



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

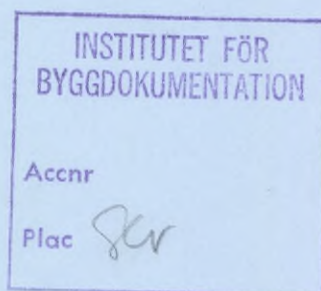
R15:1987

Fuktspärr i murverk

Laboratorieförsök med torkning och hydrofobering i murverk av tegel

**Leif Berntsson
Göran Hartzell
Göran Kårfalk**

R
9/11



Byggeforskningsrådet

R15:1987

FUKTSPÄRR I MURVERK

Laboratorieförsök med torkning och
hydrofobering i murverk av tegel

Leif Berntsson
Göran Hartzell
Göran Kärfalk

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840784-5
från Statens råd för byggnadsforskning till Hartzell
Ytskydd AB, Göteborg.

REFERAT

Projektet är knutet till problemen med att förhindra skador i murverk, orsakade av kapillär vattentransport. Redogörelsen inleds med en kortfattad beskrivning av olika skadetyper och vilka tillvägagångssätt som använts. Av dessa kommer här endast den kemiska metoden att behandlas. Projektet innebär en undersökning av möjligheten att förbättra tekniken med att genom s.k. hydrofobering skapa ett spärrskikt mot kapillärt uppstigande av fukt i ett murverk av tegel.

Erfarenheterna från utförda arbeten tyder på att murverken måste ha en viss torrhet för att impregneringen skall fungera. Hittills använda metoder har emellertid visat sig vara såväl osäkra som mycket tidskrävande och därmed även kostsamma. Avsikten med detta projekt har varit att finna en mindre tidskrävande och samtidigt effektiv metod att torka.

Projektet är en förundersökning av en teknik som bygger på att torkning sker inne i väggen. Detta i motsats till hittills använd teknik att torka väggen utifrån, t ex genom att värma väggytan. Metoden baseras på att införa förvärmad tryckluft i väggen genom ett antal borrarade hål. Sekundärt skulle samtidigt undersökas om de varma luftströmmarna kunde utnyttjas för att överföra hydrofoberingsvätskan i ång- eller dimform före införandet i väggen.

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

R15:1987

ISBN 91-540-4677-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING.....	4
2 FÖRSÖK.....	5
2.1 Försöksuppbyggnad.....	5
2.2 Torkning.....	6
2.3 Hydrofobering.....	10
3 BEDÖMNING AV RESULTAT.....	14
4 SLUTSATSER.....	16
LITTERATUR.....	17

SAMMANFATTNING

Projektet är knutet till problemen med att förhindra skador i murverk, orsakade av kapillär vattentransport.

Redogörelsen inleds med en kortfattad beskrivning av olika skadetyper och vilka tillvägagångssätt som använts. Av dessa kommer här endast den kemiska metoden att behandlas. Projektet innebär en undersökning av möjligheten att förbättra tekniken med att genom sk hydrofobering skapa ett spärrskikt mot kapillärt uppstigande av fukt i ett murverk av tegel.

Erfarenheterna från utförda arbeten tyder på att murverken måste ha en viss torrhet för att impregneringen skall fungera. Hittills använda metoder har emellertid visat sig vara såväl osäkra som mycket tidskrävande och därmed även kostsamma. Avsikten med detta projekt har varit att finna en mindre tidskrävande och samtidigt effektiv metod att torka.

Projektet är en förundersökning av en teknik som bygger på att torkning sker inne i väggen. Detta i motsats till hittills använd teknik att torka väggen utifrån, t ex genom att värma väggytan. Metoden baseras på att införa förvärmad tryckluft i väggen genom ett antal borrarade hål.

Sekundärt skulle samtidigt undersökas om de varma luftströmmarna kunde utnyttjas för att överföra hydrofoberingsvätskan i ång- eller dimform före införandet i väggen.

1 INLEDNING.

Förstörelse av byggnader och byggnadsverk på grund av fukt är av betydande omfattning. Problemet är internationellt och stora belopp läggs årligen ned för att konservera, reparera eller renovera byggnader för att förhindra fortsatt förstörelse exempelvis i murverk. Fuktskadorna berör inte enbart äldre byggnadsverk utan även nyare bebyggelse, särskilt de som saknar en effektiv isolering mot fukt från marken. Resultatet har blivit att puts lossnar, färg flagnar, sten och tegel vittrar sönder, fasader och innerväggar täcks av mögel och saltutfällningar som på sikt bryter ner materialet.

En viktig orsak till fuktskadorna är kapillär vatten-transport. De hittillsvarande metoderna för att förhindra denna transport är såväl av fysikalisk-mekanisk som kemisk natur. I det första fallet försöker man att föra in en spärr, t ex en plåt, i väggen. Metoden är effektiv men svårhanterlig och kostsam. Dess användning blir därför begränsad. Den kemiska metoden innebär att man inför en impregneringsvätska i väggen för att, inom ett begränsat skikt, skapa en spärr mot den kapillära vattentransporten genom sk hydrofobering.

