

# Byggefejl og byggeskader.

Af civilingeniør Ivar Thomsen.

## Definition

Byggefejl forstås i det følgende bredest muligt; fejlene kan deles op i 2 kategorier:

- I. *Projekteringsfejl, utilstrækkeligheder ved tegninger og beskrivelser, manglende viden og*
- II. *Udførelsesfejl, utilstrækkeligheder ved arbejdsgangen, manglende kunnen.*

Ved byggeskader forstås skader, der kunne være undgået ved rigtig projektering og korrekt arbejdsudførelse.

Ikke alle byggeskader kan undgås, mangler ved materialer viser sig ofte flere år efter bygnings færdiggørelse på grund af uforudsete kemiske omdannelser, træthedsfænomener etc. Sætninger i grunden med revnedannelser til følge kan skyldes forskydninger i grundvandsspejlet, som ikke kunne forudses da bygningen blev opført.

## Fordeling af skaderne

Skaderne synes at fordele sig nogenlunde ligeligt mellem de 2 kategorier, men projekteringsfejlene er som regel langt de dyreste; eksempelvis kan nævnes et rækkehusbyggeri, hvor 130 tagkonstruktioner måtte omlægges på grund af en projekteringsfejl, mens der i samme byggeri måtte efterisoleres 4 gavle, fordi isoleringen simpelthen var udeladt, eklatant byggesjusk.

Skønsmæssig kan projekteringsfejlene anslås til 80 % af omkostningerne forbundet med udbedring af byggeskader.

## Byggeskader for 1 milliard?

Herhjemme er der for tiden storstilet aktivitet igang for at få bedømt byggeskadesituationen grundigt, men endnu foreligger ingen detaljer.

Den vesttyske ekspert, professor E. Schild, Aachen, anslår omkostningerne, der medgår til udbedring af unødige byggeskader, til 8 % af det samlede beløb, som anvendes til byggeri. Overført på danske forhold skulle dette betyde, at byggeskader koster landet ca. 800 millioner om året. Men ikke nok med det, i kølvandet på byggeskader følger et stort antal retssager, syn og skøn o. s. v., der også koster landet enorme beløb, *altsammen til helt uproduktivt arbejde.*

## Hvad er årsagerne?

Spørgsmålet kan næppe besvares konkret, men medvirkende har de sidste 15–20 års bombardement med nye materialer og metoder sikkert været. Særlig gælder dette for højisolerede og damp-tætte materialer; fejlagtig anvendelse af disse medfører altid fugtskader, som er langt den hyppigste form for skader og anslås at udgøre mindst 70 % af samtlige skader.

En anden årsag er muligvis det forhold, at undervisningen i materialære på Akademiet ikke er obligatorisk, arkitektstuderende behøver ikke at følge forelæsningsne, som også omfatter elementær bygningsfysik.

Omkring 1950 arbejdede projekterende teknikere med ca. 500 materialer, i dag er der langt over 10.000. Alene af gulvbelægningsmaterialer findes op mod 3.000. Ingen kan forvente, at den projekterende skal kende korrekt lim og spartelmasse til hver enkelt, man må stole på fabrikan-tens anvisninger, *men* det burde være således, at den projekterende, når et materiales egenskaber kendes, kan kombinere dette med andre materialer og skabe en hensigtsmæssig konstruktion.

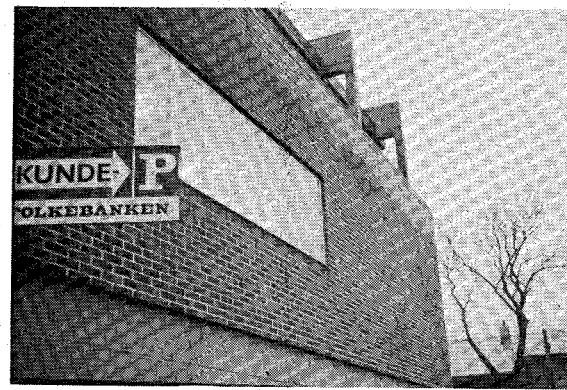
## Hvad kan der gøres?

En grundig orientering om byggeskader, disses årsager og dermed forebyggelse er som nævnt på vej herhjemme og vil sikkert vise sig virksom og give nyttige retningslinier. I det følgende gennemgås nogle af de hyppigst forekommende byggefejl og de dermed forbundne skader. Det understreges, at de omtalte skader er fremkommet på relativt nye bygninger, de fleste mellem 4 og 8 år.

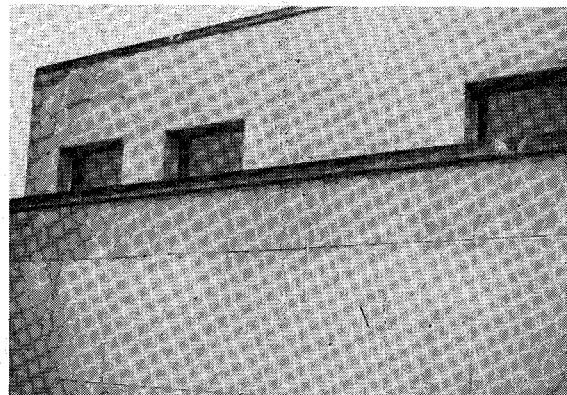
## Skader på flade tage

Flade tage er storleverandør af byggeskader, det er ikke blot en særlig form for et traditionelt tag, men en helt speciel konstruktion, der kræver et særligt kendskab til fugtproblemer og til materialers formbestandighed under temperatur- og fugtpåvirkninger etc.

I 1972 anslog man i Vesttyskland, at der var anvendt 1 milliard DM til udbedring af skader på flade tage i løbet af 10 år; det tilsvarende tal for Danmark er relativt højere, takket være vort »ubehagelige« klima.

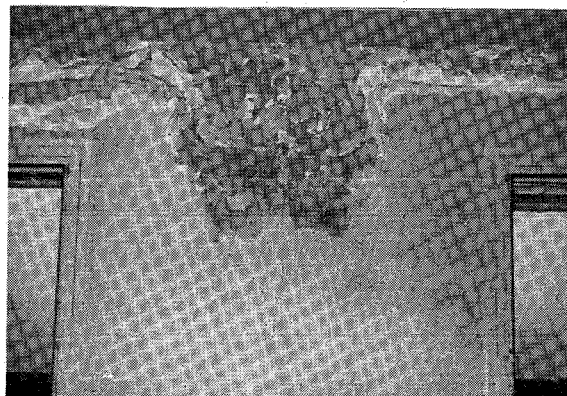


1

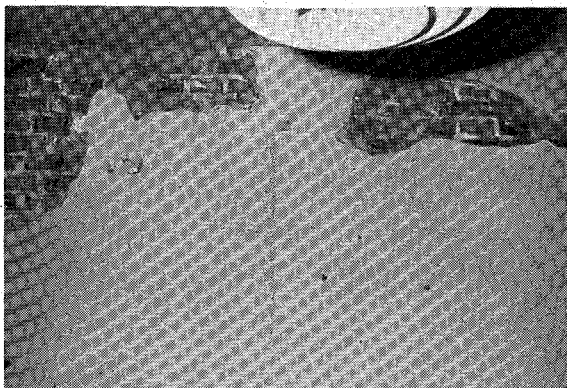


1 og 2

De våde murkroner markerer sig tydeligt.



3



3 og 4

Fugt fra de våde murkroner trænger ned i bygningen.

## Murkroner

(Fig. 1, foto 1–4).

Flade tage afgrænses ofte af murkroner, undertiden ret høje. Disse fritstående murværkspartier er særlig udsatte for slagregn og vil være gennemfugtige størstedelen af året. Dette forhold var man i mange år ikke opmærksom på, og der fremkommer stadig skaderapporter med murkroner som årsag. *Det er lige så vigtigt, at isolere en bygning mod fugtige murkroner som mod fugtige fundamenter.* Vore fotos 1–4 viser tydeligt de fugtige murværkspartier og tillige de meget alvorlige skader. Udbedringsarbejderne var meget omfattende, murkronerne måtte rives ned og isolering indlægges, lokalerne udtørres og samtlige overfladebehandlinger i øverste etage fornyes. Hertil kom drifttab etc.; det drejede sig om nye kontorbygninger.

## Kantdragere

(Foto 5, 6 og 7).

Kantdragere kan blive årsag til alvorlige byggeskader, hvis man ikke tager hensyn til termiske udvidelser.

I dette tilfælde var 3 og 4 m lange bjælkeelementer muret sammen med cementmørtel til en samlet længde på 40 m med forankrede facade-søjler og stødt direkte til gavlmurene, uden mulighed for at udvidelser kunne optages.

