

# **Vinterforholdsregler**

## **ved anlægs- og byggearbejder**

## FORORD TIL 2. UDGAVE AF BOGEN OM VINTERFORHOLDSREGLER

Arbejdsministeriet har med glæde bemærket, at 1. udgave af bogen om vinterforholdsregler blev vel modtaget.

Det bekræfter opfattelsen at bogen udfyldte et tomrum.

Vinterkonsulenternes fortsatte indsamling og registrering af viden og erfaringer vedrørende metoder, der kan bringes i anvendelse når anlægs- og byggearbejder skal videreføres i vintervejr, foreligger nu å jourført i 2. udgave af bogen.

Vi håber den må blive et ligeså flittigt benyttet opslagsværk som 1. udgaven, til gavn for den konstante beskæftigelse og økonomiske anvendelse af materialet i anlægs- og byggesektoren.



Svend Auken  
Arbejdsminister

2. oplag

### VINTERFORHOLDSREGLER VED ANLÆGS- OG BYGGEARBEJDER

Af civilingeniør Axel Kofoed BYGGECENTRUM.

Udgivet af BYGGECENTRUM's litteraturafdeling, København.

Tryk og tilrettelægning: Peter Stubtoft, Sorø/S.P.-Tryk - Slagelse.

Oplag 3000 eksemplarer.

Eftertryk tilladt med kildeangivelse.

København juli 1980.

ISBN 87-87744-14-7

## INTRODUKTION TIL 2. OPLAG

I forhold til 1. oplag er indholdet a-jourført på områder, hvor tekniske eller administrative ændringer har fundet sted.

Af generelle bemærkninger skal her alene anføres, at udtrykket »vinterforanstaltninger« overalt er ændret til »vejrtilstandsforanstaltninger«, ud fra den betragtning, at de foranstaltninger, der skal iværksættes i vinterhalvåret, iværksættes for at imødegå vintervejrlig - også i de tilfælde, hvor dette ikke har noget med frost at gøre.

Det er iøvrigt i overensstemmelse med, at vinterperioden, i Boligministeriets nyreviderede vinterbekendtgørelse\*, defineres som perioden fra 1. oktober til 30. april.

Der anvendes i 2. oplag såvel nye som gamle enheder - i bogens sidste afsnit er gjort rede for relationer mellem de to angivelser.

Der skal her rettes en tak til de, der har været behjælpelig på den ene eller anden måde ved udarbejdelsen.

Axel Kofoed

## INDHOLDSFORTEGNELSE

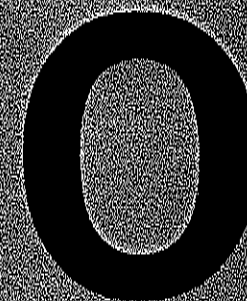
Afsnit 0 Indledning	side 7
Historisk udvikling	side 9
Målsigtet	side 10
Økonomiske betragtninger	side 11
Politisk dikterede krav	side 12
Boligministeriets nugældende (august 80) bekendtgørelse om vinterbyggeri	side 13
Oversigt over vintermånedernes vejrlig	side 15
Afsnit 1 planlægning	side 19
Forhånds(langsigtet) planlægning anlægssektor	side 21
Ditto byggesektoren	side 26
Løbende planlægning	side 26
Afsnit 2 udbudsmaterialets bestemmelser	side 27
Overenskomstmæssige bestemmelser	side 29
Særlige vejrligsforanstaltninger	side 35
Tilbudsliste for vejrligsforanstaltninger	side 35
Afregning af vejrligsforanstaltninger	side 38
Særlige betingelsers vinterafsnit	side 39
Arbejdsplanens hensyntagen til vintervejrlig	side 39
Planlægningskalender for byggearbejder	side 41
Afsnit 3.1 jordarbejde	side 43
Afsnit 3.2 kloakarbejde	side 65
Afsnit 3.3 vejarbejde	side 71
Afsnit 3.4 betonarbejde	side 85
afbinding, hærdning og frysning	side 88
planlægning ved vinterstøbning	side 91
cementindhold og varmeudvikling	side 94
afkøling fra temperatur, fugtighed og vind	side 96
tilslag, v/c-tal, varmetilførsel, tilsætninger	side 101
tildækning, isolering, beskyttelse ved transport	side 121
styret hærdningsproces	side 129
Afsnit 3.5 murerarbejde m.m.	side 139
Afsnit 3.6 montagebyggeri	side 153
Afsnit 4.1 byggepladsens veje, pladser o.a.	side 165
Afsnit 4.2 belysning	side 175
Afsnit 4.3 varmebehov, -kilder og ovne	side 195
Afsnit 4.4 læhegn og totaloverdækning	side 211

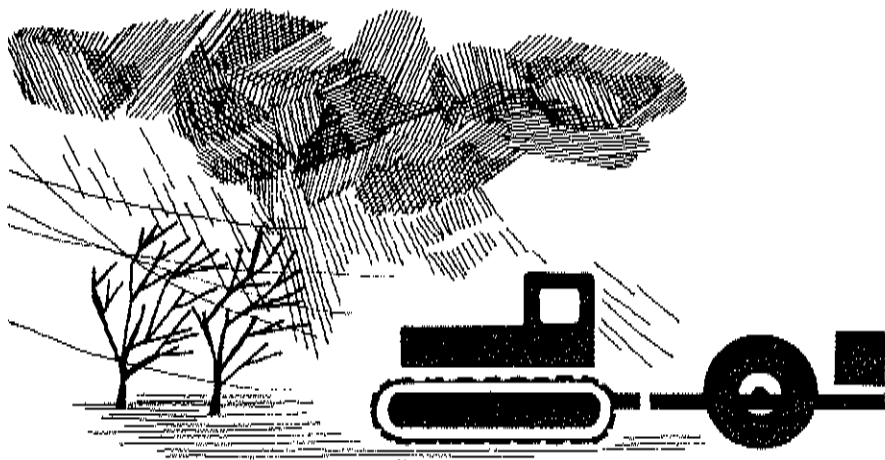
\*) En nyrevideret vinterbekendtgørelse foreligger i koncept.

En forventning om, at endelig godkendelse - og udgivelse - af den reviderede bekendtgørelse ville finde sted inden redaktionen af nærværende 2. udgave af vinterbogen sluttede blev ikke indfriet.

Gældende er således i skrivende stund - august 80 - Boligministeriets bekendtgørelse om byggeri i vinterperioden af 11.11.74.

Afsnit 4.5 maskinpløje .....	side 221
Afsnit 4.6 velfærd-vinterarbejdsbeklædning .....	side 231
Afsnit 4.7 litteraturhenvisninger m.m.m. ....	side 237
litteraturhenvisninger .....	side 238
figuroversigt .....	side 240
tabeloversigt .....	side 242
stikordsregister .....	side 244
Boligministeriets cirkulære om vinterforanstaltninger ved byggearbejder, af 11.11.74 .....	side 251
Arbejdsdirektoratets vejledning i sæsonudjævnings- foranstaltninger indenfor anlægssektoren .....	side 261
Græske alfabet samt nye og gamle enheder .....	side 273
Afsnit 4.8 annoncører .....	side 275





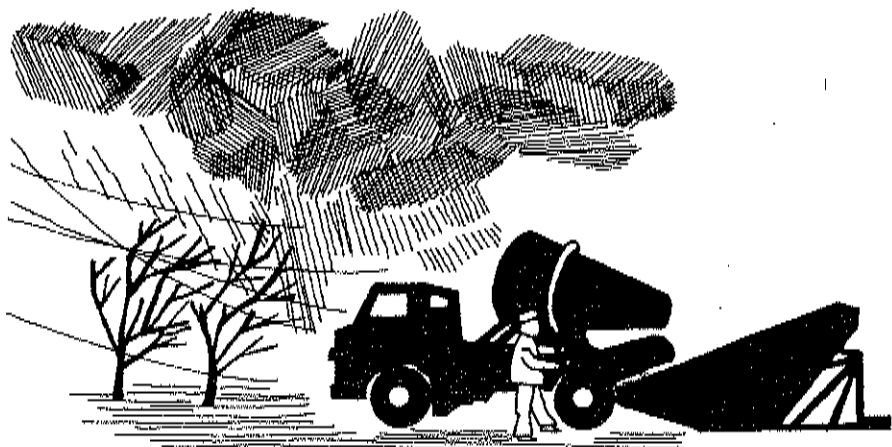
#### GRATIS KONSULENTTJENESTE OM VINTERARBEJDE

For såvel Bygge- som Anlægsarbejder kan rekvireres GRATIS KONSULENTASSISTANCE for så vidt gælder assistance i forbindelse med PLANLÆGNING eller/og UDFØRELSE af arbejderne i vinterhalvåret. HENVENDELSE til BYGGECENTRUM, Gydenløvsvej 19, 1600 København V, telefon 01-12 73 73.

Att Ing. PÆR ARLETH for rene byggearbejder, se dog\*.

Att Civ. Ing. Axel Kofoed for anlægsarbejder og spec. jord og beton.

\*) For rene byggearbejder vest for Storebælt sker henvendelse til: Ark. m.a.a. AAGE HAMRUM, Skanderborgvej 201, 2, 8260 Viby J., telefon 08-14 10 00.



#### HISTORISK UDVIKLING

I tiden indtil anden verdenskrigs afslutning var det en almindelig foreteelse, at udendørs aktiviteter i forbindelse med anlægs- og byggearbejder standsede i vintermånederne. Teknikken var ikke udviklet til at forsvarliggøre fortsættelse under vintervejrets vilkår, og samfundets rytme var indstillet på denne tingenes tilstand.

I efterkrigsårene ændredes samfundsstruktur og teknik. Et stort anlægsprogram forelå.

Det var derfor naturligt og nødvendigt at ændre de bestående forhold på dette område, og udviklingen forløb således:

1947-50 og igen 1960-64 afholdt Arbejdsministeriet en række forsøg vedrørende anlægsarbejders vinterudførelse, og i den sidste periode også med udviklingen af en særlig vinterarbejdsdragt egnet for danske vinterforhold. Disse sidste forsøg resulterede i den nu foreliggende dragt »vejrklær«, og det særlige beklædningsudvalg, der blev oprettet, følger stadig dragten i funktion, med henblik på eventuelle ønsker om ændringer.

1947 oprettedes SBI. Institutet fik som første opgave overdraget at studere mulighederne for helårsproduktion i anlægs- og byggesektorerne. I 1948 udkom publikationerne »Byg hele året« og »Betonstøbning om vinteren«.

1950 indgik de af arbejdsmarkedets parter, der er involveret i anlægs- og byggearbejdets udførelse, visse aftaler, hvori parterne forpligtede sig til at præstere visse nærmere definerede ydelser, der alle tilsigter at hindre udendørs arbejde i at standse, så snart de første vintertegn viser sig. Det er de såkaldte overenskomst-mæssige vinterforanstaltninger. De er i årenes løb blevet moderniserede og supplerede.

1953 udsendte Arbejdsministeriet en »Betænkning vedr. beskæftigelses sæsonsvingninger«.

1958 oprettede Boligministeriet en særlig vinterkonsulenttjeneste for byggeriet. Denne konsulenttjeneste blev i 1962 henlagt under Byggecentrum.

1960 oprettede arbejdsmarkedets parter og boligministeriet »Udvalget for helårsbeskæftigelse«.

Det er et stadigt eksisterende propagandaorgan, der propagerer for sæsonudjævning indenfor byggesektoren. Udvalgets daglige arbejde er henlagt under Byggecentrum.

1964 oprettede Arbejdsministeriet en konsulenttjeneste til varetagelse af vinterproblemerne i anlægssektoren. Også denne konsulenttjeneste blev henlagt under Byggecentrum.

For så vidt angår byggearbejder, har der i adskillige år eksisteret krav om, at igangværende arbejder skal videreføres i vinter måneder, ved iværksættelse af nødvendige foranstaltninger. Kravene fremgår af Boligministeriets bekendtgørelse om vinterbyggeri.

Den nugældende bekendtgørelses ordlyd er gengivet. Se side 13.

For så vidt angår anlægsarbejder, er krav endnu ikke formuleret på tilsvarende måde, men retningslinier for et sådant krav er udarbejdet. Se side 258.

## MÅLSIGTET

Målet er en over hele året så jævnt som muligt fordelt udnyttelse af produktionsapparatet omfattende såvel den direkte som den indirekte beskæftigede arbejdsstyrke, den fastansatte funktionærstab og hele materielparken.

## ØKONOMISKE BETRAGTNINGER

Vejrligsforanstaltninger både af velfærdsmæssig og teknisk art medfører udgifter.

### Anlægsarbejder.

For anlægsarbejder er det vanskeligt, at give et generelt svar på hvad disse udgifter beløber sig til. Arbejderne indeholder en lang række aktiviteter udført under vidt forskellige forhold fra gang til gang og ofte spredt over et relativt stort område.

De føromtalte forsøg omhandlede kloakarbejder, byggemodningsopgaver, parkeringsanlæg og broarbejder, og viste, at udgifterne til særlige vinterforanstaltninger lå mellem ca. 3 og 12% af værdien af arbejdet, der blev udført i vinter månederne.

### Byggearbejder.

Ved byggearbejder er aktiviteter mere regelbundet sammensat, ligesom et byggearbejde oftest har en begrænset udstrækning sammenlignet med et anlægsarbejde af tilsvarende økonomiske størrelse. Det er derfor muligt at give gennemsnitstal vedrørende vinterudgifternes størrelse.

På grundlag af regnskaber fra en række byggesager er for nogle år siden opgjort, at særlige vinterforanstaltningers gennemførelse øger udgifterne til 2-3% af de totale håndværkerudgifter til byggeriets gennemførelse iverigt.

Det skal fremhæves, at der er tale om et gennemsnitstal.

Udgifterne ved en aktuel byggesag kan meget vel afvige væsentligt fra det anførte, afhængig af faktorer som igangsætningstidspunkt, stede ved vinterens begyndelse og konstruktionsform.

Sættes udgifterne til overenskomstmæssige vinterforanstaltninger, der som regel indregnes i tilbudet, skønsmæssigt til et par % af håndværkerudgifterne, bliver den totale vinter- »merudgift« af størrelsesorden 4-5%.

Merudgifter er ovenfor sat i citationstegn.

Forholdet er, at entreprenørerne på enhver arbejdsplads har bundet en del ressourcer. Materiel og administrationsapparat. Disse ressourcer er belastende for firmaets økonomi, enten den pågældende arbejdsplads arbejder, eller midlertidig ligger stille. Skal arbejdspladsen ligge stille i en periode af vinterhalvåret, bliver de faste udgifter fra denne periode fordelt som en omkostning på det arbejde, der udføres i årets øvrige måneder.

Ved almindelige byggeopgaver er ressourcemængden af en størrelse, så der vil blive tale om en fordyrelse af nævnte øvrige måneders arbejde på 2-3% af entreprisensummen, et beløb af samme størrelsesorden som vinterudgifterne.

Ved anlægsarbejder er de faste udgifter ofte væsentligt større, idet der er bundet dyrere materiel.

### POLITISK DIKTEREDE KRAV OG HENSTILLINGER

#### Byggearbejder.

Som allerede nævnt foreligger fra Boligministeriet en bekendtgørelse, der stiller følgende krav:

1. Byggearbejder, der ikke er afsluttet inden vinterperioden, skal videreføres i denne uanset vejrliget.

2. Byggearbejder, der påbegyndes i vinterperioden, skal udføres uanset vejrliget.

I det efterfølgende er gengivet ordlyden af den gældende bekendtgørelse.

#### Anlægsarbejder.

Af tekniske årsager har det været vanskeligere at formulere et krav om videreførelse af igangværende anlægsarbejder i vintermåneder.

Forstag til udformningen af sådanne krav er imidlertid nu udarbejdet, og afventer alene en politisk beslutningstagen.

Forlaget er udgivet som »Vejledning i sæsonudjævningsforanstaltninger ved anlægsarbejder« af Arbejdsdirektoratet i oktober 1976.

Sammen med en langsigtet planlægning, der sigter mod sæsonudjævning, vil en effektiv udnyttelse af relevante vejrligsforanstaltninger betyde en høj grad af arbejdsudjævning indenfor anlægsområdet.

Arbejdsudjævning over hele året betyder trykke arbejdspladser for de ansatte, og rationel udnyttelse af maskiner og udstyr.

#### Forord

### BOLIGMINISTERIETS VINTERBEKENDTGØRELSE

En nyrevideret vinterbekendtgørelse foreligger i koncept.

En forventning om, at endelig godkendelse - og udgivelse - af den reviderede bekendtgørelse ville finde sted inden redaktionen af nærværende 2. udgave af vinterbogen sluttede, blev ikke indfriet.

Gældende er således i skrivende stund - august 80 - Boligministeriets bekendtgørelse om byggeri i vinterperioden af 11.11.74.

Imidlertid indgår i konceptet rent teknisk vejledningsstof, der ligegodt gælder ved 74 bekendtgørelsen. Dette vejledningsstof er gengivet i de relevante tekniske afsnit i nærværende bog.

»Boligministeriets bekendtgørelse nr. 542 af 11. november 1974 om byggeri i vinterperioden.

I medfør af § 2 i lov om boligbyggeri, jfr. lovbekendtgørelse nr. 483 af 16. august 1973, bestemmes:

§ 1. Alle byggearbejder (nybygninger om- og tilhygninger) skal ved iagttagelse af de inden for byggefagene til enhver tid gældende overenskomstmæssige vinterforanstaltninger og de i § 2 nævnte særlige vinterforanstaltninger planlægges og tilrettelægges således, at de ikke hindres af vintervejrlig, og sådanne arbejder skal videreføres i vinterperioden (normalt 1. november - 31. marts), såfremt de ikke er afsluttet forinden.

Stk. 2. Inden vinterperioden skal nedenstående arbejder så vidt muligt være gennemført:

- Kloakerings- og dræningsarbejder, så effektiv afvanding af arbejdsområder, byggepladsveje m.v. er etableret.
- Forsyningsledninger for vand, gas og el, der er nødvendige for byggeriets gennemførelse.
- Tilstrækkelige, effektivt befæstede og afvandede færdselsarealer og materialeoplagpladser.
- Indkøb eller reservering af fornødent vintermateriel og materialer.

Stk. 3. Byggeri indtil 500 m<sup>2</sup> bruttoetageareal, jfr. Bygningsreglementet 1972 pkt. 2.2.4., omfattes ikke af bestemmelserne i § 1, stk. 2, § 2, stk. 1, og § 2, stk. 2, nr. 1, 2 og 3.

§ 2. I vinterperioden skal træffes følgende foranstaltninger, der, såfremt de ikke allerede er omfattet af de gældende overenskomstmæssige aftaler eller anden aftale, skal udføres som »særlige vinterforanstaltninger«.

- Nødvendige sikringer mod vejrligets skadelige påvirkning på materialer og konstruktioner såvel før som under og efter arbejdets udførelse.
- Snerydning, fjernelse af is samt vandafledning.
- Orienteringsbelysning på tilkørselsveje og lignende.

Stk. 2 løvrigt skal gennemføres følgende særlige vinterforanstaltninger:

#### 1) Jordarbejder:

- Sikring mod frostgener eller pløredannelser før og under udførelse af jordarbejder.
- Sikring af udgravede render og lignende mod følger af frost og nedbør, såfremt støbningen ikke foretages umiddelbart efter udgravningen.
- Sikring af tilfyldningsjord mod frost og nedbør. (Tilfyldning skal foretages, så snart det er muligt).
- Isolering af jord, hvor frysning kan medføre skader på udførte konstruktioner.

## 2) Betonarbejder:

a) Form og armering skal holdes fri for sne og is, inden udstøbning igangsættes.

b) Såfremt luftens gennemsnitstemperatur beregnet som gennemsnittet af højeste og laveste temperatur inden for det foregående døgn er under +5° Celsius eller forventes at ville falde under denne grænse inden for de første 3 døgn efter udstøbningen, eller såfremt der i denne periode kan forventes temperaturer under 0° Celsius, skal der ved betonstøbning bruges varm beton med hurtighærdende cement (minimum 225 kg pr. m<sup>3</sup>) og luftindblanding samt et maksimalt vand/cement forhold på 0,6. For beton, der fremstilles efter 1973-normernes kontrolklasse I og II, kan ovenstående bestemmelser om hurtighærdende cement og vand/cement forhold fraviges, når det godtgøres, at der ikke herved sker skade på den friske beton (betonjournal).

c) Tildækning skal ske hurtigst muligt efter udstøbningen. Tildækningen skal bevares, indtil frostsikkerhed er opnået.

d) Der skal foretages supplerende isolering og om nødvendigt varmetilførelse efter udstøbningen ved lufttemperatur under +5° Celsius.

e) Ved arbejder, hvortil der kun anvendes små beton- eller mørtelmængder, f.eks. ved sammenstøbninger af betonelementer, skal der anvendes varm beton med hurtighærdende cement, og hvor forholdene gør det nødvendigt, skal der benyttes yderligere afbindingsfremmende midler. Temperaturen i fugerne skal i mindst 1 døgn holdes over +5° Celsius.

f) På færdige dæk skal udspærrede huller og åbninger lukkes i det omfang, som er nødvendigt for at hindre nedsivning af vand i bygningen. Endvidere skal der sørges for nødvendig vandafledning i tilslutning hertil.

## 3) Opmuring:

I frostvejr skal der anvendes varm mørtel eller tilsættes frysepunktsænkende middel i tilstrækkeligt omfang.

## 4) Indendørs arbejder:

Når etageadskillelse eller tagkonstruktion er udført og er tæt mod vandgennemgang, skal der i vinterperioden træffes sådanne foranstaltninger, at alt indendørs arbejde kan fortsættes uden risiko for frostødelæggelser. Der skal således i fornødent omfang udføres lukning af facadeåbninger og etableres ventilation og, såfremt arbejdets tarv kræver det, tillige opvarmning.

§ 3. Ved udbud af byggearbejder skal byggherren stille krav om, at tilbudsgiveren forpligter sig til gennemførelse af byggeriet i vinterperioden som krævet i nærværende bekendtgørelse, og byggherren skal samtidig forpligte sig til at medvirke til foranstaltningernes gennemførelse.

§ 4. Byggearbejder (nybygninger, om- og tilbygninger samt reparations- og vedligeholdelsesarbejder), hvor staten, kommuner eller koncessionerede virksomheder er byggherre, skal planlægges og igangsættes således, at arbejdet i størst mulig udstrækning udføres i vinterperioden.

Stk. 2. Undtaget fra bestemmelsen i stk. 1 er arbejder, som det vil volde urimelig ulempe at gennemføre i vinterperioden.

§ 5. Det påhviler de stedlige bygningsmyndigheder at påse, at de i § 1 nævnte byggearbejder, der ikke er afsluttet inden vinterens indtræden, videreføres under iagttagelse af de i § 2 nævnte foranstaltninger.

Stk. 2. Efter § 104, stk. 6, i lov om boligbyggeri straffes overtrædelse af bekendtgørelsen med bøde.

§ 6. Bekendtgørelsen træder i kraft den 1. december 1974.

Stk. 2. Samtidig med nærværende bekendtgørelses ikrafttræden ophæves bekendtgørelse nr. 71 af 12. marts 1969 om vinterbyggeri.»

## OVERSIGT OVER VINTERMÅNEDERNES VEJRLIG

Da arbejde specielt i vinterhalvåret skal planlægges under hensyntagen til usikre vejrligsfaktorer - hvoraf nogle kan være endog meget arbejsgenerende - der kan forekomme i en grad og et omfang, som det ikke er muligt at forudsige, er det nødvendigt at foretage planlægningen således, at forskellige mulige vejrligsudviklinger tilgodeses. Nedenfor er givet en kort oversigt over normal-(gennemsnits)værdierne for vejrligsparametrene vind, temperatur og nedbør samt, for temperaturens og nedbørens vedkommende, normalt forekommende afvigelser fra gennemsnitsværdierne.

## VIND

### Alment.

Vindstyrker, der tidligere blev angivet i Beaufort's skala, angives nu som m/sek.

Relationerne mellem de to angivelser fremgår af tabellen:

Tabel 1.

Vindstyrke Beauforts skala	Vindhastighed	
	km/time	m/sek.
0	0-1	0
1	1-5	1
2	6-11	2-3
3	12-19	4-5
4	20-28	6-8
5	29-38	9-11
6	39-49	12-14
7	50-61	15-17
8	62-74	18-21
9	75-88	22-24
10	89-102	25-28
11	103-117	29-33
12	118-	33-

### Hyppigheden af vindstyrker større end 6 og 9

Af nedenstående skema fremgår det antal arbejdstimer i de enkelte måneder, hvor vindstyrken i gennemsnit (landsgennemsnit) har været større end henholdsvis 6 og 9, forudsat 42 arbejdstimer pr. uge.

Tabel 2.

Ved kysten:	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Vindstyrke større end 6 . . . .	23	26	20	29	25	18
Vindstyrke større end 9 . . . .	1	1	1	2	1	1

Inde i landet:	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Vindstyrke større end 6: . . . .	10	11	8	14	13	12
Vindstyrke større end 9 . . . .	1	1	1	1	1	1



## TEMPERATUR

- Alment**
1. En stille klar vinternat kan temperaturen blive en halv snes grader lavere ved jorden end i 2 m's højde. Fra 2 - 120 m er den ca. ens.
  2. I 7 m dybde er årets middeltemperatur registreret til 9,1° med en årlig temperaturvariation på 2°. I denne dybde indtræf max. temperaturen i december.
  3. Døgnets minimumstemperatur indtræffer hyppigst lige før solopgang.

**Tabel 3. Gennemsnitlige temperaturer (fra 30 års observationer ved 20 jævnt fordelte stationer).**

	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Absolut koldeste måneder	4,5	1,6	+ 1,1	+ 8,3	+ 8,7	+ 5,1
Gennemsnitstemperaturen for måneder med månedsgennemsnit lavere end normaltemperaturen	6,1	2,3	+ 0,1	+ 6,6	+ 7,2	+ 3,3
Månedernes normaltemperatur	8,9	5,1	2,3	0	+ 0,3	1,7
Gennemsnitstemperaturer for måneder med månedsgennemsnit højere end normaltemperaturen	11,2	7,8	5,2	3,5	3,9	6,1
Absolut mildeste måneder	12,4	8,7	5,8	4,2	4,5	6,6

**Afvigelser.**

Normale vintre	Normaltemperatur	±1°	30%
Ret strenge vintre	Normaltemperatur	+ 1-3°	20%
Strenge vintre	Normaltemperatur	+ 3° el. m.	10%
Ret milde vintre	Normaltemperatur	+ 1-2°	20%
Milde vintre	Normaltemperatur	+ 2° el. m.	20%

**Tabel 4. Normalt antal døgne med døgnmiddeltemperatur lavere end:**

±0°	+ 1°	+ 2°	+ 3°	+ 4°	+ 5°	+ 6°	+ 7°	+ 8°C
41	29	20	13	8	5	3	2	1 døgn

## NEDBØR

**Alment**

Voldsom sommernedbør. Der er i sommertiden registreret nedbørsintensiteter på 5 mm pr. min., 70 mm pr. kvarter, over 120 mm pr. 2 timer eller ca. 170 mm pr. døgn. Sådanne intensiteter hører dog kun sommertiden til, vinterens nedbørsintensiteter er mindre.

Nedbørsmåling. Nedbør måles sædvanlig ca. 1 m over jorden, måleenheden er mm. 1 mm svarer til en liter vand pr. m<sup>2</sup>. Nedbør som sne vil danne et snelag på 1-1,2 cm tykkelse pr. mm vand målt.

Tørvejsdøgn. Som sådanne benævnes døgn med mindre end 0,1 mm nedbør.

Nedbørsdøgn. Som sådanne benævnes døgn med mere end 0,1 mm nedbør.

**Tabel 5. Normale og ekstreme nedbørsmængder (mm) (fra 30 års observationer ved 20 jævnt fordelte stationer)**

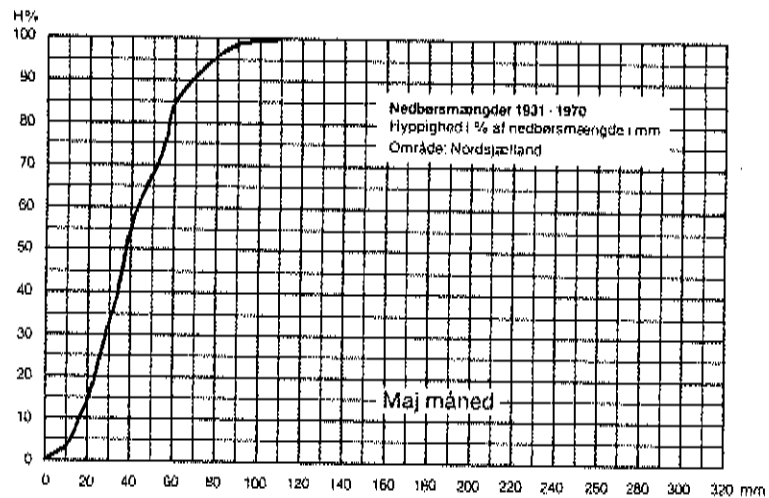
	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
Tørreste måned registreret	8	14	8	11	1	7
Normalt månedsgennemsnit	65	56	52	52	39	33
Vådeste måned registreret	150	125	105	100	100	80
Maksimalt døgnligt nedbør (mm). Gennemsnit af 30 års målinger ved 6 stationer.						
Mindste max. registreret	5	4	3	4	1	3
Normale max. registreret	17	13	12	12	10	10
Største max. registreret	29	23	44	24	25	15
Absolut største nedbørsmængde. Registreret i et døgn i en 90 års periode. mm målt	75	60	44	50	62	48

For områderne Nordsjælland, Sydsjælland, Fyn, Sydjylland og Østjylland er, i 1973 og i samarbejde med Vejdirektoratets daværende tilsynsgruppe, udarbejdet sansynlighedskurver for nedbør af forskellig intensitet i årets forskellige måneder.

Det vil blive for omfattende at bringe alt materialet her. På næste side er givet en »smagsprøve«.

Interesserede kan rekvirere materialet hos vinterkonsulenterne.

### Eksempel på statistik over nedbørshyppighed



### VEJRLIGSPROGNOSER

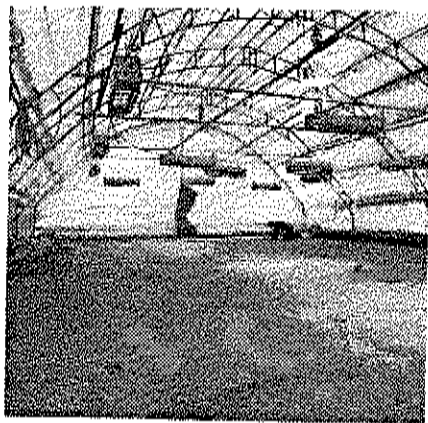
For at arbejdspladserne kan have flest mulige oplysninger til at tilrettelægge vejrligsforanstaltninger i vinterhalvåret, bringes i denne periode, udover de vanlige vejrmeldinger, tredøgns prognoser fra meteorologisk Institut mandag og torsdag i forbindelse med TV-aktuel kl. 19.30.

De vanlige vejrmeldinger bringes som bekendt i radioens program 1 dagligt kl. 8.45, 11.50 og 18.00. De kan desuden høres i telefonen på 0054.

### »USÆDVANLIGT« VEJR

I relation til bestemmelserne vedr. tidsfrist og vejrlig i almindelige betingelser for arbejder og leverancer var det ofte ønskeligt at kunne definere grænsen mellem »sædvanligt« og »usædvanligt« vejrlig. En sådan definition formår vi ikke at komme med, men materiale som det, der foran er vist, kan være til støtte i diskussioner herom.

# 1



## BP GAS infrarød betonhærdere nedskærer hærningstiden med mindst 50%

Vejrforhold og svingende temperaturer har hidtil været bestemmende for beton-produktionen. Under gunstige forhold tager det kun 2-3 døgn at opnå den nødvendige styrke (1/3) for at fjerne forskallingen. Og ved lavere temperaturer forlænges hærdetiden op til 10 døgn eller mere.

Nu har BP GAS gjort hærningss-processen betydelig kortere. De infrarøde betonhærdere virker mere effektivt end nogen anden opvarmingsform. Uden uheldige bivirkninger, voldsomme installationsomkostninger og store energi-regninger. Betonhærdere opstilles som mobile anlæg på byggepladser eller stationære anlæg på betonfabrikker.

3-7 timers bestråling med BP GAS betonhærdere sikrer 60-70% af den normale 28-døgns styrke. Uanset temperatur og vejrforhold. De infrarøde stråler trænger nemlig effektivt helt ind i betonen, og den akkumulerede varme fortsætter hærningssprocessen efter bestrålingen er afsluttet.

Det betyder, at byggeplanlægningen kan foregå nøjagtigt og effektivt. Betonleverancerne kan finde sted på forud aftalte tider. Armering kan finde sted i takt med støbearbejdet. Og investering i det halve forskallingsmateriale er tilstrækkelig, fordi det udnyttes dobbelt så godt.



BP GAS A/S - BP-HUSET - 8000 ÅRHUS C - Tlf. (06) 136922

SP&R

### PLANLÆGNING FOR HELÅRSPRODUKTION

Langsigtet planlægning. Anlægssektoren.

Bygherrens planlægning med henblik på vinterbeskæftigelse indenfor anlægssektoren starter allerede på det tidspunkt, hvor fastlæggelsen af et års anlægsprogram er under udarbejdelse. Når programmet er fastlagt, forestår fordelingen på de forskellige tidspunkter af året både for entreprisarbejder, og for arbejder bygherren selv lader udføre.

#### Fordelingen af arbejdernes udførelse.

Med henblik på sæsonudjævning er det af betydning, at bygherren koncentrerer sig om udvælgelsen af arbejder, der er egnede for vinterudførelse. Det er arbejder, der lader sig udføre kvalitetsmæssigt tilfredsstillende om vinteren, uden at merudgiften derved bliver urimelig. Når denne udvælgelse har fundet sted, fordeles de øvrige anlægsopgaver til udførelse i den resterende del af året.

Med hensyn til arbejder der ønskes udført i entreprise, og hvori vinter-sæsonen skal indgå som en virksom arbejdsperiode, gælder det at:

- Entreprisens omfang må gøres så stort som muligt.
- Entreprisens varighed må strækkes ud over den egentlige vinterperiode, både før og efter.
- Entreprisens enkelte opgaver må indeholde et tilstrækkeligt antal arbejdsoperationer, der med rimelige ekstraforanstaltninger lader sig udføre i henholdsvis tøvejr og frostvæjr.

Entreprenøren får derved mulighed for under vinterens skiftende vejrforhold at sikre en kontinuerlig produktiv beskæftigelse.

#### Overslagsberegning.

For de opgaver, der er afsat til vinterperioden, er det af vigtighed, at der allerede ved den første udregning af overslag indregnes de nødvendige udgifter til vinterforanstaltninger.

### Forholdet til offentlige myndigheder.

I forbindelse med et anlægsarbejdes udførelse er der som regel en række formaliteter, der skal bringes i orden, før arbejdet eller en del deraf kan sættes i gang.

Det er bygherrens pligt at sørge for, at disse formaliteter er afklaret i rimelig god tid, før arbejdet skal påbegyndes.

Det drejer sig om bevillingstilsagn, igangsætningstilladelser, ekspropriationer, vandløbsforretninger etc., som alle skal ligge afklarede på et så tidligt tidspunkt, at der levnes entreprenøren en rimelig tid til hans egne arbejdsforberedelser, og således at han ikke hindres i at gå igang med en opgave, endelige udsættes for unødige stop under arbejdets udførelse.

### Bygherrens tidsplan.

For at opnå de største fordele ved vinterarbejdet er det nødvendigt, at der gives den udførende part bedst mulige arbejdsmæssige vilkår for udførelsen ved at han får:

1. rimelig tid til sin planlægning.
2. rimelig tildelelse af vinterforanstaltninger under hensyn til vejruvningen.

Bygherrens tidsplan for anlægsopgaven må bygges op med disse 2 forhold for øje, og ved tilrettelæggelsen er det lettest at arbejde baglæns fra arbejdets udførelse mod forarbejdet.

Et entreprisarbejdes varighed fastsættes ud fra opgavens størrelse, og der skal tillige indregnes 1) tid der medgår til udførelse af vinterforanstaltninger, 2) spildtid i form af vejrligsstandsninger og 3) effektivitetsnedsættelse. Disse faktorer tilsammen kan skønsmæssigt anslås til ca. 20-30% af den samlede arbejdsperiode i vintertiden.

For fastsættelse af såvel igangsætningstidspunkt som afleveringstidspunkt er der endvidere specielle forhold, der må tages i betragtning i forbindelse med vinterarbejdet, idet:

Igangsætningstidspunktet skal lægges således, at entreprenøren inden vinterens fremkomst mindst:

1. har etableret sin arbejdsplads.
2. har fået udført arbejder der er nødvendige, før han kan gå i gang med de arbejdsoperationer, der ifølge arbejdsplanen er henlagt til vinterperioden.
3. har fået iværksat sine vejrligsforanstaltninger.

Det endelige afleveringstidspunkt skal fastlægges således, at der vejrmæssigt ikke lægges entreprenøren hindringer i vejen for udførelse af de afsluttende arbejder og for fin-afpudsningen af hele arbejdsopgaven.

Licitationen skal finde sted så betids, at der inden arbejdsoverdragelsen levnes bygherren rimelig tid til at vurdere og sammenligne de indkomne tilbud.

### Aktiviteternes egnethed for vinterudførelse.

Der er i det følgende givet en oversigt over en række af de arbejdsoperationer, der anvendes, og der er foretaget en grov vurdering af de forskellige operationers egnethed for udførelse i vinterperioden, idet der på dette punkt har vist sig at herske en del uklarhed.

Vurderingen må kun betragtes som retningsgivende. Egnetheden i hvert enkelt tilfælde afhænger i nogen grad af såvel lokale vilkår som vejforholdene.

I vurderingen er et + betegnelsen for arbejdsoperationer, der med rimelige mer-foranstaltninger anses for velegnede til udførelse i vinterperioden, medens et 0 betegner operationer, der kun under gunstige vejrmæssige vilkår må anses for gennemførlige i vintertiden. Endelig betegner et - de arbejder, der må anses for uegnede til vinterudførelse. I et forsøg på at differentiere yderligere er der ved nogle af de med 0 mærkede tillige angivet et + eller - for at antyde disse operationers tendens henimod større eller mindre egnethed.

Der er i oversigten foretaget en opdeling efter:

- A. De 3 almindelige forekommende former for anlægsarbejder, nemlig:
  - Vejarbejder.
  - Betonarbejder.
  - Ledningsarbejder.
- B. Alle øvrige arter af anlægsarbejder.

I gruppe B er kun angivet de operationer, der er særlige for de pågældende arbejder, og som ikke er anført under gruppe A.

Det fremgår af oversigten for så vidt angår arbejderne inden for gruppe A, at de fleste af arbejdsoperationerne under beton- og ledningsarbejder er velegnede for udførelse om vinteren. Man vil derfor kunne påregne at gennemføre vel tilrettelagte arbejdsopgaver af disse typer i en vinterperiode i henhold til et i forvejen fastlagt arbejdsprogram.

For vejarbejdernes vedkommende er forholdet, at såvel jordflytning, komprimering som de fleste arter af belægningsarbejder, arbejdsoperationer der alle må karakteriseres som primære for vejarbejder, ikke under alle normalt herskende vejforhold lader sig udføre om vinteren med rimelige ekstraforanstaltninger. Derimod er der til vejarbejder normalt knyttet en række andre arbejdsoperationer, som er langt bedre egnede for vinterudførelse. Det gælder arbejder som gennemløb, ledningsanlæg, broer, viadukter, blødbundsarbejder etc., medens drænings- og afvandringsarbejder er velegnede for udførelse lige før vinteren. Det må anses for god praksis ved fastsættelse af omfanget af en vejentreprise at kæde disse mere robuste former for arbejder sammen med de mere sårbare jord- og belægningsarbejder.

Om alle de øvrige arter af anlægsarbejder kan generelt siges, at man i hvert enkelt tilfælde skal foretage en konkret vurdering af samtlige medgående arbejdsoperationers egnethed og på basis heraf udarbejde arbejdsplanen.

Tabel 6.		
Vejarbejder (inkl. gadearbejder).	Etablering af arbejdsplads	0
	Rydning	+0
	Muldafrømning på lerholdige jorder	+
	Muldafrømning på sandholdige jorder	+0

	Større udgravning af sandede jorder til påfyldning	+ 0
	Større udgravning af lerede jorder til påfyldning	0 +
	Større udgravning til udsætning	+
	Blødbundsarbejder incl. erstatningsfyld	+
	Afgravning i tynde lag	0 +
	Udgravning for gennemløb etc.	+
	Udgravning for broer, viadukter etc.	+
	Større påfyldning af sandede jorder fra udgravning	+ 0
	Større påfyldning af lerede jorder fra udgravning	+ 0
	Større påfyldning med tilført sandet fyld	+ 0
	Større påfyldning med tilført leret jord	+ 0
	Lægning af ledninger for vandafledning	+
	Funderinger for broer, viadukter etc.	+ 0
	Overbygning for broer, viadukter etc.	+
	Tilbagefyldning, ledningsgrave og om fundamenter	+ 0
	Kalkstabilisering af underbund	+ 0
	Bituminøs stabilisering af underbund	0 +
	Bundsikringslag	+ 0
<b>Bærelag.</b>	»Tør«macadam	+ 0
	»Våd«macadam	+
	Marlbo-belægning	0 +
	Kalkstabilisering	0
	Cementstabilisering	0 +
	Mekanisk stabilt gruslag	0
	Hot-Mix, asfaltbundlag	0
<b>Slidlag.</b>	Pulverasfalt	+
	Asfaltbeton	+
	Støbeasfalt	+ 0
	Overfladebehandling	+
	Betonbelægning	0
	Chaussebrølægning	+ 0
	Brølægning	+ 0
	Chausse og fliser	+ 0
	Asfaltslidlag på fortove	0 +
<b>Diverse.</b>	Kantsten	+
	Færdselsstriber	0
	Skilte, autoværn	+ 0
	Belysning	+ 0
	Muldjordbeklædning	0 +
	Græssåning	+
	Slagning af skærver	+
	Reparation af eksist. belægning	0 +
	Oprydning	+ 0
	Sløjfning af arbejdsplads	+ 0
<b>Betonarbejder (excl. vejbelægninger).</b>	Etablering af arbejdsplads	0
	Rydning	+ 0
	Fremstilling af betonpæle til fundering	+
	Ramning af pæle	+
	Udgravning af fundamenter	+
	Støbning af fundamenter	+

	Tilbagefyldning af fundamenter med sand	+
	Tildannelse af armering	+
	Tildannelse af forskallingsflager	+
	Opstilling af forskalling	+
	Opstilling af stillads, løbebroer etc.	+
	Oplægning af armering	+
	Betonstøbning	+
	Betonstøbning i glideform	+
	Montage af færdigstøbte elementer	+
	Afforskalling	+
	Reparation af dårligt støbte overflader	+
	Asfaltering af betonoverflader	+ 0
	Slidlag på gulve	0
	Puds på beton	+
	Svurning og maling	+
	Slibning og sandblæsning	+
	Oprydning	+ 0
	Sløjfning af arbejdsplads	+ 0
<b>Ledningsarbejder (incl. kabelarbejde).</b>	Etablering af arbejdsplads	0
	Rydning	+ 0
	Udgravning	+
	Ophugning af eksist. belægning	+
	Lægning af ledninger	+
	Samling af ledninger	+
	Omstøbning eller særlig tilfyldning om ledn. ell. kabler	+
	Lægning af kabler	0 +
	Sætning af brønde	+
	Tilbagefyldning med frisk udgravet materiale	+
	Tilbagefyldning med tilført materiale	+
	Terrænregulering	0
	Retablering af belægning	0 +
	Oprydning	+ 0
	Sløjfning af arbejdsplads	+ 0
<b>Øvrige anlægsarbejder.</b>	Udlægning af jernbaneballast	+ 0
	Lægning af jernbaneskinner	0
	Pæleramning på land	+
	Pæleramning fra flåde	0 +
	Bugsering og sænkning af sænkekasser	0 +
	Udførelse af stenkastninger	0 +
	Uddybningsarbejde	0
	Indpumning af sand	0 +
	Tildannelse af havnetømmer	+
	Montage af havnetømmer	+
	Montage af maskineri	+
	Montage af stålkonstruktioner	0
	Udlægning af faskiner	0 +
	Udsprængning af klippe	+
	Mekanisk sortering af grusgravmaterialer	+ 0
	Mekanisk stenkhusning	+

## Byggesektoren.

Ved den langsigtede planlægning i byggesektoren skal der først og fremmest sørges for, at arealerne, hvor byggeriet skal foregå, er færdig byggemodnede, inden den første vinters forløber viser sig. Kloaker og veje skal være færdigudførte, så begge dele kan benyttes til undgåelse af de velkendte plørebøvsværigheder.

Så selvfølgeligt ovennævnte lyder, er det et punkt, der tilsyneladende ofte overses, såvel af offentlige instanser som af private bygherrer. For at byggeriet skal få en fornuftig afvikling i vinterhalvåret, er det imidlertid væsentligt, at disse ting er bragt i orden. Bygherren opnår stor fordel ved at give bygningsentreprenøren en god udgangsposition.

Byggeriet, hvortil kræves offentlig igangsætningstilladelse, starter ofte 1.10. eller endnu senere på efteråret. Det må være muligt at indføre en praksis, der går ud på, at der forud for det egentlige starttidspunkt gives tilladelse til indretning af arbejdspladsen med veje og andre befæstede arealer, således at disse dele kan udføres på en egnet årstid.

For selve byggeprocessen vil det kun sjældent være muligt at ændre aktiviteterens rækkefølge i samme udstrækning, som det er tilfældet ved anlægsarbejder, men der er muligheder for at vælge vintervenlige konstruktioner, det vil sige konstruktioner, der med rimelige ekstraforanstaltninger kan udføres forsvarligt i vinterhalvåret.

Det rimelige skal vurderes under hensyntagen til de ekstraomkostninger, foranstaltningernes gennemførelse giver anledning til, og her skal betragtes de samlede meromkostninger på en række sammenhængende aktiviteter, hvor forsinkelse af den ene vil spærre for andre efterfølgende.

## Forhåndsplanlægningen.

Forhåndsplanlægningen for vinterbyggeri består i, at det ved den enkelte færdigprojekterede opgave, anlægs- eller byggearbejde, gøres klart, hvad der kræves af såvel tekniske som velfærdsmæssige foranstaltninger for at kunne løse opgaven indenfor den fastlagte tidsramme.

I udbudsmaterialet skal redegøres for foranstaltningernes art og omfang, som det omtales i afsnittet om udbudsmaterialet.

## Løbende planlægning.

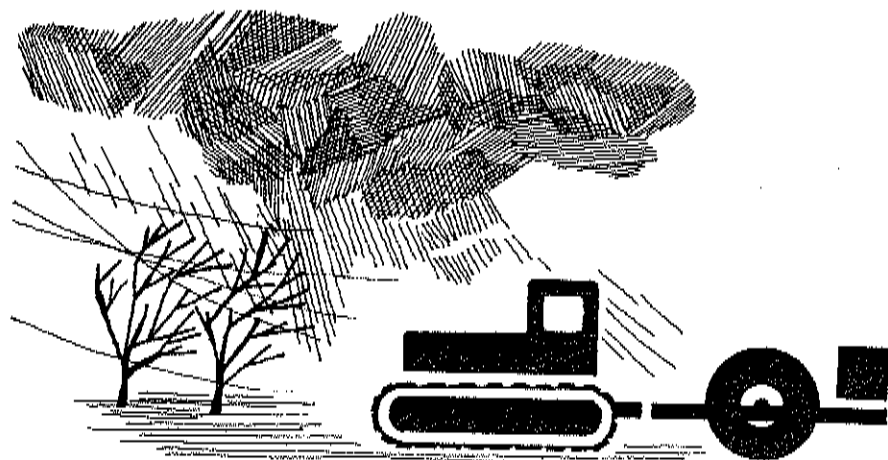
Under arbejdets gang skal til stadighed foretages påkrævede ændringer i foranstaltningernes art og omfang, tilpasset arbejdets øjeblikkelige stade og vejrets udvikling. Begge dele kan afvige fra gjorte forudsætninger.

Det gælder i planlægningen om at være forud.

Til at varetage den løbende planlægning anbefales det, på enhver blot noget større arbejdsplads at oprette et vinterudvalg med repræsentanter for mandskabet, mesteren og bygherrens tilsyn.

Vinterudvalget skal etableres i god tid, inden vinterperioden begynder, så eventuelle oversete detaljer kan indhentes.

# 2

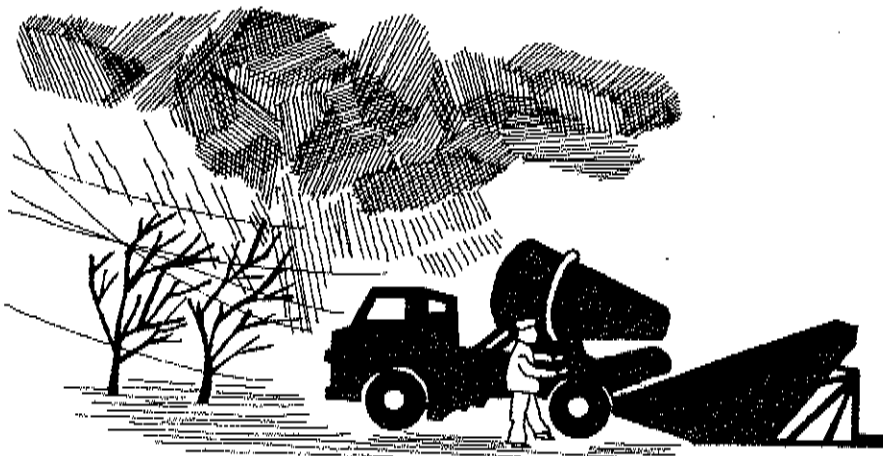


#### GRATIS KONSULENTTJENESTE OM VINTERARBEJDE

For såvel Bygge- og Anlægsarbejder kan rekvireres GRATIS KONSULENTASSISTANCE for så vidt gælder assistance i forbindelse med PLANLÆGNING eller/og UDFØRELSE af arbejderne i vinterhalvåret. HENVENDELSE til BYGGECENTRUM, Gyldenløvesgade 19, 1600 København V, telefon 01-12 73 73.

Att Ing. PER ARLETH for rene byggearbejder, se dog\*.  
Att Civ. Ing. Axel Kofoed for anlægsarbejder og spec. jord og beton.

\*) For rene byggearbejder vest for Storebælt sker henvendelse til: Ark. m.s.a. AAGE HAMRUM, Skanderborgvej 201, 2., 8260 Viby J., telefon 06-14 10 00.



#### UDBUDSMATERIALETS BESTEMMELSER

Vi skelner herhjemme mellem to former for vinter/vejrtilgængelige foranstaltninger ved anlægs- og byggearbejder.

1. De overenskomstmæssige foranstaltninger og
2. De særlige foranstaltninger.

Årsagerne til denne sondring skal ses i lyset af, at allerede i 1950 - da vinterbyggeri overvejende bestod deri, at man sørgede for at få huset lukket inden vinteren, så indvendige arbejder kunne pågå - indgik arbejdsmarkedets parter indenfor byggesektoren visse aftaler vedr. sådanne ydelser fra begge sider, der kunne muliggøre arbejdernes fortsættelse i nogen grad i vinterhalvåret.

Aftalerne udmøntedes i en række bestemmelser i overenskomsterne. Bestemmelser der stadig har gyldighed som de »overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri«.

Da de foranstaltninger, der er indeholdt i aftalerne, langt fra er tilstrækkelige til at sikre byggearbejders videreførelse i alle vintermåneder, suppleres de med »særlige vejrligsforanstaltninger«.

Afregningen mellem bygherre og entreprenør er næsten altid således: Normalt er forholdet det, at de overenskomstmæssige ydelser er inkluderet i arbejdets faste pris, medens de »særlige« ydelser afregnes særskilt, i henhold til det omfang, hvori de udføres - et omfang, som jo er bestemt af vejrligets udvikling.

#### OVERENSKOMSTMÆSSIGE AFTALER OM VINTERBYGGERI

I det følgende gengives ordlyden af de overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri, således som den er gældende i foråret 1980.

##### Blikkenslagerfaget. Aftalernes ordlyd og gyldighedsområder

Aftalerne omfatter blikkenslagerarbejder udført på bolig- og erhvervsbyggeri samt institutionsbyggeri (undtaget villaer og bygninger af tilsvarende størrelse, der ikke udføres i serier på mindst 10 stk.).

### Overenskomstmæssige foranstaltninger

1. Materialer skal i fornødent omfang være beskyttet mod nedbør og forurening fra jorden.  
Arbejdsgiveren leverer tildækningsmaterialer (f.eks. presenninger, armeret plastfolie el. lign.) og foretager den første tildækning.  
Materialeoplag skal under arbejdets gang af- og tildækkes af arbejderne uden særlig betaling.
2. Hvor permanente arbejdspladser ikke kan undgås, leverer og opsætter arbejdsgiveren læskærme ved tilskærerborde og maskiner.  
Under arbejdets gang er arbejderne pligtige til at flytte afskærmningen uden særlig betaling. Dog anbefales det, at der opstilles feltværksteder ved større byggearbejder.
3. I det omfang, hvor pligten til snerydning ikke påhviler bygherren eller anden entreprenør, sørger arbejdsgiveren for snerydning af færdselsvej mellem omklædningsrum, materialeplads og arbejdsplads.
4. Ved arbejder på tage leverer arbejdsgiveren fornødent afdækningsmateriale, således at arbejdet kan fortsætte uhindret næste dag.  
Til- og afdækning foretages af svendene uden betaling.
5. Arbejdsgiveren etablerer, hvor det er nødvendigt for arbejdets udførelse, kunstigt belysning af materialeoplag, materialetransportveje og arbejdssteder, samt foretager den fornødne lukning og opvarmning af arbejdsrum under bygningens opførelse. Anvendelse af 150 W lamper anbefales.
6. Arbejderne har pligt til at udvise størst mulig omhu med beskyttelsesmaterialer og lysforanstaltninger.

### Almindelige bestemmelser

1. De ovennævnte foranstaltninger gennemføres, medmindre
  - a) de i konditionerne for vedkommende arbejde indeholdte krav til foranstaltninger for vinterbyggeri gør dem overflødige, eller
  - b) at der mellem arbejdsgiveren og de ved arbejdet beskæftigede arbejdere er enighed om, at en eller flere af foranstaltningerne kan undværes i det foreliggende tilfælde.
2. Det anbefales, at organisationerne nedsætter vinterudvalg, bestående af repræsentanter fra arbejdsgiver- og arbejderorganisationer.  
Opgaverne for udvalget er at medvirke til, at foranstaltninger ved vinterbyggeri gennemføres.
3. Eventuelle uoverensstemmelser vedrørende denne aftale henvises til behandling i det foran nævnte vinterudvalg.

### Rør- og sanitetsfaget.

Inden for rør- og sanitetsfaget er der indgået en aftale svarende til den for bilkenslagerfaget gældende; aftalen omfatter dog ikke pkt. 4 under afsnittet »Overenskomstmæssige foranstaltninger«.

### Entreprenørområdet.

For at opnå en forøgelse af produktiviteten i perioden 1. november-31. marts er parterne enige om, at der i dette tidsrum gennemføres de i nærværende aftale angivne foranstaltninger.

Foranstaltningerne gennemføres ved nyt jernbetonarbejde, herunder større ombygningsarbejder og arbejde i nøje tilknytning dertil, for så vidt angår

- 1) bolig- og erhvervsbyggeri samt institutionsbyggeri,
- 2) broer, viadukter og underføringer.

Det er dog en forudsætning, at de omhandlede foranstaltninger efter forholdene er nødvendige og rimelige for arbejdets fortsættelse.

### 1. Velfærdsmæssige foranstaltninger

Læskærme opstilles på arbejdsgiverens foranledning ved følgende arbejdssteder:

- a) jernborde,
- b) flageborde,
- c) blandede anlæg, rund- og båndsave og klippe- og bukkemaskiner.

Hvor læskærme er til væsentlig gene for arbejdets gang, kan arbejderne forlange opstilling undladt.

Arbejderne sørger selv og uden betaling for flytning af flytbare læskærme ved samme arbejdssted.

### 2. Beskyttelse af installationer

Vandledninger søges sikret mod følgerne af frost.

### 3. Beskyttelse af materialer

Arbejdsgiveren skal stille fornødent afdækningsmateriale til rådighed og sørge for afdækning af materialer. De materialer, der anvendes til det daglige arbejde, og som er afdækket, er arbejderne pligtige til at afdække og tildække uden særlig betaling.

### 4. Snerydning

Arbejdsgiveren sørger for rydning af færdselsveje, herunder stilladser, i tilstrækkeligt omfang.

### 5. Belysning

Arbejdsgiveren etablerer, hvor det er nødvendigt for arbejdets udførelse, kunstigt belysning af materialeoplag, materialetransportveje og arbejdssteder.

### 6. Uoverensstemmelser

Uoverensstemmelser vedrørende nærværende aftale afgøres ad sædvanlig fagretslig vej.

### Murerfaget.

For at arbejderne i tiden fra 1. november til 31. marts kan udnytte arbejdstiden fuldt ud til produktiv virksomhed, gennemføres i nævnte tidsrum følgende foranstaltninger ved alle arbejder med undtagelse af reparationsarbejde, medmindre

- a) de i konditionerne for vedkommende arbejde indeholdte krav til foranstaltningerne for vinterbyggeri gør efternævnte foranstaltninger overflødige, eller
- b) det godtgøres, at forhold, som mesteren ikke råder over, gør det umuligt at gennemføre en eller flere af foranstaltningerne.

1. Mesteren leverer tørre mursten og drager omsorg for, at de opbevares tørre.

2. På stilladserne foretages hver dag ved arbejdets afslutning afdæk-



- ning af mursten og udført murværk mod regn og sne. Det påhviler mesteren at sørge for, at de hertil fornødne materialer leveres på stedet. Pålægning og fjernelse af afdækningsmaterialet på murværket påhviler hver enkelt svend, medens mesteren sørger for pålægning og fjernelse af afdækningsmaterialet på mursten.
3. Mesteren leverer og sikrer frostfri (brugbar) mørtel.
  4. Mesteren drager omsorg for den tilstrækkelige vandforsyning.
  5. Svendene er forpligtede til at skrabe baljerne ned, hælde vand på eller dække dem med halmmåtter eller andet materiale, når dette leveres på stedet. Endvidere skal svendene affeje (rens) selve murværkets overflade for eventuel sne, forinden murerarbejdet fortsættes.
  6. Svendene skal på mesterens begæring være villig til mod betaling at deltage i fjernelse af sne og is fra løbebroer, stilladser og materialepladser<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Denne bestemmelse er ikke gældende i København, 1. og 2. zone.

7. Mesteren er forpligtet til i samme omfang, som bestemmelser herom er pålagt bygherrer, (jfr. boligministeriets cirkulære af 1. juni 1966<sup>1)</sup>), at drage omsorg for, at disse etablerer fornøden lukning, opvarmning og ventilation.

<sup>1)</sup> Nu indeholdt i § 2, punkt 4, i boligministeriets bekendtgørelse af 11. november 1974 om vinterbyggeri.

8. Ved udvendigt arbejde leveres materiale til læskærme, presenninger el. lign. til beskyttelse af arbejderne mod blæst. Det påhviler svendene at ophænge, flytte og nedtage læskærmene.
9. Der etableres kunstig belysning i den udstrækning, det er nødvendigt, for at den daglige arbejdstid kan udnyttes fuldt ud.
10. Svendene har pligt til at udvise størst omhu med beskyttelsesmaterialer og lysforanstaltninger.
11. Afvigelser fra bestemmelserne kan dog finde sted i tilfælde, hvor forholdene bevirker, at deres gennemførelse skønnes urimelig.

Overenskomsterne med murerarbejdsmændene indeholder følgende: For arbejderne i tiden fra 1. november til 31. marts kan udnytte arbejdstiden fuldt ud til produktiv virksomhed, indgår mesteren på i nævnte tidsrum at gennemføre følgende foranstaltninger ved alle arbejder med undtagelse af reparationsarbejde, medmindre:

- a) de i konditionerne for vedkommende arbejde indeholdte krav til foranstaltninger for vinterbyggeri gør efternævnte foranstaltninger overflødige, eller
- b) det godtgøres, at forhold, som mesteren ikke råder over, gør det umuligt at gennemføre en eller flere af foranstaltningerne, eller
- c) der mellem mesteren og de ved vedkommende arbejde beskæftigede arbejdere opnås enighed om, at en eller flere af foranstaltningerne kan undværes i det foreliggende tilfælde.

1. Mursten placeres på et underlag af brædder, slagger eller lignende, hævet over det tilstedeværende terræn.
2. Stenstablerne afdækkes således, at de i det væsentlige er skærmet mod sne og regn.
3. Kalkbænke udføres af dobbelt lag brædder med isoleringsmateriale imellem til frostsikring. Ved mindre byggeri kan ovennævnte kalkbænke dog undlades, når mørtelen frostsikres på anden måde.
4. Vandrørene lægges således, at hovedfordelingsledningen, der isoleres mod frost, kan aftrappes, og der skal findes en aftapningshane på hver opadgående ledning.
5. Løbebroer skal være forsynet med håndlægger.
6. Det nødvendige daglige arbejde med iblanding af frostvæske i mørtel og beton, pålægning og aftagning af afdækningsmateriale, dog ikke på stilladserne, påhviler akkordhaveren og er indbefattet i priserne.
- a) For pålægning og aftagning af afdækningsmaterialer (presenninger, halmmåtter og tjærepap) på sten og mørtel anbragt på stilladserne betales for det samlede stenforbrug i tiden 1. november-31. marts et tillæg pr. 1000 sten på kr. 2,80. Mesteren leverer afdækningsmaterialerne på byggepladsen. Såfremt arbejdsmandenes aftenafdækning bevisligt nødvendiggør forlænget arbejdstid, ydes almindeligt overarbejdstillæg.

#### Tømrerlaget.

For at opnå en forøgelse af produktiviteten i perioden 1. november-31. marts gennemføres der i dette tidsrum følgende foranstaltninger, medmindre

- a) de i konditionerne for vedkommende arbejde indeholdte krav til foranstaltninger for vinterbyggeri gør efternævnte foranstaltninger overflødige, eller
- b) det godtgøres, at forhold, som mesteren ikke råder over, gør det umuligt at gennemføre en eller flere af foranstaltningerne, eller
- c) der mellem mesteren og de ved vedkommende arbejde beskæftigede arbejdere opnås enighed om, at en eller flere af foranstaltningerne kan undværes i det foreliggende tilfælde.

Foranstaltningerne gennemføres ved nyt tømrerarbejde samt ved ombygningsarbejde af større omfang (i København: nyt tømrerarbejde samt ombygnings- og reparationsarbejder).

#### 1. Velfærdsmæssige foranstaltninger<sup>1)</sup>

Læskærme leveres på arbejdsgiverens foranledning ved følgende arbejdssteder:

- a) Profiler.
- b) Flageborde.
- c) Stationære maskiner.
- d) Andre faste steder til forarbejdning af materialer.

Hvor læskærme er til væsentlig gene for arbejdets gang, kan arbejderne forlange opstilling undladt.  
Arbejderne sørger selv og uden betaling for opstilling samt flytning af flytbare læskærme ved samme arbejdssted<sup>2)</sup>.

- 1) I overenskomsten mellem Københavns Tømrerlaug og Høstømrernes faglige Afdeling er dette afsnit formuleret således: Læskærme opstilles på arbejdsgiverens foranledning ved profiler og stationære maskiner. Hvor læskærme er til væsentlig gene for arbejdets gang, kan arbejderne forlange opstilling undladt. Arbejderne sørger selv og uden betaling for flytning af flytbare læskærme ved samme arbejdssted.
- 2) Denne bestemmelse er ikke indeholdt i overenskomsten mellem Centralforeningen af Tømrermestre i Danmark og Dansk Tømrer-Forbund.

### 1. Beskyttelse af materialer

Arbejdsgiveren skal stille fornødent tildækningsmateriale til rådighed og sørge for tildækning af materialer, der leveres inden arbejdets påbegyndelse.

De materialer, der anvendes til det daglige arbejde, er arbejderne pligtige til at tildække og afdække uden særlig betaling.

### 3. Snerydning<sup>3)</sup>

Arbejdsgiveren sørger for snerydning af færdselsveje og stilladser samt endvidere ved etablering af de under pkt. 1 nævnte arbejdssteder.

Under arbejdets gang er arbejderne pligtige til at holde de under pkt. 1 nævnte arbejdssteder ryddet uden særlig betaling.

- 1) I overenskomsten mellem Københavns Tømrerlaug og Høstømrernes faglige Afdeling er dette afsnit formuleret således: Arbejdsgiveren sørger for rydning af færdselsveje og profiler, terræn omkring profiler samt stilladser i tilstrækkeligt omfang. Arbejdsgiveren sørger for, at tilkørselsveje på byggepladsen holdes fribare.  
I overenskomsten mellem Hovedorganisationen af Mesterforeninger i Byggefagene i Danmark og Dansk Tømrer-Forbund er dette afsnit formuleret således: Arbejdsgiveren drager omsorg for snerydning i tilstrækkeligt omfang. I arbejdstiden må svendene selv renholde de i pkt. 1 nævnte arbejdssteder.

### 4. Belysning

Arbejdsgiveren etablerer, hvor det er nødvendigt for arbejdets udførelse, kunstig belysning af materialeoplag, materialetransportveje og arbejdssteder.

### 5. Uoverensstemmelser

Uoverensstemmelser vedrørende nærværende aftale afgøres ad sædvanlig fagretslig vej.

Som det fremgår af ovenstående gyldighedsområder, gælder denne form for vinterforanstaltninger ved anlægsarbejder alene ved jernbetonarbejder i forbindelse med broer, viadukter og underføringer. Der er således ingen overenskomstmæssige vinteraftaler at referere til i forbindelse med jord-, kloak- og vejarbejder.

Overenskomst-  
aftale ved  
anlægsarbejder

## SÆRLIGE VEJRLIGSFORANSTALTNINGER

Særlige vejrligsforanstaltninger er, som det er nævnt i indledningen, de foranstaltninger, der af teknologiske eller miljømæssige årsager kræves, for at udføre arbejderne i vinterperioden. I Boligministeriets bekendtgørelse om vinterbyggeri er denne fastsat til perioden oktober til april incl.

## BETALINGSFORHOLD

Den overvejende del af de overenskomstmæssigt fastsatte ydelser i forbindelse med vinterbyggeri kan mængdemæssigt fastsættes på licitationsstedet.

Enkelte af ydelserne er enten vejrligsafhængige, eller afviger fra det i aftalerne oprindeligt tilsigtede, fordi teknik eller/og miljøbestemmelser har ændret sig.

De særlige vejrligsforanstaltningers omfang er vejrligsbestemt. At mængdefastsætte dem på licitationsstedet, således at der kan gives fast pris på deres udførelse, er risikabelt, for såvel entreprenør som bygherre. Entreprenøren kan binde sig til ydelser, som han ikke har økonomisk dækning for, medens bygherren på den anden side kan forpligte sig til at betale for ydelser, som det ikke bliver nødvendigt at præstere.

### Fastpris-cirkulærets bestemmelser

I fastpris-cirkulæret af marts 1979 hedder det i § 8:

»Udgifterne i forbindelse med gennemførelse af de overenskomstmæssige vinterforanstaltninger, bortset fra snerydning, skal være indeholdt i tilbuddet.

Det kan aftales, at udgifterne til de særlige vinterforanstaltninger skal betales særskilt af bygherren, jfr. Boligministeriets bekendtgørelse nr. 542 af 11. november 1974 om byggeri i vinterperioden, og Boligministeriets cirkulære af samme dato om vinterforanstaltninger ved byggearbejder.

### Andre bestemmelser

Der henvises iøvrigt til organisationernes standardforbehold, samt til vejledninger i tilknytning til Boligministeriets bekendtgørelse om vinterbyggeri.

## TILBUDSLISTE FOR VEJRLIGSFORANSTALTNINGER

Det anbefales kraftigt at bygherren (bygherrens tekniske rådgiver) forud for arbejdets igangsættelse har skaffet sig overblik over eventuelle vejrligsforanstaltningers art og omfang, ved løbende under projekteringen af sådanne bygningsdele med mere, der ifølge tidsplanen kommer til udførelse i vinterperioden, at foretage en vurdering af, hvilke foranstaltninger der ved muligt forekommende vejrlig kan blive aktuelle ved den aktuelt betragtede bygningsdel, samt omtrentligt i hvilket omfang (kvalificeret gæet).

Resultatet af »vinterbetragtningerne« sammenfattes i en tilbudsliste for vejrligsforanstaltninger, der er et tillæg til tilbudslisten iøvrigt. Nedenfor er vist et eksempel på en sådan vejrligstilbudsliste:

**Eksempel på tilbudsliste**

Post	Ydelser	Enhed	Forudsat mængde	kr. Enhed	Jagt
1.1	Leje af pumpe (størrelse) med (nærmere spec. tilbehør) .....	md.			
1.1.1	Til- og afrigning af den under 1.1 anførte pumpe i forbindelse med (brugsområde anføres) .....	pr. gang			
1.1.2	Drift af pumpe og tilbehør nævnt under 1.1 .....	døgn			
1.2	Isolering. Levering af 5 cm vintermåtter .....	m <sup>2</sup>			
1.2.1	Anbringelse og fjernelse af de under 1.2 nævnte måtter på vandrette flader. Incl. de af fortsatte arbejder nødvendiggjorte midlertidige fjernelser og genanbringelser. (Posten skal eventuelt differentieres, ved højt byggeri således i forskellige etagehøjder) ...	m <sup>2</sup>			
1.2.2	Anbringelse og fjernelse på lodrette og skrå flader af de under 1.2 nævnte måtter. (se endvidere 1.2.1) .....	m <sup>2</sup>			
1.2.3	Anbringelse og fjernelse på jorden til sikring mod frosthævning af stilladser o. lign. af de under 1.2 nævnte måtter .....	m <sup>2</sup>			
1.3	Varm beton med 4-6% luftindblanding. Ekstrapris ved anvendelse af færdigbeton fra fabrikk. Udstøbningstemp. 16-20°C .....	m <sup>3</sup>			
1.3.1	Varm beton med 4-6% luftindblanding. Ekstrapris ved levering fra eget blandedanlæg. Udstøbningstemp. 16-20°C .....	m <sup>3</sup>			

1.4	Delvis indelukning af konstruktion. Ophængning og nedtagning af presenninger for indelukning af dele af bygningsværket, (nærmere angivelse som: mellem etagerne ---, under opstillet brodæk) .....	m <sup>2</sup>			
1.4.1	Leje af de under 1.4 nævnte presenninger .....	m <sup>2</sup> x dag			
1.5	Etablering af vandtætte dæk. Lukning (tilstøbning m. parafin) af de på udsparingsplanen viste udsparinger) .....	dæk o. etage			
1.6	Murerarbejde Tilsætning til mørtel for frostsikring ved arbejde indtil + 5°C .....	mørtel til 1000 sten			
1.6.1	Tilsætning til mørtel for frostsikring ved arbejde indtil + 9°C .....	mørtel til 1000 st.			
1.6.2	Ekstrapris for levering af varm mørtel .....	hl			
1.7	Opvarmning. Opstilling og nedtagning af eet stk. varmeaggregat for opvarmning efter nærmere aftale. (Aggregatets ydelse i kcal/time angives) .....	pr. gang			
1.7.1	Leje ekskl. drift, men incl. hen- og hjemtransport, af varmeaggregat nævnt under 1.7 pr. aggregat .....	md.			
1.7.2	Drift (brændstof + pasning) af varmeaggregat nævnt under 1.7 pr. aggregat .....	døgn			
1.8	Timesatser.				
1.8.1	Pris pr. mandtime incl. forandstimer m.v. ....	time			
1.8.2	Pris pr. traktortime, incl. evt. hen- og hjemtransport, for rydning (traktor monteret med kost) .....	time			
1.8.3	Pris pr. lastbiltime 5-6 t lastvogn .....	time			

- 1.9 Telt.  
 Total inddækning af byg-  
 ningsdel/konstruktionsdel  
 (beskrives nærmere), i  
 perioden 15.10 - 15.3.  
 (Teltets ydre dimensioner  
 indtegnes).  
 I prisen skal være inklu-  
 deret al nødv. transport,  
 opstilling og nedtagning,  
 samt leje i den anførte  
 periode.  
 Endvidere skal være in-  
 kluderet udgifterne til  
 nødvendig arbejdsbelys-  
 ning i teltet.  
 Derimod holdes evt. op-        fast  
 varming udenfor . . . . . pris  
 Samlet pris . . . . .

Når og hvor der, sammen med udbudsmaterialet iøvrigt, foreligger en beskrivende mængdefortegnelse over vejrligsydelsers til prissætning opnås følgende fordele:

Entreprenørerne får vejledende oplysning for så vidt angår art og omgang af de ekstraydelser, han kan blive stillet overfor krav om at skulle udføre.

Bygherren får på licitationstidspunktet vejledende oplysning for så vidt angår ekstraudgifterne til vejrligsforanstaltninger.

Afregningen af vejrligsforanstaltninger lettes. (Det er naturligvis en forudsætning, at der løbende under arbejdets gang føres kontrol med omfanget af ekstraydelser, der præsteres fra entreprenørens side, og at eventuelle uoverensstemmelser klarlægges med det samme de konstateres).