De hittillsvarande erfarenheterna från den kemiska metoden pekar i en bestämd riktning, nämligen att den zon i väggen, där preparaten införes, först måste torkas. Det finns anledning tro att effekten skulle öka om hydrofoberingsmedlet kunde införas i ång- eller dimfas. Detta därför att ett ämne i ång- eller dimfas förmår att snabbare tränga in i ett kapillärt material än ett ämne i vätskefas. Därtill kommer möjlighet att spara impregneringsvätska.

Problemet har hittills varit att utföra den nödvändiga torkningen. De försök som gjorts med användande av exempelvis elektroosmos, mikrovågor, värmestrålning med och utan kombination med vacuummattor har icke visat sig ge effektiv torkning inom rimlig tid. Föreliggande projekt är ett försök att finna en enklare men samtidigt effektiv metod för torkning. Sekundärt avsågs att undersöka om torksättet kunde kombineras med att införa hydrofoberingsmedlet i ång- eller dimform, vilket bör öka effekten av impregneringen.

Den lösning av torkproblemet som projektet avsåg att studera byggde på att utnyttja de viktigaste fysikaliska parametrarna i torkprocessen: ångtrycksskillnad, avdunstning, lufthastighet och fuktvandring i värme-strömmar. En teknik för torkning av fuktiga material utifrån (HYAB-tekniken) har utvecklats med ekonomiskt stöd från Styrelsen för Teknisk Utveckling och testats på Chalmers Tekniska Högskola, Avd. för byggnadsmaterial (Leif Berntsson, Rapport 1979:2). I föreliggande projekt avsågs att undersöka om man kan anpassa och komplettera den nämnda tekniken på ett sådant sätt att det går att torka material även inifrån.

En horisontell fuktspärr i ett murverk fungerar även vid en ringa tjocklek av det skikt som hydrofoberats. Principen för torktekniken skulle vara att efter ett visst system införa en varm, torr luftström från tryckluft och med hjälp av denna värma väggen och driva fukten i det tänkta spärrskiktet i en bestämd riktning. Samtidigt skulle den varma luftströmmen utnyttjas för injicering av hydrofoberingsmedel som överförts i ång- eller dimfas.

Undersökningarna har gjorts vid Avd. för Byggnadsmaterial på Chalmers Tekniska Högskola med Leif Berntsson som projektledare. I projektet har även deltagit Göran Kårfalk, Byggnadsfysik AB, som lett mätningarna och sammanställt materialet.

2 FÖRSÖK

2.1 Försöksuppbyggnad

För försöken byggdes två provmurar i tegel i betonglaboratoriet på Chalmers Tekniska Högskola. Murarna uppfördes i en bassäng, med måtten 2 x 3 m, bestående av 15 cm hög ram och en porös träfiberskiva som täcktes med en vattentät plastfolie. Murarna, en 1 1/2-stensmur och en 2-stensmur, var 2,5 m långa och 1 m höga med ett avstånd mellan murarna på 0,5 m. (Fig 1)

Murningarna utfördes i gammalt tegel från ett rivningsområde och av en van murare. Bruket utgjordes av magert KC-bruk. Sedan murarna torkat några veckor fylldes bassängen med ca 10 cm vatten och murarna täcktes med plastfolie för att minska avdunstningen. Tre veckor efter vattenpåfyllningen hade 100 % relativ fuktighet nåtts i de borrade mät-hålen på 80 cm höjd. Mät-hålen, \varnothing 20 mm, borrades till ett djup av 25 cm dels i tegel och dels i fog på olika nivåer.

Hålen för torkning och injicering borrades med \varnothing 15 mm och cc 12,5 cm. Borrningen gjordes så att fogen skars ca 5 cm in i muren och avslutades i underkant av fogen 5 cm från murens baksida.

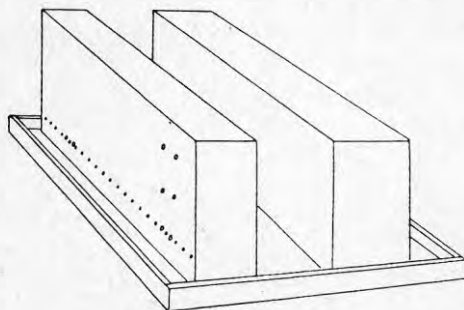


Fig.1. Provmurarnas uppbyggnad samt hållplacering i 1 1/2-stensmuren.

2.2 Torkning

Sedan murarna stått i vatten en månad började torkningsförsöken. Det befintliga tryckluftssystemet med 6 atö utnyttjades. Från ett centralt uttag anslöts i tur och ordning flödesmätare, värmare, tryckmätare och fördelningsslang.

