



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.

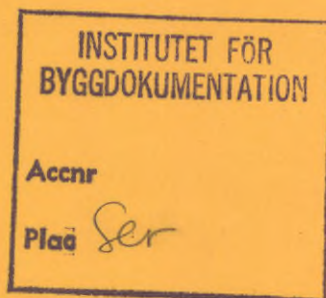


# Rapport

# R60:1986

## Saltförsök

**Ann Emmelin**  
**Lars Engström**  
**Josef Pühringer**



# Byggeforskningsrådet

R60:1986

SALTFÖRSÖK

Ann Emmelin  
Lars Engström  
Josef Pühringer

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840890-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till VBB AB,  
Stockholm.

## REFERAT

Syftet har varit att genom preliminära försök i fält och på laboratorium söka enkla och billiga behandlingsmetoder mot saltvittring i murverk av tegel och natursten - främst sandsten.

I fält har Karolinska gravkoret (sandsten), en medeltida tegelbyggnad i Arboga och ett tunnvalv i tegel i källare i Gamla Stan behandlats med kiselsyraester, en tensid och med kaliumacetat. Vissa positiva resultat kan noteras.

I laboratorium har 15 provserier genomförts på sågade provkroppar av lättbetong, tegel och sandsten och på dräneringsrör av tegel. Kaliumacetat och ett antal tensider har använts som impregneringsmedel och belastningen av proverna har huvudsakligen skett med kaliumsulfat under varierande klimatbetingelser. Tensider av anjonisk typ synes påskynda saltvittring, medan försök med den katjoniska tensiden CTAB antyder positiva effekter.

Rapportens slutsats är att fortsatta försök med tensider inom den katjoniska gruppen bör ske både i fält och på laboratorium med en successiv inpejling av rätt val av kemikalier och behandlingsmetoder som mål.

I Bygghörsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R60:1986

ISBN 91-540-4583-5  
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Spångbergs Tryckerier AB, Stockholm 1986

## INNEHALLSFÖRTECKNING

	Sid
1. BAKGRUND	1
Projektets syfte	
Rapportering	
Kort teori	
2. FÖRSÖKSOBJEKT I FÄLT	2
3. PROVSKROPPAR OCH KEMIKALIER	2
Provkroppar	
Impregneringsmedel	
Saltlösningar	
4. RIDDARHOLMSKYRKAN	4
5. FEM SMA HUS	6
6. ARBOGA	8
7. LABORATORIEFÖRSÖK, ETAPP I, provserierna 1-10	12
8. LABORATORIEFÖRSÖK, ETAPP II, provserierna 11-17	25



## 1. BAKGRUND

### Projektets syfte

Projektets syfte är att studera hur salt tillväxer och bryter ner natursten och keramiska material under olika klimatiska betingelser. Målet är att finna behandlingsmetoder som förhindrar nedbrytningen. I projektet används mycket enkla försöksmetoder. Utvärderingen bygger till största delen på iakttagelser med öga och dokumentering med kamera.

Projektet är en fortsättning och utvidgning av Josef Pühringers tidigare arbete som finns redovisat i BFR-rapporten "SALTVITTRING, Saltvandring och saltnedbrytning - en hypotes", R22:1983.

I det arbete som nu redovisas låg tonvikten i en första etapp, 1983-84, på försöksbehandlingar i fält. Parallellt med fältförsöken utfördes försök på laboratorium. I en andra etapp, 1985, har arbetet koncentrerats kring laboratorieförsök. Meningen med laboratorieförsöken har varit att försöka efterlikna förhållandena i fält, men att få snabbare och tydligare resultat genom att förstärka salt- och klimatbelastningarna.

### Rapportering

Avsikten med denna rapport är främst att redogöra för det praktiska genomförandet av de hittills gjorda försöken i fält och i laboratorium samt de observationer som gjorts under dessa. Undersökningarna är att betrakta som inledande försök och mer djupgående slutsatser och värderingar får därför anstå till dess att de nu planerade försöksserierna gett utslag.

Under försökens gång har ett stort antal fotografier tagits. Dessa utgör ett mycket viktigt komplement till den skrivna rapporten, som endast återger ett mycket begränsat urval bilder.

Kort teori om salters skadliga inverkan och hur den skulle kunna stoppas

Salttillväxt och därmed sammanhängande nedbrytning av sten antas ske p g a instabilt mikroklimat. Genom att påverka det instabila jämviktsförhållandet mellan gas- och vätskefaser vid stenens yta och i dess porer kan salttillväxten bromsas. De testade behandlingarna syftar till en sådan förändring av mikroklimatet.

De åtgärder som provas är indränkning med

- o vätmedel som förändrar saltlösningens ytspänning
- o kiselsyraester som påverkar porstrukturen samtidigt som materialets hållfasthet byggs upp
- o hygroskopisk saltlösning som förhindrar daggpunktsgenomgångar

För en utförligare redogörelse hänvisas till Joseph Pühringers arbete enligt ovan.

## 2. FÖRSÖKSOBJEKT I FÄLT

För fältförsöken har tre platser valts ut, nämligen ett tegelvalv i Gamla Stan, som används som vinkällare för restaurang Fem Små Hus, Riddarholmskyrkans Karolinska Gravkor samt en medeltida tegelbyggnad i Arboga.

De tre platserna har valts bl a med tanke på de olika klimatiska förhållanden som råder. Vinkällaren har varmt inomhusklimat med jämn temperatur och relativt torr luft. Gravkoret befinner sig delvis under markytan och har med sina tjocka stenväggar ett kallt, fuktigt och över året mycket stabilt klimat. I Arboga görs försöken på två utvändiga fasader som är exponerade för väder och vind. De bägge tegelobjekten har utfällningar av natriumklorid, medan utfällningarna på sandstenen i Riddarholmskyrkan består av natriumsulfat.

## 3. PROVKROPPAR OCH KEMIKALIER

### Provkroppar

Provkroppar för den första etappens laborieförsök sågades ur tegelstenar från väggen i huset i Arboga respektive i Fem Små Hus vinkällare. Sandstensprover har hämtats i de två stenbrott som givit material till Karolinska Gravkoret. Stenarna har av Riksantikvarieämbetet sågats i lämpliga format enligt följande.

<b>Tegel från Fem Små Hus:</b>	7 x 6 x 1 cm
<b>Tegel från Arboga:</b>	3 x 3 x 8 cm
<b>Röd roslagssandsten:</b>	6 x 5 x 1 cm
<b>Grå gotlandssandsten:</b>	5 x 5 x 1 cm



I senare provserier har "anonymt" tegel respektive gasbetong av fabrikat Siporex använts i provkroppar med måtten 4x4x15 cm.

För att undvika kantstörningar användes slutligen dräneringsrör av tegel med inre diameter 75 mm, godstjocklek 12 mm och höjd 300 mm.

### Impregneringsmedel

I listan nedan anges de olika impregneringsmedel som använts vid försöken i fält och på laboratorium.

**Tensid** av märket Tween 20. 5 ml Tween har lösts i 100 ml kranvatten.

**Tensid** av märket CTAB (kat-jonisk), 1,3 respektive 5 g per 1 vatten.

**Tensid** av märket AEROSILOT (an-jonisk), 1 respektive 5 g per 1 vatten.

**Kaliumacetat.** 303 g KAc har lösts i 200 ml kranvatten. Vid den första behandlingen i Riddarholmskyrkan användes dock lösningen 1 g KAc + 3 ml kranvatten.

**Kiselsyraester.** Koncentrerad Dynasil

**Silan.** Koncentrerad Dynasilan

**Kiselsyraesterblandning.** 900 ml Dynasil, 90 ml etanol och 10 ml Tween.

**Silenblandning.** 900 ml Dynasilan, 90 ml etanol och 10 ml Tween.

### Saltlösningar

Analys av salterna på försöksplatserna visar att saltet i Riddarholmskyrkan är natriumsulfat medan det på de andra platserna är natriumklorid. På laboratoriet har använts lösningar av dessa salter,

dels 50 %-igt mättade vid 20°C, således

**Natriumsulfatlösning** 9,7 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 100 ml dest vatten

**Natriumkloridlösning** 18 g NaCl + 100 ml dest vatten

dels mättad **natriumsulfatlösning**

## 4. RIDDARHOLMSKYRKAN

Karolinska Gravkoret

Karolinska Gravkoret ligger delvis under mark och har några otäta fönstergrupper mot gatan. I den ovanför liggande kyrkan eftersträvas vintertid en temperatur på 6-8°C. Klimatet nere i Gravkoret är därför mycket rått.

En kontinuerlig registrering av temperatur och luftfuktighet har pågått mellan november 1983 och december 1984. Temperaturen har varierat mellan 0°C och 13°C med minvärdet i april och maxvärdet i september. Luftfuktigheten har under hela sommaren legat på konstant 95-98 % RF. Under resten av mätperioden har luftfuktigheten varierat 10-20 % under en månads lång period. Lägsta registrerade värde är 65 % RF i slutet av november 1983.

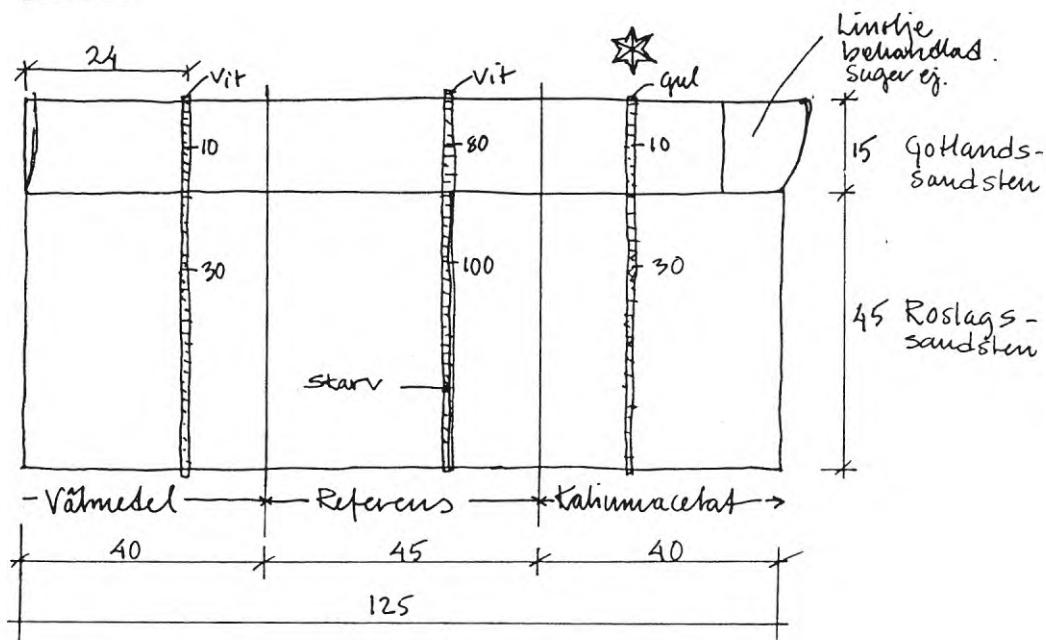
Behandling

Två ytor har behandlats, se Figur 1. Mellan de bägge ytorna finns en obehandlad referensyta. Varje yta täcker in två sorters sten, nämligen ros lagssandsten och gotlandssandsten. Före impregneringen borstades alla tre ytorna med en rotborste så att det synliga saltet försvann.