**Bemærkninger  
 vedrørende afreg-  
 ning af vejrligs-  
 foranstaltninger**

Ekstraforanstaltninger der bliver nødvendige på grund af ikke tidsfrist-forlængelsesgivende forsinkelser i entreprisen, således at flere og/eller andre aktiviteter end oprindelig planlagt falder i vinterperioden, må bekostes af entreprenøren.

Det påhviler entreprenøren at kontakte tilsynet i god tid for aftale om iværksættelse af særlige foranstaltninger. Der bør mindst een gang ugentligt afleveres en opgørelse over omfanget af de i ugens løb præsterede ekstraydelser.

Da en detaljplanlægning efter arbejdsoverdragelsen kan medføre ændringer i det skønnede omfang af vejrligsforanstaltninger, fordi aktiviteter rent tidsmæssigt forskydes, bør SB indeholde følgende bestemmelse:

»Når entreprenøren efter arbejdets overdragelse udarbejder en detailtidsplan, skal den foreliggende mængdefortegnelse for vejrligsforanstaltningers omfang om nødvendigt revideres i samråd med tilsynet, såfremt det ændrede omfang afviger væsentligt fra det forudsatte«.

**Bestemmelser om  
 eventuel standsning  
 af arbejdet**

Ved et anlægsarbejde kan forholdet undtagelsesvis være det, at arbejdet på det aktuelle stade vil kræve iværksættelse af foranstaltninger i et omfang, der rent økonomisk ikke står i forhold til værdien af det arbejde der kan udføres.

SB bør i sådanne tilfælde indeholde bestemmelse om, at bygherren har ret til at standse arbejdet mod at yde en af entreprenøren opgiver godtgørelse pr. standsningsdag til dækning af de faste udgifter.

Eventuelle sikringsarbejder, der udføres inden standsningen, betales efter regning.

**SÆRLIGE BETINGELSERS VINTERAFSNIT**

Som eksempel er nedenfor anført, hvortedes særlige betingelsers (SB's) vinterafsnit kan udformes ved et anlægsarbejde:

»Vejrligsforanstaltninger henhører under entreprisen, men betaling erlægges i henhold til præsterede ydelser og afregnes efter de af entreprenøren opgivne enhedspriser. Entreprenøren er således pligtig til at fortsætte arbejdet i vinterperioden i det omfang, det bliver forlangt af bygherren, og til hvilket formål denne »bevilger« ekstraarbejder udført. Arten af særlig vejrligsforanstaltninger og det skønnede omfang af disse fremgår af den særlige vejrligstilbudsliste, idet der er regnet med at følgende arbejder udføres i vinterperioden: . . . . .

De af entreprenøren opgivne priser skal dække alle for foranstaltningernes gennemførelse nødvendige leverancer og ydelser.

I tilbudssummen skal være indregnet udgifter til frostsikker tildækning af vand-, gas-, fjernvarme- og kloakledninger o.a., såfremt den naturlige jorrdækning af sådanne ledninger o.a. reduceres som følge af entreprenørens arbejde.

Alle andre end ovenfor nævnte arbejder er påregnet udført på sådanne årstider, at vejrligsforanstaltninger ikke er påkrævet.

Hvis entreprenøren under arbejdets gang ændrer sin arbejds gang, således at andre aktiviteter alligevel fordrer foranstaltninger, må udgifterne hertil afholdes af ham selv uden særskilt betaling.

**Godkendelse af udførte foranstaltninger**

Vejrligsforanstaltninger eller forberedelser hertil vil kun blive betalt i det omfang, deres iværksættelse er aftalt med og godkendt af bygherrens tilsyn. Det påhviler entreprenøren at kontakte tilsynet for foranstaltningernes iværksættelse.«

**ARBEJDSPLANENS HENSYNTAGEN TIL  
 VINTERVEJRLIG**

Arbejdsplanen skal have indbygget den sandsynlige forlængelse af arbejdstiden, vintervejret vil give anledning til.

Medmindre arbejdet udføres med totaloverdækning af arbejdssteder-

ne, hvor een af fordelene netop er, at man undgår vejrligets indflydelse på udførelsestiden, vil der være tale om at skulle tage hensyn til følgende forhold:

- Afkortning af den effektive arbejdstid på grund af uundgåelige spild dage, hvoraf der i tidsplanen skal være indregnet et antal, der erfaringsmæssigt optræder ved et arbejde af den aktuelle art, udført på den aktuelle årstid.
- Nedsættelse af arbejds effektiviteten på grund af vejrliget.
- Ekstraaktiviteter der skal udføres for at holde arbejdet igang, det vil sige mandtimeforbruget til det skønnede omfang af snerydning, tildekning med mere.

#### Effektiv arbejdstid og ressourceindsættelse

For at kunne overholde en given tidsplan for et arbejdes udførelse skal omfanget af arbejdskraft, materiel med mere, der skal sættes ind for at løse opgaven, ske ved at sammenholde omfanget af ydelser, der skal præsteres, med antallet af effektive arbejdsdage, der kan påregnes indenfor tidsfristens rammer.

Aktiviteterne, hvoraf de enkelte anlægs- eller byggearbejder er sammensat, har forskellig følsomhed overfor vejrliget for så vidt angår mulighederne for at udføre dem. Samtidig er vejrligets udvikling, og dermed indflydelsen på arbejdsmuligheden, en usikker faktor, vel i særdeleshed i vintermånederne.

En præcis fastsættelse af antallet af effektive arbejdsdage ved en given aktivitet i en given periode er det ikke muligt at foretage. Men der kan udtrages erfaringsværdier fra praktiske udøvere af aktiviteterne. Et sådant erfaringsmateriale er samlet og behandlet i 74 af en arbejdsgruppe, nedsat på initiativ af Dansk Betonforening og med deltagelse af repræsentanter for entreprenørforeningen, rådgivende og tilsynsførende ingeniører med mere.

Der blev alene betragtet byggeaktiviteter. Sådanne blev samlet i 5 grupper, sammensat af arbejder med skønnet samme vejrligsfølsomhed.

Af nedenstående tabel fremgår resultatet.

Tabellen kan alene benyttes som retningsgivende.

De anførte værdier er dannet som gennemsnitstal på grundlag af indkomne besvarelser på udsendte spørgeskemaer.

Der konstateredes store variationer i de opgivne værdier, uden at det iøvrigt kunne forklares som hidrørende fra forskelle i de forskellige landsdeles klimatiske forhold. Disse forskelle skal der tages hensyn til ved benyttelse af tabellen, der må betragtes som givende udtryk for forholdene ved landsgennemsnitsvejr.

Tabel 7

Planlægningskalender

Aktiviteter	Måned											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Udgravning, fundamentarbejde	16	14	16	16	20	18	22	21	19	21	18	15
Huskloak, kældergrube, beton, udv. mur-tag	17	15	17	17	20	18	22	21	20	21	17	16
Udv. fugning-puds	15	13	16	17	20	18	22	21	19	21	16	15
Montage elementer	18	17	18	18	20	18	22	21	20	21	17	17
Tagpapdækning	14	12	15	14	17	16	21	18	17	18	13	12

Effektive arbejdsdage ved de anførte aktiviteter (aktivitetsgrupper). Landsgennemsnitsværdier, på grundlag af rundspørge foretaget i 1974.

(I 1974 var søgneheligdage placeret således: 3 dage i april, 2 dage i maj og 1 dag i juni).

#### Arbejds effektivitet

Fra Sverige, Tyskland og Polen kendes resultater fra nogle undersøgelser (vurderinger) vedrørende den relative effektivitetsnedsættelse ved udførelsen af byggeaktiviteter ved lave temperaturer.

Resultaterne fremgår af nedenstående tabel.

Det er desværre aldrig lykkedes at få nærmere oplysninger vedrørende undersøgelserne (vurderingerne), hvorfor tallene må tale deres eget sprog.

	Sverrig	Polen	Tyskland		
			0 III + 3	+ 3 III + 6	+ 6 III + 9
Betonstøbning	3,8%	14%	3%	4%	7%
Formarbejde	3,4%	8%	8%	22%	37%
Armeringsarbejde	7,3%	20%	16%	28%	40%
Murerarbejde	8,8%	25%	—	—	—

Som det fremgår, er der store variationer i opfattelsen af temperaturens indflydelse på forskellige arbejds effektiviteter, alle er dog enige om, at der er en mærkbar nedgang.

I den tyske opgivelse skelnes der mellem forskellige temperaturer. I denne forbindelse henvises til bogens afsnit om velfærd, hvor der er bragt en kurve, der viser vindens indflydelse på den temperatur, der forenkles.

I forbindelse med den undersøgelse, der herhjemme er foretaget, og som blandt andet resulterede i førnævnte planlægningskalender, blev også stillet spørgsmålet, hvorledes man vurderede effektiviteten i årets måneder, når effektiviteten i maj måned blev sat til 100?

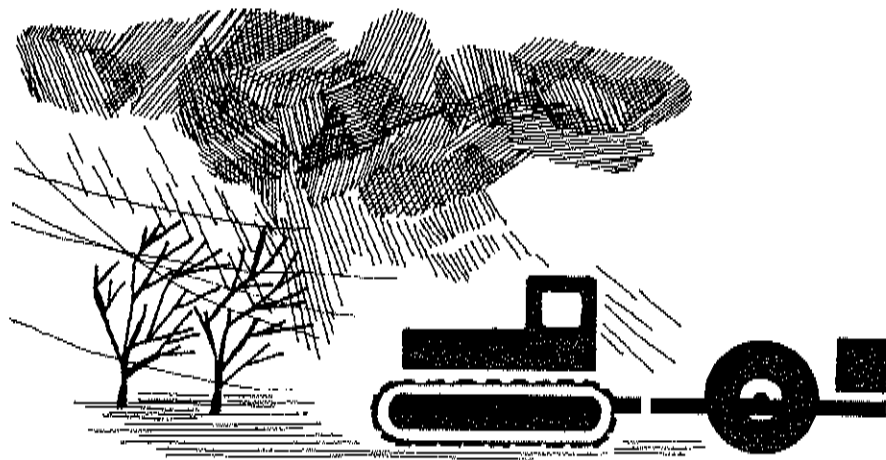
Besvarelsernes gennemsnit fremgår af nedenstående tabel:

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
77	78	86	93	100	98	95	97	99	92	86	80

**Ekstraaktiviteter.** Når det skønnede omfang af ekstraaktiviteter foreligger, kan man fastsætte det antal mandetimer, der skal til for at udføre dem. Dette mandetimerforbrug betyder reduktion af timeantallet, der er til rådighed for udførelsen af egentligt kontraktarbejde.

**Konklusion.** Når en given tidsplan skal overholdes, må der under hensyntagen til punkterne ovenfor ske en summation af merforbruget af mandetimer, således at arbejdspladsens bemanning i byggeperioden fastsættes også på grundlag af udførelsestidspunktet. I praksis regnes herhjemme ofte med en total mindredelse pr. beskæffiget, med hensyn til det egentlige kontraktarbejde, på 20-30 pct. i vintermånederne alt afhængig af arbejdets karakter.

# 3.1



#### GRATIS KONSULENTTJENESTE OM VINTERARBEJDE

For såvel Bygge- som Anlægsarbejder kan rekvireres GRATIS KONSULENTTJENESTE for så vidt gælder assistance i forbindelse med PLANLÆGNING eller/og UDFØRELSE af arbejderne i vinterhalvåret. HENVENDELSE til BYGGECENTRUM, Gyldenløvesgade 19, 1600 København V, telefon 01-12 73 73.

Att. Ing. PER ARLETH for rene byggearbejder, se dog\*.  
Att. Civ. Ing. Axel Kofoed for anlægsarbejder og spec. jord og beton.

\*) For rene byggearbejder vest for Storebælt sker henvendelse til:  
Ark. m.a.a. AAGE HAMRUM, Skanderborgvej 201, 2., 8260 Viby J., telefon 06-14 10 00.



#### JORDARBEJDER

Ler- og siltholdige jorder har stor evne til at holde på vand. Såfremt vandindholdet i forvejen er højt i jorden, er denne med hensyn til bæreevne og komprimerbarhed meget følsom overfor selv små forhøjelser af dette.

I vort klima, og med de jordbundsforhold der findes i store dele af landet, opstår derfor oftest problemer ved jordarbejders udførelse i efterårs- og vintermånederne.

Af landets 43.000 km<sup>2</sup> er ca. 45 pct. lerede jorder, ca. 50 pct. sandede og ca. 5 pct. andet, men de tættest befolkede områder er på de lerede jorder.

I det følgende gennemgås:

Vandets forekomst i jorden.

Frysning af jord.

Planlægning for jordarbejde og praktisk udførelse om vinteren.

Forholdsregler mod ulømpene ved stort vandindhold.

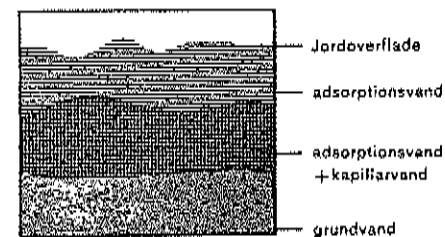
Forholdsregler mod frostskepedannelse.

Metoder til forceret nedbrydning af frostskeper.

#### Vandets forekomst i jorden

Betragtes et lodret snit gennem de øverste jordlag, vil vandets forekomst her været som nedenstående figur viser:

Figur 1.



Vandets forekomster i jordlag.

**Adsorptionsvand.** Adsorptionsvand sidder som en film af bundet vand omkring hver enkelt jordpartikel. Nærmest ved den faste partikel har vandet fast form, udad nærmer egenskaberne sig frit vands. Tiltrækningskraften mellem den faste partikel og vandet nærmest denne er stærkere end tyngdekraften, og indtil vandfilmen er blevet så tyk, at der er ligevægt mellem denne kraft og jordpartikkelens tiltrækning, vil hele vandmængden findes som adsorptionsvand. Mellemrummene mellem vandhindernes overflade kan være luftfyldte. Mængden af bundet adsorptionsvand afhænger af partikelstørrelsen i den betragtede jordmasse. Tykkelsen af den bundne vandhinde er af størrelsesordenen 0,0005 mm. I en lerjord af partikelstørrelsen mindre end 0,002 mm og overfladearealet i en volumenenhed således meget stort, hvilket igen medfører, at der trods vandhindens ringe tykkelse bindes store vandmængder. Som sammenligning kan nævnes, at der i 1 m<sup>3</sup> lerjord er bundet ca. 50.000 gange den vandmængde, der er bundet i en 1 m<sup>3</sup> nøddesten. Tilføres mere vand til jordmassen, således at også ellers luftfyldte mellemrum bliver vandfyldte, vil dette vand findes som kapillarvand, hvis partikelafstanden er tilstrækkelig lille til at kapillarkraft er til stede, ellers som frit vand.

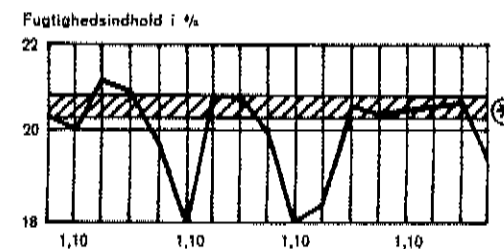
**Kapillarvand.** Kapillarvand er vand, der ved adhæsiionskræfter, vedhæftning mellem vand og fast stof og vandets overfladespænding, er fastholdt i jorden over grundvandspejlet uden at være bundet som adsorptionsvandet. I de øvre jordlag findes det i kapillarzonen, der strækker sig fra grundvandspejlet og opefter, hvor højt afhænger af jordpartiklernes afstand (porediameteren). Højden benævnes den kapillære stighøjde.

**Jordens permeabilitet.** Ved jordens permeabilitet forstås den lethed hvormed luft, vand eller andre vædske gennemtrænger jordmassen. Permeabiliteten vokser med jordens porøsitet. Når vand forsvinder fra den øverste del af den kapillære zone, enten ved fordamning eller på grund af dannelsen af islinser (se senere), bliver permeabiliteten afgørende for, om tilførslen af nyt vand til zonen kan holde trit med de fjernede mængder.

**Udtørring af jorden.** De øverste jordlag er naturligvis i en tør årstid udsat for nogen udluftning. Går man imidlertid blot en god halv meter ned i jorden, vil vandindholdet i en sandet lerjord ligge ret konstant.

Figuren nedenfor illustrerer en amerikansk undersøgelse af forholdene.

Figur 2.



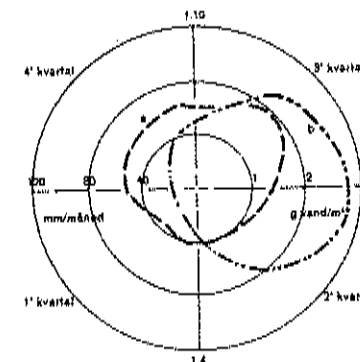
Vandindholdets variation målt i en sandet lerjord 0,9 m under græsklædt terræn. Grundvandspejl ca. 3 m under terrænet. \*Fugtighedsindhold i samme dybde under nærvædliggende tæt overfladeareal (vejbefæstelse).

**Jordens luftindhold.** Udover faste stoffer og vand findes i alle jordarter et indhold af luft. Ved almindelig komprimering af ikke for våd lerjord når man for eksempel sjældent under 2-4 pct. luft.

**Tilstandsændring af jord.** Ved forøgelse af vandindholdet udover en bestemt grænse ændres en ler- eller siltholdig jordarts egenskaber totalt. Som omtalt er der et stort indhold af bundet vand i lerjord. Øges vandindholdet i en almindelig moræneler til 18-20 pct., betegnes egenskaberne som plastiske, en lerjord med et sådant vandindhold vil være til at gå på uden væsentlig nedsynkning. Øges vandindholdet yderligere til ca. 22 pct., nærmer egenskaberne sig det flydende. Man synker ved almindelig gang på sådan jord ankeldyb ned.

**Fugtige efterårsmåneder.** I de såkaldt fugtige efterårsmåneder har vi normalt ikke årets største nedbør, men luftens evne til at optage fugtighed er aftaget stærkt. Forholdene er grafisk belyst på efterfølgende figur, hentet fra SBI anvisning nr. 49.

Figur 3.



Skematisk illustration af årstidsvariationerne med hensyn til nedbør i mm pr. måned (kurve a) og luftens evne til at optage vand i g vand pr. m<sup>3</sup> luft (kurve b).



Vand, der efter et regnskyl bliver stående som en hinde ovenpå jorden, vil i efterårsmånederne være meget længe om at forsvinde. Der sker kun langsomt en fordamning og en nedsvivning i jorden.

Trafikeret område, medens vandlaget endnu befinder sig på overfladen, indarbejdes vandet i jordens øvre lag, der derved mister bæreevnen.

Efter ethvert regnskyl er det derfor vigtigt, at overfladevand får mulighed for hurtigt afløb. De steder, hvor en vandhinde eventuelt bliver stående og omdanner det øverste lag til pløje, må pløjen fjernes, inden trafikering af området tillades.

Ved jordarbejder med omflytning eller anden trafikering på råjordsoverfladen, kan der ved omhyggelig planlægning af afvandingsforholdene ske en forlængelse af den arbejds mulige tid.

Såfremt arbejdsstop ikke kan undgås, er det af stor betydning for at undgå ødelæggelse af udført arbejde og for at kunne genoptage arbejdet hurtigere, at stoppet planlægges, så det sker på et sådant stadi af arbejdet, og på en sådan måde, at ødelæggelser forebygges.

#### Frysning af jord

I frostvejr dannes en frosts skorpe på fugtig jord. Den når hurtigt en sådan tykkelse, at selv større gravemateriel har vanskeligheder med at gennembyrde den.

Stort set udvikler frosts korpens tykkelse sig efter formelen:

$$\text{Tyk. i cm.} = 4 \text{ a } 5 \times \sqrt{\text{frostmængden i } ^\circ\text{C} \times \text{døgn.}}$$

Udover gener ved frosts korpen selv har frost i jorden også andre følger, der kan forårsage store skader.

#### Frostens virkninger i jorden.

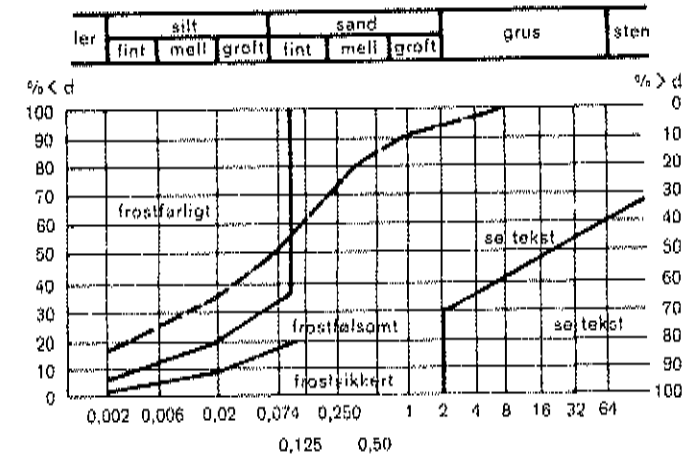
Når frosten trænger ned i jord, og en større eller mindre del af jordens vandindhold bliver til is, ændres de fysiske egenskaber for jordmassen.

Vandets rumfang er mindst ved plus 4° C. Ved afkøling til 0° sker der en ringe rumfangs udvidelse, men ved overgangen til is, der sker så snart temperaturen falder under 0°, såfremt der er tale om vand under normalt tryk, sker der en udvidelse på ca. 9 pct.

Udsættes vandet for overtryk, kan det afkøles under 0° uden at blive til is, og i så fald er rumfangs udvidelsen stadig kun ubetydelig, indtil isdannelsen sker, når det nye frysepunkt nås. Rumfangs udvidelsen sker hovedsagelig i den retning, hvor modstanden er mindst, altså opad, hvorfor frysningen giver anledning til hævnninger.

Frosthævningernes størrelse er foruden af de klimatiske forhold bestemt af jordartens fysiske egenskaber: permeabilitet og kapillaritet, d.v.s. kornstørrelser og kornstørrelsesfordeling. I afhængighed heraf karakteriseres jordarter som frostsikre eller frostfarlige. Se figuren.

Figur 4



Eksempler på sigtekurvediagram, der anvendes ved analyse af jordprøver. Den punkterede kurve viser et eksempel på en frostfarlig jord. De kraftige linier er Schaible's grænsekurver for frostfarlighed. I området til højre er materialet under stregen meget groft, med fare for, at fint materiale skal trænge ind. For materiale over stregen skal frostsikkerheden bestemmes ud fra sigtekurven for materialet under 2 mm. Ifølge Lundgren har et materiale ringe frostfare, hvis mere end 25 pct. af materialet er mindre end 2 tusindedele mm, hvilket betyder, at kapillarieten er høj.

#### Jordartens betydning for frostfarlighed.

Afgørende for frosthævningens omfang er den vandmængde, som kapillarvirkningen kan tilføre frostområdet fra grundvandsspejlet i løbet af en vis tid. Dette afhænger af produktet kapillaritet og permeabilitet. Det ses af figuren, at de egentlige frostsikre jordarter normalt er de grovkornede, karakteriseret ved stor permeabilitet og ringe kapillaritet. Her i landet svarer dette til, at rent grus og sand er frostsikre materialer.

De meget finkornede jordarter (fedt plastisk ler eller lignende) er i normale vintre frostsikre på grund af ringe permeabilitet. Deres kapillaritet er imidlertid meget stor. Selv med dybliggende grundvandsspejl kan der derfor i lange og strenge vintre være tale om frosthævninger. Finkornede jordarter med uensartede kornstørrelser er på grund af en uheldig kombination af permeabilitet og kapillaritet udpræget frostfarlige. Dette gælder for en væsentlig del af de danske moræneaflejringer.

Det skal understreges, at det er meget store kræfter, der optræder ved dannelse af islinser i jord.

#### Frysning af frostsikker jord.

Når jord er grovkornet, er dens permeabilitet stor og den kapillære stighøjde tilsvarende ringe. Jorden er derfor under normale forhold ikke vandmættet, og frysning af det vand, der er, vil blot bevirke, at en del af de hidtil luftfyldte porer og hulrum udfyldes med vand eller is.

## Frysning af frostfarlig jord.

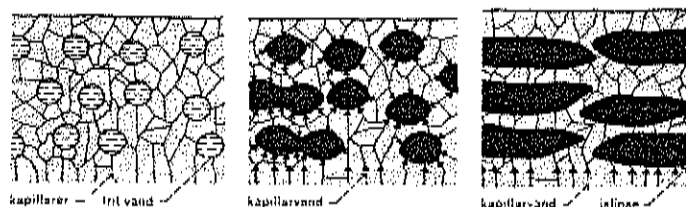
I jord, der er finkornet, er frysingsprocessen mere kompliceret. Det frie vand i større porer eller hulrum fryser ved 0° C.

Kapillarvand og adsorptionsvand fryser først ved lavere temperaturer. Under frysningen af det frie vand tilføres eventuelt forekommende kapillarvand fra den omgivende jord. Nogle forskere mener, at også selv om der ikke umiddelbart her forekommer kapillarvand, kan der foregå en vandtransport i dampform fra dybereliggende vandoverflader. (Se afsnit 3.3, figur 7).

Herved fremkommer de karakteristiske fænomener for frysning af frostfarlig jord, idet isdannelsen formes som lag eller boller, Islinser, med største udstrækning vinkelret på frostens indtrængningsretning. Den samlede frosne vandmængde i det frosne jordlag forøges hurtigt væsentligt ud over jordens oprindelige vandindhold i ufrosne tilstand, og frosthævningerne bliver derfor langt større end den oprindelige vandmængdes udvidelse ved frysningen.

Følgende figur illustrerer skematisk, hvorledes islinsedannelser udvikles i jorden.

Figur 5.



Islinsedannelser i jord. Ved frit vands omdannelse til is i større porer og hulrum tiltrækkes kapillarvand fra omgivende jord, og islinsedannelse begynder. Er der mulighed for fortsat vandtilførsel fra grundvand, vokser islinserne, og der optræder frosthævninger.

De gennemgribende skader opstår ofte først om foråret, når varmen trænger ned i underbunden. Islinserne smelter fra oven, og det vand, der derved bliver frit, kan på grund af de underliggende islinser kun vanskeligt synke ned. Følgen er en hurtig forøgelse af vandindholdet udover det forhåndenværende porevolumen i de øvre jordlag, hvilket fører til en stærk nedgang i bæreevnen.

Under trafikbelastningen fremkommer herved en overbelastning af de øvre jordlag, som er årsag til de kendte tøbrudsskader.

### Planlægning for og praktisk udførelse af jordarbejde om vinteren

I det følgende er givet en række eksempler på arbejdsoperationer og hjælpeforanstaltninger, der er forsvarlige og fornuftige at udføre i en vinterperiode såvel ud fra arbejdstekniske som økonomiske synspunkter.

**Forundersøgelser.** Vintertiden er velegnet til udførelse af det meget omfattende markar-

bejde, der ofte går forud for et større jordarbejde, idet man kan færdes i terrænet uden risiko for at beskadige afgrøder. Terrænmålinger for linjeføring og jordarbejder foregår lettere på grund af den mindre beplantning, og transport af materiellet til de geodætiske undersøgelser kan foregå mere ubesværet i vintertiden.

**Blødbundsarbejder.** Blødbundsarbejder har i adskillige år med fordel været udført i vintertiden. Såvel udgravningen, der normalt udføres med slæbeskovi, som udsætningen, hvad enten denne kan finde sted i umiddelbar nærhed af gravestedet eller kræver borttransport på lastbiler, er velegnede vinteroperationer. Ligeledes kan sandoptydninger under vandspjeldet, hertil kan endda anvendes sand, der indeholder frosne klumper, foregå uden særlige foranstaltninger, når blot tilkørselsforholdene er i orden.

### Udførelse af dybe udgravninger.

Udførelse af dybe udgravninger er en velegnet operation til vintertiden, idet fjernelse af en eventuel frostskorpe betyder et forholdsvis lille ekstraarbejde i forhold til den mængde ufrosne jord, der derved umiddelbart er til at udgrave og flytte. For at skabe så lille angrebsoverflade som muligt for yderligere frostskorpedannelse er det fordelagtigt at operere med gravemaskine og lastbiler og ikke med dozer ell. lign. Den forholdsvis lille gravefront kan efter afslutning af en dags arbejde beskyttes mod væsentlig frostskorpedannelse ved afdækning med isoleringsmaterialer.

I fugtige perioder, hvor transport på det udgravede område ikke er ønskelig, kan højdeske erstattes med dybdeske eller slæbeskovi placeret på det højere liggende endnu uafgravede område, hvortil der så må sikres adgang for lastbilerne.

Bunden af udgravningen skal daglig afrettes.

En god regel er, at al opgravet jord lægges endeligt på plads og komprimeres med det samme.

Det er for det første en økonomisk arbejdsmetode, men i vintermånederne er den væsentligste motivering, at en jordbunke, der er lagt løst op, efter en smule regn bliver ganske uhåndterlig, og udtørringen kan vare måneder.

### Fundamentsudgravning

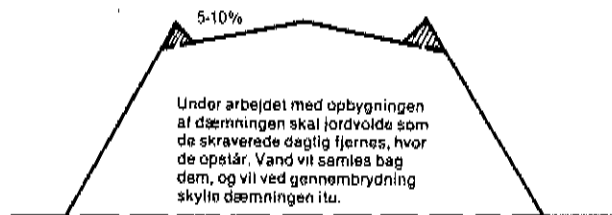
Ved udgravning f.eks. for fundamenter skal der sørges for, at støbning følger så hurtigt som muligt for at undgå opblødning af bunden i en ventetid.

Det er en god foranstaltning at vente med udgravning af de sidste 5-10 cm i dybden indtil umiddelbart før støbning skal foregå.

### Opbygning af dæmninger m.m.

Kohæsjonsjord, der udlægges til opbygning af en dæmning eller på en tlp, skal lægges med afrettet overflade med fald på mindst 5 pct., og der skal drages omsorg for, at vandet kan komme bort. (Se figuren).

Figur 6.



Daglig foranstaltning ved opbygning af dæmning i den fugtige årstid.

Den sidste afretning bør ske med en bulldozer kørende baglæns, så bladet slæber, og derved glatter sporene.

En frontlæsser er ikke så velegnet, da dens skovl har tænder, der sætter mærker, hvori vand kan samle sig.

Selv ved arbejde, der kun er midlertidige, er det en god foranstaltning at glatte overfladen yderligere af med en tromle.

Det vil ofte være vanskeligt at opnå den ønskede komprimering af indbygningsjorden, fordi vandindholdet er for stort.

#### Jordforbedring med kalk.

En yderst effektiv metode til at modvirke generne af for stort vandindhold - for komprimering - i kohæslonsjord, er at sammenblende jorden med pulveriseret brændt kalk.

For hver vægtprocent kalk, der tilsættes jorden, »kompenseres« for ca. 4 vægtprocent generende vand.

I praksis er set anvendt fra 3 til 10 kg kalk/m<sup>2</sup> udspredd jord af ca. 30 cm tykkelse - i hvert tilfælde naturligvis afhængigt af det aktuelle vandindhold i jorden.

Efter udspreddningen foretages en lettere sammenblanding af jord og kalk, og straks efter denne sammenblanding er komprimering mulig, virkningen af kalktilsætningen er øjeblikkelig.

Af figuren side 59 fremgår virkningen af kalktilsætning som ovenfor beskrevet.

#### Økonomisk afvejning.

Der skal naturligvis altid foretages en økonomisk afvejning af forholdene med hensyn til, hvad der er forsvarligt at foretage af ekstraforanstaltninger for at kunne fortsætte arbejdet.

Er således udgifterne til jordarbejde ringe, set i forhold til det bygværk, der skal etableres, kan en procentuel høj ekstrainsats gøres. Omvendt hvis det modsatte er tilfældet.

Det skal også tages med i betragtningen, i hvor stor udstrækning senere sætninger kan toleres. Det vil måske være en billigere løsning at gøre mindre ud af komprimeringen og i stedet ofre penge på senere retablering.

#### Udsætning af overskudsjord.

Såfremt transportvejene tillader det, er udsætning af overskudsjord, der ikke skal komprimeres, en særdeles velegnet operation for vinterperioden. Man skal her i ganske særlig grad have opmærksomheden henledt på eventuelle muligheder for at anvende den frosne jord, idet denne alligevel ikke er anvendelig i fyldeområder.

#### Lastbiltransport af jord.

Såvel våd som frossen jord har en tendens til at hænge fast i en lastbils stållad. Denne ulempe kan i nogen grad afhjælpes ved inden læsningen at sprede et ganske tyndt lag tørt sand over vognladets bund.

#### Sneens indvirkning m.m.

Sne på endnu ikke berørte afgravningsarealer virker i nogen grad som et isoleringslag og bør ikke fjernes før det tidspunkt, hvor jordarbejdet på det pågældende sted skal påbegyndes.

Til undgåelse af store ansamlinger af sne, hvor arbejdet skal foregå, kan opsætning af sneskærme tjene som en gavnlig foranstaltning. Sne må ikke indbygges i dæmninger.

#### Mer-udgravning grundet frostskorpe.

Ved vejarbejder, hvor man af hensyn til transport på vejene midlertidigt har udskudt afgravningen af det sidste lag, kan det ske, at frostskorpen strækker sig ned i underbunden. I stedet for at afvente frostsorpens forsvinden kan det betale sig at fjerne hele frostskorpen og erstatte mer-udgravningen med et lag bundsikringslagssand, således at bundsikringslagets tykkelse forøges.

En sådan anvendelse af frostsikker erstatningsfyld kan i lerede jorder også være nødvendig udenfor vintersæsonen, såfremt underbunden er for våd til at behandles direkte, og ville kræve kalkstabilisering for at kunne komprimeres.

#### Råjordsarbejder udført med midlertidig overhøjde.

I de engelske normer for vejarbejde er der foreskrevet, at afslutningen af råjordsarbejdet skal ske i 2 tempi. I afgravningsområder skal der i første omgang afgraves til 30 cm over færdig underbund, mens der i påfyldningsområder skal opfyldes til 15 cm over færdig underbund. Dette gøres med henblik på at lade jordtransporter foregå på disse områder uden større risiko for beskadigelse på underbunden. Ved den endelige udførelse af underbunden skal fjernelse af disse ekstralag foregå i én operation, og i direkte fortsættelse heraf skal overfladebehandling udføres.

Den fjernede overskudsjord skal, efter tilsynets anvisning, enten udsættes eller indbygges andetsteds i vejanlægget.

#### Lille dagligt arbejdsområde.

Hvad der tidligere er nævnt om så lille dagligt arbejdsområde som muligt, gælder generelt ved jordarbejder om vinteren. Den daglige vedligeholdelse af det behandlede areal, såvel for at undgå frost- som vædegener, er meget vigtigt, og arbejdet hermed indskrænkes ved ikke at åbne for mere end nødvendigt for arbejdets daglige fortsættelse. I særlig kritiske perioder er døgndrift, eventuelt blot med nedsat styrke, en mulighed.

#### Tilsyn med midlertidigt lukkede arbejdspladser.

På arbejdspladser, hvor arbejdet midlertidigt indstilles i en del af vinterperioden, er et regelmæssigt tilsyn nødvendigt for at forebygge og forhindre beskadigelser på helt eller delvis udførte arbejder. Især må man sikre sig, at afvandingen fungerer overalt, og at større ansamlinger af snedriver ikke ved tøbrud vil forårsage oversvømmelser og opblødning af arbejdsområdet.

### Forholdsregler mod ulemper ved for stort vandindhold

Til at modvirke generne ved et for stort vandindhold i kohæsiv jord skal omtales nedenstående.

#### Udsæt muld- afrensning

Et eventuelt muldlag har en stor drænende og lastfordelende evne. Man skal derfor ikke kritikløst fjerne al muld fra et arbejdsområde, men skal overveje, om der sker nogen skade ved at bevare dette lag på færdselsarealer og pladser vinteperioden igennem. Selv i komprimeret stand vil laget bevare meget af sin drænende virkning, og de plante-rødder der findes, virker som en armering, der fordeler et hultryk over et større areal.

Det er løvrigt en almindelig erfaring, at en muldet overflade er langt mere bæredygtig end ren mineraljord. Humus synes at være en naturlig stabilisator for lerjord.

#### Kalkstabilisering.

På lerede jorder med mere end 8-10 pct. ler, hvor muldlaget er fjernet, kan jordens bæreevne bibeholdes eller genoprettes ved en kalkstabilisering.

Selv på kohæsionsjord med meget højt vandindhold kan opbygges bæredygtig vej med kalk. Kalken - ca 0,7 kg/m<sup>2</sup> cm tykkelse - udspredes på den groft afrettede jordoverflade. Efter en omhyggelig sammenblanding-røtavator el. tallerkenplov-komprimeres. Inden trafikering bør overfladen afdækkes med skarpt grus.

### Forholdsregler mod frostskepedannelse

Ved at isolere et jordareal kan man sikre sig helt mod dannelsen af frostskeper.

Valget af isolationsmateriale træffes ud fra økonomiske overvejelser, hvor ikke alene materialets anskaffelsespris, men også arbejdslønnen ved udlægning og aftagning skal tages i betragtning.

Følgende materialer er velegnede:

1. Løs halm, halmballer eller halmmåtter, alt med en vandafvisende tildækning.
2. Tang, ligeledes med vandtæt dækning.
3. Vintermåtter.

Af ovenstående er materialerne halm og tang langt billigere i indkøb end vintermåtter. De har imidlertid ikke samme genanvendelsesgrad som disse, ligesom de kræver betydeligt mere arbejde ved såvel udlægning som aftagning og vil være tilbøjelige til at medføre svineri på arbejdspladsen.

For orienterings skyld er nedenfor i tabellen foretaget en sammenligning af isolationsværdien af løs halm, sammenklappet halm og mineraluld indsat i plastic til vintermåtter.

Værdierne i kolonnerne med mærket  $\lambda$  er udtryk for isolationsevnen, jo lavere  $\lambda$  jo bedre isolationsevne.

I nævnte rækkefølge vises eksempler på isolationsevnen når isoleringen er: 1: tildækket med plast, 2: uden plastdække i vindstille, 3: uden plastdække med svag vind.

Tabel 8.

	Halm m. rumvægt 15 kg/m <sup>2</sup> $\lambda$	Halm m. rumvægt 30 kg/m <sup>2</sup> $\lambda$	Mineraluld rumvægt 30 kg/m <sup>2</sup> $\lambda$
1.	0,24	0,05	0,035
2.	0,28	0,06	
3.	0,35	0,19	

Halm med rumvægt 15 kg/m<sup>2</sup> tilsvarende den pakningsgrad, man opnår ved at ryste halmen løst udover grunden.

For at opnå en rumvægt på 30 kg/m<sup>2</sup> er det nødvendigt med en komprimering med høtvy el. lign. Det er bemærkelsesværdigt, at en sådan komprimering øger den tildækkede halms isolationsevne ca. 5 gange, medens den utildækkede halms isolationsevne ved blæst kun øges 2 gange ved komprimering. Værdien af tildækning fremgår umiddelbart. Et eventuelt jordareal, der skal behandles sidst på vinteren, behøver ikke holdes tildækket hele vinteren igennem. Takket være den varme, der akkumuleres i jorden i den resterende del af året, er det muligt ved isolation at optø en allerede dannet beskedne frostskeper. Optøningen kan man regne med vil foregå med en hastighed af et par cm i døgnet. Det er således muligt at regne sig frem til, hvorlængde før et gravearbejde startes, tildækningen skal foretages for at nedbryde en frostskeper, enten til en håndterlig lykkelse eller helt.

Man skal dog være opmærksom på, at der kan være faktorer, der forsinker nedbrydningsprocessen endog væsentligt, f.eks. meget stort vandindhold i den ufrosne men nedkølede underjord, et sandlag der kan virke isolerende eller andet.

Jo mindre arealet af det isolerede lag er, i forhold til det jordvolumen som beskyttes, jo større er virkningsgraden af isolationen pr. m<sup>2</sup> udgravet jord. Isolering er derfor især rentabel ved arbejder som:

1. Udgravninger for ledninger.
2. Udgravning for fundamenter.
3. Sikring af gravefronter mod frysning.
4. Sikring af udgravede fundamentshuller mod frysning af bunden.

Er isolering af jorden foretaget, er det vigtigt at isoleringen under arbejdets gang kun fjernes der, hvor det daglige gravearbejde skal foregå, da der ellers under arbejdets gang dannes generende frostskeper. Ved udgravning af såvel byggegruber som grøfter i frostperioder gælder det, at efterfølgende arbejder skal udføres hurtigst muligt. Derved undgås foranstaltninger til hindring af frostskepedannelse.

### Forceret nedbrydning af frostskeper

I de tilfælde hvor et arbejde først påbegyndes i selve vinterperioden, eller hvor man på et igangværende arbejde ikke i tide har foretaget eller kan foretage foranstaltninger til imødegåelse af frostskepedannelse,

kommer eventuelt ved jordarbejdets udførelse ekstraarbejde med forceret nedbrydning af en frostskorpe.

Metoder der kan anvendes:

**Oprivning.** Oprivning af skorpen med en »ripper« eller med et skråtstillet dozerblad påmonteret en svær traktor.

**Optøning ved el.** Optøning af skorpen med lavspændte el-varmekabler udlagt på jorden under en vellsolerende afdækning i 5-10 cm højde.

**ved varm luft** Optøning af skorpen ved indblæsning af varm luft i en tunnel af let pladejern, plast på rammer eller lignende og med en højde på 20-30 cm.

**ved damp** Optøning af skorpen ved damp der blæses ind under presenninger udlagt direkte på jorden.  
Metoden er hurtig, da dampen afgiver megen varme ved kondensering til vand, hvorfor der hyppigt skal ske en omplacering af dampslangerne.  
De store mængder kondensvand, der dannes, giver store gener, fordi vandet ikke kan trænge ned i jorden, der skal derfor være truffet foranstaltninger til bortledning.

**Knusning.** Knusning af skorpen med faldkugle eller ramslag. Da et frosset muldlag har en mere spred karakter end et frosset råjordslag, har knusning som her nævnt større virkning på det frosne muldjordslag.  
Under givne omstændigheder taler også denne omstændighed for bevarelse af muldlaget, indtil arbejdet det pågældende sted skal begynde.

**Sprængning.** Boring og løssprængning af skorpen. Dette må dog kun ske under medvirken af virkelig sprængningskyndige folk.

**Optøning med pulverkalk.** Metoden er egnet ved mindre rendegravning (smalle render). Den ønskede rende begrænses af to langsgående bomme, f.eks. 100 x 100 mm. Mellem bommene udlægges et lag på 6-8 cm pulverkalk, der vandes, og det hele overdækkes.  
Læskningsvarmen vil være nok til at optø ca. 30 cm skorpe i løbet af en nat.

Metoden, der vælges til nedbrydning af frostskorpe, afhænger af lokale forhold.

Frostsorpens tykkelse.  
Forhåndenværende hjælpegrej.  
Forhåndenværende gravemateriel.  
Hastigheden hvormed nedbrydningen ønskes foretaget.

**Optøning ved varmluft.**

**Resultater fra praksis med nedbrydning af frostskorpe**

Praksis har vist, at luftindblæsning - under dække af vintermætter anbragt ca. 10 cm over jorden - fra en varmeovn med en kapacitet på ca. 20.000 kcal/time, ved en lufttemperatur på + 8°C i løbet af 10 timer var i stand til at optø de øverste 30 cm af en 60 cm tyk skorpe over et område på 30 x 1 meter.

**Optøning ved el.** I kuldeperioden i begyndelsen af marts 65 blev der udført vellykkede forsøg med denne form for optøning. Som varmelegemer fungerede 2 længder finmasket kyllingenet, hver 29 meter lange og 45 cm brede. Nettet blev anbragt parallelt ved siden af hinanden og med en fri afstand på 1 m, idet den pågældende ledningsgrav skulle være 2 m bred. Den anvendte strøm var 380 V vekselstrøm, der ved hjælp af 4 stk. 3,3 kW transformere parallelforbundet på primær og sekundær side, blev reduceret til 13 V, og gennem en kraftig, isoleret kobbertråd ført til nettene. Forbindelsen mellem kobbertråd og net etableredes ved hjælp af dobbelte galvaniserede skinner, i hvert nets fulde bredde. Hele systemet afdækkedes med vintermætter på oversiden, og ved en gennemsnitsudetemperatur på + 5°C lykkedes det i løbet af 24 timer at få optøet frostskorpen under hvert net i en dybde af 25 cm - tilstrækkeligt for rendegravningen til at brække den resterende skorpe i stykker og løfte den ud af graven.

Der blev ialt lavet forsøg på 3 strækninger à 29 m, og omkostningerne herved beløb sig til ca. 9,50 kr. pr. løbende m. grav, svarende til 4,75 kr. pr. m<sup>2</sup>.

For begge metoder gælder, at optøning af frostskorpe helt eller delvist kan finde sted ved nattetid.

Fra et svensk »optøningsprojekt« kan følgende refereres, der blev forsøgsvis anvendt 3 metoder med elektrisk optøning:

1. Med egentligt varmekabel.
2. Med uisoleret wire.
3. Med hønsenet.

Der blev i alle tre tilfælde udlagt 15-30 cm tørt grus over arealet, der skulle optøs, og de elektriske ledninger blev lagt ned i gruset i direkte kontakt med den frosne jord.

Ved varmekablerne fik man det bedste resultat. Her fik man på 21 døgn optøet 1,5 m. frostskorpe ved ca. 40 W/m<sup>2</sup>.

Med uisoleret wire var det nødvendigt at tilføre ca. 80 W/m<sup>2</sup> for at opnå en tilsvarende optøning. Det antages, at grunden hertil er den, at der ved denne metode sker en hurtig udtørring af jorden nærmest varmekilden. Det udtørrede jordlag har stor isolerende virkning.

**Konklusion.**

Alle metoder til nedbrydning af frostskorpe er dyrere end tildækning. For mekanisk nedbrydning koster det fra et par kr. pr. m<sup>2</sup> og opetter, for accelereret optøning fra 4-5 kr. pr. m<sup>2</sup> og opetter.

## KOMPRIMERING AF JORD

Formålet med komprimering er at sikre bæreevne og stabilitet. For komprimeringsformål har enhver lerholdig morænejord et ideelt vandindhold, det optimale. Hvad enten vandindholdet i jorden er større eller mindre end det optimale opnås ringere grad af komprimering - ringere tæthed hos jorden - med samme komprimeringsenergi. Jordens tæthed er et mål for forholdet mellem jordmineraller, vand og luft i jorden.

Ved komprimering uddrives luft fra jorden. (Kun i stærkt gennemtrængelige jorder som grus og groft sand kan komprimering medføre udpresning af vand).

I en velkomprimeret morænejord er der følgende forhold mellem de tre komponenter, målt i volumenprocent:

Mineraler ca. 75%, vand ca. 20% og luft ca. 5%.

## JORDENS TILSTANDSLIGNING

For jord kan opstilles en tilstandsligning der har følgende udseende:

$$\frac{100 + V_a}{\delta_d} + \frac{100}{\delta_s} = w, \text{ hvor:}$$

$\delta_d$  angiver tørtætheden - vægten af en volumenenhed af den pågældende jord, efter at vandet er fordrevet. Måles i kg/l eller ton/m<sup>3</sup>.

$\delta_s$  angiver kornvægtfylden for jordens mineraler.

w angiver vandindholdet i % af tørtætheden.

$V_a$  angiver volumenprocent luft i jorden.

## PROCTORINDSTAMPNING

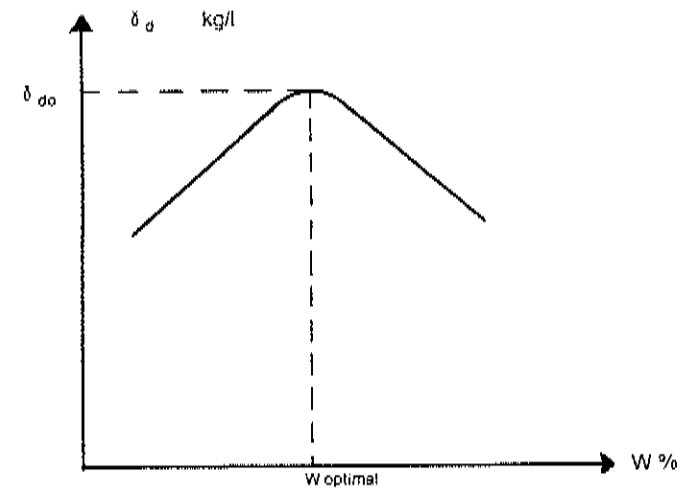
Der er standardiseret en indstampningsmetode - Proctorindstampning - der blandt andet anvendes til at fastslå jordens for komprimering gunstigste vandindhold - det optimale vandindhold.

Ved indstampningen måles opnået tørtæthed hos jorden  $\delta_d$  i afhængighed af vandindholdet w.

### Proctorkurve.

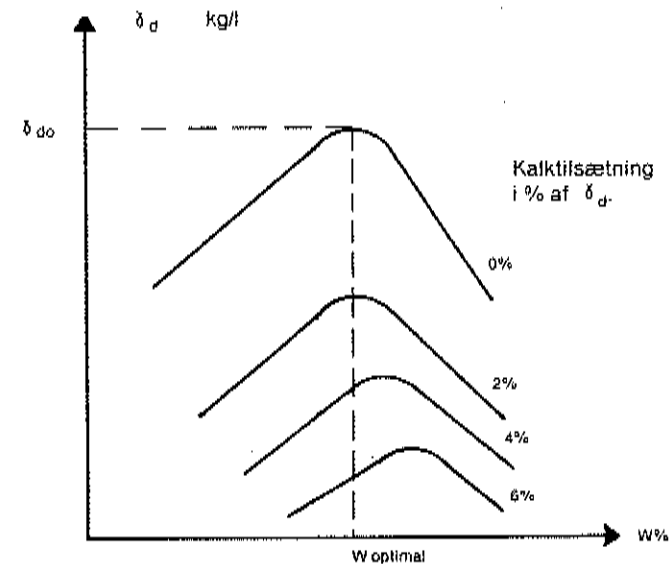
Ved af af sætte samhørende værdier af  $\delta_d$  og w i et koordinationsystem kan optegnes den for jordprøven karakteristiske proctorkurve, hvoraf aflæses  $\delta_{d, \max}$  og  $w_{\text{opt}}$ . For kohæsionsjord vil proctorkurven typisk have et udseende som vist på følgende figur 7.

Figur 7.



Eksempel på proctorkurve

Figur 8.



Eksempel på proctorkurvens ændring ved forbedring af jorden med pulveriseret brændt kalk. (Se side 52).

## KRAV OM IVÆRKSÆTTELSE VEJRLIGSFORANSTALTNINGER VED JORDARBEJDER

Som det er nævnt i det foregående, foreligger der krav om iværksættelse af vejrligsforanstaltninger i forbindelse med byggearbejder, men ikke i forbindelse med egentlige anlægsarbejder.

Spørgsmålet opstår da, hvornår vejrligsforanstaltninger kræves iværksat i forbindelse med jordarbejder, og hvornår ikke?

Svaret herpå må blive:

1. Vejrligsforanstaltninger kræves iværksat ved jordarbejder med direkte tilknytning til byggeri.
2. Vejrligsforanstaltninger ved rene anlægsjordarbejder, samt ved jordarbejder uden direkte tilknytning til byggeriet, kan udelades såfremt bygherren foretrækker en sådan afbrydelse af arbejdet.

ad 1. At jordarbejdet har direkte tilknytning til byggeriet, forstås således, at byggeaktiviteter hindres i videreførelse eller forsinkes såfremt jordarbejdet indstilles.

I dette tilfælde gælder bestemmelserne i Bøllministeriets bekendtgørelse om vinterbyggeri.

Det forventes (i juni 80), at bekendtgørelsen bliver udsendt i revideret form til efteråret. Det rent tekniske stof er udarbejdet, og for så vidt gælder jord- og kloakarbejder lyder den udarbejdede vejledningstekst således:

### FORANSTALTNINGER VED JORD- OG KLOAKARBEJDE

#### a. Foranstaltninger mod pløre- og frostulemper

Pløre på vandfølsomme jorder (kohæsionsjorder) kan effektivt bekæmpes ved valg af den rette fremgangsmåde for arbejdets udførelse samt ved valg af de rette vejrligsforanstaltninger.

En første og selvfølgelig forudsætning for en effektiv afledning af såvel nedbørsvand som vand, der kommer fra eventuelle højereliggende naboarealer.

Nedbørsvand skal hurtigt fjernes fra arbejdsområdet, således at det ikke får mulighed for at forringe arbejdsbetingelserne.

På afgravningsområder, transportområder og påfyldningsområder skal det daglige arbejde afsluttes med afglatning og evt. komprimering. Arbejdet skal tilrettelægges, således at afglatningen kan udføres med fald.

Selvom arbejdet tilrettelægges i henhold til ovenstående, vil vandindholdet i jorden uundgåeligt vokse i vinterens løb. Derved vil jordens bæreevne mindskes samt komprimeringsmulighederne og dermed de fleste indbygningsmuligheder falde bort. (Forbedring af Indbygningsjord er behandlet under punkt f).

Hvor jordens bæreevne er nedsat som følge af vandindholdet, er det vigtigt, hvor det er muligt, at anvende materiel med ringe fladetryk. Hvor en sådan fremgangsmåde ikke er mulig eller tilstrækkelig, må fladetrykket på jorden formindskes som vejrligsforanstaltning ved udlægning af jernplader eller lignende.

Ved fundamentsarbejder bør støbning så vidt muligt foretages umiddelbart efter, at udgravningen er tilendebragt. Kan dette ikke påregnes, kan det være hensigtsmæssigt at foreskrive, at maskinudgravningen indstilles 5-10 cm over den færdige bundkote. Den resterende jordmængde fjernes da først, umiddelbart før støbningen foretages.

Frostulemper kan afværges ved isolerende tildækning af arbejdsområdet. Udgifterne til tildækning skal vurderes i relation til de meromkostninger, der er forbundet med opgravning og bortskaffelse af frossen jord.

#### b. Fjernelse af nedbør fra terræn og udgravninger

Nedbør, der falder direkte i udgravninger, skal straks fjernes, således at opblødning undgås. Vandansamlinger på fremtidige arbejdsarealer i terræn skal ligeledes fjernes. Det vil derfor være nødvendigt til stadighed at have adgang til pumper.

#### c. Frostsikring af jord, hvor frysning kan medføre skader på udførte konstruktioner

Konstruktioner (konstruktionsdele), der under udførelsen i vinterperioden hyller direkte på frostfarlig jord, skal beskyttes mod den ødelæggelse, der kan forekomme ved frysning og frostudvidelse af jorden. Beskyttelsen sker ved en isolering af jorden udført i et sådant omfang, at der effektivt sikres mod frostnedtrængning.

Beskyttelsen kan eventuelt alene bestå i, at en tilbagefyldning fremskyndes.

#### d. Sikring af tilfyldningsjord mod nedbør og frost

Opgravet jord, der skal benyttes som tilbagefyld, skal i vinterperioden beskyttes mod nedbør og frost, således at jordens anvendelighed bevares.

Beskyttelsen sker ved at opbygge jorddepotet med kraftigt fald på alle overflader. Disse skal udføres afglattede og delvis komprimerede. Toppen bør endvidere helst tildækkes med presenning eller plastfolie.

Skal jorden genanvendes i vinterperioden, kan det endvidere komme på tale at foretage en frostsikring.

#### e. Forbedring af uegnet tilbagefyldsjord ved sammenblanding med kalk eller andre tilførte materialer

Såfremt tilbagefyldsjord trods foranstaltninger som anført under punkt 2d er uegnet i relation til den krævede komprimering, kan der evt. foretages en jordforbedring enten ved sammenblanding med pulveriseret brændt kalk eller ved en delvis udskiftning og sammenblanding med mere velegnet (tørt) jordmateriale. Det er afgørende for resultatet af de nævnte metoder til jordforbedring, at der kan foretages en maskinel sammenblanding af den uegnede tilbagefyldsjord og det tilførte materiale.

Effekten ved sammenblanding med brændt kalk beror på, at kalken straks efter udspreddingen og sammenblandingen optager en del af jordens vandindhold og læsker. Ved læskningsprocessen udvikles varme, der fremkalder en kraftig fordampning.

For hvert 25-30 cm udlagt jordlag kan der vejledende regnes med et forbrug på min. 5 kg. kalk pr. m<sup>2</sup>. Det nødvendige forbrug af kalk er afhængig af jordens faktiske vandindhold, således at der skal bruges mere kalk desto vådere jorden er. Komprimering kan foretages straks efter sammenblandingen.

Ved sammenblanding med tilført jord med mindre vandindhold vil det resulterende vandindhold afhænge af mængden af udskiftet jord. Tilbagefyldsjord og tilført jord bør udlægges lagvis.

#### **f. Udskiftning af uegnet tilbagefyldsjord**

Ved meget store vandindhold i tilbagefyldsjord kan det være nødvendigt at foretage en totaludskiftning med et egnet materiale - ofte fyldgrus.

Ligeledes vil det være nødvendigt at udskifte frosne jordklumper, idet sådanne ved en indbygning på et senere tidspunkt vil give anledning til ukontrollable sætninger. Frosne jordklumper indeholder altid relativt store mængder vand, hvilket medfører, at sådan jord selv efter optøning i de fleste tilfælde vil være ubrugelig som indbygningsjord.

Jordforbedring eller udskiftning er forbundet med store omkostninger. Det bør derfor overvejes, hvilke komprimeringskrav, der bør stilles. I de tilfælde, hvor sætninger for en periode kan accepteres, vil det ofte være økonomisk fordelagtigt at bekoste retablering af sætningerne fremfor at foretage de fornødne foranstaltninger for at undgå sætninger.

#### **g. Opbrydning af frostskepper**

Hvor jordisolering ikke er udført, vil der ved frostperioder hurtigt dannes frostskepper, som det vil være nødvendigt at opbryde. Selv om opbrydningen kan ske med det anvendte gravemateriel, medfører frostskeppen nedsat gravekapacitet samt øget slitage på materielle, og opbrydningen vil derfor betyde en ekstrainsats.

Har frostskeppen opnået en sådan tykkelse, at gravemateriellet ikke er i stand til at opbryde den, kan der foretages en oprivning med ripper, knusning med faldlod eller en sprængning. Sprængningen skal foregå under kyndig vejledning.

I en række tilfælde vil det være fordelagtigt at foretage en optøning af frostskeppen. Optøningen kan ske enten med varm luft eller med damp. Hvis der anvendes damp, skal man være opmærksom på, at der vil forekomme store mængder kondensvand. Ved mindre arealer som for eksempel ved røndefundamenter kan optøning foretages med brændt kalk, der bringes til læskning.

#### **h. Forbedring eller udskiftning af vejrligsødelagt bund**

Såfremt der direkte på en råjordsoverflade, der på grund af et for højt vandindhold ikke har den fornødne bæreevne, skal udføres konstruktions- såsom veje, gulve og fundamenter, skal der foretages en forbedring eller udskiftning af den vejrligsødelagte bund.

Foranstaltningernes karakter afhænger af den aktuelle jordart, vandindholdet, arealets størrelse og placering m.v.

Jordforbedring kan bestå i en kalkstabilisering på kohæsive jorder eller i en cementstabilisering på friktionsjorder.

Ved udskiftning fjernes den vejrligsødelagte bund ned til bæredygtigt lag og erstattes med egnede materialer.

Forholdene kan også afhjælpes ved at placere en diffusionsåben filterdug mellem jordoverfladen og den ovenpå kommende konstruktion.

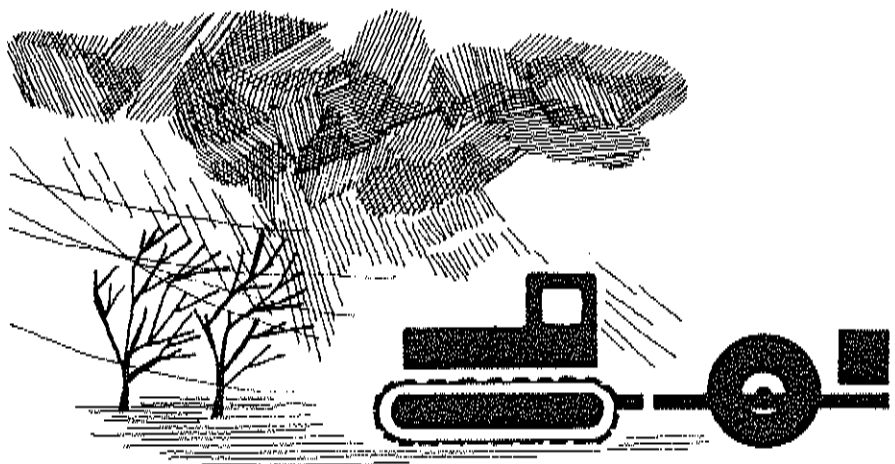
#### **Kommentar:**

Den gengivelse af vejledningen, der er foretaget ovenfor, er skrevet på et tidspunkt, hvor bekendtgørelsen endnu ikke er færdigbehandlet. I den endelige udformning kan derfor forekomme mindre væsentlige afvigelser fra teksten ovenfor.



# 3.2





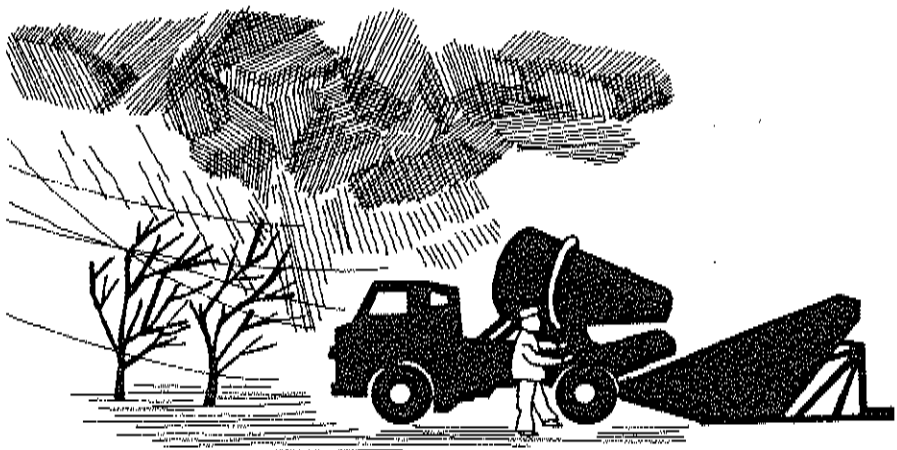
#### GRATIS KONSULENTTJENESTE OM VINTERARBEJDE

For såvel Bygge- som Anlægsarbejder kan rekvireres GRATIS KONSULENTASSISTANCE for så vidt gælder assistance i forbindelse med PLANLÆGNING eller/og UDFØRELSE af arbejderne i vinterhalvåret. HENVENDELSE til BYGGECENTRUM, Gydeniøvesgade 19, 1600 København V, telefon 01-12 73 73.

Att. Ing. PER ARLETH for rene byggearbejder, se dog\*

Att. Civ. Ing. Axel Kofoed for anlægsarbejder og spec. jord og beton.

\*) For rene byggearbejder vest for Storebælt sker henvendelse til: Ark. m.a.a. AAGE HAMRUM, Skanderborgvej 201, 2., 8260 Viby J., telefon 06-14 10 00.



#### KLOAKARBEJDER

I adskillige tilfælde er det muligt at gennemføre kloakarbejder i vintermånederne ved at træffe få ekstraforanstaltninger. I andre tilfælde kræver vintergennemførelsen en større indsats af ekstraforanstaltninger, men kloakarbejde må generelt kendetegnes som et vintervenligt anlægsarbejde.

#### Udgravningen

Med hensyn til jordarbejdet i almindelighed henvises til afsnit 3.1. Nedenfor behandles nogle forhold, der er specielle for kloakarbejder.

Hvor isolering af jorden planlægges, kan det betale sig at afgrænse mulden, hvor udgravningen skal foretages, inden vinterperioden. Muldlaget bør derimod bevares udenfor selve udgravningsarealet, hvor færdsel skal foregå.

Den afgrænsede rende gøres bredere end selve udgravningsområdet, og i renden placeres isoleringen, således i nogen grad beskyttet mod blæsten.

Ved selve udgravningen skal der holdes en forsvarlig banket, min. 1 m bred, fri på den side hvor jorden oplægges, også selvom der ikke skal foregå færdsel her. I en vinterperiode med vekslen mellem frost og tø vil der altid være ekstra stor risiko for jordskred, og risikoen øges ved at belaste udgravningens kant. Dertil kommer faren for, at sten eller isklumper frigøres fra overfladen af den oplagrede jord.

Ved udførelsen af eventuel afstivning skal der også tages hensyn til den øgede risiko for jordskred ved fastsættelsen af afstivningens dimensioner. Hvor der arbejdes uden afstivning, skal udgravningens anlæg gøres større (fladere) end, hvad der under sommerforhold ville vælges med den pågældende jord. Mandskabet skal instrueres om øget ri-

siko for stenedfald i frostperioder, og arbejdslederen skal sørge for, at kravene om flugtmuligheder i graven overholdes. Den endelige afretning af udgravningens bund skal først ske umiddelbart før rørlægningen, således at rørene kan lægges på frostfri, tør og fast bund.

#### **Rørsamlinger**

Rullegummiringsamlinger er en vintervenlig konstruktion. Såfremt der af den ene eller anden grund anvendes rør, der kræver mørtelsamlinger, skal rørenderne også i dette tilfælde renses omhyggeligt for snavs, sne og is, og de skal i frostperioder opvarmes, ligesom der skal anvendes varm mørtel.

#### **Nedgangsbrønde**

Anbringelse af nedgangsbrøndene virker ofte som en faktor, der griber forstyrrende ind i arbejdsgangen løvrigt. Dette gælder særlig under vinterforhold, hvor der ofte tilstræbes overlangstransport af den frisk opgravede jord for umiddelbar anvendelse til tilfyldning. Anvendelse af præfabrikerede brøndbunde og brøndringe til rullegummiringssamlinger bevirker, at brøndene kan udføres løbende i takt med kloakarbejdet løvrigt.

#### **Tilfyldning**

Tilfyldningen volder ofte problemer under vinterforhold, fordi jorden får mulighed for at optage så megen væde, at tilfredsstillende komprimering ikke lader sig foretage. Da tilfyldningen er en væsentlig og vigtig del af kloakarbejdet, gengives nedenfor lægningsbestemmelsernes angivelser herom, inden omtale af de foranstaltninger der kan sikre deres overholdelse på dette punkt.

#### **Lægningsbestemmelserne**

De i »Lægningsbestemmelserne« angivne bærefaktorer og anvendelsesområder er betinget af, at den endelige belastning på rørene kan betragtes som lodret og ensformigt fordelt over rørets øverste halvdel (hvorved skal forstås et vandret plan gennem rørtoppen af bredde som rørets udvendige bredde), ligesom understøtningsreaktionen skal være ensformigt fordelt. Opfyldes disse krav ikke, nedsættes rørens bæreevne betydeligt.

Heller ikke under fyldningen må rørene udsættes for anderledes rette- og fordelte belastninger end ovenfor angivet, da dette kan medføre overbelastning.

Derfor foreskriver »Lægningsbestemmelserne«, at fyldning og komprimering omkring og indtil 0,5 m over rørene skal ske som håndarbejde. Dette skal her fortolkes på den måde, at fylden nok med gravemaskine må lægges ned midt på rørene, men fordelingen og komprimeringen skal ske ved håndarbejde.

»Lægningsbestemmelserne« foreskriver endvidere, at fylden indtil 0,5 m over rørene skal være god jordfyld, hvilket må fortolkes som et ensartet, delvis stenfrit, bearbejdeligt og komprimerbart fyldmateriale.

Der forestås en større tilladelig stenstørrelse på 32 mm indtil centrumshøjde og 10 cm (håndsten) fra centrumshøjde og indtil 0,5 m over rørtop. Er der mindste tvivl om de forhåndenværende materialers egnethed som fyld, skal der anvendes grusfyld til en passende højde afhængig af en vurdering på stedet. Fed lerjord, mosejord, muld samt frostkumper er absolut uegnet som fyld.

Komprimeringen indtil 0,5 m over rørtop skal som nævnt være særlig omhyggelig (håndarbejde), men løvrigt skal der foretages en fornuftig komprimering af fylden i hele graven. Herved øges friktionen langs gravens sider, hvorved belastningen på rørene nedsættes. Komprimeringen skal fortsættes, efter at eventuel afstivning er fjernet.

For at undgå skæv belastning på rørene er det vigtigt ved fyldning med dozer eller andre jordmaskiner, at denne fyldning kun sker fra enden af graven, og det skal ved kørsel i graven påses, at der forinden er fyldt og komprimeret til så stor højde, at rørene ikke overbelastes.

Kurverne i »Lægningsbestemmelserne« appendix 2 kan ikke direkte anvendes i dette tilfælde, dels fordi de heraf aflæste mindste tilladelige lægningdybder forudsætter, at der er udført vejkasse med en bæreevne svarende til det anvendte akseltryk, og dels fordi dozerkørsel i graven lettere end trafikbelastning forårsager skæv belastning.

#### **Fremskaffelse af egnet tilfyldningsmateriale**

Såfremt det overhovedet er muligt, bør kloakarbejde under vinterforhold planlægges og udføres således, at der kan ske en overlangstransport af frisk opgravede jord til umiddelbar anvendelse til tilfyldning over en nyligt lagt rørstrækning.

I egen interesse skal bygherren løbende sørge for kontrol af den lagte ledning, idet der til stadighed kun bør være et lille antal metre af denne fri. Under nedbørsforhold kan det være nødvendigt at holde jorden til-dækket på transportredskabet for at hindre vædeoptagelse.

De foranstaltninger der eventuelt er nødvendige for at foretage denne overlangstransport, anlæg af interimveje parallel med ledningsgraven, fjernelse af eventuelle frostkumper fra den opgravede jord, og oven-omtalte tildækning under transport, henregnes i dette tilfælde under særlige vinterforanstaltninger.

Foranstaltningernes iværksættelse skal aftales ved arbejdets påbegyndelse, således at der ikke opstår aftaleproblemer, der kan virke sinkende, når de rent tekniske problemer melder sig. Kan ovennævnte fremgangsmåde af den ene eller anden grund ikke praktiseres, kan der være tale om, at opgravede jord skal lægges i depot for senere tilfyldning. Et sådant jorddepot må holdes tildækket for at hindre vædeoptagelse, eventuelt også for at undgå frysning af det øverste lag.

Der kan også være tale om at transportere den opgravede jord bort fra arbejdsområdet og tilfylde med erstatningsfyld, et velegnet grusmateriale.

### Rørgennempresning

Af mere speciel form for kloakarbejde kan nævnes gennempresning af rørene. Såfremt der på en ledningsstrækning forekommer et sådant stykke arbejde, er det naturligt at henlægge det til vinterhalvåret. Selve gravearbejdet vil foregå under et plørelag eller en frostskorpe. Det arbejdsområde, hvorfra det hydrauliske materiel opereres, er afgrænset og dermed let at afskærme mod vejrliget, eventuelt at opvarme.

3.3

## VINTERVEJBYGNINGENS HØVEDREGLER

Egnede vinterarbejdsopgaver øremærkes.

Masseflytning af jord om vinteren koncentrerer om stederne med de dybeste udtag.

Vegetationsdække og eventuelt snedække bevares så længe som muligt.

Ved at placere gravemaskinen nede i udgravningen forhindres, at isolationsdækket ødelægges af trafik.

Vegetationsdækket bevarer også den drænende effekt.

Reservemateriel skal især om vinteren være tilgængeligt.

Inden frosten har fået for godt fat udlægges fornøden isolering, dagligt fjernes ikke mere isolering end nødvendigt for at udføre dagens arbejde.

Om vinteren er det muligt at opbygge forstærknings- og bærelag med grove, frostfri materialer, som kan komprimeres med nødvendige tolerancer.

På halvblød bund udlægges filterdug.

Udlægning skal ske lagvis, sne og is fjernes før hvert lag udlægges

Til komprimering anvendes tungt, vibrerende materiel.

**TRYGGE ARBEJDSPLADSER OG RATIONEL UDNYTTELSE AF MASKINER OG Udstyr kræver at mulighederne for vinterarbejde vurderes i langtidspanlægningen.**

## VEJARBEJDER

Med sin sammensætning af aktiviteter med vidt forskellig vejrligssølsomhed frembyder vejarbejder både særlige vanskeligheder og særlige muligheder når det gælder udnyttelse af såvel arbejdskraft som materiel i samtlige af årets måneder - altså sæsonudjævning.

### Entreprisesammensætning.

Gennemført sæsonudjævning opnås ikke ved at betragte de enkelte nyanlæg separat.

Det er nødvendigt at sammeholde flere sådanne nyanlæg, i samme bygherrers regi, og sammensætte de enkelte entrepriser også ud fra en vurdering af vejrligssølsomheden hos aktiviteterne, der indgår i disse. »Vintervenlige« aktiviteter, det vil sige sådanne, der ved en rimelig indsats kan udføres i vinterperioden (-halvåret), »reserveres« til udførelse på denne årstid, medens omvendt aktiviteter der ikke, eller kun vanskeligt, gøres vintervenlige bringes til udførelse i sommerhalvåret.

Enkeltentrepriserne sammensættes derefter således, at beskæftigelsen sikres hele året.

Undtagelsesvis skal her refereres en artikel i et amerikansk vejteknisk tidsskrift.

Artiklens overskrift er »Double shifting keeps men and machines going all winter«.

