

SBI-pub.

17. byggetekniske samtale

DK 620.19: 699.8

KORROSIONSPROBLEMER I BYGGERIET

H. H. ARUP

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT · RAPPORT NR. 25
I KOMMISSION HOS TEKNISK FORLAG KØBENHAVN 1958

Bibliotekseksemplar 2

Statens Byggeforskningsinstitut



KORROSIONSPROBLEMER I BYGGERIET

H. H. ARUP
CIVILINGENIØR,
LABORATORIET FOR METALLÆRE

00862P
STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

Kort oversigt over indholdet

Rapporten er et referat af en teknisk samtale mellem arkitekter og ingeniører d. 14.2.1957.

Civilingeniør Arup omtaler indledningsvis nogle af faktorer, der har betydning for metallernes tilbøjelighed til at korrodere. Derefter omtales de vigtigste metaller, der anvendes i byggeriet, med særligt henblik på deres korrosionsbestandighed. Som eksempler på beskyttelsesmetoder omtales forzinkning (galvanisering), fosfatering-og-lakering og som en særlig metode anodisering (eloxering) af aluminium. Beskyttelse med maling omtales kun kort, da dette emne har været behandlet i en tidligere samtale. Diskussionsbidragene er samlet efter de enkelte afsnit, der omhandler tagbeklædning og inddækninger, stål- og aluminiumvinduer, vinduesbeslag o.s.v.

Under diskussionen om aluminiumtage og -facader bliver det nævnt, at disse må vaskes hyppigt, hvis man ønsker at beholde en pæn, ensartet overflade, men at der ikke er større fare for gennemtæringer; lignende synspunkter gøres gældende for aluminiumvinduernes vedkommende.

Indledning

Emnet for denne 17. tekniske samtale om byggeriets patologi adskiller sig på en karakteristisk måde fra flertallet af de tidligere behandlede; korrosionsproblemerne i byggeriet er nemlig ikke særegne for byggeriet på samme måde som problemer vedrørende tagdækning, vinduer o.s.v., men er som interesseområde fælles for byggefolk og korrosionsingeniører.

Når man beskæftiger sig med korrosionsproblemer inden for vidt forskellige områder, vil man opdage, at det er kendskabet til korrosionsteorien, d.v.s. visse simple, grundlæggende faktorer, der bliver den fælles "nøgle" til de forskellige problemer; ens praktiske kendskab til de forskellige industrier m.v. må naturligvis være begrænset, og vil man sætte sagen lidt på spidsen, kan man endog sige, at et alt for godt personligt kendskab til praksis og til "hvordan man plejer at gøre det", kan gøre det vanskeligt at se friskt på nye og uventede problemer - og dem er der ikke så få af inden for korrosionsbekæmpelsen.

Indledningen til denne tekniske samtale begynder

Under omtalen af vinduesbeslag fremhæves det, at disse ofte bliver kraftigt angrebne ved at stå uden-dørs i byggeperioden, og at man selv til "indvendige" beslag ikke bør anvende blanke eller helt utilstrækkeligt behandlede beslag. Blandt de almindeligt anvendte overfladebehandlinger til udendørs brug er varmforzinkning sædvanligvis den mest pålidelige; holdbarheden af f.eks. en elektrogalvanisering er ofte kun 1/10 af holdbarheden af en varmforzinkning.

Diskussionen munder ud i et ønske om mere oplysning om emnet, udgivelsen af håndbøger m.m. - et ønske, som SBI vil søge at støtte efter evne^{*)}, foreløbig med udgivelsen af nærværende rapport, for hvis omhyggelige tilrettelæggelse, gennemførelse og bearbejdning civilingeniør Arup fortjener megen tak.

SBI takker desuden alle deltagerne i den oplysende diskussion.

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
Marts 1958 Niels Munk Plum

derfor med en kort omtale af nogle grundlæggende træk ved korrosionsfænomenerne og fortsætter med en gennemgang af de metaller og de beskyttelsesmetoder, der finder anvendelse inden for byggeriet. Der er hovedvægten lagt på de ting, som erfaringsmæssigt hyppigst giver anledning til spørgsmål og misforståelser.

De sidste kapitler, der er opdelt efter anvendelsesgrupper, indeholder nogle personlige, praktiske erfaringer og udgør samtidig en ramme omdiskussionsindlæggene.

Visse emner er med vilje udeladt, f.eks. korrosion i vandledninger og centralvarmeinstallationer; andre spørgsmål, f.eks. vedligeholdelse med maling, er kun berørt ganske kort, fordi der om dette emne findes udmærkede håndbøger og tidligere studier fra SBI.

*) SBI særtryk nr. 86: "Korrosionsbeskyttelse" indeholder følgende artikler: "Korrosionsbeskyttelse af bygningsbeslag" af Klaus Blach og Johs. Brixen, "Forzinkning" af H. Arup.

1. Nogle grundtræk af korrosionsteorien

Alle almindelige brugsmetaller har en naturlig tilbøjelighed til at gå i kemisk forbindelse med omgivelsernes - specielt atmosfærens - bestanddele, ilt og fugtighed. I stedet for kun at være ked af, at metallerne således korroderer, er der grund til at glæde sig over, at det går så langsomt, som det gør. Når metallernes korrosion foregår så langsomt, som tilfældet er, skyldes det dannelsen af naturlige dæklag, der forsinker det fortsatte angreb. På nogle metaller, f. eks. aluminium eller rustfrit stål, er dæklaget så tyndt, at det er usynligt, men alligevel yderst effektivt, på andre metaller, f.eks. bly eller irret kobber, er dæklaget tydeligt at se, og på metaller som jern er dæklaget (rusten) i reglen så løstsiddende og usammenhængende, at det kun yder meget ringe beskyttelse.

Beskyttende dæklag kan frembringes kunstigt, enten ved en kemisk behandling eller omdannelse af overfladen (eksempler herpå er anodisering af aluminium eller fosfatering af jern) eller ved en tilsætning af såkaldte inhibitorer til de korroderende omgivelser. (Eksempel: tilsætning af vandglas til vandet i centralvarmesystemer).

Almindeligt jern vil i atmosfæren først begynde at ruste, hvis luftens fugtighedsgrad er over ca. 65% relativ. Foruden fugtigheden er også luftens ilt i almindelighed nødvendig for korrosionen. Hvis jernets overflade ligefrem er dækket med vand, selv om det kun er en enkelt dråbe, kan man påvise, at korrosionen foregår som to adskilte processer. Ved den ene proces sker der en opløsning af jern (rustdannelse), ved den anden sker der et forbrug af ilt. Samtidigt går der en elektrisk strøm i et lille kredsløb, ganske som i et lille elektrisk batteri, og man bruger udtrykket korrosionselement. De to adskilte områder, hvor de to ovennævnte processer foregår, kaldes henholdsvis anode og katode. Ved anoden går strømmen ud af jernet, og jernet opløses, ved katoden går strømmen ind i jernet, og der sker bl.a. et iltforbrug.

Lignende forhold gør sig gældende ved alle andre metaller, og det, man først og fremmest bør lægge mærke til, er at korrosionsangrebet kræver ilt for at kunne foregå, men at korrosionen ikke sker der, hvor der er mest ilt, men hvor der er

mindst. På en jernoverflade, hvor luft og fugtighed har jævn adgang til hele overfladen, vil det være små tilfældigheder, der afgør korrosionselementernes pladser, og der vil derfor ske en stadig bytten plads mellem de enkelte anode- og katodearealer, og resultatet bliver et jævnt angreb, et fladeangreb. I andre tilfælde vil korrosionselementerne blive på de samme pladser, og resultatet bliver det ofte meget uheldige, at angrebet går i dybden. Vi skal nu omtale tre typiske og karakteristiske eksempler på, hvorledes sådanne grubetæringer kan fremkomme.

1. I bunden af en radiator samler der sig noget slam. Den ilt, der findes opløst i vandet, kan kun vanskeligt trænge ned under slammet, og der danner sig derfor et korrosionselement med anode under slammet og katode udenfor, hvor ilten kan komme til. Denne form for korrosionselement kaldes for iltkoncentrationselement eller beluftningselement og giver anledning til dannelsen af en grubetæring under slamlaget.

2. Hvis metaloverfladen er dækket af en iltehinde, enten en naturlig, som på aluminium eller rustfrit stål, eller en kunstigt fremkaldt, som f.eks. en anodisering på aluminium eller glødeskal på jern, så vil denne iltehinde altid virke som katode i forhold til de steder på metallet, der ikke er dækket af iltehinden og som derfor vil tæres. Hvis der kun er tale om ganske små huller i iltehinden, får vi grubetæring, den såkaldte "pitting", der netop er en karakteristisk korrosionsform for aluminium og rustfrit stål, særligt når disse metaller udsættes for saltvand, der har en speciel evne til at lave små huller i den ellers så godt beskyttende iltehinde.

Et særligt velkendt eksempel på det her nævnte er glødeskalkkorrosionen på jern, der kan medføre en overordentlig farlig og dybtgående grubetæring på jern, der er næsten helt dækket med glødeskal.

3. Hvis to forskellige metaller er i kontakt med hinanden, vil det mere ædle metal fremskynde korrosionen på det mindre ædle metal. Dette kaldes galvanisk korrosion eller kontaktkorrosion. Man bruger også udtrykket, at det mere

ædle metal er katodisk i forhold til det mindre ædle, anodiske metal. Hvis det anodiske, uædle metal har en lille udstrækning i forhold

2. Materialer

JERN OG STÅL

Der er kun meget lidt forskel på de forskellige jern- og stålqualiteters korrosionsbestandighed (eller mangel på samme). Hvis en jern- eller stålgenstand synes at være tæret meget hurtigere end sædvanligt eller forventet, er årsagen praktisk taget aldrig at søge i selve stålmateriallets egenskaber, men i driftsforholdene eller i overfladeegenskaberne (f.eks. tilstedeværelsen af glødeskal). Der er heller ikke noget grundlag for den meget udbredte antagelse, at støbejern i almindelighed tærer langsommere end stål; det kan undertiden være omvendt; men på grund af grafiten og den meget inhomogene struktur har støbejern meget mindre tilbøjelighed til grubetæring end stål, og ofte danner støbejern ikke løstsiddende rust, men omdannes til en sammenhængende, omend temmelig blød masse, bestående hovedsagelig af grafit og rust, der bevarer genstandens ydre form. Denne såkaldte grafitering ses ofte på nedgravede støbejernsledninger og ikke sjældent på WC-cisterner.

Om rustbeskyttelse af jern, se afsnit 3.

RUSTFRIT STÅL

Rustfrit stål anvendes endnu kun meget lidt i selve byggeriet. Den almindeligste type er det såkaldte 18/8 med 18% krom og 8% nikkel, der er umagnetisk (det bliver dog svagt magnetisk efter kraftig deformation, hvad der f.eks. kan mærkes i hjørnerne af en køkkenvask). Kun sjældent anvender man de lidt billigere rene kromstål (12-18% krom), der er magnetiske og lidt mindre bestandige, især overfor saltvand. I atmosfæren kan begge typer dog anses for fuldstændigt bestandige, hvis de er omhyggeligt overfladebehandlede. Små jernpartikler i overfladen, f.eks. hidrørende fra stålbrøstning, kan give anledning til rustpletter; en poleret overflade har maksimal holdbarhed.

til det katodiske, ædle, fås en farlig, dybtgående tæring, den omvendte konstellation er knapt så farlig.

