

Trykt i: MURERMESTEREN, 1950, nr. 3.

HÅNDVÆRKERBLADET, 1950, nr. 22—23.

BYGGEHÅNDVÆRKERNES MEDLEMSBLAD, 1950, nr. 20.

DK 693-557-4:691-32-002-2



# STØBNING

## AF SIMPLE BETONKONSTRUKTIONER

### OM VINTEREN

POUL NERENST og NIELS M. PLUM

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

ex. 6 00787 P  
20 JULI 1988

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT SÆRTRYK NR. 15

KØBENHAVN 1950

STATENS  
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

(Borgergade 20, København K, Tlf. Palæ 9855)

er en selvstændig institution, der ledes af en bestyrelse udpeget af boligministeren,

er oprettet ved lov nr. 123 af 19. marts 1947,

har til opgave »— at følge, fremme og samordne teknisk, økonomisk og anden undersøgelses- og forskningsvirksomhed, som kan bidrage til en forbedring og billiggørelse af byggeriet, samt at udøve oplysningsvirksomhed angående byggeforskningens resultater.«

PUBLIKATIONER

Rapporter

er de originale, komplette beretninger om selvstændige forskningsarbejder, som udføres for eller af Institutet.

Nr. 1: *Økonomisk varmeisolering, Poul Becher*. 1949. 61 s. A<sub>4</sub>. Kr. 7.—. 2. udgave 1950.

Nr. 2: *Gymnastiksalenes akustik, Poul Becher*. 1950. 2 s. A<sub>4</sub>. Kr. 1.—.

Nr. 3: *The Non-Destructive Testing of Concrete with Special Reference to the Wave Velocity Method, Johs. Andersen, Poul Nerenst and Niels M. Plum*. 1950. 80 s. A<sub>4</sub>. (Udsolgt).

Studier

er en blandet publikationsrække, der spænder fra litteraturgengivelser og diskussioner til forskningsprogrammer, foreløbige beretninger o. lign.

Nr. 1: *Byggemodul, begrebets indhold og problemer i forbindelse med dets indførelse, Mogens Voltelen*. 1949. 30 s. A<sub>4</sub>. Kr. 2.—.

Nr. 2: *Forslag til undersøgelser og forskningsopgaver indenfor boligbyggeriet*. 1949. 67 s. A<sub>4</sub>. (Udsolgt).

Nr. 3: *The Predetermination of Water Requirement and Optimum Grading of Concrete under Various Conditions, Niels M. Plum*. 1950. 96 s. A<sub>4</sub>. Kr. 15.—.

Nr. 4: *Om visse grundprincipper vedrørende prøvning af byggematerialer, med særligt henblik på betonprøvningen, Niels M. Plum*. 1950. 24 s. A<sub>4</sub>. (Udsolgt).

Nr. 5: *Hoordan udføres en tør kælder?, Niels R. Steensen*. 1950. 15 s. A<sub>4</sub>. Kr. 2.—.

Anvisninger

er praktiske vejledninger, beregnet på direkte brug i det daglige arbejde ved projektering, fabrikation eller byggeri. De kan være udfærdiget dels på grundlag af Institutets egne arbejder, dels ud fra andres undersøgelser fra ind- eller udland. De søges tilpasset efter de stedlige og aktuelle forhold og holdt i en ikke-videnskabelig udtryksform, tilgængelig for de pågældende faglige kredse

Nr. 1: *Byg hele året*, foreløbig vejledning i overvinding af bygge-riets sæsonhindringer. 1948. 117 s. A<sub>5</sub>. (Udsolgt).

Nr. 2: *Foreløbig vejledning i betonstøbning om vinteren*, udarbejdet af Dansk Ingeniørforenings arbejdsgruppe for beton og jernbeton. 1948. 83 s. A<sub>5</sub>. Kr. 4.—.

Nr. 3: *Akustisk regulering af gymnastiksale, Poul Becher*. 1950. 4 s. A<sub>4</sub>. Kr. 1.—.

Nr. 4: *Vinterbyggeriets ABC*. 1949. 16 s. A<sub>5</sub>. (Gratis).

Nr. 5: *Bedre varmeisolering er billigere*. 1950. 48 s. A<sub>4</sub>. Kr. 3.—.

Nr. 6: *Fugt i nye huse* (plakat til ophængning). 1949. A<sub>4</sub>. Kr. 5.— pr. 100 expl.

Nr. 7: *Fugt og isolering* (under forberedelse).

Nr. 8: *Brug og valg af betonblandere* (under forberedelse).

Nr. 9: *Vinterbyggeriets ABC*. 2. udg. 1950. 24 s. A<sub>5</sub>. 1 stk.: 50 ore, 15 stk.: kr. 5.—, 100 stk.: kr. 25.—.

Særtryk

af artikler i tidsskrifter o. lign., omhandlende Institutets arbejde eller forfattet af Institutet eller dets medarbejdere. Enhedspris for alle særtryk: kr. 1.—.

Nr. 1: *Økonomisk varmeisolering, en kortfattet oversigt, Poul Becher*. 1949. 9 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 2: *Byggestandardisering, Mogens Voltelen*. 1949. 6 s. A<sub>4</sub>.

THE DANISH NATIONAL INSTITUTE  
OF BUILDING RESEARCH

(20 Borgergade, Copenhagen K, Denmark)

is an independent institution supervised by an executive board appointed by the Minister of Housing,

established under Act No. 123 of March 19th, 1947.

The task of the Institute is »— to follow, promote and coordinate technical, economic, and other examination and research work which may contribute to an improvement and cheapening of building, and to disseminate the results of the building research.«

PUBLICATIONS

Reports

are the original complete reports on research made by or on behalf of the Institute.

No. 1: *Economical Heat Insulation, Poul Becher* (Danish text with an English Summary). 1949. 61 p. Size A<sub>4</sub>. Kr. 7.—. 2. edition 1950.

No. 2: *Acoustics of Gymnasias, Poul Becher* (Danish text with a brief English Summary). 1950. 2 p. Size A<sub>4</sub>. Kr. 1.—.

No. 3: *The Non-Destructive Testing of Concrete with Special Reference to the Wave Velocity Method, Johs. Andersen, Poul Nerenst and Niels M. Plum*. (In English). 1950. 80 p. Size A<sub>4</sub>. (Out of print).

Studies

comprise miscellaneous publications, ranging from bibliographies, renderings of literature to discussions and research programmes, preliminary reports etc.