Idet jernbeton udvider sig 1 mm pr. m pr. 100°C, kan der udmærket forekomme samlet udvidelse på  $40 \times 1 \times 60/100 = 24$  mm, d. v. s. over 1 cm til hver side.

De forankrede søjler blev revet i stykker og gavlvæggene skudt ud.

Hver tredje fuger blev hugget ud og erstattet med plastisk-elastisk fugemasse, søjlerne reparerede og gavlmurene rettet op. Selv om disse foranstaltninger var besværlige og dyre, var størstedelen af omkostningerne ved udbedringen forbundet med indvendige reparationer, idet vandindtrængning, især ved gavlene, havde ødelagt store dele af overfladebehandlingen i øverste etage; i flere rum måtte alt fornyes efter omhyggelig udtørring.

## Dækplanker

(Foto 8–13).

Dækplanker er ofte blevet sammenmurede med specielle fugemasser, som skulle kunne optage de uundgåelige bevægelser i fugen uden at blive utætte. De her viste dækplanker var 4 m lange, hvilket betyder at fugen skal kunne optage bevægelser på mindst 2,4 mm fra vinter til sommer.

Dette vil sikkert kunne lade sig gøre i mange år; men foruden denne totale påvirkning er fugen i sommerperiode på grund af solbestråling om dagen og udstråling om natten udsat for daglige påvirkninger af næsten samme størrelsesorden, og disse hyppige bevægelser »trætter« fugematerialet, og fugerne bliver utætte. Dette har vist sig i mange tilfælde trods garantier fra fabrikanternes side. Foto 8 viser en sådan »træt« fuge, og på foto 9 ses, hvorledes vandet trænger ned gennem samlingerne. Der bør altid isoleres med pap under dækplanker i hele længden. Udbedringsarbejdet består i udlægning af denne papisolering; dette arbejde ses under udførelse fra et lignende tilfælde ved et andet byggeri på foto 10 og 11.

Muren foto 8 var tillige angrebet af fugt fra grunden på grund af alvorlig byggesjusk, håndværkerne havde simpelthen anvendt hulmuren til at skaffe sig af med overflødige materialer, foto 12 og 13, og totalt ødelagt fugtisoleringen, store murværkspartier måtte fornyes og mange

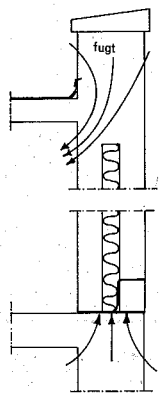


Fig. 1.

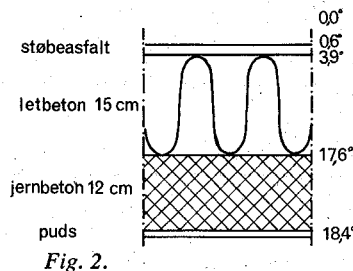
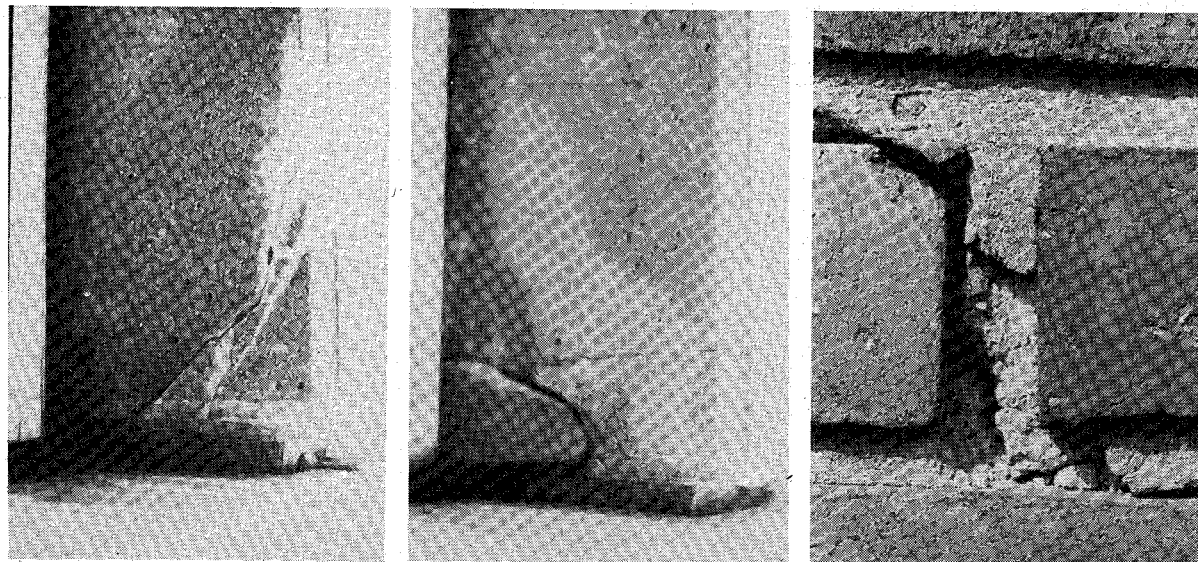


Fig. 2.



5, 6 og 7

Kantdrager uden dilatationsfuger river facadesøjlerne i stykker og skubber gavlvæggene ud.

indvendige skader på overfladebehandlinger og gulve udbedres.

#### Baldakiner

(Foto 14 og 15).

Baldakinen foto 14 og 15 er sammenstøbt med en kantdrager. Det forhold, at jernbeton udvider sig mest i hovedarmeringens retning, har bevirket, at drageren har trukket baldakinen fra hinanden, til trods for at forskellen i udvidelse på hele længden (30 m) kun var ganske få mm. Kantdrageren havde iøvrigt forårsaget revnedannelser ned i bygningen, også vandrette forskydningsrevner.

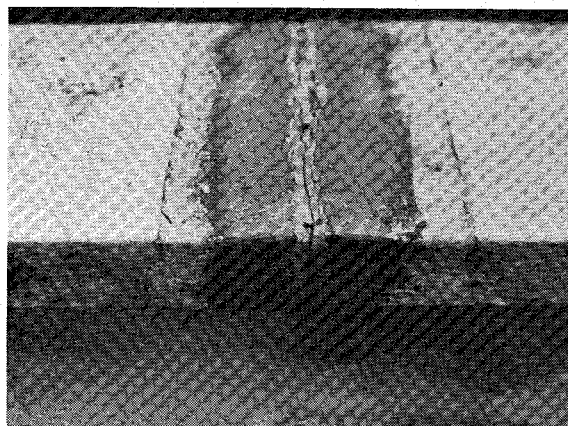
#### Uheldig tagkonstruktion

(Fig. 2, foto 16–19).

På grund af kondens inde i konstruktionen blev dette tag totalt nedbrudt på 8 år. Manglende kontrol med fugtvandring er i øvrigt en af de hyppigste og »farligste« skadeårsager, fordi skaderne først konstateres på et sent tidspunkt; der er forekommet og forekommer stadig skader på denne tagtype.

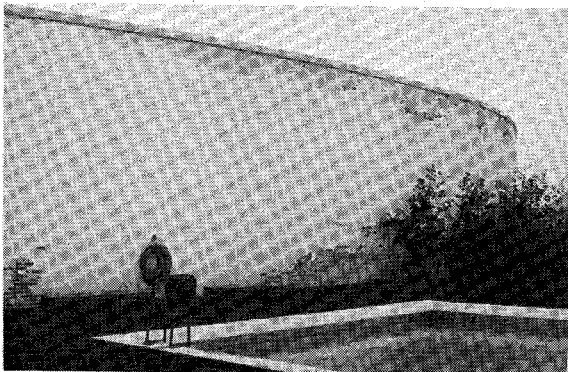
På fig. 2 er gennemsnitstemperaturer for opvarmningsperioden indtegnet. Der er regnet med indvendig temperatur 20° og relativ luftfugtighed, RF 60 %, taget overdækker en skole, udvendig 0° og RF 80 %, svarende til et indvendigt damptryk på 143 kg/m<sup>2</sup> og udvendig 50. Damptryksdifferencen betyder en opadrettet fugttransport.