Den ena ytan impregnerades sedan genom penselstrykning med tensiden Tween 20. Ytan är ca 0,24 m<sup>2</sup> stor och 100 ml tensidlösning gick åt till behandlingen som gjordes 2 mars 1984.

Den andra ytan impregnerades med kaliumacetatlösning. Ytan som är 0,22 m<sup>2</sup> stor sprayades med hjälp av en blomspruta vid tre tillfällen enligt nedan.

2 mars 1984: 150 ml av en blandn 1 g KAc+3 ml vatten  
 12 mars 1984: 150 ml av en blandn 303 g KAc+200 ml vatten  
 14 mars 1984: 100 ml av en blandn 303 g KAc+200 ml vatten



Skala 1:10

### Iakttagelser

1984-05-29

På Roslagssandstenen kan man se en viss skillnad mellan den obehandlade ytan och de behandlade. Refytan förefaller vara mer täckt av salt än de båda behandlade ytorna som ej verkar förändrade sedan behandlingstillfället. Intrycket är ej starkare än vid besök i slutet av april.

På gotlandssandstenen - den grå frisen ovanför den rödare ytan - kan man se en mycket tydlig skiljelinje mellan refytan och den KaAc-behandlade högra ytan. Refytan är täckt av en tjock nästan fetglänsande saltavlagring, medan högerytan är fri från salt. Gränsen på den grå stenen mellan ref och vätmedel kan bara skönjas om man "fuskar" och först tar reda på var gränsen skall ligga med hjälp av en måttstock.

1984-09-25

KaC-ytan har möglat. Ytan dammades av; salt under möglet. Möglet tycks vara koncentrerat till de ytor som före behandlingen och borstningen (våren 84) hade minst salt.

Ingen skillnad kan noteras mellan refytan och den tensidbehandlade ytan. På gotlandssandstenen finns ett saltstråk som går över gränsen mellan ytorna.

Samtliga ytor har saltutfällningar, men betydligt mindre än de hade före borstningen vid försökens början.

1984-12-20

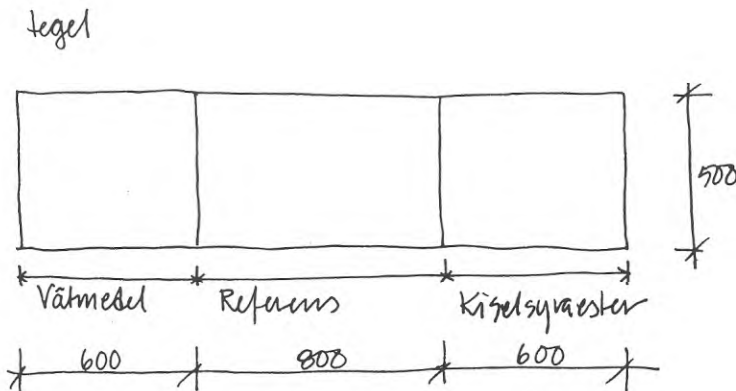
Åter mögel på KAc-ytan och under detta salt. I övrigt som 09-25. Temp- och fuktmätaren flyttad till Fem Små Hus.

## 5. FEM SMÅ HUS

### Vinkällaren till Fem Små Hus

Fem Små Hus vinkällare ligger i kvarteret Marsyas vid Kråkgränd intill Skeppsbron i Gamla Stan. Källaren utgörs av två murade tegelvalv. Intill källaren finns en panncentral, vilken gör att klimatet blir torrt och varmt.

Den kontinuerliga registreringen visar att temperaturen sedan mätperiodens början 14 november 1983 varierat mellan 19 och 25°C med kalla temperaturer på vintern och varma på sommaren. Luftfuktigheten har varierat mellan 18 och 65 % RF. Under perioden november-april har fuktigheten nått max 40 % RF. Maxvärdet 65 % RF nåddes i månadsskiftet juli-augusti.



Figur 2

## Behandling

Två ytor har behandlats, se Figur 2. Mellan de båda ytorna finns en obehandlad referensyta. Före impregneringen 2 mars 1984 borstades alla tre ytorna med en rotborste så att det synliga saltet försvann.

Impregneringen gjordes med pensel. Båda ytorna är 0,30 m<sup>2</sup> stora. Vid behandlingen med kisel-syra-ester gick 750 ml åt. Vid tensidbehandlingen med Tween 20 åtgick 300 ml.

## Iakttagelser

1984-05-29

Tensidbehandlad yta: Inget synbart salt har växt ut sedan borstning och behandling. Däremot finns lösa depositioner av salt och bruk i "foghyllorna". Bitar av teglet sitter lösa och går att plocka bort, främst uppe i högra hörnet. En 6 cm<sup>2</sup> stor platt bit som plockades bort hade inget salt på brottytan. Däremot var brottytan på väggen täckt med saltpulver.

Referensyta: På denna yta har det växt salt, dock endast lokalt. Tunna trådar på knappt 2 cm samt krokav pluggartat material finns främst i ytans överkant. Krokarna kan vara kvar sedan före behandlingen - de sitter rätt hårt. Större mängder lösa depositioner än på den tensidbehandlade ytan; här verkar de mest bestå av bruk.

Kisel-syra-esterbehandlad yta: Här finns inga lösa depositioner och ytan är hård. Däremot kan man lokalt hitta knappt 2 cm långa tunna trådar.

1984-09-25

Ytorna ser i stort sett ut som den 29/5.

Den högra, kiselbehandlade ytan har dock nu också depositioner i foghyllorna, men mindre än övriga ytor.

Inte heller nu trådar på den tensidbehandlade, vänstra ytan. Referensytans trådar är ca 6 cm och högerytans uppåt 5 cm.

1984-12-20

Bilden relativt oförändrad. Mittfältets trådar max 5 cm. Tensidfältet inga trådar. Kiselfältet enstaka trådknippen, ca 2 cm långa.

## 6. ARBOGA

Byggnaden

Den byggnad som valts som försöksobjekt är ett medeltida tegelhus i kvarteret Kapellet vid Nygatan mittemot Stadskällaren. Huset används som förråd och är helt ouppvärmat. Salt finns både invändigt och på fasaderna. Försöken gäller skador på fasaderna.

Behandling

Provbehandlingar har gjorts vid två tillfällen. Vid det första tillfället, i november 1983, var troligen fasaderna isfyllda och endast mindre mängder behandlingsmedel sögs upp.

Vid detta första tillfälle målades med pensel 7 st halva (högerhalvor) tegelstenar numrerade 1-5, 7-8, se Figur 3.

Behandlingen gjordes med tensid (2,3,7), kiselsyraester (2,5) och kaliumacetat (4,8). Tensid och kaliumacetatlösningarna hade något annorlunda sammansättning än standardlösningarna enligt avsnitt 3.

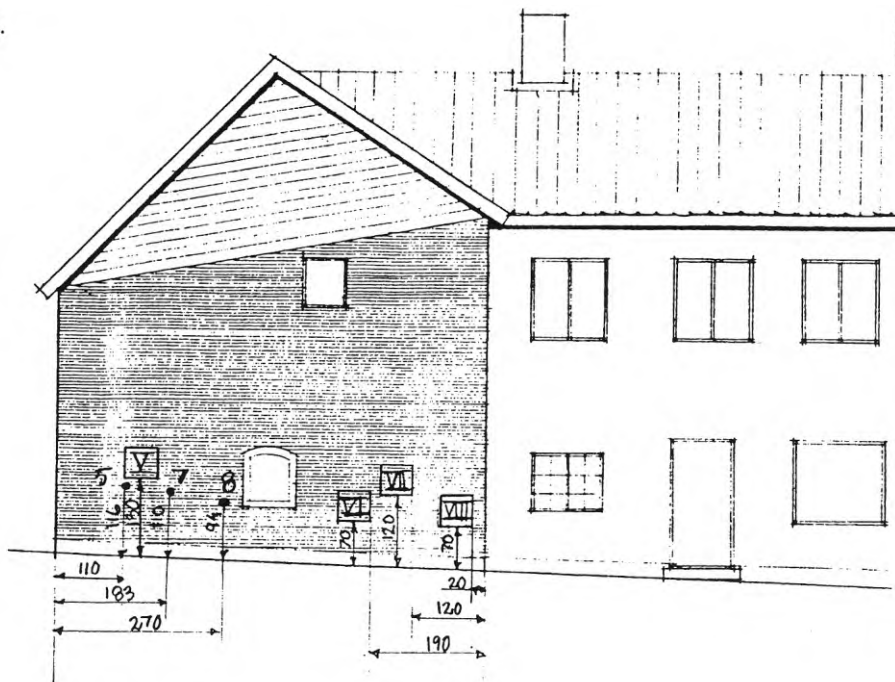
Vid det andra tillfället, 17 april 1984, impregnerades åtta kvadratiske ytor numrerade I-VIII, se Figur 3, med sidan 0,50 m enligt listan nedan.

Yta

I och V	<b>Kiselsyraester</b>
II och VI	<b>Kiselsyraesterblandning</b>
III och VII	<b>Bilan</b>
IV och VIII	<b>Silanblandning</b>

Till varje yta åtgick ca 600 ml, inklusive visst spill. Impregneringen applicerades med pensel.

Figur 3.