KOBBER

Til kobberplade bruges enten raffinadekobber, der indeholder nogle få urenheder, eller elektrolytkobber, der er meget rent. Til kobbertage må man anvende raffinadekobber, da elektrolytkobber ikke uden kunstgreb bliver jævnt irret. Det er simpelt-hen for korrosionsbestandigt.

MESSING, BRONCE OG RØDGODS

Messing er en kobber-zink legering, der kan anvendes både som valse- og støbelegering. Hårdtvalset eller stærkt belastet messing kan i atmosfæren revne på grund af spændingskorrosion, hvad man undertiden iagttager i elektrisk materiel eller ophæng til tunge armaturer. Bronze er en kobber-tin støbelegering med omkring 10% tin, men navnet bruges ofte mindre berettiget om billigere legeringer som støbt messing eller rødgods.

Rødgods indeholder både tin, zink og bly (omkring 5% af hver) og bruges meget til vandhaner og andet sanitetsarmatur.

ZINK

Korrosionsbestandigheden af zink afhænger ikke i særlig høj grad af zinkets kvalitet. Zinkplade fremstilles af ulegeret, nogenlunde rent zink, medens zinklegeringer med aluminium og kobber anvendes til støbte genstande.

Om korrosionserfaringer, se bl.a. afsnittet om zinktage.

ALUMINIUM

Aluminium anvendes efterhånden en del til tagdækning og til vinduer. Aluminiumplade eller folie er normalt "ren" aluminium 2 S med minimum 99% aluminium.

Plader og profiler med større styrke fremstilles af legeringer, der indeholder små mængder af f.eks.

magnesium (52 S, "Birmabright" o.a.), mangan (3 S) eller magnesium og silicium (53 S). Disse legeringer er samtidigt mere korrosionsbestandige end aluminium 2 S. De meget stærke, kobberholdige legeringer (duraluminium o.l.) er mindre korrosionsbestandige og anvendes hovedsageligt til flyvemaskinkonstruktion.

De almindeligste støbelegeringer er silicium-aluminium ("Silumin" med 13% silicium) og den lidt mindre korrosionsbestandige kobber-aluminium (8% kobber), der anvendes til sprøjtestøbning.

Anodisering der består i en elektrolytisk oxydering af overfladen, ("Eloxering") giver en væsent-

lig forhøjelse af korrosionsbestandigheden, men ikke alle legeringer kan anodiseres pænt og i lyse farver. Se iøvrigt afsnittene om anodisering i næste afsnit.

BLY

Bly som tagbeklædnings- og inddækningsmateriale påvirkes som regel ikke nævneværdigt af egentlig korrosion, men korrosionsfænomener spiller formentlig ind ved de såkaldte træthedsbrud i bly, som man især træffer, hvor en inddækningsplade har kunnet vibrere eller flagre i blæsten. Det virker, som om blyet er blevet skørt, og bruddene er interkrystallinske og uregelmæssigt takkede.

Blyplade er altid næsten rent bly.

3. De vigtigste former for korrosionsbeskyttelse

FORZINKNING (GALVANISERING)

På genstande af jern eller stål kan man påføre et beskyttende zinklag på tre forskellige måder, enten ved dypning i smeltet zink (varmforzinkning) ved metalpåsprøjtning (sprøjtforzinkning, metallisering) eller ved elektrolytisk udfældning (elektroforzinkning, glansforzinkning).

Den beskyttende værdi af en forzinkning er så at sige proportional med zinktykkelsen, der måles enten i mikron (1/1000 mm) eller som den tilsvarende zinkvægt i gram pr. m².

Varmforzinkning af større genstande (godstykkelse 5 mm eller mere) giver som regel zinklag på 500-1000 g/m², medens blikvarer og smådele får zinklag fra 300-500 g/m². Varmforzinket tråd og plade kan have endnu tyndere belægninger, f.eks. under 150 g/m², fordi man efter den mekaniserede dyppeproces kan afstryge en del af zinket.

Specielt for varmforzinket plade gælder det, at leverandørerne plejer at opgive zinkvægten for de to sider tilsammen. For at gøre det endnu mere indviklet, bruger man også den engelske enhed ounces per square foot (oz/sq.ft.), således at en plade med 1 oz/sq.ft. har ca. 300 g/m² på de to sider tilsammen, d.v.s. 150 g/m² på hver side.

For sprøjtforzinknings vedkommende er det af største betydning, at zinket sprøjtes på en frisk sandblæst, metallisk ren overflade. Der anvendes som

regel 500-1000 gram zink pr. m². Sprøjtforzinkning er efterhånden blevet meget anvendt ikke blot til store konstruktioner, der kan sprøjtforzinkes på stedet, men også til svejste eller støbte dele, der ved varmforzinkningen kan kaste sig eller revne. En sprøjtforzinket overflade, der er lidt porøs, udgør en fortrinlig hæftegrund for den efterfølgende maling, forudgående fosfatering er ikke nødvendig.

Elektroforzinkning anvendes mest til smågenstande. Ligesom den i korrosionsmæssig henseende ligestillede electrocadmierung tjener elektroforzinkningen ofte kun dekorative formål, idet zinktykkelsen - specielt for tromleforzinkede dele - ofte kun er 3-8 mikron eller endnu mindre, d.v.s. helt utilstrækkelig til udendørs anvendelse, hvor en forzinkning, der ikke til stadighed holdes vedlige med maling eller lakering, bør være mindst 25 mikron tyk.

I akademisk arkitektforenings GB 3 defineres galvanisering som "påføring af zink ved dypning i bad" og omfatter derfor strengt taget både varm- og elektroforzinkning, der, som vi har set, kan være af vidt forskellig beskyttende værdi. Derimod er sprøjtforzinkning ikke nævnt, selv om denne forzinkningsform, hvis arbejdet er forsvarligt udført, i korrosionsmæssig henseende kan ligestilles med en varmforzinkning og også prismæssigt kan konkurrere.

Maling med højt indhold af zinkpulver bør måske

nævnes på dette sted, da denne form for maling ofte averteres som om den kunne erstatte enhver form for forzinkning. Der må hertil bemærkes, at selv om zinkstøvmalingen i mange tilfælde har vist sig velegnet, f.eks. til udbedring af beskadigede steder på en forzinket genstand, står overtrækket naturligvis tilbage for en varmforzinkning med hensyn til vedhæftning og evne til at modstå mekanisk overlast.

MALING

Spørgsmålet om korrosionsbeskyttende maling af jern og andre metaller er blevet sagkyndig behandlet bl.a. i en tidligere teknisk samtale (studie nr. 14) i SBI's serie. Vi skal derfor gå let hen over dette vigtige punkt og blot understrege, at det vigtigste punkt ved udvendigt arbejde er en omhyggelig rensning af jernet for løs rust, snavs og al glødeskal. Det næstvigtigste punkt er anvendelsen af den rigtige malingskombination, en rustbeskyttende grundfarve og en vejrbestandig dækfarve.

FOSFATERING OG MALING

Ved en fosfatering af jern dannes et tyndt lag af fosfater på jernets overflade; dette lag skal virke som en rustbeskyttende hæftegrund for en efterfølgende maling eller lakering. Den bedste form for fosfatering udføres ved dypning i et varmt fosfatbad med efterfølgende skylning og tørring. Det er en forudsætning, at jernet i forvejen er helt rensat for al forurening, rust og glødeskal, hvad der kan ske ved beitsning eller sandblæsning.

De såkaldte rustomdannere eller koldfosfateringspræparater kan være af tvivlsom værdi, især hvis man undlader at skylle omhyggeligt bagefter. Rigtigt an-

vendt kan en sådan behandling dog være at foretrække fremfor ingen eller meget overfladisk rensning før maling.

Fosfateringen i sig selv yder kun en ubetydelig rustbeskyttelse, og en efterfølgende maling eller lakering er derfor et nødvendigt supplement og bør foretages snarest muligt efter selve fosfateringen.

Den såkaldte parkerisering er et eksempel på en kombineret sandblæsning, fosfatering og lakering, der udføres af patentindehaverne med garanti for ensartet kvalitet. Navnet er altså en beskyttet firmabetegnelse, og man bør måske af denne grund undgå at bruge ordet i officielle vejledninger o.l. Det må imidlertid erkendes, at det er vanskeligt at opstille specifikationer og prøvningsbestemmelser for pålidelig fosfateringsbehandling, og køb af fosfaterede artikler er derfor i høj grad et tillids-spørgsmål.

ANODISERING AF ALUMINIUM

Ved anodisering (dette ord bør erstatte firmabetegnelsen eloxering) frembringer man en kunstig fortykket iltehinde på aluminiumet og får derved en betydelig forøgelse af slidstyrke og korrosionsbestandighed.

En anodiserings kvalitet er ikke alene bestemt ved dens lagtykkelse, der bør være ca. 20 mikron, men også ved mere ukontrollable egenskaber, som kun en pålidelig, fagmæssig behandling kan garantere for.

Det i sig selv noget porøse anodiseringslag kan farves og forsegles på forskellig måde. Det er ikke alle aluminiumlegeringer, der kan eloxeres, især ikke, hvis der ønskes en lys overflade.

Anodiseringens holdbarhed i atmosfæren omtales nærmere i afsnittet om tagdækning.

Diskussion

Meinertz Knudsen: Kan man med sikkerhed se forskel på de forskellige galvaniseringsformer? Er der karakteristiske farvenuancer eller glansforskelle? Er det vanskeligt at kontrollere zinklagets tykkelse på enkelte beslag indenfor rimelige økonomiske grænser?

Civilingeniør H.H. Arup: Det er så relativt nemt at se forskel på varmforzinkning, sprøjteforzinkning og elektroforzinkning. Derimod kan elektroforzinkning og electrocadmiering ligne hinanden så meget, at det ikke er let at afgøre. Der er en lille smule forskel i farven, og en cadmiering vil smitte lidt af, hvis man gnider hårdt med en finger; men da disse to behandlinger er omtrent ens med hensyn til egenskaber, har det ikke så stor betydning. Kontrollen med zinktykkelsen er ikke så vanskelig. Hvis man kan udtage en prøve eller et prøvestykke, kan man opløse zinken i en syre, der ikke angriber jernet, og veje genstanden før og efter. Zinktykkelsen kan også kontrolleres "ikke-destruktivt" med elektromagnetiske apparater. Der findes også apparater med en lille permanent magnet i, man kan have i hånden, og dette apparat kan man så sætte på den forzinkede ting, hvorved man får et udslag. Det er dog bedst egnet til lidt større genstande. Princippet er, at man sætter apparatet på en uforzinket genstand og justerer den til nul, dernæst sætter man den på den forzinkede genstand og får et udslag, der angiver zinktykkelsen.

Civilingeniør O. Kampmann: På side 6 er anvendt udtrykket spændingskorrosion uden nærmere forklaring. Kan sådan korrosion evt. optræde som følge af egen-spændinger, der er tilvejebragt f.eks. ved falsning af kobberplader og ved falsning af andre former for tagbeklædning?

