Der bør mindst være et hul for hver 30 m², og hullerne bør have et samlet areal på ca. 1 pct. af dækket.

Tildækningen skal endvidere udformes således, at den nødvendige vanding – eventuelt ved overspuling – af den udstøbte beton kan udføres.

Bygværker med udvendigt stillads

Opvarmningen foretages som ovenfor beskrevet, men den almindeligst benyttede udvendige stilladskonstruktion med 1 række rejsebomme, rideplanker og stikbomme må udføres således, at der ingen sværtelægter går ind gennem vinduesåbningerne, da dette vil hindre opsætning af tætningsflager. Se fig. 22. Der kan benyttes særlige beslag til sværtelægterne (se fig. 26) eller der kan anbringes bomme i murens inderside, hvortil sværtelægterne fastgøres, og åbningerne på indersiden tildækkes. Hvis det er nødvendigt, anbringes varmemateriel i etagen.

Ved støbning af siloer, beholdere o. lign., hvor der anvendes glideforskalling, anbringes presenninger uden om forskallingen og føres med op-

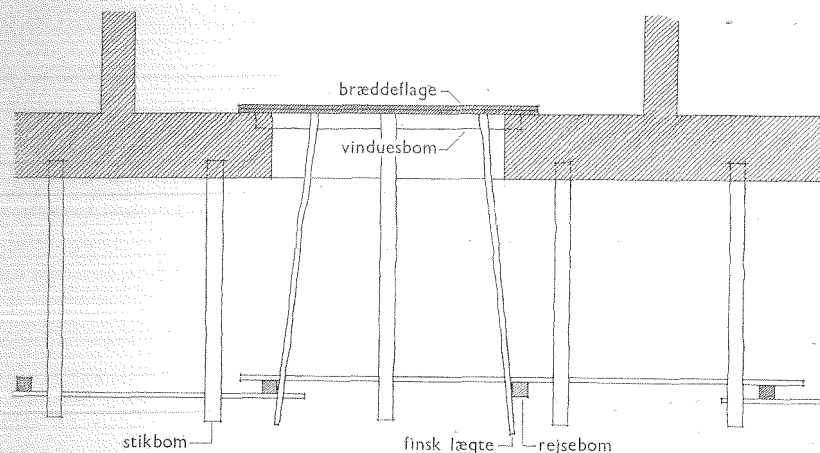


Fig. 22. Udvendig stillads, vandret snit. Stilladskonstruktionen ved bygværker med udvendigt stillads udføres således, at sværtelægter ikke går ind gennem vinduesåbninger. Disse tildækkes med tætningsflager. Sværtelægter fastgøres til bomme i murens inderside. Se også fig. 26.

Murerarbejde

Tørre sten er den første forudsætning for udførelse af murerarbejde om vinteren. Murstenene skal ikke beskyttes mod frost, men mod nedbør og fugt, og det må ske ligefra om efteråret, som er den tid af året, hvor man får mest regn, og de skal beskyttes ikke alene mod vand, der kan komme fra oven, men også fra siderne, mod slagregn og fyggesne og mod opsugning fra jorden.

Den bedste beskyttelse opnår man ved at stable murstenene på brædder og tildække dem med presenninger. Et halvtags, eventuelt som en udvidelse af stenskræmen, kan i nogle tilfælde lette det daglige arbejde og indskrænke yderligere nødvendig tildækning til en beskyttelse af de udsatte sider med skærme, måtter eller presenninger.

Sten på stilladset dækkes ligeledes bedst med presenninger, men forskellige slags måtter, for det meste halmmåtter, har fundet udbredt anvendelse. De giver ikke så effektiv beskyttelse og må ofte stilles til tørre om dagen (med stråene lodrette), de er mere besværlige at have med at gøre, og deres levetid er ikke lang.

Opmuring

Når det er så vigtigt at beskytte murstenene mod regn og sne, er det ikke blot for at undgå, at de skal stå og fryse sammen i stablerne, men fordi man til opmuring om vinteren må kræve af stenen, at den suger mørtel- vandet til sig, før det når at fryse i fugen, så mørtelen beskadiges. Det afhænger heraf, om man i det hele taget kan mure i frostvejr (indtil en tilfredsstillende »frostfri« mørtel er på markedet).

Stenene

Spørgsmålet om stenenes evne til at suge vand forklarer også, hvorfor nogle sten er egnede til vinterarbejde og andre ikke. Generelt giver alle sten, der suger dårligt, f. eks. særlig hårdtbrændte sten, kalksandsten og klinkerbetonsten, fare for frostbeskadigelse af murværket og kræver særlige foranstaltninger og meget omhyggelig beskyttelse mod fugt før hennemuringen, at ikke den ringe evne til vandsugning skal sættes til på forhånd.

Hvor man ved valg af bagmursten ikke har været tilstrækkelig opmærksom på disse forhold har det ofte medført, at nyopført murværk ved indtrædende nattefrost er kommet ud af lod. Fugen i bagmuren vokser i tykkelse, og hele muren krummes herved fremover. Det har ofte i sådanne tilfælde været nødvendigt at gå over til en anden type bagmursten.

Uegnede er også sten, der nok har en stor sugsevne, men for ringe styrke til i våd tilstand at kunne tåle frost. Højporøse teglsten – savsmuldsten og mangelhulsten – er ofte med held blevet foretrukket.

For at gøre materialebeskyttelsen overkommelig på byggepladsen, bør der sørges for en jævnlig leverance i så små partier, som de stedlige forhold gør det muligt. Først og fremmest må man sikre sig, at murstenene er tørre, når de kommer til pladsen, dvs. at man får sten, der har været oplagret tørt på teglværket og er blevet beskyttet under transporten til byggepladsen, og naturligvis må man sikre sig, at der er mandskab til at tage imod dem, når de ankommer, selv om det eventuelt sker uden for normal arbejdstid. En anden forholdsregel, der nedsætter omfanget af den nødvendige tildækning, er – så vidt det overhovedet er muligt – at undgå at fylde stilladserne op i forvejen, og ikke sætte flere sten op eller fylde flere baljer op, end der bliver brugt den samme dag.