No. 1: *Modular Coordination with a view to the Building Industry, Mogens Voltelen* (Danish text with a brief English Summary). 1949. 30 p. Size A<sub>4</sub>. Kr. 2.—.

No. 2: *Proposals for Investigations and Research within the Housing Field* (Danish text). 1949. 67 p. Size A<sub>4</sub>. (Out of print).

No. 3: *The Predetermination of Water Requirement and Optimum Grading of Concrete under Various Conditions, Niels M. Plum* (In English). 1950. 96 p. Size A<sub>4</sub>. Kr. 15.—.

No. 4: *On Certain Fundamental Principles Regarding the Testing of Materials, with Special Reference to the Testing of Concrete, Niels M. Plum* (Danish text). 1950. 24 p. Size A<sub>4</sub>. (Out of print).

No. 5: *Design and Construction of Dry Basements, Niels R. Steensen* (Danish text). 1950. 15 p. Size A<sub>4</sub>. Kr. 2.—.

Directions

are instructions intended for use in common practice when designing, manufacturing or building. They may be based on research made within the Institute or on other domestic or foreign investigations. It is attempted to adapt the directions to local and topical conditions, and they are written in a non-scientific language. Danish text only if nothing else stated.

No. 1: *Build All the Year Round*, a preliminary guide on the remedying of seasonal hindrances to building activities. 1948. 117 p. Size A<sub>5</sub>. (Out of print).

No. 2: *Tentative Recommendations for Winter Concreting Methods*, reported by the Concrete and Reinforced Concrete Sect. of the D Inst. of C. E. (Danish text—Separate English Summary). 1948. 83+16 p. Size A<sub>5</sub>. Kr. 4.—.

No. 3: *Acoustical Designing of Gymnasias, Poul Becher* (Danish text with a brief English Summary). 1950. 4 p. Size A<sub>4</sub>. Kr. 1.—.

No. 4: *The Winter Construction ABC-Book*. 1949. 16 p. Size A<sub>5</sub>. (Free of charge).

No. 5: *Better Heat Insulation is Cheaper*. 1950. 48 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 6: *Dampness in Newly Built Houses* (poster). 1949. Size A<sub>4</sub>.

No. 7: *Moisture and Insulation* (In course of preparation).

No. 8: *Use and Selection of Concrete Mixers* (In course of preparation).

No. 9: *The Winter Construction ABC-Book*. 2nd edition. 1950. 24 p. Size A<sub>5</sub>.

Reprints

of articles in periodicals or the like, dealing with the activities of the Institute or composed by the Institute or its staff. Standard price of all reprints: kr. 1.—.

No. 1: *Economical Heat Insulation, a brief survey, Poul Becher* (Danish text). 1949. 9 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 2: *Building Standardization, Mogens Voltelen* (Danish text). 1949. 6 p. Size A<sub>4</sub>.

Trykt i: MURERMESTEREN, 1950, nr. 3

HAANDVÆRKERBLADET, 1950, nr. 22 og 23

BYGGEHAANDVÆRKERNES MEDLEMSBLAD, 1950, nr. 20

DK 693.557.4:691.32.002.2

# STØBNING AF SIMPLE BETONKONSTRUKTIONER OM VINTEREN

POUL NERENST OG NIELS M. PLUM

Civilingeniører

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT SÆRTRYK NR. 15

KØBENHAVN 1950

# Støbning af simple betonkonstruktioner om vinteren

Civilingeniørerne Poul Nerenst og Niels M. Plum  
Statens Byggeforskningsinstitut

## Indledning

Statens Byggeforskningsinstitut har netop udsendt en revideret udgave af Vinterbyggeriets ABC (Any. nr. 9), hvori i almindelighed beskrives de foranstaltninger, der maa træffes ved udførelsen af murerarbejdet samt jord- og betonarbejdet.

Da dispositionen for ABC'en medfører, at forhold vedrørende betonen omtales brudstykkevis og ganske kortfattet, er det vort haab, at denne samlede fremstilling vil være værdifuld for de muremestre og entreprenører, som ønsker en mere detaljeret begrundelse for de foreslaaede forholdsregler, der tager sigte paa at kunne udføre de almindelige betonkonstruktioner i dansk husbyggeri ved forholdsvis simple hjælpemidler.

En gennemgang af betonkonstruktionerne i et typisk dansk boligbyggeri viser, at betingelsen for at holde murerarbejdet i gang om vinteren er, at man kan støbe fundamentene og dækkene, medens de øvrige betonkonstruktioner uden større gene kan vente, til temperaturforholdene er gunstigere. Der er derfor udarbejdet nogle diagrammer, der angiver, hvorledes fundamenter og dæk kan støbes om vinteren under forskellige temperaturforhold, hvis man nøjes med at opvarme støbevandet.

Vedrørende udførelsen af mere komplicerede beton- og jernbetonkonstruktioner, hvor den her angivne fremgangsmaade ikke længere er tilstrækkelig, henvises til instituttets anvisning nr. 2.

## De særlige forhold om vinteren

I det følgende gives en oversigt over, hvorledes kulden indvirker paa betonens hærdning og styrkeudvikling, og de særlige krav, der derved stilles til materialernes kvalitet og arbejdets udførelse.

Ved hvilken temperatur er det nødvendigt at træffe særlige foranstaltninger?

Betonens afbinding og styrkeudvikling er meget

	Afbinding	Hærdning	
20°			1: 2 1/2 : 3 1/2
20°			1: 4 : 7
1°			1: 2 1/2 : 3 1/2
1°			1: 4 : 7
Timer	6	12	18 24 30

Fig. 1. Lav temperatur giver langsom afbinding. Portland-cement.