Udtrykket glansforzinkning vil jeg også gerne have forklaret nærmere. Videre vil jeg nævne endnu en form for korrosionsbeskyttelse, nemlig emallering. Emalleringen giver jo, så længe den er intakt, en så fuldstændig beskyttelse af en jernplade, som man kan ønske sig, men en emallering, der er virkelig fuldgyltig, kan være meget vanskelig at tilvejebringe, og især kan kanter og hjørner få så tynde lag af emalle, at man ved porer i emallelaget får begyndende korrosion, der efterhånden får emallelaget til at springe af. Til gengæld giver et emallelag

jo en god elektrisk isolering imellem det metal, der beskyttes af emallen og de søm eller skruer eller andre jern- eller metaldele, som disse plader forbindes med, således at man derved nedsætter faren for, at korrosion kan optræde som følge af galvanisk virkning mellem to forskellige materialer.

Vedrørende de elektro-galvaniske processer har jeg også et spørgsmål. Så vidt mig bekendt er det ofte ved elektro-galvanisk belægning af et materiale vanskeligt at opnå en fuldstændig ensartet lagtykkelse over hele den genstand, der skal belægges. Jeg har tilfældigvis haft lidt berøring med forkromningsproblemer, og jeg har der haft lejlighed til at bemærke, at forkromede og forniklede genstande ofte får en betydelig belægning på hjørner og fremspringende kanter, fordi strømtætheden og dermed materialeaf-sætningen på disse steder er større end midt på plade flader og i hulheder. Man kan da spørge, om tilsvarende gør sig gældende for de almindelige elektro-forzinkede produkter, således at en elektro-forzinket genstand hurtigere tærer igennem midt på en flade end ved kanter og hjørner. Har nogen haft lejlighed til at se noget sådant, ville det være interessant at høre herom.

Civilingeniør Arup: Spændingskorrosion er et meget ejendommeligt fænomen, der imidlertid kun optræder ved visse metaller og under visse forhold. Indenfor de områder, vi behandler her, kan vi kun risikere at møde spændingskorrosion på messinggenstande i atmosfæren og på rustfrit stål, der udsættes for saltholdigt vand. For at spændingskorrosion kan optræde, må der foruden den korroderende påvirkning også være mekaniske spændinger i metallet, enten indre spændinger, der f.eks. kan hidrøre fra valsning eller optrækningsoperationer under fremstillingen, eller sådanne spændinger som genstanden udsættes for under anvendelsen.

Angreb som følge af spændingskorrosion ligner slet ikke et almindeligt korrosionsangreb. Der fremkommer ganske fine revner, der udgår fra overfladen på de steder, hvor der er de største trækspændingskoncentrationer. Der kan danne sig så mange revner, at metallet virker sprødt og skørt, og man vil næsten altid kunne få brudfladerne til at passe sammen, idet bruddet sker uden forlængelse. Metallets overflade kan være blank uden synlige tegn på korrosion.

For messings vedkommende kan spændingskorrosion optræde på elektriske armaturer og andre genstande af presset eller hårdtvalset plade, der ikke er udglødet efter fremstillingen. Hårdtbelastede kroge eller tråde af messing er også blevet angrebet. For messings vedkommende er det tilstedeværelsen af ganske små mængder ammoniak i luften, der frembringer spændingskorrosionen. Derfor ses fænomenet hyppigt i nærheden af stalde, men iøvrigt vil der overalt være tilstrækkelige mængder ammoniak i luften til i tidens løb at frembringe korrosionen.

Messinggenstande i byggeriet bør altså være udglødede eller "spændingsfriglødede", d.v.s. opvarmet til 300°C i en halv time, hvorved hårdheden kan bevares. Tunge armaturer eller lignende bør ikke hænges op i messingtråd, i stedet for kan galvaniseret tråd eller rustfri tråd anvendes.

Glansforzinkning er blot en forzinkning fra et specialbad, der giver en blank udfældning. Den har samme beskyttende værdi som enhver anden elektroforzinkning af tilsvarende tykkelse.

Om emallering kan jeg ikke tilføje ret meget til det, civilingeniør Kampmann sagde. Enhver ved jo, hvor godt beskyttende, men også hvor sårbar en emallering er. Elektroletterede genstande vil altid have en større lagtykkelse på hjørner og kanter, men det må tilføjes, at de forskellige typer af galvaniske bade har meget varierende spredningsevne, og netop de cyanalkaliske zink- og cadmiumbade udmærker sig ved en forholdsvis god spredningsevne.

Chefarkitekt Tage Funding: Ingeniør Arup omtalte i sit indlæg, at definitionen af galvanisering i arkitektforeningens generalbeskrivelse strengt taget kan siges at omfatte både varmforszinkning og elektroforzinkning. Så skal man nu også tage det meget strengt, for overskriften i det pågældende afsnit hedder varmforszinkning. Imidlertid er ordet "galvanisering" efterhånden blevet et samlebegreb for så mange forskellige ting, at der tiltrænges en afklaring. Jeg har i praksis hørt det brugt om 5 forskellige behandlinger: varmforszinkning, sprøjteforzinkning, elektrisk forzinkning, elektrisk cadmiering og plasticmaling med zinkpulver. Selve ordet galvanisering må oprindeligt hentyde til en elektrisk proces, men det bruges nu ofte om helt andre metoder, og man burde derfor helt gå bort fra det, hvilket kunne gøres derved, at der blev udarbejdet et standardblad for rustbeskyttelsesbehandlinger, hvor hver metode blev benævnt med utvetydige navne og i øvrigt nærmere defineret. Den almindelige forvirring på området har givet anledning til flere skadetilfælde med påfølgende retssager, som ikke havde fundet sted, hvis

man havde haft klare retningslinier. Der foreligger allerede et tilløb til standardisering af definitionerne, idet dansk standardblad nr. 398 omhandler overfladebehandling af stålinduer med sprøjteforzinkning. Det angiver nærmere, hvordan denne skal være udført.

Så spurgte ingeniøren om, hvorvidt arkitekter og håndværkere vidste tilstrækkeligt om emnet, og det kan vi vist roligt sige, at de færreste af os gør. Systematisk viden er så vidt mig bekendt ikke at finde i de almindelige lærebøger, som man bruger ved de tekniske skoler. Der er en artikel om korrosion i H.F.B. nr. 9 af ingeniør Engell, men det forekommer mig, at den er rigelig koncentreret, og den trænger vist også til at blive ført å jour. Jeg synes, der var grund til ligefrem at anmode om at få udarbejdet en håndbog i korrosionsproblemerne, nok let tilgængelig, men alligevel grundig. Det var en opgave for laboratoriet for metallære.

Og så vil jeg gerne resumere det, jeg ville:

1) Lad os få et standardblad for rustbehandlinger - i det mindste for det, man har kaldt galvanisering hidtil, og 2) lad os få en håndbog om korrosionsproblemerne i byggeriet.

Civilingeniør Arup: Jeg vil gerne takke herr Funding for indlægget om, at der kræves lidt klarere linier med hensyn til, hvad galvanisering er. Jeg tror, at man ved galvanisering må forstå et overtræk af zink. Det er muligt, at der i sin tid har ligget det i det, at det har været udført ved en galvanisk proces, men der er også den mulighed, at der har været tænkt på et overtrækslag, der giver en galvanisk beskyttelse af underlaget, og jeg tror, det er det, der svarer bedst til praksis for øjeblikket. En galvanisering er altså et overtræk af zink og til nød også cadmium, idet cadmium har meget nær samme egenskaber som zink. Jeg er absolut enig med chefarkitekt Funding om, at man bør undgå at bruge ordet galvanisering. Man bør sige varmforszinkning, sprøjteforzinkning, elektroforzinkning og elektrocadmiering. Endvidere blev der nævnt den zinkrige plasticmaling, som undertiden kaldes for koldgalvanisering o.lign. Det er også ord, man bør undgå. Der er så store forskelle mellem en plasticmaling med zinkpulver i og en rigtig varmforszinkning, at de slet ikke kan nævnes i samme åndedræt. Man kan ikke uden videre erstatte en varmforszinkning med en zinkstøvsmaling, selv om denne utvivlsomt til mange anvendelser vil være velegnet.

Iøvrigt kan jeg om dette emne henvise til en kommende artikel i Arkitekten (nr. 8, 1957) og til nogle forskrifter m.v. fra Danske Elværkers Forenings

galvaniseringsudvalg.

Det er en stor opgave at lave standardblade, og vi må nok vente lidt på en løsning af dette spørgsmål. Arkitekt K. Blach: Ingeniør Arup nævner i sin indledning byggeforskningsinstituttets anvisning nr. 30 om beslaglister. I denne nævnes på side 24 begrebsforvirringen omkring fosfatbehandlede beslag.

I aftenens indlednings første afsnit skriver ingeniør Arup, at et beskyttende dæklag kan frembringes kunstigt, som eksempel nævnes fosfatering af jern, og det fremføres, at dette i sig selv skulle være et beskyttende dæklag.

I indledningen omtales parkerisering, der er en firmaudført fosfatering med speciel for- og efterbehandling.

Er der ikke grund til nærmere at præcisere, hvorledes forholdet er med disse fosfatbehandlinger, især fosfatbehandlingernes stærkt afvigende kvalitet?

Chefarkitekt Tage Funding: Jeg har hørt noget om, at man er begyndt at tænke på varm aluminisering. Er der noget om det, og kan man forvente, at det er godt?

Civilingeniør Arup: Arkitekt Blachs spørgsmål om fosfateringsbehandlinger må vist siges at være aktuelt. Der er jo mange forskellige behandlinger, der går under navnet fosfatering, lige fra dem man kan stryge på med en kost uden hensyn til rust og glødeskal og uden at skylle af bagefter til de virkelige pålidelige behandlinger, der består af en forudgående rensning for alt fedt, rust og glødeskal ved bejsning og sandblæsning, en fosfatering i varmt bad med forskellige metalfosfater i, og så sluttelig skylning, tørring, hvorefter lakering eller maling bør foretages så snart som muligt derefter. Mellem disse to yderpunkter er der alle mulige behandlinger, der går under navnet fosfatering, og de indebærer allesammen, at man danner et dæklag af fosfater på jernoverfladen. Sammensætningen af dette fosfatlag er af stor betydning for fosfateringskvaliteten, men det vil føre for vidt at omtale de forskellige muligheder nærmere. Dette lag af fosfater er i sig selv, som jeg sagde, ikke så forfærdelig korrosionsbestandigt. Man bør ikke regne med at bruge det alene, selv om det er i stand til at holde rusten væk et stykke tid.

Med en afsluttende maling eller lakering vil fosfatlaget ikke alene virke til at give en god vedhæftning, men vil også hæmme dannelsen af rust, hvor der trænger lidt vand igennem malingen, eller hvor der er porer eller små huller i denne. I praksis er det meget vanskeligt at skelne mel-

lem værdien af forskellige fosfateringsbehandlinger, og det er også svært at opstille bestemte regler for, hvorledes fosfateringen skal udføres, hvis man vil have en pålidelig kvalitet. Det er det kloge at henvende sig til folk, som erfaringsmæssigt laver et ordentligt stykke arbejde, og bede dem om at gøre det på den måde, de plejer at gøre; selv om man kan prøve fosfaterede emner f.eks. i salttågekammer, er det alligevel erfaringerne fra lang tids anvendelse i praksis, der tæller mest. Navne som Parkerisering, Bonderisering og tilsvarende er firmabetegnelser, som efter min mening ikke burde anvendes som almene betegnelser for fosfateringer. De er ikke synonyme med fosfatering i almindelighed, ligesom en Frigidaire ikke er synonym med et køleskab i al almindelighed, selv om det jo næsten er blevet sådan.

