

BESTRYGNINGSMIDLER
TIL
FUGTIGE YDERVÆGGE

WATER REPELLENTS FOR EXTERIOR BRICKWORK

WITH AN ENGLISH SUMMARY

H. DÜHRKOP C. FALK

KALK- OG TEGLVÆRKS LABORATORIET

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · SBI-RAPPORT 40
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG · KØBENHAVN 1960

BESTRYGNINGSMIDLER
TIL
FUGTIGE YDERVÆGGE

WATER REPELLENTS FOR EXTERIOR BRICKWORK

WITH AN ENGLISH SUMMARY

H. DÜHRKOP

LABORATORIECHEF, CIVILINGENIØR

C. FALK

CIVILINGENIØR

KALK- OG TEGLVÆRKSLABORATORIET

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · SBI-RAPPORT 40
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG · KØBENHAVN 1960

00877P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

des gratis til disposition af de respektive firmaer. De er i afsnit I betegnet med A, B, C o.s.v., og de angaves alle at være vandafvisende uden at tilstoppe vægoverfladens porer.

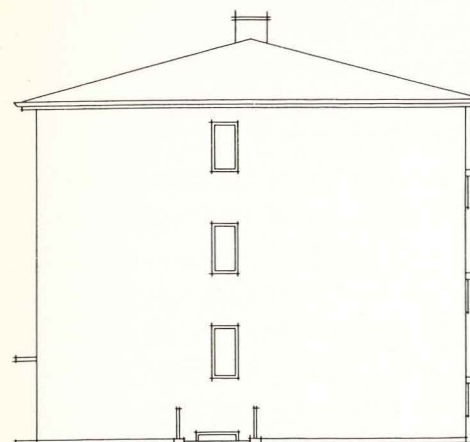
De til undersøgelserne II og III anvendte imprægneringsmidler indkaldtes af Statens Byggeforskningsinstitut efter annonce i aviser og fagpresse, hvori undersøgelsens formål blev forklaret. Der opkrævedes et ringe gebyr for hvert antaget imprægneringsmiddel. Disse imprægneringsmidler er i afsnittene II og III betegnet 1, 2, 3 o.s.v., og de fleste af de antagne midler er siliconer.

Fire af de sidstnævnte imprægneringsmidler er kommet fra svenske leverandører gennem Statens Nämnd för Byggnadsforskning i Stockholm.

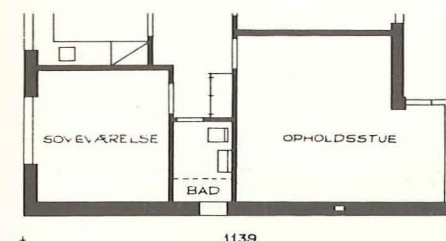
Leverandørerne har hver for sig fået at vide kodebetegnelsen for deres præparat og har tilladelse til at offentliggøre kodebetegnelsen; instituttet har ikke ment at kunne gøre det.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
P. Becher Juni 1960

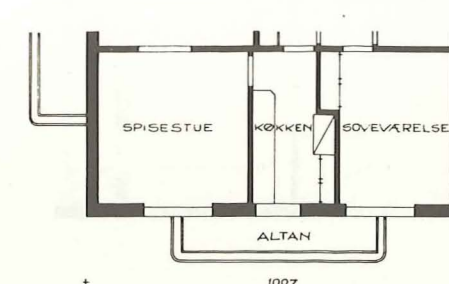
I. Forsøg med imprægneringsmidler på gavle i beboede huse



gavl mod nord



gavl mod syd



A. RAPPORTER VEDRØRENDE FORSØGSGAVLENE'S TILSTAND OG IMPRÆGNERINGSMIDLERNES VIRKNING

Bygningernes beliggenhed: Nordjysk by ved østkysten.

Bygningernes art: Beboelsejendomme, 3 beboelseslag og en ikke udnyttet tagetage.

Bygningerne taget i brug: Afd. I: 1947 - 1949
Afd. II: 1952 - 1953.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Samtlige gavle er ubeskyttede.

Gavl væggenes art: Afd. I: 35 cm hul mur med faste bindere. Blank mur med skræbefuger i blok 1, 3 og 5. Facadesten: Gule, massive. Bagmursten: Alm. massive. Pudset mur i blok 2 og 4. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Afd. II: 35 cm hul mur med faste bindere i øverste etage, ellers 35 cm massiv mur. Blank mur med tilbageliggende fuger. Facadesten: Røde, håndstrøgne. Bagmursten: Alm. mangelhulsten. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Lille rejsning, bølgeeternit, intet udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Centralvarme.

Ventilationsindretninger: Aftræksrør fra køkken, trækruder i vinduerne.

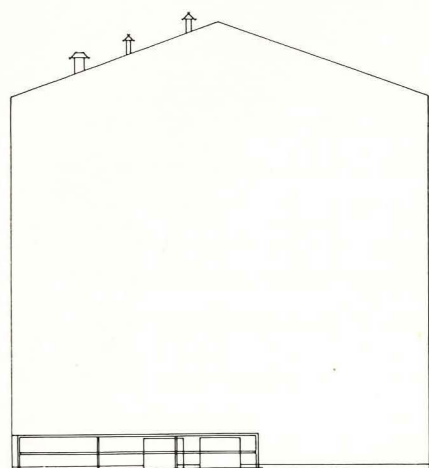
Undersøgelsen omfatter: Afd. I: Syd- og nordgavle i blok 1-5, hvoraf sydgavlene i blok 1 og 5 og nordgavlen i blok 3 blev behandlet.

Afd. II: Gavle mod nord, syd, øst og vest, hvoraf syd- og vestgavlene i blok III og V og nord- og østgavlene i IV blev behandlet.

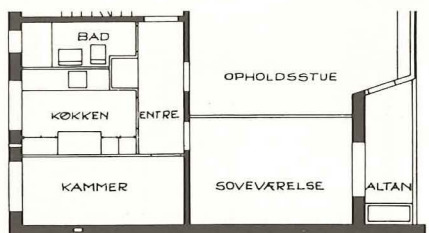
1^o besigtigelse foretoges: 18.8.1952.

Gavlfladernes tilstand: Afd. I: Her og der konstateredes revner i murværket eller mangler ved fugerne; bortset herfra var murværket af gængs kvalitet.

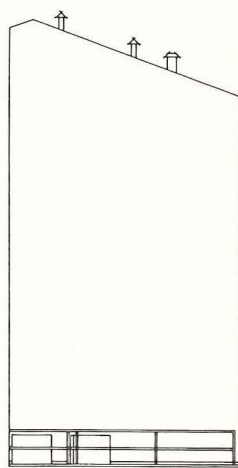
Afd. II: Der iagttoges ingen revner i murværket eller mangler ved fugerne. I blok V fandtes der dog utætheder i sydgavlen, hvor murværket stødte til tagpladerne; her var dækningen mangelfuld og flere stødfuger kun delvis fyldt.



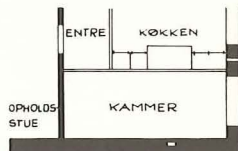
gavl mod vest



1106



gavl mod øst



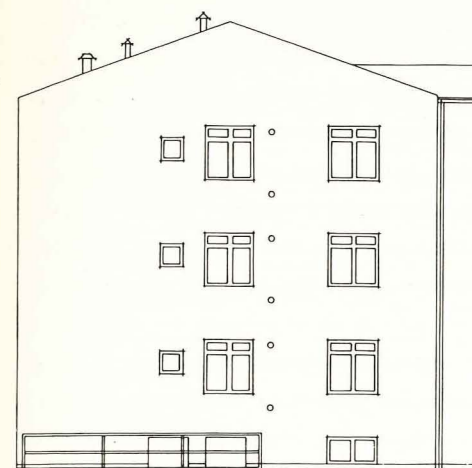
OPHOLDSSTUE

KØKKEN

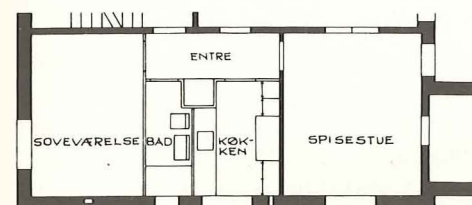
ENTRE

KAMMER

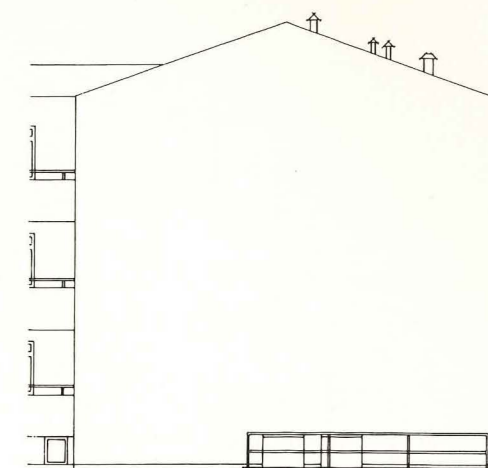
OPHOLDSSTUE



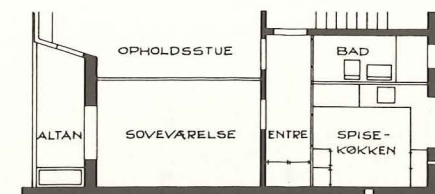
gavl mod nord



1106



gavl mod syd



1106

Foranstaltninger mod fugt gennemført af boligselskabet forud for 1' besigtigelse: Afd. I: Alle ydervægge var asfalteret indvendig før pudningen. I flere lejligheder var ydervæggens indvendige side desuden blevet behandlet med et anti-fugt middel, og i en enkelt lejlighed var der opsat isoleringsplader.

Afd. II: Alle ydervægge var straks efter afstryngen strøget udvendig med middel T. I flere lejligheder, hvor der var mug på ydervæggens indvendige side, var denne blevet afvasket med skummet mælk, når lejlighederne blev istandsat ved lejerskifte. I andre lejligheder var væggene blevet behandlet med anti-fugt middel.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: I november 1953 sprøjtedes alle de under afsnittet "Undersøgelsen omfatter" nævnte gavle med middel K. Desuden sprøjtedes nord- og østgavlen i afd. II, blok III med samme middel, selv om disse gavle ikke var taget med i forsøgsprogrammet. Arbejdet udførtes af boligselskabets murermester.

Forbrug af imprægneringsmiddel: I murermesterens rapport angaves imprægneringsmidlet at have dækket henholdsvis ca. 4 og 3 - 3 1/2 m² pr. liter for afd. I og afd. II.

Kontrolbesigtigelser: 2', 3' og 4' besigtigelse foretoges i 1954, 1955 og 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: Såvel før som efter 1' besigtigelse er der uden registrering taget talrige forholdsregler mod fugt i de omhandlede gavllejligheder, og medens det jo ved besigtigelserne har kunnet konstateres, hvor væggenes indvendige side har fået en tillægsisolering, har det ikke været muligt at få klarlagt, i hvilke lejligheder der er anvendt anti-fugt midler. Trods den usikkerhed, som dette medfører, kan det dog slås fast, at den udvendige behandling med middel K ikke har ændret væggenes tilstand nævneværdigt i de besigtigede lejligheder.

Afd. I: Der er konstateret fugtskader både på

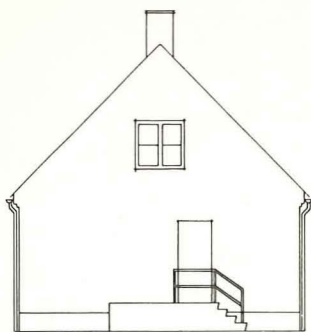
syd- og nordgavle dog mest omfattende på sydgavle; men almindeligt kan siges, at gavllejlighederne kun var lidt skadet eller endda helt fri for skader, hvor der udluftedes omhyggeligt, og hvor værelserne var opvarmet. De iagttagne skader kan skyldes regnvand, der er trængt ind gennem murværkets utætheder; men der er ikke tvivl om, at fortætning af vand fra stueluften også har medvirket. Herom vidner fugtskader på nordgavlen i blok 3, der jo sjældent udsættes for slagregn. Denne gavl havde omfattende fugtskader i et bestemt soveværelse og ingen andre fugtskader hverken i den pågældende lejligheds opholdsstue eller i de andre lejligheder.

Afd. II: Der er konstateret fugtskader både på syd- og nordgavle og øst- og vestgavle, dog mest omfattende på sydgavle. Også i afd. II konstateredes det, at boligvanerne havde en afgørende betydning. Fugtskaderne må hovedsagelig skyldes fortætning af vanddamp fra stueluften; men det kan ikke udelukkes, at det i nogle af de øverste lejligheder har været en medvirkende år-

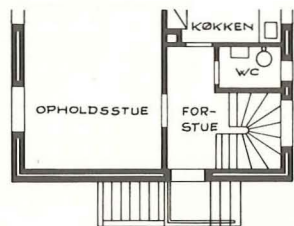
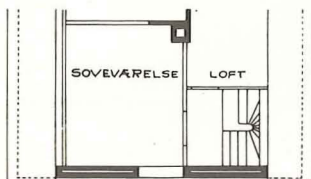
sag, at slagregn er trængt ind gennem utætheder langs taget. At fortætningsfænomener har spillet den største rolle fremgår blandt andet af, at lejerskifte har medført, at omfattende fugtskader er forsvundet, samt af, at gavlvæggen kan være fri for skader i en lejlighed, hvis beboere har gunstige boligvaner, medens der forekommer fugtskader i lejlighederne ovenover og nedenunder. Ved sydgavlenes fugtskadede lejligheder på 2' sal konstateredes der i flere tilfælde fugtskjolder langs binderkolonner; endvidere konstateredes det i flere tilfælde, hvor der var foretaget tillægsisolering, at der fremkom fugtbræmmer langs gavlen på skillevægge og loft.

De gjorte iagttagelser tyder på, at gavlvæggens k-værdi er for høj for beboere med ugunstige boligvaner.

Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Ved 2', 3' og 4', besigtigelse konstateredes det meget tydeligt, at det imprægnerede murværk var vandafvisende.



gavl mod vest



Bygningernes beliggenhed: Lille nordøstjysk fjordby.

Bygningernes art: Dobbeltbuse (4 huse á 2 lejligheder), 1 etage, høj kælder og udnyttet tagetage.

Bygningerne taget i brug: 1945 i november og december.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Gavlene vender mod øst eller vest og ligger ret udsat.

Gavl væggenes art: 31 cm hul mur med ståltrådsbindere. Blank mur med skræbefuger. Facadesten: Gule, massive, maskinstrøgne. Bagmursten: Gule, massive, maskinstrøgne. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Høj rejsning, vingetagsten, intet udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Kakkellovn i opholdsstuen.

Ventilationsindretninger: Intet aftræksrør og ingen trækrudder i køkken. Ingen trækrudder i opholdsstue og soveværelse.

Undersøgelsen omfatter: Gavlene.

1' besigtigelse foretoges: 14.6.1952.

Gavlfladernes tilstand: Fugemørtlen så ud til at være cementholdig og ret stærk; den havde en del tværvener og her og dér huller, især i stødfuger. I nogle af gavltrekanterne var der områder, hvor fugemørtlen var skudt ud, formentlig som følge af frost. Murstenene var ret bløde og tilsyneladende lidet porøse. Med "kit og glasplade" påvistes størst vandindtrængning ved mangelfulde fuger.

Murstenenes vandgennemtrængelighed er målt på udborede cylindre og fundet at være ringe. Muremørtelens kalkindhold er fundet at være 8,9 vægtprocent, dog inklusive eventuelle kalkkorn i sandet.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af Boligselskabet: Reparation af mangelfulde fuger. I nogle soveværelser var der opsat isoleringsplader på lister på gavlvæggen.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: 20.6.1953 besigtigedes alle gavlene ud- og indvendig, og følgende 7 gavle behandledes udvendig ved sprøjtning med følgende imprægneringsvædsker.

Imprægneringsmiddel F: Hus nr. 1, øst- og vestgavl.

Imprægneringsmiddel F: Hus nr. 4, øst- og vestgavl.

Imprægneringsmiddel L: Hus nr. 6, østgavl.

Imprægneringsmiddel L: Hus nr. 8, øst- og vestgavl.

Forbrug af imprægneringsmiddel: Vægfladerne fik et blankt udseende, som ikke forsvandt ved ind-sugning, og de blev klæbrige at føle på. Urteagtige planter skadedes af midlerne. Det blanke udseende og klæbrigheden var forsvundet ved 3' besigtigelse.

Antallet af m² dækket pr. liter var for begge imprægneringsmidler 4,2.

Kontrolbesigtigelser: 3', 4' og 5' besigtigelse foretoges i 1954, 1955 og 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: Hverken omfugningen eller behandlingen med imprægneringsmiddel bevirkede, at gavlvæggens tilstand blev tilfredsstillende, og det må be-

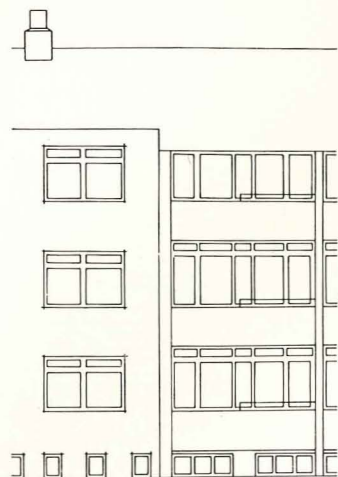
tragtes som givet, at fugtskaderne såvel skyldes regnvand, der udefra er trængt ind gennem væggen, som fortætning af vanddamp fra stueluften.