Det er en foranstaltning, det ofte kan være svært at gennemføre. Det kan kræve omlægning af arbejdet og forskydning af arbejdstiden, så ar-

Fig. 23. Murstensstabler beskyttet både mod opsugning fra grunden og mod nedbør.

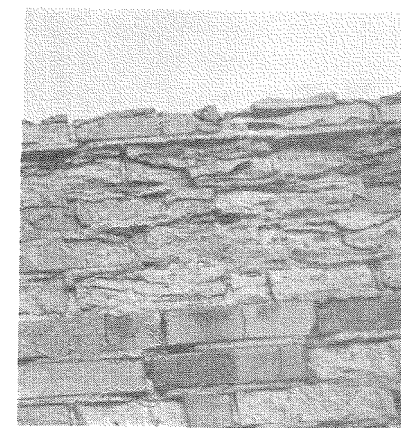
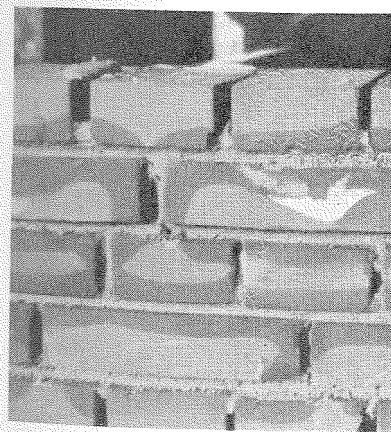
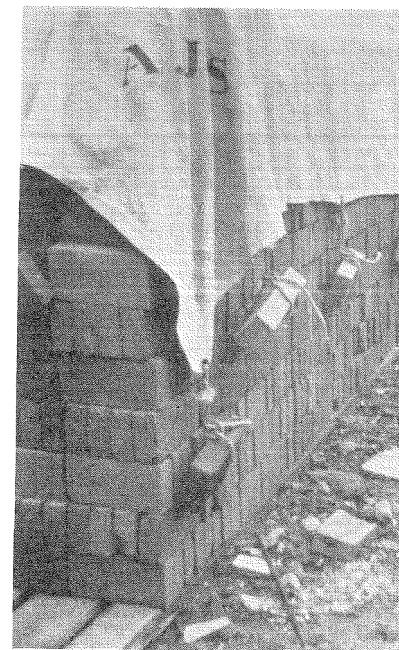


Fig. 24 (til venstre). Når der mures med tørre sten, suger stenene mørtel vandet til sig før det fryser i fugerne. På figuren ser man stenenes mørkere partier, der har suget mørtel vand.
Fig. 25 (til højre). Frostskadede molersten, der ikke har været tildækket efter hennemuringen.

bejdsmændene møder før svendene, og det kan nødvendiggøre en vis belysning om morgenen for transport af materialerne. Men det er en foranstaltning, der ofte lønner sig. Ikke alene bliver tildækningen overkommelig, men man formindsker samtidig risikoen for langvarigt stop forårsaget af, at det har sneet og frosset for stærkt til at arbejde i nogle dage. Overraskes man af vinteren med et fyldt og ikke ordentlig tildækket stillads, så stenene iser til, og mørtelen fryser fast i de fyldte baljer, kan det koste spild af mange dage, hvor man ellers godt kunne have arbejdet.

Kan byggeriet tilrettelægges således, at der holdes indendørs arbejde i reserve til dage, hvor vejret er for slemt, er det ikke meget af vinteren, der behøver at gå til spilde. Når stilladset går opad, må man gøre sig klart, om man når til lukning af huset, før vinteren er omme.

Mange byggepladser er gået i stå på det tidspunkt, hvor huset skulle lukkes, og arbejdet fortsættes indendørs, blot fordi stikbomme og sværter gennem vindueshullerne har hindret indsætning af vinduer. Skal huset lukkes, før stilladset går ned, må man fra starten indstille sig herpå (se fig. 26).

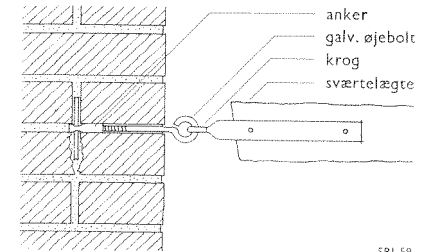
Nogen almindelig grænse for, hvor længe murerarbejdet kan holdes igang, kan ikke gives. Er stenene tørre, vil de suge så meget vand fra mørtelen, at den ikke ændrer rumfang ved at fryse, og arbejdet kan da uden risiko for frostskafer på murværket fortsættes så længe, man kan holde mørtelen isfri i baljerne. Grænsen for, hvor længe man kan mure, sættes derfor ikke af et bestemt antal frostgrader, men af hvor længe arbejdet rent praktisk lader sig udføre med tilfredsstillende håndværksmæssig kvalitet og hurtighed, og grænsen er således ikke afhængig af frost alene, men af vejret i det hele taget og af arbejdsforholdene iøvrigt.

Blæst giver hårde vilkår for arbejdet på stilladset, og opsætning af læskærme – enten af halmmåtter eller presenninger – kan gøre arbejdet muligt, hvor man ellers måtte give op. Som læskærm har man ofte brugt de presenninger, der om natten dækker materialerne. I $1\frac{1}{2}$ m brede presenninger med sejlringe eller stropper til fastgørelse er gode til dette formål. I andre tilfælde har man foretrukket skærme med halmmåtter, som så har fulgt med stilladset op.