Arkitekt Olaf Hansen: Ingeniør Arup nævnte, at man ved stærkere belastede tråde kan bruge rustfrit stål. Jeg vil gerne spørge, om man har nogenlunde lang erfaring med hensyn til disse trådes bestandighed over for spændingskorrosion. Grunden til spørgsmålet er, at Københavns magistrat i sommeren 1956 udsendte et nyt regulativ vedr. facadebeklædning, hvori det bl.a. foreskrives, hvilke legeringer, der kan tillades anvendt til bæreankre. Under regulativets udarbejdelse forespurgte man forskellige eksperter om deres mening med hensyn til anvendelsen af rustfrit stål, og der viste sig at være ret stor betænkelighed netop med hensyn til spændingskorrosion. Derfor vil jeg gerne høre, om man har nogle praktiske erfaringer.

Civilingeniør Arup: På Laboratoriet for Metallære blev vi stillet over for spørgsmålet om holdbarheden af rustfri tråde til ophængning af gadelamper; vi mente ikke, der var nogen fare på færde, fordi disse tråde hænger frit, hvor de bliver vasket rene af regn. Der kan jo dårligt samle sig klorider og andre salte. Desuden var disse tråde ikke så stærkt belastet. Man kunne tænke sig, at murhager og den slags i højere grad vil blive udsat for salte. Vi ved, at betonen kan indeholde klorider, og i det tilfælde vil jeg tro, der er fare på færde. Men normalt har man jo gode erfaringer med rustfrit stål også ved indmuring. Det vil sikkert være rigtigt at dimensionere lidt rigeligt, så påvirkningerne ikke bliver så store, og undgå kolddeformation, brækninger o.l.

Varmaluminisering bruges næsten kun til genstande, der skal holde til høje temperaturer og svovlholdige gasser, til udblæsningsrør til biler og andre specielle ting. Processen frembyder mange tekniske

vanskeligheder, og for almindelig korrosion i luften er en aluminisering ikke altid at foretrække. Det kan nemlig være, at aluminiumlaget på grund af sin oxydhinde bliver så passivt, som vi siger, at der, hvor der er et hul i det, og jernet er udsat, der vil jernet tæres, ligesom det gør ved en for-

4. Tagbeklædning, inddækning, tagrende

Blandt de metaller, der bruges til tagdækning, er zink (og forzinket jern), aluminium, bly og kobber. Kun de førstnævnte materialer skal omtales nærmere.

ZINK OG FORZINKNING

Korrosion af zink og forzinkning i atmosfæren afhænger stærkt af atmosfærens forurening med skorstensrøg. Dette forhold er naturligvis særligt vigtigt for galvaniserede plader, hvor zinktykkelsen som tidligere nævnt kun er ringe, idet zinklaget på en galvaniseret plade kun udgør ca. 5% af det, der er i en plade nr. 12.

Forzinkningen på en forzinket pandeplade kan for forskellige kvaliteter variere fra 120-300 g/m², d.v.s. i forholdet 1:2,5.

Hvis levetiden for tagdækning overhovedet har nogen betydning, hvad den vel som oftest må have, vil det være økonomisk fordelagtigt at vælge plader med tyk zinkbelægning. Forzinkningen kan yderligere beskyttes med maling, helst efter forudgående rensning, fosfatering og skylning, eller med forskellige asfalt- eller plasticpræparater. SBI har for tiden forsøgt i gang på dette område.

Det har af nogle været iagttaget, at kultjære kan virke korroderende på zink, for eks. hvis det spildes i tagrender under paptage. Personlig har jeg ikke set eksempler herpå.

Det kan være meget farligt at lægge zink umiddelbart oven på bløde træfiberplader, hvis der er mulighed for kondensvanddannelse. Træfiberpladerne gør - ihvert fald ofte - kondensvandet så surt, at zinket angribes stærkt under dannelse af store mængder "hvid rust". Jeg har mere end een gang set et helt zinktag blive tæret papirtyndt på mindre end et år af denne årsag. Det er ikke tilstrække-

nikling eller forkromning, medens en forzinkning altid vil virke beskyttende ved huller. På tilsvarende måde som ved zink kan man jo sprøjte aluminium på fra en metalliseringspistol, og det er en belægning, som har været anvendt til brug i atmosfæren, specielt på steder, hvor der er særlig tæt med skorstene.

ligt at lægge et lag tjæret papir imellem som isolation; hvorvidt man tør nøjes med et enkelt lag tagpap, ved jeg ikke.

ALUMINIUM

Aluminium er ved at vinde indpas som tagdækningsmateriale, dels i form af selv bærende pandeplader eller bølgeplader i en hård legering, dels som blød plade til udformning af inddækninger, sålbænke, skotrender og mansarder, og endelig som svært folie til at klæbe på tagpap.

I atmosfæren kan aluminium for så vidt regnes for korrosionsbestandigt, idet man selv i sure byatmosfærer ikke behøver at frygte for gennemtæring af pladerne. Derimod sker der i begyndelsen et vist angreb, der, især hvor sod og røg spiller ind, kan give grubetæring og et ujævnt angreb, der resulterer i et blakket udseende. Hyppig rengøring fremmer den jævne udvikling af et beskyttende iltelag.

Det er velkendt, at aluminium angribes af frisk mørtel og beton. Angrebet bliver sjældent mere end overfladisk, og ætsningen af overfladen kan endog være gavnlig, hvis bindingen mellem mørtel og metal derved forbedres. Der meldes dog om tilfælde, hvor aluminiumet er blevet kraftigere angrebet, dette har i nogle tilfælde kunne føres tilbage til, at den friske beton eller mørtel har været våd i lang tid. Normalt angribes aluminiumet kun i cementens afbindingsperiode.

Aluminium kan endelig angribes, hvis der i længere tid står stillestående vand i snævre sprækker og mellemrum, for eks. i form af kondensvand mellem murværk og aluminium.

Civilingeniør Hjort Nielsen: Jeg har den erfaring,

at korrosionen gør zinken hård, således at de vibrationer, der er i bygningen, forårsager, at zinken revner. Personlig mener jeg, at zink i en by som København ikke er anvendeligt, da vi har så meget kulstøv og svovlsyrning i luften, at man ret hurtigt får gennemtæring, specielt for tagrender der kan blive fuldstændig som en si.

Chefarkitekt Tage Funding: I Sverige er blikkenslagerarbejde aldrig af zink, men altid af galvaniseret plade, og jeg tror ærlig talt, det holder lige så længe. Kunne der ikke laves en undersøgelse over det? I en svensk arkitektbeskrivelse er tagrender, nedløb og al den slags af galvaniseret plade. Det har jo også den fordel, at det er langt stivere. Et nedløbsrør af zink bliver jo let trykket fladt. Selv om ingeniør Arup fortalte os, at zinklaget var meget tyndere på en galvaniseret plade, så er det vel ikke derfor givet, at levetiden for et tag af galvaniseret plade er meget kortere end et zinktags. Jeg har set tagrender, der var sat op af galvaniseret plade ved første verdenskrig, og som fungerede udmærket, da vi kom ind i anden verdenskrig.

Arkitekt Callmann: Med hensyn til, hvad den forrige taler sagde om svenske byggeerfaringer, så er de jo derovre meget mere indstillet på at tage hensyn til havluftens indflydelse både med hensyn til facader og tage o.s.v., så jeg tror, at man kunne lære meget derovrefra.

Arkitekt B. Lorentzen: Det blev nævnt, at der er gode erfaringer med hensyn til galvaniserede tagrender. Jeg har flere dårlige erfaringer i den retning. Jeg tror ikke, det er nogen god løsning. Det er det i hvert fald ikke med den galvanisering, man i almindelighed anvender her i landet.

Civilingeniør Arup: Der kan muligvis godt være noget om, at zink ligesom bly virker skørt efter nogen tids forløb. Det fremkommer ved, at materialet ikke ligger helt roligt, men vibrerer, så der efterhånden kommer revnedannelser i det. Det har ikke direkte noget med korrosion at gøre. Tagrender kan godt tære hurtigt, hvis de ikke bliver rensede regelmæssigt. Ofte stoppes de af gærende blade eller lignende, og det er ikke godt. Forholdene i Sverige er jo også anderledes end her. Mange steder er det korrosionsmæssigt meget mildere end her, og det hænger bl.a. sammen med, at der ikke fyres så meget med olie og kul, men mere med brænde eller elektrisk opvarmning. Havluften betyder jo ikke så forfærdelig meget for galvanisering. Man ved fra mange korrosionsforsøg, at maling og galvanisering holder adskilt længere i de svenske byer end tilsvarende ste-

der herhjemme. Jeg tror ligesom arkitekt Lorentzen, at man herhjemme kan få dårlige erfaringer med galvaniserede tagrender. Zinken holder i hvert fald ikke ret længe i byerne.

Måske kan arkitekt Lunde Rasmussen sige lidt om aluminium.

Arkitekt Lunde Rasmussen: Det er ikke meget, jeg endnu kan oplyse om de erfaringer, der er gjort med aluminiums korrosionsbestandighed, selvom der på K.A.S. Glostrup bruges aluminium både til vinduer, tagbeklædning, kantbeklædning af tage og til selve de flade tage. Vinduerne bliver fra fabriken beskyttet med en plastichinde, inden de bliver sat ind, men arbejdet med at fjerne plastichinden på et vindue er næsten lige så stort som at sætte vinduet op. Der må findes et nyt middel til at beskytte aluminiumsvinduerne. Jeg ser med glæde, at det kun er i begyndelsen, at kalk og cement angriber aluminiumen, idet jeg har været ængstelig for, at angrebet vil vedvare. Der er et andet spørgsmål om kontrol med den foreskrevne anodisering som beskyttelse af vinduerne. Det ved vi ikke ret meget om. Vi kan selvfølgelig sende dem ind til statsprøveanstalten, for at få at vide, om de har den hinde, de skal have, men på byggepladsen kan vi kun kontrollere, om de er anodiserede, ved at føre en lille lommelampepære hen over det, og hvis lampen lyser, er det ikke anodiseret tilstrækkeligt, men det er jo ikke noget særlig videnskabeligt grundlag at kontrollere på.

Med hensyn til tagarbejder, hvor pappen tilsidst er beklædt med aluminiumfolie, vil jeg tro, at hvis slammeth eller snavset har korroderende betydning, bør man komme ind på at efterskylle eller vaske tagene særlig i hjørner, under riste og gangbroer og lign. Man kan blive nødt til at foretage en rengøring, hvad man jo ellers normalt ikke foretager. For at undgå, at aluminium korroderer på bagsiden ved beklædning af beton, isolerer vi med asfaltpap først. Erfaringerne er som sagt ikke så store endnu, men hvis vi beskytter aluminium mod angreb af evt. syre og den slags, mener vi at have gjort, hvad vi kunne. Arbejdet med Al-tage er at betragte som arbejdet med andre metaltage.