FASAD MOT VÄSTER  
BAGGENS GRÄND



FASAD MOT NÖRRE  
NYGATAN

## Iakttagelser

Bland de provytor som behandlades i november kunde man vid besöket den 28 juni 1984 se tydlig skillnad mellan den behandlade och obehandlade ytan där behandlingen är gjord med kiselsyraester. Detta gäller främst sten 2, men även sten 5 visar skillnad. Skillnaden var positiv, d v s den behandlade delen var saltfri medan den obehandlade hade saltutslag. På de övriga stenarna kunde ingen skillnad noteras mellan höger- och vänsterhalvan. Då stenarna kontrollerades i april 1984 var resultatet ej lika entydigt, men verkade gå i riktning mot det ovan beskrivna.

De stora provytorna, d v s no I-VIII har efter behandlingen besiktigats endast en gång, den 28 juni 1984.

De fyra ytorna mot Baggens Gränd (V-VIII) har samtliga endera inget salt alls eller också betydligt mindre salt än omgivningen. Ytorna mot Nygatan (I-IV) skiljer sig främst från omgivningen genom att de är mörkare. Denna iakttagelse kan dock troligen förklaras med att det är mer salt mot gränden än mot gatan på fasaden som helhet.

Att ytorna är saltfria behöver dock ej vara entydigt positivt. Det kan vara så att impregneringen ej stoppat saltväxten men fått tegel och salt att ramla bort. I vissa fall har dock impregneringen medfört en till synes hård och resistent yta. Här nedan följer en redogörelse för iakttagelserna yta för yta.

- I Ytan är mörkare än omgivningen. De uppskavade stenarna är möjligen hårdare på ytan, men stora bitar och smådamn går att få bort med fingertoppen. Inget salt.
- II Ytan aningen mörkare än omgivningen. Fast salt finns mellan skovbitarna.
- III Aningen mörkare men f ö ingen skillnad gentemot omgivningen.
- IV Ingen skillnad mot omgivningen.
- V Ytan är mörkare än omgivningen. M u av en sten är ytan ren från salt i motsats till omgivningen som har kraftiga saltutfällningar. Denna skillnad kan tydligt ses på gränsstenarna . Ingen större skillnad i ytkänslan, dock.



- VI Ytan är mörkare än omgivningen. Tydliga saltutfällningar utanför, men ej innanför gränsen, men det kan bero på materialförlust - ytan verkar närmast uppluckrad jämfört med omgivningen.
- VII Även här tydliga skillnader mot gränsen till den obehandlade ytan. Dock rasar en del material inom den behandlade ytan otroligt lätt.
- VIII Viss positiv skillnad i gränsytorna, fast rätt marginell. Materialet rasar lika friskt inom som utanför ytan.

7. LABORATORIEFÖRSÖK, ETAPP I, PROV-SERIERNÄ 1-10

Laboratoriet

Försöken har huvudsakligen utförts på VBBS geotekniska laboratorium (berg- och lerlabbet). Indränkningarna med kiselsyraester och silan som är lättflyktiga ämnen, har gjorts i dragskåp på vattenlabbet. Som klimatkammare har nyttjats fuktrummet innanför lerlabbet som håller konstant 20°C och 95 % RF. Angivelserna av temperatur och fuktighet på geolabbet (i den noggrannare beskrivningen betecknat "rum") bygger på avlästa värden för- eller eftermiddag måndag-fredag.

Impregnering

Impregnering har skett med antingen stående eller liggande provkroppar. I bägge fallen har en del av provkropparna befunnit sig ovanför vätskeytan för att undvika att luft stängs in i provkroppen.

Belastning

Etapp I omfattade 10 provserier. Provserierna täcker in olika kombinationer av stående/liggande prover och prover i rumsklimat/prover som flyttats mellan olika klimat. Varje prov omfattar två provkroppar som impregnerats och belastats likadant.

Teglet har stått i en lösning av natriumklorid medan sandstenen belastats med natriumsulfat.

Försök har gjorts med stående tegelstavar, liggande tegelskivor samt stående och liggande sandstensskivor.

De liggande proverna har lagts på "distansklottar" av tändstickor i en saltlösning som räcker nästan ända upp till kanten på provbiten. De stående proverna har fixerats i petriskålarna med häftmassa och klister. Petriskålarna har sedan fyllts upp till kanten, d v s ca 1 cm. Påfyllning har skett så gott som dagligen med saltlösningar enligt avsnitt 3. Det innebär att lösningen hållit en mätnadsgrad mellan 50 och 100 %. Ibland har saltkristaller fällt ut på botten av skålarna. Istället för med saltlösning har skålarna då fyllts på med destillerat vatten, dock ej mer än att mätnadsgraden varit minst 50 %.

För de prover som flyttats mellan rum och fuktrum har avsikten varit att proverna skulle vistas 1 dygn i fuktrum och 1 dygn i normalt rumsklimat. När detta schema ej kunnat följas har proverna lämnats i fuktrummet; uppehållstiden i rumsklimat har dock aldrig varit längre än 1 dygn.

I de flesta fall har stenarna legat i saltlösning under hela försöksperioden.

I några fall anges dock i den detaljerade beskrivningen av provserierna "torrt" respektive "blött". Det innebär att stenarna lyfts ur lösningen och lagts på locket till petriskålen. Detta är de enda tillfällen locken använts.

**PROVSERIE 1**

- Material:** gotlandssandsten
- Mått:** 5 x 5 x 1 cm
- Antal prover:** 6
- Behandling:** tensid, kaliumacetat
- Belastning:** natriumsulfat
- 15 dygn: liggande prover, fuktrum (20°C, 95 % RF), rum (20-21°C, 24-35 % RF), torrt och blött, alla kombinationer
- 13 dygn: liggande prover, cykel: 1 d blött, fuktrum (20°C, 95 % RF) + 1 d torrt, rum (20-24°C, 32-41 % RF)
- 35 dygn: stående prover, cykel: 1 d rum (21-26°C, 40-67 % RF) + 1 d fuktrum (20°C, 95 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

Under den liggande provningen får alla proverna puderliknande hinnor, kaliumacetatproverna dock något senare och i mindre utsträckning än de övriga. Efter avspolningen är samtliga ytor småknaggliga.

Under den stående provningen uppför sig också bitarna relativt lika - de får blomkålsliknande saltutfällningar som smälter när de sätts in i fuktrummet. Ref provernas påväxt är snabbare än tensidprovernas, som i sin tur är snabbare än kaliumacetatprovernas.

**PROVSERIE 2**

- Material:** gotlandssandsten
- Mått:** 5 x 5 x 1 cm
- Antal prover:** 6
- Behandling:** tensid, kaliumacetat
- Belastning:** natriumsulfat
- 5 dygn: liggande prover, rum (20°C,  
24-28 % RF)
- 35 dygn: stående prover, rum (21-26°C,  
40-67 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

Under den liggande provningen uppför sig alla proverna som provserie 3, se nedan.

2 dagar efter starten av den stående provningen har samtliga prover saltutfällningar, dock något mindre på kaliumacetatproverna. När provningen avslutas har dessa en hård saltskory, medan de övriga har stora blomkålsliknande utfällningar på toppen. Efter avspolning visar sig en tydlig brottanvisning på mitten av kaliumacetatproverna, ovanför denna är stenen mindre anfrätt än under. De övriga proverna är småknaggliga över hela ytan.

**PROVSERIE 3**

**Material:** gotlandssandsten

**Mått:** 5 x 5 x 1 cm

**Antal prover:** 6

**Behandling:** tensid, kaliumacetat

**Belastning:** natriumsulfat

4 dygn: liggande prover, rum (20°C,  
24-28 % RF)  
cykel 22 h blött + 2 h torrt

**Iakttagelser och kommentarer**

Efter 1 dygn har både tensid- och referensproverna tydliga saltutslag. På tensidproverna växer det ut fjärilsvingar medan ref proverna får kulartade kristaller. När uttorkning sker förmjölas kristallerna och kollapsar.

Kaliumacetatproverna klarar sig ca en vecka utan beläggning. Den skorpa som sedan bildas består av små hårda kristaller. Dessa vitnar vid uttorkningen men mjölar ej som de andra.

Samtliga prover har efter avspolningen en lätt småknagglig yta.

**PROVSERIE 4**

**Material:** roslagssandsten  
**Mått:** 6 x 5 x 1 cm  
**Antal prover:** 6  
**Behandling:** tensid, kaliumacetat  
**Belastning:** natriumsulfat  
112 dygn: stående prover, rum (21-26°C, 40-73 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

Referensproven börjar direkt att skalas av underifrån. Efter 18 dagar har förödelsen nått toppen som börjar lyftas av. Avskalningen sker först "kjolvis"; det uppstår nya "underkjolar" successivt, sedan blir hela biten täckt av saltpuder och överst ligger en skiktad blandning av sandsten och salt. Vid avspolningen har stenen i princip kvar sin gamla höjd, den undre halvan är intakt, medan den övre är anfrätt och mjukt avrundad.

De tensidbehandlade provkropparna börjar skalas av efter ungefär 9 dygn. De får en saltfylld bubbla på framsidan som spricker upp och fungerar som startområde för avflakningen. Avflakningen sker ej lika kjolartat som på ref proverna. Efter 1 månad är fortfarande den översta centimetern intakt. Efter totalt 2 månader ramlar dock den översta centimetern av. Den bit som är kvar rundas av upptill på samma sätt som ref proverna.

Kaliumacetatproverna är till synes helt oskadade den första tiden. Efter 1 månad börjar dock en saltskorpa att växa 1 à 2 cm från botten. Saltskorpan som är hård och skorvig täcker vid försökets slut hela provkroppen. När biten lyfts upp för att sköljas av visar det sig att den gått av 2 cm från botten. Brottet är skarpt och distinkt. Saltskorpan har separerat från stenen och den övre biten kan träs på den undre. Stenen bryts mycket lätt (parallellt med den yta som stenen vilat på) och bitarna ger ett "ruttet" intryck.

**PROVSERIE 5**

**Material:** roslagssandsten  
**Mått:** 6 x 5 x 1 cm  
**Antal prover:** 6  
**Behandling:** tensid, kaliumacetat  
**Belastning:** natriumsulfat

20 dygn: liggande prover  
cykel 1 d rum (21-24°C, 30-  
63 % RF) + 1 d fuktrum (20°C,  
95 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

De kaliumacetatbehandlade proverna får en saltdammig yta först när de varaktigt vistas i rummet (efter de 20 dyggen). Blyertskorset ligger kvar under hinnan. Stenen under är helt oskadad.