Den elektriska värmaren gav maximalt 1 kW och effekten reglerades genom spänningen via en vridtransformator. Vid utgången från värmaren monterades en termometer för temperaturkontroll.

Tryckluften fördelades till 6 rör med ventiler som "tätt" anslöts till vartannat torkhål i muren - tillluftshål. Mellanliggande hål - frånluftshål - lämnades i vissa fall öppna, i vissa fall anslöts de till en vacuumsug och i några försök blåstes kall tryckluft in mot hålbotten med fri öppning utåt. Varje försök utfördes på drygt halva murlängden, ca 1,5 m långt från ytterkanterna.

Vid försöken registrerades tryck, flöde och temperatur på den tillförda luften. I mät hålen mellan till- och frånluftshålen och i nivå med dessa mättes temperatur och relativ fuktighet med Vaisala HM 14A försedd med mätprobe HMP 1 med sintrat filter. Temperaturen hos den varma tryckluften mättes på rören med yttemperaturgivare och mätinstrument av märke Wallac.

I diagram 1 redovisas de torkförsök som genomfördes i ena halvan av 1 1/2-stensmuren. Av diagrammet framgår, förutom torkförloppet, även tillförd luftmängd och lufttemperatur.

Vid några tillfällen avbröts lufttillförseln varvid luftfuktigheten snabbt steg. När torkningen återupptogs minskade fuktigheten snabbt, vilket visar att den utgjordes av diffunderad fukt till de stora porerna.

Som väntat visar det sig att ju mer och ju varmare luft som tillförs desto fortare sker torkningen. När luftfuktigheten i väggen är hög är torkprocessen långsammare genom att det då är mera vatten som skall avlägsnas. Förklaringen ges av sorptionskurvorna i fig 2.

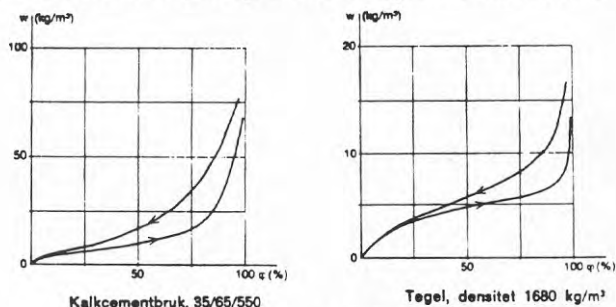
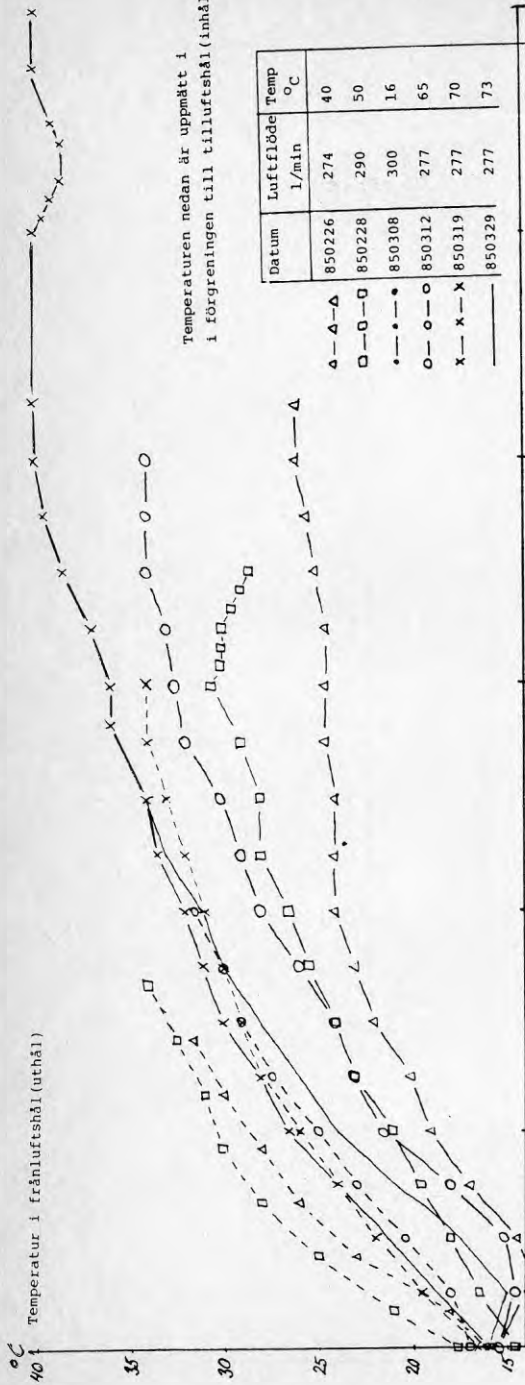


Fig. 2. Sorptionskurvor för KC-bruk resp tegel enligt Nevander-Elmarsson Fukt-handbok

Temperatur i frånluftshål (uthål)



Temperaturen nedan är uppmätt i i förgreningen till tilluftshål (inhål).