Civilingeniør O. Kampmann: Er der gjort noget for at fjerne den fugtighed, der kan ophobes mellem aluminiumpladerne og underlaget?

Arkitekt Lunde Rasmussen: Nej, men tagene er bygget ret videnskabeligt op, idet det ikke er almindeligt betontag. Mellem beton og aluminium er der et lag letbeton, hvori der er udluftningsrør. Kondensvan-

det skulle altså ikke nå op til aluminiumet, men blive bortledet forinden.

Arkitekt B. Lorentzen: Jeg vil allerførst takke ingeniør Arup for den udmærkede belæring. Ingeniør Arup mener, at der måske er behov for kursus, udgivelse af håndbøger eller lignende. Denne bemærkning giver mig anledning til at propagandere lidt for det, der interesserer mig så meget, nemlig at samle farvelysbilledserier til undervisningsbrug af byggefejl og stille dette materiale til rådighed for undervisning af vordende bygnings teknikere, bygningshåndværkere m.fl. I den lille af mig udgivne brochure til byggeinteresserede er der anvisning på, hvorledes alle kan hjælpe med at supplere materialet. Denne brochure sender jeg meget gerne til eventuelle interesserede, der endnu ikke på anden vis har modtaget den. (Arkitekt Lorentzen viste herefter en række farvelysbilleder. Nogle af disse er med tilhørende forklaring afbildet i tillægget. Det bemærkes, at nogle af de følgende diskussionsindlæg indeholder henvisninger til disse billeder.)

Må jeg spørge, om der er nogen erfaringer med hensyn til sne og aluminiumstage? Til arkitekt Lunde Rasmussen vil jeg gerne sige: "Er det rigtigt, at det skulle være nødvendigt at vaske husene udvendigt? Det vil jo medføre en ekstra udgift. Er materialet så meget billigere, så en bygherre har råd til at rengøre huset udvendigt? Er det rigtigt at indføre den slags ting i byggeriet? Er det rigtigt at påligne bygherren den slags udgifter?"

Civilingeniør Svend Andersen: (se også figurerne 5-8 i tillægget). Ingeniør Arup sagde, at det jo nok var for meget forlangt, at en arkitekt eller håndværker skulle vide meget om de ting, vi snakker om her i dag; men bortset fra det konstruktive, hvor man nok må være lidt inde i tingene, er jo hovedparten af den korrosion, der sker, en følge af fuldstændig utilstrækkelig overfladebehandling, hvad enten det nu er forzinkning eller maling, og om de ting er der at sige, at det kræver ikke et gran af sagkundskab. Man skal bare skrive, hvor mange my man vil have på, og så kan man kontrollere det en gang imellem, og det kan enhver gennemføre. Hvad malingen angår, er forholdene i de fleste tilfælde lige så simple. Man skal simpelthen bare skrive, hvad man vil have gjort. Så bliver man nødt til at betale for det, det er klart. Det smukke udseende er dog altid et par kroner værd. Hvis man har antaget et uspecifiseret tilbud og ikke har uddybet det ved krav af nogen art, så får man varer, der selvfølgelig er dårligst mulige. Det bør ikke undre nogen; men det

skulle være uhyre simpelt for de projekterende at udforme deres beskrivelser, så de får langt bedre ting frem. Så mangler de bare lige at overbevise boligministeriet om, at de penge, de giver ud, er rigtigt anvendt, og det kan formodentlig gøres på grundlag af kontrolforslag og lignende ting.

Civilingeniør Brink Nielsen: Ingeniør Arup nævner det i sin indledning, og det er også nævnet fra anden side, at der kan være kvaler med at fjerne den plastichinde, man får på aluminium på byggepladsen. Vi havde det samme problem på et byggeri for nogle år siden, og vi reklamerede over det til det belgiske vinduesfirma, det drejede sig om. Det resulterede i, at det pågældende firma, inden de satte plastichinden på, påsprøjtede en ganske tynd olie-film, og derefter var det ingen sag at fjerne plastichinden.

Civilingeniør O. Kampmann: Jeg har først en bemærkning til ingeniør Arups omtale af zinktagene på træfiberplader. Det blev angivet, at man kunne anvende forskellige metoder for at komme ondt til livs, bl.a. at man kunne lade være at bruge træfiberplader, eller at man kunne spørre fugtens adgang til undersiden af metalpladen ved hjælp af damptæt pap eller papir. Den første metode er nok at foretrække. Man må jo gøre sig klart, at når det yderste lag i et tag er fuldstændig damptæt, som en forzinket jernplade-tag-dækning vil være det, når også samlingerne er meget tætte, så skal man være ekstraordinært heldig, hvis man skal undgå, at fugtighed i tidens løb ophobes under jernpladen. Jeg har i hvert fald ikke kendskab til nogen form for pap, imprægneret papir eller lignende, der i damptæthed kan sammenlignes med en forzinket jernplade.

Dernæst vil jeg spørge, om der er nogen her, der har erfaringer med kobbertage i forbindelse med nedløbsrende og nedløbsrør i zinkudførelse. Jeg har haft lejlighed til at se eksempler på, at det er en kombination, der ikke er særlig heldig. Det skyldes formentlig, at der i byatmosfære dannes kobbersulfater, som ved regnens indvirkning nedvaskes og giver anledning til galvanisk tæring i nedløbssystemet. Men det er desuden et spørgsmål, om disse kobbersalte fra taget videre frem kan gøre skade. Det har der været røster fremme om. Afløbsvandet kan jo passere andre bygningsinstallationer, hvor man har metaller anbragt.

Arkitekt Lunde Rasmussen: Når jeg talte om, evt. at vaske aluminium, så tænkte jeg mig ikke, at man skulle vaske vinduer og vindfang og den slags ting.

Jeg tænkte mere på de store flader, hvor rengøring kunne foretages ved at spule f.eks. taget, hvor der har samlet sig støv i sommerens løb. Bekostningen vil ikke her blive stor. Såfremt det derimod drejer sig om at vaske vinduerne, må man lægge mere økonomiske betragtninger til grund. Man må gøre op, hvad det koster at vaske aluminiumsvinduer i modsætning til at bruge andre materialer, f.eks. træ, som man kan male nogle gange.

Arkitekt B. Lorentzen: Det kan jo være rigtigt, at det ikke er nogen stor udgift at spule et tag, men bliver det gjort? Og hvad sker der, hvis det ikke bliver gjort? Skal det være sådan, at bygherren, når han overtager sit hus med aluminiumstag, får udleveret en instruks, gående ud på, at han skal spule sit tag hvert halve år, idet taget ellers vil blive ødelagt. Kan vi forsvare det overfor bygherren, når vi har så mange udmærkede materialer? F.eks. kan et tegltag holde i over 100 år.

Civilingeniør P. Schønning: Jeg har et helt andet problem. En bygning, der skulle have haft kobbertag, fik ikke kobbertag. Afløbene tænkte udført af kobberør, og de skulle indstøbes i nogle søjler, og udløbet ved fundamentet af søjlerne blev lavet af kobberør på et tidligt tidspunkt, hvorefter kobbertaget blev strøget af økonomiske grunde. Nu sad dette kobberør dernede, og jeg forhandlede med spildevandsafdelingen om at få tilladelse til at lave et overgangsstykke af kobberør til støbejernsrør i søjlerne. Spildevandsafdelingen havde store betænkeligheder, om det kunne lade sig gøre, om det ikke på en eller anden måde ville korrodere, når vandet fra zinktaget kom ned til kobberet. Det betragtede jeg som udelukket, og det endte med, at jeg fik lov til det. Nu kunne det godt interessere

mig at høre, om jeg har løbet en unødigt risiko der.

Civilingeniør Arup: Nu har vi talt så meget om vaskning af aluminiumstage. Er der nogen, der har set aluminiumstage, hvori der er huller? Jeg siger ikke, at det ikke kan ske, men vi har gode erfaringer med, at de holder i 20-30 år.

Afløb fra et zinktag kan ikke på nogen måde skade et afløb af kobber; derimod må den omvendte kombination ikke bruges.

Herr Kampmann nævnte med hensyn til træfiberplader under zinktag, at tagpap måske ikke var tilstrækkeligt tæt til at kunne forhindre kondensation. Det havde jeg heller ikke tænkt mig; men det kondensvand, der kommer oven på papet vil dog nok være rent vand og vil ikke suge salte eller syre med op fra fiberpladen.

Arkitekt B. Lorentzen: Jeg vil meget gerne fotografere eksempler på tæring af aluminiumstage.

Arkitekt Lunde Rasmussen nævnte i sit indlæg, at det var nødvendigt at vaske aluminiumstage og beklædninger; derfor min reaktion mod dette materiale og min henvisning til andre tagdækningsmaterialer, tagpap, eternit - og det ældste - tegl.

Arkitekt Callmann: Har man nogle erfaringer med hensyn til at anbringe et lag alukraft mellem fiberpladen og metallet. Det har jo ord for at være damptæt.

Civilingeniør Arup: Ja, hvis man kan garantere, at der ikke er huller igennem det, er det sikkert udmærket, men er der det, så trænger syren igennem. Derfor mente jeg, at et tykt lag tagpap gav bedre isolering på grund af den større afstand mellem fiberplade og zink. Bedst er det dog at sørge for et luftmelletrum.

5. Altaner og gelændere m. v.

Problemerne her er velkendte og forholdsvis enkle. De alvorlige følger af korrosion af bærejernene i altaner har været beskrevet f.eks. i "Meddelelser fra Københavns bygningsvæsen" nr. 1, 1951. Blandt årsagerne til de mange ødelæggelser, der har fundet sted, kan især peges på:

Dårlig konstruktion, fald indefter, manglende vandnæsser etc.

For ringe dækning af jernene med beton.

Dårligt håndværk.

Hvad angår vedligeholdelse af altangitre og andre jerndele med maling, henvises til SBI studie nr. 14; efter min mening burde man i langt videre udstrækning ofre forzinkning på disse sikkerhedsmæssigt set så vigtige bygningsselementer.

Civilingeniør O. Kampmann: Der blev vist et billede, hvor jernene var rustet, hvor de var blottet for enden af solbænken. Jeg kunne have lyst til at spørge ingeniør Rasmussen, om De måske har erfaringer med solbænke af strengbeton. Det er jo en kendt sag, at disse fremstilles med gennemgående jern, der overskæres i flugt med solbænkens endeflader.

Ingeniør Svend A. Rasmussen: Jeg kan hertil svare, at da vi blev opmærksom på de rustdannelser, der kom ved strengbetontrådenes ender, fik vi fabriken til at klippe trådene af i bunden af en udsparring og bagefter fylde denne ud. Vi håber herved at have løst problemet.

6. Vinduer

ALUMINIUMVINDUER

Aluminiumvinduer leveres som oftest anodiserede (eloxerede), men da aluminium angribes af frisk mørtel, selv om det er anodiseret, må vinduerne yderligere beskyttes mod stænk af kalk og mørtel i byggeperioden ved hjælp af en plastichinde, der må have en vis mekanisk styrke og dog være let at fjerne bagefter. Det sidste punkt har en vis betydning, jeg hørte fra en stor byggeplads, at man for hver mand, der satte vinduer i, måtte have 4 mand til at pille plastic af. Anodiseringen giver en væsentlig forøgelse af aluminiumets holdbarhed, men holdbarheden er ikke ubetinget. Kulpartikler, saltsprøjt eller spor af kobber i vandstænk fra kobber- eller messinggenstande andre steder på facaden kan give anledning til grubetæring. Hvis man tilstræber at bevare en smuk, lysegrå overflade, må en regelmæssig rengøring også anbefales for anodiseret aluminium.