At regnvand har forårsaget fugtskader sluttes af, at sådanne især forekom over og til siderne for vinduet i soveværelset på 1' sal og i flere tilfælde var meget omfattende og da også omfattede loftfladen ud for vinduet. Regnvand må antages at være trængt ind såvel gennem mangelfulde fuger i den ydre 1/2-stens væg (dette var direkte iagttaget) som ved tagstenene over gavlkammen. Det er ikke undersøgt, om der er indlagt pap over vinduesstikket.

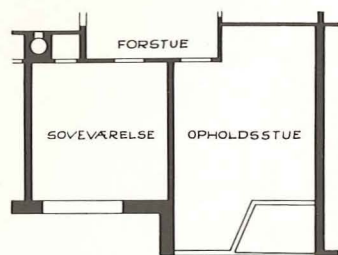
At fortætning af vanddamp fra stueluften også har spillet en rolle bekræftes af, at fugtskader langs skråvæggen i soveværelserne og i trappe-rummet syntes at være størst i de huse, hvor boligvanerne skønnedes at være ugunstigst samt af, at vægfladerne på disse steder kan få ret lave temperaturer. I opholdsstuen, hvor kakkellovnen var anbragt, var fugtskaderne betydningsløse i forhold til de foran omtalte skader og gav kun undtagelsesvis anledning til klager.

De gjorte iagttagelser tyder på, at gavlvæggenes k-værdi er for høj, i hvert fald når der er mulighed for vandindtrængning gennem fuger og ved tagsten.

Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Ved 3' besigtigelse konstateredes det, at vægoverfladens vandafvisende evne var så godt som forsvundet.



facade mod vest



Bygningernes beliggenhed: Stor sydjysk fjordby.

Bygningernes art: Beboelsesejendomme, 3 beboelseslag og et ikke udnyttet loft.

Bygningerne taget i brug: 1950.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Vestfacaderne ligger stærkt udsat.

Ydervæggens art: 35 cm hul mur med faste binde-
re i øverste etage ellers 35 cm massiv mur.
Blank mur med tilbageliggende fuger. Facadesten:
Røde, massive. Bagmursten: Lette mangelhulsten.
Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Lille rejsning, eternitskifer, intet
udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Centralvarme.

Undersøgelsen omfatter: Vestfacaderne i blok A,
C, E, F. Der var konstateret fugtskader i syd-
gavlene; men disse var blevet pudset og behand-
let med middel O forud for nærværende undersø-
gelses igangsættelse. Det er blevet oplyst, at
man først havde gennemført en behandling med
middel R, og at denne ikke havde hjulpet, samt
at pudsningsen heller ikke havde givet et til-

fredsstillende resultat, og at årsagen hertil
havde været, at stenene, som var anvendt til
lukning af bomhullerne, var indmuret med for
lidt mørtel.

1' besigtigelse foretoges: 20.8.1952.

Vestfacadernes tilstand: Flere steder konstate-
redes det, at fugemørtlen ikke helt udfyldte
mellemrummet mellem stenene eller var revnet, og
her og dér fandtes der stødfuger, hvor bladet af
en stor lommekniv uden besvær kunne stikkes i
til skæftet. En analyse af en enkelt prøve af
muremørtlen viste, at indholdet af bindemiddel i
den friske mørtel højst havde været 7,4 vægtpro-
cent. En vandgennemtrængelighedsprøvning med en
enkelt facadesten viste en meget lille gennem-
trængelighed.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af Bolig-
selskabet forud for 2' besigtigelse: Ingen.

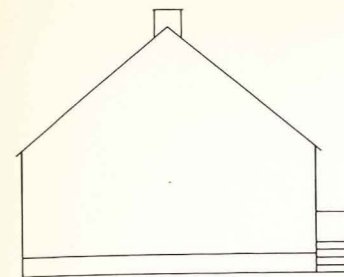
Behandling gennemført i forbindelse med undersø-
gelsen: I november 1953 besigtigedes et antal
lejligheder i blok A og E, og derefter sprøjte-
des det blanke murværk i vestfacaderne og en del
af de afgrænsende, pudsede pilleflader med mid-
del K. Endvidere blev et antal lejligheder i
blok C og F besigtiget, hvorefter en tilsvarende
behandling med middel P igangsattes. Behandlin-
gen her blev dog kun gennemført for den nordlig-
ste fjerdedel af blok C.

Forbrug af imprægneringsmiddel: Antallet af m²
dækket pr. liter var 6 for middel K.

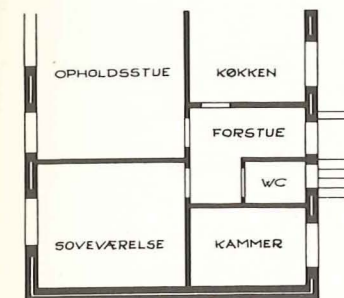
Kontrolbesigtigelser: 3' besigtigelse foretoges
i 1954.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: Å-
ret efter behandlingen syntes fugtskaderne at
være ophævet. Ganske vist konstateredes der i
flere lejligheder fugtskader ved et stort vindue
ved en altan; men disse fugtskader syntes at væ-
re forårsaget af utætheder ved vinduet.

Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Ved
3' besigtigelse konstateredes det tydeligt, at
de behandlede mursten var vandafvisende.



gavl mod syd



Bygningernes beliggenhed: Lille by ved Fyns vest-
kyst.

Bygningernes art: Rækkehuse (3 rækker med 9 x 3
x 3 lejligheder), 1 etage, høj kælder og ikke
udnyttet tagetage.

Bygningerne taget i brug: 1948 om sommeren.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Flere gavle
er ret udsat, medens andre er noget beskyttet af
nærliggende bevoksning.

Gavl væggenes art: 31 cm hul mur med ståltråds-
bindere. Blank mur med skræbefuger. Facadesten:
Gule, massive, maskinstrøgne prægsten. Bagmur-
sten: Massive flamsten. Hulrum: Uden isolerings-
materiale.

Tagets art: Høj rejsning, vingetagsten, intet
udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Kakkelovn i opholdsstu-
en.

Ventilationsindretninger: Intet aftræksrør og
ingen trækrude i køkken. Ventilation kan kun i-
værksættes ved åbning af døre eller store vin-
duer.

Undersøgelsen omfatter: Sydgavlen i den østlig-
ste husrække og sydøstgavlen i den vestligste.

1' besigtigelse foretoges: 4.2.1952.

Gavlfladernes tilstand: Fugemørtlen var nogle
steder smuldrende og nogle steder skudt ud, for-
mentlig som følge af frost. Med "kit og glasplade"
konstateredes flere grove utætheder i fuger-
ne, der kun var delvis fyldte. Hvor fugerne var
velfyldte, var tætheden tilfredsstillende. Mur-
stenenes tæthed fandtes ligeledes tilfredsstil-
lende.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af bolig-
selskabet forud for 1' besigtigelse: I sydgavlen
i den østligste husrække blev der i september
1948 hugget 4 kopper ud af formuren, 2 lidt over
soklen og 2 lidt under etageadskillelsen over
stuerne. I foråret 1951 blev fugerne i samme
gavls 7 nederste skifter kradset ud til 1 1/2 cm
dybde. I efteråret 1951 blev de 4 ventilations-
huller lukket igen. Der sporede ingen virkning
på gavl væggenes inderside af disse foranstaltning-
er.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af bolig-
selskabet efter 1' besigtigelse: I foråret 1953
var der indsat riste i sydgavlen i den østligste
husrække og hulrummet fyldt med opblærede tegl-
klinker; endvidere var fugerne i den udvendige
gavlflade blevet udbedret såvel her som i syd-
østgavlen i den vestligste husrække. Ved en om-
tapetsering af førstnævnte gavl var pudsfladen
strøget med et anti-fugt middel.

Behandling gennemført i forbindelse med undersø-
gelsen: 15.9.1953 besigtigedes de 2 omhandlede
gavle, og derefter behandlede de ved sprøjtning
med imprægneringsmiddel A.

Forbrug af imprægneringsvædske: En halv time ef-
ter behandlingen var gavlfladerne tørre at føle
på og udseendet næsten uændret.

Antallet af m² dækket pr. liter var ca. 2.

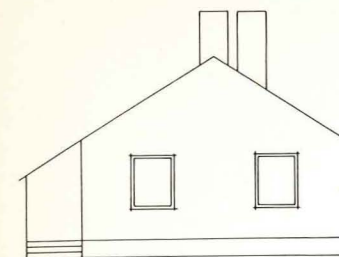
Kontrolbesigtigelser: 3', 4' og 5' besigtigelse
foretoges i 1954, 1955 og 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: Hvad
sydgavlen i den østligste husrække angår, har
hverken ristene, hulrumsfyldningen, omfugningen
eller behandlingen med imprægneringsmiddel be-
virket, at gavl væggenes tilstand blev tilfreds-
stillende, og det må betragtes som givet, at de
konstaterede meget omfattende fugtskader skyldes
fortætning af vanddamp fra stueluften. Beboernes
antal var stort og deres boligvaner ugunstige.

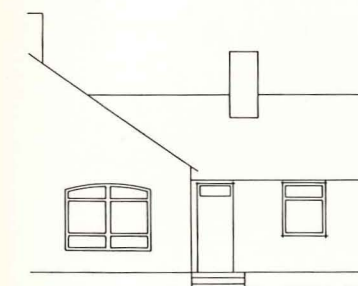
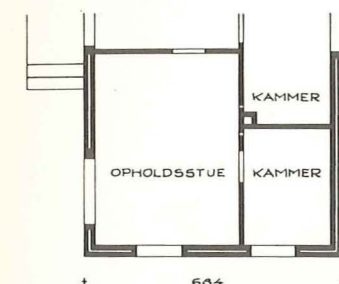
Ved 1' besigtigelse var lemmen til loftrummet (anbragt i loftet i husets midterrum) tæt besat med store vanddråber på undersiden, og på kammerets skillevæg ind mod toilettet sås en mørk aftegning af wc-cisternen og dens faldrør.

Hvad sydøstgavlen i den vestligste husrække angår, har omfugningen og imprægneringen bevirket, at gavlvæggens tilstand blev tilfredsstillende. Denne gavlflade lå mere udsat end den foran nævnte, og omfugningen var udført med mindre omhu.

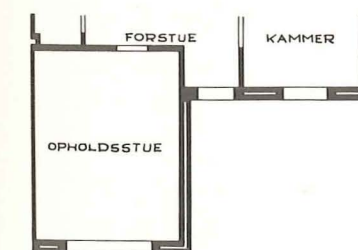
Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Ved 3' besigtigelse konstateredes det, at vægoverfladernes vandafvisende evne var bevaret.



gavl mod syd



gavl og facade mod syd



Bygningernes beliggenhed: Lille midtjysk by nær østkysten.

Bygningernes art: 1-familiehuse (10 stk.) og 2-familiehuse (5 stk.), 1 etage, kælder under en del af huset og en ikke udnyttet tagetage.

Bygningerne taget i brug: 1943 og 1944.

Beliggenhed med henblik på slagregn: De omhandlede huse er helt ubeskyttet mod slagregn fra syd.

Gavlvæggens art: 31 cm hule teglmure med ståltrådsbindere. Blank mur med skræbefuger. Facade-

sten: Røde, håndstrøgne. Bagmursten: Flammede, massive, maskinstrøgne. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Halvhøj rejsning, vingetagsten, intet udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Kakkelovn i opholdsstuen.

Ventilationsindretninger: Aftræksrør i køkken, trækruder, "Stenbaventiler" i fugtskadede soveværelser.

Undersøgelsen omfatter: Sydgavle.

1' besigtigelse fandt sted: 19.8.1952.

Gavlfladernes tilstand: Fugemørtlen var adskillige steder løsnet eller skudt ud, og muremørtlen fandtes meget svag; en analyse af en enkelt mørtelprøve viste, at indholdet af bindemiddel i den friske mørtel højst havde været 5,5 vægtprocent. Murstenene gav indtryk af at være meget porøse; en enkelt sten blev underkastet en vandgennemtrængelighedsprøvning og fundet meget gennemtrængelig. Med "kit og glasplade" konstateredes, at vand hurtigt trængte ind i murværket, og at der fandtes mangelfuldt udfyldte stødfuger.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af boligselskabet forud for 1' besigtigelse: I 1945 blev sydgavlen i ét af 1-familiehusene strøget med sæbe og alun, hvilket havde gavnet i en kort periode. I sommeren 1951 blev fugerne i sydgavlene udkradset til 4 cm dybde og omfugtet. I 1952 var der gjort forsøg på at tætte ved flere vinduesrammer med zinkindskud; i enkelte huse blev der opsat isoleringsplader på lister på sydgavlen.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: 27.4.1953 besigtigedes gavlene, og derefter behandlede de ved sprøjtning med imprægneringsmidlerne L eller M fordelt på følgende måde.

Imprægneringsmiddel L: Hus nr. 79,73,87,105.

Imprægneringsmiddel M: Hus nr. 91, 95, 109.

Forbrug af imprægneringsmiddel: Imprægneringsmiddel L bevirkede, at vægfladerne blev blanke og føltes klæbrige (også ved en besigtigelse 1 døgn efter imprægneringen). Planter, der ramtes af imprægneringsvædsken, blev ødelagt. Imprægneringsmiddel M fremkaldte næsten ingen ændring i vægfladernes udseende.

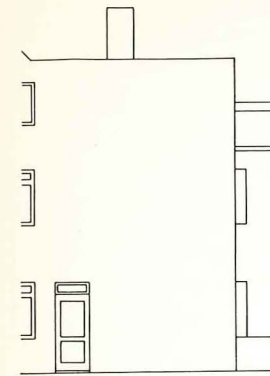
Antallet af m² dækket pr. liter var ca. 3,1 for middel L og ca. 3,6 for middel M.

Kontrolbesigtigelser: 3', 4' og 5' besigtigelse foretoges i 1954, 1955 og 1956.

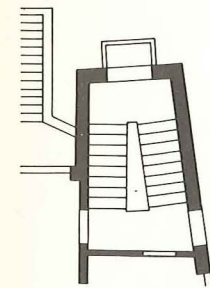
Behandlingens virkning på væggenes tilstand:

Hverken udkradsning og omfugning eller behandlingen med imprægneringsmidlerne bevirkede, at gavlvæggens tilstand blev tilfredsstillende. De mest omfattende fugtskader forekom på soveværelsernes ydervægge mod nord og øst og havde i enkelte huse ført til, at beboerne rykkede ud af dette rum i kolde perioder. Da de nævnte vægge er meget lidt udsat for slagregn, må fugtskaderne her hovedsagelig forklares ved, at vanddamp fra luften i værelset fortættes på vægfladerne. Fugtskaderne på de undersøgte sydgavle må formentlig også sættes i forbindelse med dannelse af fortætningsvand; men regnvand udefra synes også at have spillet en rolle, idet flere beboere klagede over, at der ved slagregn fra syd kunne trænge vand ind ved vinduerne. I et af de undersøgte huse var der opsat isoleringsplader på gavlvæggen, og disse var uden fugtskader.

Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Ved 3' besigtigelse konstateredes det, at vægoverfladernes vandafvisende evne var iøjnefaldende; flader behandlet med middel L holdt sig lidt længere blanke af påstænket vand end flader behandlet med middel M. Den vandafvisende karakter må hovedsageligt skyldes stenoverfladerne, idet forsøg med "kit og glasplade" på områder, der også omfattede fuger, førte til omtrent samme resultat før og efter imprægneringen.



ydervæg mod syd



Bygningernes beliggenhed: Holstebro.

Bygningens art: Beboelses- og forretningsejendom, 2 beboelseslag.

Bygningen taget i brug: 1946.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Trappehuset er i nogen grad beskyttet af omliggende bygninger.

Ydervæggens art: 35 cm hul mur med faste bindere i øverste etage ellers massiv. Blank mur med tilbageliggende fuger. Facadesten: Røde, massive. Bagmursten: Massive. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Jernbeton med tagpap, ringe fald.

Undersøgelsen omfatter: Et udvendigt trappehus ved bygningens afslutning mod syd. Trappehuset dannede et fremspringende parti med ydervægge mod syd og øst i hele højden og med ydervæg mod nord for den øverste dels vedkommende.

1' besigtigelse foretoges: 14.3.1953.

Ydervæggens tilstand: Fugearbejdet fandtes at være udført med stor omhu, og der fandtes intet unormalt ved facadestenenes udseende.

Foranstaltninger mod fugt foretaget før 1' besigtigelse: Trapperummets puds havde stået ubehandlet indtil maj 1947, da der var blevet oliemalet. Malingen forsæbede, og i foråret 1950 blev pudslaget hugget ned og murstenene i den indvendige vægflade asfalteret på visse områder. I foråret 1951 blev der pudset på ny, og i foråret 1952 blev pudsfladen oliemalet i indtil ca. 1,5 m højde og derefter limfarvet.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: I september 1953 besigtigedes trappehusets ydervægge. Efter besigtigelsen sprøjtedes de udvendige vægflader med imprægneringsmiddel N. Behandlingen foretoges efter 2 døgnstørvejr; 2 timer efter behandlingen kom der en ret kraftig byge.

Forbrug af imprægneringsmiddel: Antallet af m² dækket pr. liter var 4.

Kontrolbesigtigelser: 1954, 1955 og 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: Behandlingen kan ikke siges at have haft den ønskede virkning. Efter behandlingen og en istandsættelse af vægfladerne fremkom der fugtskader af samme art som før behandlingen, dog i mindre omfang. Fugtskaderne fremkom såvel på de oliemalede som de limfarvede flader. Fugtskaderne må antages at skyldes fortætning af vanddamp fra trapperummet og kan næppe afhjælpes, med mindre væggen forsynes med en tillægsisolering, eller trapperummet opvarmes.

Bygningens beliggenhed: Nørresundby.

