

MØRTELTILSÆTNINGSSTOFFER

TIL BRUG VED VINTERBYGGERI

FRYSEPUNKTSSÆNKENDE STOFFERS SAMT BRÆNDT KALKS
INDFLYDELSE PÅ HUSBYGNINGSMØRTELS EGENSKABER

MORTAR ADMIXTURES FOR WINTER CONSTRUCTION

WITH AN ENGLISH SUMMARY

HENRY DÜHRKOP

KALK- OG TEGLVÆRKS LABORATORIET, ÅRHUS

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT RAPPORT NR. 11

I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1953

STATENS
BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

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

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

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

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

PUBLIKATIONER

Rapporter

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

Nr. 1: *Økonomisk varmeisolerings, Poul Becher*. 1949. 61 s. A₄. Kr. 7.—, 2. udgave 1950.

Nr. 2: *Gymnastiksales akustik, Poul Becher*. 1950. 2 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 3: *The Non-Destructive Testing of Concrete with Special Reference to the Wave Velocity Method, Johs. Andersen, Poul Nerenst and Niels M. Plum*. 1950. 80 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 4: *Testing of 11 Danish Concrete Mixers, Johs. Andersen, Per Bredsdorff, Niels H. Krarup, K. Malmstedt-Andersen, Poul Nerenst and Niels M. Plum*. 1951. 236 s. A₄. Kr. 25.—.

Nr. 5: *Sammenlignende undersøgelse af træ- og stålstilladser til husbygning, Niels H. Krarup*. 1951. 44 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 6: *Vinterbyggeri, forsøg afholdt af Statens Byggeforskningsinstitut i årene 1947—50, Niels M. Plum*. 1951. 108 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 7: *Dæk og huse, Niels M. Plum*. 1. del: Tekst, 178 s. 2. del: Figurer, 46 s. 1952. A₄. Kr. 20.—.

Nr. 8: *Trinlyd i beboelsesejendomme, Fritz Ingerslev og V. E. B. Ranfelt*. 1952. 40 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 9: *Tapet, rullelængde og rapportantal, Philip Arctander og Henry F. Holm*. 1952. 63 s. A₄. Kr. 6.—.

Nr. 10: *Trommelyd, undersøgelse over støj fra gulve, F. Larris*. 1952. 28 s. A₄. Kr. 2.50.

Nr. 11: *Mørteltilsætningsstoffer til brug ved vinterbyggeri, Henry Dührkop*. 1953. 40 s. A₄. Kr. 3.—.

Studier

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

Nr. 1: *Byggemodul, begrebets indhold og problemer i forbindelse med dets indførelse, Mogens Voltelen*. 1949. 30 s. A₄. Kr. 2.—.

Nr. 2: *Forslag til undersøgelser og forskningsopgaver indenfor boligbyggeriet*. 1949. 67 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 3: *The Predetermination of Water Requirement and Optimum Grading of Concrete under Various Conditions, Niels M. Plum*. 1950. 96 s. A₄. Kr. 15.—.

Nr. 4: *Om visse grundprincipper vedrørende prøvning af byggematerialer, med særligt henblik på betonprøvningen, Niels M. Plum*. 1950. 24 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 5: *Hvordan udføres en tør kælder?, Niels R. Steensen*. 1950. 15 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 6: *Skorstene for småhuse, Poul Becher*. 1951. 45 s. A₄. (Udsolgt).

Nr. 7: *Betonteknologiske studier i U.S.A., Poul Nerenst*. 1952. 88 s. A₅. Udenrigsministeriets serie: Teknisk bistand under Marshallplanen. Høst & Son. Kr. 7.—.

THE DANISH NATIONAL INSTITUTE
OF BUILDING RESEARCH

(20 Borgergade, Copenhagen K, Denmark)

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

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

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

PUBLICATIONS

Reports

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

No. 1: *Economical Heat Insulation, Poul Becher* (Danish text with an English Summary). 1949. 61 p. Size A₄. Kr. 7.—. 2. edition 1950.

No. 2: *Acoustics of Gymnasia, Poul Becher* (Danish text with a brief English Summary). 1950. 2 p. Size A₄. (Out of print).

No. 3: *The Non-Destructive Testing of Concrete with Special Reference to the Wave Velocity Method, Johs. Andersen, Poul Nerenst and Niels M. Plum*. (In English). 1950. 80 p. Size A₄. (Out of print).

No. 4: *Testing of 11 Danish Concrete Mixers, Johs. Andersen, Per Bredsdorff, Niels H. Krarup, K. Malmstedt-Andersen, Poul Nerenst and Niels M. Plum*. (In English). 1951. 236 p. Size A₄. Kr. 25.—.

No. 5: *Wooden and Steel Scaffolding for Building Construction, Niels H. Krarup*. (Danish text with an English Summary). 1951. 44 p. Size A₄. (Out of print).

No. 6: *Winter Construction, Experiments made by the Danish National Institute of Building Research in 1947—50, Niels M. Plum* (Danish text with an English Summary). 1951. 108 p. Size A₄. (Out of print).

No. 7: *Floor Constructions and Houses, Niels M. Plum* (Danish text with an English Summary). Part One: Text, 178 p. Part Two: Figures, 46 p. 1952. Size A₄. Kr. 20.—.

No. 8: *Impact Sound in Dwellings, Fritz Ingerslev and V. E. B. Ranfelt* (Danish text with an English Summary). 1952. 40 p. Size A₄. (Out of print).

No. 9: *Wallpaper, the Length of Roll and Number of Matches, Philip Arctander and Henry F. Holm* (Danish text, partly also in English). 1952. 63 p. Size A₄. Kr. 6.—.

No. 10: *Drum Noise from Floors, F. Larris*. (Danish text with an English Summary). 1952. 28 p. Size A₄. Kr. 2.50.

No. 11: *Mortar Admixtures for Winter Construction, Henry Dührkop* (Danish text with an English Summary). 1953. 40 p. Size A₄. Kr. 3.—.

Studies

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

No. 1: *Modular Coordination with a view to the Building Industry, Mogens Voltelen* (Danish text with a brief English Summary). 1949. 30 p. Size A₄. Kr. 2.—.

No. 2: *Proposals for Investigations and Research within the Housing Field* (Danish text). 1949. 67 p. Size A₄. (Out of print).

No. 3: *The Predetermination of Water Requirement and Optimum Grading of Concrete under Various Conditions, Niels M. Plum* (In English). 1950. 96 p. Size A₄. Kr. 15.—.

No. 4: *On Certain Fundamental Principles Regarding the Testing of Materials, with Special Reference to the Testing of Concrete, Niels M. Plum* (Danish text). 1950. 24 p. Size A₄. (Out of print).

No. 5: *Design and Construction of Dry Basements, Niels R. Steensen* (Danish text). 1950. 15 p. Size A₄. (Out of print).

No. 6: *Domestic Chimneys, Poul Becher*. (Danish text with an English summary). 1951. 45 p. Size A₄. (Out of print).

No. 7: *Study of Concrete Technology in U.S.A., Poul Nerenst* (Danish text with an English summary). 1952. 88 p. Size A₅. Publication series of the Ministry of Foreign Affairs: Technical Assistance under the E.C.A. Program. Publishers: Høst & Son. Kr. 7.—.

MØRTELTILSÆTNINGSSTOFFER TIL BRUG VED VINTERBYGGERI

Frysepunktssænkende stoffers samt brændt kalks indflydelse på husbygningsmaterialers egenskaber

MORTAR ADMIXTURES FOR WINTER CONSTRUCTION

With an English Summary

HENRY DÜHRKOP

Kalk- og Teglværkslaboratoriet, Århus

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT RAPPORT NR. 11

I kommission hos TEKNISK FORLAG København 1953

00848P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

INDHOLDSFORTEGNELSE .

(1)

oo

Side

Forord	II
A. Forsøgsmaterialer	1
a. Mørteltilsætningsstofferne	1
b. Mørtelstofferne	2
c. Mørtlerne	3
d. Mursten	3
B. Mørtlernes frysepunkt	3
C. Mørtlernes vandbehov og konsistensens variation med temperaturen	5
a. Mørtlernes vandbehov	5
b. Konsistensens variation med temperaturen	6
D. Mørteltilsætningsstofferne forhold med hensyn til udblomstring på såvel blank som pudset mur af tegl	8
a. Prøvelegemerne	8
b. Udblomstrende salte	9
c. Vandafgivelse	13
d. Supplerende forsøg	14
E. Mørteltilsætningsstofferne indvirkning på jern	15
F. Mørtlernes hygroskopiske egenskaber	18
G. Mørteltilsætningsstofferne indvirkning på pudsede fladers egnethed som grund for limfarve	23
H. Mørteltilsætningsstofferne indvirkning på mørtlernes styrke efter lagring i luft med lav eller normal temperatur	25
a. Prøvelegemernes fremstilling	25
b. Prøvelegemernes lagring	25
c. Styrkeprøvningen	25
d. Karbonatiseringsgraden	26
e. Vandindholdet	26
f. Kalkmørtlernes styrke	28
g. Cementmørtlernes styrke	28
K. Mørteltilsætningsstofferne indvirkning på vedhængningen af pudsmørtel udkastet på bræddeunderlag med rørvæv	29
Sammenfatning	32
English summary	35

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

F O R O R D .

oooooooooooo

Som et led i Statens Byggeforskningsinstituts (SBI) bestræbelser for at overkomme de teoretiske og praktiske vanskeligheder ved vinterbyggeri, blev der i november 1948 på Kalk- og Teglværkslaboratoriet med delvis støtte af SBI iværksat en forsøgsrække med det formål at bestemme de gængse tilsætningsstoffers virkning på husbygningsmørtels tekniske egenskaber, såsom frysepunktssænkning, varmeudvikling o.s.v.

I det følgende bringes en rapport over samtlige laboratorieresultater.

Der kan være anledning til at pointere, at rapporten - som de fleste af SBI's RAPPORTER - hovedsagelig har teoretisk interesse og ikke giver fuldstændige svar på de til sagen knyttede mere praktiske spørgsmål. Man vil således ikke her ved hjælp af rapporten alene altid kunne afgøre, om det i de enkelte tilfælde vil være praktisk eller økonomisk fordelagtigst at anvende mørtel uden tilsætningsstoffer, opvarmning eller med et af de undersøgte tilsætningsstoffer, ligesom behandlingen af en række praktiske forhold vedrørende arbejdets udførelse også er faldet udenfor rapportens rammer.

SBI skal imidlertid ikke alene igangsætte forskning men også sørge for, at resultaterne omsættes til praktisk brug på let tilegnelig måde, og det er derfor normalt vor praksis, samtidig med at en rapport offentliggøres, at udsende en tilsvarende PRAKTISK ANVISNING, som i koncentreret form tager direkte sigte på anvendelsen.

I det foreliggende tilfælde har rapporten foreligget så sent, at vi ikke har kunnet nå at få en anvisning færdig, før vinteren var forbi, og trods mange betænkeligheder har vi derfor fundet det praktisk at udsende rapporten alene i det håb, at også praktikerne kan have nytte af den.

I denne sidste forbindelse vil vi tilråde, at man begynder med at læse sammenfatningen side 32-34, og først hvis man finder fremstillingen her for kortfattet giver sig i lag med selve rapporten.

Der vil herefter ikke udkomme nogen selvstændig praktisk anvisning om mørteltilsætningsstoffer, men resultaterne vil blive indarbejdet i "Vinterbyggeriets ABC", som for tiden er til fornyet revision.

SBI vil gerne benytte lejligheden til her at takke de fabrikanter, der har stillet deres produkter til disposition for undersøgelsen og/eller er fremkommet med værdifuld kritik af manuskriptet, og en særlig tak vil vi rette til Kalk- og Teglværkslaboratoriets chef civilingeniør H. Dührkop for den store interesse og omhu, han har udvist ved forsøgenes tilrettelæggelse og udførelse og fortolkning.

Statens Byggeforskningsinstitut, 1953.

Niels Munk Plum

A. FORSØGSMATERIALER. (1)
oo

a. Mørteltilsætningsstofferne (2)

var

1. Solifrost
2. Sotex
3. Antifrosto
4. Tretol
5. Antifrig
6. Kalciumklorid (teknisk)
7. Magniumklorid (-)
8. Natriumklorid (-)
9. Brændt kalk i pulverform (stenkalk)
10. Denatureret sprit.

Stofferne 1-4 er saltholdige vædske og 5 et krystallinsk pulver; nogle af de karakteristiske fysiske og kemiske egenskaber hos disse stoffer er indført i tabel A.1. Stofferne fås i handelen ledsaget af brugsanvisning, som bl.a. rummer oplysninger om, hvilke mængder af stoffet, man skal sætte til en mørtel for at kunne anvende den ved forskellige kuldegrader indtil + 15 eller + 20°C. De i laboratoriet anvendte portioner af tilsætningsstofferne 1, 2 og 3 indkøbtes anonymt hos forhandlerne, medens de anvendte portioner af stofferne 4 og 5 blev indsendt til laboratoriet fra Statens Byggeforskningsinstitut. Stofferne 6-10 blev indkøbt af laboratoriet hos forhandlerne uden oplysning om anvendelsen. Den brændte kalk pulveriseredes i laboratoriet.

Tabel A.1. Mørteltilsætningsstofferne 1-5's egenskaber.

Stof nr.	Tilstandsform	Farve	pH-værdi	Vægtfylde v. stuetemp. g/cm ³	Tørstof g/liter	Bemærkninger
1	tyndtflydende vædske	svag gulliggrøn	6,1	1,28	645	Ved inddampning fremkommer en farveløs smeltetmasse, som stivner ved afkøling
2	tyndtflydende vædske	ingen	8,6	1,34	536	Ved inddampning efterlades et
3	tyndtflydende vædske	ingen	8,9	1,33	541	hvidt pulver
4	tyndtflydende vædske med opslemmede partikler	rød	8,0	1,24	387	Ændres ved inddampning til en sejgtflydende vædske
5	krystal-linsk	hvid				

Mørteltilsætningsstofferne 1-5 fandtes alle at indeholde kalciumklorid.

b. M ø r t e l s t o f f e r n e

(2)

var

KALK, hydratkalk indkøbt af laboratoriet hos en forhandler og i original emballage mærket: A/S De jyske Kalkværker, Hydratkalk.

CEMENT, Portland-Cement indkøbt af laboratoriet hos en forhandler og i original emballage mærket: Dansk Cement Central, Portland-Cement.

SAND, Havsand indkøbt af laboratoriet. Der indkøbtes såvel kalkmørtel-sand som betonsand. Ved sigtning på sigter med kvadratiske masker fandtes sandet at have følgende kornstørrelsesforhold, efter at de korn, som tilbageholdtes på 4 mm sigten, var bortkastet. Mængden af disse korn udgjorde 0,1 og 2,9 vægt% for henholdsvis kalkmørtel- og betonsand.

Kornstørrelse mm	Kalkmørtelsand vægt%	Betonsand vægt%
4 - 2	0,4	9,0
2 - 1	1,1	21,1
1 - 0,42	15,7	55,6
0,42 - 0	82,8	14,3
Ialt	100,0	100,0

Ved de senere under B, C, E, F og H omtalte forsøg fremstilledes de anvendte sandportioner ved sammenvejning af fraktionerne i de oprindelige vægtforhold.