STÅLVINDUER

Stålvinduer har i hvert fald tidligere ofte kun været beskyttet med maling, men dette må anses for utilstrækkeligt, da det senere vedligeholdelsesar-

bejde både er dyrt og vanskeligt at udføre tilfredsstillende. Man har heller ikke altid ofret den vigtige rensning for rust og glødeskal tilstrækkelig opmærksomhed. En forudgående god fosfatering på en velrenset overflade må være et minimumskrav til et mallet stålvindue. Den bedste beskyttelse - også til dette formål - er dog en varmforsinkning, eventuelt en ordentligt udført sprøjtforzinkning. De eventuelle vanskeligheder med at overholde tolerancerne for et varmforsinket vindue, er ikke større, end at de kan overvindes. I England er varmforsinkning af stålvinduer en stor industri, en nyindrettet varmforskningsanstalt, der hovedsageligt udfører dette arbejde, har en kapacitet på 200 tons pr. uge.

Selv varmforsinkede vinduer skal i reglen males, selv om det ofte kun er nødvendigt af arkitektoniske hensyn. En frisk varmforsinket overflade skal som tidligere nævnt fosfateres før malingen, men fosfateringen er i denne forbindelse kun en afvaskning med et fosforsyreholdigt præparat og afskyllning. Behandlingen udføres dog lettest i umiddelbar fortsættelse af varmforsinkningen. Maling af næsten enhver art har god holdbarhed på den fosfaterede o-

verflade, dog må zinkromatgrundfarve anbefales og blyholdige farver frarådes.

TAGVINDUER

De små støbte falstagvinduer o.l. fører ofte en upåagtet tilværelse og får lov at ruste i fred, hvilket de ofte begynder med ca. 1 måned efter opsætningen, da de kun er dækket med et lag rød maskinlak. Selv om vinduerne er længe om at ruste helt i stykker, kan ulemperne iverigt - rust på taget, sprængte glas - være så store, at man bør ofre en forzinkning. Det føles dog urimeligt dyrt, at f.eks. et 9-stens tagvindue skal koste næsten 100% mere - 150 kr. - i varmforsinket udførelse, og det skyldes sikkert, at der er en vis risiko for revnedannelse under varmforsinkningen. Selv har jeg for nyligt fået et par tagvinduer sandblæst, zinksprøjtet og malet tre gange for en omtrentlig udgift på 25 kr. pr. vindue, ca. 30% af bruttoprisen. Jeg mener, det er vel anbragte penge og regner ikke med at se rust på de vinduer de næste 20 år.

Chefarkitekt Tage Funding: Ingeniør Arup omtalte

galvanisering af stålvinduer. De stålvinduesfabrikanter, vi har kendskab til, hævder, at hvis de varmgalvaniserer, så bliver der ikke bare tale om tolerancevanskeligheder, men vinduerne kaster sig så meget, at de bliver vinde og skæve, så de skal rettes bagefter, og det er ikke alene en fordyrelse, men derved beskadiger man jo tillige galvaniseringen. Så vi foreskriver altid sprøjtgalvanisering. Jeg er meget interesseret i at høre, om det virkelig kan passe, at man i England kan varmgalvanisere uden at behøve at rette vinduerne bagefter.

Jeg har ikke personlig set varmforsinkning af vinduer i England, men jeg har set beskrivelser fra fabriker og billeder, og der var ikke nævnt noget om omretning bagefter. Det er i høj grad spørgsmål om en rigtig svejseteknik og en rigtig varmforsinkningsteknik. Jeg ved, at der er vanskeligheder, men jeg har ikke indtryk af, at de skulle være uovervindelige. Iøvrigt er det jo udmærket at bruge sprøjtforzinkning, men kontrollen med lagtykkelse og vedhæftning kan volde lidt besvær. En varmforsinkning kan man som oftest nøjes med at syne.

7. Vinduesbeslag, søm, skruer

I naturlig fortsættelse af omtalen af metalvinduerne kommer turen til vinduesbeslagene på trævinduer. Materialet er næsten altid jern, for enkelte deles vedkommende messing. Man har ganske vist set sprøjttestøbt zink anvendt endog til hasper, men der må advares kraftigt herimod. Zink har slet ikke styrke og sejhed nok til denne anvendelse. Statens Byggeforskningsinstitut har udgivet Beslaglister til Normalvinduer af Træ (anvisning nr. 30). Man slår heri til lyd for anvendelsen af varmforsinkning eller elektroforzinkning af tilsvarende tykkelse til alle udvendige beslag. Boligministeriets hidtidige krav om at alt udvendigt beslag skal være "galvaniseret, parkeriseret eller på anden tilsvarende måde rustbeskyttet", forhindrer i praksis ikke, at der anvendes elektroforzinkede, elektrocadmierede eller endog forniklede beslag med helt utilstrækkelig lagtykkelse. Disse beslag er i mange tilfælde rustne inden lejlighederne bliver beboede.

En af fordelene ved at foreskrive varmforsinkning til alt udvendigt beslag er bl.a., at en varmforsinkning ikke kan være under 30-40 mikron tyk, medens en elektroforzinkning kan være 2 eller 20 mikron tyk, uden at man i praksis kan se forskellen. Der er både økonomiske og praktiske vanskeligheder

forbundet med at fremstille elektroforzinkede beslag med en belægning, der svarer til varmforsinkning, for eks. 40 mikron, og det er et åbent spørgsmål, om et eventuelt krav herom kan gennemføres i praksis.

Et mindre, men aktuelt punkt er anvendelsen af messingtappe til enten blanke eller forzinkede beslag. Messingtappen er fra et korrosionsteoretisk synspunkt uheldig, da den vil medføre en forøget korrosion af beslaget, og en forzinket tap må foretrækkes (f.eks. en varmforsinket tap til større beslag og en elektroforzinket tap til mindre beslag, hvor nøjagtigheden skal være større). Da messingtappen oven i købet er noget dyrere, er det vist ikke urimeligt, at man i SBI's beslagliste foreskriver varmforsinket tap.

Det er imidlertid ikke blot udvendige beslag, der udsættes for megen fugtighed. F.eks. skrives i SBI's beslagliste s. 24 følgende: "Da vinduer ofte henstår en tid på byggepladsen, før de indsættes, og også benyttes i fugtige rum (køkken, bad), bør man overveje, om ikke alle beslag skal have en rustbestandig overflade.

Ulemperne ved manglende eller utilstrækkelig overfladebehandling viser sig hurtigt. Allerede inden

malerarbejdet udføres, er adskillige beslag ofte stærkt angrebet af rust, og selvom de renses, kan malerarbejdet ikke udføres helt tilfredsstillende. Heraf følger igen store vedligeholdelsesomkostninger - det kan endda være nødvendigt at skifte beslag helt ud."

Alle forzinkede beslag burde være fosfaterede (se afsnit 3) og/eller males med zinkromat-primær inden de males med almindelig vinduesmaling, der jo ikke er beregnet til beskyttelse af metal og som hænger meget dårligt fast på en frisk forzinket overflade.

Hvad der kan siges om forzinkede søm og skruer, fremgår nogenlunde af det foregående. Specielt bemærkes, at elektroforzinkede skruer ofte har et meget tyndt zinklag.

Når vindueskarme gøres fast i vinduesåbningerne, sker det som oftest med nogle få blanke 6" søm. Når huset har stået en længere årrække, er disse søm mere eller mindre rustet op og sidder kun fast i isoleringen mellem karm og mur. Anvendelsen af galvaniserede søm ville forlænge disses levetid med adskillige år. Se også fig. 9-10 i tillægget.

Arkitekt Lunde Rasmussen: Det er jo spændende for en arkitekt at høre, at man ikke må bruge messingtappe til vinduesbeslag. Vi har jo altid troet, at det var det helt saliggørende. Men det gælder vel kun udvendigt, for indvendigt har det jo dog den mission, at en dør med messingtap ikke kommer til at pibe, som et jernhængsel gør.

Arkitekt K. Blach: En undersøgelse af brugen af henholdsvis messing- og jerntappe viste, at man kun ønsker at ofre 8-10 øre i merudgift for at opnå fordelene - eller de fordele, man har troet at opnå - ved messingtappene. Det vil sige, at for alle de små hængsler, hvor prisforskellen fra en varmforsinket jerntap til en messingtap er ganske ringe, der bruger man messingtappen. Hvor det drejer sig om bare lidt større hængsler, bruger man jerntappen.

Chefarkitekt Tage Funding: Hvordan får man beslag-fabrikanter til at lade være at bruge messingtap?

Arkitekt K. Blach: Jeg tror ikke, at problemet med en fornuftig overfladebehandling er klaret blot ved, at man i beskrivelserne skriver det rigtige. Det vil le ganske vist være et væsentligt skridt på vejen, hvis man kunne finde frem til normer, fornuftige håndbøger og god oplysning, men der er visse problemer tilbage, og jeg vil gerne have lov at nævne et af dem, som ikke er berørt i indledningen.

For en del bygningsbeslag, især til døre, vinduer og skabe kan man opnå et rationelt beslåningsarbejde og

en bedre kvalitet af beslåningsarbejdet ved at bruge beslag med runde hjørner. Men her støder man på et overfladebehandlingsproblem. Jeg tror nok, de fleste arkitekter helst vil bruge varmforsinkede beslag, men i praksis viser det sig, at det er ikke muligt at få et varmforsinket beslag - hvor overfladebehandlingen som regel er ret tyk og ujævn - ned i udfræsningerne. Det synes ikke at være muligt at opnå en tilstrækkelig god kvalitet selv ved en omhyggelig rensning af zinkbadet, og det synes heller ikke, som om en centrifugering af beslagene hjælper tilstrækkeligt, så man undgår dupper og knopper i overfladen.

Civilingeniør Arup: Det er jo kedeligt, at de varmforsinkede beslag endnu ikke kan leveres med de overfladetolerancer, som maskinsnedkeriet kræver, og det er forståeligt, at man derfor anvender elektroforzinkning eller elektrocadmiering. Det vanskelige punkt er bare at kontrollere kvaliteten, det vil først og fremmest sige tykkelsen af disse udfældninger.

Som tidligere nævnt kan tykkelsen af en elektroforzinkning være stærkt varierende, og desværre ser man ofte, at der leveres beslag med en lagtykkelse på 3-5 mikron, hvad der må anses for helt utilstrækkeligt. Forlanger man, at det elektrogalvaniserede beslag skal have samme holdbarhed som det varmforsinkede, skal lagtykkelsen være 40-60 mikron, men en sådan lagtykkelse kan man af tekniske og økonomiske årsager næppe forlange overholdt.

Jeg tror, at selv en beskeden lagtykkelse som for eksempel 12-15 mikron ville gøre god fyldest i praksis, hvis man virkelig kunne få en sådan lagtykkelse overholdt. De udvendige beslag bliver dog alligevel holdt med maling, således at forzinkningen kun skal beskytte de skiftende steder, hvor malingen beskadiges.

