

INSTITUTTET FOR HUSBYGNING

Forelæsningsnotat nr. **61**

JOHS.F.MUNCH-PETERSEN
EKSEMPLER PÅ
FAGBLADENE SOM KILDE
TIL ORIENTERING OM BYGGEŠKADER

Den polytekniske Lærestalt, Danmarks tekniske Højskole
Lyngby 1981

INDLEDNING.

Der er næppe nogen der kan skrive en lærebog om byggeskader, men man kan påvise, at selvom vi ved meget, er der noget vi ikke ved noget eller nok om. Skader opstår, når kendt viden negligeres, eller når nye idéer indebærer "noget" man ikke (vidste, at man ikke) var klar over.

Skader kan altså tilsyneladende undgås, hvis "man" har læst og forstået al tilgængelig viden, lærebøger, bibliotekernes samlede, tekniske udbud etc. etc., og hvis "man" kun benytter denne viden inden for det felt, som denne viden/erfaring/forsøg dækker, endvidere forudsat, at "man" har mange års erfaring og ikke er forbenet.

Det går ikke sådan i praksis. Det vi "altid har gjort" kan ikke gøres sådan i dag, fordi vi stiller nye krav, har nye metoder, lidt ændrede materialer, dimensioner o.s.v. o.s.v., og fordi vi i det hele taget må "følge med udviklingen". Derfor vil projekterende og udførende bevidst eller ubevidst bevæge sig ud på felter, hvor selv den tilgængelige viden ikke dækker, uden at hovedet nogen måske er klar over det, eller hvor i hvert fald den pågældende beslutningstager ikke vil være i stand til at erkende en mulig fejkilde.

I aviserne bliver alt i reglen til byggesjusk, uanset om årsagen til miseren reelt og/eller juridisk og/eller moralsk bør - eller kan - føre til erstatningsansvar.

Jo mere samfundet kræver udvikling, jo større er risikoen. Hvor åbenlyse fejl - begået af firmaer - ikke kan påvises, burde fejlafhjælpsningen være samfundets udviklingsrisiko.

I øvrigt er det populært i dag at tale om "de mange fejl i nybyggeriet", uanset at tallene for skader, målt i udbedringskroner, næppe er væsentligt større pr. entreprisekrone end tidligere.

De enkelte byggesager har derimod i en årrække været store. En skade på en lejlighed på 20.000 kr. kommer sjældent i avisen. Men det relativt halvt så store beløb 30 millioner kroner på et byggeri på 3.000 lejligheder bliver til en byggeskandale.

Hvis man i praksis, som projekterende eller udførende, vil reducere sit firmas bidrag til listen over byggeskader bør man

- 1) Have en bred viden om bygningsmaterialer, byggeteknik o.s.v., samt være særdeles velfunderet inden for et specifikt område
- 2) Erkende at man ikke kan være alvidende og derfor søge hjælp hos kolleger
- 3) Vedligeholde sin viden ved løbende studier af tidsskrifter, lærebøger, publikationer fra byggeriets forsknings- og udviklingsorganisationer o.s.v.
- 4) Benytte sig af specialfirmaer til supplement af firmaets egen viden
- 5) Lade nye konstruktioner o.s.v. afprøve, f.eks. på SBI eller Teknologisk Institut
- 6) Og (måske især) være særdeles kritisk over for sine løsninger. Er der noget, der er lidt anderledes end det "jeg ved er godt nok"? Småændringer i mål, materialer, udførelse?

I praksis vil et firma have mange opslagsbøger. Flere kan lånes, f.eks. på Danmarks Tekniske Bibliotek.

Problemet at have den nødvendige viden kan deles i to: At erkende viden-behovet og at erhverve viden. Tidsskrifter, publikationer, anvisninger o.s.v. kan vedligeholde ens viden, men arbejdet er så stort med det daglige udbud af ny viden, at kun store firmaer kan have en stab, der kan dele opgaven op i overkommelige dele, hvorefter problemet bliver, om man erkender, at man skal spørge en kollega.

Avislæsning giver mange informationer om byggefejl, men i reglen først når skaden er stor, oftest 5-10 år efter, at beslutningen bliver taget på projektstadiet (måske på samme tid som man selv begik den analogi fejl). Avisernes referater er oftest sensationsprægede og uden teknisk informationer.

Fagbladene tager problemer op, ofte også på et tidligt tidspunkt, når "noget" er under mistanke, men også omfattende vejledning og udbedring af erkendte skader.

Fejlregistret og BYG-ERFA-bladene giver ligeledes megen information om afgrænsede delproblemer, årsag, modforholdsregler o.s.v.

Endelig er der afgørelser ved voldgift og ved domstolene. Desværre hindrer den juridiske procedure, at detaljer og argumentationer er fuldt offentligt tilgængelige før efter mange års afslutning på tovtrækkeriet.

Kildemateriale til undgåelse (eller udbedring) af skader er derfor:

- lærebøgerne, sidste udgave, fra samtlige DTH-afdelinger
 - Byggecentrums, SBI's, Teknologisk Instituts, Murefagets Oplysningsråd, Træbranchens Oplysningsråds publikationer (listen over brancheorganisationer, der udgiver anvisninger er længere - og vokser)
 - Udvalgsbetænkninger (omtales ofte i fagblade)
 - DTB's bogbestand
 - Byggefejlregistret
 - BYG-ERFA-blade
 - Fagbladene
 - Voldgiftssager, domstolsafgørelser
- } nærværende notat
} viser kun eksempler
} fra disse kilder

En skade, der kan påvises at være resultatet af uvidenhed om en enkelt sætning i ovenstående enorme udbud er normalt ansvarspådragende, såvel som overtrædelse af "normal, god byggeskik". Ansvar er firmaets, i grove tilfælde den enkelte ingeniørs.

Hvad der står i aviser er inspirerende som advarsel om nye fejlkilder, men oftest fagligt ufuldstændigt.

Det bedste middel til reduktion af byggeskaders omfang er og bliver imidlertid den enkelte byggeteknikers pedantiske, kritiske analyse af enhver løsning, han kommer i nærheden af.

Samfundet, organisationerne og firmaerne kan endvidere bidrage ved

- at øge forskningsindsatsen og afprøvningerne før nye produkter introduceres
- at øge efteruddannelsesindsatsen (den enkelte kan ikke strukturere de mange informationer)
- at øge oplysningerne om gode og dårlige erfaringer (men gode erfaringer behandles som firmahemmeligheder, dårlige erfaringer vil man nødtigt publicere)

De mange publikationer, anvisninger o.s.v., der udsendes, er en stor hjælp, ikke blot for fagfolk, men også for læsekyndige "gør det selv"-folk. De fleste firmaer - men desværre ikke alle - abonnerer løbende på publikations-

serierne, og mange medarbejdere deltager i efteruddannelseskurser. Desværre er troen på "de gode, gamle erfaringer" så indgroet - måske især hos nogle håndværkere - at ikke alle får de nyeste informationer.

"Gør det selv"-folkene er dårligst stillede. De kender ikke oplysningskilderne, ved ikke hvor fra informationen kan fås, eller er ikke tilstrækkeligt trænet i læsning af tekster og tegninger.

Til kursus 6547 "Klimapåvirkede Konstruktioners Teknologi og Risici" har vi valgt ikke at lave egentlige lærebøger, men at basere forelæsninger og diskussioner på fremlæggelse af forskelligt materiale, herunder enkelte notater. Dette notat er et af mine bidrag, der giver eksempler på, hvorledes fagbladene kan fungere som kilde til orientering om aktuelle byggeskader, deres årsag og afhjælpning, i form af uddrag af min scrapbog fra 1979 til medio 1980.

Til dette kursus for de ældste studerende forudsætter vi et bredt kendskab til B-fagene. I relation til min del af kurset kan jeg især nævne "Facadeelementer" IFH-notat 55 og "Opslagsbog for det Murede Byggeri" fra Murerfagets Oplysningsråd.

På de følgende sider bringes som diskussionsoplæg til kurset en række eksempler på artikler fra 1979-81 i

- BYGGERI (Teknisk Forlag)
- BYGGEINDUSTRIEN (Teknisk Forlag)
- INGENIØREN (DIF og Ingeniør-Sammenslutningen)

samt enkelte andre eksempler på byggeskadeinformationer.

Eksemplerne omfatter:

- jura, ansvars- og risikoforhold
 - råd- og svamp, herunder især vinduer
 - facaderenovering i Brøndby Strand
 - merisolering af flade tage (herunder Albertslund)
 - betonskader, herunder altaner
 - "gør det selv"-problematik
 - fejlfindingsopgave til notat 55
 - BYG-ERFA (Byggeteknisk Erfaringsformidling ved Byg-Erfa-blade, se i øvrigt teksten. Udsendes via Byggecentrum)
 - byggefejlregistret (udgives af stadsarkitekt Børge T. Lorentzen).
- samt SOFUS-BYG, en kilde til assistance, når nærmere undersøgelser skal foretages.

Det følgende "Forslag til Lov om Byggeskader" er måske et ironisk resume af mine oplevelser som syn- og skønsmand.

August 1981
Johs.F.Munch-Petersen

Forslag til

LOV OM BYGGESKADER I KLIMAPÅVIRKEDE KONSTRUKTIONER

SKADESOMFANG

- § 1 En byggeskade defineres i dagspressen som forskellen mellem bygherrens naive og/eller optimistiske forventninger til en bygning og bygningens faktiske opfyldelse af forventningerne, inden for en lang række fysiske og psykiske funktioner.
- § 2 Denne lov omhandler kun byggeskader i relation til klimapåvirkning, og reducerer definitionen af en byggeskades omfang til forskellen mellem bygherrens rimelige forventninger og bygningens faktiske opfyldelse af forventningerne.
- § 3 Den i § 2 omtalte forskel kan angives i kroner, omfattende alle udgifter til at bringe en skadet bygning i den rimelige stand.
- § 4 Ønsker bygherren at benytte den i § 3 angivne definition, skal han benytte syn og skøn og eventuelt retssag, således at skadens omfang - i perioden fra skadens erkendelse til skadesomfangets beregning efter § 3 - er blevet væsentligt større, eventuelt katastrofalt.
- § 5 Hvis bygherren i en rådgørelse bygning har en svampeskade-forsikring, bør § 4 anvendes, således at rådgørelsen bliver et svampeangreb.

ENKLE SKADER

- § 6 Projekterendes og udførendes uvidenhed eller uduelighed muliggør skader, der accelereres af bygherrens manglende eller ukendte vedligeholdelse.
- § 7 For de i § 6 omtalte forhold gælder, at undskyldninger er dårlige, herunder påberøbelser af skønsmands, videnskabens og teknologiens ufuldkommenhed, at traditionelle løsninger ikke mere findes.
- § 8 Skadesomfanget er 100% af det mulige, jfr. §§ 6 og 10.
- § 9 Skadesvoldende påvirkninger følger det for byggeriet mest skadevoldende forløb, jfr. §§ 6 og 8.
- § 10 Det mulige skadesforløb - ifølge § 8 - er langt større end det sandsynlige, jfr. §§ 6, 7, 9 og 11.
- § 11 Alternative løsningsmuligheder under projekteringen giver alternative muligheder for skader, jfr. §§ 6, 8, 9 og 10.
- § 12 Muligheden for skader øges med antallet af mulige, skadelige påvirkninger, med antallet af mulige forudsætninger for at de skadelige påvirkninger findes, og med antallet af mulige variationer i forudsætningerne, jfr. §§ 6, 7, 8, 9, 10 og 11, samt 13.
- § 13 Antallet af byggevarer vokser hurtigere end antallet af tekniske analyser af byggevarers ydeevne og risici.
- § 14 Byggeriets forsknings- og udviklingsinstitutioners budgetter aftager både absolut og relativt hurtigere end antallet af byggevarer vokser, jfr. §§ 12 og 13.

KOMBINEREDE SKADER

- § 15 Resultatet af skadesforløb, forårsaget af flere, samtidige, skadelige påvirkninger, er langt større end summen af resultaterne af hver skadelig påvirkning for sig.
- § 16 Reduktion af et begyndende skadesforløb fra en skadelig påvirkning øger den resulterende skade fra en anden, skadelig påvirkning, jfr. §§ 6 og 15, samt §§ 7-14 og 3-5.
- § 17 Ydeevnen i en bygnings levetid af en given konstruktion er kun sikret, når intet skadesforløb er muligt, jfr. § 16.
- § 18 Sandsynligheden for, at intet skadesforløb er muligt, er nul, jfr. §§ 6-9 og 12-16.
- § 19 Sandsynligheden for en (for de projekterende eller udførende) ansvars-pådragende skade er 100%, minus sandsynligheden for, at husejerens uvidenhed medfører undladelse af påtale inden for garantiperioden, korrigeret for vedligeholdelsesfrekvensen, jfr. § 6 og 7.
- § 20 Efterisolering og lignende aktiviteter medfører en privat- og nationaløkonomisk udgift, der langt overstiger de i lovgivningen om efterisolering forventede besparelser, og som - i tilfælde af selvbyggeri og måneskinsarbejde - oftest får katastrofale følger. Sammenlign samtlige §§ 1-20.

"Byggeriets Udviklingsråd" BUR, har udsendt en betænkning om Byggeriets Risiko- og Ansvarsforhold. Betænkningens sammenfatning er gengivet nedenfor. På de følgende sider bringes fuldmægtig, cand.jur. Flemming Frydendals artikel fra BYGGEINDUSTRIEN nr. 9, 1979.

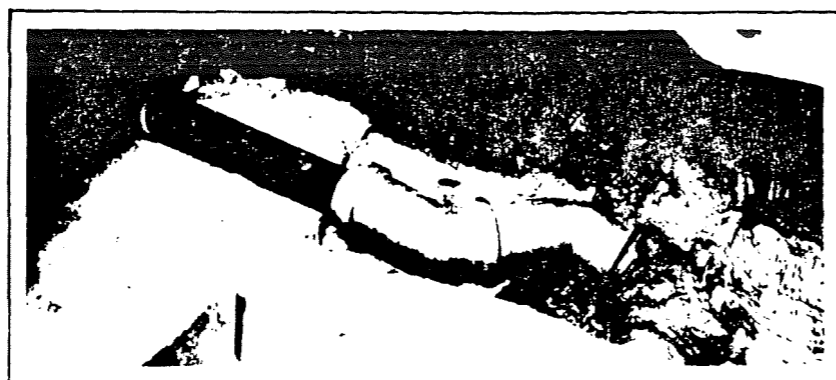
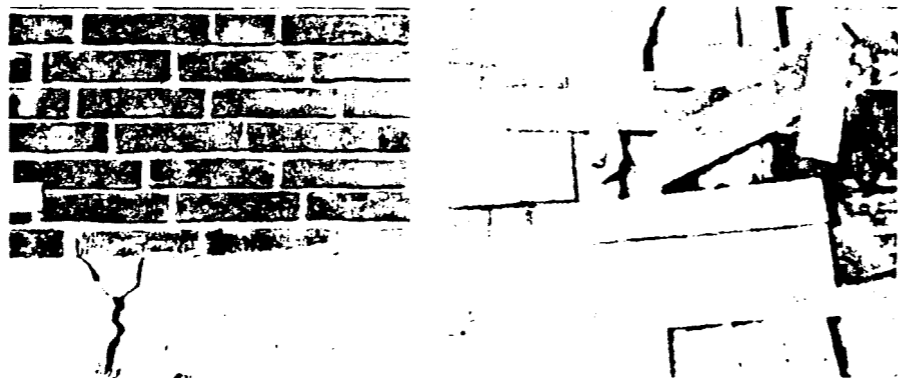
IV. Sammenfatning.

1. Det er udvalgets opfattelse, at den offentlige debat om skader inden for bygge- og anlægsvirksomhed har givet mange en ukorrekt forestilling om omfanget af disse skader i forhold til den samlede produktion i denne branche.
2. I alt væsentligt må de gældende ansvarsregler for tekniske rådgiveres og entreprenørers arbejdsydelser (tjenesteydelser) anses for tilfredsstillende, i det omfang der pålægges ansvar for uforsvarlig adfærd. Det er ikke grundlag for at pålægge ansvar herudover.
3. Udvalget har ikke fundet grund til at foreslå ændring af reglen i AB 72, § 21, stk. 1, om afleveringens betydning for risikoens overgang.
4. Der bør gælde et objektivt ansvar for rigtigheden af leverandørens oplysninger om egenskaber ved leverede byggematerialer og -komponenter. Dette ansvar bør tillige påhvile entreprenører, som har mulighed for valg af materialer og komponenter. Der er tvivl om, hvorvidt et sådant objektivt ansvar følger af gældende retsregler.
5. Det kan være hensigtsmæssigt, at der gennemføres en generel 5-årig forældelse af erstatningsansvaret for entreprenører og leverandører. Nogen sådant vil dels forenkle placeringen af ansvaret, dels præcisere omfanget af den »restrisikø«, som i alle tilfælde vil påhvile bygherren og/eller brugerne af bygværket eller anlægget.
For bygherresiden kan en gennemførelse af en sådan generel forældelsesfrist i visse henseender indebære en forøgelse af risikoen i forhold til den nugældende retstilstand. Det må derfor forudsættes, at der åbnes mulighed for gennem en forsikringsordning eller på anden måde at friholde bygherren for denne risiko.
6. Udvalget finder, at det ikke vil være muligt at lave en særlig ordning, der alene dækker skader, som må antages at skyldes, at det viser sig, at den tekniske viden på anvendelsestidspunktet senere viser sig at være urigtig eller ufuldstændig (udviklingsrisikoen).
7. Den del af risikoen for bygningsskader, som efter de gældende ansvars- og risikoregler bæres af bygherren, kan fordeles over det samlede byggeri gennem etablering af en fondsordning eller gennem en tvungen forsikringsordning. Udvalget fraråder, at en sådan ordning søges etableret.
8. Det vil være ønskeligt, at der blev skabt en frivillig forsikringsordning, som gjorde det muligt for bygherren og/eller brugerne af bygværket eller anlægget at få afdækket den del af skadesrisikoen, som ikke dækkes af de allerede eksisterende forsikringsordninger. En sådan forsikring kan både være et tillæg til de gældende ordninger eller en forsikring, der opsamlers den totale bygherresisiko.
Behovet for en sådan forsikring forekommer at være størst inden for det sociale byggeri og i enfamiliehusbyggeriet, men må stå åben for alle bygherrer. Udvalget forudsætter, at en sådan ordning kan gennemføres uden væsentlige meromkostninger for byggeriet.
9. Udvalget finder, at spørgsmålet om efterforskning af mulige erstatningskrav - ikke mindst i offentligt og offentligt støttet byggeri - spiller en for stor rolle. Udvalget anbefaler derfor, at efterforskning af erstatningskrav begrænses til sager, hvor der er rimelig udsigt til, at erstatningskrav kan gennemføres, og at man i disse sager vælger procedurer, som først og fremmest sikrer en hurtig udbedring af konstaterede skader.
10. Udvalget finder, at det principielt er uhensigtsmæssigt at gøre offentlig støtte til udbedring af bygningsskader helt eller delvis afhængig af, at det dokumenteres, om erstatningskrav kan gennemføres og i bekræftende fald af, at kravene søges gennemført.

Sikring mod

af fuldmægtig, cand. jur.
Flemming Frydendal

Byggeriets Udviklingsråd har udsendt en betænkning om byggeriets risiko- og ansvarsforhold. Betænkningen er udarbejdet for BUR af et udvalg, der som medlemmer har haft advokat, dr. jur. Jørgen Hansen, direktør, cand. jur. Preben Larsen og direktør, cand. jur. Erik Ross Pedersen. Betænkningen peger på behovet for en bedre sikring mod risikoen for byggeskader, og anbefaler en frivillig forsikringsordning som vejen frem. Derimod fraråder betænkningen tidligere fremsatte tanker om at etablere en generel fondsordning for hele byggeriet. Der vil blive lejlighed til at diskutere risiko- og ansvarsproblemerne ved et offentligt debatmøde, som BUR vil indbyde byggeriets parter til mandag, den 22. oktober 1979.



Byggeskader er et emne, der med rette optager sindene i disse år. Ikke blot hos de professionelle rådgivere og udførende parter i byggeprocessen, men selvfølgelig også hos dem, der direkte mærker konsekvenserne på deres krop, bygherrerne og brugerne af de skaderamte byggerier.

Emnet har selvsagt også optaget byggeriets forskellige organisationer og myndigheder, og fra Byggeriets Udviklingsråds side har man især i det sidste par år koncentreret meget af indsatsen omkring dette spørgsmål, idet BUR har forsøgt at angribe byggefejlproblematikken fra flere sider.

Lad det være slået fast straks: Udgangspunktet for enhver diskussion om byggefejl og skader i byggeriet bør være det faktum, at der sker fejl i byggeriet, og at det aldrig vil være muligt helt at undgå sådanne fejl, uanset hvor mange økonomiske ressourcer der måtte blive sat ind på at løse en sådan opgave.

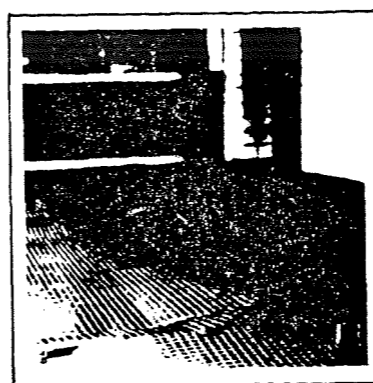
Med dette udgangspunkt for øje kan man så dog i hvert fald gøre en indsats for at minimere fejl og skader og deres økonomiske konsekvenser mest muligt.

I en artikel i »byggeindustrien« 3/78, der omhandler erfaringsformidlingen i byggeriet, er anført, at der i hvert fald er tre forskellige angrebsvinkler, hvorfra der kan sættes ind mod byggefejl og -skader, nemlig:

- En øget indsats på forsknings- og udviklingsområdet før nye produkter kastes på byggemarkedet.
- En øget indsats på uddannelses- og efteruddannelsesområdet, når nye produkter, nye udførelsesmåder, etc. vinder indpas på markedet.
- En øget indsats for at oplyse om erfaringer — dårlige såvel som gode — efter at virkningerne er konstateret.

Bl.a. på det sidstnævnte område tog Byggeriets Udviklingsråd i samarbejde med Boligministeriet, Statens Byggeforskningsinstitut, de teknologiske institutter og Byggecentrum initiativ til oprettelse af Sekretariatet for Byggeteknisk Erfaringsformidling, BYG-ERFA, hvis opgave er at formidle erfaringer til byggeriets parter, erfa-

byggeskader



ringer, der primært er baseret på konstaterede byggefejl.

De tre nævnte angrebsvinkler, der alle tager sigte på at undgå flest mulige fejlsituationer, er nu fulgt op med en betænkning fra et BUR-udvalg om byggeriets risiko- og ansvarsforhold. For at blive i terminologien kan man sige, at en fjerde angrebsvinkel er behandlet i denne betænkning, nemlig mulighederne for at sætte ind med

- en øget indsats for at sikre dem, der bliver direkte og dermed økonomisk berørt, når byggeskader er indtruffet.

Hvem er det, der i dag bærer risikoen for tab i byggeriet som følge af byggefejl eller byggeskader? Er det rimeligt? Og hvis ikke, er det da muligt at etablere en orden, der sikrer en anden og mere hensigtsmæssig risikofordeling end den, der i dag eksisterer? Og hvordan kan en sådan risikofordeling tænkes gennemført? Det er nogle af de spørgsmål, der er behandlet i BUR-udvalgets betænkning, og som denne artikel skal forsøge at resumere.



Byggeriets udvikling er det primære formål

Forinden kan der måske være grund til kort at belyse baggrunden for, at netop Byggeriets Udviklingsråd tog fat på problemerne omkring risiko- og ansvarsforholdene i byggeriet. BUR's opgave er naturligvis at virke for at fremme en fortsat udvikling af byggeriet. Ved et debatmøde med byggeriets parter i efteråret 1977 drøftede man bl.a. frygten for, at byggeriets udvikling snarere ville gå mere eller mindre i stå i de kommende år.

Udvikling og fornyelse har altid kostet overvindelse af vanskeligheder af teknisk, økonomisk, administrativ eller anden art, men aktualiseret af eksempler fra en række nyere, større boligbebyggelser var der fra alle sider også enighed om at føje en yderligere vanskelighed til de velkendte, nemlig en frygt for, at fejl og mangler i byggeriet kunne påføre de involverede så uforholdsmæssigt store besværligheder af økonomisk og anden art, at dette forhold i sig selv kunne medføre en risiko for, at udviklin-

gen mere eller mindre ville gå i stå til skade for alle parter i byggeriet — og for samfundet. Eller som det blev udtrykt ved mødet: »Den største risiko, vi står over for, er, at ingen længere tør løbe nogen risiko«.

I tilslutning til dette hovedtema kom debatten naturligt også til at dreje sig om selve den juridiske ansvars- og risikoproblematik i byggeriet, d.v.s. spørgsmålet om placering af den økonomiske risiko for skader i byggeriet, og ét af de spørgsmål, som Byggeriets Udviklingsråd selv havde stillet som oplæg til mødet — og som man kan sige, at debatten især kom til at dreje sig om, var:

- hvordan får man betonet, at forudgående risikofordeling er mere konstruktiv end efterfølgende ansvar?

På debatmødet opfordrede bl.a. den daværende boligminister Ove Hove Byggeriets Udviklingsråd til at arbejde videre med dette centrale spørgsmål, og det var på denne baggrund, at BUR nedsatte det tremandsudvalg, bestående af advokat, dr. jur. Jørgen Hansen, direktør i Entreprenørforeningen Erik Ross Pedersen og direktør i Undervisningsministeriets Byggedirektorat Preben Larsen, der nu har afsluttet sit arbejde med offentliggørelse af betænkningen om byggeriets risiko- og ansvarsforhold.

Skadesdebatten overdramatiseret

I et indledende kapitel om baggrunden for udvalgets nedsættelse tager udvalget meget naturligt udgangspunkt i den analyse af byggefejl, som Teknologisk Institut gennemførte i 1976 og hvoraf bl.a. fremgår, at den orientering, som offentligheden har fået om byggefejl, ikke giver noget rimeligt billede af den samlede byggefejl-situation. Og analysen fremhæver endvidere, at der ikke synes at være noget grundlag for at hævde, at byggeriet i almindelighed skulle være særligt behæftet med skader sammenholdt med situationen inden for andre produktområder.

Den offentlige debat har i høj grad været koncentreret omkring enkelte meget store skader i byggeriet opført i 60'erne og begyndelsen af 70'erne — Albertslund og ►

Brøndby Strand eksempelvis — selvom spørgsmålet om byggeskader naturligvis ikke alene er et spørgsmål om store og meget omfattende bygningskader, men opstår hver eneste gang, en bygning viser sig at være mangelfuld.

Som punkt 1 i betænkningens sammenfatning giver udvalget da også udtryk for den opfattelse, at den offentlige debat om skader inden for bygge- og anlægsvirksomheden har givet mange en ukorrekt forestilling om omfanget af disse skader i forhold til den samlede produktion i denne branche. Og det kan være rimeligt også i tilknytning hertil i sin helhed at citere udvalgets afsluttende bemærkninger i betænkningen:

»Selvom der ikke foreligger materiale, der kan danne grundlag for en rimelig vurdering af den samlede byggefejl-situation, er det dog udvalgets opfattelse, at der ikke er nogen anledning til at frygte en fortsat udvikling på linie med den tendens, som man har kunnet konstatere i de seneste år. De påståede problemer må nok i betydelig udstrækning kunne henføres til den nærmest eksplosionsagtige udvikling, der skete inden for byggesektoren i løbet af 50'erne og 60'erne. Selvom man må tilstræbe, at der også fremover sker en fortsat udvikling, er der vel grund til at antage, at de forskellige parter i byggeprocessen »belært af erfaringerne« vil være lidt mere kritiske i valget. Hertil kommer den forstærkede indsats, bl.a. gennem efteruddannelse, registrering af byggefejl og yderligere forskningsmæssig indsats, som utvivlsomt også bør kunne bidrage til at ændre billedet i en gunstig retning. Disse synspunkter har været medbestemmende for udvalgets vurdering af behovet/nødvendigheden for at gennemføre nye ordninger til afklaring af byggeriets ansvars- og risikoforhold«.

Forslag til ændringer

Men ændringer i forhold til den hidtidige retstilstand på byggeområdet er der behov for. Udvalget har i betænkningens kapitel 2 i korthed gennemgået de i dag gældende risiko- og ansvarsregler, d.v.s. købelovens regler, produktansvarsreglerne, de udførende entreprenørers og de rådgivende teknikeres ansvar samt byggeriets forsikringsforhold.

Udvalget finder, at de i dag gældende ansvarsregler for rådgivende teknikeres og entreprenørers ydelser i alt væsentligt må anses for tilfredsstillende, i det omfang der pålægges ansvar for uforsvarlig adfærd, men at der herudover ikke er grundlag for at pålægge ansvar.

For leverandørers vedkommende finder man, at der bør gælde et objektivi, d.v.s. ubetinget ansvar for meddelte oplysninger om egenskaber ved leverede byggematerialer og -komponenter, og man udtrykker tvivl om, hvorvidt et sådant ubetinget ansvar følger af de allerede gældende ansvarsregler.

I et særligt afsnit om forældelse af ansvar peger udvalget på det ønskelige i, at der såvidt muligt blev skabt ensartede forældelsesregler. I dag er det som bekendt således, at leverandørers ansvar for mangler forældes efter 1 år og de rådgivende teknikeres ansvar efter fem år ifølge de nye teknikerhonorarregler, medens det er usikkert, i hvilket omfang almindelige forældelsesregler virker for entreprenørernes vedkommende.

Betænkningen finder det nødvendigt for en hensigtsmæssig udformning af ansvarsreglerne, at der gennemføres rimelige forældelsesregler. Der peges på den ene side på, at en forældelsesregel vil motivere bygherren til at søge eventuelle bygningskader konstateret inden forældelsesfristens udløb og dermed medvirke til at begrænse skadernes omfang, og på den anden side på, at et tidsmæssigt ubegrænset ansvar vil skabe betydelig usikkerhed for dem som — mange år efter at et arbejde er afsluttet — vil blive mødt med erstatningskrav. Også bevismæssige hensyn taler for gennemførelse af rimelige forældelsesregler.

Udvalget finder det rimeligt, hvis en generel forældelsesfrist skal gennemføres, at denne sættes til 5 år — i lighed med den i ABR 1975 fastsatte forældelsesfrist på 5 år for de tekniske rådgivere — løbende fra gennemført leverance, aflevering af entreprise eller afslutning af rådgivningsarbejdet.

Hvorvidt en 5-årig forældelsesregel er rimelig skal nok give anledning til diskussion, men dels er det som nævnt den forældelsesfrist, som byggeriets parter er enedes om på teknikerområdet, dels peger udvalget selv eksempelvis på, at entreprenørernes ansvar for mangler i Sverige og Norge forældes på 1 år bortset fra tilfælde af grov uagtsom adfærd, og at entreprenøransvaret i Vesttyskland forældes på 2 år, i visse tilfælde dog på 5 år.

Gennemførelse af en generel 5-årsregel kunne gennemføres ved, at reglen blev optaget i AB eller blev indføjet i organisationernes standardforbehold, og for leverandørernes vedkommende ved udarbejdelse af standardbetingelser for leverancer inden for bygge- og anlægsvirksomheden.

Bygherrens stilling

I dag er det således, at bygherren og dermed brugerne af det færdige bygværk sidder tilbage med den økonomiske risiko i det omfang, udgifterne til udbedring af bygningskader ikke kan overvælttes på andre parter i byggeprocessen — enten fordi de ikke er ansvarlige, eller selvom de er det, fordi de ikke er i stand til at betale. Og før der tages endelig stilling til, om en generel forældelsesfrist på 5 år bør gennemføres, må det afklares, hvordan man kan undgå, at skader ensidigt rammer bygherren. Udvalget finder, at dette formentlig bedst kan ske gennem en løbende kaskoforsikring for bygningerne, og det understreges i betænkningen, at det for udvalget er en forudsætning for gennemførelsen af forslaget om 5-årsfristen, at en forsikringsløsning lader sig realisere uden væsentlig meromkostning for bygge- og anlægssområdet.

Fonds- eller forsikringsordning

Som tidligere nævnt har byggeriets fortsatte udvikling været et primært sigte for arbejdet, og da en række af de skader, som har præget de senere års debat, i et vist omfang kan begrundes i, at parternes forventninger til materiale- og konstruktionsegenskaber har vist sig ikke at slå til, har udvalget naturligt overvejet specielt spørgsmålet om udviklingsrisikoen. Hvis den enkelte bygherre alene skal bære risikoen for de skader, som skyldes udviklingsrisikoen, vil frygten herfor efter udvalgets opfattelse meget vel kunne motivere bygherrene til at begrænse anvendelse af ny teknologi, hvilket igen vil betyde, at udviklingen går i stå eller skrues tilbage.

Da udviklingsrisikoen principielt bør være en omkostning for byggevirksomheden som sådan, snarere end den konkrete skaderamte bygherres risiko, fører det naturligt til overvejelse af en ordning, som på en hensigtsmæssig måde kan sprede den omkostning, som udviklingsrisikoen repræsenterer. Udvalget peger dog på, at det vil være overordentligt vanskeligt at sondre mellem »udviklingskader« og andre bygningskader og peger i stedet for på det ønskelige i at gennemføre en generel ordning, der burde omfatte hele bygherrens risiko ved bygningskader.

Og man går et skridt videre endnu, idet udvalget finder det naturligt at forenkle systemet yderligere ved at lade de eksisterende forsikringsordninger for rådgivende teknikere og entreprenører indgå under en generel ny ordning, hvorved man kunne undgå de omkostninger og det besvær, som

i dag er forbundet med at finde ud af, hvilke af flere mulige forsikringer der skal dække en sket skade.

En af de ideer, der blev fremført og livligt diskuteret ved det nævnte debatmøde, var en tanke om at etablere en generel fondsordning for byggeriet, som skulle kunne træde til og dække risikoen i de tilfælde, hvor der sker skader i byggeriet som følge af en manglende viden etc., der ikke skyldes uagtsomhed eller — selvfølgelig — forsæt. Man forestillede sig, at indtægterne for en sådan fond skulle fremkomme fra hele byggeriet i form af en mindre afgift, der blev opkrævet i lighed med f.eks. betaling for en byggetilladelse.

Udvalget finder, at det vil være muligt at løse problemerne gennem etablering af en fondsordning, men tilføjer straks, at man af flere grunde mener at måtte fraråde noget sådant. Det anføres bl.a., at det ved en fonds-dannelse vil blive meget vanskeligt at bestemme fondens størrelse, og at en regulering heraf vil skabe store problemer. Det vil formentlig blive nødvendigt at stille statsgarantier, hvis der skal opnås fuld sikkerhed for en sådan fond. Der vil også gå mange år, før en eventuel fond har tilvejebragt fornøden sagkundskab, hvorimod forsikringselskaberne allerede ligger inde med betydelig viden om bygningsfejl og kendskab til byggebranchen. Alt i alt finder udvalget, at de ulemper for byggeriet, som en fondsordning vil indebære, vil være større end de ulemper, som knytter sig til den nugældende ordning.

Frivillig forsikringsordning til sikring mod byggeskader

Derimod peger udvalget på, at der i byggeriet er behov for at kunne tegne forsikringer, som i byggeperioden og i tiden herefter yder dækning for bygherrens risiko ved udbedring af bygningskader, og som tidligere nævnt finder udvalget det naturligt at søge de allerede eksisterende forsikringsformer indkorporeret i en sådan frivillig ordning, hvorved man kunne undgå mange af de ofte vanskelige regressive spørgsmål.

Udvalget peger i betænkningen på, at der navnlig inden for boligbyggeriet og måske specielt for de sociale boligselskaber og den enkelte énfamiliehusbygherre synes at være behov for, at der tilvejebringes en forsikringsdækning for omkostningerne ved udbedring af byggeskader. En sådan forsik-

ring kunne efter udvalgets opfattelse tænkes udformet således, at den dækkede bygningskader, som viste sig inden 5 år efter, at byggeriet var afleveret. Efter 5 års periodens udløb måtte risikoen dækkes ved en udvidelse af de almindelige bygningskaskoforsikringer.

Udvalget har ikke under sit arbejde fundet grundlag for at indhente tilbud på en sådan forsikringsdækning, men det understreges, at det nok må forudsættes, at det offentlige og det offentligt støttede byggeri gør brug af forsikringsordningen, såfremt denne skal have et tilstrækkeligt økonomisk volumen, og under alle omstændigheder finder udvalget, at der vil være behov for at tilskynde bygherrene til at tegne forsikringen. Udvalget understreger tillige, at det har været en forudsætning for forslaget, at forsikringsdækningen kan gennemføres uden væsentlig meromkostning for byggeriet.

Med det formål at illustrere en mulig forsikringsmæssig løsning har udvalget anmodet vicedirektør, cand. jur. Yagn Berthelsen og advokat, dr. jur. Jørgen Hansen om at udarbejde en skitse til en byggeforsikring, som er optrykt som bilag til betænkningen.

Hurtigere udbedring af skader

Afslutningsvis fremhæver udvalget i betænkningen, at det — uanset om man vælger en frivillig forsikringsordning eller om man for offentligt og offentligt støttet byggeri bevarer den nuværende ordning — er vigtigt at tilvejebringe en ordning, således at skadeudbedring kan iværksættes hurtigere end tilfældet er i dag. Det er udvalgets opfattelse, at man derigennem i høj grad kan bidrage til at afdramatisere situationen i de enkelte skadetilfælde og samtidig begrænse skadernes omfang. I en række af de skadesager, som kendes fra de seneste år, har den lange tid, som er gået, inden udbedring af bygningskader er sket, været en meget stor belastning for brugerne, og der er ingen tvivl om, at hensynet til disse tilsliger, at skaderne kan udbedres hurtigt.

Som det vil være fremgået, skal betænkningen fra BUR-udvalget ikke betragtes som et endeligt forslag til løsning af problemerne, men snarere som et oplæg til videre debat.

BUR har sendt betænkningen til udtalelse i de respektive organisationer og myndigheder, og planlægger endvidere et debatmøde med byggeriets parter. Dette møde vil finde sted mandag d. 22. oktober 1979 på Hotel Scandinavia i København, og derefter er det tanken, at BUR vil bede Boligministeriet om at overveje mulighederne for at realisere betænkningens forslag.

Byggeriets risiko- og ansvarsforhold, Betænkning, 44 sider, 20 kr. inkl. moms. Distribution gennem Byggecentrums Boghandel, tlf. (01) 12 73 73.

Rådgiverens ansvar for byggematerialers anvendelighed



ved lrs. Jørgen Giørtz Müller

I fortsættelse af tidligere artikler om tekniske rådgiveres ansvar i forbindelse med byggeri skal her omtales rådgiveres ansvar for byggematerialers anvendelighed til konkrete opgaver.

I hvor stor udstrækning en teknisk rådgiver skal føre tilsyn med et byggeri, er afhængig af den kontrakt eller aftale, der er indgået mellem bygherren og den pågældende rådgiver.

Den tekniske rådgiver skal imidlertid påse, at de materialer, der anvendes til byggeriet, er egnede til benyttelse ved den aftalte opgave, med mindre der i kontrakten er truffet særlig aftale om, at rådgiverens tilsyn hermed er undtaget.

I tidligere artikler er nævnt en dom afsagt af Vestre Landsret den 8/3 1979 vedr. ansvaret for forkert oplægning af tagplader.

I tilknytning hertil kan nævnes en dom afsagt af Højesteret den 26/6 1973 vedr. ansvar for anvendelse af aluminiumsplader

som tagbeklædning.

En bygherre fik hos et arkitektfirma og et rådgivende ingeniørfirma udarbejdet projekt til opførelse af en kontor- og fabriksbygning. Efter at der var indhentet tilbud på arbejdets udførelse, krævede bygherren væsentlige besparelser i projektet. Det rådgivende ingeniørfirma foreslog derfor anvendelse af bølgealuminiumsplader som tagbeklædning i stedet for tagpap på brædder.

Arkitektfirmaet indhentede hos en leverandør af aluminiumsplader nærmere oplysninger, herunder beskrivelse af pladernes anvendelsesmuligheder, montering m.m.

Projektet blev herefter ændret, således at taget blev udført af aluminiumsplader.

Ret hurtigt efter bygningens ibrugtagning, viste det sig, at vand trængte gennem taget. Trods flere forsøg herpå lykkedes det ikke at afhjælpe de mangler, der var årsag til vandgennemtrængningen.

De under retssagen udmeldte skønsmænd udtalte, at det var sædvanligt, at tekniske rådgivere retter henvendelse til en materialeleverandør og anmoder ham om oplysning om, hvorvidt han har materialer, der opfylder de krav, der indeholdes i det fremsendte projektmateriale. Skønsmændene udtalte endvidere, at de oplysninger, der blev modtaget fra leverandøren, var fyldestgørende. Yderligere udtalte skønsmændene, at årsagerne til, at vand trængte gennem taget, i det væsentligste var, at aluminiumspladerne trak sig under tem-

peratursvingninger, og herved udvidedes hullerne ved de skruer, hvormed taget var fastgjort i bølgeoppene. Taget var heller ikke stærkt nok, til at der blev gået på det under eftersyn, hvilket bevirkede, at taget trak sig yderligere i hullerne. Taget var endvidere meget fladt (hældning på 5°), hvilket var med til at forstærke vandgennemtrængningen.

Vestre Landsret udtaler i sin dom — og dette tiltrædes af Højesteret — at da arkitektfirmaet og det rådgivende ingeniørfirma, der forud for henvendelsen til leverandørfirmaet, over for bygherren »havde udtrykt betænkeligheder ved anvendelsen af sådanne plader, og som efter gennemgang af det modtagne tilbudsmateriale måtte være klar over taghældningens betydning for pladernes anvendelighed, efter det foreliggende uden yderligere undersøgelse af dette spørgsmål og uden forbehold har foreslået sagsøgeren (bygherren) den anvendte tagbeklædning, findes de, der har erklæret i givet fald at hæfte solidarisk, at måtte anses ansvarlige overfor sagsøgeren«.

Det kan tilføjes, at arkitektfirmaet og det rådgivende ingeniørfirma senere anlagde retssag mod leverandørfirmaet for at få dette dømt til at udrede erstatningen. Leverandørfirmaet blev imidlertid frifundet, idet det af Østre Landsret bl.a. fremføres, at leverandørfirmaet ikke kan antages at have tilsikret arkitektfirmaet og det rådgivende ingeniørfirma egenskaber ved det leverede, som ikke var til stede. □

byggeindustrien 11 . 1979

Leverandøransvar bedømmes efter købelovens regler



ved lrs. Jørgen Giørtz Müller

I sidste »byggejura« er nævnt en dom afsagt af Vestre Landsret den 8/3 1979. I denne sag dømtes et arkitektfirma og et rådgivende ingeniørfirma til at betale en bygherre erstatning, da vand trængte gennem et tag, idet det fandtes, at årsagerne til denne vandgennemtrængning skyldtes, at der til tagbeklædningen var anvendt aluminiumsplader.

Leverandørfirmaet af disse plader blev under en senere sag, anlagt af arkitektfirmaet og det rådgivende ingeniørfirma, frifundet for at skadesløsholde disse firmaer.

Disse domme rejser spørgsmålet om, hvornår en leverandør af materialer til et byggeri er ansvar-

lig, hvis det viser sig, at der er mangler ved de leverede materialer.

Det må her fremhæves, at det ansvar, en sådan leverandør kan pådrage sig, er et ansvar som sælger og må derfor bedømmes efter købelovens regler.

Der vil ofte være tale om køb af genstande, bestemte efter art eller »genuskøb« og leverandøren vil i så fald ifalde ansvar efter købelovens §§ 24 og 43.

Købelovens § 24 har følgende ordlyd:

»Ved køb af genstande, bestemte efter art, er sælgeren, selv om forsinkelsen ikke kan tilregnes ham, pligtig at svare skadeserstatning, medmindre han har forbeholdt sig fritagelse derfor, eller muligheden af at opfylde aftalen må anses for udelukket ved omstændigheder, der ikke er af sådan beskaffenhed, at sælgeren ved køkets afslutning burde have taget dem i betragtning, såsom hændelig undergang af alle genstande af den art eller det parti, købet angår, ved krig, indførselsforbud el. lign.«

Købelovens § 43 har følgende ordlyd: »Ved køb af genstande, bestemte efter art, kan køberen, såfremt den leverede genstand lider af en mangel, hæve købet eller kræve omlevering eller fordrer et forholdsmæssigt afslag i købesummen.

Må manglen anses som uvæsentlig, kan købet dog ikke hæves eller omlevering fordrer, medmindre sælgeren har handlet svigagtigt eller har kendt manglen på et sådant tidspunkt, at han uden urimelig opofrelse havde kunnet skaffe mangelfri genstand.

Sælgeren er, selv om han er uden skyld, pligtig at betale skadeserstatning, dog således, at bestemmelserne i § 24 finder tilsvarende anvendelse«.

Det skal endvidere nævnes, at købeloven i § 54 har en forældelsesregel på 1 år. Denne §'s ordlyd er følgende: »Har køberen ikke inden 1 år efter genstandens overgivelse til ham meddelt sælgeren, at han vil påberåbe sig en mangel, kan han ikke senere gøre den gældende, medmindre sælgeren har påtaget sig at indestå for genstanden i længere tid eller har handlet svigagtigt«.

Hvis køberen har opdaget manglerne ved de leverede ting eller burde have opdaget disse, skal han straks (ved handelskøb) gøre manglerne gældende eller hvert tilfælde uden ugrundet ophold (ved andre køb).

Mellem leverandøren af byggematerialer og en entreprenør, der køber disse materialer, gælder således købelovens forældelsesfrister, medens disse ikke

gælder i forholdet mellem entreprenøren og bygherren. Konstatere der således mangler ved et byggeri, inden dette er afleveret, har entreprenøren risikoen over for bygherren og ifalder ansvar, men skyldes manglerne fejl ved de indkøbte materialer, vil entreprenørens mulighed for at gøre manglerne gældende mod leverandøren meget ofte være forældet efter de ovennævnte regler.

Der findes om disse forhold en lang række domme, og jeg skal her kun nævne en enkelt dom afsagt i Højesteret i 1959. I denne sag havde en murermester for en bygherre opført en hegnsmur, men da en del af muren var styrtet sammen som følge af mangler ved stenene, blev murermesteren dømt til at betale bygherren erstatning. Murermesteren gjorde regres gældende mod teglværksejeren, men skønt Landsretten fandt, at de leverede sten ikke var som aftalt, men led af væsentlige mangler, og at sammenstyrningen af muren var en følge af disse mangler, frifandt Landsretten alligevel teglværksejeren under henvisning til forældelsesreglen i købelovens § 54.

Højesteret fandt derimod, at teglværksejeren var ansvarlig og anfører i sine præmisser, at »uanset om købelovens § 54 finder anvendelse på det foreliggende forhold, findes (teglværksejeren) i al fald ved den stilling, han indtog over for (murermesterens) reklamationsskrivelse og i det mellem parterne iøvrigt passerede at have afskåret sig fra at gøre gældende at reklamation var for sent fremsat«.

byggeindustrien 12 . 1979

Vinduer er 70'ernes byggekatastrofe

Men svampeangreb skyldes ikke den sorte farve

Ligesom de flade tage blev 60'ernes byggekatastrofe bliver vinduer med glaslister 70'ernes byggekatastrofe. I mange bygninger ses op til 5 pct. totalskadede vinduer efter fem år på grund af svampeangreb. Men det er ikke den populære sorte farve, som er årsag hertil, som det har været påstået, men utætheder ved glaslister. Dette og andre problemer med træ beskrives i en række artikler i denne uge.



Selv små forsømmelser ved vinduerne kan koste dyrt

Af Jan Buchter



Nu hvor erfaringerne fra 60'ernes og 70'ernes forceerede byggeri skal gøres op, fremkommer der med jævne mellemrum alarmerende meddelelser om byggefejl i millionkrogersklassen. Vinduerne udgør ingen undtagelse, men det er karakteristisk for de sager, der indtil nu er kommet frem, at det drejer sig om enkelte store bebyggelser med store specialfremstillede vinduer.

De seriefremstillede standardvinduer i parcelhusene er ikke forsidestof i dagspressen.

På trods heraf må det erkendes, at vinduerne er husets (klimaskærmens) svage punkt, hvor selv mindre fejl og forsømmelser kan koste den enkelte husejer dyrt i form af rådangreb eller punkterede termoruder.

Faresignaler

I modsætning til andre lande har vi i Danmark ingen norm for, hvorledes vinduer skal konstrueres. Det kan være en fordel, men kan også give en ekstra risiko for konstruktive fejl, når der skal tegnes specielle vinduer f.eks. til større byggerier.

Store ruder, store trædimensioner, vandrette udvendige træflader og fler-etagers byggeri med øget risiko for slagregn er typiske faresignaler.