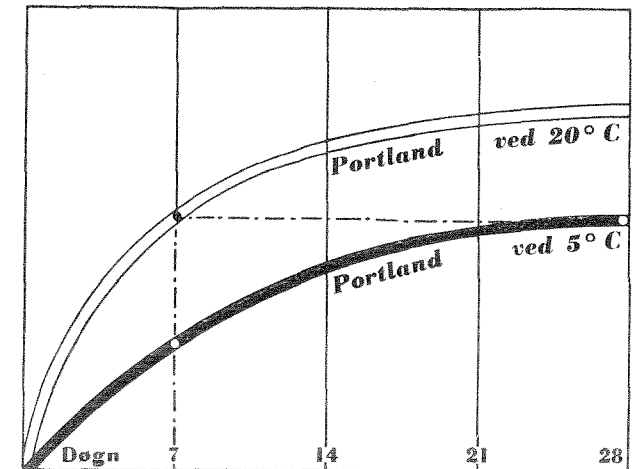


Fig. 2. Lav temperatur giver langsom styrkeudvikling.

afhængige af den temperatur, hvorved de foregaar. Ved udførelse af betonarbejder om sommeren har denne afhængighed ingen større betydning, men naar temperaturen om efteraaret falder, vil afbindingstiden forlænges og styrken udvikles langsommere, saaledes som det fremgaar af figurerne nr. 1 og 2. Det vil ses, at man ved betonstøbning om vinteren ikke kan bygge paa de erfaringer, man har gjort om sommeren. *De vanskeligheder, der følger med faldende temperatur, bliver først særlig udpræget, naar man naar ned omkring +5°C, og da samtidig risikoen for, at der skal optræde nattefrost, bliver aktuel, er det naturligt at betragte +5°C som den temperatur, hvor vinterstøbningsforanstaltningerne skal sættes ind.*

Betonegenskabernes afhængighed af temperaturen.

Betonens styrke vokser med alderen, men den slutstyrke, der opnaas efter 28 dage, afhænger af temperaturen, saaledes som det fremgaar af fig. nr. 2.

Når betonen er afbundet, begynder styrkeudviklingen. Styrken tiltager meget kraftigt i begyndelsen, d.v.s. indenfor de første par døgn. Efter denne periode vokser styrken langsommere. Under normale temperaturforhold opnaas ved anvendelse af Portland-cement ca. 30 % af 28-døgn styrken i løbet af de første to døgn, og 70 % i løbet af ialt syv døgn. De resterende 30 % udvikles i løbet af tiden fra det 7. til det 28. døgn, d.v.s. 21 døgn. *Det fremgaar heraf tydeligt, at de foranstaltninger, der skal sættes i kraft for, at man kan støbe beton om vinteren, skal iværksættes straks og som regel ikke behøver at vare længer end 2—3 dage.*

### Betonens styrke i frysningsøjeblikket.

Hvis betonen fryser, inden den er bundet af, vil vandet i den udvide sig, idet det omdannes til is, saa man, selv om hærdeningen derefter synes at forløbe normalt, faar en porøs beton med lav styrke.

Hvis beton, der allerede er begyndt at hærde, fryser, vil vandet ligeledes omdannes til is og prøve paa at fjerne bestanddelene fra hinanden, men paa et vist tidspunkt har betonen opnaaet saa stor styrke, at den kan modstaa isens tryk. Naar betonen har opnaaet denne styrke, siges den at være *frosthaard*, og der er ingen risiko for ødelæggelse. *De raad og vejledninger, der skal gives i det følgende, tilsigter kun, at beton opnaar frosthaardhed, og er ikke ensbetydende med, at man kan afforme andet end konstruktionens lodrette sider: Tidspunktet for afformning af vandrette underflader omtales senere.*

### Princippet for at opnaa frosthaardhed.

Da betonens styrkeudvikling som nævnt er meget afhængig af temperaturen, gælder det om at holde denne saa højt som muligt under størkningen og hærdeningen. Dette opnaas ved:

- Tilførsel af varme til betonen inden udstøbningen.
- Anvendelse af cementer, der selv udvikler meget varme.
- Den tilførte og udviklede varme bevares i konstruktionen ved at isolere.

### Cementens kvalitet og betonens sammensætning

For hurtigst muligt at opnaa frosthaardhed gælder iøvrigt alle de sædvanlige krav til fremstilling af god beton, hvoraf her særlig skal fremhæves kravene til:

- Cementens type.
- Cementens friskhed.
- Betonens cement- og vandindhold.

#### 1. Cementens type.

Paa det danske marked findes almindelig Portland-cement, hurtighærdende cement, »Rapid« eller »Record«, og særlig hurtighærdende cement, »Superrapid«. Styrkeudviklingen og varmeudviklingen under hærdeningen vokser i den angivne rækkefølge, og da det ved al støbning om vinteren gælder om at faa udviklet saa stor styrke og saa meget varme som muligt, inden temperaturen falder i betonmassen, bør man om vinteren altid overveje at anvende hurtighærdende cement. Paa fig. 3 er vist, at man ved +20°C opnår 28-døgnsstyrken for Portland-cement i løbet af 7 døgn ved anvendelse af Rapid eller Record-cement. Selvom der er stor forskel i indkøbsprisen paa de 3 slags cement, vil man ofte med fordel ved spinkle konstruktioner kunne anvende den dyrere hurtighærdende cement fremfor at bruge almindelig Portland-cement i forbindelse med kunstig opvarmning og megen isolering under hærdeningen.

Det er ikke muligt at sige generelt, hvilket valg man skal træffe, men som det fremgaar af de fig. 6 og 7, kan man i nogen grad skønne over, hvornaar

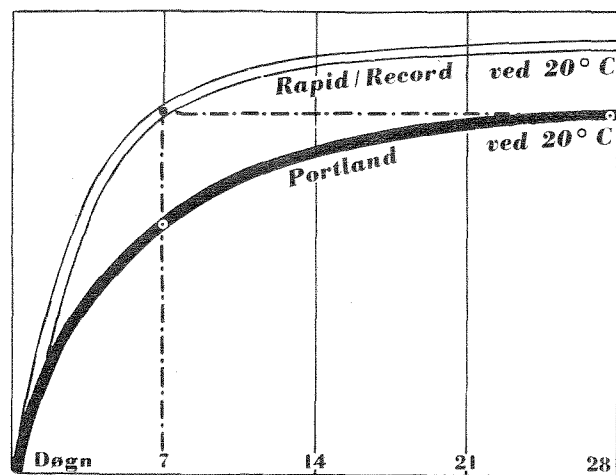


Fig. 3. Styrkeudvikling for normal og hurtighærdende cement.

det betaler sig at bruge Rapid- og Record-cement. Naar man ikke længere kan klare sig med disse, og det er vigtigt at fremme arbejdet, kan man gaa over til Superrapid-cement, som i de allerfleste tilfælde vil kunne udstøbes uden risiko ved de almindelig herskende temperaturforhold om vinteren. Iøvrigt henvises til »Valg af cement ved betonstøbning om vinteren«, artikel af civilingeniør Poul Nerenst i »Ingeniøren« nr. 7, side 161—164, 1950, og til »Betonens hærdening i kulde«, artikel af civilingeniør, dr. techn. Erik V. Meyer i »Betontechnik« nr. 1, side 32—35, 1950.

#### 2. Cementens friskhed.

Lagret cement er længere om at komme i gang og har derfor længere afbindingstid og langsommere styrkeudvikling. Sørg derfor altid for at faa cementen leveret saa frisk som muligt, og naar den oplagres, maa den beskyttes saa meget som muligt mod at suges fugtighed fra luften.

#### 3. Betonens cement- og vandindhold.

Det er ved betonstøbning om vinteren endnu væsentligere end ved almindelig støbning hurtigt at opnå stor styrke. Dette kan ske ved at forøge cementmængden eller ved at formindske vandmængden. Det første betyder større cementforbrug og en fordyrelse af arbejdet, som dog kan være berettiget i det omfang, det større cementforbrug forøger varmeudviklingen.

At spare paa vandet kræver større omhu og mere energi ved udstøbningen af betonen, men paa dette omraade kan der utvivlsomt vindes meget i forhold til den gængse praksis indenfor boligbyggeriet.

### Egnede materialer

#### Grus (sand og sten).

Grusmaterialerne, der anvendes til vinterstøbning, skal være fri for porøse kalksten, da disse giver anledning til sprængninger, naar de er vandmættede og derefter fryser. Deres virkning er særlig skadelig, naar frysningsen finder sted inden betonen har opnaaet stor styrke.

Grusmaterialerne skal være af uforvitret materiale og fri for ler, da man ofte sammen med leret finder stoffer, som sinker styrkeudviklingen.

Naar gruset anvendes, maa der ikke i bunkerne være frosne klumper. Hvis en frosen sandklump indstøbes i betonen, vil man efter optøning finde partier, som er helt uden cementindhold, og naar sandet efterhaanden udvaskes, faar man gabende huller i betonen.

#### Vand.

Vand er i stand til at optage og afgive 5 gange saa meget varme som gruset, og da det er den del af betonen, der er lettest og billigst at tilføre ensartet varme, er der ved de her omhandlede husbygningsarbejder alene regnet med opvarmning af vandet. Skulle man i enkelte tilfælde ikke kunne klare sig alene med opvarmning af vandet, kan ogsaa sandet opvarmes. Dette kan ske ved dampspyd, omskovling over et jernrør med et baal i el. lign., hvorved man sikrer sig mod frostklumper, men opvarmningen bliver som regel meget ujævn, og det er derfor vanskeligt at opnaa en ensartet betontemperatur.

### Hvor meget skal betonen opvarmes?

Der er i de senere diagrammer, fig. 6 og 7, regnet med, at betonen har en temperatur på mindst 15°, naar den er anbragt i formen, og paa grund af afkø-

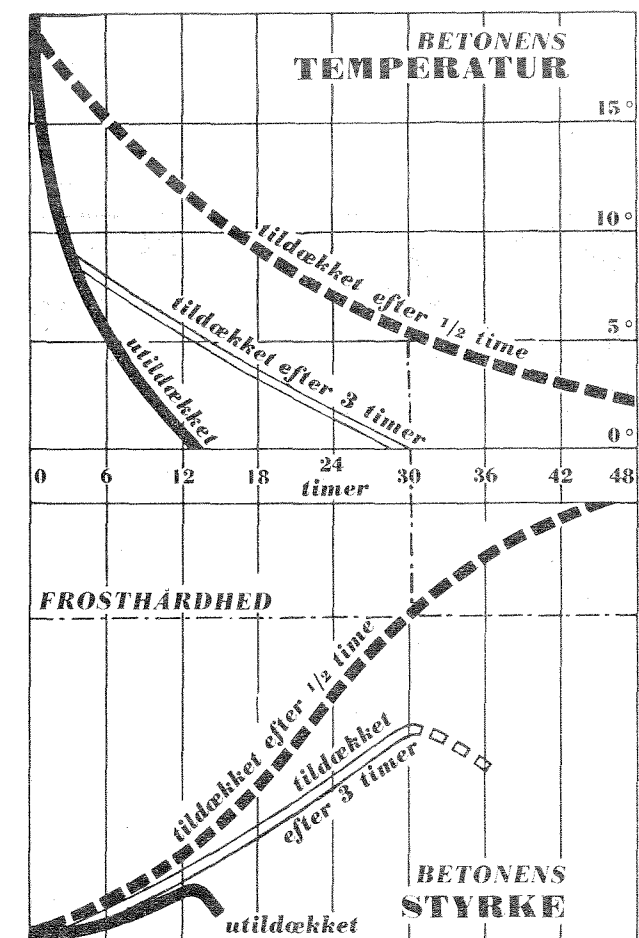


Fig. 4. Hurtig tildækning giver hurtig styrke. Forsinket tildækning giver mulighed for frostskader.

ling under transport maa man tilstræbe højere temperatur i blanderen.

Materialerne maa dog aldrig opvarmes til højere temperatur, end at betonen efter blandingen holder sig under 60°C ved anvendelse af Portland-cement, 35°C ved anvendelse af Rapid- og Record-cement, og 25°C ved anvendelse af Superrapid-cement.

### Hvorfor isolere?

Da styrkeudviklingen er afhængig af betonens temperatur, gælder det om, at den varme, betonen er tilført gennem det varme vand + den varme, der udvikles i betonen, bevares længst muligt, saaledes at frosthaardheden kan opnaas, inden temperaturen er faldet under frysepunktet.

Dette opnaas ved at isolere med egnede materialer saasom halmmaatter, tang, glasuldmaatter, savsmuld etc. Det er klart, at man faar den største nytte af isolationen, hvis den udlægges paa saa tidligt et tidspunkt, som forholdene tillader. Til at illustrere dette er paa vedstaaende fig. 4 angivet temperaturforløbet i en betonkonstruktion, som isoleres 1/2 time efter udstøbningen. Til sammenligning er vist temperaturforløbet, saafremt man venter 3 timer eller slet ikke tildækker. Ved tildækning efter 1/2 time er temperaturen efter 50 timers forløb endnu ikke nået ned til 0°, og som det fremgaar af kurverne over styrkeudviklingen i figuren nedenunder, har denne beton allerede efter 30 timers forløb opnaaet frosthaardhed.

Betonen, der er tildækket efter 3 timer, afkøles til 0° i løbet af ca. 30 timer og opnaar ikke frosthaardhed.

Den utildækkede beton afkøles til 0° i løbet af ca. 12 timer og har paa dette tidspunkt langtfra opnaaet frosthaardhed, og der er derfor al sandsynlighed for, at den hurtigt bliver fuldstændig ødelagt af frost.

Selvom det ikke altid vil gaa saa galt som i dette tilfælde, er det klart, at det er daarlig økonomi, at man tillader afgivelsen af den varme, man med stort besvær og økonomiske ofre har tilført betonen inden udstøbningen, og selvom det skulle koste noget ekstra besvær og udgifter at udføre tildækningen umiddelbart efter støbningen, saa vil det, som det fremgaar af eksemplet, saa godt som altid kunne betale sig.

### Arbejdspladsens indretning

Ved støbning om vinteren gælder det i endnu højere grad end om sommeren, at arbejdet maa planlægges i forvejen, og arbejdspladsen indrettes under hensyntagen til de specielle klimatiske forhold. Der er om vinteren langt ringere muligheder for at improvisere og langt større muligheder for skader og tab, hvis alt gaar efter bedste beskab.

#### Naar skal der træffes særlige foranstaltninger?

De særlige foranstaltninger, der vil blive beskrevet i det følgende, skal sættes i gang, naar døgnets middeltemperatur falder under +5°C, og der samtidig indenfor de 3 næste døgn er udsigt til temperatur omkring frysepunktet eller derunder.

#### Oplagring af grus (sand og sten).

Som nævnt behøver man ved simple arbejder ikke at regne med anlæg til opvarmning af sand og

sten, men det er en betingelse, at materialerne er fri for frosne klumper. Det er derfor nødvendigt at beskytte stenene mod at blive saa vaade, at de kan fryse sammen, og stembunkerne maa derfor overdækkes med presenninger eller lignende. Den normale fugtighed i stenene er som regel saa ringe, at de ikke fryser sammen.

Sandet maa ligeledes beskyttes mod nedbør, men da den naturlige fugtighed som regel er tilstrækkelig til, at sandet kan fryse sammen i klumper, maa man ligeledes sørge for, at frosten holdes ude. Sandbunkerne maa derfor tildækkes med isoleringsmaterialer. Hvis sandet alligevel fryser, er det en fordel, at bunken er stor, saaledes at man ved udgravning under den frosne skorpe kan finde ufrosset sand.

#### Oplagring af cement.

Som tidligere paapeget har det meget at sige, at cementen er frisk. Cementen bør derfor indkøbes i smaa partier, og man maa sikre sig, at leverandøren ikke leverer lagret cement. Naar cementen er ankommet til pladsen, bør den i endnu højere grad end om sommeren beskyttes mod luftens fugtighed, d.v.s. fortrinsvis oplagres i et opvarmet rum med god afstand til ydervægge. Det er forkasteligt at lade den ligge i det fri i nærheden af blandemaskinen natten over, som man saa ofte gør om sommeren, hvor cementens »livlighed« er af mindre betydning.

#### Arbejdets udførelse

##### Stobeskel, armering o.s.v.

Da lufttemperaturen har saa stor indflydelse paa, om støbningen gaar godt eller mislykkes, bør man på alle pladser, hvor der støbes om vinteren, have et paalideligt termometer, som samtidig er solidt. Lufttemperaturen er en rettesnor for, hvilke dispositioner, der skal træffes.

Naar den varme beton udstøbes, er det nødvendigt, at de materialer, betonen kommer i berøring med, ikke er for kolde, saaledes at varmen ledes bort.

Dette medfører, at *stobeskel og armering skal være fri for is og sne*. Dette kan opnaas ved, at den inden udstøbningen beskyttes mod fugtighed og nedbør ved hjælp af presenninger el. lign. Hvis der alligevel er dannet islag paa jernene eller stobeskellene, maa det fjernes ved hjælp af varmt vand, damp eller blæseflamme. Formene skal ligeledes være fri for is inden udstøbningen. Naar der støbes mod jord, er det vigtigt, at jordsiderne ikke er frosset, ikke alene paa grund af varmetabet, men ogsaa fordi den frosne jord sætter sig, naar den optøs af den varme beton. Da disse sætninger oftest finder sted efter nogle timers forløb, hvor betonen allerede er delvis afbundet, kan det give anledning til kraftige revnedannelser i betonen. Ogsaa i dette tilfælde bør man isolere jorden mod frostens indvirkning, inden støbningen finder sted.

##### Betonblandingen.

Naar arbejdet paabegyndes om morgenen, er vandtank, blandetromle og transportredskaber stærkt afkølet i løbet af natten. De første betonblandinger faar derfor altfor lav begyndelsestemperatur, med-

mindre man lader blandemaskinen rotere med varmt vand et stykke tid, inden den egentlige blanding paabegyndes. Det varme vand tømmes ud i betonbørene for at opvarme disse.

##### Tildækning.

Naar betonen er udstøbt, tildækkes den snarest muligt som tidligere understreget. Det er meget vigtigt at beskytte alle kanter og ganske særligt hjørner, da varmeafgivelsen her foregaar i flere retninger. *Pas paa overkanter af fundamenter.*

Det er vigtigt, at vinden ikke blæser gennem isolationslaget. Brug derfor maatter, der er indsyet i et vandtæt materiale, eller læg presenninger, kraftpapir eller gamle cementposer over halmmaatterne. Isolationen bør henlægge saa længe som muligt paa konstruktionen ogsaa efter, at man har opnaet frosthårdhed, idet der stadigvæk foregaar en styrkeudvikling, saalænge temperaturen er over frysepunktet.

##### Efterbehandling.

Betonen skal ligesom om sommeren holdes vaad, men det er endnu vigtigere om vinteren paa grund af den af opvarmningen forårsagede kraftige fordampning.