VAND, Århusiansk ledningsvand.

c. M ø r t l e r n e

(2)

var

KALKMØRTEL, der i alle tilfælde fremstilledes af hydratkalk og tørt kalkmørtelsand i vægtforholdet 1:11,5 (8 %ig).

CEMENTMØRTEL, der i alle tilfælde fremstilledes af Portland-Cement og tørt betonsand i vægtforholdet 1:3.

d. M u r s t e n

(2)

anvendtes kun til de i afsnit D omtalte prøvelegemer og er beskrevet i dette afsnit (side 8-9).

B. M Ø R T L E R N E S F R Y S E P U N K T .

(1)

oo

For at undersøge den frysepunktssænkning, som brugen af mørteltilsætningsstofferne medfører, udførtes følgende forsøg.

Der fremstilledes først to mørtelportioner, een af kalkmørtel og een af cementmørtel, og vandtilsætningen afpassedes således, at mørtlerne fik baljekonsistens (se stk. C side 5). Derefter fremstilledes 2 sandfri mørtelportioner blandet af vand og bindemiddel i de ved konsistensbestemmelserne fundne mængdeforhold, og efter at have været under stadig omrøring i en time, blev den uopløste del af bindemidlet filtreret fra. Af hvert filtrat udtoges 9 portioner, som blandedes med hver sit mørteltilsætningsstof (den brændte kalk undtaget) og dannede 2 x 9 forsøgsvædske. Ved frysepunktbestemmelserne anbragtes en del af forsøgsvædsken i et vidt reagensglas forsynet med termometer, og dette reagensglas anbragtes i et tomt måleglas, således at reagensglasset var omgivet af luft til alle sider. Måleglasset anbragtes i en kuldeblanding, hvis temperatur var mellem + 10° og + 15° C. På grund af det isolerende luftlag mellem kuldeblanding og forsøgsvædske, blev denne afkølet meget langsomt, og når den var underafkølet så meget, at isdannelsen begyndte, skete bortledningen af den derved frigjorte varme så langsomt, at temperaturen steg til forsøgsvædskens frysepunkt og holdt sig konstant på denne temperatur i flere minutter, så den kunne aflæses med sikkerhed. Med hver forsøgsvædske foretoges tre bestemmelser.

Først undersøgtes mørteltilsætningsstofferne 1-5, for hvilke der forelå brugsanvisning. I brugsanvisningerne angaves mængden af mørteltilsætningsstof i forhold til støbevandsmængden varierende med den temperatur, mørtlen skulle anvendes ved. På grundlag af disse opgivelser bestemtes de i tabel B.1 indførte blandingsforhold efter rumfang eller vægt gældende for anvendelse ved $+ 7^{\circ}\text{C}$. Ved denne fremgangsmåde blev mængden af mørteltilsætningsstof i intet tilfælde mindre, end den ville være blevet i praksis ved brug af fugtigt sand.

Efter at frysepunktssænkningerne fremkaldt af mørteltilsætningsstofferne 1-5 var fundet, stod det tilbage at bestemme de mængder af de fire sidste mørteltilsætningsstoffer - brændt kalk undtaget - der skulle sættes til støbevandet, for at dette kunne få samme frysepunkt som de fem først undersøgte vædsker. Da disses frysepunkt varierede, men i gennemsnit var $+ 3,3^{\circ}\text{C}$ såvel for kalkmørtel som for cementmørtel, valgtes det at tilstræbe et frysepunkt på $+ 3,3^{\circ}\text{C}$. De rette stofmængder bestemtes grafisk, idet frysepunktet bestemtes for fire eller flere opløsninger med voksende koncentration, og de på figur 1 og 2 viste kurver optegnedes med frysepunktet som ordinat og stofmængden som abscisse. De fundne resultater er indført i tabel B.1.

Tabel B.1. Frysepunkter for mørtelvand indeholdende mørteltilsætningsstof.

Mørteltilsætningsstof	Tilsætningsstof : Mørtelvand		Opløsningens frysepunkt i $^{\circ}\text{C}$	
	Kalkmørtel	Cementmørtel	Kalkmørtel	Cementmørtel
1. Solifrost	1: 5,5 ¹⁾	1: 5,5 ¹⁾	$\div 3,3$	$\div 3,1$
2. Sotex	1: 5,4 ¹⁾	1: 5,4 ¹⁾	$\div 4,1$	$\div 4,1$
3. Antifrosto	1: 5,5 ¹⁾	1: 5,5 ¹⁾	$\div 3,6$	$\div 3,5$
4. Tretol	1: 4,5 ¹⁾	1: 4,5 ¹⁾	$\div 2,7$	$\div 3,0$
5. Antifrig	1:17 ²⁾	1:17 ²⁾	$\div 2,8$	$\div 2,8$
6. CaCl_2 , tekn. ³⁾	1:13,3 ²⁾	1:13,3 ²⁾	$\div 3,3$	$\div 3,3$
7. MgCl_2 , - ⁴⁾	1: 8 ²⁾	1: 8,7 ²⁾	$\div 3,3$	$\div 3,3$
8. NaCl , tekn.	1:20 ²⁾	1:20 ²⁾	$\div 3,3$	$\div 3,3$
10. Denat. sprit	1:10 ¹⁾	1:11 ¹⁾	$\div 3,3$	$\div 3,3$

1) Rumfangsforhold

2) Vægtforhold

3) Indeholder ca. 21% vand

4) Indeholder ca. 53% vand

Det fremgår af tabellen, at frysepunktet i intet tilfælde er kommet ned på -7° C. Når det oplyses, at man i praksis alligevel kan få gode resultater ved at anvende mørteltilsætningsstofferne 1-5 som angivet i brugsanvisningerne, kan forklaringen delvis være den, at det er rent vand, som danner iskrystallerne, når mørtelvandet fryser, og at den resterende vædske derved bliver mere koncentreret og får et lavere frysepunkt. Dersom denne forklaring er rigtig, og mørtlens temperatur kommer ned på den værdi, der er regnet med, må de dannede iskrystaller formodes at virke svækkende, såfremt de efterlader hulrum, når temperaturen atter stiger, og vandet fordamper.

C. MØRTLERNES VANDBEHOV OG KONSISTENS -
SENS VARIATION MED TEMPERATUREN. (1)

a. Mørtlernes vandbehov. (2)

De ved forsøgene undersøgte mørtler var som tidligere nævnt kalkmørtel med 8 vægt% kalkhydrat og cementmørtel med 25 vægt% Portland-Cement.

Ved fremstillingen af mørtlerne tilstræbtes det at anvende en sådan støbevandsmængde, at mørtlerne fik samme konsistens, som muremørtel normalt har ved anvendelsen. Denne konsistens - som foran og i det følgende er kaldt baljekonsistens - fandtes at svare til flydeevnen 2,0 bestemt på laboratoriets rystebord. Dette består af et stativ, som bærer en vandret, cirkulær stålplade, der for hver omdrejning på et håndsving løftes 9 mm af en ekscentrisk skive og derefter falder frit ned. Når mørtlens konsistens skulle måles, blev der midt på bordet udstøbt en mørtelkeglestub med 4,5 cm højde og med 6 cm diameter foroven og 9 forneden; denne keglestub udsattes derefter for 12 fald i 12 sekunder, og forholdet mellem den nye nedre diameter og den oprindelige - flydeevnen - anvendtes som mål for konsistensen.

Ved mørtelfremstillingen blandedes tørstofferne først tørt for hånden og derefter med støbevædsken i 3 minutter i en hånddrevet blandemaskine. Konsistensmålingen foretoges i alle tilfælde 15 minutter efter, at støbevædsken var tilsat. Støbevædskenes blandingsforhold var de i tabel B.1 opgivne. De vædskeformede mørteltilsætningsstoffer (1-4 og 10) var forud blandet med støbevandet; de pulverformede stoffer (5-8) var forud opløst eller opslømet i støbevandet; den brandte kalk (9) var blandet med de øvrige tørstoffer, og mængden var 30,6 g pr. liter støbevand for kalkmørtel og 44,3 g for cementmørtel, idet det var tilstræbt, at den skulle udgøre 12,5 g pr. liter mørtel. De til opnåelse af baljekonsistensen nødvendige vædskemængder er indført i efterfølgende tabel C.1.

Ved arbejdet med at fremstille kalkmørtel med magnesiumklorid som mørteltilsætningsstof konstateredes det, at denne mørtel i modsætning til de øvrige blev stivere i løbet af de 15 minutter, som hengik, før konsistensbestemmelsen blev foretaget; i løbet af denne tid blev der flere gange tilsat vædske for at øge flydeevnen. For nærmere at undersøge dette forhold blev der fremstillet endnu en mørtelportion, som straks fik tilsat en vædskemængde, der var så stor, at flydeevnen blev større end ved baljekonsistensen, og derefter blev mørtlens flydeevne målt med visse tidsmellemløb. Resultatet af disse målinger er indført i tabel C.2.

Tabel C.1. Støbevådskompongender pr. 100 g mørteltørstof (binde-
middel + sand) for mørtler med baljekonsistens.

Mørteltilsætnings- stof	Kalkmørtel		Cementmørtel	
	Støbevådske ml	Flydeevne	Støbevådske ml	Flydeevne
1. Solifrost	24,0	2,00	15,0	2,00
2. Sotex	22,4	2,01	17,9	1,95
3. Antifrosto	23,6	2,03	16,9	1,98
4. Tretol	24,0	1,98	16,3	1,97
5. Antifrig	24,4	2,01	15,0	2,04
6. Kalciumklorid	24,4	1,99	15,3	1,99
7. Magniumklorid	33,2	2,03	15,7	2,01
8. Natriumklorid	24,4	1,98	14,7	2,01
9. Brændt kalk (pul- verform)	23,6	2,02	14,7	1,95
10. Denat. sprit	24,0	2,01	15,3	1,98
11. Intet	24,0	2,00	14,5	2,01

Tabel C.2. Konsistensens variation med tiden for magniumklorid-
holdig kalkmørtel.

Mørteltilsætningsstof	Flydeevne efter minutter						
	15	20	25	30	60	120	240
Magniumklorid (36,1 ml opløsning 1:8 pr. 100 g mørteltørstof)	2,19	2,20	2,20	2,15	1,95	1,94	1,94

Dette forsøg viser - i overensstemmelse med det ved de første konsistensmålin-
ger iagttagne - at der, når mørtel vandet indeholder magniumklorid, sker en re-
aktion, som tilsyneladende binder vand eller gør kalken hurtig-størknende. En
sådan reaktion er tidligere konstateret (E. Suenson, "Ingeniøren" 1926, nr.46).

b. Konsistensens variation med
temperaturen.

(2)

Alle de forannævnte konsistensmålinger er foretaget ved en temperatur på ca.
19°C. For at undersøge, hvordan konsistensen ændredes, når mørtelstofferne
havde lavere temperatur, blev der også fremstillet mørtler og målt konsistenser

ved 7 og + 5°C. Målingerne udførtes i et fryserum, hvor materialer og rystebord var anbragt så lang tid i forvejen, at de havde antaget rummets temperatur, som var de nævnte 7 eller + 5°C. Resultatet af disse undersøgelser er indført i tabel C.3 og i figur 3 og 4.

Støbevadskemængderne var de i tabel C.1 indførte, som gav flydeevne ca. 2,0 ved stuetemperatur.

Tabel C.3. Mørtelkonsistensens variation med temperaturen.

Mørteltilsætningsstof	Kalkmørtlens flydeevne ved		Cementmørtlens flydeevne ved	
	7°C	+5°C	7°C	+5°C
1. Solifrost	2,04	1,54	1,93	1,51
2. Sotex	1,74	1,18	2,07	1,53
3. Antifrosto	1,96	1,36	2,58	2,13
4. Trotol	1,94	1,51	2,38	1,82
5. Antifrig	1,95	2,08	2,21	1,69
6. Kalciumklorid	2,05	1,79	2,07	1,49
7. Magniumklorid	2,7	2,6	1,90	1,69
8. Natriumklorid	1,89	2,03	2,07	1,69
9. Brændt kalk, pulverf.	1,84	-	2,07	-
10. Denatureret sprit	1,93	1,92	2,08	1,66
11. Intet	1,92	-	2,07	-

Ved at anbringe et termometer i mørteltørstofferne, efter at disse var blandet og umiddelbart før tilsætningen af støbevadske, konstateredes det, at temperaturen i regionen var mellem 1 og 1,5° højere end rummets, når denne var +5°, og mellem 0 og 1° højere, når den var 7°C.

Forsøgene viser nogen uregelmæssighed, idet mørteltilsætningsstofferne 2, 3 og 4's opførsel afviger fra flertallets, ligesom tilsætningsstof 7 giver kalkmørtel med afvigende egenskaber. For flertallet af mørtlerne er der ikke konstateret væsentlig ændring i konsistensen, når fremstillingen skete ved 7°C, hvorimod næsten alle cementmørtlerne og ca. det halve antal kalkmørtler fik flydeevnen væsentligt nedsat, når fremstillingen skete ved +5°C; undtaget er cementmørtel med mørteltilsætningsstof 3 og kalkmørtel med tilsætningsstofferne 5, 7, 8 og 10. Tilsætningsstofferne 2, 3, 4 og 5 syntes at have modsat virkning på konsistensen af kalkmørtel og cementmørtel fremstillet ved 7°C.

D. Mørteltilsætningsstofferne forhold med hensyn til udblomstring
oo

på såvel blank som pudset mur af tegl. (1)
oo

Prøvningen gennemførtes ved at lagre små, nymurede murværksprøvelegemer med blank eller pudset forside, under forhold som begunstigede saltudskillelse, og iagttage mængden af de udskilte salte, og hvor de fremkom.

Opmærksomheden må henledes på, at de mørtler, som anvendtes til forsøget viste sig at være udblomstrende. Undersøgelsen viser derfor kun i hvor høj grad tilsætningsstofferne er i stand til at hindre udblomstring.

a. Prøvelegemerne. (2)

De til undersøgelsen anvendte prøvelegemer fremstilledes af udvaskede mursten og af mørtel af udvasket sand ved sammenmuring af 4 hele sten på fladen og umiddelbart påfølgende indspænding af disse i stålramme. Murstenene var enten almindelige eller lette, gule, maskinstrøgne mursten med normalt murstensformat, og mørtlerne, hvormed de sammenmuredes, var enten kalkmørtel eller cementmørtel. Der fremstilledes ialt 80 prøvelegemer med mørteltilsætningsstoffer, nemlig 2 ens prøvelegemer af hver art. (Da der er undersøgt 10 mørteltilsætningsstoffer, 2 murstenssorter og 2 mørtelsorter, bliver antallet $2 \times 10 \times 2 \times 2 = 80$.) Desuden fremstilledes til sammenligning 16 prøvelegemer uden mørteltilsætningsstof, nemlig 4 for hver mørtel og 4 for hver stentype. Af de 2 eller 4 ens prøvelegemer blev det halve antal pudset, det andet halve ikke. En undtagelse danner dog de 2×4 prøvelegemer opmuret i cementmørtel uden mørteltilsætningsstof, hvoraf kun 2×1 prøvelegeme blev pudset.