Mørtelen

Har man varmt vand på pladsen, bør man naturligvis frem for andet bruge det til oprøring af mørtelen. En anden mulighed for varm mørtel er iblandt af pulveriseret stenkalk – brændt ulæsket kalk. Ca. 1 kg stenkalk

Fig. 26. Sværter gennem vinduer kan undgås, hvis dette beslag bruges ved rejsning af stilladset. Ankeret mures med cementmørtel og efterlades i den færdige mur. Den øjebolt, der er skruet ind i ankeret, løsnes lidt kort efter indmuringen, så man let kan få den ud, når stilladset fjernes. (Godkendelse søgt i sommeren 1959).



SBI 59

drysses på hver balje mørtel og vædes kort før oprøringen. Læskningsvarmen kan så holde mørtelen isfri i den tid, det normalt tager at tømme baljen.

Som en eventuel mulighed må også nævnes varm mørtel fra værket. Det kan være en god hjælp, men i stærk kulde vil ekstra opvarmning eller tilsætning være nødvendig i baljerne.

Foruden opvarmning har man andre muligheder. Almindelig kendt er det, at mørtelens frysepunkt kan sænkes ved tilsætning af køkkensalt eller andre klorsalte f.eks. kalciumklorid eller magnesiumklorid. Disse salte vil dog forblive i mørtelen, og da de kan have uheldige bivirkninger, kan brugen af disse ikke i almindelighed anbefales. Det samme gælder de frostvædske, der fås færdigblandede i handelen. De bør kun anvendes, hvor deres tilstedeværelse ikke senere vil få skadelige følger. Tilsætning af f.eks. magnesiumklorid svækker mørtelen, og de salte, der efterlades i murværket af alle de her nævnte tilsætningsstoffer, gør muren tilbøjelig til at opsuge fugtighed fra luften. Selv om det ikke i alle tilfælde har lige stor betydning, må man være opmærksom på, at det alene for det færdige murværks isoleringsevne betyder noget, at det er så tørt som muligt. Hertil kommer den betydning, man vil tillægge saltenes rustfremmende egenskaber, deres indflydelse på udblomstring og på pudsfladens egnethed som grund for limfarvning.

Sprit har tilsvarende frysepunktssænkende virkning, som de lige omtalte salte og frostvædske, men ikke disses uheldige bivirkninger for mørtel eller murværk. Spritten fordampes forholdsvis hurtigt, og har derfor ingen senere indflydelse. Der regnes med ca. 1 liter sprit pr. balje.

Er man af forskellige grunde nødt til at anvende svagt sugende sten, eller er opmuringen foregået meget hurtigt (f. eks. ved skillevægge), kan man i nogen grad modvirke murværkets tendens til at »svømme« ved

at sætte lidt cement til mørtelen. Det skal fremhæves, at man ikke her ved opnår nogen forøgelse af murværkets endelige styrke. Vil man opnå en virkning i denne retning, må cementen tilsættes i så store mængder (20-30% af bindemidlets vægt), at der virkelig dannes et »cementskelet« i mørtelen (bastardmørtel); se [57 S 10] side 22-23.

Ved opmuring med sten, der har ringe sugsevne, må mørtelen være grovkornet (skarp) og så stiv som mulig, og frysepunktsænkende tilsætning vil ofte være nødvendig.

Fed og finkornet mørtel medfører større fare for frostbeskadigelse (vækst i fugerne), og tilsætning af cement vil her blot forøge faren ved at gøre mørtelen endnu federe.

Det siger sig selv, at træbaljer holder bedre på varmen end jernbaljer. Træbaljer er derfor de bedste om vinteren.

En almindelig murersnor bliver tyk og besværlig i frost. Ved brug af nylonsnor (strammet over runde søm) undgår man denne ulempe.

En betydelig gene under opmuring i frost er det, at man stadig må kradses ud. Der må kradses ud og afkøstes omhyggeligt, før mørtelen fryser fast til stenene.

Murværket

Oversiden af den friske mur må hver aften tildækkes med tagpapstrimler, presenning eller andet, der beskytter mod regn, sne og isdannelse. Udgysning beskytter ikke nok. Det er vigtigt, at tildækningsmaterialet bliver liggende alle de steder, hvor der ikke mures, således også på vinduesbrystningernes overside, og man må sørge for, at denne tildækning effektivt beskytter mod nedsivning af vand, hvis man ønsker at undgå frostskafer eller ulemper under senere arbejde.

Friske hulmure og tynde mure må i frostvejr dækkes mod solvarme på siden, da man ellers risikerer, at de bliver skæve.

Man må tilstræbe at mure stilladset tomt hver dag. Eventuelle mørtelrester samles i enkelte baljer og tildækkes, og tomme baljer vendes.

Principielt er alle de her omtalte forhold gældende, enten opmuring finder sted med teglsten eller de forskellige typer letbetonblokke.

En heldig gennemførelse af vinterbyggeriet beror i høj grad på, at man udfører *alle* disse småforanstaltninger, der, når vejret er godt, for manges vedkommende må forekomme unødvendige. Ved et af de altid uventede omslag i vejret vil de imidlertid pludselig vise sig af afgørende betydning.