De tensidbehandlade kropparna och referens kropparna uppför sig likadant. De får en påväxt av mjukt skrovligt pulver, som poröst mjöl. Blyertsen lyfts upp av saltet. När proverna spolas av friläggs den småknaggliga överytan. Undersidan är dock intakt.



**PROVSERIE 6**

**Material:**       roslagssandsten

**Mått:**            6 x 5 x 1 cm

**Antal prover:** 6

**Behandling:**    tensid, kaliumacetat

**Belastning:**    natriumsulfat

                    20 dygn: liggande prover  
                                  rum (21-24°C, 30-63 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

De kaliumacetatbehandlade provkropparna får en hård saltskorpa som tillväxer betydligt långsammare än utfällningarna på de övriga proverna. Blyertskorset lyfts av och ytan har vid belastningens slut börjat att angripas av saltet.

Referens- och tensidproverna ser likadana ut efter avspolningen. De har en småfläckigt mönstrad överyta. Saltpåväxten ser dock olika ut. De tensidbehandlade får småporösa saltkulor medan ref provernas salt klungar ihop sig i större, ej så regelbundna formationer. När proverna torkar ut helt kollapsar saltet.

**PROVSERIE 7**

**Material:** tegel från Fem Små Hus  
**Mått:** 7 x 6 x 1 cm  
**Antal prover:** 7  
**Behandling:** tensid, dynasil  
**Belastning:** natriumklorid  
16 dygn: liggande prover  
rum (21-24°C, 30-63 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

Dynasilproverna har salt på ovansidan längs kanterna men det kan till stor del bero på skvalp.

Övriga prover uppför sig lika, dvs är helt täckta av en hård och tjock saltskorpa på ovansidan. De har trådplugg på undersidan som började växa när proverna ställdes torrt. Undersidespåväxten avstannade efter några veckor, liksom på provserie 8.

**PROVSERIE 8**

**Material:** tegel från Fem Små Hus

**Mått:** 7 x 6 x 1 cm

**Antal prover:** 7

**Behandling:** tensid, dynasil

**Belastning:** natriumklorid

16 dygn: liggande prover  
cykel 1 d, rum (21-24°C,  
34-63 % RF) + 1 d fuktrum  
(20°C, 95 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

De dynasilbehandlade proverna klarar sig igenom utan saltutslag.

De tensidbehandlade proverna och referensproverna uppför sig lika. Under de drygt 2 veckor som proverna flyttas mellan olika klimat bildas en tunn hinna utan kristallstruktur. När proverna sätts torrt börjar det växa ut plugg på ovansidan och provkropparna lyfts av de trådiga pluggar som växer på undersidan. Ovansidespluggen är godtyckligt fördelad medan undersidespluggen växer nära kanten. Efter 2 veckor tycks pluggtillväxten ha avstannat.

**PROVSERIE 9**

<b>Material:</b>	tegel från Arboga
<b>Mått:</b>	3 x 3 x 9 cm
<b>Antal prover:</b>	10
<b>Behandling:</b>	dynasil, dynasil + tensid, dynasilan, dynasilan + tensid
<b>Belastning:</b>	natriumklorid
	112 dygn: stående prover rum (21-26°C, 40-73 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

Efter 4 dagar har saltet växt upp till toppen på referensproverna, de dynasilan-tensidbehandlade har salt upp till en fjärdels höjd, de övriga är i stort sett saltfria.

Efter drygt 1 månad är saltet uppe på toppen på dynasilan-tensidproverna där saltet formar tunna taggar. Även dynasil-tensidproverna börjar få en påväxt. På det ena ref provet ramlar saltkakan av. Saltkakan tar knappt med sig något tegel, på den frilagda ytan börjar nytt salt att växa.

Efter 4 månader är halva toppen av dynasil-tensidproverna överväxta. De dynasil- och dynasilanbehandlade bitarna är hårda och fina samt helt saltfria bortsett från den krans som bildats ca 1 cm från foten. Alla proverna är saltfria ca 5 mm ovanför vätskeytan. Inget prov är mjöligt på toppen. Dynasilproverna har dock fått några små mögelkolonier ca 3 mm i diameter. Lite tegelpulver finns i skålen efter ett av dynasilan-tensidproverna.

Proverna som behandlats med tensid ser lika anfrätta ut som referensproverna när försöket avbryts.

Efter tvättning förefaller samtliga sidoytor vara intakta. De dynasilan-tensidbehandlade går dock sönder; en flisa på toppen 0,5-1,5 cm hög lossnar. Dessa provers salt är stenhårt och porslinsliknande medan saltet på de övriga behandlingarna går att klämma sönder med fingrarna.

**PROVSERIE 10**

- Material:** tegel från Arboga
- Mått:** 3 x 3 x 9 cm
- Antal prover:** 10
- Behandling:** dynasil, dynasil + tensid, dynasilan, dynasilan + tensid
- Belastning:** natriumklorid
- 112 dygn: stående prover  
 cykel 1 d, rum (21-26°C,  
 40-73 % RF) + 1 d fuktrum  
 (20°C, 95 % RF)

**Iakttagelser och kommentarer**

Under hela provtiden är proverna i princip saltfria (inget synligt salt) när de lyfts ut ur fuktrummet. Under det dygn de står framme bildas synligt salt. Denna saltpåväxt har successivt blivit större efter varje flyttning.

Dynasil- och dynasilanproverna klarar hela provtiden utan nämnbara saltutslag. Teglet är hårt och fint, knappt något tegelpulver alls finns i skålarna.

De dynasil-tensidbehandlade och referensproverna uppför sig lika, ref proverna gör dock något större utslag - speciellt i början. Saltpåväxten sker i form av en tunn hinna med bikakeformat nätmönster. På toppytan mjölar proverna och ganska mycket tegel finns i skålarna.

De dynasilan-tensidbehandlade proverna reagerar mest. Efter 4 dagar kan man se koncentrerade pluggar som liknar dåligt poppad majs sticka ut ur teglet. "Popcornen" blir efter varje flyttning allt mer utbildade och återkommer på samma ställen. Proverna har betydligt mer tegelmjöl på ovansidan och i skålen än alla övriga prover.

**PROVSERIE 9 OCH 10****Kommentarer**

Saltpåväxten på provserie 9 är kontinuerlig och därför betydligt större än på provserie 10 som flyttas och vars saltpåväxt därmed smälts ned vartannat dygn. Däremot verkar själva teglet pulvriserat och förstört på de prover som flyttats mellan olika klimat - vilket ju ej var helt oväntat.

Saltkristallerna är olika i de två serierna. I båda fallen utmärker sig dynasilan-tensidproverna som får nålar resp popcorn.

Dynasil och dynasilan har fungerat bra - under de betingelser som rådde under försöken. Däremot tycks tensiden Tween 20 ge sämre resultat än ingen behandling alls.

**Sammanfattande kommentarer till provserierna 1-10**

- o Samstämmighet har uppnåts mellan försöken i fält och laboratorieförsöken. Den fortsatta forskningen bör därför kunna "parallell"inriktas på laboratorieförsök som är betydligt billigare än fältförsök. Viss fältprovning är dock fortfarande motiverad.
- o Dubbelproverna i fältförsöken har i samtliga fall reagerat likadant. Trots den onoggranna metoden har en entydig påverkan av respektive belastning kunnat konstateras.
- o Tensidbehandlingen med Tween 20 har i samtliga fall endera gett ett oönskat resultat eller också inget resultat alls. Ett stort antal olika tensider finns dock, och det kan bland dessa finnas mer gynnsamma sorter.

8. LABORATORIEFÖRSÖK, ETAPP II, PROV-SERIerna 11-17

Lokal

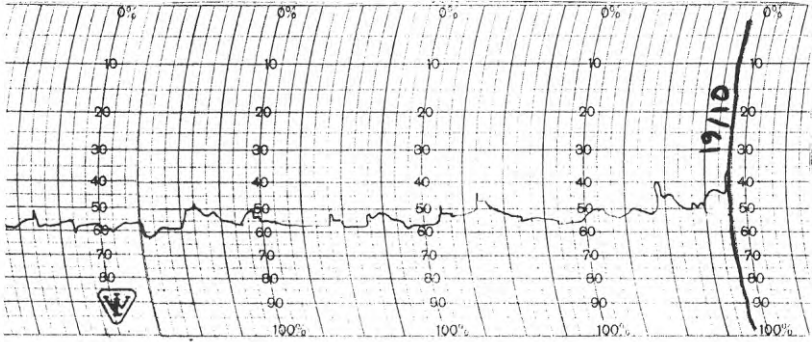
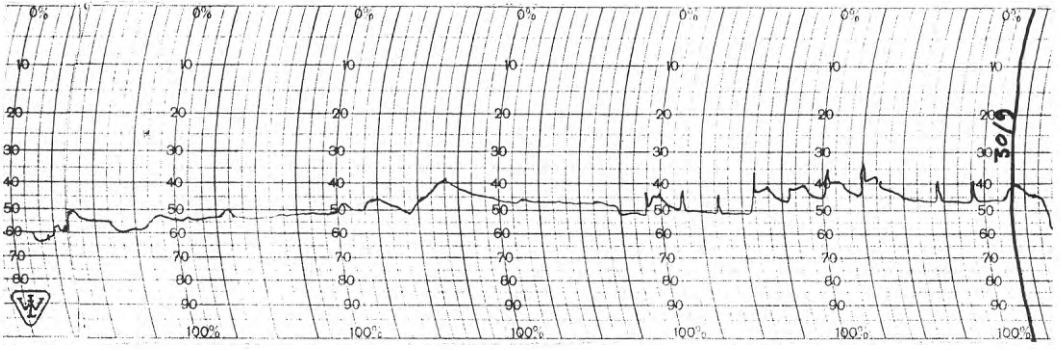
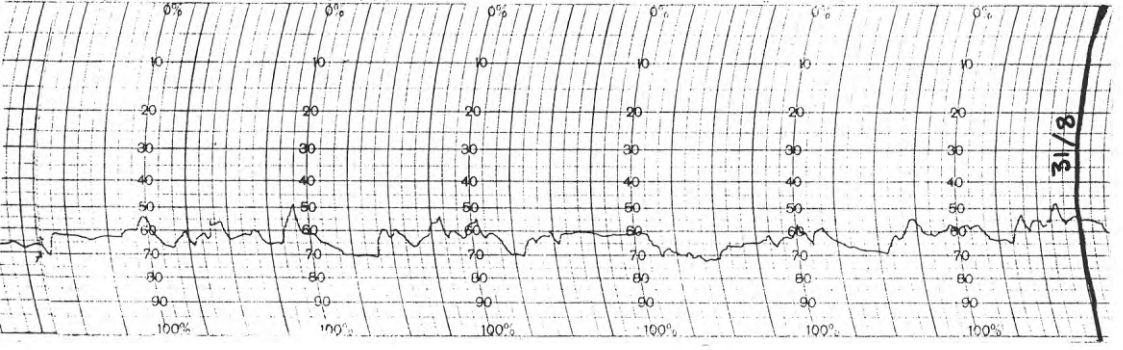
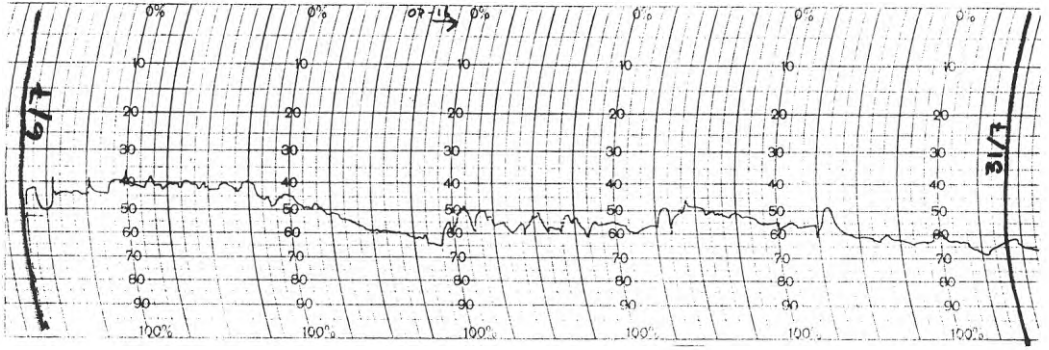
Försöken har med hänsyn till det intensiva behovet av fotografering genomförts i ett vanligt kontorsrum. Kontinuerlig registrering av T och RH har skett under perioden 1985-07-04--1985-10-23. T har legat praktiskt taget konstant vid +22°C under hela försökstiden. RH låg i början av juli kring 45 % för att fr o m månadens mitt öka till 55-60 %. Extremt nåddes 70 % kring 07-30 och vid fem tillfällen under augusti. Under september varierade RH med ganska små amplituder kring 50 %. Under oktobers första hälft pendlade RH kring 55 % och sjönk sedan till 40 à 50 %. De lägsta registreringarna, 35 % gjordes 07-07, och vid tre tillfällen under septembers andra hälft.

Impregnering och belastning

I försöksserierna 11-14 skedde inblandning av den kat-joniska tensiden CTAB till 0,1 respektive 0,5 % och med den an-joniska tensiden aerosil OT till 0,1 respektive 0,5 %, samtliga i mättad natriumsulfatlösning. Ett prov i varje serie skedde med mättad natriumsulfatlösning utan inblandning. Alla prover i dessa serier ställdes "torra" i petriskålar, som därefter ständigt hölls fyllda med lösningar enligt ovan. Mot provningstidens slut skedde upprepade "tvättningar" från saltutfällningar och samtidig uppsamling av frånsprängda tegelflisor, varefter proven åter hölls våta genom placering i respektive lösningar. Slutligen skedde tvättning och uttorkning i ett par etapper.

I serie 15 upprepades försöken med CTAB plus natriumsulfat i ett antal varianter.

Serie 16 gällde betongprover med CTAB plus natriumsulfat och serie 17 omfattade indunstning av de använda behandlings/belastningsblandningarna.



RH under perioden 1985 07 06 - 1985 10 19.



**PROVSERIE 11**

**Material:** "anonymt" murtegel  
**Mått:** 4 x 4 x 15 cm  
**Antal prover:** 5  
**Behandling:** ingen (A), 0,1 % CTAB (B),  
0,5 % CTAB (C), 0,1 % AEROSIL OT(D),  
0,5 % AEROSIL OT(E)  
**Belastning:** mättad natriumsulfatlösning  
**Provningstid:** påbörjat 850708, avbrutet 850827

**Iakttagelser och kommentarer**

Samtliga prover visade redan efter 6 h rosafärgning av tegelmjöl på saltutfällningarnas kristallspetsar, särskilt nära provkropparnas toppar. Efter ungefär tre dygn börjar nedfallet tegelmjöl avsättas i skålarna i samtliga prov. Efter ca 1 månad börjar tegel avstötas i flisor, först och tydligast på 11C.

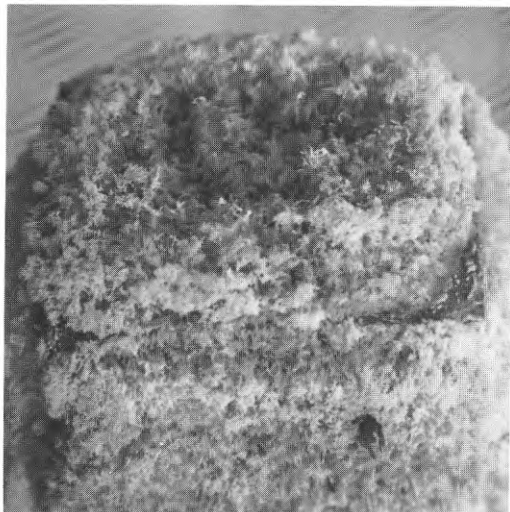
Då provserien avslutas visar samtliga provkroppar snarlika mängder vittrat och nedfallet tegel i form av mjöl och små flisor. Ingen vägning har genomförts, eftersom provserierna 13-15 ger så mycket tydligare utslag. Framför allt talar den låga geometriska precisionen i provkropparna, randeffekterna genom de grada hörnen och den totala "översaltningen" av proverna mot nämnvärd ytterligare analys av resultatet.



11A 850819, efter ca 40 dygn



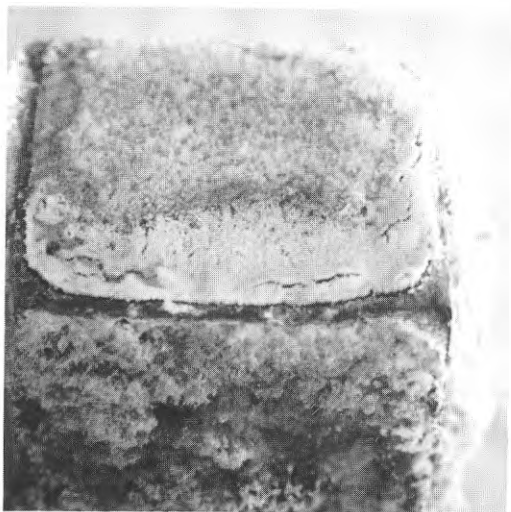
11B 850919, ca 40 dygn



11C 850819, ca 40 dygn



11D 850819, ca 40 dygn



11D 850819, ca 40 dygn

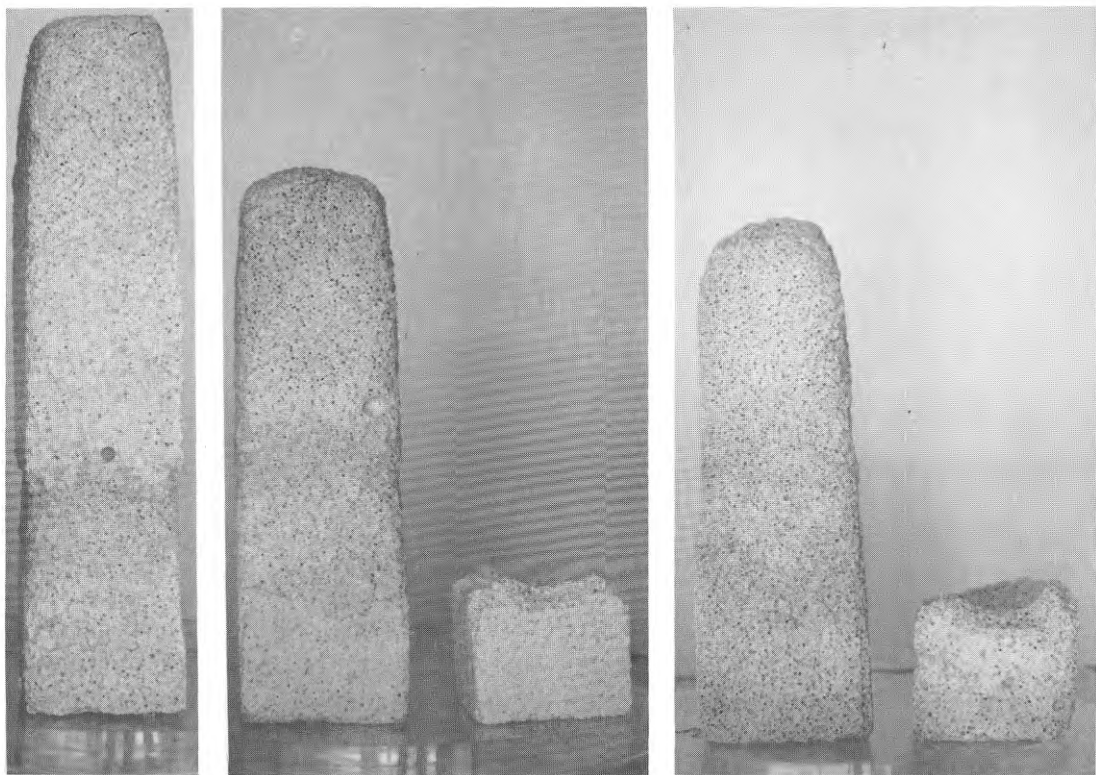
**PROVSERIE 12**

**Material:** Siporex  
**Mått:** 4 x 4 x 15 cm  
**Antal prover:** 5  
**Behandling:** identisk med serie 11  
**Belastning:** identisk med serie 11  
**Provningstid:** påbörjat 850708, avbrutet 850827

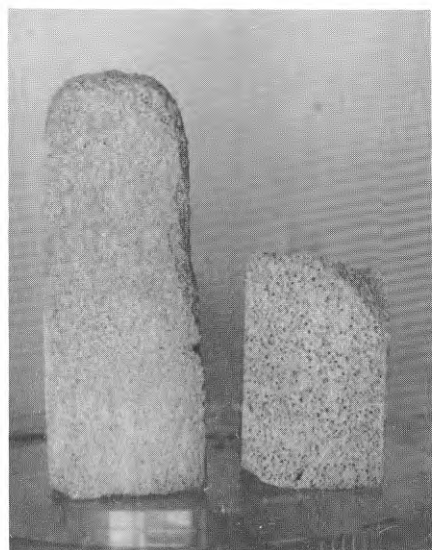
**Iakttagelser och kommentarer**

Efter två dygn börjar avspjälkning av lättbetong på samtliga; 12 D och 12 E markant mer än övriga. Efter fyra dygn visar 12 A obetydligt nedfall, 12 B, 12 C måttligt och 12 D, 12 E markant nedfall. 12 E visar tydlig vittringszon från foten och till ca 6 cm höjd. Flagor stora som lillfingernaglar iakttagbara. Efter en vecka är nedfallet tydligt graderat från 12 A obetydligt till 12 E markant. I fortsättningen vittrar 12 A koniskt (hela provet genomblött). 12 B, 12 C visar underskärning upp mot uttorkningszonen, som ligger på 13 cm höjd. 12 D, 12 E dito, men till 11 respektive 12 cm höjd. De övre kubiska delarna faller efter hand av, 12 D efter 28 dygn, 12 E 35 dygn, 12 C 36 dygn, 12 B 43 dygn.

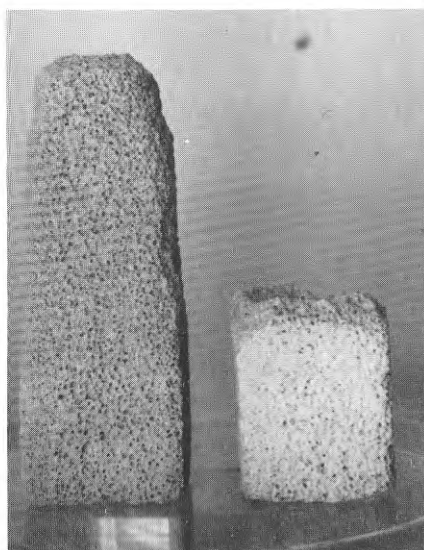
Den starka vittringen jämförd med serie 11 beror, förutom på materialskillnaderna i sig, på att de tensidbehandlade lättbetongproverna utvecklade en uttorkningszon inom provkropparnas höjd.



12A, 12B, 12C 850827, ca 50 dygn



12D, 12E 850827, ca 50 dygn

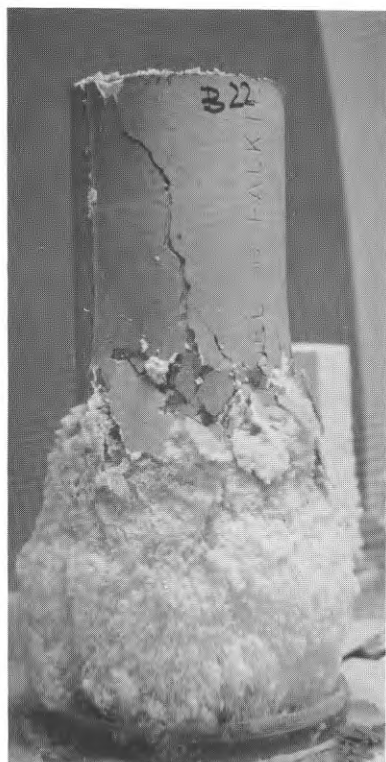


**PROVSERIE 13**

- Material:** dräneringsrör av tegel
- Mått:**  $D_i$  75 mm,  $D_y$  100 mm, H 300 mm
- Antal prover:** 1
- Behandling:** 0,5 % Aerosil OT
- Belastning:** mättad natriumsulfatlösning
- Provningstid:** påbörjat 1985-07-10, 12.00. Tvättning och därefter uttorkning 1985-08-21. Slutlig tvättning och uppsamling av lössprängt material 1985-11-08.

**Iakttagelser och kommentarer**

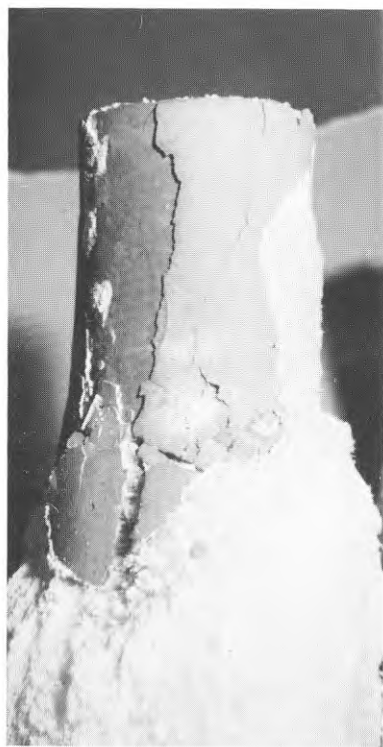
Efter ca 100 h dramatiska sprängningar i bälte runt-  
om i gränsen mellan utvändigt synliga saltutfällningar  
och slät tegelyta, på ca 100 mm höjd. Efter ca 150 h  
sprängning till 180 mm höjd runtom med en spricka  
ända till topp. Efter 300 h faller stor sammanhängan-  
de flisa bort. Efter 450 h faller ytterligare en  
stor sammanhängande flisa bort. Sprängningen fort-  
sätter successivt i nya, inre skikt.



13, efter 6 dygn



13, efter 8 dygn



13, efter 20 dygn



13, efter 48 dygn, "tvättad"



## PROVSERIE 14

- Material:** dräneringsrör av tegel
- Mått:** som i serie 13
- Antal prover:** 5
- Behandling:** som i serierna 11 och 12
- Belastning:** mättad natriumsulfatlösning
- Provningstid:** påbörjat 1985-07-15, kl 11.00. "Tvättning" och därefter uttorkning 1985-08-21. Slutlig tvättning och uppsamling av lössprängt material 1985-11-08.

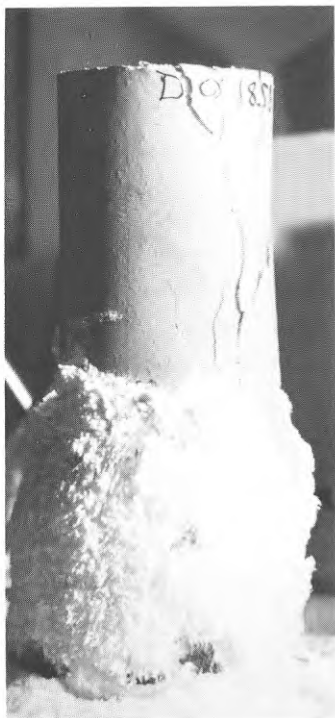
## Iakttagelser och kommentarer

Efter ca 150 h visar 14 A, D och E tydliga sprickor i bältet omedelbart över de utvändiga saltbildningarna. 14 B och C ännu oanfrätta. Efter 200 h visar 14 B små sprickor, 14 C inga. Efter 250 h är sprickbildningen relativt sett, från 0 till 4: 14 C, 14 D, 14 B, 14 E, 14 A. Efter ca 300 h börjar tegelflisor falla av från 14 A och 14 E. Efter 400 h är ytskiktet kring hela toppens periferi utskjuten i 14 A, 14 B och 14 E. Efter 500 h kan klart konstateras att 14 C är praktiskt taget intakt, medan övriga har i stort sett jämförbara skador. Vid tvättning och uppsamling av lössprängt material 1985-08-21 (ca 850 h) ger 14 A, B, D och E stora nedfallsmängder medan 14 C är helt oskadad. 14 A och 14 B visar lössprängda skällor vid toppen på nära 180° båglängd och höjder kring 80 à 100 mm. Under härpå följande uttorkning står sig tendenserna beträffande relativa nedfall.

Totalt avsprängda tegelmängder i g. Rörmassa ca 1900 g

Prov	Påbörjat	Avslutat	Nedfall g
13	850710	851108	103
14A	850715	"	76
14B	"	"	110
14C	"	"	8
14D	"	"	132
14E	"	"	101

En summering är att den kat-joniska tensiden CTAB i relativt hög koncentration förefaller ha en hämmande inverkan på saltvittring genom natriumsulfat. Provserie 15 omfattar därför endast fortsatta prov med CTAB.



14A, 15 dygn



14A, 25 dygn



14A, 26 dygn, "tvättad"

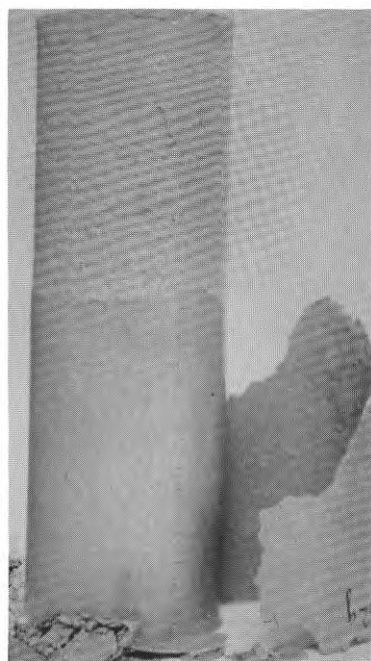




14B, 15 dygn



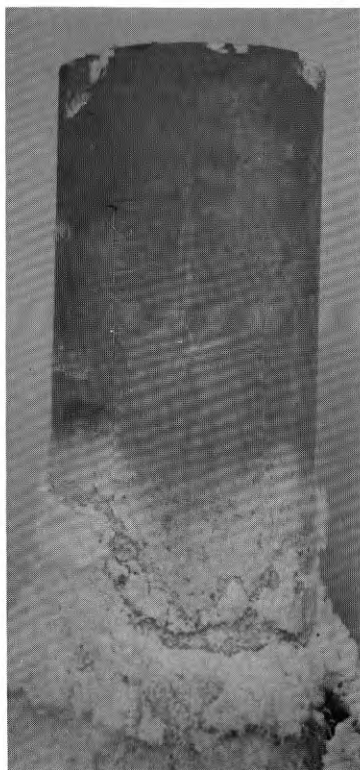
14B, 25 dygn



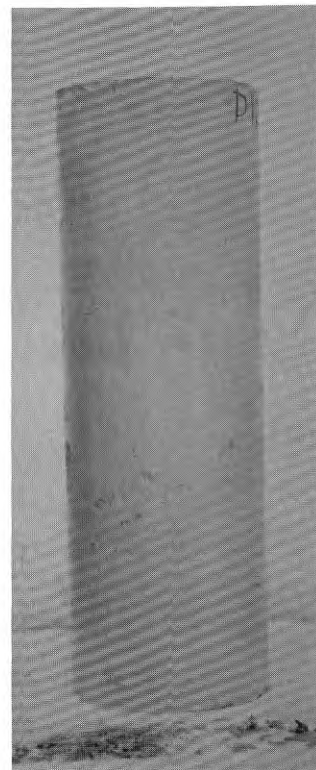
14B, 26 dygn, "tvättad"



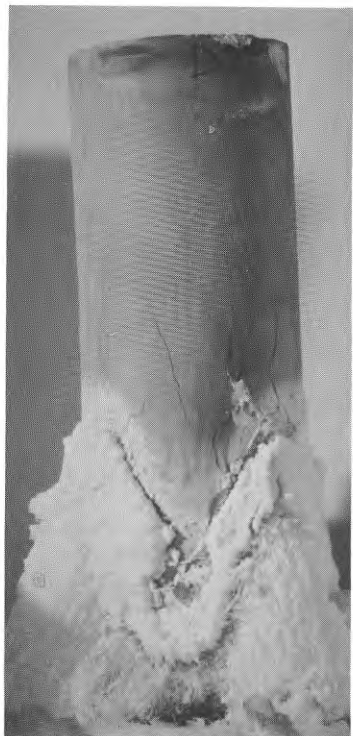
14C, 15 dygn



14C, 25 dygn



14C, 26 dygn, "tvättad"



14D, 15 dygn



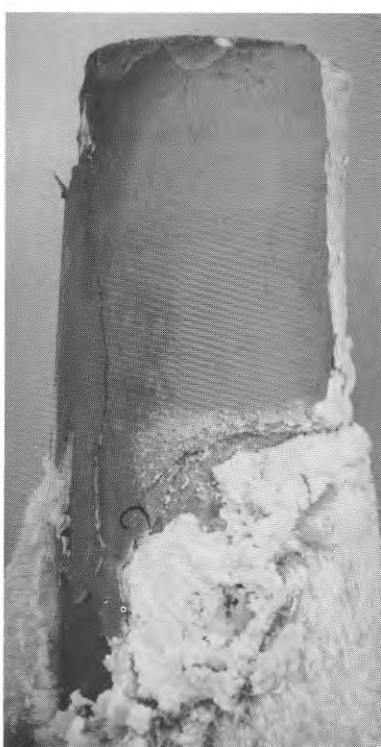
14D, 25 dygn



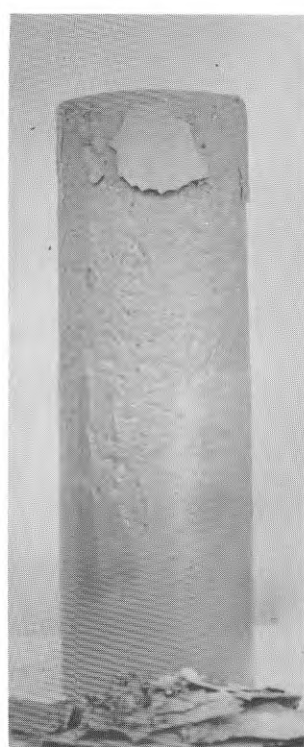
14D, 26 dygn, "tvättad"



14E, 15 dygn



14E, 25 dygn



14E, 26 dygn, "tvättad"

## PROVSERIE 15

- Material:** dräneringsrör av tegel
- Mått:** som i serie 13 och 14
- Antal prover:** 4
- Behandling:** 15 A identisk med 14 C  
15 B vattendränkning i 24 h, därefter som 14 C/15 A  
15 C vattendränkning i 24 h, därefter 0,3 % CTAB i mättad natriumsulfatlösning  
15 D dränkning i 0,5 % CTAB i vattenlösning i 24 h
- Belastning:** 15 A, B och C mättad natriumsulfatlösning med 0,5 respektive 0,3 % CTAB i lösningen  
15 D enbart mättad natriumsulfatlösning
- Provningstid:** 15 A påbörjat 1985-08-22  
15 B och C påbörjat 1985-08-23  
15 D påbörjat 1985-09-04
- Samtliga tvättning 1985-09-11, därefter förnyad belastning  
Samtliga tvättning 1985-09-16, därefter förnyad belastning  
Samtliga tvättning 1985-09-23, därefter förnyad belastning
- 15 A, B, C uttorkning fr o m 1985-09-26  
15 D uttorkning fr o m 1985-09-30  
Samtliga tvättning 1985-10-31, därefter fortsatt uttorkning  
Samtliga tvättning 1985-11-06, därefter avbrytning av provserien

## Iakttagelser och kommentarer

15 A, som i princip är identiskt med 14 C, visar redan efter 40 h vårtliknande saltsprängningar över hela ytan ovanför saltutfällningszonen. En tänkbar förklaring är skillnader i RH mellan de två provperioderna. Även de två före behandling/belastning vattendränkta provkropparna 15 B och 15 C visar efter ett par dygn utbredda saltsprängningar. Oku- lärt föreföll de olika koncentrationerna av CTAB inte ge någon skillnad. 15 D, däremot, visade inga

skador förrän efter den andra tvättningen (1985-09-16), d v s provkroppen förblev intakt i minst 300 h. Vid tvättningarna var skumbildningen kring 15 D avsevärt kraftigare än kring de andra provkropparna. Urlakning av CTAB och fortsatt belastning med enbart  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  kan förklara att vittringen så småningom tilltog<sup>4</sup> även på 15 D.

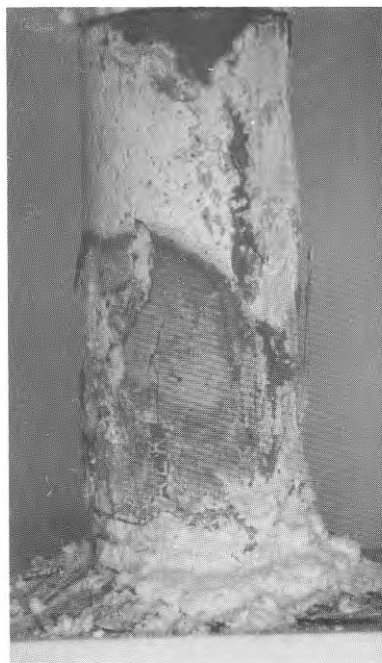
Tabellen över nedfallna tegelmängder under de fem delperioderna och totalt visar emellertid (och inte oväntat) en ganska drastisk skillnad mellan å ena sidan 15 A, B och C och å andra sidan 15 D.

Successivt och totalt avsprängda tegelmängder i g.  
Rörmassa ca 1900 g.

Prov	På- börjat	Nedfall 0911	Nedfall 0916	Nedfall 0923	Nedfall 1031	Nedfall 1106	Nedfall Totalt
15A	850822	44	35	106	45	0	230
15B	850823	11	12	76	34	23	156
15C	850823	5	10	36	24	51	126
15D	850904	0	0	73	14	0	87



15A, 21 dygn



15A, 41 dygn



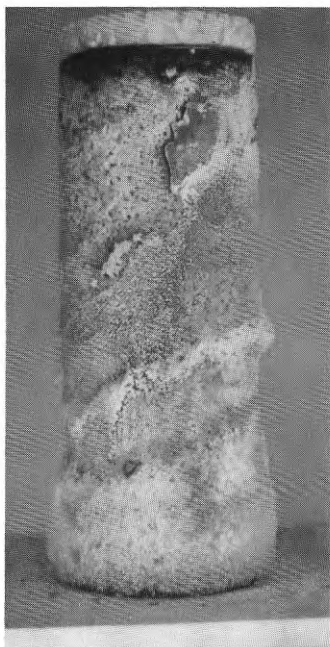
15A, 41 dygn, "tvättad"



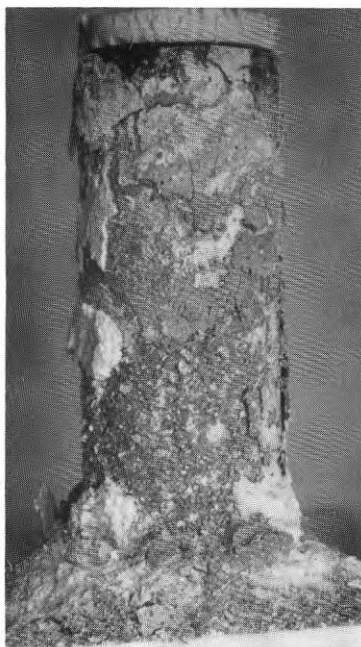
### Sammanfattande kommentar till provserierna 13-15

Spridningen i massa mellan olika rör är av storleksordningen  $\pm 2$  à  $3$  %. Okulärt förefaller bränningen av rören vara jämn, både inom rören och inbördes mellan rören. Samtidigt ansatta prov bör också ha haft mycket snarlika fukthalter. Den allvarligaste osäkerheten ligger rimligtvis i att variationerna i RH varit stora och snabbt fluktuerande under hela försöksperioden. Detta gör det omöjligt att direkt jämföra annat än proverna 14 A-14 E respektive 15 A-15 C inbördes.

Icke dess mindre förefaller behandling med kat-joniska tensider som en intressant utvecklingsväg. I fortsatta försök är det emellertid viktigt att höja den kronologiska precisionen så långt det är praktiskt möjligt. Idealet vore försök med noggrant styrd RH och T, men behovet av intensiv besiktning och fotografering gör detta praktiskt svårhanterligt. En tänkbar kompromiss är parallella försöksserier.