Straks efter sammenmuringen blev prøvelegemernes bagside og smalflader dækket med vandtæt asfaltpapir, hvis randøsmeltedes fast til prøvelegemerne med indlagte asfaltstrimler, og hvis samlinger ligeledes søgtes smeltet lufttæt sammen med asfaltstrimler. Så snart asfaltpapiret var anbragt, således at prøvelegemernes vandoptagelse og vandafgivelse kun kunne ske gennem forsiden, blev stålrammerne, som var forzinkede og hver bestod af 2 stykker vinkelstål og 2 samspændingsbolte, anbragt og spændt, således at prøvelegemerne udsattes for et let tryk vinkelret på liggofugerne og dermed hindredes i at gå itu ved flytninger. Pudsningen foretoges for kalkmørtelprøvelegemernes vedkommende 15 og 16 døgn og for cementmørtelprøvelegemernes vedkommende 9 og 10 døgn efter sammenmuringen.

MURSTENENE indkøbtes på Stenderup Teglværk og omfattede 250 gule sten med normal rumvægt og 250 gule sten, hvis rumvægt var nedsat ved at blande brandbart stof i råleret. Til bedømmelse af stenene målttes længde og rumvægt med følgende resultater.

Tabel D.1 Forsøgsmurstenenes længde og middelrumvægten af sten med ens længde.

Sten med normal rumvægt		Sten med lav rumvægt	
Længde cm	Rumvægt kg/m ³	Længde cm	Rumvægt kg/m ³
23,0	1718	22,4	1400
23,1	1695	22,5	1450
23,2	1658	22,6	1368
23,3	1664	22,7	1341
		22,8	1420
Middel	1684	Middel	1396

Udvaskningen foretoges ved langvarig lagring i rindende vand. Ved fremstillingen af prøvelegemerne fordeltes de sorterede mursten således, at prøvelegemerne blev så vidt muligt ens, hvad stenlængde og rumvægt angik.

MØRTELSANDET var kalkmørtel- og betonsand indkøbt hos Århus Mørtel-Compagni A/S. Efter udvaskningen tørredes og deltes hver sandsort med sanddeler i 8 portioner. En portion af hver sandsort sigtedes med det i stk. A,b, side 3 nævnte resultat; de øvrige 7 portioner sigtedes ikke, men blandedes og deltes derefter med sanddeler i 12 portioner på 7 kg; af hver af disse portioner fremstilledes mørtel til sammenmuring af 4 sammenhørende prøvelegemer.

MØRTLERNE havde de i stk. A,c side 3 nævnte blandingsforhold, dette gælder også pudsmørtlen, der i alle tilfælde var kalkmørtel. Mørtlerne fremstilledes på samme måde som de i stk. C omtalte. Mørteltilsætningsstofferne tilsattes til såvel muremørtel som pudsmørtel og i de i tabel B.1, side 4 og C.1, side 6 nævnte mængder; den pulveriserede stenkalk tilsattes i de på side 5 nævnte mængder.

SAMMENMURINGEN OG PUDSNINGEN. Sammenmuringen af de 4 mursten i et prøvelegeme foretoges af laboratoriets personale, pudsningsen foretoges af en murer. Ved pudsningsen var prøvelegemerne lagt ned med forsiden opad, og denne kostedes over med vand, før pudslaget blev anbragt og bearbejdet med pudsebrædt.

PRØVELEGEMERNES LAGRING. Straks efter sammenmuringen anbragtes prøvelegemerne med forsiden lodret og liggefugerne vandret i et tørt kælderlokale. Luftens fugtighedsgrad var ca. 65% og dens temperatur ca. 20°C. Denne tilstand varede godt 300 døgn, og i den periode blev prøvelegemerne besigtiget og vejjet med visse tidsmellomrum. Resultatet af besigtigelserne er i sammentrængt form gengivet i tabel D.2, dog kun angående prøvelegemernes udseende ved forsøgets slutning, da udblomstringerne havde deres største omfang. Resultatet af vejningerne er delvis gengivet i tabel D.3, som angiver vægttabet for hvert prøvelegeme i tiden fra umiddelbart efter sammenmuringen til det tidspunkt i forsøgsperioden, hvor vægten var mindst.

b. Udblomstrende salte.

(2)

De notater, der ved lagringens slutning blev gjort vedrørende prøvelegemernes udseende, er i sammentrængt form gengivet i tabel D.2.

Tabel D.2. Pudsede og upudsede murværksprøvelegemers udseende ved forsøgsperiodens slutning.

Mørtel-tilsætningsstof	Kalkmørtel				Cementmørtel			
	Sten med normal rumvægt		Sten med lav rumvægt		Sten med normal rumvægt		Sten med lav rumvægt	
	pudset	upudset	pudset	upudset	pudset	upudset	pudset	upudset
1 Solfrost	1)		2)				1)	Svage udbl. langs kant
2 Sotex	1)	Svage udbl. langs fuge	1)	Meget svage udbl. langs fuge	1)	Svage udbl. på fugge	Svage udbl. langs kant 1)	Svage udbl. på fugge
3 Antifrost	1)	Svage udbl. på fugge	1)		1)			Svage udbl. langs kant
4 Tretol	1)	Svage udbl. langs fuge	1)		1)	Meget svage udbl. langs kant	1)	Svage udbl. langs fuge
5 Antifrig		Udbl. langs kant og fugge		Kraftige udbl. fortrinsvis langs fuge		Svage udbl. på fugge	Meget svage udbl. fortrinsvis langs kant	Ret kraftige udbl. langs og på fugge og langs kant
6 Kalciumpulorid			1)				1)	
7 Magniumpulorid	1)		1)		1)	Svage udbl. på fugge		

Tabel D.2 fortsat.

Mørtel- tilsat- nings- stof	Kalkmørtel				Cementmørtel			
	Sten med normal rumvægt		Sten med lav rumvægt		Sten med normal rumvægt		Sten med lav rumvægt	
	pudset	upudset	pudset	upudset	pudset	upudset	pudset	upudset
8 Natrium- klorid	Meget kraf- tige udbl.	Udbl. for- trins- vis langs fuge	Meget kraf- tige udbl.	Krafti- ge udbl. for- trins- vis langs fuge og kant	En del udbl. midt på prøvel.		Svage udbl. ved hjørne	Kraf- tige udbl. på og langs fuge
9 Brændt kalk		Udbl. på og langs fuge	Svage udbl. langs kant	Ret kraf- tige udbl. for- trins- vis langs kant		En del udbl. på og langs fuge	Svage udbl. ved hjørner	Meget kraf- tige udbl. på fu- ge, svage udbl. langs kant
10 Dena- ture- ret sprit	Svage udbl. langs kant	Meget kraf- tige udbl. på sten	Udbl. for- trins- vis langs kant	Meget kraf- tige udbl. på sten		En del udbl. på fu- ger og sten	Svage udbl. langs kant	En del udbl. på sten
11 Intet	Svage udbl. langs kant	Meget kraf- tige udbl. på sten	Svage udbl. langs kant	Meget kraf- tige udbl. på sten		Meget kraf- tige udbl. på fuge	Udbl. langs kant	Meget kraf- tige udbl. på fu- ge, ret krafti- ge udbl. på sten langs kant og fuge

1) Ved sidste besigtigelse fandtes pudslaget løsnet.

2) Ved besigtigelse efter $\frac{1}{2}$ år fandtes pudslaget løsnet.

Det fremgår af tabel D.2, at de saltholdige mørteltilsætningsstoffer 1 - 7 under de foreliggende forsøgsbetingelser er fundet at have nedsat tendensen til udblomstring af salte, idet de iagttagne saltmængder var væsentligt mindre end på prøvelegemerne uden mørteltilsætningsstof. På prøvelegemerne med tilsætningsstof 5 (Antifrig) var udblomstringerne kraftigere end på de øvrige.

Prøvelegemerne med natriumklorid og denatureret sprit som mørteltilsætningsstof havde lige så kraftige udblomstringer som prøvelegemerne uden mørteltilsætningsstof. Udblomstringerne på prøvelegemerne med brændt kalk var af noget mindre omfang, men dog kraftigere end på prøvelegemerne med Antifrig.

Det var at vente, at mængden af udblomstrede salte ville vokse med mængden af afgivet vand, men tabel D.3 viser, at dette ikke gælder i alle tilfælde. F.eks. har prøvelegemerne opmuret med kalkmørtel med calciumklorid haft de største vægttab og på sten med lav rumvægt ingen udblomstringer. For prøvelegemerne med natriumklorid, denatureret sprit eller intet mørteltilsætningsstof, der havde de kraftigste udblomstringer, var vandafgivelserne dog blandt de største. Uregelmæssighederne må formentlig hænge sammen med, at en del salte udskilles bag murværksoverfladen og derfor ikke er synlige.

Ved en analyse af mørteltilsætningsstofferne 1-5 fandtes disse - som nævnt i stk. A,a - alle at indeholde calciumklorid. Ved en analyse af de på prøvelegemerne fremkomne salte fandtes disse i alle tilfælde hovedsageligt at bestå af gips. Kun når mørteltilsætningsstoffet var natriumklorid fandtes der klor i de udblomstrede salte. Også dette tyder på, at nogle af saltene er udskilt bag murværksoverfladen.

Som det fremgår af tabellens fodnoter, syntes pudslagets vedhængning til murværk at blive nedsat ved anvendelsen af de fleste af de saltholdige mørteltilsætningsstoffer.

c. Vandafgivelse.

(2)

Prøvelegemernes vægttab bestemt som differensen mellem vægten straks efter sammenmuringen og den mindste vægt i forsøgsperioden er indført i tabel D.3. For de pudsede prøvelegemer er vægttabet udregnet som summen af vægttabene i perioderne før og efter pudsningen.

Det fremgår af tabel D.3 (side 13), at samtlige prøvelegemer har afgivet en betydelig vandmængde i den 300 døgn lange forsøgsperiode; ingen af vægttabene ligger påfaldende højt i forhold til middeltallene, hvorimod enkelte af dem ligger påfaldende lavt.

Ved at optegne kurver, som viste vandafgivelsens vækst med tiden, fandtes det iøjnefaldende, at vandafgivelsen for prøvelegemer opmuret i cementmørtel i de fleste tilfælde ophørte efter 100 døgn, medens dette for prøvelegemerne opmuret i kalkmørtel endnu ikke var sket efter 250 døgn; prøvelegemer opmuret i kalkmørtel med brændt kalk som mørteltilsætningsstof opførte sig dog i denne henseende som prøvelegemerne af cementmørtel.

Af tabellens middeltal udledes følgende:

Prøvelegemer opmuret i kalkmørtel har afgivet mere vand end tilsvarende prøvelegemer opmuret i cementmørtel. Forskellen er ca. 550 g eller ca. 320 g, eftersom prøvelegemerne er opmuret af sten med normal eller lav rumvægt. Dette skyldes formentlig såvel, at der er tilført større vandmængder med kalkmørtlen end med cementmørtlen, som at cementmørtlen forbruger vand ved hårdningen.

Prøvelegemer opmuret af sten med normal rumvægt har gennemsnitligt afgivet samme vandmængde som prøvelegemer opmuret af sten med lav rumvægt, når mørtlen er kalkmørtel, men mindre vandmængde, når mørtlen er cementmørtel. Det første er

Tabel D.3. Prøvelegemernes største vægttab i g i forsøgsperioden.

Mørteltilsætningsstof	Kalkmørtel					Middel	Cementmørtel					Middel
	Sten m.norm rumvægt		Sten m.lav rumvægt		Middel		Sten m.norm rumvægt		Sten m.lav rumvægt		Middel	
	pud-set	upud-set	pud-set	upud-set			pud-set	upud-set	pud-set	upud-set		
1. Solifrost	1034	1185	1023	919	1040	828	749	944	916	859	950	
2. Sotex	1231	1207	1141	1011	1148	933	635	1144	882	899	1024	
3. Antifrosto	1426	1322	1285	1183	1304	822	592	1145	992	888	1096	
4. Tretol	1470	1032	1339	1320	1290	818	489	1084	953	836	1063	
5. Antifrig	1234	1215	1486	1314	1312	716	388	1135	908	787	1050	
6. Kalciumklorid	1587	1390	1487	1179	1411	364	376	1101	586	606	1009	
7. Magniumklorid	1446	1232	1453	1163	1324	950	841	605	272	667	996	
8. Natriumklorid	1523	1198	1555	1253	1382	882	821	791	920	854	1118	
9. Brændt kalk	885	371	1101	596	738	969	746	1194	913	956	847	
10. Denatureret sprit	1489	1225	1590	1302	1402	616	525	1268	989	850	1126	
11. Intet	1482 1356	1286 1158	1566 1599	1378 1299	1391	776	542 201 190	1280	933 178 165	883	1137	
Middel	1347	1151	1386	1160	1249	789	609	1062	842	826	1038	

i overensstemmelse med, hvad man umiddelbart ville vente, idet de to stensorter blev opmuret i mørtler med samme vandindhold. Det sidste kan delvis forklares ved, at mørtlen mellem de mere sugende sten med lav rumvægt har afgivet mest og derfor bundet mindst vand, men dette kan ikke forklare hele den fundne vægtforskel.

Prøvelegemer med pudset forside har afgivet mere vand end tilsvarende upudsede. Dette er i overensstemmelse med, at der tilføres vand ved pudningen.

Betragter man tabellens enkeltværdier, er det iøjnefaldende, at prøvelegemerne opmuret af mørtel med brændt kalk som mørteltilsætningsstof har opført sig i strid med den foran nævnte almindelige regel, at vandafgivelsen er størst, når muremørtlen er kalkmørtel. De fundne, for nogle prøvelegemer meget store, afvigelser har ikke kunnet forklares.

For prøvelegemer opmuret i mørtel med denatureret sprit som mørteltilsætningsstof og for prøvelegemer opmuret uden mørteltilsætningsstof fandtes vandafgivelsen i mange tilfælde størst. Dette skyldes formentlig, at disse mørtler ikke fik tilført hygroskopiske salte og er i overensstemmelse med, at disse prøvelegemer havde de kraftigste udblomstringer.

d. Supplerende forsøg.

(2)

Til yderligere bedømmelse af mørteltilsætningsstoffernes forskelligheder udførtes følgende forsøg:

Der fremstilledes 11 vædskeportioner af kalkmørtelvand og 11 af cementmørtelvand (se stk. B) og til 10 portioner af hver slags sættes mørteltilsætningsstof i de i tabel B.1 nævnte mængder, hvorved vædskernes indhold af mørteltilsætningsstof skulle blive det samme som i de i mørtlerne forekommende vædsker. Vædskeportionerne, som hver var på 300 ml mørtelvand + mørteltilsætningsstof (hvor dette anvendtes) anbragtes i 22 stk. 600 ml bageglas, og derefter blev en 45 cm lang og 3 cm bred strimmel tykt trækpapir ophængt over hvert glas, således at den nedre ende netop rørte glassets bund. Glassene henstod ved stuetemperatur i luft med ringe cirkulation.