I artiklen beskrives, hvorledes et stort vejbygningsentreprenørfirma tilrettelægger årets arbejde således, at firmaet kan holde en større stab af arbejdere og funktionærer i arbejde alle 12 måneder af året.

Arbejdstilrettelæggelsen består blandt andet i, at firmaet i vinterperioden indskrænker arbejdsområderne til et absolut nødvendigt minimum, fordi, som det også tidligere har været påpeget, ekstraforanstaltningernes omfang reduceres ved indskrænkede arbejdsområder. For at kunne give beskæftigelse til en arbejdsstyrke af samme størrelse som sommerperiodens styrke, hvilket jo var et af formålene, blev der om vinteren arbejdet i dobbeltskift.

## AKTIVITETER OG FORANSTALTNINGER

I det følgende omtales nogle ved vejarbejder væsentlige aktiviteter, samt vejrligsforanstaltninger, der er relevante ved de pågældende aktiviteter.

## JORDARBEJDER

I forbindelse med jordarbejder skal det fremhæves, at jord fra dybe udtag, det vil sige 3/4 m og dybere, ofte er umiddelbart egnede for indbygning, fordi vandindholdet ligger nær det optimale.

Såvel udgravning med gravemaskine og transport med dumpers kan tilrettelægges således, at jorden ikke får større mulighed for vandoptagelse inden placering på indbygningsstedet.

Med vandindholdet stadig nær det optimale kan jorden således direkte komprimeres.

Har yderligere vandoptagelse ikke kunnet undgås kan jorden på indbygningsstedet forbedres med kalk.

Også transportområdet kan forbedres med kalk. Selvom overfladevand bortledes hurtigst muligt vil der opstå vanskeligheder på grund af manglende bæreevne hos jorden, hvor de læssede dumpers skal køre. Udsprængning af nogle få kg kalk/m<sup>2</sup> vil ofte reducere vandindholdet og ændre jordens egenskaber tilstrækkeligt til, at transporten kan foregå. Det er i dette tilfælde ikke nødvendigt at foretage nogen særlig sammenblanding, en sådan foregår ved trafikken.

Er udtagsområdet meget koncentreret kan det komme på tale at udføre en egentlig kalkstabiliseret vej.

## Henvisninger.

Der henvises iøvrigt til litteraturreferencer bagest i dette afsnit, samt til afsnit 3.1, jordarbejder, og afsnit 4.1, arbejdspladsens veje.

## AFVANDINGSARBEJDER

### I egen trace

Afvandingsarbejder i egen trace, det vil sige udenfor det egentlige vejareal, er velegnede til udførelse i vinterhalvåret.

Af foranstaltninger, der kan komme på tale, skal nævnes:

Tildækning af arealer, hvor der senere skal graves, med vintermåtter, løst udbredt og let sammenklappet halm eller andet for frostbeskyttelse.

Tildækning af jord, oplagt i depot for senere tilfyldning, for at undgå vandoptagning og/eller frysning.

## I vejarealer

Udskiftning af for våd jordfyld

Overlangstransport af frisk opgravet jord for umiddelbar anvendelse til tilfyldning.

Interrimsveje, blandt andet for ovenstående overlangstransport.

Tildækning af jord på transportredskab for at undgå vædeoptagelse. Jordforbedring ved indbygning, med kalk eller ved delvis udskiftning til tørre friktionsmaterialer.

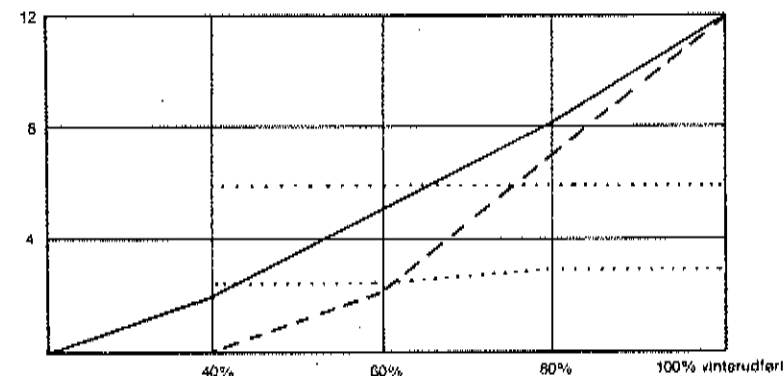
Ved udførelse af afvandingsarbejder i selve vejarealet kan der i nogen udstrækning ske skade på jorden i vejplanum, ligesom der ofte stilles større krav til komprimeringen ved tilfyldning. Det kan derfor blive nødvendigt med mere omfattende ekstraforanstaltninger i dette tilfælde, hvorfor afvandingsarbejder i selve vejarealet tenderer mod at være en virkeruvenlig aktivitet på kohæsionsjorde.

## BROARBEJDER

Broarbejder udføres i vinterhalvåret med beskedne udgifter til vejrligsforanstaltninger. Herhjemme ligger merudgifterne ved udførelse i vinterhalvåret som regel kun på nogle få procent, men selv i et decideret »vinterland« som Finland når man ikke over 12%, jvnf. figuren nedenfor:

Udgifter til vejrligsforanstaltninger i % af anlægsudgifterne.

Figur 9.



Brobygning-sammenhæng mellem brotype, andel udført om vinteren og udgifter til vejrligsforanstaltninger.

————— armeret betonbro

- - - - - beton elementbro

..... limtræbro

Finske erfaringer, gennemsnitlige landsdækkende værdier, over flere år.

Der henvises i øvrigt til afsnittene 3.1, jordarbejder og 3.4, betonarbejder.

## BUNDSIKRING OG BÆRELAG - OVERBYGNING

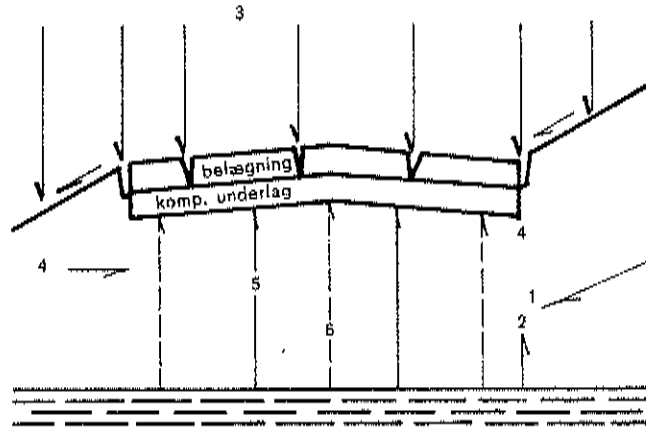
### Kohæsive jorde

På vandfølsomme kohæsive jorde kan arbejde med udlægning af bundsikring muliggøres i efterårs- og vinterperioden, når den færdige underbund forsynes med en egnede membran.

## Membran

Det vil sige en filterdug, der ikke er diffusionstæt. En tæt membran vil hindre vandet i jorden i fordampning. En stadig vandtransport nedfra vil bevirke, at der på undersiden af membranen sker en vandkoncentration, der gør, at jorden mister sin bæreevne. Der henvises til figur 10 for illustration af, hvorledes fugtighed kommer frem til vejens bærelag. (Figuren stammer fra Highway Research Board Bulletin nr. 225).

Figur 10



1. Nedsivning (infiltrering) af vand fra højere liggende arealer.
2. Stigning i grundvandet.
3. Gennem åbne porøse belægninger.
4. Indsivning fra rabatter, skrånninger og nedspor.
5. Opsugning fra grundvandet.
6. Ved dampdiffusion.

Forskellige måder hvorpå vand kan komme frem til et vejanlægs øvre del.

Omtalte vandkoncentration kan forårsage større gene end nedbøren. Den diffusionsåbne filterdug vil tillade fordampning og vil hindre underbundens materiale i at blive arbejdet op i bundsikringslaget. Ved udlægning af dette lag skal arbejdsgangen være den, at der køres på allerede udlagte lag.

## Afvanding af underbund.

For at sikre afvanding af overfladevand under arbejdets udførelse gives underbunden et tværfald på 5 pct. Betydelig mere end den færdige vejoverflade. Udligning af forskellen udføres i bundsikringslaget, hvis materialer er de billigste af det bærende lags.

## Forsøgning med kalkstabilisering

En forsøgning med 20-25 cm kalkstabilisering - udført ca. 3 måneder før frost - af råjordsplanum anvendes blandt andet ved motorvejsarbejder. Det er en effektiv foranstaltning, der sikrer, at udlægning af bundsikringsmaterialet, uden at der sker skader på det nøjagtige planumprofil der kræves, kan henlægges til vintermånederne.

## Materialer

Til bundsikringslaget må af hensyn til komprimeringen ikke anvendes materialer med frosne klumper. I perioder med vekslende frost og tø vil en blanding af salt i sand- og grusmaterialerne normalt kunne holde disse frostfri, indtil udlægning og komprimering har fundet sted.

For at give nogen effekt skal saltkoncentrationen være høj - 15 til 20 pct. af materialets vandindhold - og bygherrens godkendelse af en sådan fremgangsmåde skal sikres.

## Opfrysning af underbund

En opfrysning af det færdigudlagte og komprimerede bundlag anses ikke for at have nogen skadelig indvirkning på dette. Det kan efter lang tids frost være nødvendigt at genkomprimere overfladen før udlægning af det næste lag.

## Underbund uden membran

På underbund uden membran anbefales at udlægge bundsikringslaget i umiddelbar fortsættelse af planumsarbejdets færdiggørelse for at beskytte dette. Udlægning af bundsikring på en frossen underbund er en velegnet vinteroperation, når frosts korpens tykkelse ikke overskrider ca. 20 cm. Er skorpen væsentlig tykkere, kan udlægning af bundsikring ikke finde sted, planum vil efter optøning have mistet en del af sin bæreevne og vil kræve genkomprimering. I tøvejrperioder må udlægges føromtalt diffusionsåbne membran forud for bundsikringslaget. En sammenblanding af bundlagets og bundsikringsmaterialer må under ingen omstændigheder finde sted.

## Sandede jorde

På en frossen underbund af sandet jord er risikoen for frosthævninger og følgende tab af bæreevnen betydelig mindre end ved kohæsive jorde. På en ikke frossen underbund vil vandafladningen i almindelighed være så god, at der ikke opstår vanskeligheder. Man skal under arbejdets gang sikre sig, at der ikke under transport skabes dybe hjulspor eller sker anden ødelæggelse af planum.

## Stabilt grus

Stabilt grus kræver et optimalt vandindhold, for at tilfredsstillende komprimering kan foretages. Der er således i gruset frit vand (frysbart). Komprimering kan ikke foretages, såfremt dette vand er frosset. I frostperioder må ikke tilkøres og udlægges stabilt grus hurtigere, end komprimering kan afsluttes, inden vandet fryser. Under transport og eventuel lagring skal gruset tildækkes, (isoleres). I strenge frostperioder og ved kombineret kulde og blæst, kan arbejdet ikke påregnes at kunne foregå.

## Bærelag

### Macadam

Ved udførelse af macadam belægninger skelnes mellem våd og tør macadam. Ved våd macadam sker udfyldningen med sand i hulrummene mellem stenene under samtidig vanding og tromling.

Selv i rene tøvejs perioder må man i vinterperioder ikke anvende mere vand end allerhøjest nødvendigt.

Ved tør macadam sker udfyldningen med anvendelse af tørt sand, og alene ved vibrering med vibrationstromler eller pladevibratører.

I rene frostperioder er det kun muligt at udlægge tør macadam. Hertil skal benyttes tørre og ikke-sammenfrosne materialer.

Bundstenslaget bør ikke udlægges på et frossent bundsikringslag, hvorfor udlægning bedst finder sted i umiddelbar forløstættelse af dette lags færdiggørelse.

Såfremt bundsikringslaget er frosset på tidspunktet for udlægningen, skal de øverste cm opløses.

#### **Støbeasfalt incl. betonbærelag.**

Udlægning af støbeasfalt kan normalt foregå hele året.

En belægning af støbeasfalt på betonbærelag udlægges på et bundlag af ikke kohæsivt materiale, som er godt afvandet og komprimeret. Betonbærelaget forsynes med 1 cm pulverasfalt og ca. 4 cm støbeasfalt.

Af vinterforanstaltninger anvendes tildækning med vintermåtter af den færdige underbund, samt støbning af bærelaget med anvendelse af varm beton og tildækning.

Eventuelle isdannelser på betonen opløses før asfaltarbejdet.

Udtørring sker med tørt savsmuld.

Betonoverfladen sprøjtes med en emulsion, men i frostvejr anvendes et specialprodukt.

Umiddelbart herefter udlægges et 1 cm tykt lag varm pulverasfalt. Dette lag tjener flere formål:

1. Finafretning af ujævnheder i betonoverfladen.
2. Det hindrer, at eventuel fugt i betonpladen ved udlægning af den varme støbeasfalt fremkalder dampblærer i denne.
3. Det hindrer dannelse af dampbuler i støbeasfalten i stærk solskin.

Støbeasfaltarbejdet udføres ved håndudlægning.

Det er i vinterperioden nødvendigt med flere udlæggere til dette arbejde end om sommeren, på grund af den hurtigere afkøling.

Eventuelle fugt- eller isdannelser i pulverasfalten vil ved udlægning af den meget varme støbeasfalt fordampe og undvige foran det sidst udlagte støbeasfalt.

For at skabe ordentlig tilslutning til den foregående dags udstøbning, som er blevet afkølet gennem natten, er det nødvendigt at indlede dagens arbejde med at opvarme randzonen. Dette gøres f.eks. ved at udlægge et lag varm støbeasfalt ovenpå kanten af det sidst udstøbte. Varmen herfra vil efter ca. 10 min. have plastificeret randzonen så meget, at dæklaget atter kan fjernes, og det egentlige støbearbejde påbegyndes. Nedtromling af skærver i støbeasfalten kan ikke påregnes udført konditionsmæssigt i vinterperioden.

#### **Midlertidig lapning af slaghuller.**

Til brug ved reparation af slaghuller i vinterperioden fremstilles færdigblandede pulvermaterialer, der er klar til brug, og som kan tåle opbevaring i et par år.

Sådanne reparationer må kun betragtes som en midlertidig afhjælpning af skaderne.

#### **Belysning.**

Ved asfaltarbejder er det nødvendigt at have en effektiv belysning af arbejdsområdet.

Ved nyanlæg af gader og veje kan man i vintertiden med fordel tilrettelægge arbejdets udførelse således, at den permanente gadebelysning etableres, inden asfaltarbejdet påbegyndes.

#### **Grusasfaltbeton- bærelag.**

Grus-asfalt-betonbærelag er vintervenlige. De kan normalt udføres en stor del af vinterhalvåret.

#### **Fuld-dybde asfalt.**

Med hensyn til udlægningen af disse belægninger direkte på færdig råjordsoverflade henvises til nedenstående gengivelse i uddrag af en artikel bragt i bladet »asfalt«.

Det tilføjes, at den erfaring der herhjemme findes for fuld dybde asfalt, må søges hos danske asfaltfirmaer.

Citat af artikel - delvis:

Der sker i disse år en ændring i udformningen af vejbefæstelser i USA. Man er på vej bort fra traditionelle bærelag af grus- og skærvemacadam og udfører i stedet de såkaldte full-depth asfaltbelægninger. Disse er karakteristiske ved, at man udlægges grusasfaltbeton direkte på den naturlige underbund (vejkassebund).

Udførte forsøg med full-depth belægninger har vist, at den traditionelle opfattelse af nødvendigheden af et porøst bærelag for at aflede vand fra overfladen og underbunden, samt med et mellemag, for at udligne bevægelser i underbunden og beskytte belægningen mod frostskafer, ikke holder stik.

Dimensioneringen, som anbefales af The Asphalt Institute, er baseret på underlagets bæreevne på det tidspunkt, hvor denne er lavest, hvilket normalt vil være i tøbrudsperioden.

Blandt de faktorer, som først og fremmest påvirker dimensioneringen af en belægning, er vandets indvirkning på hvert enkelt lag i denne. Man må gøre sig klart, om tilstedeværelsen af vand kan påvirke belægningens stabilitet og funktion (se figur 10) for illustration af de forskellige måder, hvorpå fugtighed kan komme frem til en vejs underlag). Det er forfatterens mening, at dampdiffusion er den primære årsag til, at fugtighed trænger ind i åbne grusbærelag.

Dampen går fra den højere temperatur mod den lavere, og temperaturforskelle forårsager en opadgående bevægelse af dampen om vinteren - en nedadgående om sommeren.

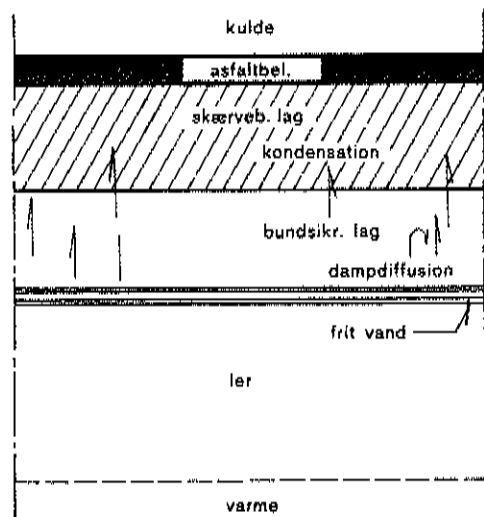
I England, hvor underlaget normalt har et fugtighedsindhold over den plastiske grænse, stiger fugtighedsindholdet om vinteren i underlaget, som om sommeren er tørre.

En del vejskader skyldes givet sådanne vandringer af fugt, særlig på veje som har en tynd befæstelse, begrænset nedbør og store temperaturvariationer. Forsøg i marken har vist, at friktionsbærelag - grus og



sten - i mange henseender optræder som luftbrønde (en åben porøs enhed bygget til at affugte luften som passerer gennem den porøse struktur). De fungerer som en dampfælde, som resulterer i vandansamlinger, der kan give både bærelaget og underlaget en reduceret bæreevne.

Figur 11.



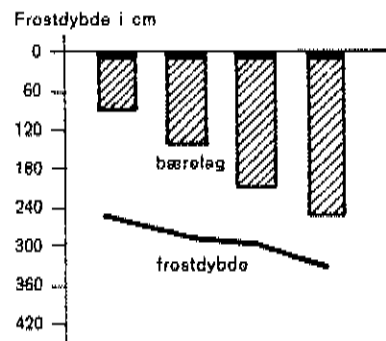
Dampdiffusion og kondensation i vejbelægning.

Frost i underlaget vil yderligere forværre dette forhold. Hvis smeltvand ikke hurtigt kan ledes bort, kan man få en væsentlig reduktion af bæreevnen.

Frostnedtrængninger i belægninger med grusbærelag er et problem, som er blevet gjort til genstand for intensive studier.

Studierne viser, at isolering med friktionsmaterialer er forkert, idet en forøgelse af bundsikringslaget fører til en forøgelse af den samlede frostdybde.

Figur 12.



Frostdybdens afhængighed af skærvebærelagets tykkelse.

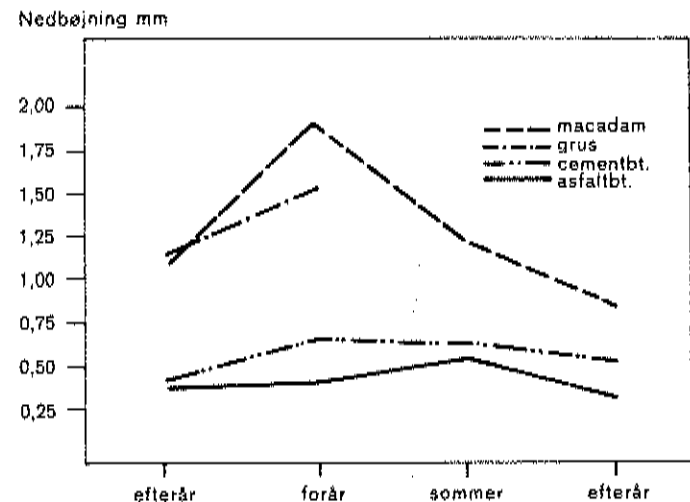
Det er en misforståelse, at alle macadam- og grusbærelag er vandgennemtrængelige og derved optræder som drænlag. I stedet betragtes et gruslag nu mere som en luftbrønd. Dette indebærer, at gruslagene optræder som vandreservoirer.

### Nedbøjninger.

Ved AASHO road test er analyseret de normale og tilbagevendende nedbøjninger forår og efterår.

Variationerne i nedbøjningerne, således som de fremkom ved analysen, er vist på figur 13.

Figur 13.



Nedbøjningernes variation med årstidene, jævnfør AASHO-forsøget.

### Andre aktiviteter

I forbindelse med selve vejarbejdet skal oftest udføres andre aktiviteter. F.eks. kantstenssætning og flisbelægning eller andet på fortove.

### Kantstenssætning.

Kantstenssætning lader sig udmærket udføre om vinteren. Som regel foregår sætningen efter bundsikringslagets udlægning, og der graves en rende i dette for kantstenene.

I frostperioder skal isoleres for denne rende straks efter bundsikringslagets færdiggørelse eller ved frostperiodens indtræden.

Stenene sættes i varm beton i blandingsforholdet midst 1:5.

Snarest muligt efter sætningen ilddækkes med isolerende måtter.

Den meget tørre beton, der anvendes til sådant brug, opnår hurtigt frostsikkerhed.

I Sverige har man de sidste år i stigende grad anvendt kantsten, som fæstes til belægningen med søm. Sådanne kantsten fremstilles nu og så herhjemme. Ved denne form for kantsten kan asfaltbelægningen udføres uafhængigt af kantstenssætningen. Bredden øges ca. 25 cm i hver side til befæstelse af sømmene. Vejkassen skal ikke gøres bredere end sædvanlig til gruslaget.

**Fortovsbelægning.** Ved udførelse af fortovsbelægninger, bestående af betonfliser og chausséstøen på sandunderlag, kan foreslås følgende foranstaltninger under arbejde i vinterperioden:

Tildækning (isolering) af den færdige underbund.

Anvendelse af sand- og grusmaterialer fra havet, eventuelt med en til-sætning af salt for at mindske muligheden for isdannelse.

Anvendelse af sand- og grusmaterialer med så lille fugtighedsindhold som praktisk muligt.

Tildækning med plastic-folie eller andet af grusbunken for at hindre udvaskning af saltet og for at undgå forøgelse af vandindholdet.

Tildækning af fliser og chausséstøen for at modvirke fugtighed og følgende sammenfrysning af materialerne.

Anvendelse af læskærme og kunstig opvarmning af det relativt lille arbejdsområde, f.eks. ved hjælp af gasdrevne infrarøde strålepaneler.

Anvendelse af totaloverdækning af et passende arbejdsareal.

En sådan totaloverdækning udføres som et telt med et bærende skelet af stålrør, derved begrænses vægten. Teltet gives sådanne dimensioner, at 4 mænd kan flytte det frem, efterhånden som arbejdet kræver det.

Udføres teltets beklædning af klar plastfolie, kan kravene til kunstig belysning og opvarmning nedsættes.

En eventuel optøning af frossent underlag skal foretages så betids, at der ikke kommer afbræk i arbejdet. En sådan optøning bør foretages tørt. Med varm luft eller varmt vand (damp) i slanger ovenpå det frosne lag og dækket af presenninger eller vintermætter.

**Muldarbejder.** Udlægning af muldiag på rabatter og lignende, hvor der ikke er risiko for bortskylning i regn- og tøbrudsperioder, er et udmærket vinterarbejde.

**Midlertidige omkørselsveje** Hvis man på grund af forsinkelse ved et vejarbejdes udførelse ikke har nået at etablere en påregnet vejforbindelse, kan det blive nødvendigt at etablere midlertidige omkørselsveje under omstændigheder, hvor man ellers ikke ville have givet sig i kast med en sådan opgave. Der findes eksempler på omkørselsveje udført på en 1 m tyk frosts-korpe i en periode med temperaturer mellem 5 og 10 graders frost. Vejene blev opbygget af 50 cm stabilt grus fra depot og belagt med 8 cm Mari-bobelægning og 35 kg/m<sup>2</sup> tæppobelægning.

En sådan midlertidig vej kræver et meget omhyggeligt og konstant tilsyn, med påfølgende øjeblikkelig reparation af opståede småskader. Under tøbrud må til stadighed sørges for en effektiv afvanding, afmærkning og belysning.

#### Leverancer Materialer Udstyr

Om vinteren er det muligt at udføre forstærknings- og bærelag med grove, frostfri materialer. Til komprimeringen bør vælges tungt vibrerende udstyr. Det må dog sikres, at komprimeringen ikke medfører nedknusning af materialerne. Det skal ved planlagt vinterarbejde sikres, at materialeleverandøren træffer sådanne foranstaltninger på udvindingsstedet og eventuelle behandlingsanlæg, at leverancestop ikke vælter planen.

#### FÆLLESNORDISKE UNDERSØGELSER, LITTERATURSTUDIER

I Norge, Sverige og Finland gøres der fra offentlig side en kraftig indsats for at fordele arbejder med vejbygning over hele året.

I fællesnordisk regi foregår også samarbejde på vejbygningsområdet. For så vidt angår vejarbejde om vinteren, er delvis afsluttet en undersøgelse, der bestod i to adskilte aktiviteter.

1. I Finland er indsamlet detaljerede oplysninger fra 9 større vejforberedningsarbejder, der er udført såvel sommer som vinter, med henblik på at finde frem til sammenlignelige kostenhedspriser for arbejder udført i henholdsvis det ene og det andet halvår.

2. Fra norsk, svensk og dansk side er der foretaget litteraturstudier på området.

Forbavsende nok foreligger ikke megen registreret litteratur - nedenfor er gengivet konklusionerne fra nogle relevante emner.

Den på side 73 refererede artikel er i øvrigt også et resultat af den her omtalte litteraturundersøgelse.

#### Relevant litteratur

»Winter earthwork construction in upper Michigan« (x-1).  
 »Environmental guidelines for road construction in Alaska« (x-2).  
 »Såtninger hos jordbankar, anlagda under vinteren« (x-3).  
 »Vinterbyggda bankar« (x-4).  
 »Using additives to improve cold weather compaction«. (x-5).  
 De her med (x) mærkede emner er ganske kort summeret nedenfor. Der er derudover fundet og gennemgået en snes kilder, fra hvilke det imidlertid ikke er fundet relevant at bringe nogen summary.

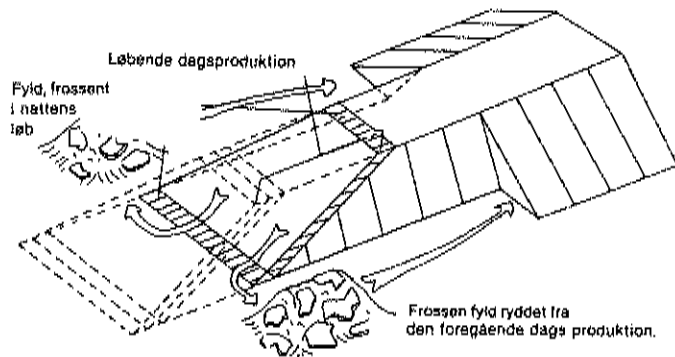
#### Litteratur referater

re 1. Der omtales 2 motorvejsstrækninger samt flere hovedlandeveisstrækninger, udført i vinteren 75-76. De månedlige gennemsnitstemperaturer i udførelsesperioden var mellem  $\approx 2$  og  $\approx 8^{\circ}\text{C}$ . Arbejdsudførelsen i relation til dagens temperatur var følgende: Ned til ca.  $\approx 5^{\circ}\text{C}$  udførtes arbejdet uden vanskeligheder. Ved ca.  $\approx 10^{\circ}\text{C}$  blev tilsynet betænkeligt, fordi der ved sådanne tempe-

raturer begyndte at opstå vanskeligheder med umiddelbart at kunne overholde komprimeringskravene. Ved ca.  $+15^{\circ}\text{C}$  kneb det for entreprenørerne at opnå sammenhæng mellem udgifter og indtægter.

Ved hver arbejdsdags begyndelse blev frossen fyld fra foregående dags arbejde fjernet fra dæmnings Indre, og placeret på dæmningsskråninger.

Figur 14.



Konstruktion af dæmning efter rampemetoden for at hindre tyldens frysning, inden komprimering er tilendebragt.

re 2. I en artikel redegøres for en ganske speciel planlægning for udførelse af et jordarbejde i frostvejr - ud fra miljømæssige hensyn ganske specielle.

re 3 og 4. I rapportform er heri redegjort for forsøg, udført i marken, med indbygning af morænemateriale ved temperatur under  $0^{\circ}\text{C}$ . Ialt udførtes 9 delstrækninger.

Konklusion i rapporten:

Jorddæmninger kan bygges op ved temperaturer under  $0^{\circ}\text{C}$  ved at overholde visse krav, hvorved sætninger begrænses.

- a. Vælg fyldmasser med lavest mulige vandindhold.
- b. Fyldmasserne til dæmningsens kerne renses for større, frosne klumper.
- c. Før udtagning beskyttes de aktuelle jordmasser mod afkøling, og arbejdsmetoderne ved udtagning, transport og udbredning i lag skal vælges, så afkølingen inden komprimering bliver mindst mulig.
- d. Ved dæmningsens opbygning vælges tyndere udbredningsslag og/eller tungere komprimeringsmateriale, jo koldere det er.

re 5. I en artikel beskrives laboratorieforsøg med tilsætning af clorider til jord for at muliggøre komprimering ved frostgrader. Der udførtes proctorindstamping af jord, tilsat salt, ved  $+20^{\circ}\text{C}$  og  $+7^{\circ}\text{C}$ . 2-3% CaCl tilsætning gav, ved at øge komprimeringseffekten som svarende til forskellen mellem standard- og modificeret proctor, samme resultater ved  $+7^{\circ}$  som uden tilsætning ved  $+20^{\circ}\text{C}$ .

# 3.4



## **BP GAS lys og varme — et godt grundlag at bygge på. Hele vinteren.**

Frosne materialer og mørke timer stiller krav om lys og varme på byggepladsen. Det gør mandskabet også. BP GAS dækker hele spektret. Udendørs og indendørs. Og giver livet på byggepladsen nogle varme og lyse sider. Både når der

arbejdes og slappes af. For eksempel strålepaneler, projektører, brændere, vandvarmere, radiatorer, kogegrej og lamper. Lad os hjælpe Dem med vinterbyggeriet. Vi har et par varme tips, som De kan få glæde af.



BP GAS A/S - BP-HUSET - 8000 ÅRHUS C - Tlf. (06) 136922

### **BETON**

Forudsætningen for holdbar beton er rigtig sammensætning og behandling.

Forsøg godtgør, at beton udstøbt ved lave temperaturer har muligheder for at opnå højere kvalitet end beton udstøbt ved høje temperaturer. Alligevel viser undersøgelser af blot få år gammel beton at det modsatte har været tilfældet.

Paradokset kan ofte påvises at skyldes forkert behandling af betonen ved fremstillingen, støbningen og efterbehandlingen.

Ved lave temperaturer er det nødvendigt at iværksætte ekstraforanstaltninger for udførelse af betonarbejde.

Foranstaltningernes primære sigte er at sikre hærdende beton mod frostskafer.

Iværksættes foranstaltningerne i utilstrækkeligt omfang, ødelægges betonen straks.

Iværksættes foranstaltningerne kritikløst uden at tage konsekvenserne heraf ved efterbehandlingen af den nyudstøbte beton, kan i udførelsesfasen nok opnås sikring mod frostskafer - men det bliver ofte på bekostning af betonens muligheder for at overleve på lang sigt.

Midlet til at iværksætte foranstaltningerne i såvel nødvendigt som tilstrækkeligt omfang er en styret hærdningsproces med et plantaget temperaturforløb.

Herom kan læres på side 129 m.m.

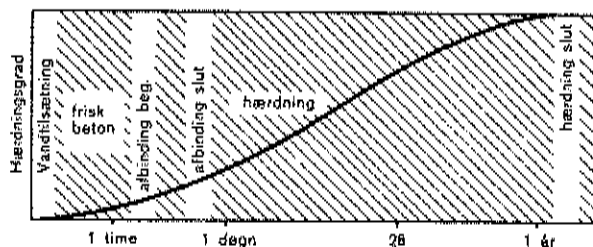
## AFBINDING, HÆRDNING OG FRYSNING

Afbindingsprocessen mellem cementen og vandet i betonen begynder hurtigt efter vandtilsætningen, idet dog både begyndelsestidspunktet og processens varighed er stærkt afhængige af temperaturforholdene i betonen.

Afbindingsprocessen fortsætter i den egentlige hærdningsproces, hvor der udvikles styrke i cementgelen, cement-vandblandingen, således at stenene og sandet klttes sammen. Også hastigheden, hvormed denne proces forløber, er stærkt temperaturafhængig.

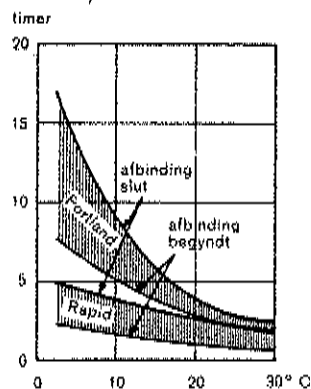
På nedenstående to figurer er forholdene skematisk anskueliggjort.

Figur 15.



Skematisk fremstilling af hærdningen som funktion af tiden.

Figur 16.



Skematisk fremstilling af afbindingens afhængighed af temperaturen.

Som det fremgår af figuren, afsluttes afbindingsprocessen ved anvendelse af hurtighærdnende cement i løbet af nogle få timer efter udstøbningen og fortsætter i den egentlige hærdningsproces. Stort set er denne proces temperaturafhængig i så høj grad, at proceshastigheden fordobles/halveres ved henholdsvis 10° øgning/mindskning af temperaturen.

En for høj begyndelsestemperatur og for megen isolering kan derfor i nogle tilfælde gøre lige så megen skade som for lav begyndelsestemperatur og for ringe isolering.

Se side 129 om styret hærdproces.

## Frysning.

15-20 pct. af den friskblandede beton er vand.

I cementpastaen, blandingen af cement og vand, er en del af vandet kemisk og fysisk bundet af cementkornene, sammen med hvilke det danner cementgelen. Resten af vandet findes bundet i kapillarporer eller som frit vand.

Under hærdningsprocessen tiltager cementgelen i størrelse, og derved aftager diameteren i de kapillare porer.

Det kemiske og fysisk bundne vand fryser ikke, før temperaturen falder langt under 0° C. Først ved temperaturer omkring +80° fryser alt det således bundne vand.

Det frie vand fryser derimod, så snart temperaturen falder under 0° C. Når vand fryser til is, sker det under en rumfangsudvidelse på ca. 9 pct. Ved frysning af vandet i beton, der er begyndt at binde af, vil denne rumfangsudvidelse bevirke, at det endnu ufrosne vand bliver presset bort fra stedet, hvor isdannelsen sker.

Herved opstår et hydraulisk tryk, der kan sprænge cementpastaen, såfremt denne ikke har opnået tilstrækkelig styrke til at modstå trykket.

Jo større cementpastaens indhold af frit vand er, jo farligere er naturligt virkningerne af frysning.

Dertil kommer, at cementpastaens styrkeudvikling går langsommere, og slutstyrken bliver mindre, jo større vandindholdet er.

## Luftindblanding.

Såfremt vandet, der presses bort fra områder med isdannelse, kun har kort vej at tilbagelægge, før det når en fri overflade, opbygges kun et lille hydraulisk tryk.

I praksis vil der altid være uendelig langt til en sådan fri overflade i en betonkonstruktion, men ved iblanding af et egnet luftporedannende middel i betonen fastholdes en del af den luft, der ellers ville undvige, i form af et stort antal mikroskopiske luftblærer, der i denne sammenhæng virker som frie overflader.

Det er herved muligt at nedsætte kravet til den styrke, cementpastaen skal have for uden ødelæggelse at kunne modstå det hydrauliske tryk, der opstår ved frysning. Det vil sige betonen er tidligere frostsikker.

## Frysehastighed.

Hastigheden, hvormed isdannelsen i cementpastaen foregår, er afgørende for det hydrauliske tryks størrelse, da den er bestemmende for hastigheden, hvormed vandet skal presses bort fra området med isdannelse. Risikoen for frostbeskadigelse vokser derfor med afkølingshastighedens forøgelse.

## Frostens varighed.

Da isdannelsen koncentrerer sig i islinser, vil en langvarig frysning af frisk beton have helt ødelæggende virkning på betonen, fordi islinserne vokser, så længe der er frit vand tilstede.

### Cementpastaens permeabilitet.

Cementpastaens permeabilitet vil sige dens ledningsevne for vand. Efterhånden som hærdningen skrider frem, mindskes permeabiliteten, og modstanden mod bortstrømmende vand bliver større. Det vil sige, at det hydrauliske tryk vokser.

### Betons frostsikkerhed.

Som det fremgår af det foregående, spiller mange forhold ind til afgørelse af, om en beton er frostsikker, i det øjeblik den udsættes for temperaturer under 0° C.

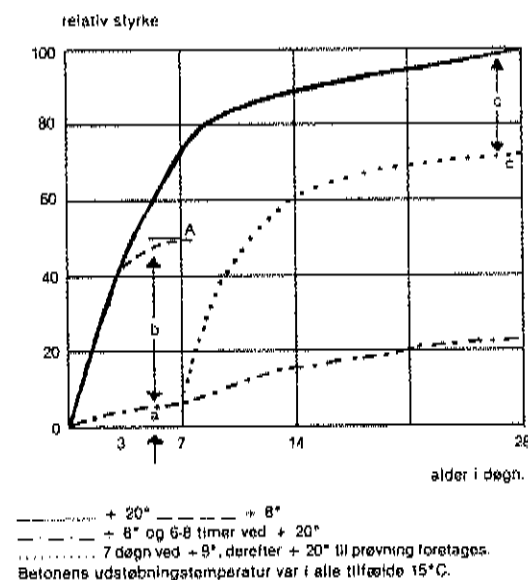
### Styrketab ved frysning.

Der er såvel herhjemme som i udlandet foretaget mange forsøg over, hvilken ødelæggelse der sker på betonen, når denne udsættes for frysning, inden frostsikkerhed er opnået.

Nedenstående figur gengiver resultaterne fra sådanne forsøg fra Sverige.

Som det fremgår, har betonen været udsat for forskellig mishandling for så vidt angår temperaturpåvirkninger i afbindings- og hærdningsperioden.

Figur 17.



Umiddelbart efter blanding har betonen ringe sammenhængsevne, den, der er, hidrører fra vandet.

Vandet forekommer i samme form som i en jord, og betonens sammensætning er som en frostfarlig jordart.

Fryser alt vandet i frisk beton, med et vandindhold på 150-200 l/m<sup>3</sup>, sker en volumenforøgelse på ca. 2% hos den endnu plastiske betonmasse.

I sådan beton er der, efter at betonen er optøet og hærdningsprocessen sat i gang igen, konstateret styrketab på op til 85%.

## PLANLÆGNING VED VINTERSTØBNING

Ved planlægning af vejrligsforanstaltninger skal tages hensyn til: Den aktuelle konstruktions dimensioner.

Den aktuelle betons cementindhold, og den anvendte cementtype. Vejrligets sandsynlige udvikling de første døgn efter udstøbningen, det vil sige under hærdningen.

I hele vinterhalvåret skal forudsættes nødvendigheden af tildæknings/isolering af frie betonoverflader.

I egentlige vintermåneder skal forudsættes nødvendigheden af anvendelse af varm beton samt isolering af forme.

Allerede på planlægningsstadiet bør det godtgøres, at under hensyntagen til den årstid og de forhold, hvorunder det pågældende bygværk skal udføres, vil den valgte betonsammensætning med de planlagte foranstaltninger blive frostsikker ved de lufttemperaturer, der kan forventes i udførelsesperioden.

På det tidspunkt, hvor arbejdet er igang, indskrænkes mulighederne for at vælge.

Indtræffer frosten pludselig, kan det være vanskeligt eller umuligt at skaffe supplerende opvarmingsmateriel eller tildækningsmaterialer hurtigt tilveje.

Sker et pludseligt temperaturfald, efter at udstøbningen er foretaget, er der kun mulighed for at beskytte betonen ved hurtig og effektiv supplerende isolation, overdækning og varmetilførelse.

I følgende tabel er givet en oversigt over, på hvilke tidspunkter, det senere er muligt at øve indflydelse på de variable faktorer ved betonstøbning.

Variable der kan ændres på planlægningsstadiet.	Variable der kan ændres på arbejdspladsen (før støbning).	Variable der kan ændres efter udstøbning.
Lufttemperatur (gennem tidsplan og metodevalg)	Formtype og isolation - cementtype	Isolation Isoleringens varighed
Konstruktionens dimensioner	Cementindhold, vandindhold (V/C) Betongens begyndelsestemperatur	Betongens hærdningstemperatur

## KONSTRUKTIONSELENE'S DIMENSIONER

En konstruktionsdele's afkøling pr. tidsenhed og dermed temperaturfaldet i konstruktionen vokser, jo større forholdet er mellem dens overfladeareal og volumen.

Betragtes for eksempel en søjle med sidelinie  $a$  er dens volumen pr. længdeenhed udtrykt ved  $a^2$ , medens dens overfladeareal er  $4 \times a$ . Idet  $\Delta t$  er temperaturforskellen mellem beton og udeluft,  $k$  er udtryk for forskallingens isolationssevne,  $\rho_b$  er betonens rumvægt og  $c_b$  dens egenvarme, haves følgende udtryk for konstruktionens afkøling  $Q$  og temperaturfaldet  $\Delta N$ :

$$Q = 4 a \times k \times \Delta t \text{ kcal/time}$$

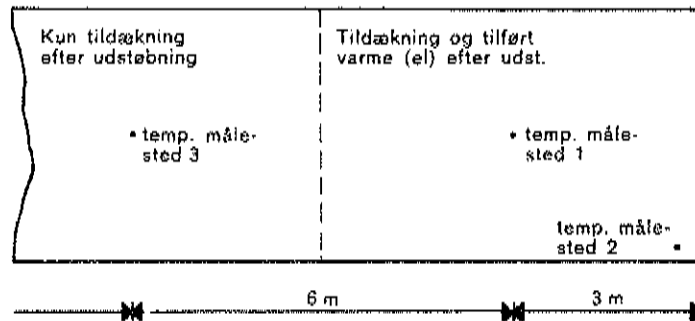
$$\Delta N = \frac{Q}{a^2 \times \rho_b \times c_b} = \frac{\text{konstant}}{a} \text{ } ^\circ\text{C/time}$$

En halvering af søjlens sidelinie vil således fordoble afkølingen pr. time.

Forholdet gør sig også gældende ved dele af større konstruktioner for eksempel hjørner af plader.

Til belysning af sidstnævnte kan gengives nogle erfaringer, der stammer fra forsøg med elektrisk opvarmning af et brodæk. Forsøgsopstillingen fremgår af følgende figurer:

Figur 18.



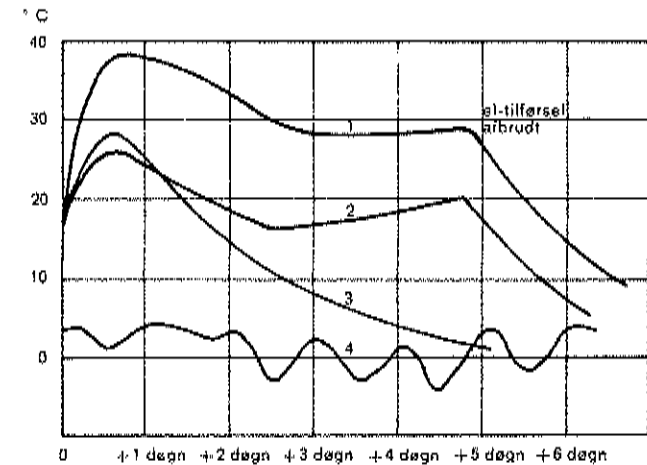
Hvert temperaturmålesteds indeholder 3 målepunkter, midt i pladen, 2 cm fra underkant og 2 cm fra overkant.

Forsøg med elopvarmning af udstøbt beton ved hjælp af indstøbte el-modstandstråde. Forsøgsopstilling.

Både under og kantforskallingen bestod af 5/4" brædder. Såvel den opvarmede som den uopvarmede del af dækket blev tildækket med isolerende måtter umiddelbart efter betonens placering og færdigbehandling.

De registrerede temperaturer fremgår af kurverne:

Figur 19.

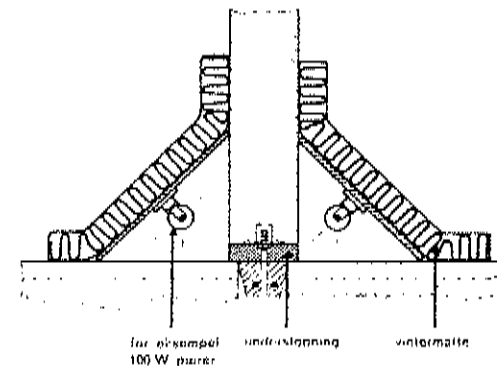


Kurve 4 refererer til udetemperaturen, medens de øvrige kurver refererer til målestederne indtegnede på figur 21. For alle 3 målesteder gælder at de registrerede temperaturer lå så nær hinanden, at det er korrekt kun at optegne én kurve for hvert målesteds.

Forsøg med el-opvarmning af udstøbt beton ved hjælp af indstøbte el-modstandstråde. Forsøgsresultater.

Det er bemærkelsesværdigt, at betonen i hjørnet af pladen har en så stor varmeafgivelse sammenlignet med betonen midt i pladen, at temperaturen i hjørnet ikke på trods af varmetilførsel fra det øjeblik betonen er placeret i formen, når op på samme niveau som midt i den uopvarmede pladedel. Kurverne 2 og 3. Udsatte konstruktionsdele eller detaljer skal derfor isoleres bedre, eller der skal tilføres varme. Simple metoder lader sig ofte let og billigt etablere. For eksempel kan udnyttes den varmeafgivelse der er fra en elektrisk pære som vist på skitsen.

Figur 20.

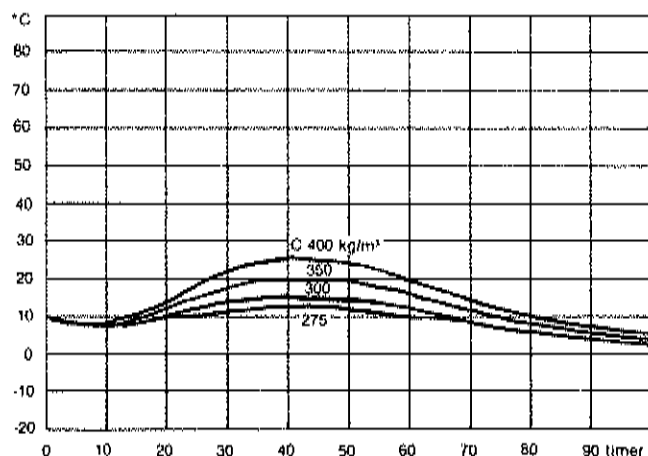


Eksempel på enkel opvarmning ved hjælp af el-pære.

## CEMENTINDHOLD OG VARMEUDVIKLING

Den totalt udviklede varmemængde i et givet betonrumfang er proportional med cementindholdet  $C$  i  $\text{kg/m}^3$ . Ved fuldstændig hydratisering udvikler dansk portlandscement typisk 400-500 kJ/kg. (100-200 kcal/kg). Ved betonstøbning om vinteren kan det under visse omstændigheder være en fordel at benytte et højere cementindhold end normalt, da dette bidrager til at hæve temperaturen under hærdningen. I spinkle konstruktioner er effekten på temperaturforløbet dog af begrænset betydning. Det vil derfor i almindelighed være mere økonomisk at påvirke temperaturniveauet under hærdningen gennem ændring af isoleringsniveau eller udstøbningstemperatur.

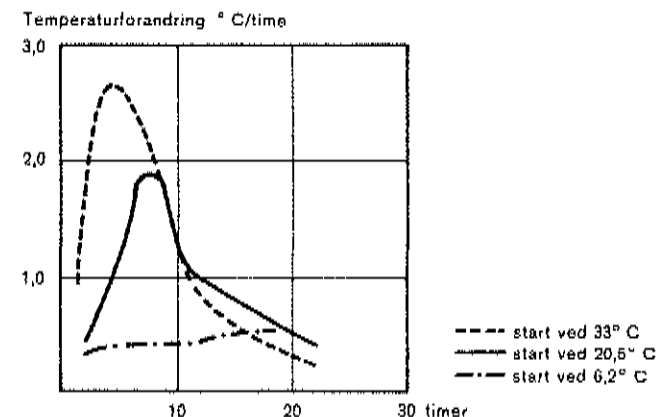
Figur 21.



Betonens temperaturforløb i afhængighed af cementindholdet  $C$   $\text{kg/m}^3$  PC(R). Et øget cementindhold vil hæve temperaturniveauet under hærdningen, men den opnåede effekt er dog ret begrænset for spinkle konstruktioner.

En ukritisk forøgelse af cementindholdet må ikke foretages. Det kan give anledning til øget svind, med de deraf følgende ulemper. Et øget cementindhold stiller ofre krav til øget efterbehandling, men er ikke en foranstaltning, der overflødiggør brugen af varm beton. Ved lave temperaturer er varmeudviklingen i betonen altid meget ringe, således som det fremgår af følgende figur.

Figur 22.



Cementens varmeudvikling som funktion af betonens begyndelsestemperatur.

I særlig spinkle konstruktioner som slanke søjler og bjælker er betonvolumet så lille, at øget cementindhold ikke bidrager væsentligt til forstærket varmeudvikling.

I sådanne tilfælde vil det i almindelighed være mere økonomisk at anvende en cement med større hærdningshastighed, super rapid cement, eller anden form for hærdningsacceleration.

## CEMENTTYPE

Reaktionshastigheden mellem cement og vand øges, såfremt det samlede overfladeareal for en given cementmængde gøres større, således at der bliver en større angrebsflade for vandet. De hurtighærdnende cementer adskiller sig da også væsentligst fra almindelige portlandcementer derved, at formallingsprocessen, hvor cementklinker males til cement, fortsættes, indtil større finhed er opnået.

Om størrelsen af cementkorn kan iøvrigt angives, at hos almindelig portland cement er ca. 50 pct. af cementkornene mindre end 25 tusindedel mm, medens hos en hurtighærdnende cement ca. 70 pct. af kornene er mindre end denne størrelse.

De hurtighærdnende cementtyper opnår kun frostsikkerhed et par timer tidligere end almindelig portlandscement, ved en hærdningstemperatur på ca. 15°C.

**Lagring af cement.** Ved opbevaring af cement på arbejdspladsen, specielt når der anvendes cement i poser, skal det erindres, at hurtighærdende cement er mere finmalet end almindelig portland cement, hvorfor den har større tilbøjelighed til at opsuge fugt fra omgivelserne og blive stenløben. Hurtigløbende cement skal opbevares ekstra omhyggeligt, og omsætningshastigheden bør maksimalt være 14 dage.



Stenløben cement må aldrig anvendes, og cement er et så finkornet materiale, at det er umuligt at tage stilling til, hvor meget af en pose, der er ødelagt, såfremt der konstateres en stenløben skal på ydersiden af indholdet. At forestille sig at cementen lader sig sigte er en illusion. Cement skal opbevares i et tæt skur, opklodset fra gulvet og med mellemrum såvel mellem de yderste posestabler og væggene som mellem de enkelte stabler, således at luften frit kan cirkulere.

Det er en god foranstaltning at lade en elektrisk pære eller en flagermuslygte brænde konstant i skuret.

Der skabes herved et beskedent overtryk, der kan hjælpe til at holde fugtig luft ude, ligesom luften inde i skuret opvarmes og derved bliver i stand til at indeholde mere fugtighed.

## TEMPERATUR, FUGTIGHED, VIND

Ved afkøling af en konstruktion i det fri spiller foruden temperaturforholdene luftens fugtigheds- og vindforhold afgørende ind.

### Vandfordampningens afkølede virkning

Fordampning af vand sker ved alle temperaturer. Til fordampningen kræves varme, ved 20°C således 590 kcal/kg vand, og ved 100°C 540 kcal/kg vand.

Ved et legeme, hvortil der ikke føres varme, men hvor fordampningen ikke er hindret, vil varmen blive taget fra legemet selv, og vil derfor medføre en afkøling.

Hastigheden hvormed fordampningen foregår, fra for eksempel en betonoverflade, afhænger af:

Betonoverfladens temperatur.

Luftens relative fugtighed.

Lufthastigheden ved betonoverfladen.

Varmeovergangsmodstanden fra fast stof til luft.

Egenvarmen for den fugtige luft.

Fordampningens størrelse kan findes af følgende udtryk:

$$G = \tau \times A \times (x' - x) \text{ kg vand/tlme.}$$

Her er:

$\tau$  lig fordampningstallet kg vand/m<sup>2</sup> × time.

$l$   $\tau$  er »indbygget« varmeovergangsmodstanden  $m$  fra fast stof til luft og luftens egenvarme.

Ved beregninger kan benyttes følgende værdier:

$\tau$  lig  $25 + 19 \times v$ , hvor  $v$  er lufthastigheden i m/sek.

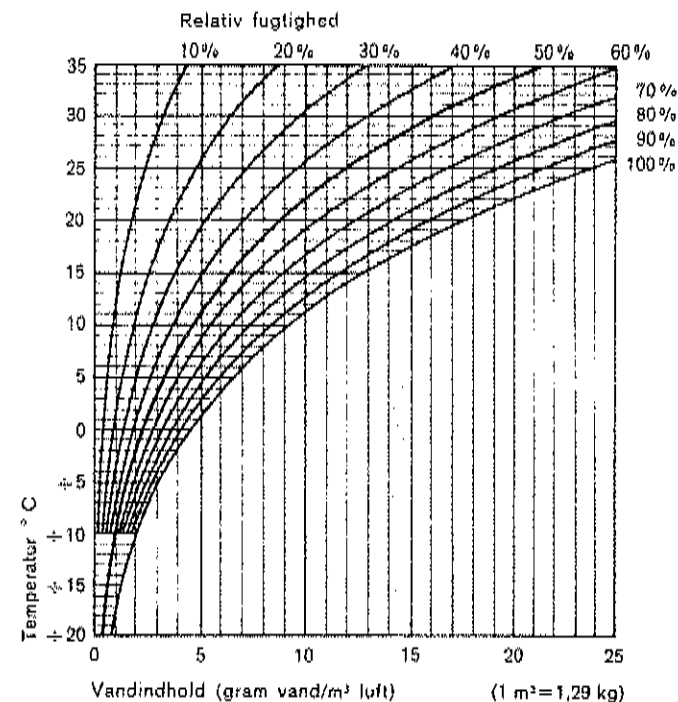
$A$  lig det betragtede overfladeareal i m<sup>2</sup>.

$x'$  lig vandindholdet i mættet luft ved betonoverfladens temperatur.  $x$  lig luftens aktuelle vandindhold. kg/kg.

Af udtrykket for  $\tau$  ses, at der er meget nær proportionalitet mellem luftens hastighed og fordampningen pr. flm, såsnart man kommer over beskudne vindstyrker på nogle få m i sek.

Med hensyn til  $x'$  og  $x$  findes disse værdier fra Mollière's diagrammet, der gengives nedenfor sammen med en retningsgivende tabel over den relative luftfugtigheds variation.

Figur 23.



Mollière diagram.

Den relative fugtigheds variation (Odense), pct.

Værdierne er målt henholdsvis kl. 8, kl. 14 og kl. 21.

Tabel 9.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.
	91	90	89	84	77	77	81	85	89	91	92	91
	88	83	77	69	62	64	66	68	72	77	86	89
	91	90	89	86	81	83	85	89	90	91	91	92

$x'$  findes som den vandmængde luften ved 100 pct. relativ fugtighed kan indeholde, ved at gå ind i diagrammets temperaturakse med betonens overfladetemperatur og skære en vandret linie herfra med kurven for 100 pct. relativ fugtighed. Heraf findes vandindholdet i g vand/m<sup>3</sup> luft. Egenvægten for atm. luft er 1,29 kg/m<sup>3</sup>.

Luftens aktuelle vandindhold  $x$  findes ved at gå ind i diagrammet med luftens temperatur og den målte relative fugtighed.

#### Fordampningens varmebehov

Når mængden af fordampet vand  $G$  er fundet, findes den for fordampningen nødvendige varme  $Q$  af udtrykket:

$Q = L \times G$  kcal/time ( $L$  er vandets fordampningsvarme kcal/kg vand). Denne varme erstattes af tilført varme fra den underliggende beton, og ved almindelig benyttede dimensioner vil der ske et temperaturfald i hele konstruktionens tykkelse.

Temperaturfaldet  $\Delta N_b$  findes af udtrykket:

$$\Delta N_b = \frac{Q}{c_b \times e_b \times V_b} \text{ } ^\circ\text{C/time.}$$

her er:

$c_b$  betonens egenvarme i kcal/kg  $\times$   $^\circ\text{C}$ .

$e_b$  betonens egenvægt i kg/m<sup>3</sup>.

$V_b$  betonavolumet i m<sup>3</sup>.

De ovennævnte tre udtryk kan sammenfattes til et simpelt, der forenkles ved at indsætte følgende værdier:

$A$  sættes lig med 1 m<sup>2</sup> overflade.

$L$  sættes lig 590 kcal/kg vand.

$c_b$  sættes lig 0,27 kcal/kg  $\times$   $^\circ\text{C}$ .

$e_b$  sættes lig 2300 kg/m<sup>3</sup>.

$V_b$  erstattes, når vi betragter 1 m<sup>2</sup> af konstruktionens tykkelse  $d$  i meter.

Ved at indsætte nævnte værdier findes følgende udtryk for  $\Delta N_b$ :

$$\Delta N_b = \frac{1}{d} \times 0,95 \times (25 + 19 v) \times (x' - x) \text{ } ^\circ\text{C/time.}$$

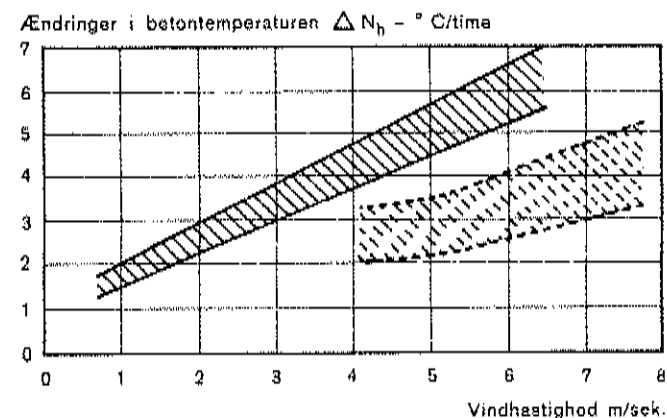
#### Illustration af fordampningsafkølingen

Betragtes temperaturområdet mellem plus 4 $^\circ\text{C}$  og minus 2 $^\circ\text{C}$ , og antages at luftens relative fugtighed er 80 pct., kan følgende kurve optegnes til anskuelse af fordampningsafkølingens afhængighed af vindstyrken.

Der er betragtet et 20 cm utildækket betondæk.

Betonens begyndelsestemperatur er sat til 15 $^\circ\text{C}$ .

Figur 24.



Afkølingens afhængighed af vindstyrken.

Med fuldt optrukne linier er angivet afkølingen på grund af fordampningen alene af en 20 cm dækkonstruktion, under følgende forudsætninger:

Betontemperaturen efter udstøbningen:  $N_b = 15^\circ\text{C}$ .

Uitildækket overside.

Lufttemperatur mellem plus 4 $^\circ\text{C}$  og minus 2 $^\circ\text{C}$ .

Luftens relative fugtighed 80 pct.

Med stiplede linier er angivet afkølingen som følge af varmeafgivelse til omgivelserne under forudsætninger som de ovenstående, men med forsejlet overflade således at fordampning er hindret.

#### Forsegling af overfladen

Ved en tæt forsegling af betonoverfladen hindres fordampningen og det deraf følgende varmetab.

Samtidig hindres dog den naturlige udtørring af betonen, og da tidspunktet for, hvornår betonen er frostsikker, afhænger af vandmætningsgraden, gælder sædvanlige regler for opnåelse af frostsikkerhed i dette tilfælde ikke fuldt ud.

#### Risiko for øget udtørring

Af Molié's diagrammet fremgår, hvorledes luftens evne til at optage fugtighed stiger kraftigt med temperaturen.

Opvarmes til eksempel udeluft med en relativ fugtighed på 80 pct. og en temperatur på 0 $^\circ\text{C}$  til 60 $^\circ\text{C}$ , vil den opvarmede luft være i stand til at optage 65 g vand pr. m<sup>3</sup>.

Er kapaciteten af den benyttede varmeovn for eksempel 3000 m<sup>3</sup> luft pr. time, vil denne luftmængde således være i stand til at optage ca. 200 kg vand.

Ovennævnte forhold skal tages i betragtning under planlægningen af opvarmning og udtørring af en bygning eller konstruktionsdel med varm luft.

Opvarmes et betondæk ved at blæse opvarmet luft henover overfladen mellem denne og et dække af presenninger eller lignende, må det kun ske, såfremt det effektivt er forhindret, at fordampning kan foregå.

Overfladen skal forsegles.

Problemet løses ikke ved at sætte kar eller baljer med vand ind i rummet, der opvarmes, derved mindskes kun fordampning fra den flade, hvor karret eller baljen står.

#### Vind.

Til enhver overflade klæber et tyndt luftlag, der virker isolerende. Allerede ved svag vind forstyrres dette luftlag, og dets isoleringsevne forringes. Dette giver sig udslag i forskelle mellem de indvendige og udvendige varmeovergangsmodstandstal  $m_i$  og  $m_u$ , nærmere omtalt i afsnittet om tildækning og isolering. Forringelsen af  $m_u$  er betragtelig ved ændring af vindstyrken fra 0 til ca. 2, væsentlig herfra til vindstyrke ca. 5, men ved vindstyrker herover sker ingen yderligere reduktion af betydning.

Et allersidste meget tyndt luftlag slides øjensynlig ikke af. Da et isolerende lags samlede isolationsevne er summen af den indvendige og udvendige varmeovergangsmodstand ( $m_i + m_u$ ) og selve det isolerende lags varmegennemgangsmodstand  $m$ , er betydningen af ændringer i  $m_u$  større, jo mindre  $m$  er, det vil sige jo ringere isolering, der er tale om.

I nedenstående tabel er vist eksempel på sammenhængen mellem vindstyrke og  $m_u$ .

Vindhastighed, m/sek	0,3	2	6	10
$m_u$ , $m^2 \times \text{time} \times ^\circ\text{C}/\text{kJ}$	0,42	0,21	0,01	0,007
relativ $m_u$	1	1/2	1/4	1/6

#### Forringelse af isolationsværdi

Såfremt stærk blæst optræder i en periode, hvor der regnes med virkningerne af en isolerende forskalling eller tildækning, skal man være opmærksom på, at isolationsværdien forringes med 10 - 20 pct., hvad der vil betyde en øget afkøling på op mod 1/2  $^\circ\text{C}$  i timen.

Er der tale om konstruktioner, der slet ikke er beskyttede, frie dækoversider for eksempel, eller hvor beskyttelsen alene består af et materiale med meget ringe isolationsværdi, stålforskalling for eksempel, øges afkølingen med op mod 100 pct. En ekstra afkøling på 4-6  $^\circ\text{C}$  i timen.

#### Betydningen af uisoleret tildækning over luftmelletrum

Betydningen af en tildækning med for eksempel en presenning over et luftmelletrum på ca. 5 cm er stor. Dels bevares lufthinden på den tildækkede konstruktion, dels skabes et isolerende luftlag, dels forhindres fordampningsforøgelsen ved blæst.

I frostklare nætter vil presenningen endvidere virke hæmmende på udstrålingen.

#### TILSÆTNINGSSTOFFER

Det skal pointeres, at ethvert brug af tilsætningsstoffer kræver øget kontrol med betonfremstillingen.

#### Acceleratorer.

Den hastighed, hvormed beton afblinder og hærdner, kan øges ved tilsætning af en række stoffer, såkaldte acceleratorer.

Her kan blandt mange nævnes uorganiske stoffer som chlorider, sulfater og nitrater - fortrinsvis af natrium, kalium og calcium. Blandt de mange forhåndenværende muligheder er anvendelsen af calciumchlorid -  $\text{CaCl}_2$  - den mest foretrukne.

Calciumchlorids virkning på beton kan opgøres således: Varmeudviklingen og dermed trykstyrken øges især i hærdningsperiodens begyndelse ved tilsætning af stoffet.

Styrketilvæksten ligger mellem 15 og 45 pct. efter det 1. døgn, og mellem 10 og 20 pct. efter 90 døgn både for almindelig Portland cement og for hurtighærdende cement tilsat 2 pct.  $\text{CaCl}_2$  (% af cementvægten).

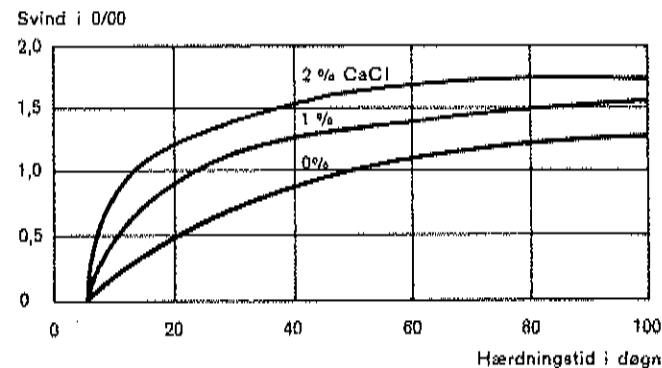
Nedenstående tabel viser nogle forsøgsresultater.

Døgn	Styrke uden $\text{CaCl}_2$	Styrke med $\text{CaCl}_2$
1	180 kg/cm <sup>2</sup>	241 kg/cm <sup>2</sup>
3	295 kg/cm <sup>2</sup>	414 kg/cm <sup>2</sup>
7	398 kg/cm <sup>2</sup>	428 kg/cm <sup>2</sup>
28	400 kg/cm <sup>2</sup>	450 kg/cm <sup>2</sup>

Det antages, at styrketilvæksten ikke er permanent, men vil forsvinde efter nogen tid. Større tilsætning end 2 pct. vil ikke øge hærdningshastigheden, men vil forstærke de skadelige virkninger.

Svindet og risikoen for revnedannelse øges væsentligt ved tilsætning af  $\text{CaCl}_2$  i den første tid af udtørringen vil svindet være mere end fordoblet ved 2 pct. tilsætning. Se figuren. Ved fortsat udtørring reduceres forskellen i svind.

Figur 25.



Svind i beton med og uden  $\text{CaCl}_2$  tilsætning.

I uarmerede konstruktioner som dæmnings og lignende og i store stive konstruktioner med stor afstand mellem dilationsfugerne, kan

det øgede svind have stor skadelig betydning. Men man kan med stor fordel anvende stoffet også i uarmerede konstruktioner, hvor det øgede svind eller eventuel revnedannelse ikke er skadelig.

Frostbestandigheden, der er noget andet end frostsikkerheden, eller modstanden mod forvitring reduceres ved tilsætning af stoffet, og det bør derfor ikke, selv i mindre doser, benyttes i konstruktioner, der er udsat for kraftige påvirkninger fra vejrliget - eksempelvis bølgeslagsmure på havne.

Korrosion - rustdannelse - af armering og andet indstøbt jern vil fremskyndes i betydelig grad ved tilsætning af stoffet, såfremt betonen ikke er tilstrækkelig tæt til at hindre, at fugtighed og luft trænger gennem et dæklag.

I spændbetonkonstruktioner må stoffet derfor kun benyttes i meget små doser.

Den kemiske sammensætning af stålet, de tynde tråde der benyttes, og den påførte spænding øger risikoen for skadelige korrosionspåvirkninger.

Kalkudslag på synlige betonoverflader vil ofte ødelægge et tilsigtet udseende, og faren for sådanne udslag øges ved tilsætning af  $\text{CaCl}_2$ .

Humusstoffer i sand vil neutraliseres ved tilsætning af  $\text{CaCl}_2$ , og hvis sandets egenskaber ellers er gode, og andet sand er vanskeligt at skaffe, kan stoffet med fordel benyttes til sådan neutralisering, idet anvendelsen naturligvis indskrænkes til konstruktionstyper, hvor det iøvrigt kan ske uden betænkelighed. Der anbefales en dosering op til 2 pct. af cementvægten for dette formål.

$\text{CaCl}_2$  tilsætning gør betonen lidet modstandsdygtig mod sulfatangreb.

Blandevandets frysepunkt sænkes ikke væsentligt ved ovennævnte 2 pct. tilsætning ( $1-2^\circ \text{C}$ ).

Betonens elektriske ledningsevne øges ved tilsætning af  $\text{CaCl}_2$ .

Ovennævnte forhold gør, at der er opstillet følgende regler for anvendelse af  $\text{CaCl}_2$  som acceleratorer til beton:

A:  $\text{CaCl}_2$  bør ved armeret beton kun benyttes, hvis cementvægten er mindst  $300 \text{ kg/m}^3$ .

B: Indholdet af  $\text{CaCl}_2$  må ikke overstige henholdsvis 0,5 pct., 1,5 pct. og 2,5 pct. af cementvægten i henholdsvis spændbeton, slagt armeret beton og uarmeret beton. Det må ikke benyttes i forbindelse med specialcementer, eller hvor der benyttes havvand ved blandingen.

C: Dæklag på armeringen ved konstruktioner i det fri skal ved 2 pct.  $\text{CaCl}_2$  tilsætning mindst være 4 cm.

D: Ved rørgennemføringer må særlige arrangementer træffes for at undgå korrosion af rørene.

E: I betonkonstruktioner, hvor der vil forekomme en ensidig fugtgennemgang på grund af temperaturforskelle, bør ikke anvendes  $\text{CaCl}_2$ . Fugt gennemgangen kan bevirke lokale koncentrationer af stoffet.

F: Tilsætning af  $\text{CaCl}_2$  bør ske ved at stoffet opløses i blandevandet.

Anvendelsen af  $\text{CaCl}_2$  er ikke så udbredt herhjemme, formentlig fordi

det for det første som nævnt kræver ekstra påpasselighed, og for det andet kan vi komme igennem med betonarbejder om vinteren på anden måde.

#### Udenlandske erfaringer.

Sverige. I dette land er det en almindelig regel, at al beton til vinterbrug, såfremt den ikke falder ind under en af de undtagelser, der er omtalt i det foregående, er tilsat  $\text{CaCl}_2$  - og betonfabrikkerne har faste doseringsanlæg for denne tilsætning. Man har fornylig foretaget en undersøgelse af en lang række betonkonstruktioner, der for år siden var udført med beton tilsat  $\text{CaCl}_2$ . Kun i eet tilfælde observerede man stærke rustangreb på armeringen i et dæk. Tilfældet blev naturligvis nærmere undersøgt, og man fandt, at der var lokale koncentrationer af stoffet på op til 8 pct.

Ved at gå helt tilbage til udstøbningstidspunktet fandt man frem til, at folkene havde haft cement langs en diagonal over dækket, netop i den stribe, hvor rustdannelsen var konstateret.

Forklaringen på den lokale koncentration af  $\text{CaCl}_2$  kunne udledes af dette faktum, idet man også havde anvendt stoffet til afvisning på stilladser, og herfra blev det altså trukket ind på dækket.

England. I engelske forskrifter for betonstøbning om vinteren anbefales tilsætning af  $\text{CaCl}_2$  til såvel almindelig Portlandcement som hurtighærdende cement.

Det fremhæves dog, at anvendelse af super rapid cement uden tilsætning anbefales mere, »da det eliminerer risikoen for fejltagelser med overdoseringer af  $\text{CaCl}_2$ , gjort af uerfarne blademestre«.

Man tillader højst 1,5 pct. af cementvægten tilsat, og angiver, at under disse omstændigheder nedsættes de ellers angivne hærdningstider, for opnåelse af frostsikkerhed, til henholdsvis 75 pct. og 45 pct. af værdierne.

(75 pct. for almindelige Portlandcement, 45 pct. for hurtighærdende cement - begge gældende for en beton med en 28 døgns styrke på  $260 \text{ kp/cm}^2$ ).

USA. Amerikanske standards for beton tillader en tilsætning svarende til maksimalt 2 pct. af cementvægten. Da stoffets virkning i form af sænkning af blandevandets frysepunkt ikke har nogen praktisk værdi ved denne koncentration, har man igangsat en forsøgsrække for betonstøbning under arktiske forhold, hvor man søger at finde frem til en metode, hvor betonen udstøbes kold, og hvor man ønsker at nedsætte blandevandets frysepunkt væsentligt. Man har forsøgt med  $\text{CaCl}_2$  tilsætninger, der ligger omkring 20 pct., men som det vil forstås, kræver sådanne koncentrationer ganske særlige foranstaltninger, og så vidt vides er man endnu langt fra praktisk betydning af forsøgene.

#### Afslutning

Der findes i handelen mange produkter, der anføres at kunne bruges blandt andet som acceleratorer ved betonstøbning om vinteren. Som en generel regel skal anføres, at der må selvfølgelig ikke tilsættes noget til betonen, som kan virke skadeligt på produktet.

Man bør derfor nøje få klarlagt, hvad et produkt indeholder, inden man bruger det som tilsætningsmiddel.

Det skal indskræpes, at der findes intet tilsætningsmiddel, som kan råde bod på dårlig sammensætning og behandling af beton, ligesom et givet tilsætningsmiddels virkning til en vis grad afhænger af den behandling, man med det givne materiale er i stand til at give sin beton. For at sikre sig en bestemt virkning af et tilsætningsmiddel, bør man derfor forud for anvendelsen i praksis udføre forsøg.

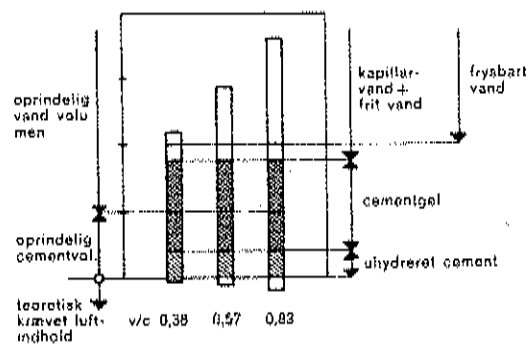
**Tilsætningsstoffer udover accelererende.**

Som vinterbetonede tilsætningsstoffer udover de accelererende skal omtales de luftindførende stoffer samt plastificeringsmidler. Der findes i handelen mange produkter til nedsættelse af frysepunktet. Når sådanne ikke omtales her, er årsagerne hertil flere. Den væsentligste er, at betonen for at komme igang med afbindings-hærdningsprocessen kræver varme. Sænkes vandets frysepunkt på den ene eller anden måde opnås blot, at vandet ikke fryser indenfor et nærmere fastsat temperaturområde under 0° C, men da vand fordampes ved alle temperaturer, og da vanddamp vandrer mod lavere temperaturer, vil der ske en ændring af sammensætningen, en ændring der ligger udenfor kontrol. Først når temperaturen stiger til plusgrader - ca. 7-8 - vil afbindingsprocessen begynde, men da med et produkt, der er ændret i forhold til det oprindelig proportionerede.

**Luftindførende stoffer.**

Som allerede nævnt anbefales herhjemme tilsætning af et luftindførende stof ved al beton, der udstøbes om vinteren. Der dannes ved tilsætningen en mængde små luftblærer i betonen. Blærens størrelse er ca. 1/10 mm i diameter. Der skal ved et V/C tal på 0,6 tilstræbes indhold af 4-6 pct. luft. Da mængden af frysbart vand ændres med vand-cement tallet, ændres også mængden af luft, der skal indblandes for at fremkalde den ønskede virkning, således som det er illustreret på nedenstående figur.

Figur 26.



Skematisk afbildning af vandbinding i beton samt af det krævede luftindholds afhængighed af vandcement tallet.

Virkemåden af luftblærene er den, at de set i relation til det vand, der fryser til is i kapillarporerne, virker som en fri overflade, der bryder det hydrauliske tryk, der opstår ved frysningen. Derved kan sprængning af den friske beton undgås.

Det er naturligvis en forudsætning, at betonen har opnået en styrke, der er tilstrækkelig til at lede retningen af det omtalte hydrauliske tryk mod luftblærene, men der opnås, at betonen tidligere end det ellers ville være tilfældet, kan tåle frysning uden ødelæggelse. Betonens trykstyrke reduceres noget ved tilsætning af luft. Når imidlertid luftmængden holdes indenfor de omtalte 4-6 pct., kan styrketab undgås ved at reducere vandmængden. Luftblærene virker plastificerende, således at samme bearbejdelse alligevel opnås.

Hvor meget af tilsætningsstoffet der skal anvendes for at give et bestemt luftindhold, afhænger foruden af vand cement tallet af mange faktorer, blandt andet:  
Sandets kornkurve og -form.  
Betonens temperatur.  
Blandetiden.

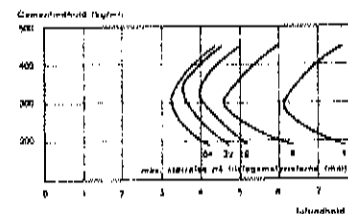
Ved øgning af temperatur eller blandetid mindses luftindholdet for en given mængde tilsætning.

En fast doseringsmængde kan derfor ikke opgives, ligesom en en gang fastsat dosering for et bestemt betonblandingsforhold ikke kan betragtes som ufravigelig på grund af variationer i de øvrige forhold. Det er derfor nødvendigt løbende at føre kontrol med betonens luftindhold, når et sådant tilstræbes. Der findes til denne kontrol flere instrumenter som Pressometre, Meyermetre, Pykometre.

**Frostbestandig beton.**

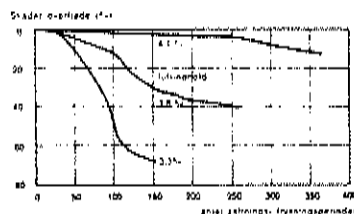
Konstruktioner, der i deres funktionstid bliver udsat for gentagne frysninger og optøninger; er særlig udsatte for ødelæggelse, såfremt der ikke tages hensyn til disse forhold ved fremstillingen, blandt andet ved at der sørges for et passende luftindhold. Lufttilsætning optræder her således som en faktor til opnåelse af egentlig frostbestandighed. Til belysning af forholdet bringes nedenstående to figurer fra Cement & betong.

Figur 27.



Det optimale luftindholds afhængighed af cementmængde og tilsætningsstoffets max. størrelse.

Figur 28.



Omfanget af skadet betonoverflade som funktion af antal saltnings/frysingsperioder og betonens luftindhold.

## VAND - CEMENT TAL

Den nødvendige vandmængde, der skal tilsættes en beton under blandingen, er bestemt ud fra kravet om bearbejdelighed. Når sammensætningen af tilslagsmaterialerne er bestemt ud fra materialernes sigtekurver, bestemmer sandet det vandindhold der skal til for at give en bearbejdelig beton.

På grundlag af vandindholdet fastsættes dernæst cementmængden, ud fra ønsket om en given styrke. Når tilslagsmaterialerne opfylder givne krav, afhænger styrken alene af forholdet mellem vand og cement, vand/cement tallet.

Cementens vandbehov, det vil sige den vandmængde, der skal til for at aktivere cementkornene, ligger ved et vand/cement tal på 0,30-0,35. Imidlertid er sandets vandbehov for at give en for arbejdspladser brugelig beton så stort, at et V/C tal på 0,3 ville betyde en altfor cementholdig beton, med de svindgener med mere dette vil medføre.

Normale V/C tal med de i praksis mest anvendte styrker og cementsorter ligger i området 0,6-0,8.

V/C tallet bestemmes af Bolomey's formel:

$$\sigma_T = K \times \left( \frac{C}{V} - 0,5 \right)$$

der gælder i området:  $0,8 \leq \frac{C}{V} \leq 2,1$

Her er  $\sigma_T$  terningsstyrken.

K en konstant, der afhænger af cement type og hærdningsgrad.

C cementindholdet i kg.

V vandindholdet i l (kg).

For størrelsen K benyttes vejledende nedenstående værdier:

For Portland cement 275 kp/cm<sup>2</sup> (28 døgns hærdning).

For hurtighærdende cement 325 kp/cm<sup>2</sup> (7 døgns hærdning) gældende for 20 cm terning.

Ved at gå ind i Bolomey's formel med for eksempel et vand cement tal på 0,5 og et på 1,0 (det vil sige C/V værdier på 2,0 og 1,0) findes  $\sigma_T$  værdier på henholdsvis 450 kp/cm<sup>2</sup> og 150 kp/cm<sup>2</sup>, således giver en fordobling af vandmængden til resultat, at styrken nedsættes til 1/3.

Denne uheldige virkning af en forøgelse af vandindholdet forstærkes under vinterforhold af, at nedgangen i de tidlige styrker er endnu mere udtalt, det vil sige betonens frostfarlige tidsområde udvides væsentligt.

I udenlandsk litteratur om beton er frostsikkerhed ofte defineret som den styrke beton skal have, for at den kan udsættes for frysning, uden at styrken reduceres med mere end 5 pct.

Fra norsk behandling af emnet ses angivet, at betonens styrke for V/C tal på 0,9 skal være 60 kp/cm<sup>2</sup>, hvis en styrkereduktion på mere end 5 pct. skal undgås.

Samme steds fra gengives nedenstående tabel over tabet i trykstyrke ved frysning efter forskellige hærdningstider.

Tabel 10

Hærdningstid ved hærdningstemperatur		% reduktion				
20°C før frysning (timer)		2	6	9	16	24
Reduktion i trykfasthed, for	V/C = ,45	35	10	5	3	2
forskellige V/C-forhold, i pct.	V/C = ,65	35	20	10	7	3

## TILSLAGSMATERIALERNE

Til vinterbeton stilles endnu større krav til tilslagsmaterialerne end ellers.

Gruset skal indeholde mindst muligt af frostfarlige bestanddele og må ikke indeholde stoffer, der kan virke forsinkende på afbindingsprocessen. For eksempel humus og ler.

Selv en mindre forsinkelse af cementens reaktion med vandet, som ikke vil være af større betydning i varmt vejr, kan i koldt vejr bevirke gæner og medføre skader, fordi den tid, det varer, inden betonen bliver frostsikker, bliver forlænget.

Sømaterialer er i almindelighed renere, indeholder mindre humus og ler, end uvaskede bakkematerialer, men oppumpet sand kan som følge af indblandede tangrester indeholde betydelige mængder humus.

Filler materiale i passende mængde kan under normale forhold forbedre betonens bearbejdelighed og medføre styrkeforøgelse, men et stort fillerindhold kan gøre det vanskeligt at opnå den luftmængde på 4-6 pct., der anbefales ved vinterbeton. Der skal derfor udvises særlig påpasselighed med hensyn til at opnå det rette luftindhold ved stort fillerindhold i betonen.

Findelt ler virker som filler, og kan derfor i nogen grad være gavnligt. Men lerpartiklerne er på grund af deres meget ringe størrelse stærkt tilbøjelige til at binde de stoffer på deres overflade, som forsinker afbindings- og hærdningsprocessen.

Det er derfor rigtigst at anvende grus med mindst muligt lerindhold. Skal betonens bearbejdelighed forbedres, kan anvendes et plastificeringsmiddel uden bivirkninger.

Løvrigt virker den foreskrevne luftindblanding i sig selv som et plastificeringsmiddel.

Porøse sten for eksempel i form af porøse kalkkorn er altid uheldigt i beton.

Om vinteren kan frysningen af vandet i sådanne porøse sten eller sandskorn medføre alvorlige sår i form af springere. Dette gælder såvel under arbejdets udførelse som efter betonens hærdning.

Springere vil altid virke skæmmende og medfører på konstruktioner, der skal fremtræde pudsfri, kostbare og tidkrævende reparationer, men de kan virke direkte skadelige på konstruktionens sikkerhed, såfremt de åbner adgang for rustangreb på armeringen.

Sten med vægtfylde under 2.4 må anses for frostfarlige, uanset om det er kalk eller porøs flint (hvid flint), der bevirker den lave vægtfylde.

en vægtfyldebestemmelse kan foretages på laboratorier ved sortering med tunge væsker.

Frosne materialer må under ingen omstændigheder komme i blanderen.

Materialerne vil altid indeholde vand i varierende mængde.

Er materialerne frosne, findes dette vand som is. Medens vandets egenvarme er 1,00, er smeltevarmen for is (den varme der skal til for at smelte 1 kg is) 80 kcal. Det er derfor indlysende, at is i blanderen fuldstændig vil forrykke en planlagt opvarmningsmetode for betonen, idet et ukendt men stort antal af de tilsatte calorier vil anvendes til opthøning af isen.

Desuden vil islag på de enkelte partikler kunne blive siddende og hindre forbindelse med cementpastaen.

Ved lagring af tilslagsmaterialerne under åben himmel skal man påse, at materialebunkens overflade bliver så lille som muligt. Ved indtrædende varig frost skal enten hele bunken isoleres eller ved meget store lagre, det areal hvorfra bunken daglig angribes. Isoleringen genetableres efter hvert brug, således at der altid er sikkerhed for, at de materialer, der hentes, ikke er iblandet dele af en sammenfrossen skorpe.

## VARMETILFØRSEL

Varmetilførsel til beton kan ske på alle stadier af fremstillingsprocessen. Under tilslagsmaterialernes lagring i depot, ved blandingen og efter placering i formen.

Inden gennemgang af de forskellige opvarmningsmetoder gennemgås kort eksempler på beregningen af varmebehov ud fra kendskab til delmaterialernes temperatur, betonens sammensætning samt den ønskede temperatur på den færdige beton.

Betonmaterialernes varmfylde - det er det antal kcal, der skal tilføres 1 kg af materialet for at opvarme det 1° C - er:

Tabel 11.

Sten	0,21 kcal/kg × °C
Sand	0,21 kcal/kg × °C
Cement	0,27 kcal/kg × °C
Vand	1,00 kcal/kg × °C

Den færdigblandede beton har varmfylde ca. 0,27 kcal/kg × °C.

Til ovenstående skal gentages, at smeltevarmen for is, hvorved forstås det antal kcal der skal til for at smelte 1 kg is, er 80 kcal/kg. Det er derfor værdifuldt at bestræbe sig på at holde vådt sand frostfrit.

## Beregningseksempel.

Tænkes som eksempel en beton sammensat således:

300 kg cement	pr. m <sup>3</sup> , brugstemperatur	3°C.
180 kg vand	pr. m <sup>3</sup> , brugstemperatur	10°C.
620 kg sand	pr. m <sup>3</sup> , brugstemperatur	7°C.
1200 kg sten	pr. m <sup>3</sup> , brugstemperatur	7°C.

findes den færdige blandings temperaturer af fig. (idet der i denne sammenhæng ses bort fra at noget af vandet fås fra sandets fugtighedsindhold og altså har en temperatur på 7°):

$$T_b = \frac{300 \times 0,27 \times 3 + 180 \times 1,00 \times 10 + (1200 + 620) \times 0,21 \times 7}{300 \times 0,27 + 180 \times 1,00 + 1820 \times 0,21}$$

$$\approx 7,4^\circ$$

Ønskes denne beton opvarmet til 20°C ved opvarmning af vandet alene, kan følgende ligning opstilles, idet der nu bør tages hensyn til, at sandet medfører ca. 4 pct. vand, her 25 kg/m<sup>3</sup> beton, som altså unddrager sig opvarmning, men tilføres blandingen ved en temperatur på 7°C:

X er vandets søgte temperatur.

$$20 = \frac{300 \times 0,27 \times 3 + 25 \times 1,00 \times 7 + (180-25) \times 1,00 \times X + 1820 \times 0,21 \times 7}{300 \times 0,27 + 180 \times 1,00 + 1820 \times 0,21}$$

$$X \approx 62^\circ.$$

Holdes vandtemperaturen fast kan ved en tilsvarende ligning findes den temperatur, hvortil sandet eller stenene skal opvarmes for at opnå en ønsket temperatur.

## Huskeregler:

En god huskeregel er, at for hver grad vi ønsker at hæve den færdige betonblandings temperatur skal vi enten:

Øge vandets temperatur	4-5°C
Øge cementens temperatur	10°C
Øge sandets og stenenes temperatur	2-3°C

Det effektive calorieforbrug for at opvarme 1 m<sup>3</sup> beton een grad er 630-650 kcal.

## Øvre grænser for opvarmningen

Man kan ikke uden at sætte væsentligt til af betonens slutstyrke opvarme den ferske beton udover bestemte grænser.

Grænserne er for alm. portland cement	ca. 40°C
for hurtighærdende cement	ca. 30°C

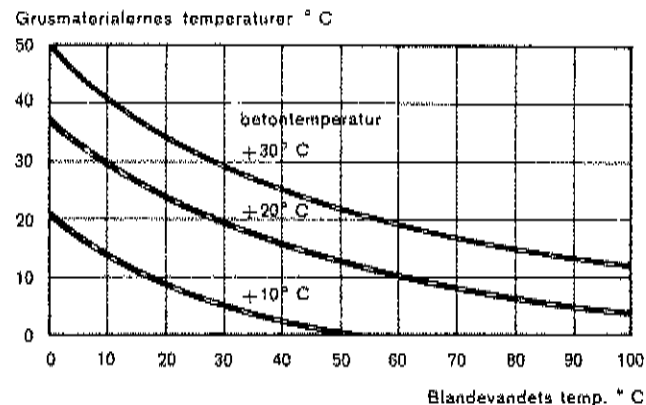
Men under vore temperaturforhold er almindeligvis en max. temp. på 20-25° tilstrækkelig.

### Opvarmning af vandet

Det er i indledningen gennemgået, hvorledes der kan regnes frem til den nødvendige opvarmning af vandet for at opnå en ønsket temperatur på den færdige blanding.

I nedenstående figur er grafisk optegnet sammenhængen mellem vandets temperatur, grusmaterialernes temperatur og den færdige blandings temperatur.

Figur 29.



Den friske betons temperatur som funktion af grusmaterialernes og blandevandets temperatur.

Med hensyn til den øvre grænse for vandets temperatur herskede tidligere den opfattelse, at en sådan skulle sættes ved ca. 60° C, idet der var frygt for beskadigelse af cementen, såfremt vandtemperaturen var højere.

Afholdte forsøg godtgør imidlertid, at varmefordelingen, når vandet sættes til blandingen i blanderen, går så hurtigt, at der ikke sker nogen skade på cementen, selvom temperaturen på vandet er 95-100°. Der konstateres ingen forringelse af 28 døgns styrken. (Som det blandt andet fremgår af nedstående skema fra Cement och Betong).

Blanding	Temperatur i °C hos:			
	cement	ballast	vand	beton
1	20	20	100	45
2	20	52	58	43

Trykstyrke i kp/cm <sup>2</sup> efter anførte antal døgn:				
Blanding	1	3	7	28
1	48	111	163	257
2	47	109	164	266

Derimod er der en tendens til, at vandtemperaturer omkring 90°C giver en lidt stivere beton, ligesom der kan begynde at vise sig tegn på afblanding, fordi cementkornene begynder at koagulere.

### Metoder

Med hensyn til metoder for fremstilling af varmt vand kan ved små blande anlæg anvendes gasvandvarmere, de er nemme i såvel installation som drift, men deres ydeevne er begrænset. Ved større blande anlæg opvarmes vandet i særlige varmtvandskedler, i kombinerede varmtvands- og dampkedler - højtryk eller lavtryk - eller i gennemstrømningsvandvarmere.

Såfremt arbejdspladsen råder over et dampaggregat uden varmtvandsbeholder, benyttes dampen til produktion af det varme vand. Der henvises herom til afsnittet vedrørende ovne, kedler m.m.

På arbejdspladsen, der ligger i nærheden af eller op til eksisterende byggeri med varmecentral i drift, vil der ofte være mulighed for levering af varmt vand fra denne varmecentral.

Er vandet på arbejdsstedet meget hårdt (kalkholdigt), kan der ved vandets opvarmning fremkomme stor kalkafsætning på rørspiraler, hvor brugsvandet passerer. Sådant kalkafsætning vil give forringet udnyttelse af kalorieforbruget, men dertil kommer, at såfremt det er brugsvandet, der passerer indvendig i en rørspiral, vil øget kalkafsætning betyde ringere vandgennemstrømning, således at vandleverancen kan blive en flaskehals i blande processen.

Således vil f.eks. et 2 mm kalklag afsat indvendig i et 3/4" rør reducere den gennemstrømmende vandmængde pr. tidsenhed til 60 pct. af den oprindelige værdi.

### Opvarmning af sandet

Også metoden til bestemmelse af en ønsket sandtemperatur er gennemgået i kapitlets indledning.

Det kan ved disse opvarmningsmetoder, hvor et meget varmt varme medie ledes i rør gennem sandbunken, ske, at sandet, der har været i direkte berøring med røret, er opvarmet indtil rødglødning, og hvis der er risiko for sand med temperatur blot over 60-70°, må sådant sand ikke anvendes før det er afkølet.

### Metoder.

A. Tør opvarmning i bunke, i et skrabespilleanlægs materialgård eller silo, ved varmerør under sandet og eventuelt langs væggene i materialgård eller siloen.

Varmemediet, der ledes gennem røret, kan være varm luft, varmt vand, damp eller hedolie. Om de forskellige varmemedier kan følgende anføres:

Varm luft skaffes ved varmeovne, hvor luftens afgangstemperatur fra ovnen sjældent er større end 120° C. For at undgå at lægge luftpassagen i ovnen hindringer i vejen må rørene til opvarmning have samme dimension som afgangsstudsene på ovnen, det vil som regel være 10 eller 15 cm.

Med en gas- eller oliebrænder kan luften dog opvarmes betydeligt højere end de anførte 120° C. Afgangsrørets dimension kan i så tilfælde gøres væsentligt mindre, 2-3", og kan føres langs væggene i for eksempel en silo.

Varmt vand fremstilles på arbejdspladsens varmtvandsanlæg. Vandtemperaturen vil max. være 95°.



Damp kan som højtryksdamp føres frem med en begyndelsestemperatur, der er det dobbelte af den nævnte vandtemperatur. Da der ved dampens strømning gennem røret vil være en kraftig turbulensdannelse langs rørvæggene, er varmeafgivelsen god. Hedolie kan varmes op til flere hundrede grader (300), og vil derfor kunne transportere megen varme. Der benyttes såkaldte varmetransmissionsoller, der pumpes gennem rørsystemet med stor hastighed. Herved bliver strømmingen turbulent, hvad der som nævnt giver god varmeovergang.

Varmetransporten fra varmemediet til sandet.

Det er indlysende, at det sand, der ligger op til det varmførende rør bliver opvarmet.

Den videre varmetransport ud til det øvrige sand sker ved direkte varmeledning, og ved det vand, der er i sandet, idet vandet fordampes, og igen kondenserer på koldere partier. Når disse er tilstrækkeligt opvarmede, fordampes igen vand, der kondenserer længere ude o.s.v.

Af de nævnte to varmetransportmetoder er det fordampede vand den mest flexible, og den der i dette tilfælde hurtigst når frem. Det er altså for denne opvarmningsmetode en fordel, at sandet er vådt.

Varmeafgivelse fra rør.

Et 3" rør afgiver 5 kcal/m x time x grad temperaturforskel mellem varmerøret og materialet umiddelbart herop til.

For dimensioner afvigende fra 3" kan proportioneres direkte i forhold til diameteren.

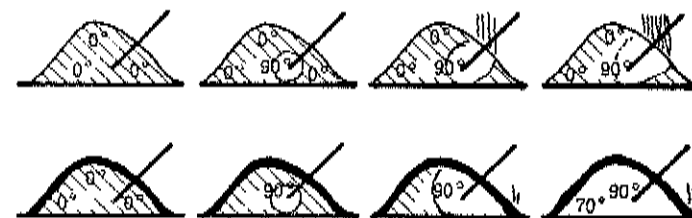
B. «Våd» opvarmning ved at damp blæses ind i sandbunken og afgiver sin varme ved kondensering i sandet. Dampen går således til spilde og kondensvandet efterlades i sandet. Metoden er effektiv, når den benyttes rigtigt, men ulemperne ved kondensvandet er store. Sandet optager så meget vand, det kan holde på, men der kan ikke eentydigt kompenseres for dette ved at ændre den direkte vandtilsætning til betonen, idet forskellige partier i sandbunken vil indeholde varierende mængder vand.

Der vil derfor opstå vanskeligheder med at overholde det ønskede V/C tal.

Dertil kommer, at det vand, der ikke optages af sandet, vil flyde ud over pladsen. Til gene hvis det er tørt, og til endnu større gene hvis det er frost.

Bunken skal under opvarmningen holdes tildækket, (se figuren), og de spyd, hvormed dampen ledes ind i sandet, skal flyttes med passende mellemrum - kun derved opnås en ensartet opvarmning.

Figur 30.



Effekten af opvarmning af en sandbunke ved hjælp af et dampspyd, med og uden tildækning af bunken med en presenning. De skraverede områder er stadig uopvarmede.

### Opvarmning af stenene

Er det nødvendigt også at opvarme stenene henvises til det under opvarmning af sandet anførte.

### Opvarmning af betonen i blanderen

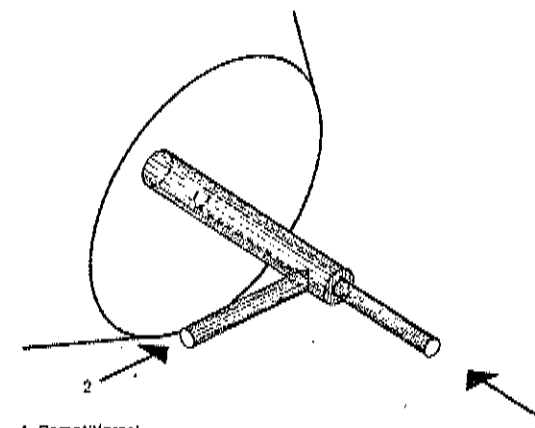
Opvarmning af beton ved direkte dampinjicering i blanderen er en metode, der i de senere år har vundet større og større indpas på arbejdspladser, hvor vinterbeton fremstilles.

Metoden er herhjemme oprindeligt udviklet til brug ved blandedanlæg med tvangsblandere.

Dampen bliver her ledt frem til skovlarmene og bliver herfra via en om-løbsventil ledt ud langs disse og ned til skovlene, hvor den slippes fri i betonen.

Senere er metoden udviklet til også at kunne benyttes ved fritfaldsblandere. Installationerne er her langt enklere, og dampen bliver sluppet løs næsten i centrum af betonmassen, med de bedste muligheder for at opsøge den kolde beton. Installationsarrangementet fremgår af nedenstående skitse.

Figur 31.



1. Damptilførsel.  
2. Vandtilførsel.

Princip for installationsarrangement ved direkte dampinjicering i blanderen.

Dampen tilsættes gennem det oprindelige vandtilførsesrør (1), mens vandet tilføres gennem et nyt rør (2), der på den sidste tilløbsstrækning omslutter damprøret. Dette sidste ender som vist et kort stykke før vandrøret.

Dampen tilsættes samtidig med vandet, og ved at arrangere sig som anført har man dels opnået, at vandet forvarmes, dels at dampen fordråber det udstømmende vand. Dette får derved bedre kontaktmuligheder til betonen.

Dampen tages fra lavtryksaggregater. Dampudgangstemperaturen er 119° C ved udtagningens begyndelse og synker til 113° C, gennemsnit 116° C.

Ved nedkøling af dampen til 100° C, fortætning af dampen til vand og nedkøling af vandet til betontemperaturen, i middel ca. 10°, frigives ialt pr. kg. damp:  $8 + 540 + 90 = \text{ca. } 640 \text{ kcal}$ . Beton kræver som tidligere nævnt  $630\text{-}650 \text{ kcal/m}^3 \times \text{°C}$ , og ovenstående giver således som resultat:

For opvarmning af 1 m<sup>3</sup> beton 1° C kræves 1 kg damp.

Den uopvarmede betons temperatur bestemmes ud fra delmaterialernes målte temperatur. Den ønskede betontemperatur fastsættes, og ud fra kendskabet til ønsket temperaturstigning og til blanderens indhold kan damptilsætningen til hver blanding fastsættes.

I praksis kalibreres kedlens dampatgang, således at styringen af udtagen dampmængde sker ved hjælp af et stopur. Der henvises løvrigt til afsnittet om varmeovne og kedler for valg af dampkedler til direkte injicering. Side 207.

For ikke at gøre varmetilsætningen til en kritisk vej i blandeprocessen er det vigtigt, at den disponible dampkedel kan levere den ønskede dampmængde i det tidsrum, hvor vandet tilsættes.

Nogle fordele ved metoden er allerede nævnt. Installationen er enkel og udnyttelsesgraden af den tilførte varme er høj. Som det andre steder er omtalt, søger vanddamp fra høje mod lave temperaturer, da damptrykket falder med temperaturen. I tilfældet her vil det sige, at den frigjorte damp selv søger mod de kolde materialer i blanderen. Dertil kommer følgende fordele:

Kondensvandet dannes, hvor vand alligevel skal bruges, og der er stadig kontrol med V/C tallet, da man altid ved, hvor mange kg damp/vand, der tilsættes hver blanding, og kan kompensere i den direkte vandtilsætning.

Endelig er dette opvarmningssystem fleksibelt. Arbejdslederen behøver først tage endelig stilling til betontemperaturen om morgenen på arbejdsdagen, og det vil alligevel være muligt at levere betonen efter ønske. Ved opvarmning af tilslagsmaterialer i depot skal en sådan opvarmning igangsættes aftenen før, og man er bundet af de varme materialer, kan ikke »fortryde«, eller levere koldere beton, hvor dette behøves eller ønskes.

Med hensyn til betonens styrke er der ingen steder klaget over nedgang i denne. Tværtimod er der fra nogle arbejdspladser givet udtryk for, at man mener at have konstateret en tendens til stigning i styrken ved denne opvarmningssystem. Der er endnu intet statistisk materiale

til fuldstændig belysning af spørgsmålet, men forklaringen på en tendens til styrkeforøgelse kan være den, at der altid i beton vil være cementpartikler, der ikke bliver aktiveret af vand. Ved at tilsætte noget af vandet i dråbeform, der ligefrem bliver blæst ind i blanderen, ovenikøbet med hang til at opsøge kolde partikler, aktiveres noget af den cement, der ellers ville være inaktiv.

Såfremt der er isklumper i materialerne, skal de frasorteres. Blandt andet ødelægger de, grundet isens store varmfylde, regnestykket med hensyn til sammenhængen mellem tilsat damp og opnået temperatur.

#### Tilførsel af varme efter placering i formen

Ud fra kendskab til konstruktionen, betonens begyndelsestemperatur, formens isolationsværdi og udetemperaturen kan temperaturforløbet i betonen beregnes.

Stilles der krav for eksempel om opnåelse af en nærmere defineret procentdel af 14 døgns styrken i løbet af 3 døgn, svarer dette til et krav om en nærmere fastsat gennemsnitstemperatur i hærdningsperioden. Forskellen mellem det ønskede temperaturforløb og det beregnede aktuelle resulterer om vinteren ofte i et varmebehov.

Ud fra en given skønnet udetemperatur kan det planlægges at opfylde varmebehovet helt eller delvis ved tilførsel af varme under hærdningsprocessen.

Det kan også forekomme, at den aktuelle udetemperatur afgiver væsentligt fra den forudsatte i ugunstig retning. Her kan varmetilførsel efter udstøbninger være redningen.

Konventionelle metoder til at løse ovennævnte varmebehov er ved hjælp af varmluftovne, gas- eller oliefyrede, der blæser varm luft under, omkring eller over objektet, der skal opvarmes. Hvad angår varmekildens nyttevirkning med hensyn til opvarmningen af det ønskede objekt henvises til afsnittet om varmeovne, hvor der er gennemregnede eksempler for fastlæggelse af varmebehov.

Specielt i meget koldt vejr opnås besparelser ved at placere varmluftovnen inde i det rum der skal opvarmes, i stedet for at trække kold udeluft igennem ovnen.

Tænkes f.eks. en udetemperatur på +10° C, en gennemsnitlig indetemperatur på +10° C samt en varmeovn der opvarmer 4000 m<sup>3</sup> luft/time, vil opvarmningen af disse 4000 m<sup>3</sup> fra ude- til indetemperatur lægge beslag på:

$$4000 \times 0,31 \times 20 \text{ kcal/time} = 24.000 \text{ kcal/time} = (3 \text{ l olie}).$$

0,31 er luftens varmebehov kcal/m<sup>3</sup> × time × °C. 20 er temperaturforskellen mellem udeluft og gennemsnitlig indeluft.

Virkningsgraden ved varmetilførsel på denne måde er lille. I eksemplet i afsnittet om varmeovne, hvor der opvarmes en del af en etage mellem 2 dæk, ses det således, at den varmemængde, der kommer det øverste dæk tilgode, kun udgør 1/3 af den totale tilførte varme.

Planlagt varmemateriel med fornøden reserve til indsats skal med sikkerhed være til stede på arbejdspladsen fra det tidspunkt, hvor indsatsen efter tidsplanen kan blive aktuel.

## Elektrisk opvarmning.

Der kendes flere metoder til elektrisk opvarmning af beton. Den der for år siden er blevet introduceret her i landet, og som siden har vundet stor udbredelse, iværksættes ved hjælp af modstandstråde (2 mm isoleret jerntråd) der indstøbes.

Modstandstrådene tilsluttes en transformator, og der anvendes herhjemme en finsk udviklet sådan, idet Finland har patent på systemet i Norden. Transformeren benævnes en Bekomat.

Ved denne opvarmningsmetode opnås en høj virkningsgrad af den tilførte energi.

Dertil har metoden en række fordele, såsom:

1. Selv ved utilgængelige konstruktionsdele, der er vanskelige at indelukke, og hvor traditionel varmetilførsel vil volde store vanskeligheder og give ringe nyttevirkning, er der intet ekstra besvær forbundet ved anvendelse af el-opvarmning.
2. Metoden er meget fleksibel, det er nemt at ændre varmetilførslen i såvel op- som nedadgående retning.
3. Tilrigningen er enkel og driften sikker.

### Beregning af nødvendig effekt tilførsel.

Varmebehovet omsættes til el-energi ved sammenhængen 1 kW lig 860 kcal.

Resultatet kan findes i kW/m<sup>3</sup>, pr. m<sup>3</sup> eller pr. lb. m.

Ud fra kendskabet til den krævede kW tilførsel findes længden af modstandstråd, der skal placeres pr. enhed (m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup> eller lb.m.), idet den efterfølgende tabel benyttes som rettesnor. Ved de i tabellen anførte kombinationer mellem Bekomatindstilling og længden af de enkelte modstandstrådsløjfer, der tilsluttes, er effektydelsen 125 W/m tråd.

Da effektydelsen er omvendt proportional med trådlængden, kan der regnes frem til den trådsløjfelængde, der vil give den ønskede varmetilførsel.

Den fundne totale trådlængde opdeles i lige lange sløjfer, hvis længde tilsvarende en af indstillingerne, idet hensyn til konstruktionens dimensioner må være afgørende for hvilke længder, der skal vælges.

( ) Undgå disse v. beregn.

Tabel 12.

Indst.	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	D1	D2	D3	(D4)	(D5)
fase-fase	5,5	6,5	8	9,4	10,5	11	12	13	15	17
Fase-O	—	—	—	—	—	5,5	6,5	8	9,5	10,5

Tabellen viser sammenhængen mellem Bekomat-indstilling og længden af den enkelte tilsluttede modstandstrådsløjfe, for at opnå en afgiven effekt på 125 W/m modstandstråd.

For at have mulighed for at tilføre mere energi end planlagt, såfremt temperaturforholdene skulle udvikle sig ugunstigere end forudset, anbefales det ikke at benytte indstillingerne D4 og D5 beregningsmæssigt, men holde disse indstillinger i reserve.

For at opnå en jævn varmefordeling i tynde vægge og dæk med god isolation anbefales det her at benytte 20 pct. større trådlængder end de, der fremgår af tabellen.

Trådene monteres nemmest ved fastgørelse til armeringsnettet, fastgørelsen sker med en tynd kobbertråd, der ikke giver ødelæggelse af modstandstrådens isolering, hvad almindelig bindetråd let ville. Højest nogle få cm af tråden må stikke ud af betonen, og tråden bør ikke ligge klods op ad formen.

Trådens isolering brænder over, såfremt tråden ikke er omsluttet af beton når der sættes spænding på, med undtagelse af når de laveste indstillinger Y1 og Y2 benyttes.

Udenfor betonen tilsluttes modstandstråden derfor en bedre ledende koblingstråd til forbindelse med stamkablerne fra Bekomaten.

Forbindelsen modstandstråd-koblingstråd etableres ved at afisolere de to tråder og samle de to tråde med en fortinnet kobbering der, når samlingen er korrekt udført, giver god elektrisk forbindelse.

Samlingen er nem at udføre, men det skal i denne forbindelse nævnes, at hvor der har været konstateret strømsvigt i en trådsløjfe, har det i næsten alle tilfælde vist sig, at det netop var ovennævnte samling, der ikke var korrekt udført.

Vedrørende betjening af Bekomaten henvises til forhandlerens brugsanvisning.

Efter betonudstøbning og tilslutning af Bekomat måles strømstyrken i hver enkelt tråd med et tangamperemeter, til kontrol af om betonen får tilført den ønskede effekt.

Er der afbrydelse i en sløjfe ligger fejlen med overvejende sandsynlighed som nævnt i forbindelsen modstandstråd-koblingstråd. Ved at trække samlingen ud af den friske beton rettes fejlen nemt.

Såvel betonens som luftens temperatur bør holdes under opsigt i opvarmningsperioden. Falder udtemperaturen væsentligt under det forudsatte, eller begynder det at blæse, skal der kompenseres for den større varmeafgivelse ved at indstille Bekomaten på et højere trin.

som ekstraudstyr leveres iøvrigt en termostat, der automatisk foretager denne regulering i afhængighed af betonens temperatur.

Ved anvendelse af Bekomaten skal følgende forholdsregler iagttages:

- 1) Strømkilden skal benyttes mod fugt og snavs.
- 2) Bekomaten skal placeres så køleluften frit kan passere.
- 3) Alle elektriske forbindelser skal udføres omhyggeligt.
- 4) Bekomaten må ikke blive varmere end håndvarm.

## Opvarmning af støbeskel

El-opvarmning af beton har fundet anvendelse på mange områder, blandt andet til lokal opvarmning af tidligere udstøbt beton i støbeskel.

Ved støbeskel i betonkonstruktioner er oftest foreskrevet en max. temperaturforskel mellem gammel beton og nyudstøbt sådan. Grænsen er ofte fastsat til 20°C.

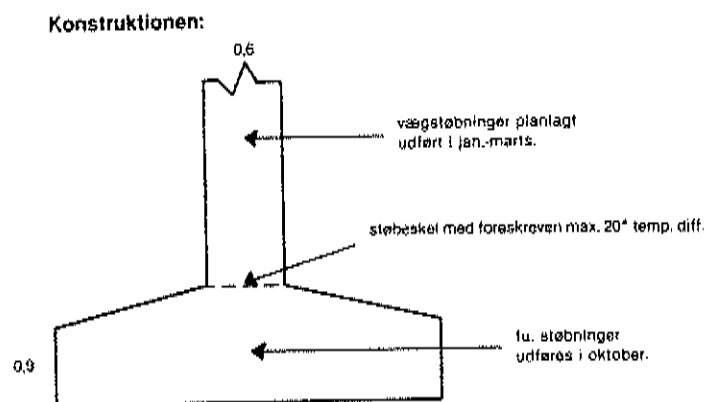
Under vinterforhold, hvor den gamle beton har antaget en lav temperatur, og der anvendes opvarmet beton til den påfølgende støbning, kræver kravets overholdelse særlige foranstaltninger iværksat, i form af opvarmning af den gamle beton.

El-opvarmning som beskrevet giver mulighed for kontrolleret, lokal opvarmning af det kritiske område af den gamle beton.

For at kunne bringe metoden i anvendelse kræves naturligvis at der disponeres i tide, det vil sige inden støbning af det, der vil blive den »gamle« beton.

Som eksempel er nedenfor beskrevet et tilfælde fra praksis, hvor krav var stillet, og el-opvarmning valgtes.

Figur 32.



Fastlæggelse af placering af modstandstråde i fundament:

Gjorte forudsætninger vedr. temperaturforholdene på tidspunktet for vægstøbning:

Fu temp. = luftens middeltemp. fastsattes til 0°C. Betontemperaturen i væg vedtoges styret - se senere afsnit for styret hærdeforløb - så max. temp. blev 40°C.

Opvarmningsbehov således 20°C.

Volumen for opvarmning:

Dette ansloges til fundamenttykkelse x 3 gange vægtykkelse pr. lb. m. fundament = i det aktuelle tilfælde 0,9 x 1,8 m.

Varmebehov:

$0,9 \times 1,8 \times 2300 \times 0,26 \times 20 = 19.300 \text{ kcal/m støbeskel.}$

Med en valgt opvarmningstid ved hver vægstøbning på 20 timer bliver behovet for varmetilførsel pr. time således = 1000 kcal/m støbeskel.

**Effektbehov, modstandstråd:**

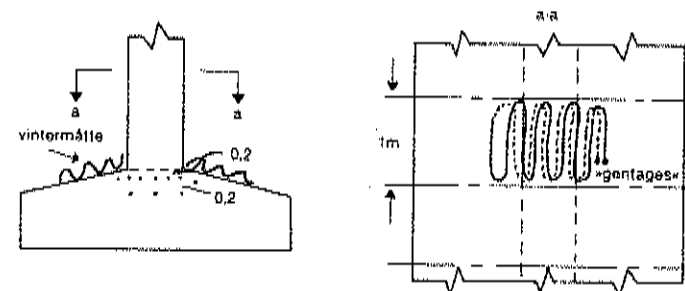
Vælges at placere modstandstråd i en udstrækning, så de valgte temperaturforhold vil nødvendiggøre 125 W/m modstandstråd, findes at der skal placeres 8 m modstandstråd pr. lb. m. fundament.

Aktuelt valgtes at placere 10 m tråd pr. m. fu, for at kunne foretage en bedre fordeling af tråden.

**Trådens placering:**

På nedenstående skitser er redegjort for det valgte arrangement for så vidt angår placeringen af modstandstråd, incl. udtag til sammenkobling med stamkabel.

Figur 33.

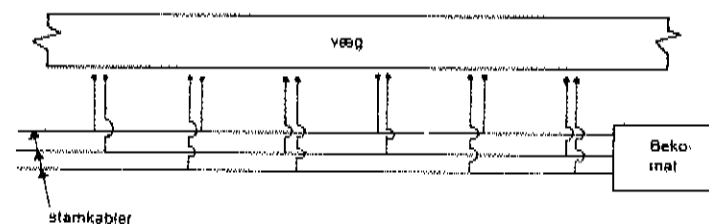


Som det fremgår af skitsen samles begge tråduddrag på samme vægside for at simplificere tilslutningen til Bekomat'en.

**Tilslutning til Bekomat:**

På nedenstående skitse er vist arrangementet med hensyn til tilslutning til Bekomat.

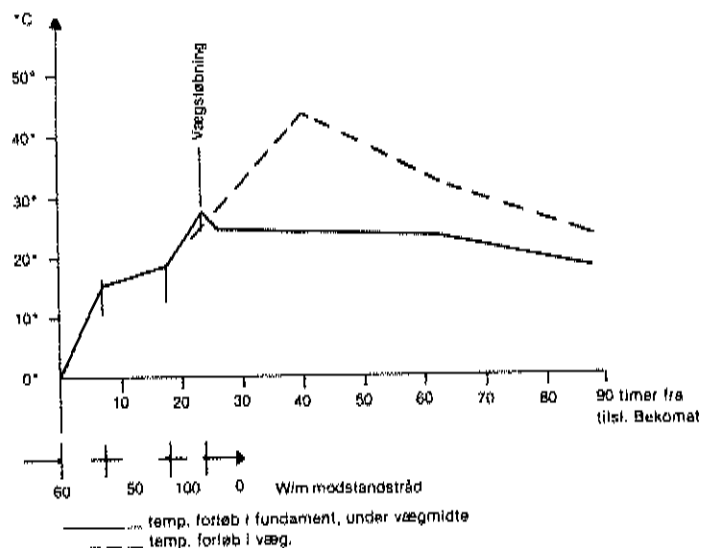
Figur 34.



### Systemets anvendelse, erfaringsresultater:

Der blev ialt udført 6 vægstøbninger i månederne jan.-marts, og ved dem alle blev opvarmningssystemet anvendt. Figuren nedenfor anskueliggør temperaturforløbene ved een af disse støbninger, men er typisk for dem alle 6.

Figur 35.



Som antydnet på skitsen over trådarrangementet blev der anbragt en vintermåtte på fundamentet op mod vægforskallingen. I opvarmningstiden blev fu. oversiden endvidere isoleret mellem formsiderne. Som det fremgår af skitsen over temp. forløb- og effekttilførsel, blev det ikke nødvendigt at tilføre mere end gennemsnitlig ca. 65 W i opvarmingsperioden, hvor temperaturen som forudsat lå på 0° C. Dette kan til dels tilskrives den omtalte isolering, og betyder, at det vil være tilstrækkeligt med mindre indstøbt tråd/m. Det fremgår også af temp. skitsen at virkningen af ændringer i effekttilførslen er øjeblikkelig.

### Økonomien:

Systemets anvendelse havde ikke været forudset, da arbejdspladsen blev indrettet. Denne omstændighed gjorde, at der måtte foretages en supplerende el-installation til pladsen for at få fornøden effekt til at «føde» Bekomaten.

Bortset fra denne (unødige) udgift fordelte udgifterne sig således:

Transport og leje af Bekomat	15%
Drift af Bekomat	11%
Koblingstråd-forbrug	6%
Stamkabel-leje	7%
Modstandstråd-forbrug og ilægning	61%

Den samlede udgift var 23.000 kr. (vinteren 78-79). Såfremt beslutningen var taget tidligere, kunne udgifterne til ilægning af modstandstråden utvivlsomt have været bragt ned.

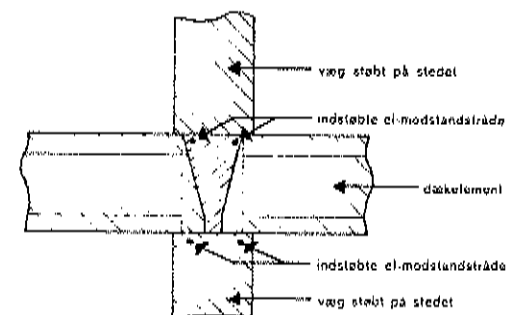
### Kritiske konstruktionsdetaljer.

Udover til anvendelse af opvarmning af massive konstruktioner finder metoden til el-opvarmning i stor udstrækning anvendelse til opvarmning af vigtige konstruktionsdetaljer, hvor det ville være vanskeligt at sikre betonen på anden måde under vinterforhold.

Eksempler.

1: Sikring af støbeskel mellem væg og dæk, evt. kombineret med sikring af udstøbningen mellem dækelementer. Nedenstående skitse viser arrangementet i sidstnævnte tilfælde.

Figur 36.



Eksempler på anvendelse af elektrisk varmetilførsel til sikring af støbeskel og elementsammenstøbninger.

2: Sikring af injiceringsmørtelen ved kabelbeton.

Varmetråden fæstnes til blikkørerne før udstøbning af betonen, således at opvarmningen om fornødent kan iværksættes, når injicering skal foretages.

### TILDÆKNING OG ISOLERING

Nedenfor gives en fortegnelse over de betegnelser og udtryk, der benyttes i dette afsnit. Hvor det skønnes nødvendigt, gives tillige en definition af udtrykkene.

Kcal	kilocalorier, et mål for varmemængde. 1 kcal defineres som den varmemængde der skal til for at opvarme 1 kg vand 1° C.
t	temperatur i ° C.
$\Delta t$	temperaturforskelle, differens, i ° C.
q, Q	samlet varmemængde i kcal.
h	tidsenheden 1 time.
$\lambda$	varmeledningstal for et materiale i kcal/m x h x ° C, d.e. = det antal kcal der på 1 time går gennem 1 m af materialet, når temperaturforskellen mellem materialets to sider er 1° C. (Underforstået pr. m <sup>2</sup> ).

k	Varmetransmissionstal i kcal/m <sup>2</sup> x h x °C, d.e. = det antal kcal der pr. m <sup>2</sup> på en time går gennem materialet/konstruktionen i den givne tykkelse, når temperaturforskellen på materialets/konstruktionens to sider er 1°C.
m	varmelednings- eller gennemgangsmodstandstal i m <sup>2</sup> x h x °C/kcal, d.e. = det reciprokke af k værdien.
α	varmeovergangstal i kcal/m <sup>2</sup> x h x °C° angiver den varmemængde, der pr. m <sup>2</sup> pr. time pr. grad temperaturforskel går fra et legeme til et andet, det er i berøring med. I tilknytning til α tales om m <sub>i</sub> og m <sub>u</sub> indvendige og udvendige varmeovergangsmodstandstal. Det reciprokke af α-værdien.
e	tykkelse af et isoleringsmateriale i m.
γ	rumvægt af et materiale i kg/m <sup>3</sup> .

Desuden benyttes udtrykkene egenvarme, varmfylde og varmekapacitet.  
Et materiales egenvarme eller varmfylde er udtryk for det samme, nemlig det antal kcal der skal til for at opvarme eet kg af materialet 1°C.  
Varmekapacitet er udtryk for produktet af en masses vægt og dens egenvarme (varmfylde).

Varmetransmissionen fra en varmere flade til en koldere er principielt sammensat af tre bidrag, nemlig:

1. Varmeledning gennem faste stoffer eller stillestående luft/væske.
2. Konvektion (medføring) i luft eller væske i bevægelse.
3. Stråling.

Varmetransport gennem faste stoffer sker alene ved ledning. Varmetransport gennem luftarter sker ved ledning, konvektion og stråling. Varmetransport gennem væsker sker ved ledning og konvektion.

Et materiales varmeledningstal λ kan derfor foruden bidrag fra den almindelige varmeledning også indeholde bidrag fra stråling og konvektion.

Tænker man sig to flader med areal A og temperaturer t<sub>1</sub> og t<sub>2</sub> adskilt af og i berøring med et isoleringsmateriale med varmeledningstallet λ og tykkelsen e, vil der i a timer transporteres følgende varmemængde gennem isolationsmaterialet:

$$Q = \frac{\lambda}{e} \times (t_1 - t_2) \times A \times a \text{ kcal.}$$

Betragtes to flader, der er adskilt af en luftspalte, vil varmemestrømmen over luftspalten pr. m<sup>2</sup> og pr. time kunne udtrykkes ved:

$$q = \frac{\lambda_{\text{luft}}}{e} \times (t_1 - t_2) \text{ kcal.}$$

Her er λ luft sammensat af tre bidrag:

l, k og s, hvor

l er luftens egentlige varmeledningsevne.

k er bidraget fra konvektionen.

s er strålingsbidraget.

For en luftspalte med 10 cm tykkelse mellem f.eks. to træflader eller murflader, men ikke mellem metallisk blanke flader, er ifølge beregninger og forsøg følgende værdier gældende ved 20° C middeltemperatur.

λ l lig 0,0215 kcal/m x h x °C

λ k lig 0,10 kcal/m x h x °C

λ s lig 0,409 kcal/m x h x °C

således at det endelige λ luft bliver 0,53 kcal/m x h x °C.

Bidragene til den totale varmemestrøm fra ledning, konvektion og stråling udgør altså henholdsvis 4 pct., 19 pct. og 77 pct.

Såfremt der i luftspalten anbringes et porøst isoleringsmateriale, vil spalten blive opdelt.

Herved standses konvektionen næsten helt.

Strålingsbidraget, som før var dominerende, vil blive væsentligt reduceret, fordi det nu er mange celler eller fibre, som udveksler stråling ved meget små temperaturer.

Såfremt isoleringsmaterialet er fyldt med atmosfærisk luft, vil den egentlige varmeledning gennem luften ikke ændres.

#### Varme- transmissionstallet, k-værdien

Som nævnt er et materiales k-værdi et udtryk for materialets evne til at lede varme.

Da lille varmeledningsevne er et udtryk for god isolation, er k-værdien også et udtryk for materialets isolationsevne.

For en konstruktion sammensat af flere materialer beregnes den samlede k-værdi således:

$$\frac{1}{k} = m_i + m_u + \sum \frac{e}{\lambda} + m_a \quad \text{m}^2 \times \text{h} \times \text{°C/kcal}$$

Her er:

m<sub>i</sub> lig varmeovergangsmodstandstallet, (den modstand varmen møder i direkte kontakt med luften) på indersiden af konstruktionen.

m<sub>u</sub> lig varmeovergangsmodstandstallet på ydersiden af konstruktionen.

m<sub>a</sub> lig varmeledningsmodstandstallet for specielle lag, f.eks. luftspalter.

For størrelserne m<sub>i</sub> og m<sub>u</sub> kan regnes med følgende værdier:

m<sub>i</sub> lig 0,15 m<sub>u</sub> lig 0,05.

Varmeovergangsmodstanden ude sættes altså kun til 1/3 af værdien inde.

Årsagen er, at denne modstand mod varmeovergang skyldes et tyndt isolerende luftlag, der klæber sig til alle overflader. Når en overflade udsættes for vindpåvirkning, forstyrres dette luftlag, og isolationsevnen nedsættes.

Procentuelt sker den kraftigste nedsættelse fra absolut vindstille til vindstyrke op til ca. 2 efter Beauforts skala.

Da absolut vindstille yderst sjældent forekommer herhjemme, er der ved fastsættelse af m<sub>u</sub> taget hensyn hertil.

**Beregning af varmetab og temperatursænkning**

Varmetabet for eksempel fra en betonmasse gennem en vægfor-  
 lling, beregnes af formlen:  
 $Q \text{ lig } k \times A \times (t_i - t_u) \text{ kcal/h hvor:}$   
 Q er varmetabet.  
 A er fladens areal i m<sup>2</sup>.  
 t<sub>i</sub> - t<sub>u</sub> er temperaturforskellen mellem betonens temperatur og udetem-  
 peraturen.  
 Temperatursænkningen findes ved at dividere varmetabet med varmo-  
 kapaciteten.

I efterfølgende tabel er angivet værdien af λ samt varmfylde og rum-  
 vægt for en række materialer.  
 For fuldstændighedens skyld gentages også tabellen over aktuelle k-  
 værdier.

**Tabel 13.**

Materiale	Rum- vægt kg/m <sup>3</sup>	Varmefylde, Egenvarme, kcal/kg x °C	Varmeledningstal λ		
			Tørt	Norm.	Fugt.
<b>Natursten, sand, jord</b>					
Granit	2700	0,20		3,00	
Kalksten, Marmor	2700	0,20		2,50	
Sandsten	2700	0,20		2,00	
Sand	1700	0,20	0,35		1,20
Groft sand	1700	0,20	0,50		1,00
Sandholdig jord	2000	-	1,50		2,40
Lerholdig jord	1800	-	0,75		1,50
Ler	1200	-	0,40		1,20
<b>Beton, cementprodukter, mørtel</b>					
Beton	2300	0,27	1,20	1,50	1,70
Betonblokke, cementmørtel	2000	0,25	0,80	1,00	1,20
Kalksten, kalkmørtel	1700	0,25	0,60	0,80	1,00
Asbestcementplader	1800	0,20	0,50	0,50	0,60
Træuldsbetonplader	250-600	-	0,12	0,12	0,14
<b>Letbeton</b>					
Gasbeton	500	-	0,16	0,14	
Leca	700	-	0,16	0,18	
Beton m. lette tilslagsmat.	900	-	0,26	0,30	
<b>Teglsten</b>					
Murværk, fuldtegl, normal	1800	0,20	0,50	0,55	
Murværk, fuldtegl, porøs	1200	0,20	0,30	0,35	
Murværk, hultegl	1400	-	0,45	0,50	
<b>Træ, træprodukter</b>					
Tømmer, brædder	500	0,65	0,12	0,13	0,15
Spånplader	600	-	0,11	0,12	
Træfiberplader, hårde, plyw.	1000	0,32	0,10	0,10	
Træfiberplader, porøse, asfaltimpregn.	300	-	0,05	0,05	

Andre formaterialer end træ				
Stål	7850	0,12		35
Aluminium	2700	0,22		175
Isolationsmaterialer				
Mineraluld, skumplast	25	0,18	0,03	0,03
Skumgummi	200		0,04	0,04
Tangmætter	100		0,05	0,05
Halm m. rumvægt 15 kg/m <sup>3</sup>	15			
dækket med plast				0,24
utildækket, vindstille				0,28
utildækket, svag vind (vindstyrke 3)				0,35
Halm m. rumvægt 30 kg/m <sup>3</sup>	30			
dækket med plast				0,05
utildækket, vindstille				0,06
utildækket, svag vind				0,19

k-værdier	k-værdi kcal/°C x m <sup>2</sup> x time
Ingen tildækning, vind	25,0
Stålforn, uisoleret	20,0
0,5 mm pap eller lign.	17,0
12 mm plywood	9,0
Presenning over luftmelletrum	4,0
4 cm våd halmmåtte	4,0
5/4" våd forskalling	3,0
4 cm tør halmmåtte	2,0
5 cm vintermåtte	0,8

**Praktisk anvendelse af isolering.** Med en isolering, der er afpasset efter forholdene, er man med de her-  
 hjemme herskende klimaforhold i stand til at sikre de fleste betonstøb-  
 ninger mod uheldige følger af frost, når varm beton anvendes ved ud-  
 støbningen.  
 De forhold, der skal tages i betragtning, er som nævnt:  
 Konstruktionens eller konstruktionsdelens dimensioner.  
 Betonens sammensætning.  
 Den temperatur betonen vil have, når isoleringen bliver virksom.  
 De ydre temperaturforhold, der kan forventes i de nærmeste 3-4 døgn.  
 Under visse omstændigheder kan det af økonomiske eller tidsmæssige  
 årsager være fordelagtigere at slække på isoleringen, og i stedet til-  
 føre betonen varme som kompensation for et øget varmetab. Det er et  
 forhold, der må have i erindringen ved plantægningen.

**Bjælkelagsstøbninger.** Bjælkeforme og forme til underside af dæk kan isoleres på samme  
 måde som vægforme. Med hensyn til isolationsværdien vil der her ofte  
 tilstræbes en højere, da der udover frostsikkerhed hurtigt skal opnås  
 afformningsstyrke.  
 Isoleringsforholdene kan iøvrigt forbedres ved lukning af rummet un-  
 der den pågældende konstruktionsdel.  
 Herved skabes læ, det vil sige mindsket afkøling samt gode mulighe-  
 der for varmetilførsel i betonens hærdningstid.

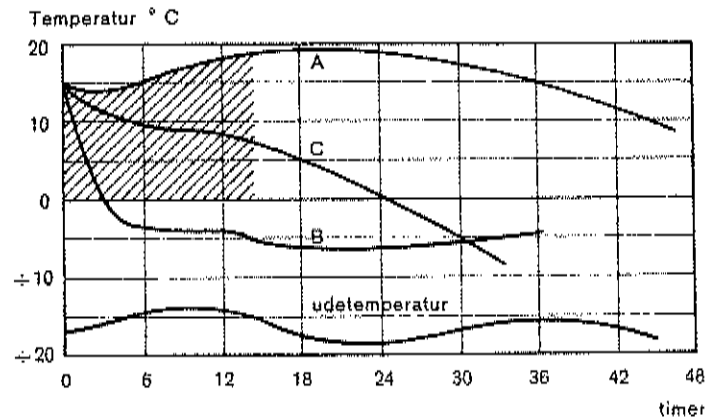
Også her gælder, at fordelene ved isolering eller opvarmning bør opvejes mod hverandre.

Oversiden af dækket/pladen skal ofres særlig opmærksomhed, og tildækning skal for at undgå varmetab ske så hurtigt efter udstøbningen, det kan lade sig gøre. Med varm beton og kold udeluft er der en meget kraftig fordampning fra oversiden af et dæk, hvilket yderligere medfører temperaturtab i betonen. Ved blæst øges fordampningen væsentligt.

Der henvises iøvrigt til afsnittet vedrørende betydningen af luftens temperatur, fugtighed og vindhastighed.

Af nedenstående kurver fremgår afkølingsforholdene for en 18 cm betonplade under forskellige forhold.

Figur 37.



- A: Tildækning med vintermåtte straks efter udstøbningen.
- B: Tildækning med vintermåtte 4 timer efter udstøbningen.
- C: Tildækning med presenning over luftmellemrum straks efter udstøbningen.

Temperaturforløbet i en 18 cm betonplade med en udstøbningstemperatur på 15° C, og den viste udetemperatur.

Pladens underside isoleret med 7 cm skumplast. Pladens overside tildækket som anført.

Da kurverne er tegnet for en udetemperatur på mindre end +15° C, er det umiddelbart forståeligt, at de temperaturer, vi er vant til at arbejde under, giver gunstigere resultat med hensyn til virkningen af tildækning med presenning.

#### Udsatte konstruktionsdele.

Afkølingen afhænger af forholdet mellem overflade og volumen, des større overflade, des større afkøling. Der skal derfor udvises særlig omhu ved små mængder beton og ved hjørner og kanter. Såfremt man nærer tvivl med hensyn til, om tilstrækkelig isoleringseffekt kan tilvejebringes, skal der træffes arrangement, således at varmetilførsel kan ske rent lokalt.

#### Anbringelse af isolering.

Al isolering skal anbringes, så den slutter tæt til det medie, der skal isoleres. Såfremt dette ikke er tilfældet, vil der opstå trækkanaler,

hvorfra en mængde varme vil forsvinde. Se illustrationerne.

Figur 38.

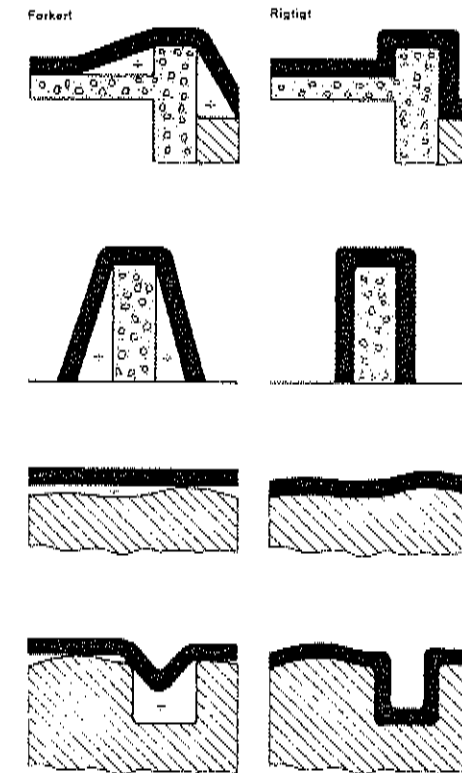


Illustration af rigtig og forkert anbragt isolering. I mellemrummene mellem isoleringen og konstruktionen er der risiko for kold luftstrøm.

#### BESKYTTELSE AF BETONEN UNDER TRANSPORT

Betonen skal under transport til og på arbejdspladsen beskyttes mod unødigt varmetab og fordampning, der igen medfører yderligere varmetab og konsistensændring.

Hvor betonens transport på arbejdspladsen sker ved, at den stykkes ud i små portioner, trillebør eller mindre kranspand, er særlig påpasselighed nødvendig.

I Sverige er foretaget en undersøgelse af temperaturtabene under forskellige omstændigheder. Resultaterne fra undersøgelsen gengives nedenfor. Undersøgelsen blev foretaget ved en udetemperatur på ca. +10° C, og omfattede fabriksbeton, der blev leveret i portioner på 2 m<sup>3</sup>, og det forudsattes, at betonen ikke fik lov at ligge i noget transportredskab eller uisolert silo under eventuelle pauser.



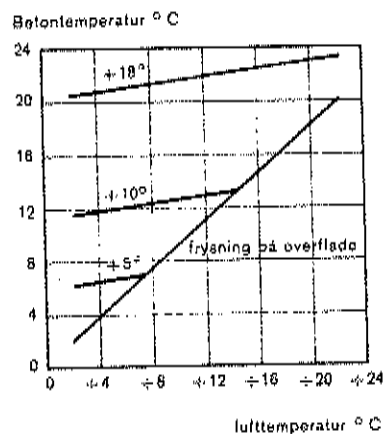
Temperatortabene opmålt til:

Blanding og transport op til 5 km .....	1.4°C
Læsning fra bil, opbevaring i silo .....	1.2°C
Tømning fra silo, transport i kærre .....	1.2°C
Støbning .....	1.3°C

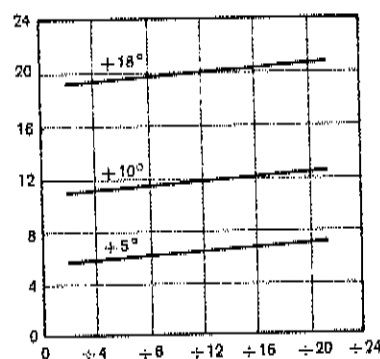
Ifølge undersøgelsen kan man altså under transport regne med temperaturløst på mindst 4°C, såfremt der ikke vises omsorg, kan tabet nemt nå op på 11°C.

Nedenstående to figurer stammer fra samme undersøgelse, og angiver de temperaturer en beton skal have, når den forlader betonfabrikken, for at have en given temperatur på leveringsstedet. Alt i afhængighed af udetemperaturen og af om transporten sker i utildækket, åbent trug eller ej (dækket trug eller kanon).

Figur 39.



Figur 40.



Kurver til fastsættelse af den nødvendige fremstillingstemperatur for beton fremstillet på betonværk såfremt temperaturen efter max. 45 min. køret ønskes henholdsvis 5°, 10° eller 18° C. i afhængighed af lufttemperaturen.

Fig. 39 ved levering i åben trugvogn.  
Fig. 40 ved levering i overdækket trug eller kanon.

## STYRET HÆRDNINGSPROCES VED PLANLAGT TEMPERATURFORLØB

Med kendskab til cementens varmeudvikling, betonens sammensætning (cementindhold) og begyndelsestemperatur samt konstruktionsens afkølingsforhold i hærdningsperioden er det muligt at forudsige temperaturforløbet i betonen.

Begyndelsestemperatur og afkølingsforhold er faktorer, der kan ændres på, indtil umiddelbart inden støbningen sættes igang, hvilket vil sige på et tidspunkt, hvor der er størst mulig klarhed over de ydre afkølingsforhold.

Det er derfor muligt, ved at anvende det rigtige planlægningsværktøj, under vinterforhold at planlægge støbninger, så betonens hærdningsproces foregår ved et forud fastlagt temperaturforløb.

For de hyppigst anvendte cementsorter og -indhold er fremstillede diagrammer for vinterstøbning.

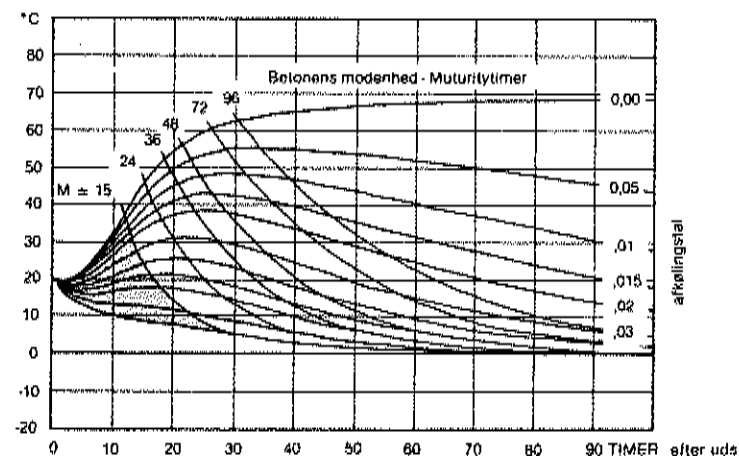
Diagrammerne, med tilhørende beregningsblade, er knyttede til SBI anvisningen »Vinterstøbning«, der forventes at foreligge i slutningen af 1980.

Nedenfor omtales diagrammerne og deres anvendelse.

## DIAGRAMMER OG BEREGNINGSBLADE

Diagrammerne har følgende principielle opbygning:

Figur 41.



## Anvendelse

Diagrammer som det viste foreligger optegnede for:  
Forskellige cementsorter, cementindhold, begyndelsestemperaturer (5-10-15 og 20° C) og lufttemperaturer (+1-+5-+10 og +15° C).

Med kendskab til den aktuelle værdi af ovennævnte bestemende faktorer vælges i hvert tilfælde det aktuelt gældende diagram. (Foranviste eksempel belyser forholdene for en beton med 300 kg hurtighærdende cement pr. m<sup>3</sup>, med en begyndelsestemperatur på 20° C og en ansat lufttemperatur i hærdningsperiodens første døgn på +1° C).

For at finde temperaturforløbet i en aktuel beton skal alene foretages en beregning af betonens afkølingstal a.  
Afkølingstallet for en konstruktionsdel beregnes efter udtrykket:

$$a = \frac{\text{summen af } k \times F}{V \times R \times c} \text{ time}^{-1}$$

hvor:

k og F er samhørende værdier for berørte form eller/og isoleringsfladers k-værdi og det betragtede areal (kJ/m<sup>2</sup> × time × °C og m<sup>2</sup>).

V er det betragtede volumen (m<sup>3</sup>).

R er den betragtede betons rumvægt (kg/m<sup>3</sup>).

c er den aktuelle betons varmekapacitet kJ/kg × °C.

### Eksempel-væg/dæk

F vælges 1 m<sup>2</sup> · V er da væggenes tykkelse i m.

For alm. jernbeton er R = 2350 kg/m<sup>3</sup>, C = 1,1 kJ/kg × °C.

For væggen/dækkets to sider indsættes de respektive værdier for k kJ/m<sup>2</sup> × time × °C.

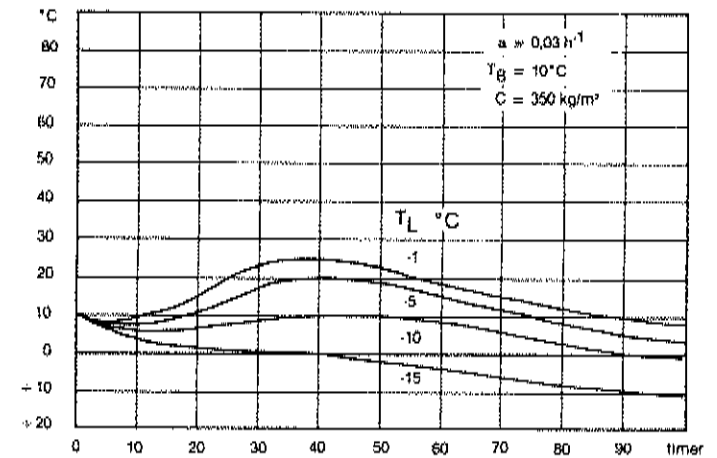
med det fundne afkølingstal kan temperaturforløbet i betonen i de første 100 timer efter udstøbningen direkte aflæses i diagrammet, forudsat uændrede, eller tilnærmelsesvis uændrede, ydre vilkår.

Såfremt sådanne store ændringer af forudsatte ydre vilkår indtræffer, må foretages kompenserende foranstaltninger i form af supplerende isolering eller varmetilførsel.

Der kan også blive tale om at forringe en etableret isolering for at undgå et for højt temperaturniveau.

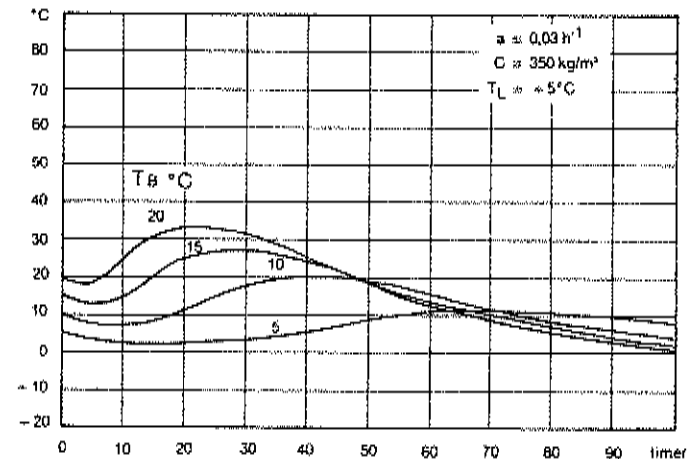
I nedenstående figurer er redegjort for 1) ændringer i temperaturforløbet i beton som følge alene af ændringer i lufttemperaturen, samt 2) for udstøbningstemperaturens (begyndelsestemperaturens) indflydelse på temperaturforløbet med i øvrigt uændrede forhold.

Figur 42



Betonens temperaturforløb i afhængighed af udetemperaturen. Ved lave udetemperaturer dominerer varmetabet til omgivelserne, således at hærdvarmen ikke fører til en egentlig temperaturligning i betonen.

Figur 43



Udstøbningstemperaturens indflydelse på det opnåede temperaturforløb - med uændret afkølingstal, betonsammensætning og lufttemperatur.

## Maturityalder

Af diagraemeksemplet side 129 fremgår, at et aktuelt temperaturforløb også giver oplysning om udviklingen i betonens modenhed. De med M mærkede kurver (der går fra M = 15 til M = 96) giver oplysning om den aktuelle betons (den hvis temperaturforløb følges) modenhedsudvikling målt i timer, set i relation til en beton med samme sammensætning, der bliver holdt ved en konstant temperatur på 20° C (som for eksempel prøvelegemer bliver det).

## TEMPERATUR VED AFFORMNING, OG KONSEKVENSERNE

Som det fremgår, giver diagrammerne oplysning om temperaturforholdene i betonen, når varmebeskyttende formisolerings fjernes - hvilket ofte foreskrives at måtte finde sted, når betonen har opnået en nærmere defineret modenhed, målt i Maturitytimer.

Ved afformningen udsættes betonens overflade ubeskyttet for varmetab til luften, et varmetab der, som det tidligere er beskrevet, er stærkt afhængig af såvel lufttemperatur som vindforholdene.

Ved konstruktionsdimensioner af blot forholdsvis beskeden størrelse (ca. 30 cm) - kan afkølingen give anledning til temperaturforskelle inde i betonen af en sådan størrelse, at der forekommer trækspændinger i betonens ydre skal.

På afformningstidspunktet har betonen sjældent udviklet trækstyrke tilstrækkelig til at optage de omtalte trækspændinger, og resultatet bliver dannelsen af et udbredt revnet, hvor der dannes fine revner, der går 5-7 cm i dybden. Når temperaturforskellene udjævnes lukker disse revner sig igen, og kan ikke ses med det blotte øje.

Trods deres lidenhed vil revnerne imidlertid danne udgangspunkt for nedbrydningsprocesser ved at beton, hvor det miljø, hvori betonen befinder sig, må betegnes som aggressivt.

Udendørs konstruktioner i fugtigt miljø udsat for frost/tø påvirkninger, beton udsat for saltning eller aggressivt grundvand og meget mere. Der er i det følgende (side 134 og 135) gennemgået det beregningssekema, der er udarbejdet til benyttelse sammen med diagrammerne.

Skemaets sidste del angiver blandt andet en kontrol til godtgørelse af, hvorvidt den beton, der betragtes, ubeskyttet kan udsættes for omgivelsernes afkølede virkning ved afformning, uden risiko for dannelse af temperaturfremkaldte revner samt, ved omstændigheder hvor dette ikke er tilfældet, omfanget af beskyttelsesforanstaltninger.

## AFFORMNING HÆRDNINGSKONTROL TEMP. MÅLING

### Afformning

Følgende enkle regler for afformning, der naturligvis ikke må foretages, inden betonen har opnået en fornøden min. styrke, kan gives:

Tabel 14.

Konstruktionsdel	Antal døgn ved 15°C		
	Alm. Portland cement	Hurtig-hærd. Portland cem.	Super rapid cement
Sideform .....	3	2	1
Underform med spændvidde op til 3 m .....	7	3	2
Tillæg pr. m spændvidde ..	4	1	0,7

For søjler, der ikke umiddelbart benyttes som understøtninger, er det rimeligt at regne med det halve antal døgn af det, der findes for en bjælke med spændvidde lig søjlens højde.

### Temp. måling

For at kunne anvende tabel 14 er det nødvendigt at følge det aktuelle temperaturforløb i betonen, og omregne betonens alder i relation til middeltemperaturen mellem to nabomålinger.

Temperaturmålingerne kan for eksempel ske i indstøbte elektriskerrør, placeret på forud valgte steder, hvorimellem bør være de mest udsatte steder-hjørner og lignende. Elektriskerrørne fyldes med olie for at få god varmeoverførsel til termometret.

Intervallængden er i begyndelsen f.eks. 4 timer, senere 8-12-24 timer, afpasset efter variationerne mellem de enkelte måleresultater.

### Omregning til tid ved 15°

Omregningen til tid ved 15°C foregår i henhold til nedenstående omfrentlige oversigt, hvor hærdningshastigheden ved 15° er sat lig 1,0:

+10°	+4°	0°	4°	8°	12°	16°	20°	24°	målt temp.
0,0	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,9	rel. hærdningshastighed

- 1) Betonen må naturligvis ikke udsættes for neg. temperaturer inden frostsikkerhed er opnået.
- 2) Som det fremgår, fordobles hærdningshastigheden tilnærmelsesvis når temperaturen øges med 10°C. Ved temperaturer over 24°C kan de opgivne værdier suppleres proportionalt herudfra.

## BEREGNINGSSKEMA

På omstående side (135) er givet det beregnings-skema, der er udarbejdet til benyttelse sammen med diagrammerne.

Ud fra øvrige givne forudsætninger kan foretages en fastlæggelse af udstøbnings-temperatur og isolationsforhold (-niveau) umiddelbart inden støbning skal iværksættes, det vil sige på det tidspunkt, hvor der kan indhentes de bedst mulige informationer om temperatur- og vindforhold i hærdningsperioden.

Herved sikres 1) et rimeligt og ønsket temperaturforløb i betonen 2) oplysninger om, hvornår en nærmere bestemt modenhed opnås samt 3) mulighed for at sikre betonen mod at blive udsat for skadelige temperaturvirkninger ved afformningen.

### Gennemgang af skema

Skemaeksemplet er udfyldt ud fra følgende gjorte forudsætninger:  
 Traditionel jernbeton, med 300 kg hurtighærdende cement pr. m<sup>3</sup>. 35 cm væg.

Form af 19 mm formplade med 1 cm skumplast.  
 Lufttemperatur +1°C og vindhastighed 5 m/sek.

Virkningerne af en begyndelsestemperatur på 10°C undersøges.

Skemaets felt 1 giver oplysning om formens + isoleringens samlede k-værdi (i afhængighed af vindhastigheden).

I skemaets felt 2 gøres rede for konstruktionen og isolationsniveauet m.m. De anførte værdier for R, c og  $\lambda$  er de for alm. jernbeton gældende. I skemaets felt 3 undersøges, om der er tilstrækkelig grad af ensformig fordelte temperaturforhold i betonen, hvilket er en forudsætning for, at diagrammerne kan finde anvendelse.

Δ i felt 3 er dimensionsfaktoren, der for dækvæg, som det fremgår, afhænger af, om de to sider har tilnærmelsesvis ens isolationsforhold eller ej. I skemaets felt 4 beregnes afkølingstallet, ud fra værdier anført i skemaets felt 2.

I skemaets felt 5 kan, som det er gjort her, det aktuelle diagram indstilles - eller alene den aktuelle temperaturkurve optegnes (her optrukket). Skemaets felt 6 kan anvendes forskelligt.

1) Der kan være foreskrevet en modenhed, der skal være opnået, inden afformning må foretages. I så fald noteres først denne modenhed. Af diagrammet kan aflæses, til hvilket tidspunkt kravet er opfyldt, og hvad temperaturen i betonen er til dette tidspunkt.

2) Afformningstidspunktet kan være fastlagt, i så fald aflæses beton-temperaturen og modenheden.

Den sidste beregning af  $k_{max}$  ud fra kendskab til såvel luft- som beton-temperatur samt betonens og konstruktionens data  $\lambda$  og  $\delta$  har til formål at klarlægge, hvorvidt konstruktionen efter afformning direkte kan udsættes for udeklimaet, eller om nogen form for beskyttelse skal etableres, såfremt temperaturfremkaldt revnedannelse i betonen skal undgås.

Når  $k_{max}$  er beregnet, aflæses i felt 1, hvorvidt beskyttelse skal etableres eller ej. I bekræftende fald aflæses, hvorledes tilstrækkeligt beskyttelse kan etableres.

(I det aktuelle beregnings-eksempel findes  $k_{max}$  lig 295 hvor  $k_{ubeskyttet}$  er ca. 90. Der er således ingen grund til beskyttelse her).

Figur 44

VINTERSTØBNING

SAG: VINTERBOG, EKS.  
 DATO: EUGENIT, EK.

SBI

### 1 TRANSMISSIONSTALLET $k$

### 4 AFKØLINGSTALLET $a$

POSITION	X	F	K·F
side 1	0	1	0
side 2	0	1	0

1 (K·F) = 15

AFKØLINGSTAL,  $h^{-1}$ :  $a = \frac{1(K·F)}{V·R·c} = \underline{0,02}$

DET BEREGNEDE AFKØLINGSTAL ANVENDES I PUNKT 5 VED DIAGRAMBEREGNING ELLER OVERFØRES TIL HÅG-SIDEN VED SKEMABEREGNING

### 2 SYSTEMBESKRIVELSE

side 2	35	side 1
$k = 9$	cm	$k = 9$

### 5 TEMPERATURFORLØB

### 3 KONTROL

FORUDSÆTNINGEN OM SAMME BETONTEMPERATUR OVERALT I DET BETRAGTEDE TVÆRSNIT VIL TILNÆRMET VÆRE OPFYLDT, SÅFRM:

$\frac{k \cdot \delta}{\lambda} < ca. 0,5$

$k \cdot \delta = \underline{0,2}$

### 6 BEREGNINGSRISULTAT

AFFORMNINGSTIDSPUNKT  $h$ :  $t_d = \underline{32}$

FORVENTET BETONTEMPERATUR  $^{\circ}C$ :  $\theta_a = \underline{25}$

FORVENTET MODENHED  $h$ :  $M_d = \underline{24}$

MAKSIMAL TILLADTE TRANSMISSIONSTAL  $k_{max}$  EFTER AFFORMNING AF HENSYN TIL TEMPERATURSPÆNDINGER

$k_{max} = \frac{40}{(T_d - \theta_a - 20)} \cdot \frac{1}{\delta} \text{ kJ/m}^2\text{h}^{\circ}C = \underline{295}$

### 7 UDFØRELSE OG KONTROL

*Efter afformning er ingen beskyttelse-mod afkøling-ndvændig (lavt temp.niveau i bet.)*

134

135

## VEJLEDNING I BOLIGMINISTERIETS BEKENDTGØRELSE OM VINTERBYGGERI

Som omtalt tidligere forventes det (juni 1980), at der til efteråret vil fremkomme en ny vinterbekendtgørelse fra Boligministeriet. Det rent tekniske stof til bekendtgørelsens vejledning er udarbejdet, og for så vidt angår beton, har vejledningsudkastet nedenstående ordlyd:

### „3. Foranstaltninger ved betonarbejde

#### ad.a. Foranstaltninger mod sne og is på form, armering og tilslagsmaterialer

I perioder med udsigt til snefald og/eller islag bør igangværende form- og armeringsarbejde tildækkes ved daglig arbejdstids ophør for at undgå senere tidskrævende og bekostelig snerydning eller afisning. Tilslagsmaterialer i åbent depot skal tildækkes for at undgå en uønsket forøgelse af materialernes fugtighedsindhold ved nedbør. I frostperioder kan en isolerende tildækning evt. suppleret med en opvarmning være hensigtsmæssig med henblik på at undgå sammenfrysning af materialerne. Sammenfrosne materialer må ikke anvendes.

#### ad b. Foranstaltninger mod frostødelæggelse af hærdende beton og cementmørtel

Det skal sikres, at betonen/mørtelen gennem hærdning har opnået tilstrækkelig styrke, inden den udsættes for frost.

Da hastigheden, hvormed hærdprocessen forløber, er temperaturafhængig og aftagende med faldende temperatur, indebærer ovennævnte krav, at betonen under blandingen og efter udstøbningen skal sikres mod for kraftig afkøling.

Omfanget af de nødvendige foranstaltninger afhænger af afkølingsforholdene, bestemt af lufttemperaturen, vindpåvirkningen, konstruktionens dimensioner og isoleringens omfang samt af betonens sammensætning og udstøbningsstemperatur.

Vejledende kan nedenstående eksempel anføres:

Der forudsættes:

En beton med 250-300 kg hurtighærdende cement pr. m<sup>3</sup>.

En form bestående af 32 mm brædder

En udstøbningsstemperatur på 15°C

En vindhastighed på ca. 5 m/sek.

Er forudsætningerne opfyldt gælder følgende:

Ved en lufttemperatur på ca. - 1° C vil en 25 cm væg være frostsikker ca. 25 timer efter udstøbningen, en 15 cm væg ca. 35 timer efter udstøbningen.

Ved en lufttemperatur på ca. - 5° C vil en 25 cm væg være frostsikker ca. 35 timer efter udstøbningen. En 15 cm væg vil under de givne forudsætninger ikke opnå frostsikkerhed, inden betontemperaturen kommer under 0° C, og man bør derfor ændre betingelserne, oftest ved at ændre udstøbningsstemperatur eller isolationsniveau. Der vil desuden kunne tilføres varme til konstruktionen efter udstøbningen.

Beskyttende eller isolerende form må ikke fjernes, før frostsikkerheden er opnået.

Et luftindhold i betonen på 4-6% fint fordelte luftporer anbefales.

Ved sammenstøbning af betonelementer under vinterforhold foreligger et særligt problem. Volumet af betonen/mørtelen vil være lille i forhold til arealet af den afkølede betonoverflade, der begrænser fugen samtidig med, at modstanden mod varmeafgivelsen til et koldt betonelement er væsentligt mindre end den tilsvarende modstand mod varmeafgivelse til luften. For at beskytte betonen/mørtelen mod frostødelæggelse kan benyttes én eller flere af nedennævnte foranstaltninger:

- brug af varm beton/mørtel
- opvarmning af råhuset (eller dele af dette), inden udstøbningen foretages
- opvarmning af betonen/mørtelen i fugen efter udstøbningen
- isolering af elementerne omkring fugen

#### ad c. Foranstaltninger til forebyggelse af temperaturevner i hærdende beton

I konstruktioner, hvor revner i betonens overflade kan være udgangspunkt for ødelæggende nedbrydningsprocesser (udendørs bærende konstruktioner, kældervægge etc.) skal valg af udstøbningsstemperatur, isolering og efterbehandling foretages således, at revnedannelse på grund af temperaturfremkaldte spændinger i den hærdende beton undgås.

I massive betonkonstruktioner kan der fremkomme en udbredt revnedannelse ved for store temperaturforskelle i betonen under hærdningen. Hvor revner ikke kan tolereres, skal der træffes foranstaltninger til at imødegå sådanne. Temperaturforskellens størrelse afhænger af differencen mellem betonens og luftens temperatur, konstruktionens dimensioner og af vindhastigheden. Påvirkningerne reduceres ved at tilrettelægge støbningen, så at betontemperaturen på afformningstidspunktet ligger på et forud accepteret niveau.

Da såvel betonsammensætningen som udstøbningsstemperaturen og afkølingsforholdene før afformningen er bestemmende for temperaturen på afformningstidspunktet, kan generelle retningslinier ikke gives. En beregning af de aktuelle forhold må foretages inden støbningens igangsættelse til fastlæggelse af udstøbningsstemperatur og isolationsniveau. Beregningen kan let foretages på grundlag af foreliggende diagrammer og skemaer.

#### ad d. Foranstaltninger til sikring af betonoverflader

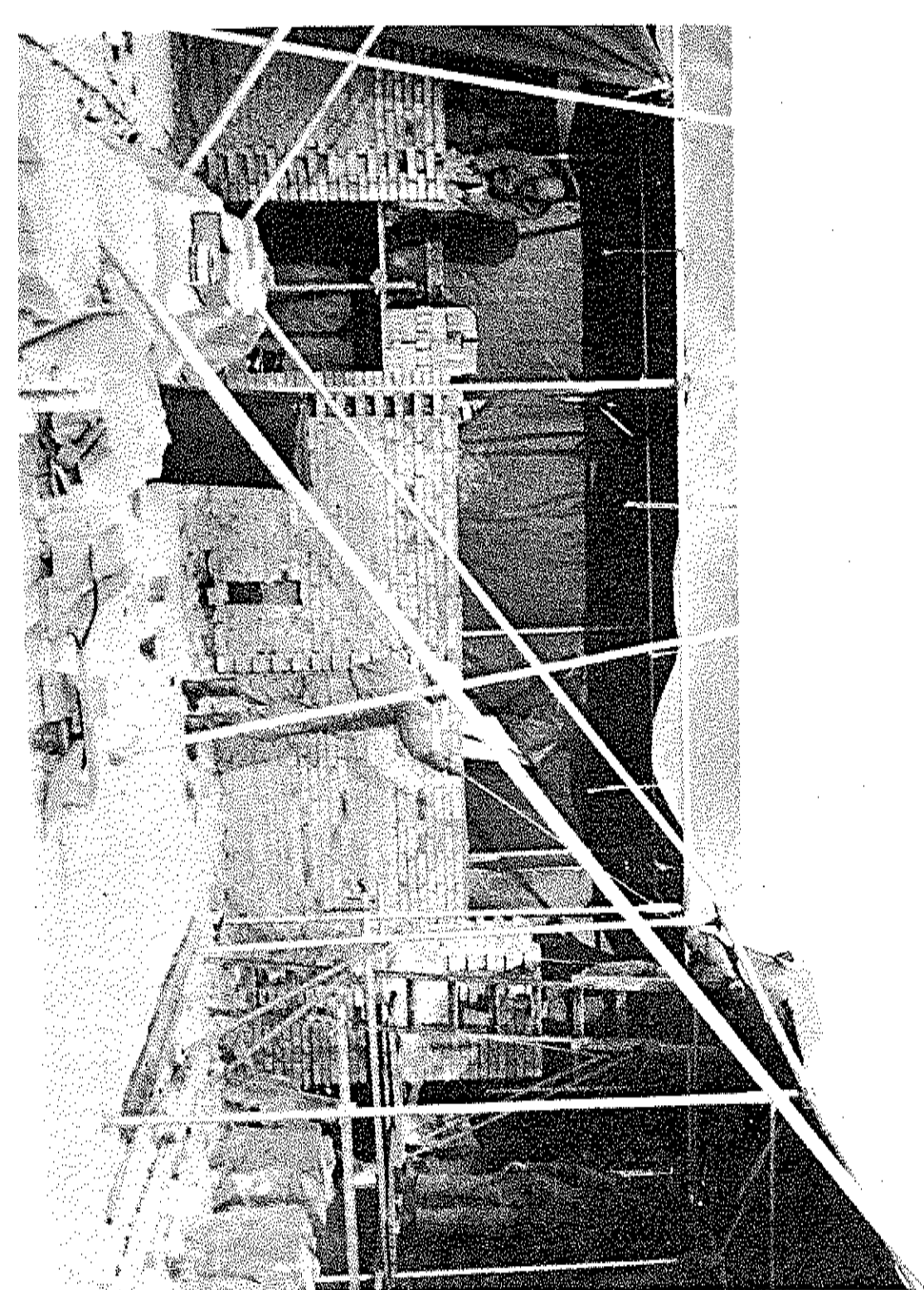
Opmærksomheden henledes på, at kombinationen af væde og frost vil give anledning til skæmmende springere, såfremt betonen indeholder frostfarlige korn. Specielt bakkematerialer indeholder næsten altid porøse korn, også i sandfraktionen.

Reparationen efter springere er kostbar, og kan ikke udføres sporløst. Hvor der stilles særlige krav til betonoverflader som udsættes for vintervejrligets påvirkninger, bør der derfor anvendes tilslagsmaterialer uden frostfarlige korn.

I frostperioder vil det ofte være nødvendigt at foretage opvarmning af glat form til pudsfri overflader. I modsat fald dannes uregelmæssige og skæmmende spor efter overfladefrysning på betonen.

Konstruktioner, der i den færdige bygning alene forventes udsat for et tørt og frostfrit miljø, kan i udførelsesfasen være at betragte som u-dendørs konstruktioner.»

# 3.5



#### MURERARBEJDE M.M.

##### Opmuring.

Nogen nedre temperaturgrænse for, hvor længe opmuringsarbejde kan holdes igang, kan ikke gives. Når de fornødne tekniske hensyn tages, kan der i vort vinterklima udføres udendørs opmuringsarbejde, sålænge det er muligt at arbejde udendørs. I vore nabolande Norge og Sverige har man udført opmuringsarbejde endog med kalksandsten selv i 20 graders frost, men naturligvis med anvendelse af varm mørtel og opvarmede sten.

##### Tørre sten.

Ved opmuring i frostvejr er det først og fremmest vigtigt, at stenene er tørre, således at de kan suge mørtlen død, inden vandet fryser.

En stor del af den vandmængde, der tilsættes mørtel for at gøre den bearbejdelig, er der ikke brug for, når opmuringen er afsluttet.

Under sommerforhold valder dette kun problemer, fordi det tager tid, inden mørtlen tørrer, under vinterforhold derimod er der fare for at vandet kan fryse, inden det er afgivet, og da vand ved overgangen til is udvider sig ca. 9 pct., vil frysning bevirke, at fugerne vokser, murværket bliver skævt og fugerne uden styrke.

Er stene derimod så tørre, at de kan suge mørtlen død, inden vandet fryser, vil der i mørtlen efterlades luftporer, således at der vil være plads for rumfangsudvidelsen af det tilbageblevne frie vand, det vil sige vand, der ikke er bundet i kapillarporer i mørtlen. Det vand, der suges op i stenene, vil være fysisk bundet kapillarvand. Dels vil frysepunktet for en stor del af sådan bundet vand være sænket adskillige grader, dels vil stenenes styrke, hvis der vel at mærke er taget hensyn til dette forhold ved valg af sten, være tilstrækkelig til at modstå det indre pres, der opstår, når vandet fryser.

- Svagt sugende sten** Svagt eller ikke sugende sten-kalksandsten, hårdtbrændte sten m.m. er mindre egnede til opmuring i det fri i vinterperioder. Isolerende sten til bagmur har ofte ringe sugsevne. Hvor sådanne sten anvendes skal ofte træffes særlige foranstaltninger for at undgå skade på den samlede mur. Der må anvendes varm mørtel, opvarmede sten og tildækning.
- Svage sten** Såfremt stenenes styrke ikke er tilstrækkelig til at modstå frysning i våd tilstand uden ødelæggelse skal træffes særlige foranstaltninger for at undgå sådan ødelæggelse. Der må også her anvendes varm mørtel, varme sten og tildækning i større omfang end ellers.
- Levering og lagring** Ved levering bør stenene være tørre. Ved brugen skal de være tørre. Stenene leveres normalt på paller, og stenstabilen er overtrukket med en plastpose eller de leveres i pakker af krympfolie. Har stenene ikke været helt tørre ved indpakningen, dannes kondensvand (inden) overtrækket. Det samme sker, når stenstabilen udsættes for solskin. Kondensvandet vil opsuges af stenene, hvorfor der skal træffes modforholdsregler - den tætte plast fjernes og stenstabilen dækkes med presenning på en sådan måde, at der kan foregå ventilering af stenstabilen. Ved oplagring på arbejdspladsen skal endvidere drages omsorg for, at også de nederste sten i stenstabilen er beskyttede mod vædeoptagelse og forurening. De skal oplagres hævet over terræn. Også på stilladserne skal stenene beskyttes mod nedbør indtil brugen.

## MØRTLER

- Virkemåde.** Rene kalkmørtler består af en blanding af sand og læsket kalk, hvor kalkens opgave er efter hærdningen at binde sandskornene sammen. Hærdningen af læsket kalk sker, ved at kalken afgiver vand under optagelse af kuldioxid fra luften, og derved overgår til sin oprindelige form som calciumkarbonat. Kemisk ser processen således ud:

$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$   
 Ca(OH)<sub>2</sub> er kemisk formel for læsket kalk.  
 CO<sub>2</sub> er kemisk formel for kuldioxid (kultveiltte).  
 CaCO<sub>3</sub> er kemisk formel for rå, ubrændt kalk.  
 H<sub>2</sub>O er kemisk formel for vand.

Denne proces er temperaturfølsom, den går hurtigere i varme og langsommere i kulde for praktisk taget at stoppe totalt ved 0° C. Man kan derfor fremskynde hærdningsprocessen ved at tilføre varme, men den må ikke gå hurtigere, end den læskede kalk kan nå at få tilført den fornødne mængde CO<sub>2</sub>, da den ønskede hærdningsproces ellers ikke sker.

Rene cementmørtler består af en blanding af sand, cement og vand. Det er for cementmørtler vanskeligere at redegøre for den kemiske proces, der sker under hærdningen, men under optagelse af vand styrkner og hærdner cementen til en stærk substans, der ilmer sandskornene sammen.

Cement forbruger således vand under hærdningsprocessen i modsætning til læsket kalk.

Også cementmørtlers hærdningsproces er temperaturafhængig. I modsætning til hvad tilfældet var ved kalkmørtel, standser processen dog ikke helt før temperaturen er faldet til ca. + 10° C, løvrigt udvikles under hærdningen nogen varme.

Blandingsmørtler, der er en blanding af kalk og cementmørtler, får egenskaber, der er en blanding af ovennævnte, med større eller mindre tendenser afhængig af blandingsforholdet. Cementtilsætning til en kalkmørtel gør denne mere finkornet, og fed og finkornet mørtel er mere frostfarlig end en mager og grovkornet.

## Frysning.

Så længe der i en mørtel er frit vand, det vil sige vand, der ikke er bundet af cement- eller kalkkorn eller i de meget små kapillarporer, er mørtelen frostfarlig.

Det frie vand vil fryse ved temperaturer under 0° C, og isdannelsen vil hurtigt øges, fordi ikke frosset vand fra varmere partier af mørtelen vil vandre mod steder med lavere temperaturer. Derved øges frostskaðens omfang.

Medmindre der, som det senere bliver omtalt, i mørtelen er plads for vandets udvidelse, vil der hurtigt ske sprængninger. Så længe mørtelen er plastisk, vil isdannelsen ikke medføre varig skade, men så snart mørtelen er begyndt at binde af, er dette ikke længere tilfældet.

Som det fremgår af det foran skrevne, er forholdene ikke ens for kalk- og cementmørtler.

I kalkmørtel vil vandindholdet ved brug af kraftigt sugende sten kunne bringes til at synke så meget, at der dannes tilstrækkeligt med luftfyldte hulrum til at kunne optage de tryk, der dannes ved vandets frysning, luften i hulrummene lader sig trykke sammen.

I cementmørtel skal der derimod være vand tilstede, før at cementen kan reagere.

Da der således er adskillige faktorer at tage hensyn til, når det drejer sig om at vælge mørtel til vinterbrug, er det ikke overraskende, at der ikke foreligger nogen bentydlig løsning af problemet.

I Danmark mures af og til med rene kalkmørtler ned til + 5° C, medens det i de øvrige skandinaviske lande anbefales kun at mure med mørtler af kvalitet mindst svarende til KC 50/50 om vinteren.



**DS 414.**

I Dansk Ingeniørforenings normer for murværk, DS 414 af november 1969, kræves ved vintermuring følgende:  
 »Ved muring i frostvejr skal træffes de nødvendige foranstaltninger til at undgå skader på materialer og murværk. Ved muring i frostvejr skal mørtelens temperatur i baljen være mindst plus 9° C, og murstenene skal kunne suges mørtelen død inden dennes temperatur bliver under 0° C. Bruges godkendte frysepunktsænkende midler kan temperaturen være lavere, såfremt murstenene stadig kan suges mørtelen død.«

**Varm mørtel**

Til al vintermuring bør anvendes varmere mørtel. De ovenfor omtalte 9° C er et absolut minimumskrav, det vil altid være en fordel at varme mørtelen udover denne grænse, op til den øvre grænse der er ca. 45° C.

Opvarmningen kan ske ved at anvende varmt vand til fremstilling/omrøring, idet dog de højere varmegrader også kræver opvarmning af sandet. Der skal under alle omstændigheder drages omsorg for, at sandet er frostoffrit, uden isklumper.

Varm mørtel størkner hurtigere, og der skal ikke blandes større portioner, end man er sikker på at forbruge, inden størkningsprocessen er for fremskreden.

Retardere bør ikke anvendes.

Baljerne bør være af træ, eller/og isolerende. Fordampningen fra en varm mørteloverflade er kraftig, hvad dels betyder, at mørtelens konsistens ændres, dels at der bliver et stort varmetab. I så stor udstrækning som muligt bør baljerne derfor holdes tildækkede.

**Frysepunktsænkende midler.**

Frysepunktsænkende tilsætningsmidler anvendes stadig i stor udstrækning for at modvirke frostskafer. I overvejende grad alkohol. Virkningen af sådan tilsætning må ikke overvurderes.

Frysepunktsænkningen er beskeden, og alkoholtilsætning medfører ingen acceleration af mørtelens afbindings- og hærdningsproces. Alkohol har stor fordampningsevne, og der sker derfor hurtigt en forringelse af virkningen fordi koncentrationen nedsættes. Utilsigtede bivirkninger kan også forekomme.

Alkohol har stor fordampningsevne, og i en utildækket alkoholholdig mørtel kan derfor nemt ske en reduktion af den oprindelige dosering.

**Acceleratorer.**

Ved cementholdige mørtler kan tilsættes stoffer, der virker accelererende på hærdningsprocessen.

Tilsætningsstoffer til opmuringsmørtel skal ifølge DS 414 godkendes af Dansk Ingeniørforenings permanente udvalg for murværk.

Acceleratorerne er hovedsagelig baseret på et natrium eller calcium chlorid.

Clorider må ikke tilsættes, før man har skaffet sig klarhed over, hvor store doseringer, man uden risiko kan anvende. Såfremt der tilsættes mere af stoffet, end der reagerer med cementen, vil den overskydende mængde forblive i mørtelen i ubundet form, og da clorider er meget stærkt vandsugende, kan dette medføre, at murens isolerende evne nedsættes, ligesom der er fare for saltudslag, nedsat styrke og korrosion af metaller i forbindelse med mørtelen.

Den frysepunktsænkende virkning af cloridtilsætning er yderst ringe. Varmetilførsel er en accelererende foranstaltning, og hurtighærdende cement i KC mørtler virker fremmede på varmeudviklingen i de første kritiske døgn.

**Murcement.**

Ved murcementmørtler må ikke anvendes tilsætningsstoffer, hverken frysepunktsænkende eller accelererende. Der er i mørtelen »indbygget« et stort luftindhold, der virker som en frostsikring, dette luftindhold forstyrres ved tilsætning af yderligere stoffer.

**Beskyttelse af frisk opført murværk.**

Oversiden af friskopført murværk skal ved arbejdsstop af længere varighed tildækkes effektivt mod nedbør. Tildækningsmaterialet, der helst skal være en specialsyet presenning eller lignende, skal gøres effektivt fast, så det ikke blæser af. Der skal sørges for, at det bliver anbragt også på steder, hvor der ikke skal mures videre, vinduesbrystninger og lignende steder, således at der ikke her sker en nedsivning af vand.

Såfremt der har været benyttet opvarmede sten, skal murens beskyttelse foretages med et isolerende materiale, for eksempel vintermåtter, men iøvrigt vil en tildækning med presenning eller plastfolie udover at beskytte mod væde også yde beskyttelse mod hurtig afkøling, idet fordampning og udstråling hindres samtidig med, at der etableres et isolerende luftlag.

At en effektiv beskyttelse er særlig betydningsfuld i blæst fremgår af, at selv en svag vind bevirker en meget kraftig forøgelse af varmeafgivelsen. Såvel den direkte som den, der skyldes den øgede fordampning af vand.

Friske hulmure og tynde mure skal i frostvejr dækkes på solsiden, da solvarmen ellers kan medføre at muren bliver skævet.

Det skal tilstræbes, at stilladset mures tomt hver dag. Eventuelle mørtelrester samles i en enkelt balje, øvrige baljer skræbes tomme og vendes.

Små daglige vedligeholdelsesforanstaltninger kan være afgørende for arbejdets uhindrede gennemførelse.

#### Etageadskillelserne.

Når en etage er muret op, skal der ved en overliggende dækstøbning sørges for, at betonvand, regnvand eller smeltevand hindres i at løbe ned over eller ned i murværket.

Ved dækstøbningen og efter dækket er støbt, kan det hindres, at regnvand løber ned over facademuren ved at der langs kanten af dækket mures et skifte op, så der dannes en vold. En strimmel tagpap anbringes for at hindre vandet i at sive ind i muren.

Der må naturligvis etableres indvendigt afløb for regnvand.

Omkring eventuelle udsparinger i dækket, som nødvendigvis skal udføres gennemgående i dækstøbningen, skal træffes foranstaltninger, så vandet ikke ukontrollabelt siver ned her.

Iøvrigt er det en god vinterforanstaltning, at udsparingerne udføres med tæl dække, der først åbnes, når en overliggende etage er tæt.

Når opmuringen fortsætter over en etageadskillelse, er det ligeledes vigtigt, at vand fra dækket ikke bliver opsugt i murværket. Efter et snefald må sneen fjernes fra dækket, inden den smelter, også selvom den ikke ligger i vejen for videre arbejde.

#### 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 alkohol eller frysepunktsænkende midler, 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 alkohol til mørtel vandet opnå godt resultat i indtil en halv snes frostgrader. Ved så lave temperaturer må man regne med 3 liter alkohol pr. balje. Er der ligefrem is i fugerne, bør arbejdet udsættes. For at sikre sig ved eventuelle mindre isdannelser kan muren forsyres eller behandles med en blæsoflamme (flamme-kaster). Benyttelse af dampstråle giver let for meget vand i muren.

Farvet fugemørtel er vanskelig at arbejde med om vinteren, fordi fugens tørring og hærdning 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.

Udvendigt pudsearbejde bør ikke udføres i større omfang om vinteren. Tilsætning af alkohol eller frysepunktsænkende midler 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 alkohol eller frysepunktsænkende midler til selve mørtelen. Også alt det vand, der benyttes under udførelse af pudsearbejdet, til stænkning og til afisning af pudsebrædder m.m., må være blandet op, da netop det yderste lag af pudsen ellers bliver udsat for beskadigelser på grund af frosten.

#### Indvendigt arbejde.

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

Den mest enkle lukning opnår man i reglen med vinduer og ruder, som må være parat til indsætning straks efter opmuringen. Til at undgå ridser af ruderne har mange forskellige beskyttelsesforanstaltninger fundet anvendelse. Den hidtil bedste er påsmøring eller påsprøjtning af en plasticinde. 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.

Skal huse lukkes, før stilladset går ned, skal man fra starten indstille sig herpå, således at stikbomme og sværter gennem vinduesåbningerne ikke hindrer lukning af disse.

For at få den jævne udtørring og undgå skalføring 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 ovne (se »arbejdspladsens varmebehov m.v.«).

Oftentimes 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 svovlsyring, som er rustfremmende, bør man sørge for, at beslagene bliver beskyttet, eventuelt ved indsmøring med fedtstof eller ved første gangs stryging.

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-laget styrke ikke foretages, uden at der sørges for ekstra kultiverte 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 den-

ne 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 (se »arbejdspladsens varmebehov m.v.«).

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 af vinterdage på grund af vejret. 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 rejsehøjden 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 større end i vintermånederne.

#### **Tørre konstruktioner.**

Mange frostgener kan elimineres ved at anvende materialer, som ikke tilfører bygningen fugt.

#### **VEJLEDNING I BOLIGMINISTERIETS BEKENDTGØRELSE OM VINTERBYGGERI**

Som omtalt tidligere forventes det (juni 1980), at der til efteråret vil fremkomme en ny vinterbekendtgørelse fra Boligministeriet.

Det rent tekniske stof til bekendtgørelsens vejledning er udarbejdet, og for så vidt angår murerarbejde har vejledningsudkastet følgende ordlyd, idet også teksten for foranstaltningerne ved tagdækning og for videreførelse af indvendige arbejder af redaktionelle årsager bringes her:

#### **Opmuring**

#### **»Foranstaltninger ved opmuring**

I vinterperioden er det nødvendigt at sikre det daglige opmurationsarbejde mod fugt og frost. Det er endvidere nødvendigt at sikre det udførte murværk, så at det afbinder og hærdner tilstrækkeligt hurtigt.

#### **a. Sikring af, at mursten, murblokke og lignende er tørre, evt. opvarmet ved anvendelsen**

Mursten, blokke o.lign. (fremover benævnt »mursten«) bør være tørre ved levering og skal bibeholdes tørre under oplagring. Materialerne bør derfor være forsvarligt emballerede ved leveringen. Mursten skal opbevares hævet over terræn og holdes tildækket mod nedbør. Solpåvirkninger på plastemballerede mursten vil medvirke til øget kondensdannelse under plastemballage, hvorfor stenene bør beskyttes mod solskin. Mursten skal være tørre ved anvendelsen. De må derfor holdes tildækket på brugsstedet.

Anvendes mursten med lavere minutsugning end ca. 30 gram/dm<sup>2</sup>, forringes mulighederne for færdiggørelse af murværket. For at sikre god vandoptagelse, vandfordampning, afbinding og hærdning skal svagt vandsugende mursten derfor forvarmes.

#### **b. Foranstaltninger til temperatursikring af mørtel**

Opmuringsmørtel, der leveres som vådmørtel til byggeplads, skal være frostfri. Mørtelen skal indeholde mindst muligt vand ved leveringen for senere at kunne tilsættes mest muligt varmt vand ved tilberedningen. Tørmørtel og murcementmørtel skal holdes tørt indtil brugen. Indendørs oplagring af mørtelprodukter i frostfri lokaler er at foretrække. Ved opmurationsarbejde i frostvej eller i perioder med udsigt til frostvej kan stærkt cementholdige murmørteler tilsættes varmt vand ved tilberedningen, og opbevares således, at murmørtelens temperatur i henmuringstøjeblikket er mindst 9° C.

Ved anvendelse af svagt cementholdig murmørtel i frostvej eller i perioder med udsigt til frostvej kan man i stedet for varmt vand anvende tilsætning af et godkendt frysepunktsænkende middel. Tilsætningen må ikke overskride det i godkendelsen tilladte. De godkendte produkters frysepunktsænkende virkning er forholdsvis lille, idet de kun har effekt ved mørteltemperaturer ned til ca. -3° C til -5° C.

For at undgå for hurtig luftafkøling eller frostpåvirkning af murmørtelen, bør denne tilføres brugsstedet i små portioner i takt med anvendelsen. Mørtelbaljer bør holdes tildækket. Ved opmuring i streng frost bør baljerne tillige holdes isoleret.

### c. Tildækning af endnu ikke afhærdnet murværk mod regn, sne og frost

Hvis nedløbsvand løber ned ad endnu ikke hærdnet murværk, kan det bevirke en udvaskning af bindemiddel fra murmørtelen og derved medføre misfarvning. Ved indtrædende frost vil der tillige være risiko for frostsprængning af vandmættet murværk.

Ved standsning af murerarbejdet skal alle vandrette flader derfor tildækkes mod eventuelt kommende nedbør.

Vand, som trænger ned fra etageadskillelser, er tillige stærkt forurenende og skal derfor undgås.

Murværk uden murafslutninger, som fx vinduesåbninger uden sålbænke eller murværk udført til rejsenhøjde, skal ligeledes holdes tildækket, indtil de endelige afslutninger er udført. Hvor der for at opnå en hurtig afbinding og hærdning af murmørtelen er anvendt opvarmede materialer, bør der i frostvejr eller ved udsigt til dette udføres en tildækning af det udførte murværk med et tætsluttende, isolerende materiale.

## Tagdækning.

### 5. Foranstaltninger ved tagdækning

Et underlag med vandansamlinger eller isdannelse virker stærkt hæmmende på et tagarbejdes påbegyndelse. Der må derfor i tide udføres fornøden tildækning, vandafledning og snerydning, således at tagarbejdet kan påbegyndes med færrest mulige gener af vejrliget.

De økonomiske omkostninger ved tagpaptagets udførelse i vinterperioder bliver mindst mulige, hvis underlaget ikke, eller kun i ringe grad er i stand til at suge vand til sig.

I takt med tagfladers færdiggørelse må der foretages en endelig inddækning af taggennemføringer, tagrender og tagnedløb, således at nedbørsvand hurtigst muligt kan bortledes. Såfremt det permanente vandafledningssystem endnu ikke er etableret, må der etableres midlertidige afløb til kloak.

#### a. Foranstaltninger mod eller fjernelse af vand, is og sne

For at kunne sikre det daglige arbejdes opstart om morgenen, kan det være nødvendigt at sikre mod nattens nedbør, dugdannelse eller rimfrost ved at tildække det for tagarbejdets kontinuerlige fortsættelse nødvendige tagareal, inden arbejdspladsen forlades til fyraften.

For at undgå, at vandansamlinger fra daglig nedbør fryser til is og hermed gør tagarbejdet vanskeligere, bør disse fjernes straks ved bortledning eller ved anvendelse af vandsuger eller lignende.

Isdannelse kan fjernes ved borthugning og udtørring med flammekaster eller andet.

Sne bør straks fjernes, da den ellers meget let kan omdannes til vand eller is, hvilket giver større vanskeligheder for tagarbejdet.

Ved udførelse af varmeisolerende lag i takt med tagdækningsarbejdet bør det forhindres, at nedbør løber ind i den allerede udlagte isolering.

## Indvendige arbejder

### b. Tørring af tagpaptage

For at begrænse omfanget af udtørring på tagflader bør tagpaptækning udføres og færdiggøres på mindre arealer ad gangen. Har tildækning af tagflader ikke kunnet udføres med tilstrækkelig effekt, skal tagfladen udtørres i takt med arbejdsudførelsen. Udtørringen foretages normalt ved brug af flammekaster.

Udtørringsarbejdet lettes betydeligt, hvis der allerede i god tid inden vinterperioden udføres et vandafvisende lag tagpap eller lignende på tagunderlaget.

### Foranstaltninger for videreførelse af indvendige arbejder

Det er af hensyn til udførelsen af de indvendige arbejder vigtigt, at der iværksættes vejrligsforanstaltninger for tætning, lukning, opvarmning, udtørring og ventilation af råhuset.

Da det i vinterperioden kan forekomme, at det er vanskeligt at udføre udendørs byggearbejder trods de foretagne vejrligsforanstaltninger, vil det være hensigtsmæssigt såvidt muligt at have indendørs aflastningsarbejder parat. Sådanne kan tilrettelægges, så snart den første etageadskillelse eller tagkonstruktion er udført.

#### a. Interimistisk tætning af etageadskillelser og/eller af tagkonstruktion mod vandgennemtrængning

Alle udsparinger i dæk udsat for nedbør skal forsynes med en interimistisk vandtæt lukning. Udsparinger i præfabrikerede dæk- og tagelementer bør ved leveringen være midlertidigt lukkede og vandtætte.

Trapperum, ventilationskanaler og andre gennemføringer i etagedæk skal forsynes med en vandtæt overdækning og sikres mod vandindtrængning langs kanten. Overdækningen kan eventuelt udføres med adgangsløst ved det øverste etagedæk.

#### b. Bortledning af regn- og smeltevand

I takt med opførelse og lukning af etageadskillelser og/eller tagkonstruktion skal regn- og smeltevand bortledes til kloak.

Vandansamlinger på dæk skal fjernes, før de opsuges i konstruktionen eller fryser til is.

#### c. Lukning af facadeåbninger

For at undgå vindsus og kuldeindtrængning i råhuset skal facadeåbninger lukkes i takt med opførelsen. Såfremt dette ikke kan gøres med permanente vinduer og døre, skal det udføres med midlertidige lukningsforanstaltninger.

Visse af facadeåbningerne bør af hensyn til materialetilførsel og behov for ventilation kunne åbnes. Yderdøre eller andre trafikerede åbninger bør udføres som selvlukkende døre.

Tidlig lukning af råhuset kan i mange tilfælde udskyde behovet for kunstig opvarmning.

#### d. Lukning af huller, der kan bevirke utilsigtet luftcirkulation i råhuset

Opvarmning vil medføre, at den varme luft stiger opad, medens kold luft samler sig nederst i råhuset, hvor den eventuelt kan virke skadelig på de udførte konstruktioner. Enhver åbning, fx dørhuller til trapperum og skakte, skal derfor lukkes, så at utilsigtet luftcirkulation mellem etagerne begrænses.

#### **e. Opvarmning af ráhus**

Behovet for varme i ráhuset bør afpasses efter de enkelte arbejdsopgaver. Ved grovere indvendige ráhusarbejder er der normalt kun behov for lidt varme, hvorimod færdiggørelsesarbejder kræver højere varmegrader.

Hvor varme kan etableres fra et permanent opvarmningssystem, er dette at foretrække. Er der behov for interimistiske varmesystemer, kan disse fx bestå af olie- eller gasfyrede varmluftsovne (varmekanoner). Disse bør forsynes med brændstof fra en centralt placeret brændstoftank, så at pasningen heraf lettes.

Der vil også kunne anvendes elektriske varmluftaggregater (kalorifærer).

Varm luft bør dirigeres rundt i ráhuset. Muligheden for recirkulation og genopvarmning af luft bør overvejes.

#### **f. Udtørring og ventilation af ráhus**

I vinterhalvåret fremskyndes udtørringen ved at tilføre ráhuset varme, fordi varm luft kan indeholde mere fugtighed end kold luft. Hvis den vandmættede varme luft ikke ventileres, vil det fordampede vand igen fortættes på kolde bygningsdele. Der skal etableres lukning mellem opvarmede og uopvarmede rum.

Ventilation bør til stadighed kontrolleres og reguleres for at undgå unødvendigt spild af varme. Ved en udetemperatur på for eksempel -5° C vil et luftskifte på 4-6 gange i timen være hensigtsmæssigt.

Mulighederne for kondensstørring bør undersøges. Kondensstørring kan kun udføres i lukkede rum.»

# 3.6

#### ANVISNING FOR SAMMENSTØBNING AF BETONELEMENTER VED LAVE TEMPERATURER

##### Teknologirådsstøttet undersøgelse.

Med formålet at kunne udarbejde en anvisning, der giver klare retningslinier for, hvorledes elementsammenstøbning med cementsholdige mørteler/beton skal behandles ved lave temperaturer har vinterkonsulenten på betonområdet i samarbejde med BKF-centralen, TI-Byggeteknik og elemententreprenører med støtte af teknologirådet iværksat praktiske og teoretiske undersøgelser, der forventes at få deres afslutning i efteråret 1980.

Resultatet vil blive sammenfattet i en egentlig anvisning. Nærmere oplysninger ved henvendelse til vinterkonsulenterne.

#### MONTAGEBYGGERI

Ved montagebyggeri er vejrligsforanstaltningers omfang reducerede og koncentrerede i forhold til ved mere traditionelt betonet byggeri. Særlige forholdsregler skal træffes i forbindelse med Arbejdspladsens Vejnet, Snerydning og Elementernes Sammenstøbning.

##### Arbejdspladsens veje.

Opbygningen af arbejdspladsens interne vejnet skal ske ud fra hensyntagen til, at vejene skal benyttes til intens trafikering med tungtlastede transportvogne. Såfremt der til montagen benyttes mobilkraner, skal særlige hensyn tages med hensyn til såvel bæreevne som vejbredder m.m.

For at kunne udnytte eventuelle permanente veje under selve byggeprocessen skal den projekterende, inden vejene udføres, gøre sig bekendt med størrelse og hjultryk af leverancevogne og kraner, således at vejene kan dimensioneres herefter, eller der kan aftales andre leveranceformer, afpasset det påtænkte vejnet.

Der skal indrettes stabiliserede pladser til eventuelle stødlagre, således at disse ikke skal optage vejarealer.

##### Snerydning.

Større vejarealer kræver større snerydningskapacitet, og kraftigt snerydningsmateriale skal være i beredskab, således at vejnettet efter snefald hurtigt kan gøres farbart.

På etageadskillelserne er det daglige arbejdsområde større end ved andre former for byggeri, og der opstår også her krav om en hurtig rydning af store arealer. Materiel, der senere skal benyttes til renholdelse af fortove med mere, bør anskaffes allerede under byggeriets opførelse, så det kan benyttes til snerydning.

## Afising.

Når det er nødvendigt af hensyn til sikkerheden, skal afising af etageadskillelserne foretages, inden arbejdet påbegyndes det pågældende sted. Cloridholdige salte, almindelig køkkensaft for eksempel, må ikke anvendes. Clorider giver stærkt øget rustdannelse på armeringsjern og lignende, ligesom det har en ødelæggende virkning på beton. Se nedenfor.

## Urea salt.

Gødningssaltet Urea anvendes til afising blandt andet på steder, hvor øget rustdannelse ikke kan tolereres.

Ved gentagne optønings-frysingsperioder skades beton langt mindre, såfremt der til optøningen anvendes Urea salt, end såfremt der anvendes Clorid salt, forudsat et vist luftindhold i betonen. Til belysning af dette kan gengives følgende fra nogle svenske forsøg med afising: Beton uden lufttilsætning skadedes hurtigt, hvadenten der til afisingen benyttedes Urea salt eller et Cloridholdigt salt. Allerede efter 15 afisnings-frysings perioder var af overfladeslam afskallet 100 pct., stenmaterialet var helt blotlagt i overfladen. For beton med 4 pct. luftindhold registreredes kun skade på ca. 15 pct. af overfladen efter 150 perioder, når Cloridholdige salte anvendtes. Når Urea salt anvendtes indtraf tilsvarende skade først efter 250 perioder.

Urea salt er ligeså vandsugende som Cloridholdige salte, og kan derfor ligesom disse give anledning til udblomstringer senere, såfremt det ikke anvendes med forsigtighed.

## ELEMENTERNES SAMMENSTØBNING OG UNDERSTOPNING

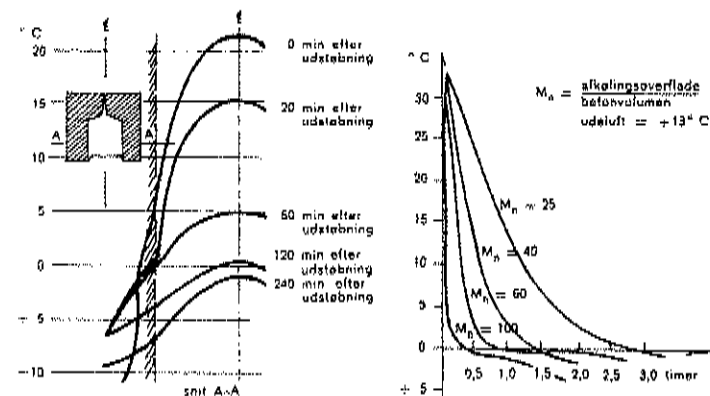
### Krav til fuger

Fugerne i montagebyggeriet udgør et netværk, der ofte skal overføre store kræfter. Derudover skal fugematerialet yde rustbeskyttelse for en eventuel fugearmering, og det skal sikre tæthed mod kulde og lyd, hvorfor der skal være god kontakt mellem fugemasse og element. Set i relation til elementernes volumen er volumet af fugemassen altid meget lille, og der vil i koldt vejr ske en meget hurtig og kraftig varmeafgang.

Til illustration af afkølingshastigheden af fugemassen gengives nedenfor to figurer, dels resultatet af russiske temperaturmålinger i en fuge (udetemperaturen er +12° C og fugemørtelen ved udstøbningen er 21° C), dels tyske kurver for afkølingshastigheden i fugen, i afhængighed af forholdet mellem overflade og volumen.

Figur 45

Figur 46



Afkøling af fugemassen i afhængighed af temperaturforhold og tiden.

Fugemassens afkøling som funktion af afkølingsoverflade og betonvolumen.

Hvor der anvendes cementmørtel til elementsammenstøbningen vil således nemt kunne ske frostskaade eller ødelæggelse af mørtelen, selv om denne er opvarmet. Men også selv om mørtelens temperatur holder sig umiddelbart over frysepunktet, vil dens afbindings- og hærdningshastighed være så lille, at der vil kunne foregå en væsentlig vandtransport ud imod den kolde elementoverflade, med en vandkoncentration her til følge, hvilket vil betyde svigtende kontakt til elementet og ringe styrke i fugen lige her.

Der henvises til det på side 154 omtalte projekt, der er forudsat at skulle resultere i en egentlig anvisning på sammenstøbning under vinterforhold, det vil sige ned til nærmere angivne (beskedne) negative temperaturer.

Ved temperaturer herunder, men iøvrigt naturligvis ved alle lave temperaturer, er en effektiv beskyttelse af sammenstøbningerne at opvarme bygningen, eller dele deraf, eller at opvarme selve fugen alene ved hjælp af indstøbte el-modstandstråde.

### Opvarmning af bygninger

Hvor der arbejdes med lukkede systemer, efter en montagetakt hvor såvel væg- som dækelementer monteres inden understopning og fugning foretages, er det en nærliggende opvarmningsmetode at tilføre varm luft.

Her skal gengives svenske beregninger over varmebehovet.

Forudsætningerne:

Bygningsareal	275 m <sup>2</sup>	
Etagehøjde	270 cm	750 m <sup>3</sup>
Tykkelse af dæk	18-20 cm	

Ydervægges k-værdi 0,35 kcal/m<sup>2</sup> × time × °C (0,407 W/m<sup>2</sup> × °C)

Den senere omtalte isolering af dækkets overside forudsættes på plads ved opvarmningens begyndelse. Ved fugearbejdet på dækket fjernes isoleringen feltvis, men er max. fjernet 1 1/2 time. Lodrette fuger i vægge mod det fri eller mod kolde yderrum vindtættes senest 3 timer før fugearbejdet.

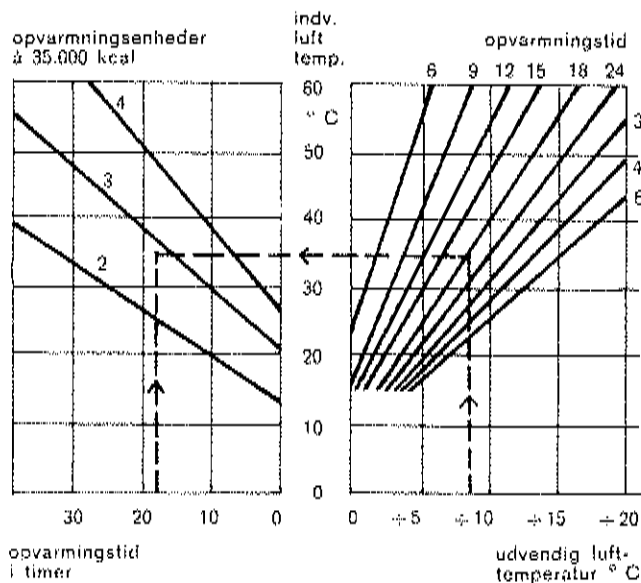
Den underliggende etage opvarmes til ca. samme temperatur som den etage, hvor arbejdet skal foregå.

Beregningerne.

Beregningerne viste, at ved temperaturer under 0° C skal der anvendes isolering af dækelementerne. Med en presenning udlagt over ca. 5 cm luftrum fandtes næsten lige så god isolering som med vintermætter sammesteds, hvorfor der i beregningerne er forudsat presenning.

Af nedenstående nomogram findes kaloribehovet - i nomogrammet angivet ved antal ovne a 35.000 kcal - for at bringe temperaturen op på forudsatte +5° C i toppen af dækelementernes fuger (svarede til ca. 30° C ved undersiden af dækelementerne), i afhængighed af udetemperaturen og den disponible opvarmningstid.

Figur 47



Nomogram til fastsættelse af nødvendig varmekapacitet for opvarmning til elementsammenstøbning, i afhængighed af udetemperatur og disponibel opvarmningstid.

Der kan ved en udetemperatur mellem 5 og 10° frost regnes med, at ca. 1700-2000 kcal/m<sup>3</sup> opvarmet rum går til førstegangsopvarmning af de kolde konstruktionsdele. Den resterende calorietilførsel går til at vedligeholde temperaturdifferencen til omgivelserne.

Eksempel.

Der er i nomogrammet indtegnet et eksempel med en udetemperatur på +8° C og en disponibel opvarmningstid på 18 timer. Det findes i det tilfælde nødvendigt at indsætte ca. 2,6 x 35.000 kcal/time ovnkapacitet. Kan opvarmningstiden vælges større er den nødvendige ovnkapacitet mindre, som også nomogrammet viser.

**Frostsikkerhed for fugemørtel.**

Såfremt der til fugemørtelen vælges hurtighærdende cement, vil frostsikkerhed ved en temperatur på 5° C være opnået efter ca. 30 timer.

**Vedligeholdelse af temperaturen.**

For at vedligeholde den opnåede temperatur vil en fortsat varmetilførsel på 30-40 kcal/m<sup>3</sup> rum x time være tilstrækkelig.

**Varmeovnenes anbringelse.**

Der er i det foregående regnet med, at ovnene er placeret inde i bygningen med afgang for røggasserne til det fri, således at ovnene ikke forsynes med kold udeluft.

Såfremt dette sidste af en eller anden grund foretrækkes, for eksempel fordi der derved opstår en arbejdsbesparelse ved kun at skulle flytte varmerør eller slanger, skal der regnes med ca. 30 pct. varmespild, det vil sige ovnkapaciteten skal øges ca. 50 pct.

**Opvarmning med el.**

Selve princippet ved elektrisk opvarmning af beton ved hjælp af indstøbte modstandstråde er nærmere behandlet i afsnittet om beton. Ved anvendelse til opvarmning af fuger ved montagebyggeri kan metoden anvendes på to forskellige måder, der begge anvendes herhjemme:

Modstandstråden kan indstøbes i selve fugen.

Modstandstråden kan indstøbes i selve elementet på fabrikken.

**Modstandstråden i fugen.**

Fordelen er, at man her kan nøjes med at placere trådene, når de ydre temperaturforhold kræver det.

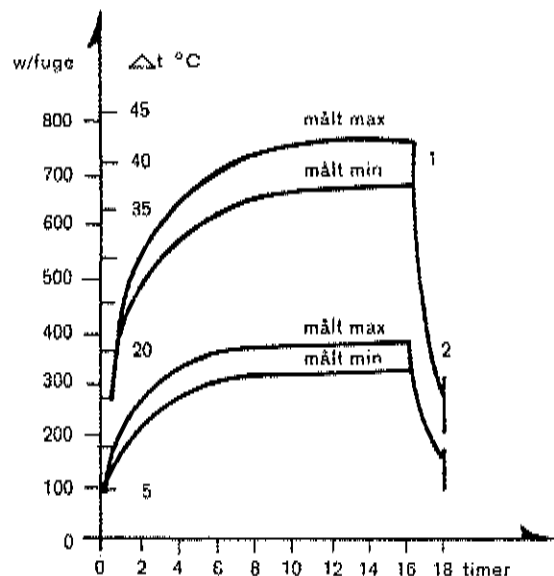
En mangel er det, at der ikke kan foretages nogen forvarmning af elementets kontaktzone til fugen, hvilket vil sige, at der i kulde er en risiko for skader som tidligere omtalt, inden den tilførte varme bliver så effektiv, at det hindres.

I efterfølgende figur er redegjort for temperaturdifferencen  $\Delta t$  mellem fugemørtelen og udeluften i afhængighed af tilført el-energi og tiden for opvarmning (temperaturen målt midt i fugen).

Observationerne stammer fra Gjellerupplanen, og viser god overensstemmelse med de resultater, der er gengivet i den andetsteds omtalte bog »Wirtschaftlicher Winterbau mit Fertigteilen«.



Figur 48.



1.  $U=21$  volt,  $I=34$  amp.,  $R=0,62 \Omega$   
 $P=714$  Watt ( $277$  W/m fuger)  
 Trådtemp.  $\approx 78^\circ\text{C}$ , kobling f-f-Ys.
2.  $U=13,5$  volt,  $I=26,5$  amp.,  $R=0,51 \Omega$   
 $P=357$  Watt ( $138$  W/m fuger)  
 Trådtemp.  $\approx 33^\circ\text{C}$ , kobling f-f-Ys.

Temperaturstigning i fugemørtet 1:2,5 mellem 15 cm isolerede vægelementer i afhængighed af tilført elektrisk effekt og tiden.

For fuldstændighedens skyld skal gengives, hvad der er nævnt i afsnittet om el-opvarmning, nemlig at der ikke uden isoleringen ødelægges kan sættes spænding på modstandstråden, inden denne er indstøbt i betonen.

#### Modstandstråden i elementet.

En af fordelene ved denne metode er, at der kan ske en forvarmning af elementet i kontaktzonen til fugen, inden denne udstøbes. En eventuel afisning af elementkanten opnås derved automatisk. En anden fordel ligger i, at tilrigningen for opvarmningen på arbejdspladsen bliver lettere.

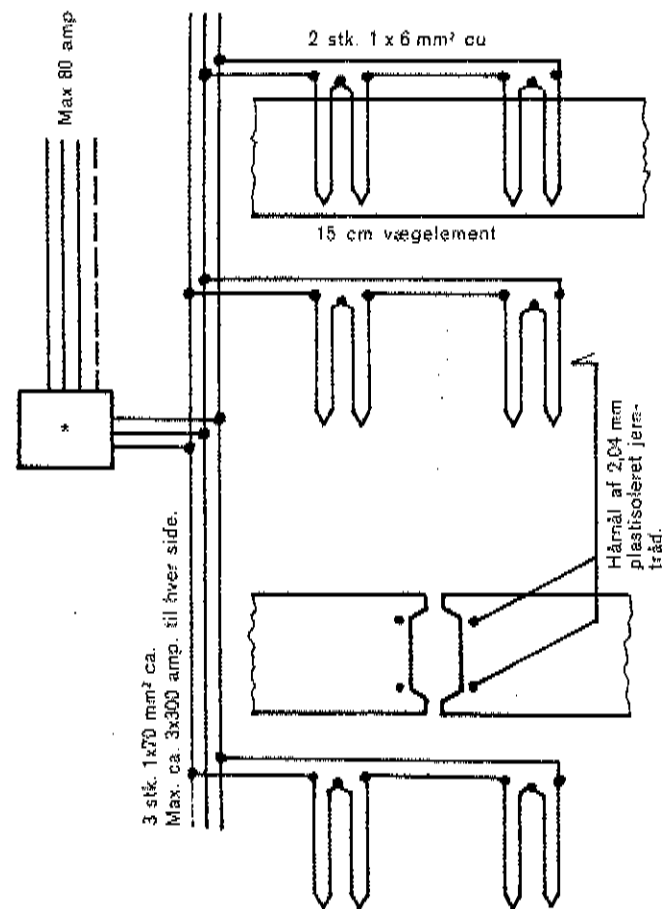
Modstandstråden kan uden gener indstøbes klods op ad elementformen. Selvom en (mindre) del af trådens overflade derved bliver fri, er omstøbning alligevel tilstrækkelig til, at der ikke sker skade på trådens isolering. Se også side 163.

#### Praktisk udførelse.

Ønskes placering af tråden i fugen, tildannes af modstandstråden en hårnål af fugens længde. Hårnålen stikkes ned, umiddelbart før fugen støbes ud.

Figur 49.

De to dele af hårnålen skal så vidt muligt ligge og holdes symmetrisk om fugemidten.  
 Den elektriske forbindelse til transformeren kan etableres, så snart hårnålen er tildannet.  
 Er trådene indstøbt i elementet, etableres den elektriske forbindelse, så snart det passer ind i montageakten, så forvarmning kan foretages. På nedenstående figur er redegjort for de elektriske forbindelser, der kan overlades montagesjakket.



\*Bekomat 3x380/3x0-42 volt. Max. belastning 55 kW svarende til ca. 136 fuger à 357 W ( $\Delta t=20^\circ\text{C}$ ), eller ca. 68 fuger à 714 W ( $\Delta t=40^\circ\text{C}$ ).

Principdiagram for elektrisk opvarmede fuger mellem betonelementer.

Fremgangsmåden ved de to metoder er løvrigt den samme. Nedenfor er en oversigt over den daglige arbejdsgang i den forbindelse, der her støbes ud.

handles, idet der er betragtet tilfældet hvor varmetråden er indstøbt:

Varmetrådene fra elementet tilsluttes Bekomaten via kabelnettet. Der sættes spænding på systemet for afslusning og forvarmning. Fugerne udstøbes.

Efter et skøn over den kommende natts minimums temperatur indstilles Bekomaten i overensstemmelse med tabellen, der viser sammenhængen mellem lufttemperaturen, og den indstilling, der holder fugetemperaturen på min. 16° C, såfremt temperaturen i nattens løb er skønnet nogenlunde korrekt.

Tabel 15.

Luftens temp.	Bekomat trin	Forventet amp.
Fra +5° til +1°	fase - fase D1	
Fra +1° til +1½°	fase - fase D2	20 - 24
Fra +1½° til +5°	fase - fase D3	24 - 28
Fra +5° til +8°	fase - fase D4	28 - 32
Fra +8° til +16°	fase - fase D5	32 - 38

Ved sjakkets ankomst til arbejdspladsen næste morgen måles strømmen i samtlige varmesektioner ved hjælp af tangamperemeter. Det kontrolleres herved, om alle fuger har fået den nødvendige varmetilførsel.

Der tages check på, om den ønskede temperatur er opnået, hvor strømtilførselen har været som ønsket. Findes alt i orden afbrydes strømmen, og materialet kan flyttes til næste brugssted.

**Vindens betydning.**

Ved fastsættelse af nattens min. temperatur skal tages hensyn til vindforholdene. Vindens betydning med hensyn til øget afkøling er behandlet andetsteds, men som grov regel kan regnes, at en negativ temperaturs numeriske størrelse fordobles, når vindhastigheden øges fra 0 til 6.

Ovennævnte regel går igen i følgende tommelfingerregel for effektforbruget ved fugelopvarmning:

Ved vindstille: 5 W/m fuger x temperaturstigningen ° C.

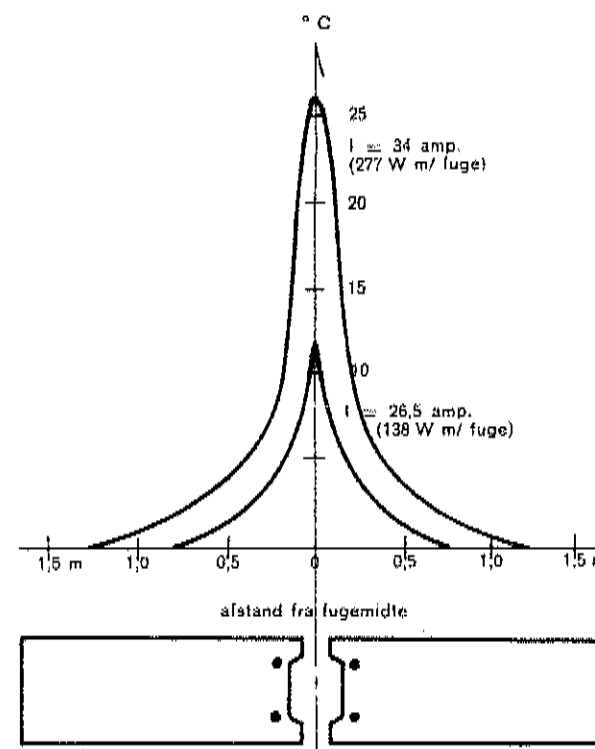
Ved vindstyrke 6 eller derover: 10 W/m fuger x temperaturstigningen ° C.

**Varmetab fra fuger til element.**

Af interesse er at få kendskab til, hvor meget varme der fra fugen ledes ud til områder i elementet, hvor der til dette formål ikke er brug for det.

Figur 50.

Nedenstående figur anskueliggør, hvor langt ud i elementet varmetilførselen er mærkbar. Målingerne stammer fra Gjellerupplanen.



Overfladetemperaturstigning i ° C på 15 cm uisolerede betonelementer ved el-opvarmning af fugen, i afhængighed af afstanden fra fugemidte og tilført el-effekt.

**Udgifter ved el-opvarmning.**

Udgifterne til denne form for el opvarmning er på Gjellerup-planen for vinteren 69-70 opgjort til 10,50 kr./meter fuger, eller 6,40 kr./m² boligareal.

Fordelingen var således:	
Levering og indstøbning af varmetråde på fabrik .....	31%
Tilrigning, betjening og atrigning af Bekomat .....	30%
Leje af Bekomat .....	18%
Diverse forbrugsgods .....	16%
El .....	5%

**Udenlandsk litteratur.**

»Wirtschaftlicher Winterbau mit Fertigteilen«  
udgivet i 1969 af:  
Beton-Verlag G.m.b.H.  
4 Düsseldorf-Oberkassel 1  
Düsseldorfer Strasse 8.  
Postfach 450.

# 4.1

**V** står for velimprægneret

**V** står for ventileret

**V** står for vejrligsbeskyttelse

**V** står for velbefindende

**V** står for vejrlær



### **BYGGEPLADSENS TRANSPORT- OG LAGERBEHOV M.M.**

Til en lejlighed skal tilføres ialt ca. 125 tons materialer.

Mange af disse materialer skal transporteres flere gange - mange skal oplagres midlertidig og/eller gennemgå en tildannelsesproces.

Mængden skal forøges med transport af jord, jordledningsmaterialer, vej- og andre anlægsmaterialer, persontransport med videre. Den samlede transportmængde pr. lejlighed andrager nemt 200 tons.

Transport i byggeri er således et stort område. Den rigtige løsning af transportopgaven kræver analyse og planlægning, samt betids etablering af veje og pladser for byggeri, der skal videreføres i vintermånederne.

### **BYGGEPLADSENS VEJE, PLADSER O.A.**

Som indledning til dette afsnit gengives den relevante tekst i den tekniske vejledning, der er udarbejdet, i forbindelse med den ventede (juni 1980) nye bekendtgørelse om vinterbyggeri fra Boligministeriet:

#### **»Byggepladsforanstaltninger**

For at gøre det muligt at holde byggeriet i gang om vinteren skal byggepladsens indretning og drift være således planlagt og tilrettelagt, at vejrligets ulempevirkninger kan imødegås ved iværksættelse af en række byggepladsforanstaltninger.

#### **a. Afledning af overfladevand**

Ulemper fra overfladevand er et alvorligt problem i vinterperioden, især på ler- og siltholdig jord. Dette skyldes, at en ler- eller siltholdig jordarts egenskaber ændres væsentligt ved en forøgelse af vandindholdet udover en vis grænse.

I vinterperioden er luftens evne til at optage fugtighed stærkt aftaget med en fugtphobning i jorden til følge. Der skal kun en ringe vandmængde til, før de øvre jordlag mister deres bæreevne, således at trafikering umuliggøres. Det er derfor nødvendigt, at overfladevand, nedbørsvand samt vandtilstrømning fra højereliggende naboarealer så hurtigt som muligt bortledes.

De for byggeperioden permanent etablerede færdselsarealer skal være udført med foranstaltninger for afløb af overfladevand. Bortledning og bortpumpning af overfladevand til sikring mod opblødning skal i fornødent omfang udføres som vejrligsforanstaltning.

### **Snedrydning, grusning og afisning**

Færdselsveje og materialeoptagelser skal efter snefald hurtigt ryddes, således at afviklingen af arbejdspladsens interne transport kan opretholdes. På det enkelte byggeri skal der aftales et sådant beredskab, at de vigtigste færdselsarealer kan være ryddet ved normal arbejdstids begyndelse. Et beredskab til mekanisk rydning vil oftest være hensigtsmæssigt.

Det bør ved planlægningen overvejes, om der skal opstilles snehegn til imødegåelse af fygning.

Der bør tages stilling til, om sneen skal bortkøres. Hvis sneen deponeres på byggepladsen, skal ulemperne ved smeltingen imødegås.

Snedrydning og afisning af stilladser og konstruktioner skal iværksættes hurtigst muligt, så at byggeaktiviteten kan videreføres.

Glatføre skal hurtigt kunne bekæmpes. På snedækkede færdselsarealer skal efter rydning gruses. Såfremt der forekommer isslag, skal dette fjernes i fornødent omfang. Anvendelse af chloridholdige salte kan give anledning til skadepåvirkninger på mange konstruktionsdele og skal derfor undgås i nærheden af sådanne.

### **Belysning for fuld udnyttelse af arbejdstiden**

I vinterperioden er belysning en forudsætning for, at arbejdstiden kan udnyttes fuldt ud. I det omfang den hertil nødvendige belysning ikke skal udføres som overenskomstmæssig vinterforanstaltning, skal den udføres som vejrligsforanstaltning.

Udendørs orienteringsbelysning er altid en vejrligsforanstaltning.

Indendørs orienteringsbelysning er en vejrligsforanstaltning med undtagelse af de tilfælde, hvor belysningen også er nødvendig udenfor vinterperioden.

Orienteringsbelysning i rum uden dagslys vil således ikke være en vejrligsforanstaltning.

Orienterende og overenskomstmæssig belysning vil i praksis overlappe hinanden, hvorfor det af udbudsmaterialet bør fremgå, i hvilket omfang der etableres belysning som vejrligsforanstaltning.

### **Beskyttelse af materialer og færdigfremstillede komponenter**

I vinterperioden vil det i vidt omfang være nødvendigt at indrette materialedepoterne sådan, at de er hævet over jorden og tildækket mod nedbør. Tildækningen vil typisk være omfattet af de gældende overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri. Egentlig frostsikring af materialedepoter er derimod ikke omfattet heraf.

Tildækning af færdigfremstillede, oplagrede bygningskomponenter (fx facadepartier, armeringsnet, spærfag) skal udføres som vejrligsforanstaltning.

### **Retablering af vejrligsbeskadigede færdselsarealer og materialeoplagspadser**

Langvarige frostperioder kan som en følgevirkning medføre frostbeskadigelse på befæstede arealer, selvom befæstelsen er opbygget med behørig hensyntagen til jordbundsforholdene og trafikbelastningen.

Ved en langvarig frostperiode kan der i en finkornet jord opbygges overskud af vand direkte under befæstelsen. Årsagen hertil er den islinsedannelse, der foregår under tilførsel af vand fra dybereliggende jordlag, ofte i form af vanddamp. Ved tøbrud får jorden derfor et vandindhold, der ligger væsentligt over det naturlige, og mister derfor bæreevnen helt. Herved kan der opstå omfattende ødelæggelser ved fortsat trafikering af arealerne.

Reparationen skal foretages hurtigst muligt efter tøbruddets gennemslag. I en overgangsperiode kan det blive nødvendigt med interimsforanstaltninger, trafikomtægning eller andet.

### **Etablering af vejrligsbetingede imterimsveje - udover de for byggeperioden permanent etablerede færdselsarealer**

På en byggeplads vil det ofte kunne forekomme, at der i en kortere periode skal foretages transport på arealer udenfor de for byggeperioden permanent etablerede færdselsarealer.

Det vil ofte være en fornuftig økonomisk disposition at udsætte afgørelsen vedrørende eventuel befæstelse af korttidsbenyttede veje, indtil der er klarhed over vejrliget, når vejen skal anvendes. En langvarig frostperiode vil således kunne overflødig gøre befæstelse. I de tilfælde, hvor befæstelse bliver nødvendig, udføres denne som en vejrligsforanstaltning.

### **Frostsikring af vandinstallationer**

De nødvendige vandinstallationer skal sikres, så at de også kan benyttes i frostperioden. Sikringen kan ske ved isolering, herunder nedgravning til frosthøje dybde, el-opvarmning af ledningerne eller ved tømning af ledningsnettet, når det ikke benyttes.

### **Læskærme og overdækning af arbejdssteder**

Blæst medfører stærk forøgelse af varmeafgivelsen fra alle overflader, som er udsat for dens påvirkninger. Det vil derfor ofte være nødvendigt at etablere læskærme. I de overenskomstsmæssige aftaler er der bestemmelser om, at der i en velfærdsmæssig foranstaltning skal etableres læskærme.

I en række tilfælde vil det være hensigtsmæssigt enten at supplere læskærmene med en overdækning eller at opsætte et egentligt teit.

## **ARBEJDSPLADSENS VEJE OG PLADSER**

En stor del af de hjemlige arbejdspladser er beliggende i områder, hvor jordbunden er følsom overfor ændringer i fugtighedsindholdet, hvad angår bæreevne for kørende trafik og lignende. Såfremt der ikke i tide er truffet fornødne foranstaltninger, optræder på sådanne pladser vanskeligheder med hensyn til den interne transport for såvel materiel som mandskab i efterårs- og vintermånederne.

Eet af de vigtigste punkter ved arbejdspladsindretningen er derfor, at der foretages den fornødne stabilisering og befæstelse af veje, stier og pladser. Der skal pålægges uhindret adgang til hver enkelt bygningsdel.

Er et arbejde delt op i delentrepriser, skal bygherren vælge en entreprenør som ansvarlig for nødvendige vej- og vedligeholdelse. De øvrige entreprenører skal af deres tilbudsmateriale kunne se hvad der bydes dem af veje, således at de enten bindende kan acceptere, eller fremsætte ønske om ændring.

### **Permanente veje.**

Oftest indgår anlagte veje og pladser i en anlægs- eller byggeopgaves endelige udformning.

For at opnå den bedste start på selve byggeprocessen skal af bygherren disponeres, så anlæg af sådanne veje og pladser frigøres fra selve byggearbejderne, og foretages inden disse igangsættes.

Vejene bør gøres færdige med undtagelse af det endelige slidlag. Den uundgåelige opretning kan foretages samtidig med pålægning af dette, når byggeprocessen er afsluttet.

### **Permanente pladser.**

Betydningen af anlæg af transportveje er indlysende. Betydningen af også at anlægge eventuelle parkeringspladser må ikke overses.

Forefindes sådanne befæstede arealer, når byggeprocessens entreprenører starter, har denne et udgangsareal, hvor der bl.a. straks kan indrettes de nødvendige faste arbejdssteder (flageplads for forskalling, jerntildannelsesplads m.m.).

Der bør eventuelt ske en forstærkning med hensyn til permanente vejes befæstelse, under hensyntagen til at de under byggeprocessen skal trafikeres af tungere trafik end den, de senere bliver udsat for, og oprindelig er dimensioneret efter.

Det skal af udbudsmaterialet fremgå, i hvilket omfang forud anlagte veje og pladser forefindes. Eventuelt må vægtgrænser anføres.

### **Interimistisk befæstede arealer.**

Udover eventuelle permanente anlæg vil det være nødvendigt med supplerende interimistiske.

Der er forskellige metoder til stabilisering af blød bund.

De kan alle udføres i vinterhalvåret, men det er både nemmere og billigere at udføre arbejdet, inden det fugtige efterår sætter ind.

Ved arbejder, hvor igangsætning plantægges til at skulle ske i de egentlige vintermåned (nov.-marts), bør der skaffes mulighed for at anlægge arbejdspladsens veje og stabiliserede pladser inden denne årstid.

Anlægsudgifterne bliver herved mindre og resultatet bedre, og der skaffes arbejdet iøvrigt bedre startbetingelser.

### **Vejes bæreevne.**

En vejs bæreevne afhænger af underbunden. Det er afgørende at denne ikke svigter.

Vejens overflade skal være tæt, så væde ikke trænger gennem den.

Der skal sørges for effektiv afvanding.

Er der i tilknytning til arbejdspladsen højere liggende arealer, kan vandafstrømningen fra disse blive til gene bl.a. for anlagte vejers bæreevne.

Det kan være nødvendigt ved hjælp af grøfter, dræn eller andet at lede vandet fra sådanne arealer udenom arbejdspladsen.

### **Krav til interimsveje.**

1. Vand skal kunne komme hurtigt bort fra såvel vej som nærmeste omgivelser.
2. Der skal være mulighed for en hurtig og effektiv snerydning af vejen. For at kunne udføre snerydningen maskinelt må minimumsbredden sættes til 3 m.
3. Hovedtransportveje bør udføres i rigelig bredde, så spordannelse kan undgås.

### **Naturstabilt grus.**

#### **Metoder til opbygning**

Ved brug af naturstabilt grus kan opbygges bæredygtige veje også på ringe underbund.

Normalt vil et lag på 25-30 cm tykkelse være tilstrækkeligt, men 60-80 cm kan være nødvendigt på siltholdig bund ell. lign. Under overvejelse med hensyn til anlægsudgifterne må ikke overses, at gruset, når vejen ikke længere behøves, kan anvendes andre steder, således at der hovedsagelig bliver tale om en eengangsudgift med hensyn til anskaffelse af materialet.

**Filterdug** Ved at anbringe en særlig diffusionsåben filterdug - mellem råjorden og gruset, kan tykkelsen af dette lag reduceres væsentligt. Filterdugen virker trykfordelene, samtidig med at den hindrer råjordsmaterialet i at arbejde sig op i gruslaget. Dugen forhandles i bredder fra ca. 1,5 m til ca. 5 m, og i rullelængder op til 200 m. Tykkelsen er ca. 0,6 mm, og vægten ca. 155 g/m<sup>2</sup>. Det er en diffusionsåben polypropylendug, som har stor rive- og trækbrudstyrke i såvel våd som tør tilstand. Prisen modsvarer 10-20 cm gruslag. Såfremt vejoverfladen forsejles med en cut-back asfalt eller en tæppebelægning, fås en vej der kan renholdes effektivt med mekanisk materiel, uden det går ud over dens opbygning.

**Kalk stabilisering.** På lerholdige jorder kan kalkstabilisering anvendes. Metoden kræver, at jorden har et lerindhold på 8-10 pct., og den må ikke indeholde væsentlige mængder humus. Der skal kort redegøres for, hvad der sker, når kalk og våd lerjord blandes. Se også side 54. Under læskning optager kalken en del af vandet, og omdannes til læsket kalk. Ved læskningen udvikles en kraftig varme, der yderligere får en del vand til at fordampe. Samtidig får jorden større vandoptagningsevne, fordi der tilføres den et større indhold af fint materiale. En pløret lerjord omdannes hurtigt efter sammenblandingen med kalk til en grynet masse, der lader sig komprimere. Udover den øjeblikkelige virkning foregår en langtidsreaktion mellem ler- og kalkioner. Partiklerne kittes sammen til en cementagtig masse, der efterhånden opnår en vis styrke. Styrketilvæksten er størst de første 2-3 uger efter sammenblandingen, men den vedvarer længe derefter. Mange år efter udførelsen er der konstateret styrketilvækst i kalkstabiliserede lag.

**Materialerne.** Til kalkstabilisering kan anvendes enten pulveriseret, brændt kalk eller hydratkalk, der er tørret og pulveriseret læsket kalk. Ved arbejde med brændt kalk skal udvises forsigtighed. Såvel mandskab som materiel skal beskyttes. På grund af sin stærkt vandsugende evne virker brændt kalk ætsende, og er derfor ubehagelig og farlig at få på huden, i åndedrætsorganer eller øjne. Mandskabet skal forsynes med briller og maske. Kalken virker også ætsende på lakken på materiellet, der skal rengøres omhyggeligt. Udføres kalkstabiliseringen i sommerperioden, hvor der ikke er store overskydende vandmængder i jorden, anvendes hydratkalk. Denne er ikke tilnærmelsesvis så vandkrævende for at læske igen, den er derfor ikke ætsende. Virkemåden er den samme.

**Udførelsen.** Med mindre der ekstraordinært optræder ekstremt store vandmængder i jorden kan i sommerhalvåret anvendes hydratkalk. Der skal benyttes en kalkmængde på 3-4 vægtprocent af jordmængden, der ønskes

stabiliseret. Er der tale om en kørevej, vil en tykkelse på 20-25 cm være påkrævet. Er der tale om en sti for persontransport er 10 cm tilstrækkeligt.

Kalken spredes jævnt udover arealet, der i forvejen helst skal være groft afrettet.

Med en kraftig jordfræser, rotavator, gennemarbejdes arealet, lerjorden rives op og findeles samtidig med sammenblandingen med kalken. Sammenblandingen skal fortsættes, indtil massen har antaget en ensartet, grå farve.

Betydningen af en effektiv sammenblanding illustreres ved at sammenligne de resultater, man får, med en lerjord behandlet med kalk henholdsvis i marken og under laboratorieforhold. I sidste tilfælde kan opnås de samme stabiliserende egenskaber ved anvendelse af ca. 1/3 af den kalkmængde, der kræves under markforhold.

Skønnes at den disponible fræseeffektivitet er for lille, må kalkmængden forøges.

Så snart sammenblandingen er tilstrækkelig, skal det behandlede område komprimeres. Der må ikke daglig behandles større arealer, end at komprimering kan foretages inden tyraften. Tilførsel af væde efter sammenblanding, men før komprimering, vil ødelægge resultatet.

Forventes nedbør under arbejdet med fræsningen, må dette arbejde derfor afbrydes og komprimering af det færdigbehandlede areal foretages. Komprimeringen foretages til en begyndelse med lettere materiel, og sluttet helst med en tromle.

Det færdigkomprimerede areal skal dækkes med 5-10 cm skarpt grus for at beskytte det mod ødelæggelse ved trafik.

For at drage fuld fordel af langtidsvirkningen er det bedst, om det stabiliserede areal får lov at ligge et par uger, inden det udsættes for trafik.

I vinterhalvåret skal metoden oftest benyttes under meget fugtige forhold, og der skal anvendes pulveriseret brændt kalk. Fremgangsmåden er den samme som foran.

Det er betydeligt vanskeligere at foretage en effektiv sammenblanding under disse forhold, hvorfor der skal regnes med, at kalkmængden må forøges.

Eventuelt skal hele processen foretages i to etaper, således at første etape går ud på at skabe køremulighed for fræseredskabet.

Eventuelle lokale plørefyldte huller behandles med håndkraft med et overskud af kalk.

Kalkstabilisering tåler ikke frost de første døgn efter udførelsen. Det skal nævnes, at temperaturen på en klar vinternat på grund af udstråling kan blive en halv snes grader lavere ved jordoverfladen end i to meters højde over denne.

En let kalkstabilisering, 1/2-1 pct. kalk, kan med fordel anvendes, hvor fugtige lerholdige jorder skal komprimeres, f.eks. ved indbygning i dæmninger eller tilbagefyld i kloakgrave.

**Savsmuldsbarkveje.**

Opbygning af interimsveje ved hjælp af en blanding af bark og savsmuld er med held anvendt også på arbejdspladser med tung transport.

# 4.2

Grøft barkaffald (barkstykkerne har en størrelse fra ca. 10-50 cm<sup>2</sup>) udlagt i et lag på 20-25 cm, event. blandet med savsmuld eller dækket med et lag af dette, har en stor stabiliserende virkning på en pløret bund.

## Udførelse.

Tykkelsen af laget bør være mindst 25 cm på veje, der vil blive belastet med tung trafik (8-10 ton akseltryk). På arbejdsområder som afbindingspladser og lignende samt på andre let trafikerede områder vil lag ned til 10 cm tykkelse være tilstrækkeligt. Savsmuld skal gøres gennemvådt ved udlægningen. Efter udlægning af materialet komprimeres det, og bør derefter have lov til at sætte sig i en periode på 1-2 uger.

## Vedligeholdelse.

Slaghuller i en vej vokser hurtigt, hvis der fortsat foregår trafikering på vejen, uden at denne repareres. Interimsveje bør jævnligt inspiceres med vedligeholdelse for øje. Ved grusveje skal foretages en opkradsning af hulkanten, så denne står skarp. Ved kalkstabiliserede veje kan det forekomme, at leret lokalt slår igenem. Reparationen foregår ved at blande kalk i hullet. Intenst trafikerede interimsveje skal udføres i så stor bredde, at bilerne har mulighed for at skifte spor.

## Oplagspladser.

Ved planlægning af materialeoplagspladserne skal tages hensyn til:

1. Materialerne skal kunne bringes og afhentes.
2. Materialerne skal opløses, så de ikke synker ned i underbunden, hvorved de dels svines til, dels i frostvejr fryser fast. Underbunden skal være nødvendigt forstærket.
3. Materialer, der ikke tåler væde, skal kunne tildækkes. Der skal være plads rundt om materialestaberne.
4. Der skal være mulighed for snerydning. Ved indretning af pladsen skal tages hensyn til, at sneen hurtigt skal kunne fjernes fra de nødvendige vej- og gangarealer og oplagres, indtil den bortkøres.

Nogle materialer til byggeprocessen tåler ikke længere tids lagring i fri luft under vinterforhold. Det gælder f.eks. cement. For sådanne materialer må der etableres lagerskure.

## Fundering for kranspor.

Hvor der skal anvendes skinnekørende kraner, skal der drages omsorg for en under alle forhold forsvarlig underbund for skinnelægget. Overfladevand skal ledes bort, inden det trænger ned og blødgør bunden under ballastlaget. Såfremt den ene skinnestreg er placeret ovenpå tilbagefyld om en kælderetage, kan det være nødvendigt at fundere denne skinnestreg på stolper, der er ført ned til kældervægfundamenterne.

## Mobilkraner.

Hvor der anvendes mobilkraner kræves solid understøtning for disses jacks, der sikrer stabiliteten under arbejdet.





En forudsætning for at kunne udføre arbejdet godt og sikkert i vintermånederne er at belysningen er i orden.

## BELYSNING PÅ ARBEJDSPLADSEN

Se også side 167 m.fl.

I foråret 1978 udkom publikationen »Gode råd om byggepladsbelysning og tilhørende el-installationer«.

Publikationen er på initiativ af »Udvalget for helårsbeskæftigelse« udarbejdet af repræsentanter for Lysteknisk laboratorium, Lysteknisk selskab, Direktoratet for arbejdstilsynet samt Boligministeriets og Arbejdsministeriets vinterkonsulenter. Den er endelig godkendt af organisationer indenfor bygge- og anlægssektoren.

Der er nedenfor gengivet publikationens tekst for så vidt gælder belysning.

### Orienterings- og arbejdsstedsbelysning.

»Belysningen på byggepladser opdeles traditionelt i:

1. Orienteringsbelysning
2. arbejdsstedsbelysning

#### Orienteringsbelysning

Orienteringsbelysningen (såvel udendørs som indendørs) er den belysning, som er nødvendig for sikker færdsel overalt på byggepladsen og i bygværket.

Denne belysning er normalt en bygherreleverance, som henlægges til udførelse under en bestemt entreprise.

#### Arbejdsstedsbelysning

Arbejdsstedsbelysningen (såvel udendørs som indendørs) er den belysning, som er nødvendig for at arbejdet kan udføres sikkert, nøjagtigt og uden forsinkelser.

Det normale er, at de enkelte entreprenører sørger for den arbejdsstedsbelysning, som er nødvendig for, at deres egen del af arbejdet kan gennemføres.

Sædvanligvis overlapper belysningsformerne 1. og 2. hinanden, så det, der er arbejdsstedsbelysning for den ene entreprenør, også er orienterende belysning for ham selv og eventuelle andre entreprenører.

Bygherren må i egen interesse undgå unødige overlapninger, der virker fordyrende for arbejdet. De nærmere retningslinier for en eventuel opdeling af belysning bør fremgå af både fællesbetingelser og særlige betingelser i det respektive udbudsmateriale.

#### Overenskomstmæssige aftaler.

Inden opdelingen må bygherren også gøre sig klart, at der findes overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri inden for blikkenslager- og rør- og sanitetsfaget, samt inden for murer-, entreprenør- og tømrerfaget, som også omfatter bestemmelser om belysning i vinterperioden.

De overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri er angivet bl.a. i »Bolligministeriets cirkulære nr. 235 om vinterforanstaltninger ved byggearbejder« af 11. november 1974 i daglig tale kaldt »Vintercirkulæret«.

#### NB

Til orientering for planlæggende og tilrettelæggende teknikere og entreprenører skal nævnes, at de minimale belysningsstyrker, der er angivet i DS 700, 2. udgave 1965 ud fra den stigende interesse for bedre belysning i dag må anses for at være forældede. I det efterfølgende vil de anbefalede belysningsstyrker derfor være væsentligt større end minimumsstyrkerne for belysning.

Endvidere skal nævnes, at DS 700, 3. udgave, oktober 1977 om indendørs belysning *ikke* gælder for bygge- og anlægsarbejder, men kun er gældende for industrivirksomheder m.fl.

#### Udbudsmaterialets angivelse af byggepladsbelysning.

##### Fællesbetingelserne

Ved arbejder opdelt i fag- eller hovedentrepriser må fællesbetingelserne, ud fra de på side 7 angivne opdelinger og retningslinier, nøje angive:

1. I hvilket omfang bygherren foranstalter belysning.
2. I hvilket omfang den enkelte entreprenør skal etablere yderligere belysning.
3. Om visse dele af den under en entreprise angivne belysning også skal være til rådighed for andre entrepriser, og i så fald hvilke.
4. Tidsrummet for etablering af orienteringsbelysningen, evt. antallet af nødvendige flytninger af hensyn til arbejdets gennemførelse, samt tidspunktet for fjernelse.
5. I hvilke tidsrum den enkelte entreprise evt. har vedligeholdelsespligt, samt omfanget af denne.
6. Nødvendige oplysninger om effekt og antal tilslutningssteder.
7. Angivelse af eventuelle afregningsformer for forbrugt el.

#### Særlige betingelser og tilbudslistes

Særlige betingelser og tilbudslistes må nøje angive:

1. Omfanget af den ønskede belysning, som skal være indeholdt i tilbuddet (evt. direkte angivelser af ønskede antal og data for belysningsarmaturer m.v.), samt i hvilket omfang belysningen skal være til rådighed for andre entreprenører.
2. Ønske om opgivelser af enhedspriser til brug ved afregning af variable ydelser, som f.eks. ekstra opstilling eller flytning af master eller tavler m.v. under arbejdets gang.
3. Tidsrummet i hvilket belysningsgrej skal være henlagt i depot, som beredskab, eller være etableret til ibrugtagning.
4. Omfanget af vedligehold af belysningsgrej, som påhviler den enkelte entreprenør.

#### Udendørs orienteringsbelysning.

##### Hvor skal der være orienteringsbelysning?

Der skal være udendørs orienteringsbelysning alle steder, hvor der overhovedet foregår færdsel.

##### Hvor meget lys skal der være?

Som en tommelfingerregel kan regnes med, at der skal installeres ca. 100 lyskildelumen pr. kvadratmeter byggepladsareal (lumen = mål for lysstrøm fra en lyskilde).

##### Hvor skal belysningen være?

Orienteringsbelysning skal være fast installeret. I de fleste tilfælde vil den bestå af armaturer monteret på master eller bygningsdele.

Armaturer på mast kan ikke give en effektiv belysning på områder, som ligger længere fra masten end ca. 3 gange ophængshøjden.

Områder, der ligger langt fra et armatur, skal helst belyses fra to sider for at undgå kraftige skygger. Afstanden mellem ophængstederne bør derfor helst ikke være større end 3-4 gange ophængshøjden.

Armaturerne anbringes således, at intet område af byggepladsen kan komme til at ligge i skygge. Heller ikke, når bygningen er rejst.

Master må ikke anbringes inden for kraners virkefelt. Hvis en faststående kran forhindrer anbringelse af master, kan orienteringsbelysningen suppleres med armaturer på kranårnet.

Armaturer, som skal give orienteringsbelysning, må ikke anbringes på kranens udligger. Dette vil kunne give uregelmæssig og varierende belysning.

Belysningsarmaturer til orienterende belysning må af samme grund ikke anbringes på kørende kraner.

Når der skal vælges lyskilder, bør der tænkes på lagerproblemerne. Der bør planlægges med så få typer og størrelser som muligt. Let pasning og høj driftssikkerhed (hurtig udskiftning af lamper er vigtigere end lavt strømforbrug).

Brug stænkættede armaturer med sikkerhedsglas og let monterbare fastgørelsesbeslag.

Undgå blænding og stort lyspild ved at anvende smalstrålende armaturer (spredningsvinkel 10-30°) til belysning af områder, der ligger langt fra masterne, og bredstrålende armaturer (spredningsvinkel op til ca. 70°) til belysning af områder, som ligger tæt ved masterne.

Nedenstående skema kan være en hjælp ved valg af lyskilder:

Monteringshøjde	Lyskildetype	Lysstrøm ca. lumen
8 - 10 meter	500 W halogenglødelampe	10.000
	125 W kviksøvlampe	6.000
	250 W kviksøvlampe	13.000
	250 W halogen-kviksøvlampe	20.000
10 - 12 meter	1.000 W halogenglødelampe	22.000
	400 W kviksøvlampe	23.000
	400 W halogen-kviksøvlampe	31.000
	250 W højtryksnatriumlampe	25.000
12 - 15 meter	1.500 W halogenglødelampe	33.000
	2.000 W halogenglødelampe	44.000
	700 W kviksøvlampe	42.000
	400 W højtryksnatriumlampe	47.000
15 - 20 meter	1.000 W kviksøvlampe	60.000
	1.000 W halogenkviksøvlampe	90.000
20 - 25 meter	2.000 W kviksøvlampe	120.000
	2.000 W halogenkviksøvlampe	180.000
	1.000 W højtryksnatriumlampe	120.000

#### Generelt

Udform en instruks om retningslinier for tænding og slukning. Anvend evt. automatisk tænde- og slukningssystem.

Pas på, at armaturerne ikke blænder trafikken på offentlig vej eller generer beboere i nærliggende områder.

#### NB

Man kan vente, at ministeriet for offentlige arbejder vil udsende klart specificerede regler for begrænsning af blænding fra bl.a. belysning på byggepladser.

#### Udendørs arbejdsstedsbelysning

##### Hvor skal der være arbejdsbelysning?

Der skal være arbejdsbelysning alle steder, hvor der arbejdes.

#### Hvor meget lys skal der være?

Som foreløbig retningslinie anbefales følgende belysningsstyrker:

- meget groft arbejde,  
(jordarbejder m.m.) . . . . . ca. 50 lux
- groft til middel arbejde,  
(forskalling, støbning,  
pudsning m.m.) . . . . . ca. 100 lux
- specielle opgaver med  
store krav til præcision  
eller sikkerhed . . . . . 200-500 lux  
(1 lux = 1 lumen/m<sup>2</sup> flade)

#### Hvordan skal belysningen være?

Det vil som oftest være bedst at opsætte armaturer for både orienterings- og arbejdsstedsbelysning, men adskilt, så en evt. flytning af arbejdsstedsbelysning ikke samtidig vil forhindre tilstrækkelig orienteringsbelysning.

I visse tilfælde kan det dog betale sig (f.eks. ved jordarbejde) at gøre orienteringsbelysningen så stærk, at den også kan bruges som arbejdsstedsbelysning.

Ved kranarbejde kan armaturer til arbejdsbelysning anbringes på kranens udligger, men de kan ikke erstatte armaturer til orienteringsbelysning.

Fast installeret belysning vil ikke kunne benyttes overalt og under hele byggeperioden. Den må ofte suppleres med transportabel belysning. Transportable armaturer skal stå sikkert på solide stativer, som kan indstilles i højden, eller ophænges solidt på stilladser eller lignende. Armaturerne bør anbringes i god højde over arbejdssted og øjenhøjde, idet man derved får mindre blænding og bedre belysning på arbejdssted.

#### Eksempler på de vigtigste transportable armaturer og stativer

##### 1. Armatur for lysstofrør

Fordele:

- Begrænset blænding
- Stort lysudbytte
- Lavt strømforbrug
- Lang levetid

Ulemperne:

- Ret tunge
- Dyre i anskaffelse
- Dyre i vedligeholdelse

Belysningsstyrken fra sådanne armaturer kan f.eks. være:

Lysstofrør	Afstand 3 meter	Afstand 6 meter
2 x 40 W	50 lux	12,5 lux
2 x 40 W	100 lux	25 lux

### Armaturer for halogenglødelamper

#### Fordele:

- Små og ret lette
- Robuste
- Giver koncentreret lys
- Høj belysningsstyrke på lange afstande

#### Ulemper:

- Stor blænding
- Højt strømforbrug
- Udvikler meget varme

Belysningsstyrken fra sådanne armaturer kan f.eks. være:

Halogen glødelampe	Afstand 3 meter	Afstand 6 meter	Afstand 12 meter
250 W	400 lux	100 lux	25 lux
400 W	640 lux	160 lux	40 lux
1.000 W	1600 lux	400 lux	100 lux

Ved arbejde på stilladser kan armaturerne monteres på selve stilladsopbygningen. Når de sidder over arbejds- og øjenhøjde, giver de god, blændfri belysning. Både armaturer for lysstofrør og for halogenglødelamper vil være velegnede.

#### Generelt

Armaturer til udendørs brug skal være stønktætte og have sikkerhedsglas eller solide plastskærme. Udform en instruks med retningslinier for tænding og slukning. Anvend evt. automatisk tænde- og slukningsystem.

### Indendørs orienteringsbelysning

#### Hvor skal der være orienteringsbelysning?

Der skal være orienteringsbelysning alle steder, hvor der overhovedet foregår færdsel, og der bør derfor være lys i alle rum.

#### Hvor meget lys skal der være?

Som en tommelfingerregel kan der regnes med, at der skal installeres ca. 100 lyskilodelumen per kvadratmeter trafikareal. (lumen = mål for lysstrøm fra en lyskilde).

#### Hvordan skal belysning være?

Det bedste er fast monterede armaturer med plastkugle eller -kuppel for glødelamper eller lysstofrør.

I gangarealer med indtil 3 meters bredde kan der f.eks. anvendes 100 W glødelamper med 4-4,5 m afstand.

En anden løsning er lyskæder med fatninger med plastkugler. (Lyskæder med uafskærmede pærer i lyskæder er farlige og bør undgås)

#### Generelt

Tilstræb anvendelse af permanente el-kabelføringer til interimistisk brug. Påtænk om de permanente armaturer evt. kan anvendes som orienteringslys i den sidste fase af byggeriet.

### Indendørs arbejdsstedsbelysning

#### Hvor skal der være arbejdsstedsbelysning?

Der skal være arbejdsbelysning alle steder, hvor der arbejdes.

#### Hvor meget lys skal der være?

Som en foreløbig retningslinie kan man regne med følgende belysningsstyrker:

- Groft arbejde (murværk, rør læggerarbejde m.m.) ..... ca. 100 lux
- Finere arbejde med større krav til præcision og finish (pudsning, malerarbejde) ..... ca. 200 lux
- Specielle opgaver med store krav til præcision og sikkerhed (maskinsave o.lign.) ..... ca. 500 lux

#### Hvordan skal belysningen være?

Hvor det er muligt og rimeligt, bør arbejdsstedsbelysningen være fast monteret.

I gangarealer indtil 3 meters bredde kan der f.eks. opsættes armaturer for 2 x 40W lysstofrør med ca. 4 m afstand.

I områder, der ligger i skygge, bør arbejdsstedsbelysningen suppleres med håndlamper.

Håndlamper skal, i henhold til stærkstrømsreglementet, være isolerede og have skærme, så blænding undgås.

Hvis der ikke kan opsættes fast monterede armaturer til arbejdsstedsbelysning, må der fortrinvis benyttes transportable armaturer, som monteres på stativer eller stilladser.

#### Eksempler på de vigtigste transportable armaturtyper

##### 1. Armaturer for lysstofrør

###### Fordele:

- Begrænset blænding
- Stort lysudbytte
- Lavt strømforbrug
- Lang levetid

###### Ulemper:

- Ret tunge
- Dyre i anskaffelse
- Dyre i vedligeholdelse

Belysningsstyrken for sådanne armaturer kan f.eks. være:

Lysstofrør	Afstand 2 meter	Afstand 4 meter
2 x 40 W	120 lux	30 lux

## 2. Armaturer for halogenglødelamper

Fordele:

- Små og ret lette
- Robuste
- Giver koncentreret lys
- Høj belysningsstyrke på lange afstande

Ulemper:

- Stor blænding
- Højt strømforbrug
- Udvikler meget varme

Belysningsstyrken for sådanne armaturer kan f.eks. være:

Halogen- glødelampe	Afstand 2 meter	Afstand 4 meter
250 W	900 lux	225 lux
400 W	1400 lux	350 lux

## 3. Armaturer for standardglødelamper »sole«

Fordele:

- Billige i indkøb og drift
- Mindre blænding end halogenglødelamper

Ulemper:

- Ringe lysudbytte
- Ømfindtlige overfor vand

Belysningsstyrken for sådanne armaturer kan f.eks. være:

Standard glødelampe	Afstand 2 meter	Afstand 4 meter
200 W	100 lux	25 lux

Armaturer skal såvidt muligt placeres højt. Det giver godt arbejdslys og lille blænding ved arbejdsudførelse og generer ikke omgivelserne. Lys fra mindst 2 sider bør tilstræbes.

Ved pudsearbejde eller malerarbejde, hvor der ønskes en reliefvirkning eller spejling, bør der tilstræbes en ensartet flad belysning.

### Generelt

Anvend stænkfaste og slagfaste armaturer. Brug kun fastmonterede armaturer eller væltesikre standere. Sørg for tilstrækkeligt lange og sikre kabelophængninger.

## ANVENDTE ENHEDER, MÅLINGER, LYSFORDELINGSKURVER O.A.

I det følgende er givet en kort beskrivelse af de enheder og målingsmetoder, der anvendes indenfor området belysning. Der er vist eksempler på lysfordelingskurver for lysgivere, samt er givet nogle tommelfingerregler for lysinstallation på en byggeplads.

### Definitioner af enheder.

Indenfor belysningsområdet opereres med enheder, der ikke indgår i byggefolks daglige sprogbrug. Disse enheder er det nødvendigt at have kendskab til, fordi de indgår i brochurer over belysningsarmaturer.

### Lysstrøm $\Phi$ Enhed Lumen.

Ved lysstrøm betegner man den lysmængde, der pr. sek. udsendes fra en lysgiver, idet lysstrømmen er et mål for den del af den udsendte energi, der ligger indenfor visse nærmere definerede grænser. Lysstrømmen måles mod enheden lumen (lm). For rent hvidt lys er antallet af lm pr. Watt ca. 200. Lyset fra elektriske glødelamper kan tilnærmelsesvis opfattes som hvidt lys. Da glødelampens temperatur er relativ lav, er dens nyttevirkning ringe, ca. 15 lm/W.

### Lysstyrke I. Enhed lys eller candela.

Enheden lys (ls) var tidligere defineret som lysstyrken i vandret retning af flammen i en særlig konstrueret lampe, der omtrent giver lys som en stearinflamme. Den nugældende definition af enheden lys er mere præcis men af nogenlunde samme størrelse. Den benævnes candela. Når enheden for lysstyrke er fastsat, er også enheden for lysstrøm givet, idet 1 lumen er den lysstrøm, der findes i en kugle med rumvinklen 1, hvis lysstyrken indenfor denne rumvinkel overalt er 1 ls.

### Eksempler.

En 40 Watt mælkeglas-pære kan have lysstyrken 50 ls i alle retninger undtagen i den, hvor soklen sidder. Sæt fra lampen dækkes hele rummet af rumvinklen  $4 \pi$  lig 12,5. På grund af lampens sokkel udsendes ikke lys i hele rumvinklen, og lampens samlede udsendte lysstrøm bliver ca.  $10 \times 50$  lm. En lysgivers Wattforbrug giver ikke oplysning om dens lysstyrke (lysstrøm). Således giver en 15 Watt glødelampe 105 lm (7 lm/W) medens en 200 Watt glødelampe giver 2500 lm (12,5 lm/W eller 80 pct. mere).

### Belysning E. Enhed lux.

Ved belysningen E på en flade forstås den lysstrøm, der rammer hver fladeenhed. Som enhed benyttes lm/m<sup>2</sup> der kaldes lux (lx).

Eksempler på belysning:

- Sommersolskin 100.000 lx.
- Vintersolskin 10.000 lx.
- Måneskin 0,1 lx.
- God elektrisk belysning 100-1000 lx.
- Ved 1 lx kan man lige læse almindelige tryksager.

Nedenstående figur illustrerer de nævnte enheder.

Figur 51.

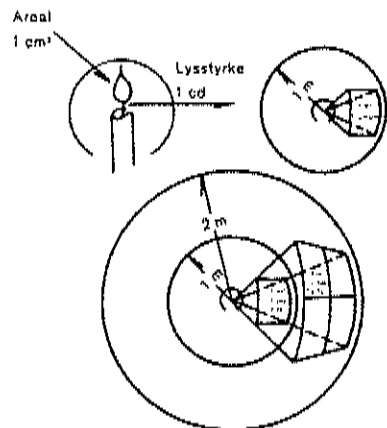


Illustration af lystekniske enheder.

### Måling af belysning.

Til måling af belysning kan benyttes fotoceller. Det er instrumenter, hvori der ved fotoelektrisk effekt frembringes en elektrisk strøm, når de belyses. Forholdet mellem den frembragte strøm og lysstrømmen er stærkt afhængig af lysets farvesammensætning, og fotoceller kan kun benyttes til sammenligning af lyskilder, der giver lys af samme farvesammensætning.

Belysningsmålere er instrumenter med fotoceller, hvor et viserdslag giver et mål for den lysstrøm, der rammer instrumentets lysfølsomme flade, og dermed et mål for belysningen på det sted, hvor belysningsmåleren er anbragt.

Målerens skala er inddelt direkte i lx. Den kan ikke uden omregningstal anvendes for lys af anden farvesammensætning end den, hvormed justeringen er foretaget.

Til måling af belysninger over 10 lx kan benyttes et luxmeter i lommeformat med sammenbygget fotocelle og mikroamperemeter.

### Projektører.

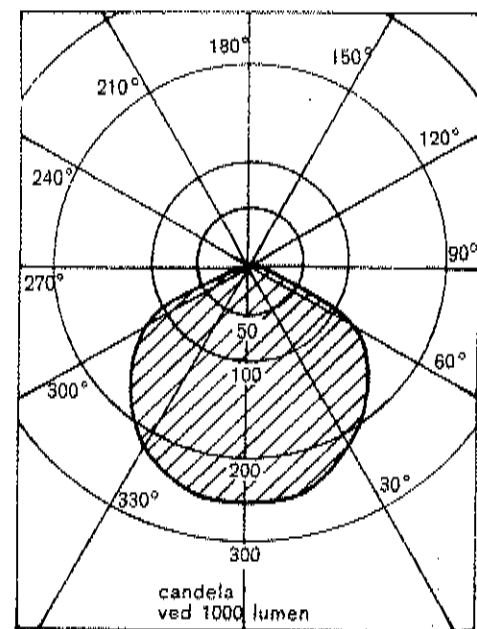
Lyskilder bør naturligvis altid være forsynet med afskærmning, når de hænger højt, derved opnås en bedre udnyttelse af deres effekt.

Afhængig af afskærmningens udformning vil lysgiverens belysning i så tilfælde variere i retninger, der afviger fra normalen til lysgiverens plan. Det gælder for eksempel projektører.

For at beskrive en projektørs virkemåde benytter man såkaldte lysfordelingskurver, der viser hvilken lysstyrke projektøren har i forskellige retninger.

Hvis projektøren er rotationssymmetrisk (f.eks. halvkugleformet) er lysfordelingskurverne identiske for alle planer om dens ophængsakse, og vi kan nøjes med en enkelt kurve, således:

Figur 52.

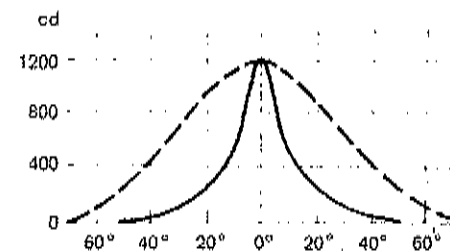


Eksempel på lysfordelingskurve for rotationsymmetrisk lysgiver.

Projektører med for eksempel stavformet lysgiver har forskellig lysfordeling i forskellige planer, og man må benytte flere kurver for at beskrive deres virkemåde. Det er meget almindeligt, at der i et sådant tilfælde vises to kurver:

Een for en plan vinkelret på lyskilden og een for en plan parallelt med denne.

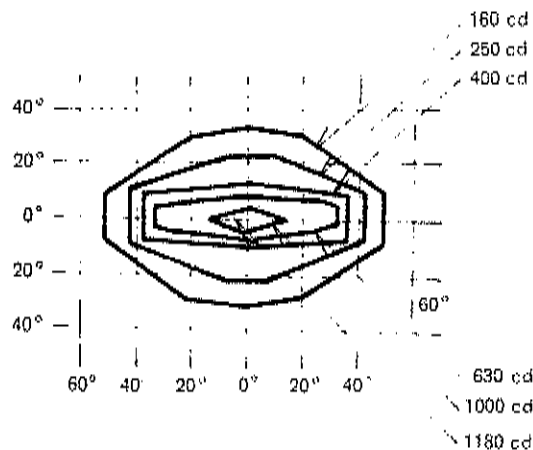
Figur 53.



Eksempel på lysfordelingskurve for stavformet lysgiver.

En bedre beskrivelse af en sådan projektør opnås ved et såkaldt isocandeladiagram, der sætter den projekterende i stand til at aflæse lysstyrken i alle retninger.

Figur 54.



Eksempel på isocandeladiagram for stavformet lysgiver.

**Tommelfingerregel for byggepladsbelysning.**

Som en grov regel kan anføres, at for at opnå en middelbelysningsstyrke på 25 lux skal der installeres ca. 100 lumen pr. m<sup>2</sup> byggeplads, eller ca. 10 W/m<sup>2</sup>.

Man vil opnå den belysning på 50 lux, der fordres til mere krævende arbejde på en del af arealet (de steder projektørerne direkte er rettet mod).

Såfremt man kender projektørens candeladiagram, kan beregnes belysningen i enkelte kritiske punkter ved at dividere lysstyrken i den aktuelle retning fra lysgiveren med kvadratet på afstanden til denne.

Af hensyn til ukontrollable lystab som følge af snavsede lysgivere, reflektorer og andet bør man kun regne som nyttig 80 pct. af den fundne lux. værdi.

**BEREGNING AF BELYSNING PÅ ARBEJDSPLADSEN**

Ønsker man at beregne belysningen i forskellige punkter af en belyst arbejdsplads, kan dette gøres ved at benytte formlen:

$$\text{Belysningen } E \text{ (lx)} = K \times \frac{\Phi}{r^2}$$

Her angiver K en refleksfaktor (lux x m<sup>2</sup>/lumen).

K er for en lyskilde uden afskærmning lig 0,08, og for en lyskilde med afskærmning lig 0,25, idet der ved disse værdier er taget hensyn til, at der kan regnes med en vedligeholdelsesfaktor på 80 pct.  $\Phi$  er lysgiverens samlede lysstrøm i lumen.

Som tidligere omtalt er for en uafskærmet lysgiver den samlede lysstrøm i lumen ca. 10 gange lysgiverens lysstyrke i candela. r er afstanden fra lysgiveren til den belyste flade.

Den herved fundne E værdi gælder for en flade vinkelret på retningen til lysgiveren. For at få belysningen på flader hvor dette ikke er tilfældet, skal yderligere multipliceres med cosinus til indfaldsvinklen.

Ved hjælp af efterfølgende tabeller kan belysningen i et punkt findes, når man kender lysgiverens placering i forhold til punktet samt dens lysstyrke i retningen mod dette.

Tabel 16.

Udstrålingsvinkel v og belysning E (lx)\* for en lysstyrke af 1000 lys (candela)

Afst. A m	H=4 m		H=5 m		H=6 m		H=7 m		H=8 m		H=9 m		H=10 m		H=12 m	
	v	E	v	E	v	E	v	E	v	E	v	E	v	E	v	E
0	0°	62	0	40	0°	28	0	20	0°	16	0°	12	0°	10	0°	7,0
1	14°	57	11	38	10°	27	9°	20	7°	16	6°	12	6°	9,9	5°	6,8
2	27°	45	22°	32	19°	24	16°	18	14°	14	13°	11	11°	9,4	9°	6,8
3	37°	32	31°	25	27°	20	23°	16	21°	13	19°	10	17°	8,8	14°	6,3
4	45°	22	39°	19	34°	16	30°	13	27°	11	24°	9,4	22°	8,0	18°	5,9
5	51°	15	45°	14	40°	13	36°	11	32°	9,5	29°	8,3	27°	7,2	23°	5,5
6	56°	11	50°	11	45°	9,8	41°	8,9	37°	8,0	34°	7,1	31°	6,3	27°	5,0
7	60°	7,6	55°	7,9	49°	7,7	45°	7,2	41°	6,7	38°	6,1	35°	5,5	30°	4,5
8	64°	5,6	58°	6,0	53°	6,0	49°	5,8	45°	5,5	42°	5,1	39°	4,8	34°	4,0
9	66°	4,2	61°	4,9	56°	4,7	52°	4,7	48°	4,9	45°	4,4	42°	4,1	37°	3,5
10	68°	3,2	64°	3,6	59°	3,0	55°	3,9	51°	3,8	48°	3,7	45°	3,5	41°	3,2
12	72°	2,0	67°	2,3	64°	2,5	60°	2,6	56°	2,7	53°	2,7	50°	2,6	45°	2,5
14	74°	1,3	70°	1,5	67°	1,7	64°	1,8	60°	1,9	57°	2,0	55°	2,0	49°	1,9
16	76°	0,89	73°	1,1	70°	1,2	66°	1,3	64°	1,4	61°	1,4	58°	1,5	53°	1,5
18	78°	0,64	75°	0,77	72°	0,88	69°	0,97	66°	1,0	64°	1,1	61°	1,1	56°	1,2
20	79°	0,47	76°	0,57	73°	0,60	71°	0,77	68°	0,80	66°	0,85	64°	0,85	59°	0,97
22	80°	0,36	77°	0,44	75°	0,51	72°	0,57	70°	0,62	68°	0,67	66°	0,71	61°	0,76
24	81°	0,28	78°	0,34	76°	0,39	74°	0,45	72°	0,50	69°	0,53	67°	0,57	63°	0,62
26	81°	0,22	79°	0,27	77°	0,32	75°	0,36	73°	0,40	71°	0,43	69°	0,46	65°	0,49
28	82°	0,17	80°	0,22	78°	0,26	76°	0,28	74°	0,33	72°	0,36	70°	0,38	67°	0,42
30	82°	0,14	81°	0,18	79°	0,21	77°	0,24	75°	0,27	73°	0,29	72°	0,32	68°	0,35
35	83°	0,09	82°	0,11	80°	0,13	79°	0,15	77°	0,17	76°	0,19	74°	0,21	71°	0,24
40	84°	0,06	83°	0,08	82°	0,09	80°	0,10	79°	0,12	77°	0,13	76°	0,14	73°	0,16
45	85°	0,04	84°	0,06	83°	0,06	81°	0,07	80°	0,08	79°	0,09	77°	0,10	75°	0,12
50	85°	0,03	84°	0,04	83°	0,05	81°	0,05	81°	0,06	80°	0,07	79°	0,08	76°	0,09
55	86°	0,02	85°	0,03	84°	0,04	83°	0,04	82°	0,05	81°	0,05	80°	0,06	78°	0,07
60	86°	0,02	85°	0,02	84°	0,03	83°	0,03	82°	0,04	82°	0,04	81°	0,04	79°	0,05

\* Tabellens værdier bør multipliceres med vedligeholdelsesfaktoren 0,8.

Tabel 17.

Udstrålingsvinkel  $v$  og belysning  $E$  (lx)\* for en lysstyrke af 1000 lys (candela)

Afst.	H=14 m	H=16 m	H=18 m	H=20 m	H=22 m	H=24 m	H=26 m	H=28 m
A	v E	v E	v E	v E	v E	v E	v E	v E
0	0° 5,1	0° 3,9	0° 3,1	0° 2,5	0° 2,1	0° 1,9	0° 1,5	0° 1,3
1	4° 5,0	4° 3,9	3° 3,1	3° 2,5	3° 2,1	2° 1,9	2° 1,5	2° 1,3
2	8° 5,0	7° 3,8	6° 3,0	6° 2,5	5° 2,0	5° 1,8	4° 1,5	4° 1,3
3	12° 4,7	11° 3,7	9° 3,0	9° 2,4	8° 2,0	7° 1,8	7° 1,5	6° 1,3
4	16° 4,5	14° 3,6	13° 2,9	11° 2,4	10° 2,0	9° 1,8	9° 1,4	8° 1,3
5	20° 4,3	17° 3,4	16° 2,7	14° 2,3	13° 1,9	12° 1,7	11° 1,4	10° 1,2
6	23° 4,0	21° 3,2	18° 2,6	17° 2,2	15° 1,9	14° 1,7	13° 1,4	12° 1,2
7	27° 3,7	24° 3,0	21° 2,5	19° 2,1	18° 1,8	16° 1,5	15° 1,3	14° 1,2
8	30° 3,3	27° 2,8	24° 2,3	22° 2,0	20° 1,7	18° 1,6	17° 1,3	16° 1,2
9	33° 3,1	29° 2,6	27° 2,2	24° 1,9	22° 1,6	21° 1,5	19° 1,3	18° 1,1
10	36° 2,7	32° 2,4	29° 2,1	27° 1,8	24° 1,5	23° 1,5	21° 1,2	20° 1,1
12	40° 2,2	37° 2,0	34° 1,8	31° 1,6	29° 1,4	27° 1,3	25° 1,1	23° 1,0
14	45° 1,8	41° 1,7	38° 1,5	35° 1,4	32° 1,2	30° 1,2	28° 1,0	27° 0,94
16	49° 1,5	45° 1,4	42° 1,3	39° 1,2	36° 1,1	34° 1,1	32° 0,92	30° 0,85
18	52° 1,2	48° 1,2	45° 1,1	42° 1,0	39° 0,97	37° 0,95	35° 0,83	33° 0,79
20	56° 0,97	51° 0,94	48° 0,86	45° 0,80	42° 0,85	40° 0,86	38° 0,74	36° 0,72
22	58° 0,82	53° 0,82	51° 0,77	48° 0,75	45° 0,75	43° 0,74	40° 0,67	38° 0,64
24	60° 0,64	56° 0,66	53° 0,68	50° 0,65	47° 0,64	45° 0,67	43° 0,59	41° 0,56
26	62° 0,56	58° 0,55	55° 0,55	52° 0,57	50° 0,55	47° 0,58	45° 0,53	43° 0,51
28	63° 0,46	60° 0,47	57° 0,49	54° 0,50	52° 0,50	49° 0,52	46° 0,50	45° 0,47
30	65° 0,42	62° 0,39	59° 0,43	56° 0,43	54° 0,44	51° 0,45	49° 0,41	47° 0,42
35	68° 0,26	65° 0,28	63° 0,30	60° 0,30	58° 0,31	56° 0,31	53° 0,31	51° 0,31
40	71° 0,18	68° 0,20	66° 0,21	63° 0,22	61° 0,23	59° 0,24	57° 0,24	55° 0,24
45	73° 0,13	70° 0,15	68° 0,16	66° 0,17	64° 0,17	62° 0,18	60° 0,19	58° 0,19
50	74° 0,10	72° 0,11	70° 0,12	68° 0,13	66° 0,14	64° 0,14	63° 0,15	61° 0,15
55	76° 0,08	74° 0,09	72° 0,09	70° 0,10	68° 0,11	66° 0,11	65° 0,11	63° 0,12
60	77° 0,06	75° 0,07	73° 0,07	72° 0,08	70° 0,08	68° 0,09	67° 0,09	65° 0,10

\* Tabellens værdier bør multipliceres med vedligeholdelsesfaktoren 0,8.

Tabel 18.

Udstrålingsvinkel  $v$  og belysning  $E$  (lx)\* for en lysstyrke af 1000 lys (candela)

Afst.	H=30 m	H=35 m	H=40 m	H=45 m	H=50 m	H=55 m	H=60 m
A	v E	v E	v E	v E	v E	v E	v E
0	0° 1,1	0° 0,82	0° 0,63	0° 0,49	0° 0,40	0° 0,33	0° 0,28
1	2° 1,1	2° 0,82	1° 0,62	1° 0,49	1° 0,40	1° 0,33	1° 0,28
2	4° 1,1	2° 0,81	3° 0,62	3° 0,49	2° 0,40	2° 0,33	2° 0,28
3	6° 1,1	5° 0,81	4° 0,62	4° 0,49	3° 0,40	3° 0,33	3° 0,28
4	8° 1,1	7° 0,80	6° 0,62	5° 0,49	5° 0,40	4° 0,33	4° 0,28
5	10° 1,1	8° 0,79	7° 0,61	6° 0,48	6° 0,39	5° 0,33	5° 0,28
6	11° 1,0	10° 0,78	9° 0,60	8° 0,48	7° 0,39	6° 0,32	6° 0,27
7	13° 1,0	11° 0,77	10° 0,60	9° 0,48	8° 0,39	7° 0,32	7° 0,27
8	15° 1,0	13° 0,76	11° 0,59	10° 0,47	9° 0,38	8° 0,32	8° 0,27
9	17° 0,98	14° 0,74	13° 0,58	11° 0,47	10° 0,38	9° 0,32	9° 0,27
10	18° 0,94	16° 0,73	14° 0,57	13° 0,46	11° 0,38	10° 0,31	9° 0,27
12	22° 0,89	19° 0,69	17° 0,55	15° 0,44	14° 0,37	12° 0,31	11° 0,26
14	25° 0,82	22° 0,65	19° 0,53	17° 0,43	16° 0,36	14° 0,30	13° 0,26
16	28° 0,77	25° 0,61	22° 0,50	20° 0,41	18° 0,35	16° 0,29	15° 0,25
18	31° 0,70	27° 0,57	24° 0,48	22° 0,40	20° 0,33	18° 0,28	17° 0,24
20	34° 0,63	30° 0,54	27° 0,45	24° 0,38	22° 0,32	20° 0,27	18° 0,24
22	36° 0,59	32° 0,50	29° 0,42	26° 0,36	24° 0,31	22° 0,26	20° 0,23
24	39° 0,53	34° 0,46	31° 0,39	28° 0,34	26° 0,29	24° 0,25	22° 0,22
26	41° 0,48	37° 0,42	33° 0,37	30° 0,32	28° 0,28	25° 0,24	23° 0,22
28	43° 0,43	39° 0,39	35° 0,34	32° 0,30	29° 0,27	27° 0,23	25° 0,21
30	45° 0,40	41° 0,36	37° 0,32	34° 0,29	31° 0,25	29° 0,22	27° 0,20
35	49° 0,31	45° 0,29	41° 0,27	38° 0,24	35° 0,22	32° 0,20	30° 0,18
40	53° 0,24	49° 0,23	45° 0,22	42° 0,21	39° 0,19	36° 0,18	34° 0,16
45	56° 0,19	52° 0,19	48° 0,18	45° 0,17	42° 0,16	39° 0,15	37° 0,14
50	59° 0,15	55° 0,15	51° 0,15	48° 0,15	45° 0,14	42° 0,13	40° 0,13
55	61° 0,12	58° 0,13	54° 0,13	51° 0,13	48° 0,12	45° 0,12	43° 0,11
60	63° 0,10	60° 0,11	56° 0,11	53° 0,11	50° 0,11	47° 0,10	45° 0,098

\* Tabellens værdier bør multipliceres med vedligeholdelsesfaktoren 0,8.



### Eksempel på beregning.

For f. eks. en projektør med en lysfordeling som på figuren for den rotationsymmetriske lysgløve anbragt 12 m over arbejdspladsen, vil projektørens lysstyrke med en lyskilde på 1000 lumen lodret nedad være 250 candela. Har projektøren en opgiven lysstrøm på 19.000 lumen vil belysningen på jorden her være:

$$E = 7,0 \times (250 \times 19):1000 = 33 \text{ lx.}$$

$$15 \text{ m til siden findes } E = 1,7 \times (140 \times 19):1000 = 4,5 \text{ lx.}$$

(140 er lysstyrken i den ønskede retning - v fra tabel 16 - fra figur 52).

### Udførelse af installation.

Den elektriske arbejdspladsinstallation betegnes tit som provisorisk. Det er en uheldig betegnelse for så vidt som det bidrager til den antagelse, at sådanne anlæg ikke behøver ofres den nødvendige omhu såvel ved installation som under drift. Forholdet er nærmest tværtimod. Udstyr og materiel på en mobil arbejdsplads, byggeplads, vil oftest være udsat for kraftige mekaniske og klimatiske påvirkninger som gør, at der bør stilles strengere krav til installationen her end ved permanente installationer til permanent drift under mere beskyttede omstændigheder.

For at den elektriske kraftkilde, der efterhånden er livsvigtig for de fleste arbejdspladser, skal kunne udnyttes effektivt og med minimale driftsforstyrrelser, kræves foruden en nøje planlægning også en sagkyndig og nøjagtig udførelse af installationen og vedligeholdelsen.

### Belysning ved anlægsarbejder.

Hvor der på store åbne arealer arbejdes med rydning, planering og jordtransport må ikke kun fæstes lid til materiellets lyskilde. Også på sådanne arbejdspladser fås den bedste belysning ved anvendelse af projektører. Foruden at lette arbejdet tjener de til at reducere ulykkesrisikoen på områder, hvor det kan være farligt at færdes uden ordentlig belysning, og er til gavn for materiellets førere efter mørkets frembrud.

Ved større udgravningsarbejder vil projektørerne også bevirke, at man undgår uheldige skyggedannelser nede i udgravningen. Hvor det er nødvendigt, skal den kunstige belysning indbefatte advarselslygter for at henlede opmærksomheden på farlige steder som udgravningens kant, huller (brønde uden dæksler) eller andet. Hvor der arbejdes med større materiel efter mørkets frembrud, skal advarselsbelysningen være tilrettelagt med henblik på at advare føreren i rigelig god tid, før farestedet nås.

Anlægsarbejde vil tit foregå på arealer, hvor det vil blive for omkosteligt at føre el frem.

Der er udviklet meget lysstærke armaturer, der benytter gas som energikilde.

Der findes også i handelen relativt lette aggregater, der i en sammenbygget enhed indeholder generatorer, teleskopmast og belysningsarmatur.

### Driftssikker el-installation på arbejdspladsen.

På en moderne anlægs- eller byggearbejdsplads foregår en intens transport. Det er derfor vigtigt, at el-forsyningen er etableret på en sådan måde, at transportmateriellet ikke til stadighed forårsager driftsafbrydelser på grund af beskadigelse af sløset anbragt el-installation.

Altfor ofte er arbejdspladsernes kabelføring en ren spaghetti at se på, installationen har tydeligvis ikke været planlagt fra starten, men kabler er tilfældigt klistret på, efterhånden som man har opdaget nye forbrugere.

Ved at planlægge forsyningen, og ved at arbejde med centrale enheder, hvorfra få kraftige kabler føder mindre fordelingsenheder, der igen forsyner de nærmeste strømforbrugere med den nødvendige strømstyrke, undgås ovennævnte tilfældighedernes spil.

Ude i sidste ende af forsyningsnettet, hvor kabler og stikdåser flyttes i takt med arbejdets fremadskriden, skal naturligvis benyttes materiel, der er velegnet og robust.

Tidligere tiders brædt med påsømmede stikkontakter af bakelit må være bandlyst.

### Vedligeholdelse.

Vedligehold af belysningsarmaturet er vigtigt.

Gamle pærer, beskidte pærer og reflektorer kan reducere lysstyrken betydeligt.

Desuden skal ledninger, stik, klemmer og holdere være i orden. I nedenstående skema er anført, hvormed belysningsstyrken kan forøges ved forskellige vedligeholdelsesoperationer:

Vask af lamper	8%
Udskiftning af gamle pærer	7%
Udskiftning til moderne armatur	4%
Korrektion af spændingen	2%

## Arbejdspladsens el-forbrugere.

Ved projekteringen af arbejdspladsens el-forsyning skal gøres »plads« til alle pladsens el-forbrugere, og ikke mindst arbejdsbelysningen i vinterperioden. I nedenstående tabel er foretaget en opstilling over typiske strømforbrugere på en arbejdsplads.

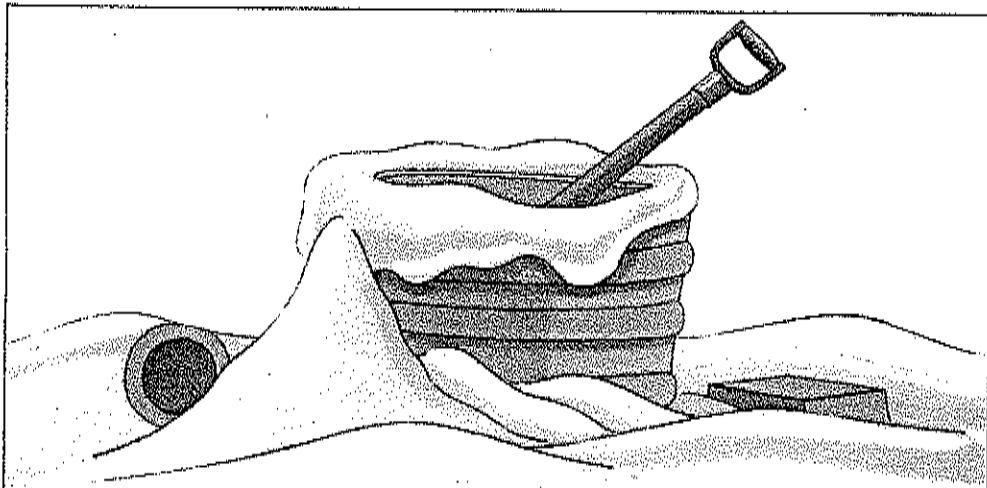
Tabel 19

	Gennem- snitligt strøm- forbrug A	Max. til- ladeligt spæn- dingsfald %	Sam- tidig- heds- faktor
<b>Blandeanlæg</b>			
store .....	63	5	1
små .....	25	5	1
Bukkemaskiner .....	16	5	0,3
Byggepladsbelysn. pr. 1000 W .....	*) 1,5	5	1
Håndværktøj (boremaskine etc.) .....	6	5	0,3
Jernsakse .....	16	5	0,3
Kompressorer, små .....	16	5	0,5
<b>Kraner</b>			
store (100 - 200 tm) .....	200	2	0,3
mellem (35 - 100 tm) .....	100	2	0,3
små (11 - 35 tm) .....	50	2	0,3
<b>Omformere</b>			
for vibratorer (pr. udtag) .....	10	5	0,5
for svejsning .....	63	5	0,7
Rundsav .....	10	5	0,3
Skurvogne med opvarmning .....	*) 3,3	5	1,0
Svejsetransformere .....	63	5	0,7
Vakuumanlæg .....	16	5	0,7
Vippesiloer .....	16	5	0,3

\*) 220 V regnes fordelt på alle 3 faser, hvorfor strømforbruget er delt med 3.

NB! Ovenstående kan KUN betragtes som vejledende. De enkelte leverandørers anvisning bør naturligvis følges.

# 4.3



## **BP GAS vinterbyggetjeneste holder byggeriet i gang når det er sværest.**

Vinteren vanskeliggør byggeriet. Ingen kan på forhånd spå om, hvor meget vejret vil drille. Men det rigtige udstyr fra BP GAS vil hjælpe Dem med at overholde tidsplanerne og budgetterne. Og få klaret betonthærdning, udtørring, opvarmning, belysning, af-isning af materialer og kogning. Planlæg vinterbyggetjenesten i god tid – det giver os mulighed for at planlægge den bedst mulige hjælp.



BP GAS A/S - BP-HUSET - 8000 ÅRHUS C - Tlf. (06) 136922

SP&R

### **VARMEBEHOV, VARMEKILDER OG VARMEOVNE**

Se også side 149 m.fl.

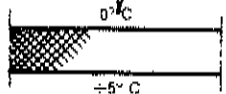
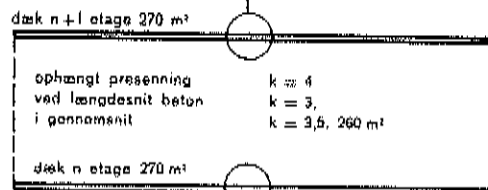
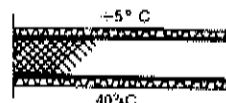
- Opvarmning af opholdsrum for arbejdere.
- Opvarmning for optøning af eventuel frostskorpe før jordarbejde.
- Opvarmning af materialer.
- Opvarmning af udførte konstruktioner.
- Opvarmning og udtørring af råhuset.
- Opvarmning af en eventuel totaloverdækning.

Med hensyn til opvarmning af opholdsrum henvises til overenskomsternes ordlyd om, at spise- og omklædnings- og vaskerum i den kolde årstid skal være passende opvarmet under brugen. Det understreges, at der skal være indrettet tørrerum, hvor opvarmning og ventilation skal være tilstrækkelig til tørring af vådt tøj. Med hensyn til varmebehov ved jord-, beton- og montagearbejder henvises til de respektive afsnit for beregning.

### **OPVARMNING AF UDFØRTE KONSTRUKTIONER**

Som eksempel beregnes varmebehovet for opvarmning af rummet under et betondæk, en etageadskillelse i boligbyggeri eller et brodæk, hvor rummet i siderne er begrænset af bærende betonvægge (2 sider) og nedhængte presenninger (2 sider). Situationen illustreres ved nedenstående skitse, der indeholder relevante oplysninger med hensyn til k-værdi, temperatur m.m.

Præsenning over luft  $k \approx 4$   
 20 cm betón  $k = 3$   
 5/4" bræddedeform  $k = 3$   
 $\Sigma k \approx 1,1$



20 cm betón  $k = 3$

Snit i bygning med principper for indelukning samt oplysninger om k-værdier, afkølingsarealer og ude- og indetemperaturer.

Varmetab i alt fra lukkede rum:

Loft	270 x 45 x 1,1	13400 kcal/time
Væg	260 x 25 x 3,5	22800 "
Gulv	270 x 5 x 3,0	4100 "
I alt		40300 kcal/time

Da volumet af det lukkede rum andrager 1080 m<sup>3</sup> er varmebehovet således ca. 37 kcal/time.

Dette er varmebehovet for at vedligeholde en stationær tilstand. Ved opvarmningens begyndelse kræves en større indsats for at etablere den permanente tilstand. Af størrelsesordenen den tredobbelte indsats i 1/2-1 døgn.

### OPVARMNING OG UDTØRRING AF RÅHUSET

For udførelse af indvendige arbejder, og ved våde konstruktioner for udtørring, skal råhuset tilføres varme, i første omgang en stor varmemængde i en relativ kort periode til opvarmning af alle bygningsdele og af luften i bygningen, dernæst en mindre, konstant varmemængde for at erstatte varmetabet til koldere omgivelser.

Ved beregningen af varmemængden har man med mange usikre fakto-

rer at gøre: Varierende udetemperatur, vindforhold, kuldebroer og utilsigtet ventilation.

Ved udtørring er det nødvendigt at fastsætte en tilsluttet ventilation. Den skal gøres kraftig for at fremme tempoet, men ved for kraftig udtørring kan konstruktioner påføres varig skade, og udtørringen (opvarmningen) bliver meget uøkonomisk.

Såfremt der ved udtørring af murede og pudsede konstruktioner samtidig med varmetilførslen bliver tilført CO<sub>2</sub> kan hastigheden sættes op, men indvendigt arbejde kan i så fald ikke udføres, før udluftning er foretaget.

### Retningslinier.

I norsk behandling af emnet angives:

Sker udtørringen i en nypudsset bygning ved en udetemperatur på ca. +5°C, opnås det bedste økonomiske resultat ved en ventilation, der udskifter rumluften 4-6 gange i timen.

En sådan ventilation opnås for eksempel ved at holde 2 mm sprække om alle vinduerne i nybygningen. Dette gælder ved svag vind på 2-6 m/sek (vindstyrker 1-2). Ved vindstille fordres større sprækker og ved stærkere vind mindre.

Åbnes vinduerne helt, vil det give ca. 40 gange luftskifte pr. time. Det giver en dårlig effekt af opvarmningen, og udtørringen bliver tilsvarende dyrere.

Lukkes vinduerne helt, bliver luftskiftet ca. 1 gang pr. time, og fugtigheden bliver i huset. Udtørringen bliver i så tilfælde ca. dobbelt så dyr som ved en økonomisk ventilation.

Ved varmere vejr end +5°C skal ventileres noget mere for at opnå den gode økonomi.

En vigtig faktor ved udtørring af etagebyggeri skal omtales.

### Uøkonomisk udtørring.

Oftestartes udtørringen i de nederste lejligheder.

Gennem trappen og andre åbninger stiger den varme og fugtmættede luft op i de øverste lejligheder, hvor udtørringen endnu ikke er startet. Her er temperaturen derfor lavere, og da den afkølede luft ikke kan indeholde så meget fugtighed som den opvarmede, vil en del af luftens fugtighed kondensere på de koldeste væg- og tagflader. Derfor udtørres ofte den samme fugt lejlighed for lejlighed.

Dette fordyrer udtørringen med flere hundrede procent, og for at undgå det, skal man enten udskille de lejligheder, hvor udtørring skal foregå fra de øvrige og lukke adgangen til trappeopgange og lign., eller man skal holde temperaturen i de øvrige lejligheder så høj, at luften ikke får mulighed for at frigive fugtighed ved kondens.

Såfremt der i råhuset indgår betónkonstruktioner, der ved udtørringens start endnu ikke har opnået en tilstrækkelig hærkning, skal sådanne betondeles frie overflader forsejles for at afværge en skadelig udtørring.

### Beregning af varmebehov.

Råhusets varmebehov Q, defineret som den varmemængde der pr. time skal tilføres for at erstatte varmetabet til omgivelserne, kan beregnes efter følgende formel:

$$Q = k \times F \times (N_i - N_u) \times t + c_i \times n \times V \times (N_i - N_u) \times t \quad (\text{ligning 1}).$$

Q lig råhusets varmebehov i kcal.

k lig varmegennemgangstallet for konstruktionen i kcal/m<sup>2</sup> × time × °C.  
 F lig arealet af afkølingsfladen i m<sup>2</sup>.  
 N<sub>i</sub> lig temperaturen inde °C.  
 N<sub>u</sub> lig temperaturen ude °C.  
 t lig tidsperioden i timer (sættes lig 1 så vi finder kcal/time).  
 c<sub>l</sub> lig luftens egenvarme i kcal/m<sup>3</sup> × °C. Lig 0,31 ved almindeligt forekommende temp.  
 n lig antal luftskift pr. time.  
 V lig råhusets volumen i m<sup>3</sup>.

Varmegennemgangstallet k angiver varmemængden i kcal, der på 1 time går gennem 1 m<sup>2</sup> af en konstruktionsdel, når temperaturforskellen mellem de to sider er 1° C.

I det aktuelle tilfælde betragtes rådhusets ydre skal, (de konstruktionsdele og tildækninger, der skiller mellem indeluft og udeluft med forskellige temperaturer), og der skal da beregnes produktet af de forskellige deles overfladeareal og varmegennemgangstal, og disse produkter adderes:

$$k \times F = k_1 \times F_1 + k_2 \times F_2 + k_3 \times F_3 + \dots$$

De enkelte k-værdier beregnes således:

$k = 1/m$  hvor m er det samlede varmegennemgangsmodstandstal for den pågældende konstruktionsdel.

m har dimensionen m<sup>2</sup> × time × °C/kcal, og er opbygget således:

$$m = m_i + m_u + \Sigma m'$$

m<sub>i</sub> og m<sub>u</sub> er varmeovergangsmodstanden fra den pågældende konstruktionsdel til henholdsvis inde- og udeluften. Når der er forskel på disse to tal, skyldes det deres afhængighed af det tynde luftlag, der klæber sig til ethvert legeme.

Indendørs i læ har luftlaget sin maximale tykkelse, og m<sub>i</sub> kan regnes til 0,15. Udendørs er der så godt som aldrig totalt læ. For m<sub>u</sub> regnes ofte med værdien 0,05 svarende til vind af styrke ca. 2.

Σ m' angiver summen af modstandstallene i lagene af den konstruktionsdel, vi betragter, og findes ud fra kendskab til lagenes λ værdi, der karakteriserer egenskaberne med hensyn til varmeledning.

λ (lambda) har dimensionen kcal/m × time × °C og er et mål for, hvor mange kcal der på 1 time går gennem 1 m<sup>2</sup> af det pågældende materiale, når tykkelsen er 1 m og temperaturforskellen mellem materialets to sider er 1° C.

Man kommer fra λ til m ved udtrykket  $m = d/\lambda$ , hvor d er tykkelsen af den del af materialet, vi betragter, i m.

Er konstruktionsdelen opbygget af flere materialer, findes den samlede værdi af m' ved addition af værdien for hvert lag.

I afsnittet om betonisolering er anført λ værdien for en række bygningsmaterialer.

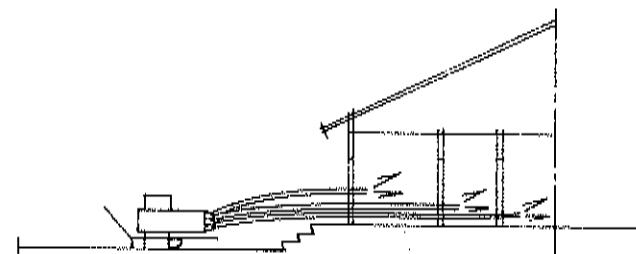
Oftest kendes k-værdien for bygningens enkelte overfladearealer med tilstrækkelig nøjagtighed til at benytte direkte i udtrykket.

Med hensyn til temperatur N<sub>i</sub> og N<sub>u</sub> skal fastsættes en ønsket værdi for N<sub>i</sub>, samt en forventet værdi for N<sub>u</sub>. Denne sidste kan passende fastsættes lig månedens middeltemperatur (idet der dog skal være varmemateriel disponibelt på arbejdspladsen til at imødegå en væsentlig lavere temperatur). Ved ovennævnte beregning findes varmebehøvet, når tilstanden er blevet stationær.

I den første opvarmningsperiode skal tilføres ca. 3 × den fundne værdi i 3/4-1 døgn.

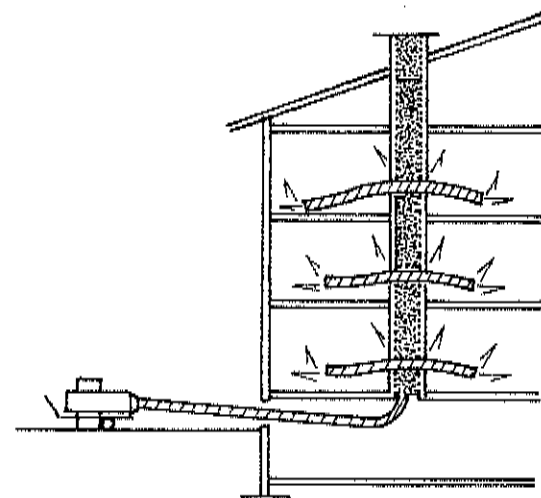
Den varmemængde, der benyttes til luftfornyelse, ligning 1 sidste del, er den væsentligste. Set i relation hertil kan varmemængden, der forsvinder ved varmetransmission (udtrykket  $k \times F \times \dots$ ), ved et færdigt rådhus, hvor de permanente vinduer imidlertid er erstattet af plastfolie, ved 4 gange luftskifte sættes til 25 pct., ved 10 gange luftskifte til 10 pct.

Figur 55.



Eksempel på opvarmningsarrangement ved etplansbyggeri.

Figur 56.



Eksempel på opvarmningsarrangement ved etagebyggeri. Alfaldsskakten benyttes til varm-luftfordelingen.

Ved en relativ høj udetemperatur kan varmeovns varmekapacitet vanskeligt udnyttes ved 4-6 gange luftskifte. Det kan her komme på tale blot at benytte varmeovnen som ventilator uden opvarmning.

**Tommelfinger-  
regel.**

Groft kan varmebehovet for nyopvarmning af et rådhus i vinterperioden pr. m<sup>3</sup> rumindhold sættes til 100 kcal/time i det første døgn. Derefter 20-30 kcal/time i resten af opvarmningsperioden.

### OPVARMNING AF TOTALOVERDÆKNING

Varmebehovet for en totaloverdækning, med det formål at skabe en komfortabel arbejdstemperatur vinteren igennem (5-10° C ved gulvet), kan gennemsnitlig sættes til 30-50 kcal/m<sup>3</sup> teltvolumen/time.

Det er væsentligt, at der drages omsorg for, at overlapninger i beklædningen ikke er åbne og giver anledning til ekstraordinært stort varmetab.

Arbejdes med totaloverdækning i stor målestok, bygning i flere etager, kan varmebehovet afhængig af arbejdsplanen reduceres. Arbejdes der for eksempel på et tidspunkt kun fra 3. etage og oppefter, kan temperaturen i jordhøjde sænkes, såfremt der ikke herved påføres konstruktioner skade.

Der er i ovenstående kcal angivelse regnet med moderat vind. Ved kraftig blæst øges varmeafgivelsen betydeligt, ved vindstyrke 9-10 med 30-40 pct.

### VARMEKILDER

Som varmekilde på vinterarbejdspladser her i landet benyttes hovedsageligt olie eller gas, i nogen udstrækning el og kun i enkelte tilfælde kul, koks og brænde.

Valget af varmekilde er overvejende et prisspørgsmål. Især for småovne (mindre end ca. 50.000 kcal) der hyppigt flyttes, spiller mange andre faktorer end brændstofforbruget ind - ovenns vægt, arbejdet med tilrigning m.m.

De anvendte varmekilders varmegærdi pr. enhed, kg., liter eller m<sup>3</sup>, fremgår af følgende:

**Tabel 20**

Varmekilde:	Enhed:	Varmegærdi pr. enhed (kcal):
Fyringsolie nr. 2	liter	ca. 9.000
Gas (propan)	kg	ca. 11.000
Kul	kg	ca. 6.700
Koks	kg	ca. 6.800
El	kWh	860

**Gas.**

Gas kræver på grund af sin luftige form særlig påpasselighed, hvorfor der i det følgende anføres nogle kommentarer til denne form for varmekilde:

Da gassen ved normalt atmosfærisk tryk fordamper allerede ved + 43° C, opbevares den i væskeform på specielle beholdere. Når trykket ophæves, ved at beholderventilen åbnes, fordampes væsken og afgiver en farveløs, giftfri og brændbar gas med høj brændværdi.

Gassen er 1,5 gange tungere end luft og vil derfor samle sig på de lavest liggende områder.

For at man i tide skal kunne spore tilstedeværelsen af eventuel løsluppen gas, tilsættes ren propan et lugtmiddel.

Sammenlignet med olie har propangassen den fordel, at svovlindholdet er ubetydeligt, hvorfor forbrændingsprodukterne ikke virker generende. Til gengæld afgives ved forbrændingen kondensvand, hvilket i nogle tilfælde kan være uheldigt.

Ved forbrænding i luft kommer temperaturen i propanflammen op på ca. 1.900° C.

Forudsætningen for, at en blanding af propan og luft skal kunne brænde, er blot, at andelen af propan udgør mindst 2,1 volumenprocent. Der skal således relativt små gasmængder til for at gøre store luftmængder brændbare og eksplosive, og betydningen af tætte beholdere, ledninger og ventiler er åbenbar.

En defekt brænder kan bevirke, at flammen slukker, således at gas fortsat strømmer ud i rummet uden at brænde. Kommer gasluftblandingen i kontakt med blot en gnist, kan den antændes momentant og eksplosionsagtigt.

Til råd og regler for brug af propan:

1. Anbring ikke propanbeholdere under terrænniveau, f.eks. i kælder-rum.
2. Propanbeholdere skal altid stå lodret, og må ikke udsættes for unormal opvarmning eller stærk solvarme.
3. Vær på vagt mod lækager i forbindelserne. Luft grundigt ud hvis gasluft mærkes.
4. Find eventuelle lækager snarest ved at pensle slanger, rørforbindelser med mere med koncentreret sæbevand. Når gasstrykket dernæst sættes på, vil der danne sig sæbeboblér på lækagestedet.
5. Brug kun propanbestandige slanger. Brug aldrig plastslanger. Sprukne eller på anden måde defekte slanger skal udskiftes omgående.
6. Hold altid en tændstik parat når der åbnes for gassen. Luk for gassen ved beholderen, når anlægget ikke bruges. Kobl regulatoren fra ved længere tids stilstand af anlægget.
7. Opstår der brand, skal der lukkes for gassen ved beholderen, og denne bringes om muligt i sikkerhed udenfor brandstedet.
8. Hold altid apparat og beholder i god stand, men forsøg ikke selv at reparere skader eller defekter. Lad en fagmand foretage kontrol med mellemrum.
9. Brug regulator eller slangebrudsventil.
10. Følg anvisning for montering og brug.

## VARMLUFTOVNE

Som ovne for fremstilling af varm luft anvendes langt overvejende gas- eller oliefyrede varmluftovne.

De tidligere anvendte koksgrøder ses kun rent undtagelsesvis. De er omstændelige i brug, har en del gener og giver en ringe luftcirkulation. Elektriske varmluftaggregater er de enkleste at betjene, men de er forholdsvis dyre i drift.

Gas- og oliefyrede varmluftovne arbejder efter det princip, at luft varmes direkte op ved forbrænding af brændstoffet.

Ved hjælp af en ventilator presses luften forbi brændkammeret.

### Forbrændingsprocessens luftforbrug.

Såvel gas som olie kræver lidt til forbrænding. Svarende til ca. 1,5 liter luft pr. kcal.

### Olieovne.

Ovnene leveres enten med separat udtag for forbrændingsluften, eller denne blandes med den varme luft i et fælles udtag.

Forbrændingsluften, der indeholder røggasser, må ikke ledes ind i rum, hvori der samtidig arbejdes. Varmetabet ved adskillelsen andrager dog ikke mere end 10-15 pct.

Såfremt røggasser ledes ind i sådanne rum om natten udenfor arbejdstid for at udnytte indholdet af kuldioxid til kalkmørtlers afbinding eller for at undgå ovennævnte varmetab, skal der luftes ud, inden arbejde i rummet påbegyndes. Man skal sikre sig, at der ikke ved denne indledning af røggasser sker skade på udført pudsearbejde (røg- eller sodafsætninger).

De fleste olieovne har mulighed for tilslutning af rør eller slanger til videreførsel af den varme luft. Luftmængden, der transporteres, afhænger af ventilatortryk, transportlængde og rørdiameter.

Derimod er den varmemængde, der leveres ved enden af røret, når der ses bort fra det lille varmetab i ledningen, uafhængig af luftmængde og transportlængde. Ved forbrænding af olien afleveres en konstant varmemængde til luften, som passerer gennem aggregatet, og såfremt luftmængden synker, bliver lufttemperaturen tilsvarende højere.

Men der skal sørges for, at rør- eller slangelængderne ikke bliver for store, samt at luften kan passere uhindret gennem aggregatet, da der ellers vil opstå overophedning af brændkammer og varmeveksler. I så fald vil en indbygget overophedningstermostat automatisk koble oliefyret ud. Efter en sådan udkobling skal aggregatet startes manuelt, idet fejlen, der har forårsaget udkoblingen, først skal findes og rettes. Slanges af plastic, folie eller lignende er betydelig nemmere og mere fleksible at have med at gøre, end de blikrør, der i mange år var standardudstyret.

### Tilgængeligt materiel.

Udbuddet af såvel gas- som oliefyrede varmluftovne er stort, og der må henvises til forhandlernes prospekter.

Gasovne fås indenfor områderne 12.000-60.000 kcal/time. De er forsynede med elektrisk dreven ventilator. Effektforbruget pr. ovn er af størrelsesordenen 0,2 kW (1/2 HK).

Olieovne fås indenfor områderne 12.000-400.000 kcal/time og yder mellem 250 og 12.000 m<sup>3</sup> luft/time. De mindre ovne kræver 220 Volt's tilslutning, medens de større ovne kræver 3 x 380 Volt's tilslutning. Effektforbruget ligger mellem 1/8 og 3 HK. Luftudgangstemperaturen ligger, for de ovne der har separat røggasafgang, i området 60-120° C. For ovnene med fælles afgang for varmluft og røggas ligger afgangstemperaturen væsentligt højere (250-300° C).

### Andre aggregater.

Udover de omtalte varmluftovne findes mange andre lette og nyttige varmeaggregater på markedet. For eksempel strålevarmepaneller, små vandvarmere og radiatorer.

## KEDLER TIL FREMSTILLING AF DAMP OG/ELLER VARMT VAND

Damp og varmt vand i større mængder bruges på vinterarbejdspladserne hovedsagelig i forbindelse med betonarbejder.

I strenge frostvintre finder dampen også anvendelse til optøning af frostskorpe ved jordarbejde, ligesom den anvendes til rengøring af materiel ved sådanne arbejder.

Damp kan også benyttes til midlertidig opvarmning af bygninger.

Dampens velegnethed til opvarmning ligger i, at man centralt binder store varmemængder i et lettransportabelt medie, og på selve brugsstedet frigør disse varmemængder igen.

Dampkedler er konstrueret således, at den dampmængde, man kan få ud pr. m<sup>2</sup> hedeplade, praktisk taget er konstant (30-40 kg damp pr. time).

Det afgørende for kedlens ydeevne bliver derfor størrelsen på hedepladen og kedlens virkningsgrad.

Dampkedler deles i højtrykskedler, lavtrykskedler og dampgeneratorer.

### Højtrykskedler.

Højtrykskedler producerer sædvanligvis damp med indtil 7-8 atmosfærens tryk.

Damp fra højtrykskedler har stor tæthed, og trykket kan drive store mængder damp gennem relativt lange rør med små dimensioner. Dampens hastighed bliver stor. Udgangstemperaturen er ca. 170° C. En højtrykskedel kræver kontinuerlig overvågning og er underlagt kontrol fra arbejdstilsynet.

### Lavtrykskedler.

I lavtrykskedler overstiger trykket ikke 1 atmosfæres overtryk. Lavtryksdamp har lille tæthed og hastighed, den kræver derfor større dimensioner på rør og slanger end højtryksdampen, og den mulige

transportlængde er begrænset. Men lavtrykskedler har blandt andet den fordel, at de ikke kræver kontinuerlig overvågning. Dampens udgangstemperatur er ca. 115° C.

For kedler med oliefyr bør man sikre sig, at fyret har fornøden godkendelse fra justitsministeriets prøvningsudvalg for oliefyr, d.v.s. JPO-mærket med godkendelsesnummer.

For såvel højtryks- som lavtrykskedler gælder det, at man for at undgå stenaflejringer i kedlen skal føre så meget som muligt af kondensvandet tilbage til denne. Altså i så stor udstrækning som mulig undgå forbrug af dampen.

Til erstatning for event. forbrugt damp tilsættes kedlen spædevand. Dette bør være blødgjort, enten ved brug af et kedelstensmiddel eller ved hjælp af et blødgøringsfilter.

#### Dampgeneratorer

Dampgeneratorer er mindre, transportable aggregater, der kan levere såvel lavtryks- som højtryksdamp. Nogle typer har indbygget vandtank, og kan producere en begrænset mængde damp uden vandpåfyldning. Enkelte typer har også en benzindrevet motor for oliebrænder og vandpumpe, og er således uafhængig af el-tilførsel.

Dampen fremstilles, ved at vandet pumpes gennem rørslynger som opvarmes af en oliebrænder.

Dampgeneratorens fordel er, at den opnår fuldt driftryk blot 2-10 min. efter opfyrtning. Når der ikke tages damp fra generatoren, kobles pumpe og oliebrænder automatisk ud, og kobles ind igen ved nyt dampudtag. Omkostningerne ved tomgang er således reduceret til næsten intet.

#### Dampaggregatets placering.

Dampaggregatet bør stå centralt, således at afstanden til de vigtigste brugssteder bliver kortest mulig. Hvor der anvendes højtrykskedler, vil det ofte betale sig at bygge kedlen ind i et skur og lægge isolerede rørledninger frem til brugsstederne, hvor der kan anvendes korte længder egentlige slanger.

Dampgeneratorer og lavtrykskedler skal helst placeres tæt op til brugsstedet, da dampen bevæger sig langsomt.

Lavtryksdamp kan i modsætning til højtryksdamp ikke overvinde den beskudne modstand, der opstår i rør- og slangeforbindelser, såfremt blot en mindre mængde kondensvand samles i lunker i forbindelsen. Lunker her skal derfor undgås.

#### Sikkerhedsanordninger.

En dampkedel er en lukket beholder, hvor vand overgår til dampform ved opvarmning til kogning.

Alle kedler, hvor dampudtaget kan lukkes, skal være forsynede med manometer, der viser trykket, samt en sikkerhedsventil, der slipper dampen ud, hvis det bliver højere, end kedlen er bygget til.

Endvidere skal kedlen være forsynet med vandstandsglas.

Disse tre instrumenter er en absolut forudsætning for, at kedlen er lovlig og ufarlig.

Hvis sikkerhedsventilen ikke virker, og varmetilførslen fortsætter, stiger vandets temperatur og dermed trykket, indtil kedlen til slut sprænges. Herved falder trykket momentant, og varmeindholdet i vandet får dette til at koge.

(Ved almindelig atmosfærisk tryk koger vand ved 100° C, ved 10 atmosfærers tryk er kogepunktet 180° C).

Ovennævnte proces sker i brøkdelen af et sekund, og udløser en voldsom eksplosion. Energiindholdet i en dampkedel med 8 atmosfærers tryk og 1000 liter vand svarer til sprængkraften i 30-40 kg dynamit.

En kedelsprængning er en af de voldsomste og uhyggeligste arbejdsulykker, der kan forekomme.

#### Dimensionering af dampanlæg.

For opvarmning af beton fastsættes kedlens kaloriestørrelse ud fra delmaterialernes forudsatte temperatur samt den ønskede betontemperatur, idet der tages hensyn til nyttevirkningen, der afhænger af valgt opvarmningsmetode. Ved effektiv udnyttelse, for eksempel direkte dampinjicering i blanderen, kræves ca. 700 kcal pr. m<sup>3</sup> pr. ° C opvarmning.

#### Opvarmning af beton i blanderen.

Ved denne metode bliver varmetabet reduceret til det mindst mulige, og indskrænker sig til varmetab i ledningerne (slangerne), der kan sættes til 10-15 pct.

Til opvarmningen kræves 1 kg damp pr. m<sup>3</sup> pr. ° C temperaturforøgelse.

Imidlertid skal man ved denne metode være klar over det forhold, at damptilsætning til betonen skal foregå samtidig med vandtilsætningen, f.eks. i løbet af ½ minut hvert andet minut. Det bliver derfor afgørende, at det dampaggregat, der rådes over, har tilstrækkeligt vandrum til at akkumulere den fornødne varmemængde mellem aftapningstidspunkterne.

Et eksempel vil anskueliggøre dette:

Der er fundet frem til, at der ønskes 20 kg damp hvert andet minut, leveret i løbet af 30 sekunder.

Der regnes med en lavtrykskedel, der arbejder med 0,9 atmosfæres overtryk. Ved dette tryk er vandtemperaturen i kedlen 119° C. Det vil være passende at tillade et trykfald i kedlen under aftapningen af damp til 0,6 atmosfæres overtryk. Ved dette tryk er vandets temperatur 113° C. Vi taler stadig om vand, først ved aftapningen omdannes det varme vand under overtryk til damp.

Da vands varmfylde er 1 kcal/kg x ° C, frigøres således 119-113 = 6 kcal/kg vand.

I eksemplet ønskes pr. gang frigivet 20 (kg damp) x 540 (kcal pr. kg damp ved fordampning/fortætningsprocessen) lig med 10800 kcal.

Kedlens fornødne vandrum bliver da 10800:6 lig 1800 liter.

Kedlens fornødne caloriefydelse bliver, såfremt fødevandstemperaturen er 10°C: (540 + (119-10)) x 20 (kg damp/aftapn.) x 30 (aftapninger/time) lig med 390.000 kcal.



### Opvarmning af delmaterialerne.

Sker betonopvarmningen ved, at delmaterialerne opvarmes i lagerbunkerne inden brugen, må der regnes med, at mindst 30 pct. varme går tabt.

Sker opvarmningen ved hjælp af dampspyd, der stikkes ind i materialebunkerne, skal disse være tildækkede. Alligevel skal varmetabet kalkuleres højt - 50 pct. eller mere.

Dampfornbruget til aflsning med mere må skønnes, men arbejdet kan tilrettelægges således, at det ikke bliver nødvendigt at bruge damp til disse formål, samtidig med at betonopvarmning foregår.

### Tilgængeligt materiel.

Udbuddet af såvel varmtvands- som dampkedler er stort. Nogle kedler er kun indrettet for varmt vand eller damp, medens andre kan levere begge dele. Varmeydeevnen svinger mellem 50.000 kcal og 3,5 million kcal. Varmtvandsydeevnen ligger mellem 700 og 7000 kg varmt vand pr. time, ved en temperatur på ca. 60° C. Dampydeevnen ligger mellem 70 og 6000 kg damp pr. time. Enkelte af ovnene er også indrettet for varmluftudtag, og leverer da fra 1000 til 1800 m<sup>3</sup> pr. time ved en temperatur på 190 til 300° C. De fleste aggregater kræver el-tilslutning.

### Damp til opvarmning af bygninger.

Damp kan benyttes til opvarmning af bygninger (midlertidig opvarmning) ved at dampen fordeles til varmebatterier på brugstederne. I varmebatterierne kondenserer dampen, og giver varmen fra sig til luften, der ved hjælp af en elektrisk ventilator blæses gennem batteriet. Kondensvandet trykkes tilbage til dampaggregatet i returledninger. Varme batterier kan fås i forskellige størrelser.

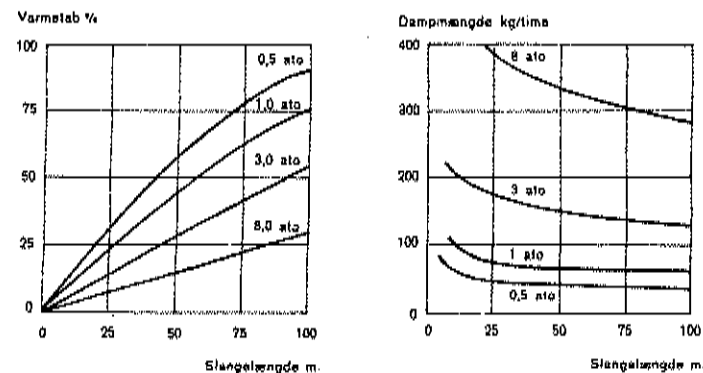
Effekten kan være op til 60.000 kcal/time, luftmængden 6000 m<sup>3</sup>/time og dampforbruget 110 kg/time. Brug af varmebatterier kan betyde en bedre udnyttelse af dampanlæg, der af anden årsag installeres, ved at tomgang eller stilstand elimineres.

### DAMPSSLANGER

Som det fremgår, er det ikke alene dampkedlens egenskaber, der bestemmer mængden af damp, der kan tages ud. Ledningernes diameter og længde, og de indsnævring, man får ved ventiler og mundstykker, har også betydning.

I ledningen bliver dampen udsat for afkøling og mister energi, jo større og mere des længere ledningen og mindre diameteren er. Nedenstående figur viser 1) dels slangelængdens indvirkning på varmetabet, 2) dels slangelængdens indvirkning på udtaget dampmængde ved forskellige kedeltryk.

Figur 57.  
Figur 58.

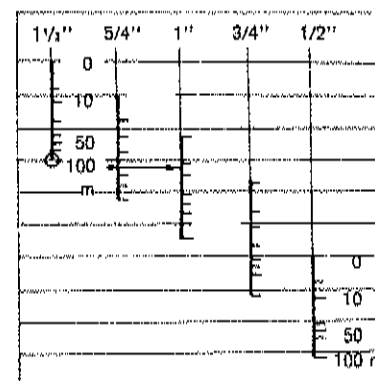


Varmetab i en 1" dampslange (1 pct. af den max. varmemængde der fremføres i dampen) i afhængighed af slangelængde og damptryk.

Omtrentlig ydeevne af 1" dampslange med fri udstømning i afhængighed af slangelængde og kedeltryk.

Slangedimensionens indflydelse på dampmængden fremgår af nedenstående figur.

Figur 59.



Slangedimensionens indflydelse på dampmængden. Punkter i samme højde på skalaen giver samme dampmængde ved samme tryk. Eksempel: 100 m 1 1/2" slange giver lige så meget damp som 50 m 5/4" slange eller 5 m 1" slange.

Generelt bør ved højtryksanlæg ikke bruges mindre slangediameter end 3/4". Ved lavtryksanlæg bør diameteren være mindst 1". Slangelængder over 30-40 m bør undgås. Skal dampen transporteres over længere distancer bør bruges f.eks. 2" isolerede rør.

Med højere tryk følger også højere temperatur. Da slangens levetid er stærkt afhængig af temperaturen, skal man

være forsigtig med hensyn til at benytte de høje tryk ved ældre slanger.

Det er meget vigtigt, at dampslanger, vandslanger og trykluftslanger holdes skarpt adskilt.

En slange beregnet på vand eller trykluft er ikke bygget for høje temperaturer, og vil hurtigt blive ødelagt, hvis den benyttes til damp med temperaturer fra 110° til 180°.

Indlægget bliver ødelagt, og gummien bliver sprød og stiv. Man skal være opmærksom på, at en ødelagt slange, som fører højtryksdamp, er livsfarlig. Det samme gælder en trykluftslange, som er brugt til damp, og derpå igen benyttes til trykluft.

Det er farligt og uansvarligt at bruge vand- eller kompressorslanger til transport af damp.

#### VARMT VAND

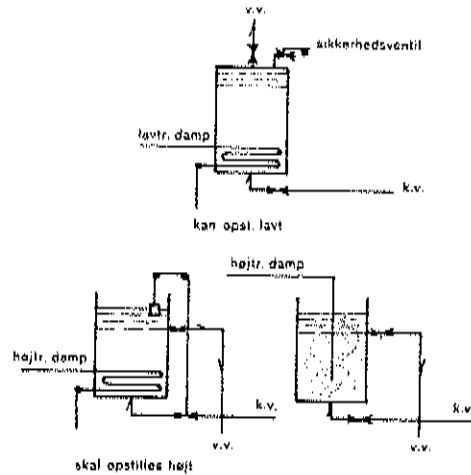
Er dampkedlen forsynet med eget varmtvandsanlæg, fremgår ydelse i liter pr. time samt temperatur af specifikationerne.

Er kedelen ikke forsynet med varmtvandsanlæg, kan dampen benyttes til produktion af varmt vand.

Et dampstik føres til en særskilt vandvarmer, som kan være indrettet med en dampvarmeslange i bunden, og kondensatet føres tilbage til kedlen, eller der kan indrettes et blandindskar for damp og varmt vand, hvor den frie damp går ud, og kondenseres i brugsvandet.

Af de to muligheder bør i givet fald den første bringes i anvendelse, dels for at reducere kedelstensdannelse i dampkedlen, dels fordi vandvarmeren da kan udføres som en lukket beholder og vandværkstrykket kan udnyttes til fordeling af vandet. Se nedenstående principskitser.

Figur 60.



Forakellige arrangementer for fremstilling af varmt vand ved hjælp af damp.

# 4.4



## LÆHEGN OG TOTALOVERDÆKNING

Se også side 170.

Varmeafgivelsen til den omgivende luft øges kraftigt, såfremt luften er i bevægelse. Det fremgår for eksempel af oversigten over transmissionslallets afhængighed af vindhastigheden på side 135.

På legemer/konstruktioner med fugtig eller våd overflade øges varmeafgivelsen yderligere af den stærkt øgede fordamning, fordi den til fordampningen nødvendige varme tages fra legemet/konstruktionen. Rigtigt placerede læhegn kan fjerne megen kuldeubehag fra mennesker, og mindske konstruktioners afkøling.

Udbygges med halvtæg ydes også beskyttelse mod nedbør.

Udbygges yderligere til totaloverdækning bliver beskyttelsen af arbejdere, materialer og udført arbejde fuldstændig.

**Overenskomstmæssige læhegn.** Overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri foreskriver læhegn ved permanente arbejdssteder.

Udbygges læhegn med overdækning er dette sidete en vejrligsforanstaltning. Inden udbud af et bygge- eller broarbejde bør overvejes, hvorvidt læhegn ønskes udvidet som beskrevet. Hvor det ønskes anmodes om fast, indregnet, pris på overdækning.

## AFSKÆRMNING AF ARBEJDSSTEDER PÅ BYGNINGEN

Ved arbejde på udvendige stilladser er det en arbejderbeskyttende og arbejdsfremmende foranstaltning at beklæde stilladset med presening, folie eller net. For disse sidste foreligger dog endnu ikke forsøg for så vidt gælder deres lægivende effekt. For indvendige arbejder lukkes udvendige åbninger.

## BELASTNING PÅ STILLADSET

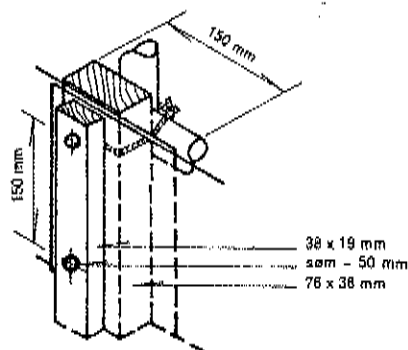
Ved eller forud for beklædning af stilladser skal man være opmærksom på den kraftigt forøgede vindbelastning, der fremkaldes, og stilladset skal dimensioneres derfor.

Beklædningsmaterialet skal gøres solidt fast, og spændes stramt ud. Benyttes presenninger, der ikke fra fabrikkens side er forsynet med huller for fastgørelse, bør lægges tape på begge sider af presenningen, inden huller slås eller skæres.

Folie lader dagslys passere. Folie fastgøres bedst ved fastklemning mellem to lægter.

Fastgørelse til stålørersstilladser kan udføres som vist på figuren:

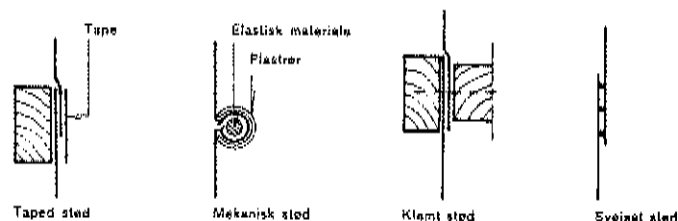
Figur 61.



Eksempel på god fastgørelse af plastfolie.

Stød i plastfolien kan udføres som vist nedenfor:

Figur 62.



Forskellige former for stød i plastfolie.

## LUKNING AF VINDUER

Almindeligt er tildækning af vinduesåbninger før og indtil glasset monteres. Hertil anvendes med held plastfolie, der bør fastgøres ved klemning mellem lægter.

Vindbelastningen bør fordeles jævnt over foliens kanter, og såfremt rammerne ellers overtrækkes med hønsenet kan anvendes en tyndere, og billigere folie.

## TOTALOVERDÆKNING AF BYGNINGEN UNDER OPFØRELSE

En totaloverdækning indebærer en lang række arbejds kvalitets- og tidsmæssige fordele, fordi den betyder frigørelse fra vejrligets generende påvirkning.

Udgifterne til totaloverdækning bør belyses i licitationen, det vil sige, der bør indhentes pris på opførelse og leje samt drift af overdækningen. Entreprenørernes fordele ved den øgede effektivitet der fremkommer, når arbejdsstyrken er totalbeskyttet mod vejrliget, vil finde sin rimelige afsmitning på prisen.

Når prisen for totaloverdækningen vurderes skal tages tilbørlig hensyn til besparelserne, der ligger i reduktionen af traditionelle vejrligsforanstaltninger, samt naturligvis til den økonomiske gevinst, der måtte ligge i en sikrere overholdelse af en opstillet tidsplan.

Såfremt en bestemmelse om totaloverdækning tages, når byggeprocessen er startet, opnås stadig tidsmæssige fordele, men derudover kan det nemt blive en kostbar foranstaltning.

Planlagte arbejdsprocesser skal ændres, og gevinsten, der ligger i effektivitetssøgningen, finder næppe vej til bygherrens lomme.

## FORSKELLIGE FORMER FOR TOTALOVERDÆKNING

Vi har kendskab til to principielt forskellige former for totaloverdækning.

Overdækninger med eget bærende system og overdækninger med indvendigt overtryk.

**Overdækninger med eget bærende system.** Det bærende system opbygges af stålør/stålørselementer eller af træ, ved store spændvidder med dipprofiler som bærende element for taget.

Max. er herhjemme set en sådan overbygning opbygget fra grunden, anvendt ved opførelse af en bygning med ca. 1000 m<sup>2</sup> grundareal og i tre etager.

Det skal bemærkes, at bygherren her løb ind i ret så mange og store-unødige udgifter fordi bestemmelsen om totaloverdækning først blev taget, da byggearbejderne var i god gænge.

Ved rækkehusbebyggelse anvendes ofte mobile telte med bærende system af stålør på monteret hjul. Teltet flyttes overlængs, efterhånden som byggeriet skrider frem.

Ved et byggeri i tre etager, med murede yder- og indervægge og etageadskillelser af betonelementer er set anvendt en elegant form for overdækning. Der blev fremstillet stålørsteltssektioner af 14 m bredde og 9 m længde. Hver sektion med fire ben.

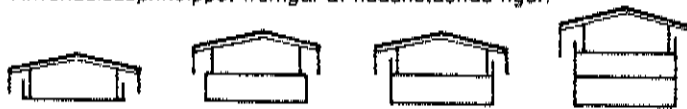
Det fornødne antal sektioner til at dække bygningens længde opstilledes i kælderens, så snart udgravningsarbejdet var slut.

Af hensyn til kranens muligheder for at kunne aflevere materialer var der ca. 1,5 m afstand mellem sektionerne.

Efter opførelse af kældervæggene fjernedes sektionerne successivt og de præfabrikerede dækelementer blev udlagt, hvorefter sektionerne blev sat tilbage på samme sted løftet en etage og så fremdeles.

Anvendelsesprincippet fremgår af nedenstående figur:

Figur 63.



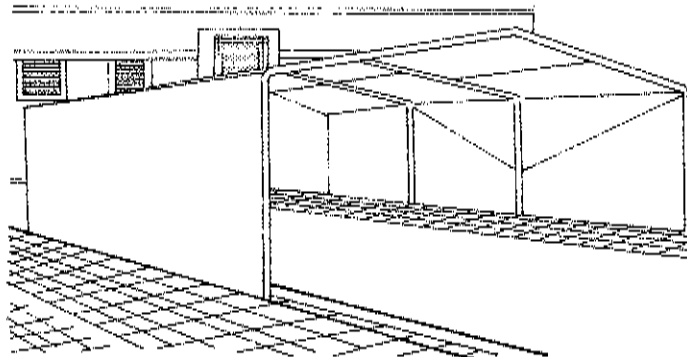
Princip for anvendelse af teltsektioner ved etagebygget.

Brugen af overdækningen blev iøvrigt udstrakt til også at finde sted i sommerhalvåret, for at undgå spildage som følge af nedbør.

Overdækning for udførelse af delaktiviteter.

For udførelse af enkelte specielt vejrlygsfølsomme aktiviteter - for eksempel gulv eller dæk i beton, der skal glittes i egen sovs - kan flytbare, lette stålørstelte være af stor værdi.

Figur 64.



Let, flytbar telt med beklædning af plastfolie.

Anvendes med fordel for eksempel ved arbejder med armering og glitning af betondæk, ved fortovearbejder (fliseslægning) og lignende arbejdssteder, hvor der hyppigt kræves flytning af teltet.

#### Valg af telt

Når der skal tages stilling til, hvilken udformning byggeteltet skal have, skal der fra starten tages hensyn til den form for beklædning, der vil blive benyttet. Der vil være forskel på fastgørelsesarrangementet, på kravet til kunstig belysning og så videre.

Vælges en klar polyetylenfolie, skal der tages hensyn til, at en sådan nedbrydes af sollyset ca. på en sæson.

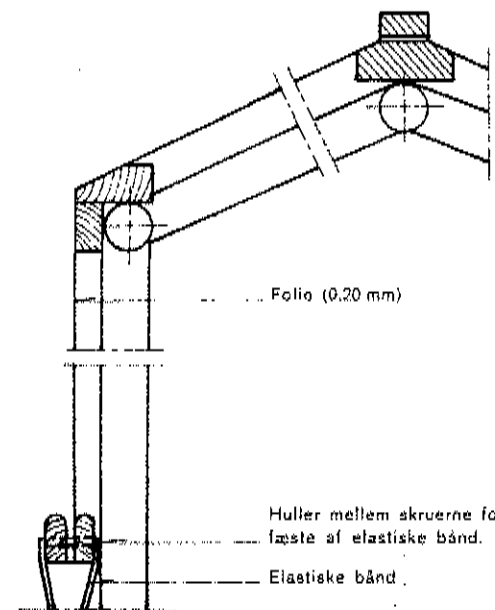
Bliver teltet udsat for store ydre påvirkninger, vind og snebelastning, kan armeret folie være nødvendigt.

De fleste skader på beklædningen forekommer ved ujævne belastninger, for eksempel ved at vind sætter den i bevægelse. Kontaktpunkterne med skelettet er de mest udsatte, og må udføres under hensyntagen hertil, de skal afrundes eller beskyttes på anden måde.

Benyttes folie bør afslutningen ved jorden/etageadskillelsen give mulighed for en vis bevægelse.

En metode er at brede den nederste del af folien ud over jorden og belaste den med sand. En anden metode er at klemme folien mellem to lægter og forankre disse med elastiske bånd, så de kan bevæge sig nogenlunde frit op og ned ad væggen.

Figur 65.



Detaljer af telt med eget bæresystem. Folien er monteret på affasede lægter og har bevægelig fastgørelse til jorden.

På væggen skal folien danne en sammenhængende dug, som ikke fæstes til den bærende konstruktion. Stød i folien må derfor udføres med tape eller svejsning.

For tagets vedkommende er bevægelse ikke så vigtig som for væggenes, hvorfor stød i folien her kan udføres som sædvanlige overlappingsstød, hvor den klemmes mellem to plane flader.

Armerede folier vil naturligvis kunne modstå større belastninger, og man er her mere frit stillet med udformningen af teltet. Teltets størrelse afgør den måde, folien bør lægges på.

For mindre telte kan man starte ved grunden på den ene side og lægge folien over taget og ned på den anden side i een operation.

På større telte vil det være hensigtsmæssigt at dække vægge og tag hver for sig. I alle tilfælde skal man starte med den væg, der vender mod vinden, og derefter dække taget.

Opvarmningen af teltet vil holde taget snefrit. Det er vigtigt, at udformningen af skelettet giver smeltevand mulighed for at løbe af, efterhånden som sne smeltes. Vandansamlinger i lommer vil ellers kunne føre til brud på beklædningen.

Taget bør have et fald på 5-10°.

### Haller med indvendigt overtryk.

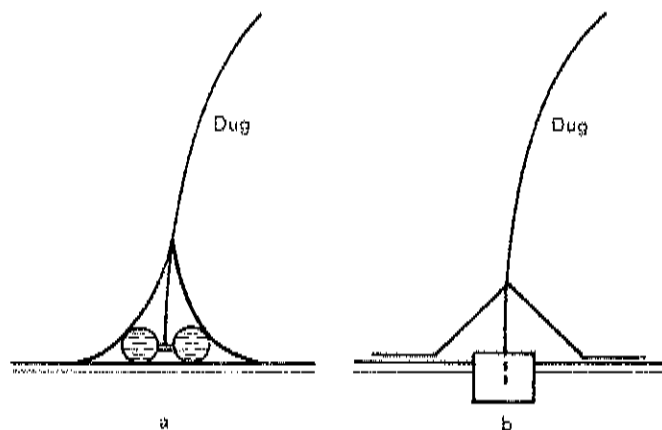
Sådanne haller består for det meste af plastbelagt polyesterdug, vand- og lufttæt - sammensvejses til eet stykke.

Hallen holdes oppe af ca. 10 mm vandsøjles overtryk.

Til vinterformål, hvor der også benyttes varmeaggregater til opvarmning, kan de samme aggregater levere dette overtryk. Det må dog sikres, at aggregaterne er dimensioneret således, at de kan præstere overtryk op til ca. 30 mm vandsøjle, da det i stormvejr er nødvendigt at øge trykket for at opnå tilstrækkelig stabilitet.

Forankring af hallen dimensioneres for at tage såvel opdriften fra det indre overtryk som vindtrykket, og kan udføres på forskellig måde. Der kan for eksempel benyttes betonklodser eller plaststænger fyldt med vand eller sand.

Figur 66.



Principper for forankringen af overtrykshaller.  
a. med vandfyldte plaststænger.  
b. med betonklodser.

Fundamenter, som tillader dugfæstet en vis bevægelse, er bedst, her ved reduceres slitage som følge af vindpåvirkning.

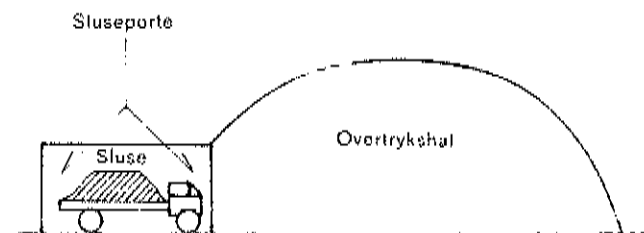
Tætning langs grunden udføres lettest, ved at overhæng på dugen bredes ud på jorden og belastes med sand.

For at hindre tryktab ved ind- og udtransport må sædvanlige overtrykshaller udstyres med luftsluse(r). Disse udføres forskelligt efter behovet. Ved rene personindgange kan bruges en mindre sluse med en almindelig dør i hver ende af slusekammeret, eller der kan anvendes en tæt svingdør med 4 vinger.

Sluser for gennemkørsel med for eksempel lastbiler har gerne gardindøre af sejldug eller lignende. Det er vigtigt, at slusevolumet ikke bliver for stort i forhold til hallens volumen.

Nedenstående figur viser princippet for overtrykshal med sluse for lastbil.

Figur 67.



Principskitse af overtrykshal med luftsluse.

Sne volder sædvanligvis ingen problemer i forbindelse med overtrykshaller.

Hallens runde form giver kun små muligheder for sneen for at blive liggende, og varmetabet gennem dugen vil være så stort, at den sne, der bliver liggende, efterhånden smelter.

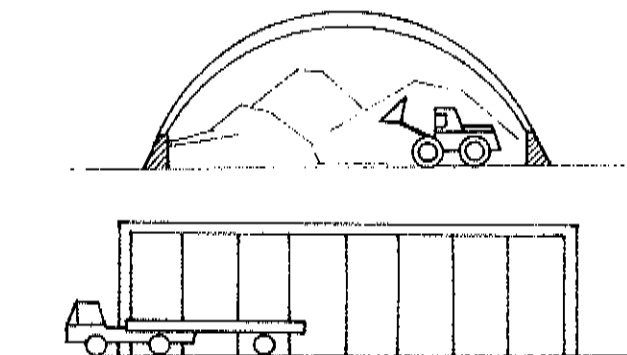
Ventes der imidlertid store snefald, vil det være sikrest at øge hallens bæreevne ved at øge trykket, ligesom snesmeltning kan fremskyndes ved at hæve temperaturen i hallen.

### Sluseløse overtrykshaller.

Af et tysk firma er udviklet en sluseløs overtrykshal. Hallen er konstrueret som en dobbeltvægget, selvberende pneumatisk struktur. Det vil sige, at dugen består af to lag, hvorimellem luften blæses ind og overtrykket skabes.

Der er således intet overtryk i selve halrummet.

Figur 68.



Principskitse af sluseløs overtrykshal.

Det anvendte materiale til dugen er et krympefrit polyester-garn, Diolen Superfest, der på begge sider er belagt med polyvinylchlorid. Det oplyses, at materialet ikke kan rådne, er brandsikkert, har en brudstyrke på mindst 6000 kp/m og en lysgennemgang på over 70 pct.

### Lette overtrykshaller.

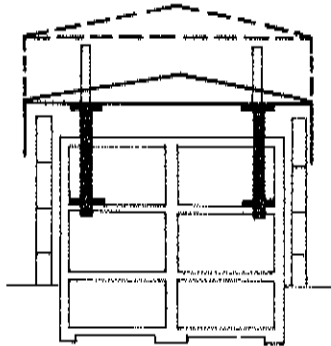
Ved vejarbejder, fortovsarbejder, grundarbejder for husbygning og lignende er det ofte ønskeligt med en overdækning, der er billig, nem og hurtig at etablere og flytte, og som ikke behøver at give en stor indvendig højde.

I Sverige og Norge anvendes ved sådanne arbejder ofte en dug sammensvejset af let polyetylenfolie og holdt oppe af varmluftovne. Sluser behøves ikke. Hallens volumen er lille, og dugen er ganske let. Der kompenseres hurtigt for det tryktab, der fremkommer, når dugen løftes for ind- eller udgang. Folién presses mod jorden med sand, stålprofiler, vandfyldt PVC slange eller lignende.

**Endelige bemærkninger.**

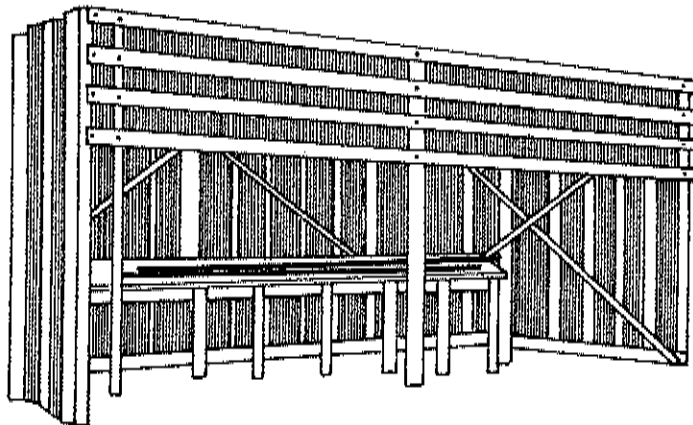
Totaloverdækning burde finde væsentlig mere anvendelse ved vinterbyggeri herhjemme, end tilfældet er.

Figur 69.



Principskitse der viser Hollandsk udformning af totaloverdækning for etagebyggeri.

Figur 70.



Godt afskærmet tildanningsplads.

# 4.5

## MASKINPLEJE OM VINTEREN

Arbejdspladsens materiel skal kunne fungere uden start- og driftstyrrelser også i vinterperioden, men dette kan kun forventes, såfremt materiellet dels gøres klar med vinteren for øje, dels vinteren igennem behandles med fornøden omhu.

I det følgende gennemgås nogle hjælpeforanstaltninger, vinterforberedelse og -vedligehold m.v.

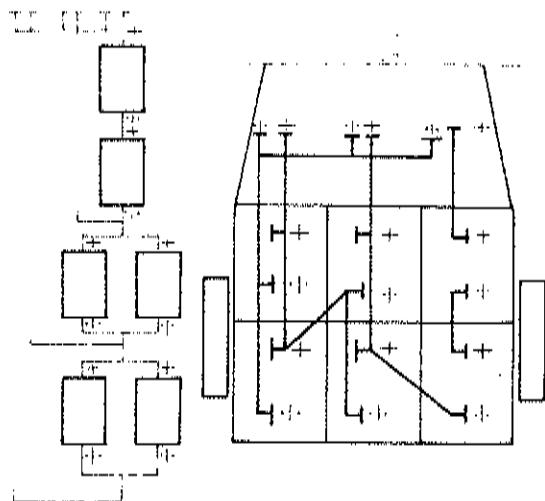
## STARTBATTERIER

Startvanskeligheder om vinteren skyldes ofte mangelfuld eller svigtende strømlevering fra startbatteriet.

Der kan bødes på dette ved i kuldeperioder at opbevare batterier om natten i et opvarmet rum, eller/og maskinerne kan forsynes med anordninger, således at en maskine med et svigtende batteri kan få hjælp fra een med et godt.

Er der på arbejdspladsen en større maskinpark, kan med fordel indrettes en startvogn eller slæde med batterier, der altid holdes opladede, og som har udtag for alle aktuelle startspændinger - 6, 12 eller 24 volt.

Figur 71.



Startvogn med 6 - 12 og 24 Volts udtag.  
Arrangement og koblingsskema.

## Batteriers ydeevne om vinteren.

Batteriers ydeevne aftager med aftagende temperatur, som det fremgår af følgende:  
Fullt ladet batteri afladet ved 27°C giver 100 pct. effekt, ved 0°C 65 pct. effekt og ved +18° C 40 pct. effekt.

Samtidig med at batterieffekten reduceres ved lav temperatur, stilles der større krav for at starte motoren, fordi smøreløsen er stiv.

## Selvudladning af opladede ubenyttede batterier.

Står batteriet ubenyttet hen i en kortere eller længere periode, er det gavnligt at opbevare det køligt.

Årsagen er, at når et batteri henstår opladet, syrefyldt, uden at benyttes, enten det er tilsluttet et elektrisk kredsløb eller ej, vil der bestandigt foregå en mindre selvudladning.

Selvudladningen varierer stærkt med batteriets alder og temperaturen, således at den stiger med både alder og temperatur.

Ved normal stuetemperatur andrager selvudladningen for et nyt batteri ca. 1/3 pct. af dets kapacitet pr. døgn, det vil sige, at for eksempel et 100 Ah batteri aflades med ca. 1 Ah hvert 3. døgn. Ældre batterier har som nævnt en væsentlig højere selvudladning.

## Uopladede batterier.

Hvis et batteri står i længere tid (måneder) uden at være opladet, er det direkte skadeligt, og det kan blive ødelagt deraf.

## Opbevaring af opladede batterier.

Nye, opladede batterier, der står ubenyttede, bør lades op mindst hver anden måned, og ladningen bør udføres med maksimalt halvdelen af normal ladestrøm. For brugte batterier bør opladeintervallet sættes til 1 måned.

Fordampningen af vand fra batteriet kan ventes at være kraftigere om vinteren end om sommeren, og syrestanden bør derfor kontrolleres hyppigere.

Til efterfyldning bør kun rent undtagelsesvis anvendes andet end drøstilleret vand, og i så tilfælde bør vandet først henstå stille i et fad i nogen tid, så grus og andet kan bundfældes.

## Kontrol af batterier i drift.

1. Kontroller regelmæssigt syreniveauet i samtlige celler.

Ligger niveauet under toppen af de synlige plader i cellen, skal denne efterfyldes med destilleret vand, til dette står over pladerne. For megen væske vil føre til, at denne under ladning bliver presset ovenud af batteriet, og da akkumulatørsyren er stærkt ætsende på metal, kan det få kedelige følger.



- Kontroller regelmæssigt syrens specifikke vægt. Ved et fyldt ladet batteri skal denne være 1,280. Er den 1,250 eller lavere bør batteriet oplades. Såfremt syrevægten i de enkelte celler varierer med 0,025-0,050 eller mere, tyder dette på, at batteriet er i dårlig stand og sandsynligvis bør udskiftes. Såfremt fordampningen i batteriet er unormalt stor, og efterfyldning må foretages til stadighed, er dette et tegn på hård ladning. Kontroller i det tilfælde dynamoen og spændingsrelæet og få eventuelt dette justeret for at undgå den hårde laddings skadelige virkning på batteriets plader.
- Kontroller hyppigt om dynamoens kilerem er tilstrækkelig stram og ikke slasker, herved nedsættes dynamoens ydelse betydeligt, og man får utilstrækkelig ladning af batteriet.
- Hold batteriets top og polerne rene og tørre for at hindre skadelige krybestrømme, som medvirker til at aflade batteriet. Smør polerne ind i et tyndt lag vaseline. (Brug aldrig almindeligt smørefedt).
- Kontroller at polskoene er fast tilskruede, så der sikres god kontakt mellem batteriet og det elektriske anlæg.

## FORBRÆNDINGSMOTORER

### Dieselmotorer.

Dieselmotorer starter ned til + 15°C på batteri, men er motorolien tyk, er det en meget stor belastning for dette. En svag douche i indsugningsrøret med startvæske fra spraydåse letter starten og gør ingen skade, når den bruges med forsigtighed, men der er fare for ødelæggende kondensdannelse i cylindrene, hvis der bruges for meget. Motoren må ikke spædes for hurtigt op, da cylindervæggene kan være blevet skyllet rene for beskyttende olie. Forgassermotoren starter på batteri ned til + 25° C, hvis den er i god stand, også her kan en douche startvæske ned i karburatoren lette starten meget. Æter bør ikke anvendes.

### Benzinmotorer.

Benzinmotorers startvanskeligheder i kulden kan skyldes, enten at luftspjældet ikke lukker helt til, når chokeren trækkes ud, eller at startmotoren arbejder for tungt, fordi batteriet ikke leverer den fornødne spænding. Man kan hjælpe på batteriets spændingstab ved at koble eet eller to 4,5 volts batterier i serie med tændspolens primærkreds. Is på startmotorens kommutatorer kan optræde ved pludselig overgang fra koldt til mildere vejr, hvis maskinen står under åben himmel, og kan give dårlig eller ingen trækraft på motoren.

## SMØREOLIEN

Smøring mellem to flader vil sige at holde fladerne adskilt fra hverandre ved et lag, der i motorer som regel etableres ved hjælp af en smøreolie. Fladerne får derved en fri bevægelse, fordi friktionen mellem dem nedsættes, og slitage reduceres til et minimum.

Ved siden af at virke nedsættende på friktionen og slitage har en smøreolie mange andre opgaver. Den skal virke som et kølemiddel, da den varme, der udvikles ved bevægelsen, skal ledes hurtigt bort for at undgå overophedning og dermed sammenbrud af de bevægelige komponenter. Endvidere skal den beskytte metalflader mod rust og korrosion, tætte mod indtrængning af eventuelle forureninger og fugtighed og endelig rense de bevægelige dele.

Med viskositetsgrader angives, hvor tyktflydende en olie er ved forskellige temperaturer, og motorolier er opdelt i viskositetsklasser. Som smøremidler er mineralolier de mest benyttede, fordi de kan fremstilles i mange viskositeter, og er rimelige i pris.

Motorolie med viskositetsbetegnelsen SAE 20W bliver ved temperaturer under 0° C forholdsvis tyktflydende, hvorfor man ved disse temperaturer skal bruge den mere tyndflydende SA 10W. Går temperaturen under + 25° C, og holder sig der, bør benyttes SAE 5W.

Motorens smøreolie skal have den rigtige viskositet, og man bør holde sig til de oliekvaliteter og viskositetsgrader, fabrikanten foreskriver i maskinens instruktionsbog og smøreskema for forskellige temperaturer. Ofte er det en fordel at skifte olie hyppigere end foreskrevet om vinteren.

Såfremt temperaturen forbigående går over eller under den grænse, der er sat for den olie, der er på motoren, er det ikke nødvendigt at den grund straks at skifte olien. Skal man efterfylde mellem to olieskift, og udetemperaturen ikke passer for den olie, der er på motoren, kan det derimod være hensigtsmæssigt at blande olier af forskellige viskositetsgrader.

Høljarsolier eller multigradeolier dækker kravene til flere viskositetsklasser og kan derfor benyttes året rundt, dog naturligvis afhængigt af de klimatiske forhold på stedet. De bør ikke benyttes til meget tunge anlægsmaskiner uden producentens godkendelse.

Skiftning af motorolie til de tider, der er opført i maskinens instruktionsbog, er nødvendig, også selvom man bruger olie af bedste kvalitet. Forurenede olie giver større slitage og forkorter motorens levetid, og olien bliver forurenede og fortyndet under brugen.

Når chokeren bruges ved starten, indeholder brændstofblandingen meget brændstof, således at der sker en afvaskning af olien på visse af motorens bevægelige dele, ligesom der kan afsættes visse kemiske substanser, der tærer på metallet. Brændstofdoverskuddet kan også finde vej til bundkarret, hvor det vil fortynde smøreolien og nedsætte dennes smøreevne. Pejlepinden vil vise, at der er tilstrækkeligt med smøreolie på systemet, men afslører ikke at olien måske er stærkt fortyndet.

Gearolie SAE 90 kan sædvanligvis benyttes hele året, dog er det i streng kulde nødvendigt at benytte gearolie i viskositetsklassen 80 SAE. I dag markedsføres dobbeltgradede gearolier, som dækker SAE 80 og SAE 90.

#### Smørefedt.

En smøreolie er som regel at foretrække som smøremiddel, fordi den blandt andet afleder friktionsvarmen godt.

Imidlertid forekommer driftsforhold, hvor olie let vil kunne presses ud, derved mistes naturligvis en del af den smørende effekt, og omgivelserne forurenes kraftigt.

Der kan også forekomme tilfælde, hvor der kræves ekstra god tætning mod indtrængning af forureninger til smørestedet.

I sådanne tilfælde foretrækkes smørefedt for smøreolie.

Smørefedt, der benyttes, bør være universalfedt: kuldebestandigt, vandafvisende højtryksfedt.

Fedtpressen bør om vinteren opbevares varmt, for eksempel i motorrummet.

#### BRÆNDSTOFFET

Dieselmotorer er særlig ømfindtlige overfor små urenheder i brændstoffet, på grund af de særlig små tolerancer, som findes i denne art motorers brændstofanlæg, specielt i dieselpumpens indsprøjtningssystem. Vand i dieselolien er skadeligt, da visse dele i indsprøjtningssystemet er meget ømtålelig overfor rustangreb, og rustpartiklerne vil give samme resultat som de faste partikler. Hver dag før start skal brændstoftankens og ledningens filter og vandudskiller derfor tømmes for vand.

Ved udsigt til frost bør denne udtømning også foregå til fyraften eller ved andet arbejdsstop.

Brændstoffiltre og slamlfiltre skal drænes hver aften, medens motoren er varm.

Hvor brændstof modtages, opbevares og bruges fra 200 liter tromler, skal følgende overholdes med hensyn til opbevaringen af og oppumpningen fra tromlerne:

Læg tromlen vandret med svag hældning bagud så snavs og udskilt vand samles i den lave ende.

Opbevar tromlerne under tag og hold rent udenom dem.

Ved pumpning til brug skal pumpen gøres fast til tromlen med rørmundingen mindst 5 cm fra bunden.

#### DRIFTSFORSTYRELSE

Efter starten af en forbrændingsmotor opleves af og til, at den går upåklageligt en stund, men derefter stopper og ikke er til atter at starte. Dette kan skyldes is i benzinen eller olien, der tæpper filtre og hovedstrålerør.

Man kan forhindre dette dels ved dagligt at sørge for at fylde brændstoftankene helt op til fyraften (for at undgå kondensvanddannelse i brændstoftanken) dels ved at blande 1 pct. rødsprit i brændstoffet ved

hver fyldning. Det sidste vil også hindre den isdannelse i karburatoren, som skyldes kølevirkningen, der opstår ved benzinenes fordampling. Ved meget lave temperaturer kan stop umiddelbart efter start ved dieselmotorer også skyldes, at dieselolien bliver så tyk, at den ikke kan passere filterne. Dette kan undgås ved at blande 10-20 pct. paraffin i olien.

Det bliver stadig mere og mere almindeligt med tørre luftfiltre på forbrændingsmotorer. Dette kan give særlige problemer i snevej, idet filterne bliver våde og tætnes, hvorved brændsel-luftblandingen bliver for fed med øget brændstofforbrug, nedsat trækraft og mulighed for skade på motoren på grund af dårlig smøring til følge.

En løsning på problemet er at indsætte et forfilter af ståluld.

Motorer skal holdes på en rigtig arbejdstemperatur. Termometret skal vise mellem 60° og 80° eller i det grønne felt. Med for lav motortemperatur følger også mindre trækraft og større slitage.

Ved lave udetemperaturer bør man benytte radiatorgardin, sørge for påsætning af maskinens motordæksler, såfremt de har været taget af, sørge for at termostaten er monteret og virker korrekt, samt benytte en ventilatorvifte, som er beregnet for vinterbrug.

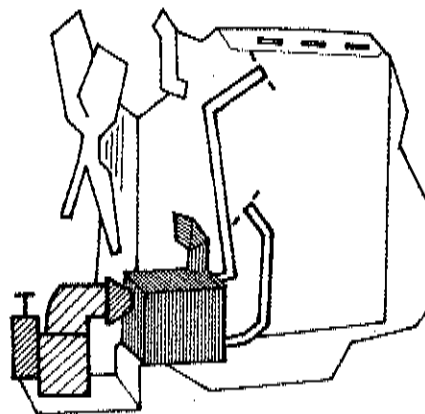
#### Motorvarmere.

Et godt middel til at eliminere startvanskeligheder på grund af lave temperaturer er motorvarmere.

For stationære motorer vil elektriske varmere være mest hensigtsmæssige, medens varmere baseret på gas (propan) eller varmere med blæselampe som varmekilde vil egne sig bedst for anlægsmaskiner.

En motorvarmer er en god investering. Det er en forsikring mod startvanskeligheder som følge af lave temperaturer, og motoren vil få længere levetid, fordi opslidende koldstarter undgås.

Figur 72.



Motorvarmer med blæselampe som varmekilde.

## KRAFTOVERFØRINGER

Der skelnes mellem mekaniske, hydrauliske, elektriske og pneumatisk kraftoverføringer.

**Mekanisk.** Mekaniske overføringer kan bestå af wire, kæder, tandhjul eller remme. Man skal være opmærksom på, at ved meget lave temperaturer bliver materialer som stål og gummi skøre, de får større modstand mod deformation, og forringes hurtigere.

**Hydraulisk.** Hydrauliske kraftoverføringsanlæg kan have en dårlig effekt ved starten om vinteren. Dette skyldes, at hydraulikolien bliver mere tyktflydende ved lave temperaturer og derfor bruger længere tid til at passere kontrolventiler, aflastningsventiler, sikkerhedsventiler og lignende. Umiddelbart efter start vil trykket, hvis hydraulikken straks belastes, kunne overstige anlæggets beregnede maksimaltryk, og under sådanne forhold kan pakninger sprænges og pumper og drivaksler ødelægges.

Man bør derfor lade olien cirkulere i systemet et stykke tid, før hydraulikken belastes. Herved bliver olien varmet op og bliver mere tyndflydende.

Enkelte maskiner behøver en olieforvarmer i hydraulikken. Såfremt der benyttes en hydraulikolie med en viskositet afpasset efter temperaturforholdene, skaber hydraulikken normalt ingen problemer om vinteren. Man skal dog være opmærksom på risikoen for kondensvandsdannelse i systemet. Vandet vil grundet sin større vægtfylde samle sig i eventuelle lunger i slangeforbindelsen, og ved indtrædende frost vil den dannede isprop bevirke, at slangens lysning formindskes, således at modstanden mod oliebevægelsen bliver større. Belastes systemet inden en sådan isprop er optøet, kan også det medføre sprængninger eller andet ubehageligt.

**Elektrisk.** Elektriske kraftoverføringer kan på kolde vintermorgener give problemer, fordi rimdannelse kan give anledning til dårlig kontaktforbindelse for relæer i kontaktskabe, hvorfor det er fornuftigt at montere et varmelement i disse. Da det større maskineri står uden strømtilførsel om natten, skal varmelementet tilsluttes den del af strømforsyningen, der er intakt også da.

Man skal endvidere have opmærksomheden henledt på, at der på kolde vintermorgener, såfremt pladsens materiel med el-motorer startes samtidig, vil forekomme store spændingsfald fordi motorerne nu sluger max. effekt.

El-motoren kompensere for spændingsfaldet ved at øge sit ampereforbrug, og da varmeudviklingen i motoren er proportional med ampereforbruget i anden potens, kan dette medføre sammenbrændte motorer. Det kan derfor være nødvendigt med en plantagt trinvis opstart af det elektrisk drevne maskineri på pladsen.

**Pneumatisk.** Med hensyn til pneumatisk kraftoverføring (trykluft) forekommer det rigtigst at behandle forholdene omkring trykluftudstyret (kompressor og slangeforbindelserne) og trykluftværktøjet hver for sig.

## Kompressoren.

Motordelen er omtalt tidligere.

Ved selve kompressionsdelen består vinterproblemerne hovedsageligt i kondensvandsdannelse.

Noget af det dannede kondensvand vil sætte sig på og i kompressorens styresystem, og ved isdannelse kan det, såfremt det er sikkerhedsventilen der fryser fast, få store og uoverskuelige følger.

Sikkerhedsventiler skal derfor med jævne mellemrum blæses ud, motordæksler skal holdes lukkede for at holde på varmen, og alle komponenter skal have mulighed for at blive gennemvarme, før hanen på luftbeholderen lukkes.

Selve trykluftbeholderen skal hyppigt blæses ud for at hindre, at den bliver fyldt med isstumper.

## Slangeforbindelserne.

Kondensvandet, der ikke sætter sig i kompressoren, skal opfanges, inden det når ud til værktøjet. I dette sker der en kraftig afkøling af luften, når den overgår til alm. atmosfærisk tryk, og det gør, at kondensvandet fryser selv ved temperaturer over 0° C og blokerer for lufttilførslen.

Der skal derfor indkobles kondensvandsudskillere på passende steder i slangeforbindelserne, samt anvendes smøreløllere med frysepunktned-sættende tilsætning i smøreapparaterne.

Hvis temperaturen falder under ca. +10° C, bør smøreapparatet anbringes i samme højde som værktøjets luftindtag.

Man kan forebygge den ekstra isdannelse, der er om morgenen, når det kolde maskineri startes, ved hver aften at hælde en smule smøremiddel i slangen ved kompressorudtaget og derefter sætte en svag luftstrøm på slangen, så smøremidlet fordeles over hele dens længde. Ved meget koldt vejr og lange ledninger kan man forhindre, at vandet fryser i ledningen, inden det når vandudskilleren, ved at koble et spritdoseringsapparat ind lige efter trykbeholderen.

Der skal benyttes en specialsprit, der ikke indeholder vand. (Alm. rødsprit indeholder 5 pct. vand).

Spritdoseringsapparatet må ikke give mere end 4-8 dråber sprit pr. m<sup>3</sup> luft.

Før slangen kobles til værktøjet, skal den blæses ren for forureninger som is og kondensvand.

Samtidig får man foretaget førnævnte dræning af trykluftbeholderen.

## Trykluftværktøjet.

Værktøjet må aldrig varmes med blæselampe eller over en åben flamme. For det første ødelægges det ved en sådan behandling og for det andet er det en dårlig løsning, da der efter endt behandling hurtigt sker ny isdannelse.

Isdannelsen skal hindres ved brug af smøremidler med frostreducerende tilsætningsstoffer og spritdoseringsapparater. - Rødsprit, solarolie, paraffin eller lignende må ikke benyttes, da sådanne stoffer ødelægger oliefilmen i værktøjet.

## MASKINPARKERING

Når maskinen forlades til fyraften eller før andet længere arbejdsstop, skal den gøres grundigt ren. Brug en drænspeade, så al jord fjernes, og slut helst af med en spuling med vand. Særlig omhyggeligt skal der rengøres om eventuelle bæltter eller hjul samt om maskinens undervogn.

Al smavs skal fjernes omkring hydraulikcylindre og bevægelige arme og led for at hindre, at disse fryser fast og for at undgå, at frosne klumper kommer i klemme og bøjer stempelstænger eller ødelægger lejer og slanger.

Den rengjorte maskine parkeres på et højt og tørt sted, eventuelt på et par svejler eller planker, men under alle omstændigheder således, at der ikke er risiko for, at den synker ned i pløve og senere fryser fast.

En brutal start kan ødelægge hele undervognen på en fastfrossen maskine.

Man bør stræbe efter at bevare den varmeenergi, der er akkumuleret i maskinen efter dagens arbejde. Dette kan ske ved tildækning med presenning eller med en vintermåtte over motoren.

På bæltøkøretøjer kontrolleres hyppigt slappe bæltter, slidte tænder og fastsiddende ruller. Maskineriet er udsat for større belastning om vinteren end på andre årstider, skavankerne afsløres ubønhørligt og måske ikke altid på de belejligste tidspunkter.

Ved start af alt maskineri om morgenen er det vigtigt at prøve bremserne, inden arbejdet sættes igang. Eventuel isdannelse på bremsetromlerne fjernes let ved at aktivere bremserne et par gange. Det kan være skæbnesvangert at undlade dette.

## TRYKLUFTBREMSE

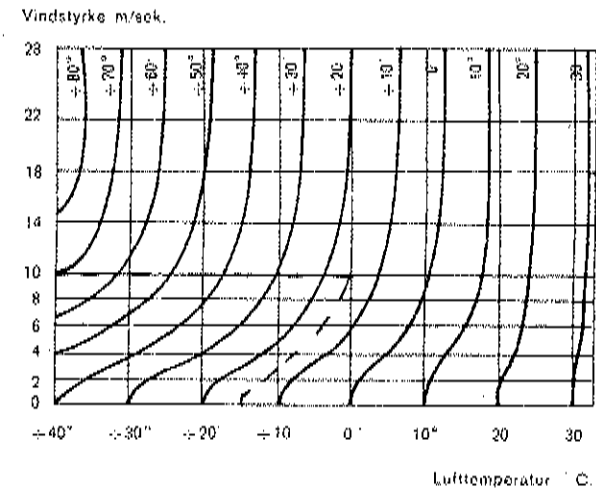
Bremseanlæg forsynet med spritbeholdere bør fyldes op og afprøves inden vinteren.

Bremseanlæg uden spritbeholder skal jævnligt tilføres sprit gennem trykrør.

Luftbeholderen skal drænes dagligt.

# 4.6

Figur 73



Kombination temperatur/vind omsat til ligeværdig temperatur ved vindstille (vindstyrke 0).  
 Eksempel: Ved vind 10 m/sek. og temperatur 0° C er afkølingseffekten ligeværdig med -15° C ved vindstille.

Afkølingseffekten på bar hud.

### EFFEKTIVITETSNEDSÆTTELSE PÅ GRUND AF VEJRET

Vejrligets indflydelse på effektiviteten kan belyses med nedenstående uddrag fra en OECD rapport om sæsonudjævning udkommet i 1966. »Produktionens størrelse er naturligvis af stor betydning, når man skal fastsætte meromkostningernes størrelse (ved vinterarbejde). I henhold til en nylig undersøgelse i Sverige faldt produktionen ved vejbygning (manuel operations) med 26 pct. (plus 5 grader C lig 100 pct.) ved en temperatur på minus 10 grader C.

Størrelsen af produktivitetstab ved udendørs arbejde om vinteren afhænger af de klimatiske omstændigheder og arten af arbejdsoperationerne. I Sverige har man fastsat produktivitetstab til 4-5 pct. (gennemsnit for alle arbejds kategorier). I Nederlandene er det antaget, at det ikke overstiger 20 pct.

Nedenstående opstilling giver en ide om i hvilket omfang visse operationer er påvirket:

#### Nedsættelse af effektiviteten ved lave temperaturer

Tabel 21

	Sverige	Polen	Tyskland		
			0 III + 3	-3 III + 6	
Betonstøbning	3,8%	14%	3%	4%	7%
Formarbejde	3,4%	8%	8%	22%	37%
Armeringsarb.	7,3%	20%	16%	28%	40%
Murerarbejde	8,8%	25%	—	—	—

### VELFÆRD

Det er en forudsætning for at få et tilfredsstillende såvel teknisk som økonomisk udbytte af de investeringer, der i øvrigt gøres i særlige vejrligsforanstaltninger, at også mandskabet, der skal udføre udendørs arbejder, beskyttes mod vejrliget.

Derved bevares både lysten og evnen til at præstere ordentligt arbejde. På den efterfølgende figur er optegnet summen af temperaturen og vindens afkølede virkning på den bare hud. Af figuren læses for eksempel, at ved vindstyrke 6 m/sek. føles 0° C som -10° C i vindstille.

Som det fremgår, tiltager den afkølede virkning ved lave temperaturer stærkt, så snart der begynder at komme vind, hvorimod det ikke er så afgørende, om det blæser 14 eller 26 m/sek.

I tidligere afsnit er omtalt betydningen og nytten af læhegn. Opstillingen af sådanne er da også som omtalt vedtaget mellem arbejdsmarkedets parter i overenskomststræmsige vinteraftaler.

## VINTERARBEJDSDRAGT

Følgende egenskaber skal opfyldes af den rigtige vinterarbejdsdragt:

1. Tøjet skal under vekslende vejrlig kunne yde beskyttelse mod kulde, varme og fugtighed. Det skal kunne holde på varmen, men samtidig også give mulighed for tilpas ventilation og varmeafgivelse, både i form af varmeledning og varmestråling.
2. Tøjet skal være så stærkt, at det bedst muligt modstår sønderrivning og dagligt slid.
3. Tøjet skal være let og smidigt, så det ikke hæmmer arbejdsbevægelserne eller på anden måde virker generende.
4. Tøjet skal have et sådant snit, at det ikke hænger fast eller på nogen måde medfører risiko for ulykker.

Fuldstændig vandtæt stof (gummi- eller plasticbetrukket væv) bør kun anvendes under kraftig nedbør, da fordampningsbesværigheder for organismen hurtigt medfører ubehag, man bliver drivende våd på bagsiden af dette stof.

Af et beklædningsudvalg nedsat af Arbejdsministeriet i begyndelsen af tresserne er udviklet en arbejdsdragt - der forhandles under navnet Vejrkler - som opfylder de forannævnte krav. Dragtens komponenter er underbeklædningen, mellembeklædningen og yderbeklædningen.

### 1. Underbeklædningen

består af en stormasket bomuldstrøje, hvis langsgående tråde er tykkere end de tværgående. Denne såkaldte stavtrøje bæres altid inderst på kroppen, og forhindrer svøden i at blive opsøget i tøjet, idet den ved sin konstruktion skaffer huden den bedst mulige ventilation. Til underbeklædningen regnes også et par svære uldne overtræksokker, der er frottèstrikkede, og derved giver både varmeisolation og ventilationsmuligheder for fødderne.

### 2. Mellembeklædningen

bør varieres efter vejrliget og personligt behov og overlades derfor til forbrugers eget valg. Den bør i koldt vejr bestå af ekstra undertøj samt uldne benklæder og en ulden trøje, der skal kunne åbnes og lukkes i halslinningen og et stykke ned for at regulere ventilationen.

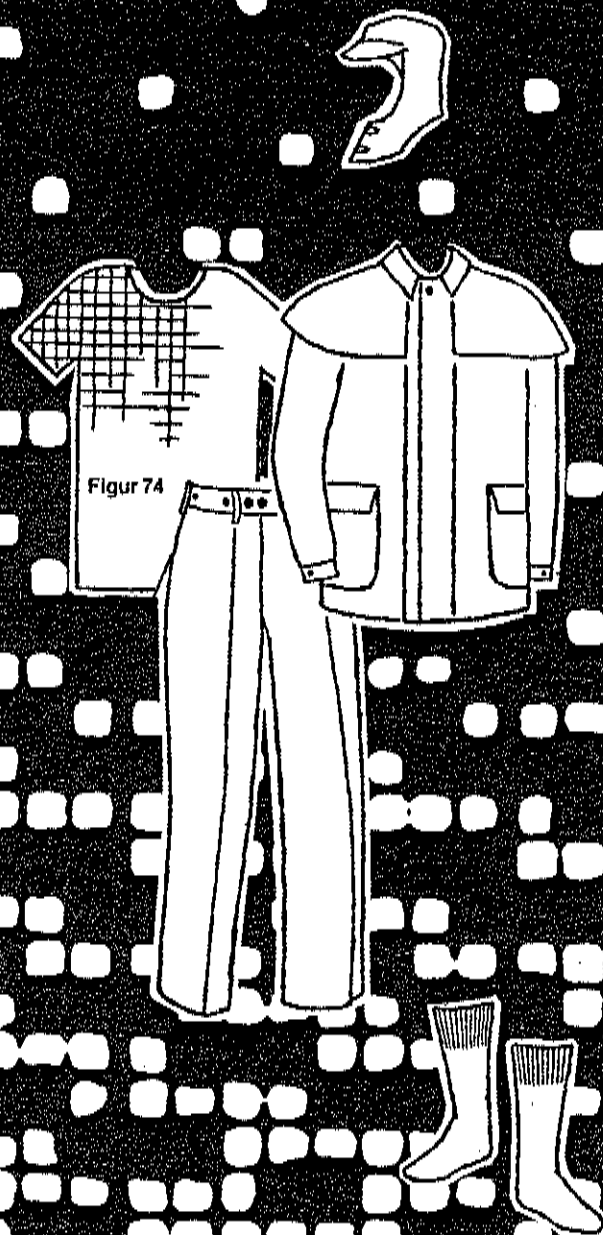
### 3. Yderbeklædningen

består af jakke, benklæder og kasket. Jakken er fremstillet i en rummelig facon med vide ærmegab og god skulderbredde. Den går ned over sædepartiet og er forsynet med elastiksnøre, som kan lukke for ventilationen og forhindre jakken i at glide op. Ventilationen kan yderligere reguleres ved ekstra knapper ved håndlinningerne og ved en dobbelt lukning fortil med knapper og lynlås. Der er et ekstra regnbeskyttende slag over skulderen. Benklæderne er som jakken i rummelig facon med god sædevidde. Der er påsyet forstærkning forpå ved lår og knæ.

Kasketten er fortil forsynet med foret pandeklap, som kan slås ned til beskyttelse af pandehule og tindinger. Bagtil er den forsynet med et nakkestykke, der i nedklappet tilstand kan knappes på jakken og knappes foran under hagen, samtidig med at en snøre kan indsnøre den frie ansigtsoval til det mindst mulige.

Yderbeklædningen er fremstillet af en slidstærk, svær men smidig bomuldssatin med god vindtæthed. Stoffet er Zepel-Phobotex-impregneret, hvilket giver en god vandskyende evne uden at være damp-tæt og samtidig har en rimelig bestandighed mod vask (8-10 gange vask nedsætter imprægneringseffektiviteten til ca. 80 pct., når tøjet stryges efter vask, i modsat fald nedsættes effektiviteten noget mere). I stærkere regnvejr kan vinterdragten suppleres med et regnslag i en enkel udførelse. Regnslaget er åbent i siderne og når kun ned til livet fortil, medens det bagtil går ned over sædepartiet. Forstykke og bagstykke holdes sammen med en snøre om livet. Regnslaget giver rigelig ventilationsmulighed og fri arbejdsbevægelighed samtidig med, at de vigtigste områder, skulder og ryg, er beskyttet mod gennemblødning.

# 4.7



## LITTERATURHENVISNINGER

- Betongstøbning om vinteren - Norsk cementforening.  
Betongs efterbehandling - særtryk af Cement och Betong.  
Beton teknik - CtO.  
Beton tilslagsmaterialer - Polyteknisk forlag.  
Boligministeriets bekendtgørelse om vinterbyggeri  
Build international.
- Cement & Betong - Svenska cementforening.
- Dansk betonindustri - medlemsblad for DBI.  
Dansk vejtidsskrift - Teknisk forlag.
- Elimination of seasonal unemployment for construction workers  
-OECD rapport 1967.
- Foreign experience in providing winter jobs in the construction indu-  
stry. Department of housing and urban development.  
Foreløbig oversigt over Danmarks klima - Leo Lysgård.
- Glent Ventilation.
- Kioakering - Teknisk forlag.  
Kortfattet vejledning i betonproportionering - Polyteknisk forlag.  
Moderne jordflytning - Teknisk forlag.  
Movement and distribution of concrete - Hill book company.
- Nordisk betong - Nordiska betongförbundet.
- Rockwool's isoleringshåndbog.
- SBI anvisninger.  
Nr. 11 mørteltilsætningsstoffer - nr. 17 betonstøbning om vinteren -  
nr. 48 og 49 byg hele året I og II samt nr. 33 luftindblandet beton. Alle  
disse er udsolgt.

SBI anvisninger fortsat.

Nr. 64 - mørtel, muring og pudsning.

Nr. ? - vinterstøbning, anvisningen foreligger endnu ikke i handelen  
og forventes først her til efteråret 1980. Konsulenten for anlægsar-  
bejder sidder i redaktionskomiteen, og særtryk af manus foreligger i  
yderst begrænset omfang.

Tilsætningsstoffer til Beton - Dansk betonforening.

Vejbygning - Teknisk forlag.

Vejbygning - A/S Phoenix.

Vinterbygge - merkostnader, Byggnadsforskning Stockholm.

Vinterbygging Norges byggeforskningsinstitut.

Vinterbyggemetoder - Byggnadsforskning Stockholm.

Vinterbygge - Byggnadsforskning Umeå.

Väg- och vatten byggaren - Svenska väg- och vattenbyggares riksför-  
bund.

Winter concreting - C and CA London.

Wirtschaftlicher winterbau mit fertigteilen - Beton-Verlag GmbH,  
Düsseldorf.

## KONSULTEREDE INSTANSER

BKF-centralen.

Boligministeriets vinterkonsulenter.

Brancheudvalget for uddannelse af ufaglærte.

CtO.

Entreprenørforeningen.

Murerlauget.

Statens vejlaboratorium.

Ti-Byggeteknik.

Vejdirektoratet - motorvejskontorer.

Samt enkeltpersoner hos Entreprenører, Rådgivende Ingeniører og i  
undervisningssektoren.



FIGUR- OG TABELOVERSIGT

Figurer  
fortsat

Figurer

Afsnit	Fig. nr.	Side
3.1	1	Vandets forekomst i jordlag 45
	2	Vandindholdets variation i en morænejord gennem året 47
	3	Årstidsvariationerne i nedbør og fordampning 47
	4	Sigtekurve for jord med klassifikation og angivelse af frostfarlighed 49
	5	Islinsedannelse i jord 50
	6	Daglige vejrligsforanstaltninger ved dæmningsopbygning 52
	7	Eksempel på proctorkurve 59
	8	Eksempel på ændring af proctorkurve ved kalktilsætning 59
3.3	9	Finske erfaringer for udgifter til vejrligsforanstaltninger ved broarbejder i afhængighed af brotype og andel udført i vinterhalvår 75
	10	Illustration af hvorledes vand finder frem til et vejanlægs øvre del 76
	11	Dampdiffusion og kondensation i vejbelægning 80
	12	Frostdybdens afhængighed af bærelagstykkelsen 80
	13	Nedbøjningernes variation med årtiderne - AASHO forsøg. 81
	14	Mulig opbygning af dæmning med anvendelse af frossen jord 84
3.4	15	Skematisk fremstilling af afbindings- og hærdningsprocessernes forløb i afhængighed af tiden. 88
	16	Skematisk fremstilling af afbindingsprocessens afhængighed af temperaturen 88
	17	Illustration fra Svenske frysningsforsøg 90
	18	Fra forsøg med el-opvarmning af udstøbt beton-forsøgsanstilling 92
	19	Do-forsøgsresultater 93
	20	Eksempel på enkel form for el-opvarmning 93
	21	Illustration af cementindholdets betydning for temperaturforløbet 94
	22	Betonens (cementens) varmeudvikling som funktion af betonens beg. temp. 95
	23	Molière-diagram 97
	24	Illustration af afkølingens afhængighed af vindhastigheden 99
	25	Svind i beton som funktion af alder og eventuel tilsætning af CaCl 101

Afsnit	Fig. nr.	Side
	26	Illustration af sammenhængen mellem luftindhold og w/c-tal for at opnå ønsket virkning af luftindhold 104
	27	Illustration af det optimale luftindholds afhængighed af cementmængde og tilslagsmaterialernes max. størrelse 105
3.4	28	Luftindholdets betydning ved saltning 106
	29	Betontemperaturen som resultat af blandevandets og tilslagsmaterialernes temperatur 110
	30	Korrekt opvarmning af sandbunke med dampspyd 113
	31	Principskitse for direkte dampinjektion i fritfaldsblander 113
	32	El-opvarmning af støbeskel. Eksempel på konstruktion 118
	33	Ditto. Placering af modstandstråde 119
	34	Ditto. Forbindelsesarrangement til transformator (Bekomat) 119
	35	Ditto. Resulterende temperaturforløb 120
	36	El-opvarmning ved kombination af beton støbt på stedet og betonelementer 121
	37	Illustration af betydningen af hurtig tildækning af fri betonoverflade 126
	38	Illustration af rigtig og forkert anbragt isolering 127
	39	Varmetab i beton under transport 128
	40	Ditto 128
	41	Eksempel på diagram over temp. forløb i beton i afhængighed af afkølingstallet 129
42	Illustration af betydningen for betonens temp. forløb af forskellige lufttemperaturer 131	
43	Ditto. Af forskellige beg. temperaturer 131	
44	Beregningskema til brug ved fastlæggelse og begyndelsestemp. og isoler. 135	
3.6	45	Afkøling af fuger mellem betonelem. 157
	46	Ditto 157
	47	Nomogram til fastsættelse af nødv. varmekapacitet for opvarmning for sammenstøbning af betonelementer 158
	48	El-opvarmning. Temp. stigning i afhængighed af tilført effekt 160
	49	El-opvarmning. Principdiagram for anstilling 161
	50	El-opvarmning. Stigning i overfladetemperatur i zone op til fugen 163

## Figurer

Afsnit	Fig. nr.		Side
4.2	51	Illustration af lystekniske enheder	186
	52	Eksempel på lysfordelingskurve	187
	53	Ditto	187
	54	Eksempel på isocandeladiagram	188
4.3	55	Eksempel på anstilling for opvarmning ved eetplansbyggeri	201
	56	Ditto. Ved etagebyggeri	201
	57	Varmetab i 1" dampslange	209
	58	Ydæevne for 1" dampslange	209
	59	Dampslangedim. indflydelse på dampm.	209
	60	Eksempler på anstilling for fremst. af varmt vand ved hjælp af damp	210
	4.4	61	Eksempel på god fastgørelse af plastfolie
62		Forskellige former for stød i plastfolie	214
63		Princip for anvendelse flytbare teltsektioner ved etagebyggeri	216
64		Eksempel på let, flytbart telt	216
65		Detalje af fastgørelse af beklædning på telt med eget bærende system	217
66		Principper for forankring af overtrykshaller	218
67		Principskitse af overtrykshal med luftsluse	219
68		Principskitse af sluseløs overtrykshal	219
69		Eksempel på hollandsk udformning af to-taløverdækning	220
70		Skitse af godt afskærmet tildannelsesplads	220
4.5		71	Arrangement - koblingsskema for startvogn
	72	Skitse af motorvarmer	227
4.6	73	Vindens indvirkning på legemets afkøling	233
	74	»Vejrklær« systemet	236

## Tabeller

Afsnit	Tablel		Side
0	1	Beaufort's skala	15
	2	Hyppigheden af vindstyrker større end henholdsvis 6 og 9	15
	3	Gennemsnitstemperaturer	16
	4	Hyppighed af neg. døgnmiddeltemp.	16
	5	Gennemsnitsnedbør	17
1	6	Anlægsaktivitetens egnethed for vinterudførelse	23
2	7	Planlægningskalender for byggearbejder	41
3.1	8	Isolationsevnen hos udspredd halm	55

Tabeller  
fortsat

Afsnit	Tablel nr.		Side
3.4	9	Årslidsvariationer i luftens relative fugtighed	97
	10	Tab i trykstyrke ved tidlig frysning. (Norske undersøgelser)	107
	11	Tilslagsmaterialernes varmefyldte	108
	12	El-opvarmning udstøbt beton, forberedelse for. Sammenhæng mellem indstøbt modstandstrådslængde og Bekomatindsilling for opnåelse af fastsat afgiven effekt.	116
	13	Byggematerialers rumvægt, varmefyldte og ledningstal. k-værdier	124
	14	Enkle afformningsregler	133
3.6	15	El-opvarmning elementfuger. Retningslinier for indstilling af transformere (Bekomat)	162
4.2	16	Tablet over belysning i afhængighed af lysgiverens placering og lysstyrke	189
	17	Ditto	190
	18	Ditto	191
	19	Arbejdspladsens el-forbrugere	194
4.3	20	Forskellige varmekilders varmeværdi	202
4.6	21	Udenlandske undersøgelser vedr. effektivitetsnedsættelse ved lave temperaturer	233

## STIKORDSREGISTER

Ved opsøgning af et emne i stikordsregistret skal læseren være opmærksom på, at der ofte kan være og er flere mulige indgange til samme emne.

Eksempel:

Frysning, beton findes under beton, frysning.

Betaling findes under afregning.

### A

adsorptionsvand, 46  
afformning, 133, 134, 135, 255  
afisning, 13, 156  
afkølingstal, 130, 134  
aflevering, 22  
afregning, 38, 249, 250, 252, 253  
aftaler vedr. vinterf., 38, 39  
afvandingsarb., 13, 48, 74, 76, 167  
aktiviteters fordeling, o. året, 21  
alkohol, 257  
anlægsarb., stop i, 39, 48  
arbejdseffektivitet, 41  
arbejdsforberedelse, 22  
arbejders igangs., 26  
arbejdsplan, 39, 252  
arb. stedsbelysning, 177, 180, 183  
arb. pladsveje - permanente, 170, 254,  
- interims, 168, 155, 169, 170, 254, 260

### B

Beaufort's skala, 15  
Bekomat, 116, 119, 162  
belysning, 30, 31, 32, 34, 168, 177, 262,  
- beregningstabel, 188  
- enheder for, 184  
- installation, 192  
- ved anlægsarb., 79, 192  
- vedligehold, 195  
benzinmotorer, 224, 226  
betaling, 35, 39  
beton-afbinding, 88, 90  
afkølingstal, 129  
beregningsskema, 134, 135  
begyndelsestemperatur, 88, 91, 129, 131  
Bolomey's formel, 106  
cementindhold, 91, 94, 129 m f, 255  
dimensioner, 91, 132, 134, 136  
el-opvarmning, 92, 116, 159  
erfaringer, 187  
foranstaltninger, beskrevet i udkast til vejledning til boligmin. bekendtg., 136 m. fl. foranstaltningers sigte, 87  
frostsikkerhed, 90  
frysehastighedens bet., 89

frysning, 88, 89, 90, 105, 107, 132, 136  
holdbarhed, 87  
hærdning, 87, 88, 90, 91, 94, 101, 129, 133  
Isdannelse, 89  
Isolation, 88, 91, 100, 121, 125, 136, 256, 263  
luftindhold, 89, 136  
lufttemperaturens betydn., 91, 96, 131, 136  
modenhed, 129  
planlægning, 91, 129 m f  
pudsfri overflader, 138  
relativ hærdningshast., 139  
saltning, 105, 132  
støbeskel, 117  
svind, 94  
tilsætninger, 101 m f  
tilslagsmaterialer, 107, 255  
transport, 127  
trækspændinger, 132, 136  
vandindhold, 89, 91, 106, 112, 14, 255  
varmetilførsel, 13, 108, m f 207, 256, 263

betydning af sæsonudjævn., 12  
bevillingstilsagn, 22  
blikkenslagerfag, 29  
blødbundsarbejder, 51  
Boligministeriets bekendtgørelse om vinterbyggeri, 4, 13, 60, 136, 149, 167, 177  
broarbejder, 31, 75  
bundsikring, 75, 269

### C

candela, 185  
cement-varmeudvikling, 95, 129  
- lagring, 95  
clorider, 84, 101 m f, 254, 256

### D

daglige arb. områder, 53  
diagrammer for beton, 129  
dieselmotorer, 224, 226  
dampanlægs dimensionering, 207  
dampdiffusion i veje, 80  
dampkedler, 205  
dampslanger, 208  
driftsforstyrrelser v. motorer, 226  
dæmninger af jord, 51, 83, 84

### E

effektiv arbejdstid, 40, 41, 42  
effektivitetsnedsættelse, 22, 41, 233  
egenvarme, 98, 108, 124  
egnethed for vinterudf. - anlægsaktiviteter, 22, 259, 268  
eksproprieringer, 22, 267,

elementfuger, 156, 269  
- afkølingsforhold, 157  
el-forbrugere, arbejdspladsens, 194  
el-motorer om vinteren, 228  
el-opvarmning beton, 92, 116, 159  
enheder for belysning, 184 m f  
entreprenørområdet, overenskomstmæssige aftaler, 30 m f  
entreprisers gunstige sammensætning, vejarbejder, 73  
etageadskillelser, 146, 151

---

## F

facadeåbninger, 14, 152  
fastpræcirkulære, 35  
filterdug, 72, 76, 172  
forbehold, 35  
fordampning, 47, 96, 98  
forhåndsplanlægning, 26  
forsøgling af jordoverflade, 76  
forsinkelser, 38  
forsyningsledninger, 13, 260  
fortovsbelægning, 82  
frostbestandig beton, 105  
frostdybder ved vej, 80  
frostfarlig jord, grænser for, 49  
frostgener ved jordarb., 13  
frosthævning af jord, 49  
frostskafer på jord, 50  
frostskepper på jord, 48, 53, 54, 55, 63  
fugearbejde, 146, 257  
fuld-dybde asfalt, 79  
fællesnordisk undersøgelse vejbygning om vinteren, 83

---

## G

grusasfaltbeton, 79  
glycerin, 257  
glycol, 257

---

## H

humus, 102  
halm til isolering, 54  
hydraulisk kraftoverførsel, 228

---

## I

indvændige arbejder, 14, 147, 150  
igangsætningstilladelser, 22  
isolerende vegetationsdække, 72  
isolering beton, 14

## J

jord-dybde udtag, 51, 72, 74  
- forbedring af 52, 59, 269  
- forundersøgelser, 51, 267  
- frysning, 48, 49, 50, 253  
- isolering, 54, 72, 262  
- krav om vejrligsforanstaltninger, 60  
- masseflytning, 72  
- tilfyldning, 68, 75, 262  
- optimalt vandindhold, 58, 74  
- tilstandsligning, 58  
- tilstandsændringer, 47

---

## K

k-værdier & def., 122, 123, 125, 134  
kalk, 52, 54, 56, 59, 61, 74, 76, 142, 256  
kalkstabilisering, 54, 172, 262  
kantsten, 81, 269  
kapillarvand, 46  
kohæsiønsjord, 51, 75  
kompressorer, 229  
komprimering jord, 58, 72, 83, 267  
kondens, 80, 152, 199  
konsulenttjeneste, 8, 10, 20, 28, 44, 66, 88, 248, 250  
kræner & kranspor, 174  
kraftoverføringer, 228

---

## L

licitationstidspunkt, 22  
luftindhold i jord, 47  
lufttilsætning til beton, 89, 104  
lukkede arb. pladser, 53  
lukning råhus, 14, 32, 152, 249, 252  
lux, 185  
lysstrøm, lumen og lysstyrke, lys, 185  
læskærme, 30, 31, 32, 33, 170, 213

---

## M

m<sub>a</sub>, 123  
m<sub>i</sub>, 123  
m<sub>u</sub>, 100, 123  
materialer, 30, 31, 34, 72, 77, 83, 96, 107, 141, 149, 169, 255, 260, 262  
materiel, 40, 72  
maturitybegreb, 129, 132  
membran, 76  
merudgravning, 53  
midlertidige omkørselsveje, 82  
modenhed beton, 132, 134  
montagebyggeri, 155  
- veje, 155  
- snerydning, 155

motorvarmere, 227  
muldafrømning, 54, 268  
muldpålægning, 82  
murcement, 145, 257  
murerfaget - overenskomstfag, 31  
murværk-frisk opført, 32, 145, 150  
mørtel-acceleratorer, 145  
- frostsikring, 14, 32, 141, 143, 144, 145, 256  
- frysning, 143, 149  
- kalkens reaktion, 142  
- levering, 32  
- opbevaring, 142, 144, 149  
- opvarmning, 14, 141, 144, 256  
målsigte med vinterarbejde, 10

---

## N

nedbøjning ved belægning, 81  
nedbør og jord, 13, 60  
nedbørsforhold, 17  
nedbørshyppighed, 18  
nedbørnsintensiteter, 18  
nedgangsbrønde, 68

---

## O

offentlige myndigheder, 14, 22, 26, 249  
opmuring i kulde, 14, 141, 149  
opvarmning - beton, 92, 108, 116  
- elementbygn., 157  
- mørtel, 144  
- råhus, 14, 32, 152, 198, 249  
- totaloverdækning, 202  
orienteringslys, 177, 179, 250, 252  
overbygning vej, 75  
overenskomstmæss. aftaler, 29, 249, 259, 261, 264  
overhøjde- jordarbejder, 53  
overskudsjord, 52  
overslag, 21  
overtrykshaller, 218

---

## P

planlægning, 14, 22, 26, 50, 73, 252, 258, 259, 267  
planlægningskalender, 41  
permeabilitet, 46  
pløje, 13, 26, 60 m f, 253  
pneumatisk kraftoverføring, 228  
p-pladsers udnyttelse, 170, 254  
proctorindstampning, 58  
projektører, 186  
propangas, 202  
pudsearbejder, 147

## R

tegningsarb., 260  
relativ fugtlighed, 97  
reparationsarbejder, 14, 251  
rumvægt byggematerialer, 124  
rørgennempresning, 70  
rør- og sanitetsfag, aftaler, 29  
rørsamlinger, 68, 262

---

## S

SBI, 9, 29  
sikringsarbejder, 261  
slaghuller i vej, 79  
slangeforb. trykluft, 229  
smøreoller, 225  
snerydning, 13, 30, 31, 34, 35, 53, 249, 254, 262, 269  
spilddid, 22, 250, 251  
stabilisering jord, 54  
stabilt grus, 77, 171, 269  
startbatterier, 222  
støbeasfalt, 78  
svind i beton, 94, 101  
særlige betingelser - SØ, 39  
Særlige vinterforanstaltninger =  
Vejrtilgifsforanstaltninger, 13, 35, 249, 252, 253, 260, 262, 269

---

## T

tagarbejde, 30, 146, 150  
tegl, 141, 256  
temperaturforhold, 16  
temperaturmåling beton, 133, 255  
tidsplan, 22  
tilbudsliste, 35 m f, 258, 265  
tildækning beton, 14  
tilfyldningsjord, 13, 60, 68, m f  
totaloverdækning, 213 m f, 252  
trykluftbremser, 230  
trykluftværktøj, 229  
tømrerfaget, aftaler, 33

---

## U

udbud, udbudsmat., 14, 26, 29, 249, 259, 261, 263, 268  
udgravninger - dybe, 51  
- fundamenter, 51  
- kloak, 67  
udtørring - jord, 46  
- råhus, 152, 198  
underbund vej, 77  
understøbning elementer, 156  
Urea salt, 156  
usædvanligt vejr, 18

## V

vandets forekomst i jord, 45, 46, 76, 267  
vandinstallationer, 31, 32, 170  
vandløbsforretninger, 22  
varmebehov, 197, 199  
varmefyldte, 108, 124, 134  
varmekilder, 202  
varmeledningstal, 121, 124, 134  
varmetab, 124, 209  
varmetilførsel, beton-bereg., 108  
varmiuftovne, 204  
varmt vand, 210  
vedligeholdelsesarbejder, 14  
vejbygning om vinteren, fællesnordisk undersøgelse, 83  
veje-interimistiske, 171, 254, 260  
vejledning sæsonudjævnende foranstaltninger v. anlægsarb., 12  
vejrtilstandsbeskadede færdselsarealer, 169  
vejrtilstandsbedingede interimveje, 75, 169, 262  
vejrtilstandsbedingede jordbund, 63  
vejrtilstandsbedingede vinterbeklædning, 232 m f  
vind og afkøling, 96, 100  
vindforhold, 15  
vinterperiode, 4  
vinterudvalg, 26, 253

## Ø

økonomiske betragtninger, 11, 52, 262

## Æ

ændringer i forudsatte ydelser, 26

### Forskellige bogstavbetegnelser

λ, 54, 121, 124, 134  
δ, 58, 122  
w, 58  
v<sub>a</sub>, 58  
τ, 96  
α, 122  
δ, 134

Boligministeriets cirkulære nr. 235 af 11. november 1974

### Cirkulære om vinterforanstaltninger ved byggearbejder.

#### Indledning.

På grundlag af en indstilling fra Udvalget vedrørende Arbejdskraft til Byggeriet, hvori byggeriets arbejder- og arbejdsgiverorganisationer er repræsenteret, har regeringen besluttet at revidere de gældende bestemmelser om vinterbyggeri. I overensstemmelse hermed er udsendt den som bilag 1 til dette cirkulære optagne bekendtgørelse nr. 542 af 11. november 1974 om byggeri i vinterperioden.

Denne bekendtgørelse afløser boligministeriets bekendtgørelse nr. 71 af 12. marts 1969 om vinterbyggeri.

Som hidtil vil bygherrer, arkitekter, ingeniører, entreprenører og håndværksmestre kunne søge vederlagsfri bistand med hensyn til vinterbyggeriets planlægning og gennemførelse hos boligministeriets vinterkonsulenter.

Konsulenttjensten er henlagt under Byggecentrum, Gyldenløvesgade 19, 1600 København V, telefon (01) 12 73 73, og henvendelse om konsulentassistance i området øst for Storebælt rettes til ingeniør Per Arleth, Byggecentrum. I området vest for Storebælt rettes henvendelse til arkitekt Aage Hamrum, Skanderborgvej 201, 2., 8260 Viby J. Tlf. (06) 14 10 00.

For anlægsarbejder har arbejdsministeriet etableret en særlig vinterkonsulenttjeneste, der varetages af civilingeniør Axel Kofoed, Byggecentrum.

Det henstilles, at konsulenternes bistand ved planlægningen af vinterforanstaltninger søges så tidligt som muligt under byggeriets planlægning og tilrettelæggelse.

I dette cirkulære redegøres der for de nærmere bestemmelser om planlægningen, tilrettelæggelsen og udførelsen af byggeri i vinterperioden.

Cirkulæret er inddelt i følgende afsnit:

- I. Alle byggearbejder (nybygninger, om- og tilbygninger).
  1. Generelle krav til byggeri i vinterperioden.
  2. Vinterforanstaltningernes betaling.
  3. Kontrollen med vinterbyggeriet.
- II. Særlige bestemmelser om udførelse af offentligt byggeri i vinterperioden.
- III. Boligministeriets henstilling om at fremme sæsonudjævningen inden for byggefagene.

#### Bilag.

1. Bekendtgørelse af 11. november 1974 om byggeri i vinterperioden - se side 13.
2. Overenskomstmæssige aftaler om vinterbyggeri - se side 29.
3. Vejledende bemærkninger i forbindelse med byggeri i vinterperioden - se side 255.

Cirkulæret erstatter boligministeriets cirkulære nr. 209 af 25. september 1969 om vinterforanstaltninger og arbejdsgrundlag ved byggearbejder afsnit I, 1, 3 og 4, og afsnit II, mens det tidligere cirkulæres afsnit I, 2, Arbejdsgrundlaget, fortsat er gældende.

## I. Alle byggearbejder (nybygninger, om- og tilbygninger).

### 1. Generelle krav til byggeri i vinterperioden

Alle nybygnings-, om- og tilbygningsarbejder skal planlægges, tilrettelægges og gennemføres således, at de ikke hindres af vintervejrlig. Det vil sige, at de i § 1, stk. 2 i bekendtgørelsen nævnte arbejder så vidt muligt skal være udført inden vinterperiodens indtræden, og der skal - alt efter byggestadiet ved vinterens begyndelse - planlægges, tilrettelægges og iværksættes de i § 2 nævnte særlige vinterforanstaltninger ud over de vinterforanstaltninger, der er indeholdt i byggefagenes overenskomster.

En oversigt over de gældende overenskomstmæssige vinterforanstaltninger bringes som bilag 2 til nærværende cirkulære.

Under hensyn til, at udgifterne ved gennemførelsen af de i § 2 nævnte foranstaltninger kan være relativt belastende for mindre byggearbejder, er byggeri under 500 m<sup>2</sup> bruttoareal undtaget fra disse bestemmelser, undtagen for så vidt angår indendørsarbejder. Byggearbejder under 500 m<sup>2</sup> bruttoareal kræves således kun fortsat i vinterperioden, såfremt bygningen er under tag. Ved arbejder, hvor bruttoetagearealet ikke kan lægges til grund for afgrænsningen, må denne som hidtil bero på et skøn hos den stedlige bygningsmyndighed.

Bekendtgørelsens krav om, at byggeriet skal planlægges og tilrettelægges således, at dets videreførelse ikke hindres af vintervejrliget, forudsætter, at der allerede før og under selve projekteringsarbejdet tages stilling til arten og omfanget af de i bekendtgørelsen nævnte nødvendige foranstaltninger.

Bestemmelsen i bekendtgørelsens § 3, hvorefter bygherren ved udbud af byggearbejder skal kræve, at tilbudsgiveren forpligter sig til gennemførelse af de særlige vinterforanstaltninger, må ses som et led i dette krav om, at byggeriet i vinterperioden planlægges fra første færd. At der er tale om en gensidig forpligtelse i forholdet mester/entreprenør og bygherre til at sikre arbejdets videreførelse i vinterperioden understreges af bestemmelsen om, at bygherren skal medvirke til foranstaltningernes gennemførelse.

### 2. Vinterforanstaltningernes betaling

Udgifterne til de overenskomstmæssige vinterforanstaltninger er normalt indeholdt i tilbudssummen undtagen følgende, der af bygherren betales på samme måde som de særlige vinterforanstaltninger:

- 1) Snerydning m.v.
- 2) Lukning, opvarmning og ventilation.

Desuden kan udgifter til overenskomstmæssige lysforanstaltninger holdes uden for tilbudet, såfremt tidspunktet for arbejdets påbegyndelse ikke er oplyst i udbudsmaterialet. I sidstnævnte tilfælde skal tilbudsgiveren, når påbegyndelsestidspunktet er fastsat, have adgang til at forhøje tilbudssummen under hensyn til udgifterne til lysforanstaltninger.

Med hensyn til udgifter til de vinterforanstaltninger, som er holdt uden for tilbudssummen, overlades det til de kontraherende parter at træffe aftale om, hvorledes betalingen for disse skal fastsættes, jfr. herom bilag 3, afsnit I. Det bemærkes, at orienterende belysning af adgangsveje m.v. frem til materialeoplagspadser o.lign. ikke er en overenskomstmæssig ydelse, men foretages af bygherren og betales som særlig vinterforanstaltning.

### 3. Kontrollen med vinterbyggeriet

I henhold til bekendtgørelsens § 5 påhviler det de stedige bygningsmyndigheder at påse, at et byggearbejde, der er under udførelse ved vinterens indtræden, videreføres som vinterbyggeri.

Bygningsmyndigheden bør allerede under projektbehandlingen og senest samtidig med fremsendelse af byggetilladelsen ved henvisning til bekendtgørelsen om byggeri i vinterperioden og til nærværende cirkulære henlede opmærksomheden på de gældende bestemmelser om byggeri i vinterperioden samt henvisne til den eksisterende vinterkonsulentordning.

Bestræbelserne på at sikre, at kravene om fortsat byggeri i vinterperioden efterløves, vil ifølge et tilsagn fra de arbejdsgiver- og arbejdsorganisationer, der er repræsenteret i boligministeriets udvalg vedrørende arbejdskraft til byggeriet, blive støttet bl.a. gennem lokale vinterudvalg.

Såfremt et byggearbejde er standset på grund af vinteren eller ikke videreføres i det omfang, det er muligt, skal parterne på byggepladsen eller repræsentanter for de lokale byggefagsorganisationer gennem drøftelser enten indbyrdes eller med bygherren søge at få klarlagt årsagerne til, at byggearbejdet er standset eller delvist er gået i stå. Såfremt lokalt vinterudvalg er nedsat, bør dette inddrages i drøftelserne. Hvis der ikke er enighed om, at byggeriet ikke kan videreføres, skal parterne søge at finde frem til en løsning af problemerne.

Enes parterne ikke om, på hvilken måde byggeriet kan videreføres eller intensiveres, kan hver af parterne rette henvendelse til en af boligministeriets vinterkonsulenter. Er det ikke ved konsulentens mellemkomst muligt at finde en løsning, afgiver konsulenten indberetning til den stedlige bygningsmyndighed, der da pålægger bygherren at træffe de fornødne foranstaltninger til videreførelse af byggearbejdet i vinterperioden.

Iøvrigt skal de stedlige bygningsmyndigheder ved besøg på byggepladsen konstatere, om byggeriet fortsættes i vinterperioden. Er dette ikke tilfældet, udstedes der ligeledes pålæg til bygherren om at fortsætte byggeriet. Konstateres det ved fornyet besøg, at pålægget ikke er efterkommet, afgives indberetning til boligministeriet.

## II. Særlige bestemmelser om udførelse af offentligt byggeri i vinterperioden

I henhold til den tidligere gældende bekendtgørelse af 12. marts 1969 om vinterbyggeri § 4 måtte reparations- og vedligeholdelsesarbejder på bygninger tilhørende staten, kommuner eller koncessionerede virksomheder samt om- og tilbygningsarbejder indtil 200.000 kr. på disse bygninger først påbegyndes efter 1. oktober og ikke senere end 1. marts. Igangværende arbejder af denne art skulle afsluttes eller standses 1. maj og måtte først genoptages den 1. oktober. Undtaget fra bestemmelsen var en række arbejder, hvor det ville volde urimelig ulempe at udføre arbejdet i vinterperioden.

For så vidt angår byggearbejder, der udførtes af eller til brug for kommuner, og hvis samlede byggeomkostninger oversteg 200.000 kr., blev igangsættelse af en del af disse reguleret ved boligministeriets bekendtgørelse af 13. maj 1971, som nu er ophævet med virkning fra 15. august 1974.

De to ovennævnte sæt af bestemmelser er nu afløst af § 4 i bekendtgørelsen af 11. november 1974, hvori det generelt bestemmes, at offentligt byggeri skal planlægges og igangsættes således, at det i størst mulig udstrækning udføres i vinterperioden. Bestemmelsen drejer sig således nu om alle offentlige byggearbejder, som skal planlægges og tilrettelægges således, at arbejdet kan fremme sæsonudjævningen inden for byggefagene.

Dette gælder dog kun, hvis det ikke vil medføre urimelige ulemper. Denne undtagelse refererer bl.a. til de samme undtagelser, som blev nævnt i den tidligere bekendtgørelse af 12. marts 1969, nemlig arbejder, som skal være afsluttet inden fyringssæsonens begyndelse, arbejder, som nødvendigvis må udføres under ferielukning, og arbejder, som udføres af personale, der er fast ansat hertil. Men de nævnte eksempler er ikke udtømmende, idet der også kan forekomme andre tilfælde, hvor det vil volde urimelig ulempe at udføre arbejdet eller dele deraf i vinterperioden, f.eks. tagreparationer og udvendigt malerarbejde, og undtagelsen er derfor nu formuleret mere generelt.

## III. Boligministeriets henstilling om at fremme sæsonudjævningen inden for byggefagene.

Boligministeriet *henstiller* til alle ejere og administratorer af bolig- og erhvervsjendomme m.v. uden for det offentlige byggeri også at medvirke til at fremme sæsonudjævningen inden for byggefagene ved i så vidt omfang som muligt at udskyde reparations- og vedligeholdelsesarbejder samt mindre om- og tilbygningsarbejder til udførelse i vinterperioden.

Boligministeriet, den 11. november 1974.

Johan Phillipsen.

/Einer Engberg.

## Vejledende bemærkninger om udførelse af byggeri i vinterperioden.

### I. Vinterbyggeriets forberedelse.

For at sikre, at et byggeri i vinterperioden kan gennemføres bedst muligt, er det vigtigt, at foranstaltningerne bliver planlagt under projekteringen, og at arbejdstilrettelæggelsen sker tidligst muligt.

Udgangspunktet må være en grundigt tilrettelagt arbejdsplan, ud fra hvilken alle i byggeriet deltagende parter kan disponere, og som kan danne grundlag for en vurdering af, hvilke dele af byggeriet der falder i en vinterperiode.

Det er af overordentligt stor betydning, at der sker en koordinering af planlægningen for de implicerede fag, og sammen med de projekterende er det bygherrens opgave under selve projekteringsarbejdet at tage stilling til omfanget af de særlige vinterforanstaltninger, der skal foreskrives i udbudsmaterialet.

Udbudsmaterialet skal klart angive:

- Hvilke særlige vinterforanstaltninger, der skal udføres.
- Hvilken entreprenør, der skal udføre, vedligeholde, renholde og fjerne dem.
- Hvilke entrepriser, vinterforanstaltningerne skal være gældende for.
- Hvor længe vinterforanstaltningerne skal være etablerede.

Endvidere skal udbudsmaterialet klart angive, hvorledes betalingen for de særlige vinterforanstaltninger og for de overenskomstmæssige foranstaltninger, som ikke er omfattet af tilbud, jfr. cirkulærets afsnit I, pkt. 2, skal ske.

Der bør i udbudsmaterialet anføres forudsat mængde af de ydelser, der normalt må påregnes at blive nødvendige for arbejdets udførelse gennemførelse, og indhentes enhedspriser på disse ydelser som et særligt tilbud. I »Vinterbogen«, jfr. nedenfor afsnit II, 1, er der anført et eksempel på en sådan tilbudsliste.

For visse særlige vinterforanstaltninger, som ikke er afhængige af vejret, kan der dog indhentes tilbud som en fast pris, f.eks. for orienterende belysning, lukning, totaloverdækning.

Hvor der afholdes licitation, bør tilbud på de særlige vinterforanstaltninger afgives samtidig med hovedtilbudet, således at bygherren kan tage hensyn hertil ved afgørelsen af, hvem arbejdet overdrages til.

Der kan dog kræves opgivet en eller flere specificerede særpriser, der ikke mængdesættes og derfor ikke kan medtages ved vurderingen af hovedtilbudet.

Såfremt det skønnes hensigtsmæssigt, kan der for visse særlige vinterforanstaltninger indhentes tilbud udenfor licitationen blandt entreprenørerne på pladsen eller andre, hvor det synes særlig praktisk. Dette kan f.eks. være tilfældet for ydelser som orienterende belysning, lukning af råhus og opvarmning.

Endelig kan de særlige vinterforanstaltninger udføres som regningsarbejde, men dette bør kun forekomme ved uforudseelige arbejder, for hvilke de ovenfor nævnte afregningsformer ikke har kunnet anvendes.



Der bør i alle tilfælde forelægges en endelig aftale om de særlige vinterforanstaltningers udførelse og betaling, forinden de skal iværksættes. Omfanget af iværksatte foranstaltninger bør forelægges bygherrens tilsyn mindst en gang om ugen.

En vellykket gennemførelse af byggeriet i vinterperioden forudsætter, at samtlige medvirkende - mestre og entreprenører samt de ved byggeriet beskæftigede arbejdere - grundigt informeres om, hvilke foranstaltninger der er planlagt for at holde arbejdet i gang. Det kan således anbefales, at der ved hver byggeplads af et rimeligt omfang etableres et vinterudvalg, der bør træde i funktion i så god tid, at det bl.a. kan nå at fastlægge dels bygherrens og mesterens opgaver, herunder spørgsmålet om, hvem der skal tilvejebringe det fornødne vintermateriale m.v., dels det ansvar, der på en række punkter påhviler arbejderne.

Ud over gennemførelsen af vinterforanstaltningerne skal arbejdsgiveren, jfr. bestemmelserne i socialministeriets bekendtgørelse af 26. april 1960 om velfærdsforanstaltninger i bygge- og anlægsvirksomhed, sørge for, at skurforholdene er i orden, herunder at der er adgang til at tørre arbejdstøjet.

## II. Byggeriets gennemførelse i vinterperioden.

### 1. Almindelige bemærkninger.

De særlige vinterforanstaltninger tilsigter at holde byggeriet i gang om vinteren og sikre imod, at der sker skader på udført arbejde. Der skal i det følgende føjes en række kommentarer til nogle af de krævede foranstaltninger, medens der generelt henvises til bogen »Vinterforholdsregler ved anlægs- og byggearbejder« (i det følgende referet som »Vinterbogen«), der er udarbejdet af arbejdsministeriets vinterkonsulenttjeneste med støtte af Udvalget for Helårsbeskæftigelse, som tillige med boligministeriets vinterkonsulenttjeneste vil kunne henvises til yderligere oplysende materiale, herunder nogle af de af Statens Byggeforskningsinstitut udarbejdede publikationer, samt brochuremateriale, der løbende udarbejdes af konsulenterne og af Udvalget for Helårsbeskæftigelse. Såvel »Vinterbogen« som dette materiale forhandles i Byggecentrums bogsalg.

### 2. Jordarbejde

Ikke alene frost, men også pløje giver hindringer, som kan medføre en alvorlig økonomisk belastning for et byggearbejde, hvorfor der tidligst muligt bør træffes foranstaltninger til imødegåelse af såvel frostskepedannelse som generende opblødning af jorden.

Afviklingen af arbejdspladsens interne transport af såvel mandskab som materialer og materiel bør tilrettelægges således, at vinterproblemer ved opblødte veje og gangstier undgås.

A. Bygherren må - i fornødent samarbejde med den projekterende tekniker:

- a) Foreskrive de under alle vejforhold brugelige tilkørselsveje til arbejdspladsen.
- b) Drage omsorg for, at eventuelle permanente veje og pladser, der indgår i det færdige projekt, projekteres og anlægges således, at de kan benyttes under det egentlige byggearbejde. Der må også tages hensyn til, at arbejds trafikken sandsynligvis er mere belastende for vejene end den endelige trafik, de egentlig anlægges for. Enten skal vejenes opbygning gøres kraftigere, eller også skal der sættes vægtgrænse for byggeplads trafikken. Vejene bør i øvrigt gøres så vidt færdige, at der kan udføres en midlertidig forseglet overflade, så vandnedtrængning forhindres.
- c) Foreskrive, i hvilken udstrækning og for hvilke tidsrum byggepladsveje m.v. skal være etableret og stå til rådighed for de enkelte entreprenører ved delentrepriser.

B. Den udførende entreprenør må:

- a) Om fornødent udbygge det eksisterende vejnet med interimsveje og gangstier med fornøden bæreevne og afløb for vand. Endvidere skal det sikres, at snefyndning skal kunne foretages effektivt og hurtigt. Det bemærkes, at anlæg af interimsveje, -pladser og gangstier *ikke* betales som en særlig vinterforanstaltning, da sådanne færdselsarealer under alle omstændigheder er nødvendige.
- b) Drage omsorg for, at interimsveje og gangstier holdes i brugelig stand.

Kloak og dræn bør lægges, før vinteren sætter ind, så byggepladsen kan holdes tør. Sne fjernes straks fra veje, pladser, stier, gangbroer og stilladser. Sait må kun benyttes mod islag på veje, men ikke andre steder på byggepladsen af hensyn til faren for ødelæggelse af armeringsjern og murværk.

Hvor udgravning for fundamenter foretages om vinteren, bør støbningen så vidt muligt følge umiddelbart efter. Kan dette ikke gennemføres, vil det ofte være nødvendigt at isolere udgravningen for at muliggøre senere opstilling af støbeforme samt for at undgå støbning mod frossen jord eller skridning af jorden ved vekslende frost og tø. God afvanding er en vigtig forudsætning for udførelse af jordarbejde om vinteren. Tilfyldnings- og planeringsarbejder kan ikke foretages med frossen jord.

### 3. Betonstøbning.

For beton, der fremstilles efter 1973-normernes kontrolklasse I og II, gælder, at den i forbindelse med disse kontrolklasser krævede journal for beton støbt under vinterforhold (d.v.s. med døgnet gennemsnitstemperatur mindre end + 5° C) skal indeholde oplysninger om temperaturforløbet i betonen, indtil frostsikkerhed er opnået.

Om ønsket fortsættes temperaturmålingen til brug ved fastsættelse af afformningstidspunktet.

Temperaturmålingens anvendelse til hærdningskontrol er udførligt beskrevet i »Vinterbogen«.

Det understreges, at alle opgivne tider for opnåelse af frostsikkerhed i beton forudsætter, at betonen er tilsat et luftindblandende middel.

For beton, der fremstilles efter kontrolklasse III i betonnormerne fra 1973 eller efter tidligere betonnormer, gælder følgende: Hvis luftens gennemsnitstemperatur beregnet som gennemsnittet af højeste og laveste temperatur indenfor det foregående døgn ligger under + 5° C eller forventes at ville falde under denne grænse inden for de første 3 døgn efter udstøbningen, eller såfremt der i denne periode kan forventes temperaturer under 0° C, skal der ved betonstøbning anvendes hurtighærdende cement samt luftindblandingsmidler, således at betonen får et luftindhold på 4-6 pct. Såfremt det ved styrkeproportionering bestemte cementindhold er mindre end 225 kg/m<sup>2</sup>, skal der endvidere tilsættes så meget ekstra cement, at cementindholdet kommer op på 225 kg/m<sup>2</sup>.

Vandcementforholdet må endvidere højst være 0,6. Blandingen skal foregå med varmt vand, og tilslaget skal være frostfrit. Dette gælder også for beton til fundamenter m.v. Tildækning af betonen med isolationsmåtter eller presenninger over et luftmellemrum skal foregå så hurtigt, at betonens begyndelsestemperatur efter tildækningen ikke er faldet under 12-14° C. Uden yderligere dokumentation for det forsvarlige heri må tildækningen først fjernes efter 3 døgn.

Er konstruktionerne spinkle, eller er betontemperaturen i tildækningsøjeblikket lavere end angivet ovenfor, skal der altid benyttes isolationsmåtter og eventuelt også tilføres varme efter udstøbningen. Der skal i så fald foretages temperaturkontrol af betonen efter udstøbningen. (Se »Vinterbogen«).

I perioder med minimumstemperaturer over + 5° C kan betonblandingen foretages uden brug af varmt vand, såfremt man sikrer sig, at alle materialer, der skal benyttes, er varmere end + 5° C.

Betonen skal straks tildækkes, såfremt der er udsigt til temperaturer lavere end + 5° C i løbet af de første 2 døgn efter udstøbningen. Tildækningen skal i så fald bevares i mindst 3 døgn.

Falder temperaturen under + 5° C i løbet af de første 2 døgn, f.eks. om natten, skal særlige foranstaltninger iværksættes, (varmetilførsel og evt. yderligere isolation).

Når betonen har været tildækket de 3 første døgn efter udstøbningen, kan afformning ske efter nedenstående skema. Luftens gennemsnitstemperatur i hærdningsperioden (kolonne 1) kan beregnes som gennemsnittet af højeste og laveste døgnstemperatur.

De i skemaet anførte tider kan reduceres, såfremt det forsvarlige heri påvises ved temperaturmåling og hærdningskontrol.

#### Afformningstider ved varierende udstøbningsforhold.

	Luftens gennemsnitstemperatur i hærdningsperioden	Sideform	Underforme, når spændvidden er:		
			under 3 m	3-4 m	4-6 m
Portland cement	7-10° C	1 uge	2 uger	3 uger	4 uger
	3- 7° C	1½ uge	3 uger	5 uger	6 uger
	0- 3° C	2 uger	4 uger	6 uger	8 uger
	+ 5- 0° C	3 uger	7 uger	11 uger	14 uger
Hurtighærdende cement	7-10° C	4 døgn	1 uge	1½ uge	2 uger
	3- 7° C	6 døgn	1½ uge	2 uger	2 uger
	0- 3° C	7 døgn	2 uger	3 uger	3 uger
	+ 5- 0° C	11 døgn	3 uger	4 uger	5 uger

For hurtigere at kunne genanvende forskallingen kan man, dersom man ved støbning af betondæk 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.

Forkortning af afformningstiderne kan opnås ved øget isolation eller ved ekstra varmetilførsel til betonen. Opmærksomheden henledes på de forskellige muligheder, der er for varmetilførsel til beton efter udstøbningen (se »Vinterbogen«), der navnlig vil kunne anvendes, hvor man ønsker at fremme hærdningen, men hvor f.eks. direkte indblæsning af damp eller varm luft ikke eller kun vanskeligt lader sig gennemføre.

Materialer, der anvendes til betonstøbning om vinteren, skal indeholde færrest mulige frostfarlige korn og må ikke indeholde stoffer, der forsinker hærdningsprocessen, f.eks. humusstoffer.

Cement skal opbevares tørt, og støbematerialer skal tildækkes med vandtæt materiale.

Salt må ikke anvendes til afslusning af armeringsjern og forskalling.

#### 4. Opmuring.

Til opmuring i frostvejr skal bruges tørre sten og en mørtel, der enten er varm ved udlægningen eller indeholder et frysepunktsænkende middel.

Stenene skal kunne suges mørtelen død, inden der dannes is i mørtelen. Stenene skal derfor stables på bræddeunderlag eller leveres på paller og skal være tildækket med et vandtæt materiale - eventuelt vintermåtter. Sten med stor sugsevne bør foretrækkes.

Vælges varm mørtel, kan denne fremstilles ved blanding af 1 kilo finmalet brændt kalk (pulverkalk) pr. balje (80 ltr. mørtel) eller ved at opføre mørtelen med varmt vand. Vandets temperatur må ikke overstige 60° C, og mørtelen må ikke blive varmere end 25° C. Tilsætning af ca. 12 liter 35° C varmt vand vil i reglen være tilstrækkeligt til en balje mørtel. Den varme mørtel skal bringes over i baljen straks efter fremstillingen, og baljerne bør være varmeisolerede.

For nybygninger projekteret i henhold til »Norm for murværk«, DS 414, kræves der ved opmuring i frostvejr, at mørtlens temperatur i baljen skal være mindst 9° C, medmindre der bruges frysepunktsænkende midler.

Anvendes frysepunktsænkende midler, kan mørtlens temperatur i baljerne være lavere end 9° C, men stenene skal stadig kunne suge mørtlen død, inden isdannelsen begynder.

Alkohol under visse former - f.eks. denatureret sprit - kan uden risiko for skadelige bivirkninger anvendes til kalkrige mørtler (kalkmørtel og mørtel KC 50/50). Pr. balje tilsættes mindst 1 ltr. og ikke over 3 ltr.

Ved anvendelsen af andre frysepunktsænkende midler skal fabrikanstens anvisninger nøje følges, og i øvrigt skal midlerne i henhold til DS 414 være godkendt af Dansk Ingeniørforenings permanente Udvalg for Murværk.

Glycerin og glykol må ikke anvendes, ligesom opmærksomheden henledes på, at frysepunktsænkende midler indeholdende vandopløselige salte - f.eks. klorider - kan have skadelige bivirkninger (virke tærende på metaller, gøre mørtlen vandsugende, give udbloomstringer).

Frysepunktsænkende midler kan hæmme cementens hærdning og bør derfor ikke anvendes ved rene cementmørtler og cementrige kalkcementmørtler (KC 20/80 og KC 35/65). DS 414 forbyder anvendelse af tilsætningsstoffer til murcementmørtler. Sådanne mørtler bør kun anvendes til vintermuring i opvarmet tilstand.

Mørtler fremstillet af lertigt sand bør undgås. Mængden af korn mindre end 0,06 mm må ikke overstige 8 pct. i vægt (DS 414, 3,3, 2).

Fugning bør ikke foretages i perioder med risiko for frostvejr.

## VEJLEDNING I SÆSONUDJÆVNINGSFORANSTALTNINGER INDENFOR ANLÆGSSEKTOREN.

(Vejledningen er udarbejdet i 1976 af Arbejdsdirektoratet, Entreprenørforeningen og Vinterkonsulenten for anlægsarbejder og godkendt af udvalget til fremme af beskæftigelsen ved anlægsarbejder, som oplæg til en egentlig vinterbekendtgørelse for anlægsarbejder).

## »VEJLEDNING I SÆSONUDJÆVNINGSFORANSTALTNINGER VED ANLÆGSARBEJDETS PROJEKTERING, TILRETTELÆGNING OG UDFØRELSE.

### INDLEDNING

Denne vejledning indgår som led i bestræbelserne for at udligne beskæftigelsen i anlægssektoren over årets 12 måneder.

Vejledningen er udarbejdet af et af arbejdsministeriet nedsat udvalg til fremme af beskæftigelsen ved anlægsarbejder om vinteren. Udvalget består af repræsentanter fra stat og kommuner, Specialarbejderforbundet i Danmark, Entreprenørforeningen samt Byggecentrum.

Som hidtil vil bygherrer, arkitekter, ingeniører, entreprenører og håndværksmestre kunne søge vederlagsfri bistand med hensyn til vinterarbejders planlægning og gennemførelse hos arbejdsministeriets konsulenttjeneste, der er henvist under Byggecentrum, Gydenløvesgade 19, 1600 København V., telefon (01) 12 73 73 og varetages af civilingeniør Axel Kofoed.

Det henstilles, at konsulentens bistand ved planlægningen af vejrligsforanstaltninger søges så tidligt som muligt under anlægsarbejdets planlægning og tilrettelæggelse.

Vejledningen er inddelt i følgende hovedafsnit:

- I. GENERELT
- II. SÆRLIGE VEJRLIGSFORANSTALTNINGER
- III. BYGHERRENS MEDVIRKEN.

### BILAG

1. Overenskomstsmæssige aftaler om vinterarbejde.
2. Eksempel på vinter(vejrligs) tilbudsliste.
3. Eksempler på anlægsaktiviteter og vejrligsforanstaltninger.
4. Litteraturoversigt.

## I. GENERELT

Alle anlægsarbejder bør ved lagttagelse af gældende overenskomst-mæssige vejrligsforanstaltninger og nødvendige særlige vejrligsforanstaltninger planlægges og tilrettelægges således, at de ikke hindres af vintervejrlig. Sådanne arbejder bør videresføres i de egentlige vinter-måneder, såfremt de ikke er afsluttet forinden.

### 1. Arbejdsplanlægning og tilrettelægning

Det er vigtigt, at foranstaltningerne bliver planlagt allerede under projekteringen af arbejderne, og at arbejdstilrettelægningen sker tidligst muligt.

I tilbudsmaterialet skal det klart angives, hvilke særlige vejrligsforanstaltninger der i påkomne tilfælde skal iværkstattes, og såfremt flere entreprenører samtidig optræder på arbejdspladsen, hvem der skal iværksætte, vedligeholde og fjerne dem, samt hvilke fag foranstaltningerne i så tilfælde skal gælde for.

I udbudsmaterialet bør endvidere være anført en forudsat mængde af de foreskrevne foranstaltninger, idet der løbende under projekteringsarbejdet foretages skøn over, i hvor stort omfang de forskellige foranstaltninger må forventes at blive nødvendige, idet for eksempel normalvejr lægges som grund. På grundlag af de beskrevne foranstaltningers art, og det anførte forventede omfang af de enkelte foranstaltninger, bør indhentes enhedspriser på de forskellige foranstaltninger, via en særlig tilbudsliste.

I bilag 2 er vist eksempel på en sådan tilbudsliste.

I bilag 3 er anført eksempler på:

- a: Projektplanlægning specielt ved jordarbejder.
- b: Aktiviteter der normalt kan udføres også om vinteren uden eller med meget beskedne vejrligsforanstaltninger.
- c: Aktiviteter hvor vejrligsforanstaltninger kan forudses både med hensyn til art og omfang, hvorfor de kan indregnes i tilbuddet, samt hvilke foranstaltninger det drejer sig om.
- d: Aktiviteter for hvilke arten, men ikke omfanget kan forudsiges, hvorfor de ikke som en fast sum kan indregnes i tilbuddet, samt hvilke foranstaltninger det drejer sig om.

Hvor der afholdes licitation, bør tilbud på de særlige vejrligsforanstaltninger afgives samtidig med hovedtilbuddet, således at bygherren kan tage hensyn også hertil ved afgørelsen af, hvem arbejdet overdrages til.

Der kan kræves opgivet en eller flere specificerede særpriser, der ikke mængdefastsættes, og derfor ikke medtages ved vurdering af hovedtilbuddet.

Såfremt det skønnes hensigtsmæssigt, kan der for visse særlige vejrligsforanstaltninger indhentes tilbud uden for licitationen blandt entreprenører på pladsen eller andre, hvor det synes særlig praktisk. Dette kan for eksempel være tilfældet for ydelser som belysning, hvor sådan ikke er indeholdt i tilbuddet.

Særlige vinterforanstaltninger kan udføres som regningsarbejde, såfremt foranstaltningernes art og omfang er vanskelige at forudse. Der bør i alle tilfælde foreligge en endelig aftale om særlige vejrligsforanstaltningers udførelse og betaling, forinden de iværksættes.

Bygherrens tilsyn bør orienteres om omfanget af iværksatte foranstaltninger mindst en gang om ugen.

En vellykket gennemførelse af anlægsarbejder i vinterperioden forudsættes, at samtlige medvirkende entreprenører og arbejdere grundigt informeres om, hvilke foranstaltninger der er planlagt for at holde arbejdet i gang. Det kan således anbefales, at der på enhver arbejdsplads ud over en vis størrelse etableres et særligt vinterudvalg, der nedsættes så tidligt, at det blandt andet kan nå at fastlægge bygherrens og entreprenørens opgaver - herunder spørgsmålet om, hvem der tilvejebringer det fornødne materiel med mere - samt det ansvar, der på en række punkter påhviler arbejderne.

Ud over gennemførelsen af vinterforanstaltninger skal arbejdsgiveren, jfr. bestemmelserne i socialministeriets bekendtgørelse af 26.4.1960, om velfærdsforanstaltninger i bygge- og anlægsvirksomhed, sørge for, at skurforholdene er i orden, herunder at der er adgang til at tørre arbejdstøjet.

### 2. Arbejdspladsens forberedelse

Inden vinterperioden skal nedenstående arbejder så vidt muligt være gennemført:

Nødvendige forsyningsledninger for vand, gas og el til selve arbejdspladsens drift.

Tilstrækkelige effektivt befæstede og afvandede færdselsarealer og materialeoplagsplasser.

Indkøb og/eller reservering af fornødent vintermateriel og -materialer.

### 3. Overenskomstmæssige vinterforanstaltninger

I bilag 1 er gengivet ordlyden af de gældende overenskomstmæssige vinterarbejdsaftaler for entreprenørområdet. Tilsvarende aftaler findes for andre fag, og skal iagttages hvor disse fag anvendes. Udgifterne til de overenskomstmæssige vinterforanstaltninger er normalt indeholdt i tilbudssummen for arbejder hvor aftalerne er gældende. Undtaget herfra er udgifterne til snerydning, der altid er holdt uden for tilbuddet, samt udgifterne til lysforanstaltninger, såfremt udførelsestidspunktet ikke er kendt på licitationstidspunktet.

### 4. Økonomisk vurdering

Formålet med at tilstræbe jævn beskæftigelse ved anlægsarbejder ved at fordele arbejdernes udførelse over samtlige årets måneder er primært af økonomisk art, idet der herved sikres en mere rationel udnyttelse af såvel arbejdskraft som materiel.

Ved enkelte aktiviteter vil total vintergennemførelse imidlertid kræve iværksættelse af så omfattende og udgiftskrævende foranstaltninger, at det ud fra en økonomisk vurdering er urimeligt at stille krav herom. Den enkelte bygherre bør, ved den økonomiske vurdering af i hvilket omfang foranstaltningerne skal iværksættes, have ovenstående formål for øje, således at såvel antallet af beskæftigede som omfanget af materielindsatsen medtages i vurderingen. Som en minimumsgrænse kan anføres, at det vil være økonomisk fordelagtigt, om der generelt iværksættes foranstaltninger ved sådanne aktiviteter, der ellers vil gå i stå, op til en beløbsramme, der andrager 15% af den samlede værdi af de aktiviteter, der muligvis udføres ved foranstaltningernes iværksættelse.

Bygherren bør, hvor arbejdet udbydes i licitation i udbudsmaterialet gøre opmærksom på, hvilken øvre grænse han vil fastsætte for udgifterne til vejrligsforanstaltninger.

Entreprenøren skal i så fald være indforstået med, at der kan ske midlertidigt arbejdsstop.

Eventuelle sikringsarbejder, der i tilfælde af et sådant arbejdsstop skal udføres for at hindre ødelæggelse af allerede udført arbejde, betales efter regning.

Betaling for standsningsperioder kan ske i henhold til enhedspriser - indhentet ved tilbuddet - eller efter dokumentation i hvert enkelt tilfælde.

## II. SÆRLIGE VEJRLIGSFORANSTALTNINGER.

I vinterperioden kan iværksættes følgende foranstaltninger, der, såfremt de ikke allerede er omfattet af de gældende overenskomstmæssige aftaler eller anden aftale, skal udføres som særlige foranstaltninger.

### 1. Fælles foranstaltninger ved alle anlægsarbejder.

Snerydning (udføres altid som særlig vinterforanstaltning), afisning og vandafledning.

Nødvendig belysning for at kunne udnytte arbejdstiden fuldt ud.

Nødvendig sikring af materialer mod vejrligets skadelige påvirkning.

### 2. Foranstaltninger ved jordarbejder.

Udskiftning af uegnet indbygnings (tilbagefylds) jord.

Forbedring af uegnet jord ved sammenblanding af jordmaterialer (se bilag 3) eller ved kalkforbedring.

Egentlig kalkstabilisering.

Etablering af vejrligsbetingede ikke stationære interimsveje.

Isolering mod frostskepedannelse.

Opbrydning af frostskeper såfremt isolering ikke har været iværksat.

### 3. Foranstaltninger ved kloakarbejde.

Anvendelse af rør med tørre samlinger og brønde med præfabrikerede bundløb.

Beskyttelse af tilbagefyldsjord mod vædeoptagelse og frost.

Løbende kontrol med rørlægning, så tilbagefyldning kan ske hurtigt efter opgravning. Eventuelt suppleret med overlangstransport af opgravet jord.

Etablering af interimsveje for overlangstransport (vejrligsbetingede).

Isolering mod frostskepedannelse.

Opbrydning af frostskeper såfremt isolering ikke har været iværksat.

### 4. Foranstaltninger ved betonarbejde.

Beskyttelse ved tildækning af udført form- og armeringsarbejde, mod sne og is.

Sikring mod frosthævning af stolper på jord.

Sikring af udstøbt beton ved:

Nødvendig isolering af form. Luftindblanding. Varm beton. Hurtig til-dækning (isolering) efter udstøbning. Sikring af nødvendig varmeudvikling mindst indtil frostsikring er opnået. Om nødvendigt varmetilførsel i hærdningsperioden (gælder især hvor små beton-mængder anvendes).

Ved udbud af et arbejde, hvor vinterperioden indgår som arbejdsperi-ode, bør bygherren i udbudsmaterialet stille krav om, at de bydende en-treprenører forpligter sig til gennemførelse af arbejdet i vintermåned-erne.

### III. BYGHERRENS MEDVIRKEN.

Ved udbud af et arbejde, hvor vinterperioden indgår som arbejdsperi-ode, bør bygherren i udbudsmaterialet gøre opmærksom på, at han vil medvirke til nødvendige foranstaltningers iværksættelse.

### Bilag 1: Overenskomstmæssige vinteraftaler.

Entreprenørområdet.

For at opnå en forøgelse af produktiviteten i perioden 1. november - 31. marts er parterne enige om, at der i dette tidsrum gennemføres de i nærværende aftale angivne foranstaltninger.

Foranstaltningerne gennemføres ved nyt jernbetonarbejde, herunder større ombygningsarbejder og arbejde i nøje tilknytning dertil, for så vidt angår:

- 1) bolig- og erhvervsbyggeri samt institutionsbyggeri,
- 2) broer, viadukter og underføringer.

Det er dog en forudsætning, at de omhandlede foranstaltninger efter forholdene er nødvendige og rimelige for arbejdets fortsættelse.

#### 1. Velfærdsmæssige foranstaltninger.

Læskærme opstilles på arbejdsgiverens foranledning ved følgende arbejdssteder:

- a) jernborde,
- b) flageborde,
- c) blandaeanlæg, rund- og båndsave og kilpe- og bukkemaskiner.

Hvor læskærme er til væsentlig gene for arbejdets gang, kan arbejderne forlange opstilling undladt.

Arbejderne sørger selv og uden betaling for flytning af flytbare læskærme ved samme arbejdssted.

#### 2. Beskyttelse af installationer.

Vandledninger søges sikret mod følgerne af frost.

#### 3. Beskyttelse af materialer.

Arbejdsgiveren skal stille fornødent afdækningsmateriale til rådighed og sørge for afdækning af materialer. De materialer, der anvendes til det daglige arbejde, og som er afdækket, er arbejderne pligtige til at afdække og tildække uden særlig betaling.

#### 4. Snerydning.

Arbejdsgiveren sørger for rydning af færdselsveje, herunder stilladser, i tilstrækkeligt omfang.

#### 5. Belysning.

Arbejdsgiveren etablerer, hvor det er nødvendigt for arbejdets udførelse, kunstig belysning af materialeoplag, materialetransportveje og arbejdssteder.

#### 6. Uoverensstemmelser.

Uoverensstemmelser vedrørende nærværende aftale afgøres ad sædvanlig fagretlig vej.

Bilag 2

Eksempel på vintertilbudsliste ved anlægsarbejder.

Pos. nr.	Ydelse	Enhed	kr.		
			Ansl. mgd.	Enhedspris	Ialt
	Tildækning af jord med vintermætter - (30 cm løs sammenkl. halm med plastdække)	m <sup>2</sup>			
	Samtlige ydelser i forb. med levering udlægning, vedligeholdelse og fjernelse af vintermætter (halm)				
	Opbrydning af frostskorpe, 0-20 cm - 21-50 cm	m <sup>2</sup>			
	Samtlige ydelser i forbindelse med opbrydning af frostskorpe udover de normale udgifter til opgravning og transport. Prisen er en tillægspris til udgravningsprisen.				
	Snerydning - Arbejdsmand	time			
	Traktor med kost	time			
	Grader	time			
	Lastvogn med tip	time			
	Den faste enhedspris skal omfatte samtlige ydelser, herunder udgifter til førere og formandsandel.				
	Afvanding med 3" pumpe				
	Leje af pumpe	md			
	Opstilling af pumpe	gang			
	Drift af pumpe	døgn			
	De faste enhedspriser skal indeholde samtlige ydelser som transport til og fra arbejdspladsen og arbejdsstedet, tilrigning til brug ved hver opstilling, drivmiddel, pasning og vedligeholdelse.				
	Jordforbedring med kalk-opblødt jord.				
	Anstiftning-kalksilo og tallerkenplov.	gang			
	Udspreddning og bearbejdning i 20 cm tykkelse 8 kg kalk/m <sup>2</sup> (ca. 3%)	m <sup>2</sup>			
	forøgelse af kalkmængden, pr. kg.	m <sup>2</sup>			
	Egentlig kalkstabilisering - blød jord.				
	Anstiftning som før, men jordfræser.				
	Udspreddning og bearbejdning i 20 cm tykkelse af 12 kg kalk/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>			
	forøgelse af kalkmængden, pr. kg.	m <sup>2</sup>			
	Forsegling med 1 kg/m <sup>2</sup> sur asfaltermulsion.	m <sup>2</sup>			
	De faste enhedspriser skal indeholde samtlige ydelser som transport til og fra arbejdsstedet, samt drift og vedligeholdelse af materiellet.				
	Etablering af Interimsveje.				
	F.eks. 6 m bred med nødvendige vigepladser 20 cm MS II og 10 cm GAB I	m <sup>2</sup>			
	Underlag af Fibertex	m <sup>2</sup>			
	De faste enhedspriser skal indeholde alle ydelser - levering af materialer, udlægning og komprimering				

Udfyldes med mængde skønnet af den projekterende, under projekteringen

Udfyldes af entreprenøren ved tilbud

Udfyldes af entreprenøren ved tilbud

Pos. nr.	Ydelse	Enhed	kr.		
			Ansl. mgd.	Enhedspris	Ialt
	Hjælp ved læsse og modtagelsessted for jord.				
	Grader type Cat 14	time			
	Doser type Cat D 6	time			
	Traxcavator type Cat 955	time			
	Gravemaskine type RB 30	time			
	<b>Betonarbejder</b>				
	Sikring af stilladstfundering, mod frosthævning eller nedsynkning i pløje.	m <sup>3</sup>			
	Den faste enhedspris skal indeholde alle ydelser i forbindelse med sikring mod sætningsskader, pr. m <sup>2</sup> færdig brodæk el. lign.				
	Tillægspris for varm beton med 4% lufttilsætning.	m <sup>3</sup>			
	Den faste enhedspris skal omfatte samtlige ydelser i forbindelse med levering og indbygning af varm beton med 4% luftindhold efter placering i formen. Betontemperaturen efter indbygningen skal være mellem 15 og 25° C, idet temperaturen fastsættes om morgenen på støbedagen.				
	Levering af vintermætter	m <sup>2</sup>			
	Den faste enhedspris skal omfatte samtlige ydelser i forbindelse med levering, vedligeholdelse, oplagring på arbejdspladsen og fjernelse efter arbejdets afslutning.				
	Udførelse af tildækning med vintermætter - vandrette flader - indt. 10° lodrette flader - mere end 60° skrå flader - 10-60°	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>			
	De faste enhedspriser skal indeholde samtlige ydelser i forbindelse med afhentning fra depot, udlægning, sikring, vedligeholdelse og fjernelse til depot.				
	Levering og udførelse med pressinger som vintermætter.				
	Leje af 50.000 kcal/time varmluftovn	md			
	Opstilling af varmeovn	gang			
	Drift af varmeovn	døgn			
	Samme bemærkninger som for pumpe.				

Udfyldes med mængde skønnet af den projekterende, under projekteringen

Udfyldes af entreprenøren ved tilbud

Udfyldes af entreprenøren ved tilbud

De ovenførte ansl. mgd. (anslåede mængder) er fastsat efter skøn. De anførte enhedspriser skal gælde selv om mængderne må forøges 100%, ligesom en eller flere, eventuelt alle de anførte poster skal kunne udgå uden at det medfører krav fra entreprenøren. Under udarbejdets udførelse foretages løbende opgørelse over omfanget af iværksatte ydelser, idet ingen ekstraydelse må iværksættes uden efter aftale med tilsynet, og der afregnes i henhold til reelt præsterede ydelser.

### Bilag 3.

- a. Projektplanlægning specielt ved jordarbejder.
- Arbejdstilrettelægningsplanlægningen bør foretages således, at der i rimeligt omfang sikres brugelig indbygningsjord også i vinterperioden. Indgår i arbejdet således større jordmængder, der skal hentes fra et koncentreret område, bør sådan jord i passende omfang søges reserveret til vinterarbejde. Når afgravning og transport sker under hensyntagen til, at vandoptagning skal undgås, vil indbygning og komprimering af den pågældende jord kunne ske uden særforanstaltninger.
- For at muliggøre transport kan det blive nødvendigt at etablere permanente eller rent midlertidige Interimsveje - for eksempel ved kalkstabilisering eller blot kalkforbedring af jorden på transportområdet.
- Bygherren skal drage omsorg for, at fornødne ekspropriationer og rydninger som ikke skal foretages af jordentreprenøren - foretages i så god tid, at jordarbejdets udførelse ikke standses af sådanne aktiviteter.
- Det er af stor betydning for arbejdets fortsættelse i den våde årstid, at komprimeringskrav ikke fastsættes højere end nødvendigt. Ved større jordarbejders projektering bør det indgå som et led i projekteringen at jordens vandindhold (naturlige) på det fremtidige arbejdsområde kortlægges.
- Normalt er det ofte således, at vandindholdet i 1/2 m dybde og dybere svinger ca. 3% året igennem, og er lavest i efterårsmånederne - oktober - november.
- Ved en kortlægning af vandindholdet kan foruddisponeres med hensyn til udskiftninger og sammenblandinger af jordmasser, enten alene af jord fra arbejdsområdet, eller med udefra tilbragte jordmaterialer.
- Det vil ofte være en fordel at foreskrive tilbragt tørre friktionsmaterialer til en eventuel nødvendig sammenblanding, derved reduceres de nødvendige mængder der skal tilbringes.
- Generelt gælder, at der i et jordarbejdes særlige betingelser skal anføres følgende: »Jordarbejder skal såvel i afgravninger som i påfyldninger foregå på en sådan måde, at der til stadighed er etableret en effektiv afvanding. Der skal under arbejdets udførelse, så længe projektet løvrigt tillader det, holdes et tværfald på arbejdsområdet på min. 40 ‰, og jordoverflader skal holdes således regulerede og komprimerede, at vand ikke kan samle sig og sive ned i jorden, og opløse denne.
- Såvel i afgravninger som i påfyldninger skal jorden derfor ved arbejdstidsophør og ved eventuelle stop af længere varighed aflattes og komprimeres.
- Såfremt der sker opblødning af jorden alene forårsaget af, at de her givne forskrifter ikke er overholdt, skal den derved opblødte jord omgående erstattes med anden jord på entreprenørens foranledning.
- Ovenstående anvisninger skal betragtes som en helt nødvendig forudsætning for at kunne udføre jordarbejde på vandfølsom jord i vinterperioden.

- b. Aktiviteter, der normalt kan udføres uden eller med beskedne vejrligsforanstaltninger.

---

Muldafrømning på sandede jorder.  
Større udgravning af sandede jorder.  
Blødbundsarbejder Incl. friktions - erstatningsfyld.  
Større påfyldning med sandede jorder.  
Lægning af ledninger for vandafledning med videre.  
Tilbagefyld med sand om fundamenter m.v. og ledninger.

Tildannelse af armering og form.  
Opstilling af stillads og form.  
Oplægning armering.  
Afformning.

Pæleramning på land.  
Sprængningsarbejder.

- c. Særlige vejrligsforanstaltninger, der kan forudses såvel i art som omfang, og som derfor kan forlanges indeholdt i tilbudet.

---

Fornævnte daglige afvandingforanstaltninger. Stabilisering af lokale arbejdssteder, der rent tidsmæssigt er bestemt til at falde i vinterperioden, og hvor kraftig pløredannelse må forventes. Ved vurderingen af omfang af sådan stabilisering skal der også tages velfærdsmæssige hensyn d.v.s. til det udførende mandskab's arbejdsmiljø.

- d. Aktiviteter, for hvilken art af vejrligsforanstaltninger kan foreskrives, men hvor foranstaltningernes omfang afhænger af vejrliget, samt summarisk opregning af foranstaltningerne.

---

Jordarbejder.  
Udskiftning af jord eller sammenblanding af jordmasser for at forbedre komprimeringssegenskaber. Kalkforbedring eller -stabilisering for forbedringer af komprimeringssegenskaber eller for forbedring af transportområder. Fibertex med grus for forbedring af transportområder. Frostbeskyttelse af fremtidige arbejdsområder eller forceret nedbrydning frostskepper.

Vejarbejder.  
Beskyttelse af grus mod væde og frost indtil komprimering er foretaget.



Brolægning, flisebelægning.

Frostbeskyttelse af gruslag. Eventuel partiel overdækning af det daglige arbejdsområde. Varm beton og tildækning.

Kantstenssætning.

Frostbeskyttelse af bundsikringslag, hvor udgravning for kantsten skal foregå. Varm beton. Tildækning.

Betonarbejder.

Sikring mod gener ved snefald ved tildækning af færdigudført form- og armeringsarbejde. Varm beton med luftindblandingsmiddel. Tildækning. Isolering. Eventuel varmetilførsel efter udstøbning (gælder især ved små betonmængder - elementsammenstøbning).

## Græske alfabet, nye og gamle enheder

Græske alfabet og benyttelse heraf.

Græske bogstaver anvendes i stor udstrækning til at karakterisere tekniske størrelser.

Nedenfor er givet en oversigt over det græske alfabet, samt en oversigt over hvorledes og med hvilken betydning græske bogstaver er anvendt i denne bog.

Alfa	$A$	$\alpha$ (A)	Ny	$N$	$\nu$ (N)
Beta	$B$	$\beta$ (B)	Ksi	$\Xi$	$\xi$ (X)
Gamma	$\Gamma$	$\gamma$ (C)	Omikron	$O$	$o$
Delta	$\Delta$	$\delta$ (D)	Pi	$\Pi$	$\pi$ (P)
Epsilon	$E$	$\epsilon$ (E)	Rho	$P$	$\rho$ (R)
Zeta	$Z$	$\zeta$ (Z)	Sigma	$\Sigma$	$\sigma$ $\varsigma$ (S)
Eta	$H$	$\eta$ (Y)	Tau	$T$	$\tau$ (T)
Theta	$\Theta$	$\theta$	Ypsilon	$Y$	$\upsilon$ (I)
Iota	$I$	$\iota$ [J]	Fi	$\Phi$	$\phi$ [F]
Kappa	$K$	$\kappa$ (K)	Khi	$X$	$\chi$
Lambda	$\Lambda$	$\lambda$ (L)	Psi	$\Psi$	$\psi$
My	$M$	$\mu$ (M)	Omega	$\Omega$	$\omega$

I parentes er angivet det tilsvarende latinske bogstav. Kantet parentes angiver, at det latinske bogstav ikke nøjagtigt svarer til det græske. For de små bogstaver kappa og fi ses ofte i amerikansk litteratur varianter, der er formindskede udgaver af tegnene for de tilsvarende store bogstaver.

I nærværende bog træffes græske bogstaver i afsnit 3.1 (jord) og afsnit 3.4 (beton) i flg. udstrækning og betydning:

$\delta$  (jord)-tørtæthed opnået ved indstampning i kg/l.

$\Delta$  (beton)-differens mellem to størrelser.

$\delta$  (beton)-dimensionsfaktor for en konstruktion (dæk, væg, søjle, bjælke) i m.

$\lambda$  (beton)-varmeledningstal i kJ subs. kcal/m · time · °C.

$\alpha$  (beton)-varmeovergangstal i kJ subs. kcal/m<sup>2</sup> · time · °C.

$\Theta$  (beton)-temperatur i °C.