Datum	Luftflöde l/min	Temp °C
△-△-△	274	40
□-□-□	290	50
•-•-•	300	16
○-○-○	277	65
x-x-x	277	70
—	277	73

% Relativ fuktighet

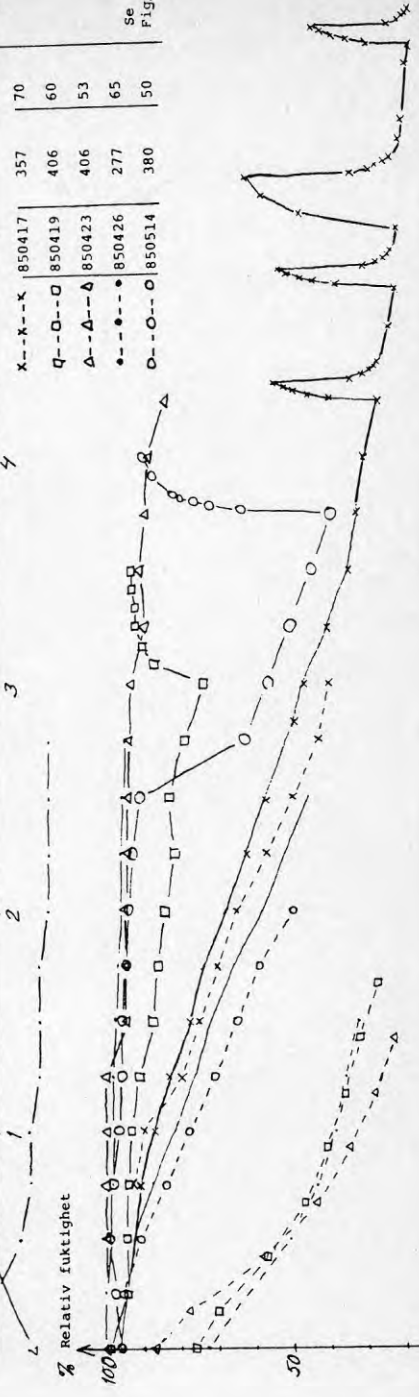
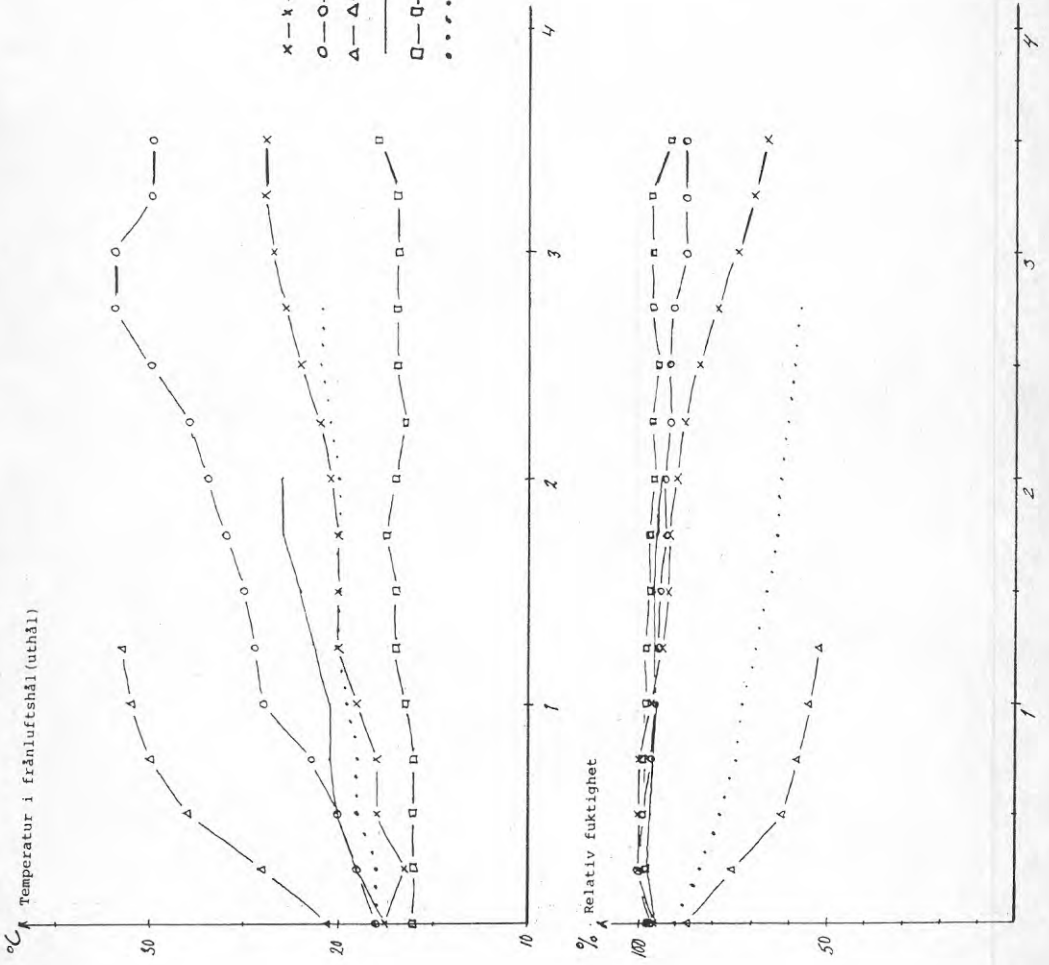