I løbet af de første døgn blev alle trækpapirstrimlerne våde helt op, og hvide salte begyndte at udskille sig. Saltudskillelsen begyndte først og var kraftigst på strimlerne i mørtelvand med natriumklorid som mørteltilsætningsstof, men der kom omtrent lige så hurtigt, men i mindre omfang, salte på strimlerne i mørtelvand med brændt kalk, denatureret sprit eller intet som mørteltilsætningsstof. Noget senere blev salte også synlige på strimlen i kalkmørtelvand med Sotex og på strimlerne i kalk- og cementmørtelvand med Antifrig og kalciumklorid som mørteltilsætningsstof, men da kun i meget små mængder. Vædskestanden i glassene var oprindelig ca. 6 cm. Den ændredes som opgivet i tabel D.4.

Kun på strimlerne i mørtelvand med Tretol, Antifrig, natriumklorid og brændt kalk som mørteltilsætningsstof fandtes der ved forsøgets slutning kraftige udskilte salte; disse fandtes hovedsageligt at bestå af henholdsvis kalciumklorid, bariumklorid, natriumklorid og kalciumkarbonat. De udblomstrede salte på de tilsvarende murværksprøvelegemer fandtes hovedsageligt at bestå af gips. Den tilsyneladende uoverensstemmelse må forklares ved, at det tungtopløselige gips i begge tilfælde er udskilt først, og at udskillelsen af de lettere opløselige salte er sket bag overfladen i murværksprøvelegemerne.

Tabel D.4. Fordampning fra glas med støbevædske.

Mørteltilsætningsstof	Vædskestand i glassene i cm efter		
	6 døgn	14 døgn	1 år
1. Solifrost	4,5	+	+
2. Sotex	5	+	+
3. Antifrosto	4,5	+	+
4. Tretol	4	+	+
5. Antifrig	2,5	o	o
6. Kalciumklorid	3,5	+	+
7. Magniumklorid	4	+	+
8. Natriumklorid	2	o	o
9. Brændt kalk	o	o	o
10. Denatureret sprit	o	o	o
11. Intet	o	o	o

+ betyder, at vædskestanden ikke var 0 men dog meget lav.

Iagttagelsen af, at nogle af vædskerne fordampede helt, er ikke fuldt i overensstemmelse med de i tabel D.3 indførte vægttab for murværksprøvelegemerne, af hvilke i hvert fald de med Antifrig- og natriumkloridholdig mørtel murede ikke fremviser særligt store vægttab, og prøvelegemerne muret med kalkmørtel med brændt kalk som mørteltilsætningsstof fremviser særligt små vægttab. Årsagen må formentlig delvis søges i, at den koncentration, ved hvilken en saltopløsning opsuges i et porøst materiale, kommer i ligevægt med den omgivende atmosfære, ikke alene afhænger af saltets art og atmosfærens fugtighedsgrad, men også af porevidden i det porøse materiale. At vædskerne med mørteltilsætningsstofferne 1, 2, 3, 4, 6 og 7 ikke fordampede helt, er i overensstemmelse med, at ingen af de tilsvarende murværksprøvelegemer - som det fremgår af tabel D.2 - fremviste nævneværdige udblomstringer, og med at dette er forklaret ved hygroskopiske egenskaber hidrørende fra mørteltilsætningsstoffernes salte.

E. Mørteltilsætningsstoffernes indvirkning på jern.

(1)

oo

Til bedømmelse af, om mørteltilsætningsstofferne beforder rustdannelse på f.eks. søm og hønsemet i pudslag, blev der fremstillet nogle mørtelplader, hvori søm med kendt vægt blev bragt i berøring med mørtlens porevand under forskellige forhold, og tæringen på sømmene - bedømt af deres vægttab - blev anvendt som mål for tilsætningsstoffernes rustfremmende evne.

Prøvelegemerne var 1 cm tykke plader med 20 cm sidelinie støbt i metalrammer på glasbund. Mørtlerne var kalkmørtel eller cementmørtel med de i stk. A, c nævnte blandingsforhold, og mørteltilsetningsstof tilsattes i de i tabel B.1 nævnte mængder. Der fremstilledes ot prøvelegeme af hver mørtelsort, dog to af hver mørtel uden tilsetningsstof, således at det samlede antal prøvelegemer blev 24. I hvert prøvelegeme anbragtes 8 søm, nemlig 4 stk. 1" dykker og 4 stk. alm. 1" søm. Samtlige søm var umiddelbart før anbringelsen blevet vasket i alkohol og vejjet. Dykkerne anbragtes vandret i pladernes midterplan langs diagonalerne med spidserne pegende mod hjørnerne og liggende ca. 7,5 cm fra disse. De almindelige søm anbragtes midt imellem dykkerne i samme afstand fra kanten som dykkernes midtpunkter; de anbragtes - så snart pladerne var støbt og afrettet - stående lodret med spidsen på glaspladen. Ved sømmenes anbringelse blev disse kun berørt med en pincet. Så snart sømmene var anbragt, blev prøvelegemerne (med ramme og bund) lagt på et bord i laboratoriet, og efter een uges forløb blev der pådryppet 25 ml destilleret vand jævnt fordelt over overfladen på hvert prøvelegeme, og derefter blev denne fugtning gentaget to gange om ugen.

Efter 5 måneders forløb blev prøvelegemerne brudt og sømmene udtaget, befriet for rust og vejjet.

Ved en besigtigelse umiddelbart før brydningen fandtes mørtlen omkring de delvis indstøbte søm i nogle tilfælde at vise svage tegn på rustsprængninger på oversiden og at have rustpletter eller forhøjninger på undersiden. Sprængningerne og forhøjningerne forekom især hos cementmørtlerne, og rustpletter på undersiden forekom især hos kalkmørtlerne. Rustpletter på oversiden omkring de delvis indstøbte søm forekom på næsten alle prøvelegemer; helt undtaget var kun kalkmørtelprøvelegemerne med Solifrost og Antifrost som mørteltilsetningsstof. Udfør de helt indstøbte søm sås kun rustpletter og kun på 3 prøvelegemer, nemlig på undersiden af prøvelegemerne af kalkmørtel med Trotol, Antifrig og magnesiumklorid som tilsetningsstof.

På mørteloverfladen sås der i intet tilfælde salte, hvorimod der i to tilfælde iagttoges salte på den frie del af de delvis indstøbte søm; saltene viste sig at være sulfater og forekom som trådede vækster på sømmene i cementmørtelprøvelegemerne med Antifrig og natriumklorid som mørteltilsetningsstof.

Alle kalkmørtelpladerne fandtes at være fuldt karbonatiserede, hvorimod karbonatiseringen af cementmørtelpladerne kun var trængt 2-3 mm ind fra oversiden og knapt 1 mm ind fra undersiden. Ved de delvis indstøbte søm i cementmørtelpladerne fandtes karbonatiseringen at være trængt dybere ind i mørtlen i et tragtformet område omkring sømmene og med toppunkt i nærheden af disses spids.

Ved udtagningen fandtes den indstøbte del af de delvis indstøbte søm i alle tilfælde at være rusten. De helt indstøbte søm i kalkmørtel fandtes også at være rustne, mens dette kun i underordnet grad eller slet ikke var tilfældet med sømmene i cementmørtel; sømmene i cementmørtel med brændt kalk, denaturet sprit eller intet som mørteltilsetningsstof syntes helt rustfri.

Straks efter udtagningen blev alle sømmene kogt i 20%ig natriumhydroksydopløsning med zinkstøv, hvorved rusten løsnedes og faldt af. Efter dette blev sømmene tørret og vejjet. De ved forsøgene fundne vægttab er indført i tabel E.1.

Tabel E.1. Vægttab i mg for 4 delvis eller helt indstøbte søm.

Mørteltilsætningsstof	Kalkmørtel		Cementmørtel	
	Delvis indstøbte søm	Helt indstøbte søm	Delvis indstøbte søm	Helt indstøbte søm
1. Solifrost	51,7	125,6	74,8	41,5
2. Sotex	35,8	89,4	51,3	28,7
3. Antifrosto	35,9	108,2	66,6	29,6
4. Tretol	44,3	57,3	22,6	31,0
5. Antifrig	43,3 ¹⁾	157,7	64,3	41,1
6. Kalciumpulor.	43,3 ¹⁾	68,4	88,7	50,7
7. Magniumpulor.	51,6	122,7	110,8	29,2
8. Natriumpulor.	68,7	192,1	80,5	25,4
9. Brændt kalk	52,7	26,0	45,1	0,4
10. Denatureret sprit	37,4	39,4	29,8	0
11. Intet	34,4	28,2	37,8	0,8
12. Intet	46,8	31,4	28,7	0

1) Disse tal er usikre, fordi sømmene fra de to prøvelegemer (5 og 6) blev blandet. De måtte derfor vejes under eet, og de angivne vægttab er det halve af det samlede.

Af tabellen fremgår følgende:

De helt indstøbte søm i kalkmørtel har gennemsnitligt haft det største vægttab og de helt indstøbte søm i cementmørtel det mindste. Dette stemmer med, at kalkmørtlen ikke er så tæt som cementmørtlen. At de delvis indstøbte søm i kalkmørtel derimod gennemsnitligt har haft mindre vægttab end de tilsvarende søm i cementmørtel, må forklares ved, at mørtlen omkring de sidstnævnte søm var sprængt og derved blevet utættere end kalkmørtlen. Denne forklaring bekræftes af, at cementmørtlens karbonatisering gik dybest omkring de delvis indstøbte søm.

De i kalkmørtel indstøbte søms vægttab fandtes gennemsnitligt at være proportionalt med den indstøbte overflade.

Uanset de to mørtelsorters forskellige tæthed viser vægttabene for de helt indstøbte søm, at de saltholdige mørteltilsætningsstoffer 1-8 fremmer tæringen i modsætning til stofferne 9 og 10, der - ligesom "intet" - praktisk taget har kunnet anvendes i cementmørtel uden rustdannelse. At vægttabene for de delvis indstøbte søm i cementmørtel ikke så klart fører til samme resultat, skyldes formentlig de nys nævnte lokale sprængninger; for kalkmørtlens vedkommende er tætheden for ringe til at hindre rustdannelse.

F. MØRTLERNES HYGROSKOPISKE

oo

EGENSKABER.

(1)

oooooooooooooooooooooooooooo

Til bedømmelse af mørtlernes evne til at optage vanddamp fra luften blev der fremstillet et antal mørtelstænger med og uden mørteltilsætningsstof, og disse stænger blev derefter lagret i fugtig luft og deres vægtstigning bestemt. Stængernes mål var 2 x 2 x 12 cm; de støbtes samtidigt med de i stykke H omtalte stænger - een af hver slags - og fremstillingsmåde og blandingsforhold var som der beskrevet. Efter 8 ugers lagring ved stuetemperatur med ugentlige fugtninger med vand henlå prøvelegemerne på tremmehylder i laboratoriet i 7 måneder. Efter denne tids forløb tørredes prøvelegemerne - ialt 24 - ved 24 døgns lagring i strømmende luft ved 40° C.

Efter at tørvægten var bestemt, blev prøvelegemerne lagt på hver sin glasplade og anbragt i en lagringskasse med meget nær vandmættet luft. Her henlå stængerne i 542 døgn. Kassen stod i en dyb kælder, hvor lufttemperaturen kun undergik meget små variationer, og kassen var omhyggeligt varmoisoleret for yderligere at nedsætte mulighederne for, at luften i kassens indre skulle undergå sådanne temperatursvingninger, at vanddamp af den grund fortøttede sig på prøvelegemerne. Med visse tidsmellomrum besigtigedes og vejedes prøvelegemerne; vejningen foregik i kælderen. Den langvarige lagring forud for tørringen og lagringen i vandmættet luft blev gennemført, for at stængernes karbonatisering kunne forløbe så vidt, at de ved forsøgene konstaterede vægtændringer i overvejende grad kunne tilskrives vandoptagelse fra luften.

Under lagringen i fugtig luft gjordes følgende iagttagelser:

Kalkmørtel: Efter 21 døgns lagring havde der dannet sig små vanddråber på overfladen af stængen med Tretol. Efter 60 døgns lagring fandtes glaspladen at være fugtig under stængen med natriumklorid. Efter 102 døgns lagring fandtes tilsvarende fugtighed under stængen med magnesiumklorid. Efter 119 døgns lagring fandtes tilsvarende fugtighed under stængerne med Antifrost, Tretol og calciumklorid.

Cementmørtel: Efter 102 døgns lagring fandtes der lyse salte på siderne af stængerne med natrium- og magnesiumklorid. Endvidere havde der dannet sig små vanddråber på oversiden af stængen med Solifrost. Efter 119 døgns lagring fandtes der lyse salte på siderne af en af stængerne uden mørteltilsætningsstof. Endvidere havde der dannet sig små vanddråber på oversiden af stængerne med Antifrig og calciumklorid. Efter 159 døgns lagring fandtes der lyse salte på siderne af stængerne med brændt kalk og denatureret sprit som mørteltilsætningsstof samt på den anden stang uden mørteltilsætningsstof.

Samtlige stænger fandtes at øge deres vægt under lagringen i fugtig luft, men vægtstigningen foregik med aftagende hastighed. Endnu efter 200 døgn fandtes vægtstigningen dog ikke afsluttet, men de regelmæssige vejninger blev afbrudt og stængernes lagring fortsat i endnu et år, efter hvilket de vejedes for sidste gang (542 døgn).

De efter 50, 100, 150, 200 og 542 døgn lagring konstaterede vægtstigninger er indført i tabel F.1. (side 19)

Ved vejningerne i de første 200 døgn iagttoges der som foran nævnt på de fleste af glaspladerne fugtighed langs stængernes liggeflade, og denne fugtighed blev ikke fjernet førend ved den næstsidste vejning, som fandt sted efter 234 døgn lagring. Ved den lejlighed blev stængerne løftet af glaspladerne og disse vejret før og efter aftørring. De fundne vægte af fugtigheden på glaspladerne er indført i tabel F.2 (side 20-21), og omfatter altså vædskemængden på glaspladerne bortset fra den, som fulgte med stængerne. Ved sidste vejning efter 542 døgn lagring var vædskemængden på nogle af glaspladerne atter vokset og så stor, at de ikke kunne bringes over på vægten, uden at en del af vædskan løb af. Den sidste vejning blev derfor foretaget, efter at vandet var hældt af og pladerne tørret. Vægtstigningerne efter ialt 542 døgn lagring kan af den grund ikke umiddelbart sammenlignes med de øvrige og er derfor sat i parentes i tabel F.1.

Tabel F.1. Mørtlernes vandoptagelse ved lagring
i vandmættet luft.