Bygningens art: Beboelsesejendom, 4 beboelseslag.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Navnlig gavlfladen ud for de øverste etager er stærkt udsat.

Gavl væggenes art: 35 cm hul mur med faste bindere. Blank mur. Facadesten: Røde. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Bygningens opvarmning: Centralvarme.

Undersøgelsen omfatter: Sydvestvendt gavl.

1' besigtigelse foretoges: 26.6.1954.

Gavlfladens tilstand: Fugerne fandtes at være omhyggeligt udført.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af Boligforeningen forud for 1' besigtigelse: Hele gavlfladen og et bælte af facaden hen til soveværelsesvinduerne var behandlet med middel Q.

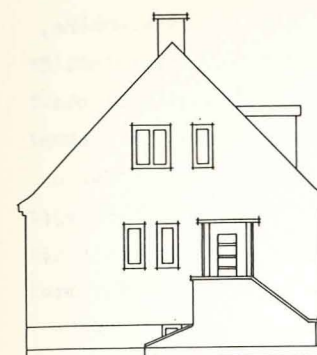
Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: Ingen.

Kontrolbesigtigelser: 1955.

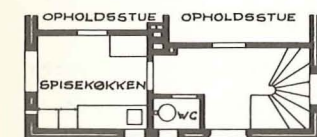
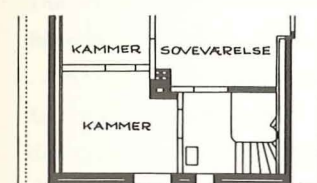
Behandlingens virkning på væggenes tilstand: I den første måned efter behandlingen havde beboerne indtryk af, at den havde hjulpet; men derefter havde der atter vist sig fugtskader på gavlvæggen såvel på 3' som på 2' sal. Fugtskaderne ytrede sig som mørke striber, der så ud til at følge binderkolonnerne. Sådanne striber var især tydelige i soveværelset og fandtes også bag et stort spejl, der var ophængt på gavlvæggen i soveværelset på 3' sal.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af Boligforeningen efter 1' besigtigelse: I alle gavllejlighederne blev gavlvæggene beklædt med isoleringsplader opsat på lister. Ved et besøg 26.3.1955 oplystes det, at fugtskaderne dermed var afhjulpet.

Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Gavlens mursten fandtes mindre vandsugende end mursten i facaden uden for det behandlede område.



gavl



Bygningernes beliggenhed: Stor midtjysk by ved østkysten.

Bygningernes art: Dobbeltbuse, 1 etage, høj kælder og udnyttet tagetage.

Bygningerne taget i brug: Omkring 1943.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Husene ligger i et villakvarter; nogle gavltrekanten ligger delvis beskyttet, andre ligger stærkt udsat.

Gavl væggenes art: 31 cm hul mur med ståltrådsbindere. Blank mur med skræbefuger. Facadesten: Gule, massive. Bagmursten: Gule eller flammede, massive. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Høj rejsning, vingetagsten, intet udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Varm luft fra kamin; mange beboere har dog indlagt centralvarme. I nogle lejligheder kan rum ved gavlen ikke opvarmes, i andre er der installeret radiatorer.

Ventilationsindretninger: Så godt som alle vinduer har trækruder.

Undersøgelsen omfatter: Gavlene og da især gavltrekanten i 62 udvalgte lejligheder.

1' besigtigelse foretoges: 21.5.1951.

Gavlfladernes tilstand: Fugemørtlen så ud til at være ensartet og mere porøs end almindeligt; den var fremstillet af sand med grove korn og ret stærk. Fugen mellem karm og vinduesfals var de fleste steder ikke helt udfyldt; nogle steder var der en flere mm bred spalte mellem karm og mørtel, og nogle steder manglede mørtlen helt på korte strækninger. Også ved gavlvæggens afslutning langs taget forekom der utætheder. I selve murværket forekom der trappeformede revner, og i nogle tilfælde var der faldet fugemørtel ud, især i gavlspidsen. I forbindelse med 1' besigtigelse blev nogle mursten udhugget og deres vandgennemtrængelighed målt; den var så ringe, at det kan fastslås, at fugtskader på væggenes inderside ikke kan skyldes vand, der er trængt ind gennem stenene.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af boligselskabet forud for 2' besigtigelse: Gavlvæggen i en del lejligheder var blevet beklædt med isoleringsplader eller f.eks. behandlet med anti-fugt midler.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: I 1953 fra 29.7. til 9.9. besigtigedes gavlen og især gavltrekanten i 62 udvalgte lejligheder for 2' gang. Efter besigtigelsen foretoges en udvendig behandling af gavlen i 30 af lejlighederne. Behandlingen foretoges i den foran nævnte periode og omfattede en hel gavl i 3 huse og ellers kun gavltrekanten. Behandlingen foretoges ved sprøjtning; midlernes betegnelse og antallet af behandlede gavle fremgår af følgende skema.

Imprægneringsmiddel	Antal gavle under observation	
	behandlede	ubehandlede til sammenligning
A	4	4
B	4	6
C	3	4
D	5	4
E	4	5
F	3	2
G	5	5
H	2	2

Forbrug af imprægneringsmiddel:

Imprægnerings- middel	Antal m ² dækket pr. liter	
	1' behandling	2' behandling
A	2 - 3	
B	3 - 4	3 - 4
C	4	
D	3 - 4	
E	2½ - 3½	3 - 4
F	3 - 3½	
G	2½ - 4	3 - 4
H	3	

Kontrolbesigtigelser: 3', 4' og 5' besigtigelse foretoges i 1954, 1955 og 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: I den periode, hvor undersøgelsen stod på, er der sket talrige ændringer, som må antages at have haft indflydelse på gavlvæggens tilstand. Af sådanne ændringer kan nævnes indlægning af centralvarme, opsætning af isoleringsplader, brug af anti-fugt midler ved indvendig istandsættelse, indretning af vindfang og udvendig reparation af fuger og vinduesfalse. Endvidere er antallet af beboere i flere af lejlighederne ændret i undersøgelsesperioden, og med lejerskifte kan boligvanerne også være skiftet.

Trods den usikkerhed, som dette medfører, kan der dog drages den slutning af de gjorte iagttagelser, at en udvendig behandling af gavle som de undersøgte ikke med sikkerhed kan regnes at bringe fugtskaderne til ophør. Med anvendelsen af nogle af imprægneringsmidlerne er ganske vist fulgt en gunstig virkning, i enkelte tilfælde endda afhjælpning af skaderne; men de foran omtalte varierende forsøgsomstændigheder tillader ikke at afgøre, om dette alene skyldes imprægneringsmidlet.

De mest omfattende fugtskader forekom på gavlvæggen i trapperummene. Ved husenes projektering var der ikke regnet med opvarmning af dette rum, og da der er mulighed for at udlufte køkkenet til trapperummet, og da der yderligere er installeret en håndvask oven for trappen, kan der ikke ses bort fra, at der periodevis kan forekomme særlig høj fugtighedsgrad i trapperummet. I en del af husene var der ikke trækrunder i trapperummet, og i andre var vinduerne placeret således, at de vanskeligt kunne åbnes. Disse forhold gør det forståeligt, at de mest omfat-

tende fugtskader er iagttaget i trapperummene, og at de hovedsagelig må skyldes fortætning. I de tilfælde, hvor trapperummet skønnedes at blive udluftet, eller hvor det opvarmedes, forekom der i reglen ingen eller kun ringe fugtskader uafhængigt af, om væggen var behandlet eller ej; men hvor nævnte forholdsregler ikke var truffet, var ydervæggens k-værdi for høj til, at fortætning kunne undgås.

At fugtskaderne ikke altid skyldes fortætning alene fremgår af, at behandlingen af gavltrekanter i flere tilfælde fremkaldte nye fugtskader neden for det behandlede område. Årsagen skønnes at have været den, at der på grund af gavltrekanter vandafvisning blev ført mere vand ned over den behandlede del af gavlen, når det regnede, og at vinden derfor har haft større muligheder for at presse vand ind gennem det nederste murværks utætheder. I et enkelt tilfælde medførte behandlingen af gavltrekanter, at fugtskader på dennes inderside øgedes, og dette kan forklares på samme måde som foran; men det er mest sandsynligt, at skadernes forøgelse skyldes en formindskelse af væggenes åndingsmuligheder, idet det pågældende imprægneringsmiddel må antages at virke ved at nedsætte porearealet, således at fortætningsvand, der opsuges på væggenes inderside, vanskeligere afgives fra ydersiden. At væggenes åndingsmuligheder har betydning bekræftedes af, at en gavlvæg, der blev behandlet med et middel, der tilsyneladende lagde sig som lak på gavlfladen, fik mere omfattende fugtskader efter behandlingen.

At indtrængende regnvand kunne være en medvirkende årsag til fugtskader fremgik af, at skaderne i nogle tilfælde forsvandt, når murværkets fuger og revnerne ved vinduesfalsene blev udbedret.

I et antal lejligheder, hvor der var opsat isoleringsplader, konstateredes det, at der fremkom fugtbræmmer langs gavlen på skillevægge, der stødte op til denne; dette iagttoges såvel ved behandlede som ved ubehandlede gavle.

Ved besigtigelserne gjordes en række iagttagelser vedrørende imprægneringsmidlernes virkning. Det er som allerede nævnt vanskeligt at afgøre, om visse af de iagttagne ændringer alene skyldes imprægneringsmidlet; men følgende kan dog meddeles.

Middel A: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand syntes gavnlig. Midlet gjorde vægoverfladen vandafvisende, og denne egenskab konstateredes igen 1 år efter behandlingen.

Middel B: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand kunne ikke fastslås. Midlets vandafvisende virkning på væggens overflade aftog i det første år.

Middel C: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand fandtes ikke at være gavnlig, og dette skyldes måske, at midlet lagde sig som et lag lak på overfladen. Den vandafvisende virkning bevarede.

Middel D: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand kunne ikke spores. Den vandafvisende virkning på vægoverfladen var ringe efter 1 års forløb.

Middel E: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand syntes gavnlig. Den vandafvisende virkning konstateredes igen 1 år efter behandlingen.

Middel F: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand kunne ikke spores. Den vandafvisende virkning på vægoverfladen fandtes at aftage i det første år.

Middel G: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand syntes gavnlig. Den vandafvisende virkning konstateredes igen 1 år efter behandlingen. Ved temperatur under ca. 15°C blev sprøjtevædsken uklar, og den fik vægoverfladen til at se ud, som om den var overtrukket med et tyndt vokslag.

Middel H: Virkningen på væggens fugtigheds-tilstand syntes gavnlig. Den vandafvisende virkning konstateredes igen 1 år efter behandlingen.

Bygningens beliggenhed: Brønshøj.

Bygningens art: Beboelsesejendom, 6 beboelselag.

Bygningen taget i brug: 1937.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Navnlig gavlfladen ud for de øverste etager er stærkt udsat.

Gavl væggenes art: 35 cm hul mur med faste bindere. Blank mur med skræbefuger. Facadesten: Røde, massive. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Bygningens opvarmning: Centralvarme.

Undersøgelsen omfatter: Vægfladen ud for 3' og 4' sal i den sydøstvendte gavl i bygningens vestligste fløj.

1' besigtigelse foretoges: 27.6.1953.

Gavlfladens tilstand: Fugerne i den nederste del af gavlfaladen gav indtryk af at være godt fyldt. Ud for 3' og 4' sal var fugetykkelsen meget varierende. Liggefugernes tykkelse varierede mellem 15 og 20 mm og stødfugernes mellem 2 og 20 mm. Enkelte steder var der en fin revne mellem fugemørtlen og undersiden af en sten, og i de smalleste stødfuger var der ingen mørtel at se; i andre stødfuger, hvor der nok var mørtel, var mængden dog så ringe, at man uden besvær kunne stikke bladet på en stor lommekniv i til skæftet.

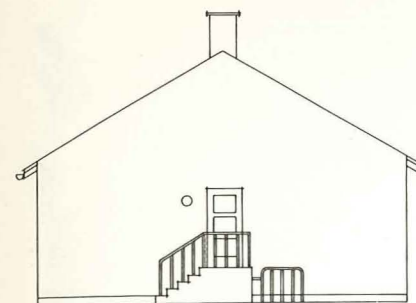
Med "kit og glasplade" konstateredes der en hurtig vandoptagelse ved sådanne stødfuger.

Foranstaltninger mod fugt gennemført forud for 1' besigtigelse: Fugerne var eftersat og repareret.

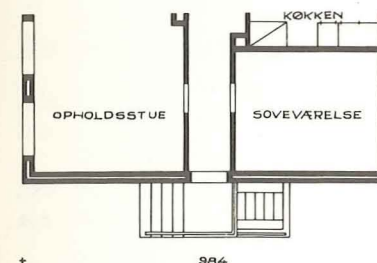
Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: 30.6.1953 blev gavlfaladen ud for 3' og 4' sal behandlet med middel O. Behandlingen foretoges af et malerfirma, og nærmere oplysninger om dens gennemførelse har ikke kunnet fremskaffes.

Kontrolbesigtigelser: 2' og 3' besigtigelse foretoges i 1954 og 1955. Endvidere interviewedes ejendommens inspektør i 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: De alvorlige fugtskader på lejlighedernes gavlvægge ophørte efter behandlingen. Gavl væggene kunne dog stadig være klamme i vinterhalvåret og periodevis fugtige ved det vestlige hjørne. Dette sidste må tilskrives væggenes for høje k-værdi og den deraf følgende mulighed for fortætning af vanddamp fra stueluften, en mulighed, som netop er særlig stor, hvor to kolde flader mødes.



gavl mod syd



Bygningernes beliggenhed: Lille midtjysk by nær østkysten.

Bygningernes art: Dobbelthuse (5 huse á 2 lejligheder), 1 etage, høj kælder og en ikke udnyttet tagetage.

Bygningerne taget i brug: Sommeren 1948.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Husene ligger i to nord-syd gående rækker. De to sydligste gavle ligger meget udsat, de øvrige er i nogen grad beskyttet.

Gavl væggenes art: 31 cm hul mur med ståltrådsbindere. Blank mur med skræbefuger. Facadesten: Røde, massive, maskinstrøgne. Bagmursten: Alm. massive. Hulrum: Uden isoleringsmateriale.

Tagets art: Høj rejsning, vinjetagsten, intet udhæng ved gavlene.

Bygningernes opvarmning: Kakkellovn i opholdsstuen, i nr. 8 og 9 tillige i soveværelset.

Ventilationsindretninger: Intet aftræksrør fra køkken, trækruder i vinduerne.

Undersøgelsen omfatter: Gavlene.

1' besigtigelse foretoges: 19.8.1952.

Gavlfladernes tilstand: Fugemørtlen så ud til at være ret tæt og stærk; men fugerne var ikke alle helt udfyldt, og det konstateredes, at der kunne trænge vand ind i murværket på sådanne steder.

Murstenene så ud til at være hårdbrændte, nogle af dem havde revner i synsfladen. I en enkelt gavltrekant var der sprængt skaller af nogle af stenene især langs liggefugerne.

Foranstaltninger mod fugt gennemført af boligselskabet forud for 2' besigtigelse: I nogle huse var der udefra hugget huller ind til gavlenes hulrum; men dette havde ikke forbedret forholdene. I 2 gavlværelser var der opsat isoleringsplader.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: 15.9.1953 besigtigedes 4 gavle (nr. 8, 9, 10 og 11), og derefter behandledes de ved sprøjtning med imprægneringsmidlerne A og B fordelt på følgende måde.

Imprægneringsmiddel A: Hus nr. 8, sydgavl
Imprægneringsmiddel A: Hus nr. 10, nordgavl
Imprægneringsmiddel A: Hus nr. 11, sydgavl
Imprægneringsmiddel B: Hus nr. 9, nordgavl, østlige halvdel.

Forbrug af imprægneringsmiddel: Imprægneringsmiddel A indsugedes hurtigt, således at vægfladen næsten øjeblikkelig mistede det blanke udseende, der fremkom ved sprøjtningen.

Antallet af m² dækket pr. liter var ca. 3,7 for middel A og ca. 2,4 og 4,1 for middel B ved henholdsvis 1' og 2' sprøjtning.

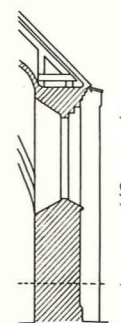
Kontrolbesigtigelser: 3', 4' og 5' besigtigelse foretoges i 1954, 1955 og 1956.

Behandlingens virkning på væggenes tilstand: I den periode, hvor undersøgelsen stod på, er isoleringspladerne i et gavlværelse, hvor de var opsat direkte på væggen, taget ned på grund af gennemvædning og erstattet med nye opsat på lister. Endvidere er gavlfalderne i nr. 9 og 11 blevet behandlet med middel S uden forudgående drøftelse med SBI. Det er oplyst, at der også blev foretaget andre indgreb.

Behandlingen med imprægneringsmiddel bevirkede ingen steder, at gavlvæggens tilstand blev tilfredsstillende, og det må betragtes som givet, at fugtskaderne hovedsagelig skyldes fortætning af vand fra stueluften. Dette bekræftes af, at de mest omfattende skader forekom på en nordgavl (nr. 9), som er mindre udsat for slagregn end sydgavlene; desuden var skaderne værst i de uopvarmede rum. At der i nogle tilfælde var en

fugtstribe langs fodpanelet må sikkert sættes i forbindelse med, at der har ligget et lag spildkalk i væggen hulrum; men det blev ikke afgjort, om fugtstriben skyldes overføring af vand gennem spildkalken eller fortætning af vand fra stueluften forårsaget af, at spildkalken har virket som kuldebro.

Imprægneringsmidlets vandafvisende virkning: Den vandafvisende virkning konstateredes tydeligt for begge midlers vedkommende.



snit ydervæg

Bygningens beliggenhed: Djursland.

Bygningens art: Gammel kirke med normalorientering.

Beliggenhed med henblik på slagregn: Ret udsat, særlig sydsiden.

Ydervæggens art: Væggene er muret af natursten og røde munkesten og forsynet med udvendige stræbepiller. Stræbepillerne og vinduesfalsene var hvidkalkede. En gesims under tagudhænget var også hvidkalket.

Tagets art: Taget havde høj rejsning og var tækket med vingetagsten. Udhænget var meget lille, og der var ingen tagrende. Stræbepillerne var foroven dækket med tagsten, hvoraf nogle var for korte. Taget over koret havde form som en halv kegleflade.

Bygningens opvarmning: Koksfyret ovn i kirkens vestende, periodisk fyring.

Ventilationsindretninger: Der fandtes et hul i toppen af den vestligste hvælving samt 2 huller i ydervæggen i rundingen bag alteret ca. $\frac{3}{4}$ m over gulvet. Disse 2 huller havde hvert et tværsnitsareal på ca. 500 cm^2 og holdtes åbne om sommeren, hullet i hvælvingen holdtes lukket med en sæk i hvert fald i fyringssæsonen.

Undersøgelsen omfatter: Kirkens ydervægge bortset fra den trekantede flade over våbenhusets østvendte tagflade.

1' besigtigelse foretoges: 4.4.1953.

Ydervæggens tilstand: Kirkens sydside og en del af koret var i ret vid udstrækning bevokset med alger, og på de kalkede områder sad kalken flere steder ret løst. Rundt omkring i murværket fandtes en del grove utætheder, dels ved nogle murankre, dels i fugerne mellem murværkets sten,

hvad enten disse var af tegl eller granit. Algerne blev kostet ned forud for behandlingen, og murværkets utætheder blev repareret efter behandlingen.

Fugtskaderne på væggen inderside mentes at være af meget gammel dato; kirkebogen omtalte ofte, at kirkens inventar måtte fornyes. Dugvand fra ruderne blev ikke bortledt på tilfredsstillende måde, og dette forhold blev ændret før behandlingen.

Behandling gennemført i forbindelse med undersøgelsen: 4.9.1954 efter en periode med tørt og varmt vejr behandledes ydervæggene ved sprøjtning med 3 forskellige imprægneringsmidler. Kirkens 4 sydfelter (med 3 vinduer) sprøjtedes med middel P. Den lille vestvendte gavflade ved sydsiden af tårnet samt det sydøstvendte felt i koret (med 1 vindue) sprøjtedes med middel A. De 2 resterende felter i koret samt 3 felter på nordsiden (uden vinduer) sprøjtedes med middel N.

Forbrug af imprægneringsvædske: Det var iøjnefaldende, at munkestenene, som navnlig forekom i den øverste del af felterne, sugede meget store mængder af imprægneringsmiddel; sugningen var større, end laboratoriet før har iagttaget.

Kontrolbesigtigelser: 1955, 1956 og 1958.

Behandlingens virkning på væggen tilstand: Behandlingen og de øvrige foranstaltninger synes at have hjulpet, idet der ikke er iagttaget nye fugtskader i kirken siden 4.9.1954.

Imprægneringsmidlernes vandafvisende virkning: Ved 2' besigtigelse konstateredes det, at vægoverfladernes vandafvisende evne var bevaret.

B. SAMMENFATNING AF RAPPORTERNES OPLYSNINGER

Gavl væggene i de fugtskadede huse var enten 30 cm hule vægge med ståltrådsbindere eller 35 cm vægge, der i øverste etage var hule med faste binde- re og ellers massiv. Facadestenen var i alle tilfælde massive.

Der var ikke anvendt varmeisolerende fyld i nogen af de hule vægge. Der var ikke udhæng på taget ved nogen af de fugtskadede gavle. Fugtska- derne ytrede sig som mere eller mindre regelmæs- sige, vandrette, mørke bræmmer ved gulvet eller som lodrette, mørke bræmmer langs binderkolonner eller ved udadgående hjørner. I mange tilfælde forekom fugtskaderne ved vinduer som en vandret, mørk bræmme over vinduet og som lodrette, mørke bræmmer langs begge sider af vinduet. Fugtbram- men over vinduet nåede ofte lidt ind på loftet. I en del tilfælde ytrede fugtskaderne sig som u- regelmæssige, mørke skjolder tilfældige steder på vægfladerne eller i regelmæssigt afgrænsede områder bag billeder eller bag møbler, der stod tæt op til væggen. I enkelte tilfælde fulgte så- danne regelmæssigt afgrænsede områder på en in- dervæg, et koldt vandrør og en wc-cisterne på modsat side.

Fugtskaderne skønnedes i langt de fleste til- fælde at være fremkaldt af såvel vand fra slag- regn som fortætningsvand fra stueluften. Kun i ganske få tilfælde skønnedes årsagen alene at være én af de to nævnte.

I ejendomme, hvor et stort antal ens lejlig- heder besigtigedes, konstateredes det ofte, at der ikke var fugtskader, der hvor luften i væ- relserne holdtes frisk ved passende fornyelse, og at der forekom fugtskader, hvor boligvanerne var ugunstige, hvad udluftning angår. I lejlighede af sidstnævnte art var fugtskaderne i reglen størst i uopvarmede rum, som f.eks. soveværelser og trapperum.

I flere køkkener med store vinduer var der hverken aftræksrør eller trækruder. Her syntes udluftningen ofte at ske ved at åbne en dør til et trapperum med kolde vægge, som derfor fik fugtskader.

I flere tilfælde, hvor fugtskadede vægge var søgt forbedret ved anbringelse af isoleringspla- der direkte på indersiden, blev disse plader

fugtskadede. Var isoleringspladerne anbragt på lister, iagttoges ingen fugtskader på pladerne. Ofte kom der dog fugtbræmmer på loft og skille- væg ved randen af isoleringsplader.

Ved besigtigelse af de fugtige gavles ydersi- de fandtes der i så godt som alle tilfælde man- gelfuldt fyldte stødfuger og i en del tilfælde revner ved gavlkammen i fugemørtlen langs tag- dækningsmaterialet. Disse mangler skønnedes at tillade vand fra slagregn at trænge ind i så stor mængde, at det kunne være medvirkende årsag til fugtskadernes opståen. Det konstateredes in- gen steder, at slagregn i generende mængde træng- te ind gennem velfyldte fuger eller gennem mur- sten.

Der konstateredes kun undtagelsesvis en gavn- lig virkning af imprægneringsmidlerne, og hoved- årsagen hertil må søges i, at de undersøgte im- prægneringsmidler ikke har været i stand til at hindre vandindtrængning gennem de grove utæthe- der. Når de undersøgte imprægneringsmidler var udvalgt med henblik på, at de skulle være vand- afvisende uden at tilstoppe porerne i mørtel og tegl, kan det ikke ventes, at de skulle lukke grove utætheder.

I de få tilfælde, hvor fugtskadernes omfang aftog efter behandlingen med imprægneringsmid- del, kunne det ikke udelukkes, at en forudgående omfugning, overgang til centralvarme eller lejer- skifte i nogle tilfælde havde været medvirkende.

De allerfleste imprægneringsmidler gjorde o- verfladen på mursten og fejlfri fuger vandafvi- sende. For enkelte af imprægneringsmidlerne fand- tes den vandafvisende virkning at aftage i for- søgsperioden.

I flere af de tilfælde, hvor fugtskadernes om- fang voksede efter behandlingen med imprægne- ringsmiddel, skønnedes dette at måtte tilskrives, at imprægneringsmidlet havde dannet en film med stor diffusionstæthed på vægoverfladen eller ført til aflejring af stof i poremundingerne. I andre tilfælde, hvor skadernes omfang voksede efter behandlingen, skønnedes dette at måtte for- klares ved, at vandindtrængningen gennem grove utætheder voksede, fordi den vandafvisende virk- ning på mursten og fejlfri fuger gjorde vandla- get på vægfladen tykkere under slagregn og for- årsagede, at det dannedes hurtigere.

I mange af de tilfælde, hvor fortætning af

vanddamp fra stueluften skønnedes at være den væsentligste årsag til fugtskader, må dette sæt- tes i forbindelse med en for høj k-værdi for y- dervæggen. Den høje k-værdi skyldtes dels anven- delse af tunge, massive mursten i såvel formur som bagmur, dels et unormalt højt vandindhold i murværket fremkaldt af grove utætheder.

I flere tilfælde konstateredes fugtskader, som skyldtes spildkalk i bunden af ydervæggens hulrum; i nogle af disse tilfælde skønnedes spildkalken at virke som kuldebro, i andre som direkte vandoverførende.

Med henblik på sammenhængen mellem forekom- sten af fugtskader og gavlenes orientering tyder rapporterne på, at skaderne oftest forekommer på gavle, der vender mod syd eller vest. I mange af sådanne huse forekom der dog også fugtskader på de modsatte gavle, og forsøgsmaterialet tillader ikke en talmæssig bedømmelse af forholdet.

C. SPØRGESKEMAER RUNDSENDT AF FÆLLESORGANI- SATIONEN AF ALMENNUTTIGE DANSKE BOLIGSELSKABER

Som nævnt i indledningen er de undersøgte gavle udvalgt i samarbejde med ARBEJDERBO. Til støtte ved udvælgelsen stilledes en samling besvarede spørgeskemaer rundsendt i 1951 af FÆLLESORGANI- SATIONEN AF ALMENNUTTIGE DANSKE BOLIGSELSKABER til disposition. Spørgeskemaerne omhandlede for- hold vedrørende fugtige ydervægge og var besva- ret af boligselskabernes formænd eller vicevær- ter.

Af besvarelsene kan der udledes en række op- lysninger, som det er interessant at sammenstil- le med de foran nævnte resultater af den her om- handlede undersøgelse.

Af 43 besvarelses handlede 31 om parcelhuse og 12 om bygninger med mindst 3 beboelseslag.

Af de 31 besvarelses vedrørende parcelhuse handlede de 25 om lejligheder opvarmet med kamin eller kakkelovn og de øvrige 6 om lejlighede- er opvarmet med centralvarme.

Af de 12 besvarelses vedrørende høj bebyggel- se handlede de 7 om lejligheder opvarmet med ka- min og de øvrige 5 om lejligheder opvarmet med centralvarme.

30 af de 31 bebyggelses med parcelhuse havde

I flere tilfælde konstateredes det, at plan- ter skadedes eller gik ud, såfremt de blev ramt af imprægneringsvædske.

Besigtigelserne har vist, at ydervægge med mangelfulde fuger ikke kan gøres uigennemtrænge- lige for slagregn ved behandling med midler som de undersøgte, samt at der skal arbejdes med me- get stor omhu, dersom en væg med mangelfulde fu- ger skal omfuges med tilfredsstillende resultat.

Imprægneringsmidlernes rækkeevne, d.v.s. an- tallet af m² murværk dækket pr. liter imprægne- ringsmiddel, varierede mellem 2 og 6 og var i gennemsnit 3 1/2.

Imprægneringsmidlerne ændrede i de fleste til- fælde ikke vægfladernes udseende mærkbart. Nogle af midlerne gjorde dog vægfladen lidt mørkere eller blank og i visse tilfælde også klæbrig. Et enkelt middel syntes at forsyne vægfladen med en voksagtig hinde.

hule ydervægge med ståltrådsbindere og 30 cm tyk- kelse; den 31' bebyggelse angaves at have yder- vægge med faste bindere og 35 cm tykkelse.

Alle de høje bebyggelses regnes at have 35 cm tykke gavle af hult murværk med faste bindere i øverste etage og massivt murværk i de underlig- gende.

I 5 af de 12 høje bebyggelses angaves yder- væggenes inderside at være strøget med asfalt inden pudsningen; men kun hvor væggen var mas- siv. Fugtskaderne forekom i ganske overvejende grad på gavle og da især på sydvendte.

Fugtskaderne forekom især i områderne omkring vinduer; i en enkelt bebyggelse forekom fugtska- derne dog især langs gulvet i stueetagen. Fugt- skader i hjørner eller udfor faste bindere eller bag møbler forekom hyppigt.

I 13 af de 31 bebyggelses med parcelhuse fandtes der ingen trækruder eller ventiler i de fugtskadede rum.

Fugtskader forekom i flere tilfælde på vægge, hvis inderside var strøget med asfalt før puds- ningen.

Ved bekæmpelsen af fugtskaderne var der an- vendt mange forskellige midler, og i så godt som alle tilfælde meddeltes det, at bekæmpelsen ikke lykkedes. Opsætning af isoleringsplader på lis- ter har dog virket tilfredsstillende.

D. KALK- OG TEGLVÆRKS LABORATORIETS ERFARINGER

Ved en gennemgang af laboratoriets arkiv forefandt 65 rapporter om besigtigelser af fugtskadede ydervægge af tegl. Rapporterne omfatter samtlige sådanne besigtigelser i tiden fra sommeren 1953 til sommeren 1959.

Fugtskaderne er i næsten alle tilfælde konstateret på gavlvægge, og i næsten alle tilfælde har tagene været uden udhæng over gavlene.

Fugtskadernes omfang fandtes uafhængigt af, om facadestenen var massive eller mangelhulsten.

I 55 af de 65 tilfælde fandtes skadeårsagen at stå i forbindelse med utætte fuger og da især stødfuger. I 19 af de 65 tilfælde var den udvendige vægflade blevet behandlet med et vandafvisende middel, uden at fugerne forud var blevet repareret.

I 23 af de 65 tilfælde fandtes skadeårsagen delvis eller udelukkende at være at søge i utætheder udenfor fugerne. Spalter langs tagdækningen og fejltagtigt udformede sålbænke gav således

ret ofte anledning til vandindtrængning, og i nogle tilfælde trængte der vand ind ved vindues- og dørfalser eller ved revnede eller løse tagsten over gavlmuren. I enkelte tilfælde trængte vand ind gennem sætningsrevner i murværket og huller dannet ved indføring af el-ledninger.

I 8 af de 65 tilfælde skønnedes fugtskaderne alene at være fremkaldt af fortætningsvand.

I intet af de 65 tilfælde skønnedes fugtskaderne at være fremkaldt af vandgennemtrængning gennem stenene alene.

De fleste af de 65 rapporter omhandler fugtskader på hule vægge. På 35 cm hule vægge med faste bindere forekom fugtskaderne oftest i lodrette striber udfor binderkolonnerne. På 30 cm hule vægge med ståltrådsbindere forekom fugtskaderne ikke så regelmæssigt men ret ofte over og langs siderne af vinduesåbninger. At der forekom fugtskader ved vinduerne skyldtes i mange tilfælde, at der ikke var indlagt pap over stikket, eller at det indlagte pap ikke var rigtigt anbragt. Fugtskader langs gulvet havde ofte samme årsag.

II. Imprægneringsmidlernes virkning på murværks vandoptagelsesevne og udseende

A. BEHANDLING AF 29 VÆGFELTER

Til nærmere bedømmelse af midlernes indflydelse på murværks udseende blev 29 felter på én og samme vægflade behandlet med 29 forskellige imprægneringsmidler og derefter holdt under observation i en årrække. For om muligt også at bedømme om imprægneringsmidlernes vandafvisende virkning ændredes i observationsperioden, blev der med mellemrum foretaget målinger af vandoptagelsesevnen, dels på områder, der omfattede både fuger og sten, dels på områder, der kun omfattede sten.

For at skaffe størst mulig sikkerhed for, at de behandlede vægfelter udsattes for samme påvirkning, var det vigtigt at finde en stor, frit beliggende ydervæg, der vendte mod syd eller sydvest og var ens påvirket såvel på hele facadesiden som på hele bagsiden. Da det måtte formodes, at prøvefelterne ville få forskelligt udseende, var det vanskeligt at få dispositionsret over en sådan væg, men det lykkedes dog at få stillet en sydvestvendt ydervæg i en ny industribygning til rådighed som forsøgsvæg. Ydervæggen var hul, og facadestenen var gule, prægede mursten muret i krydsforbandt og med skræbefuger. Væggen var ca. 50 m lang, ca. 2 1/2 m høj og uden vinduer, men delt i 5 felter af 4 stræbepiller med ringe frem-spring. Taget var en næsten vandret jernbetonplade uden tagrender og uden nævneværdigt frem-spring. Rummet bag væggen var et sammenhængende lokale uden tværvægge. Hulrummet i væggen var fyldt med opblærede teglklinter. Luften omkring bygningen var periodevis meget støvet.

De til undersøgelsen anvendte imprægneringsmidler indkaldtes af STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT gennem en annonce og modtoges i løbet af foråret 1955. Sammen med midlerne indsendtes firmaernes brugsanvisninger. Midlerne mærkedes med nummer ved modtagelsen; en lille delprøve udtoges til fysisk og kemisk undersøgelse.

På forsøgsvæggen opmærkedes 34 felter side om side med ca. 15 cm mellemrum; felterne var 1 m brede og 1/2 m høje (ca. 8 skifter) med under-

kanten 1 1/2 m over jorden. Her og dér var der huller eller revner i fugemørtlen, og disse blev forud tættet med en plastisk kitmasse.

Behandlingen blev foretaget i juli 1955 under nøje overholdelse af de respektive brugsanvisninger. Midlerne blev strøget på med pensel og arbejdet udførtes i en meget tør vejrperiode. 5 af felterne forblev ubehandlede.

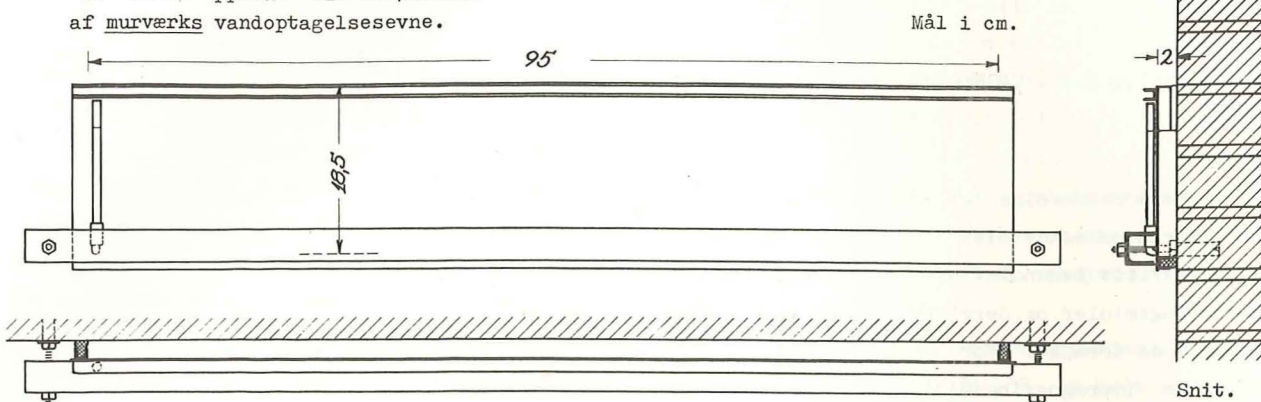
Antallet af påstrygninger og de ved påstrygningerne iagttagne ejendommeligheder er i sammen-trængt form meddelt i tabel 1.

Tabel 1. Imprægneringsmidlernes påstrygning.

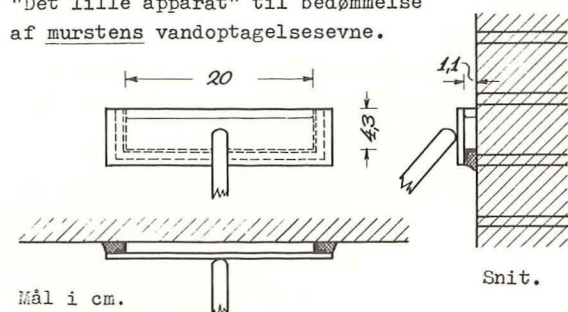
Midlets nr.	Antal påstrygninger	Iagttagelser ved påstrygningen
1	1	{Svag tendens til dannelse af små luftblærer ved penslen.
2	1	
3	2	
4	1	
5	1	{Endnu 40 minutter efter påstrygningen var feltet blankt.
6	1	
7	2	
8	1	
9	1	{Midlet blev hvidt og lod sig ikke helt let stryge ud på den tørre flade. Efter 1 1/2 time var den hvide farve næsten forsvundet.
10	1	
13	2	
14	2	
17	1	{Endnu 1 døgn efter påstrygningen var feltet blankt, men ikke skinnende.
18	2	
20	1	
21	1	
24	3	{Endnu 25 minutter efter påstrygningen var feltet blankt.
25	1	
27	1	
28	2	
29	1	{Endnu 13 minutter efter påstrygningen var feltet blankt.
30	2	
31	1	
32	1	
33	2	{Svag tendens til dannelse af små luftblærer ved penslen, ikke helt let at stryge ud på den tørre flade.
34	1	
35	1	
36	1	
37	1	

B. VÆGFELTERNES VANDOPTAGELSESEVNE

"Det store apparat" til bedømmelse af murværks vandoptagelsesevne.



"Det lille apparat" til bedømmelse af murstens vandoptagelsesevne.



Vandoptagelsesevnen bedømtes ved at spænde en plade op i ca. 1 cm afstand fra væggen, således at der bag pladen dannedes en lomme, hvori vægfladen var den ene sideflade, og fyldte denne lomme med vand. Vandspejlets synkning anvendtes som mål for vægfladens vandoptagelsesevne.

Der anvendtes 2 apparater, ét, som omfattede et rektangulært område, hvis vandrette mål var 95, og hvis lodrette mål var 13 cm (ca. 2 skifter), og ét, hvis vandrette mål var 20, og hvis lodrette mål var 4,3 cm. Tæthed langs pladens 3 kanter opnåedes i det store apparat ved hjælp af gummilister og i det lille ved hjælp af almindelig kit.

I det store apparat var pladen en messingplade, og vandspejlets bevægelse fulgtes i et vandstandsror; i det lille apparat var pladen en glasplade. Det store apparat anbragtes i alle tilfælde sådan, at vandspejlet i højeste stilling stod ud for midten af et løberskifte; det lille apparat anbragtes altid sådan, at det kun omsluttede en del af en løberside. Ved gentagelse af målingerne anbragtes apparaterne på de samme steder.

Af måleresultaterne udregnedes de prøvede væg-

områdets vandoptagelse i cm^3 pr. minut pr. 100 cm^2 .

Første måling fandt sted før behandlingen, og anden måling fandt sted et par døgn efter behandlingen, når midlerne i henhold til brugsanvisningerne havde opnået deres fulde virkning.

Allerede disse målinger med det store apparat viste, at metoden var behæftet med en stor usikkerhed. Vandoptagelsesevnen for de 34 felter målt før behandlingen varierede fra 10,6 til 90,8 og var i middel 41,0 cm^3 pr. minut pr. 100 cm^2 . For de 5 felter, der forblev ubehandlet, var tallene ved denne første måling 22,0 - 25,3 - 33,3 - 33,3 - 57,9 og ved anden måling (ca. 1 uge senere) 25,8 - 30,5 - 33,2 - 38,6 - 61,1. Ud over at vandoptagelsesevnen for det ubehandlede murværk varierede meget stærkt fra felt til felt, er der altså også konstateret uens ændringer i vandoptagelsesevnen i løbet af ca. 1 uge. Da yderligere vandoptagelsesevnen bedømt ved måling med det store apparat i 3 tilfælde fandtes at være lidt større efter end før behandlingen, blev det indlysende, at denne målemetode ikke kunne anvendes til bedømmelse af indbyrdes forskelle i imprægneringsmidlernes vandafvisende evne.

Derimod kan en sammenligning af måleresultaterne med det store og det lille apparat give oplysninger af interesse. Middeltallene for vandoptagelsen i cm^3 pr. minut pr. 100 cm^2 bestemt med det store apparat for samtlige 29 behandlede felter og for de 5 ubehandlede felter såvel ved målingerne lige før og efter behandlingen i 1955 som ved målingerne i 1956 og 1957 er gengivet i følgende sammenstilling.

Vandoptagelsen i cm^3 pr.min. og 100 cm^2 gældende for 29 felter.

Tidspunkt	cm^3 vand
Før behandlingen, 1955	42,1
Efter behandlingen, 1955	22,4
Efter behandlingen, 1956	40,6
Efter behandlingen, 1957	52,9

Vandoptagelsen i cm^3 pr.min. og 100 cm^2 gældende for 5 ubehandlede felter.

Tidspunkt	cm^3 vand
1955	34,4
1955 ca. 1 uge efter første måling	37,8
1956	36,2
1957	42,8

For såvel behandlede som ubehandlede felter er middeltallene altså voksende i tiden fra 1955 til 1957.

Ved målinger med det lille apparat på en løber i hvert felt fandtes følgende middeltal.

Vandoptagelsen i cm^3 pr.min. og 100 cm^2 gældende for 29 behandlede sten.

Tidspunkt	cm^3 vand
1955	2,6
1956	2,5
1957	2,3
1958	2,1

Vandoptagelsen i cm^3 pr.min. og 100 cm^2 gældende for 29 ubehandlede sten.

Tidspunkt	cm^3 vand
1955	14,1
1956	12,2
1957	10,2
1958	7,2

Da begge de 2 sidste rækker af middeltal omfattende sten alene er aftagende i forsøgsperioden, medens tallene for felter, omfattende såvel sten som fuger, er voksende, er det nærliggende at antage, at forskellen skyldes fugerne. Dette bekræftedes af murværkets udseende, der viste, at rystelser i bygningen, fremkaldt af virksomhedens maskiner og bevægelser ved vederlaget for tagpladen, fremkaldt af temperaturvariationer i den-

ne, fik murværket til at revne. Ved besigtigelsen i 1958 måtte det opgives at måle vandoptagelsesevnen med det store apparat, fordi fugemørtlen flere steder endda var faldet ud, så murværket havde grove utætheder. At der ved prøvningen i 1957 i flere tilfælde trådte vand ud af revner i fugemørtel i indtil 50 cm afstand fra det prøvede område må tages som tegn på, at fugemørtlen allerede på dette tidspunkt var begyndt at løsne sig.

Ved en sammenligning mellem måleresultaterne for felter og enkeltsten må det iøvrigt erindres, at tallene kan afvige, ikke alene fordi måleområdet i det ene tilfælde omfatter både sten og fugemørtel og i det andet kun sten, men også fordi der var forskelligt vandtryk ved målingerne med stort og lille apparat.

Ved en gennemgang af de med det lille apparat målte vandoptagelsesevner for en enkelt sten inden for og uden for hvert felt konstateredes det, at heller ikke disse værdier åbner mulighed for en sikker bedømmelse af indbyrdes forskelle i imprægneringsmidlernes vandafvisende virkning. For et af midlerne fandtes vandoptagelsesevnen i de 4 på hinanden følgende år således at være 0,5 - 5,6 - 0,5 - 2,3 og for et andet at være 2,3 - 2,8 - 3,3 - 2,3. Sådanne variationer kan ikke betragtes som udtryk for variationer i imprægneringsmidlets vandafvisende virkning alene; de må være påvirket af, at også andre forhold, som f.eks. murstenens vandindhold og mængden af snavs på dens overflade, har varieret, og bortset fra, at midlernes vandafvisende virkning på murværk ikke kan bedømmes ved målinger på mursten alene, har det været for lidt at måle på kun 1 sten for hvert middel.

For de ubehandlede sten forekommer der også uregelmæssige variationer i vandoptagelsesevnen omend i mere afdæmpet grad, og disse må have lignende årsager som variationerne for de imprægnerede sten. At snavs på overfladen har haft en tættere virkning fremgår af de foran nævnte middeltal for 29 ubehandlede sten; men medens vandoptagelsesevnen for de ubehandlede sten nedsattes til det halve på 4 år, nedsattes den kun til 4/5 for de behandlede sten. Dette kan tyde på, at snavs i højere grad fastholdes i poremundingerne på ubehandlede sten end på behandlede, og at det især fastholdes af de fineste porer.

C. VÆGFELTERNES UDSEENDE I DE FØRSTE 4 ÅR EFTER IMPRÆGNERINGEN

I tabel 1 blev imprægneringsmidlernes øjeblikkelige indflydelse på vægfelternes udseende beskrevet.

Efter behandlingen blev felterne besigtiget med 1 års mellemrum, første gang i 1956 og sidste gang i 1959. De gjorte notater er i sammentrængt form gengivet i tabel 2. Samtlige besigtigelser blev foretaget om sommeren på et tidspunkt, hvor vejret havde været tørt og varmt i en mindst 2 uger lang periode.

Det fremgår af tabel 2, at kun 9 af de 29 behandlede felter er patineret ensartet. Kun 1 af disse 9 felter var behandlet med et middel, som angaves at være silicone; 6 af de 9 felter var behandlet med midler, som i henhold til angivelserne ikke var siliconer.

Tabel 2. Ændringer i felternes udseende bedømt ved årlige besigtigelser.

Midlets nr.	Felternes udseende
1	Feltet er for størstedelens vedkommende patineret som ubehandlet murværk; men efter 3 år fremkom der lyse pletter på enkelte af stenene; de mindste ved små huller i brandhuden.
2	Feltet er uensartet patineret. Allerede efter 1 år iagttoges iøjnefaldende farveforskelle mellem stenene, og efter 4 år virkede såvel hele feltet som enkelte af stenene meget spættet. Mørke områder på lyse sten forekom både på steder, hvor brandhuden var skadet og på steder, hvor den var uskadt.
3	Feltet er for størstedelens vedkommende patineret som ubehandlet murværk. I en periode var det lidt mørkere end omgivelserne.
4	Som feltet behandlet med middel nr. 2.
5	Allerede efter 1 år var fugerne mørkere end i ubehandlet murværk, og i det følgende år blev også mange af stenene mørkere.
6	Såvel sten som fuger var efter det første år lidt lysere end ubehandlet murværk; men efterhånden aftog denne forskel, og feltet fik et spættet udseende, fordi den lyse farve bevarede pletvis på nogle af stenene.
7	Stenene patineredes som ubehandlede sten; men fugerne blev væsentlig mørkere.
8	Som feltet behandlet med middel nr. 7.
9	Som feltet behandlet med middel nr. 6.
10	Feltet er uensartet patineret; det blev hurtigt mørkere end ubehandlet murværk og kom efterhånden til at se snavset ud.
13	Feltet er patineret som ubehandlet murværk. Efter 1 år havde stenenes overflade en svag glans; men efterhånden blev størstedelen af stenenes overflade mat.
14	Feltet er meget uensartet patineret. Efter 1 år var hele feltet ensartet og lysere end ubehandlet murværk; men efter 4 år var den lyse farve kun bevaret på nogle få hele stenoverflader og på områder af de øvrige.
17	Feltet er ikke ensartet patineret; men det virker lyst, idet fugerne og de fleste sten i hovedsagen har bevaret den lyse farve, de havde før behandlingen.
18	Feltet er ensartet patineret og lysere end ubehandlet murværk.

Midlets nr.	Felternes udseende
20	Feltet er ensartet patineret som ubehandlet murværk.
21	Feltet er uensartet patineret, idet nogle af stenene har lyse pletter. Bortset herfra er patineringen som ubehandlet murværks.
24	Feltet er ensartet patineret og mørkere end ubehandlet murværk.
25	Feltet er uensartet patineret og lysere end ubehandlet murværk. Nogle få sten har overalt bevaret den lyse farve, de fleste andre har mørke pletter.
27	Feltet er ensartet patineret og lysere end ubehandlet murværk. Mange af stenene har en blank overflade.
28	Feltet er uensartet patineret og lysere end ubehandlet murværk, især fordi fugerne er lysere. De fleste af stenene har et spættet udseende.
29	Som feltet behandlet med middel nr. 28.
30	Feltet er patineret som ubehandlet murværk.
31	Feltet er uensartet patineret, idet det i visse områder er som ubehandlet murværk og i andre områder er lysere. Indenfor de enkelte sten er farveforskellene kun små.
32	Som feltet behandlet med middel nr. 31.
33	Feltet er ret ensartet patineret. Det var i de første år lidt mørkere end ubehandlet murværk; men denne farveforskel forsvandt. Nogle få sten har lyse pletter.
34	Feltet er uensartet patineret. Det var i de første år lysere end ubehandlet murværk; men en del sten blev efterhånden mørke på hele fladen eller på dele deraf, således at feltet virker spættet.
35	Feltet er ensartet patineret som ubehandlet murværk.
36	Som felterne behandlet med middel nr. 2.
37	Feltet er uensartet patineret. Det var i de første år lysere end ubehandlet murværk; men efterhånden blev fugerne mørkere, og de fleste af stenene bevarede kun pletvis den lyse farve. De lyse sten og de lyse pletter har givet feltet et meget spættet udseende.

D. VÆGFELTERNES VANDAFVISENDE EVNE

For at blive orienteret om, hvorvidt vægfelterne var vandafvisende ved slutningen af forsøgsperioden, blev der på en gråvejrsdag i oktober 1959 kastet 1/2 liter vand på samtlige felter og målt, hvor lang tid der gik fra påkastningsøjeblikket, til stenene fik tørre pletter, og til stenene så tørre ud på hele overfladen. Det viste sig, at disse tider var ret nær ens for alle felterne på nær 3. Dette gjaldt, hvad enten felterne var behandlede eller ubehandlede. Gennemsnitligt gik der 2 minutter fra vandpåkastningen, til stenene fik tørre pletter og 2 minutter fra

dette tidspunkt, til stenene så tørre ud på hele overfladen. For de 3 vægfelter, som dannede undtagelser, var den sidste periode længere; for 2 af dem (middel nr. 24 og 27) var den ca. det dobbelte af gennemsnittet, og for den tredje (middel nr. 10) var den ca. 18 gange gennemsnittet. På dette sidste vægfelt dannede vandlaget perler, og vandet i disse var altså meget lang tid om at fordampe. Sammenholdes disse iagttagelser med de værdier for vandoptagelse, som målt med det lille apparat i 1958, findes det, at vandoptagelsesevnen ikke kan bedømmes ved at kaste vand på væggen og se, hvor længe den er om at komme til at se tør ud igen.

Midlerne prøvedes på en sydvendt facade i en ny industribygning. Facaden var en blank mur af gule sten, og den var ret tør, da midlerne blev strøget på med pensel. Med henblik på anvendelsen gav kun et par af midlerne anledning til bemærkninger. Ved påstrygningen af to af midlerne dannedes der små luftblærer ved penslen, og et tredje blev hvidt; men denne farve forsvandt snart. Dette sidste middel og det ene af de to, hvori der dannedes små luftblærer ved penslen, lod sig ikke helt let stryge på vægfladen. Fire af midlerne gjorde feltet blankt; men for kun ét af midlerne var denne virkning langvarig. De øvrige midler var lette at stryge på, og ingen af dem ændrede i første omgang felternes udseende nævneværdigt; når væggen var tør, kunne det ikke ses, at visse områder var behandlet og andre ikke. 4 år senere var der derimod en iøjnefaldende forskel mellem de fleste af felterne og det omgivende, ubehandlede murværk, og dette så i de fleste tilfælde bedst ud. Årsagen hertil var, at flertallet af felterne var uensartet patineret, mens det ubehandlede murværk nok var blevet mørkere, men på ensartet måde. Kun to behandlede felter var ensartet patineret og lysere end ubehandlet murværk.

Midlernes vandafvisende virkning søgtes fulgt ved at måle murværkets vandoptagelsesevne ved årlige målinger med et specielt apparat. Disse målinger mislykkedes, fordi bevægelser i bygnings tagplade og rystelser fik murværket til at revne. En række målinger udført på facadestenen - altså områder uden fugemørtel - tydede på, at ændringerne i stenedens vandoptagelsesevne ikke alene skyldtes ændringer i imprægneringsmidlernes vandafvisende virkning; også andre forhold måtte spille ind. Sammenlignedes måleresultaterne fra år til år, viste de, at vandoptagelsesevnen for de imprægnerede sten under ét var aftagende med tiden, og at det samme gjaldt de uimprægnerede sten. Men sammenlignedes måleresultaterne fra år til år for de enkelte midler, fandtes der uregelmæssigheder, der må forklares ved indflydelse fra faktorer, som er imprægneringsmidlerne uvedkommende. Måske var uregelmæssighederne fremkaldt af, at de prøvede mursten havde forskelligt vandindhold ved de årlige målinger, måske også af, at mængden af snæv på murstenenes overflade varierede fra år til år.

Ved undersøgelsernes afbrydelse var det klart, at industribygningens ydervæg ikke kunne betragtes som repræsentativ for ydervægge i almindelighed; imprægneringsmidlerne på industribygningens felter må siges at være prøvet under særlig ugunstige forhold.

III. Fysiske og kemiske laboratorieundersøgelser af imprægneringsmidlerne

I denne del af undersøgelserne indgår foruden de i afsnit II omtalte 29 imprægneringsmidler yderligere 4 midler indsendt på et senere tidspunkt.

A. IMPRÆGNERINGSMIDLERNES KARAKTERISERING

Disse undersøgelser blev forestået af professor, dr. phil. Stig Veibel og foretaget på ORGANISK-KEMISK LABORATORIUM på DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE. Ved undersøgelserne anvendtes de i afsnit II omtalte delprøver, der udtoges straks efter, at imprægneringsmidlerne var sendt til Kalk- og Teglværkslaboratoriet fra Statens Byggeforskningsinstitut. Nogle af prøverne leveredes i brugsfærdig tilstand, andre skulle fortyndes i henhold til brugsanvisning.

Følgende egenskaber blev undersøgt:

- Udseende og lugt
- p_H
- Vægtfylde
- Fryse- og kogepunkt
- Tørstofindhold.

ad a. Udseendet blev bedømt på den dag, da prøverne blev modtaget. Det noteredes, om prøverne havde "organisk lugt", og karakteren af de eventuelle organiske opløsningsmidler søgtes bedømt. I efterfølgende tabel er der skelnet mellem alifatiske kulbrinter (petroleumstype), aromatiske kulbrinter (toluen, xylen og højere kulbrinter) samt alifatiske opløsningsmidler blandbare med vand (antagelig af alkoholkarakter).

ad b. p_H blev bestemt med indikatorpapir. For de midler, hvortil der var anvendt opløsnings-

midler, som ikke var blandbare med vand, kunne p_H ikke bestemmes.

ad c. Vægtfylden blev bestemt ved vejning af den mængde af midlet, som rummedes i en 10 ml målekolbe. En af vædskerne var så gelatinøs, at bestemmelsen ikke kunne gennemføres.

ad d. Frysepunkter under -10°C blev ikke bestemt. Nogle midler gelatinerede ved afkøling til nogle få grader under stuetemperatur og ændrede ikke tilstand ved yderligere afkøling til -10°C . De øvrige midler viste tydelige størkningspunkter efter underafkøling.

Kogepunkterne blev bestemt ved destillation af 10-15 ml opløsning.

ad e. En bestemmelse af tørstofindholdet søgtes gennemført ved inddampning under vakuum, men uden held. I stedet fjernedes hovedmængden af opløsningsmidlet ved inddampning på dampbad, og resten fjernedes i tørreskab ved 110°C . Bestemmelsen gennemførtes med 10 g af midlet afvejet med 1 mg nøjagtighed i et bægerglas. For nogle prøver med opløsningsmidler med højt kogepunkt tog tørringen meget lang tid. Tørringen blev da afbrudt, når vægttabet var mindre end 5 mg pr. døgn, eller dersom tørretiden var over 3 uger. Dette sidste gjaldt 5 af midlerne.

De om undersøgelserne a - e gjorte notater er i sammentrængt form gengivet i tabel 3 med tilhørende fodnoter. Middel 7 adskiller sig fra de øvrige ved at omfatte 2 vædsker, der skal stryges på hver for sig, først a og mindst 1 time senere b.

Tabel 3. Imprægneringsmidlernes karakter.

Midlets nr.	Udseende	Lugt	Opløsningsmidlets karakter	p _H	Vægtfylde g/ml	Frysepunkt °C	Kogepunkt °C	Tørstofvægt %
1	svagt opaliserende		vand	12	1,01	-0,5	100	1,4
2	opaliserende, farveløst bundfald		vand	12	1,11	-2,0	100	17,7
3	klar, farveløs	"organisk"	alifatisk kulbrinte		0,77	gel.v.10-15	155-185	4,9
4	klar, lysebrun	"organisk"	alifatisk, vandopløselig	12	1,12	-10	80-85	25,7
5	klar, svagt gullig, krystaller ved overfl., brunt bundfald	"organisk" 1)	halogenid		1,30	gel.v.15-20	85-88	11,4 5)
6	klar, farveløs		vand	12	1,01	-0,8	100	2,4
7	a) uigennemsigtig, gul	"organisk"	alifatisk kulbrinte		0,78	gel.v.15-20	170-200	10,5
	b) gelé, gul	"organisk"	alifatisk kulbrinte		4)	gel.ca.25		
8	klar, farveløs, farveløst bundfald	"organisk"	alifatisk kulbrinte		0,79	gel.v.10-20	170-200	8,0 6)
9	klar, svagt gullig		vand	12	1,01	-0,6	100	2,4
10	mælket, farveløs		vand	9,3	0,99	-0,3	100	29,4 7)
13	mælket, rosa		vand	ca.6	1,00	-0,4	100	3,0
14	klar, farveløs		vand	12	1,00	-1,3	100	1,6
17	klar farveløs		vand	12	1,02	-1,1	100	3,2
18	klar, farveløs, gulbrunt bundfald	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,81	gel.v. 5-10	140-160	9,6 8)
20	mælket, lysegrå		vand	6,8	1,00	-0,3	100	9,6
21	klar, farveløs		vand	12	1,05	-2,6	100	7,9
24	opaliserende	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,84	gel.v.10-20	130-200	6,3
25	klar, svagt gullig, farveløst bundfald		vand	12	1,06	-1,6	100	9,4
27	klar farveløs	"organisk"	aromatisk kulbrinte + alkohol eller terpen.		1,07	-10	68-72 125-150	68,1 9)

Midlets nr.	Udseende	Lugt	Opløsningsmidlets karakter	p _H	Vægtfylde g/ml	Frysepunkt °C	Kogepunkt °C	Tørstofvægt %
28	klar, gul, krystaller foroven	"organisk"	undefinerbar, vandopløselig	12	1,17	-10	100	23,0
29	klar, svagt gullig		vand	12	1,01	-0,8	100	2,9
30	farveløs, svævende partikler	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,81	-10	145-170	0,4
31	klar, rødbrun	"organisk"	alifatisk, vandopløselig	12	1,06	-10	80-82	24,1
32	klar, gul	"organisk"	alifatisk, vandopløselig	12	1,03	-10	80-82	8,0
33	svagt opaliserende	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,81	-10	140-160	13,6
34	klar, gul	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,81	-10	160-170	5,1
35	uigennemsigtig, mørkebrunt bundfald	"organisk" 2)	vand	7,2	1,01	-0,4	100	5,0
36	klar, lysebrun	"organisk"	alifatisk vandopløselig	12,0	1,09	-10	79-82	33,5
37	a) klar, gul	"organisk" 3)	tertiær alkohol eller terpen.		1,01	-10	117-119	32,6
	b) klar, farveløs	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,97	-10	108-115	49,4
38	klar, farveløs, lille bundfald		vand	12	1,01	-2,0	100	2,3
39	klar, farveløs, lille bundfald		vand	12	1,03	-0,8	100	4,8
40	klar, farveløs, lille bundfald		vand	12	1,02	-0,9	100	2,6
41	klar, farveløs, lille bundfald	"organisk"	aromatisk kulbrinte		0,78	-10	130-175	3,1

- Opløsningsmidlet skønnes at være ætylenklorid, der kan give tunge, bedøvende dampe.
- Midlet har en fenolagtig lugt.
- Væsken lugter af amylnalkohol (fuselolie); den skal blandes med væske 37 b før brugen.
- Vægtfylden bestemtes ikke, fordi midlet var for gelatinøst.
- Tørringen blev ikke afsluttet; vægttabet i det sidste døgn var 12 mg.
- Se fodnote 5, vægttabet var dog 6 mg.
- Se fodnote 5, vægttabet var dog 10 mg.
- Se fodnote 5, vægttabet var dog 14 mg.
- Se fodnote 5, vægttabet var dog 10 mg.

B. IMPRÆGNERINGSMIDLERNES INDFLYDELSE PÅ TEGLS VAND- OG LUFTGENNEMTRÆNGELIGHED SAMT VANDOPTAGELSE OG DISSE EGENSKABERS ÆNDRING VED PRØVNING I KLIMAAPPARAT

Sideløbende med de i afsnit II beskrevne, praktiske undersøgelser var det planlagt at foretage en laboratoriemæssig bedømmelse af imprægneringsmidlernes indvirkning på tegls vand- og luftgennemtrængelighed og af denne virknings varighed under vekslende lagringsforhold, ved hvilke nogle af vejrligets variationer efterlignedes. Imprægneringsmidlernes indflydelse på vandgennemtrængeligheden har den største interesse; men da det er af vigtighed for et porøst vægmateriale funktion og holdbarhed, om en nedsættelse af vandgennemtrængeligheden opnås ved tilstopning af porerne eller uden en sådan tilstopning, blev det besluttet at skaffe oplysning om dette forhold ved også at måle luftgennemtrængeligheden.

1. Fremstilling af prøvelegemer

Til forsøgene anvendtes cirkulære teglskiver med 5 cm diameter og 1,5 cm tykkelse. Disse skiver udboredes af 33 gule, maskinstrøgne facadesten, idet der først blev skåret en 1,5 cm tyk plade af stenene ved den glatte løberside og ved kopperne, og der derefter blev udboret 2 skiver af løberside-pladen og 1 skive af hver af kopperpladerne. Pladerne blev afskåret med en karborundsav, og skiverne blev udboret med diamantbor, begge dele under vandspuling. For at undgå ind sugning af boreslam i teglskivernes porer var murstenene forud mættet med vand. Alle snitfladerne blev glatte og prøvelegemerne fuldkantede. De 4 skiver fra samme sten mærkedes med samme tal samt med A, B, C eller D; tallet svarede til et nummer på et imprægneringsmiddel, skiverne fra kopperne mærkedes A og D, og skiverne fra løbersiden mærkedes B og C.

Til karakterisering af teglmassens egenskaber blev dens rumvægt i tør tilstand og dens vandoptagelse ved 2 døgn vandlagring bestemt for samtlige skiver; middeltallene var henholdsvis 1633 kg/m³ og 33,3 rumprocent.

2. Bestemmelse af vandgennemtrængeligheden

Bestemmelsen udførtes efter en af Kalk- og Tegl-

værkslaboratoriet udarbejdet metode. Efter at skivernes rumvægt og vandoptagelse var målt, blev skiverne tørret til konstant vægt ved 110°C, og derefter blev hver skive indsat som prop i en lodret anbragt gummislange, således at skivens snitflade vendte nedad og flugtede med slangens nedre kant. Med en slangebinder uden på gummislangen sikredes, at vand ikke kunne bane sig vej langs skillefladen mellem skiven og slangen. Derefter hældtes så meget vand i et glasrør anbragt i gummislangens anden ende, at vandstanden var 7,5 cm målt fra skivens forside, og denne vandstand vedligeholdtes i 24 timer. Gennemsvivet vand opsamledes i tarerede bægerglas, som vejedes med bestemte tidsmellemlum. Den gennemsvivede vandmængde voksede efter nogle timers forløb meget nær proportionalt med tiden. Som mål for vandgennemtrængeligheden anvendtes den vandmængde - udregnet i g/time - der sivede gennem skiven i de sidste 18 timer.

3. Bestemmelse af vandoptagelsen ved vandgennemtrængelighedsprøvningen

Straks efter udløbet af de 24 timer, som en vandgennemtrængelighedsprøvning varede, blev skiverne taget ud af gummislangen og vejjet. Af vejresultaterne udregnedes vandoptagelsen ved prøvningen.

4. Bestemmelse af luftgennemtrængeligheden

Også denne bestemmelse udførtes efter en i Kalk- og Teglværkslaboratoriet udarbejdet metode. Skiverne blev igen tørret til konstant vægt ved 110°C og på ny indspændt i gummislangen. Gummislangen blev derefter forbundet med en beholder med tør luft; i beholderen vedligeholdtes et overtryk svarende til 50 cm vandsøjle, og det blev målt, hvor lang tid det varede at presse 50 cm³ luft under dette tryk gennem skiven. Som mål for luftgennemtrængeligheden anvendtes den luftmængde - udregnet i cm³/minut - der passerede skiven.

5. Skivernes behandling med imprægneringsmiddel

Efter at foran nævnte bestemmelser var gennemført for samtlige skiver, og efter at disse atter var tørret til konstant vægt, blev alle de med A og C mærkede, altså en skive fra en kopper og en løberside fra hver sten, behandlet med imprægneringsmiddel på forsiden. Imprægneringsmidlerne blev strøget på med pensel, og de i

brugsanvisningerne givne regler blev fulgt. Efter mindst 2 døgn forløb blev kanten - altså den cylindriske del - på samtlige A- og C-skiver penslet med en silicone for derved at modvirke vandindtrængning fra kanten ved den følgende prøvning i klimaapparat.

6. Prøvning i klimaapparat

Prøvningen blev gennemført i et Atlas Weather-Ometer Model XW nr. W0-1087 hos firmaet Sadolin & Holmblad, som velvillig stillede apparatet til disposition i 2½ måned og sørgede for dets pasning i forsøgstiden.

Under prøvningen var skiverne 3 og 3 monteret på kassetter, der passede til holdere i klimaapparatet. Kassetterne bestod af en 2 mm tyk aluminiumsplade 7,5 x 23 cm med 3 aluminiumsbægre fastsvejset på den ene bredflade. Aluminiumsbægrene var 1,5 cm dybe, og den indvendige diameter var lidt over 5 cm, således at teglskiverne kunne trykkes fast i bægrene med en tættende gummi-snor mellem skiven og bægerkanten. I hver kasette anbragtes 3 skiver fra samme sten, nemlig 2 skiver (A og C) behandlet med samme imprægneringsmiddel og 1 skive (B), der var ubehandlet. Skiverne anbragtes i rækkefølgen B - A - C, og kassetten anbragtes i lodret stilling i apparatet, således at B-skiven var øverst. Prøvningen igangsattes ca. 1 måned efter, at skiverne var blevet behandlet med imprægneringsmiddel.

Klimaapparatet er opbygget som en karrusel med ca. 1 m diameter; kassetterne var anbragt langs karrusellens yderside med prøvelegemernes forside vendende ind mod midten. Karrusellen drejer 1 omgang pr. minut, og luften i prøverummet holdes hele tiden i jævn bevægelse. Prøvelegemerne kan bestråles ensartet med lys fra en kulbuelampe anbragt i karrusellens omdrejningsakse, og de kan bestråles ensartet med vand fra 4 dyser anbragt langs en lodret linie; vandet forstøves i dyserne. Bestrålingen med lys og

vand igangsættes og afbrydes automatisk efter ønsket program.

Ved de her omhandlede forsøg varede prøvningen i klimaapparatet 11 uger med 1011 og 337 timers bestråling med henholdsvis lys og vand. Den valgte cyclus var for et døgn:

Bestråling med vand 1 time

Bestråling med lys 2 timer

Bestråling med vand 2 timer

Bestråling med lys 6 timer

Bestråling med vand 1 time

Bestråling med lys 2 timer

Bestråling med vand 2 timer

Bestråling med lys 8 timer

Lysets sammensætning angaves at svare nogenlunde til sammensætningen af almindeligt sollys. Temperaturen i prøvelegemernes overflade regnedes at være 45-50°C under bestrålingen med lys og 15-16°C under bestrålingen med vand. Der anvendtes "afsaltet" vand, og der tilførtes ca. 125 liter pr. døgn.

7. Vand- og luftgennemtrængelighedens samt vandoptagelsens ændring såvel ved behandling med imprægneringsmiddel som ved påvirkningen i klimaapparatet

De ved målingerne fundne variationer i skivernes vand- og luftgennemtrængelighed fremgår af tabel 4. Tabellens tal er ikke de absolutte værdier, men relative værdier udregnet ved at sætte såvel vand- som luftgennemtrængeligheden for hver enkelt skive i ubehandlet tilstand til 100 og udregne skivens gennemtrængelighed efter behandling med imprægneringsmiddel og efter senere påvirkning i klimaapparatet i forhold dertil.