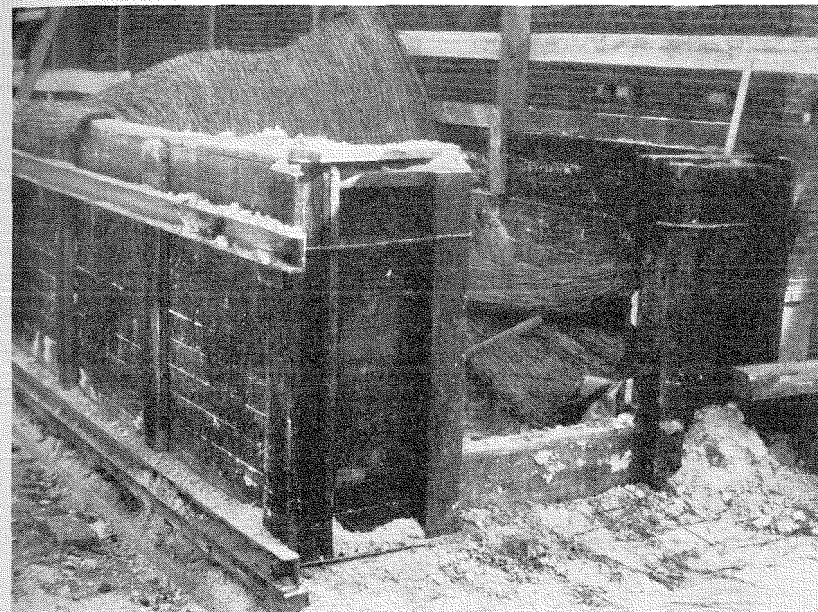


Fig. 27. Flyttelig mørtelbænk til helårsbrug fremstillet af elementer med stor isoleringsevne.

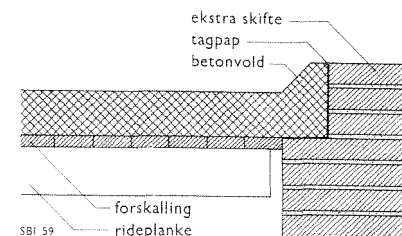


Fig. 28. Et ekstra skifte og en betonvold ved dækkets kant hindrer vand i at løbe ned i muren.

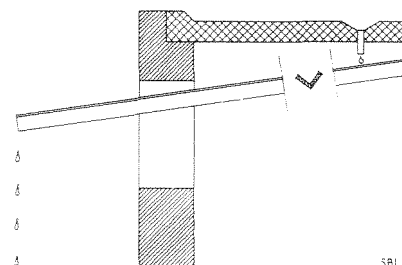


Fig. 29. Ved en udførelse som her vist, ledes vandet bort på betryggende måde [52-Bi-1].

Når etagen er muret op, og dækket skal støbes, må man sikre sig mod, at betonvand, regnvand eller smeltevand løber ned i eller ned over muren. Overløbsvand kan hindres ved at mure et ekstra skifte op, så der kan støbes en lille vold langs murkanten. En strimmel tagpap hindrer betonvand i at sive ind i muren.

Omkring udsparringer i dækket må der laves en tilsvarende forhøjning, som hindrer vandet i at løbe ned i underliggende murværk. Vandet bør ledes til et eller flere huller i dækket og herfra så vidt muligt bort fra bygningen, ved at føre det enten til afløb eller til interimistisk ophængte render, der kan føres ud ad vinduesåbningerne.

Man må ved tildækning af udstøbt beton passe på, at regn- eller smeltevand ikke ledes fra tildækningsmaterialet ned i murværket.

Senere, når opmuringen fortsættes *over* dækket, er det ligeledes vigtigt, at vand fra dækket ikke bliver opsuget af murværket. Dette har i mange tilfælde medført frostødelæggelse ikke blot af de nederste skifter. Efter snefald må sneen fjernes fra dækket, før den smelter, selv om den ikke ligger i vejen, eller selv om arbejdet måske er gået i stå for en tid.

Tagarbejde

Hvor tegltag skal udføres som vinterarbejde kræves samme beskyttelsesforanstaltninger gennemført for tagstenene som for andre teglsten. De skal være så tørre som muligt.

I det omfang, det er muligt uden at sinke efterfølgende arbejder, må det dog foretrækkes at udsætte understrygningen, til man kan forvente en stabil tøvejrperiode.

Hvor tagsten lægges i mørtel, forskælles eller understryges, må mørtelen tilsættes sprit eller frostvædske, og det er gavnligt at blande lidt cement i. Der må ikke være is på tagstenene, og de må ikke være meget våde, når de understryges; er de det, må understrygningen udsættes, eller tagrummet opvarmes, indtil tagstenene er tjenlige.

Fugearbejde

Fugearbejde kan udføres om vinteren, men muren må ikke være gennemvåd. En vandmættet mur vil skubbe fugen ud, når vandet fryser. Har stenene og muren under opførelsen været beskyttede som omtalt under

»opmuring«, kan man ved at sætte sprit til mørtel vandet opnå godt resultat i indtil en halv snes frostgrader. Ved så lave temperaturer må man regne med 3 liter sprit pr. balje. Er der ligefrem is i fugerne, bør arbejdet udsættes. For at sikre sig mod eventuelle mindre isdannelser kan muren forsyres eller gås over med en blæseflamme (flammekaster). Benyttelse af dampstråle giver let for meget vand i muren.

Farvet fugemørtel er vanskelig at arbejde med om vinteren, fordi fugens tørring og hærkning da foregår så langsomt, at farvestoffet let tværes ud over muren ved eftersyringen. Denne må derfor udføres så sent, som man kan komme til det før flytning af stilladset.

Udvendigt pudsearbejde

bør ikke udføres i større omfang om vinteren. Tilsætning af sprit eller frostvædske kan muliggøre gennemførelsen af mindre pudsearbejder, men selv dette må frarådes, da man ikke kan være sikker på en rimelig holdbarhed.

Skal der pudses udvendigt i frostvejr, er det ikke nok, at der er tilsat sprit eller frostvædske til selve mørtelen. Også alt det vand, der benyttes under udførelse af pudsearbejdet, til stækning og til afvaskning af pudsebrædder m.m., må være blandet op med sprit eller frostvædske, da netop det yderste lag af pudsen ellers bliver udsat for beskadigelser på grund af frosten.

Indvendigt pudsearbejde

Uafhængighed af vejret opnår man først, når bygningen er muret til rejsning, lukket og opvarmet, så indvendige arbejder kan udføres uden spild af vinterdage.

Den mest enkle lukning opnår man i reglen med vinduer og ruder, som da må være parat til indsætning straks efter opmuringen. Til at undgå ridser i ruderne har mange forskellige beskyttelsesforanstaltninger fundet anvendelse. Den hidtil bedste er påsmøring eller påsprøjtning af en plastic-hinde. Denne skal påføres med hele kanter, så den let kan trækkes af igen.

Hvis man ikke kan eller vil indsætte ruderne på dette tidlige tidspunkt har man mulighed for at lukke med plasticfolie, enten fastgjort på vindueskarmen eller på lægterammer. En folietykkelse på 0,15 mm vil i almindelighed være tilstrækkelig.

For at få den jævne udtørring og undgå skaltørring skal huset helst opvarmes med flere små ovne i lang tid. Det er en økonomisk fordel at få det permanente varmeanlæg i gang så hurtigt som muligt, men det vil ofte være nødvendigt, midlertidigt eller til supplerende opvarmning at anvende interimistiske koks- eller oliefyrede ovne (se »Varmemateriel på byggepladsen«, side 34, i SBI-anvisning 48).

Ofte er det fordelagtigt at udtørre bygningen med interimistiske ovne, før pudsearbejdet udføres, og herefter udtørre pudsen med det permanente varmeanlæg.

Ved opvarmning med interimistiske ovne, der kan afgive svovlsyrling, som er rustfremmende, bør man sørge for, at beslagene bliver beskyttet, eventuelt ved indsmøring med fedtstof eller ved første gang strygning.

Alt træværk, der skal indsættes i et vinterbygget hus, bør fra værkstedet være så færdiggjort som muligt og sættes ind så sent som muligt. Det bør altid være strøget første gang ved leveringen.

En forceret kunstig udtørring af indvendig puds bør af hensyn til puds-lagets styrke ikke foretages, uden at der sørges for ekstra kultveilt i luften.

Ventilation af det lukkede hus er en vigtig ting at gennemføre. Selv om man opvarmer, vil det ikke fremme mørtelens udtørring, hvis man ikke samtidig sørger for et stadigt luftskifte. Udluftning må derfor foretages enten til stadighed gennem ventilationsåbninger, eller ved kraftig udluftning flere gange om dagen. Det er nødvendigt at organisere denne udluftning så den virkelig effektueres. Også tagrummet må udluftes kraftigt, da fugten ellers samler sig der og fortættes på tagets underside. Især må man passe på, at fugtigheden ikke stiger op gennem trapperummet som i en skorsten og fylder tagrummet med fugt.

Den uafhængighed af vejret, man opnår ved indvendigt arbejde i et lukket og opvarmet hus, har fået mange til at hævde, at det er den eneste rigtige måde at lave vinterbyggeri på. Man har mulighed for helt at undgå spild dage på grund af vejret og ved derfor på forhånd, at for den og den udgift vil arbejdet komme så og så langt. På dette stadium er der også anbragt så mange penge i byggeriet, at en hurtig færdiggørelse virkelig betyder noget i sparet byggerente. Men det er hverken den eneste eller den billigste form for vinterbyggeri, og med henblik på husets udtørring kan det være fordelagtigt at nå rejsehøjde om foråret, hvor huset tørrer naturligt og hurtigt. Luftens evne til at optage vanddamp ved en given temperatur er i de første sommermåneder indtil 5–6 gange så stor som om vinteren (se fig. 30).

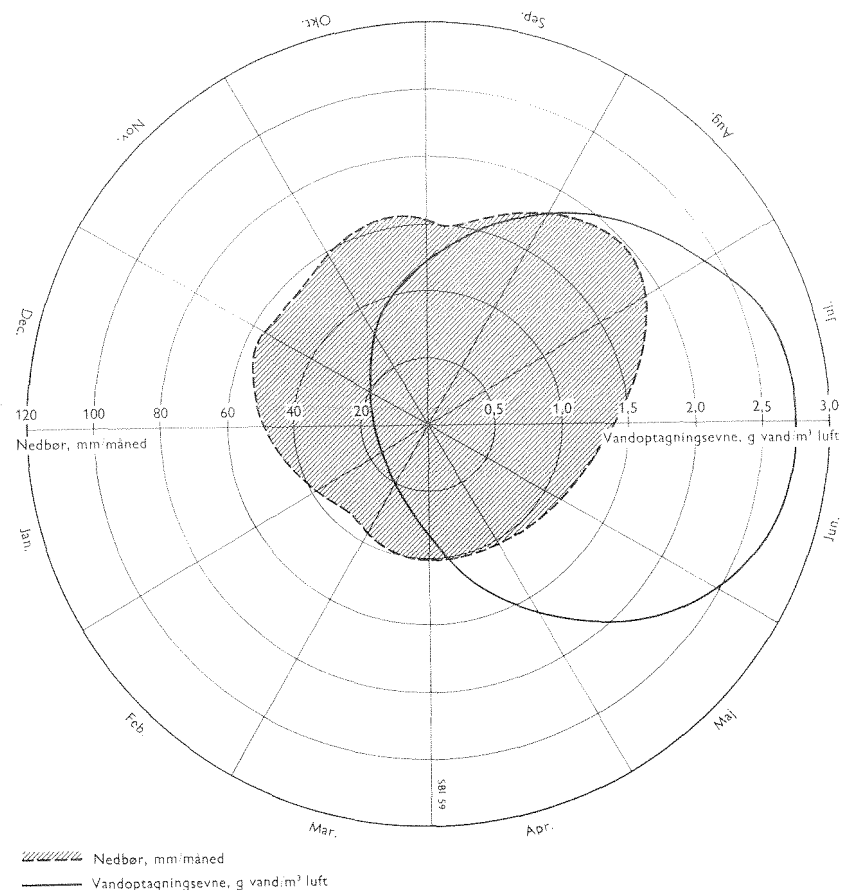


Fig. 30. Den årlige variation i nedbøren samt i luftens evne til at optage vanddamp. Det ses at nedbørsmængden er mindst i månederne februar til maj, og at luftens evne til at optage vand er stærkt stigende fra april. Vandoptagningsevnen er størst om sommeren på trods af den større regnmængde.

Andre arbejder

Medens jord-, beton- og murerarbejde som »den våde del« af byggeriet er særligt afhængige af, om det er frost eller tø, er de øvrige byggearbejder ikke i samme grad direkte afhængige af vejret.

Vanskeligheder opstår dog for alle udendørs fag, og unddraget vejrets indflydelse er kun de indendørs arbejder, der udføres, når huset er under tag, lukket og eventuelt opvarmet.

På alle årstider er de forskellige arbejder på en byggeplads imidlertid så afhængige af hinanden, at en standsning for eet arbejde straks vil udløse en kædereaktion for alle øvrige arbejder, og om vinteren kan en ellers ubetydelig forsinkelse i eet fag få afgørende betydning for hele byggeriets forløb.

Fælles for tømrer, snedker, glarmester, blikkenslager, tagdækker, elektriker, smed og maler er den vigtigste vinterforanstaltning derfor en tilrettelægning af arbejdet i indbyrdes samråd og i samråd med jord-, beton- og murerarbejde.

Herudover kan de enkelte fag have vinterproblemer og løsninger herpå, som næppe vil være ubekendte for de respektive fags udøvere, men som for helhedens og planlægningens skyld dog kort skal gennemgås i de følgende afsnit.

Tømrerarbejde

Almindelig forekommende frost påvirker ikke tømmerets egenskaber, men som udendørs byggefag sinkes og vanskeliggøres tømrerarbejdet af is og sne. Hertil kommer, at vinterluften kun i meget ringe grad er i stand til at tørre træet, når det først er blevet vådt, og tømmeret på byggepladsen må derfor holdes så samlet som muligt, så det på en overkommelig måde ikke alene tildækkes mod nedbør, men også beskyttes mod opslugning af fugt fra underlaget.

Allerede under projekteringen af bygningen må man holde sig for øje, at i jo højere grad arbejdet kan forlægges enten til værksted eller anden beskyttet arbejdsplads, des større uafhængighed af vejrliget opnår man. Tages der hensyn til det under planlægningen af byggearbejdet, vil det ofte være muligt at etablere en overdækket arbejds- og oplagringsplads på byggepladsen, eventuelt i selve nybygningen.

Snedkerarbejde

Som værkstedsarbejde er dette ikke direkte afhængigt af vejret, men hensynet til andre fags fortsættelse kan ved vinterbyggeri nødvendiggøre forskydning af tidsfristerne for snedkerleverancens forskellige dele. F. eks. er det vigtigt, at vinduerne er fremme til rette tid, når huset skal lukkes, og ændret arbejdsgang for andre fag kan medføre tilsvarende ændringer for snedkerarbejdet.

For at sikre de færdige arbejder mod unødigt svind er det vigtigt, at alt, hvad der afsendes fra værkstedet – i mere eller mindre færdig stand – på byggepladsen opbevares under så beskyttede forhold, at træet ikke alene er sikret mod nedbør og mod fugt fra underlaget, men også mod fugtig luft.

Man bør tænke på, at de store omkostninger, der er sat ind på træets tørring under forarbejdningen, og som skal sikre, at træværket ikke senere svinder, ved selv kortvarig ubetænksomhed kan sættes til igen med det resultat, at arbejdet forringes og vil kræve store efterreparationer.

Der bør således i god tid tænkes på modtagelse og opbevaring, så denne i det vinterbyggede hus kan ske under lige så gunstige forhold som på snedkerværkstedet. Snedkerleverancen bør finde sted så sent og så færdigforarbejdet som muligt, og træværk til maling må ikke blot være grundet, men også strøget første gang.

Skal bygningen kunstigt udtørres, må dette være sket, før snedkerarbejdet indsættes.

Glarmesterarbejde

Ønsket om en hurtig lukning af huset kan nødvendiggøre indsætning af ruder, før huset er pudset indvendig. Ruderne må i så fald beskyttes mod mørtelstænk. Hertil har man tidligere benyttet flere fremgangsmåder, som f. eks. overkostning med kridtvand, paraffin opløst i benzin eller papir klæbet på ruderne. I dag foretrækkes i de fleste tilfælde at beskytte ruderne med en plastichinde.

Glasset skal opbevares tørt, da det ellers volder besvær at skære det.

Om vinteren er falsene i særlig grad udsatte for at blive våde, så de ikke kan kittes. Hvor der benyttes glaslister, er man i noget mindre grad afhængig af denne vanskelighed, forudsat at falsen er grundet eller imprægneret i forvejen.

Tagarbejde

Tegltag: Se side 42 under »Tagarbejde«.

Eternitskifer. Oplægning af eternit bør ikke finde sted i fugtigt vejr. En fugt-hinde giver let anledning til kalkudblomstring, som især på farvet eternit kan virke skæmmende. Først når eternitten er blevet udsat for en vis luft-hærdning på taget tåler den fugt.

Såfremt det trækker op til nedbør på et netop oplagt eternittag, bør det derfor tildækkes med presenning. Da kittet ikke binder på et fugtigt underlag, er det også af denne grund nødvendigt, at der arbejdes i tørt vejr.

Når et oplægningsarbejde afbrydes om aftenen, og der er risiko for nedbør om natten, må i det mindste den sidst oplagte række dækkes til. Dette kan ske enten ved hjælp af presenning, eller ved at oplægge en løs række sten oven på de sidst kittede. Endelig kan man, som en tredje udvej, lægge kit på den sidst oplagte række sten, således at man om morgenen kan begynde med at trykke næste række fast heri. Denne sidste metode er dog ikke fremkommelig i koldt vejr, da den udlagte kit i nattens løb bliver hård.