Mørteltil- sætnings- stof	Kalkmørtel					Cementmørtel				
	Vægtstigning i g efter døgn					Vægtstigning i g efter døgn				
	50	100	150	200	542	50	100	150	200	542
1 Solifrost	4,24	6,07	6,90	7,38	(7,55)	4,12	5,25	5,72	6,11	(7,74)
2 Sotex	4,55	6,25	7,20	8,25	(9,07)	5,90	6,95	7,35	7,76	(9,23)
3 Antifrosto	4,40	6,02	7,00	7,50	(7,89)	4,09	6,50	6,73	6,95	(9,31)
4 Tretol	4,41	6,73	7,45	8,25	(6,89)	4,04	4,65	4,96	5,25	(7,59)
5 Antifrig	4,45	7,60	8,61	10,25	(12,83)	4,10	5,46	6,55	7,40	(7,84)
6 Kalcium- klorid	5,35	6,85	8,50	9,41	(8,79)	4,22	5,20	5,48	6,00	(7,09)
7 Magnium- klorid	10,85	15,10	16,40	17,50	(14,81)	3,30	4,06	4,55	4,99	(6,58)
8 Natrium- klorid	8,28	11,55	11,80	13,15	(14,39)	4,25	6,70	8,50	9,72	(7,90)
9 Brændt kalk	0,83	1,12	1,15	1,27	(1,89)	3,55	4,80	5,38	5,90	(7,16)
10 Denature- ret sprit	0,56	0,80	0,80	0,93	(1,31)	3,26	4,05	4,37	4,73	(6,41)
11 Intet	0,60	0,85	0,95	1,10	(1,96)	3,26	4,34	4,80	5,25	(6,62)
12 Intet	0,65	0,95	0,95	1,10	(1,82)	3,05	3,79	4,09	4,40	(5,97)

Tabel F.2. Fugtmængde på glaspladerne efter 234 døgn lagring og mørtlernes udseende efter 542 døgn lagring i vandmettet luft.

Mørteltilsætningsstof	Fugt på glaspl. efter 234 døgn g	Kalkmørtel	Cementmørtel	
		Udseende af prøvelegeme og glasplade efter 542 døgn	Fugt på glaspl. efter 234 døgn g	Udseende af prøvelegeme og glasplade efter 542 døgn
1 Solifrost	0,01	stang: mat fugtig glasplade: vanddækket	0,04	stang: udblomstringer på overfladen + oversiden glasplade: våd under stangen
2 Sotex	0,20	stang: intet særligt glasplade: våd under stangen	0,01	stang: vanddråber på overfladen glasplade: intet særligt
3 Antifrosto	0,37	stang: intet særligt glasplade: våd under stangen, mere end 2	0,01	stang: vanddråber på langsiden glasplade: intet særligt
4 Tretol	2,40	stang: vanddråber på overside og en langsiden glasplade: som 2	0,00	stang: vanddråber og udblomstringer på langsider glasplade: lidt våd under stangen
5 Antifrig	0,02	stang: Intet særligt glasplade: som 3	0,09	stang: vanddråber og udblomstringer på langsider glasplade: våd under stangen, mere end 1
6 Kalciumklorid	0,94	stang: intet særligt glasplade: som 2	0,04	stang: Udblomstringer på langsider og endeflader glasplade: som 5
7 Magniumklorid	2,22	stang: intet særligt glasplade: som 1		stang: udblomstringer på overflade glasplade: som 1
8 Natriumklorid	0,86	stang: intet særligt glasplade: som 2	1,43	stang: udblomstringer på langsider glasplade: vanddækket

Fortsættelse af tabel F.2.

Mørteltil- sætnings- stof	Fugt på glaspl. efter 234 døgn g	Udseende af prøvelegeme og glasplade efter 542 døgn	Fugt på glaspl. efter 234 døgn g	Udseende af prøvelegeme og glasplade efter 542 døgn
9 Brændt kalk	0,02	intet særligt	0,02	stang: udbloomstringer på langsider og ved kanter glasplade: som 4
10 Denature- ret sprit	0,02	intet særligt	0,03	stang: udbloomstringer på langsider og ved kanter glasplade: som 4
11 Intet	0,07	intet særligt	0,02	stang: udbloomstringer på langsider og ved kanter glasplade: som 1
12 Intet	0,03	intet særligt	0,00	stang: udbloomstringer på overfladen glasplade: som 1

Af tabellerne fremgår følgende vedrørende vægtstigningerne:

Kalkmørtel: Vægtstigningerne for stængerne med brændt kalk, denatureret sprit eller intet som mørteltilsætningsstof fandtes at være små og langt mindre end for alle de øvrige stænger - også cementmørtelstængerne - og jævnt voksende. Vægtstigningerne for de øvrige kalkmørtelstænger var især større, når mørteltilsætningsstoffet var magnesium- eller natriumklorid. For stængerne med brændt kalk, denatureret sprit eller intet som mørteltilsætningsstof fandtes vægtstigningen at fortsætte endnu efter 200 døgn, og tages der hensyn til fugtmængden på glaspladerne (tabel F.2) syntes dette også i hovedsagen at være tilfældet med de saltholdige mørtler.

Cementmørtel: Vægtstigningerne for stængerne med brændt kalk, denatureret sprit eller intet fandtes nok at være blandt de mindste, men forskellen mellem disse og de øvrige stængers vægtstigning var langt mindre end for kalkmørtel. Vægtstigningen for stængerne med magnesium- og natriumklorid var - navnlig for magnesiumkloridstængerne - ikke dominerende store som for de tilsvarende kalkmørtelstænger. For næsten alle cementmørtelstængerne gjaldt det, at vægtstigningen ikke var ophørt efter 200 døgn. Fugtmængderne på glaspladerne var her i næsten alle tilfælde betydeligt mindre end for kalkmørtel (tabel F.2).

Undtagelser fra reglen om, at de saltholdige kalkmørtelstænger og cementmørtelstængerne øger deres vægt endnu efter 200 døgn, dannes af kalkmørtelstængen med magnesiumklorid og cementmørtelstængen med natriumklorid som mørteltilsætningsstof; disse stænger syntes ikke at have øget deres vægt efter 200 døgn lagring, formentlig fordi porerne allerede på dette tidspunkt var vædskefyldte.

Ved vandafgivelsesforsøgene i stk. D,c fandtes prøvelegemerne af mursten opmuret i cementmørtel hurtigere at komme i ligevægt med atmosfæren ved udtørringen end prøvelegemerne opmuret i kalkmørtel. Noget tilsvarende er altså ikke genfundet ved den her omhandlede vandoptagelse.

Af de ved besigtigelsen gjorde notater vedrørende stængernes og glaspladernes fugtighedstilstand fremgår det, at alle stængerne undtaget kalkmørtelstængerne med brændt kalk, denatureret sprit eller intet som mørteltilsætningsstof har vist tydelige tegn på hygroskopicitet.

G. MØRTEL TILSÆTNINGSSTOFFERNES

oo

INDVIRKNING PÅ PUDSEDE FLADERS

oo

EGNEHED SOM GRUND FOR LIMFARVE. (1)

oo

Prøvningen gennemførtes med de 46 af de under stk.D omtalte 80 murværksprøvelegemer, som var pudset. Den pudsede flade var ca. 23 x 25 cm², og pudsmørtlen var 8%ig kalkmørtel med eller uden mørteltilsætningsstof, som det fremgår af tabel B.1 og C.1.

Da pudslagene var 2½ år gamle, blev de strøget med gul limfarve af en kyndig maler, og mængden af påført farve blev bestemt ved vejning. Endvidere blev malerens udtalelser vedrørende pudsfladernes karakter med henblik på egnetheden for strygning noteret, og da limfarven var 1 uge gammel, søgtes farvelagets tendens til afsmitning bedømt ved at gnide et stykke hvidt lærred mod farvelaget. Lærredet var lagt om en pegefinger og blev trukket tværs over hver pudsflade med et nyt stykke af lærredet om fingeren for hver pudsflade. Der fremkom derved en gul plet på lærredet, og forskelle i denne farvemængde søgtes brugt som mål for afsmitningen.

Limfarveforbruget bestemt som differens mellem prøvelegemernes vægt umiddelbart efter og før strygningen er indført i tabel G.1 (side 24).

Tabellens tal viser, at pudslagene på murværk muret i cementmørtel gennemsnitligt optog en lidt større farvemængde end pudslagene på murværk muret i kalkmørtel. Årsagen hertil er måske den, at det murværk, som var muret i cementmørtel, fik tilført mindst vand med muremørtlen og derfor har suget mest vand fra pudsmørtlen, således at der ikke er blevet arbejdet så meget bindemiddel frem i overfladen som i pudslagene på murværk muret i kalkmørtel.

Ved en sammenligning af de forskellige mørteltilsætningsstoffers indflydelse på farveforbruget findes afvigelserne i alle tilfælde undtaget eet at være så små, at man ikke tør drage nogle slutninger deraf. Kun magniumklorid som mørteltilsætningsstof synes at nedsætte farveforbruget.

Af malerens udtalelser vedrørende pudsfladernes karakter fremgik, at fladerne udviste forskelle med hensyn til, hvor let det var at få farven til at dække. En del af forskellene syntes at være tilfældige, men det var karakteristisk, at pudslagene på de i cementmørtel murede prøvelegemer havde flere løse sandskorn i overfladen end pudslagene på de i kalkmørtel murede, hvilket er i overensstemmelse med den foran givne forklaring på, at de førstnævnte flader havde det største farveforbrug. Pudsfladerne med Tretol og magniumklorid som mørteltilsætningsstof betegnedes som særligt behagelige at stryge på.

Hvad farvelagens tendens til afsmitning angik, var de ved hjælp af pletterne på lærredet konstaterede forskelle meget små; det eneste, som med sikkerhed kunne fastslås, var, at pudsfladerne på murværk muret i kalkmørtel og med Tretol som mørteltilsætningsstof smittede lidt mindre af end de øvrige. For samtlige pudsflader gjaldt det, at lærredet skulle gnides ret hårdt imod fladen for at fremkalde afsmitning, at gnidningen ikke fremkaldte væsentlige ændringer i fladens udseende, at man ikke kunne konstatere nogen afsmitning ved at stryge sin håndflade hen over pudslaget.

Tabel G.1. Limfarveforbrug i g ved 1 gang strygning på en ca. 23 x 25 cm² flade, pudset med 8%ig kalkmørtel med eller uden mørteltilsetningsstof.

Mørteltilsetningsstof	Sten med normal rumvægt		Sten med lav rumvægt	
	muret i KM	muret i CM	muret i KM	muret i CM
1 Solifrost	17	17	18	16
2 Sotex	20	20	21	18
3 Antifrosto	19	17	19	21
4 Tretol	15	19	14	18
5 Antifrig	16	17	18	20
6 Kalciumpulorid	14	20	18	17
7 Magniumpulorid	9	13	12	15
8 Natriumpulorid	16	15	15	17
9 Brændt kalk	18	15	17	17
10 Donat. sprit	12	19	15	19
11 Intet	14	16	15	18
12 Intet	18		19	
Middel	15,7	17,1	16,7	17,8

H. Mørteltilsætningsstoffernes indvirkning på mørtlernes styrke
oo
efter lagring i luft med lav eller normal temperatur. (1)
oo

a. Prøvelegemernes fremstilling. (2)

Styrkeforsøgene udførtes med mørtelstænger 2 x 2 x 12 cm støbt i messingforme med glasbund, 3 stænger i hver form.

De ved mørtelfremstillingen anvendte materialer er omtalt i stk. A, b og blændingsforholdene i stk. A, c; mørtlerne fremstilledes som i stk. C beskrevet.

Umiddelbart efter at konsistensbestemmelsen var foretaget, blev støbningen af stængerne påbegyndt, idet formene fyldtes i 2 lag, som hvert stampedes 50 gange med en stålstamper, der vejede 28 g og havde kvadratisk tværsnit med 1 cm sidelinie. Af hver mørtelportion fremstilledes 9 stænger. For at efterligne den sugende virkning fra sten i murværket blev mørtlerne, så snart formen var fyldt og mørteloverfladen afrettet, anbragt mellem trækpapir, idet der lagdes 4 lag trækpapir og en glasplade ovenpå formen, hvorefter denne blev vendt, og glasbunden fjernet og erstattet med 4 andre lag trækpapir og en glasplade. For at hindre trækpapiret i at danne buler belastedes den øverste glasplade. For at hindre mørtlen i at hænge fast i trækpapiret pudredes mørteloverfladerne forud med fint sand. Efter 3 timers henstand blev stængerne afformet og anbragt 3 og 3 på glasplader, een stang fra hver form.

b. Prøvelegemernes lagring. (2)

Stængerne lagredes til at begynde med i 3 patentspande med tætsluttende låg, 1 ved stuetemperatur, 1 ved 7°C og 1 ved +4°C. Hensigten med at lagre stængerne i patentspande var at gøre mængden af atmosfærisk luft omkring stængerne - kultveilmængden - ens. Efter 7 døgns lagring blev cementmørtelstængerne anbragt på net i stedet for på glasplader, men kalkmørtelstængerne ikke, fordi de ved lav temperatur lagrede stænger var for svage dertil. Med 1 uges mellemrum - første gang da stængerne var 1 uge gamle og sidste gang 1 uge før prøvningen - blev stængerne taget op af patentspandene og efter 1 times henliggen i laboratoriet fugtet på oversiden med så meget vand, som de kunne optage. Derefter blev de lagt tilbage i spandene. Da stængerne var 4 uger gamle, blev de ikke længere lagret i patentspande men henlagt frit i laboratoriet eller i de afkølede skabsrum. Efter yderligere 4 til 5 ugers lagring blev stængerne styrkeprøvet.

c. Styrkeprøvningen. (2)

omfattede både stængernes bøjningsstyrke og deres trykstyrke. Bøjningsstyrken bestemtes ved at anbringe stængerne simpelt understøttet med 10 cm spændvidde og belaste dem til brud med en enkeltkraft på midten; en af de ved støbningen lodretstående sideflader var trækside. Trykstyrken bestemtes ved at belaste brudstykkerne fra bøjningsforsøgene til brud gennem 2 kvadratiske stålplader med 2 cm sidelinie lagt på de sideflader, der var træk- og trykside ved bøjningsforsøget. Resultatet af styrkeprøvningen er indført i tabel Nr. 2 (side 27).

Straks efter styrkeprøvningen blev mørtlernes karbonatiseringsgrad og vandindhold bestemt. Hertil udtoges 2 brudstykker fra midten af hver stang.

d. K a r b o n a t i s e r i n g s g r a d e n (2)

søgte bedømt ved at dryppe fenolftalein (der farves rød af base) på det ene brudstykke og betragte arealet af den ufarvede (karbonatiserede) del af den mørtelflade, der var brudflade ved bøjningsforsøget, som mål derfor.

På de ved stuetemperatur lagrede kalkmørtelstænger forblev kun 55-65% af arealet ufarvet, og det rødfarvede areal skød sig som en tunge ind over tværsnittet fra den mod liggefladen - glaspladen - vendende sideflade, hvor tungen havde stangens fulde bredde. På de ved 7°C lagrede stænger forblev kun en smal skorpe langs den ved lagringen opadvendende flade ufarvet. På de ved +4°C lagrede stænger forblev intet område ufarvet.

På alle cementmørtelstængerne forekom der pletvis rødfarvning overalt på tværsnittet.

e. V a n d i n d h o l d e t (2)

bestemtes ved tørring ved 110°C af det andet brudstykke fra hver stang. Vægttabet bestemtes for hver 3 sammenhørende stænger under eet, og de fundne værdier er indført i tabel H.1.

Tabel H.1. Mørtlernes vandindhold ved prøvningen (efter 8-9 ugers lagring) i % af mørtlernes tørvægt på samme tid.