De ved målingerne fundne variationer i skivernes vandoptagelse ved vandgennemtrængelighedsprøvningen fremgår af tabel 5. Også disse tal er relative; de angiver vandoptagelsen i procent af skivernes vandoptagelse før behandlingen med imprægneringsmiddel.

Tabel 4. Imprægneringsmidlernes indflydelse på teglskivers vand- og luftgennemtrængelighed og disse egenskabsændring ved påvirkning i klimaapparat. Værdierne er angivet i procent af gennemtrængeligheden før behandlingen.

Midlets nr.	Vandgennemtrængelighed				Luftgennemtrængelighed			
	efter behandling med imprægneringsmiddel		efter senere påvirkning i klimaapparat		efter behandling med imprægneringsmiddel		efter senere påvirkning i klimaapparat	
1	0	0	0	0	90	90	100	99
2	0	0	0	0	90	81	93	90
3	15	8	43	51	57	42	88	85
4	0	0	0	0	77	79	81	83
5	17	13	87	69	44	43	77	72
6	0	0	0	0	68	73	83	83
7	38	41	14	10	73	60	80	84
8	33	45	93	97	79	79	93	98
9	0	0	0	0	82	84	93	95
10	15	8	32	23	17	12	71	67
13	29	22	85	83	45	38	106	105
14	0	0	0	0	92	83	82	84
17	0	0	1)	0	59	64	1)	78
18	23	24	15	21	57	46	1)	34
20	66	74	85	78	66	66	89	92
21	0	0	0	0	70	70	79	82
24	5	12	5	21	26	28	68	75
25	0	0	0	0	79	81	92	93
27	0	0	1	1	69	64	61	59
28	0	0	0	0	70	62	78	71
29	0	0	0	0	58	58	75	76
30	26	25	17	26	82	86	43	48
31	0	0	0	0	69	73	82	87
32	0	0	0	0	72	71	95	96
33	0	0	18	20	79	81	57	57
34	0	0	0	0	96	97	104	104

1) Intet måleresultat, fordi skiven ved manipulationerne blev beskadiget på den behandlede side.

Midlets nr.	Vandgennemtrængelighed				Luftgennemtrængelighed			
	efter behandling med imprægneringsmiddel		efter senere påvirkning i klimaapparat		efter behandling med imprægneringsmiddel		efter senere påvirkning i klimaapparat	
35	69	70	87	89	100	97	107	106
36	0	0	0	0	53	45	78	70
37	0	0	0	0	93	93	113	109
38	0	0	0	0	65	68	82	84
39	0	0	0	0	73	72	89	88
40	0	0	0	0	69	64	85	80
41	0	0	0	0	92	95	114	111

Tabel 5. Imprægneringsmidlernes indflydelse på teglskivers vandoptagelse ved vandgennemtrængelighedsprøvningen og denne egenskabsændring i klimaapparat. Værdierne er angivet i procent af vandoptagelsen før behandlingen.

Midlets nr.	vandoptagelse			
	efter behandling med imprægneringsmiddel		efter senere påvirkning i klimaapparat	
1	6	8	4	3
2	74	41	6	5
3	99	66	95	97
4	11	14	1	2
5	97	96	94	92
6	6	6	13	13
7	96	96	93	94
8	96	96	96	98
9	8	9	1	1
10	98	98	97	97
13	99	99	101	100
14	8	8	1	3
17	17	14	1)	2
18	94	93	1)	75
20	93	95	94	94
21	7	9	2	2

Midlets nr.	vandoptagelse			
	efter behandling med imprægneringsmiddel		efter senere påvirkning i klimaapparat	
24	93	95	93	95
25	11	12	54	29
27	4	3	2	2
28	20	22	3	3
29	16	14	2	2
30	95	96	95	96
31	9	8	1	1
32	9	10	2	2
33	11	45	95	96
34	28	43	1	29
35	95	95	101	101
36	10	11	2	2
37	3	3	1	1
38	9	8	2	2
39	12	9	1	2
40	12	11	3	3
41	2	2	0	0

1) Intet måleresultat, fordi skiven ved manipulationerne blev beskadiget på den behandlede side.

Den disponible plads i klimaapparatet tillod ikke, at der prøvedes mere end 2 behandlede skiver for hvert middel. Måleresultaterne for sådanne 2 skiver er, som det ses af tabellerne, i nogle tilfælde stærkt afvigende, og det er da naturligt at søge årsagen i, at skivernes teglmasse ikke er ens, hvad den burde være. En undersøgelse af spredningen på måleresultaterne viser imidlertid, at de store variationer ikke kan tilskrives forskelle i teglet. Udregner man spredningen på værdierne for uimprægnerede teglskivers vandgennemtrængelighed og vandoptagelse, findes den at være henholdsvis 1,1 og 1,6 %, og udregnes spredningen på f.eks. vandoptagelsen for de samme skiver efter behandlingen med de forskellige midler, findes den at være 14,0 %. De store variationer er altså indtrådt efter behandlingen.

Det fremgår af middeltallene i tabel 4, at imprægneringsmidlernes indflydelse på teglskivernes vandgennemtrængelighed - målt på den beskrevne måde - er meget forskellig, samt at den gavnlige virkning er nedsat ved prøvningen i klimaapparatet i de fleste af de tilfælde, hvor der ikke straks er opnået uigennemtrængelighed.

Det fremgår endvidere at middeltallene i ta-

C. SAMMENFATNING

Der undersøgtes 33 forskellige imprægneringsmidler indkaldt af Statens Byggeforskningsinstitut og indsendt af leverandørerne.

Til karakterisering af midlerne bedømtes udseende og lugt, p_H , vægtfylde, fryse- og kogepunkt samt tørstofindhold.

Midlernes indflydelse på tegls vand- og luftgennemtrængelighed samt vandoptagelse og disse egenskabers ændring ved prøvning i klimaapparat blev undersøgt med cirkulære teglskiver med 5 cm diameter. De nævnte egenskaber skønnedes at være vigtige kriterier for midlernes egnethed, og ved undersøgelsen fremskaffedes et talmateriale, som muliggjorde at sortere midlerne efter disse egenskabers ændring i klimaapparatet. Med det nuværende kendskab til, hvad der er afgørende for et vandafvisende imprægneringsmiddel til teglvægge,

bel 4, at imprægneringsmidlernes indflydelse på teglskivernes luftgennemtrængelighed er væsentlig mindre end deres indflydelse på vandgennemtrængeligheden, og at indflydelsen i reglen er størst for de midler, der ikke straks har ført til uigennemtrængelighed for vand. Dette tyder som venteligt på, at virkningen af de midler, der påvirker luftgennemtrængeligheden mest, i nogen grad beror på aflejring af stof i porerne.

Det fremgår af middeltallene i tabel 5, at vandoptagelsen under prøvningerne er meget forskellig, og at den næsten uden undtagelse er væsentlig mindre for de midler, der straks har ført til uigennemtrængelighed for vand, end for de øvrige. Men det er en gennemgående regel, at der ved vandgennemtrængelighedsprøvningen er konstateret en vægtstigning, hvilket vil sige, at uigennemtrængelighed for vand ikke betyder, at der ikke er trængt vand ind i teglmassen.

Nogle af prøvelegemerne viser uændret vandoptagelse efter imprægneringen og efter klimapåvirkningen; de er behandlet med midler, der ikke straks førte til uigennemtrængelighed for vand. Måleresultaterne vedrørende disse midler tyder på, at deres virkning beror på aflejring af stof i poremundingerne, men kun i ringe dybde.

tør det ikke hævdes, at den nævnte sortering er identisk med en klassificering efter brugsværdi.

Af målingerne (tabel 4) fremgår, at 22 af de 33 midler straks har ført til uigennemtrængelighed for vand under de anvendte forsøgsbetingelser, og at denne uigennemtrængelighed er bevaret under den kunstige klimapåvirkning for 20 af disse midler. For de øvrige midler er den gavnlige virkning på vandgennemtrængeligheden i reglen mindsket under klimapåvirkningen. Midlernes indflydelse på luftgennemtrængeligheden er fundet at være væsentlig mindre; den største indflydelse er fundet for midler, der ikke har ført til uigennemtrængelighed for vand. Ved den kunstige klimapåvirkning er luftgennemtrængeligheden i reglen vokset.

Af målingerne (tabel 5) fremgår endvidere, at vandoptagelsen ved vandgennemtrængelighedsprøvningen, som det også var at vente, var mindst for de midler, der straks førte til uigennem-

hedsgraden er i reglen lavere ude end inde, og jo lavere stueluftens fugtighedsgrad er, desto koldere kan væggen være, uden at der dannes dug. Derfor får dugdannelsen desto mindre betydning, jo bedre man udlufter stuerne, og jo bedre varmeisolerende ydervæggen er. Skyldes fugtskaderne på en ydervæg dugvand, er der ofte mere fugtigt bag billeder og skabe end på frie flader. Dersom fugtskaderne skyldes dugvand, og rummenes udluftningsforhold ikke kan ændres, må ydervæggens varmetæthed forøges.

Stammer fugtskaderne fra regnvand, der træn-

trængelighed for vand; men der fandt i alle tilfælde en vandoptagelse sted. Uigennemtrængelighed for vand betyder altså ikke fuld vandafvisning. Nogle af de midler, der ikke straks førte til uigennemtrængelighed for vand, har ikke ændret prøvelegemernes vandoptagelse. Deres virkning beror formentlig på en overfladisk aflejring af stof i poremundingerne. Siliconerne har straks ført til uigennemtrængelighed for vand.

Vandoptagelsen varierer stærkt fra middel til middel; dette skyldes ikke forskelle i prøvelegemernes teglmasse.

IV. Sammenligning mellem de tre undersøgelsers resultater

Sammenholdes de iagttagelser og måleresultater, som er opnået ved de 3 grupper af prøvninger, der er beskrevet i afsnittene I, II og III, konstateres visse afvigelser.

Hvad sammenligningen mellem iagttagelserne på gavlene i de almindelige beboelsesejendomme (I) og på vægfladen i industribygningen (II) angår, er det iøjnefaldende, at flere af de behandlede vægfelter på industribygningen er blevet skæmmet i en grad, som slet ikke kendes fra beboelsesejendommenes gavle. På industribygningen har mange af midlerne ført til farveforskelle, som har givet felterne et spættet udseende, og på beboelsesejendommene har midlerne ikke haft en sådan virkning; hvis de har fremkaldt ændringer, har disse kun bestået i, at vægfladerne er blevet blanke eller lidt mørkere. Det må anses for givet, at midlernes forskellige virkning skyldes, at formuren på industribygningen gennemsnitlig har haft et større vandindhold end murværket i beboelsesejendommenes gavlvægge. Det store vandindhold i industribygningens formur skyldes dels fortætningsvand fra damp tilført bagfra ved bygningens brug, dels regnvand trængt ind fra forsiden gennem formurens revner. Endvidere må det

antages, at støvet i luften omkring industribygningen også har medvirket til at skæmme vægfladen.

Industribygningens formur kan ikke betragtes som repræsentativ for normalt murværk, og på facader som industribygningens må anvendelse af imprægneringsmidler betegnes som nytteløs og for visses vedkommende uheldig.

Hvad sammenligningen mellem måleresultater fra prøvningen på industribygningen (II) og fra prøvningen i klimaapparatet (III) angår, findes der ligeledes afvigelser. Afvigelserne gælder de behandlede teglstens vandoptagelse og vandgennemtrængelighed. Vandoptagelsen er bedømt på 2 forskellige måder; på industribygningen er den bedømt med det tidligere omtalte lille apparat ved den vandmængde, der under et aftagende tryk blev optaget i en 11 cm tyk teglskive i løbet af 5 minutter, og efter forsøgene i klimaapparatet er den bedømt ved den vandmængde, der under et konstant tryk blev optaget i en 1,5 cm tyk teglskive i løbet af 24 timer. Dersom vandoptagelsen kunne regnes at vokse lovmæssigt med tiden - hvilket bl.a. havde krævet, at teglskiverne var så tykke, at vandet ikke nåede bagsiden i for-

søgstiden - og dersom vandtrykket ved brugen af det lille apparat havde været konstant, kunne det ventes, at de 2 prøvningsmetoder havde ført til samstemmende resultater. Men ingen af disse forudsætninger var opfyldt, og det er derfor - helt bortset fra de uvedkommende faktorer, der synes at have influeret på måleresultaterne fra industribygningen - forståeligt, at der ikke er fundet nogen lovmæssighed mellem vandoptagelserne bestemt på de 2 måder. At vandoptagelsen ikke vokser lovmæssigt med tiden blev bekræftet ved nogle kontrolforsøg udført med 6 skiver, der var behandlet med hver sit middel og havde været prøvet i klimaapparatet. Vandoptagelsen efter 1 times prøvning ved et vandtryk svarende til 4 cm vandsøjle og efter 24 timers prøvning ved et vandtryk svarende til 7½ cm vandsøjle fandtes at være følgende

Tabel 6. Supplerende vandoptagelsesmålinger med skiver prøvet i klimaapparat.

Middel nr.	Vandoptagelse i g efter	
	1 time	24 timer
4	0,05	0,10
5	7,20	9,05
6	0,05	1,10
7	0,05	8,95
8	9,20	9,20
29	0,05	0,20

Dersom vandoptagelsen og vandgennemtrængeligheden blev bestemt på samme måde med skiver behandlet med samme middel, men hidrørende dels fra industribygningen, dels fra klimaapparatet, måtte der ventes overensstemmende resultater,

såfremt klimapåvirkningen var ens de to steder. For at belyse dette nærmere blev 2 sten, der var behandlet med midlerne 8 og 29, hugget ud af væggen i industribygningen i 1959 og bragt til laboratoriet, hvor der udboredes to 5 cm skiver med 1,5 cm tykkelse af hver sten. Disse skivers vandgennemtrængelighed prøvedes på samme måde som beskrevet for skiverne fra klimaapparatet, og i tabel 7 er de fundne resultater sammenstillet med resultaterne fra de i klimaapparatet prøvede skiver.

For skiverne med middel 8 gælder, at de har stærkt afvigende vandgennemtrængelighed, afhængig af om de er klimapåvirket på industribygningen eller i klimaapparatet, medens vandoptagelsen omtrent er ens; den svarer meget nær til fuld mætning af skiverne i overensstemmelse med, at den relative vandoptagelse, som er indført i tabel 5, er omtrent 100%. Tallenes variation er forståelig, dersom middel 8 virker ved at aflejre stof i poremundingerne, og påvirkningen i klimaapparatet, men ikke i industribygningen har nedbrudt dette stof. Skiverne med middel 29 synes i modsætning hertil at have tålt påvirkningen i klimaapparatet, medens påvirkningen i industribygningen har virket i nogen grad nedbrydende. Disse måleresultater tyder altså på, at virkningen på midlerne i industribygningen og i klimaapparatet ikke er ens. Forskellen kan måske alene ligge i, at høje temperaturer i tegloverfladen hyppigere forekom i klimaapparatet end på industribygningens sydvæg; men også andre forhold kan have medvirket. Tallene viser, at erfaringerne fra klimaapparatet i dette tilfælde ikke umiddelbart kan overføres på praksis.

Tabel 7. Supplerende målinger med skiver af behandlede sten fra industribygningen.

Middel nr.	Vandoptagelse efter vandgennemtrængelighedsprøvningen		Vandgennemtrængelighed					
	cm ³ /100 cm ²		g/time					
	Industribygning		Klimaapparat		Industribygning		Klimaapparat	
8	42,3	42	47,2	48	1,27	0,79	5,84	5,32
	42,0		49,2		0,31		4,80	
29	49,0	49	1,03	0,77	0,38	0,19	0	0
	48,0		0,51		0,003		0	

V. Imprægneringsmidlernes relative egnethed bedømt efter prøvelegemers vand- og luftgennemtrængelighed samt vandoptagelsesevne

Da den oprindelige i afsnit I beskrevne forsøgsrække blev planlagt, regnedes der med, at det var muligt at bedømme midlernes brugsværdi ved at anvende dem på et stort antal fugtskadede gavle i beboede huse og holde disse gavle under regelmæssig observation i en årrække. Denne fremgangsmåde åbnede imidlertid ingen mulighed for en sådan bedømmelse, og i stedet udførtes de i afsnit II og III beskrevne forsøg, ved hvilke der foretoges en række målinger, som talmæssigt belyste sider af midlernes brugsværdi, som skønnedes at være vigtige, men måske ikke belyste dem alle og desværre ikke under forhold, der kunne betegnes som almenlydige. Nogle af måleresultaterne tyder f.eks. på, at det kunstige klima ved de under III omtalte prøvninger ikke svarede til forholdene i praksis, og der haves ingen sikkerhed for, at de valgte prøvningsmetoder giver måleresultater, som er korrekte udtryk for de egenskaber, der ønskes undersøgt. Sikre slutninger om midlernes brugsværdi kan altså ikke ventes udtaget af det fundne talmateriale. Men opgives det at nå så langt som til en karaktergivning efter brugsværdi, og nøjes man med at søge midlerne bedømt efter prøvelegemernes vandgennemtrængelighed, luftgennemtrængelighed og vandoptagelsesevne, kan talmaterialet danne grundlag. Da der ikke kan stilles begrundede regler op om at tillægge måleresultaterne vægt efter deres betydning, er det valgt at karakter-

risere måleresultaterne ved tal mellem 100 og 0, idet det gunstigste måleresultat i hver talrække er sat lig 100 og det ugunstigste lig 0. Disse nye relative tal er udregnet af tallene i tabel 4 og 5 og sammenstillet i tabel 8, side 44. Udregnes summen for hvert af midlerne, fås de i spalte 6 indførte tal, og ordnes de efter aftagende sum, d.v.s. efter aftagende "karakter", fås den i spalte 7 viste rækkefølge.