Selv om konstruktionen er fornuftig, kan fejl i udførelsen få afgørende indflydelse på levetiden. Utætte hjørnesamlinger, dårlig limning, for fugtigt træ ved bearbejdningen eller forkert isætning af termoruder er blot nogle enkelte fejlmuligheder.

På linie med Norge, Sverige, Holland og Tyskland er der også i Danmark på initiativ af vinduesfabrikanterne oprettet en kontrolordning »Dansk Vindues Kontrol«, der skal medvirke til at produktionen i de tilsluttede virksomheder foregår under betryggende kontrol.

Men uanset hvor godt, vinduet er konstrueret og udført, skal det vedligeholdes.

I modsætning til ældre vinduer med et lag glas, lille glasfals og kit, hvor der ikke er problemer med bortventilering af tilsvindende vand, er vinduer med termoruder med stor glasfals og ringe mulighed for bortventilering af tilsvindende vand meget mere udsatte for at få skader, hvis vedligeholdelsen ikke udføres korrekt og rettidigt.

Hvis overfladebehandlingen af træet og tætningen mellem glas og glasliste ikke er i orden, kan der trænge vand ind, som bliver direkte årsag til hurtig nedbrydning af vinduet.

Det svageste punkt

Betragtet som en helhed er den nuværende kombination »termorude og rammevinduet« svageste punkt, uanset om karm og ramme er af træ, plast eller aluminium. Det svarer nærmest til, at der monteres en bilmotor i en hestevogn.

Selvfølgelig har træ til vinduer den ulempe i modsætning til plast og aluminium, at det skal overfladebehandles, men med korrekt konstruktion, udførelse og vedligeholdelse har træet også mange fordele.

I en tid, hvor »køb og smid væk-princippet« er på vej ud, må det være en værdig opgave for arkitekter og teknikere i fællesskab at videreudvikle vinduet og dets placering i facaden således, at vinduets vedligeholdelse og levetid kommer bedre i overensstemmelse med bygningens øvrige dele.

Jan Buchter er konsulent og ansat på Teknologisk Institut, afdelingen for Træteknik.

Svampe angriber træ i alle farver

Vindueskonstruktioner med glaslister bliver 70'ernes byggekatastrofe

Det har i den seneste tid været omtalt i pressen, at sort træbeskyttelse fremmer svampeangreb i træværk. Men det er ikke tilfældet. Regnes svampeangreb ud procentvis efter farve, vil de forskellige farver angribes lige meget.

Sort har bare været modfarve i de senere år, og man kan derfor få det indtryk, at der er sammenhæng mellem svampeangreb og sort farve.

Utætheder omkring glaslister

Men der er store problemer med vindueskonstruktioner for øjeblikket. I mange bygninger ses op til 57 totalskadede vinduer efter 5 år på grund af svampeangreb. Men det er ikke farven, der er skyld i det - farven kan højst give forskellige temperaturer i vinduet og derfor angreb af forskellige svampe - f.eks. Korkhat i sorte vinduer ved høj temperatur og barksvampe i hvide vinduer ved lavere temperatur.

Hovedproblemet er utætheder omkring glaslister, hvor termokit eller fugeband hurtigt destrueres i syd- og vestsiden, så vandet ledes ind i konstruktionen, og træet opfugtes til over 20%, der er den nedre grænse for svampesporernes spiring.

I de gamle vinduer, hvor der alene anvendes kit, blev vandet ledt bort fra vinduerne, når kittet faldt af, og 20% grænsen blev kun nået i så korte perioder, at der højst kunne optræde nogle radsvampe, der kunne være indtil 50-100 år om nedbrydningen selv ved dårlig vedligeholdelse.

70'ernes byggekatastrofe

I et Byg-Erfa blad, der udkommer i august, vil vi kraftigt gøre opmærksom på problemet, idet det ser ud til, at medens build-up tagene blev tressernes byggekatastrofe, der fandt sin løsning i halvferdserne, så bliver halvferdsernes byggekatastrofe vindueskonstruktioner med glaslister, der så må finde sin løsning i firserne. Byggeproblemerne kunne være undgået ved grundige målinger i forsøgsbyggen og ved accelererende laboratorieprøvninger.

Løsningen

Løsningen kan deles i tre dele: Konstruktiv beskyttelse, kemisk beskyttelse og vedligeholdelse.

Konstruktiv beskyttelse bygger på, at svampe ikke kan spire i træ med et vandindhold på under 20%. I Danmark har vi 600 mm nedbør årligt, det svarer til 600 l pr. m². Derfor skal vinduer bygges, så vandet ledes væk, husene skal helst have udhæng, og vinduerne skal placeres dybt i facaden.

Opfugtes træet, skal det hurtigt kunne tørre igen. Det store problem i de senere år har været, at vandet, der blev ledet ind bag glaslisterne, ikke kunne fordampes igen, så svampeforekomsten har været afhængig af malingens tæthed og ikke af farven.

Kemisk beskyttelse af vinduer er en billig forsikring, og vaccumimpregnering efter DS 2122, klasse B, er almindeligt anvendt og anerkendt, idet vi ikke har set angreb af svampe i disse. Vi



Træmorkhat (*Gloeophyllum trabeum*) i sort vindue. Svampen har optimumtemperatur på ca. 28°C og dræbes ved temperatur på 70°C, optimale vandkrav 30-50%.

Barksvamp (*Hyphodontia* sp.) i hvidt vindue. Svampen har optimumtemperatur på ca. 28°C og dræbes ved temperatur på ca. 50°C, optimale vandkrav 50-70%.

kan dog forudse, at med den store vandtilførsel ved glaslisterne bliver de ikke et hundrede år gamle.

Fugeband og termokit begynder ofte at lække allerede efter 1-2 år, og kit og fugeband må derfor gas igennem i tide og evt. udskiftes, så vandet ledes ud af konstruktionen.

Tilstanden kan evt. kontrolleres med en træfugtighedsmåler, idet der er fare på færde, når træets vandindhold er over 20%.

J. Bech Andersen

De senere års eksperimenter har givet svampene let spil

Af J. Bech-Andersen

På Teknologisk Institut har vi i de senere år haft 500-600 konsultationer årligt i forbindelse med svampeskader på forskellige materialer, der indgår i bygninger f.eks. træ, tekstiler, polymere, bitumen, metaller m.m.

Træ findes svampeskadet dels i den ældre boligmasse på grund af dårlig vedligeholdelse, og dels i de nyere boliger i vinduer, pergolaer etc. på grund af forkert konstruktion, manglende kemisk beskyttelse og dårlig vedligeholdelse.

Naturens kredsløb

Naturen er i høj grad indstillet på genbrug. Det organiske materiale, som af planternes klorofyl bygges op ved hjælp af kuldioxid, vand og solenergi, vil så snart planten dør blive nedbrudt af en lang række svampe og bakterier.

Da disse ikke kan udnytte solenergien, idet de ikke har klorofyl som planterne, er deres eneste mulighed for at få energi at nedbryde eller

På grund af nogle retssager om ansvarsplacering i en række tilfælde med materialesvigt i byggeri er der opstået fornyet interesse om materialevalg, konstruktioner, accelererende prøvninger og kemisk beskyttelse af byggematerialer. Mikrobiologisk laboratorium, Teknologisk Institut, udsendte derfor i 1979 6.000 invitationer til byggebranchen om deltagelse i minikursus i råd og svamp i bygninger af 6 timers varighed.

I løbet af 6 måneder fulgte 1500 invitationen. På grund af succesen vil der i efteråret 1980 igen blive afholdt minikursus i 16 amter i Danmark, ligeledes vil der blive fortsættelseskursus på Sjælland, Fyn og Jylland inden for konstruktiv beskyttelse, kemisk beskyttelse, overfladebehandling af træ, svamp og forsikring hver af en dags varighed.

forbrænde det energiholdige plantemateriale, vi kalder processen om forrådnelsesproces.

Enzymer, udskilt af mikroorganismer, spalter selv faste materialer som træ til vandopløselige sukkerarter, der suges op i cellerne, hvor de forbrændes til kuldioxid og vand, der kan genbruges af planterne.

Foruden den direkte nedbrydning af materialer kan stofskifteprodukter i form af organiske syrer, svovlbrinte m.m. destruere materialer som beton, natursten, metaller etc.

På grund af konkurrence og ressourceknaphed i naturen har mikrofloraen opnået en fantastisk nedbrydningskapacitet. Et dødt dyr forsvinder på nogle få uger, blade og stængler på nogle få måneder og selv kviste og grene kan nedbrydes hur-

svampe. De kan give lugt-, misfarvnings- og allergiproblemer.

Træ, der befinder sig i meget fugtige omgivelser, mørnes af disse svampe, men processen tager lang tid og vil regnes til råds-kader.

Gul Tømmersvamp kan optræde som råds-vamp i svagt opfugtet træ, her ses først skade efter 30-50 år, og skaden betragtes ligeledes som råds-kade.

Tømmersvampe

Ægte Hussvamp (*Serpula lacrymans*) er vor farligste træødelæggende svamp, idet den selv kan transportere vand og opfugte tørt træ. Når et område er tomt for næring, søger den nye madsteder og gennemvokser let murværk (mørtelfuger). Ved indsættelse af nyt træ kan svampen fra murværk igen vokse ud og inficere det nye træværk.

Ved reparation skal det angrebne træ fjernes og brændes, idet det er smitsomt. Der skal holdes en sikkerhedszone på ca. 1 meter fra de angrebne områder. Herefter skal svampemyceliet på murværket afbrændes med en blæselampe, efter at mørtelfugen er udkradset i en dybde af 2-3 cm. Muren pensles med 5% Natrium-

Rådsvampe

Den såkaldte jordslæthed, der forekommer på alle slags materialer under fugtige forhold, forårsages af skimmel-

pentachlorphenolat (NaCP) og der tilsættes ligeledes 2% NaPCP til mørtel til pud-sning af vægge. Der anvendes trykimprægnerede træbjælker ved reparation, og gulvbrædder behandles med et kobberbestrygningsmiddel. Vigtigst af alt skal vandkilder elimineres.

Reparation efter Hussvamp er meget kostbar, hvis angrebet har fået lov til at vokse uforstyrret, og reparation i ældre dårligt vedligeholdte udlejnings-ejendomme kan let beløbe sig til flere hundrede tusinde kroner.

En række andre tømmersvampe forekommer almindeligt: Gul Tømmersvamp (*Coniophora puteana*) ses i gulvbjælker i kældermure. Hvid Tømmersvamp (*Poria* sp.) ses under varme fugtige forhold, og Korkhatte (*Gloeophyllum* sp.) ses under meget varme forhold i built-up tage og sorte vinduer.

Det er fælles for disse, at de reparationsforanstaltninger er mindre komplicerede end for Hussvamp, idet fugtkilden fjernes. Det ødelagte træ udskiftes herefter. Skaderne bliver dog også her mindst, når de opdages tidligt.

Mersiolation og brandsikring

For mersiolation og brandsikringsarbejder er det vigtigt at fjerne ældre svampeangreb, idet mange svampe kan live op efter mange års dvale, hvis de ydre forhold ændres. Herefter udføres arbejdet. Ved nedsættelse af luftskiftet er det dog nødvendigt at sørge for ventilation i isolering. Ved brandsikring skal der etableres tvungen ventilation til det fri f.eks. fra tilslukkede trappe- rum. Under fugtige forhold bør der også etableres tvungen ventilation gennem vinduer.

Konstruktiv beskyttelse

Ved konstruktiv beskyttelse af træ udnyttes det forhold, at f.eks. svampe ikke kan angribe træ med et vandindhold på under 20% og over 100% vandindhold.

Udvendige trækonstruktioner må derfor konstrueres, så træfugtigheden holdes under 20% eller i pælefunderinger under huse holdes nedsænket i vand, så træfugtigheden holdes over 100%.

Som supplement til eller erstatning for den konstruktive træbeskyttelse kan anvendes imprægnering af materialerne med en svampgift (fungicid), hvis det er nødvendigt.

Overdækket træ i bygninger er godt beskyttet mod svamp, da vandindholdet i træ ikke overstiger 20%, så længe den relative luftfugtighed holdes under ca. 85%

Ved svampeangreb i bygninger ses da også, at træet er blevet opfugtet ved op-sugning fra fugtige fundamenter, ved kondensation af fugtig rumluft på kolde bygningsdele og ved nedsvivning fra utætte tage, tagrender og kloakker.

Den konstruktive beskyttelse gar derfor ud på at lede vandet bort fra bygningen ved hjælp af skra tagflader, inddækninger af pergolaer og åse og skrå trækonstruktioner forsynet med vandnæser etc. og fugtstandsende membraner på fundamenter og forebyggelse af kuldebroer.

En god konstruktiv beskyttelse ses ofte håndhævet i de gamle håndværks-traditioner, medens meget eksperimentalt byggeri er faldet i uforudsete fælder.

Opsugning og kondensering af rumluft i built-up tage har givet mange problemer, der godt kunne have været undgået, hvis der i forvejen var udført accelererende konstruktionsprøvninger. Lækage i termokit og fugeband har i de senere år givet svampene let spil, skjult bag termovinduernes glaslister. Resultatet har ofte været total-skade på mindre end 5-10 år.

I de tilfælde, hvor der samtidig er anvendt kemisk beskyttelse af træ, dvs. anvendelse af svampedræbende midler, er der dog ikke set svampeskader. ■

J. Bech-Andersen er mikrobiolog og ansat på Teknologisk Institut.

Pas på fugten i træpladerne

Af Knud Prebensen

Spændende konstruktioner som foldede pladetage eller elementer, der samtidig er bærende og rumbegrænsende kan udføres i træ.

Beregningsmetoder og fremstilling er blevet videreudviklet: ved at reducere på træmaterialerne i det enkelte element er der paradoksalt nok opstået et væsentligt merforbrug af træ. Trækonstruktionerne er blevet mere konkurrencedygtige.

Produktudvikling i retning af bedre imprægnerin-

ger mod råd og brand, bedre overfladebehandlinger, bedre lim og bedre fastgørelsesmidler er også med til at forøge anvendelsen af træ og træplader.

Set under en ressource-mæssig synsvinkel er træpladerne fordelagtige. Bortset fra krydsfinér er de træbaserede plader et resultat af en høj forædling af affaldsprodukter. Produktionen af pladerne kræver i forhold til mange andre bygningsmaterialer et begrænset energiforbrug.

Fire hovedgrupper

Træbaserede pladematerialer til bygningsbrug kan opdeles i fire hovedgrupper: træfiberplader, spånplader, krydsfinérplader og cementstabiliserede plader.

Spånpladerne fører stort i det totale forbrug, men størstedelen går til møbel- og panelindustrien, en del anvendes til undergulve, mens kun en lille del finder vej til egentligt konstruktionsbrug. Til tagplader er spånplader af gængse typer uegnede på grund af pladernes fugtfølsomhed.

Spånplader kunne få en større anvendelse, men det kræver en produktudvikling, der resulterer i en plade, som er fugtstabil, har bedre styrkeegenskaber, og som evt. er imprægneret mod råd og brand.

Træfiberplader er efter en periode med reduceret an-

vendelse i byggeriet måske på vej mod øget anvendelse - også i konstruktioner, men der er stadig grund til at vurdere fugtbevægelserne.

Krydsfinér er det mest anvendte plademateriale i bærende konstruktioner og som tagunderlag. Til de lidt grovere anvendelser dominerer nordamerikansk konstruktionskrydsfinér - til mere forfinede anvendelser finder en hel del finsk krydsfinér vej frem til de danske producenter.

Cementstabiliserede plader med spåner (træbeton og Tarnit) er eksempler på træplader, der finder stor anvendelse til beklædninger af loft og vægge.

Fugtafhængighed

Træ og træbaserede plader er visco-elastiske materialer, og de vil under belastning krybe, dvs. at deformationen vil forøges med tiden. Krybningen af f.eks. spån- og fiberplader er mange gange større end for træ.

Højt fugtindhold og hyppig ændring i fugtindhold og temperatur - desto større krybning. For spånplader er målt krybningsværdier 10 gange større for plader med 15% fugtindhold i forhold til plader med 6%.

En række byggeskader er opstået som følge af træpladers fugtbevægelser. Det er derfor vigtigt at vælge den rigtige plade og udforme konstruktionen korrekt for



at undgå konstruktive, tætheds-mæssige og æstetiske fejl.

For krydsfinér er der en sammenhæng mellem råmateriale og den færdige plades fugtbevægelser. Fugtdeformationerne reduceres dog betydeligt, idet deformationerne i pladens plan er mindre end 1/10 af fugtudvidelserne på tværs af årene i massivt træ. Deformationen er ikke helt reversibel, der kan derfor være risiko for permanent kastning, hvis pladen optager fugt og udtørres flere gange.

Dampdiffusionsmodstand

Den fugtmængde, der diffunderer igennem et bestemt materiale pr. areal og tidsenhed, afhænger af materialets struktur.

Dampdiffusionsmodstandstallet, dvs. materialets evne til at bremse fugttransporten, angives i enheden Pa·s·kvm/kg. Tidligere anvendtes PAM-værdier til at angive dampdiffusionsmodstanden (1 G Pa·s·kvm/kg = Z-værdien ~ 2.05 PAM).

Normalt er det en fordel at have en høj Z-værdi for indvendige beklædninger i forhold til udvendige beklædninger.

I figur 2 er vist længdedimensionsændringerne ved en variation af den omgivende lufts relative fugtindhold på 30% - 50% og 90%.

Sammenlignes disse tal, er det forståeligt, at spånplader og træfiberplader kræver væsentlig større opmærksomhed med hensyn til udvidelsesmuligheder end f.eks. nordamerikansk Douglas Fir, svensk og finsk gran og fyrre-krydsfinér.

Derimod er der grund til at være påpasselig med en hel del andre krydsfinértyper, f.eks. var fugtudvidelsen af den dansk producerede bøgekrydsfinér, der anvendtes i Albertslund-gårdhavehusene ca. 1,5

gange større end for gran og fyrrekrydsfinér.

Både i byggeperioden og i forbindelse med senere utætheder i tagdækninger kan pladematerialer udsættes for direkte vandpåvirkning.

I forbindelse med Teknologirådsprojektet »Mineraluldbaserede Sandwichelementer« har SBI gennemført undersøgelser, der viser effekten af vandlagring med efterfølgende tørring, figur 3.

Træbaserede materialer vil også reagere på fugtændringer ved at variere i tykkelsen, kvældning.

Imprægnering

Krydsfinér kan trykimprægneres mod træets værste fjender: råd og brand. Særlig lette at imprægneres er de nordamerikanske arter, hvor trælagene er ret åbne, så imprægneringsvæsken let presses ind i pladerne.

Til brandsikringssopgaver og til anvendelse i nyt byggeri er der et stort behov for brandimprægnerede plader, der kan tilfredsstille følgende krav:

- godkendelse som klasse A-materiale

- skal kunne anvendes ude og inde
- uændrede styrke- og stivhedsforhold
- ingen korrosionsrisiko
- god male- og limbarhed
- rådbeskyttelse
- konkurrencedygtig pris.

Der markedsføres plader, der er imprægneret mod brand, men pladerne kan ikke anvendes udendørs, og selv ved indendørs brug kræves en dyr malerbehandling for at hindre udblomstring af kemikalier. Dette gælder bl.a. »S-ski-van Firex«-spånpladen samt FRCW- og Kanamark-krydsfinérplader, der ligeledes er imprægneret under fabrikationen og er godkendt til anvendelse som klasse 1-beklædning indvendig.

Der findes nu trykbrand-imprægnerede plader på det danske marked, der stort set opfylder ovenstående specifikationer, plane eller profilerede »Non-Com Douglas Fir«-krydsfinérplader. Pladerne er godkendt af Boligministeriet til ind- og udvendig anvendelse.

Knud Prebensen er civilingeniør og ansat i Cowiconsult.

	Spånplader V 313/SR Melamin	Krydsfinérplader	
		D.F.P. CD Ext 5 lag	D.F.P. Non-Com brandimp.
"Dry Cup" 0% - 50%	7	21	120
"Wet Cup" 50% - 100%	4	3	5

Fig. 1. Cirka-værdier for dampdiffusionsmodstandstallet for 12 mm plader. GPa s kvm/kg. D.F.P. = Douglas Fir Plywood.

	Spånplade V 313/SR	Træfiber- plader	Krydsfinér	
			D.F.P.	D.F.P., Non-Com
30 - 50 %	0.09%		0.06%	0.03%
30 - 90 %	0.44%	0.2%	0.14%	0.04%

Fig. 2. Cirka-værdier for længdedimensionsændringer i %.

	Spånplade V 313/SR	Krydsfinér	
		D.F.P.	D.F.P.
1. 24 h i vand	0,23 %	0,05 %	0,05 %
2. 1 + 6 dage i vand	0,43 %	0,06 %	0,06 %
3. 2 + 7 dage v/50% RF	0,21 %	0,01 %	0,01 %
4. 3 + 21 d. v/50% RF	0	0	0

Fig. 3. Dimensionsændring i % ved vandlagring og udtørring.

	Spånplader	Træfiberplader			Krydsfinérplader	
		Halv- hårde	Alm. hårde	Hårde Olieh.	D.F.P.	D.F.P. Non-Com
ca 30% til 90%	ca 6%	4,5%	4,5%	4,0%	1,1%	1,0%

Fig. 4. Tykkelsesudvidelse i % ved ændring 3 % til 90 % RF i omgivende luft.

Svampeangreb følger efter brandsikring

En undersøgelse af 63 tilfældigt valgte, nyligt brandsikrede trappeopgange i København har vist, at 85% er truet af svampeangreb i de nærmeste år, mens omkring 25% allerede er aktivt angrebet af svamp. Halvdelen af opgangene har rådskadener.

Dårlig vedligeholdelse

Det er Teknologisk Institut, TI, og Statens Byggeforskningsinstitut, SBI, der har foretaget undersøgelsen for Byggestyrelsen. Når det konkluderes, at 85% af opgangene er truede, skyldes det, at man her har fundet vandindhold i konstruktionerne på over 20%, hvilket gør træet stærkt disponeret for svampeangreb.

Ved gennemgangen af trapperne kunne vi se, at mange ejendomme er meget dårligt vedligeholdte, så gulve og murværk er vådt - ofte på grund af ødelagte kloakker, utætte nedløbsrør, lækkenne faldstammer og vandinstallationer med kondensvand, siger mikrobiolog J. Bech-Andersen, TI.

Indkapslede svampeangreb

Det har været meget vådt i sommeren og efteråret 1980 - vi har fået 15-30% mere nedbør end normalt - og de ældre kloakinstallationer har slet ikke kunnet bortskaffe alt det regnvand. Resultatet er, at en masse træværk er blevet opfugtet til over 20% vandindhold.

- Har brandsikringen accelereret svampeangrebene?

Brandsikringen, der blev indført i 1978 for ejendomme, der er bygget før 1900, indebærer i mange tilfælde, at fortrapper indkapsles, og at hulrummet under trappeløbet på bagtrapper lukkes. I brandsikringsforskrifterne er det anført, at der skal etableres ventilation i fugtige områder, og at eventuelt svampeangreb træ fjernes, inden der foretages brandsikring.

Men da brandsikringsloven kun har været i kraft i så kort tid, må de fundne 25% svampeskader i undersøgelsen være mål for svampeangreb, der fandtes, da brandsikringen blev sat op.

Men det er endnu mere alarmerende, at der er for høj fugtighed i 85% af tilfældene.

- Hvem kommer til at betale de mange skader?

Svampe-skaderne betales af forsikringsselskaberne via svampeforsikringen - hvis en sådan findes - mens rådskadener, som vi har set i 50% af opgangene, betragtes som opstået ved dårlig vedligeholdelse og derfor ikke dækkes af forsikringen. Man kan faktisk sammenligne det

med en bilskadeforsikring og rustskader.

Indføre ventilation

- Hvad skal der ske nu?

Vi er sammen med SBI blevet bedt om at undersøge mulighederne for at mindske svampeangreb ved at udføre såvel indvendig som udvendig ventilation af de lukkede rum. Målet må være, at alt træværk har et vandindhold på under 20%. Resultatet af undersøgelsen vil indgå i de reviderede brandsikringsforskrifter, og i øvrigt vil de eksakte retningslinier blive publiceret, når forsøgene med brandsikringen er afsluttet.

- Kan husejerne selv gøre noget?

Da det er vandindholdet, der er afgørende, kan ejere og lejere af brandsikrede ejendomme bede deres brandsikringskonsulent, energikonsulent eller tømrer/snedkerfirma om at foretage en fugtighedsmåling i trækonstruktionen. Og så er det selvfølgelig vigtigt, at vi får en højere vedligeholdelsesstandard, specielt skal klimaskærme og kloakker bringes i orden.

lu

INGENIØREN nr. 20, 1981

Forsikringen dækker ikke alle svampeskader

Af J. Bech-Andersen

Svampeforsikringerne bygges på en fællesudtalelse, der er udarbejdet af Teknologisk Institut, Advokatrådet, Assurandør-Societetet, Danske Arkitekters Landsforbund, Dansk Ejendomsmæglerforening, Håndværksrådet og Jydsk Teknologisk Institut.

Her adskilles skaderne i rådskadener og svampeskader. Rådskadenerne betales ikke af forsikringsselskaberne, idet disse skader pr. definition er opstået over en meget lang årrække, og hvor en vedligeholdelse kunne have standset angrebet. Svampeskader, der dækkes af forsikringsselskabet, er den pludselige katastrofale skade, forårsaget af en række tømmer-svampe.

Der skelnes mellem disse to begreber, idet forsikringspræmier ville blive meget dyre, hvis svampeforsikringen skulle virke som vedligeholdelsesforsikring. Det må forlanges, at forsikringstageren selv må sørge for vedligeholdelse af sin ejendom inden for en rimelig grænse. Efter at der er foretaget en vurdering af, om en given skade er forsikringsberettiget eller ej, bliver det næste skridt at undersøge hvilken svamp, der har været årsag til skaden, idet Hussvamp f.eks. kræver en speciel dyr og besværlig reparation, medens Gul Tømmersvamp og andre let kan repareres.

Gennem de senere år er der sket en fordobling af skadesanmeldelser. Skaderne er dog ikke forårsaget af merisolations og brandsikring. Det er snarere en opkobling af gamle skader, der nu er blevet fundet under isolations- og brandsikringsarbejde. Til gengæld kan der hurtigt opstå svampeskader, hvis arbejdet udføres, så træ opfuges til over 20% vand. Der bliver derfor udført en række forsøg på Teknologisk Institut med træ i mur, træstrøer på beton etc. i forbindelse med isolation.

Resultaterne vil foreligge i 1981 og vil blive offentliggjort gennem Institutets publikations- og kursusvirksomhed.

RÅD OG SVAMP

Råd og svamp i

VINDUER

Teknologisk Institut har i stort og stigende omfang i de senere år modtaget henvendelser fra forsikringsselskaber, boligelskaber og offentlige institutioner med anmodning om assistance ved klarlægningen af, hvorfor relativt nye trævinduer er ved at smuldre bort på grund af råddenskab.

Ved en grov sammenfatning af det forhåndenværende sagsmateriale kan det konstateres, at der hovedsageligt er tale om 5-10 år gamle vinduer. 3-5% af de pågældende bygningers vinduer har været totalskadede.

Institutets materiale dækker kun meget få parcelhuse og mindre bygninger. Årsagen hertil er muligvis, at instituttet sjældent inddrages ved skader i mindre omfang; men det kan også være en bekræftelse af en formodning om, at problemet ikke er så stort i sådanne bygninger, der ofte er forsynet med seriefremstillede standardvinduer med forholdsvis små trædimensioner af vacuumimprægneret træ, samt at eftersyn og vedligeholdelse foretages med større hyppighed ved selvejede bygninger.

De aktuelle skadesager omhandler næsten alle individuelt designede vinduer og facadepartier uden nogen form for dybdeimprægnering. Der er dog enkelte eksempler på skadede vinduer/facadepartier udført i trykimprægneret fyrretræ, medens der til dato ikke er nogen eksempler ved anvendelse af vacuumimprægneret træ.

En gennemgang af et halvt hundrede skadesrapporter er med støtte fra Teknologirådet af Afdelingen for Overfladebehandling i nov. 1979 udgivet i en rapport med titlen »Trævinduers holdbarhed, erfaringsundersøgelser«.

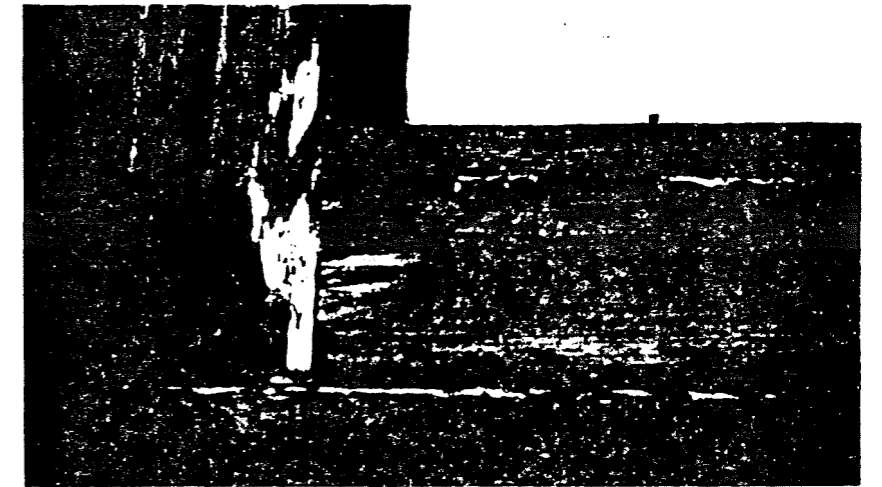
Skadesbillede

Det mest fremherskende skadesbillede optræder, som det fremgår af de viste billeder, ved gående rammers hjørnesamlinger og bundstykker i vinduer med termoruder fastholdt med en glasliste af træ. Ret ofte kan det samtidig konstateres, at termoruden er eller har været punkteret.

Samme billede med stort set samme omfang ses tilsvarende for faste karme med glas eller beklædningsplader fastholdt med glaslister. Sjældnere, men dog for ofte, ses ved oplukkelige vinduer stor fugtopkobling og begyndende svampeangreb i hjørnerne på både bundramme og -karm.

Skadesårsager

De fleste træarter nedbrydes af mikroorganismer (svampe), når de gennem længere



Godt 6 år gammelt vindue. Gevæksterne under glaslisten er frugtlegerer fra en tømmerkorkhat svamp. Foruden utætheder mellem glas og glasliste ses også en stor utæthed i glaslistens Gehringssamling.

tid er udsat for et fugtindhold over 20% i forhold til tørvegten og når temperaturforholdene er ideelle for en given svampesporer spiring og vækstbetingelser.

For at fremkalde en hurtig nedbrydning kræves, at ideelle fugt- og temperaturforhold er til stede samtidig.

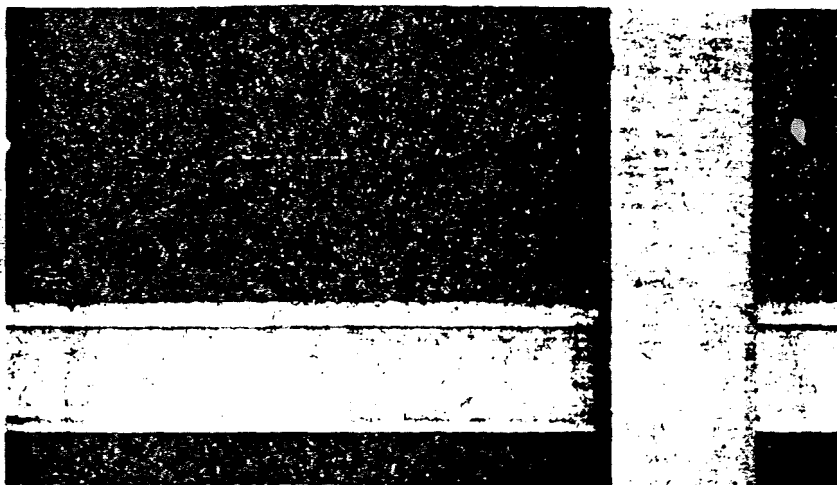
De hyppigst forekomne svampearter i forbindelse med en hurtig nedbrydning af vinduer, er tømmerkorkhat og barksvamp. Tømmerkorkhaten har ideelle fugtforhold ved 30-50% træfugt og temperaturer omkring de 35° C, men den tåler og trives vel ved temperaturer helt op til 70° C. Barksvampen ynder mere fugt, 50-70%, men mindre varme 28-32° C, til gengæld kan den ikke overleve mere end ca. 55° C. Udviklingen af alle de træødelæggende svampe hæmmes i vækst ved temperatur under 5° C og går næsten helt i stå ved 0° C.

Hvordan fremkommer da de ideelle svampeudviklingsforhold i vinduer og facadepartier? Ja, fugt i form af regnvand, smeltevand og kondens kan der jo være mere eller mindre rigeligt af på et vindue alt efter orientering, højde, læggende genstande, placering i forhold til facadeflugt og tagudhæng, isolans, indv. temperatur og relativ luftfugtighed osv. Det svageste

punkt på et vindue er tætningen mellem træ og glas, og desværre er det samtidig det punkt, der udsættes for de største fugtpåvirkninger. Det er ikke nyt, det har igennem generationer været et problem at opretholde en tæt kitning af vinduesglassene. Nå ja, noget nyt må der jo være, for kittede vinduer med 1 lag glas har jo vist sig at kunne holde i op til 100 år.

Den væsentligste og afgørende forskel på det gammeldags kittede og det moderne vindue med træglaste, er efter min mening: at medens et slip af kittet til enten glas eller træ vil resultere i en afskalning, der er synlig på flere meters afstand, så vil en utæthed i tætningsmaterialet mellem glas og træliste i mange tilfælde først blive opsummeret, når der sker noget drastisk som f.eks., at træet smuldrer eller termoruden punkterer.

En anden forskel fra den gang til nu er, at trædimensionerne og glasudformningen i de gamle vinduer er beskeden i forhold til nutidens. Når kittet faldt af, blev der godt nok blotlagt en vandret hyld på 8-10 mm's bredde, og det medførte en opfugtning af træet, der igen resulterede i en afskalning af malingen. Det var galt, ja, men alligevel godt, for nu var der ingen maling til at hindre en hurtig udtørring, når solen gennembagte



Samme sag som foto 1, men her er tydeligt eksempel på, at vandet er trængt ned mellem glas og glasliste. Utætheden er på et sent tidspunkt søgt lukket med en form for topforsøgling. Termoruden er punkteret.

de forholdsvis spinkle trædimensioner, og vinden havde adgang til hele overfladen.

Ja, og så var det nok meget bedre træ dengang!

Nuvel, det var givetvis mere kernefyldt på de rigtige steder, dvs. sprosser, underrammestykker og karmbundstykker, fordi man tog sig tid til at sortere og vende træet, så de enkelte stykkes egenskaber blev udnyttet bedst muligt, og det burde vi nok stadig tage os tid til, men det indebærer samtidig, at man accepterer en dækkende overfladebehandling, som muliggør en fornuftig udkitning af småskavanker og knaster, der kommer til syne, når træets marvside (retsiden) vender frem mod lyset. En anden væsentlig forskel er, at ved termoruden kræves en falsdybde på 40-45 mm, og en utæthed mellem glas og træ leder her vandet ind i nærheden af midten af træstykket, hvor både sol og vind har vanskeligt ved at klare en udtørring.

En hurtig udtørring vil ideelt sige inden næste vandtilførsel, og det kan i årets mest fugtige perioder nok være problematisk.

Her trækker de større trædimensioner igen i negativ retning, idet den udtørrende varmemstrøm fra indvendig side bliver mindre med stigende dimensioner, men til trods herfor bliver middeltemperaturen i midten af tværsnittet året igennem lidt højere og mere konstant end ved de mindre tværsnit, og lige netop høj nok konstant til, at svampene året igennem får bedre vækstbetingelser i store end i små trædimensioner.

Det skal for fuldstændighedens skyld nævnes, at de for vinduerne anførte forhold i mangt og meget kan overføres til facadeelementer, hvor den udvendige beklædningsplade fastholdes med trælisters magen til vinduets glaslister.

Howdan bør dagens vindue udføres?

Først og fremmest bør udformningen være således, at der opnås størst mulig konstruktiv træbeskyttelse og som en ekstra

sikkerhed foretages en kemisk træbeskyttelse efter DS 2122, klasse B, det vil i praksis sige en vacuumimprægnering, hvor der under ingen omstændigheder må foretages en træbearbejdning efter imprægneringen.

Det kan i den forbindelse bemærkes, at de skader, vi har kendskab til, hvor der har været anvendt trykimprægneret træ, der har emnerne været bearbejdet efter imprægneringen.

Et eksempel på en konstruktiv udformning af det i denne henseende mest vitale tværsnit i et ganske normalt vindue, den underste del er vist på fig. 1. Om de enkelte detaljer skal anføres følgende:

- False for såvel glas som rammer bør udføres med størst mulig smig udefter.
- Ved udvendig side bør afstanden mellem ramme og karm ikke være mindre end 6 mm.
- Der bør være drypnase på både glasliste, ramme og karm.
- Kanter, der vendes mod det fri rundes eller affases, så overfladebehandlingen kan blive sammenhængende rundt om kanterne.
- Så vidt det er muligt bør det mest kærnerige træ anvendes til bundstykker, og marvsiden (retsiden) vendes opad, dog således at marvstrålerne danner medløb med vandet.
- Tætningslisterne bør ligge nær den indvendige side og forløbe rundt i samme plan, og foran tætningslisten udføres en vindnot.
- Sidst, men aller vigtigst, glaslisten bør kun have punktvis kontakt med falsen, og tætningen mellem glas og glasliste bør såvel på udvendig som indvendig side være absolut vandtæt. Glaslisterne bør desuden helst fastgøres med skruer,

Når der lægges så megen vægt på sidstnævnte punkt, er det med baggrund i den kendsgerning, at selv om man fra nyt tilstræber en absolut tæthed mod glasset, så vil der givetvis på et eller andet tidspunkt ske en nedbrydning, der afstedkommer en lækage og en derpå følgende vandindtrængen, men den vil her, via den skrå fals, ledes ud mod forsiden og ventileres bort via den gennemgående spalte under glaslisten.

En glasliste af træ, hvori der på undersiden er udfæret såkaldte drænhuller med en afstand af op til 40 cm, kan i tilfælde af små lækager formentlig klare behovet for ventilation et stykke hen ad vejen, men bliver lækagen af betydende omfang, da vil såvel glasliste som rammetræ suge så meget vand, at træets kvældninger og efterfølgende tørresvind vil starte en ond cirkel resulterende i større og større vandindtrængen, der ikke kan ventileres bort.

Til den underste glasliste er det min personlige opfattelse, at aluminium er at foretrække fremfor træ.

Dog med den indrømmelse, at en god kvalitet teaktræ i nogle henseender kan være lige så god som aluminium. Fordelen ved aluminium er selvfølgelig, at den, i modsætning til træ, er upåvirkelig af fugt, og ulempen er den tørre temperaturbestemte bevægelser, men det problem bør kunne løses ved at anbringe en prop i enderne af profilet. Proppen skal da kunne glide i profilet, men være i fugefast forbindelse med sidefalsen.

Tilbage er der så spørgsmålet om tætningsmateriale mellem glas og træ. Om det har jeg den opfattelse, at samtlige de i dag anvendte materialer og metoder stort set alle er anvendelige, blot har de hver især en funktionstid, der kan være en hel del afhængig af bl.a. arbejdsudførelsen og den pris, man betaler for det pågældende materiale. Udbudet af materialer på området er så stort, at man inden for de enkelte



7 år gammelt vindue med god vedligeholdt malebehandling. Er det malerarbejde, at kontrollere og evt. rasperare tætningsmaterialet mod glasset? Her blev det først gjort, da skaden var sket.



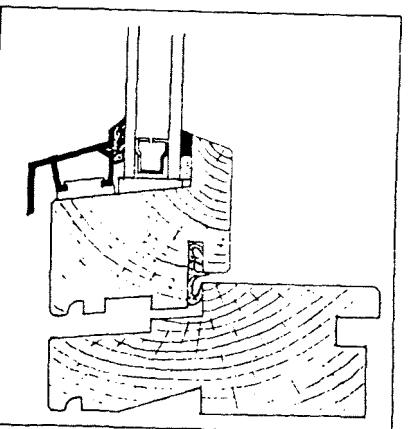
Bag en rimelig pæn overflade på 7 år gammelt vindue skjuler der sig ubehagelige overraskelser.

materialegrupper med god rimelighed kan sætte pris og kvalitet i forhold til hinanden. De sammenlagte, prisbilligste løsninger ser ud til at findes blandt de båndformede materialer, og blandt dem er jeg mest tiltalt af en udformning som den på fig. 1 viste.

Når det tidligere er fremhævet, at tætningen forinden på glassets indvendige side også skal være vandtæt, foruden ved, at den selvfølgelig hele vejen rundt på indvendig side skal være lufttæt, er det i erkendelse af, at fænomenet med kondensdannelse på den indvendige side på i hvert fald 2 lags termoruder forekommer i stigende omfang, og det skal samtidig erkendes, at den her anbefalede løsning med ventilation i hele glaslistens udstrækning kan være med til at øge kondensproblemet.

Om nye vinduer skal det til slut nævnes, at det i stedet for 3 lags termoruder efter min mening er bedre at anvende koblede rammer med en 2 lags termorude i den indvendige ramme og et lag glas i en aim, kitfals i den

Figur 1.



udvendige, men det betinger, at man kan acceptere en dækkende overfladebehandling.

Når skaden er sket på det bestående vindue

I de situationer, hvor det kan konstateres, at der er begyndt svampeangreb i enkelte af bygnings vinduer, som nævnt i indledningen, kan nogle få procent være totalt nedbrudte, medens resten kan reddes, bør der gennemføres et systematisk eftersyn af samtlige vinduer med særlig henblik på kontrol af tætheden mellem glas og træ, såvel ude som inde.

Såfremt der konstateres sammenhæng mellem utætheder ved glasisætningen og svampeangreb, er vores forslag til løsning, at underglaslisterne udskiftes til aluminiums-lister, der opløses, således at der forekommer ventilation af falsen i hele listens udstrækning. Det skal nok en gang påpeges, at man samtidig skal være opmærksom på den indvendige fuges tæthed, samt at det normalt må være en selvfølge, at falsen før påsætning af alu-listen stryges med en grundingsolie og males 1 å 2 gange. Tætningen mod glasset udføres som beskrevet under ny konstruktion.

Overfladebehandlingen på udvendig side bør udføres så diffusjonsåben som mulig, hvilket i praksis nok vil betyde en vandforyndbar maling. Jo mere diffusionstæt overfladebehandlingen er, des farligere bliver det, såfremt der sker større fugtophobninger inde i træet. Der kan i nogle af de foreliggende skadesager med rimelig sikkerhed påvises sammenhæng mellem det, at overfladebehandlingen er udført med isocyanat og skader, forårsaget af vandindtrængen ved glasisætningen.

Har man vinduer eller facadepartier med en sådan overfladebehandling, er det et ekstra argument for at planlægge og gennemføre et årligt eftersyn af samtlige sine vinduer.

Fugning omkring vinduer

Det hører med til en fuldendelse af beskrivelsen af problemstillingen omkring vinduerne kort at berøre fugningen mellem vinduet og den omgivende bygningsdel.

Der bør ikke herske tvivl om, at den rigtige løsning på også dette fugeproblem er to-trins-tætningen, hvilket vil sige en luftspærre på indvendig side og en regnskærm med ventileret hulrum bag, på udvendig side.

Luftspærren på indvendig side volder sjældent de store problemer, den udføres med en fugemasse. Men regnskærmen på udvendig side er straks værre især, hvis den omgivende bygningsdel er murværk, her er det nærliggende også at anvende en fugemasse. Kan man det, uden at fremelske alverdens svampeproblemer?

Ja, det primære krav vil fortsat være, at der er et ventileret hulrum bag regnskær-

men, og det kan - ved hjælp af indstukne rør eller andre huludformninger - lade sig gøre, at ventilere et hulrum bag en streng af fugemasse, men det kræver vilje og forståelse for sagen fra den der skal udføre jobbet.

Ved andre former for regnskærme gælder, at de så langt som muligt skal efterligne tækningen med tagsten, der skal være rigeligt med overlæg i faldets retning og omkring de kanter, hvor vandet drypper af, skal der ved hjælp af spalter og hulrum skabes turbulenser, som hindrer tilbageslag af vandet.

Hvad med den gamle mørtelfuge omkring det bestående vindue, kan den uden risiko skiftes ud med en fugemasse?

Vi har på instituttet ikke kendskab til eksempler, hvor en sådan udskiftning har givet problemer, men vi har fantasi nok til at forestille os mulighederne for fugtproblemer, og da vi ikke kan finde oplysninger om udtørte undersøgelser på området, har vi planer om til efteråret at starte forsøg og målinger på et repræsentativt grundlag.

Det vi ser som et problem, er ikke den fugttilførsel, der sker ved diffusion fra indvendig side. Den vil sandsynligvis være for intet at regne mod den fugt, der igennem tiden - uden at berede større skade - er tilført som kondens fra den luftstrøm, der har været gennem de utætte mørtelluger. Nej, for os at se ligger usikkerheden i at vurdere, hvor stor en fugtmængde, der kan tilføres ved slagregn - og anden opfugtning af det omkringliggende murværk, beton og lignende.

Da spørgsmålet er meget aktuelt og vi som ovenfor nævnt agter at iværksætte en bredere undersøgelse, modtager vi gerne oplysninger om skader eller problemer, hvis årsag menes at kunne henføres til en udskiftning af en mørtelfuge med en fugemasse.



I værste fald er overraskelsen en total nedbrydning af træer i underrammestykket. Årsag: Vandindtrængen mellem glas og glasliste.

J. Bech-Andersen:

Mange nyere vinduer er totalskadede af svampe

En række institutioner skal inviteres til at give bud på løsninger

Mange tusinde boliger er i dag i den situation, at forsikringsselskaberne - efter at have betalt for de opståede svampeskader - har opsagt svampforsikringerne på dem, fordi vinduerne er af en sådan konstruktion, at risikoen for svampeangreb er overhængende, siger mikrobiolog J. Bech-Andersen, Teknologisk Institut.

I 4-6 år gammelt byggeri er det ikke usædvanligt, at omkring 5 procent af vinduesrammerne er totalskadede, og at resten hastigt følger efter. Da det nemt kan løbe op i 3.000 kroner at udskifte et vinduesparti, er der tale om et stort økonomisk problem.

Overgangen til termoruder

Hvorfor er det så galt fat med vore vinduer?

Fori der ledes for meget vand ind i konstruktionerne. Træ kan holde sig i 1.000 år, når træfugtigheden holdes under 20%. I praksis drejer det sig om tre forhold, hvis vi skal se på det rent konstruktive. For det første at

husene er bygget uden tagudhæng. For det andet er vinduerne ofte placerede helt ude i facaden, og endelig er der det helt store smertebarn: glaslisterne. Fugebåndet er ofte nedsænket, og det betyder, at vandet står og sopper oven på det og har god tid til at trænge ind i konstruktionen.

Generelt kan det siges, at overgangen fra enkelt-ruder, der var kittet til rammerne - de kunne mageligt holde i 150 år, selv om kittet ind imellem faldt ud - til termoruder med de væsentlig større rammekonstruktioner, er årsagen til miseren.

Men da man gik over til den konstruktion, var det i bedste mening. Byggeriets parter troede på den, og man kan sige, at de er hoppet i en fælde med glaslisterne, der er en kolossal sårbar konstruktion. Med den kan man næsten dyrke svampe mere effektivt, end jeg kan det i mit laboratorium. Moralen er, at man burde have gennemført accelererede og praktiske prøvninger på de vindues-

konstruktioner, før de blev accepteret af byggebranchen.

Men én sag er de forføjede konstruktioner, en anden manglende vedligeholdelse. Uanset ejerforhold - om byggerierne tilhører det offentlige eller private - er der en stor mangel på forståelse for, at vinduerne skal vedligeholdes - glasliste tættes og træet overfladebehandles. Det er ikke usædvanligt, at der går ti år eller mere, før man blot begynder at tænke på det. Hvis da ikke svampene har vist sig forinden.

Ingen færdige løsninger

Hvad kan og skal der gøres nu og her?

Vi skal allerførst have afhjulpet efterslæbet. Altså finde frem til nogle nødløsninger, så de konstruktionsfejl, der er begået, ikke forvolder yderligere skader. Og her duer det ikke med skrivebordsløsninger. Vi må i gang med at foretage en række forsøg i praksis, så vi kan se, hvordan vi kan begrænse skaderne og selvfølgelig helst eliminere dem.

Og der er ved at komme noget op at stå. Som henholdsvis sponsor og økonomisk baggrund er Boligministeriet og Teknologirådet over energisparebudgettet positive, og tanken er at få en række institutter og organisationer - SBI, FRI, TI for blot at nævne nogle - interesserede i at give bud på løsninger. For vi har faktisk ingen færdige i dag.