DIAGRAM 1

Tid i timmar

Se FIG. 3



Temperaturen nedan är uppmätt i
 förgreningen till tilluftshälen (inhålén).

Datum	Luftflöde l/min	Temp. °C	Se Fig.
×—×—×	382	60	Fig 4
○—○—○	250	70	
▲—▲—▲	220	78	Fig 3
—	100	80	" 5
◻—◻—◻	90	90	" 4
.....	406	55	" 5

Tid i timmar

Vid några tillfällen kontrollerades fuktigheten i alla frånluftshålen. Det visade sig då att proben till fuktighetsmätaren utgör en störning genom att den täpper till i fogen. I samtliga andra hål har torkningen gått snabbare med lägre luftfuktighet som resultat.

Resultaten från torkningen av 2-stensmuren återfinns i diagram 2.

2.3 Hydrofobering

Behovet av att torka murverk sammanhänger med svårigheten att hydrofobera vattenfyllda kapillärer. Ju torrare muren är desto mindre är de kapillärer som fortfarande är vattenfyllda. Vid 98 % relativ fuktighet har fukt kondenserat i kapillärer med en diameter upp till 100 nm. Vid 80 % relativ fuktighet är kapillärer upp till \varnothing 10 nm fyllda.

Då fukttransporten går saktare ju mindre kapillärerna är torde det inte vara nödvändigt att hydrofobera de mycket små kapillärerna. Det är också praktiskt inte genomförbart att inom rimlig tid fullständigt torka ett skikt i en fuktig vägg. Vår bedömning var att en lämplig relativ fuktighet vid hydrofoberingen var i storleksordningen 70 - 90 %. I försöken var den relativa fuktigheten, vid hydrofobering av de olika delarna 50-90 %.

Hydrofoberingen genomfördes på följande sätt. En trycktank för hydrofoberingsvätskan kopplades in på tryckluftssystemet efter värmaren. Genom en droppventil reglerades tillförd mängd till slangsystemet där vätskan förgasades för att lättare tränga in i tegelmuren.

Hydrofoberingsvätskan utgjordes av en silan, under beteckningen Kapillan, i koncentrerad form.

3. RESULTAT AV HYDROFOBERINGEN

Kontroll av hur hydrofoberingen fungerat skedde genom successiv rivning av muren till aktuellt skikt. Först så att ovasidan av bruket i den hydrofoberade fogen kunde studeras. Genom sprayning av vatten på de frilagda ytorna kunde tydligt ses om hydrofoberingen var tillfredställande. Där så var fallet samlades vattnet i stora runda droppar. På de ställen där hydrofoberingen inte var tillfredställande sögs vattnet däremot in i muren som då snabbt fick mörk färg. I fig 3 - 5 visas resultaten av de olika försöken. De vattensugande delarna har skaffrerats.

Sedan övre delen av liggfogen studerats hackades fogbruket bort så att även undersidan kunde kontrolleras. Även dessa resultat redovisas i fig 3 - 5.

Gemensamt för de bästa resultaten är att hydrofoberingsvätskan tillfördes långsamt. Så snart detta skedde för snabbt kändes en stark lukt i lokalen. Tätningen i tilluftshålen var svår att genomföra på ett tillfredställande sätt. Det finns anledning tro att läckagen har påverkat hydrofoberingresultatet i murarnas baksidor.