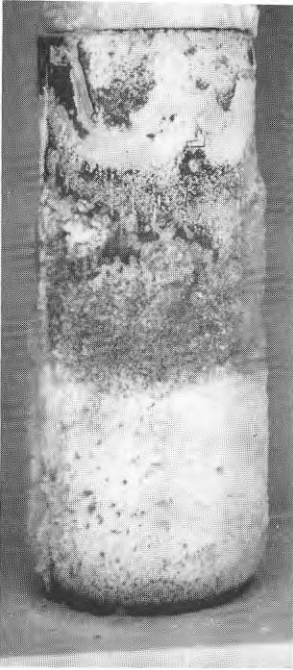
15B, 19 dygn



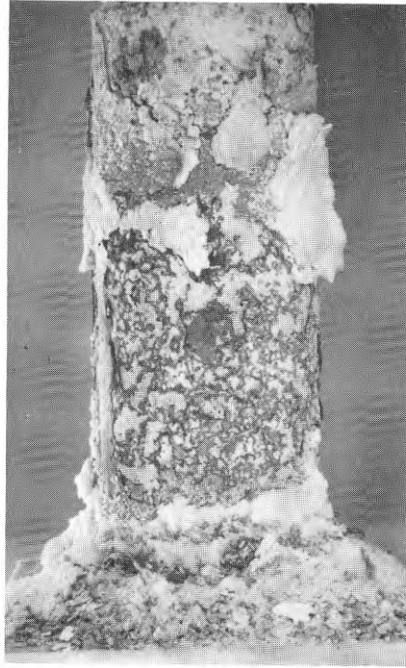
15B, 40 dygn



15B, 40 dygn, "tvättad"



15C, 19 dygn



15C, 40 dygn



15C, 40 dygn, "tvättad"



15D, 8 dygn



15D, 28 dygn



15D, 28 dygn, "tvättad"

**PROVSERIE 16**

- Material:** borrhärnor av betong från källarmur  
i hus byggt 1922
- Mått:** D 100 mm, H 400 mm
- Antal prover:** 3
- Behandling:** 16 A dränkning i vatten 48 h  
16 B, 16 C dränkning i 0,5 % CTAB 48 h
- Belastning:** mättad natriumsulfatlösning
- Provningstid:** påbörjad belastning 1985-09-16; avbrutet 1985-10-02

**Iakttagelser och kommentarer**

- Saltutfällningens höjd 16 A 80 mm  
16 B 100 mm  
16 C 80 mm

Ingen som helst saltvittring kunde konstateras och är heller inte att vänta i betong under rumsklimatförhållanden.



16A, B, C, 0 dygn



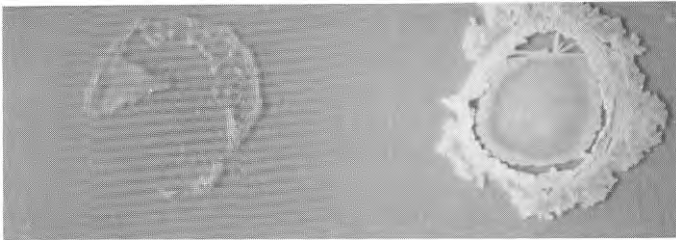
16A, B, C, 16 dygn

## PROVSERIE 17

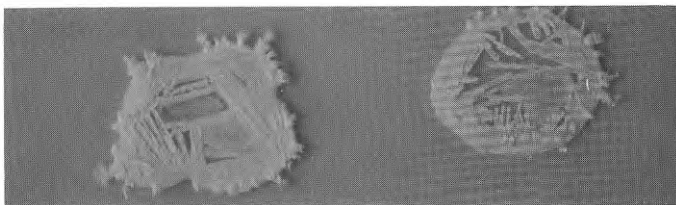
För studium av kristallbildning genomfördes dels intorkning av droppar på objektsglas i dubbla prov, dels indunstning i petriskålar av fyrdubbla prov av de fem behandlings/belastninglösningarna i provserierna 11-14.

Dropp-proverna av A, B och C visar relativt cirkulära slutformer med utåtsträvande kristallbildningar i stjärnform. D och E ger mer diffusa bildningar med amöbaliknande totalform och jämnt gyttrade kristaller utan tydligt radiell struktur.

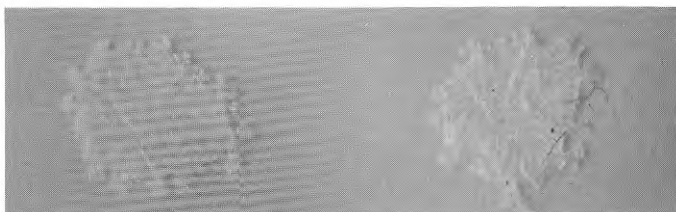
Vid indunstning av A uppträdde stora sammanhängande kristallkakor med tydliga tecken till ytspänningsstyrda strukturer. B och C gav relativt stora sammanhängande kristallkakor, och som A tydligt ytspänningsstyrda bildningar, dock i ett mönster med ca 4 ggr mindre totalmått på kakorna. D och E har ett primärt grundmönster påminnande om B och C, men över detta lagras diffusa kristallbildningar som tyder på väsentligt lägre ytspänningsberoende än i övriga prover.



17A, dropp-prov

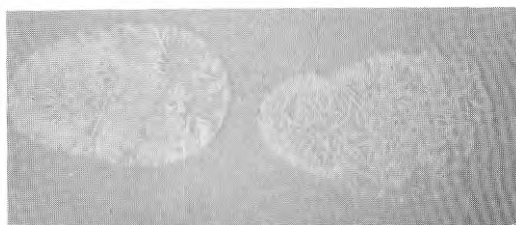


17B, dropp-prov

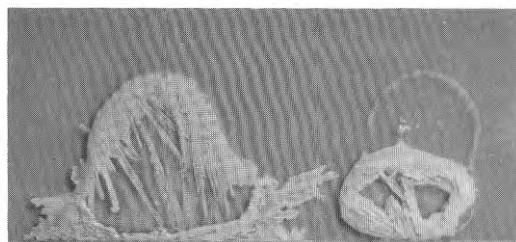


17C, dropp-prov

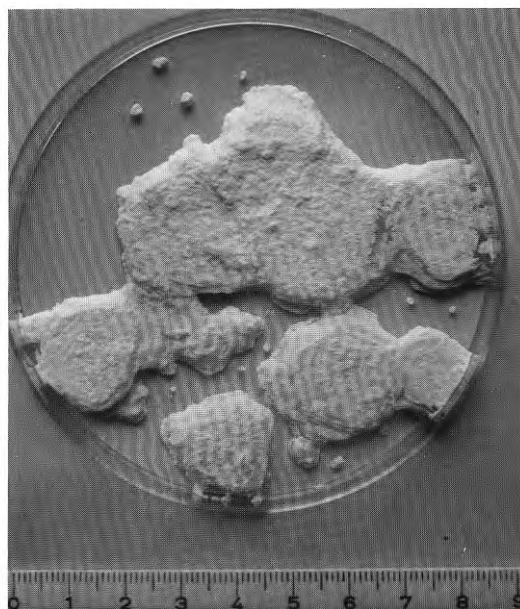




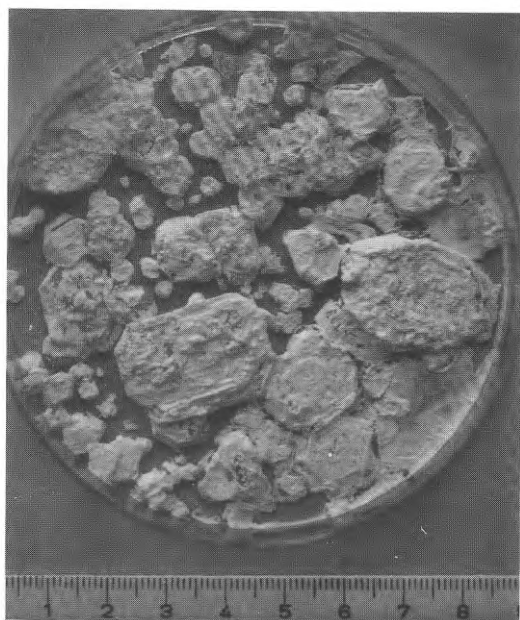
17D, dropp-prov



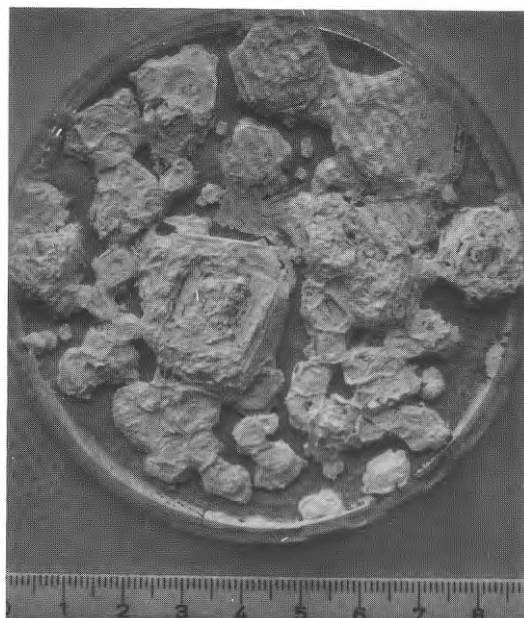
17E, dropp-prov



17A, indunstningsprov



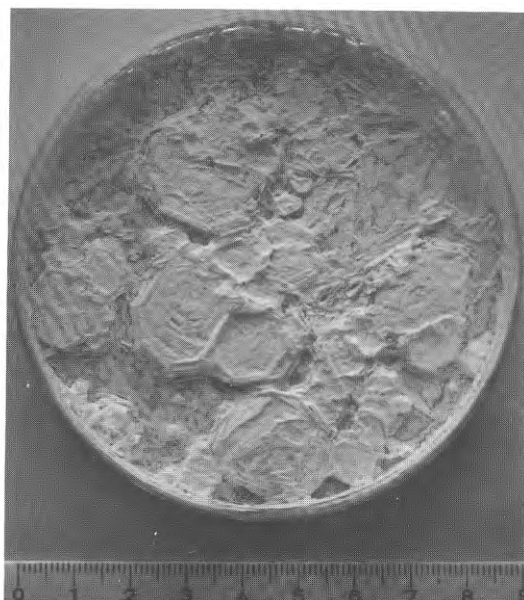
17B, indunstningsprov



17C, indunstningsprov



17D, indunstningsprov



17E, indunstningsprov

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840890-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till VBB AB,  
Stockholm.**

**R60:1986**

**ISBN 91-540-4583-5**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.Nr: 6706060**

**Abonnemangsgrupp:  
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**