Mørteltilsætningsstof	Kalkmørtel lagret v. stuetemp.			Cementmørtel lagret v. stuetemp.		
	7°C	+4°C		7°C	+4°C	
1. Solifrost	1,3	1,1	15,0	4,9	5,1	7,2
2. Sotex	1,1	1,6	14,0	5,9	5,7	9,1
3. Antifrosto	1,4	1,1	12,0	5,7	5,6	8,3
4. Tretol	1,5	1,2	13,6	5,3	5,6	7,5
5. Antifrig	1,2	1,1	13,4	4,6	4,8	5,6
6. Kalciumklorid	1,3	0,9	13,1	5,6	5,6	7,2
7. Magniumklorid	3,1	4,0	15,4	4,4	4,9	6,6
8. Natriumklorid	1,7	2,0	13,5	4,3	4,5	6,1
9. Brændt kalk	0,3	0,4	13,9	3,9	4,3	5,0
10. Denat. sprit	0,3	0,3	13,3	3,8	4,3	5,0
11. Intet	0,3	0,4	11,2	3,9	4,3	4,7
12. Intet	0,3	0,5	14,0	4,0	4,3	5,0

Styrketallene er indført i tabel H.2, hvor hvert tal normalt er middeltal af 3 enkeltværdier for bøjningsstyrkernes og af 6 for trykstyrkernes vedkommende. For nogle af de ved lav temperatur lagrede kalkmørtelstænger var styrken så ringe, at stængerne knækkede, før bøjningsforsøget blev udført.

Tabel H.2. Mørtlernes bøjnings- og trykstyrke i at efter 3 ugers luftlagring ved forskellige temperaturer.

Mørteltil- sætnings- stof	Kalkmørtel lagret ved						Cementmørtel lagret ved					
	stuetemp.		7°C		+4°C		stuetemp.		7°C		+4°C	
	s ^b	s ^c	s ^b	s ^c	s ^b	s ^c	s ^b	s ^c	s ^b	s ^c	s ^b	s ^c
1 Solifrost	6,3	8,3	2,0	2,2			62	198	80	305	51	280
2 Sotex	7,1	5,5	2,1	1,7			61	208	74	288	47	173
3 Antifrosto		4,2		1,7			72	253	80	253	47	215
4 Tretol	6,7	7,8	2,0	1,9			65	240	71	283	32	250
5 Antifrig	6,9	7,6	1,8	1,7			71	313	79	338	51	288
6 Kalcium- klorid	12,9	6,3		1,7			72	285	78	325	58	245
7 Magnium- klorid	2,9	2,5					79	318	76	368	54	250
8 Natrium- klorid	9,0	7,4	2,3	1,6			82	263	82	368	56	285
9 Brandt kalk	10,5	4,5	1,9	1,6			82	363	81	425	56	313
10 Denatur. sprit	8,6	6,0		1,6			92	290	74	328	56	258
11. Intet	5,6	6,5	2,0	1,6			90	310	87	428	58	300
12. Intet	4,2	5,7	2,1	1,8			94	370	82	410	58	285

Tabel H.2 viser følgende:

f. Kalkmørtlernes styrke (2)

aftog væsentlig med lagringstemperaturen. Af styrketallene kan intet udledes om forskelligheder i de enkelte tilsætningsstoffers indflydelse på mørtlens styrke, dertil er styrketallene for usikre. Dog fandtes de magniumkloridholdige stænger at være meget svage. Usikkerheden må navnlig tilskrives den usymmetriske karbonatisering, som medførtes af nødvendigheden af at lagre stængerne på glasplader. Dette har navnlig virket forstyrrende for de ved stuetemperatur lagrede stænger (se stk. H,d) og navnlig ved trykforsøgene, hvor belastningen er blevet ekscentrisk. Heri må forklaringen på, at trykstyrken i talrige tilfælde er fundet lavere end bøjningsstyrken, også søges, og styrkeprøvningens resultater er iøvrigt kun videregivet, fordi de utvetydigt viser, at mørtlerne har opnået større styrke ved lagring i luft ved stuetemperatur end i luft ved 7°C. For de i luft ved +4°C lagrede stænger blev styrken ikke bestemt, idet mørtlen vedblivende var ukarbonatiseret og i nogen grad plastisk.

g. Cementmørtlernes styrke (2)

fandtes for trykstyrkens vedkommende størst efter lagring i luft ved 7°C, men ikke for bøjningsstyrkens, idet de med mørteltilsætningsstofferne 7 - 12 fremstillede stænger fandtes at have lige så stor eller større bøjningstyrke efter lagring ved stuetemperatur. Disse stænger fandtes (se tabel H.1) at have et lidt lavere vandindhold end de øvrige såvel efter lagringen ved stuetemperatur som efter lagringen ved 7°C, og måske skyldes bøjningsstyrkens uregelmæssigheder heraf forårsagede overfladespændinger eller revnedannelser, som jo har langt større indflydelse på bøjningsstyrken end på trykstyrken.

Undersøger man forholdet mellem bøjningsstyrken og trykstyrken, findes det på få undtagelser nær at aftage med aftagende lagringstemperatur; ved lav temperatur kan trakstyrken altså ventes at vokse langsommere i forhold til trykstyrken end ved normal temperatur. Gennemsnitsværdierne for forholdet $S^b:S^c$ var:

Cementmørtelstænger lagret ved stuetemperatur	0,27
" " " 7°C	0,23
" " " +4°C	0,20

De største styrketal fandtes for mørtler med brændt kalk eller intet som mørteltilsætningsstof. De øvrige mørteltilsætningsstoffer har nedsat styrken i ulige grad.

K. Mørteltilsætningsstofferne indvirkning på vedhængen af
 ooo

pudsmørtel udkastet på bræddeunderlag med rørvæv. (1)
 ooo

Prøvningen gennemførtes ved at måle den kraft, der skulle til for at trække cirkulære pudsskiver med 25 cm diameter løs fra en pudset flade. Pudsfladerne var træflager af forskallingsbrædder beslået med rørvæv, og pudsmørtlen var 8%ig kalkmørtel med eller uden mørteltilsætningsstof, som det fremgår af tabel B.1 og C.1. Kalkmørtlen indkøbtes færdigblandet men efterblandedes i laboratoriet. Træflagerne var 50 x 150 cm, og rørvævet var fastet med for-zinkede rørsøm efter skabelon; sømafstanden var 15 cm, og afstanden mellem ståltrådene var ca. 16 cm. Pudsningen foretoges af en murer, der kastede mørtlen på; træflagerne stod lodret under pudsningen, og der pudsedes ialt 12 flager, 1 med hvert mørteltilsætningsstof og 2 med mørtel uden tilsætningsstof. Først udkastedes et mørtellag over rørvævet, og 3 døgn senere udkastedes endnu et mørtellag som grovpuds. Efter yderligere 2 døgn forløb blev finpudsningen foretaget. Finpudsmørtlen, der blev trukket på, indeholdt samme mørteltilsætningsstof som flagens øvrige pudslag og i mængde som indført i tabel B.1; den fremstilledes af 8%ig kalkmørtel ved tilsætning af så meget hydrat-kalk, at kalkindholdet blev øget til 22% af mørtlens tørvægt. Finpudsmørtlens støbevandsmængde og konsistenstal er indført i tabel K.1; vedsketilsætningen skete efter murerens anvisning, og finpudsmørtlens konsistens var "vådere" end baljekonsistens. Da pudscarbejdet var afsluttet, henstilledes træflagerne op ad en skillevæg i laboratoriet.

Tabel K.1. Støbevandskemængder pr. 100 g mørteltørstof
 (bindemiddel + sand) for kalkmørtel til finpuds.

Mørteltilsætningsstof	Støbevædske ml	Flydeevne
1. Solifrost	27,5	2,23
2. Sotex	24,0	2,38
3. Antifrost	31,0	2,44
4. Tretol	26,8	2,20
5. Antifrig	26,0	2,41
6. Kalciumklorid	28,5	2,37
7. Magniumklorid	30,2	2,22
8. Natriumklorid	28,0	2,22
9. Brændt kalk	27,2	2,39
10. Denat. sprit	27,8	2,21
11. Intet	26,5	2,29
12. Intet		

- 30 -

Bestemmelsen af vedhængningsstyrken foretoges, da pudslagene var ca. $\frac{1}{2}$ år gamle. Bestemmelsen foretoges med et af Kalk- og Teglværkslaboratoriet konstrueret apparat, som er vist på fig 5. A er en cirkulær aluminiumplade med 25 cm diameter; dens forside er plan og dens bagside forsynet med høje ribber, der stråler radiært ud fra en cylinder i midten. Denne cylinder har på forsiden en udboring, som danner sæde for en kugleskål, og på bagsiden en snævrere udboring, hvorigennem en trækstang T kan indføres. Trækket fra trækstangen overføres til aluminiumpladen gennem en møtrik, som ligger an mod kugleskålen, når der trækkes i stangen. Pladen limes fast til pudslaget med en vandfri og meget stiv lim, som ikke trænger væsentligt ind i pudslaget. Når limen er størknet, gennemskæres pudslaget langs pladens rand med en ringformet savklinge med lidt over 25 cm indvendig diameter. Derefter anbringes en kvadratisk træplade af krydsfiner og med et cirkulært hul med 25,3 cm diameter omkring aluminiumpladen og fastgøres til væggen, således at træpladen ikke rører aluminiumpladen. Til træpladen er fastgjort en stiv ring R af U-stål og til denne to stålspindler S. Når træpladen er anbragt, føres trækstangen forsynet med to målerammer H og et måleuret U til længdeændringsmålinger ind i aluminiumpladens udboring og skrues ind i møtrikken. Til slut anbringes en kort, svær bjælke B over spindelenderne, og der skrues en møtrik på den anden ende af trækstangen. Kraften overføres til møtrik og trækstang gennem et kugleleje. Før end møtrikkerne strammes an, aflæses måleuret, og derefter belastes pudsskiven under aluminiumpladen ved, at spindlernes møtrikker spændes ud mod bjælken. Ved en forudgående justering af trækstangen var sammenhængen mellem måleuraflæsning og kraft bestemt. For at modvirke, at kraften bliver ujævnt fordelt over prøvearealet som følge af uundgåelige afvigelser mellem normalen og trækstangens akse, er sædet for møtrikken i aluminiumpladen udformet som en kugleskål med centrum 1 cm inde i pudslaget, hvilket som regel vil sige i brudfladen.

De fundne resultater er indført i den følgende tabel K.2, der såvel omfatter resultaterne af de 2 eller 3 enkeltforsøg, der gennemførtes med hver pudssort, som middelværdierne. I almindelighed voksede trækraften jævnt, indtil brud indtraf, og dette syntes at blive indledet med, at pudslaget løsnedes sig fra forskallingsbrædderne. Når dette skete, faldt pudslaget dog ikke ned, da rørene i intet tilfælde blev trukket over. I de tilfælde hvor en enkeltværdi mangler i tabellens 2'kolonne, kunne det forud konstateres, at pudslaget i det pågældende område allerede havde løsnet sig fra forskallingsbrædderne, og forsøget blev derfor ikke udført.

Da det kan anses for givet, at brudlasten er den last, ved hvilken det først udkastede mørtellag trækkes løs fra bræddeunderlaget, er det forståeligt, at de fundne vedhængningsstyrker er stærkt varierende. De kan ikke give oplysninger om forskelligheder i de enkelte tilsætningsstoffers indflydelse på vedhængningsstyrken, men tallene viser dog, at mørteltilsætningsstofferne ikke forringer vedhængningen.

Tabel K.2. Pudsørtlernes vedhængningsstyrke bestemt ved træk vinkelret på pudsfladen.

Mørteltilsætningsstof	Vedhængningsstyrke i at.		Arealet af brudfladen langs bræddeoverfladen i %skønnet
1. Solifrost	0,04	0,07	100
	0,13		75
	0,05		90
2. Sotex	0,13	0,10	10
	0,08		75
	0,08		75
3. Antifrost	0,05	0,10	100
	0,10		60
	0,15		65
4. Tretol	0,05	0,08	90
	0,15		80
	0,05		75
5. Antifrig	0,03	0,05	95
	0,10		90
	0,03		100
6. Kalciumklorid	0,20	0,12	90
	0,10		80
	0,05		90
7. Magniumklorid	0,08	0,05	80
	0,03		90
	0,04		90
8. Natriumklorid	0,20	0,13	90
	0,06		100
9. Brændt kalk	0,03	0,04	90
	0,05		85
10. Denatureret sprit	0,05	0,07	90
	0,08		90
11. Intet	0,05	0,04	60
	0,05		70
	0,03		70
12. Intet	0,05	0,04	60
	0,03		75
	0,05		80

Brudfladen i pudslaget måtte antages enten at ligge ved bræddeoverfladen eller i skillefladen mellem det først og det sidst udkastede pudslag eller i skillefladen mellem det sidst udkastede pudslag og finpudslaget. På samtlige prøvefelter var bræddeoverfladen synlig i en del af feltet, og rørene var da blot-tet for mørtel i disse områder. I alle tilfælde undtaget eet lå den øvrige del af brudfladen i skillefladen mellem de to udkastede pudslag, idet mørtlen mellem rørene var blevet tilbage i disse områder. I tabel K.2 er skønnede værdier for størrelsen af den del af brudfladen, som lå ved bræddeoverfladen, indført for hvert enkelt prøvefelt. I det tilfælde, hvor den øvrige del af brudfladen ikke lå i skillefladen mellem de to udkastede pudslag, udgjorde den ca. 10% og lå langs bagsiden af finpudslaget. Undtagelsen gjaldt pudsmørtel med Antifrig som mørteltilsætningsstof.

Det må formodes, at brudfladerne langs skillefladen mellem de to udkastede lag er sekundære brudflader; de dannedes fortrinsvis ved prøvefelternes rand langs ståltrådene.

I samtlige brudflader undtaget brudfladerne i de 4 sidste mørtler (9-12) var rørvævets ståltråde rustne.

S A M M E N F A T N I N G .
 ooooooooooooooooooooooooooooo

(1)

På foranledning af Statens Byggeforskningsinstitut og med henblik på vinterbyggeri har Kalk- og Teglværkslaboratoriet udført nogle orienterende forsøg vedrørende 10 mørteltilsætningsstoffers indvirkning på en række vigtige byggetekniske egenskaber hos mure- og pudsmørtel.

Mørteltilsætningsstofferne var følgende:

1. Solifrost
2. Sotex
3. Antifrosto
4. Tretol
5. Antifrig
6. Kalciumklorid (teknisk)
7. Magniumklorid (")
8. Natriumklorid (")
9. Brændt kalk i pulverform (stenkalk)
10. Denatureret sprit.

De tilsigter en frysepunktssænkning eller en temperaturstigning, således at isdannelse i mørtlen undgås ved moderate, negative temperaturer. De omfatter 5 almindeligt anvendte frostmidler (1-5), hvorom nogle oplysninger er givet i tabel A.1 side 2, 3 letopløselige klorider (6-8), brændt kalk i pulverform (9) og denatureret sprit (10).

Frysepunktssænkningen (stk.B, side 3) fandtes mindre end ventet for stofferne 1-5, idet de stofmængder, som brugsanvisningerne angav for muring i indtil 7^o frost, kun fremkaldte en frysepunktssænkning til omkring + 3,3^o C. De enkelte værdier er indført i tabel B.1, side 4 sammen med de mængder af de øvrige stoffer, som fremkalder en frysepunktssænkning på 3,3^oC. Dette er også vist på figur 1 og 2. Det er ved forsøgene ikke undersøgt, om mørtler med de fundne frysepunktssænkninger i praksis er anvendelige ved lavere lufttemperaturer.