Fugttransporten er af størrelsesorden 0,1 g/m<sup>2</sup> i timen, hvilket ikke er foruroligende, men da



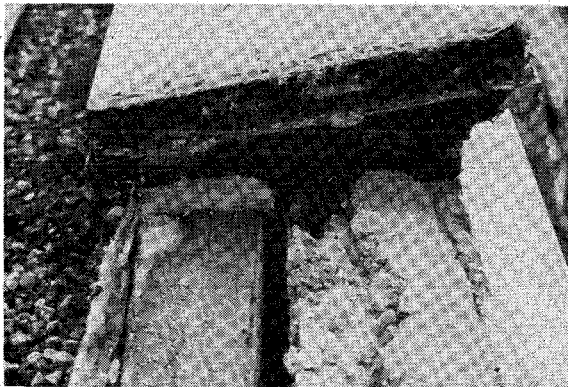
8

Nedbrudt fuge mellem dækplanker.



9

Fugt trænger ned i murværket gennem utætte fuger mellem dækplanker.



10

Vand kan uhindret trænge ned i bygningen.



11

Isolering med dækplanker.

udtørringen i sommerperioden i dette tilfælde er meget lille, blev der hver vinter opsamlet ca. 1/2 liter vand i isoleringen, og efter 5–6 års forløb begyndte loftpuksen at blive ødelagt.

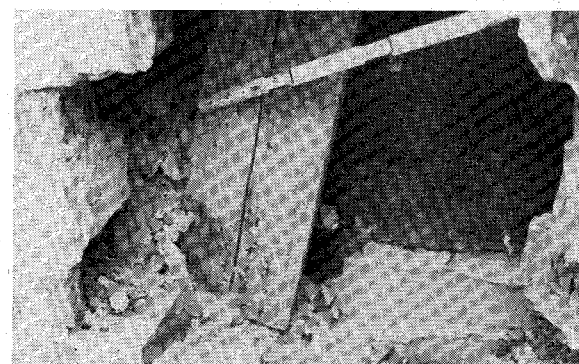
Der blev foretaget en omhyggelig undersøgelse af tagdækningen, denne var fejlfri og fuldstændig tæt.

Det stod ikke klart, at fugten var kondenseret under asfalten og trængt ned ovenfra, man antog, tagkonstruktionens isolering var utilstrækkelig, og der blev hæftet isoleringsplader på lofterne med stickpads. Herved bragtes imidlertid temperaturen mellem disse plader og puksen ned under dugpunktet i længere perioder om vinteren, og da isoleringspladernes fugtmodstand var minimal, opnåede man kun at forstærke fugttransporten, idet puds og beton opsugede det opståede kondensvand; samtidig forringedes muligheden for udtørring. Kondensvandet nedbrød ret hurtigt limstoffet, og pladerne begyndte at falde ned, hvorefter det viste sig, at lofterne var endnu mere medtagne end før.

Efter 8 års forløb huggedes endelig hul i tagdækningen, og det viste sig, at isoleringen var reduceret til en slags mudder, samt at store dele af betonen var så rådden, at den kunne fjernes fra jernene med hænderne.

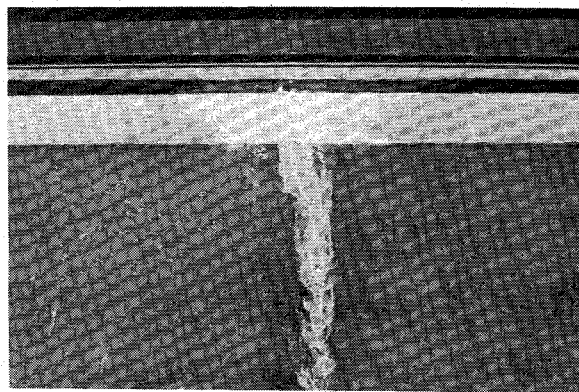


12



12 og 13

Byggesjusk, hulmuren anvendes til affald.

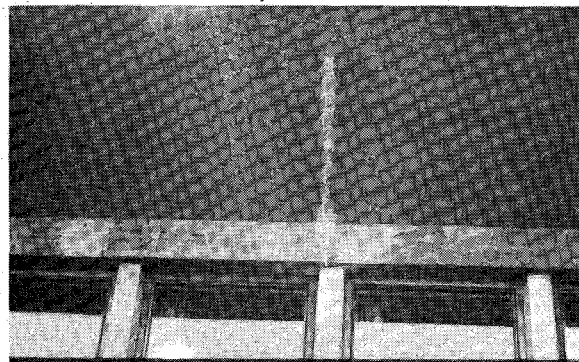


14

Al dårlig beton blev hugget ud og repareret med betonlim og ny udstøbning, isolering og tagdækning blev fjernet og erstattet med en ny, kraftig isoleret og udluftet trækonstruktion.

Det kan tilføjes, at frostsprængninger, efterhånden som nedbrydningen skred frem, blev mere og mere virksomme.

Beregningerne, der ligger til grund for de opgivne tal findes nedenfor; man vil se, at en fugtspærre over betonen ville have forøget fugtmod-



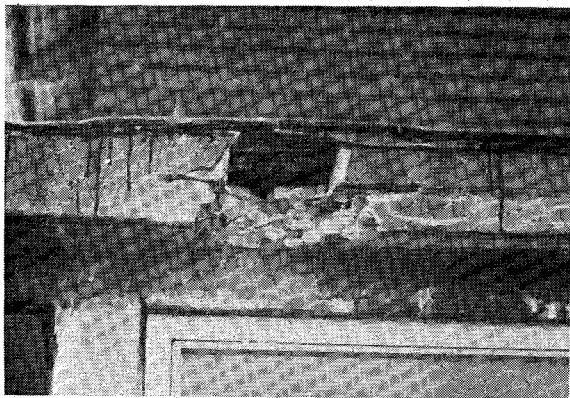
14 og 15  
Kantbjælken har trukket baldakinen fra hinanden.



18



16



16 og 17  
Totalt nedbrudt jernbeton-tag.



18 og 19  
Fugtvandring har fyldt tagkonstruktionen med vand, som nu trænger nedad.

stande tilstrækkeligt og sparet flere 100.000 kr. Også en indvendig overfladebehandling med damp tæt maling kunne muligvis have løst problemet.

### Beregning

(Fig. 3).

Man får et klart billede af fugtforholdene ved at optegne et fugtdiagram, fig. 3. Dette tjener to formål 1) bestemmelse af størrelsen af de opsamlede fugtmængder og 2) fastsættelse af de forholdsregler, som kan forhindre gentagelser.

Konstruktionens fugtmodstande  $e_{\mu}$ , (e er materialernes tykkelse i m og  $\mu$  diffusionsmodstandstallet), afsættes vandret og damptrykkene i  $\text{kg/m}^2$  lodret. Konstruktionen er herved transformeret, således at fugtmodstanden er konstant, d. v. s. damptrykkurven mellem det indvendige damptryk  $P = 143 \text{ kg/m}^2$  og det udvendige  $P = 50 \text{ kg/m}^2$  følger en ret linie II, såfremt der ikke forekommer kondens.

Efter de opgivne temperaturer indtegnes mætningskurven I.

Såfremt damptryk i konstruktionen er højere

end mætningstryk, forekommer der kondens, idet der tilføres mere vanddamp til luften i det pågældende område, end denne kan indeholde; ligger kurve II over kurve I udskilles vand og damptrykket falder, således at damptrykkurven II »synker« ned under mætningskurven til den aktuelle damptrykkurve III. På skemaet kan indtegnes den fugtmodstand,  $e_{\mu}$ -nødv, der skal tilføres konstruktionen indvendigt eller lige over betonen for at presse kurve III ned under mætningskurven, således at kondens inde i konstruktionen ikke forekommer. Kondens på den indvendige overflade, der vil finde sted, når overfladetemperaturen er lavere end  $12^{\circ}\text{C}$ , er der ingen fare for.

Fugtmængden, der føres op i letbetonen til den næsten fugttætte asfaltbelægning, findes af formelen  $P_1 - P_x/160 \times e_{\mu}$  og opgives i  $\text{g/m}^2$  i timen.  $P_1$  og  $P_x$  er damptrykkene og  $\Sigma e_{\mu}$  den samlede fugtmodstand mellem punkterne i og x, (se diagrammet). Fugtmængden, der opsamles i letbetonen, bliver således  $143 - 82/160 \times 4 = \text{ca. } 0,1 \text{ g/m}^2$  i timen.  $e_{\mu}$ -nødv bliver 22, svarende til en plastbelagt alu-folie.