En forzinkning på 12-15 mikron vil være væsentlig bedre end en på 3-5 mikron, for slet ikke at sammenligne med et "sort" beslag. Iøvrigt mener jeg, at også de "indvendige" beslag, (hvortil regnes hasper, udskyderstænger og pasqvilbeslag), bør være forzinkede.

Civilingeniør P. Schønning: Kan 12 mys dækning holde for et hammerslag? Det er jo ofte nødvendigt for at få anbragt beslaget, hvor det skal være?

Civilingeniør Arup: Et tyndt beslag er mere bøjeligt end et tykt og hænger normalt bedre fast. En tyk varmforsinkning kan i hvert fald springe af ved et hammerslag. En elektroforzinkning kan blive slidt

flad eller slidt af lige på det sted, hvor hammeren falder, men den springer ikke af, hvis kvaliteten er nogenlunde i orden.

Arkitekt K. Blach: Beskadigelser under fabrikationen er tit endnu værre end beskadigelserne ved fastgørelsen. En lang række småbeslag, som forsynes med nitter af forskellig art, fastholdes maskinelt under vejningen af nitterne. Det medfører, at det færdige varmforsinkede eller cadmierede beslag ofte ingen overfladebelægning har på arealer, som kan være op til en kvadratcentimeter i størrelsen.

Civilingeniør O. Kampmann: Jeg vil gerne supplere ingeniør Schønning's bemærkning om hammerslaget. Jeg har haft anledning til at iagttage, at kramper er begyndt at ruste der, hvor de er drevet ind i muren. Det var ganske interessant at vide, hvordan resten af sømmet inde i muren har det. Man kunne jo godt tænke sig, at zinken er blevet skrabet af.

Arkitekt Lorentzen: Må jeg spørge om, hvorvidt ingeniør Arup har erfaringer med hensyn til sømmenes holdbarhed i træbetonplader. Jeg er bekendt med, at store træbetonlofter er faldet ned, fordi de har været sømmet med ikke galvaniserede søm. Selv galvaniserede søm holder kun ganske kort tid. Det er de syrer, der udvikles i træbetonpladerne, der angriber sømmene. Jeg er meget betænkelig ved i vor kommune at tillade træbetonplader fastholdt med søm, hvadenten de er galvaniserede eller ikke.

Civilingeniør O. Kampmann: Jeg vil gerne fortsætte diskussionen om sømmene. Det er en plage mange steder, at man får ruststriber ned ad træbeklædninger og andre dele af facaden fra rustne sømhoveder. Det har været foreslået at bruge aluminiumsøm eller galvaniserede søm. Jeg vil gerne høre, om nogen har haft erfaringer med misfarvninger fra søm, der er behandlet på en eller anden måde eller er fremstillet af et andet materiale end jern.

Arkitekt Lunde Rasmussen: Ingeniør Kampmann spurgte, om der var gjort erfaringer med søm af andre materialer end jern og stål. Under krigen og umiddelbart efter slutningen af krigen brugte man søm af zink eller zinklegeringer. Jeg vil være så elskværdig at håbe for Dem, at De aldrig skal være nødt til at bruge den slags søm, uanset de ikke korroderer.

Arkitekt B. Lorentzen: Det jeg omtalte, var ikke misfarvningerne, men dette, at sømmene rustet over, så pladerne falder ned.

Civilingeniør Arup: Det var et interessant punkt, herr Lorentzen fremdrog. Det var nyt for mig, at træbetonplader skulle indeholde stoffer, som skulle være særlig angribende overfor galvaniserede søm eller søm i almindelighed, og man burde kunne interessere træbetonfabrikanterne for det, så de kunne fremkomme med en redegørelse. Det ville være meget interessant at få dette punkt nøjere belyst. Aluminiumsøm bruges vist ikke meget herhjemme, men jeg ved, at man i udlandet har arbejdet meget på at lave aluminiumsøm af tilstrækkelig styrke og i sådanne dimensioner, at de i brugsegenskaber føles omtrent som almindelige jernsøm eller stifter, og korrosionsmæssigt set skulle de jo være ganske udmærkede. Der skulle ikke være fare for nogen som helst misfarvninger eller andre korrosionsmæssige ulemper ved brug af aluminiumsøm.

I forbindelse med spørgsmålet om træbetonplader kan jeg sige, at beton kan jo virke særlig korroderende, hvis man har tilsat stoffer som f.eks. kalciumklorid til betonen for at gøre den frostsikker.

Arkitekt B. Lorentzen: Jeg har indtryk af, at træspånerne behandles med kalciumklorid, inden de støbes til træbetonplader, og hvis det er tilfældet, forstår man jo godt nu, efter at vi har hørt ingeniør Arups forklaring, at der kan opstå kalamiteter.

Arkitekt Olaf Hansen: Jeg har et spørgsmål angående anvendelsen af galvaniserede ståltrådsbindere i hule mure. Der har over for bygningsmyndighederne været rejst det spørgsmål, om man ikke af varmeisoleringsmæssige grunde burde undgå kuldebroerne ved den fulde udmuring omkring vinduer og ved skillerum, som foreskrives i danske bygningsvedtægter og i stedet for nøjes med ståltrådsbindere, således som det bl.a. praktiseres i England.

Jeg vil gerne spørge, om nogen af de tilstedeværende, ved nedbrydning af gamle huse, har erfaret, at sådanne bindere har været ødelagt i større omfang.

Arkitekt B. Lorentzen: Jeg har et par eksempler på ståltrådsbindere, der næsten er rustet helt op. De er fundet ved nedbrydning af et hus, der kun var 25 år gammelt.

8. Jernbjælker o. l.

Vi har tidligere omtalt korrosion af bærejern i altaner. Andre bærende jernkonstruktioner - bortset måske fra vinduesdragere - forekommer kun sjældent i boligbyggeri, og spørgsmålet skal derfor behandles i korthed.

9. Funderingspæle af stål

Heller ikke dette punkt har større betydning for boligbyggeriet, hvor blanke stålspæle sjældent finder anvendelse. Spørgsmålet nævnes kun for at gøre opmærksom på, at sådanne spæle, som det ikke er praktisk muligt at beskytte med asfalt eller lignende overtræk, kan korrosionsbeskyttes fuldstændigt med den såkaldte katodiske beskyttelse, der i de senere år er blevet mere og mere anvendt til alle slags jernkonstruktioner under vand eller i jord: rørled-

10. Konklusion

Den økonomiske betydning af korrosionsproblemerne er meget stor, og den bliver i hvert fald ikke mindre efterhånden, som metallerne stiger i pris og derfor skal "strækkes" mere og mere.

Korrosionsbeskyttelse er ikke blot et spørgsmål om at "smøre noget på" eller om at forlange, at noget skal være "rustbeskyttet". Korrosionsproblemet er blevet mere mangfoldigt end som så; men de mange forskellige beskyttelsesprincipper, der står til rådighed, og som vi nu ved meget mere om end før, giver også bedre mulighed for at finde en god løsning i hvert enkelt tilfælde.

En "god" løsning, korrosionsmæssigt set, er naturligvis den billigste løsning set over en længere årrække, hvor en højere anskaffelsessum kan opvejes af formindskede vedligeholdelsesudgifter og af fjernelser af det irritationsmoment, som korrosionsødelæggelse altid er og vil være.

Naturligvis er det i nogle tilfælde den bedste løsning at anvende en billig udførelsesform for en genstand, der efter en årrække let kan udskiftes (eks: kloak, dæksler og riste); men så kan det også vises i tørre tal, at denne fremgangsmåde er den rigtige.

Jerndragere beskyttes som regel ved omstøbning med beton. For uomstøbte jern har varm- eller sprøjteforzinkning undertiden været anset for nødvendigt, hvis jernene ligger utilgængeligt, udsat for fugt og vanskelige at vedligeholde med maling.

ninger, tankanlæg, skibe, spuns, vægge, pæle o.s.v. Ved katodisk beskyttelse sættes den genstand, der skal beskyttes, enten i forbindelse med nedgravede offeranoder af magnesium, der så efterhånden tæres i stedet for jernet, eller med et ensretteranlæg, således at der til stadighed går en svag elektrisk strøm fra en nedgravet anode ind i pælene. Resultatet er en praktisk taget 100% forhindring af korrosionsangrebet, så længe som beskyttelsesforanstaltningerne vedligeholdes.

Der er andre tilfælde, hvor et nøje kendskab til korrosionsforholdene er af afgørende betydning for anvendelsen af nye materialer eller byggemetoder. Som eksempler kan nævnes stål og aluminium til facader, facadefliser fastholdt med metalstifter, stålspæle til fundering, indmuring af rørledninger o.s.v. Her gælder det mere end noget andet sted, at korrosionsbekæmpelsen begynder på tegnebrættet, d.v.s. hos arkitekten.

Men ved arkitekter og håndværkere tilstrækkeligt om korrosion og korrosionsbeskyttelse? Noget kunne tyde på, at det ikke er tilfældet. Jeg kender ikke tilstrækkeligt til den undervisning, der gives på Akademiet og de tekniske skoler, men jeg har på fornemmelsen, at de fleste byggefolk i for høj grad er henvist til at lære pr. erfaringer og pr. selvstudium.

Der er måske et behov for kursus, udgivelse af håndbøger el.l., der på en forsvarlig måde kan give et vist minimum af viden og nogle få praktiske anvisninger på dette felt. At der er et behov for en eller anden form for oplysning, kan der efter min mening ikke være tvivl om, og jeg håber, at denne aften må give et grundlag for det videre arbejde med dette spørgsmål.

Tillæg

De her viste billeder er udvalgt blandt de lysbilleder, der blev vist under den tekniske samtale.

Fig. 1-4 er stillet til rådighed af stadsarkitekt Børge T. Lorentzen.

Fig. 1.

Billedet viser 3 aftræksrør fra køkkener og et helt gennemtært aftræksrør fra gas-vaskekedel i kælderen.

Forbrændingsprodukterne - kulsyre, vanddamp og lidt svovlsyring - fra vaskekedlen er den direkte årsag til at det 4. rør har haft en kortere levetid end de 3 andre. En gas-vaskemaskine udskiller ca. $\frac{1}{2}$ liter vanddamp i timen. Aftræksrør i uopvarmede loftsrum bør isoleres, så man undgår dannelsen af kondensvand.

Fig. 2.

Sålbænken under butiksvinduet er delvis ødelagt på grund af armeringsjern anbragt for tæt ved ydersiden i forbindelse med dårlig støbning.

Fig. 3.

De 3 armeringsjern går helt ud til enden af sålbænken, således at fugtighed og den deraf følgende rustdannelse har ødelagt enden af sålbænken.

Fig. 5-8 er stillet til rådighed af afdelingsingeniør Svend Andersen, Malernes Forsøgsstation, Teknologisk Institut.

Fig. 9-10 er fotograferet af indlederen.