Mørtlernes vandbehov (stk. C, side 5) for opnåelse af baljekonsistens er indført i tabel C.1, side 6. Mørtlerne var såvel 8%ig kalkmørtel som cementmørtel 1:3 (se stk. A, c, side 3). Forsøgene bekræftede, at magniumklorid gør kalkmørtel hurtigstørknende (tabel C.2, side 6). Mørtlernes vandbehov ændredes på forskellig måde med mørtelmaterialernes temperatur (tabel C.3, side 7 og figur 3 og 4). Ved lave positive temperaturer fandtes tilsætningsstofferne 2-5 at have modsat virkning på kalkmørtels og cementmørtels vandbehov.

Mørtlernes tendens til at fremkalde udblomstring (stk. D, side 8) fandtes at blive nedsat ved anvendelse af tilsætningsstofferne 1-7. De kraftigste udblomstringer fandtes at fremkomme på murværk opmuret med mørtel uden tilsætningsstof samt med tilsætningsstofferne denatureret sprit og brændt kalk. For murværk med mørtel tilsat denatureret sprit eller intet falder de kraftige udblomstringer sammen med stor vandafgivelse. En medvirkende årsag til, at tendensen til udblomstring nedsættes ved anvendelsen af tilsætningsstofferne 1-7 må være, at disse gør mørtlen hygroskopisk, hvilket har den ulempe, at murværket kommer i ligevægt med luftens fugtighed ved et større vandindhold og derfor f.eks. er mindre varmetæt.

Mørteltilsætningsstoffernes hygroskopiske egenskaber (stk. F, side 18) undersøgte ved forsøg med mørtelstænger i vandmættet luft. Alle stænger undtaget kalkmørtelstængerne med brændt kalk, denatureret sprit eller intet som tilsætningsstof optog ret store vandmængder fra luftens fugtighed og ville formentlig fortsætte dermed, indtil porerne var vandfyldte.

Ved langvarig henstand af prøver af de forskellige støbevædske i åbne glas (stk. D, d, side 14) fordampede disse vædske kun helt, når mørteltilsætningsstoffet var Antifrig, natriumklorid, brændt kalk, denatureret sprit eller intet. Dette stemmer for natriumklorid, denatureret sprit og intet med, at mængden af afgivet vand og udblomstredede salte på de tilsvarende murværksprøvelegemer var stor. Det stemmer ikke med, at murværk med brændt kalk kun havde en ringe vandafgivelse, men nok med, at det havde kraftige udblomstringer. Den særstilling i henseende til vandafgivelse, som mørtelvædskerne med Antifrig og natriumklorid indtog med hensyn til fordampning fra glassene, genfindes ikke i murværksprøvelegemernes vægttab.

Om murværket er opmuret af normale eller lette teglsten fandtes uden indflydelse på vandfordampningen (tabel D.3, side 13), når mørtlen var kalkmørtel, men ikke når den var cementmørtel, hvor lette teglsten medførte størst vandafgivelse, formentlig fordi de ved deres kraftigere sugning hæmmer mørtlen i at binde vand.

Mørteltilsætningsstoffernes rustfremmende egenskaber (stk. E, side 15) undersøgte ved hjælp af jernsøm helt eller delvis indstøbt i mørtlerne. De saltholdige tilsætningsstoffer 1-8 fandtes at virke fremmende på jerns rusten, og søm, trådnæt og andet af jern i berøring med mørtel, som indeholder et af disse stoffer, må regnes at blive tarot.

Mørteltilsætningsstoffernes indflydelse på mørtelstyrken (stk. H, side 25) undersøgte ved hjælp af spinkle mørtelstænger 2 x 2 x 12 cm afsuget mellem trækpapir og lagret 8 uger i luft ved enten stuetemperatur, 7°C eller + 4°C. Med 1 uges mellemrum blev stængerne fugtet ved pådrykning af så meget vand,

som de kunne optage, og forud for fugtningen lå de stænger, der lagredes ved 7 og $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 1 time i stueluft. Med fenolftalein konstateredes det, at de i stueluft lagrede kalkmørtelstænger kun var karbonatiseret (stk. H,d, side 26) til knapt halv dybde, at de ved 7°C lagrede stænger kun var overfladisk karbonatiseret, og at de ved $\pm 4^{\circ}\text{C}$ lagrede stænger var ukarbonatiserede efter 8 uger. Væddindholdet (tabel H.1), side 26) i de sidstnævnte stænger var betydeligt større end i de ved positiv temperatur lagrede.

Forsøgene med kalkmørtel (stk. H,f, side 28) viste, at karbonatiseringen og dermed mørtlens styrke aftager med lagringstemperaturen. For magnesiumkloridholdige stænger fandtes - selv efter lagring ved stuetemperatur - en meget ringe styrke. For mørtelstænger lagret ved $\pm 4^{\circ}\text{C}$ fandtes ingen styrke, men dette betyder ikke, at styrken af murværk, som opmures og henstår i frostvejr, er nul. I henhold til forsøg af Burchartz er trykstyrken af halvstenstærning-er sammenmuret med kalkmørtel og med fugtigt sand uden bindemiddel meget nær ens. ("Luftkalke und Luftkalkmörtel", H.Burchartz, Berlin 1908).

Forsøgene med cementmørtel (stk. H,g, side 28) viste, at trykstyrken findes størst ved lagring ved 7°C , og at der også opnås anseelige styrker ved lagring ved $\pm 4^{\circ}\text{C}$. De højeste trykstyrker fandtes hos mørtler med brændt kalk eller intet som mørteltilsætningsstof.

Mørteltilsætningsstoffernes indflydelse på pudslags vedhængning (stk.K, side 29) undersøgtes ved at trække kalkmørtelpudslag med og uden tilsætningsstof pudset på rørede forskallingsbrødder løs fra dette underlag. De fundne vedhængningsstyrker var meget varierende, men synes dog at vise, at mørteltilsætningsstofferne ikke nedsætter mørtlernes vedhængning til røret trævæg. Derimod fremkaldte de alle undtaget brændt kalk og denatureret sprit rust på rørvævets ståltråde.

Pudslag på små murværksprøvelegemer (stk. D, tabel D.2, side 10-11) fandtes at løsne sig, når mørteltilsætningsstofferne var 1-4 og 6-7. Årsagen hertil blev ikke nærmere undersøgt.

Mørteltilsætningsstoffernes indflydelse på pudslags egnethed til limfarvning (stk. G, side 23) undersøgtes, idet en maler strøg et antal $2\frac{1}{2}$ år gamle pudslader (uden og med tilsætningsstoffer) med limfarve og derved konstaterede, at tilsætningsstofferne ikke gjorde strygningen vanskeligere; dersom mørteltilsætningsstoffet var Tretol eller magnesiumklorid, fandtes tværtimod strygningen lettere. Magnesiumklorid syntes endvidere at nedsætte farveforbruget, som iøvrigt var størst, når stenene var opmuret i cementmørtel. Farvelagets tendens til afsmitning syntes ikke forøget ved anvendelse af mørteltilsætningsstoffer.

L I T T E R A T U R .

(1)

oooooooooooooooooooo

Der er i de senere år mange steder foretaget forsøg med mørteltilsætningsstoffer - også til andre formål end vinterbyggeri - og en ret righoldig litteratur er fremkommet.

Det ligger udenfor denne forsøgsrapports rammer at bringe en fuldstændig litteraturfortegnelse, men interesserede kan henvises til den ret omfattende fortegnelse, der findes i den af Chalmers tekniska Högskola i 1952 udgivne: "Tillsatsmedel till betong" af Vitold Saretok.

ENGLISH SUMMARY .

(1)

oooooooooooooooooooooooooooooooooooo

At the request of the Danish National Institute of Building Research the Lime and Brickworkes Laboratory has investigated nine mortar admixtures intended to lower the freezing point as well as the effect of burnt lime on a series of important building technical properties of mortars for bricklaying and plastering purposes.

The mortar admixtures were as follows:

1. Solifrost
2. Sotex
3. Antifrosto
4. Tretol
5. Antifrig
6. Calcium chloride (technical)
7. Magnesium chloride (technical)
8. Sodium chloride (technical)
9. Powdered burnt Lime (quick lime)
10. Denatured alcohol.

The names 1-5 are commercial designations, 1-4 are thin liquids, and 5 a white powder.

The lowering of the freezing point caused by the admixtures 1-5 was found to be less than expected according to the directions for use (only about half as big), and formation of ice may therefore occur when following the directions for use.

The water requirement of the mortars for obtaining a proper consistency was at 19°C only to a very little degree influenced by the mortar admixtures, except in the case where magnesium chloride made the lime mortar rapid-hardening. At 7 and - 5°C the water requirement changed in both directions.

The tendency of the mortars to cause efflorescence was reduced by the admixtures 1-7.

The hygroscopic properties of the mortars were not uniform. The admixtures 1-8 made mortar bars stored in nearly saturated air absorb rather big quantities of water from the air. Brickwork in lime mortar evaporated the same quantity of water, whether the bricks were normal or very light bricks, and brickwork in cement mortar evaporated most water, when light bricks were used.

The tendency of the mortars to cause corrosion of iron was ascertained, when the admixtures 1-8 were employed, otherwise not.

The strength of the mortars was as regards the cement mortars found to be reduced by all the admixtures, except quick lime. Concerning the lime mortars nothing could be ascertained with regard to the effect of the admixtures, apart from the fact that magnesium chloride reduced the strength considerably.

The strength of the lime mortars decreased by the temperature of the storing air and was zero at minus temperatures. Anything equal was not found to apply to the strength of the cement mortars, which was considerable after storing at minus temperatures.

The suitability of the mortars to form a basis for size-bound distempers was found to be unaffected by the admixtures.

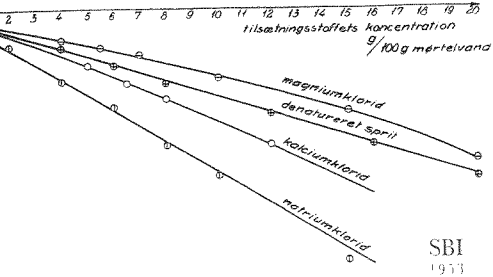


Fig. 1. 4 mørteltilsætningsstoffers indflydelse på kalkmørtels frysepunktssænkning.

SBI
1953

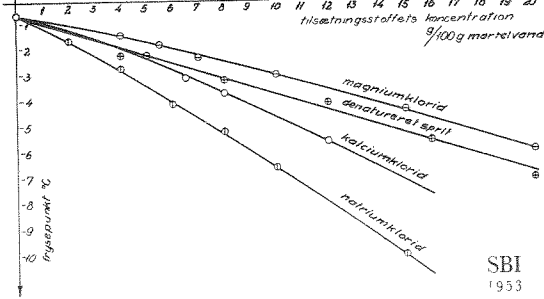


Fig. 2. 4 mørteltilsætningsstoffers indflydelse på cementmørtels frysepunktssænkning.

SBI
1953

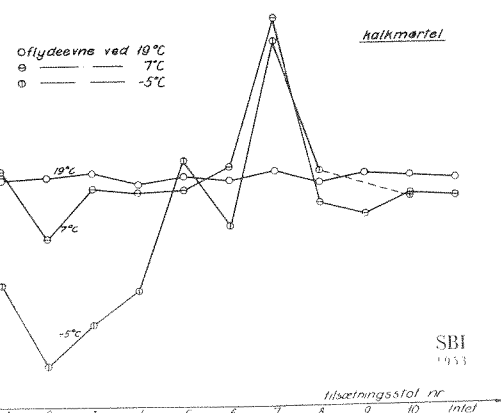


Fig. 3. Temperaturens indflydelse på flydeevnen hos kalkmørtel med forskellige tilsætningsstoffer.

SBI
1953

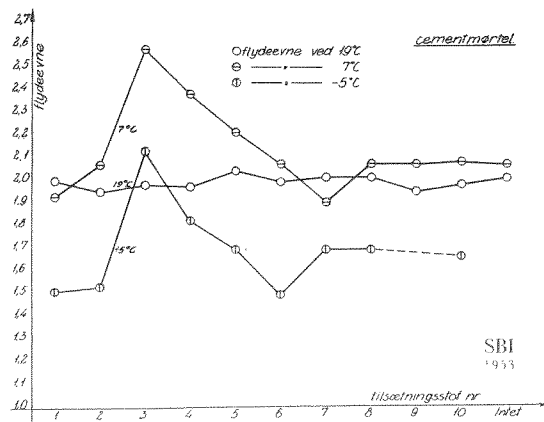


Fig. 4. Temperaturens indflydelse på flydeevnen hos cementmørtel med forskellige tilsætningsstoffer.

SBI
1953

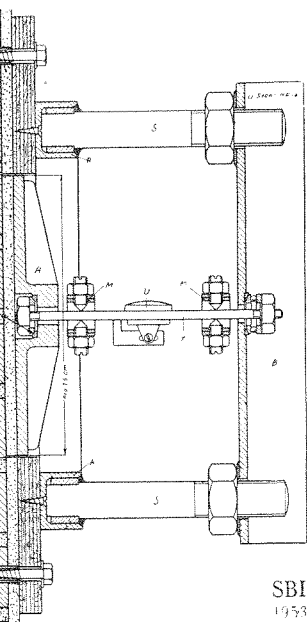


Fig. 5. Apparat til bestemmelse af pudsmørtels vedhævningsstyrke.

SBI
1953

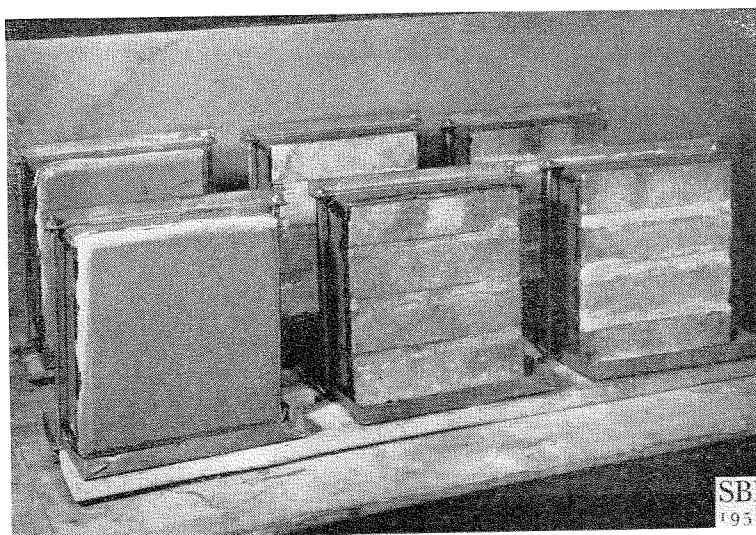


Fig. 6. 6 murværksprøvelegemer til udblomstringsforsøg. De to prøvelegemer yderst til højre er muret i kalkmørtel, de to midterste i cementmørtel, og de to yderst til venstre er pudset med kalkmørtel (de pudsede prøvelegemer var dog limfarvede på pudsfladen ved fotograferingen.)

SBI
1953

ANDRE SKANDINAVISKE PUBLIKATIONER

Publications from Building Research Institutes in other Scandinavian countries.

De nordiske landes byggeforskningsorganer søger gennem et samarbejde at koordinere deres bestræbelser, og publikationer fra det ene land kan således ofte have værdi i det andet. Efter fælles aftale bringes her en liste over publikationer indenfor byggeforskningsområdet fra andre skandinaviske lande. De vil normalt kunne fås gennem boghandelen.

Udgivet af: STATENS TEKNISKA FORSKNINGSANSTALT, Helsingfors.

Published by: The State Institute for Technical Research, Helsingfors, Finland.

Publikationer (Publications)

No. 1: *Tuomola, Tuomas*. Über die Holzrocknung mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen der Trocknungsgeschwindigkeit des finnischen Kiefernholzes und den darauf einwirkenden verschiedenen Faktoren. 1943. 160 p. FMk 200:—.

No. 2: *Kantola, Martti*. X-ray Studies on Solid Solutions of KCl and KBr. 1947. 8 p. FMk 50:—.

No. 3: *Kantola, Martti*. X-ray Studies on the Thermal Expansion of Solid Solutions of KCl and KBr. 1947. 12 p. FMk 60:—.

No. 4: *Ryti, Henrik*. Über den Einfluss der exzentrischen Anlenkung der Pleuelstangen in Verbrennungsmotoren. 1948. 114 p. FMk 500:—.

No. 5: *Vainio, Martti T.* Über den horizontalen Kurvenflug. 1948. 84 p. FMk 500:—.

No. 6: *Wuolijoki, Jaakko R.* On Determination of Elastic Constants from Natural Frequencies of Bending Vibration. 1948. 9 p. FMk 60:—.

No. 7: *Gripenberg, Ole*. Byggnadsekonomi. (English summary: Building Economy). 1948. 271 p. FMk 650:—.

No. 8: *Asanti, P.* Über die thermischen Eigenschaften der Kobaltverbindungen und ihr Auftreten in Schlacken. 1948. 84 p. FMk 500:—.

No. 9: *Kivimaa, Eero & Murto, Jaakko O.* Investigations on Factors Affecting the Chipping of Pulp Wood. 1949. 25 p. FMk 120:—.

No. 11: *Aspiala, Tapani*. Teoretiska studier över byggnadsstommens anskaffningskostnader. (Under tryckning — in press).

No. 12: *Tikkanen, Matti*. Beitrag zur Theorie der Wasserstoffreduktion des Magnetits. 1949. 92 p. FMk 500:—.

No. 14: *Virtala, Voitto, Oksanen, S. och Frilund, F.* Om självantändlighet, dess bestämning och förekomst. (English summary: On Spontaneous Ignition and its Occurrence, Methods for the Determination of the Tendency to Spontaneous Ignition). 1949. 52 p. FMk 250:—.

No. 18: *Kivimaa, Eero*. Cutting Force in Woodworking. 1950. 101 p. FMk 600:—.

No. 19: *Kuuskoski, Viljo*. Über die Haftung zwischen Beton und Stahl. Experimentelle Untersuchung über den Einfluss der äusseren Belastung auf den Betrag der Spannungen in einbetonierten Stahleinlagen sowie auf die Ausbildung der Haftspannungen an der Berührungsfäche von Beton und Stahleinlage. 1951. 203 p. FMk 900:—.

No. 20: *Vuolijoki, Jaakko R.* Zur Schwingungstheorie des Kragbalkens unter besonderer Berücksichtigung des Schubmoduls.

(English summary: Vibration Theory of Cantilever Beams with Regard to Shearing Modulus). 1950. 10 p. FMk 75:—.

No. 21: *Suolahti, Osmo*. Über eine das Wachstum von Fäulnispilzen beschleunigende chemische Fernwirkung von Holz. (English summary: Studies on Volatile, Wood-Borne Substance Promoting the Growth of Wood-Rotting Fungi). 1951. 95 p. FMk 600:—.

No. 23: *Jarle, Per-Olov*. Till frågan om bedömning av hyreslägenheternas värde. (English summary: A Thesis on the Valuation of Apartments). 1951. 214 p. FMk 1000:—.

Meddelanden (Reports)

No. 31: *Blomberg, Hans*. Kryppgalvanometern. (Fluxmetern). 1946. 45 p. FMk 100:—.

No. 34: *Wegelius, E.* Metallteknisk forskning, dess möjligheter och uppgifter. 1946. 22 p. FMk 50:—.

No. 37: *Virtala, Voitto*. Om plåtbeslagna branddörrar av trä. 1947. 10 p. FMk 50:—.

No. 48: *Paavola, Martti, Laurinmäki, Erkki & Simola, Osmo*. Undersökningar av isolerade ledningars uppvärmning. 1947. 24 p. FMk 50:—.

No. 64: *Blomberg, Hans*. En permeameter för mätning av magnetiseringskurvan för järnprov vid höga magnetiska fluxtätheter. 1948. 28 p. FMk 75:—.

No. 75: *Sundgren, Albert*. Undersökningar beträffande torvextraktion och framställning av vax- och hartsämnen ur det erhållna torvbitumenet. (English summary). 1949. 32 p. FMk 75:—.

No. 76: *Wegelius, E.* Teknisk forskning i Finland, dess betydelse och möjligheter. 1949. 16 p. FMk 50:—.

No. 82: *Sundgrén, A. & Rauhala, Veikko T.* Preliminary Note on Fatty Acids. 1949. 11 p. FMk 50:—.

No. 89: *Gripenberg, O. & Jarle, P-O.* Ekonomi och byggnadsverksamhet. Uppsatser I. (English summary: Economy and Building Activities. Articles I). 1950. 50 p. FMk 80:—.

No. 90: *Rahité, H.* Byggnadsforskningen och den byggnadstekniska utvecklingen i Finland. (English summary: On Building Research and the Development of Building Technics in Finland). 1950. 14 p. FMk 50:—.

No. 92: *Sundgren, A.* Om teknisk forskning i U. S. A. 1950. 27 p. FMk 50:—.

No. 96: *Ant-Wuorinen, Olli*. Determination of Carboxyl Groups in Cellulose. 1951. 68 p. FMk 150:—.

No. 97: *Wegelius, Edward*. Den tekniska forskningens organisation i England. 1951. 15 p. FMk 50:—.

Udgivet af: NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FORSKNINGSRÅD,
BYGGETEKNISK UTVALG, Oslo.

Published by: The Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research, Building Research Department, Oslo, Norway.

Rapporter (Reports)

No. 1: *Watzinger, A.* Varmeledningstall for byggematerialer. (Heat Conduction Coefficients for Building Materials. — With an English summary). Oslo 1950. 38 p. N. kr. 5.20.

No. 2: *Andersen, Aksel og Granum, Hans*. Forsøk med tommerforbinderne Alligator, Bulldog, Rox og »Stjerne«. (Tests of Alligator,

Bulldog, Rox and »Stjerne» Timber Connectors. — With an English summary). Oslo 1951. 59 p. N. kr. 5.20.

No. 3: *Granum, Hans*. Yttervegger for småhus. (Exterior Walls in Small Houses. — With an English summary). Oslo 1951. 42 p. N. kr. 7.30.

- Nr. 10: *Varmeløbet gennem plane tværdelte vægge*, Poul Becher. 1950. 8 s. A₄.
- Nr. 11: *Om anvendelse af lydshastighed i beton til bestemmelse af dens øvrige egenskaber*, Johs. Andersen og Poul Nerenst. 1950. 28 s. A₅.
- Nr. 12: *Varmekilder til vinterbyggeri*, Poul Gunst Hansen. 1950. 4 s. A₄. (Udsolgt).
- Nr. 13: *Hvad koster vinterbyggeri?*, Asger Schmelling. 1950. 4 s. A₄.
- Nr. 14: *Elektrisk frostsikring af interimistiske vandledninger på byggepladser*, Poul Gunst Hansen. 1950. 2 s. A₄.
- Nr. 15: *Støbning af simple betonkonstruktioner om vinteren*, Poul Nerenst og Niels M. Plum. 1950. 6 s. A₄. (Udsolgt).
- Nr. 16: *Kunstig udtørring af nybygninger*, Vagn Korsgaard. 1950. 11 s. A₅.
- Nr. 17: *Prøvning af 11 danske betonblandere*, Per Bredsdorff, Poul Nerenst og Niels M. Plum. 1951. 56 s. A₅.
- Nr. 18: *Beregning af staldes varmeisolerings og ventilering*, Vagn Korsgaard. 1951. 12 s. A₄. (Udsolgt).
- Nr. 19: *Rationalisering af arbejdstekniken i boligbyggeriet*, Niels M. Plum. 1951. 14 s. A₅. (Udsolgt).
- Nr. 20: *Varmeisolerings og ventilering af kostalde*, Vagn Korsgaard. 1951. 4 s. A₄. (Udsolgt).
- Nr. 21: *Stålstilladser til husbygning*, Niels M. Plum. 1951. 14 s. A₅. (Udsolgt).
- Nr. 22: *Some Two-Dimensional Heat-Flow Problems*, Neville S. Billington and Poul Becher. 1951. 16 s. A₅.
- Nr. 23: *Ekspansions- og sikkerhedssystemer ved centralvarmeanlæg med pumpecirkulation*, Poul Becher. 1951. 12 s. A₅.
- Nr. 24: *Varmeisolerings og ventilering af svinstalde*, Vagn Korsgaard. 1951. 4 s. A₄. (Udsolgt).
- Nr. 25: *Nye ensilagesiloers beskyttelse mod syreangreb*, Lars Andersen. 1951. 3 s. A₅.
- Nr. 26: *Vinterbyggeri, beretning om et uheld*, O. Gerner Hansen. 1951. 12 s. A₅.
- Nr. 27: *Har vinterbyggeriet formindsket byggefagenes sæsonledighed?*, Lars Andersen. 1951. 6 s. A₄.
- Nr. 28: *Grusets indfyldelse på betonens holdbarhed*, Poul Nerenst. 1952. 15 s. A₅.
- Nr. 29: *Wave Velocity in Concrete*, Johannes Andersen and Poul Nerenst. 1952. 23 s.
- Nr. 30: *Kunstig udtørring af nybygninger ved hjælp af Schwartzkopff-ovne*, H. Dührkop og Hans Nielsen. 1952. 8 s. A₄.
- Nr. 31: *Ensilagesiloers beskyttelse mod syreangreb, 2. undersøgelse 1951—52*, Erik Laursen. 1952. 5 s. A₅.
- Nr. 32: *Betonkontrol*, Niels Munk Plum. 1953. 81 s. A₅.
- No. 10: *Two-Dimensional Heat-Flow Through Plane Walls*, Poul Becher (Danish text with an English Summary). 1950. 8 p. Size A₄.
- No. 11: *Wave-Velocity in Concrete*, Johs. Andersen and Poul Nerenst (Danish text with an English Summary). 1950. 28 p. Size A₅.
- No. 12: *Heating Sources for Winter Construction*, Poul Gunst Hansen (Danish text), 1950. 4 p. Size A₄. (Out of print).
- No. 13: *What are the Costs of Winter Construction?*, Asger Schmelling (Danish text). 1950. 4 p. Size A₄.
- No. 14: *Frost Protection of Interimistic Water Piping on Building Sites by Means of Electricity*, Poul Gunst Hansen (Danish text). 1950. 2 p. Size A₄.
- No. 15: *Winter Concreting of Simple Building Constructions*, Poul Nerenst and Niels M. Plum (Danish text). 1950. 6 p. Size A₄. (Out of print).
- No. 16: *Artificial Drying of New Buildings*, Vagn Korsgaard (Danish text with an English Summary). 1950. 11 p. Size A₅.
- No. 17: *Testing of 11 Danish Concrete Mixers*, Per Bredsdorff, Poul Nerenst and Niels M. Plum (Danish text with an English Summary). 1951. 56 p. Size A₅.
- No. 18: *Heat-Insulation and Ventilation of Animal Shelters*, Vagn Korsgaard (Danish text with an English Summary). 1951. 12 p. Size A₄. (Out of print).
- No. 19: *Rationalization of Working Methods in Dwelling House Construction*, Niels M. Plum (Danish text). 1951. 14 p. Size A₅. (Out of print).
- No. 20: *Heat-Insulation and Ventilation of Dairy Stables*, Vagn Korsgaard (Danish text). 1951. 4 p. Size A₄. (Out of print).
- No. 21: *Steel Scaffolding for Building Construction*, Niels M. Plum. (Danish text). 1951. 14 p. Size A₅. (Out of print).
- No. 22: *Some Two-Dimensional Heat-Flow Problems*, Neville S. Billington and Poul Becher (In English). 1951. 16 p. Size A₅.
- No. 23: *Expansion and Safety Systems at Hot Water Heating Systems with Forced Circulation*, Poul Becher (Danish text with an English Summary). 1951. 12 p. Size A₅.
- No. 24: *Heat-Insulation and Ventilation of Piggeries*, Vagn Korsgaard (Danish text). 1951. 4 p. Size A₄. (Out of print).
- No. 25: *Protective Treatments for New Concrete Silage-Silos*, Lars Andersen (Danish text). 1951. 3 p. Size A₅.
- No. 26: *Winter Construction, Report of a Failure*, O. Gerner Hansen (Danish text). 1951. 12 p. Size A₅.
- No. 27: *Has Winter Building been a Remedy for Seasonal Unemployment in the Building Trades?*, Lars Andersen (Danish text). 1951. 6 p. Size A₄.
- No. 28: *Concrete Durability Influenced by Aggregate*, Poul Nerenst (Danish text with an English summary). 1952. 15 p. Size A₅.
- No. 29: *Wave Velocity in Concrete*, Johannes Andersen and Poul Nerenst (In English). 1952. 23 p.
- No. 30: *Artificial Drying of New Buildings by Means of Schwartzkopff-Salamanders*, H. Dührkop and Hans Nielsen (Danish text). 1952. 8 p. Size A₄.
- No. 31: *Protective Treatments for Silage-Silos, Second Investigation 1951—52*, Erik Laursen (Danish text). 1952. 5 p. Size A₅.
- No. 32: *Control of Concrete*, Niels Munk Plum (Danish text). 1953. 81 p. Size A₅.

Årsberetninger

om Institutets virksomhed og administration.

- Nr. 1 for finansåret 1947—48. kr. 2,—.
- Nr. 2 for finansåret 1948—49. kr. 2,—.
- Nr. 3 for finansåret 1949—50. kr. 2,—.
- Nr. 4 for finansåret 1950—51. kr. 2,—.
- Nr. 5 for finansåret 1951—52. kr. 2,—.

Alle publikationerne kan købes gennem boghandlerne eller hos Teknisk Forlag, Vester Farimagsgade 31, København V.

Abonnement på en eller flere serier kan tegnes hos Teknisk Forlag. Herved opnås 25% rabat, som fradrages, når betalingen opkræves ved hvert års udløb. For kr. 2,— om året kan man endvidere samme sted abonnere på de »Forhåndsmeddelelser«, som udsendes ca. 3 uger før hver publikations fremkomst.

Annual Reports

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

- No. 1: For the Year 1947—48.
- No. 2: For the Year 1948—49.
- No. 3: For the Year 1949—50.
- No. 4: For the Year 1950—51.

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