##### Kontrol med hærdningens forløb.

Efter udstøbningen bør man følge temperaturen i konstruktionen ved hjælp af termometre, der ned-sænkes i udsparede huller. Dette foregaar nemmest ved i den plastiske beton at indstikke olierede rundjernsstumper af en diameter, der passer til termometret, se fig. 5. Saafremt temperaturen i betonen

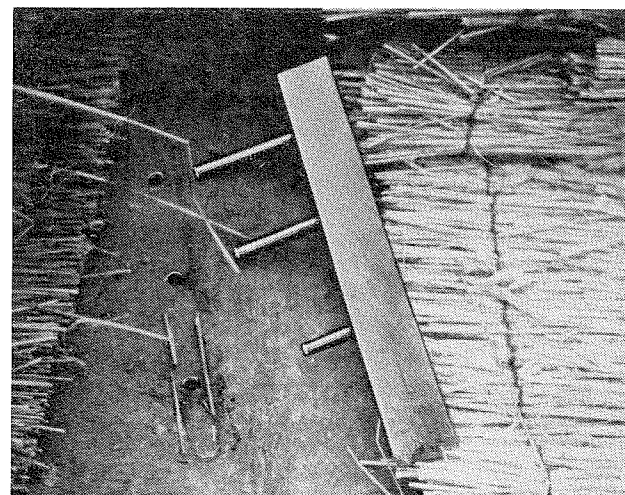


Fig. 5. Udsparing af huller til maaling af betontemperaturen.

indenfor det første døgn kommer under  $+5^{\circ}\text{C}$ , bør der isoleres yderligere.

Alle maalte temperaturer noteres ned, saa man kan samle erfaringer for, hvad man kan tillade sig.

Det maa erindres, at frosset beton er haard og klingende, og man kan ikke bedømme betonens kvalitet, for betonen er optøet. Dette kan f. eks. gøres ved forsigtig opvarmning med en blæseflamme.

##### Afformning.

Afformningstidspunktet bør beregnes efter normerne med tillæg for kolde dage eller ved at udstøbe prøvelegemer, der lagres paa samme maade som konstruktionen. Det understreges udtrykkeligt, at selvom man følger de her angivne raad og vejledninger, kan man ikke afforme til de tidspunkter, som gælder ved støbning om sommeren. Dette medfører, at man i visse tilfælde maa raade over mere forskalingsmateriale ved byggeri om vinteren end normalt.

#### Hvilke betonkonstruktioner kan støbes om vinteren

I instituttets anvisning nr. 2 er udarbejdet en række diagrammer til bestemmelse af den nødvendige begyndelsestemperatur for betonen i afhængighed af konstruktionens tykkelse, cementens indhold, isolationens art og tykkelse og de ydre temperaturer. Disse tabeller omfatter næsten alle mulige konstruktionsformer indenfor jernbetonens omraade, men er ret komplicerede og unødvendig omfattende ved almindeligt husbyggeri og forudsætter tillige i en række tilfælde anvendelse af højtrykdamp til opvarmning af støbematerialer etc.

I fig. 6 og 7 tilsigtes det paa en mere overskuelig maade at angive, hvilke konstruktioner, der kan udstøbes ved forskellige temperaturforhold, naar man kun har adgang til simple foranstaltninger.

Diagrammerne angiver den mindste tykkelse for en given konstruktion, som kan udstøbes ved de angivne oplysninger om cementens art, blandingsforhold, isolation og i afhængighed af den skønnede middellufttemperatur for de første tre døgn efter udstøbningen. (Lyt til Meteorologisk Instituts vejrmeldinger). Diagrammernes anvendelse er kun baseret

paa at opnaa frosthårdhed, ikke normal afformningsstyrke.

Diagrammerne gælder kun under følgende forudsætninger, at

- 1: Middellufttemperaturen er mindst hhv.  $0^{\circ}$ ,  $+5^{\circ}$  eller  $+10^{\circ}\text{C}$ , i de første 3 døgn efter støbningen. Hvis lufttemperaturen i disse 3 døgn falder under det forudsatte, skal der straks isoleres ekstra.
- 2: Betonen er mindst  $15^{\circ}\text{C}$ , naar den er i formen.
- 3: Betonen isoleres inden  $\frac{1}{2}$  time efter støbningen.
- 4: Cementen er frisk.
- 5: Gruset er frit for porøse kalksten og ler.
- 6: Gruset er uden frosne klumper.
- 7: Cementtype og blandingsforhold iflg. diagram.
- 8: Træforme og isoleringslag iflg. diagram.
- 9: Isoleringslaget bliver liggende mindst 3 dage for Portland-cement og mindst 2 dage for hurtighærdnende.
- 10: Betonens temperatur i det første døgn ikke falder under  $+5^{\circ}\text{C}$ . Hvis det skulle ske, skal man straks isolere ekstra, eller tilføre ekstra varme, eller forlænge tildækningsperioden.

#### Diagrammernes anvendelse

For at illustrere diagrammernes anvendelse, skal i det følgende gennemgaaes et typisk dansk husbyggeri.

Der regnes med en middel lufttemperatur paa  $+5^{\circ}\text{C}$  de kommende 3 døgn, f. eks. fordi middellufttemperaturen paa stobedagen er  $+6^{\circ}\text{C}$  ( $+8^{\circ}\text{C}$  den foregaaende nat og  $+4^{\circ}\text{C}$  om morgenen), og Meteorologisk Institut lover stigende temperatur. Et vist hensyn til maanedens bør ogsaa indgaa i overvejelserne. Der er større chancer for en lang, streng frostperiode i februar end i december. Diagrammerne benyttes herefter til at finde ud af, hvorledes man klarer de

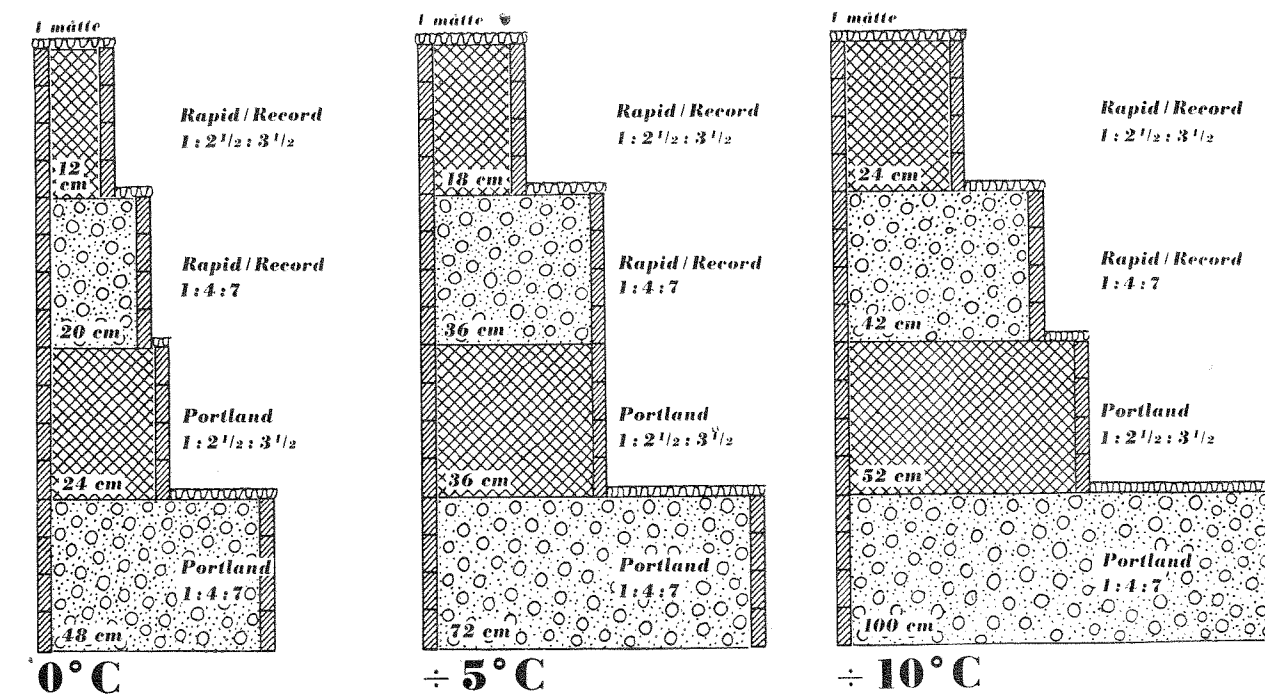


Fig. 6. Mindste vægtykkelse, der kan støbes ved den angivne temperatur, cementtype, blandingsforhold og isolation.



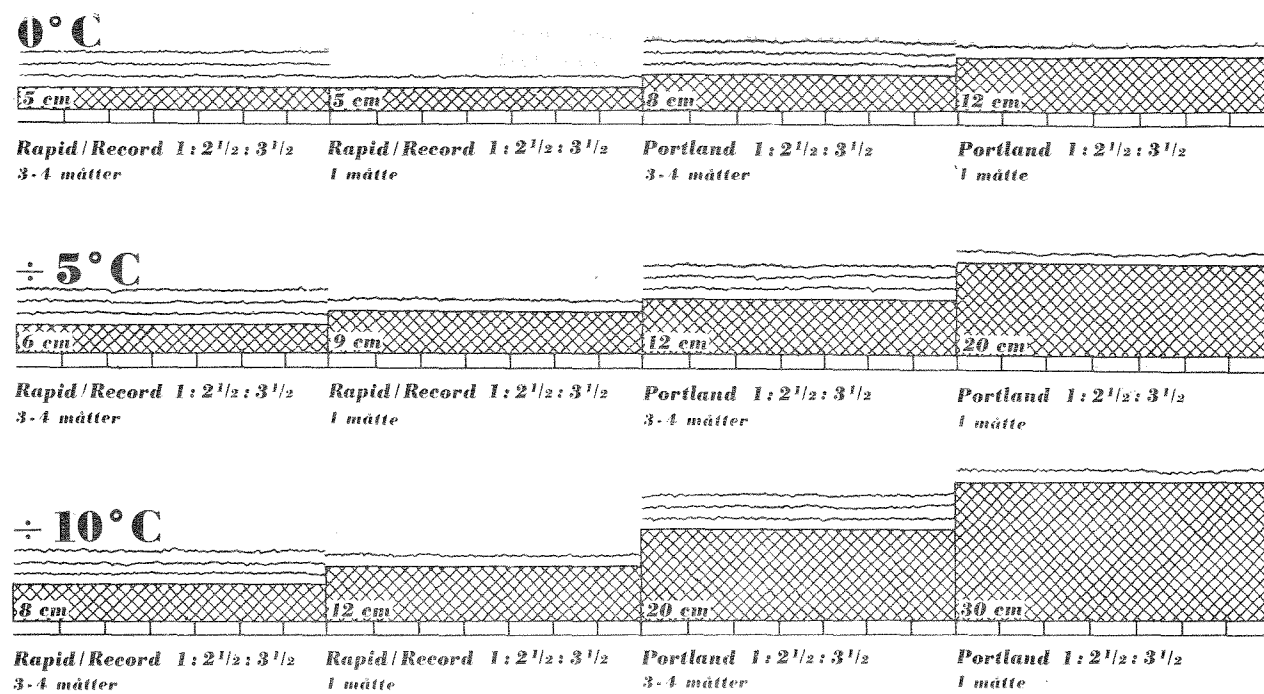


Fig. 7. Mindste pladetykkelse, der kan støbes ved den angivne temperatur, cementtype, blandingsforhold og isolation.

enkelte konstruktioner i en muret blokbebyggelse med støbte etageadskillelser.

#### Fundamenter.

Naar grunden er udgravet, skal der støbes fundamenter og eventuelt lyskasser. Vægtykkelsen for fundamenterne er normalt 36 cm, medens lyskasserne er regnet til 20 cm. Blandingsforholdet er i begge tilfælde 1:4:7.

Af fig. 6 ses det, at man ikke kan anvende Portland-cement i dette temperaturomraade. Hvis man derimod anvender Rapid eller Record-cement, kan fundamenterne lige netop støbes i 1:4:7 beton.

Det fremgår af diagrammerne, at lyskasserne ikke kan støbes, før middeltemperaturen naar op paa 0°.

#### Kældergulve.

Kældergulvene er det som regel ikke nødvendigt at støbe, før man naar en stabil tøperperiode, men det er bedst at vente, til frosten er helt forbi.

Det er en absolut forudsætning, at jorden, der støbes paa, ikke er frosset.

#### Dæk.

I en betydelig del af det almindelige boligbyggeri anvendes for tiden hulstendæk. Paa grund af de meget smaa betonmængder, der indgaar i dette, er saadanne dæks udførelse om vinteren imidlertid forbundet med en vis risiko.

Byggeforskningsinstituttet har ikke kunnet skaffe midler til de nødvendige laboratorieforsøg, hvorpaa eventuelle regler for udstøbning af disse dæk om

vinteren kunne baseres. Indtil saadanne forsøg engang maatte blive udført, maa det derfor i almindelighed tilraades ved projektering af vinterbyggeri at regne med massive jernbetonplader, og i det omfang byggeri, der er projekteret med hulstendæk, imod forventning kommer til udførelse om vinteren, bør man enten foretage ganske ekstra ordinære opvarmnings- og isoleringsforanstaltninger eller ændre projektet.

Det fremgaar af fig. 7, at med et blandingsforhold paa 1:2 1/2 : 3 1/2 kan f. eks. en 12 cm massiv jernbetonplade netop støbes med Portland-cement, der isoleres med 3 lag halmmaatter, eller med hurtig hærdende cement, der isoleres med 1 halmmaatte.

#### Diverse.

I huset tænkes anvendt støbte vinduesoverligger. Paa grund af deres ringe tykkelse tilraades at støbe det nødvendige antal om efteraaret eller i en stabil periode med temperatur over frysepunktet.

Udvendige trapper, der ofte har vangetykkelser ned til 20 cm, kan vente, til temperaturen er gunstig.

Indvendige trapper i huset har reposer, der støbes samtidig med etageadskillelserne.

Trappeløbene tænkes leveret færdigstøbte. Hvis dette ikke er tilfældet, kan man som regel vente med at støbe disse, til temperaturen er steget over frysepunktet.

Støbningen af altanbrystninger bør paa grund af disses ringe tykkelse udsættes til frosten er forbi.

Fortsat fra omslagets 2. side

Nr. 3: *Luftstråler fra ventilationsåbninger*, Poul Becher. 1949. 6 s. A<sub>4</sub>. (Udsolgt).

Nr. 4: *Om betydningen af hurtig tildækning af beton støbt om vinteren*, Erik Rastrup. 1950. 8 s. A<sub>5</sub>. (Udsolgt).

Nr. 5: *Kælderydervure af Geobeton*, H. Ewaldsen. 1950. 8 s. A<sub>5</sub>. (Udsolgt).

Nr. 6: *Valg af cement ved betonstøbning om vinteren*, Poul Nerenst. 1950. 7 s. A<sub>5</sub>. (Udsolgt).

Nr. 7: *Vinterbyggeri i en provinsby og vinterbyggeri paa landet*, Asger Schmelling. *Vinterbyggeri i Stockholm*, O. Gerner Hansen. 1950. 12 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 8: *Er vore bygninger rationelt dimensionerede, når hensyn tages til såvel anlægs- som driftsomkostninger?*, Niels M. Plum. 1950. 9 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 9: *Betonegenskabernes afhængighed af materialernes sammensætning*, Niels M. Plum. 1950. 45 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 10: *Varmetabet gennem plane tværdelte vægge*, Poul Becher. 1950. 8 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 11: *Om anvendelse af lyd hastighed i beton til bestemmelse af dens øvrige egenskaber*, Johs. Andersen og Poul Nerenst. 1950. 28 s. A<sub>5</sub>.

Nr. 12: *Varmekilder til vinterbyggeri*, Poul Gunst Hansen. 1950. 4 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 13: *Hvad koster vinterbyggeri?*, Asger Schmelling. 1950. 4 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 14: *Elektrisk frostsikring af interimistiske vandledninger på byggepladser*, Poul Gunst Hansen. 1950. 2 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 15: *Støbning af simple betonkonstruktioner om vinteren*, Poul Nerenst og Niels M. Plum. 1950. 6 s. A<sub>4</sub>.

Nr. 16: *Kunstig udtørring af nybygninger*, Vagn Korsgaard. 1950. 11 s. A<sub>4</sub>.

#### Årsberetninger

om Institutets virksomhed og administration.

Nr. 1 for finansåret 1947—48. kr. 2.—.

Nr. 2 for finansåret 1948—49. kr. 2.—.

Nr. 3 for finansåret 1949—50. kr. 2.—.

Publikationerne fås gennem boghandelen eller Teknisk Forlag, Vester Farimagsgade 31, København V.

Continued from cover page 2

No. 3: *Air-Jets from Inlets in Ventilation*, Poul Becher. 1949. 6 p. Size A<sub>4</sub>. (Out of print).

No. 4: *On the Importance of Immediate Covering of Green Concrete in Cold Weather*, Erik Rastrup (Danish text with a brief English Summary). 1950. 8 p. Size A<sub>5</sub>. (Out of print).

No. 5: *Basement Walls of Rammed, Stabilized Earth*, H. Ewaldsen (Danish text). 1950. 8 p. Size A<sub>5</sub>. (Out of print).

No. 6: *Choice of Cement for Winter Concreting*, Poul Nerenst (Danish text). 1950. 7 p. Size A<sub>5</sub>. (Out of print).

No. 7: *Winter Construction in a Danish Provincial Town and Winter Construction in the Country*, Asger Schmelling. *Winter Construction in Stockholm*, O. Gerner Hansen. (Danish text). 1950. 12 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 8: *Is the Design of our Houses Rational, When Initial Cost, Maintenance and Repair are taken Into Regard?*, Niels M. Plum (Danish text with an English Summary). 1950. 9 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 9: *On Dependency of Properties of Concrete on the Composition of the Aggregates*, Niels M. Plum (Danish text). 1950. 45 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 10: *Two-Dimensional Heat-Flow Through Plane Walls*, Poul Becher (Danish text with an English Summary). 1950. 8 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 11: *Wave-Velocity in Concrete*, Johs. Andersen and Poul Nerenst (Danish text with an English Summary). 1950. 28 p. Size A<sub>5</sub>.

No. 12: *Heating Sources for Winter Construction*, Poul Gunst Hansen (Danish text). 1950. 4 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 13: *What are the Costs of Winter Construction?*, Asger Schmelling (Danish text). 1950. 4 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 14: *Frost Protection of Interimistic Water Piping on Building Sites by Means of Electricity*, Poul Gunst Hansen (Danish text). 1950. 2 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 15: *Winter Concreting of Simple Building Constructions*, Poul Nerenst and Niels M. Plum (Danish text). 1950. 6 p. Size A<sub>4</sub>.

No. 16: *Artificial Drying of New Buildings*, Vagn Korsgaard (Danish text with an English Summary). 1950. 11 p. Size A<sub>4</sub>.

#### Annual Reports

on the activities and management of the Institute (special English Issues).

No. 1: For the Year 1947—48.

No. 2: For the Year 1948—49.

No. 3: For the Year 1949—50. (In course of preparation)

The publications may be obtained through our publishers Teknisk Forlag, 31 Vester Farimagsgade, Copenhagen V, Denmark.