Er der trods alle forholdsregler fugtigt, hvor der skal kittes, må fugten fjernes med en blæseflamme. Det må imidlertid gøres med forsigtighed, da eternitten ellers springer.

Kitten skal om muligt opbevares i et tempereret rum, så den ikke bliver for hård. Er den blevet for hård, må den opvarmes med forsigtighed (ved hjælp af varmt vand) og ikke »koges op«, så dens bestanddele skiller.

Bølgeeternit. Bølgeeternit bør ikke oplægges i fugtigt vejr af hensyn til faren for udblomstring (se ovenfor).

Metaltage (kobber, zink og aluminium). Bortset fra, at underlaget skal fejers rent for sne, kan lægningen udføres uden særligt hensyn til vejret. Falsning af zink bør dog om vinteren ske i et tempereret rum, for at undgå at zinken brækker.

Paptage. Tagpap må ikke lægges på fugtigt underlag. Et tag, der f. eks. er udført af tørre betonelementer, bør derfor straks tildækkes med presenninger eller plasticfolie. Et vådt betontag kan med forsigtighed tørres i overfladen med blæseflamme. Dette arbejde tager dog meget lang tid, hvis et tilfredsstillende resultat skal nås.

Lægning af andet lag tagpap bør om muligt udsættes til foråret. Eventuelle buler i det første lag skæres da op og klæbes ned til underlaget. Se iverigt [54-Ha-5].

Støbeasfalt. Asfaltbelægninger lader sig udføre om vinteren. Nogen fugt i underlaget kan accepteres, men overfladen bør dog være tør.

Gulvarbejde

Gulvlægningsarbejdet foregår som regel under byggeriets sidste fase, og for de fleste gulvtypen gælder, at udførelsen først må ske, når fugt- og temperaturforholdene i bygningen er, som de vil være senere i husets levetid. I praksis vil dette sige, at huset skal have været lukket med varme anlægget i drift og udluftning etableret i nogen tid før lægning foretages. Dette gælder gulve udført af *parket* samt *gummi, kork, linoleum, magnesit og vinyl*. Visse andre gulvtypen omtales nedenfor. Det gælder for alt gulvarbejde, at fabrikanternes forskrifter for udførelsen følges, og dette betyder, at man især må være opmærksom på fugtproblemerne, som ofte er større om vinteren på grund af større relativ fugtighed og nedsat fordampning.

I de senere år er det blevet almindeligt at bygge huse uden kælder, og med stuegulvet direkte på jorden. Om de problemer, der rejser sig i forbindelse hermed, må henvises til SBI-anvisning 40: *Gulve direkte på jord* [58-Bc-1].

Asfaltgulve

Astfaltgulve kan udføres både i støbeasfalt og i pulverasfalt.

Støbeasfalt kræver tørvejr under lægningen. Fugt eller frost i underlaget er principielt ingen hindring, idet der lægges et skillelag af pulverasfalt eller bitumineret filt, som kan optage damp og de gasarter, der udvikles under lægning af den varme masse. Man bør dog på forhånd gøre sig klart, at overskydende fugtighed, der f. eks. kan hidrøre fra optøning af et frosset underlag, ikke senere vil have mulighed for at undslippe gennem asfalten, men skal kunne borttransporteres ad anden vej.

Pulverasfalt, der f. eks. kan anvendes som gulvbelægning i fabriks- eller lagerhaller, tåler ikke nedbør eller frost under udlægningen. Benyttes pulverasfalt som topfyldning for en tør makadam (maribobelægning) udgør frosten dog ikke nogen hindring.

Terrazzogulve kan i reglen udføres ved temperaturer ned til -2 – -3°C , idet der i frostvejr først udstros lidt salt. Fugt spiller ingen rolle, idet der alligevel svømmes med lige dele vand og cement før udførelsen. Der kan derimod være grund til at advare mod for tørre betongulve. Har en bygning f. eks. været udsat for kraftig og langvarig udtørring i vinterperioden, må man sørge for at betongulve holdes fugtige nogen tid før udførelsen af terrazzoarbejdet for at undgå forskelligt svind, der kan medføre, at terrazzoen slår fra (se også side 34).

For *klinker- og mosaikgulve* gælder tilsvarende forhold som omtalt for terrazzogulve.

Malerarbejde

Udvendigt malerarbejde bør ikke udføres om vinteren.

Indvendigt malerarbejde kan til gengæld udføres hele vinteren [56-Ni-1]. Da husets udtørring kan være mere problematisk om vinteren end om sommeren, må man dog sikre sig, at underlaget ikke er mere fugtigt, end den pågældende maling (eller tapet) kan tåle. I øvrigt bør man være opmærksom på de alkalifaste, nyere malermaterialers anvendelsesmuligheder.

En tilstrækkelig belysning er vigtig for malerarbejdets udførelse.

Litteratur

- [42 S 10] Nogle bemærkninger om Frostsprængninger. Kay Schroder. Meddelelser fra Københavns Bygningsvæsen. København 1942. Årg. 3, nr. 3, side 9-12.
- [48 K 17] Baugrund und Bauwerk. Franz Kögler und Alfred Scheidig. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1948, 276 s.
- [51 P 3] Vinterbyggeri. Niels M. Plum. Statens Byggeforskningsinstitut. København 1951. SBI-rapport 6. 54 s. 80 litteraturhenvisninger. With an English summary.
- [52-Bi-1] Tegel på vinteren. Hasse Billmann. AB Mälardalens Tegelbruk. Stockholm 1952. Broschyr. 32 s.
- [53 D 1] Mørteltilsætningsstoffer til brug ved vinterbyggeri. Henry Dührkop. Statens Byggeforskningsinstitut. København, 1953. SBI-rapport 11. 36 s. With an English summary.
- [54-13] Foreløbige retningslinier for fremstilling af luftindblandet beton. Dansk Ingeniørforening. Teknisk Forlag. København 1954. 80 s. 39 litteraturhenvisninger.
- [54-Ha-5] Papptak, klistrade dubbeltäckningar. Rune Hanson. Statens Nämnd för Byggnadsforskning. Stockholm, juni 1954. SNB broschyr nr. 7. 22 s.
- [55 M 2] Luftindblandet beton. Erik V. Meyer. Statens Byggeforskningsinstitut. København, 1955. SBI-anvisning 33. 32 s. I kommission hos Teknisk Forlag.
- [55 N 2] SBI Betonberegner - med regnestok. Poul Nerenst og Johs. Landbo. Statens Byggeforskningsinstitut. København, 1955. SBI-særtryk 55. 8 s. Særtryk af »Byggeindustrien« nr. 1, 1955.
- [56 = 8] Plan over byggepladsen. Statens Byggeforskningsinstitut. København, 1956. SBI-anvisning 26. 27 s.
- [56-15] Proceedings. RILEM Symposium. Winter Concreting. Theory and Practice. Statens Byggeforskningsinstitut. København, 1956. Special Report. 1574 s.
- [56-Ni-1] Mal rigtigt. H. K. Raaschou Nielsen. Landbrugets Informationskontor. Statens Byggeforskningsinstitut's serie »Landbrugsbyggeri« nr. 12. København, 1956. 55 s.
- [57 S 10] Puts och Putsning. Et kritiskt litteraturstudium. Vitold Saretok. Statens Nämnd för Byggnadsforskning. Stockholm, 1957. Handlingar nr. 29. 143 s. 218 litteraturhenvisninger.

- [57 V 1] Vinterbygge, några arbetsmetoder och hjälpanordningar. Hans A. Vinberg. Statens Nämnd för Byggnadsforskning. Stockholm, 1957. SNB-rapport 43. 64 s. 32 litteraturhenviisninger.
- [58-Bc-1] Gulve direkte på jord. Poul Becher og Harry Petersen. Statens Byggeforskningsinstitut. København, 1958. SBI-anvisning 40. 17 s.
- [58 N 4] Betonstøbning om vinteren. P. Nerenst, E. Rastrup og G. M. Idorn. Statens Byggeforskningsinstitut. København 1958. SBI-anvisning 17. 89 s. 2. reviderede udgave (1. udg. [53 N 2]). 31 litteraturhenviisninger.

SBI-anvisninger

- 39: *Byggefejl*, billedsamling ved *Børge T. Lorentzen*. 1957. 20 blade i samlemappe. A₅. Kr. 4,-.
- 40: *Gulve direkte på jord*, *Poul Becher* og *Harry W. Petersen*. 1958. 20 p. A₅. Kr. 4,-.
- 41: *Jernbetondek i boligbyggeri*. 1958. 56 p. A₅. Kr. 8,-.
- 42: *Vinduer, forbedring og vedligeholdelse*, *Klaus Blach*, *Preben Ankerstjerne* og *Johannes Brixen*. 1958. 16 p. A₅. Kr. 4,-.
- 43: *Normalrum og normalspændvidder for etageboligbyggeri*, *Aage Dalgas Rasmussen* og *Finn Vedel-Petersen*. 1958. 64 p. A₅. Kr. 8,-.
- 44: *Overfalsede skabslåger, normalmål og normaldetaljer*, *Klaus Blach*, *Johannes Brixen* og *Preben Ankerstjerne*. 1958. 16 p. A₅. Kr. 4,-.
- 45: *Enfamiliehusets arbejdsplan - en vejledning for arkitekter og håndværksmestre*, udarbejdet i samarbejde med Håndværksrådet. 1959. 16 + 8 p. A₅. Kr. 4,-.
SBI-skemaer til arbejdsplan, 20 stk. A₃, kan købes særskilt for kr. 8,-.
- 46: *Plan i køkkenet*, *Finn Vedel-Petersen*. 1959. 36 p. A₅. Kr. 4,-.
- 47: *Modulprojektering*. Foreløbig vejledning fra SBI's modulkomité ved *Mogens Frisendal*. 1959. 32 p. A₅. Kr. 4,-.

Alle instituttets publikationer kan købes gennem boghandlerne eller hos Teknisk Forlag, Vester Farimagsgade 31, København V. BY. 9288.

TEGN ET SBI-ABONNEMENT for 24,- kr. om året.

De får da hvert år tilsendt alle ny SBI-anvisninger og andre udvalgte SBI-publikationer til en samlet bogladepris af mindst 32,- kr. og De bliver holdt orienteret om alt, hvad SBI udsender.

De bliver SBI-ABONNENT ved at indsende 24,- kr. til TEKNISK FORLAG, V. Farimagsgade 31, giro 20490.

Den her foreliggende SBI-anvisning 49 er en fortsættelse og - specielt for projekterende - et supplement til SBI-anvisning 48, der handler om helårsbyggeriet ud fra et planlægningssynspunkt. Anvisning 49 gennemgår i fire afsnit problemerne vedrørende udførelse af jordarbejde, betonarbejde, murerarbejde, og andre arbejder. Der oplyses om de nødvendige forholdsregler for at sikre arbejdets fortsættelse, idet der peges på de svage punkter og redegøres detaljeret for mulighederne. Indholdet er tilrettelagt således, at hovedvægten lægges på videreførelse af arbejdet, indtil temperaturen når -5°C . Anvisningens undertitel er *Arbejdets udførelse*, og den henvender sig da også især til alle på byggepladsen.

Pris kr. 8.—