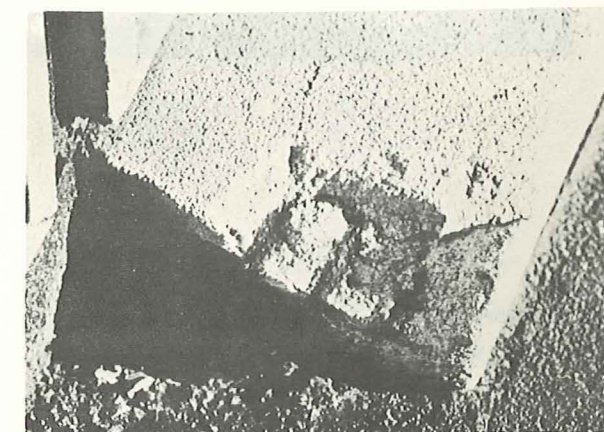
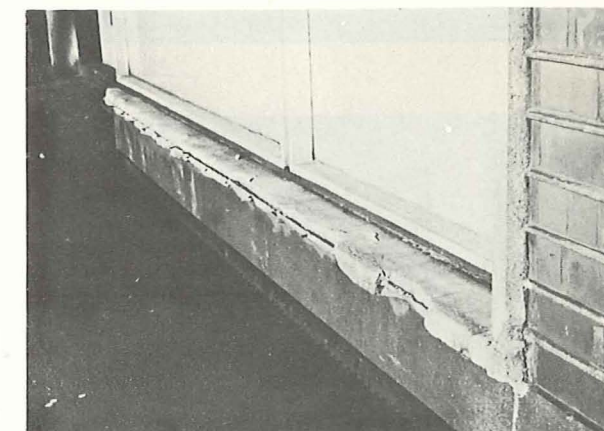


Fig. 4.

Billedet viser - set fra oven - et zinktag, der er tæret igennem nedefra.

Zink må aldrig lægges direkte på træfiberplader, hvor der er mulighed for dannelse af kondensvand. Fiberpladerne indeholder ofte sure stoffer, der i forbindelse med vandet virker stærkt angribende på zinket.

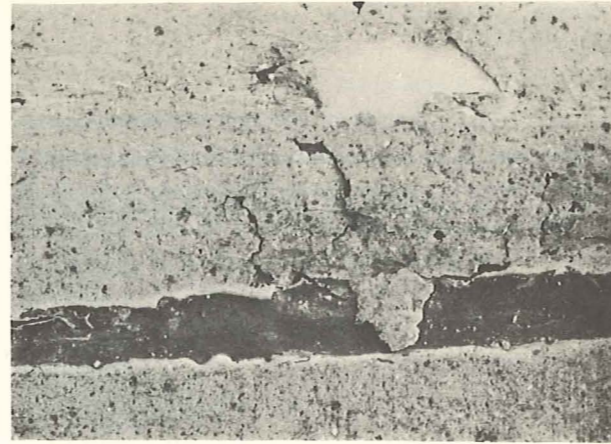


Fig. 5.

De første tre billeder er fra restaureringen af Vor Frelsers Kirke.

Dette billede viser en detalje fra en kobberurskive, 30 m over jorden. Sammensætningen af de forskellige metaller har under fugtige forhold forårsaget en kraftig rustdannelse på ramme og nitte, så kobberskiven til sidst er presset helt ud over nitte-hovedet.

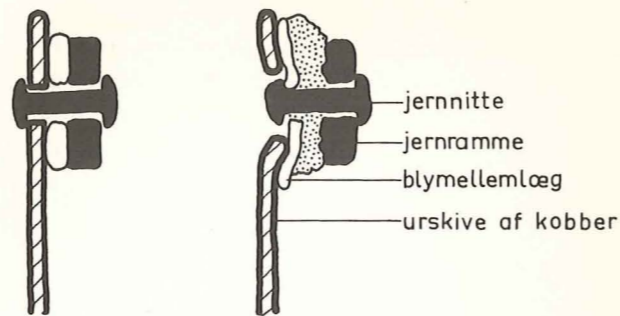


Fig. 6.

Lige over vinduerne, 14 m over gulvet, var der lagt jernankre ind hele vejen rundt til at holde sammen på muren.

På grund af kondensvandet har der dannet sig en 2 cm tyk kage af rust omkring jernet, hvorved hele hvælvingen blev løftet.

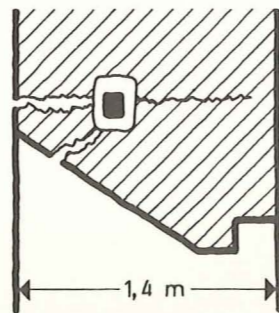


Fig. 7.

Stuk og store figurer af gips var sat fast omkring spiger, der var slået ind i muren. Kondensvand har fået spigerne til at ruste, så gipsen er sprængt. Mange tunge figurer var på nippet til at falde ned.

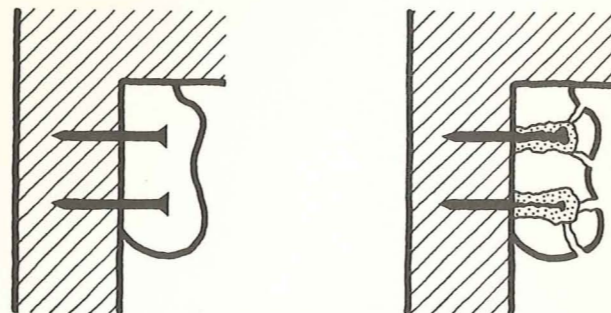


Fig. 8.

Hvorfor er skarnkasser lavet af god galvaniseret plade, når jernstiverne kun er strøget med aluminiumfarve, der ikke holder til transporten ud?

Efter sigende er kiloprisen for skarnkasser højere end kiloprisen for en bil, så der skulle være råd til galvanisering eller bedre maling.



Fig. 9.

Udvendige vinduesbeslag bør altid være varmforzinkede. Denne rustne udskyderstang, der er set i et nybyggeri, får nu kun et strøg vinduesmaling, der ikke har de bedste rustbeskyttende egenskaber.

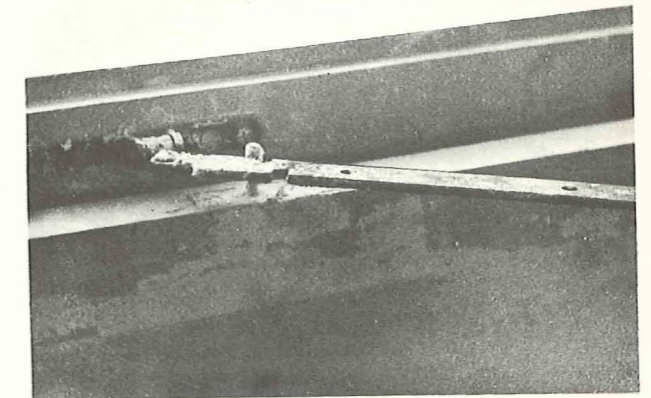
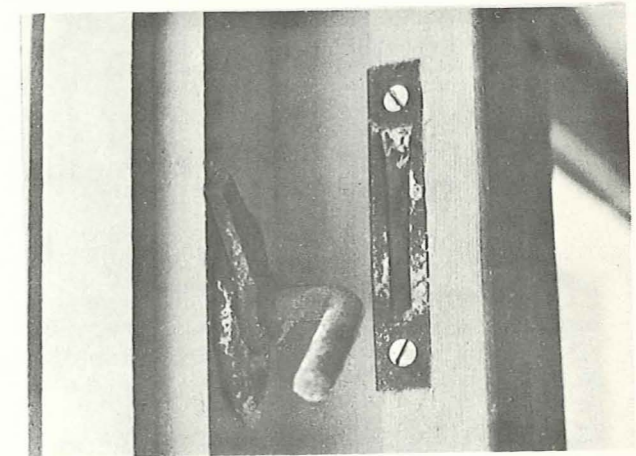


Fig. 10.

Mange vinduesbeslag har deres hårdeste tid i byggeperioden. Billedet viser, at de elektrolytiske skruer, der sikkert kun har et meget tyndt lag cadmium, alligevel er beskyttede godt nok til at holde sig pæne og fri for rust, indtil beslagene bliver malet.



Deltagerliste

- Andersen, Svend
lab.forstander, De Danske Maleres Forsøgsstation,
Bülowsvej 34, V.
- Arup, H. H.
civilingeniør, Laboratoriet for Metallære,
Østervoldgade 10, K.
- Bentzen, O.
civilingeniør, Ministeriet for Grønland, Inge-
niørkontoret, Torvegade 3, K.
- Bjerring-Andersen
civilingeniør, Gladsaxevej 307, Søborg.
- Blach, K.
arkitekt, S.B.I., Borgergade 20, K.
- Brixen, J.
arkitekt, S.B.I., Borgergade 20, K.
- Becher, P.
civilingeniør, S.B.I., Borgergade 20, K.
- Callmann
arkitekt, Dyrehavegårdsvej 24, Klampenborg.
- Christensen, Sell
civilingeniør, Puggårdsgade 14, V.
- Dehlholm, Bent
civilingeniør, Tuborgs Bryggerier, Hellerup.
- Forsberg, Artur
malermester, Niels Ebbesensvej 19, V.
- Friis, Mogens
civilingeniør, Ardfuren 5, Herlev.
- Fullerton, D.
civilingeniør, Lyngvej 40, Kgs. Lyngby.
- Funding, Tage
chefarkitekt, Mejeriernes Arkitektkontor,
Åbyhøj.
- Galløe, V. I.
civilingeniør, S.B.I., Borgergade 20, K.
- Hjorth Pedersen, P.
civilingeniør, Arnold Nielsens Boulevard 34,
Valby.
- Hansen, Olaf
arkitekt, 3¹Bygningsinspektorat, Sortedams Dos-
seringen 57, Ø.
- Havsteen, H. E.
civilingeniør, Puggårdsgade 14, V.
- Johansen, M.
civilingeniør, S.B.I., Borgergade 20, K.
- Kampmann, O.
civilingeniør, S.B.I., Borgergade 20, K.
- Knudsen, Meinertz A.
civilingeniør, A/S Dominia
Vester Voldgade 17, V.
- Klint, Nauer
arkitekt m.a.a., Bjælkevangen 83, Klampenborg.
- Langer, Ebbe
civilingeniør, Laboratoriet for Metallære, D.T.H.
Østervoldgade 10, K.
- Larsen, Poul
konduktør, Tuborgs Bryggerier, Hellerup.
- Lind Pedersen, G.
civilingeniør, Ministeriet for Grønland,
Torvegade 3, K.
- Lorentzen, B.
arkitekt, Rødovre Rådhus, Rødovre Parkvej 150,
Vanløse.
- Nielsen, Hjort
civilingeniør, Tuborgs Bryggerier, Hellerup.
- Nielsen, Brink A.
civilingeniør, Fa: Jespersen & Søn, Nyropsga-
de 18, V.
- Nielsen, Råschou
civilingeniør, Lak-og Farveindustriens Forsk-
ningslab., Odensegade 14, Ø.
- Nerenst, P.
civilingeniør, Åbrinken 52, Virum.
- Rasmussen, Lunde
arkitekt, Ellinorsvej 37, Charlottenlund.
- Rasmussen, Svend Aage
civilingeniør, Stengårds Vænge 130, Lyngby.
- Schønning, P.
civilingeniør, Rådhuspladsen 4, V.
- Østrem-Hansen, T.
civilingeniør, Nørrevold 9, K.