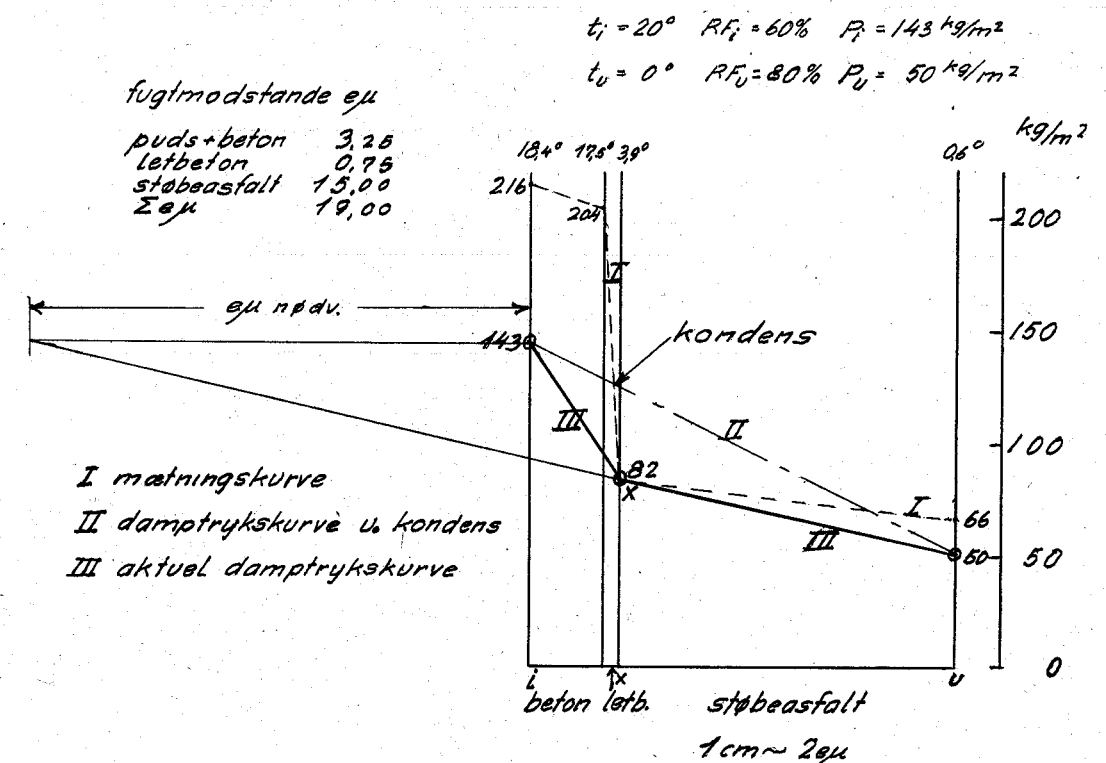
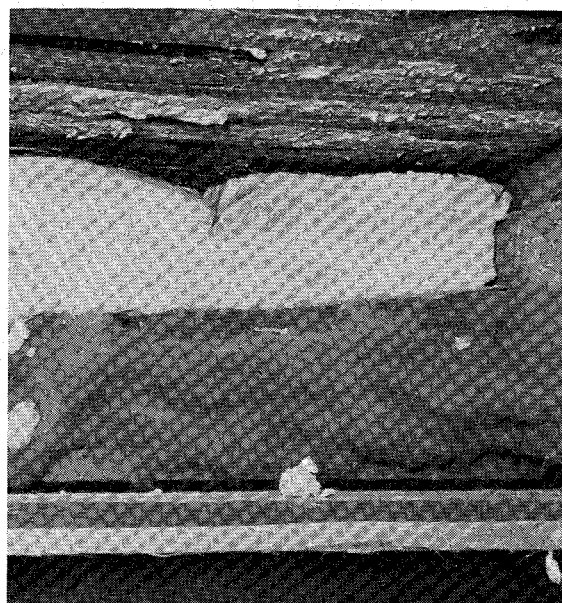


Fig. 3

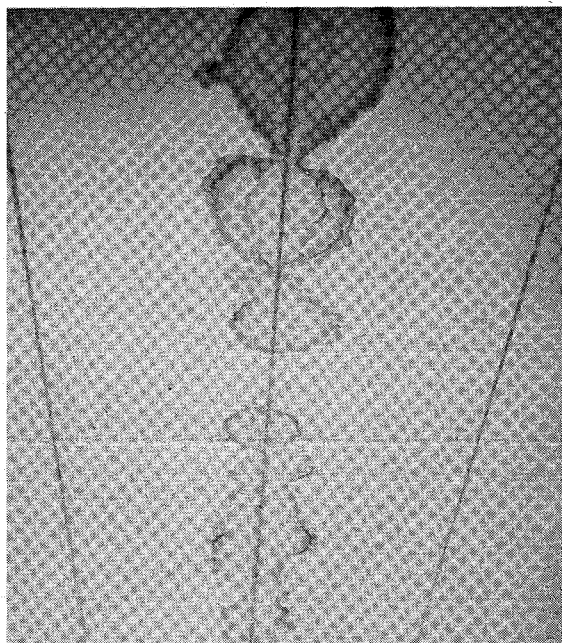
### Farlig ekstra-isolering

(Foto 20, 21 og 22).

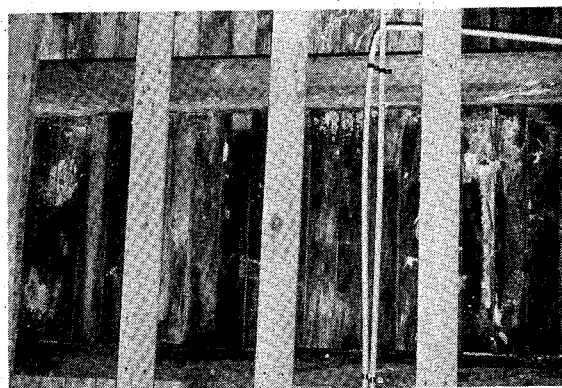
I et fladt tag med trækonstruktion og 100 mm mineraluldisolering ønskede man at forbedre isoleringsevnen; det skete ved indblæsning af plastskum i hulrummet mellem mineralulden og tagbrædderne, foto 20. Herved udelukkedes imidlertid enhver form for udluftning, og der kondenseredes betydelige fugtmængder under tagdækningen. Dampspærren manglede over store dele af loftbeklædningen, og en fugtgennemgang viste, at der i tagbrædderne og isoleringen opsamledes op til 6 liter vand pr. m<sup>2</sup> i opvarmingsperioden, hvoraf kun ca. 3 liter forsvandt om sommeren. Allerede efter 2 års forløb sivede vandet ned gennem loftet, foto 21, og da loftsbeklædningen og isoleringen var fjernet konstateredes, at tagbrædderne var ødelagte, foto 22, og måtte fornyes efter forsigtig udtørring af trækonstruktionen; endvidere blev der oplagt effektiv dampspærre og ny isolering, der tillod passende udluftning.



20



21



20, 21 og 22

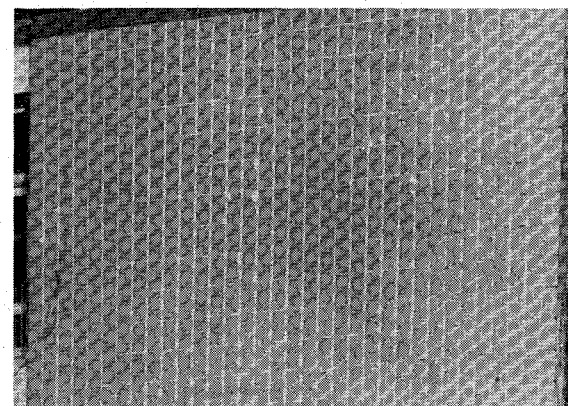
Ekstra-isolering forhindrer udluftning, tagkonstruktionen fyldes med vand, som ødelægger tagbrædderne og loftsbeklædningen.

### Facadeskader

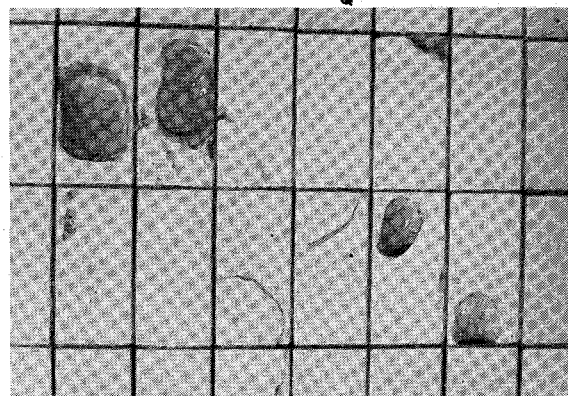
(Foto 23, 24 og 25).

Disse er i fugtmæssig henseende nøjagtige paralleller til den omtalte type betontage. En tæt facadebeklædning bevirker, at der opsamles fugt bag denne i opvarmingsperioden med frostsprængninger til følge. Foto 23 og 24 er typiske for flisebeklædninger, der er gjort for tætte med smalle cementfuger, fugten vil sætte sig bag den fugttætte glasur, og denne skaller af, undertiden følger en del af selve flisen med.

Fugtdiagrammet for den på foto 25 viste ydervæg vil se ud præcis som diagrammet på fig. 3; det drejer sig om en betonvæg, udvendigt isoleret med klinkerbeton, som er overfladebehandlet med en meget tæt mineralpuds. Under fugtvandringen i opvarmingsperioden møder fugten forholdsvis lidt modstand i beton og klinkerbeton, men standses af pudslaget og opsamles i den yderste del af klinkerbetonen, hvor temperaturen kun er ca. 1/2 grad højere end ude-temperaturen. Fugtsprængninger er følgelig uundgåelige. Fugtdiagrammet ville have afsløret faren, nu måtte hele facaden pudses om. Lignende billeder finder vi for malede murstensfacader, hvis den anvendte facademaling er for tæt, hvilket ofte er tilfældet; malingen standser fugten og skaller af under frostpåvirkninger. Der findes mange eksempler på sådanne skader, hvad enten der er malet på nye eller gamle huse, og det er en

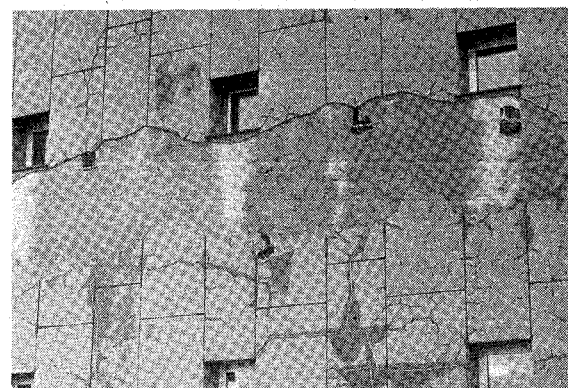


23



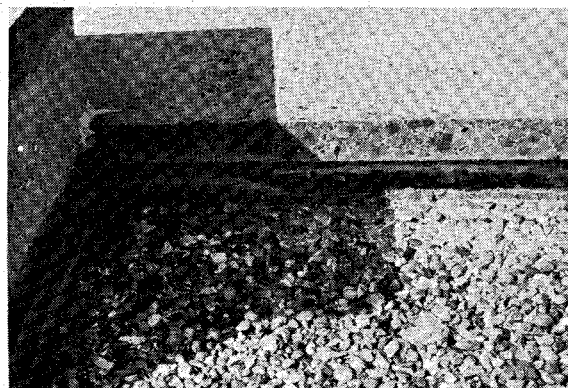
23 og 24

Frostskader på »for tæt« flisebeklædning.



25

Et tæt pudslag standser fugten og frostsprænges.



26

Tagpappen slår fra.

besværlig affære at sandblæse eller brænde malingen af og male påny.

### Tagpapskade

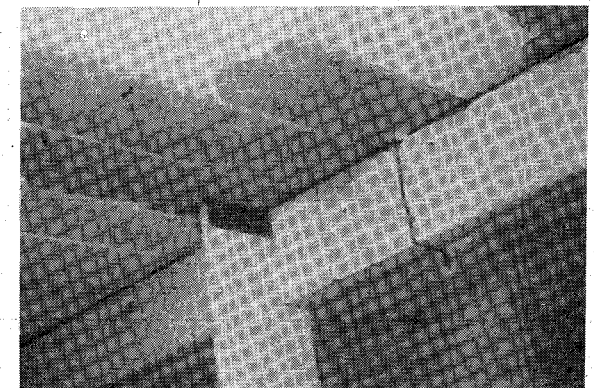
(Foto 26 og 27).

Det sker ofte, at tagpap løsner sig, hvor den afsluttes på en lodret murkronenvæg; den slår ud fra væggen, foto 26, og det er betydelige vandmængder, som trænger ned her og kan brede sig over hele fladen, således at man i mange tilfælde ikke kan afgøre, hvorfra vandet stammer, foto 27.

### Kondens inde i ydervæg

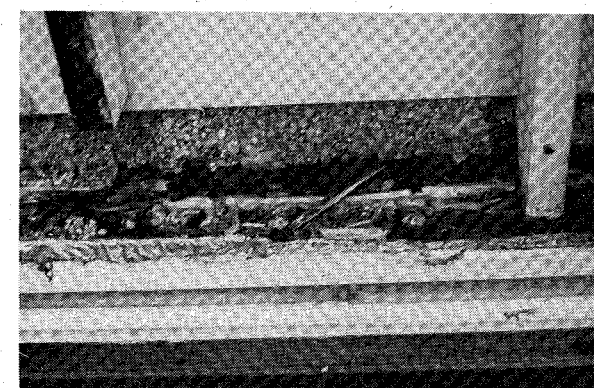
(Foto 28).

En træskeletvæg, på begge sider beklædt med Eternit + fugtspærre af alu-folie; herved mente man at have beskyttet trækonstruktionen på bedste måde. Imidlertid havde man overset det forhold, at damptrykket er større fra rummene ind i væggen end fra væggen ud til det fri, d. v. s. at der under fugtvandringen i opvarmingsperioden konstant efterlades kondensvand inde i væggen. I sommerperioden udtørredes kun ca. halvdelen af kondensvandet, og i løbet af 6 år var fodremmen totalt nedbrudt af råd og svamp. Det understreges, at fodremmen var fuldt beskyttet mod fugtgreb fra fundamentet.



27

Vandskader efter løsnet tagpap.



28

Nedbrudt trækonstruktion i isoleret skeletvæg.

### Skader på skillevægge

(Fig. 4, foto 29 og 30).

Bygningsreglementet foreskriver, at ydervægge skal beskyttes mod fugt fra fundamenter, men siger intet om skillevægge, fig. 4. Ofte, og måske i regelen, opstilles og opmures skillevægge på klaplager uden nogen som helst fugtisolering, og såfremt klaplageret er fugtigt eller tilføres fugt nedfra, fordi ballasten ikke er kapillarbrydende, vil fugt stige op i skillevæggene, foto 29 og 30. Det er ikke ualmindelige skader, og de er dyre og vanskelige at komme til livs, gulvene må fjernes for at den vanskelige arbejdsproces med at skære ud under væggene og indlægge isolering kan gennemføres, og herefter følger en langsom og udtørringsperiode, der kan strække sig over mange måneder, inden fugten helt har forladt væggene.

### Revner i skillevægselementer

(Foto 31).

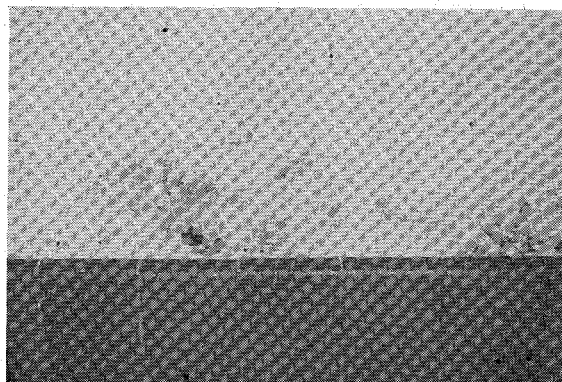
Såfremt revnerne er fine og forløber uregelmæssigt, kan det skyldes, at elementerne på grund af for kort lagringstid ikke er tilstrækkelig modstandsdygtige overfor temperatur- og klimaændringer.

Et særligt skadetilfælde, hvor de fleste af skillevægselementerne af letbeton i mere end 30 rækkehuse fik gennemgående, lodrette revner, fortjener at omtales. Elementerne var korrekt lagrede, og transporten kunne heller ikke dades; først efter en meget grundig undersøgelse fandt man frem til årsagen. Ved indstillingen af elementerne var anvendt trækiler, *men disse blev ikke fjernet, efter at understopningen var gennemført*. Det viste sig, at de anvendte træstykker, som var helt tørre ved brugen, havde suget fugt fra klaplageret og understopningens mørtel og udvidet sig. Herved kom elementerne til at hvile på 2, undertiden 1 klods, og blev derved udsat for meget store forskydningspåvirkninger. Revnerne dannedes fortrinsvis over jernene, hvor tværsnitsarealet er mindst; kun i enkelte tilfælde, hvor der opstod et kraftigt kanttryk, udsprang revner direkte fra træet, foto 31.