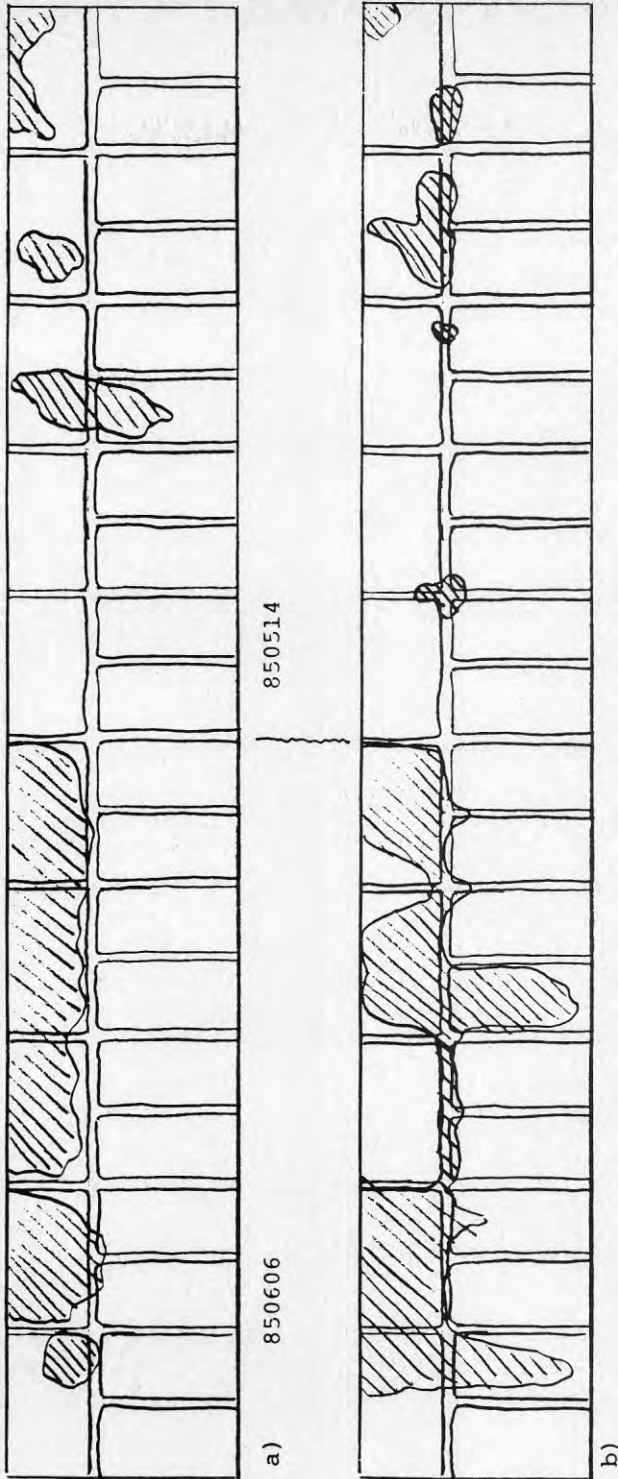


Fig. 3. Resultat av hydrofobering i 1 1/2-stensmur efter rivning ned till andra fogen över vattenytan. De skaffrade partierna är vattensugande.
 a). Ovansida liggfog.
 b). Undersida liggfog