Opsiger forsikringerne

Et af de store problemer er jo, at forsikringsselskaberne nok i første omgang betaler svampeskaderne, for eksempel hvis det konstateres, at 5-10 procent af vinduesrammerne i en nyere ejendom er totalskadede. Men samtidig kræver forsikringsselskaberne en konstruktionsændring for de resterende vinduer for at nedsætte risikoen for gentagelser. Og sker det ikke, bliver forsikringen sagt op. Og en bygning falder nok 5-10 procent i salgspris, hvis den ikke kan svampeforsikres.

Hvem skal betale?

I en række sager, jeg har haft med at gøre, er de økonomiske forhold som regel blevet afgjort ved, at forsikringsselskabet har betalt reparationerne efter svampeangrebene, producenten de konstruktive ændringer og ejeren for den manglende vedligeholdelse.

Brugsanvisning ønskes

Producenterne burde også give en detaljeret plan for vedligeholdelse især for noget så sårbart som vinduesrammer, og for alle parter skyld. Ejeren vil så vide, når og hvis han er forsømmelig, og producenten kan med rette påberåbe sig det i tilfælde af en retssag.

Køber man en bil til 100.000 får man en bog an-

gående vedligeholdelse og eftersyn, men en ejendom til 100 mill., gives der ingen brugsanvisning til. Det må rettes.

Hvordan ser det ideelle trævindue ud?

Det ved man vel knapt nok, men er vinduerne vakuuminprægnerede, har vi ikke set skaden. Med de utætte glaslister bliver disse vinduer dog ikke 100 år som de gamle kitvinduer. Vi må finde en ny løsning.

Det nye byggeri er skadet på grund af uheldige uprøvede konstruktioner. Vi har et andet problem - de dårligt vedligeholdte ældre boliger, der på grund af manglende økonomisk baggrund er blevet forsømt. Utætte tagrender og nedløbsrør, fugtige kældre, sammenstyrede kloakker har givet hussvampangreb, der ofte i reparationsudgifter koster mellem 100.000 og 1.000.000 at reparere. Det er meget, når ejendomsskylden er f.eks. 500.000.

Hvad gør Teknologisk Institut?

Alene gennem vore omkring 600 »svampesager« om året har vi fået en viden, som vi lægger stor vægt på at få spredt ud. I fjor havde vi 1500 deltagere på oversigtskurser over hele landet vedr. svamp og råd i i byggeri, og dem fortsætter vi i dette efterår, suppleret med en række specialkurser inden for: Konstruktiv beskyttelse, kemisk beskyttelse, overfladebehandling og kurser i svampeidentifikation (råd- og svampeskader) forebyggelse og reparation.

Det er den ene side: At gøre opmærksom på problemet. Den anden er at forske videre via for eksempel teknologiråds-opgaver, at give praktiske løsninger på problemerne.

lu

J. Bech-Andersen:

Man kan ruinere et hus ved at koge agurker

De nye tætte vinduer får husene til at rådne

Skimmelsvampe har kronede dage. I det sidste års tid har man på Teknologisk Institut, Mikrobiologi, næsten daglig fået henvendelser om svampenes florering i bygninger.

Klagerne kommer fra to hovedgrupper. Den ene gruppe er indflyttere i nye højisolerede huse, den anden gruppe er beboere, der har fået udskiftet deres vinduer, siger mikrobiolog J. Bech-Andersen, TI.

Ved at skifte ud til tætte vinduer og tætte dem bliver luftskiftet ofte kraftigt nedsat. Og så går det galt. Når vi får højere vandprocent, vil selv svage kuldebroer pludselig stikke frem, de bliver fugtige, og det vil skimle. Problemerne er både synsmæssige - det ser farligt ud, når tapetet bliver grønt, gult og sort - og der kan være en usandsynlig stank. De kan også give sygdomsfremkaldende forhold for allergikere.

Udluftning er ikke nok

Er det fordi vi sparer på varmen og ikke lufter ud?

Problemet er meget større, end et råd om udluftning kan bære. Det er normalt ikke tilstrækkeligt for en gennemsnitsfamilie, der skal vaskes, lave mad, tørre tøj o.s.v.

Det kan være en ruin for et hus, hvis dets beboere har for vanskeligt at koge agurker eller bleer. Man kan se det i store ensartede bebyggelser. Nogle familier kan godt bo i husene uden fugtproblemer, mens andre får rådne huse i løbet af kort tid bare på grund af deres fugtproduktion og deres vaner med at lufte ud. Når de sidstnævnte under reparation af huset flytter hen til en anden lejlighed, kan den også nå at rådne op, inden de kan flytte tilbage igen.

Styret luftskiftning

Hvad kan der gøres?

Vi kan gøre ét af to. Enten bygge husene på en sådan måde, at folk kan bo i dem uden at være specialister, eller man kan forlange, at de skal føre et så restriktivt liv, at de skal stikke hovedet ud en gang imellem for at ånde vanddampene ud.

Selvfølgelig skal vi først og fremmest erkende, at problemet er væsentlig større, end man vil gøre det til fra forskellig side. Og så er det vigtigt, at vi kender forskellige løsninger på problemet, inden vi kommer alt for godt i gang med lovgivningen på området. Man må være fuldkommen på det rene med, hvor man står, så man hele tiden i forbindelse med merisolering og tætning af huse også sørger for en styret luftskiftning.

Man skal gå meget mere nøjagtigt til værks, end man hidtil har gjort. Man skal vurdere lejlighedsstørrelse og antal mennesker i den, ligesom forhold som huskonstruktion skal med ind i billedet, så man kan finde ud af, om det er nok med almindelig ventilation, om den skal styres, eller om det er nødvendigt med varmevekslere og deslige. Det er noget, der trænger til at blive belyst - og endnu vigtigere være præsent, inden man kommer med en lovgivning om merisolation.

Masser af vand

Der er en vældig produktion af vand i en normal hus-holdning. Hver person fylder luften med omkring to liter i døgnet, så en familie på fem laver en gulvspand fuld. Og den skal bæres ud. Hertil kommer noget fra madlavning, ved tøjvask og tørring og personlig hygiejne. Hvis man f.eks. ikke bruger en svaber i brusekabinen efter et bad, kan der godt sidde større mængder på væggene. Selvfølgelig skal man sørge for at få vandet væk de steder, hvor det bliver produceret ved hjælp af emhætter og udluftning.

Men er det ikke nok, må man finde veje for tvungen ventilation. Ventilatorer, der ikke kan lukkes - det er i øvrigt svært, for man ser tit, at der er sat gamle aviser op i hullet - eller jeg kan nævne et system, man ofte ser i Amerika. Det går ud på, at en ventilator går i gang, når man tænder lyset i badeværelset, og kører 5-10 minutter efter, lyset er slukket. Systemet tager højde for antal personer i lejligheden, og så kan man jo indstille dets køretid efter lejlighedsstørrelsen plus andre forhold.

Balance i økonomien

Beboerne i de højisolerede eller tætnede huse bliver hurtigt klar over, at der er noget galt. Symptomerne er kraftige dugdannelse på vinduerne - også termoruderne - og så skal der gribes ind, inden skimmelsvampene tager fat. Og energikonsumenternes undervisning skal man gøre så meget ud af, at alle sager bliver fulgt helt til dørs.

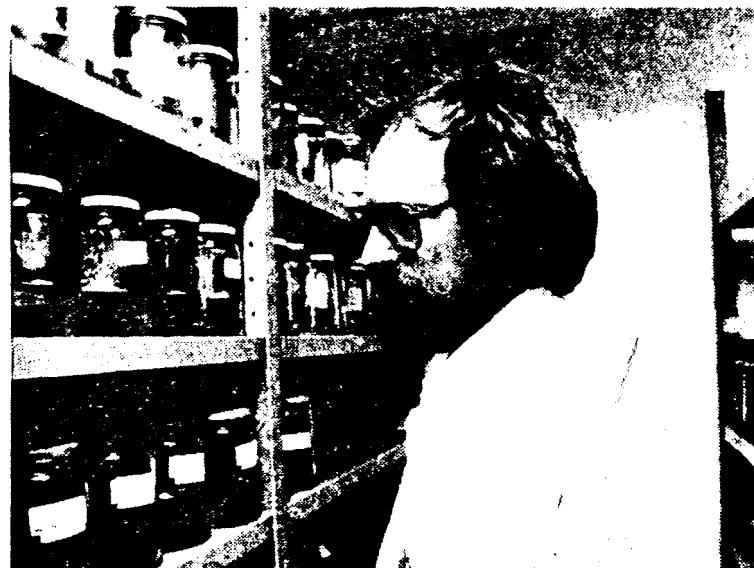
Man bør også sige, at nogle huse overhovedet ikke bør tætnes. Ældre bindingsværkshuse, der suger vand, eller et grelt eksempel, jeg har været ude for med et slot med omgivende voldgrav. Her blomstrede alle de nye, pæne vakuuminprægnerede vinduer helt op med skimmel. Så huse, der står med færdige i vand, skal man ikke pille for meget ved.

Og så skal vi passe vældig på, at vi for hver oliekrone, vi sparer ved tætning og isolering, ikke skal bruge to kroner på at renovere tapetet og huse på grund af svamp.

lu



Mikrobiolog J. Bech-Andersen, TI: - Med de nyere vindueskonstruktioner kan man næsten dyrke svampe mere effektivt, end jeg kan i mit laboratorium.



Mikrobiolog J. Bech-Andersen: - Vi skal kende løsningen på problemet, inden vi kommer for godt i gang med lovgivning om merisolering.

Om vækstbestemmelser for rå

Del 1: Teknisk Fysiologi

af rådgivende civilingeniør Preben Nissen

I artiklen gøres rede for, hvorledes svampevækst og træødelæggelse afhænger ikke blot af træets fugtighedsgrad men også af temperaturen. Fremstillingen er baseret på udvalgt engelsk, czechoslovakisk og tysk forskningslitteratur om træødelæggende svampe. Som en sammenfatning heraf har forfatteren i et principdiagram vist trædestruktionsintensiteter som funktion af temperatur og træfugt.

I næste nummer af BYGGEINDUSTRIEN bringes artiklens del 2: »Risikobedømmelse i praksis«. Heri behandles bl.a. de klimatiske forhold i ældre bygningers hulrum, karakteristiske svampevækstperioder, træbeskyttelsesmidler som væksthæmmende faktor, metoder til risikobedømmelse samt introduktion af levetidsbegrebet. Endvidere diskuteres den økonomiske og samfundsmæssige betydning af større viden på området med henblik på en mere nøgtern vurdering. Spørgsmålet er hvor radikalt man skal fugtisolere en ældre ejendom, for at opnå rimelig sikkerhed mod forfald.

Før vi begynder at fylde alle vore ældre ejendomme med rockwool og glasuld eller afspærre fugtige hulrum med henblik på brandsikring, er det nødvendigt at sørge for en passende fugtsikring.

Dette kræver imidlertid en anden og mere dybtgående viden, end den der findes i bygningsreglementets kapitel 7 om fugtisolering. Hvad der er berettigede krav til nybyggeri, er ofte økonomisk uhensigtsmæssige krav ved ombygning af ældre ejendomme.

Råd og svampearter

Råd er fællesbetegnelse for en række langsomt voksende bakterie- og svampearter.

Hussvamp er vor farligste svamp. Den kan brede sig hurtigt, også gennem murværk, på jagt efter nyt træ. Vand transporteres langt gennem flere millimeter tykke strenge. Derfor er det også en omstændelig sag at bekæmpe hussvampen.

Hvid tømmersvamp har også ret tykke strenge, men holder oftest til i varme baderum og lignende.

Gul tømmersvamp er måske den hyppigste svamp. Den forekommer ofte i indmuret træ.

Tømmerkorkhat tåler høje temperaturer uden at dø og kan derfor trives i vindues-træ og tagkonstruktioner.

Dette er blot nogle af de vigtige svampearter. Der er så at sige en svampeart til ethvert mikroklima. blot visse minimumkrav er opfyldt. Svampe breder sig både ved at sporer fra frugtlegemerne finder nye steder at spire, og ved at svampens mycelium vokser videre ud i nyt træ.

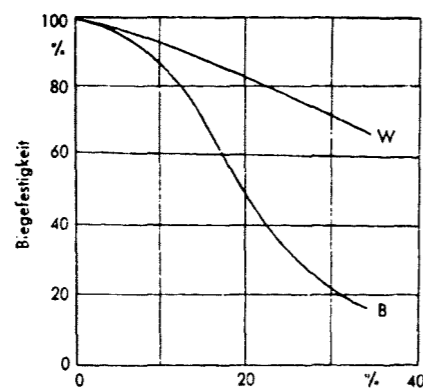


Fig. 1. Verändring der Biegefestigkeit (Rypáček 1966, Abb. 45).

Svampesporer findes overalt, men kræver høj fugtighed for at spire, hvorimod myceliet er mere nøjsomt.

Ønskes mere indgående beskrivelse af svampearter, henvises der til speciallitteraturen. Jeg kan således anbefale de fire bøger, som er nævnt i litteraturoversigten.

Vækstfaktorer

Da både råd og svampe er mikroorganismer som ødelægger træ, omtales de i det efterfølgende under fællesbegrebet svamp. Når man skal redegøre for svampes vækstbetingelser, må man enten behandle hver svampeart for sig eller sammenfattende under begrebet svamp.

De vigtigste vækstgivende faktorer er fugt, temperatur og naturligvis organisk næringsstof. Som væksthæmmende midler benyttes f.eks. trykimprægning med tjæreolie (klasse M) eller saltmidler (klasse

A), vacuumprægning med et oliegrundingsmiddel (klasse B) samt simple bestrygningsmidler (klasse C). Endvidere virker lys dræbende på de fleste svampes mycelium.

Sammenhæng mellem svampevækst og træødelæggelse er undersøgt af bl.a. Rypáček [2] og Cartwright & Findlay [4]. Træødelæggelsens omfang kan måles som vægttab hhv. styrketab. Et direkte mål for svampevækst er svært at få, men man plejer at måle en svampeskulturs radiale tilvækst. Svampevæksten må logisk og mere korrekt kunne sættes proportional med træets tab i tørvægt. Hvordan dette forhold sig til styrketabet kan ses på fig. 1 og 2 fra de to førnævnte kilder.

Figurerne viser forskellig sammenhæng. I det ene tilfælde er vægttabet dominerende i begyndelsen, i det andet tilfælde er styrketabet dominerende i begyndelsen. Men når angrebet er mere udviklet, forløber tabene nogenlunde proportionalt.

Med henblik på en teknisk fremstilling af svampefysiologiske forhold fremsættes hermed

hypotese 1:

Træ taber sin styrke med en hastighed som med tilnærmelse er proportional med svampens væksthastighed uanset svampens art.

Temperatur

Temperaturen som vækstfaktor er bl.a. undersøgt af Rypáček [2]. Fig. 3 viser den typiske afhængighed. Der findes en minimumtemperatur, hvor svampevæksten går i stå, en optimal temperatur, og en maksimumtemperatur hvor svampen dør.

og svamp i ældre bygninger



Tømmerkorkhat i vinduestræ



Hussvamp i trapperum.

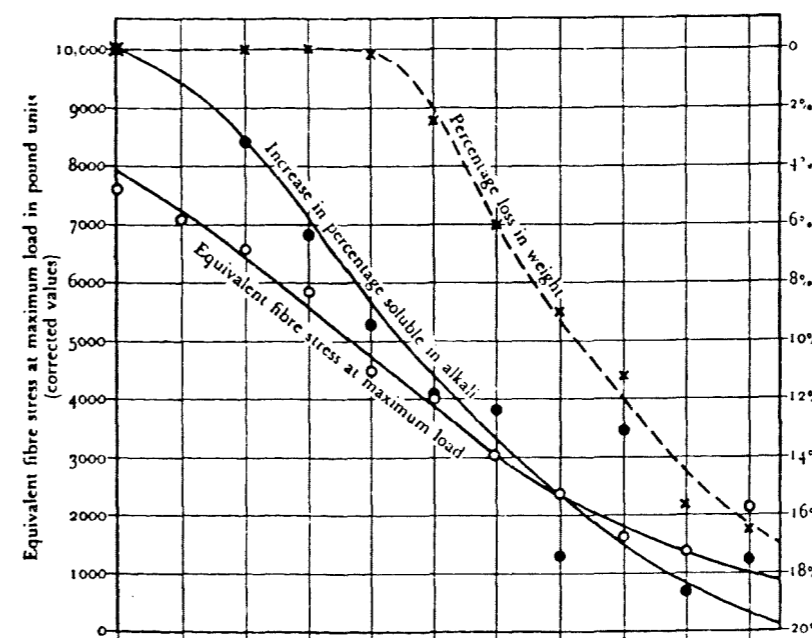


Fig. 2. Graph showing percentage reduction in bending stress. (Cartwright & Findlay 1958, Fig. 4.)

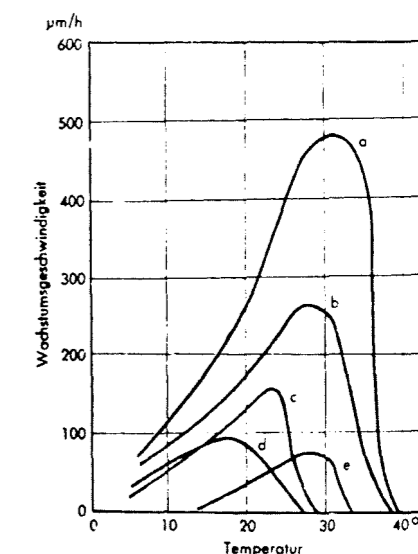


Fig. 3. Wachstumsgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen. (Rypáček 1966, Abb. 29)

Luffeudrigkeit (%)	Soll-Holzfeudrigk.	P. stipticus					P. caesius					L. abietinus				
		Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit	Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit	Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit
				in 16 Wo.	je Wo.				in 16 Wo.	je Wo.				in 27 Wo.	je Wo.	
1	2	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
100	31	128	5	41,1	2,6	+	95	5	54,8	3,4	+	127	5	54,0	2,0	+
98	27	44	4	24,1	1,5	+	41	4	27,8	1,7	+	40	3	24,9	0,9	+
96	24,5	32	2	11,0	0,7	+	32	1	10,4	0,7	+	30	1	12,4	0,5	+
93	22	25,5	0	6,1	0,4	(+)	25,5	0	4,1	0,3	—	24	0	5,7	0,2	+
85	18	18,5	0	1,0	0,1	—	19	0	1,7	0,1	—	19	0	0,3	0	—
76	14,5	14,5	0	1,5	0,1	—	14,5	0	1,2	0,1	—	15,5	0	0	0	—
57	10	11	0	2,0	0,1	—	11	0	0	0	—	12	0	0,9	0	—
43	7,5	9	0	0	0	—	9	0	0,4	0	—	9,5	0	0,7	0	—
18	4	7	0	0,5	0	—	6,5	0	0,8	0	—	8	0	2,0	0,1	—

1 + = statistische Sicheurung für P > 97 %; (+) = statistische Sicheurung für P < 95 > 90 %;

Fig. 4. Das Wachstum im Bereich niedriger Holzfeudrigkeit. (Ammer 1958, Tabelle 2)

L. sepiaria					C. puteana					St. sanguinol.					H. fasciculare				
Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit	Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit	Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit	Ist-Holzfeudr.	Mycel-Wachst.	Gewichts-verlust		1 stat. Sicheurheit
		in 27 Wo.	je Wo.				in 26 Wo.	je Wo.				in 23 Wo.	je Wo.				in 14 Wo.	je Wo.	
3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
88	4	43,7	1,6	+	80	5	37,4	1,4	+	42	—	9,1	0,4	+	35	—	7,0	0,5	+
38	3	18,0	0,7	+	38	3	27,8	1,1	+	30	—	0,7	0	—	28	—	1,2	0,1	—
31	1	9,5	0,4	+	36	1	17,7	0,7	+	28	—	1,0	0	—	26	—	0,2	0	—
24	0	5,7	0,2	+	24	0	7,2	0,3	+	25	—	0,4	0	—	24	—	1,9	0,1	—
18,5	0	3,0	0,1	—	19	0	2,4	0,1	—	20,5	—	0,8	0	—	19	—	0,5	0	—
15	0	1,5	0,1	—	15	0	1,5	0,1	—	16	—	0	0	—	16	—	1,0	0,1	—
11	0	1,1	0	—	11,5	0	1,5	0,1	—	13	—	0	0	—	11,5	—	0	0	—
9	0	0,8	0	—	9	0	1,7	0,1	—	10	—	0	0	—	9	—	1,2	0	—
6,5	0	0	0	—	7	0	1,6	0,1	—	7	—	0	0	—	6,5	—	0	0	—

— = keine statistische Sicheurung; T = 25 ° C

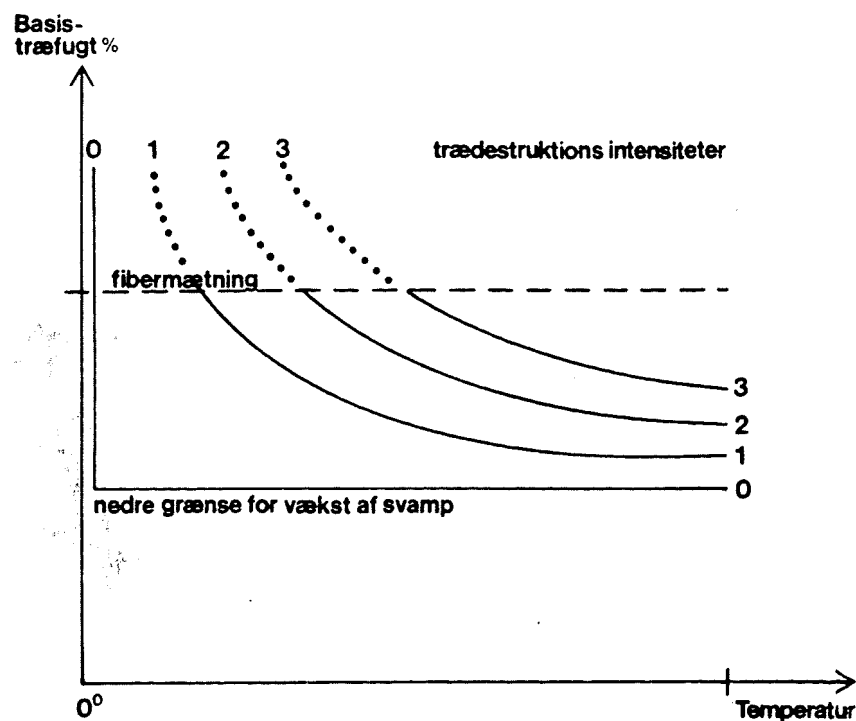


Fig. 5. Principdiagram for trødestruktionsintensiteter som funktion af basis trøefugt og temperatur.

Med henblik på en teknisk fremstilling af styrketab i træ som følge af svampevækst under konstante fugtforhold frem-sættes hermed

hypotese 2:
Ved angreb af svamp taber træ sin styrke med en hastighed som med tilnærmelse er proportional med temperaturen sålænge den er inden for området 0°-20° Celcius. D.v.s. *destruktionsintensitet = konstant × temperatur.*

Fugt

Fugt som vækstfaktor er noget mere vanskelig at tage i regning, fordi svampen som følge af sin destruktive virksomhed udskiller ekstra vand. Endvidere komplicerer det sagen, at der samtidig fordampes en del fugt, afhængigt af hvor kraftigt der er udluftet. Som udgangspunkt må vi derfor opstille følgende ligevægtsligning:

$$\text{basisfugt} + \text{destruktionsvand} \div \text{fordampning} = \text{faktisk fugt}$$

Basisfugt er den fugt træet har, hvis der ikke florerer noget svampeangreb. Den er forårsaget af den relative luftfugtighed (såkaldt ligevægtsfugt) eventuelt i forbindelse

med tilskud fra kondens, regnvand eller installationsvand på en eller anden måde.

Svamp kan ifølge Ammer [3] kun trives vedvarende, når den faktiske trøefugt er større end ca. 30 % (i forhold til træets tørvægt). Denne fugtprocent svarer til fibermætningspunktet. Man må logisk forvente, at denne grænseværdi for faktisk trøefugt har direkte sammenhæng med grænseværdien for basisfugt. I litteraturen findes angivet mange forskellige forskningsresultater vedrørende den nedre grænse for svampevækst. Det synes imidlertid rimeligt, at skære igennem og regne med 20 % basis-trøefugt som nedre grænse for nyinfektion af træ (spiring af svamposporer) og 15 % basis-trøefugt som nedre grænse for vækst af eksisterende mycelium, således som bl.a. angivet af Teknologisk Institut [1].

Ved højere basisfugt finder der altså svampevækst sted. Væksthastigheden må afhænge af, hvor hurtigt og hvor langt det frigjorte destruktionsvand kan opfugte det omgivende uinficerede træ til fibermætningspunktet. Det går stærkere, jo større basisfugten er - og derved nærmere ved fibermætningspunktet. Denne antagelse bekræftes af forsøgsresultater hos Ammer [3], se fig. 4.

Med henblik på en teknisk fremstilling af styrketab i træ som følge af svampevækst ved en given temperatur fremsættes hermed

hypotese 3:

Svampeinficeret træ taber sin styrke med en hastighed som med tilnærmelse er proportional med træets basisfugt, sålænge den er inden for områdets nedre vækstgrænse (ca. 15 % trøefugt) og fibermætningspunktet (ca. 30 % trøefugt). Det er forudsat at udluftningen på stedet er sparsom. D.v.s. *Destruktionshastighed = konstant × (basisfugt - grænsefugt).*

Diagram

Som en sammenfattende fremstilling af hvor hurtigt svampeinficeret træ ødelægges ved forskellig trøefugt og temperatur, kan man optegne et principdiagram for destruktionsintensiteter, se fig. 5. Da der er lineær afhængighed af temperatur og trøefugt er kurver for ens destruktionsintensitet hyperbelformede.

Før et sådant diagram kan anvendes i praksis, må der fremskaffes sammenhørende data for de indgåede parametre, men det er særdeles anvendeligt til registrering af erfaringer på området. Først

herigennem kan gyldigheden af de tre grundlæggende hypoteser bevises.

I næste nummer af BYGGEINDUSTRIEN bringes del 2: »Risikobedømmelse i praksis« jævnt omtalen i manchetten til denne artikel.

Litteratur:

1. Teknologisk Institut (minikursus): Råd og svampeskader i bygninger. Tåstrup 1980.
2. Rypátek, Vladimír: Biologi holzzerstörender Pilze. Institut für Physiologie und Anatomie der Pflanzen, Brno 1966.
3. Ammer, U.: Untersuchungen über das Wachstum von Rotstreifepilzen in Abhängigkeit von der Holzfeudrigkeit. Forstlichen Forschungsanstalt, München. Publiceret i Forstwissenschaftliches Centralblatt 1964, p. 360-391.
4. Cartwright, K. ST.G. & Findlay, W.P.K.: Decay of Timber and its Prevention. Forest Products Research Laboratory, London 1958.

Om vækstbestemmelser for råd og svamp i ældre bygninger

Del 2: Risikobedømmelse i praksis

af rådgivende civilingeniør Preben Nissen, eget firma.

I BYGGEINDUSTRIEN nr. 4 bragte vi artiklens del 1: »Teknisk fysiologi«, der sluttede med et af forfatteren fremstillet principdiagram for trædestruktionsintensiteter som funktion af temperatur og træfugt.

I dette nummer behandles de klimatiske forhold i ældre bygningers hulrum, karakteristiske svampevækstperioder, beregning af et svampeangrebs udbredelsesforløb, træbeskyttelsesmidler som væksthæmmende faktor, samt introduktion af begreberne sårbarhed og levetid. Endvidere diskuteres den samfundsmæssige betydning af at fremskaffe større viden på området med henblik på en mere nøgtern vurdering af risici. Spørgsmålet er hvor radikalt man skal fugtisolere en ældre ejendom, for at opnå rimelig sikkerhed mod forfald.

Et teknisk fysiologisk grundlag – som opstillet i artiklens del 1 – for at bestemme træ's destruktionsintensitet under givne fugt- og temperaturforhold, åbner mulighed for tilnærmede konsekvensberegninger vedrørende svampesporer i praksis.

I den senere tid har der været en del



Abb. 8. Hyphen aus einem jungen Myzelstrang von *Serpula lacrymans*. a normale, dünnwandige Hyphen - b sklerenchymatische Hyphen mit stark verdickten Zellwänden: Faserhyphen - c breite Hyphen mit aufgelösten Querwänden und spiralförmigen Wandverdickungen: Gefäßhyphen (Nach Rypáček 1944, Schánel del.)

Fig. 6. Svampemycelium stærkt forstørret.

eksempler på ældre bygninger, som efter brandsikring eller anden ombygning er blevet angrebet af svamp. Eksemplerne har haft en afskrækkende virkning og har medført en vis uha-indstilling og hjælpeløshed. De nuværende krav til fugtsikring er ofte økonomisk uoverkommelige at gennemføre i ældre ejendomme. Man må derfor imødesee en stigende interesse for, hvorledes risiko for svampeangreb kan bestemmes med større præcision.

Svampesporer og mycelium må forventes overalt

Vind og insekter spreder svampesporer, så de i praksis findes overalt. Endvidere har de fleste ældre bygninger været udsat for fugtuheld eller fugtsløseri på et eller andet tidspunkt, hvilket har efterladt svampemycelium i dvale (fig. 6), men parat til at blomstre op igen, hvis lejlighed byder sig.

Nye fugtuheld hhv. fugtsløseri kan næppe heller forhindres. En lokal fugtpåvirkning samt tilstedeværelsen af mycelium bør derfor altid være forudsat ved planlægning af en ældre ejendoms almenne fugtsikring. Følgelig fremsættes postulat a:

Fugtsikring af en ældre ejendom bør tilgodesee, at konstruktionstræ kan være inficeret med svampemycelium.

Svampevækst afhænger af årstiden – der er karakteristiske vækstperioder

Når man skal vurdere risiko for svampeangreb, herunder foretage fugt- og temperaturmålinger, må man først vide, i hvilke måneder vækstbetingelserne er størst. På

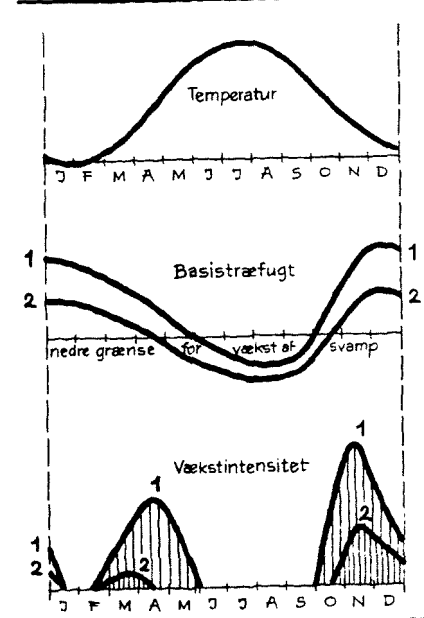


Fig. 7. Svampevækst i to forskellige trækonstruktioners hulrum.

figur 7 er vist fugt- og temperatursvingninger i to forskellige tagkonstruktioners hulrum, samt tilsvarende vækstintensiteter beregnet efter diagrammet figur 5 (artiklens del 1 i BYGGEINDUSTRIEN nr. 4). Man ser, at oktober og marts/april er de måneder, hvor vækstbetingelserne er mest kritiske eller karakteristiske om man vil. Noget tilsvarende gælder klimaskærmens øvrige hulrum: Skunkrum, hulrum i murværk, krybekældre etc.

Endvidere ser man, hvor stærkt den årlige svampevækst og dermed trædestruktion kan nedbringes gennem en mindre reduktion af træfugten.

Da træfugten jo skifter med vejret, ganske vist med en betydelig træghed, bør man foretage sine fugtmålinger i vinterperioden, men kun efter en uge med typisk dårligt, dvs. fugtigt vejr. Temperaturmålinger bør derimod korrigeres, så de svarer til de karakteristiske vækstperioder i før omtalte måneder, hvor vejret er lidt lunere.

Konklusionen af disse overvejelser er følgende postulat b:

Vækstperioder og årlig tilvækst af ødelæggende træsvampe i klimaskærmens hulrum bedømmes ud fra kendskab til de karakteristiske fugt- og temperaturforhold i kritiske perioder samt kendskab til de typiske årsvingninger.

Forløbet af et svampeangreb vil kunne forudberegnes

Står man for eksempel med en ældre ejendom, som skal renoveres (brandsikres, isoleres og tættes etc.), eller med en svampeskadet ejendom som skal udbedres, må man nødvendigvis bedømme risikoen for et fremtidigt svampeangreb.

Som før postuleret må man tage udgangspunkt i et tænkt fugtuheld eller fugtsløseri. Det kan stamme fra skjulte utætte installationer, tærede tagrender, ødelagte tagnedløb, manglende fugtisolering etc.

Opgaven vil da være at bedømme sårbarheden af en given bygningsdel. Først inspiceres træet for spor af eventuelle tidligere eller igangværende angreb af råd og svamp, og man undersøger beskaffenheden af fugtisolering og synlige fugtkilder. Herefter måles karakteristisk træfugt og temperatur på strategisk vigtige steder, og man beregner den årlige trædestruktion i tilfælde af svampeangreb.

Bygningsdelens sårbarhed afhænger af, hvor meget konstruktionen vil kunne ødelægges, før et svampeangreb opdages og standses. Man må derfor skelne imellem en bygning i normal brug og en bygning som holdes under rutinemæssigt opsyn.

Eksempelvis kan man bedømme om et

tænkt lokalt angreb af hussvamp vil have kraft og næring til at brede sig gennem murværk og videre til tagkonstruktionen. I beregningen indgår transport af vand gennem hussvampens flere millimeter tykke strenge. Endvidere må man skønne fordampning af vand undervejs, alt efter hvor vel udluftet de berørte bygningsdele er. I den forbindelse må man først og fremmest beregne temperatur og fugtforhold i bygningens hulrum, såvel de eksisterende, som de nyskabte.

Ovenstående betragtninger kan formuleres i følgende postulat c:

En bygningsdels sårbarhed over for svampeangreb kan defineres som den ødelæggelse, der kan forvoldes, før et tænkt svampeangreb vil kunne opdages – henholdsvis direkte under daglig brug eller som følge af rutinemæssig inspektion. Den tid der medgår kan benævnes bygningsdelens levetid.

Træbeskyttelsesmidler virker i princippet hæmmende på svampevækst og dermed trædestruktionsintensitet.

Det er min opfattelse, at træimpregneringsmidler m.v. skal betragtes som hæmmende – og altså ikke nødvendigvis dræbende – på svampevækst.

I ældre ejendomme er der sjældent anvendt træimpregneringsmidler. Er dette alligevel tilfældet, må det være konsekvent

at tage dem i regning ved at nedsætte trædestruktionsintensiteten, jævnfør artiklens del 1, figur 5.

På figur 8 er vist en oversigt over impregnering af træ, som anført af Teknologisk Institut [1], se litteraturoversigten i artiklens del 1, BYGGEINDUSTRIEN nr. 4. Her er beskrevet anvendelsesområder for træimpregnering klasse M, A og B. Med henblik på en teknisk fysiologisk fremstilling fremsættes hermed

postulat d:

Træimpregnering klasse M, A, B og C kan tolkes som forskellige kategorier af væksthæmmende midler, egnet til at opheve virkningen af forskellige grader væksthæmmende klimaforhold, dvs. trædestruktionsintensitet.

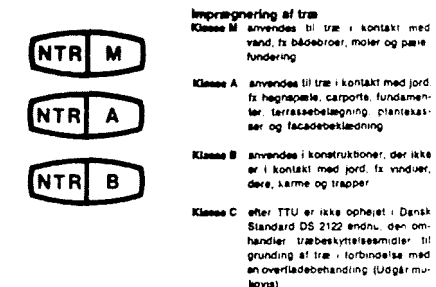


Fig. 8. Oversigt over impregnering af træ. (Teknologisk Institut 1980).

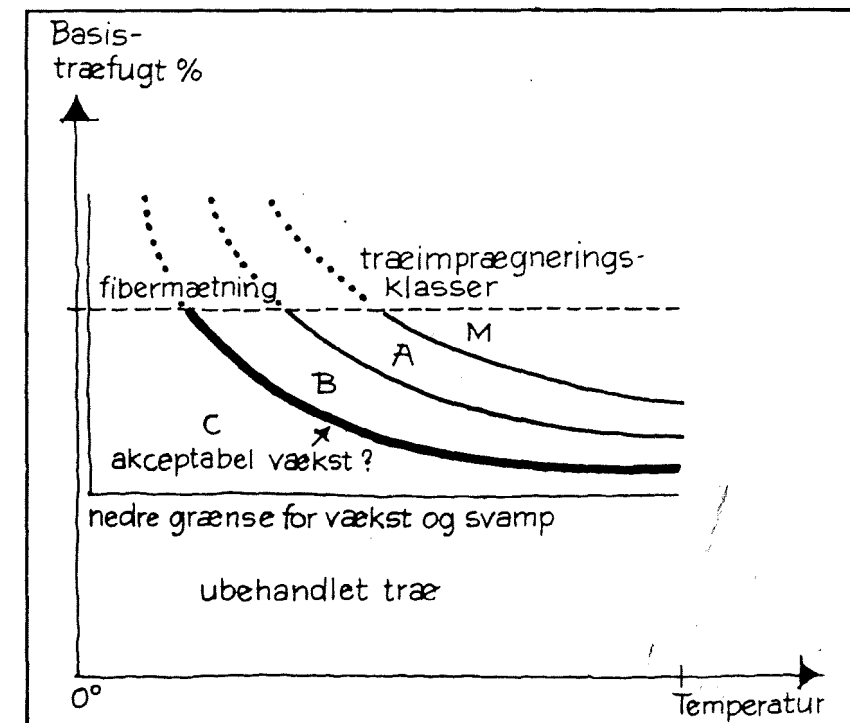


Fig. 9. Forslag til diagram over træbeskyttelsesklasser som funktion af karakteristisk træfugt og temperatur.

Tekst, se næste side

Facaderenovering i Brøndby Strand

Artiklen behandler facadeproblemer i Brøndby Strand, ikke fordi de i denne bebyggelse er større end mange andre steder, eller fordi der ikke findes tilsvarende skader i andre byggerier, men fordi boligskaberne valgte at søge tilbunds i problemerne, da de opdagedes — dermed har sagen en større interesse.

Hertil kommer, at boligskaberne har fundet det ønskeligt, at andre blev delagtiggjort i undersøgelser og det efterfølgende udbedringsarbejde.

Brøndby Strand, der med ca. 3.000 lejligheder svarer til en mindre provinsby, er i modsætning til en sådan blevet til på meget kort tid og med anvendelse af den byggeskik og viden, der prægede perioden sidst i tresserne.

Der vil være erfaringer fra dette store renoverings- og vedligeholdelsesprojekt, der har interesse for andre bygherrer, idet vinduespartierne i Danmark — som i en række andre lande — udgør meget sårbare byggekomponenter i erhvervsbygninger, etageejendomme og villaer. Dette ses bl.a. af forsikringssekskabernes skadesudbetalinger.

Store overskrifter i efteråret 1978: »Vinduerne i Brøndby Strand-bebyggelsen er angrebet af svamp«.

Forud for pressens sensationsprægede oplysning havde Københavns Almindelige Boligselskab, som bebyggelsens administrator, ved det første tegn på problemet ladet foretage en forundersøgelse, hvor artiklens forfatter koordinerede en engageret indsats fra en række rådgivere fra Danmarks Tekniske Højskole, Chalmers Tekniske Højskole, Norsk Byggeforskningsinstitut, Statens Byggeforskningsinstitut og Teknologisk Institut. Senere etableredes i øvrigt et nært samarbejde med »Fönstergruppen« under Byggeforskningen i Sverige, som arbejdede med tilsvarende problemer.

Det positive samarbejde, der fra starten blev etableret med forskningsinstitutionerne i Danmark og vore nabolande, er fortsat til gavn også i de seneste udviklingsfaser, blandt andet er »Fönstergruppen« interesseret i erfaringerne fra det målrettede udviklingsarbejde med totalinddækningen, som omtales senere. Det samme gælder resultaterne fra de målinger af træfugtigheder, der løbende foretages i afdækkede og oprindelige vinduespartier.

Formålet med forundersøgelsen var blandt andet at:

- få et første skøn over skadernes art, omfang og årsager
- få skitseret hvilke udbedringer, der måtte påregnes
- få et overblik over udgifterne
- få et grundlag for vurdering af ansvarsspørgsmålet.

Hvori består problemerne?

Problemerne kan kort henføres til en uheldig konstruktion af indadgående vinduer og altandøre.

Ved denne type af vinduer, der tillader ubesværet vinduespudsning, er — til forskel fra »gammeldags« udadgående vinduer — en langt større del af karmtræet udsat for klimatiske påvirkninger, hvor nedbør udgør den primære belastning, men hvor også vekslende udtørninger og opfugtninger samt sol- og UV-påvirkninger nedbryder malingslaget og fremmer revnedannelsen i træet, se fig. 1.

Der stilles således større krav til konstruktionens evne til at bortlede regnvand. Ikke desto mindre er de opadvendende flader, glaslisterne inklusive, næsten vandret-

af civilingeniør K. Prebensen, Cowiconsult, Rådgivende Ingeniører, AS

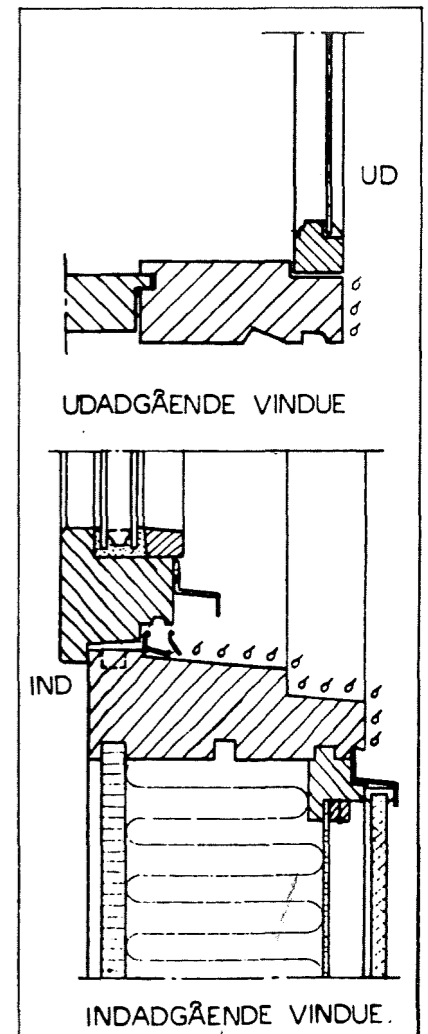


Fig. 1. Regnvirkningen er mere kritisk for indadgående vinduer end for de »gammeldags« udadgående.

Diagram

Som en sammenfattende fremstilling af sammenhørende klimaforhold og træimprægneringsklasser kan man optegne hostående principdiagram fig. 9, som har direkte tilknytning til diagrammet over trædestruktionsintensiteter fig. 5 i artiklens del 1.

Såfremt der kan skaffes mere viden tilveje, vil man i samme diagram kunne indtegne grænsekurver for vækst af forskellige svampearter. Til praktisk brug har man dog kun interesse for en enkelt grænsekurve for acceptabel vækst, som omfatter alle trædelæggende svampe. Begrebet »acceptabel vækst« bør dog nok tage hensyn til, om konstruktionen består af svære eller spinkle træprofiler.

En velfunderet risikobedømmelse i praksis åbner mulighed for bevaring af langt flere ældre bygninger end ellers

Efter et groft skøn er der titusinder af ældre bygninger i Danmark, hvis ejere midlertidigt har opgivet tanken om at gennemføre bygningsrenovering. En af årsagerne hertil er frygten for, at fugtproblemer kan vise sig for overvældende eller

kostbare at løse. Dette er jo desværre tilfældet, hvis man stiller samme krav som til nybyggeri.

Med vor nuværende sparsomme viden om faktiske vækstbetingelser for råd og svamp, er det næppe muligt at mindske kravene lige nu. Derfor er der mange, som vil se deres interesse i mere konkret viden på området. Bygningsejere vil få forøgede anvendelsesmuligheder for deres ældre ejendomme, forsikringssekskaber vil mindske deres risiko, og samfundet som sådan vil være et skridt nærmere realisering af planerne om boligforbedring og byfornyelse på en økonomisk forsvarlig måde.

Såfremt vi skal have et ombygningsreglement, vil der være en nærliggende mulighed for at modificere kravene til fugtisolering, så de afpasses nøjere efter risikoforhold på stedet. Når en ældre ejendoms tilstand skal registreres forud for en påtænkt renovation, bør man med baggrund i et ombygningsreglement kunne fastslå en rimelig sikkerhed for holdbarheden af de foreslåede løsninger. Det kræver systematik, viden og grundighed.

Et andet, men tilsvarende forhold bør nævnes i denne sammenhæng: Proble-

merne omkring renovering af flade tage. Det er her overordentlig nødvendigt at kunne bedømme risikoen for råd og svamp med rimelig nøjagtighed. Manglende viden betyder unødigt kostbare afhjælpningsforanstaltninger.

De opstillede hypoteser og postulater i denne artikel, del 1 og del 2, er baseret på egne erfaringer og fugtmålinger i indendørs og udendørs træ i forbindelse med en række sager om fugtskader.

En praktisk måde at erhverve større viden om fugtsikring kunne være at opstille beregningsmodeller og derefter gennemprøve deres gyldighed ved efterberegning af svampeskadede bygninger. En sådan empirisk fremgangsmåde bør dog sammenholdes med diverse laboratorieforsøg under videnskabelig kontrol.

Måske vil en udvikling af fugtsikringsteknik kunne forløbe på tilsvarende måde som vi har oplevet med brandsikringsteknik. Der er ganske mange lighedspunkter, når man gennemtænker den systematiske behandling af emnet.

Det skal blive interessant, om vi får at høre andres erfaringer og meninger herom.

ser misfarvningen af skimmelsvampe, eller lugten fra dem bliver uudholdelig.

En væsentlig del af fugten her kommer fra køkken og bad, hvor der nu ikke mere er trækruder eller nogen form for ventilation. I en af lejlighederne er man vant til at bruge vaskemaskine i køkkenet og tørre tøjet i badeværelset. Og da vanddamp er usynlig, kan beboerne ikke forstå, at der her er en vægtig kilde til at få ødelagt deres lejlighed. Og i øvrigt er det jo også tidligere gået godt, da de gamle vinduer var dér.

Mange ødelagte ejendomme

Desværre er ejendommen kun et enkelt eksempel af mange tilsvarende, vi bliver kaldt ud til, siger Bech-Andersen. Og det er synd for beboerne, der har investeret i den bedste tro og så er blevet Sorteper. Det kan ikke pointeres nok, at det formodentlig ikke er alle boliger, der umiddelbart bør tæmes. Under alle omstændigheder skal fugtgenerne standes inden tætningen, og der skal etableres muligheder for, at vanddamp fjernes ved kilden — køkken og bad må ikke være uden ventilation.

De konsulenter, der påtager sig rådgivningen overfor beboerne, må også oplæres til at vide bedre. Hvis et hus er i »balance«, kan det være uheldsvangert med en indgriben, der ikke tilgodeser, at denne balance opretholdes.

INGENIØREN nr. 24, 1981

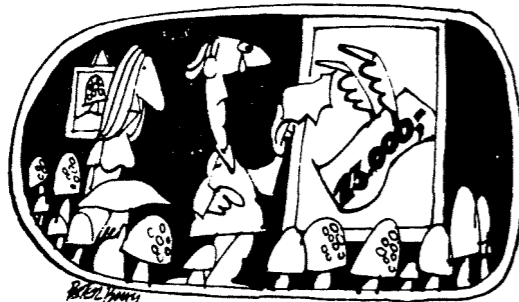
Nye vinduer gav ikke andet end skimmelsvampe

Familierne i en andelsejendom i København har ikke fået stort andet end en mængde skimmelsvampe ud af at ofre 23.000 kroner kontant på at få skiftet deres gamle vinduer med forsatsrudder ud med termoruder.

Ejendommen er fra 1939, og lejlighederne er på 78 m². For godt to år siden blev vinduerne udskiftet. Ideen var selvfølgelig dels at spare varme-kroner, dels at opnå en æstetisk gevinst. Men energi har man ikke sparet, og de nye vinduesrammer er i dag misfarvede af skimmelsvampe.