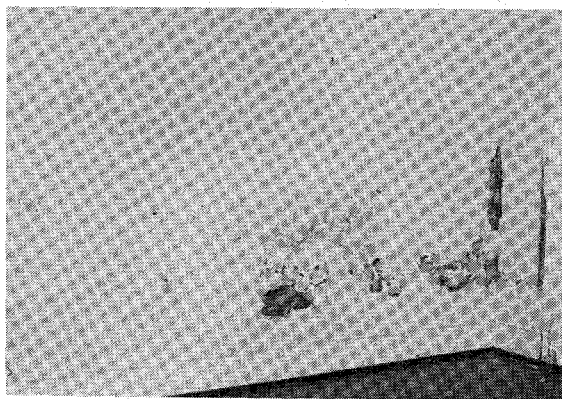
### Løse fliser

(Foto 32).

Løse fliser er en meget almindelig byggeskade, så almindelig at Kalk- og Teglværkslaboratoriet engang kaldte disse skader for en landesorg. Det er især på beton, at fliseskader forekommer, fordi der ikke er taget tilstrækkeligt hensyn til betonens krympning og sætning.

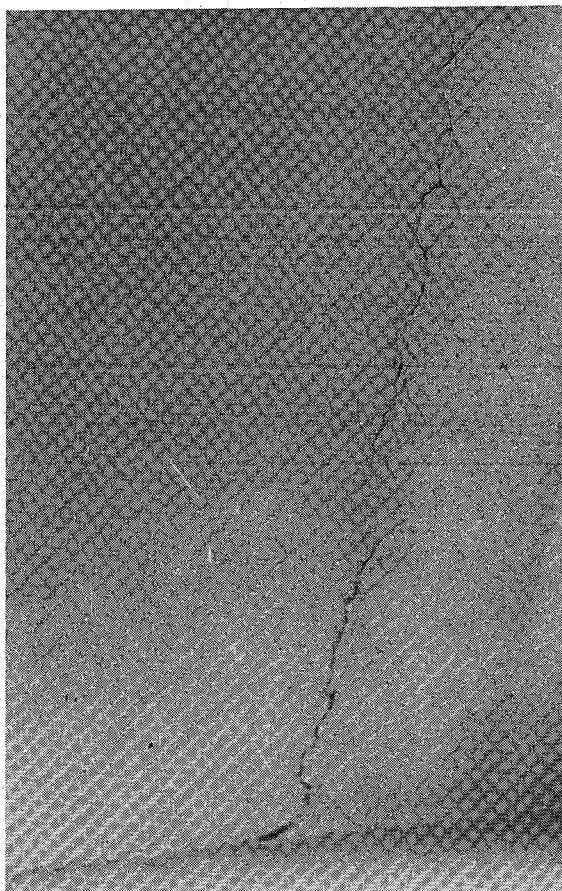


29



29 og 30

Fugtoptrængning på grund af manglende isolering.



31

Revne i skillevægselement.

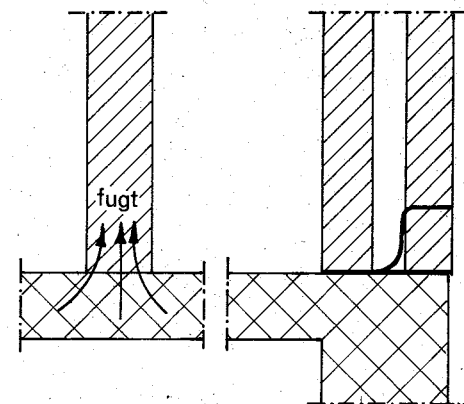
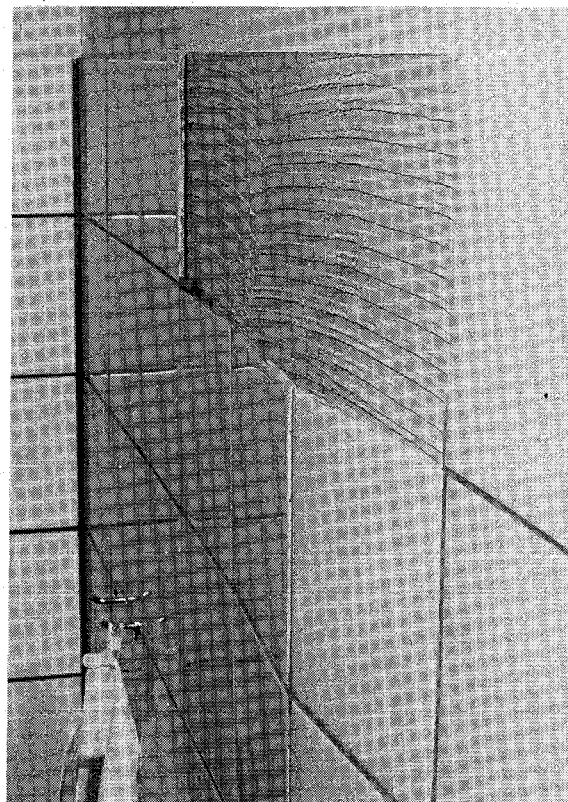
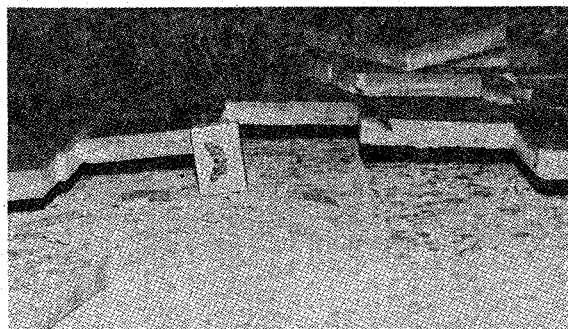


Fig. 4



32

Fliserne springer af betonvæg, ingen dilatation.



33

Indspændt klinkergulv slår op.

### Klinkergulve

(Foto 33).

Klinkergulve, der slår op er farlige byggefejl. Et klinkergulv, der slår op, kan virke som en eksplosion og slynge hele klinker og brudstykker til alle sider. Foto 33 viser et klinkergulv efter et uheld. Klinkerne var fuget med stærk cementmørtel og udlagt med en bredde på 4 m uden dilatationsfuger mellem to armerede betonvægge, og der var således ingen mulighed for at gulvbelægningen kunne optage udvidelser, f. eks. på grund af varmpåvirkninger. Uheldet skete netop på grund af varmeudvidelse efter rengøring med varmt vand.

Klinkerbelægningen skønnes at have været udsat for en temperaturstigning på mindst 50°C. Sættes varmeudvidelseskoefficienten til  $6 \times 10^{-6}$ , findes en varmeudvidelse for det 4.000 mm brede gulv på  $6 \times 10^{-6} \times 4.000 \times 50 = 1,2$  mm; regnes med symmetrisk virkning vil det sige, at udvidelsen kun bliver ca. 0,5 mm til hver side. *Men selv en så lille udvidelse vil være katastrofal, når klinkerbelægningen som her er fast indspændt*, udvidelsen medfører, at gulvbelægningen, såfremt den ikke knuses, skal stå med en pilhøjde på ca. 40 mm, se foto. Kraften, hvormed gulvbelægningen trykker på jernbetonvæggene, inden den slår op, vil, idet elasticitetskoefficienten sættes til  $5 \times 10^5$ , blive af størrelsesorden 125 kg/cm<sup>2</sup>, med 3 cm klinker et tryk på mere end 30 tons pr. m.

Når gulvbelægningen begynder at hæve sig, vil den opadrettede kraft ligge mellem 15 og 25 tons pr. m.

### Gulvskader

(Fig. 5).

Disse opstår ofte på grund af forkert anvendelse af folier, fugtvandring eller kuldebroer.

Gulvkonstruktionen skitseret på fig. 5 er behaftet med en meget alvorlig byggefejl, isoleringen er placeret umiddelbart over betonen og er ikke beskyttet mod fugt herfra; dette forhold forværres i høj grad, fordi betonen af en folie mellem denne og det kapillarbrydende lag hindres i at afgive fugt nedad.

Utallige m<sup>2</sup> gulve beskadiges ved denne fremgangsmåde. Når det ikke går galt i alle tilfælde, skyldes det, at folien ofte er gennembrudt på så mange steder, at betonen kan afgive tilstrækkelig fugt nedad. Er folien tæt, kan betonens overskydende vand kun afgives opad gennem isolering og gulvbelægning. Fugttransporten opad va-

rierer efter klimaforholdene, men damptrykket i luften i betonens porer vil i længere perioder være over 200 kg/m<sup>2</sup>, mens damptrykket i rummene ovenover ligger omkring 100 kg/m<sup>2</sup> med en opadgående fugtstrøm til følge. Denne fugt møder ingen modstand i isoleringen, og vil blive optaget, f. eks. af træ, som i mange tilfælde efter 2-3 år når op på fugtprocenter, der medfører råd og svamp.