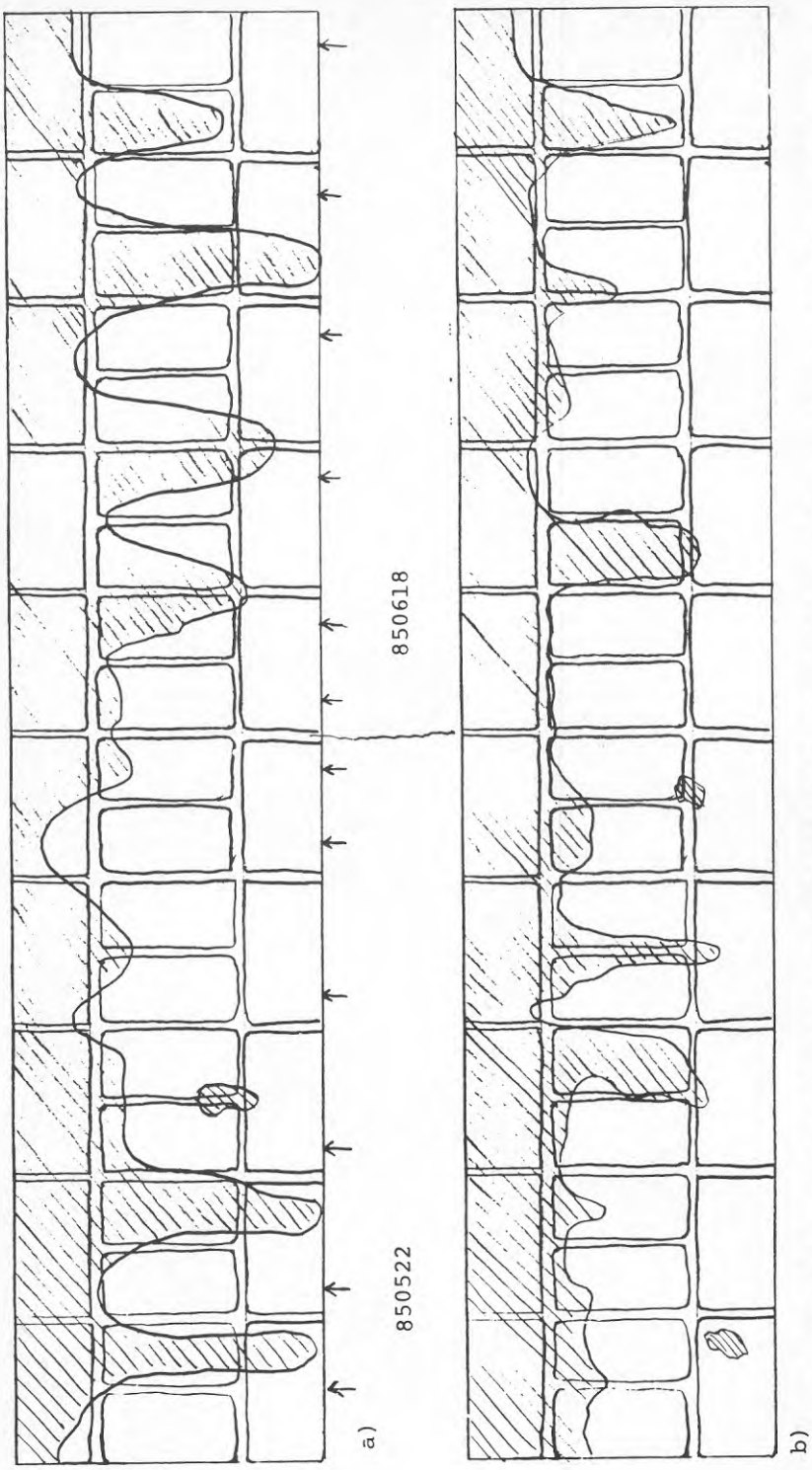
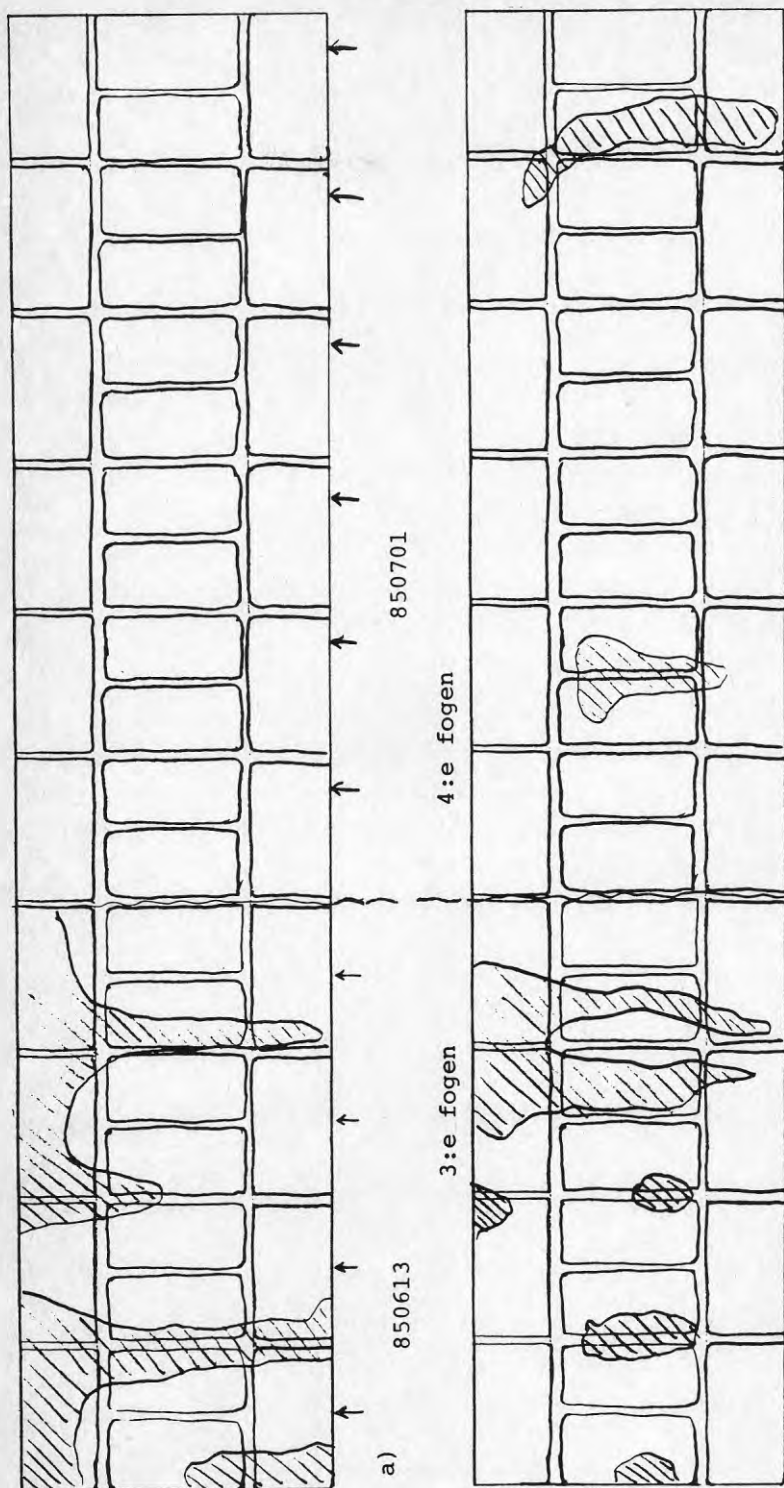