Garderoben ødelagt

Der forestår store renoveringsarbejder, da skimmelsvampe også har angrebet lejlighedernes ydervægge, gulve, tæpper, vandrer, paneler og skabe, så alt tøj er ødelagt af skimmellugt. Tapeter skaller af, bagbeklædninger på reoler falder af, og køkkenskabe er fulde af skimmelsvampe. De nye vinduesrammer kan i øv-

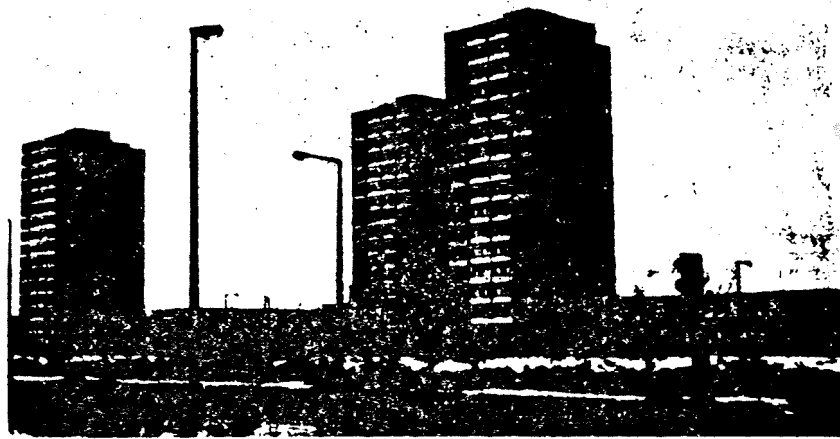


rigt ofte ikke åbnes eller lukkes, da de er svuldede af vand. Om vinteren fryser de til, oplyses det.

Familierne har ikke været udsat for tilsvarende problemer, før vinduerne blev udskiftet. De gamle vinduer var kittede, forsynet med træk- og forsatsrudder, og rammerne var sat i med en porøs mørtelfuge. De nye termoruder er sat i med en tæt fugemasse, og der kan kun ventileres ved at åbne dem.

Den usynlige vanddamp

— Luftskiftet er hermed blevet nedsat betydeligt, og den relative fugtighed i lejlighederne er steget, siger mikrobiolog J. Bech-Andersen, Teknologisk Institut. De kolde flader — især ydervægge, det indre i skabe, vægge dækket af møbler, samt hvor der i øvrigt er kuldebroer — belægges i første omgang med en usynlig dugdannelse, indtil man



16-etages højhuse, 2-etages rækkehuse og 4-etages levhuse i Brøndby Strand.

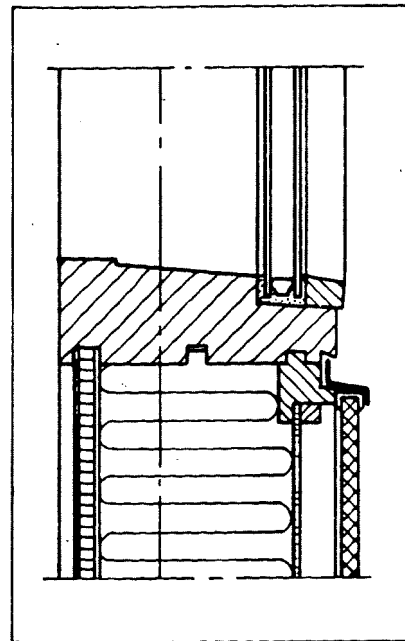


Fig. 3. Lodret snit i facade ved fast vindue.

te. Det ses også på mange af de vinduer, der leveres i dag. Karmtræets samlinger, hvor lodpostene er tappet sammen i underkarmen, er sårbare områder, idet regnvand, der ikke straks ledes ud over karmens yderkant, vil finde vej ind i fugen mellem det vandrette og det lodrette element.

Det er derfor typisk for skadesbilledet, at svampeangrebene er startet i den nederste del af lodposten, samt i underkarmen. Karmtræets samlinger er ikke videre »stramt« udført, og limen er ikke en udfyldende og vandfast lim. Ved blot små bevægelser af lodpost og bundkarm hidrørende fra fugtændringer i træet eller nedbøjninger af dækelementerne, — karmtræet indgår som en del af facadeelementets afstivning, — skabes åbninger, gennem hvilke vandet finder adgang til karmtræets endetræ, hvor det opsuges eller løber gennem samlingerne ned i brystningen under vinduet.

Trykimprægning?

I Brøndby Strand er en del af vindues-træet trykimprægneret, men to forhold medfører, at træet alligevel angribes af svamp: dels er træet forarbejdet efter imprægneringen, dels er imprægneringen mangelfuldt udført, store dele af splinten er uimprægneret, fig. 2.

En påforingsliste på siden af lodposten er ikke trykimprægneret.

Måtte enkelte være i tvivl, så kan svampeangrebene i Brøndby Strand vel overbevise dem: trykimprægneret træ, der høvles, fræses og saves, er i mange tilfælde dårligere sikret mod svampeangreb end uimprægneret træ, idet revnedannelsen fremmes.

Svampen, der har angrebet træværket i

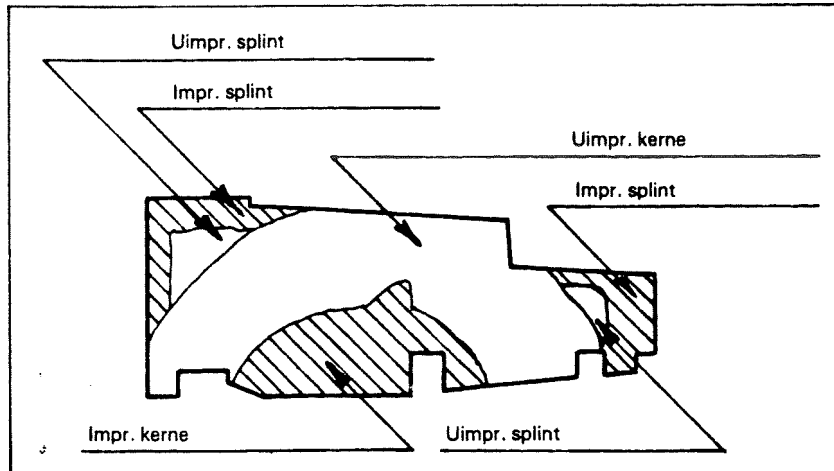


Fig. 2. Snit i underkarm, der med hvidt viser de uimprægnerede trædele.

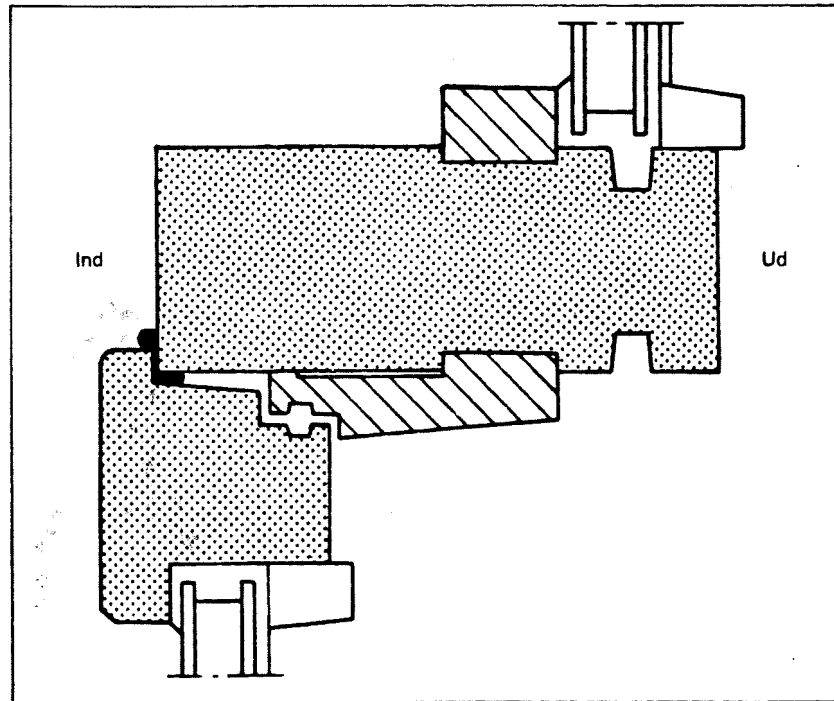


Fig. 4. Påforingsliste, vandret snit.

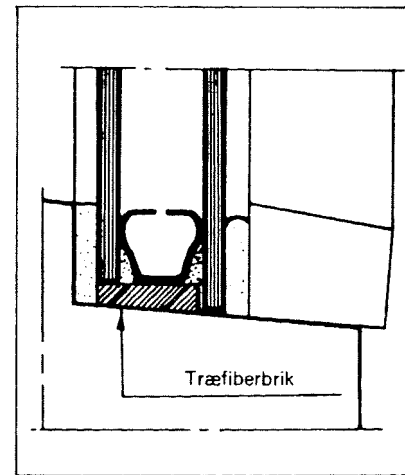


Fig. 5. Opklodsning af termorude ved fast vindue. Forreste glas skrider ned.



Fig. 4. Svampeangreb i gående vinduer set udefra. Udrammen er helt ødelagt.



Fig. 7. Eksempler på bevoksning ind i brystnings-elementerne. Isoleringen er flyttet af planterne.

vinduespartierne, er Tømmerkorkhat (lenxites trabea) viser undersøgelser foretaget af Træteknik, Teknologisk Institut, som i øvrigt oplyser, at mens man er sørgeligt bekendt med de beskrevne problemer, er der endnu aldrig konstateret svampeangreb i vakuumimprægnerede facadepartier.

Drænliste — Alu-rende

Under det gående vindue er placeret en aluminiumsrende, hvis formål er at lede det vand, der måtte finde vej ned i renden, ud på passende steder på bundkarmen, for at undgå, at vandet af vindtrykket presses længere ind mod vinduesrammen. Den anvendte rende er uhensigtsmæssigt konstrueret. De åbninger, der skal lede vandet ud på bundkarmens skrå »afløb«, er placeret over bunden, og renden er åben i begge

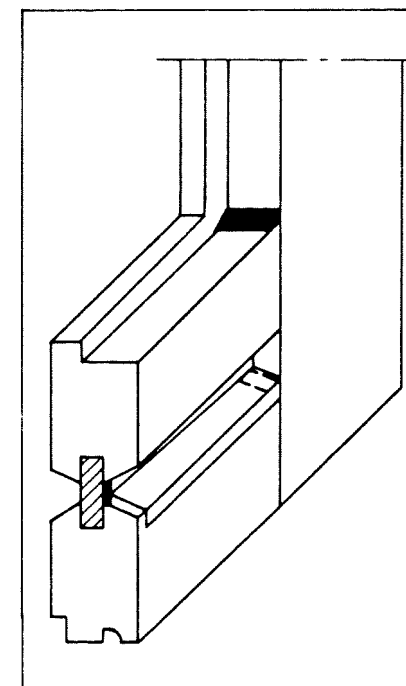


Fig. 8. Altandør. Tegningen viser, hvorledes der nu fuges ved hjørnerne og anbringes en vandnæse.

ender, således at det vand, der opsamles i renden, ledes ud til samlingen mellem bundkarm og lodpost, se fig. 1.

Vandnæse

En lille, men ganske interessant detalje ses på fig. 3. Da slagregn på en bygnings øverste etager er i stand til at »regne opad«, se artiklen »Slagregn på facader«, Byggeindustrien nr. 1, 1980, er den udførte vandnæse og z-alu-liste ikke tilstrækkelig til at lede regnvandet bort fra facaden. Allerede det første forsøg med et facadeelement i Statens Byggeforskningsinstituts regnmaskine viste, at der har været et risiko-område. Denne observation blev sørgeligt

bekræftet ved de videre undersøgelser i bebyggelsen: der var mange svampeangreb bag z-listen.

Påforingslister

Ved de oplukkelige vinduer er anslaget på tre sider udformet som en påforingsliste, fig. 4., der er limet med en vandfast, men ikke kogefast, hvid PVAC-lim, og stiftet fast til lodpost og overkarm.

Påforingslisterne er i mange tilfælde revnet og slået fra lodposten med utæthed som resultat. En del af de lodrette lister er desuden svampeangrebne.

I forbindelse med udskiftning af påforingslister er der i mange tilfælde observeret utilstrækkelig limning.

Opklodsning af termoruder

Under arbejdet blev det konstateret, at opklodsning af termoruder er foretaget med bølgebrikker og med ikke-vandfaste hårde træfiberbrikker. Både styre- og bærekoldser er så smalle, at de ikke understøtter det udvendige glas, hvorved det i nogle tilfælde er skredet i forhold til det inderste glas og nu hviler på glasfalsen, fig. 5. Antal og placering af styre- og bærekoldser varierer stærkt.

Kun i enkelte tilfælde er ruderne udtaget for ommontering. For altandørene, hvor glassets stivhed — under forudsætning af korrekt montering — skal sikre dørens retvinklethed, er ommontering dog foretaget i stor udstrækning.

Vinduesrammen

Selve vinduesrammen udviser flere af de fejl, som blev begået for 10-15 år siden, og som trods information fra bl.a. Teknologisk Institut og glasleverandørerne ses på vinduer leveret til dagens byggeri: — bundfalsen er næsten vandret — øverste glasliste stikker ud foran rammen og fanger dermed regnvandet

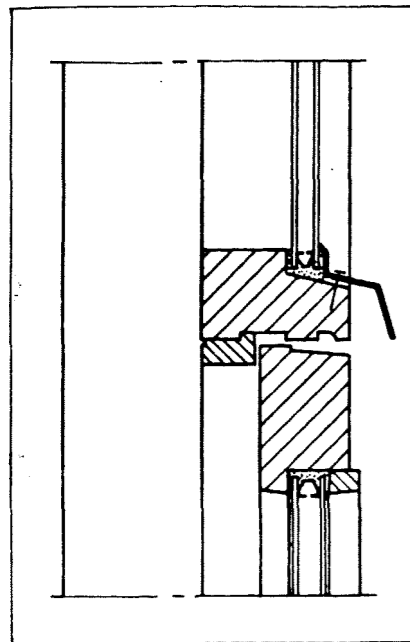


Fig. 9. Kombineret glasliste og vandnæse over altandør.

- bundglaslisterne har et for lille frem-spring i forhold til rammen
- glaslisternes hældning er for ringe til effektiv bortledning af vand
- dræn- og udluftningsåbningerne i bundglaslisten er for små.

Endelig skal det nævnes, at hængslerne er for svage.

Bevoksning

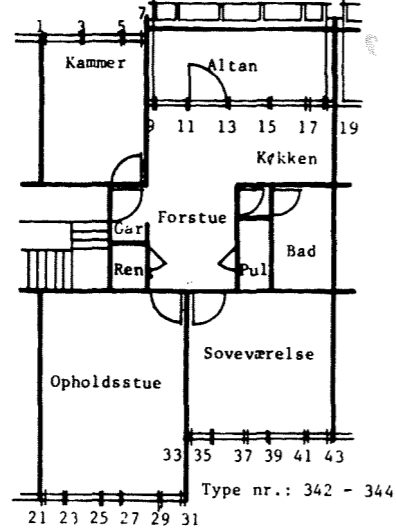
Facadebevoksningen har bredt sig ukontrolleret. Vinstokkene har kilet sig fast mellem de bærende betonkonstruktioner og facadepartiernes trærammer. Dette umuliggør den nødvendige malerbehandling af træværket, men det kan heller ikke udelukkes, at vinstokkene ved deres fortsatte vækst vil kunne presse facadetræværket så meget ind, at facaden beskadiges.

Udløbere fra vinstokkene har fundet vej ind bag eternitfacaderne, hvor de er fortsat med at vokse. Ved fjernelse af eternitpladerne på et facadeelement kunne det konstateres, at udløberne havde viklet sig ind i isoleringen. Fig. 7.

Altandøre

Der er konstateret svampeangreb i altandørenes bundstykker (sparkestykker). Opskæring af disse viser, at samlingen mellem de to trædele, som tilsammen udgør sparkestykket, er udført med løs fjer med det resultat, at regnvand vil finde vej til den nedadvendende not i samlingen, se fig. 8. Regnvand trænger også ind bag bundglaslisten, og da udluftnings- og afløbsmulighederne fra glasfalsen er for ringe, tvinges vandet ud til samlingen mellem bundstykket og de lodrette rammestykker og derfra ned i samlingen ved bundstykket. Desuden

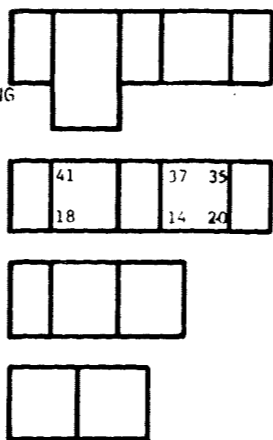
BRØNDBY STRAND
BLOK: 431 TYBJERGPARKEN
DATO: 78.09.28



FACADER
NF: 69
FORETAGET AF: ASH

PILODYN-
REGISTRERING

TILSTANDSREGISTRERING
SAL: 3 SIDE: TH



- KARAKTER: 1 - 3
1. FEJLFRI
2. REPARATION
3. UDSKIFTES

TILSTAND

	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	
Vinduer - rammer	7	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	
Vind-Lodp./karm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Vind-Påforingsl.																														
Altandør																														
Altandør - karm																														
Altanhåndliste	1																													
Altanoverligger	3																													

BEMÆRKNINGER

Spor efter vand på gulv	37	39																												
Brunfarvning af beton	29																													
Lodpost vredet																														
Type af fugebånd; gummiprofil/ elastopad																														
Påforingsliste revnet	23																													
Udv. eternitplade fastsæt.	35	41																												
Termorude punkteret	13	14																												

Fig. 10. Registreringsskema. Udfyldes forud for arbejdets igangsætning.

trænger vand ind i samlingen ved vindpavirkning.

For at hindre vandindtrængen fremover topforsegles udvendigt, og der placeres en alu-z-liste i falsen. Listen fastskrues mod en dobbeltklæbende asfaltstrimmel og lægges i fugemasse ved enderne af listerne.

Over altandøren placeres en alu-vandnæse, der samtidig er bundglasliste i vinduet over døren. Oversiden af altandørsrammer drænkes, dvs. at endetræet mættes med maling, for at undgå fortsat nedbrydning, se fig. 9.

Skadesregistrering

Den systematiske registrering af skader bliver foretaget umiddelbart før håndværkerne starter på udbedringsarbejdet og danner grundlag for den instruks, der gives om arbejdets omfang.

På fig. 10 gives et eksempel på et registreringsskema, som benyttes i den første periode.

Metoder til udbedring

Efter forundersøgelser og skadesregistrering startede den vanskelige fase med

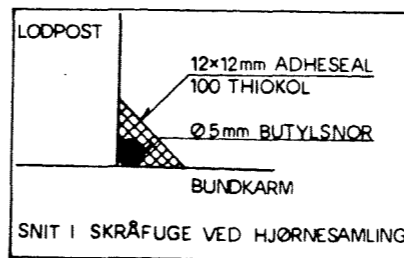


Fig. 11. Snit i skråfuge ved hjørnesamling.

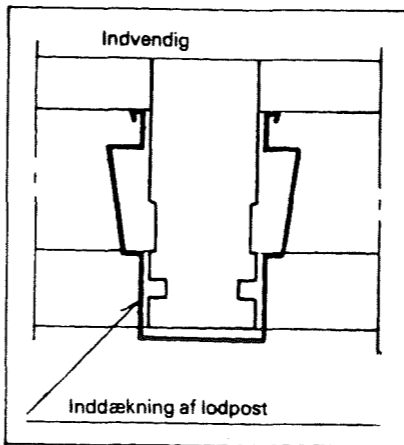


Fig. 12. Vandret snit i lodpost.

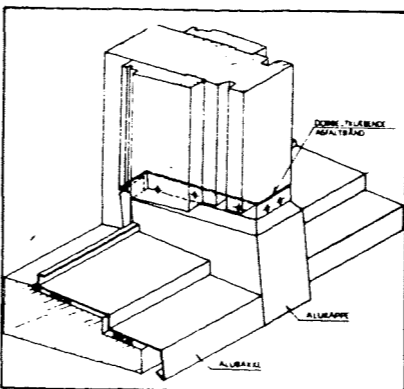


Fig. 13. Alu-afdækning af løsholt og nederste del af lodpost.

at udarbejde et udbedringsforslag, der var teknisk og økonomisk optimalt for de ca. 40.000 vinduer.

Skråfuger ved hjørnesamlingerne, var en nærliggende idé, som alle kompetente parter dog advarede imod. Besigtigelse af byggerier, hvor denne løsning var valgt, bekræfter, at der efter kort tid er tale om svigtende vedhæftning mellem træ og fugemateriale - 10 eller 20 års garanti har kun en praktisk betydning, hvis den udover materialet også gælder vedhæftningen.

For at intet skulle være uforsøgt, udførtes skråfuger på primede overflader med de fuge størrelser, som fugerådgivere anbefaler, fig. 11, og arbejdet blev udført af fugekonsulenter under ideelle forhold. Løsningen kunne ikke anbefales af bygherrens rådgivergruppe, idet vedhæftningen selv

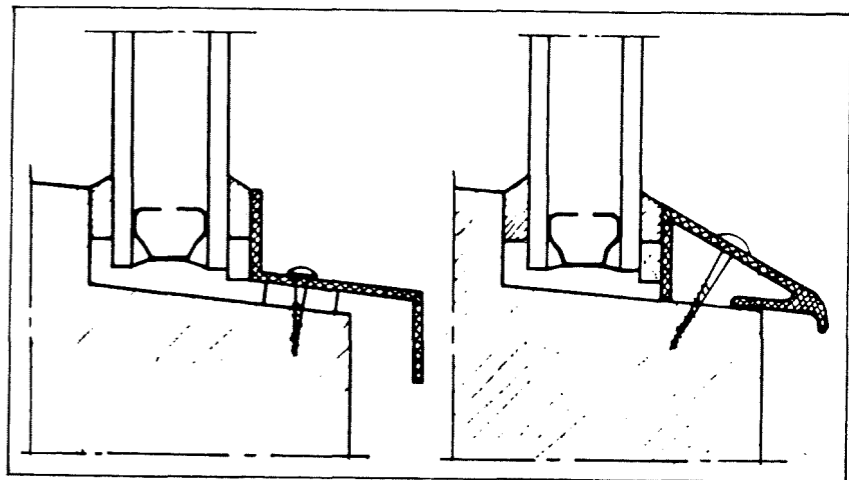


Fig. 14. Eksempler på alu-glaslister. a. Alu-glaslisten, der anvendes i Brøndby Strand. b. utilladelig placering af alu-glasliste kan medføre svampeangreb.

under disse omstændigheder ikke var tilfredsstillende.

Det giver også stof til eftertanke, at de tekniske rådgivere for de to forsikringselskaber, der har forsikret en del af Brøndby Strand-bebyggelsen, afviser denne metode som en realistisk løsning.

Såfremt en fysisk beskyttelse af den ovennævnte fuge blev udført, ville sikkerheden forbedres væsentligt. Et hjørnebeslag blev udført, beskyttelsen af fugen mod de hårdeste klimatiske påvirkninger var hermed rimeligt tilgodeset. Det viste sig dog, at udgifterne til afdækning af hele bundkarmen, herunder også samlingen mellem bundkarm og lodpost var af samme størrelsesorden som udgifterne til udførelse af det ovenfor beskrevne forslag, og dermed var bundkarmens revner og ridser også beskyttet.

Plasticrammer og -karme

Udskiftning af vinduerne med plastvinduer blev også overvejet, men økonomien ved denne løsning var ikke tilstrækkelig overbevisende til, at den valgtes. Dels var anlægsudgiften dobbelt så høj, dels viste en beregning, hvori vedligeholdelsen over en periode på 40 år indgik, ligeledes et ufordelagtigt resultat. Ved tilbageføring af udgifterne, herunder naturligvis også renteudgifter og inflation, viste renoveringsløsningen med afdækning af bundkarme sig stadig at være ca. 35% fordelagtigere end løsningen med plastvinduer.

Første tanker om totalinddækning

Rådgivergruppen indstillede til boligselskaberne at lade udføre en afdækning af hele bundkarmen, primært for at hindre, at vand fortsat får adgang til de sårbare hjørnesamlinger ved bundkarmen.

I disse overvejelser spillede også hensynet til vedligeholdelsesudgifterne ind.

Ved at undgå vandrette, malede træoverflader kunne vedligeholdelsesfrekvensen nedsættes betydeligt, hvilket betyder meget i et

byggeri, hvor stilladsudgiften ligger på samme niveau som udgiften til det egentlige malerarbejde. En økonomisk beregning viser, at udgiften til denne afdækning allerede ved den næste malerbehandling er indtjent.

Allerede på dette tidspunkt vurderedes andre metoder til renoveringen. En model i fuld skala til en totalinddækning i bukket aluminium blev udført for at muliggøre en bedømmelse af de æstetiske, tekniske og økonomiske konsekvenser af denne løsning, se fig. 12.

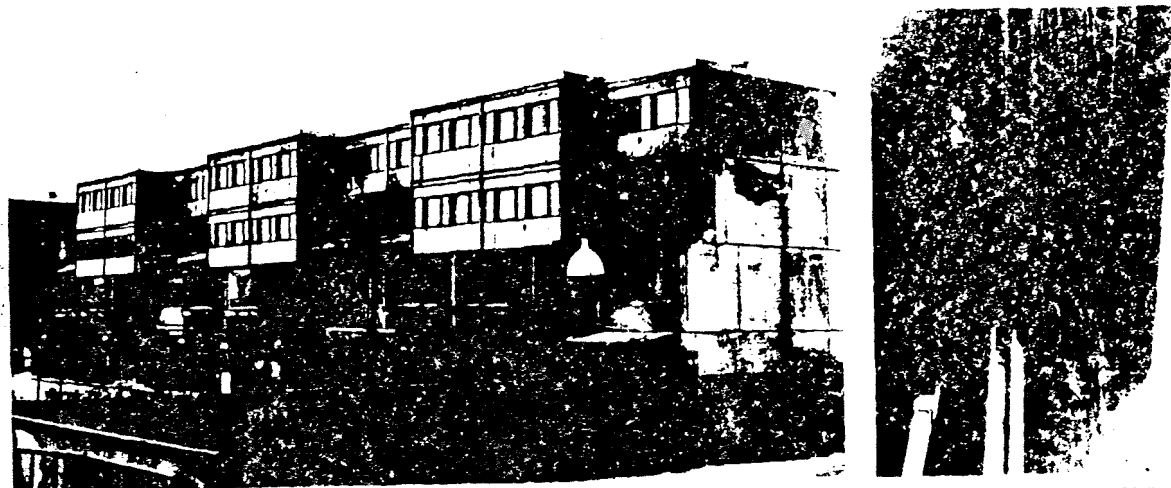
Senere skulle dette arbejde få betydning, idet boligselskaberne har valgt at gå ind for totalinddækningen for de resterende blokke, men i en mere spændende udførelse end den ingeniørløsning, som udgjorde det første forslag.

I perioden oktober 1978 til oktober 1979 udførtes to forsøgsafsnit på grundlag af løsningen med afdækning af bundkarme, som er vist på fig. 13. Som det hører et forsøg til, blev materialekombinationer afprøvet, og detaljer ændret.

Arbejdet på godt 300 lejligheder omfattede udskiftning af træbundglaslister med alu-glaslister, der er vedligeholdelsesfrie og er udformet således, at dræning af glasfalsen forbedres. Der topforsegledes langs alle fire sider indvendigt og på de lodrette sider samt ved bundglaslisten udvendigt.

På fig. 14 a ses et snit i underste ramme. Bemærk at aluglaslisten tillader en god ventilation under termoruden. Som et særligt kuriosum vises på fig. 14 b en anden model af en alu-glasliste, som er anvendt i et større byggeri som erstating for en træbundliste. Resultat: svampeangreb efter kort tid, idet det vand, der samler sig på bundfalsen hverken kan drænes eller ventileres bort.

Vindueshængslerne rettedes op, hvor det var nødvendigt. De eksisterende tætningslister erstattedes overalt med nye PVC-lister, som monteredes i eksisterende fals i vinduerne. Såfremt det ikke var muligt at



Vinduerne i lavhusenes øverste etager er hårdest angrebne.

Lodpost er kraftig nedbrudt. Malingslaget skaller, og under malingen er træet stærkt svampeangrebet.

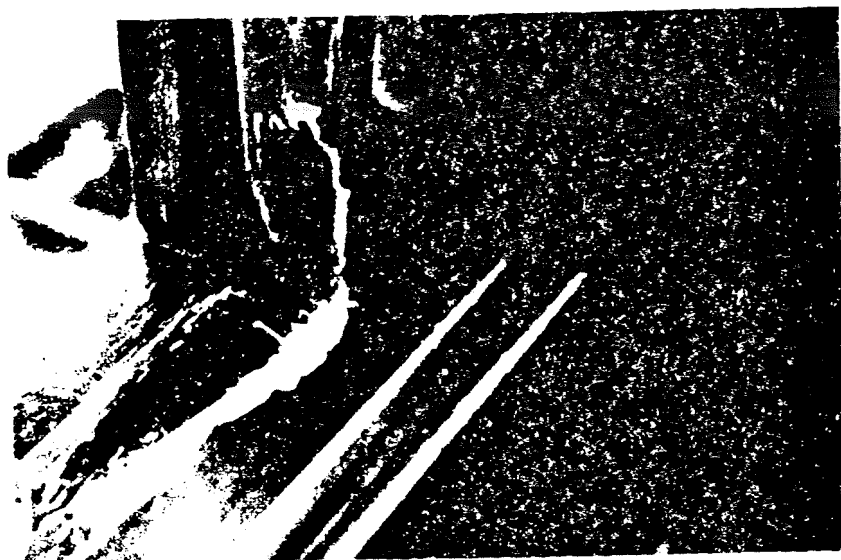
opnå tæthed på grund af for stor skævhed, udskiftedes vinduet.

Der udførtes et omhyggeligt malerarbejde med sort akrylmaling efter afslibning og grundning med mug- og svampedræbende midler.

Hvor der konstateredes alvorlige svampeangreb i samling lodpost/løsholt udskiftedes med nyt træ, som er »Dry-Vac«-impregneret efter forarbejdning. Kraftigt angrebne vinduesrammer udskiftedes ligeledes.

Efterimpregnering

Efterimpregnering udførtes ved indtrykning af grundingsolie tilsat fungicider, jfr. DS 2122, klasse C. Der anvendtes et fransk apparat, som er videreudviklet af Træteknik, Teknologisk Institut, og Gori, så arbejdsoperationen bliver så enkel og sikker som muligt. Det skal understreges, at de benyttede væsker er almindelige handelsvarer. På fotografiet fig. 15 ses tre steder i efterimpregneringsarbejdet.



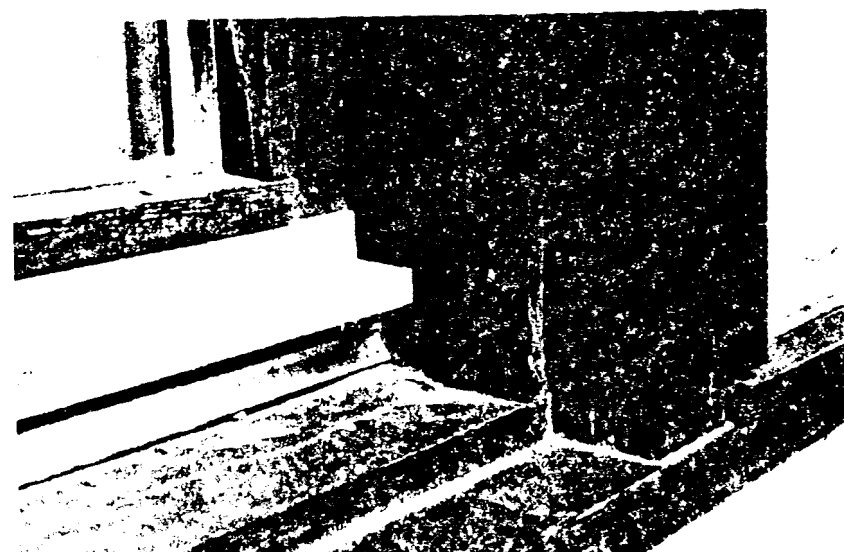
Som ovenfor. Alu-drænlisten leder vand ind i samlingen mellem lodpost og bundkarm.

Afdækning af bundkarmen

Alu-afdækningen er vist på fig. 10. Den består af to afsnit, dels den vandrette bakke, der med skruer er fastgjort til bundkarmen, dels hjørneafdækningerne, som fastskrues til lodposten.

Med afdækningen opnås en konstruktiv beskyttelse af træmaterialerne, men en forudsætning for en effektiv, konstruktiv beskyttelse er også, at mellemrummet mellem alu-bakken og træet er mindst 5 mm og ventileres, bl.a. for at fjerne den smule kondens, der kan dannes under alu-bakkerne.

Bevægelsen fra temperaturændringer på ca. 90°C skal kunne optages. Derfor er bakkerne, som har en længde på ca. 1 m, fastgjort således at temperaturbevægelserne kan foregå uhindret. De to hjørneafdækninger dækker bakkens opadvendende kanter og tillader vandrette bevægelser af disse.



Lodpost ved indadgående vindue på venstre side, og fast vinduesparti på højre side. Opsugning af vand fra lodpostens bund har medført afskalling af malingslaget.



Fig. 15. Efterimpregnering. Del 1: Hulboring. Del 2: Indsætning af pløst-dyse med kugleventil, Del 3: Indsprøjtning af fungicider.

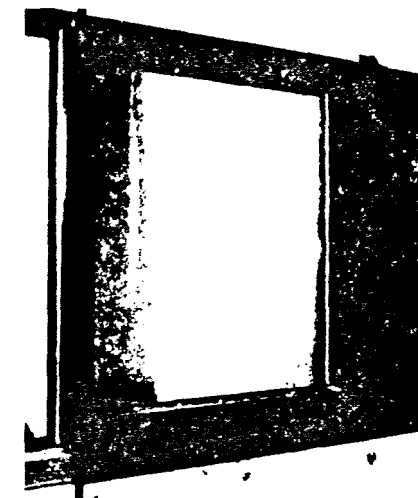


Fig. 16. Totalinddækning udført i ekstruderet aluminium.

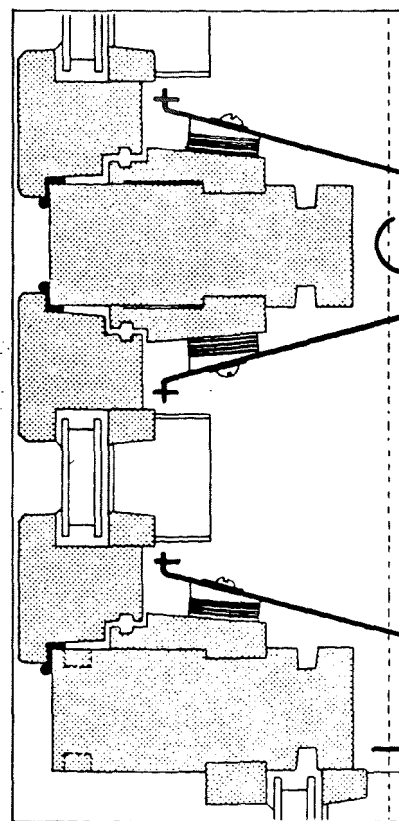


Fig. 17. Vandret snit i vindue med totalinddækning.

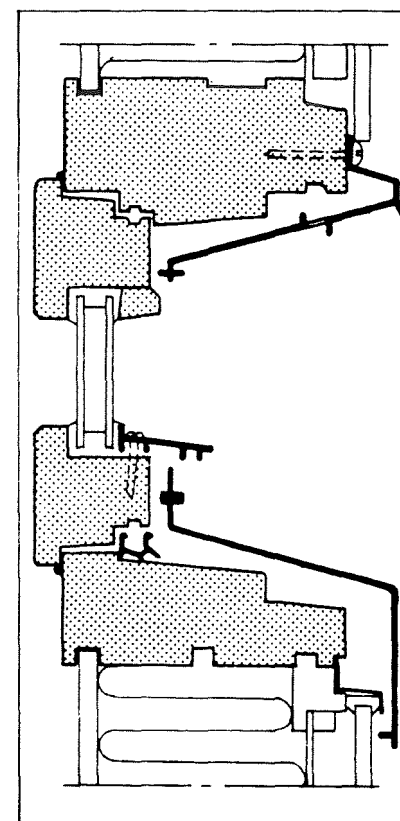


Fig. 18. Lodret snit i vindue med totalinddækning.

For at bedømme den benyttede alu-bakkeinddækning er to hele facadeelementer blevet afmonteret og sendt til henholdsvis SBI og DANTEST, hvor der blev udført prøvning for tæthed mod vind og regn.

Der blev ikke iagttaget nogen vandgenemgang ved alu-bakken.

For at få et indtryk af fugtforholdene i karmtræet under de monterede alu-bakker, er der blevet indboret målerondeller. Der måles fugt og temperaturer hver 14. dag,

målingerne viser at træfugtigheden har været under 15%.

Erfaringer

Arbejdet med montagen gik rimelig godt. Naturligvis var maler- og fugearbejdet afhængigt af vejret. Det blev i øvrigt nødvendigt at skifte til alkydmaling i den kolde periode, 1979-80.

Resultatet af arbejdet med prøveafsnittet

viste, at der i langt de fleste tilfælde opnåedes en forbedret tæthed mod træk.

Den forbedrede tæthed har i øvrigt medført, at frisklufttilgangen, som kompenserer de 170 m³ luft pr. time, som blev udsuget gennem køkken og bad, nu sker gennem andre utætheder end tidligere, specielt mellem overkant, brystning og karmtræ med det resultat, at beboerne i enkelte tilfælde konstaterer træk herfra. Dette gælder især i de tilfælde, hvor beboerne — evt. ud fra ønsket om at spare varme — har lukket for ventilationsåbningerne over vinduerne.

Klimaskærm

Udviklingen af totalinddækningen eller klimaskærmen udgjorde en spændende del af renoveringsarbejdet.

På baggrund af den første ingeniørløsning, som tidligere er omtalt, samt beregninger over økonomi for anlæg og vedligeholdelse, besluttede bygherren sig for en nærmere undersøgelse.

Da det ikke kun var en »ingeniør«-løsning, der var behov for, overdrog boligelskaberne den designmæssige opgave til arkitekt Sten Zinck, MAA og IDD. Dette arbejde førte meget videre end blot renovering af facaderne. Sten Zinck kombinerede udformningen af klimaskærmen med et udtalt ønske blandt beboerne om at give bebyggelsen en ny identitet gennem et varierende farvevalg.

Udviklingsprogram

I udviklingsprogrammet indgik følgende krav til klimaskærmen:

- tæthed overfor vind og vand
- skal være egnet for industriel produktion
- skal være uafhængig af facadepartiernes tolerancer
- skal kunne monteres uden indgreb i de eksisterende konstruktioner
- regntætheden må ikke være baseret på fugearbejder

- vedligeholdelsesintervallerne skal kunne forøges væsentligt
- inspektion af den originale konstruktion skal kunne foretages på en ukomplikeret måde
- minimering af vindstøj
- let betjening af gående rammer for ventilation, pudsning og brandredning
- et optimalt forhold mellem anlægs- og vedligeholdelsesudgifterne
- et æstetisk stimulerende facadeudtryk.

Sten Zinck gik ud fra sine erfaringer som industriel designer ind for anvendelse af ekstruderet aluminium med profiler, der svejdes sammen i hjørnerne på fabrik og dermed udgør en stiv ramme, der beskytter hele vinduespartiet. Malerbehandlingen, der omfatter chromativering, maling med 2-komponent Wash-primer og polyurethan emalje med alifatisk hærder, der kan klare en vedligeholdelsesperiode på ca. 20 år, sker ligeledes på fabrik.

Ved at arbejde med teoretiske metoder og derefter efterviser metodens egnethed ved afprøvninger i regnmaskinen på SBI, opnåedes resultater som medfører, at rådgivergruppen fuldt ud kunne anbefale bygherren at vælge den på fig. 16 viste løsning.

En række nye tekniske spørgsmål meldte sig, og rådgivergruppen suppleredes derfor med specialister fra Laboratoriet for Metallære, Danmarks Tekniske Højskole, og Korrosionscentralen.

På fig. 17 og måske især på fig. 18, som viser et lodret snit i facaden ses det, at der med løsningerne er tilstræbt den to-trins tætning, der er så vigtig: yderste tætning hindrer regnvand i at nå ind i konstruktionen og reducerer vindpresset på næste trin: lufttætningen.

Det vandrette snit fig. 17 viser hvorledes aluminiumsprofilerne, hvis godstykkelse er ca. 2 mm, omslutter trædelene, og hvorledes der alle steder er god mulighed for ventilation.

Af fig. 18 fremgår det, at den eksisterende alu-drænskinne, hvis uheldige udformning er omtalt tidligere, forbliver i konstruktionen, forsigtighedsvis lukkes enderne dog med en silicone-prop. Det ses også, at glaslisten er ændret noget, men også her er der sikret træet en god ventilation.

Det gælder om at lede regnvandet så langt ud som muligt, ikke kun ved udformningen af glaslisterne. Læg mærke til det udadvendende profil ved klimaskærmens øverste ramme.

Effekten af denne »vandnæse« var ganske betragtelig — regnmaskinen demonstrerede, hvorledes regnen — både silende regn og slagregn — blev ført udenfor facadeplanet, hvorved opsprøjt af vand på vinduet ophørte, og belastningen på fuger m.m. formindskedes.

Afprøvning i regnmaskinen på SBI var som nævnt et vigtigt værktøj i udviklingsarbejdet. Resultatet findes i rapporten fra sidste afprøvning, som konkluderer, at det afprøvede element udviser en tilfredsstillende regntæthed og kan klassificeres som udmærket. Rapporten omtaler dog også de tidligere beskrevne utætheder ved vinduesbrystningerne.

Det skal dog også nævnes, at afprøvningen viste, at der ikke kan opnås tæthed i selve brystningspartiet og partiet over vinduet: vandindrængning finder sted ved eternitpladens sømhuller og lufttætheden lader meget tilbage at ønske, idet der er opstået sprækker mellem karm og den indvendige brystningsplade.

Farver i gråt betonbyggeri

Klimaskærmens identitetsskabende funktion skal blot omtales kort.

Hovedindholdet i Sten Zinck's forslag er, at hvert gårdrum bør have sin egen karakter, og at man i hver gård skal kunne kende sit eget hus på farverne.

Af hensyn til »de mindste« samt gæster udefra, foreslår arkitekten, at bebyggelsen i hele sin længde på ca. 2 km — fra Tybjergparken til Dyringparken — ændrer sin farveholdning i bløde overgange fra den rene røde, over gul og grøn, til den rene blå, med mørke og lyse nuancer i grænseområderne.

Dette oplæg vil gøre det lettere at finde frem til den rigtige gård og det rigtige hus, og det bliver rart at se på.

Arbejdet

Det resterende arbejde igangsættes primo 1981, idet resten af 1980 benyttes til at give de udførende og projekterende lejlighed til at foretage de sidste afpudsninger af detaljer og planlægge indsatsen af ca. 50 mand i 20 måneder.

Litteratur

Rapporten Fönster R 150, 1979, fra den svenske Byggeforskning udgør interessant læsning for dem, der vil arbejde videre med vinduesproblemerne.

I Fönster-rapporten behandles en række spørgsmål, der af praktiske grunde er udeladt i denne artikel bl.a. den tilsyneladende kvalitetsforringelse af træmaterialerne, der er sket igennem de seneste 20 år. Rapporten behandler også imprægnering, bearbejdning, overfladebehandling, glasset, beslagene, tætningslister, montering, vindueshullet, udbedringer, krav til fremtidens vinduer, energihensyn og æstetiske synspunkter.

Der kan også henvises til »Trævinduers Holdbarhed« og »Isætning af Termoruder« fra Teknologisk Institut.

I den ekspertgruppe, som har assisteret boligselskaberne, har følgende personer deltaget:

Gunilla Billgren, Chalmers Tekniske Højskole, Göteborg
E. Børsholt, Teknologisk Institut, Afdelingen for Træteknik
Georg Christensen og Alice Kjær, Statens Byggeforskningsinstitut
Carsten Dreier, Norges Byggeforskningsinstitut, Trondheim
Preben Hoffmeyer, Danmarks Tekniske Højskole, Laboratoriet for Materialeleære
Dage Kåberger, Fönstergruppen under Byggeforskningen, Sverige
K. Mogensen, Teknologisk Institut, Afdelingen for Byggeteknik
Peter Svane, Teknologisk Institut, Afdelingen for Overfladebehandling

I forbindelse med udviklingen af totalinddækningen er gruppen udvidet med:

F. Folkermann, Teknologisk Institut, Afdelingen for Overfladebehandling
T. Kjer, Danmarks Tekniske Højskole, Laboratoriet for Metallære
Merete Pagh, Korrosionscentralen
Sten Zinck, arkitekt MAA og IDD.

Repræsentant for bygherren:
Arne Riis Mørk, arkitekt MAA, Københavns Almindelige Boligselskab

Artiklens forfatter leder Byggeplanlægningsafdeling hos Cowiconsult, Rådgivende Ingeniører AS, er medlem af diverse normudvalg under Dansk Ingeniørforening og medlem af bl.a. Træpladekontrollen og Lamineringsudvalget.

Sammen med professor V. Korsgaard, Danmarks Tekniske Højskole, og civilingeniør Georg Christensen, Statens Byggeforskningsinstitut, er K. Prebensen udpeget af Boligministeriet til at rådgive i forbindelse med tagskaderne i Albertslund og har deltaget i Teknologirådsprojektet »Merisolering af flade tage«, (»Bygeindustri« nr. 4, 1980).

K. Prebensen har deltaget i produktudviklingsopgaver samt undersøgelser af bygningsfysiske problemer. K. Prebensen assisterer ud over Brøndby Strand og Albertslund bl.a. på følgende skadesager: facaderne i bebyggelsen Galgebakken, tagproblemer i Lundegården samt facade- og tagproblemer i Tjørnelyparken.

NYT FRA SBI

Statens Byggeforskningsinstitut

Afprøvning gav top-karakter til de nye vinduer i Brøndby Str.

»Regnmaskinen« i SBI's laboratorium for bygningsfysik havde midt i maj besøg af en gruppe beboere, varmemestre og håndværkere fra »Stranden«, dvs. Brøndby Strandbebyggelsen syd for København. Sammen med en række teknikere skulle gruppen overvære prøvningen af et renoveret facadeelement fra en lejlighed i bebyggelsen.

Prøven forløb tilfredsstillende, idet elementet klarede en påvirkning på mere end 700 pascal. Svarende til en regn/stormpåvirkning på vindstyrke 9, hvilket sjældent vil forekomme på de kanter.

Forskningsaktiviteten på SBI kommer primært til udtryk gennem publikationerne, hvoraf der i 1979 udkom 63. Institutet påtager sig imidlertid også praktiske rekvirerede opgaver i den udstrækning disse kan understøtte forskningen. Et af servicetilbudene er prøvning af ydervæg-

selementers — herunder vinduers — lufttæthed, regntæthed og stivhedsforhold.

På grund af svampeangreb og råd i facadeelementernes trækonstruktioner i Brøndby Strand, har det været nødvendigt at udvikle en helt ny form for konstruktiv facadebeskyttelse, fortæller civilingeniør Alice Kjær fra SBI's Afdeling for Bygningsfysik. Det er arkitekt Sten Zinck, der i samarbejde med Cowiconsult har udviklet en totalinddækning, som bl.a. omfatter en let aluminiumsramme, der beskytter vindueselementerne mod vind og vejr. SBI's opgave har bl.a. været at foretage godt en snes fysiske prøvninger, efterhånden som udviklingsarbejdet skred frem.

Klassifikation: Udmærket

»Stranden«, der består af ca. 2850 lejligheder fordelt på 2-etagers rækkehuse, 4-etagers lavhuse og 15-etagers højhuse, skal formentlig re-



En gruppe beboere fra Brøndby Strand overværer afprøvningen af et facadeelement i SBI's »regnmaskine«.

noveres for et beløb, der frem til 1982 vil andrage godt 100 mill. kr. Heraf skal en stor del anvendes til udskiftning og renovering af bebyggelsens facadeelementer, der bl.a. består af 3-fags vinduer med 2 oplukkelige rammer og 1 lag fast glas. I en projekteringsgruppe, der er udpeget til at styre dette arbejde, sidder medarbejdere fra Københavns Almindelige Boligselskab, SBI, Teknologisk Institut, Cowiconsult og Sten Zinck's tegnestue. Gruppen kan endvidere støtte sig til en række eksperter i Danmark, Norge og Sverige.

I vor prøvestand kan vi simulere slagregn og vindpåvirkninger på mere end 1.500 N/kvm, forklarer Alice Kjær. Vi prøver elementernes lufttæthed, tæthed mod slagregn og undertiden også deres dynamiske styrke og stivhed.

Det afprøvede element fra Brøndby Strand er udtaget et tilfældigt sted i bebyggelsen, og det resultat, vi nåede frem til vedrørende vinduerne regntæthed, giver klassifikationen »udmærket«. Det er den bedste betegnelse i

klassifikations-systemet, som endvidere omfatter betegnelserne »god«, »acceptabel« og »ikke acceptabel«.

Autoriseret teknisk prøvning

Vort prøveudstyr er autoriseret på det hydrotermiske område, fortsætter Alice Kjær. Det er derfor uhyre almindeligt, at der i byggespecifikationer er anført, at facadeelementerne skal prøves hos SBI og mindst opnå betegnelsen »god«. Mange af landets vinduesproducenter og importører sender i øvrigt deres produkter til prøvning hos os for at få eftervist produktets kvalitet. Vi har f.eks. netop afprøvet nogle italienske plastvinduer. I alle disse tilfælde udarbejder instituttet en speciel prøvningsrapport, som beskriver forsøgsobjektet, selve forsøget samt resultaterne, slutter Alice Kjær.

HSC

Litteratur:
1) »Ydeevne — hvorfor, hvordan«. SBI-anvisning 94, 1974, 42 s., A4. Publikationen indeholder bl.a. ydeevnebeskrivelse 2: Vinduer.
2) »Vinduers lufttæthed, regntæthed og stivhedsforhold«, civ. ing. Alice Kjær, SBI Notat 25, 1973, 13 s., A4, dupl. Publikationerne kan rekvireres fra SBI, tlf. (02) 865533.

Nu går starten på århundredets renoveringssag

300 tømrere, specialarbejdere og VVS-folk skal i de kommende to år ombygge og renovere 1463 beboede gårdhuse i Albertslund. Arbejdet startede forleden, og det vil vare til udgangen af 1981. Prisen er 250 mill. kr.

Gårdhusenes isoleringsstandard føres stort set op til BR 77-niveau og indeklimaet forbedres betydeligt, fortæller direktør, civilingeniør Erik Agger, Vridsløse Andelsboligforening.

De 1463 gårdhuse i Albertslund Syd og Vest samt 552 rækkehuse i Syd blev opført i perioden 1963-67 af Københavns Almindelige Boligselskab (KAB) og VA. »Tagsagen« har været i gang siden 1975. Nu bliver der gjort noget effektivt ved skaderne.

Rækkehusene, der er de mindst medtagne, har siden juni 1979 været under renovering. Bortset fra afsluttende tagarbejder, er reparation og istandsættelse af disse huse overstået.

Nyt tag og efterisolering

Renovering af gårdhusene er betydeligt mere omfattende. Alle tage skal eftersees for råd og svamp. Der skal opbygges en helt ny isoleret tagkonstruktion over den gamle. Betonelementer efterisoleres udvendigt, facader beklædes med Eternit og gavle med trykimprægneret træ. Hoveddøre og vinduer i betonfacader udskiftes og lette facader i gårdhaven istandsættes.

Krybekælderer har været en væsentlig leverandør af fugt i boligen. Den ryddes for teknik, varmtvandsinstallationen ændres, en ny varmeveksler placeres udenfor huset og alle rørinstallationer isoleres.

Det forventes, at ændringen vil forbedre fugtforholdene i boligen betydeligt. I forbindelse med ombygningen forberedes krybekælderer for mekanisk udsugning, så der hurtigt kan sættes yderligere ind, hvis det skønnes nødvendigt.

Bedre indeklima

Den kuldeudstråling, der forekommer fra betonelementerne til rummene, vil forsvinde med den kraftige udvendige efterisolering.

I det hele taget vil indeklimaet i gårdhusene blive væsentligt bedre, og Erik Agger forventer en besparelse i varmekonsumet på 40-50 pct. Merisoleringen giver naturligt et mindre varmetab, og ændring i gårdhusenes indeklima i øvrigt vil motivere beboerne til at sætte rumtemperaturen ned.

Huslejestigning på 50-70 kr. pr. måned

Takket være ny lovgivning kan finansieringen af denne gigantiske renoveringsopgave hjælpes på vej med direkte offentlig støtte, rimelige belåningsvilkår og ekstraordinære driftstilskud.

Den månedlige husleje-

stigning som direkte følge af renoveringen forventes således kun at blive 50-70 kr. pr. hus det første år og tilsvarende de efterfølgende år.

Renoveringen indebærer en total gennemgang af

alle sædvanlige vedligeholdelsesområder. Hver eneste koblingsskrue på vinduer, dørgreb, loftplade og installationskomponent bliver eftersat og evt. repareret.

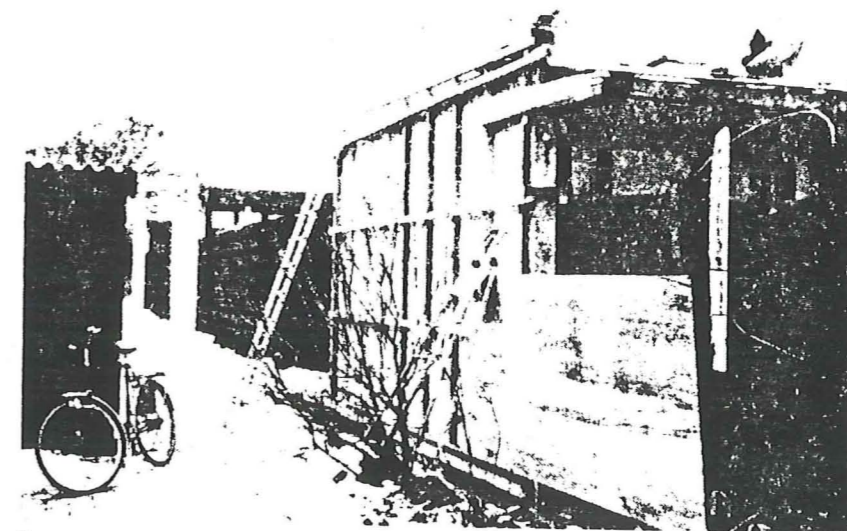
– Det vil betyde væsent-

ligt lavere vedligeholdelsesomkostninger i de kommende år, end man er vant til på de mange gårdhuse i Albertslund, siger direktør Agger.

K. J. C.



1463 flade tage i Albertslund skal i de kommende to år ombygges. Men det er kun en del af den totale renovering, som i alt vil koste en kvart mia. kr.



Renoveringen af Albertslund-husene starter med færdiggørelse af tre huse. De skal danne model for arbejdet på de øvrige 1460.

Se i øvrigt den efterfølgende artikel

Merisolering af flade tage

Civilingeniør Georg Christensen, Statens Byggeforskningsinstitut.
 Professor Vagn Korsgaard, Laboratoriet for Varmeisolering, Danmarks Tekniske Højskole.
 Civilingeniør Knud Prebensen, Cowiconsult, Rådgivende Ingeniører AS.

Tagskaderne i Albertslund gårdhavehusbebyggelsen havde i 1977 nået et omfang, der gjorde en radikal indgriben nødvendig. Boligselskaberne lod derfor udarbejde udbedringsforslag, som blev forelagt en af Boligministeriet udpeget ekspertgruppe bestående af artiklens forfattere.

For at kunne anvise en teknisk-økonomisk optimal løsning fandt gruppen det nødvendigt, at der blev gennemført et ret omfattende forsøgsprojekt for at belyse de bygningsfysiske konsekvenser af udbedringsforslagene.

Da en række væsentlige spørgsmål i forbindelse med merisolering var ubesvarede, bl.a. om det er nødvendigt at ventilere taghulrum med udeluft, samt forholdet mellem merisoleringens og den eksisterende isolerings tykkelse set i relation til dampspærrens tilstand, var der behov for betydelige beløb til at finansiere projektet. Teoretiske beregninger er ikke tilstrækkelige, målinger i beboede huse er nødvendige for at besvare spørgsmålene. Derfor trådte Teknologirådet, Byggeriets Udviklingsråd, Danske Tagpapfabrikanter Brancheforening, Statens Byggeforskningsinstitut og boligselskaberne Albertslund Boligselskab og Vridsløselille Andelsboligforening til med betydelig økonomisk støtte til projektets gennemførelse.

Projektet påbegyndtes i foråret 1978 og afsluttes i efteråret 1980.

Den egentlige forsøgsserie omfatter 56 gårdhavehuse. Herudover er inddraget to gårdhuse, som er blevet forsynet med eternittage samt to rækkehuse. Alle huse er beliggende i Albertslund-bebyggelsen.

Vedligeholdelse, merisolering samt tagfald

Det flade tag med tagpap udgør en væsentlig del af landets tage. Et sådant tag er ikke vedligeholdelsesfrit og skal med mellemrum repareres og omlægges.

De stærkt stigende energipriser vil anspore til at udføre en udvendig merisolering ved en sådan omlægning. Den udvendige

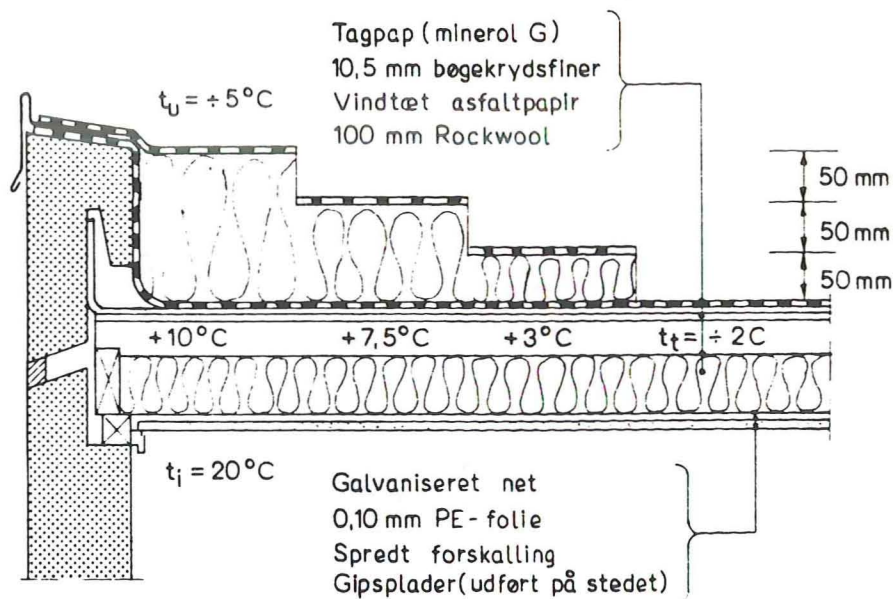


Fig. 1. Tegningen viser opbygningen af det oprindelige tag samt en skematisk fremstilling af temperaturforhold ved forskellige tykkelser af merisolering med lukket ventilation af taghulrummet.

isolering kan udføres let og relativt billigt, og — i modsætning til indvendig isolering — uden større gener for beboerne.

Også på andre punkter har en korrekt udført merisolering en værdi. Skadelig opfugtning af tagkonstruktioner på grund af kondensering af varm og fugtig luft på kolde tagflader, kan standses.

Tage, der har for ringe fald mod afløb, eller endnu værre: fald bort fra afløb, kan forbedres ved at udføre et veldefineret fald i det nye isoleringslag.

I Albertslund ændres faldet fra 1:100 til mindst 1:50 for rækkehusene og 1:25 for gårdhavehusene ved den endelige renovering, ligesom skotrender med stern erstattes med en tagrende.

Opfugtning af tage

De oprindelige tage er såkaldte kolde tage, hvor isoleringen ligger direkte ovenpå loftet og fugtspærren, figur 1.

Artiklen beskriver primært nogle resultater fra Teknologirådsprojektet: Merisolering af flade tage. Der omtales erfaringer med projektering og udførelse af merisoleringsarbejder, samt udbedringsmuligheder for fugtskadede tage. Der foreligger en detaljeret rapport vedrørende undersøgelsen.

Hvis varm og fugtig rumluft kan strømme op i et sådant fladt tag gennem utætheder i fugtspærren, vil store mængder fugt kunne kondensere på konstruktionens øverste del i løbet af en vinterperiode. Indeholder tagkonstruktionen træ og træbaserede materialer, f.eks. træfiberplader, spånplader eller krydsfiner, vil disse fugtpåvirkninger dels bane vej for svampeangreb dels forårsage så store dimensionsændringer i tagunderlaget, at tagpappet kan revne, hvorefter regnvand kan løbe ind i og eventuelt gennem tagkonstruktionen.

En fugtophobning i tagpladerne kan i øvrigt ofte påvises, inden tagpappet revner, da de trabaserede plader i opfugtet stand vil kunne ses aftegnet gennem tagpappen.

Merisolering reducerer opfugtningensrisikoen

Hvis der ovenpå den eksisterende tag-

ISOLERING

ISOLERING

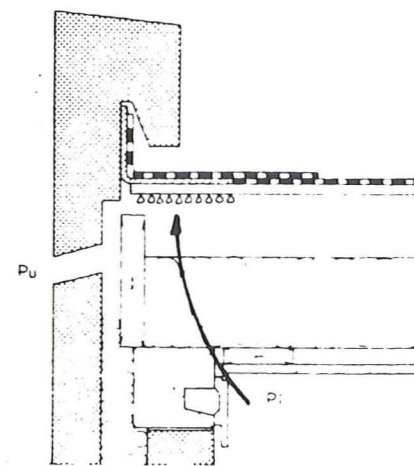


Fig. 2. Opstrømning af rumluft

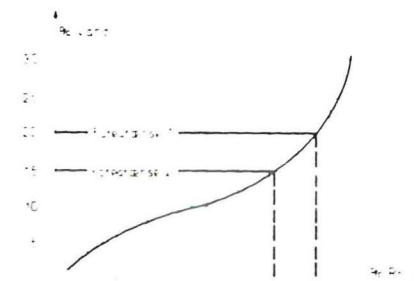


Fig. 4. Sorptionskurve. Sammenhæng mellem relativ luftfugtighed og træfugtighed ved 20°C. Vedrørende faregrænser se ovenfor.

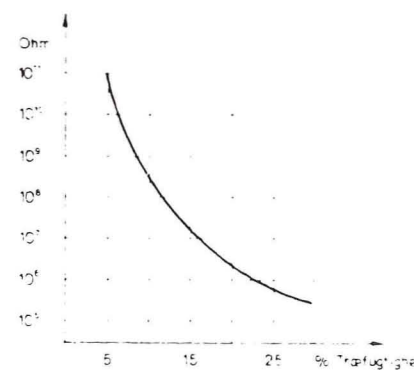


Fig. 5. Elektrisk modstand som funktion af træfugtigheden.

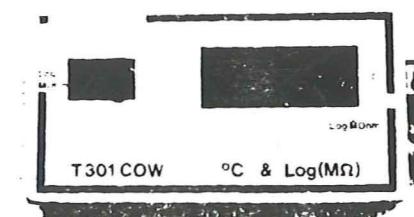


Fig. 6. Digital-instrument T 301 COW til måling af temperatur og modstand i træ (træfugtighed). Levert af Fa. H. Blichfeldt Elektronik.

paptækning udføres en merisolering, reduceres varmestrømmen igennem taget og dermed energiforbruget. Men derudover kan skadelig kondensation på det oprindelige tagunderlag undgås, idet dets temperatur hæves. Et eksempel herpå er vist på figur 1.

Gruppe 1 Referencehuse	Tagpap tættes. Ventilation af taghulrummet som projekteret (ca. 1:500)
Gruppe 2 50 mm merisol.	Ventilation af taghulrum lukket.
Gruppe 3 100 mm merisol.	Ventilation af taghulrum åben
Gruppe 4 100 mm merisol.	Ventilation af taghulrum lukket.
Gruppe 5 150 mm merisol.	Ventilation af taghulrum lukket.
Gruppe 6 Mekanisk udsugn.	Tagdækning som gruppe 1 (ingen merisolering). Mekanisk udsugning fra køkken og bad (250 m ³ /h). Medfører forøget energiforbrug — el og varme
Gruppe 7 Forbedret vent.	Tagdækning som gruppe 1 (ingen merisolering). Ventilation af taghulrummet forbedres og bringes i overensstemmelse med Bygningsreglementet's krav om mindst 1:500. Diverse ændringer nødvendige i det »døde« hjørne, se figur 7.
Gruppe 8 Rejst tag, Eternit	100 mm merisolering udlagt på oprindelig tagflade. Ventilation af taghulrum åben.
Gruppe 9 Rækkehuse	Tagpap tættes. Ingen merisolering. Ventilation af taghulrummet åben.

Fig. 3. Skematisk oversigt over forsøgsgrupperne.

Før merisoleringen varierer tagkrydsfinerens temperatur på årsbasis mellem -20°C og -50°C, hvorimod den ved en merisoleringstykkel på 100 mm kun varierer mellem +5°C og +25°C.

Fugtspærren slutter sjældent tæt til vægge, ovenlys og andre gennemføringer med det resultat, at varm og fugtig rumluft strømmer op i tagrummet, hvor den vil kondensere på kolde flader, se figur 2.

Problemerne i forbindelse med ventilation af taghulrum med tagventilationshætter er omtalt i Byg-Erfa-blad nr. 800121 og gøres i øvrigt til genstand for en større undersøgelse, der også finansieres af Teknologirådet, Byggeriets Udviklingsråd og Statens Byggeforskningsinstitut. Her skal blot konkluderes, at udluftning af taghulrum i flade tage med tagventilationshætter kan forøge risikoen for fugtskader.

Etablering af forsøgsgrupperne

I forsøgsprogrammet indgår målinger med forskellige isoleringstykkelser dels med åben, dels med lukket ventilation af taghulrummet som vist på figur 3.

I alle husene tættes mellem væg og loft i køkken og bad for at hindre opstrømning af rumluft.

Der er otte huse i hver af grupperne 1-7, og to huse i grupperne 8 og 9. En nærmere beskrivelse af grupperne fremgår af figur 3.

Isoleringsmaterialet består af ekspanderet polystyren. Isoleringstykkelserne 100 mm og 150 mm varierer dog således at 100 mm mere præcist er kileskåret polystyren fra 75 til 125 mm, medens 150 mm varierer i tykkelsen fra 125 til 175 mm for at skabe et totalt fald på ca. 1:50 på forsøgshusene.

Faregrænser for svampeangreb

For Tømmerkorkhat — svampen, som er

påvist i Albertslund og mange andre steder — gælder de to faregrænser, 20% og 15% træfugtighed efter vægt, 20% er faregrænsen for svampeangreb i ikke angrebte træ, mens 15% er den grænse, hvor tidligere svampeangreb igen kan aktiveres.

Tømmerkorkhatten kan være aktiv ved temperaturer ned til 5°C.

Det fremgår af fugt- og temperaturkurverne, at ovennævnte betingelser for svampeangreb er opfyldt i lange perioder i nogle af husene.

Måling af fugtindhold og temperaturer

Temperatur

Der foretages måling af fugtindholdet og temperaturer i tagkrydsfineren. Temperaturmålingerne anvendes til korrektion af fugtmålingerne, og giver herudover oplysning om merisoleringens virkningsgrad.

Fugtmålinger

Fugtmålingerne er baseret på, at træ er hygroskopisk, og derfor vil optage og afgive vand afhængig af den relative fugtighed i den omgivende luft.

Som vist på figur 4, er der en entydig sammenhæng mellem fugtindholdet i træ og luftens relative fugtighed.

Den sædvanlige metode til bestemmelse af fugtindholdet i træ — tørre/veje metoden — er uheldig i et projekt, hvor der skal gennemføres mange fugtmålinger. Derfor er anvendt en anden metode, der er baseret på, at et hygroskopisk materiale som træ vil have en elektrisk ledningsevne, som indenfor ret vide grænser er afhængig af fugtindholdet, se figur 5.

Modstandsmåling i træ

Over ca. 30% fugtindhold er der ikke længere nogen entydig sammenhæng mel-

lem modstand og træfugtighed. Til den foreliggende opgave er dette dog uden væsentlig betydning, da det kun har interesse at kende fugtindholdet nogenlunde præcist i intervallet mellem »tørt« træ på ca. 10% og »fugtigt« træ ved fibermætningspunkter på ca. 30%.

Målerondel

I en færdigbygget konstruktion som Albertslund-tagene foretages fugt- og temperaturmålinger ved i tagkrydsfineren at placere en målerondel med indbyggede modstandselektroder for fugtmålinger og termoelementer for temperaturmålinger. Begge forsynes med ledninger, der er ført ud under tagudhænget.

Når målerondellen er anbragt, og ledningerne ført ud til et passende sted, forsynes taget med ny tagdækning samt evt. merisolering.

Temperatur og træfugtighed måles med et nyudviklet digital-instrument, se figur 6. Fugtindholdet bliver målt som en modstand, som ved hjælp af kurveblade eller en programmerbar lommeregner korrigeres for træart og temperatur og omsættes til fugtindhold i træet.

Alle måledata bliver lagret på edb hos Statens Byggeforskningsinstitut, således at statistiske behandlinger og kurveudtegninger senere kan foretages maskinelt.

Placering af målepunkter

I alle husene er der indbygget mindst fem målepunkter i tagfladens krydsfinér, se figur 7. Målepunkterne fordeler sig således: pkt. 1 og 2 er anbragt i ensidigt udluftede taghulrum, hvor pkt. 1 har kort afstand (ca. 1 m) til yderluften, mens pkt. 2 har lang afstand (ca. 3 m).

Pkt. 3 er placeret i det såkaldte »døde« hjørne, dvs. området hvor ventilationen er meget mangelfuld.

Pkt. 4 og 5 er anbragt i hver sin ende af et taghulrum som erfaringsmæssigt er velventileret.

I et hus i hver gruppe er der anbragt flere målepunkter for at belyse randeffekter m.v. Som vist på figur 8 er der i nogle huse anbragt op til 23 målepunkter.

Målinger og vurderinger

Figur 9 giver en skematisk fremstilling af fugtforholdene i tagkonstruktionerne over perioden oktober 1978 til marts 1980 for et hus i hver gruppe. Tegningen viser største og mindste fugtindhold i tagkrydsfineren.

Gruppe 1 — referencehuse

Målingerne viser som ventet, at de dårligst ventilerede områder over de hårdest fugtbelastede rum, får det største fugtindhold.

Referencehusene har i stort omfang og i lang tid et fugtindhold over fibermætningspunktet på 30%.

Tagkrydsfinerens temperatur følger stort set udetemperaturen undtagen i perioder med direkte solpåvirkning, hvor den er 20-

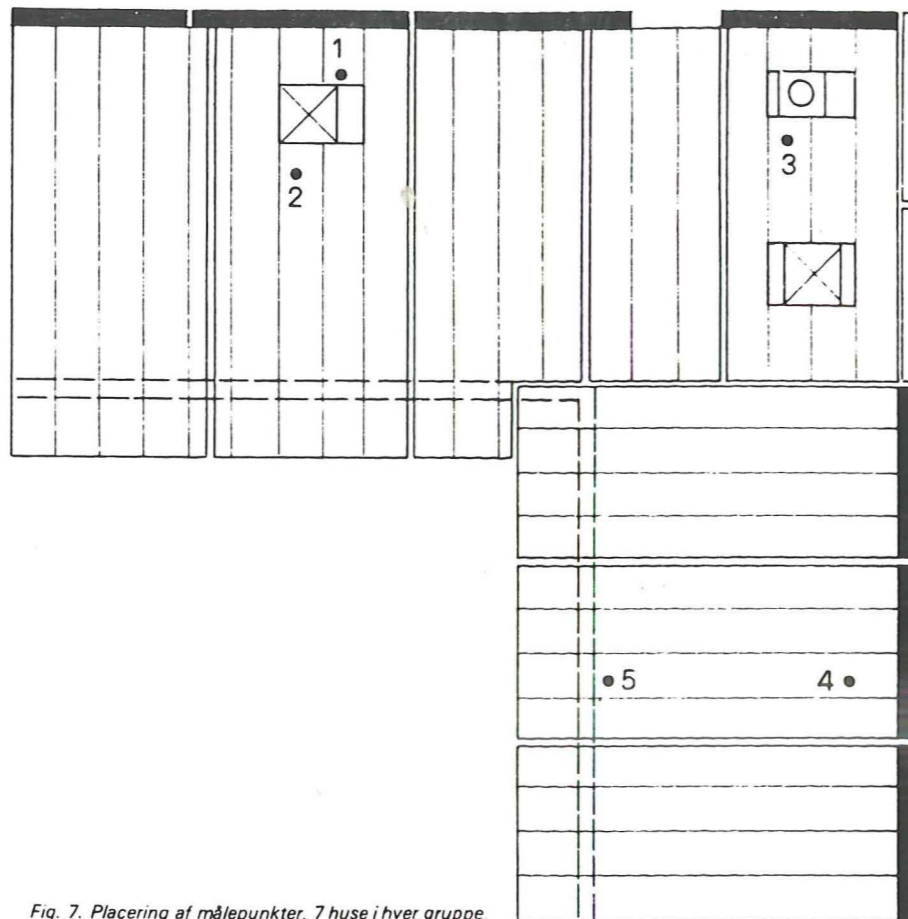


Fig. 7. Placering af målepunkter, 7 huse i hver gruppe.

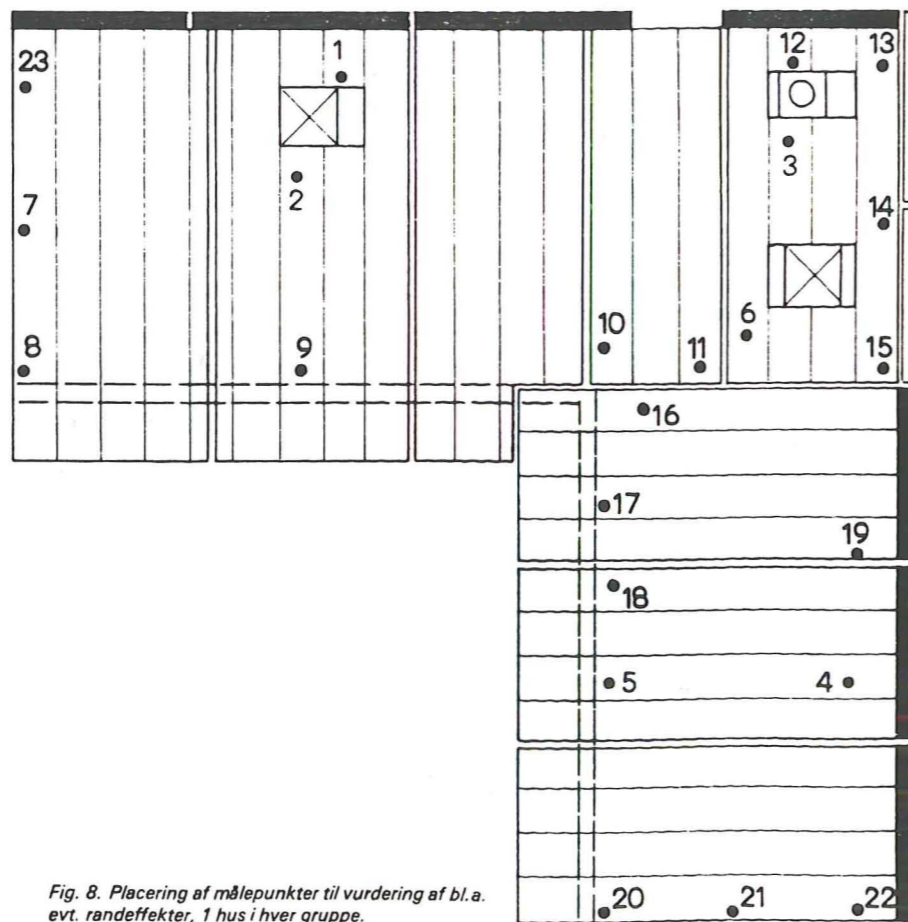


Fig. 8. Placering af målepunkter til vurdering af bl.a. evt. randeffekter, 1 hus i hver gruppe.

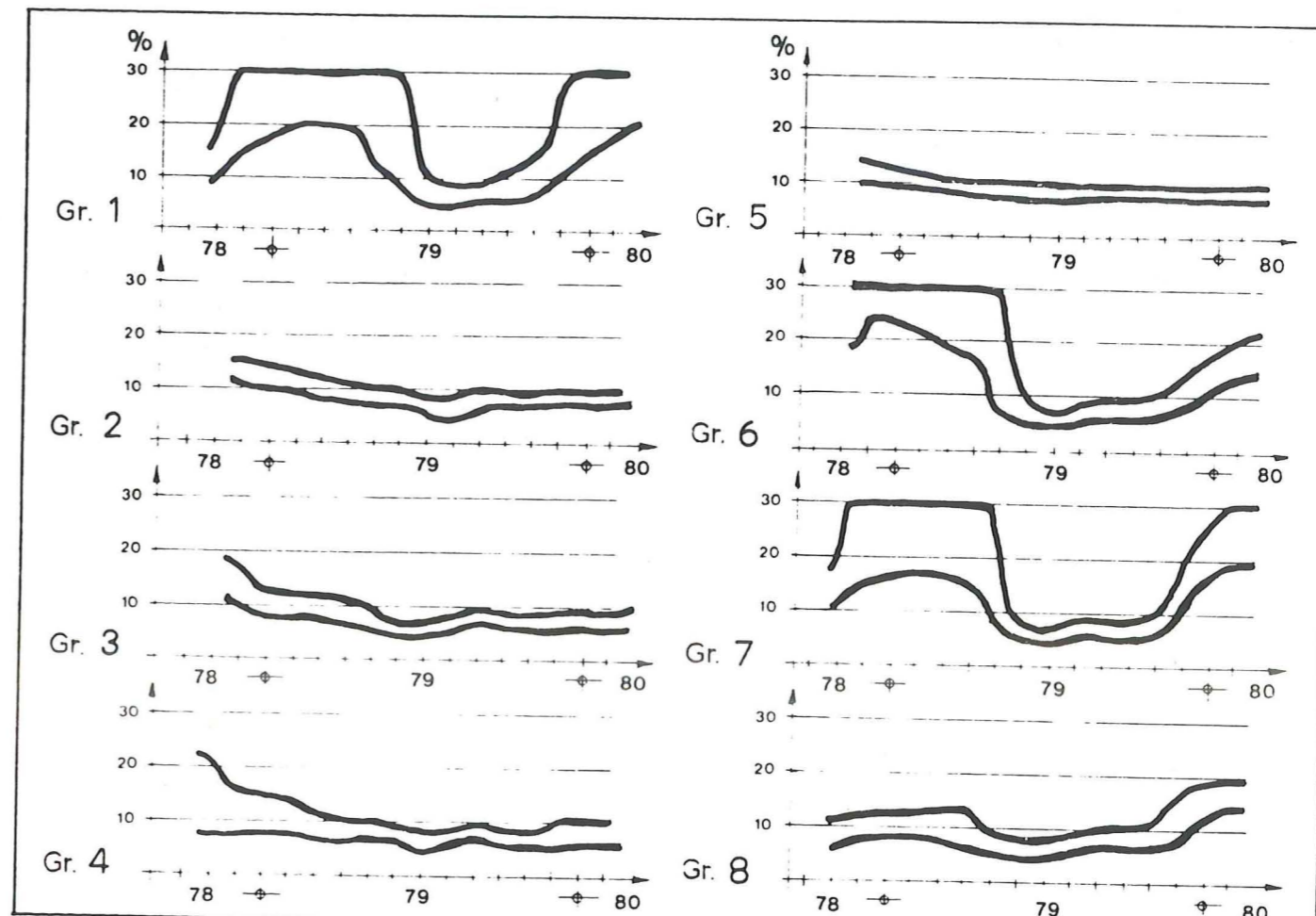


Fig. 9. Fugtmålinger som funktion af tiden. Kurverne viser største og mindste fugtighed for typiske huse i hver gruppe. Bemærk, at 30% fugtindhold er angivet som det maksimale. I virkeligheden har fugtindholdet utvivlsomt i mange tilfælde været betydeligt højere, men målemetoden giver ikke mulighed for at måle højere værdier.

30°C højere. Der er målt temperaturer op til 50°C — derfor det bratte fald i fugtindholdet omkring april-maj, hvor forårssolen i løbet af kort tid udtørre tagene til et niveau på ca. 10%.

Gruppe 2 - 50 mm isolering, lukket ventilation

Med en merisolering på kun 50 mm kan der i forhold til referencehusene hurtigt konstateres en nedadgående tendens i fugtindholdet.

Gennemsnitsfugtindholdet er for alle punkter igennem vinteren 1978-79 faldende fra ca. 15% til ca. 10%.

Temperaturen i den oprindelige tagkrydsfinér er ca. 5°C højere end udetemperaturen i den kolde periode.

Gruppe 3 - 100 mm isolering, åben ventilation

Løsningen giver en dobbelt sikring: med merisoleringen opnås en forøgelse af temperaturen på tagkrydsfineren, således at risikoen for kondens reduceres, og med ventilationen med udeluft opnås, at mindre mængder fugt, som måtte trænge op i tagrummet, kan bortventileres.

Da konstruktionen er ventileret, vil der i træmaterialerne være opfugtninger og udtøringer i takt med det relative fugtindhold i udeluften.

Gennemsnitskurverne viser for alle måle-

steder et fugtforløb fra 12% i oktober 1978 til ca. 8% i juni 1979. For de fleste målepunkter er det nævnte lave niveau allerede nået i januar 1979.

Varmeisoleringsevnen vil formindskes noget af ventilationen. Temperaturen på tagkrydsfineren ligger kun 5°C over udeluftens temperatur, ligesom ved 50 mm isolering med lukket ventilation.

Gruppe 4 - 100 mm isolering, lukket ventilation

Betragtes gennemsnitskurverne, viser fugtindholdet faldende tendens fra 12% til 8% i den første vinter og sommerperiode.

Temperaturen på tagkrydsfineren er om vinteren ca. 10°C højere end udetemperaturen.

Gruppe 5 - 150 mm isolering, lukket ventilation

Allerede i november-december 1978 er fugtindholdet faldet til ca. 12%. I slutningen af april måles fugtindhold på 6-8% i alle punkter.

Temperaturen på tagkrydsfineren er 12°C-13°C højere end udetemperaturen i den kolde periode.

Gruppe 6 - mekanisk ventilation

Husene har haft dårlige startbetingelser dels på grund af indbygget fugt under etableringen af målepunkterne, dels på grund

af forsinket igangsætning af det mekaniske udsugningsanlæg.

Betragtes gennemsnitskurverne, viser alle målepunkter faldende fugtindhold i løbet af den kolde periode og maksimal udtørring i april-maj. Det ses dog, at betingelserne for angreb af Tømmerkorkhæt stadig er til stede.

Temperaturen på tagkrydsfineren svarer nøje til referencehusenes temperatur.

Der klages over kulde- og trækproblemer i husene, og beboerne synes at være en del generet af, »at ventilatoren på taget gør bl.a. badeværelset koldt og uindbydende«.

Gruppe 7 - forbedret, naturlig ventilation

Fugtforholdene er lidt forbedrede i forhold til referencehusene, dette kan muligvis tilskrives den forøgede ventilation. Målingerne viser, at forbedringen langt fra har været tilstrækkelig til at forhindre skadelig fugtophobning.

Temperaturen på tagkrydsfineren svarer til referencehusenes temperatur.

Gruppe 8 - rejste tage med bølgeeternit

Husene har haft gode startbetingelser, dvs. ingen indbygget fugt fra byggeperioden. Der måles stort set træfugtigheder som for gruppe 3 med 100 mm isolering og åben ventilation, dvs. et fugtindhold på ca.

10% i hele perioden. Da konstruktionen er udluftet, er der på nogle tidspunkter om vinteren kortvarige forøgelse af fugtindholdet i takt med svingningerne i udeluftens relative fugtindhold.

Der har i begge huse vist sig nogle uregelmæssigheder med forhøjet fugtindhold i træet. Tilsyneladende skyldes dette, at isoleringen ikke mere ligger som udført af håndværkerne.

Temperaturen på tagkrydsfineren er som for gruppe 2. 50 mm isolering, ca. 5°C højere end udetemperaturen.

Gruppe 9 - rækkehuse uden merisolering

I de to-etages rækkehuse, hvor der ikke i overetagen findes baderum eller køkken, men dog soveværelser, der kan være ret fugtbelastede, svarer fugtigheden af tagkonstruktionen til referencehusene, dog er der ikke målt så ekstreme fugtindhold som i disse.

Sammenfatning af måleresultater

Det ovenfor anførte kan summeres på følgende måde:

Gruppe 1: Uacceptable opfugtninger.

Gruppe 2: Fugtindholdet stærkt reduceret i forhold til referencehuse. Acceptabelt, såfremt svampeangreb ikke tidligere havde forekommet. Sikkerhedsniveau dog begrænset.

Gruppe 3, 4 og 5: Fugtforholdene acceptable. Sikkerheden tilstrækkelig.

Gruppe 6 og 7: Uacceptable opfugtninger.

Gruppe 8: Acceptabel løsning.

Gruppe 9: Uacceptable opfugtninger.

Måling af relativ luftfugtighed og temperaturer i husene

Da indeklimaet i husene har betydning for fugtbevægelsen, optegnes temperatur og relativ luftfugtighed med termohygrografer. Dette sker på skift i alle huse ca. hver 7. uge i den kolde periode.

I et flertal af husene har der ikke været usædvanlige temperatur- og fugtforhold. Mens den relative fugtighed i efteråret 1978 varierede mellem 50-60% RF, faldt den i januar 1979 til 25-30% RF og var i maj steget til 40-50%.

For huse med mekanisk ventilation faldt den relative luftfugtighed efter igangsætningen af anlægget kraftigt og i hele perioden varierede den mellem 23% og 35% RF.

Temperaturerne er i vinterperioden i de fleste huse lidt over 20°C. I nogle huse holdes en rumtemperatur på ca. 25°C mens der i et enkelt hus er målt 30°C i en længere periode. Den højere rumlufttemperatur i enkelte huse kan tænkes opretholdt for at kompensere for kuldeudstrålingen fra de relativt kolde ydervægge.

Måleresultaterne skal benyttes i forbindelse med beregninger af bl.a. merisoleringens varmebesparende effekt.

Undersøgelse med mini-TV

Arbejdet med forsøgshusene viste, at



Fig. 10. TV-inspektion (tagplade fjernet). Kameraet kan drejes, hvilket muliggør detaljerede undersøgelser.

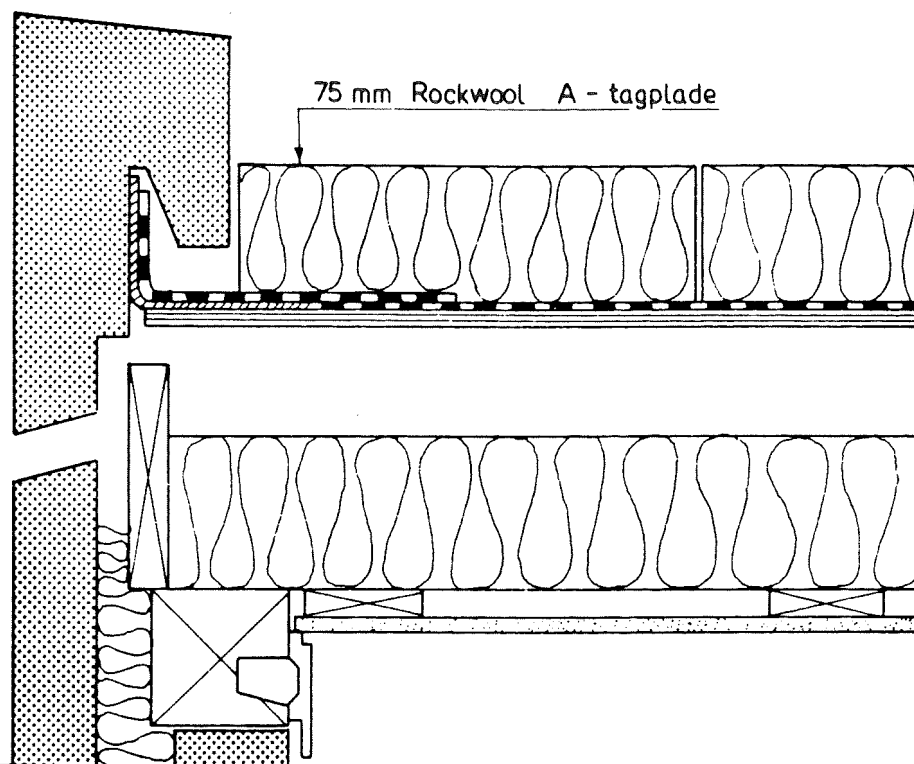


Fig. 11. Udvendig merisolering uden tagpap - omvendt tag.

svampeangreb i såvel spær som tagkrydsfiner var meget udbredt.

I samarbejde med J. A. Inspektion A/S blev prøvet en ny metode til påvisning af svampeangreb ved anvendelse af et mini-TV-kamera af samme type som benyttes ved inspektion af små kloakledninger.

Kameraet med indbygget lyskilde omkring objektivet blev ført ind i tagkonstruktionen gennem ventilationshullerne i betonfacaderne, se figur 10.

Metoden kan anvendes ved undersøgelse af tagkassetter og andre tagkonstruktioner med hulrum, idet det er muligt at inspicere store dele af tagkonstruktionerne uden at åbne tagene.

Skønmæssigt vil en komplet undersø-

gelse af et tag over et enfamiliehus kunne udføres på ca. ½ dag.

Merisolering som omvendt tag

For Greve Boligselskab har Teknologisk Institut, Byggeteknik, i samarbejde med Phønix A/S og Rockwool A/S i vinteren 1978-79 udført en række forsøg på 2 huse af samme type som Albertslund gårdhavehusene.

Målingerne er udført på to huse med udvendig merisolering, idet den oprindelige ventilation af taghulrummet er bibeholdt.

Som vist på figur 11 er der på det eksisterende tagpap udlagt en Rockwool-A-tagplade, hvorved taget er ændret til et såkaldt omvendt tag. Pladerne i sig selv er vand-

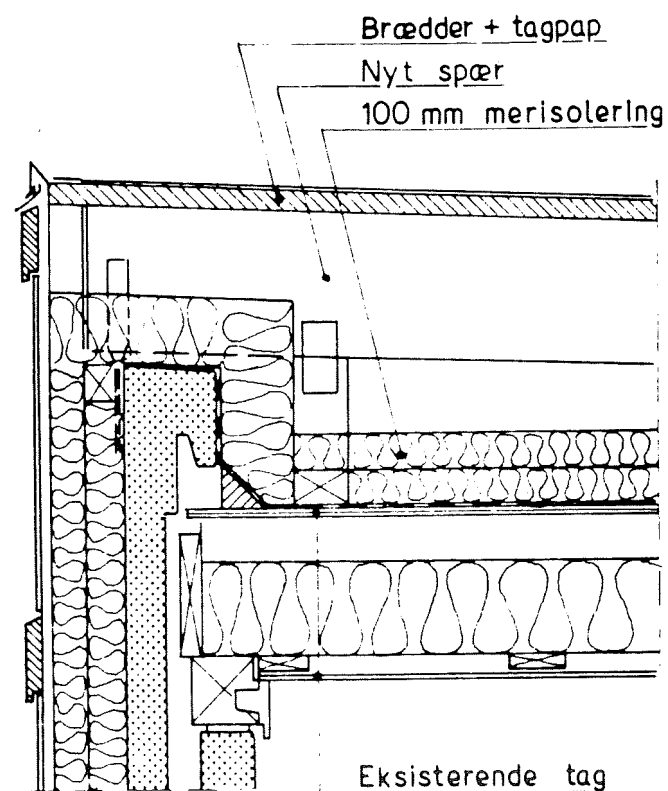


Fig. 12. Den oprindelige stern, der dækkede en skotrende, hvorfra der kun var et afløb, er fjernet. Langs tagkanten placeres en tagrende, hvorefter opstuvning af vand på taget forhindres.

Fig. 13. Den oprindelige stern, der dækkede en skotrende, hvorfra der kun var et afløb, er fjernet. Langs tagkanten placeres en tagrende, hvorefter opstuvning af vand på taget forhindres.

Fig. 12. Albertslund-gårdhavehuse. Ekstraisolering af både betonfacader og tag. Taghældningen forøges fra 1:100 til 1:25. Taghulrummet over merisoleringen er ventileret med udeluft. Eksisterende tagpap fungerer som fuotspærre.

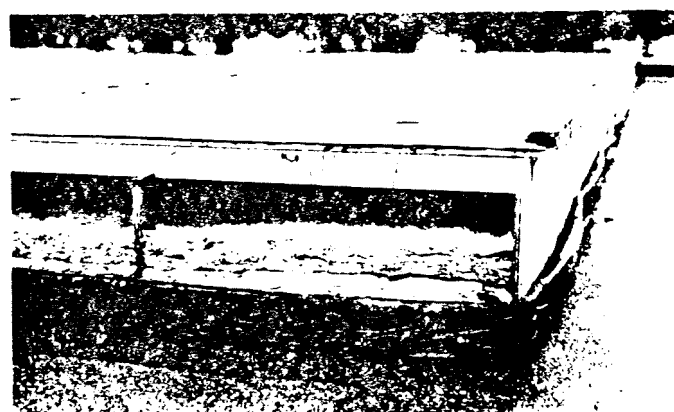


Fig. 14. Merisoleringselement fra Tåsinge Træ A.S. Elementets højde varierer fra 15 til 30 cm, hvorved et fald på mindst 1:40 kan etableres. Elementet leveres færdigt med et eller flere lag tagpap.

tætte, men regnvand vil løbe ned til eksisterende tagpap gennem fugerne. På undersiden af de enkelte plader er der fastklæbet en fugtspærre for at forhindre fordampning igennem isoleringspladerne af understrømmende vand, idet dette vil reducere varmeisoleringen.

Pladerne er udlagt løst på den gamle paptækning, idet de dog er fastholdt langs tagets begrænsninger. Der er ikke foretaget nogen form for udvendig afdækning eller beskyttelse af pladerne.

Fugtindholdet i tagkrydsfineren er bestemt ved hjælp af målerondeller som i Albertslund. Målingerne er foretaget af SBI.

Isoleringsværdi

Isoleringsværdien af den anvendte A-tagplade i tykkelserne 45 mm og 70 mm skønnes at være ca. 50% af værdien af en »tor« plade.

Såfremt ventilationsåbningerne lukkes, opnås sikkert en forbedret isoleringsværdi.

Tagpappet vil få en god beskyttelse mod

ekstreme klimatiske påvirkninger såsom kulde, varme, sol- og UV-bestråling, udtørring og færdsel. Det må formodes, at denne beskyttelse vil medføre en væsentlig forøgelse af tagpappets levetid.

Der bør dog være et veldefineret fald og taget skal være tæt, før denne løsning udføres.

Merisoleringsløsningen i Albertslund

I Albertslund-bebyggelsen har boligselskaberne valgt at udføre en merisolering af tagkonstruktionen som vist på figur 12. Som det ses, udføres også en udvendig merisolering af betonydervæggene.

På grund af de omtalte svampeangreb i spær og tagplader udføres en ny tagkonstruktion friholdt fra det eksisterende tag, da det må formodes, at en del spær kan være svækkede af angrebene. Disse standes, idet merisoleringen medfører en reduktion af fugtindholdet til ca. 10% og dermed under grænsen for svampevækst.

Projektet til renoveringsarbejderne er udarbejdet af Fællestegnestuen og rådgivende ingeniørfirma i-68 KS.

Betragtninger vedrørende projektering og udførelse af merisolering af flade tage

En udvendig merisolering af en træbaseret og ventileret tagkonstruktion har to fordele:

1. Varmeisoleringen forbedres, således at der kan spares en væsentlig energimængde.
2. Der opnås større sikkerhed mod skadelig opfugtning.

Før udførelsen af merisoleringsarbejderne skal en række bygningsfysiske problemer vurderes, det må derfor anbefales, at en rådgivende ingeniør eller andre med viden inden for området deltager i projekteringsarbejdet.

Ventilation af det oprindelige trærum

Det er vanskeligt at give entydige anvisninger vedrørende ventilation. Ved at lukke for ventilationen opnås forbedret varmeøkonomi. Ved at bevare ventilationen er der bl.a. mulighed for at fjerne mindre fugtmængder stammende fra fugttransport gennem fugtspærren — diffusion. Tagventilationshætter for udluftning af taghulrum kan som nævnt forøge risikoen for skader.

Lukning af ventilationsåbninger langs tagkanter bør ikke foretages det første år efter udførelse af isoleringsarbejderne, idet den fugt, der evt. findes i tagkonstruktionens træværk, skal have en mulighed for at forsvinde.

fortsættes side 23

Merisolering af flade tage.....

fortsat fra side 10

Merisoleringens tykkelse

Før merisoleringen afhænger kondensdannelsen på tagkrydsfineren først og fremmest af rumluftens mulighed for at strømme op i taghulrummet gennem sprækker og huller i fugtspærren i loftet.

Merisoleringens tykkelse skal være så stor, at der med de tilstedeværende temperatur-, fugt- og trykforhold ikke er risiko for skadelig kondens på det oprindelige tagunderlag og tagpap, der efter udførelsen af isoleringsarbejderne fungerer som fugtspærre.

På baggrund af erfaringerne fra projektet skønnes det, at merisoleringen mindst skal have samme tykkelse som den oprindelige isolering og ikke under 100 mm, medmindre der er truffet særlige foranstaltninger til at skabe lufttæthed ved den oprindelige fugtspærres tilslutning ved vægge m.m. samt ved samlinger.

Udføres disse foranstaltninger, kan tykkelsen af merisoleringen evt. reduceres til 0,5 x den oprindelige tykkelse. Totaltykkelsen bør dog af varmebesparende grunde ikke være under 200 mm.

Eksisterende tagpap

Eksisterende tagpap bør — om fornødent — tætnes, før merisoleringen udføres. Det er en absolut forudsætning, at der skabes tæthed ved tagets begrænsninger, ved ovenlys og andre gennemføringer, se figur 12, således at der skabes sikkerhed mod opstrømning af rumluft til merisoleringen.

Der skal skabes sikkerhed for, at der ikke kan samle sig vand ovenpå det oprindelige tagpap, såfremt der måtte forekomme en lækage i den nye tagdækning.

Undgå indbygning af fugt

Merisoleringsarbejdet skal ske på en sådan måde, at fugt forårsaget af regn, sne eller is ikke indbygges.

Fugt i tagkonstruktioner af de her omtalte typer forsvinder kun langsomt, da den i større eller mindre grad er spærret inde. Byggefugten kan bl.a. forårsage skadelige bevægelser i tagkonstruktionen og i værste fald nedbrydning af materialerne ved råd- og svampeangreb.

Taghældning

Tagflader skal have en sådan hældning,

at der ikke opstår vandansamlinger på tagfladen.

En mindste hældning på 1:40 må tilrådes. Det kan opnås ved at benytte kileskårne isoleringsplader eller tagkomponenter med varierende højde, der anbringes ovenpå det eksisterende tag og dermed forøger tagfaldet (figur 13). I det sidste tilfælde kan der anvendes almindelig mineraluld.

Merisoleringsprojektet er udført i et samarbejde med tagpapbranchens teknikere: H. E. Jørgensen, Phoenix AS, Frank Andersen, Hotaco A/S, K. Winther Nielsen, Superfos A/S, og S. Harder, Villadsens Fabrikker A/S og boligselskaberne ved arkitekt MAA Arne Riis Mørk og rådgivende ingeniør Erik Andersen, i-65.

Uwe Lohse, SBI, har forestået udvikling af målesystemerne og disses iværksættelse samt resultatbehandling på SBI.

Jens Brandt, Cowiconsult, har udover deltagelse i projektarbejdet fungeret som projektgruppens sekretær, og Peter Ingwersen, Cowiconsult, har udført det store antal målinger m.m. i bebyggelsen.

Anders Nielsen:

Den enkelte tekniker må vænne sig til selv at søge viden

En dialog mellem forskere og udførende vil højne betonkvaliteten

Beton er et fantastisk kom- pliceret materiale. Det laves af cement, vand, sand, sten og tilsætningsstoffer. Disse fem ingredienser, som hver for sig rummer en verden af muligheder, kan kombineres i alle mulige blandingsforhold. De skal blandes, hvilket kan ske mere eller mindre effektivt. Den fremkomne blanding skal vibres, hærdes og afformes på det rigtige tidspunkt. Når man tager alle disse kombinationsmuligheder i betragtning, så kan man undre sig over, at noget af den beton, der bliver lavet, overhovedet kan bruges, siger formanden for Dansk Betonforening, tekn. dr. Anders Nielsen, DIA-B.

Men der laves en masse god beton. Vi hører kun om det, der går i stykker. Og det er næsten udelukkende udendørs beton, der rundt regnet omfatter 10% af al beton, som støbes. Heraf bliver kun en mindre del lavet dårligt, og det kommer materialet beton som heldig til at lide under.

I betragtning af hvor meget de rådgivende ingeniører arbejder med statik for at få bygværkerne til at holde, så er det forbløffende lidt, man arbejder med teknologien, altså med sikkerheden for at materialerne ikke skal smuldre væk, når de bliver udsat for vind og vejr.

disse laboratorier, rangerer højt målt med en international alen. Sammenlignet med hvad der kommer fra udlandet er vi ikke dårligt kørende.

Med denne udvikling mente mener jeg ikke, at vi behøver at tilstræbe en stor institutdannelse for forskning. Sådanne tanker luftes undertiden. Den decentrale organisationsform er en fordel, særligt hvis man kan lære at snakke sammen.

Spredding i forskningen - Savner vi betonforskningslaboratorier i Karstrup?

Det positive ved nedlæggelsen af det laboratorium var, at de fleste af de mennesker, som fik deres »betonopdragelse« der, stadig arbejder med beton, men nu på andre institutioner såsom bkt-centralen, Teknologisk Institut, Institutet for Silikatindustri, Dansk Beton Institut, og i private firmaer. Derved har Danmark fået en bredere og mere slagkraftig betonforskning end før samtidig med, at Aalborg Portland jo fortsætter forskningen på Cement- og Betonlaboratoriet i Aalborg.

Desuden foregår der også betonforskning på DIA-B, på Laboratoriet for Bygningmateriale og på Institutet for Metallære på DTH og på Korrosionscentralen. De ting, der foregår på alle

Til maj er der Nordisk Betonkongres i Aalborg. Hvad kommer der ud af det nordiske samarbejde?

Samarbejdet er formaliseret i Nordisk Betonforbund. Denne 25-årige organisation sprutter stadig af liv. Vort vigtigste aktiv er det fælles blad »Nordisk Betong«, men derudover holder vi kongresser, forskningsmøder og endagsseminarer.

Viden fra Norden

Ja, det er jo præcis det, at det er forskerne i vores glas-slottet og materiale-maskin-producenter.

Hvordan får man viden ud til dem, der skal tænke den i praksis?

Almindeligt kan man sige, at dem, der ved noget, skal skrive om det og fortælle om det bl.a. på kurser. Betonbranchens kursusvirksomhed bør samordnes. Betonforeningen har nedsat et uddannelsesudvalg, som har taget sig af at udgive en oversigt over samtlige uddannelses tilbud i beton for alle byggeriets medarbejdere. Overblikket, som kan fås hos DIF, indeholder også en liste over institutioner, hvor man kan spørge.

Og det leder mig frem til den anden side af sagen, som ligger mig meget på sinde. Det er nødvendigt, at den enkelte tekniker bliver klar over, at han primært selv er ansvarlig for at skaffe sig viden. Der findes viden om og svar på mange problemer. Men det er aldeles unødigt for forskerne at formidle alt det, de ved, til de specielle situationer, som folk står i.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Alt i alt må jeg sige, at vi ved godt, hvordan god beton skal laves.



Tekn. dr. Anders Nielsen, DIA-B. - Det er forbløffende lidt, man arbejder med sikkerheden for, at materialerne ikke smuldre væk.

Vi ved en masse om mikrostruktur og hærdeteknologi, og så har vi den store erfaring med elementbyggeri oparbejdet i 1960'erne og -70'erne. Også på det statiske område og i sikkerhedsfilosofi kan vi være med.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

Den enkelte må vænne sig til at søge viden selv og at spørge. Dialogen må i gang. Det vil smitte af bade på den forskning, der bliver bedrevet, men først og fremmest på kvaliteten af fremtidens betonbygværker.

ingeniøren • nr. 14 • 4. april 1980

Korrosion på bærende

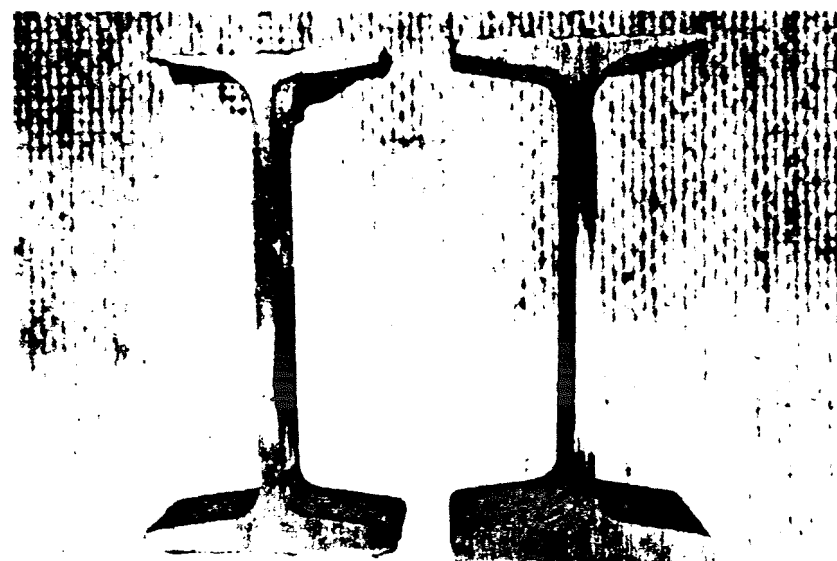


af civilingeniør Frits Grønvold, Korrosionscentralen

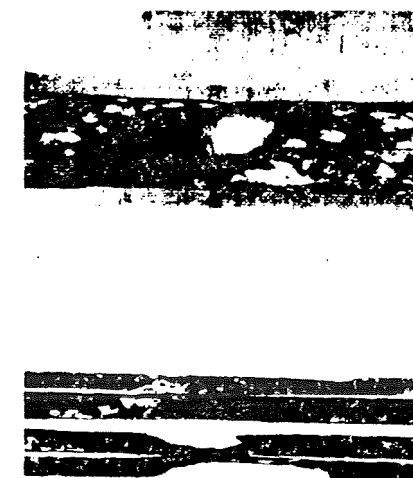
Siden århundredeskiftet har det været kendt, at der er en risiko for nedstyrning af udkragede altaner forårsaget af tæring på de bærende jern. Der er da også sket nedstyrninger, men indtil for nylig uden personskaade. Ved nedstyrningen på Nyvej, hvor et menneske blev dræbt, blev risikoen almindelig kendt og der er tilsyneladende opstået en udbredt mistillid til ældre altaner.

Antallet af betonaltaner med udliggjern er betydeligt (sandsynligvis over 100.000) og omkostningerne i forbindelse med dårlige eller unødvendige reparationer kan blive store. Det vil formentlig derfor have interesse at Korrosionscentralen allerede nu redegør for iagttagelser, der er gjort, og for de foreløbige konklusioner, vi er nået til efter at have undersøgt ca. 6-700 altaner. Det er vigtigt for os at understrege, at disse resultater er foreløbige, og at vi ser frem til et kommende aftalt samarbejde inden for BPS (Byggeriets Planlægnings System), hvor rådgivende ingeniører, arkitekter og betonteknologer vil deltage i vurderingen.

jern i udkragede altaner



Figur 1. Tværsnit af to forskellige NP 10. Ca. 2 mm jævn tæring på oversiden af flangen og lokal tæring på den ene underside. Tæringen har været lokaliseret i betonen ved overgangen til murværket.



Figur 2 og 3. Gennemtæret NP 10. Tæringen har været lokaliseret ved overgangen til murværket og er primært foregået på den ene side. Tværsnittet viser, at lokaltæringen på kroppen har en udstrækning på ca. 30 cm, og godstykkelsen aftager jævnt fra de oprindelige 4,5 mm til 0. (Utmeglas facade).

Det er velkendt, at ubehandlet stål rustner i fugtige omgivelser. Stål, der er indstøbt i beton, vil imidlertid danne et tyndt lag af beskyttende korrosionsprodukter.

Så længe betonen er »sund«, vil stålet ikke tære — selv om betonen er fugtmættet.

Betonens beskyttende virkning vil nedbrydes med tiden, enten fordi betonen forvitrer eller der sker en reaktion med luftens kuldioxid (karbonatisering).

Korrosion på stålprofiler i betonaltaner er imidlertid mere kompliceret på grund af altanens konstruktive udformning.

Altaner er normalt opbygget af en betonplade, der bæres af indstøbte profiljern eller profiljernsrammer.

Betonpladen er kun ført ganske lidt ind i murværket, medens de bærende jern går flere meter ind i huset og er forankret til etageadskillelsen. De bærende jern er således udsat for flere forskellige korrosionsmiljøer.

Inde i selve huset er der normalt for tørt til, at der ikke kan foregå korrosion. Kun hvis jernene føres igennem våde rum, er en vis risiko for tæring.

Ved gennemføringen i muren kan jernene ligge frit, eller være i kontakt med cementmørtel, kalkmørtel, mursten eller iso-

leringsmateriale. Også i denne zone ser det ud til, at der ofte er for tørt til, at der kan foregå kritisk tæring. Risikoen er dog tilstede, og jernene bør undersøges i hvert enkelt tilfælde.

De hyppige korrosionsskader sker på den indstøbte del af jernene eller for randprofiler også på de frie flader.

Ved korrosion på den indstøbte del skelnes mellem korrosion på 1) den yvendige side af profilers flanger og 2) kroppen og de indvendige sider af flangerne.

Tæring på oversiden af flangerne skyldes normalt karbonatisering af dæklaget. Hvis dæklaget (beton/pudslaget) revner på grund af altanens konstruktive udformning, vil karbonatiseringen meget hurtigt nå ned til stålet. Et dæklag udført af beton af høj kvalitet vil imidlertid under alle omstændigheder mindske karbonatiseringen og risikoen for tæring. Korrosionshastigheden kan variere fra 2/100 til 1/10 mm jern/år. Korrosionsangrebet kan konstateres som revnedannelser eller afsprængninger af dæklaget på grund af korrosionsproduktens tryk. På det tidspunkt er flangens tykkelse kun reduceret med 1/10 eller mindre.

Korrosionen på kroppen og flangerens indvendige side kan ske uden synlige revne-

dannelser i betonpladen, rustudtrængninger eller andre umiddelbart synlige skader. De kraftigste tæring optår normalt ved muren på den indstøbte del af stålet. Hvis (eller rettere når) betonens beskyttende virkning ophører på grund af karbonatisering, og den relative fugtighed i betonens poresystem overstiger ca. 80-85 pct., vil korrosionen begynde. Korrosionsområdet vil brede sig ud langs den indstøbte del i takt med at betonens beskyttende virkning neutraliseres gennem syrefrigivelse og karbonatisering.

De dybeste tæring findes normalt et par cm eller mere inde i betonen, sandsynligvis i den dybde, hvor den relative fugtighed konstant overstiger den kritiske fugtighed for korrosion. Korrosionen minder således om korrosion på sceptre, ankerbolte og lignende, hvor der kan opstå en timeglas-lignende tæring umiddelbart inde i betonen.

Korrosionen kan også være initieret på grund af manglende kontakt mellem stål og beton (revner, hulrum, mursten m.m.)

Korrosionshastigheden må forventes at overstige 2/100-1/10 mm/år på grund af galvanisk påvirkning fra den ikke-korroderende del af stålet. Den hurtigste korrosion vil forekomme, når den resterende indstøb-

te del af jernet er i god stand og den galvaniske virkning således kan blive størst mulig.

På altaner med frilagt profiljærnsramme vil der også kunne ske tæring på den frie del, hvis overfladebehandlingen ikke er korrekt vedligeholdt. (Altanulykken på Nyvej er efter vores opfattelse forårsaget af uventet gennemtæring af randprofilens bærende underflange).

Vedligeholdelse af altaner

En radikal løsning til sikring af gamle altaner omfatter total nedhugning af alt beton, eventuelt udskiftning af tærede jern, i-lægning af svindarmering og udstøbning med »vandtæt« beton. Endvidere skal jernene indstøbes så langt ind bag facadelinjen at bagkanten er så tør, at der ikke kan foregå korrosion. Denne løsning kan imidlertid ikke anbefales, fordi 1) det endnu ikke er undersøgt, hvor langt betonudstøbningen skal føres ind i huset, 2) den normalt vil være meget kostbar og 3) ofte unødvendig. På nuværende tidspunkt bør vedligeholdelsen primært omfatte udbedring af umiddelbart synlige skader samt kontrol af de bærende jerns tilstand.

Kontrol baseret alene på ophugning og besigtigelse af jernene ved indføringen i

muren er utilstrækkeligt. Den fortæller kun noget om profiljærnenes tilstand i det besigtigede område på tidspunktet for kontrollen. Da det er meget vanskeligt at genetablere korrosionsbeskyttelse på lokalt frilagt stål, må det frygtes, at der efter reparation kan begynde korrosion, der hurtigt fører til kritisk svækkelse af jernene.

Man kan minimere antallet af ophugninger ved en ikke destruktiv kontrol af jernenes korrosionsgrad. Den i dag eneste anvendelige ikke-destruktive kontrolmetode bygger på elektrokemiske potentialmålinger. Metoden er flere steder anvendt i forbindelse med forskning og in-situ målinger på jernkonstruktioner som svømmebassiner og brodæk. Anvendelsen på altaner er en vigtig hjælp til den rådgivende ingeniør, der kan få udført frihugning af de jern, der ifølge målingen har størst korrosion og efter evt. lokal reparation kontrollere reparationens korrosionsbeskyttende virkning.

Fejl i forbindelse med reparation

På mange af de altaner, vi har undersøgt, er der udført »kosmetiske« reparationer. I en del tilfælde ser det ud til, at korrosionen herved er forøget så meget, at sikring af altanen omfatter betydelige reparationer.

Kosmetiske reparationer kan f.eks. være reparation af dæklaget eller overfladebehandling af betonen.

- Hvis reparationer af dæklag (pudslag) over profiljærnen har ringe eller ingen vedhæftning til stål og udstøbningsbeton, men er fastholdt med f.eks. hønse- net er der mulighed for tæring af profilerne uden at der opstår synlige skader i form af afsprængninger af dæklaget.
- Tykke overfladebelægninger vil på samme måde skjule korrosionen.

Svenske undersøgelser af altaner med almindelig netarmering har vist, at damp- tætte membraner (f.eks. asfalt- og epoxy- membraner) på oversiden af betonpladen øger den relative fugtighed i betonen under membranen. Jern, der er beskyttet mod korrosion af betonen, kan godt tåle fugt, men på steder, hvor betonens beskyttende virkning er nedbrudt f.eks. på grund af karbonatisering eller revnedannelser, vil korrosionen i en vis udstrækning øges med øget fugtindhold. Specielt vil der ske en væsentlig forøgelse af korrosionen på ud- liggerjernene i overgangszonen ved beton- pladens bagkant. Det må derfor på nuvæ- rende tidspunkt frarådes at anvende damp- tætte membraner på betonaltaner med ud- liggerjern.

Anvendelsen af diffusionsåbne membra- ner vil sandsynligvis ikke kunne volde ska- de. Det er imidlertid tvivlsomt, om de har nogen helbredende effekt på korroderende jern. Derimod kan vandgennemsvivning standses.

Frit jern korrosionsbeskyttes ofte med en grundmaling, der indeholder blymønje. På stål, der skal indstøbes i beton, vil en bly- mønje-overfladebehandling kunne starte korrosion, fordi blymønje reagerer med betonens alkali. Mønjen bliver hurtigt brugt, og der er da risiko for at betonens alkalitet ikke er tilstrækkelig til at yde stål- let beskyttelse. (Bindemidlet i blymønnen, lagtykkelsen og arealet, der er overfladebe- handlet, spiller sandsynligvis en væsentlig rolle. Det er derfor ikke sikkert, at en bly- mønjebehandling altid vil forårsage tæring på jernet).

Kalkmørtel gennemkarbonatiserer hur- tigt og vil ikke kunne beskytte stål mod korrosion. Kalkmørtel må derfor ikke an- vendes på ubehandlet stål.

Konklusion

Sammenfattende kan det siges, at nok er der en risiko for tæring i altanen, men en kritikløs udskiftning kan være unødvendig kostbar og forkert eller mangelfuld repara- tion kan være direkte skadelig.

Elektrokemisk kontrol af de bærende stålprofilers tilstand udgør et rimeligt grundlag til at afgøre udskiftning og til at foreskrive den rette reparations procedure.

Betonskader

Simpel prøve afslører om reparationen er uforsvarlig

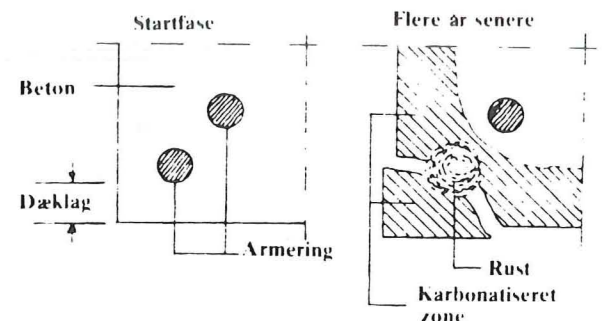
Ved reparation af en skadet armeret betonkonstruktion eller ved reparation omkring indstøbte stædele - f.eks. bæ- rejern i altaner - er det af stor betydning for reparationens holdbarhed, at al karbonatise- ret beton borthugges.

Sker der ikke en total renhug- ning, er der risiko for, at repara- tionen dels ikke får nogen lang holdbarhed, og dels at der sættes et ukontrolleret galvanisk element i gang mel- lem den gamle beton, den ny reparationsbeton og indstøbt stål med alvorlige tæring på stælet til følge.

Sådan undersøges karbonatiseringsdybden I en nem og enkel metode til undersøgelse af betonens karbonatiseringsdybde er et

påsprøjt eller påsmøret den friske brudflade en 1 pct. op- løsning af phenolphthalein. Der, hvor betonen har en Ph-værdi på mere end 9, dvs. der, hvor betonen ikke er kar- bonatiseret, sker der en rød- farvning, mens den karbonati-

serede beton forbliver utar- vet. Renhugningen skal altså fortsættes, indtil hele brudfla- den farves rød ved påføring af phenolphthalein-opløsningen. Opløsningen kan købes på apoteket og bør være at finde blandt værktøjet hos alle, der



Karbonatiseringen sænker betonens Ph-værdi med korrosion af armeringsjernene til følge.



Al karboniseret beton skal borthugges. Sker det ikke, vil korrosionen af armeringsjernene fortsætte, og reparationen vil ikke holde længe.

beskæftiget sig med beton- reparationer.

Arsag og virkning Frisk beton er stærkt alkalisk med en Ph-værdi på 12-14. Stål, der er omhyggeligt og godt beskyttet mod korrosion. Når luftens kulstofdioxid kommer i forbindelse med be- tonens calciumhydroxyd, sker der en kemisk reaktion, og det dannes kalciumkarbonat. Det er denne proces, der kaldes karbonatisering, og processen foregår hurtigst, når den om- givende luft har en relativ fug- tighed på mellem 40 og 90 pct. - optimalt ved 50 pct. RH.

Karbonatiseringen foregår i betonens overflade og langs revner. Jo mere porøs en be- ton er, jo hurtigere foregår karbonatiseringen. Under uheldige omstændigheder (stor porøsitet og mange rev- ner) kan en betonkonstruk- tion være gennemkarbonati- seret i løbet af 10-20 år.

For armeret beton er kar- bonatiseringen en fordel, af- tetheden og dermed styrken forøges. Men for armeret be- ton eller beton med indstøbte stædele kan processen være katastrofal, idet Ph-værdien ændres fra den friske betons 12-14 til ca. 7.

Denne værdi er neutral og ikke tilstrækkelig til at rustbe- skytte indstøbte armerings- jern eller andre stædele. Disse vil ruste, hvis det kommer vand til, og det sker næsten altid, hvis den relative fugtigheds- grad omkring betonen er større end 70 pct. i gennem- snit.

Det er desværre tilfældet for en stor del af vore uden- dørs betonkonstruktioner, og her er en af årsagerne til de mange betonskader, der fore- kommer for tiden.

Hvis der i forbindelse med en reparation af en skadet be- tonkonstruktion lukkes kar- bonatiseret beton inde, f.eks. bag armeringsjern, vil der - hvis de nødvendige betingel- ser er til stede (og det vil de næsten altid være, når der er tale om udendørs konstrukti- oner) - fortsat ske rustdån- nelse på dette sted. Og da ru- stent stål fylder 7-10 gange så meget som sundt stål, varer det ikke længe, før repara- tionen bliver »skudt« af igen.

R. B. Crane

Renovering og vedligeholdelse af altaner

af ingeniør August Konow

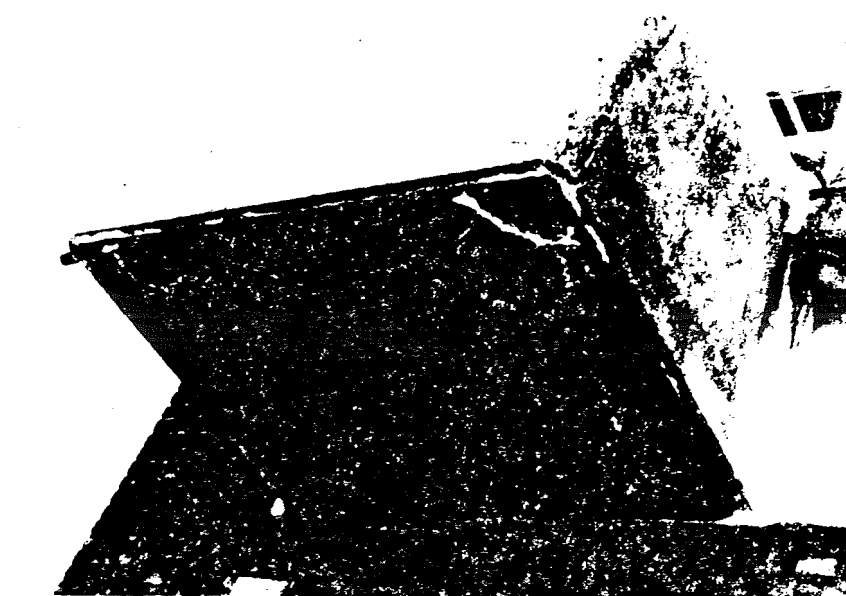
Dette indlæg er ment som et oplæg til den drøftelse, der af gode grunde er aktuelt på grund af de skader, der sker på grund af forkert konstruktion og manglende vedligeholdelse af altaner.

Artiklen vil først og fremmest beskæftige sig med materialetekniske problemer, men det forudsættes her at skaderne på altankonstruktionerne er af en sådan beskaffenhed, at det både er teknisk og økonomisk forsvarligt at udføre en reparation i stedet for en fornyelse. Allerede ved udførelsen af altanerne kunne man have forebygget mange af de skader der senere opstår, hvoraf vi blot skal nævne nogle:

1. Sørge for at der ikke er mulighed for vandansamlingssteder, ved et rimeligt fald på altanbundene ned mod et rigeligt dimensioneret afløb, da gennemsivning af vand gennem betonen i altanbunde er den mest forekomne årsag til skader.
2. Ved præfabrikerede altaner er der ofte samlingsdetaljer hvor jern er ubeskyttet af betonen, jernet rustner og rusten kryber langs jernet videre ind i betonkonstruktionen og sprænger betonen.
3. Manglende vandnæser, således at vandet løber ind under altanpladen med nedbrydning af betonen som nedenfor beskrevet som følge.
4. Ved altangange er der ofte manglende dilatationsfuger og er det tilfældet, vil konstruktionen selv sørge for den nødvendige bevægelsesmulighed ved at revne.
5. Ved mange altaner er betonen dimensioneret for styrke og ikke for holdbarhed, det siger sig selv at der på et så udsat konstruktionselement som en altan, ikke må spares de få kroner, som en forbedret betonkvalitet vil koste. Det kommer til at koste penge i vedligeholdelse.

6. Der må ligeledes tages særligt hensyn til de fugt og temperaturbelastninger altanerne er udsat for.
7. En af de hyppigst fremkomne fejl ved fremstillingen er anvendelsen af et for højt vand/cement tal, uheldige tilslagsmaterialer og ofte for ringe dæklag over armeringsjern.

Før jeg begynder at gennemgå reparationerne er det på sin plads også at gennemgå de nedbrydende faktorer, som skyldes luftforureningen. Den alkaliske beton beskyttes mod nedbrydning af en zone hvor hy-



Figur 1. Gennemsivning af altanbund 5 år efter dybdeimprægnering med Epoxy.



Figur 3. Vandnæse udført i plaganplade, for at hindre vandbelastning af underside på altangang. Den oprindelige vandnæse var ikke tilstrækkelig.

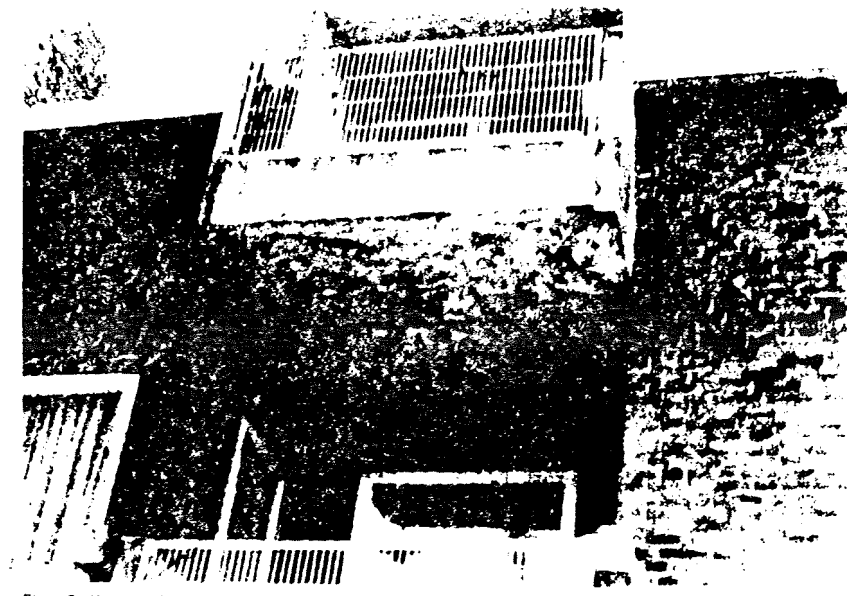


Figur 4. Altangang med fliser, lagt i grus over en membran af estafaltap.

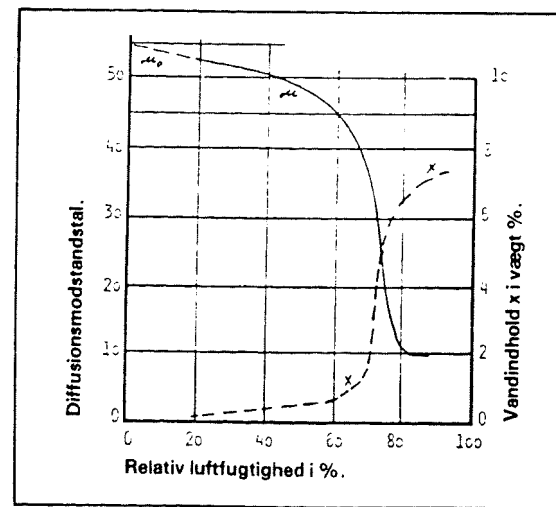
droksyde karbonatere på grund af luftens reaktion, der sker når kalciumhydroksyd, som er en væsentlig bestanddel af betons bindemiddel, omdannes til kalciumcarbonat: $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow Ca(CO)_3 + H_2O$.

Processen kaldes carbonatisering og med denne opbygges en carbonatiseringszone, der kan betragtes som en vejrhud eller en klimaskærm. Af forstyrrende elementer for denne klimaskærm kan nævnes luftens stigende indhold af svovldioxid, idet svovlen omdannes til syre med regnvand og her-

ved omdannes kalciumcarbonat til kalciumsulfat (gips), der ved sin binding med krystalvand har et større volumen end det oprindelige kalciumcarbonat og derved får betonoverfladen til at smuldre og nedbryder den klimaskærm, som er betonoverfladens beskyttelse mod vejrliget.



Figur 2. Kondensbelastet altanbund med nogen gennemsivning. Altanbunden er for 3 år siden belagt med en ca. 5 mm Epoxymørtel.



Figur 5. Ved imprægnering hindres vandindtrængning så kun vanddamp kan vandre i porerne, svarende til at dugpunktstilstanden ikke indtræffer.

En anden faktor er den stigende mængde af kultveilt. I den førnævnte proces hvor kultveilt bruges til dannelse af det tungt opløselige kalciumcarbonat, der beskytter betonen går processen videre ved dannelsen af kalciumcarbonat, der er lettere opløselig i vand og man får derfor en udvaskning af bindemidlet i betonoverfladen. Herudover

kan vandet igangsætte de såkaldte alkaliskieselreaktioner, hvor der dannes alkaliskieselgel, der er vandsugende og skaderne ses som netlignende krakeleringer på overfladen, denne proces er naturligvis også med til at fremskynde en nedbrydning.

I forbindelse med et Teknologirådsprojekt på Teknologisk Institut om ned-

brydning af natursten har mikrobiologisk afdeling ved mikrobiolog Jørgen Bech-Andersen en undersøgelse i gang for at finde frem til den nedbrydning, der volder ved bevoksninger af alger, laver og mosser. Disse bevoksninger holder på vandet og har i nogle tilfælde affaldsprodukter der ødelægger bindemidlet i betonen.

Det kan forventes at de første resultater af disse undersøgelser vil komme frem inden for en overskuelig fremtid.

Vi kommer nu til de egentlige reparationer. For at finde den mest hensigtsmæssige reparation, er det altså nødvendigt at nå frem til skadens årsager, således at man formindsker nedbrydningen mest muligt af den reparerede altan.

Carbonatiseringsdybden måles lettest ved at bore prøvehuller på ca. 10 mmØ og ved hjælp af fenofalin som indikator kan man finde carbonatiseringsdybden. (I Tyskland har man på Institut für Bauforschung i Erfstadt foretaget carbonatiseringsmålinger ved alle reparationer og katalogiseret disse, hvilket giver et godt billede af, hvor meget det betyder, hvis betonen har været i en meget forurenede zone, hvor megen indflydelse det har haft med forskellige overfladebehandlinger etc. Det er måske et område hvor man også kunne lave en undersøgelse herhjemme, hvis der da ikke allerede er udført sådanne).

Ved reparationer forekommer ofte at man møder på systematiske skader, med hensyn til dæklag over armeringsjern, det må derfor anses for rigtigt at undersøge et vist antal altaner med et covermeter, der med rimelig nøjagtighed kan lave dæklagsmålinger.

Undersøgelse af korrosion af jernarmering og bærende jern kan gøres ved ophugning af betonen, ved akustiske undersøgelser, men det må tilrådes at lade Korrosionscentralen foretage målinger på stedet ved hjælp af den af dem udviklede elektrokemiske metode.

Ved denne metode måles korrosionshastigheden i jernet og på den erfaring, man her har opnået, vil man have en god forhåndsviden for tilrettelæggelse af den videre beslutning om man skal reparere eller lave nye altaner. Hvis der er tvivl om, at betonens kvalitet er, som det er forudsat ved beregningen, bør man udtage en betonprøve og lade f.eks. Teknologisk Instituts betonteknikere lave en analyse.

Når så reparationen påbegyndes må man hugge al dårlig beton væk, jern må frihugges så meget at der ikke længere er rustdannelse. Det kan godt være inde i den alkaliske sunde beton, idet rusten kan løbe langs jernet fra de angrebne steder ind i denne.

Herefter sandblæses jernet.
Hvor man efter en reparation ikke vil have det fornødne dæklag til at beskytte jernet, må der sandblæses til SA 3 (blankt jern) og dette jern må korrosionsbeskyttes.

I vinteren 72-73 lavede vi en del prøver med korrosionsbeskyttende midler og dæklag på ca. 4 mm. Der var kun én prøve der holdt. Her var anvendt opløsningsmiddel Epoxy i 2 lag, hvor det sidste var belagt med skarpkantet grus, således at der var godt forbandt til den pålagte beton. Rensningen må være grundig udført for at få et godt resultat. Her er til nu, kun gode erfaringer.

Betonen eller rettere og sagt mørtelen man anvender til reparationen skal passe til det bestående materiale i styrke (endelig ikke stærkere da den oprindelige beton vil blive ødelagt) og den må have samme porøsitet da man ellers kan få vandophobninger på grund af forskellig kapillaritet.

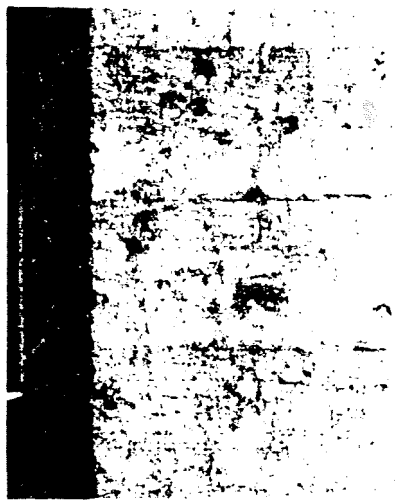
Der må bruges normal Portland cement således at hærdningen foregår så langsomt som muligt og reparationen skal helst overdækkes for at beskytte mod en for hurtig udtørring.

Der er udført arbejder hvor reparationsmørtelen blev tilsat metylsilikat for at gøre den vandafvisende, der har været tilsat plastificeringsmidler, men begge gange har en efterbehandling af reparationsoverfladen med et vandafvisende middel været nødvendig for at undgå skader grundet forskellig reaktion med vand i det oprindelige — og det tilførte reparationsmateriale.

Reparation mod gennemsvivning af vand ved altanbunde er vanskelig. I 1975 imprægneredes 50 altanbunde ved hjælp af en amerikansk metode udviklet af Gauri på universitetet i Louisville, det bestod kort i, at man mættede betonbunden med acetone og når det var sket påførte man en opløsning af lavmonokulær epoxy og acetone. Ved hjælp af væskeudtørring blev der opnået en indtrængningsdybde på flere cm. Som vist på fig. 1 findes der efter 5 år atter gennemsvivning sted, hvorfor man må anse denne behandling som mindre velegnet.

Et andet forsøg bestod i at behandle altanbunden med et 5 mm Epoxymørtellag, som er væsentlig mere diffusionstæt end betonen, men vi har 3 år efter reparationens udførelse bemærket en øget belastning af kondensvand under altanbunden. Om der er kondens lige under Epoxybelægningen har det på nuværende tidspunkt ikke været muligt at undersøge og der er ikke noget at bemærke ved akustiske eller optiske undersøgelser. Fig. 2.

En tredje løsning fra 1977 bestod i reparation af altangange med kraftig gennem-



Figur 6. Søjlekonstruktion med revnedannelser, hvor udviklingen er stoppet efter behandling med siloxanimpr. og siloxanlasur.

svivning samt vandbelastning fra vand, der trods vandnæser trænger ind på undersiden af gangene. Overfladen var belagt med asfalt, grus og betonfliser. På grund af revner i asfaltbelægningen var her også gennemsvivning. Som vist på fig. 3 monteredes en ny vandnæse af metalplade, undersiden blev imprægneret og malet en gang med en siloxanlasur. På oversiden fjernede man asfalten, lagde en membran af asfaltpap, og sluttede med grus og fliser som oprindeligt. Her er endnu ingen synlige tegn på skader. Fig. 4.

At udføre den rigtige belægning på en altanbunde er der vel mange løsninger på.

Der arbejdes for øjeblikket med tilsætning af fibre til et afretningslag, således at man ikke får makrorevner, hvor vandet kan løbe igennem, tilsægsstoffer til afretningsmørtelen, en kombination af det ene og det andet, men det er dog langtidspraksis i det af os så vanskelige klima, der vil vise hvad der er det bedste.

Det vanskelige punkt med hensyn til fugt er der, hvor altanpladen går ind i facaden. Når man overfladebehandler altanen for at beskytte mod fugt, kan man, hvis den omgivende facade er fugtsugende risikere en øget fugtpåvirkning netop på dette sted.

Det er derfor nødvendigt ikke kun at betragte altanen alene, men hele facadekonstruktionen som en helhed.

Nedenfor vil overfladebehandlingsmidler kort blive behandlet.

Ved imprægnering af betonoverfladen med et vandafvisende middel, kommer vandet ikke i berøring med betonen og karboniseringsprocessen forhales. Betonen får derfor længere tid til at hærde uden forstyrrelse af aggressive ioner.

Betragtes kurven som vist på fig. 5 ses, at luftens relative luftfugtighed har indflydelse på vandindholdet i betonen (x) og diffusionsmodstandstallet. Jo mere vand jo mindre diffusionsmodstandstal. □

Når de rette omstændigheder er til stede, kondenserer vanddampen (dugpunkt) og kapillærtrykket sætter ind og dermed mulighed for nedbrydning af betonen.

Ved imprægnering med vandafvisende silikoner hindres vandindtrængning, så kun vanddamp kan vandre ind i porene. Den kapillære evne anses for brudt. I diagrammet fig. 5 svarer det til, at dugpunktstilstanden ikke indtræffer.

Behandlingsmidler.
Behandlingen udføres ca. 30 dage efter betonens udstøbning og hindrer korrosion og forvitring i mange år fremover. Der findes forskellige midler, der egner sig mere eller mindre bl.a.

- a) Voks og paraffiner.
- b) Metalsæber.
- c) Kieselsyreester.
- d) Silokoneharpikser (siloxaner).

Paraffiner og voks opløst i terpentin, blev anvendt i årene fra 1950 til ca. 1960. Her havde man i praksis næsten ingen fordel, da den vandafvisende effekt hurtigt blev nedbrudt, og overfladerne blev stærkt nedsmudsede.

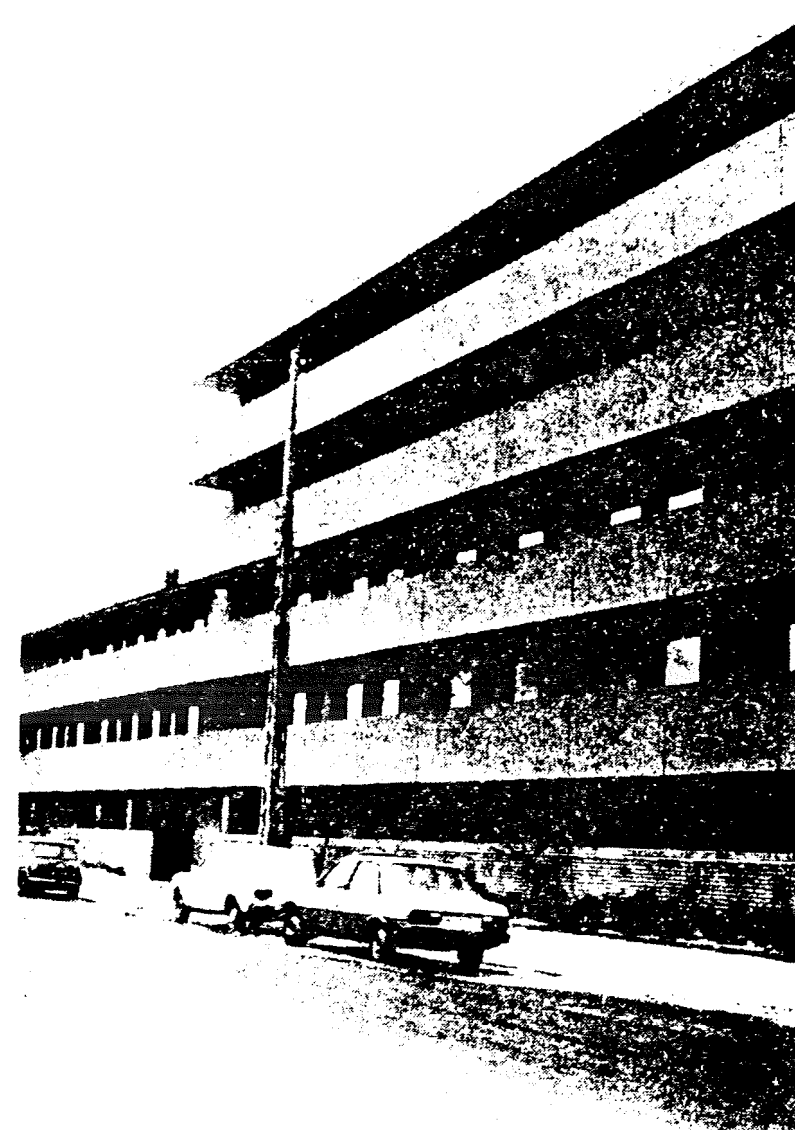
Metalsæber opløst i terpentin eller aromater, har ikke opnået stor betydning ved anvendelse alene. Man er ikke bekendt med tilsmudsninger efter imprægnering med metalsæbeopløsninger, de er alkaliresistente og forandrer ikke overfladernes udseende, den vandafvisende effekt er god, men indtrængningsdybden er begrænset. Metalsæber er ikke altid ægte opløselige og trænger ikke så langt ind som opløsningsmidlet. Prisen er lav, men erfaringerne findes ikke i tilstrækkeligt stort omfang til at kunne bedømme langtidseffekten.

Kieselsyreester og vandglas er alkaliresistent. For at hærde korrekt kræves, at der er rigelig vand til stede, god indtrængning, men ingen vandafvisende effekt.

Silikoneharpikser er i dag de egentlige imprægneringsmidler. De er opløselige i terpentin, trænger godt ind i beton og har en god alkalitetsbestandighed. Man anvender oftest 5-7% opløsninger af silikoneharpikser. Silikoneharpikser findes bl.a. som Metylsiloxan, Phenylsiloxan og deres copolymerer.

Harpikser adskiller sig i hårdhed, polymerisationsgrad o.a. Af disse egenskaber afhænger alkaliresistensen, smudsmodtagelighed og indtrængningsevne.

Er forvitringen i gang og skaderne store, er en imprægnering med silicone ikke tilstrækkelig beskyttende, idet overfladen er så porøs, at det er nødvendigt at tilføre noget mere bindemiddel for at holde sammen på betonen. Det kan i sådanne tilfælde tilrådes at male betonen med materialer baseret på alkaliresistente silikoneharpikser. Derved opnås en vandafvisende effekt som med imprægnering, samt en god holdbarhed og vejrbestandighed, ringe smudsmodtagelighed samt let genbehandling. (Fig. 6). □



Livs-farlige altangange

I flere perioder på gennem de sidste 40-50 år har det været på mode at bygge altangangshuse. Nu viser det sig, at disse altangange kan være livsfarlige konstruktioner.

Altangange, der er udført som udkragede betondæk — og det er langt de fleste — kan være nedbrudt allerede efter 10-20 år og i værste fald livsfarlige at færdes på. Faren ved de gamle altaner fik først for alvor opmærksomhed, da den første nedstyrtningssulykke skete på Frederiksberg.

Endnu er der ikke sket ulykker med altangange. Men problemerne med nedbrudte betondæk er begyndt at vise sig, og teknikere regner med, at antallet af nye skader vil stige væsentlig i de kommende år.

Teknisk set er reparation af altangange ikke noget problem. Det er derimod finansieringen, fordi reparation af hver altangang berører flere lejligheder, hvoraf nogle er leje- og andre ejerlejligheder.

Sjark

Læs også artiklerne på side 6, 7 og 11.

Reparation af altangange

Teknologisk Institut i Tåstrup tager i marts problematikken omkring reparation af bl. a. altaner og altangange op.

Instituttets afdeling for overfladebehandling arrangerer 24. og 25. marts et kursus om reparation af betonkonstruktioner med focus på de aktuelle reparationsproblemer omkring betongulve, altaner og altangange.

Lærerkrafterne kommer fra Korrosionscentret samt fra TI's afdelinger for byggeteknik og overfladebehandling. Ud over konkrete reparationsproblemer vil kurset beskæftige sig med årsager til korrosionsskader og med reparationsprincipper og -metoder.

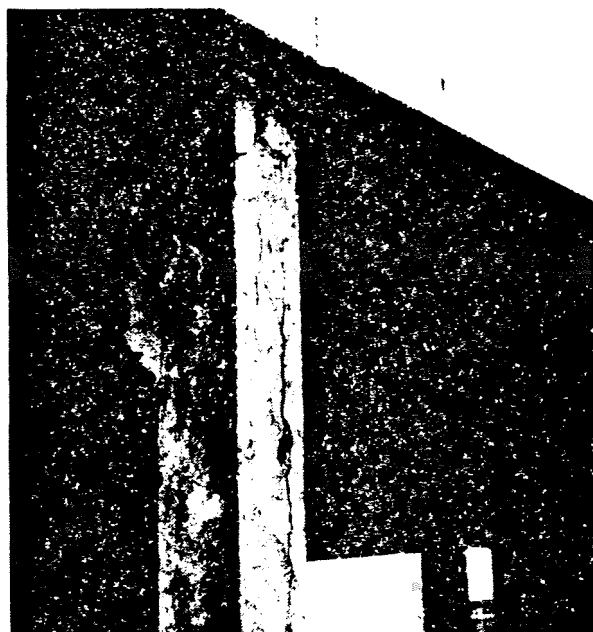
Yderligere oplysninger på telf. (02) 996611. □

BYGGERI 8. februar 1980

Beton bruges ofte ukritisk

af ing. R.B. Cramer, Quotim als

Beton er gennem årene blevet et mere og mere anvendt byggemateriale, og da det fremstilles af vore egne råstoffer, er der en nationaløkonomisk fordel ved at bruge beton - hvis materialet anvendes rigtigt og med omtanke. Alt for meget beton er i tidens løb blevet brugt ukritisk, og sandsynligvis kun fordi det gav en let løsning på et ellers vanskeligt problem. Et eksempel herpå er altaner i den ældre boligmasse.



Sådan ser mange af betonstolperne i den kun 10-15 år gamle Volsmose-bebyggelse i Odense ud. Årsagen er en kombination af frost- og rustsprængninger og carbonatisering.

Den almindelige opfattelse af beton er, at det er stærkt, bestandigt og vedligeholdelsesfrit materiale - og intet er mere forkert.

Hvis en række forudsætninger som nøjagtig proportionering, korrekt blanding og rigtig brug er overholdt, kan betonen indfri de stillede forventninger. Men alt for ofte kan disse forudsætninger ikke overholdes i praksis, og resultatet bliver en beton, der vil give anledning til problemer.

I løbet af en kortere eller længere årrække opstår der alvorlige nedbrydnings- og korrosionsskader - skader som det både er kostbart og besværligt at udbedre, og som i uheldigste tilfælde kan være livsfarlige, ved at hele konstruktionen (f.eks. altaner) eller dele deraf kan styrte ned.

De fleste nedbrydnings- og korrosionsmekanismer kender vi: smuldring og afskalning - springere - alkaliskreaktion - mekanisk slid - kemisk påvirkning - karbonatisering m.m.

Størst korrosion i industriområder

Flede af disse reaktioner bliver kraftigt accelereret af det miljø, der hersker, specielt i byer med forurenende industri. En vurdering af samtidige byggerier forskellige steder i landet viser tydeligt, at nedbrydnings- og korrosionsskaderne er meget større i industrielle områder, end hvor der kun er lidt eller ingen industri.

En betragtning af de forskellige nedbrydningsprocesser viser hurtigt, at vand spiller en afgørende rolle i alle processerne:

1. *Alkaliskreaktion - revnedannelser (og småspringere).* Skyldes vand, kvaliteten af tilslagsmaterialet og alkaliindhold i cement.

2. *Gipssprængninger.* Skyldes svovlsur vand, der reagerer med calciumcarbonat under dannelse af calciumsvejst og vand, hvilket sker under rumfangsudvidelse.

3. *Frostsprængninger.* Skyldes vand og frost/tø-veksel i forbindelse med betonsammensætning og porestruktur.

4. *Kalkspringere.* Skyldes kalkholdigt stenmateriale, der opsuger vand, og ved frostgrader fryser under rumfangsudvidelse.

5. *Rustsprængninger.* Skyldes rustdannelser på armeringsjern (rust fylder mere end stål), som igen er forårsaget af nedbrydning af det alkaliske miljø omkring armeringsjernene på grund af surt vand.

6. *Ødelæggelse med udgangspunkt i svindrevner eller brudrevner.* Skyldes blandt andet vand.

7. *Udludning med påfølgende svækkelse af beton.* Skyldes gennemsvivning af vand.

8. *Manglende tæthed for regn (vand).* Skyldes uheld ved betonblandingen eller støbefejl, eventuelt konstruktionsfejl.

9. *Saltdampstrømninger.* Skyldes fordampning af vand, der stammer fra støbningen eller regnvand trængt ind i betonen. Vandet kommer frem til betonooverfladen medbringer opløste salte. Ved vandets fordampning udskilles saltene på eller i betonooverfladen.

10. *Is- og snefyndning ved hjælp af salt.* Is og sne tør, men dette saltholdige vand fryser ved temperaturer under -12 gr. C og kan forårsage sprængninger og smuldring.

Vand er altså den helt store synder i forbindelse med nedbrydning og korrosion af beton, og uanset om der er tale om gamle eller nye betonkonstruktioner, er det vigtigt at hindre vand i at trænge ind i dem.

Beskedne styrkekrav

Mange af de betonskader der ses i dag, hænger direkte sammen med at en stor del af den beton, der tidligere blev anvendt, udelukkende blev fremstillet ud fra - ofte beskedne - styrkekrav, og derfor ikke er modstandsdygtig over for de påvirkninger, den udsættes for i korrosions- og nedbrydningsmæssig henseende. En enkelt brist kan være tilstrækkelig til, at en større - til at begynde med endog usynlig - nedbrydningsproces går i gang.

En passende reparation - afhængig af konstruktionens art og nuværende stand - i forbindelse med en overfladebehandling vil være hensigtsmæssig på mange af de lidt ældre betonkonstruktioner. Ved at anvende et cementbaseret materiale til overfladebehandling er det endog muligt at bevare det oprindelige udseende. Eller eventuelt få et pænere resultat, idet alle de nuanceforskelle, der ofte findes, dækkes af overfladebehandlingen.

Ved projektering af nye konstruktioner må man vælge, om betonkvaliteten skal være så god, at den kan modstå alle de påvirkninger, den udsættes for, eller om der skal bruges en betonkvalitet i overensstemmelse med de statiske styrkekrav. I sidste tilfælde bør man supplere med en overfladebehandling, der også her vil sikre et helt ensartet udseende, ligesom eventuelle småreparationer vil kunne udføres uden at skæmme konstruktionen.

Kildemateriale: »Overfladebehandling af udvendigt beton« af Ib Heide, Betonbogen 1979. □

Det haster med undersøgelse af altangangene

I flere ejendomme med altangange i form af udkragede betondæk er problemerne med nedbrydning af betonen begyndt at vise sig, og blandt teknikere er der enighed om, at antallet af skader vil stige i de kommende år. Undersøgelser viser, at allerede efter 15-20 års levetid kan altangange af den art være nedbrudt og i heldigste fald livsfarlige at færdes på.

Altangange projekteres oftest som udkragede betonplader. Vægten af den udkragede plade vil medføre større eller mindre nedbøjninger, og der dannes små revner i den ubeskyttede betonplade. Dermed er den væsentligste årsag til en begyndende nedbrydning af konstruktionen skabt.

Langsom afledning af regnvand og i særlig grad saltvand fra saltning i vinterperioden vil - kombineret med en dårlig betonkvalitet - føre til frostsprængninger, hvorved endnu større revner og blottelser af armeringen opstår. Ydermere kan beskadigelsen fremskyndes af blandt andet damp fra køkkenemhætter, tørretumbler og vaskemaskiner, der ofte har aftræk placeret i facaden umiddelbart under altangangsdækket ovenover.

En tvivlsom konstruktion

Om anvendelse af beton i altangangskonstruktioner siger ingeniør Allan Christensen, ingeniørfirmaet Nielsen & Rauschenberger a/s: - Det er forkert ikke at beskytte udkragede betonplader eller bjælker med f.eks. belægninger, men det er i dag svært at finde egnede produkter, som ikke er miljøfarlige og underlagt restriktioner. Da der samtidig under udstøbningen af betonen er risiko for forkert eller forrykket placering af armeringsjernene og vanskeligheder forbundet med at fremstille en velegnet betonkvalitet, vil det være

Skader opdages for sent

Oftest opdages disse skader på betondækket meget sent - så sent at reparationen ofte er umulig eller meget dyr.

Når der ikke tilkaldes kvalificerede teknikere på et tidligere tidspunkt, skyldes det blandt andet en almindelig tro på at der er tale om uskadelig slitage, der kun kræver mindre reparationer. Det er sjældent, og da kun i større bygninger, at vicevært eller inspektør besidder den nødvendige tekniske viden for at kunne vurdere skadens korrekte afhjælpning.

Den tekniske viden om problematikken findes bl.a. hos de teknologiske institutter, der gennemfører undersøgelser af altangange.

En undersøgelse omfatter besigtigelse, udtagning af boreprøver til laboratorieprøvning, afsøgning med korometer samt stedvise ophugninger på »omfindtlige« steder.

ønskeligt, om der formuleres nye forøgede krav til bygningsdelens konstruktion og indbygning i nyt byggeri, samtidig med at der påbydes regelmæssig teknikertilsyn med eksisterende udkragede betonal-tangange.

- En mulig løsning kan være at udforme altangange som statisk simple betonkonstruktioner, der holdes helt fri af facaden, siger ingeniør Allan Christensen.

Stigende antal skader

På Teknologisk Institut oplyser ingeniør Damsager Hansen, at man - forandrigt af et voldsomt stigende antal skader og efter besigtigelse af ca. 75 betonal-tangangshuse - har taget initiativ til, at der udarbejdes et BYG-ERFA blad om problemet.

- En mulig løsning kunne være at udlægge en smidig membran afsluttet med et pudslag, men selv da, og selvom der i dag er udviklet metoder til forbedring af betonkvaliteten f.eks. ved iblanding af luft og sænkning af vand/cementindholdet, må jeg betyde den udkragede betonplade som en tvivlsom konstruktion overhovedet, siger Damsager Hansen.



Især saltning i vinterperioden kan fremskynde nedbrydningen af betonen.

BPS-initiativ

Problemet med den udkragede betonplade er knyttet til dens daglige brug, hvor der ikke findes tilstrækkelig viden og overblik over de mangeartede og varierede påvirkninger, konstruktionen rent faktisk udsættes for.

Skal der fortsat bygges med udkragede betonplader, må videreudviklingen af materialer og konstruktioner fremskyndes. Derfor har BPS-centret (Byggeriets Planlægningssystem) nedsat en arbejdsgruppe, der skal fremdring af betonkvaliteten i serien om renoveringsdetaljer.

Men man kan også spørge, om der i fremtiden overhovedet bør opføres altangangshuse med udkragede betondæk? Hvis

Problemer med finansiering af reparationer

Reparation af altangange giver væsentligt større finansielle problemer end udbedring af altaner. Dels koster det mere, og dels berører reparationen af hver altangang flere lejligheder, hvoraf nogle kan være ejerlejligheder.

En bebyggelse på Birkerød Parkvej i Birkerød har problemerne inde på livet i øjeblikket.

De tekniske problemer omkring udbedring af altangangene er afklaret, men igangsættelsen af arbejdet har foreløbig været udskudt i ca. et halvt år på grund af manglende afklaring af finansieringen. Reparationen vil koste ialt godt to mill. kr.

Bebyggelsen har 147 lejligheder, hvoraf mere end halvdelen er ejerlejligheder.

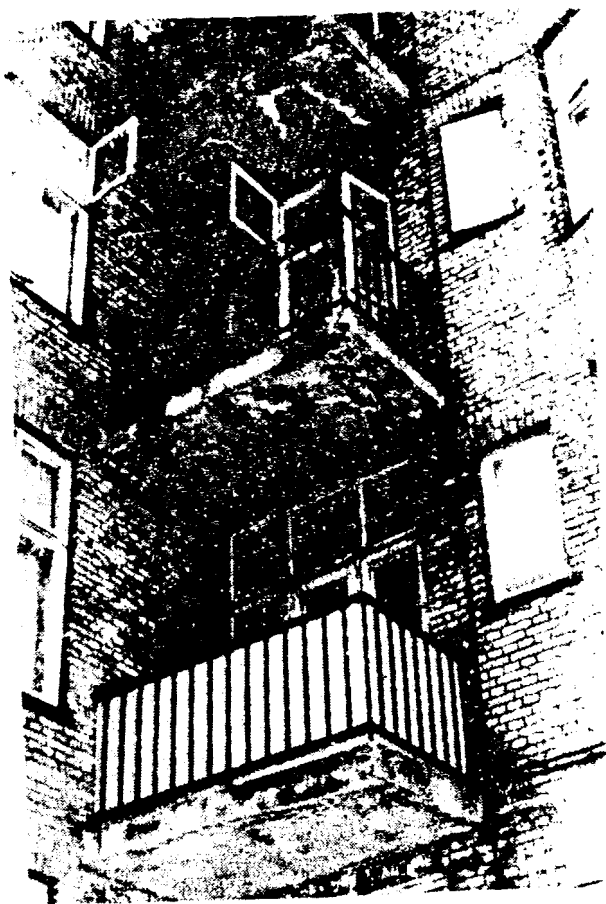
10.000-18.000 kr. for hver lejlighed

Bebyggelsens administrator oplyser, at ombygningen af altangangene vil koste hver lejlighed mellem 10.000 og 18.000 kr. Omkostningernes størrelse skyldes i særlig grad uforholdsmæssigt store udgifter til etablering af intermistiske adgange til hver enkelt lejlighed under reparationsarbejdet, som ventes at ville vare i ca. ét år.

En billig, langfristet finansiering er vanskelig at opnå, fordi der er tale om vedligeholdelsesarbejder, som ikke i traditionel forstand forbedrer ejendommens belåningsværdi. Fra ejerlejlighedernes beboere er der desuden ønsket om at kunne udnytte rentefradragsmulighederne at tage hensyn til.

– Men, siger administrator – i pengeinstitutterne er man utilbøjelig til at yde kollektive lån, medmindre samtlige låntagere har f.eks. lønkonto samme sted. Vi har også undersøgt muligheden for at optage individuelle lån gennem ejerforeningen men har måttet opgave det. Det vil være administrativt uoverkommeligt.

HvS



10-20 pct. af de ca. 300.000 altaner i Danmark skønnes at være i så dårlig stand, at de bør gennemgås af professionelle fagfolk. (Foto: Peter M. Thorup).

Så kom renoveringsdetaljerne for altaner

»Renovering af altaner er en vanskelig opgave. Dels er den byggetekniske viden på området endnu mangelfuld (overfladebehandling, målemetoder m.v.), og dels er den praktiske erfaring med hensyn til altanrenovering endnu ret begrænset.«

Citatet er hentet fra forordet i BPS-kataloget med renoveringsdetaljer for altaner, som blev præsenteret forleden, og det afspejler det ny katalogs afvigelser fra de tidligere udsendte renoveringsdetaljer for vinduer, etagedæk, ydervægge og tage.

Altan-kataloget anviser i modsætning til de øvrige kataloger meget få konkrete løsninger på renoveringsarbejdet udførelse. Hensigten med udgivelsen på nuværende tidspunkt har da også primært været at samle og systematisere den tilgængelige viden på området og – som det siges i forordet – at »beskrive typiske altankonstruktioner, typiske skader og mangler samt systematisere problemerne på de områder, hvor der endnu mangler viden«.

Opslagsværk

Kataloget indeholder afsnit om bl.a. myndighedskrav,



Jens Martin Eiberg: – Der har været et behov for systematisk registrering af relevant viden om altaner. (Foto: P.H. Seifert).

lovgivning m.v. i relation til altanrenovering, om altanens bygningshistorie samt en gennemgang af typiske altankonstruktioner og skader, herunder skadesudviklingen og baggrunden for deres opståen, og orientering om forskellige kontrolmetoder. Der er endvidere et mindre afsnit med anvisning af principielle løsninger på renovering af altaner og rækværk. Det drejer

sig om allerede udførte eller projekterede løsninger med tilhørende detaljer med uden angivelse af dimensioner eller materialer.

Som håndbog/opslagsværk betragtet er kataloget et godt og brugbart værktøj i planlægningen og projekteringen af altanrenoveringer. Ikke mindst fordi det er første gang den tilgængelige relevante viden er samlet på ét sted. Men betegnelsen »renoveringsdetaljer« forekommer lidt misvisende, især fordi brugere af BPS-renoveringsdetaljer er vant til fra tidligere kataloger, at der gives konkrete og præcise anvisninger på arbejdets udførelse. Det finder man ikke i »renoveringsdetaljerne« for altaner.

Kataloget betegnes da også som 1. fase af projektet, hvis videreførelse sker i form af løbende ajour-føring, efterhånden som ny viden på området tilvejebringes.

»Løftet pegefinger«

– Ajourføringen starter med det samme, og de første nye blade kan formentlig ventes i løbet af et halvt års tid, siger lederen af BPS-centret i Hørsholm, arkitekt Jens Martin Eiberg. – Der er undersø-

gelses i gang på forskellige områder, bl.a. af betonreparationer og målemetoder, og resultaterne heraf vil indgå i ajour-føringen af kataloget.

– Men er I ikke lovlig tidligt på færde med kataloget i betragtning af, at erfaringsgrundlaget endnu er ret lille?

– Det mener jeg ikke, for dels har der været et behov for en systematisk registrering af den viden, man allerede har på området, og dels håber vi med kataloget at have konkretiseret de områder, hvor der først og fremmest må sættes ind med forskning, altså der hvor man mangler tilstrækkelig viden til at være fuldkommen sikker på, at det, man gør, er det rigtige. Kataloget skal desuden ses som en »løftet pegefinger«, der mæner til forsigtighed i forbindelse med reparationer på altaner. Det er et uhyre farligt område, hvor utilstrækkelige reparationer kan få alvorlige konsekvenser.

Støttet af BUR

Altan-kataloget er udarbejdet af en arbejdsgruppe, sammensat af teknikere fra en lang række offentlige myndigheder, institutioner og private firmaer. Projektet er støttet af Byggeriets Udviklingsråd, og ved præsentationen forleden, der fandt sted i AI-Rådets lokaler i København, fik BUR's formand, direktør E. Haunstrup-Clemmensen, overrakt det første eksemplar.

Kataloget er indtil videre trykt i 700 eksemplarer, men forhåndsinteressen har været stor, og det ventes, at salget vil overstige tallet for den hidtil bedste »sællert« blandt renoveringsdetaljerne, nemlig vindues-kataloget, som indtil nu er solgt i ca. 1.200 eksemplarer.

Renoveringskataloget, for altaner sælges som de øvrige kataloger via en abonnementsordning gennem Byggecentrum og fra BPS-centret i Hørsholm.

Sjark.

Figur til venstre

Penge at spare ved ad hoc reparationer af altaner

Korrosions-målinger har flere begrænsninger

Vi har omkring 200.000 altaner af den type og alder, der er under mistanke for at være farlige. Og da det koster op mod 30.000 kr. i dagens priser at udskifte en enkelt altan, taler vi om 6 mia. på landsplan.

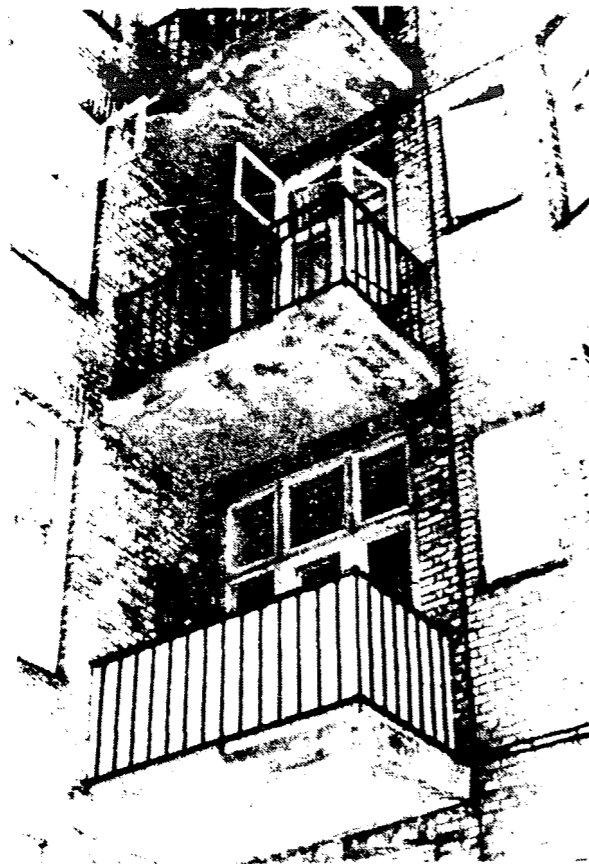
Husejere er ofte fristede til at erstatte altanerne med franske altaner. Det er meget forståeligt dels fordi det kan gøres for omkring den halve pris, dels fordi renoveringen næppe kan finansieres via huslejeforhøjelser, og dels fordi man herved undgår altanreparationer som et tilbagevendende problem.

Men det er tvivlsomt, om samfundet er interesseret i at se 30'ernes karakteristiske beboelsejendomme ændret på denne måde. Derfor er altaner også et samfundsproblem, som kræver et politisk initiativ for en rimelig løsning.

Hver altan for sig

Hvis man vælger en fornuftig renoveringsmetode, er der en del af spare. Men de store besparelser opnås kun ved at reducere omfanget af reparationer til de mest nødvendige. Og det vil i princippet sige, at en altan ma betragtes som et selvstændigt objekt for reparation og ikke som en lille del af et stort arbejde.

De aktiviteter, der kan komme på tale, er: Pilotundersøgelse (vejledende stikprøvekontrol), totalundersøgelse, reparation, udskiftning (evt. nedlægning) og løbende kontrol (f.eks. hvert femte år).



Det koster omkring 30.000 kr. at udskifte en enkelt altan.

Nu skal man ikke nødvendigvis alle fem forhold igennem, og for den rådgivende ingeniør er opgaven generelt at minimere de totale udgifter - altså summen af de fem nævnte aktiviteter. Og selv om store beløb kan spares ved en hensigtsmæssig reparation eller udskiftning, vil man ofte opna den største

besparelse ved at foretage en grundig undersøgelse, der gør det muligt at begrænse og udskyde de store udgifter.

Men det er en forudsætning, at der gennemføres en nøje undersøgelse af samtlige altaners tilstand. Nogle forslag gives i en nylig udgivet BPS-rapport.

Her er også omtalt en malmemetode, som Korrosionscentralen i nogen tid har anvendt, og som registrerer altanernes korrosionstilstand. Siden BPS-rapporten gik i trykken, er indhøstet nogle erfaringer der tyder på, at metodens begrænsninger er lidt strammere, end der oprindeligt er lagt op til.

De elektrokemiske målinger på en gruppe udliggjern registreres via nogle talværdier, der kan tages som udtryk for jernets "godhed". Men målingerne er afhængige af mange faktorer, og "godheden" er ikke noget absolut mål. Hvis to ens udliggjern som er ensartet omstøbt med ensartet fugtig og homogen beton, opnar forskellige "godheds-tal", er det kun muligt at udtale sig om jernenes tilstand i forhold til hinanden.

Hvis naturen selv har været destruktiv overfor altanen f.eks. i form af afsprængninger af beton over udliggjern eller i form af væsentlige revner i betonen, vil målingerne blive misvisende, og det vil ikke være forsvarligt at anvende metoden.

Der er også andre fysiske situationer, der gør elektrokemiske potentialmålinger mindre velegnede. Her kan nævnes løst eller ikke løst asfaltlag, løst pudslag, forskellige profildimensioner, altaner med gamle reparationer og forskellige fugtforhold i forskellige altaner.

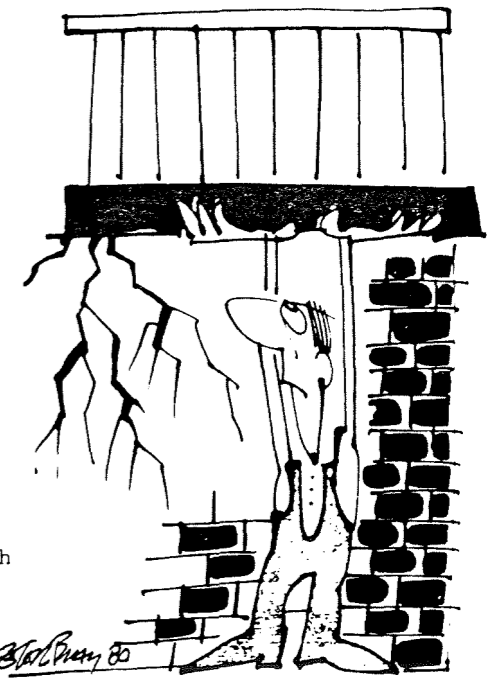
Nogle af disse faktorer er måske ikke særlig vigtige, men de kan hverken styres

200.000 altaner skal renoveres for 6 milliarder

Penge at spare ved individuel reparation

Ca. 200.000 altaner er under mistanke for at være farlige - og omkostningerne ved at udskifte en altan er op imod 30.000 kroner, så altanproblemet har et omfang i størrelsesordenen 6 milliarder kroner. De høje omkostninger frister husejerne til at erstatte altanen med de billigere franske døre, men det er tvivlsomt, om samfundet kan være tjent med at se 30'ernes karakteristiske beboelsejendomme ændret på denne måde, skriver en gruppe ingeniører fra det rådgivende ingeniørfirma Birch & Krogboe. De peger på, at der er store penge at spare ved en fornuftig renoveringsmetode, hvor hver altan vurderes individuelt og reparationerne indskrænkes til det mest nødvendige.

side 5 *Birch & Krogboe 80*



Af H. O. Sonne Andersen, Kirsten Fursund og Kurt Nielsen-Dharmaratne

eller efterkontrolleres. Og alle de usikkerhedsfaktorer, som kan elimineres, bør også blive det. Ikke mindst når de ofte vil være af en natur som betyder, at man alligevel bør udføre reparationer. Og så er fordelene ved en ikke-destruktiv vurdering illusorisk.

Anvendes metoden uden at man tager de nævnte forhold i betragtning, kan man få mildt sagt misvisende resultater ud af den. Modsat er resultaterne i ret nøje overensstemmelse med de aktuelle korrosionsforhold, som ses ved kontrolophugninger, når man tager hensyn til de nævnte forudsætninger.

Program

Altså bør en altanundersøgelse bestå af en visuel registrering af, hvor der er synlige skader, og er de væsentlige, må der gennemføres ophug-

H. O. Sonne Andersen, Kirsten Fursund og Kurt Nielsen-Dharmaratne er ingeniører og ansat i Birch & Krogboe A/S

ninger. Og kun hvor der ikke konstateres synlige skader, er det en god idé at supplere med elektrokemiske målinger.

En pilotundersøgelse vil ofte vise, at kun en mindre del af altanerne er tjenlige til snarlig udskiftning. Og så kan der være mange penge at spare ved at gennemføre en total undersøgelse og lade den munde ud i et program for fornyelse og vedligeholdelse. ■

Reparation af altaner

I BYGGERI nr. 9 fremkom jeg med nogle kritiske bemærkninger om den måde, altanreparationer foregår på i praksis. De altaner, der trænger til reparation, skal naturligvis repareres – og det på en måde, der forlænger deres holdbarhed i en rimelig periode. Men kosmetiske pletreparationer er spild af både penge, tid og materialer, udover at der kan skabes fare for altanernes fortsatte holdbarhed.

En fornuftig fremgangsmåde i forbindelse med renovering af altaner kan f. eks. være som følger:

Tegn på skader

Behov for en nærmere undersøgelse konstateres.

De mest iøjnefaldende skadestegn kan eventuelt være

revner i slidlaget, løstliggende slidlag, afskalninger på kanter og undersider eller andre alvorlige revnedannelser på eller omkring altanerne. Afskalninger og alvorlige revnedannelser skyldes næsten altid kraftige rustangreb på bærejern. Rust fylder 6-10 gange så meget som rent jern, og derfor behøver bærejernene ikke være ødelagte, selv om der er store revner og afskalninger.

Undersøgelse af bærejern

Undersøgelse af altanernes bærejern for at konstatere, hvor omfattende korrosionen er, og for at udvælge de altaner, der kræver øjeblikkelig reparation.

Til denne undersøgelse er den af Korrosionscentralen udviklede målemetode veleg-

net. Det skal dog understreges, at måleresultaterne ikke umiddelbart kan bruges af håndværkere, men skal gennem teknisk vurdering og eventuel beregning.

Renhugning

Udvalg af enkelte af de altaner, der ifølge målingerne har vist de alvorligste tegn på korrosion. På disse altaner foretages der renhugning for at fastslå korrosionens nøjagtige omfang.

Hvis der er tæring af betydning, bør også nogle af de altaner, der har vist gunstigere måleresultater, renhugges, og bærejernene vurderes. I tvivlstilfælde skal der foretages kontrolberegning af bæreevnen.

Den her omtalte renhugning omfatter kun nødvendig renhugning for at kunne vurdere bærejernenes beskaffenhed.

Hvis bærejernene er i orden, er der ingen grund til at starte omfattende reparationsarbejde, men blot borthugge løstsiddende beton og betonstykker, der eventuelt vil kunne falde ned. Det videre reparationsarbejde kan vente, til skaderne kræver det udført.

Imprægnering kan ikke redde skadet beton

Beton med betydelige skader synes ikke at kunne reddes ved overfladebeskyttelse, viser en undersøgelse. Vejdirektoratet har gennemført, men der skulle være muligheder, hvis skaderne er af moderat omfang, og det anbefales i en rapport, der er udgivet af undersøgelsen, at udsatte flader på nye broer imprægneres.

Hjemlige erfaringer med overfladebeskyttelse er få, og forventningerne til holdbarheden er ofte ikke blevet indfriet. Derfor har Vejdirektoratet i sin rapport-serie om betons holdbarhed gennemgået de produkter, der fås på det danske marked

uden at have fundet det helt rigtige.

I prioriteringsrækkefølge er opstillet 15 punkter i en ydeevnebeskrivelse, og i samarbejde med Teknologisk Institut er udarbejdet prøvningsprogrammer, og der er gennemført prøvning af tre overfladebeskyttelser.

Der er valgt en ud af hver af tre typer, som man har fundet det rigtigt at skelne imellem, nemlig en tyk

kuhststofbelægning, en tynd forsegling og en imprægnering. Virkningen af imprægnering med siliconeprodukter er undersøgt i laboratoriet og er fundet gunstig. De samme prøvningsmetoder er søgt anvendt på selve bygværket, men de var for komplicerede at gennemføre.

I rapport-serien om betons holdbarhed foreligger nu tre. De to første handler om hvilke skader, man har konstateret. Rapporterne fås ved henvendelse til Vejdirektoratets bibliotek, tlf. (01) 11 33 38. lu

INGENIØREN
nr. 12, 1981

Forstærkning

Er bærejernene derimod delvis ædt op af rust, skal der udarbejdes forslag til forstærkning, og forstærkningsarbejdet skal udføres.

Der er her to specielle forhold, der skal tages hensyn til: a) Mange af de stålqualiteter, der er brugt til bærejern i altaner, er ikke svejsbare. Forstærkningerne skal derfor skrues eller nittes fast.

b) Forstærkningerne må ikke medføre, at der dannes lommer eller hulrum, hvor der kan ophobes fugtighed.

Omhyggelig afrensning

Såvel bærejern som betonbrudflader skal afrenses omhyggeligt, for at reparationsmaterialet kan få optimal vedhæftning.

Denne afrensning klares bedst ved tørsandblæsning, men i tæt bebyggede områder vil denne afrensningsform ofte medføre så store gener, at det er umuligt at bruge den. Den næstbedste metode er brug af højtryksrenser, eventuelt med sandtilsætning, og så supplere med nålepistol, hvor der kræves særlig afrensning (rustskaller m.m.).

Inden der højtryksspules, vil det ofte være nødvendigt at udføre nogle tætningsarbejder ved hulkehl under altandør.

Valg af materiale

Til reparationen kan bruges enten traditionel beton i god kvalitet eller hurtigafbindende reparationsmaterialer. De sidstnævnte er noget dyrere i indkøb end traditionel beton, men er meget hurtigere at arbejde med. I langt de fleste tilfælde kan reparationsarbejdet med disse specialmaterialer udføres uden brug af forskalling, og der er hele tiden visuel kontrol med hvad der laves.

Hvis der skal bruges vedhæftningsforbedrende materialer, bør disse blandes i svumme- og reparationsmaterialet, således at de indgår som en del af betonmaterialet. Betonklæber alene bør aldrig



Når bærejernet er renhugget og såvel jern som betonbrudflader er afrensede, svummes hele reparationsstedet.



Svumning er ikke nødvendig, hvis der bruges færdigblandet reparationsmateriale. I så fald røres dette blot op til en passende konsistens og påføres.



Reparationen afsluttes med en overfladebehandling, hvis art vælges ud fra de slidstyrkekrav, der stilles.

smøres direkte på en brudflade, da den under uheldige omstændigheder kan komme til at virke som et slipmiddel.

Grundig forvanding

Inden genopbygningen påbegyndes, skal betonbrudfladerne forvandes grundigt.

En rigtig forvanding er en vandmætning af betonen i et ret stort område omkring reparationsstedet, og hvis det er

muligt, bør forvandingen påbegyndes 1-2 dage, før selve reparationsarbejdet skal starte.

Afrensning med højtryksspuler er en glimrende forvanding. »Forvanding« i form af et par tjet frem og tilbage med en kalkkost er helt værdiløs. Meningen med forvanding er at tilføre den konstruktion, der skal repareres, så meget vand, at den ikke op-

suger den smule vand, der er i reparationsmaterialet.

Svumning

Dels for at rustbeskytte indstøbte jern, og dels for at skabe bedst mulig kontakt mellem gammel og ny beton svummes hele reparationsstedet med en vællingagtig blanding af cement, sand, vand og vedhæftningsforbedrende middel.

Bruges der færdigblandet reparationsmateriale, skal dette blot røres op til en passende konsistens.

Især på betonbrudflader skal svummaterialet arbejdes ind i brudfladens porer, således at svumlaget kommer til at virke som et bindemiddel mellem gammel beton og reparationsmateriale. Svumning på beton bør ske på en fugtig, men ikke våd (klart vand) flade.

Etablering af vandnæser

Reparationsarbejdet udføres i henhold til materialeleverandørens forskrifter, og det skal udføres således, at der ikke skabes mulighed for vandopsamling m.m.

Eventuelle vandnæser skal naturligvis laves påny, ligesom det ved større reparationer vil være hensigtsmæssigt at lave vandnæse, selv om der ikke er nogen på resten af konstruktionen.

Overfladebehandling

Når reparationen er færdig, bør den reparerede konstruktion overfladebehandles, dels for at gøre den vandtæt, og dels for at give den et ensartet udseende.

Overfladebehandlingens art må vælges ud fra bl.a. de slidstyrkekrav, der stilles til den. Bruges der cementbaserede overfladebehandlingsmaterialer, er der samme krav til rengøring og forvanding som tidligere omtalt.

Fugning

Fuger omkring døre og vinduer og specielt under altandøren skal eftergås om nødvendigt repareres. Murværk over altanplade skal eventuelt efterfuges og derefter imprægneres med vandafvisende materiale.

Hvis ovennævnte retningslinier følges, og hvis der specielt udvises stor omhu ved afrensning, forvanding og svumning, så er der taget et stort skridt i retning af mere holdbare reparationer, og princippet er stort set det samme, uanset om det er altaner eller andre betonkonstruktioner.

R.B. Cramer

Systematik i altanrenovering

af institutleder, civilingeniør Hans Arup, Korrosionscentralen
og civilingeniør Esben Kirkegaard, rådgivende ingeniør FRI

2 af deltagerne i det offentligt støttede, tværfaglige BPS-projekt om renoveringsløsninger for altaner opsummerer en status for, hvad man i dag ved om altanskader, hvad man kan gøre for at forbedre disse, og hvor der endnu mangler forskning og udvikling.

Det tværfaglige projektarbejde med at registrere og systematisere viden og erfaring fortsætter og i løbet af 1981 forventes en ajourført og udbygget udgave af BPS-kataloget at foreligge — en systematisk »byggebog« for altanrenovering.

Altanskadernes omfang

Byggeskader kommer ofte i bølger. Når skaderne indtræffer bliver disse — i hvert fald i medierne — vurderet som resultatet af dårligt håndværk eller dårlig projektering, mens man sjældent gør sig klart, at skaderne lige så vel kan være følgevirkninger af, at man har ændret byggeskikken, uden samtidig at kunne overskue alle de krav til den konstruktive udformning, som måtte være en nødvendig konsekvens af ændringerne. Eller man har manglet den tilstrækkelige forståelse af og viden om et nyt materials langtidsegenskaber.

Til denne kategori af byggeskader hører skaderne på de armerede betonkonstruktioner, der udover økonomiske konsekvenser også i visse tilfælde har sikkerhedsmæssige konsekvenser.

Vi har i de senere år med større eller mindre undren iagttaget de mange reparationsarbejder på selv relativt nye broanlæg, og lige nu beskæftiger myndigheder, rådgivere, entreprenører og håndværkere sig med at skaffe samfundet et overblik over omfanget af altanskaderne og de tekniske problemer, der er forbundet med undersøgelser og opretning af de skadede altaner.

Ingen ved, hvor mange altaner vi har på landsbasis, men et tal på 300.000 forekommer ikke usandsynligt.

Anslår man, at ca. 20% af disse er så skadede, at en umiddelbar indsats er påkrævet, og at omkostningerne ved denne indsats varierer fra ca. kr. 10.000 for nedtagning af den skadede altan og etablering af en fransk altan op til ca. kr. 25.000 for en total renovering i dyreste udførelse, kommer den samlede regning til at lyde på et beløb mellem 600 mill. og 1,5 milliard kroner.

Hertil kommer at de resterende 80% skal undersøges, og at der på en del af dem skal foretages reparationsagtige foranstaltninger

ger samt sidst og ikke mindst, at de indenfor en overskuelig fremtid vil være så skadede, at en totalrenovering også her vil være påkrævet.

I forvejen står det dårligt til i en stor del af den boligmasse, der er udstyret med altaner, på grund af mange års manglende økonomiske grundlag for en rimelig vedligeholdelse, og det vil antagelig kræve et lovinitiativ at skaffe økonomisk grundlag for at få renoveret de mange altaner, der for en stor dels vedkommende er placeret i udlejningsbyggeriet.

Det må i denne sammenhæng understreges, at et stort antal altaner er i en sådan tilstand, at det er utroligt, at der ikke er sket flere ulykker, og at det derfor er nødvendigt, at et sådant økonomisk grundlag tilvejebringes, før situationen bliver kaotisk.

Med nærværende artikel ønsker forfatterne i en ganske enkel form at beskrive nogle af de problemer, der knytter sig dels til undersøgelsen af de gamle altaner og dels til renovering og udskiftning af de skadede altaner samt orientere om nogle af de initiativer, der er igang på området.

Skademeکانismer

Umiddelbart betragtet fremkommer de tekniske problemer omkring de skadede altaner ret overskuelige og af temmelig enkel karakter.

Hovedparten af de mange altaner er fra mellemkrigsårene og består af en varmeret betonplade udstøbt omkring eller mellem stålprofiler indspændt i etageadskillelsen eller i hovedskillevægge.

Normalt er indstøbt jern i beton godt beskyttet af betonens alkalitet, og først når en langsomt fremadskridende karbonatisering (en reaktion med luftens kuldioxid) efter mange år når ind til jernet, vil rustdannelse



Mange altaner er af stor arkitektonisk værdi og renovering bør ske med sagkyndig æstetisk bistand. Susanne Christiansen.

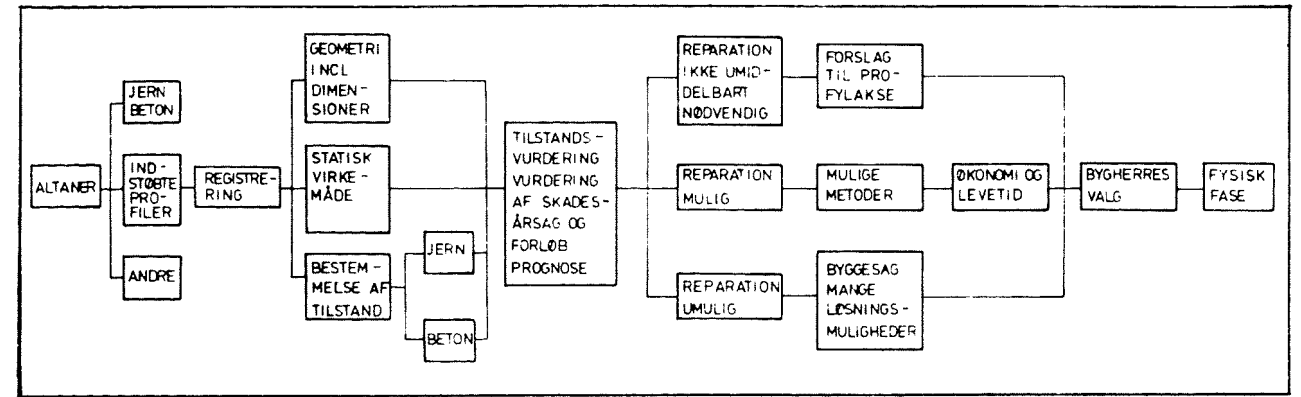
sen begynde og efterhånden føre til afskaling langs alle jern med samme dæklag.

I de her omtalte altankonstruktioner kan flere forhold bevirke en hurtigere start og en uheldig lokalisering af korrosionsangreb.

For det første — og det er nok det mest alvorlige — er overgangen fra betonplade til mur særlig udsat. Her vil karbonatiseringen hurtigt påvirke betonen lige omkring jernet, og et rustangreb, der i øvrigt let starter i mørtelen umiddelbart bag betonen, vil forstærkes af en galvanisk effekt fra den endnu uangrebne del af bærejernet og have tendens til at brede sig ind langs bærejernet, hvor kontakten med betonen ofte er mindre god.

For det andet er løsningen af detaljerne omkring altandøren sjældent så gode, at vand ikke kan finde vej ind i konstruktionen.

Endelig sker denne udvikling i og omkring indspændingsvæversnittet, hvilket naturligvis er så uheldigt, som det overhovedet kan være.



Diagrammet viser de forskellige faser i forløbet — undersøgelse — reparation — Esben Kirkegaard ApS.

Den del af profiljernerne, der er indstøbt i selve betonpladen vil ofte blive angrebet af korrosion som følge af svindrevner, som hyppigt vil forekomme over profilernes flanger eller korrosionsangreb som følge af, at et over flangerne udstøbt pudslag har løst sig.

Er profiljernerne først begyndt at korrodere, vil korrosionen fortsætte indtil tværsnittet på et tidspunkt vil være så reduceret, at altanen må kasseres.

Det kunne derfor være nærliggende at kassere de altaner, hvis bæreevne giver anledning til tvivl ud fra det synspunkt, at den værste fejl man herved kunne begå ville være den, at de pågældende altaner på et for tidligt tidspunkt blev udskiftet. Efter omstændighederne forekommer dette at være en begrænset fejl, idet det efter forfatterens opfattelse ikke er muligt på indværende tidspunkt at tilrettelægge en egentlig bevarende vedligeholdelse for sådanne altaner, hvor korrosionsangreb på de bærende udliggerjerner er igang.

Det tidligere skitserede økonomiske omfang af altanskaderne gør det imidlertid ubetinget nødvendigt, at den meget betydelige vedligeholdelses/opretningsindsats, som altaner kræver, bliver grebet an så teknisk og økonomisk optimalt, som det med den forhåndenværende viden er muligt.

Arbejdet i BPS

I forståelse for nødvendigheden af at registrere og systematisere den ustrukturerede og spredte forhåndenværende viden på området startede i BPS-centret i 1979 en projektgruppe »renoveringsdetaljer, altaner« med støtte fra Byggeriets Udviklingsråd.

At det var i BPS-centret, dette tværfaglige projekt blev placeret, var en logisk fortsættelse af BPS-centrets 5 afsluttede og igangværende projekter indenfor området renoveringsdetaljer.

Resultatet af dette initiativ foreligger nu i form af et katalog, der beskriver typiske konstruktioner, skademeکانismer og undersøgelsesmetoder samt renoveringsmetoder og detaljer.

Kataloget er udarbejdet af en tværfaglig arbejdsgruppe, der har bestået af repræsentanter fra bygningsmyndighederne, Danmarks Tekniske Højskole, Korrosionscentralen, Teknologisk Institut, entreprenorsiden samt af rådgivende arkitekter og ingeniører.

Det blev under arbejdet i projektgruppen klart, at problemerne i forbindelse med undersøgelsesmetoderne og reparationernes korrekte tilrettelæggelse ikke var almindelig kendt og erkendt, og at det derfor måtte være væsentligt at få kataloget hurtigt »på gaden« til trods for, at man egentlig kunne ønske sig undersøgelsesmetoderne udviklet på en sådan måde, at de var mere entydige og umiddelbar benyttelige.

Herudover havde det været ønskeligt at samle og systematisere langt flere eksempler på altanløsninger og detaljer, end det på udgivelsestidspunktet var muligt.

Når det ikke var muligt, skyldtes det ganske simpelt, at der endnu ikke var gennemført ret mange renoveringsprojekter ud over sådanne, der var tro kopier af tidligere tiders løsninger.

Det er derfor glædeligt, at arbejdet i projektgruppen med støtte fra Kreditforeningen Danmark og SBI har kunnet fortsætte således, at de første supplementblade omhandler en udbygning af afsnittet om undersøgelsesmetoder og kontrol antagelig kan udsendes allerede i foråret 1981.

Forhåbentlig bliver det også muligt på et senere tidspunkt i 1981 at udsende supplementende materiale vedrørende nye altankonstruktioner og typiske detaljer.

Skulle der blandt læserne være personer, der måtte kunne bidrage med dette eller hint til det fælles faglige grundlag, som er forudsætningen for katalogets kvalitet, vil arbejdsgruppen være taknemmelig for alle henvendelser gennem BPS-centrets sekretariat.

Undersøgelsesmetoder

Undersøgelsesmetodernes formål er at fastslå de bærende udliggerjernes øjeblikkelige tilstand og dermed give teknikeren en mulighed for at vurdere bæreevnen.

Undersøgelserne kan bestå i inspektion og opmåling af profiljernerne efter frihugning ved disses vederlag, d.v.s. både bagved og lige udenfor facadelinien, men der er også udviklet ikke-destruktive elektrokemiske metoder til registrering af igangværende korrosion ved hjælp af potentialmålinger på altanens overflade langs med de enkelte bærejerner. Herved kan man afsløre de korrosionsstrømme, som skabes af igangværende korrosion, og det er muligt at afgøre, om der er tale om lokal korrosion eller et jævnt udbredt angreb. Det er muligt at give karakter til de enkelte bærejerner i altaner, og selv om man principielt ikke får oplysning om, hvor meget jern, der er tilbage (bl.a. fordi man ikke ved hvor længe korrosionen har været igang), giver metoden et godt grundlag for at bestemme en »trangfølge« for de nødvendige opbygninger eller reparationer indenfor en ejendom med ensartede altaner. Metoden er relativt hurtig og billig, og den egner sig derfor til en indledende sortering i de tilfælde, hvor den indledende inspektion ikke har givet kraftige indikationer for en umiddelbar kassation baseret på ophugninger.

I 1980 har ca. 3.500 altaner været undersøgt med denne metode, enten af Korrosionscentralen eller af dette instituts samarbejdspartnere.

Tilstandsvurderinger

Normalt vil undersøgelser blive iværksat, fordi man på altaner kan iagttage synlige skader. Det vil som oftest være hensigtsmæssigt at indlede undersøgelsen med at foretage nogle få prøveophugninger for at kontrollere profilstørrelse og korrosionsomfang på de profiljerner, udfor hvilke der på betonpladerne ses de største af skaderne.

Herefter kan man efter at have foretaget en kontrolberegning visende altanernes øjeblikkelige bæreevne foretage et skøn over, hvorledes de videre undersøgelser tilrettelægges.

Skal altaner kasseres, vil det være muligt at foretage denne afgørelse alene på grundlag af en visuel inspektion og opmå-

ling af profiljernerne efter kontrolophugninger udvalgt på baggrund af synlige skader.

Ønsker man eftervist, at altanerne kan bevares helt eller delvist, ma inspektionen af jernene på basis af synlige skader suppleres med elektrokemiske målinger for at lokalisere de profiljern, der, uden synlige tegn, måtte være skadede som følge af igangværende lokalt afgrænset korrosion, således som tidligere beskrevet.

Det skal i øvrigt bemærkes, at jernene skal være afrenset omhyggeligt, før profilerne opmåles med henblik på at fastlægge størrelsen af det øjeblikkelige tværsnit og dermed det disponible modstandsmoment, og at man måske på grund af opmålingernes usikkerhed altid bør foretage et fradrag af størrelsesordenen 0.2-0.5 mm i de målte værdier for flange og kropstykkelejer, før man beregner modstandsmomenterne.

Relationer til bygningsmyndighederne

Under arbejdet med BPS-kataloget havde man kontakt med Gentofte, Frederiksberg og Københavns kommuners bygningsmyndigheder og brandvæsener samt med Boligministeriet i en særlig brandgruppe, og der nåede man i første omgang frem til enighed om, efter hvilke kriterier der i forbindelse med totalrenoveringer burde kunne dispenseres fra bygningsreglementets krav om, at altaner skal udføres som BS 60 konstruktioner.

Denne dialog med bygningsmyndighederne og brandvæsener har man fundet så væsentlig, at man i forbindelse med det videre arbejde med kataloget ønsker at få nedsat et panel af interesserede personer fra myndighederne for at kunne nå frem til fælles holdninger til spørgsmål af brandmæssig og bygningsstatisk karakter.

Det burde være indlysende, at det både for klienterne og rådgiverne er af stor betydning, at der er ensartede og klare kriterier for myndighedsbehandlingen af altanreparationer og renovering.

I denne forbindelse var det måske værd at overveje om ikke bygningsmyndighederne af sikkerhedsmæssige hensyn burde

kræve en obligatorisk anmeldelsespligt ved alle reparations- og vedligeholdelsesarbejder på altaner.

Typiske detaljer

Det vil føre for vidt at omtale de mange løsningsmuligheder, der foreligger, når man står foran at skulle totalrenovere en ejendoms altaner.

Det er dog værd at nævne, at navnlig forstærkning af udliggerjernene er en detalje, der volder kvaler i de tilfælde, hvor det er nødvendigt at benytte de eksisterende profiljern ved totalrenoveringer.

Forstærkning er nødvendig, når korrosionen er så fremskreden, at profiljernerne ikke længere har et tilstrækkeligt tværsnit og udformningen af detaljen er vanskelig, når den både skal fungere statisk overbevisende og være udformet med passende respekt for korrosionsmekanismerne. Eksperimenter synes at vise, at løsninger, hvor et RHS-profil placeres omkring det reducerede udliggerjern, hvorefter mellemrummet injiceres med cementmørtel, kan honorere begge disse krav.

Løsninger, der forudsætter påsejste forstærkninger, vil af grunde, som efterfølgende bliver omtalt, ikke være tilrådelige.

Reparationsfej

Som tidligere nævnt har der ikke blandt teknikere og håndværkere været nogen større erkendelse af de problemer, der er ved reparation af de skadede altaner, og i hvert fald håndværkerne kan vel næppe dadles for før i tiden at have udført en række reparationer primært af kosmetisk art, som dels har haft for kort levetid og dels direkte har været medvirkende til at sætte korrosionshastigheden i vejret.

Reparationerne har normalt været foretaget ved, at beton, der var afsprængt som følge af korrosion på udliggerjernene, er blevet erstattet med ny beton, efter at de rustne jern er blevet nødtøftigt afrenset.

Svindrevner mellem reparationsbetonen og altanpladen har bevirket, at fugtigheden har haft direkte adgang til jernene, og det forhold, at den nye beton i den bedste mening af verden har været udført som en tæt og god beton, har gjort, at udtørring af de opfugtede områder har været vanskeliggjort. Tidligere, hvor betonen var revnet og porøs, har området omkring profiljernerne kunnet tørre ud, og korrosionerne har derved haft et langsommere forløb end efter reparationen.

Reparationer af den slags kan ses næsten overalt og udføres desværre nok den dag i dag.

Reparationerne har dog normalt den, i sikkerhedsmæssig henseende, gode egenskaber, at de ikke holder, således at den opmærksomme iagttagelse kan se, at der er noget galt.

Dette giver anledning til, at man i sine bæreevneundersøgelser må se på reparere-



Ved en stikprøvevis kontrol viste det sig, at 12 ud af 12 altaner måtte kasseres på grundlag af timeglas-tæring bag facadeplanet, antagelig som følge af at der ved bygning af huset var placeret en træklods over profiljernet bag facadelinien. Træklodsens virket som svamp og forårsaget timeglas-tæringen. Esben Kirkegaard ApS.

de altaner med særlig opmærksomhed og skepsis.

Forstærkning af profiljernerne kan som hovedregel ikke ske ved svejsning. Hovedparten af det anvendte stål er Thomas-stål, og svejsning på dette materiale må aldrig finde sted på konstruktioner, som de her beskrevne. Thomas-stålet har en sådan kemisk sammensætning, at stålet i sig selv er ældningstilbøjeligt, bl.a. på grund af et højt kvælstofindhold.

Ældningseffekten accelereres kraftigt ved svejsning, og sprødbud kan indtræffe ved beskedne pludselige ændringer af belastningssituationen.

Undersøgelse af stålet ved materialeanalyse kan anvendes til at bestemme stålets svejselighed, men denne metode vil være økonomisk prohibitiv, idet hver enkelt jern må undersøges, før svejsning eventuelt kan være tilladelig.

Der er derfor god grund til at afstå fra at udføre sejste forstærkninger, med mindre man er 100% sikker på at kende kvaliteten af alt anvendt stål.

At udføre vandtætte belægninger på altaner kunne umiddelbart synes at være en god idé, idet belægningen ville afskære ovenfra kommende vand adgang til profiljernerne.

Tilstrækkelig vandtætte belægninger er dog også så damptætte, at nedenfra kommende fugt risikerer at kondensere under belægningen.

Er betonen ikke tilstrækkelig frostsikker, hvad den sjældent vil være, vil der ske frostskaader, og det må derfor frarådes at vælge sådanne løsninger.

Selv om hele problematikken omkring fugttransport i beton endnu ikke er fuldt afklaret af forskerne, bekræfter undersøgelser udført af CBI (det svenske cement- og betoninstitut) denne antagelse.

Fortsatte aktiviteter og ønsker

På basis af BPS-arbejdsgruppens resultater arbejdes der i øjeblikket med at tilrettelægge et kursus, således at de mange erfaringer, der er samlet i forbindelse med BPS-projektet, kan blive formidlet til en større kreds af teknikere og entreprenører, der arbejder med altanproblemerne.

Ud over den allerede indhøstede viden om altanerenovering, som umiddelbart kan bringes videre, er der imidlertid en række områder, indenfor hvilke man kunne ønske sig yderligere viden.

Man kunne ønske sig at vide mere om korrosionshastigheden, hvor hurtig sker udviklingen, når korrosionen først er initieret, og hvornår vil man dermed være i

den situation, at en altan, som i dag har et givet bæreevneoverskud, må kasseres.

Også om holdbarheden af reparationer udført med kunstmørtler ved man for lidt.

Ligeledes ville det være fristende at udføre forsøg med tætte belægninger og efterfølgende, enten i hvilke sammenhænge disse eventuelt kunne være forsvarlige, eller om belægningerne, sådan som nu antaget, er skadelige.

En samlet registrering af altanskader og typiske træk ved disse kunne måske give svar på, om f.eks. alder, orientering (værdshjørne), indbygningsform, placering i huset eller andre karakteristika har haft indflydelse på den hyppighed, hvormed skaderne optræder.

Afslutningsvis må man håbe på, at det fortsat vil være muligt at finde økonomisk støtte til konkrete og målrettede forskningsinitiativer ud fra en vurdering af altanskadernes betydelige økonomiske omfang og nødvendigheden af, at teknikere og udførende i de kommende år får en solid faglig basis for deres arbejde.

Litteratur
BPS-renoveringsdetaljer/altaner, A4-ringbind, 51 sider, september 1980, kr. 195,- excl. moms.
BPS-centret, Postboks 149, 2970 Hørsholm, tlf.: (02) 865224.

Stærke sager på Bagsiden

Det må slå en fast læser af "ingeniøren" med undren, at vore bygningsingeniører ikke har opgivet at bruge beton som byggemateriale. Det nævnte blad har nemlig i en snart lang række baret talrige vidnesbyrd om alle de viderværdigheder, som møder den, der som tekniker, bygherre eller bruger omgås beton.

Jeg skal her undlade at uddybe mine egne iagttagelser fra det virkelige liv. F.eks. at havefliser helst skal tages ind om vinteren, og at en 30 cm tyk betonvæg kun under sjældne og ikke systematisk klarlagte omstændigheder kan holde tæt mod en halv-

meters grundvandstryk eller blot mod en forbigående stigning i jordfugtigheden.

Det er vigtigere at minde om alle de betonvejbænder, der i tidens løb har nægtet at forblive jævne og ubrudte i blot et beskedent antal år, og om alle de broer, som har haft svært ved at nå en levetid på mere end et par hundrededele af der livslængde, som indtil nu har været de gotiske katedraler beskåret.

Endvidere må det påpeges, at hvis betonen ikke kan finde på ydre årsager til at svigte, så foregår der inden i den, i årevis efter at byggeriet er erklæret for færdigt, destruktive processer. Det er

f.eks. alkalikiselreaktioner, der kan sammenlignes med det levende vævs cancer, og angreb på de indlagte armeringsjern, svarende til at vore kroppe kan afstøde implanteret fremmed væv.

Kan betonen ikke finde på noget som helst andet, kan den give sig til at krympe.

Der skal nytænkning til. Beton må opgives! Enhver rest af beton-optimisme må øvrigt smuldre som (nå lad os ikke blive ved at træde i det) ved læsningen af Folkebladet i Farum (17.12.80); en sagkyndig slår her fast, at betonbroerne ødelægges af kosmisk stråling fra udmærkede jordiske vandåre, og det er der ikke noget at gøre ved!

Bygningsingeniører er på tilsvarende uheldig måde fikserede i andre forestillinger om materialers anvendelighed. Det gælder f.eks. træ og jern (sidstnævnte kaldes ofte stål, idet dette ord er mere tilidsvækkende).

Pladsen tillader ikke en detaljeret gennemgang af disse materialers besynderlige og lunefulde opførsel i forbindelse med væde, tørke, maling, svampesporer og ildbrand. En sådan gennem-

gang ville klart vise, at de to materialers fortsatte brug ikke kan begrundes.

Jeg mener at have forstået, at en væsentlig del af bygningsingeniørernes forskning går ud på at forbedre "dimensioneringsmetoderne". Det vil rent ud sagt sige, at man vil spare på materialerne, og at f.eks. en husbygger ikke er tilfreds, før også tapetets trækstyrke indgår i dimensioneringen af væggene.

Må jeg foreslå, at denne stræben mod det under de givne forhold umulige svinges rundt og forenes med materialeforskningen. Og skriv så en ny Byggeteknisk Materiallære! Rette vedkommende er velkommen til at benytte ovenstående synopsis til de indledende kapitler om de materialer, der ikke kan bruges.

Man tør vel gå ud fra, at nogen ved, hvad der skal stå i resten af bogen?

Louis

INGENIØREN
nr. 4, 1981



Injiceret RHS-profil. Esben Kirkegaard ApS.

Gør-det-selv-bygge-sjusk

I flere dag- og ugeblade er der opstået en ny form for brevkasse. En byggeriets eller boligens spørgebrevkasse, hvor læserne kan få at vide, hvordan både store og små problemer kan løses efter gør-det-selv-metoden.

Med de stigende priser på materialer og arbejds lønninger er der ikke noget at sige til, at denne spalteplads er blevet populær. Der er helt oplagt behov for tips og vejledning på den front, og alt var faktisk også godt, hvis rådene bare også altid var gode eller holdt sig til områder, der er relevante for den finger-nemme boligejer.

Men med en nærmest utrolig selvsikkerhed kaster redaktorerne af disse brev-kasser sig ud i besvarelser på snart sagt alt som et bedre orakel fra Delfi. Men desværre er deres svar ikke tvetydige. Der er ikke noget at tage fejl af, når f.eks. et råd vedrørende løbesod i en gammel skorsten, hvortil er tilsluttet et nyt fyr, lyder således:

20-30 cm over røgrørets indføring i skorstenen monteres en bevægelig 100 x 100 mm klapp, hvilket De nemt selv kan gøre. På en tegning ses klappen tydeligt i lukket tilstand, placeret på tværs i skorstensrøret. Hvad nytte klappen skulle gøre i forbindelse med løbesod, må stå for redaktorens regning, men for den ukyndige læser kan det i værste fald betyde kulhedoden, i bedste fald et dekret fra skorstensfejeren om at fore

skorstenen tilbage til den tilstand, den var i for boligbrevkassens råd skete fyldst.

Men faktisk er det direkte farlig rådgivning at tilskynde til gør-det-selv-indsættelse af bygningsdel, der dels befordrer giftige gasser, dels skal opfylde en række nøjere definerede brandtekniske krav.

En anden læser foreslår gamle aviser genbrugs som ekstra isolering i sin loftkonstruktion, hvor der i forvejen kun er 10 cm isolering.

Redaktorens svar er ikke - som det burde være - en klar afvisning af forslaget. Bevares, der bliver gjort opmærksom på, at aviser isolerer meget lidt i forhold til deres vægt. Men så er der så meget større risiko for, at den uskyldige spørger en skønne dag sidder med gipspladeloft plus alle de gamle aviser plus den trods alt gode 10 cm isolering midt i opholdsstuen. Lidt ærgerligt, når man betænker al den gode fritid, der er brugt til at flytte den gamle isolering, tilskære aviserne i stramt mål til spærrene og genudlægge den forhåbentlig ikke ødelagte isolering oven på aviserne, der hellere burde være givet til spejderne.

Forslaget kan vel ikke siges at være på den forkerte side af loven, men brandteknisk korrekt er det heller ikke at øge husets brandbelastning med papir på loftet. En konstruktion med aviser kan næppe leve op til kravet om BD 30 i bygningsreglementet.

En anden læser har bygget sin terrasse om til opvarmet havestue. Han spørger, om der

kan ske noget ved, at fugtmembranen i væggen fra dette rum ind mod et opvarmet hobbyrum nu ligger på den kolde side af væggen.

Rådet lyder, at der kan monteres en overtryksventil i havestuens loft samt en indstillelig rist ind mod hobbyrummet. Hvor det er hentet fra, er ikke godt at vide. Men på spørgsmålet om, hvad nævnte ventil og rist skulle betyde for eventuel dampdiffusion i vægkonstruktionen, vil enhver byggetekniker, der har beskæftiget sig med fugttransport, blive svar skyldig.

Desværre kunne listen over dårlig eller forkert vejledning blive lang. Derfor er boligbrevkasserne med deres ekspertrad i tilpas uforsigtige vendinger farlige både for vort byggeri og vor samfundsøkonomi. I disse tider, hvor isoleringskravene og oliepriserne stiger samtidig med, at den enkelte borgers økonomi forringes, vil gør-det-selv-rådene læses med stigende interesse. Landets husejere vil i tilfælde af disse som regel seriøse bladets ekspert-udtalelser følge rådet, der gives i brev-kassespalterne. Og det betyder, at et enkelt dårligt rads virkning mangedobles.

Hvis bladene vil fortsætte byggebrevkasserne, bør de være meget forsigtige med at råde til gør-det-selv-arbejde på det yderst spinkle grundlag, der ofte er i spørgsmålenes formulering. Og så bør de alliere sig med et bredt, kvalificeret panel.

Så kan der nemlig blive tale om god vejledning og ikke som nu optakt til gør-det-selv-bygge-sjusk.

lu

Opgave:
Hvad burde svaret have været?
Hvilke fejl er der i svaret?

Kan jeg efterisolere hen over spærfoden?

På loftet i mit nyopførte hus er der isoleret med 2 gange 100 mm mineraluld, udlagt mellem spærrene og i højde med spærfoden. Loftet er udført som »gammeldags« konstruktion, dvs. med puds på rør på spredt forskalling.

Fugtspærren, der er en 0,1 mm plastolie, er hæftet fast under spærfoden og oplagt i hele husets bredde, inden forskallingen blev sømmet op. Fugtspærren forløber derfor og ubrudt henover skillevæggene.

For at forbedre isoleringen påtænker jeg nu at efterisolere med 100 mm mineraluld i bølger, rullet på langs mellem spærrene oven på den eksisterende isolering, hvorved isoleringstykkelser i alt ville blive 300 mm. Men herved

bliver spærfoden jo helt dækket, og jeg er bekymret for, om det kan medføre kondens i træværket, fugt og efterfølgende råd/svampe-skader.

Jeg mener at kunne huske, at der tidligere i BOLIGEN har stået, at isolering ikke måtte udføres, så den dækkede oversiden af bjælkerne. Er dette korrekt, eller kan jeg uden risiko for kondens forøge isoleringstykkelser som planlagt?

P. E. S. N.

SVAR. Umiddelbart skulle svaret være enkelt - og i så fald et ja. Under den forudsætning at den dampspærrende funktion i konstruktionen er effektiv, og at der ikke ovenpå isoleringen er placeret noget, som hindrer den øvrige del af konstruktionen i at »ånde« - så kan man uden bekymring isolere henover spærfoden, herved er det således fast.

Men det undrer mig, at den beskrevne loftkonstruktion både har en



Når der efterisoleres på loftet, må man gerne isolere op over spærfoden. Men i takt med at isoleringslagets tykkelse øges, øges også kravene til dampspærrens effektivitet, hvis man vil være sikker på at undgå kondensdannelse og deraf følgende skader i træværk m.m.

plastmembran og en pudset overflade. Jeg tillader mig at tvivle på plastmembranens effektivitet, da den formentlig er gennemhullet af de mange små traeforskallinger og rør-ræder som bærer puds-laget. I øvrigt er 0,10 mm polyethylenolie for lidt, tykkelsen skal min. være 0,15 mm.

Konklusionen må være, at membranen er illusorisk, men De »reddes« måske af puds-laget, som i intakt stand er tilstrækkeligt lufttæt til at hindre den opvarmede luft i at trænge op i loftkonstruktionen.

Jeg vil foreslå Dem (for at være på den sikre side), at De forsøgsvis udlægger ca. 10 kv.m. med 300 mm mineraluld og holder konstruktionen fugtighed under observation hver måned gennem et år. Hvis det falder positivt ud, kan De med rimelig sikkerhed dække resten af loftet.

Det lyder nok besværligt, men da dampspærren er utilgængelig, ser jeg desværre ingen anden udvej.

Dette svar er et godt bevis på desværre ingen regel - uden undtagelse.

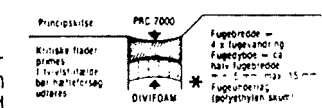
J. H.



NU ER DET BLEVET NEMT OG BILLIGT AT FUGE E-L-A-S-T-I-S-K

PRC 7000
1-komponent
FACADE
FUGE
GUMMI
direkte i fugen

ANVENDELSE:
FACADE- OG KARMFUGNING



PRC var ikke tilfreds med hidtidige fugegummiers egenskaber og udviklede derfor en ny forbedret råvare: PRC polysulfid, som med luftens ilt hærdet til blødt gummi. PRC 7000 er fordelagtig med hensyn til økonomi, teknik og gode arbejdssegenskaber. Hæfter uden priming til glas, metal og ukritiske porøse flader og er let at sprøjte og bearbejde, også i koldt vejr. Anvendt i Danmark siden 1967.

UDFØRELSE:
Kontaktflader renses evt. tørres. Fugeunderlag lægges i rigtig dybde. Evt. kritiske porøse flader primes. Fugning (inden 8 timer efter evt. priming). Glitning med gennemvædet tråpind.

Farver	grå - sort - hvid - brun
Emballage	patron ca. 0,3 ltr strømpe 0,6 ltr

NB: PRC 7000 tåler ikke kontakt med asfalt, tjære og lignende.
*DIVERFOAM er polyethylen skumpilast som kan anvendes til alle fugebredder. Leveres i plader 1000 x 500 x 10 mm og er lamskåret til afrivning pr. ca. 6 mm.

PRODUKTER AF HØJ KVALITET TIL FUGNING, TÆTNING, BESKYTTELSE, REPARATION OG VEJL GENDDELSE
SPÆNDKEMI
SPÆNDKEMIA/S HELLERUPVEJ 66 DK 2900 HELLERUP TELEFON (01) 62 95 05

Denne annonce indeholder ikke fejl, men den kan lede "gør det selv" folk til fejltagelser.

Udvendig damp-tæt (i hvert fald vand-tæt) fugning i samme plan langs alle fire mur-false betyder fare for kondens, hvis der ikke er en egentlig, indvendig, damp-tæt fugning. Fejl i fugningen eller andetsteds kan endvidere medføre, at der trænger vand ind, der ikke kan bortledes/fordampe.

Udvendig fugning bør udføres med den nederste, vandrette fuge i et plan bag de lodrette fugers plan (dræning og ventilation). Man kan da i reglen nøjes med mørtel, enkle fugebånd, neoprene-slanget og lignende.

Den indvendige fugning skal derimod være vind-tæt og damp-tæt. Den udvendige ventilation er absolut nødvendig, i særdeleshed ved betonsandwich-facader, hvis damp-tæthed ikke opnås med rimelig sikkerhed.

Alt dette skal nøje overvejes i lys af det konkrete vindues omgivelser, geometri o.s.v. Her er der teglvægge. Det letter nogle problemer (fugttransport i tegl), besværliggør andre (f.eks. fugning langs sten/fuge/sten).

Annoncen viser som sagt ikke nogen fejl, men en dyr, misforståelig løsning, hvis den ses af ukyndige som en generel løsning.

Se i øvrigt vinduesafsnittet i Facadelementer, IFH notat nr.55.

E-L-A-S-T-I-S-K FACADE- OG KARMFUGNING

OPGAVE

Find fejl, tvivlsomme løsninger, diskussionsemner i Forelæsningsnotat 55: "Facadeelementer", set i lyset af de nyeste erfaringer.

En liste kunne se ud som nedenstående, men der er mere at hente.

Pag 12, figur 140: Glaslister for små, udræned. Al-listen under vinduet skal have huller for afløb, dens afslutning ved sidekarmene er vanskelig at udføre, faldet i bundkarmen er for lille, alt i alt fare for vandindtrængen.

Eternitpladen er for oven fastholdt af en Al-skinne, hvis fastgørelse giver fare for vandindtrængen mellem liste og karm (tilsvarende små overlap ved flade tages afslutning ved facaden kan yderligere give vandlækage mellem liste og eternit ved større vindpåvirkning, i ventilerede tage).

Gipspladen er lovlig svag for mekanisk påvirkning, og luft- og damp-tætningen mellem karm og dampmembran er ikke vist (der blev brugt fugemasse). Lufttætningen er faktisk vigtigere end damp-tætheden, jfr. pag 18, midt.

Facaden er fra 1960, og ansås for udmærket. Den har fungeret tilfredsstillende. En nyere udgave omtales pag 100. Sammenlign pag 97 - 99.

Pag 42, jfr. ovenstående: Det er nok rimeligt at lade vinduet (karme og rammer) være uafhængigt af træskelettet (mindre trædimensioner, mindre revner o.s.v., billigere udskiftning af vinduet).

Pag 81, figur 406: Dårlig afdækning langs tagkanten. Isolering, fugtspærre og dennes afslutning kan næppe se ud som vist (pag 101, figur 451 er ligeledes tvivlsom).

Pag 84, figur 409: Lufttætning med stopning kan næppe udføres tilfredsstillende. I 1960'erne var kravene mindre, og kontrollen med udførelsen på dette byggeri var intensiv.

Pag 102, figur 452: Fald 1:100 kan ikke bruges i dag. 1:100 betyder i øvrigt reelt bagfald tilfældige steder.

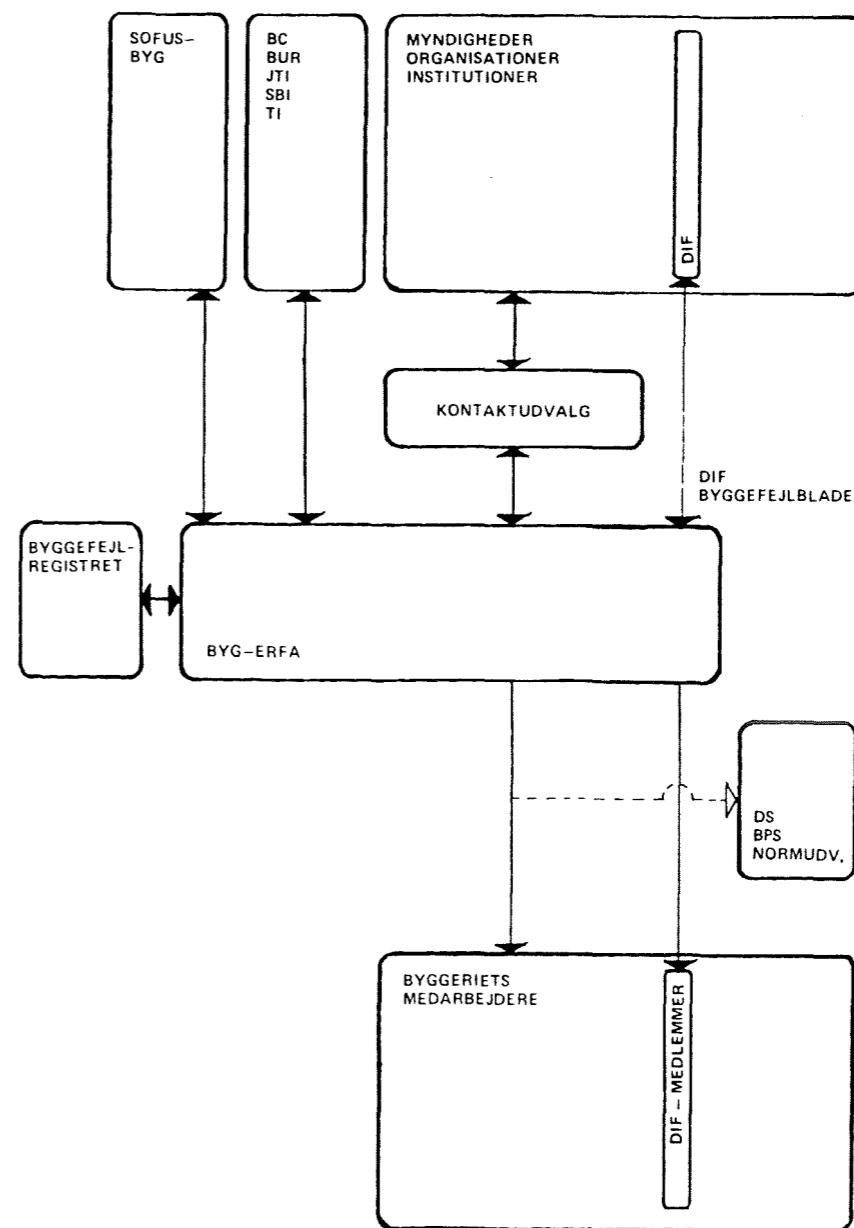
Pag 107, figur 471: Løsningen giver vandskader ved utæt tagpap, og det er der altid - hist og her - før eller senere. Se også figur 474, pag 108.

Pag 117: Trykimprægning bør nok her beskrives som en narresut, da alt træ til vinduer bearbejdes og opskæres efter eventuel trykimprægning. Efter vinduets færdiggørelse kan benyttes vakuum-imprægning, der - i modsætning til trykimprægning - ikke får karm og ramme til at kaste sig.

Pag 121, figur 523: Det er en pædagogisk fejl, at ingen figur på dette sted viser, at der skal være fald i falsen. Det er beskrevet i teksten, men først vist på figur 552, pag 132.

Det skal i øvrigt tilføjes, at nederste glasliste bedst udføres med en Al-skinne, der kun understøttes i enkelte punkter (ved skruer) og giver god dræning og udluftning, naturligvis kombineret med fald i falsen.

Samlingen mellem bund- og sideramme, såvel som den tilsvarende samling i karmene, er kritisk, selv om der er etableret fald, og må ofres megen omtanke og godt håndværk. Dette hjørne er skjult i den med glas monterede ramme og kan vanskeligt kontrolleres eller repareres / vedligeholdes. Nogle fabrikanter sikrer samlingen med en siliconefugning.



BYG-ERFA initiativet placeret i relation til byggeriets parter.

For det første:

at erfaringshaverne skal findes - d.v.s. alle de organisationer, myndigheder og institutioner, der repræsenterer byggeriet, må være med.

Det har vi søgt løst ved at etablere en dynamisk organisation med en meget bred kontaktflade til de nævnte parter. Ideen er, at alle kan deltage og have et mere eller mindre formaliseret tilhørsforhold. Betingelsen er blot, at man har interesse for og vilje til, at arbejde for reduktion af byggefejl.

For det andet:

at erfaringerne distribueres til alle byggeriets medarbejdere.

Det har vi søgt løst ved at distribuere erfaringerne primært gennem tidsskriftet »Byggeorientering«, men også andre distributionsmedier og -former tænkes inddraget.

»Byggeorientering« udsendes gratis i et oplag på 30.000.

For det tredje:

at erfaringerne meddeles på en forholdsvis enkel, overskuelig, og for modtageren let opfattelig måde.

Det mener vi, er løst ved systematisk at behandle hvert emne på et erfaringsblad.

Organisation

Ud over styringsgruppen, der udgør BYG-ERFA's formelle ledelse og består af repræsentanter for de stiftende institutioner, er der etableret et kontaktudvalg. Det er kontaktudvalgets opgave, dels at bidrage til en almen accept af tankerne bag BYG-ERFA, og dels at bidrage med erfaringsmateriale til brug ved udarbejdelse af erfaringsblade. Kontaktudvalget består p.t. af repræsentanter fra:

Assurandør-Societetet
Boligministeriet
Boligselskabernes Landsforening
Byggefagenes Kooperative Landsammenslutning
Byggefagenes Landsammenslutning
Bygge-Societetet
Dansk Bygningsinspektørforening
Dansk Bygningskonstruktørforening
Dansk Ingeniørforening
Danske Arkitekters Landsforbund
Entreprenørforeningen
Foreningen af Rådgivende Ingeniører
Håndværksrådet
Industrirådet
Ingeniør-Sammenslutningen
Kommunernes Landsforening
Realkreditrådet
Teknisk Landsforbund

Også SOFUS-BYG institutionerne er opfordret til at stille erfaringsmateriale til rådighed. Flere erfaringsblade under udarbejdelse er resultatet af den etablerede kontakt.

Mellem DIF og BYG-ERFA er der indgået aftaler om, at DIF's byggefejlblade trykkes og distribueres gennem BYG-ERFA.

Initiativerne omkring byggefejlblade og erfaringsblade er dermed koordineret.

BYGGEFEJLREGISTRET, ved stadsarkitekt Børge Lorentzen, og BYG-ERFA har etableret samarbejde i form af udveksling af erfaringsmateriale.

Mulighederne for samordning om indsamling og formidling af erfaringsmateriale for statsbyggeri er skabt ved kontakt til Koordinationsudvalget for Statsbyggeri - KVS.

På nordisk plan arbejdes der, gennem de nordiske byggeforskningsinstitutters samarbejdsorgan NBS, med udveksling af erfaringsmateriale.

Erfaringsblade

Erfaringsbladene struktureres i fire afsnit:
1. Problem

Der indledes med en kortfattet beskrivelse af registrerede forhold.

BYG-ERFA

Tagkonstruktionen på fritidscentret skaber problemer

Hvert år opstår nye utætheder med fugten drivende ned fra loftet

Arkitekt: Der burde kræves en attest på at grunden kan bære

Det er ikke nok, at man som led i bestræbelserne på at nedbringe antallet af byggefejl udsender fejlsblade eller udarbejder egentlige varedeklarationer for typehuse.

Det mener arkitekt Holger Næsted, Hillerød, der som syns- og skønsmænd gennem mange år har haft byggefejl tæt inde på livet.

jeg har haft med at gøre, siger Holger Næsted. Arkitekt Næsted erkender selv, at problemet måske er ekstra stort i Nordjylland, hvor man selv på den højeste bakketop ikke kan være sikker på at have fast bund under fødderne, men samtidig, at fejlene kunne undgås ved en lille merudgift fra starten af byggeriet.

»Jeg har ve og skønsmænd 400 sager, og baggrund, it pege på en går igen alle i funderinger at funderinger procent af d

Byggesjusk i 800 huse

Byggefejl kan ikke helt undgås, men antallet kan reduceres — og det bør det.

Byggefejl

Antallet af byggefejl kan reduceres væsentligt ved en systematiseret erfaringstilbageføring.

Denne antagelse er baseret på resultaterne af Teknologisk Instituts undersøgelse »Analyse af byggefejl«.

Undersøgelsen påviser, at særdeles mange fejl er gengangere. At samme undersøgelse også påviser, at fejlene ofte er ganske simple byggetekniske problemer, forstærker troen på, at antallet af byggefejl kan reduceres gennem oplysningsvirksomhed.

Erfaringsformidling

Erfaringer fås på forskellige tidspunkter af en bygnings levetid.

Forenklet kan en bygnings liv opdeles i fire faser:

1. Planlægningsfasen — som er den teoretiske skabelsesproces.
2. Produktionsfasen — hvor det planlagte omsættes til virkelighed.
3. Anvendelsesfasen — hvor produktet anvendes.
4. Nedbrydningsprocessen — hvor produktet adskilles enten med henblik på genbrug eller for total destruktions.

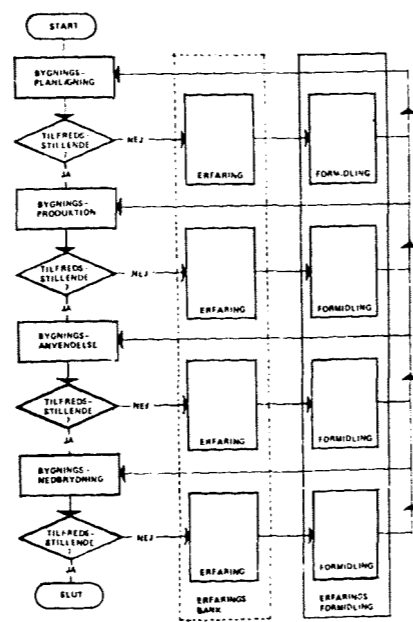
Forløber processen tilfredsstillende for de implicerede parter, giver dette normalt ikke anledning til at standse op. Konstateres der derimod ikke tilfredsstillende forhold under eller efter en fase, vil de implicerede parter naturligvis søge at finde ud af, hvorfor processen eller tilstanden ikke er til-

fredsstillende. De vil også søge at rette fejlen — og undgå den — i en tilsvarende efterfølgende situation.

Det karakteristiske ved adfærden er, at det normalt kun er de implicerede parter, der får nytte af erfaringen eller som et ord sprog siger »bliver klog af skade«.

Det er her BYG-ERFA initiativet vil sætte ind ved at viderebringe »interne« erfaringer i systematiseret form.

Forudsætningerne for at dette vil lykkes er:



BYG-ERFA initiativet placeret i relation til byggeprocessen.

»Men der er en udgift på kroner, og de relation til de kroner, som i koste husejere bedret skader først er kost flere år efter. Holger Næsted liden lide ved hvor kan målt om undersøgt sets gavl, net drå. Det er altså byggeriet, og det er ellers meget let i dag. Man kan blot få leverandøren af mærel til at skrive på fælgesedlen, hvor meget vand der skal i den enkelte blanding.

Fuger skørner på huse, der er 3-4 år

Den, der oplever et bus, har ansvaret for, at busen er i orden. Det er altså byggeriet, og det er ellers meget let i dag. Man kan blot få leverandøren af mærel til at skrive på fælgesedlen, hvor meget vand der skal i den enkelte blanding.

Ud fra denne beskrivelse afgrænses problemet.

2. Forslag til løsning
Under dette afsnit beskrives, hvilke forhold man skal være særlig opmærksom på for at undgå lignende byggefejl.

Forslagene kan være formuleret som funktionskrav eller være konkrete anvisninger i tegning og/eller tekst.

3. Forklaring
I dette afsnit uddybes emnet og der siges mod at give læseren en generel forståelse af problemet og dets løsning.

Teksten vil normalt være opbygget således, at første del umiddelbart kan læses, medens der i forklaringens sidste del kan forekomme beregninger o.lign. der kan kræve særlige forkundskaber.

4. Henvisning
Hvert erfaringsblad afsluttes med oplysninger om, hvem der har været forfatter til erfaringsbladet, hvilke institutioner der sidder inde med viden om emnet og hvilken litteratur der behandler samme emne.

Erfaringsbladene tænkes anvendt på to måder:

For det første som en advarsel for de medarbejdere i byggeriet, der »lige her og nu« arbejder med samme problem i praksis og for det andet som en kontrol for projekterende og udførende.

Erfaringsbladene kodes efter SFB-systemet med første facet og forsynes med dato. Endvidere er erfaringsbladene forsynet med pictogrammer, der svarer til Bygningsreglementets inddeling.

Erfaringsformidlingens gennemførelse

Sekretariatet er et serviceorgan der stilles til rådighed for byggeriets parter.

Sekretariatet har følgende opgaver:

- indsamler og bearbejder byggetekniske erfaringer og registrerer behov for formidling af informationer.
- modtager forslag og materiale til erfaringsblade fra interesserede institutioner, virksomheder og personer.
- fremsætter forslag til emner for erfaringsblade.
- afgiver indstilling til styringsgruppen om at søge et erfaringsblad udarbejdet.

□ etablerer og fastholder en systematik for erfaringsbladene.

□ organiserer arbejdet med udarbejdelse af erfaringsblade, f.eks. ved nedsættelse af arbejdsgrupper for det enkelte blad.

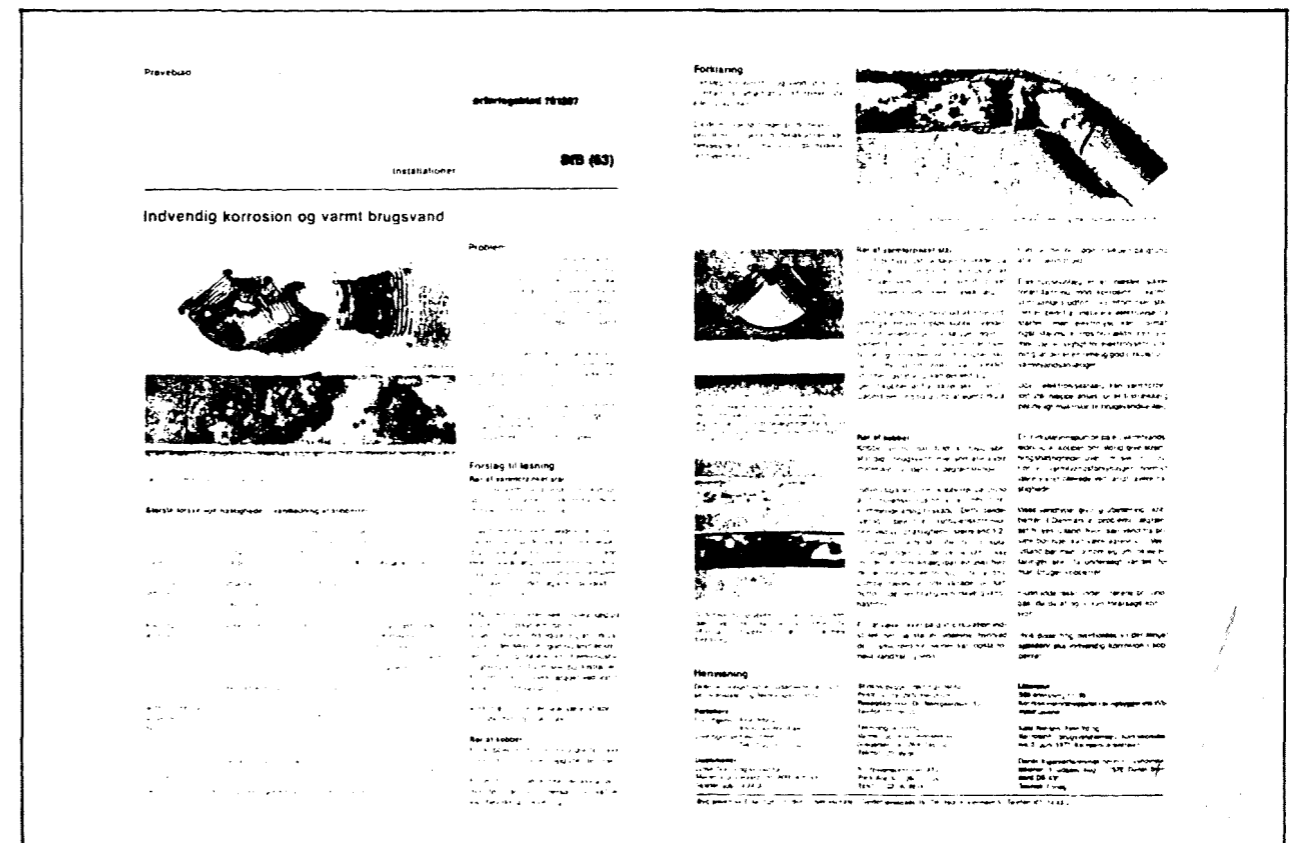
□ bistår arbejdsgrupperne.
□ afgiver indstilling til styringsgruppen om udsendelse af et erfaringsblad.
□ sørger for trykning og udsendelse af bladene.

Alle bygge- og anlægstekniske emner kan behandles, og der appelleres til alle byggeriets deltagere om at medvirke.

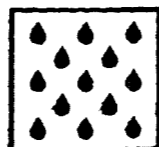
BYG-ERFA initiativets deltagere håber, at erfaringsbladene vil finde anvendelse, og at antallet af byggefejl dermed vil reduceres.

BYG-ERFA håber også, at byggeriets deltagere vil slutte op om initiativet ved at bidrage med erfaringsmateriale.

For erfaringshavere er arbejdet normalt afgrænset til udarbejdelse af forslag til tekst og levering af eventuelt billedmateriale, medens BYG-ERFA's sekretariat tager sig af — og betaler for — lay-out, trykning og distribution.



Eksempel på erfaringsblad.



Barksvampe og korkhatte i vinduestræ



Fig. 1. Barksvamp i vinduesramme

Problem

Fugetætningen mellem den nederste glasliste og glas bliver ofte efter 2-5 år utæt. Herefter kan vand uden synlig skadevirkning trænge ned i træet under glasset. Vandet trænger ofte videre gennem rammernes hjørnesamlinger, hvor ved karmtræet opfugtes langt tilbage i fælden.

De nævnte forhold giver anledning til svampeangreb, ofte Barksvampe og Korkhatte, med totalskader til følge.

Forklaring

Når fugt trænger langt ind i vinduestræ, har solen vanskeligt ved at fremkalde en hurtig udtørring. Desværre er det desuden sådan, at jo bedre træet er malet behandlet, des længere tid tager udtørringen.

Det er derfor vigtigt, at fugetætningen sikres for vedligeholdelse.

Nye vinduer

Det er vigtigt, at vand udelukkes ved en omhyggelig isætning af vinduesglas, som anført under forslag til løsning.

Vedligeholdelse

Ved mindre utætheder kan det for en kortere tid være en brugbar udbedring at udfylde med fugemasse. Ved udstrakte utætheder må det anbefales at demontere glaslisterne og foretage en grundig afrensning, genmontering og tætning som ved nye vinduer.

Det er væsentligt, at der er rigelig ventilation under bundglaslisten. I mange tilfælde vil det være en fordel at udskifte den nederste glasliste med en liste af metal. Denne kan ved opklodsning give ventilation i hele sin udstrækning.

Ved brug af bandformede tætningsmaterialer som celle- og massivgummi er det vigtigt, at leverandørens anvisninger om komprimering (ofte 20-30%) overholdes. Listerne bør fastgøres solidt, og af hensyn til udskiftelighed, helst med skruer.

Ved anvendelse af butylband skal der sørges for, at klæbningen sker på tørre og rene flader, og med det forskriftsmæssige presstryk.

Når tætningen udføres med topforsegling, er det ligeledes vigtigt, at hæfteladernerne er rene og tørre. En del fugematerialer vil desuden kræve primning på sa-

vel træ som metal for at opnå maksimal vedhæftning. Hæfteladerner bør mindst være 5 mm.

Bundglaslisten bør ved enderne forsegles med termoplastisk fugemasse.

Svampeangreb

I vinduer er der, som tidligere anført, konstateret et stigende antal svampeskader forårsaget af Barksvampe og Korkhatte.

Barksvampe (Corticaceae)

Barksvampe er almindelige i naturen på nedfaldne grene og kviste under meget fugtige forhold. De findes i bygninger under tilsvarende forhold, på undendørs beliggende træ i vinduer, rækværk, vindskeder, hvor vandet er indespærret fx bag en kraftig hinde af maling. De kræver gennemgående højere fugtighed end Korkhatte, men tåler ikke alle så høje temperaturer som disse. Derfor ses Korkhatte på træ med sort maling, der bliver meget varm, og Barksvampe bag hvid maling, der reflekterer varmen.

Medens de fleste svampe i byggeri danner den såkaldte brunmuld med mange skrumperevner, nedbryder Barksvampe ofte træ under dannelse af hvidmuld. Her bliver træet trevlet, uregelmæssigt lysbrunt, graligt eller helt hvidt. En stor del af ligninen nedbrydes og efterlader den hvidlige cellulose.

Tidligere anses kun brundmulddannelse for farlig. Således blev hvidmulddannede svampe ofte henregnet til rådskader, rent forsikringsmæssigt. Specielt forekomsten af utætheder ved bundglaslisten har givet barksvampene så gode vilkår, at vinduer og karme ofte totalskades på 5 til 10 år. Disse skader regnes derfor, rent forsikringsmæssigt, som svampe-skader.

Arsagen til at barksvampe ikke er så almindelige i ældre vinduer er formodentlig en mindre kraftig trækonstruktion og anvendelse af kit ved isætning af glas. Når kit falder af, opfugtes træet, men udtørres hurtigt igen. Den bortfaldne kit erstattes for det meste også hurtigt, da ødelæggelsen er stærkt iøjnefaldende.

Fugetætningen ved glaslister i nyere vinduer kan være utætte meget længe uden at det synes væsentligt og fejlen erkendes derfor først, når skaden er omfattende.

Barksvampe kan deles op i en lang række arter, hvoraf de vigtigste er følgende: *Phlebia gigantea* (Kæmpe Barksvamp), *Peniophora mollis* (Hinde-Barksvamp), *Hyphoderma* sp., *Hyphodontia* sp., *Resinicium bicolor*, (tofarvet Pig-barksvamp). Derudover træffes en række ubestemte barksvampe.

	Træfugtighed %	Temperatur	
		Optimal (bedste)	Letal (dødelig)
Hussvamp	20-30%	ca. 23°	ca. 35°
Gul Tømmersvamp	30-50%	ca. 23°	ca. 40°
Hvid Tømmersvamp	35-55%	ca. 28°	ca. 45°
Korkhat	30-50%	ca. 35°	ca. 70°
Viftesvamp	50-70%	ca. 28°	ca. 45°
Barksvamp	50-70%	ca. 28-32°	ca. 45-55°

Fig. 3. Nogle svampes vækstkrav.

Forslag til løsning

Nye vinduer

Svampeangreb i vinduestræ bør forebygges både konstruktivt og kemisk.

■ Konstruktiv forebyggelse kan foretages enten ved at udforme den nederste glasliste som et fuldt ventileret metalprofil eller ved at anvende en veldrænet træglasliste kombineret med en omhyggelig udført fugetætning, fig. 2A og 2B.

■ Kemisk forebyggelse bør ske ved vacuumimpregnering efter DS 2122, klasse B, efterfulgt af en pigmenteret overfladebehandling.

Vedligeholdelse

■ Det er vigtigt, at man allerede efter et par års brugstid påbegynder en jævnlig kontrol af fugetætningen mellem den nederste glasliste og glas. Konstateres der utætheder i fugetætningen, bør glaslisten demonteres, afrensnes og genmonteres som ved nye vinduer.

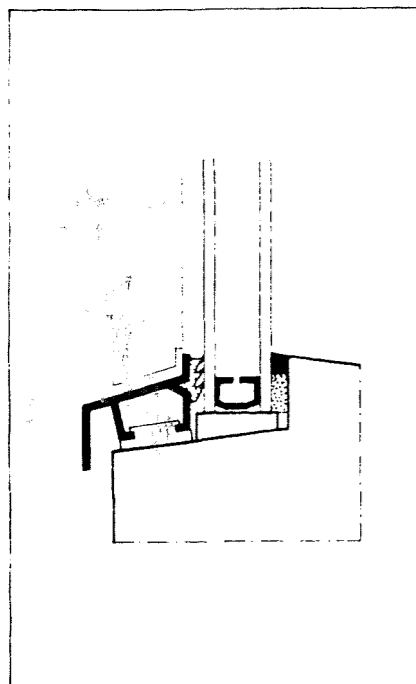


Fig. 2A. Ventileret metalprofil som glasliste.

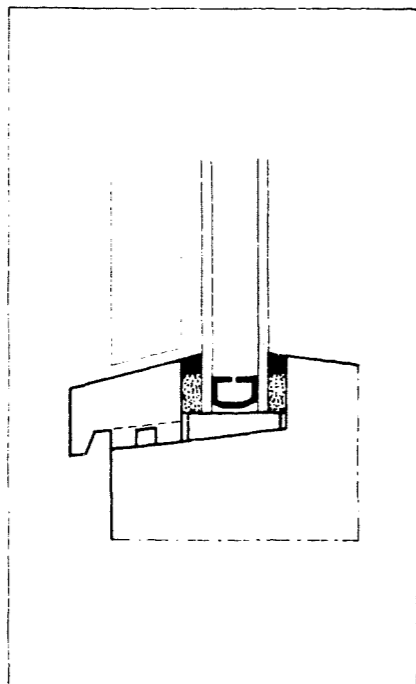


Fig. 2B. Drænet træglasliste kombineret med fugetætning.

Henvisning

Dette erfaringsblad er udarbejdet af Teknologisk Institut

Forfattere:

Ingeniør Gunnar Madsen
Mikrobiolog J. Bech-Andersen M.Sc.

Distribution:

Byggecentrum
Gyldenløvesgade 19, 1600 København V
Telefon (01) 12 73 73

Yderligere oplysninger, kan fås bl.a. hos:
Jydsk Teknologisk Institut
Marselis Boulevard 135, 8000 Århus C
Telefon (06) 14 24 00

Statens Byggeforskningsinstitut
Postboks 119, 2970 Hørsholm
Besøgsadresse: Dr. Neergaardsvej 15
Telefon (02) 86 55 33

Teknologisk Institut
Byggeteknik
Gregersensvej, 2630 Tastrup
Telefon (02) 99 66 11

Litteratur:

Bech-Andersen, J.:
Svampe, råd og insektangreb i træ, kortfattet oversigt, Teknologisk Institut, 1978.

Christiansen, M.P.:
Danish Resupinate Fungi, Dansk Botanisk Arkiv, bind 19, nr. 2, Ejnar Munksgaard 1960

Ferdinansen, D. og Jørgensen, C.A.:
Skovtræernes sygdomme, Gyldendals forlag 1938-39.

Harmsen, L.:
Trødelæggende svampe og dyr, Teknologisk Instituts forlag 1967.

Statens Husholdningsråd Vedligeholdelse af vinduer med termoruder, 1979.

Madsen, G.:
Råd og svamp i vinduer,
Byggeindustrien nr. 7, juli 1980.