Er trægulvene dækket af fugtbremsende slidlag, vinyl eller linoleum, forværres situationen, fordi træet ikke kan afgive noget som helst af den fugt, der trænger op nedefra, og fugtprocenten i træet når derfor langt hurtigere op på de farlige værdier. Hertil kommer, at der ingen mulighed er for at konstatere skaden, før samtlige træmaterialer er nedbrudte.

Det understreges, at den omtalte fugttransport kan foregå gennem mere end 6 år.

Fugtmængderne vil i de perioder, hvor damptryksdifferencen er størst, kunne blive af størrelsesorden 0,3 g/m<sup>2</sup> i timen, ca 7 gram i døgnnet, og da luftmelletrummet mellem beton og træ højst kan optage 17,3 gram pr. m<sup>3</sup>, vil luften her hurtigt blive mættet og kondensering forekomme, træmaterialerne nedbrydes, og isoleringens effektivitet reduceres.

Hvor det drejer sig om vinyl- eller linoleumgulve, vil fugten opsamles i lim og spartelmasse, som bliver ødelagt, og fliserne går løse, foto 34. De omtalte skader kendes hovedsagelig i huse, der er 4-8 år gamle; folier var godt kendte, men ikke risikoen ved anvendelsen.

#### Gulvskader

(Foto 34 og 35).

Fugtvandring kan være årsagen til skader, hvor en etageadskillelse med damp tæt slidlag ligger over rum med højere temperatur og relativ luftfugtighed end ovenover. Fugten, der trænger opad, vil samles i spartelmasse og lim; det drejer sig om relativt små fugtmængder, men i løbet af et år eller to vil limen miste klæbeevnen og gulvbelægningen blive ubrugelig, foto 34 og 35.

#### Gulvskader

(Fig. 6, foto 36).

Kuldebroen fig. 6 har mange ødelagte gulvbelægninger på samvittigheden. På fig. er noteret overfladetemperaturer for henholdsvis 0° og ± 10°C ude-temperatur i 5 og 20 cm afstand fra ydervæggen. Ved isolering over betonen bliver disse temperaturer væsentligt lavere og kondens vil ske

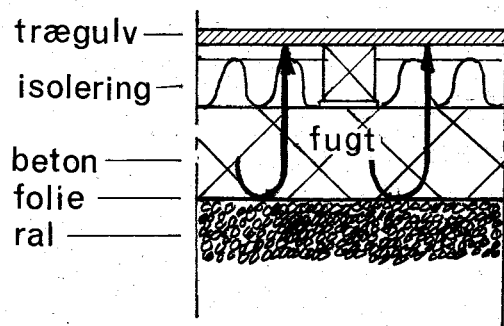
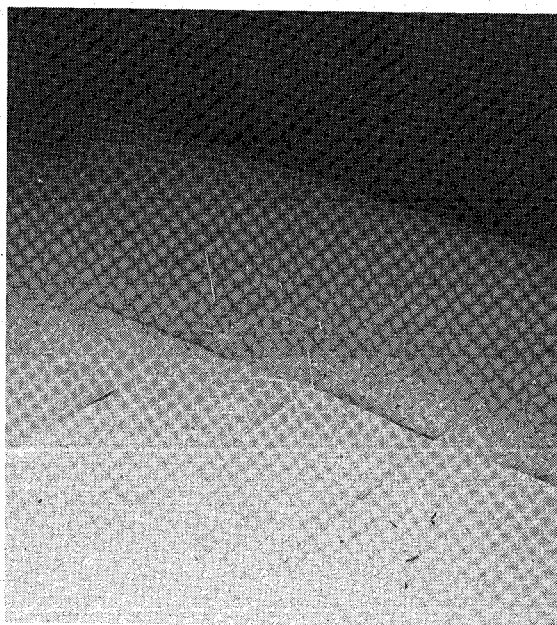
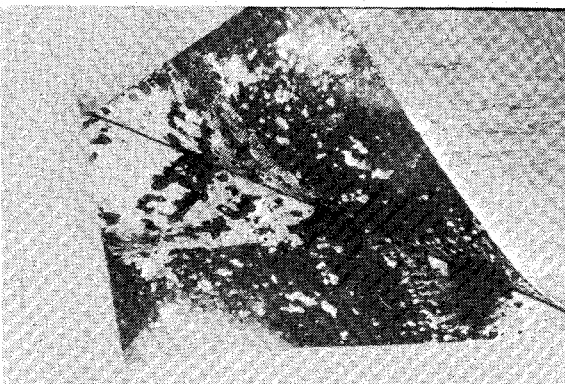


Fig. 5



34



34 og 35  
Vinylskader over fugtige rum.

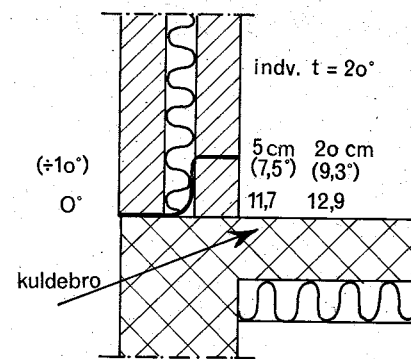
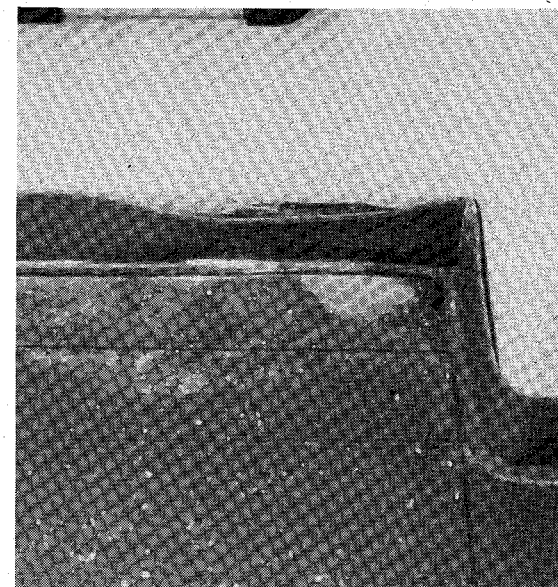


Fig. 6



36

Gulvskader på grund af kuldebro.



37

Ødelagt dampspærre.

langt ind i bygningen, selv om den relative luftfugtighed ikke er høj. Foto 36 er et eksempel på virkningen af denne kuldebro.

#### Indstøbte rør

Varmeslanger af kobber, der indstøbes i beton, har givet og giver stadig anledning til mange alvorlige byggeskader. Kobber udvider sig ligeså meget pr. grad som beton pr. 100 grader, og rørslinger, der er fast indstøbte, vil blive utætte ved samlinger; vand trænger ud i betonen og videre under gulvene, undertiden under samtlige gulve i et hus, inden skaden opdages, f. eks. ved fugtskjolder fornedden på skillevægge. Alene denne skadetype koster et flercifret millionbeløb hvert år.

#### Alvorlig byggesjusk

##### Dampspærre

(Foto 37, 38, 39).

Foto 37 og 38 viser tydeligt, hvor lidt forståelse mange håndværkere har for betydningen af dampspærre; man fjerner blot den folie, der er i vejen, og tænker ikke på at retablere den. Denne form for sjuskeri har medført nedbrydning af mange tusinde m<sup>2</sup> tagdækning på flade tagkonstruktioner med træ.

Foto 39 må nærmest betragtes som en projekteringsfejl. Det viser en alu-folie, der har været udlagt over forskalling og puds; det ses, at denne dampspærre nedbrydes af den fugtige, kalkholdige luft, som stiger op fra pudslaget.

#### Kældervægge

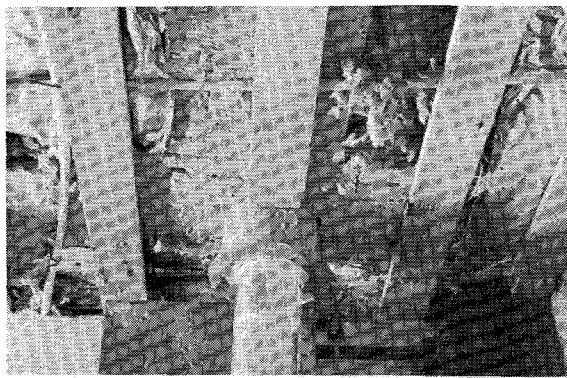
(Foto 40 og 41).

For at komme let gennem et stykke arbejde ses der ofte bort fra forskrifterne. Dette er tydeligt sket med kældervæggen på foto 40 og 41; her har man ikke som foreskrevet støbt ud for hvert andet skifte, men simpelthen stablet hele væggen op og hældt beton i.

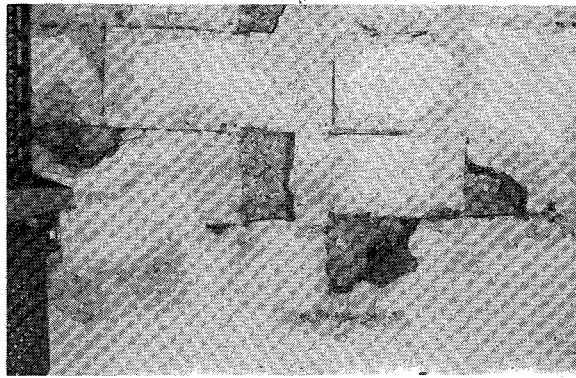
#### Fundamentsbjælke

(Foto 42 og 43).

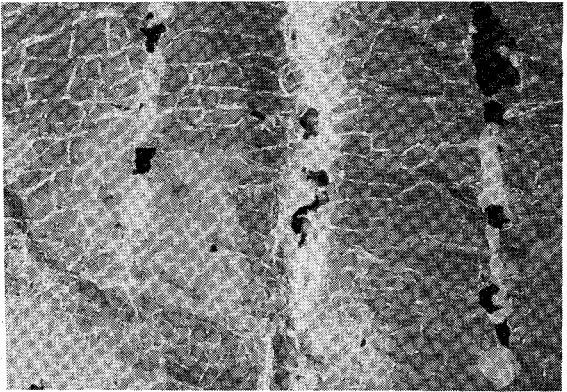
Den alvorligste form for byggesjusk forfatteren foto 42 og 43. Under opførelsen af et pælefundusom syn- og skønsmand har oplevet, er vist på deret hus har man ved en fejltagelse gennembrudt en fundamentsbjælke. I stedet for at reparere bjælken, fyldte man bare op og fortsatte



38



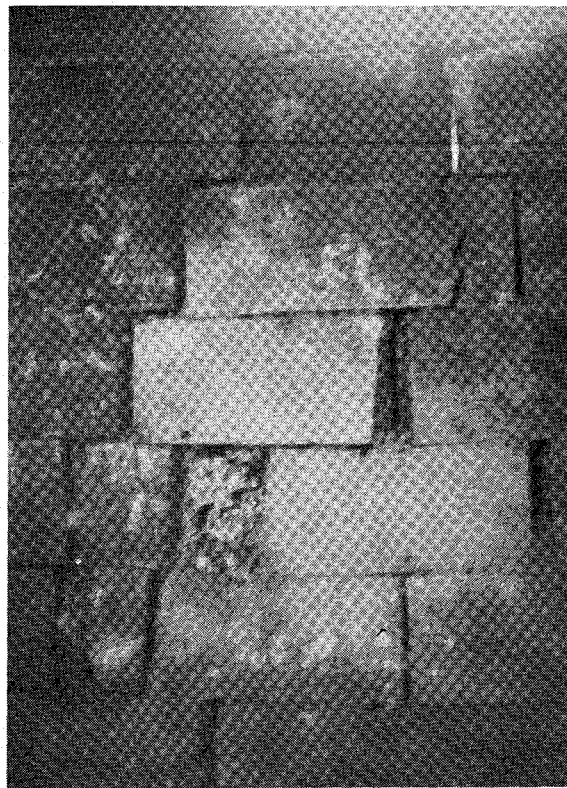
41



38 og 39  
Ødelagte dampspærre.



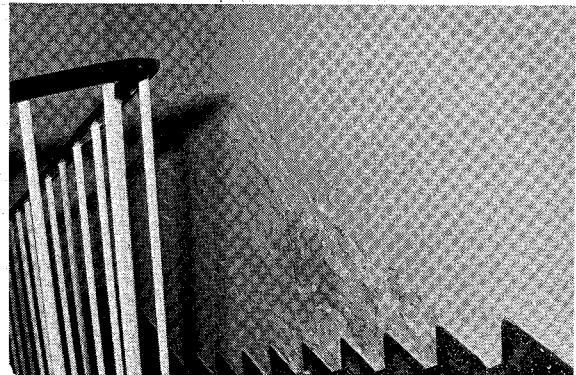
42



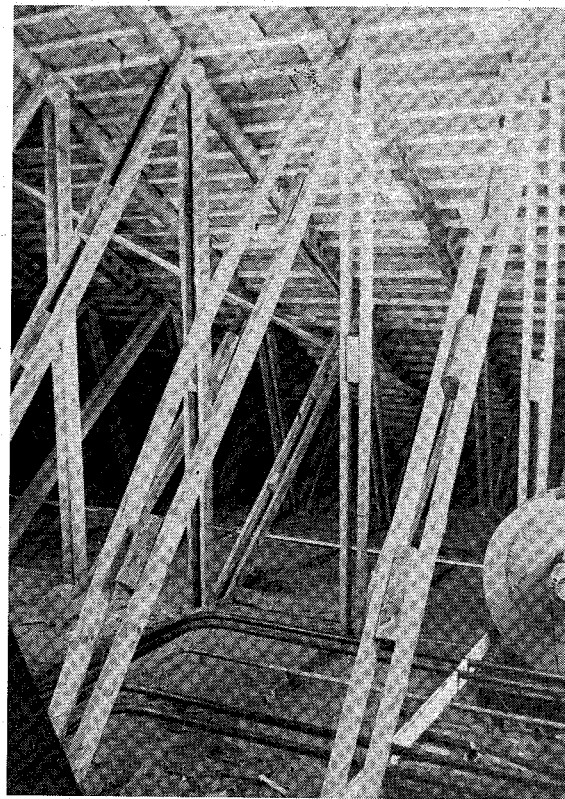
40 og 41  
Sjuseri med kældervægge.



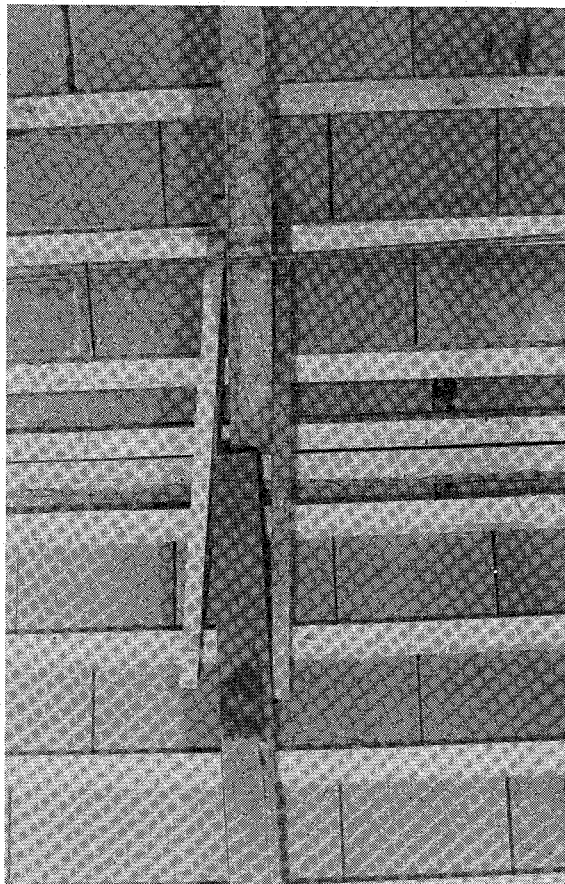
42 og 43  
Bygningen revner på grund af gennembrudt fundamentsbjælke.



Eksempel I.  
Ydervæg i trappegang nedbrudt af fugtopsamlings inde i væggen på grund af for tæt udvendig overfladebehandling.



Eksempel II.



Eksempel II.  
En tagkonstruktion synker sammen på grund af helt utroligt byggesjusk: Manglende søm.

byggeriet. Da huset kort efter indflytning begyndte at revne og synke, kastede man sig først over pæleentreprenøren; rammetabellerne var imidlertid i fineste orden, og desuden synes revnerne ikke at korrespondere med pælernes placering. Ved at følge den største revne og grave ud fandtes den ødelagte og nu stærkt nedbøjede bjælke; bærejernene lå helt fri og afslørede denne næsten ufattelige form for byggesjusk.

Det er vort håb, at denne gennemgang vil forhindre en del gentagelser af fejlene, og at vi derigennem yder et bidrag i kampen mod byggeskader.

Ivar Thomsen



Eksempel III.  
Betongulv nedbrudt på grund af urenheder i tilslaget.