Det er interessant, at de 17 højeste summer gælder siliconer eller siliconeagtige imprægneringsmidler; der findes ingen siliconer uden for denne gruppe. Man kunne tænke sig, at det var resultaterne i spalte 3 for luftgennemtrængeligheden, der havde fremtvunget denne karakteristiske rækkefølge; men udregnes en ny række summer, hvor tallene i spalte 3 ikke er taget med, vil de 17 højeste summer stadig gælde de nævnte 17 midler, selv om rækkefølgen inden for dem har undergået ændringer. Siliconerne står også sammen i den øverste del af tabellen, dersom summerne udregnes af resultaterne fra klimaapparatet alene. Som et generelt resultat af det foreliggende talmateriale kan siges, at siliconerne er de bedst egnede af de undersøgte vandafvisende imprægneringsmidler. Det må understreges, at dette resultat er baseret på målinger på teglflader, ikke på murværk. Drejer det sig om murværk, hvis fugemateriale har huller eller porer, der er væsentligt grovere end tegls, er andre midler måske bedre egnede.

Tabel 8. Midlernes sortering efter de målte egenskaber.

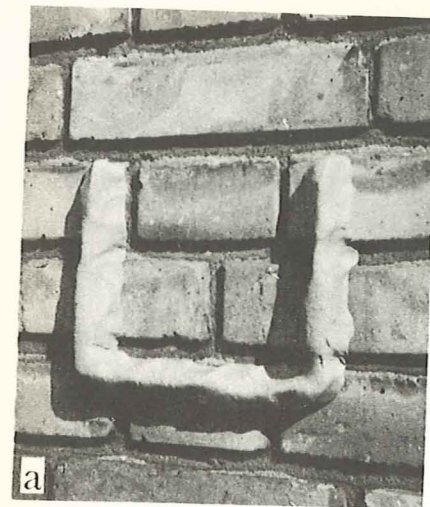
Midlets nr.	Relative tal for				Sum	Midlernes nummering, når de ordnes efter aftagende sum
	Vandoptagelse (i industribygning)	Luftgennemtrængelighed (efter klimapparat)	Vandgennemtrængelighed (efter klimapparat)	Vandoptagelse (efter klimapparat)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	70	87	100	98	355	3
2	70	75	100	96	341	4
3	91	68	47	4	210	20
4	91	65	100	99	355	2
5	61	51	29	9	150	28
6	39	65	100	88	292	15
7	81	67	88	7	243	18
8	100	85	0	3	188	23
9	50	81	100	100	331	7
10	81	44	76	4	205	21
13	31	95	14	1	141	29
14	31	67	100	98	296	14
17	70	59	100	99	328	8
18	50	0	78	26	154	27
20	81	77	20	7	185	24
21	70	64	100	99	333	6
24	81	55	78	6	220	19
25	50	79	100	72	301	12
27	81	33	99	99	312	9
28	50	49	100	98	297	13
29	31	56	100	99	286	16
30	81	19	73	5	178	25
31	0	71	100	100	271	17
32	20	83	100	99	302	11
33	61	31	79	5	176	26
34	70	93	100	72	335	5
35	91	96	8	0	195	22
36	61	48	100	99	308	10
37	70	100	100	100	370	1
38		67	100	99		
39		72	100	99		
40		61	100	98		
41		103	100	101		

Bilag

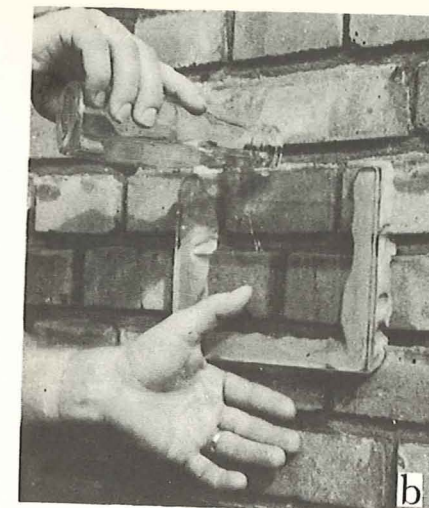
Besigtigelse af fugtskadede ydervægge og planlægning af modforholdsregler.

Det vand, der forårsager fugtskader i ydervægge, vil i reglen stamme fra stueluften og regnvand.

Stammer fugtskaderne fra stueluften, er vandet blevet afsat på ydervæggen, fordi den har været kold. Det sker på samme måde, som når dug afsættes på en kold rude. Hvor kold væggen skal være, for at dette kan ske, afhænger af, hvor meget fugtighed stueluften indeholder. Fugtighedsgraden er i reglen lavere ude end inde, og jo lavere stueluftens fugtighedsgrad er, desto koldere kan væggen være, uden at der dannes dug. Derfor får dugdannelsen desto mindre betydning, jo bedre man udlufter stuerne, og jo bedre varmeisolerende ydervæggen er. Skyldes fugtskaderne på en ydervæg dugvand, er der ofte mere fugtigt bag billeder og skabe end på frie flader. Dersom fugtskaderne skyldes dugvand, og rummenes udluftningsforhold ikke kan ændres, må ydervæggens varmetæthed forøges.



"Kit og glasplade" i anvendelse til undersøgelse af en vægflades regntæthed



Stammer fugtskaderne fra regnvand, der trænger gennem væggen, må det undersøges, ad hvilke veje, vandet trænger ind. Der kan være tale om (1) grove huller og revner, (2) utætte fuger og (3) utætte mursten.

(1) Grove huller kan f.eks. findes, hvor elektriske ledninger er indført, og grove revner kan forekomme i gavlen langs tagstenene eller vindskeden, over gavlen i tagdækningsmaterialet, ved muråbninger langs dør- og vindueskarme, eller de kan være sætningsrevner, der da ofte følger fugerne som en aftrappet linie. Sådanne utætheder kan opdages ved en omhyggelig besigtigelse.

(2) Utætte fuger er vanskeligere at afsløre. Man kan bruge en kraftig lommekniv, som man ikke er bange for at ødelægge, og ved at prøve på at stikke den i fugerne, hvor der er mistanke om utætheder, kan det let afgøres, om utætheden er overfladisk eller dybtgående.

(3) Utætte mursten kan også forekomme. De kan være utætte, fordi de har dybe revner, eller fordi de er grovporøse.

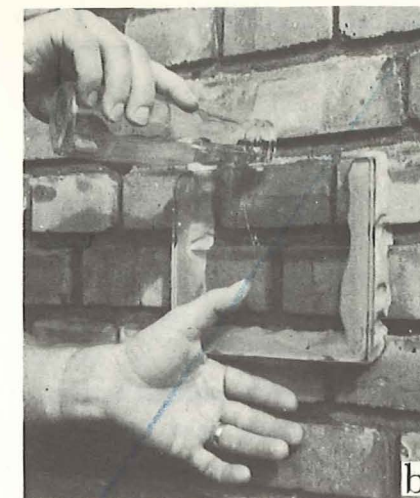
Til undersøgelse af, om regnvand kan trænge

ind gennem ydervæggen i generende mængde, kan man bruge "kit og glasplade". Fotografiet viser, hvordan dette gøres. Man ruller en kitpølse ud mellem hænderne og trykker den fast på vægfladen, så den danner en u-formet vold med tværsnit som et stykke kranskekage (a). Derefter trykker man glaspladen imod denne vold og har så fået dannet en "lomme", hvori man kan hælde vand (b). Inden dette gøres, trykker man kittet efter ved fugerne. Når vandet hældes i, vil det synke med større eller mindre hastighed, og ved at foretage prøven på nogle områder, hvor væggen ser tæt ud og på andre, hvortil man har mistanke, kan det hurtigt afgøres, om mistanken er berettiget, og om det er fugerne eller stenene, som vandet trænger igennem.

Først når det ved en grundig undersøgelse som den beskrevne er lykkedes med sikkerhed at fastslå fugtskadernes årsag eller årsager, kan der tages stilling til, hvilke forholdsregler, der bør tages. At undlade undersøgelsen og "prøve" en imprægnering eller en hulrumsfyldning ud fra den tankegang, at det måske kan hjælpe og i hvert fald ikke skade, må bestemt frarådes. I ikke så få tilfælde vil resultatet blive modsat det ventede. Har murværket grove huller eller revner eller utætte fuger, skal disse utætheder lukkes, før murværket behandles med imprægneringsvædsken eller hulrummet fyldes. Desuden bør imprægneringsmidlet prøves et sted, hvor skjolder ikke vil genere. Det er sket, at på trods af alle udsagn har et middel totalt ændret væggens farve, og er det først smurt på, er der ingen vej tilbage.



"Kit og glasplade"
i anvendelse til
undersøgelse af en
vægflades regntæthed



ger gennem væggen, må det undersøges, ad hvilke veje, vandet trænger ind. Der kan være tale om (1) grove huller og revner, (2) utætte fuger og (3) utætte mursten.

(1) Grove huller kan f.eks. findes, hvor elektriske ledninger er indført, og grove revner kan forekomme i gavlen langs tagstenene eller vindskeden, over gavlen i tagdækningsmaterialet, ved muråbninger langs dør- og vindueskarme, eller de kan være sætningsrevner, der da ofte følger fugerne som en aftrappet linie. Sådanne utætheder kan opdages ved en omhyggelig besigtigelse.

(2) Utætte fuger er vanskeligere at afsløre. Man kan bruge en kraftig lommekniv, som man ikke er bange for at ødelægge, og ved at prøve på at stikke den i fugerne, hvor der er mistanke om utætheder, kan det let afgøres, om utætheden er overfladisk eller dybtgående.

(3) Utætte mursten kan også forekomme. De kan være utætte, fordi de har dybe revner, eller fordi de er grovporøse.

Til undersøgelse af, om regnvand kan trænge ind gennem ydervæggen i generende mængde, kan man bruge "kit og glasplade". Fotografiet viser, hvordan dette gøres. Man ruller en kitpølse ud mellem hænderne og trykker den fast på vægfladen, så den danner en u-formet vold med tværsnit som et stykke kransekage (a). Derefter trykker man

glaspladen imod denne vold og har så fået dannet en "lomme", hvori man kan hælde vand (b). Inden dette gøres, trykker man kittet efter ved fugerne. Når vandet hældes i, vil det synke med større eller mindre hastighed, og ved at foretage prøven på nogle områder, hvor væggen ser tæt ud og på andre, hvortil man har mistanke, kan det hurtigt afgøres, om mistanken er berettiget, og om det er fugerne eller stenene, som vandet trænger igennem.

Først når det ved en grundig undersøgelse som den beskrevne er lykkedes med sikkerhed at fastslå fugtskadernes årsag eller årsager, kan der tages stilling til, hvilke forholdsregler, der bør tages. At undlade undersøgelsen og "prøve" en imprægnering eller en hulrumsfyldning ud fra den tankegang, at det måske kan hjælpe og i hvert fald ikke skade, må bestemt frarådes. I ikke så få tilfælde vil resultatet blive modsat det ventede. Har murværket grove huller eller revner eller utætte fuger, skal disse utætheder lukkes, før murværket behandles med imprægneringsvædsken eller hulrummet fyldes. Desuden bør imprægneringsmidlet prøves et sted, hvor skjolder ikke vil genere. Det er sket, at på trods af alle udsagn har et middel totalt ændret væggens farve, og er det først smurt på, er der ingen vej tilbage.

English summary

During the years after the war, a considerable number of cases have been encountered in which outer walls, especially gable walls, of brick houses have been damaged by damp.

Occasioned by a number of enquiries, an investigation has been carried out dealing with the reasons for such dampness and the possibility of eliminating the dampness by treating the outside of the walls with liquids for the purpose of rendering the surface water-repellent without altering its appearance.

This investigation comprised experiments in which the gables of a large number of occupied houses were treated with waterproofing compounds; the effect of the treatment on the water absorption and appearance of the brickwork was ascertained by applying the different compounds to different sections of the same outer wall; finally, the physical and chemical characteristics of the compounds applied were examined in the laboratory.

The laboratory tests comprised 33 different compounds. They were characterized through appearance, smell, pH value, specific gravity and content of dry matter, as well as freezing and boiling points. The influence exerted by the compound on the behaviour of the brickwork towards rain-water was evaluated by measuring the water and air permeability and water absorption of a great number of brick specimens before and after treatment with each of the 33 compounds. Following these determinations, the specimens were placed in a weatherometer and, throughout a period of 11 weeks, alternately sprayed with water and irradiated with light. The light applied had practically the same composition as sunlight and increased the temperature of the materials to 45-50°C. When the exposure in this apparatus was completed, the water and air permeability and

the water absorption of the specimens were again measured.

These properties were judged to be important criteria with regard to the suitability of the compounds, and on the basis of the data thus obtained it was possible to grade the compounds according to the alterations produced in these properties during the exposure in the weatherometer. It is not the intention, however, to claim that this grading is identical with a classification according to value in practice.

It was found that 22 out of 33 compounds when applied to the brick specimens made the latter immediately impermeable to water under the experimental conditions applied, and this impermeability was maintained after exposure in the weatherometer in the case of 20 out of the 22 compounds.

The influence exerted by the compounds on the air permeability was found to be considerably smaller than the influence exerted on the water permeability; maximum influence was observed in the case of the compounds which did not produce impermeability to water. The permeability to air generally increased during the exposure in the weatherometer.

As might be expected, the water absorption observed in the water permeability test was smallest in the case of those compounds which produced impermeability to water, but water was absorbed in all cases. Thus, impermeability to water did not depend on complete water-repellency.

Some of the compounds which did not at once cause the specimens to become impermeable did not result in any alteration in the water absorption of the specimens; the effect of these compounds presumably depends on a deposit of substance blocking the entrance to the pores. The compounds which resulted in immediate impermea-

bility were silicones.

In conclusion, the report contains a chapter on the inspection of outer walls damaged by dampness and the planning of countermeasures to be taken against such dampness.

What can be done?

Dampness occurring as described in the above generally arises either from water in the atmosphere in the room or from rain-water or from both these causes.

If the dampness is due to moisture in the atmosphere in the room, water has condensed on the wall because the latter is too cold. Less condensation will occur, the better the room is ventilated, and the better the insulation of the outer wall. If dampness in an outer wall is due to condensation, the dampness is often worse behind pictures and cupboards than on the clear areas of the wall. If it should prove difficult to find out whether dampness is due to condensation or to penetration of rain-water, it may be useful to stick a sheet of aluminium foil to the wall. The foil will be of very nearly the same temperature as the wall, and if it becomes damp in the course of a few days, this must be due to condensation since moisture cannot penetrate from the outside. If the dampness is due to condensation, and if it is not possible to improve the ventilation, the thermal insulation of the outer wall must be improved. In case the dampness is due to rain-water which penetrates through the wall, the paths along which the water enters must be ascertained. Such paths may be classified as follows:

Coarse holes in the wall may occur, for instance, where electrical wiring is introduced, coarse cracks may occur in the gable along the roof tiles or the barge board, above the gable in the roofing material, at openings in the wall, i.e. along door and window frames, or they may result from subsidence, in which case they generally follow the joints along a stepped line. Such leaks may be detected by careful inspection.

Leaky joints are more difficult to detect. A heavy pocket knife may be used - at the risk of breaking the blade. By probing in the joints for suspected cracks it may readily be ascertained whether a leak is superficial or deep.

Leaky bricks may occur. The leakage may be due either to deep cracks or to the pores of the brick being coarse.

To ascertain whether rain-water is able to penetrate through an outer wall in troublesome quantities the "putty and glass plate" method may be used. The photograph, page 45, shows how this is done. A roll of putty is formed with the hands and pressed against the wall in the form of a U (a). Now the glass plate is pressed against the putty, thus forming a "pocket" in which water may be poured (b). Before this is done, the putty is pressed so as to fit tightly at the joints. Water which is poured into the pocket will sink at a certain rate, and by performing the test on areas which look dense and on others which are suspected, it may rapidly be ascertained whether the suspicion is well founded, and whether it is the joints or the bricks through which the water penetrates.

Only when a thorough examination with certainty has demonstrated the reasons for the dampness is it possible to decide upon the measures to be taken. If the examinations have shown the dampness to be due to condensation and no holes or leaks to occur in the outer surface of the wall allowing rain-water to penetrate in abnormal quantities, it is up to the occupiers to arrange for better ventilation, or the insulation of the outer wall must be improved. If the outer wall is a cavity wall, and if the outer leaf may be assumed to be without abnormal leaks, it will be natural to provide additional insulation by filling the cavity with a suitable insulating material. If the outer wall is solid, the insulating material must be attached to the inside.

If examinations have shown the dampness to be due to penetration of rain-water through holes or cracks, there is only one measure which can be recommended, viz. to close the leaks. To resort to measures the aim of which is merely to make the damp wall look dry, but which does not result in a reduction of the amount of water absorbed by the wall, will result in a reduction of the life of the brickwork and will seldom lead to the goal. However, to find and close all the leaks is a time-consuming work in which patience and care is of paramount importance, and the man who is to do it must be convinced of the

importance of doing it correctly.

If it is desired after such repairs to make the brickwork water-repellent, it is to be preferred to use means which prevent water absorption without altering the ability of the brick to give off water. The tests made suggest that the silicones are the materials which meet these requirements in the best manner.

To omit an examination as the one described and "try" a waterproofing treatment or filling of a cavity wall on the supposition that it may

help and cannot, at any rate, do any damage, is a procedure which should be strongly deprecated. In quite a number of cases the result will be the opposite of that expected. The waterproofing compound should moreover be tested at a point where stains will do no harm. It has happened that a compound in spite of all assertions to the contrary has completely changed the colour of the wall, and when the material is once applied, there is no way of undoing the damage.