Fig.4. Resultat av hydrofobering i 2-stensmur efter rivning ned till andra fogen över vattenytan.
a) Skafferade partier är vattensugande.
b) Ovansida liggfog.
c) Undersida liggfog.



b) Fig. 5. Resultat av hydrofobering i 2-stensmur i tredje resp fjärde fogen över vattenytan.
 Skafferade partier är vattensugande.
 a) Ovansida liggfog.
 b) Undersida liggfog.

3 BEDÖMNING AV RESULTAT

I Tabell 1 redovisas några försöksdata som är av intresse för såväl tork-som hydrofoberingsprocessen, vilka båda ingår i förfarandet att skapa en fuktspärr i murverk. Sålunda visas uppmätt relativ fuktighet i frånluftshålen (uthålen) vid hydrofoberingens start och omfattningen av hydrofoberingens utbredning i en liggfog.

Utvärderingen av hydrofoberingens resultat är baserad på hur stor andel av liggfogens hela yta inom försöksskiktet, som kunnat göras vattenavvisande och därmed är kapillärbrytande. I föreliggande fall har det bedömts vara ett tillfredsställande resultat om det hydrofoberade väggtvårsnittet är vattenavvisande till minst 95 %. Detta resultat har kunnat uppnås såväl för 1 1/2-som 2-stens tegelmur. I inget fall har hydrofoberingen understigit 50 %.

Förutsättningen för ett gott resultat är att hydrofoberingsvätskan kan spridas genom liggfogen. Detta kan säkrast ske om åtminstone det grova kapillärsystemet är tömt på vatten, dvs torkningen skall vara jämnt fördelad och relativa fuktigheten låg. Något definitivt värde kan inte anges på detta stadium. Härför krävs ytterligare försök.

Provdatum	Murtyp	Rel. fukt vid start %	Torktid h	Luftflöde l/min i liggfog		Hydrofoberad yta av liggfog		
				per m	per m ²	ovansida	undersida	medeltal
850514	1 1/2	50	2	280	704	96	94	95
850606	"	50	1 1/4	163	407	74	67	71
850522	2	65	3 1/4	283	530	62	58	60
850618	"	92	3 1/2	67 ^{x)}	125	51	65	56
850613	"	92	2	87 ^{x)}	163	67	80	74
850701	"	58	2 3/4	235	441	100	93	97

x) Störning i lufttillflödet.

Tillförd hydrofoberingsvätska
ca 1,85 l/m under 2-2,5 h.

Tabell 1.

4 SLUTSATSER

Försöken har visat att det är möjligt att, under en behandlingstid av högst 6 timmar, utföra torkning och hydrofobering så att ett kapillärbrytande skikt skapas i såväl en 1 1/2- som 2-stens tegelmur.

Det bästa resultatet av behandlingen har uppnåtts då torkningstiden varit minst 2 timmar, luftgenomströmningen i skiktet mer än 200 l/min och väggmeter samt den relativa luftfuktigheten i uthålen mellan 50 och 60% innan hydrofoberingen påbörjas.

Ett tillfredsställande resultat har bedömts vara uppnått då minst 95% av det sökta spärrskiktet kunnat göras vattenavvisande.

Resultaten kan sammanfattningsvis sägas vara så positiva att förfarandet bör vidareutvecklas i fullskaleförsök. Bl a skulle i ett sådant ingå att undersöka om en cyklisk upprepning skulle kunna påverka utförandet positivt, något som det finns anledning tro. Mot bakgrunden av de avsevärt längre torktider man hittills måst räkna med, synes den provade tekniken också kunna avsevärt förbilliga arbeten av denna art.

Litteratur

Berntsson, Leif, Några försök att bestämma gasolbrännarens effektivitet vid uttorkning av fuktiga ytor. Chalmers Tekniska Högskola, Avd. för Byggnadsmaterial, Rapport 1979:2.

Nevander-Elmarsson, Fukthandbok, Svensk Byggtjänst 1981.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 840784-5
från Statens råd för byggnadsforskning till Hartzell
Ytskydd AB, Göteborg.**

R15: 1987

ISBN 91-540-4677-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6707015

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms