

INSTITUTTET FOR HUSBYGNING

Forelæsningsnotat nr. **55 A**

TILLÆG TIL

JOHS. F. MUNCH-PETERSEN

FACADEELEMENTER

3. REVIDEREDE UDGAVE

Den polytekniske Lærestalt, Danmarks tekniske Højskole,
København, 1982

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
FACADEELEMENTER	5
Oversigt over ændringer/erfaringer de sidste 10 år	5
A. Geometri og fuger	5
B. Betonteknologi	9
C. Træteknologi	12
D. Efterisolering	14
Kommentarer til tekst og figurer i notat 55	17
Højisoleret betonsandwich-facadeelement (H&S)	21
VINDUER	29
Oversigt over skadesårsager for nyere træruder	29
Nye eksempler	33
Svenske erfaringer	37
EFTERSKRIFT	38

FORORD

"Facadeelementer" udsendtes første gang i 1971 som forelæsningsnotat nr. 4 fra Instituttet for Husbygning. I 1973 og 1979 udsendtes reviderede udgaver, IFH-notat nr. 30 og 55, med samme titel, med enkelte tekstrevisioner og eksempler på nyere løsninger. Et kapitel om vinduers fuger indgik i nr. 55.

Allerede i dag bør yderligere revisioner tilføjes, og det kunne være rimeligt at udsende et helt nyt notat.

Når jeg alligevel ikke har valgt at udsende en helt ny udgave, skyldes det en række forhold, der indicerer, at et tillæg, nærværende IFH-notat nr. 55A, kan være en rimelig løsning. Her kan nævnes:

Hensynet til de studerendes økonomi gør det rimeligt at udsende et tillæg, der kan revideres med korte mellemrum, i stedet for et mere omfattende nyt notat, der nødvendigvis må udsendes i små oplag, baseret på fx højst tre års brug.

Der sker jo i disse år en omfattende revision af detaljer i udformning og produktion, og mange af disse er udpræget "i støbeskeen", i lys af de (kedelige) erfaringer, der er gjort og gøres i øjeblikket. For tiden (1982) påbegyndes et ATV-arbejde om betonbygværkers holdbarhed.

Hertil kommer, at de i notat 55 angivne generelle principper og detaljer, stort set trods alt er gældende i dag - med de målkorrekationer de større isoleringstykker medfører. To-trinsfugen og sandwichopbygningen er lige så gyldig i dag som i 1971.

Notat 55 har endvidere betydning som registrering af det, vi i dag skal reparere, ombygge, udskifte og eventuelt efterisolere. Det er vel også af pædagogisk værdi at kunne vise nogle af de fejlkil-der, vi i dag skal eliminere !

Jeg kunne også påpege, at danske ingeniører i disse år i høj grad bliver involveret i byggeri uden for landets grænser, i fattige såvel som i rige udviklingslande, med koldere, varmere, tørrere, fugtigere klimaer, end vi er vant til. De heraf affødte ændrede krav, fx køling af bo-

ligen, effektiv, konstant tværventilation, udeladelse af isolering, medfører nye løsninger, der dog i vidt omfang kan baseres på de hidtidige danske erfaringer.

Et forelæsningsnotat om alle de facade-løsninger, en ung ingeniør kunne tænkes at blive præsenteret for, er en næsten uoverkommelig opgave, med en kort forelæsningsfrist for resultatet. I notat 55 er hovedvægten lagt på facader til boligbyggeri.

Jeg kan iøvrigt henvide til forordet i notat 55.

Kommentarerne følger notatets hoveddisposition: Først omtales principper, materialer og facader, dernæst omtales vinduernes særlige problemer.

Februar 1982

Johs.F. Munch-Petersen

FACADEELEMENTER

OVERSIGT OVER ÆNDRINGER/ERFARINGER DE SIDSTE 10 ÅR

Nedenstående oversigt er kortfattet og ufuldstændig, men giver, suppleret med tillæggets øvrigt tekst, en indføring i nogle af de ændringer, der er sket, og de erfaringer, der er gjort i de sidste 10 år. Forhåbentligt dækker oversigten også de vigtigste.

A. GEOMETRI OG FUGER

Større isoleringstykkelser (Bygningsreglementet, BR 77) medfører naturligvis, at en række mål på figurerne øges tilsvarende. Eksempler er vist i dette tillæg pag. 21 og 36 i notat 55, pag. 86 f. og pag. 100.

Større isolering- tykkelser

For betonsandwichelementer medfører det større afstand mellem for- og bagstøbning dels kraftigere forbindelse, dels problemer under montagen, idet de i bagstøbningen fastgjorte løfte- og montagebolte ikke umiddelbart befinder sig over elementets tyngdepunkt. Sammenlign det løsningsforslag, der fremgår af figur 7 i dette tillæg.

Kuldebroer alvorligere end før

Kuldebroer bliver, i elementer med store isoleringstykkelser, et alvorligere problem end før, sammenlign fx notat 55, figur 402 og figur 412, der viser en i dag uacceptabel, henholdsvis acceptabel løsning. Også i dag må man umiddelbart, af hensyn til lastoverførslen acceptere kuldebroer ved altandæks understøtning på vægge. En neoprenebrik reducerer effekten jfr. figur 478-479 i notat 55.

Stivere mineraluld

Mineraluld er i dag væsentligere stivere end for 10-20 år siden, således at støbeprocessen (vandret) for betonsandwichelementer nu er væsentlig nøjagtigere end før. Den stivere mineraluld er også en fordel for forbindelserne (tryk) mellem for- og bagstøbning, virksomme såvel under afformning, som under montage og i den færdige bygning.

To-trins fugerne er klart enerådende

Princippet med to-trins facade fuger har vist sin berettigelse siden det blev introduceret i begyndelsen af 60'erne. Hermed være ikke sagt, at en facade med to-trins fuger ikke også kan svigte ved dårlig udformning, fx klodsede eller ikkeholdbare løsninger i krydset mellem de

lodrette og vandrette fuger. På den anden side vil jeg fastholde, at en l-trins facadeuge i moderne byggeri generelt må anses for en ansvarspådragende fejl, hvis der sker skader - og det gør der ofte.

Der kan være (endog velbegrundede) undtagelser, fx hvor to-trins fuger er for besværlige eller kostbare at benytte. Det forudsætter, at bygherren gøres bekendt med sin risiko og vedligeholdelses"pligt".

Hvor vandtætningskravet ikke er absolut, fx ved visse typer altanbrystningsbeklædninger, kan simple fuger også accepteres.

Konklusionen er altså: udvendig vandtætning, ved overlappende fuge i vandrette fuger, og næsten-vandtætning ved mørtel, neoprenestrimler, fugemasse eller lignende, med tilhørende dræn og ventilation i lodrette fuger. Indvendig vindtætning og dampspærre.

Vindtætningen er nødvendig af hensyn til komfort, varmeudgifter og for at hindre at træk/vind kan drive regn eller fugt ind i facaden - eller trække fugtig rumluft ud i isoleringen.

Vind kan muligvis forårsage vandlækage ved tilsyneladende normale overlappende fuger, hvis der dannes hvirvler ved hjørner og fremspring, eller hvis overlappningen ved hjørnet ikke er geometrisk afklaret ved overgangen mellem facade og gavl.

Vinden kan også transportere væsentlige vandmængder til krydset mellem lodret og vandret fuge, et ofte svagt punkt i fugeløsninger.

For betonsandwichelementer kan man iagttage tre udviklingstendenser: Den ene er, at drænet bag neoprenestrimlen i dag ofte ikke er et vaskebrædt, men endnu en not, sammenlign notat 55, figurerne 403-404 og 407-408 med figurerne 414 og 415, samt dette tillæg, figurerne 5-8. Med en god støbeteknik vil denne løsning sikkert fungere, omend udformningen foroven, omkring krydset mellem lodret og vandret fuge, figur 414, viser, at der her er mulighed for vandindtrængen, hvis fugekrydset ikke afdækkes, fx som omtalt i notat 55, pag. 67, figur 313.

Not
i stedet for
vaskebrædt

Ved samarbejde med uerfarne entreprenører, hvor støbeteknikken måske giver stenreder omkring drænoten, og hvor afdækningens kvalitet kan være tvivlsom, må et egentligt vaskebrædt foretrækkes.

Kuldebro
elimineres
i beton-
facader

Den anden tendens er, at man som vist på figur 412 udelader den på figurerne 313, 404 og 408 viste reduktion af isoleringstykkelsen og tilsvarende fortykkelse af den udvendige betonskives dimension foroven, ved den vandrette fuge. Herved opnås en lettere støbeteknik og en bedre isolering uden kuldebro, men samtidigt en reduktion af mulighederne for at etablere et effektivt dræn foroven, bag neoprenestrimlen, hvor denne trækkes indad. Der er ikke plads til et vaskebrædt. Dette tillægs figur 4 viser en løsning, jeg foretrækker for figur 412's løsning.

Stående
i stedet for
ophængte
beton-
facader

Den tredje tendens er, at facaderne ikke hænges op som vist på figurerne 401-405, men er selvbærende, eventuelt også bærende og/eller afstivende, som vist på figurerne 407-408 og 412-415 samt dette tillægs figurer 1-8. Forholdet er et naturligt led i udviklingen bort fra retlinede, lange, 4-etagers boligblokke mod terrasseret og tæt-lavt byggeri.

Fugen
mellem
karm og
vindueshul

Fugen omkring vinduet, mellem karm og facade, ses ofte udført som en l-trins fugemasse i visse fugefabrikanter anvisninger og reklamer. Dette må på det bestemt frarådes i facadeelementer med hårde, glatte, kolde yderflader, (betonsandwichelementer). Det er helt uacceptabelt at stole på kvalitet, udførelse og levetid af fugemasser, eller på sådanne fugers vedligeholdelse. Små fejl vil tildele vandindtrængen, forstærket af vindtrykket, og dette vand vil først blive opdaget, når vinduets rådgreb viser sig på synlige flader.

Endvidere - og måske endnu værre - vil en manglende indvendig dampspærre medføre risiko for kondens på fugemassens, karmens og væggen kolde flader.

De udvendige fuger skal, uanset fugematerialet, udføres som den ene del af en to-trins fuge. Der skal være "dræn" bag de lodrette fuger, ventileret i hvert fald forneden, dvs. at fugen under karmen skal ligge tilbage trukket i forhold til de

lodrette fuger. Den anden del af to-trinstætningen, mod vind og diffusion, foretages indvendigt.

Særlige forhold ved renovering af ældre, murede ejendomme
Se endvidere pag. 15 f.

Jeg ved, at SBI, BPS og TI ved renovering af ældre ejendomme med trævinduer, lysningspaneler og puds på mur, har erkendt problemerne ved at etablere en effektiv damp-(og vind-)tætning indvendigt og derfor viser eksempler på udvendig (de facto l-trins) tætning med fugemasse, som den i praksis normalt gennemførlige løsning.

Dette må nok accepteres, selv om jeg frygter, at en del ejere til sin tid vil fortryde det, men bemærk, at løsningen kun anvises i huse med udvendigt murværk.

Fugemasser må - som alle andre vandtætningsfugematerialer - betragtes som vandutætte, i hvert fald efter en årrække, og som lumske, idet indledende utætheder ikke altid afslører vedligeholdelseskravet i tide.

Personligt kan jeg derfor ofte gå ind for, at den udvendige fuger udføres billigt, med mørtel (suppleret med dræn og ventilation).

Se iøvrigt notat 55, især pag. 126 ff.

Altaner og P-dæk

Det kan undre, at erfaringerne med to-trins fuger i facader ikke i højere grad er overført til altaner, altangange og P-dæk.

I facader påvirkes fugerne af slagregn, men tyngdekraften giver en relativt stor vandafledning. I fuger mellem vandrette dæk er tyngdekraften medvirkende til vandindtrængen, og vandets tryk vil, især om vinteren ved opstuvning bag isbarrierer, udsætte vandrette fuger for langt større vandpåvirkning end facadefuger. Fugemassen påvirkes i dæk tilmed oftest af trafik m.v.

Den skepsis overfor det udvendige fugematerialer vandtæthed, som i facader udtrykkes ved valget af den drænedede, ventilerede to-trins fuger, burde overføres til vandrette fuger i dæk.

Dræning/afløb fra altanfuger ?

Fugningen kunne da opbygges med et lag, der beskyttede mod fysisk slid på den egentlige "nogenlunde vandtætnende" fug-

ning. Herunder kunne fugen være åben og drænet, eventuelt med afløb til en rende. Alle flader, på dæk, bjælker, søjler, vægge kunne have rigeligt fald, med overflader af god, glat, tæt kvalitet. Kun vederlagene (rustfrit stål ?) måtte (nødvendigvis ?) være vandrette. Dilatationsmulighederne skulle være tilgodeset (svind, krybning, temperatur, sætning, belastningsvariation osv.). Det er ikke nogen nem opgave at løse, så alle funktionskrav opfyldes, bl.a. fordi fugning mellem komponenter med store bevægelser er vanskelig, og fordi det drænedede, ventilerede hulrum mellem dæk, bjælker osv. skal udformes, så det kan inspiceres, vedligeholdes og rengøres.

Det fysisk-slid-beskyttende lag kunne være en belægning.

Figur 475 i notat 55 viser en tidligere normal løsning, i en udgave der er langt mindre udsat end i et P-dæk. Fugen er beskyttet fysisk, men vanskelig at vedligeholde. Endvidere er fugens vandpåvirkning normalt lille omend væggen (markeret som "hængesøjle") havde beskyttet bedre, om man havde haft råd til at give undersidens kanter to vandriller. Væsentlig vandpåvirkning kan tænkes ved væggenes ende og i is/tø-perioder.

Mange altaner er iøvrigt blevet nedbrudt af salt fra vinterperioderne !

Der henvises endvidere til bemærkningerne nedenfor om udkragede vægge og konsoller, i forbindelse med bl.a. notat 55, figur 242.

De seneste år har vist, at den anvendte beton ikke havde den holdbarhed overfor klimapåvirkninger, som man troede i 60'erne og 70'erne, og at betonfacader bør vedligeholdes som andre facader, uanset om en bedre beton benyttes.

En nærmere beskrivelse af, hvad "man" i dag mener, der skal og kan gøres for at fremstille og vedligeholde betonfacader, altaner m.v. indeholder mange betonteknologiske aspekter, som hører under andre DTH-afdelingens kurser.

Her skal kun kort resumeres:

B. BETON-TEKNOLOGI

Armeringens
dæklag

En del skader på betonfacader, altaner osv. kan henføres til det kendte (og banale) forhold, at armeringen ikke havde det rigtige dæklag, fx ved noter, profiler etc. eller ved bindetråde, bøjler, inserts osv.

Mange andre, mere eller mindre ukendte fænomener, har dog også bidraget:

Alkali-Kisel

Alkali-kisel-reaktioner, hvor vand, alkalier, reaktivt tilslag danner "springere". Fænomenet har været kendt i mange år, og kan normalt ikke elimineres helt, da tilslaget i Danmark indeholder porøs flint, og tilmed i stigende grad med den voksende udnyttelse af de svindende grusreserver. Forholdet må modvirkes af en velafbalanceret betonfremstilling - og ved så vidt muligt at holde betonen tør, veldrænet etc.

Frostskader/
Luftindblanding

Luftindblanding har bl.a. til hensigt at forbedre betonens frostbestandighed. Luftindblandingsmidler og andre tilsætningsstoffer har været udeladt eller brugt forkert, og der kommer stadig nye midler og nye erfaringer frem.

Temperatur,
spændinger
og revner

For at udnytte de givne forme, benyttede en række elementfabrikker en overgang varm, eller endog meget varm beton for at fremskynde hærdeningen.

Blandt de uheldige bivirkninger kan nævnes en direkte reduktion af betonstyrken, og den indirekte svækkelse der ligger i de mikrorevner, som følger af temperaturgradienter i den hærdenende beton, især naturligvis, hvis meget varme betonelementer efter få timers afbinding anbringes på udendørs lagerpladser i frost- og blæsevejr.

Svindrevner

Betonen svinder ved afbindingen, bl.a. i takt med, at overskydende vand forlader betonen fra dens overflade. Forholdet kan dels medføre revner som følge af "generelt" svind. dels skjulte revner og elementkrumninger som følge af differenssvind (forskelle mellem betonens indre og dens overflade, eller mellem frie, solbeskinnede overflader og tildækkede/nordvendte flader, under uhensigtsmæssige lagerforhold.

Karbonatisering

Betonens karbonatisering har vist sig ikke at være den relativt uskyldige proces, den i sin tid blev anset for. Når fugtig beton kan optage kultveilte fra luften, karbonatiserer den frie Ca(OH)_2 , hvorved betonen bliver tættere og stærkere. Samtidigt ændres betonens pH fra 12 å 14 til ca. 7, og dette betyder, at armeringen ikke mere er rustbeskyttet ved omstøbnin-gen. Da rust fylder mere end jern, sprænges dæklaget bort. Karbonatiseringshastigheden har vist sig - i 60'ernes beton - at være langt større, end man anede (hvis man overhovedet havde tænkt på, endsige hørt, ordet karbonatisering).

Saltning

Saltning af betonveje, altangange og P-dæk har vist sig at være en yderst uheldig foranstaltning. Det skal iøvrigt tilføjes, at man ikke skal benytte hakke og spade på havefliser og altaner i stedet for salt. Det er også ødelæggende for betonen. Sne bør fjernes, mens den er løs og kan børstes væk.

Fuger,
dræn,
afløb

Som omtalt ovenfor under kommentarerne til to-trins fugning og til altaner, P-dæk m.v. kan man gøre meget for at undgå betonskader, ved på forhånd at nære en dyb mistro til enhver fuges bestandighed og følgelig ved at lede vandet væk, når det alligevel trænger ind.

Fugers materialer, overflader og geometri, fald og dræn er, kombineret med betonteknologisk viden, måske vigtigere for betonbygnærkers holdbarhed end avanceret statik.

Vedligeholdelse

Beton, overflader og fuger skal holdes under observation, og reparationer iværksættes snarest. Antageligt bør beton vedligeholdes løbende som enhver anden udendørs konstruktion/materiale. Om Silaner er midlet, ved jeg ikke. Der dukker materialer og erfaringer op på løbende bånd i disse år. Udviklingen i luftforurening, aggressivt miljø, betyder meget i denne forbindelse.

Karbonatiserings-
svind i
malede
eternitplader

Karbonatisering medfører, udover de nævnte forhold (større styrke og tæthed, lavere pH-værdi), også et svind, der normalt anses for at være uden større betydning, undtagen måske for overfladekrakelering. Ved ekstremt tynde cementbaserede produkter kan det dog have betydning, fx

ved at krumme tynde plader, der udsættes for ensidigt svind.

Et eksempel er 8 mm eternitfacadeplader, der på en række byggerier, bl.a. Galgebakken, fik en så stor krumning, at de knækkede, idet pladerne hver for sig var fastholdt ved 3-4 rækker søm. Det ensidige karbonatiseringssvind optrådte kun på plader, der var ensidigt overfladebehandlede med en diffusionstæt maling.

Også facader, herunder vinduer, af træ har haft en række skader, forårsaget af, at nye metoder og detaljer blev introduceret, uden at de uønskede bivirkninger stod de projekterende og udførende klart. Også på dette område er megen ny viden og erfaringer i disse år på vej.

Som eksempel på skadesårsager følger side 29 en oversigt over skadesårsager for trævinduer. Det fremgår heraf, at mange skader stammer fra overgangen fra rammer med 1 lag glas til thermoruder og de her til hørende store, tunge rammer med dybe false, kombineret med glas-isætningsprincipper, der tog mere hensyn til thermorudens end til rammens og karmens holdbarhed.

Imprægnering kan være en hjælp. I øjeblikket synes der at være to metoder: Trykimprægnering, der er relativt varig, men som må udføres på de rå profiler, da opløsningsmidlet, vand, får profilerne til at kaste sig, og som følgelig kræver en supplerende behandling med knap så varige midler.

Man kan nemlig ikke påregne, at alt træet er trykimprægneret, således at den følgende tildannelse frilægger uimprægneret træ.

Vacuumimprægnering kan foretages efter træets profilering, men levetiden er ukendt, måske 5-10 år, således at metoden i realiteten blot udskyder et vindues nedbrydning.

Overfladebehandling, regelmæssige (årlige) eftersyn og korte vedligeholdelsesintervaller er i dag, som "i gamle dage", et væsentligt og nødvendigt aspekt.

Geometri, fugning og lignende forholdsregler for projekterendes og udførendes

C. TRÆ-
TEKNOLOGI

Tryk-
imprægnering

Kortsigtet
narresut ?

Vacuum-
imprægnering

Langsigtet
narresut ?

Vedligeholdelse

Geometri

side er løbende under revision. Eksempler på nye udformninger følger nedenfor.

To væsentlige ting bør nævnes her:

Ydre
ramme
med
1 lag
glas
som
beskyttelse

Vinduer med en let, ydre ramme med 1 lag glas, synes at give de bedste muligheder, dels for en rimeligt sikker udformning, dels en lav genanskaffelsessum, hvis noget alligevel går galt (sandsynligvis kun den lette, udvendige ramme). Vinduet kan indvendig have en ramme med 1 lag glas, fx de fra 60'erne kendte "koblede rammer" eller med thermoglas (3 lags vindue, hvor det dyre thermoglas nu må antages at have en mere acceptabel levetid på grund af den ydre rammes beskyttende virkning overfor klimaet).

Alu-glasliste

Den nederste glasliste og den tilhørende ramme har været en af de hyppigste kilder til skader. Den nye, ventilerede, drænedes Alu-glasliste, vist senere i til-lægget, synes at være en meget væsentlig forbedring, der bør erstatte træ-glasli-sten i kvalitetsbyggeri.

Plast-
vinduer

Selvfølgelig kunne man overveje at gå over til plastvinduer, der ser lovende ud, omend erfaringerne endnu kun strækker sig over få år. Plast skulle være bestandigt og relativt vedligeholdelsesfrit. Det er bare så grimt, og så ækelt at røre ved.

Tage

Tage har også givet skader, men behandles i notat 55 kun med enkelte eksempler i forbindelse med facade/tag-fuger. Problemet er taget op i undervisningen, bl.a. ved kurser i varmeisolering og om byggeskader. Nedenfor følger enkelte kommentarer til figurerne i notat 55, uanset at de viste tage iøvrigt næppe er anvendelige i dag.

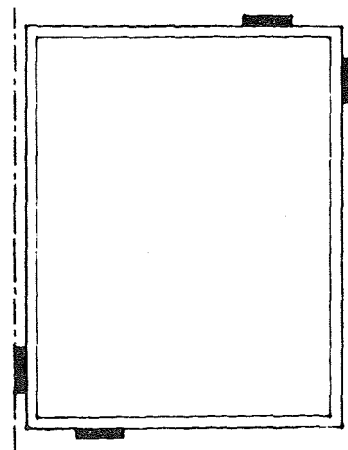
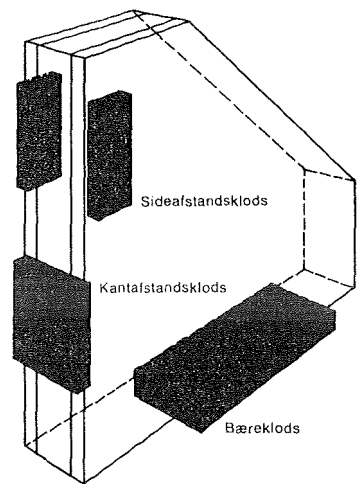
Fald og bedre tilslutninger til ovenlys, tagkanter osv. er væsentlige.

Personligt ville jeg derfor foretrække taghældninger på 45° eller mere, med store udhæng. Herved opnås bl.a. at tyngdekraften leder meget vand væk fra kritiske steder, omkring skotrender og i vinterperioder, hvor is/tø giver opstuvninger.

Håndværk
-
Industri

En del skader skyldes endvidere manglende tilpasning mellem håndværksmæssige traditioner og industrielle metoder.

Den dag i dag kan man finde projekterende, der i beskrivelsen kun anfører "god håndværksmæssig kvalitet", uanset at produktet skal fremstilles industrielt! Ordvalget er formodentlig tænkt som en kvalitetsbeskrivelse, men dette behøver ikke at være tilfældet. Industriproduktet er måske bedre, hvis det udføres industrielt, men dårligere hvis det skal tillempes en "håndværksmæssig" tradition.



Illustrationer
fra SCAN-glas
anvisninger

D. EFTERISOLERING

Overfladebehandling af fx en dør kan industrielt udføres meget slidstærkt, men den ser ikke håndværksmæssig ud, da den ikke er "levende" af penselstrøg. Dette eksempel er fra 60'ernes første år. I dag er alle klar over, at en industriel dør er slidstærk, og den "plasticlignende" overflade er accepteret - og værdsat af husmoderen (m/k) under rengøringen, men ikke når skrammer skal udbedres.

Som et andet eksempel kunne man nævne anvisningerne for isætning af thermoruder, der er blevet revideret løbende: kit blev til fugebånd med/uden topforsegling og glaslister og false blev reviderede. Oplodserne har ligeledes været beskrevet på mange, delvis modstridende måder. Sideafstandsklodserne forsvandt, da man gik fra kit til fugebånd. Bære- og kantafstandsklodsernes placering er især beskrevet inkonsekvent. De håndværksmæssigt "rigtige" løsninger var næppe altid så rigtige. Klodserne bør principielt ikke trykke på ruden, men det gør de i praksis alligevel, fx når en håndværksmæssigt udført rammes hjørnetapsamlinger med tiden sætter sig, se hosstående sidehængte vindue. En industriel ramme har mange flere slidse/tappe ("krydsfinersamling") og kan oplodses langt bedre, men er i så fald i modstrid med "god håndværksmæssig skik". Overflødig klodser kan tilmed glide ned og blokere falsudluftningen.

Notat 55 behandler ikke efterisolering, men ovenstående kommentarer til såvel skader generelt som til håndværksindustri-problematikken får mig til at tilføje, at en lang række analoge såvel som nye skadesårsager må frygtes at blive resultatet af den ofte næsten hæmningsløse efterisolering, der foregår i øjeblikket.

Værst er det naturligvis, hvor arbejdet udføres af amatører, som billigt fidusarbejde, eller dog som "faglært" måneskinsarbejde.

Efterisolering medfører langt fra den besparelse, mange tror, og slet ikke hvis rentebyrden medregnes. Selv om rentefradragsreglen skulle blive bevaret, er det langt fra alle, der kan udnytte fradraget, især ikke de socialt dårligst stillede, i de dårligste huse fx i landdistrikterne, de unge med nyrehvervede, ældre huse osv.

Den omsiggribende gør-det-selv-bevægelse, bevæbnet med billigt, maskinelt udstyr, gør det fristende for husejeren at lave arbejdet selv for materialeprisen. Professionelt arbejde koster 2-3 gange så meget, tilskuddet er på 10-20%, lånet skal forrentes med 20% plus tillæg i skat af øget formue og øget ejendomsværdi.

Energikonsulenternes kontrol og vejledning kommer derfor ikke til at omfatte alt byggeri, især ikke i parcelhussektoren. De i dag kendte skader vil vise sig i (renoveret og) efterisoleret byggeri, og vil medføre personlige katastrofer, hvor ejerne - i reglen - ikke har byggeteknisk indsigt og kan gribe ind i tide.

Efterisolering
af ældre, massive
ydervægge og af
bindingsværk

Et eksempel er efterisolering af massive ydervægge og lign., fx $\frac{1}{2}$ stens vægge og bindingsværk. Amatører vil næppe gøre sig klart, at de tilgængelige anvisninger, vejledninger osv. - eller naboens professionelt udførte efterisolering er baseret på, at ydervæggen er vel vedligeholdt, med tætte fuger osv. Figurerne er endvidere (uanset signaturerne) ofte baseret på, at forfatterne har tænkt på en hulmur, der ikke har de nævnte problemer i samme grad.

En ældre muret væg skal altid behandles, så alle fuger er rensede til "fast bund", og derefter efterfugtet korrekt. Bindingsværk skal vedligeholdes årligt.

En "lidt utæt" ældre væg kan måske fungere "tilfredsstillende" uden efterisolering, idet fugt der måtte nå frem til indersiden fordampes, uden at det giver anledning til skjolder eller lignende.

Mange vil endvidere acceptere "lidt fugt" som "uundgåeligt i så gammelt et hus".

Ved efterisolering skjules skavanken, og der er ingen advarsel i tide til ejeren om, at et større råd- og svampeangreb er igangsat. Skavanken kan også opstå om mange år, selvom væggen i dag er i orden.

I det hele taget vil de store isolerings-tykkelser kunne optage meget vand, der kan give skader, før årsagen erkendes. Flade tage er et kendt eksempel. Med endnu mere, eventuelt supplerende, isolering bliver forholdene næppe bedre.

Vejledninger gavner næppe. De læses desværre ikke, ofte heller ikke af byggetekniske måneskinsarbejdere. De i vejledningen angivne forbehold er vanskelige at erkende eller at forstå.

(Opgaver: Prøv selv at finde forbehold mod efterisolering af en ½-stens mur, hvis fuger ikke er helt i orden, i of-fentligt tilgængelige vejledninger. Prøv ligeledes selv at finde forbeholdet mod udvendig masticfugning mellem vindueshul og vindueskarm, herunder om det gælder murede huse/huse med betonfacader).

Iøvrigt har energi-spare-iveren medført, at vinduer nu tættes som aldrig før. Mange boliger har herved fået en væsentligt højere relativ fugtighed, ofte kombineret med højere temperatur. Resultatet er en stærkt øget risiko for kondens på kølige flader, med efterfølgende misfarvning, råd, svamp, korrosion.

Sagen er, at mange mennesker ikke følger tætningen op med ventilation. Kortvarig udluftning, fx 5 minutter to gange dagligt, udskifter den fugtige stueluft med frisk, kold luft, der hurtigt vil blive opvarmet og derefter have et lavt relativt fugtindhold.. Korte udluftninger koster kun lidt varmeenergi, idet flader osv. ikke når at blive afkølede.

Et udpræget faretegn er kondens på 2-lags vinduer. Der skal luftes ud, også i soveværelset (!) så ofte, at der ikke dannes kondens på vinduerne.

Det kan derfor i tæt befolkede boliger være nødvendigt at have et vindue på klem om natten, uanset energispildet. Spildet ved råd og svamp er langt større.

I bad og køkken kan kortvarig kondens næppe undgås, men der må omgående luftes ud, når kondens optræder. Bedre var det at tage bad og lave mad med et vindue på klem.

Aldrig
kondens på
thermoruder.
Luft ud !

FACADEELEMENTER

KOMMENTARER TIL TEKST OG FIGURER I NOTAT 55

Pag. 11, figur 130

Den ved A viste not er farlig i relation til armeringen. Det foreskrevne dæklag vil i fabrikationen let blive opfattet som et krav i forhold til elementets normale overflade, således at der bliver for lille dæklag ved A.

Dæklag skal måles fra bunden af noter, profiler osv. Ved overflader med dyb fri-lægning af større sten opstår analoge problemer.

Pag. 12, figur 140

Uanset at denne facade har fungeret udmærket i tyve år, er den dog egnet som baggrund for advarende bemærkninger. En på nogle punkter analog løsning på Brøndby Strand fungerede ikke tilfredsstillende. Se også pag. 97-100 i notat 55.

De viste glaslister er for små, - se iøvrigt om glaslister i vinduer i notat 55 og pag. 31 ff i dette tillæg.

Underkarmen har en bred flade (å la sålbænk) med (for) ringe fald. Dels skal overfladen vedligeholdes effektivt, dels leder fladen vand til tapsamlingerne ved de lodrette poste. Den viste Alu-skinne ved vinduesfalsen har (ikke viste) drænhuller, og dens afslutning mod sidekarmene skal være tætnet/lukket.

Den langs oversiden af eternitpladen viste z-formede Alu-liste er anbragt, så der er fare for vandindtrængen bag Alu-listen.

Den viste 10 mm gipsplade har på fladen mod isoleringen en påklæbet al-folie (dampmembran) og der er damp- og vindtætnet langs alle fuger mellem karme og plade. En så tynd plade er iøvrigt næppe altid mekanisk tilfredsstillende. Radiatorer ophænges på (ikke viste) "løsholter" mellem elementets bærende tømmer.

Det skal iøvrigt bemærkes, at der er følgende fordele ved at adskille det bærende træskelet og vinduets karmstykker:

En del unødvendig profilering af det bærende skelet spares, og skelettets samlinger forenkles.

Vinduet kan være et normalt ("standard") produkt med "egne" hensyn til tolerancer og samlinger.

Vinduet kan udskiftes for sig.

Trædimensionerne bliver mindre - mindre og færre revner - men det samlede træforbrug øges.

Til gengæld vil posten mellem to tætsiddende vinduer vokse i (synlig) dimension.

Pag. 12 og 14

Ovenfor er der, under betonteknologi afsnittet, advaret mod ensidig maling af eternit med diffusionstæt maling.

Pag. 13

Glat beton misfarves som følge af krakelering.

Afsyring tilfører klorioner - og er derved farlig for armeringen.

Pag. 18

I teksten til figur 140 burde det understreges, at vindtætheden er vigtigere end damptætheden i relation til risikoen for fugt, råd, svamp.

Pag. 21, figur 170

Løsningen er næppe energiøkonomisk i dag. Indstøbte rør, især de der fører vand, medfører en kostbar "vedligeholdelses"-reparation, en dag i fremtiden.

Pag. 23-24

Kilder til aktuelle, praktiske eksempler bør bl.a. udvides med "Ingeniøren" og "Byggeri".

Publikationslisten pag. 24 er forældet. En gældende liste kan fås på IFH.

Pag. 28, figur 207

D og især B indeholder mindre kuldebroer, der bør undgås i dag.

Pag. 37, figur 213

A og B viser en facade med udvendig bærende skive, der næppe anvendes i dag. Se endvidere teksten pag. 35, pag. 40 (pag. 47) og pag. 88 f.

Der er iøvrigt ovenfor redegjort for, at facader oftest ikke er ophængte, men selvbærende i dag. En selvbærende facade med udvendig skive vil give uløselige temperaturbevægelsesproblemer i fler-etagersbyggeri.

Pag. 45-46

Stilladskravene er blevet (bliver) skærpet i disse år, således at en del af argumentet om skalmur bortfalder.

Der skal etableres dilatationsfuger i større skiver af murværk, afstand max. 15-20 m.

Pag. 48, linie 16

Mange kommuner (herunder København) tillader igen at regnvand ledes ud over kanten, idet afløbene har givet mange skader som følge af forstoppelse (bolde, blade) frostsprængning, opstuvet regnvand osv.

Pag. 50-51, figur 242

Den viste løsning med lecabetonkonsoller har vist sig at være uheldig, idet tæt lecabeton ikke er tilstrækkelig klimabestandigt.

Den viste kuldebro er (uanset den viste tynde isolering) uheldig i relation til nutidens større isoleringstykkelser.

Pag. 53, figur 243

Se teksten pag.8-9 om kravene til fuger i altangange (dræn, afløb, herunder kommentarerne til figur 475).

Pag. 77-112

Isoleringstykkelsen er generelt for lille efter BR 77. De viste facader har kuldebroer, især betonsandwichelementerne (langs overkanten).

Pag. 81, figur 406

Pag.101, figur 451 ff

Afdækningen langs tagkanten er ikke sikker.

Der er ikke redegjort for fugt- og vindspærre, specielt ved afslutningen langs tagkant.

Taget er uden fald. Selv et fald 1:100 er ikke acceptabelt. (Der er i praksis bagfald lokalt).

Glem figuren og læs de nyeste anvisninger.

Pag. 84, figur 409

Her er vist en i 60'erne acceptabel vind-tætning med fast mineraluldstopning (strimler). Det er ikke godt nok i dag, og udførelsen kræver megen kontrol.

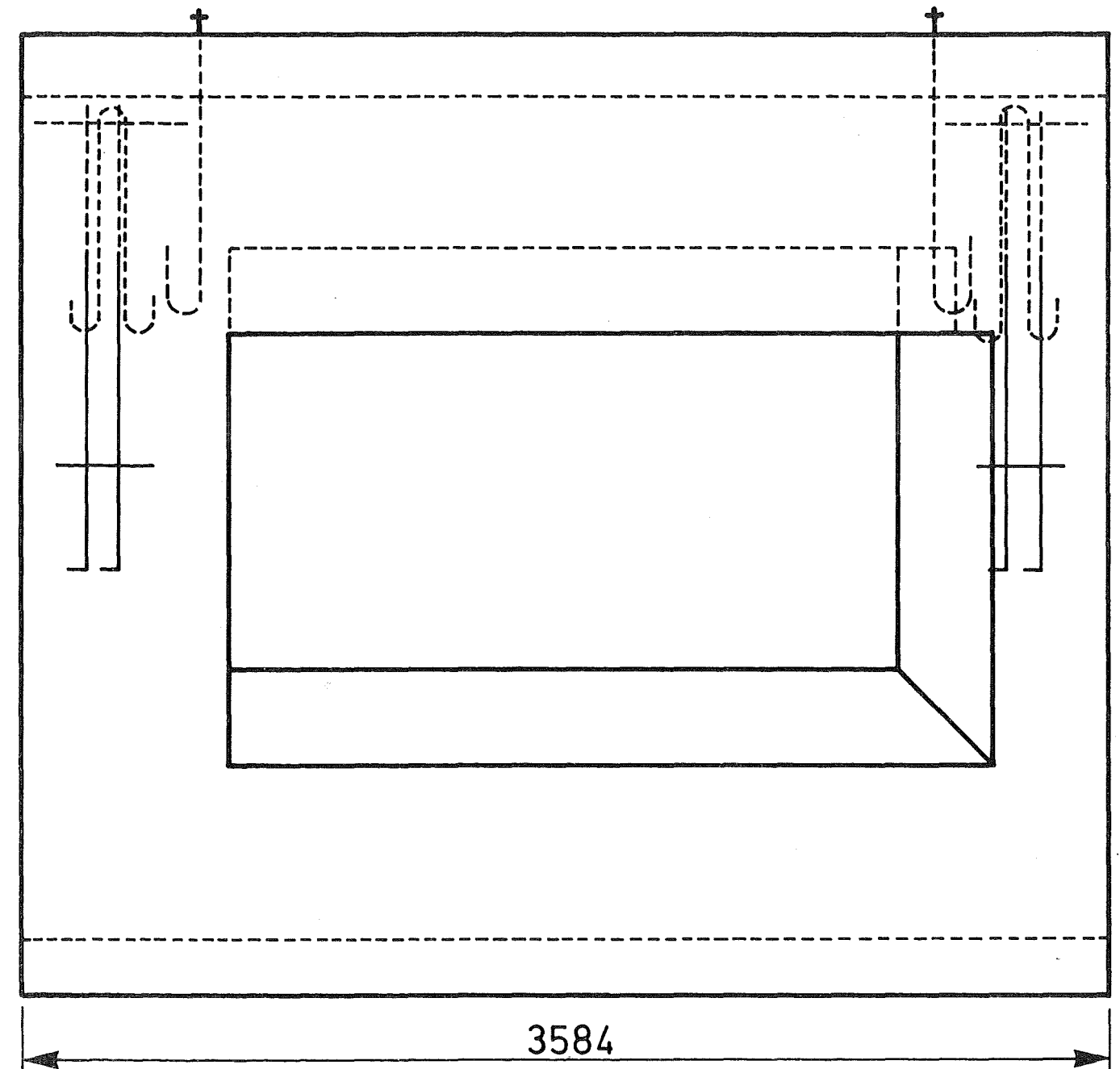
Pag.107, figur 471 ff

Når tagpappen er eller bliver utæt, er konsekvenserne omfattende, og fejlen vanskelig at finde.

Pag.113 ff

Vinduers fuger. Teksten er ikke mere dækkende og bør læses i sammenhæng med indledningen og den følgende tekst.

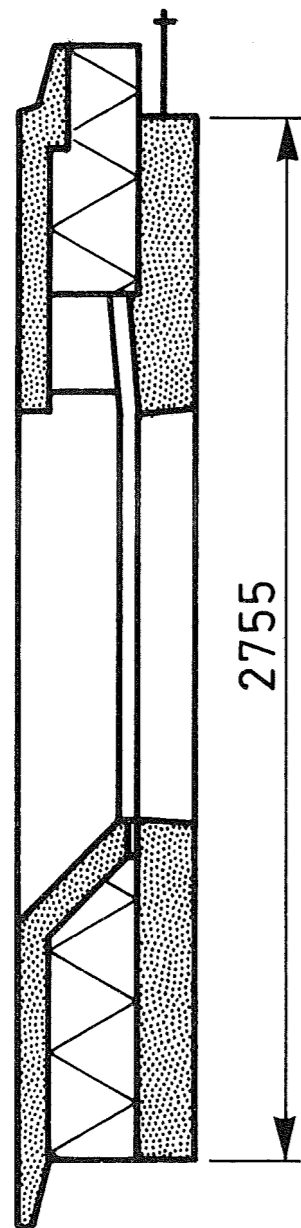
UDDRAG AF HØJGAARD & SCHULTZ A/S's tegninger af
HØJISOLERET BETONSANDWICH-FACADEELEMENT



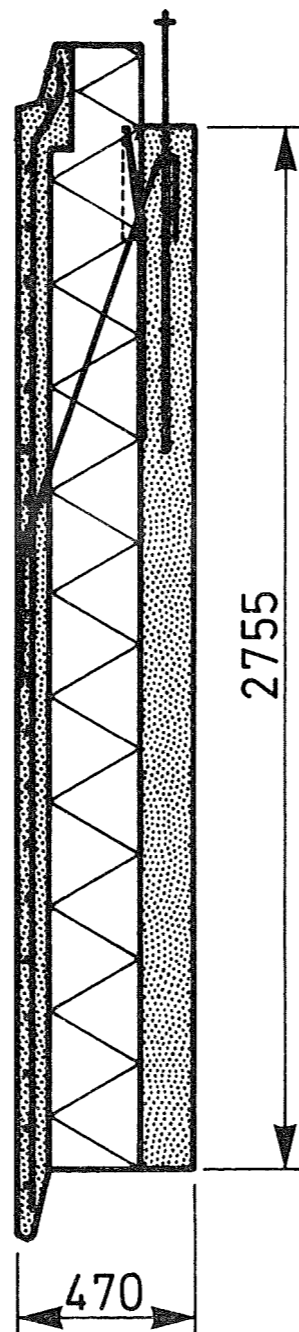
FIGUR 1. Opstalt af facade set udefra, jfr. snit figur 2 og figur 3 (1:20).

Vinduesåbningen har foroven udsparring for rullegardin (solafskærmning). Den indre, bærende betonskive (figur 1, 3 og 7) har dels en normal løftebolt, der benyttes ved håndtering på fabrikken (normalt løftegrej) og ved montagen af næste etages facade (se figur 4), dels indstøbte løfteøjjer (se figur 1, 3 og 7), der benyttes under selve montageoperationen (i stedet for den normale løftebolt), for at løftepunktet skal være så nær som muligt lodret over facadens tyngdepunkt (se figur 3).

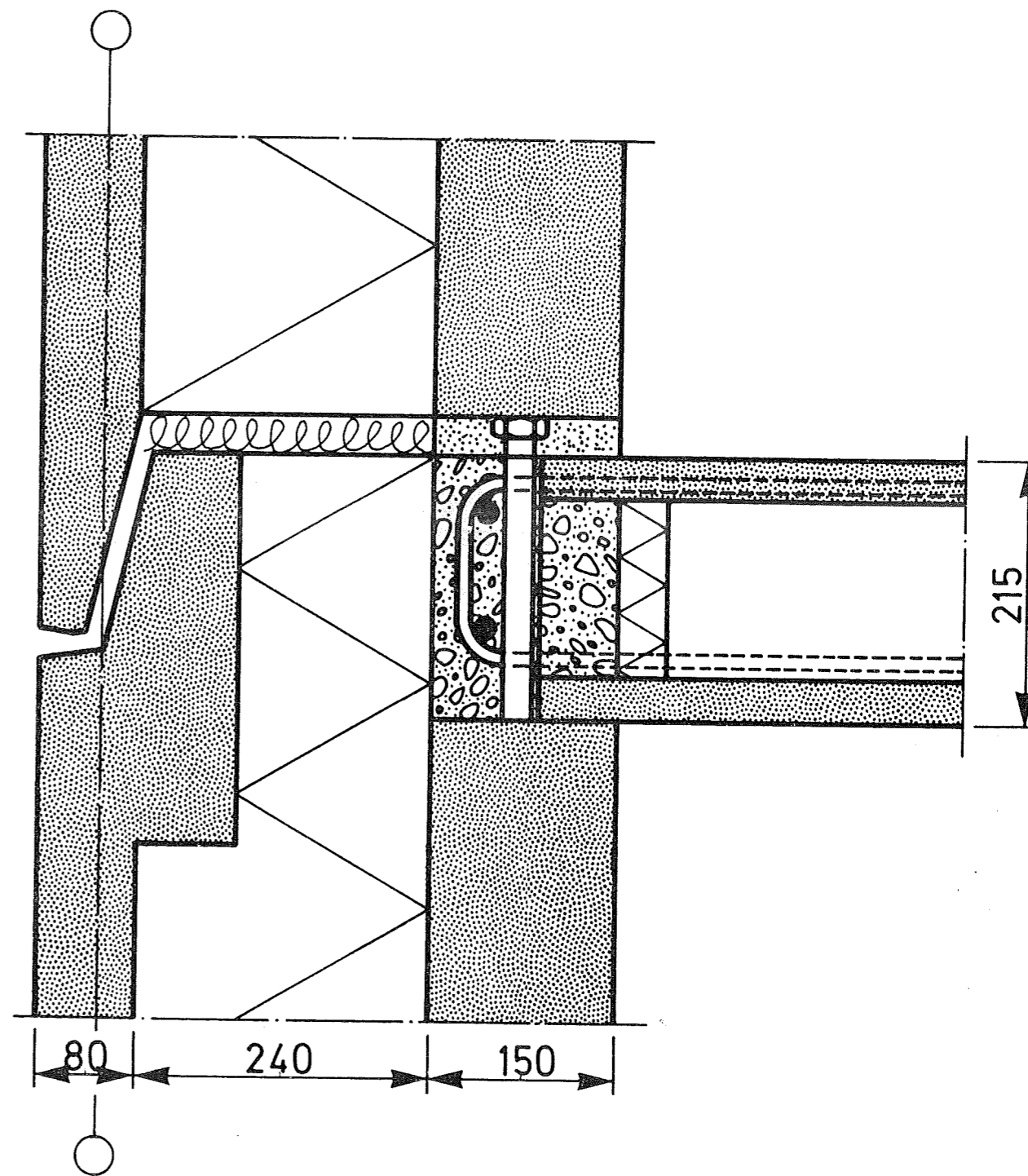
Sammenlign med figurerne 407, 408, 412-415 i notat 55.



FIGUR 2. Lodret snit i
vindue (1:20)



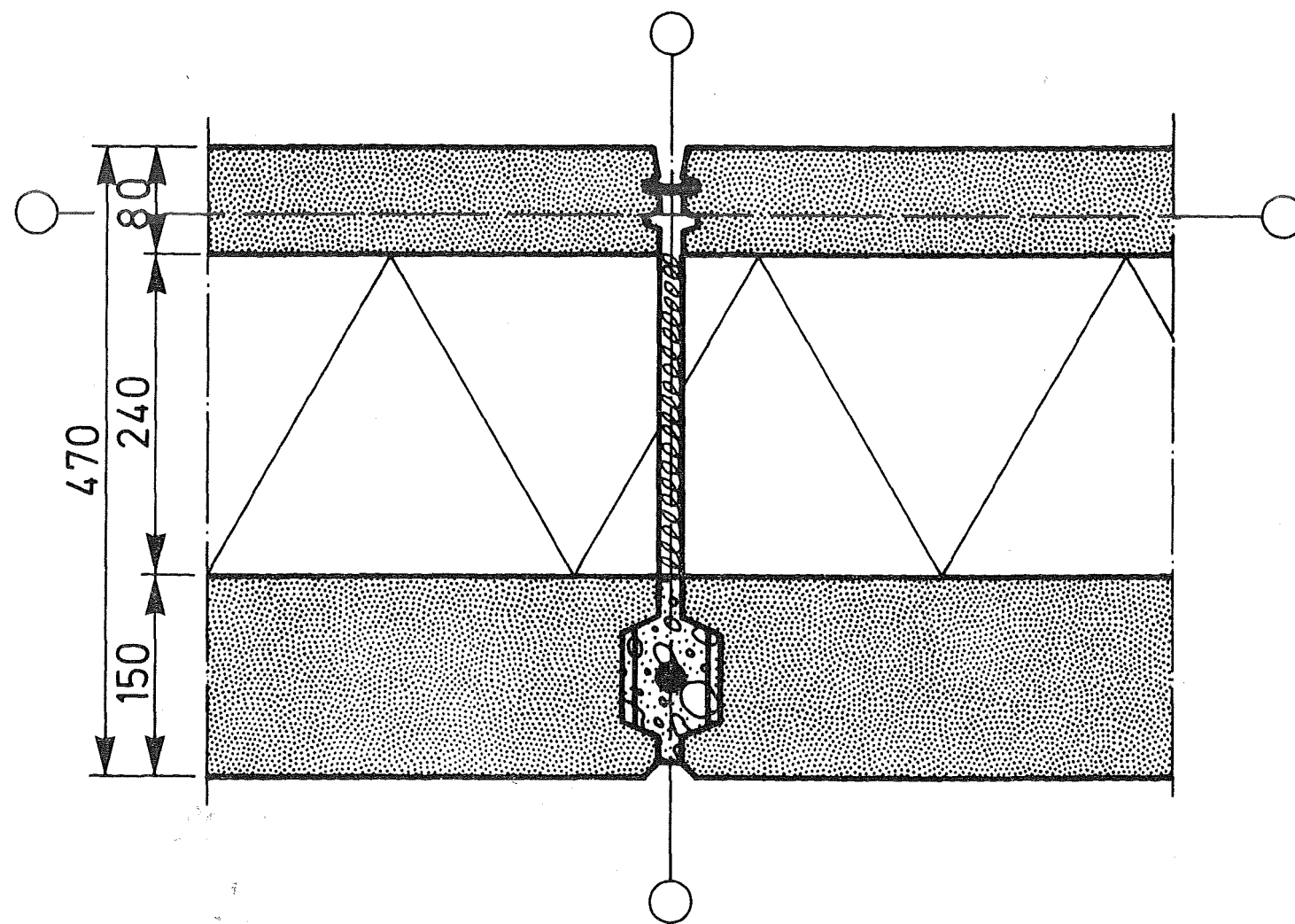
FIGUR 3. Lodret snit i
facade (1:20)



FIGUR 4. Etagekryds (1:5)

Der benyttes H & S Langspænddæk. Bemærk armeringen i fugerne. I øvrigt helt normalt etagekryds og overlappende vandret facadefuge.

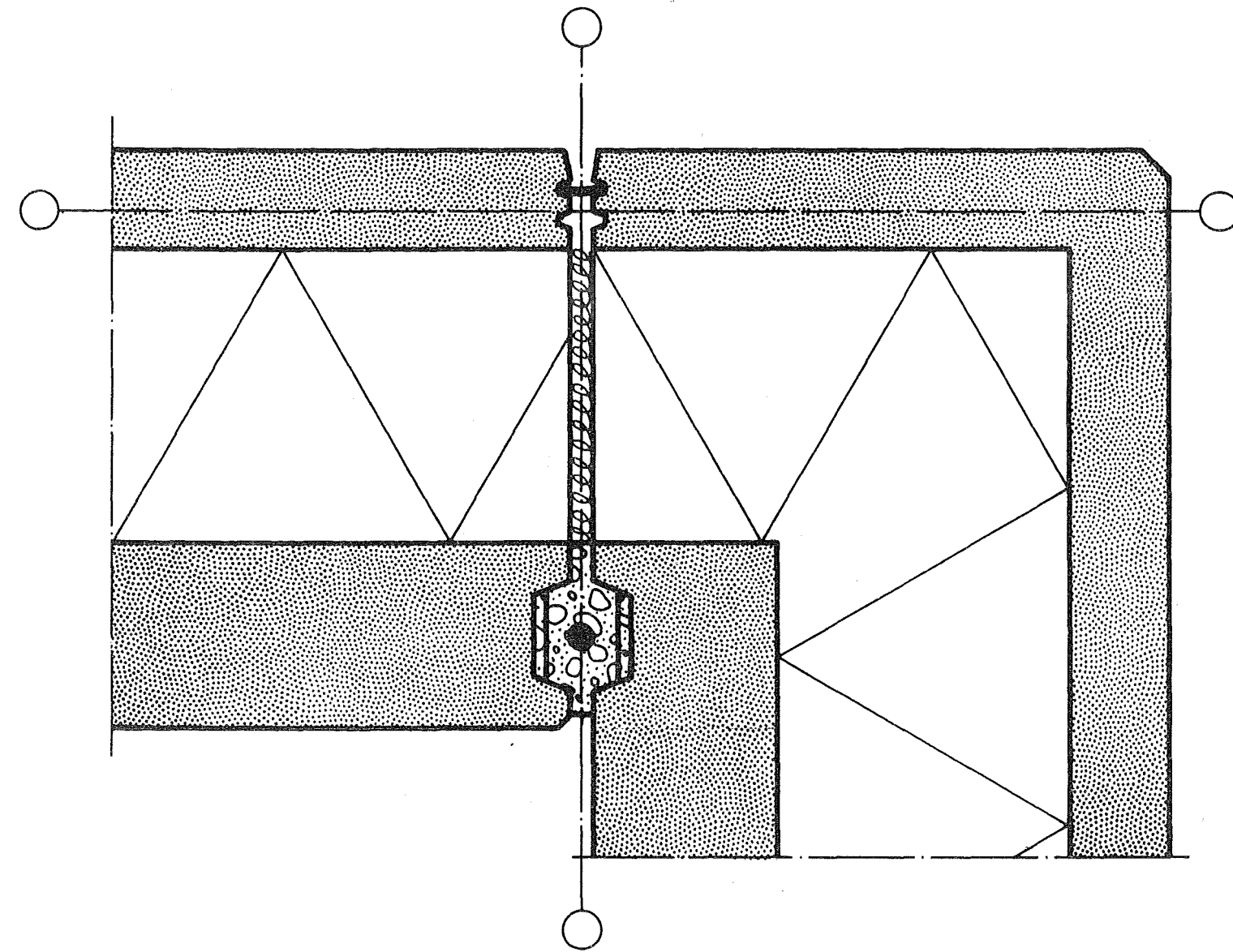
Sammenlign med figurerne 408 og 412 i notat 55



FIGUR 5. Lodret facadefuge (1:5) smlgn. figur 6

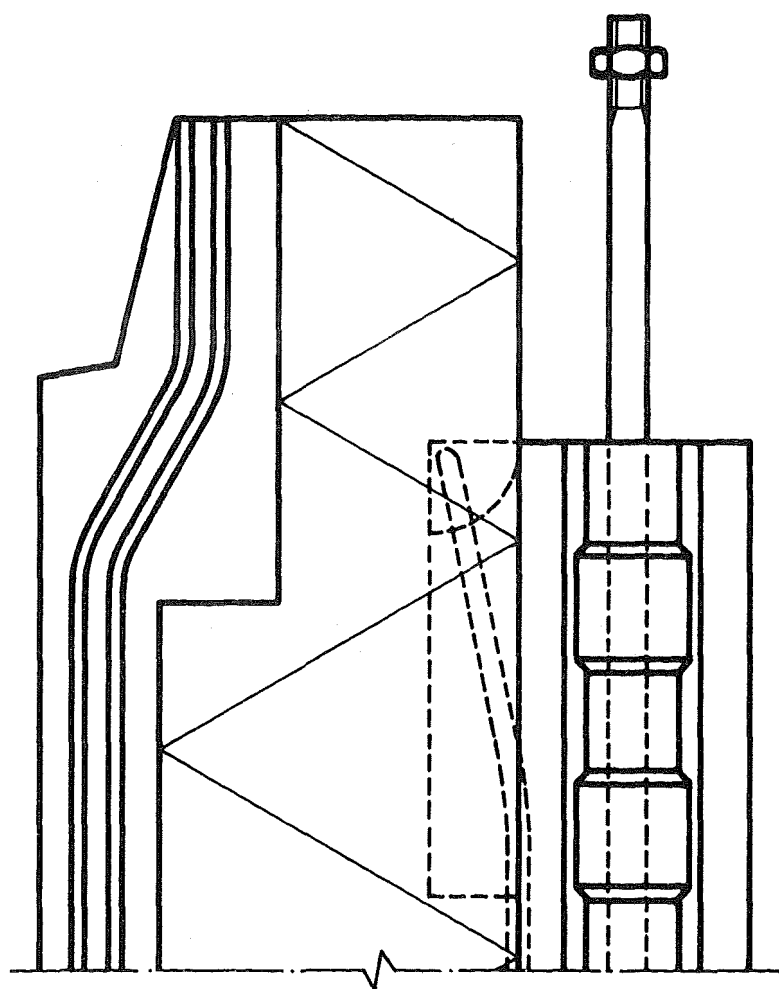
Indvendig tilbageliggende fuge v. affasede elementkanter. Det giver en hurtigere finishoperation. To-trins fuge med dobbeltnot (i stedet for neoprenenot plus vaskebrædt). Dette benyttes oftest idag, hvor betonoverfladens kvalitet er høj.

Sammenlign med figur 407 i notat 55.



FIGUR 6. Lodret facadefuge ved hjørne (1:5)

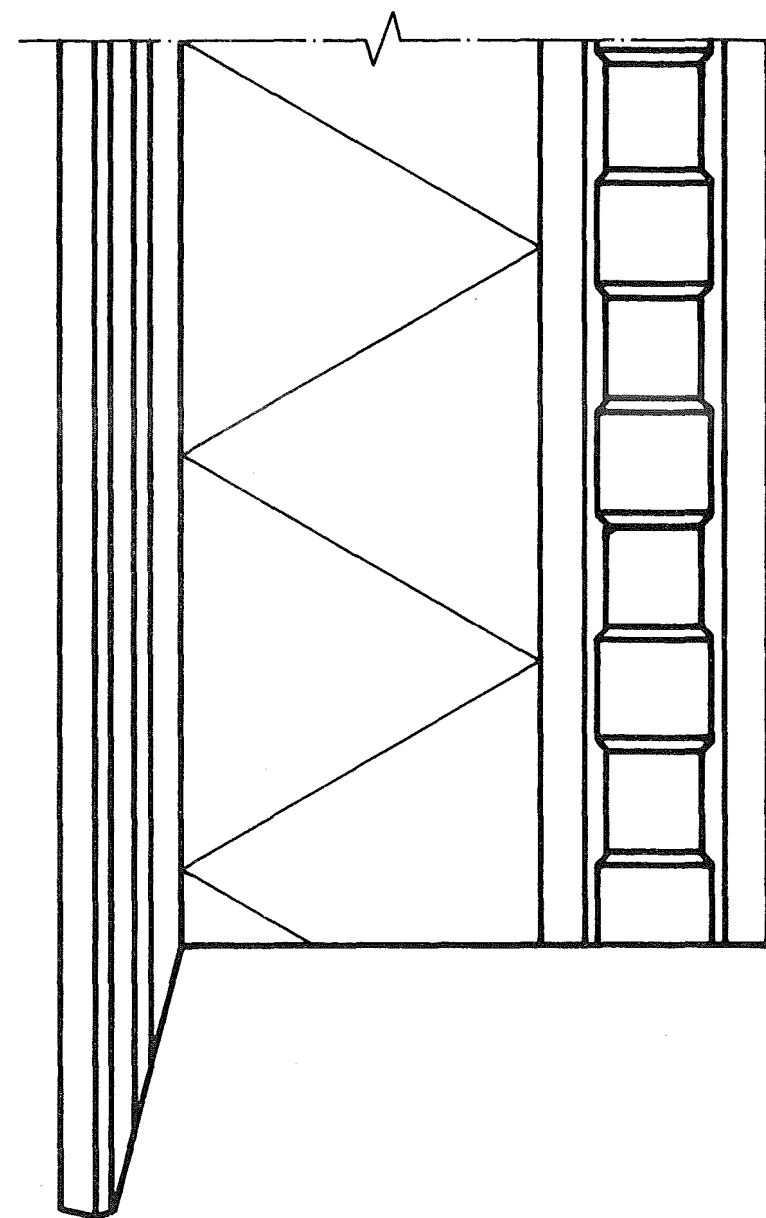
Sammenlign med figur 453 i notat 55



FIGUR 7. Opstalt af øverste del af facadens sidekant (1:5)

Bemærk løftebolt, løfteøje og fortanget elementkant (jfr. figur 5 og 6) i indre betonskal, dobbeltnot for henholdsvis neoprene og dræn i ydre betonskal.

Sammenlign figur 7 og 8 med figurerne 408, 412, 414 i notat 55.



FIGUR 8. Opstalt af nederste del af facadens sidekant (1:5), smlgn. med figur 7.

VINDUEROVERSIGT OVER SKADESÅRSAGER FOR NYERE TRÆVINDUER

Mange af nedennævnte skadesårsager er allerede omtalt fyldigere i notat 55. En væsentlig del af de nævnte skadesårsager refererer til de ændringer i materiale og udformning mv, der er sket i de sidste 25 år, og som gav utilsigtede skader.

THERMORUDE ?
Hellere koblede
rammer ?
Se pag. 13, 14 og 37

Thermoruden er i sig selv et problem. Den er dyr og holder kun kort tid (5-10 år er ikke ualmindeligt), da de limede forseglinger ikke tåler ultraviolet lys, hvorefter der sker kondens og udblomstring mellem glassene. Tidligere brugte man svejste forseglinger, der stort set holder en menneskealder. Thermorudens eneste fordel er tilsyneladende, at man sparer den årlige pudsning mellem glassene. Til gengæld får man svære rammer med dybe false og alle de heraf følgende risici, nævnt nedenfor.

TRÆ

Ringere trækvalitet end før, fx sorteres træet ikke med henblik på udvendig/indvendig anvendelse etc.

Forkert limteknik, fx kan maskinel limpåføring medføre, at endetræ ikke mættes, uanset moderne limtypers gode kvalitet.

Fladelimning uden sløjfning eller lignende, uanset fordelene ved opskåret (vendt ?) træ.

Større glas giver større rammedimensioner.

Thermoglas giver, p.g.a. den større vægt og de væsentlig dybere false, større rammer.

Store tunge rammer får dybere og bredere revner, hvor råd bedre får fat.

Større profiler, udskåret af mindre stammer giver generelt en højere splintprocent, og den manglende sortering forværer forholdet. Splint angribes lettere (men imprægneres også lettere).

Marvsiden er ikke vendt udad, således at sprækker og revner vender udad.

Vandrette eller kun svagt skrånende flader af træ, fx sålbænke.

FACADEGEOMETRI MV

Plane facader uden tagudhæng, fremspring, gesimser og vandnæser ved alle fuger.

Karme og rammer uden fald i bundfals og uden "vindfælder", dræn etc. i side- og overkarme og -rammer.

Falsmål (karm/ramme) uden koordinering med tap-slidsmål (karmyderside) kan give utætte, ja åbne, samlinger.

Damptæt udvendig fuge mellem karm og murhul, især farligt ved betonfacader, mens murværk ofte kan "udligne" kondens.

Manglende ventilation bag udvendig fugning.

Bundfugen (udvendigt) ikke tilbagetrukket, så de lodrette fuger ikke er ventilerede og dræned.

Skarpe, ikke afrundede kanter på profiler.

Sålbænke uden tilstrækkeligt fald, med dårlig tilslutning under underkarm eller ved sålbænkens afslutning ved lodrette murhulskanter.

Se også GLASFALSE nedenfor.

VEDLIGEHOJDELSE

Tyrkertro på trykimprægnering - manglende efter-imprægnering (efter tildannelse).

Vacuumimprægnering (efter tildannelse mv.) er væsentlig bedre, men varer ikke evigt og kan forlede til, at man indfører for lange vedligeholdelsesintervaller.

Mangelfuld falsbehandling og limteknik indebærer, at skjulte overflader bør vedligeholdes oftere, end de synlige flader indicerer.

Moderne glasfals giver ikke - som kitfals - en advarsel om, at der er noget galt.

Manglende kontrol (og opretning) af fugebånd, glaslister osv, nedsunkne bånd, forskubbede afstandsklodser, løse glaslister giver vandet adgang og/eller hindrer dræning af fals.

Kondens som følge af for sjælden udluftning p.g.a. misforstået spare-iver. Kuldebroer er farlige, selvom de er dæmpet med nogle cm isolering.

GLASFALSE

Thermoglasforskrifterne (med revisioner) tilsigter øget levetid for glasset, men medfører risiko for vandindtrængen.

Træglaslister dræn er ofte galt placerede, blotter endetræ, forstoppes af fugebånd og insekter, blokeres af afstandsklodser - og dræner slet ikke de kritiske falshjørner, hvor tap-slids-samlingerne er åbne, p.g.a. fejl i produktionen eller som følge af bevægelser forårsaget af fugtvariation, vinduets brug etc.

Alu-glaslister suppleret med sikring af falshjørner er først sent kommet ind i produktionen. Sikringen kan i dag fx udføres med silicone ligesom topforseglingen. (Fugen skal nok udskiftes hvert andet år, en kærkommen lejlighed til at efterse bundfalsen).

Topforsegling, vel vedligeholdt, bør findes udvendigt og (i hvert fald) fornedet, indvendigt, af hensyn til evt. kondens, men alt dette forsømmes ofte.

Fugebånd uden vedhæftning, nedsunkne og vandsugende, uden (god) topforsegling, så regnvand fanges og ledes ind i falsen.

Glaslister, der er løse eller ligefrem gaber, uden tryk mod fugebånd.

Manglende tætningslister, der medfører at vind kan drive vand ind i falsene, og at stueluften kan kondensere i falsene. Her til kommer trækgenerne.

KONKLUSION

En lang række ændringer i indeklimaet, facadegeometrien, materialerne og fugningsmetoderne gav et for trævinduer væsentligt dårligere klima. Samtidig ændres holdningen til vedligeholdelse (frekvensen). Selve overfladebehandlingen kan i en del tilfælde påvises at have medvirket positivt eller negativt, afhængigt af behandling og udførelsesdetaljer. Det er et spørgsmål, om mange af de moderne overflademalinger, vi benyttede i 60'erne, ikke var for tætte til udendørs anvendelse. Svenske erfaringer synes at indicere dette, ligesom Teknologisk Instituts anvisninger er revideret i de seneste år. Overfladebehandlingerne må således også sættes under mistanke som medvirkende årsag til vinduesskaderne i 70'erne.

VINDUER, NYE EXEMPLER

Fald i
nederste
fals i
ramme
og karm

I notat 55 bliver der allerede pag. 118-119 gjort opmærksom på, at de nederste fals i karm og ramme burde have fald udad, i forbindelse med en række ældre, i dag uacceptable løsninger. Pag. 120 gøres der opmærksom på, at moderne vinduer skal have fald i de nederste fals, men først fra pag. 126 er der vist løsninger, hvor dette er tilfældet.

Drænet
Alu-glasliste

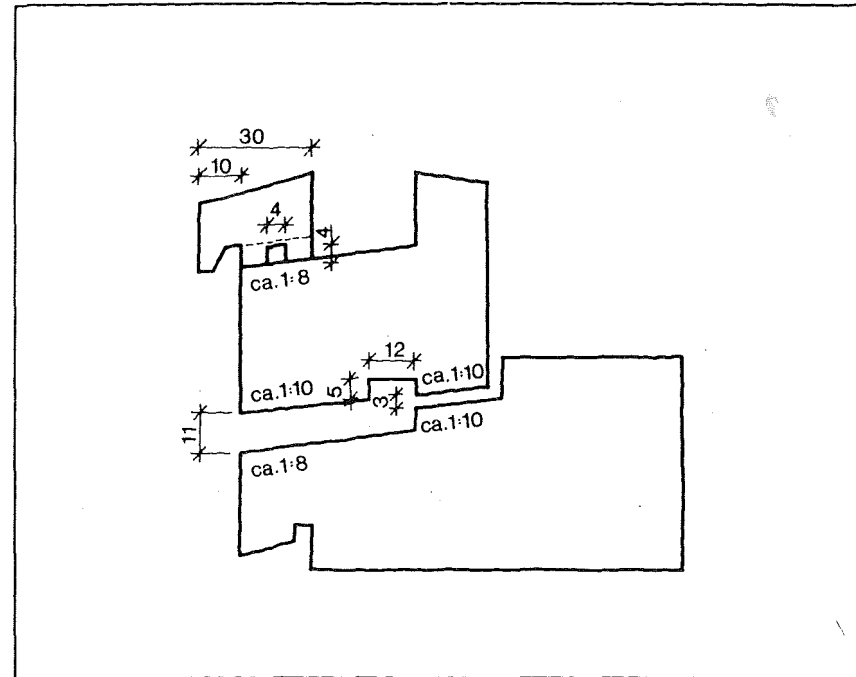
Glasfals med fald og drænet glasliste er vist pag. 132, figur 552. Dette har indtil for få år siden været den almindelige løsning i vel udførte vinduer. I BYG-ERFA erfaringsblad 790621 er vist anbefalede mål (figur 9). Allerede året efter, 1980 i erfaringsblad 800915 vises en alternativ løsning med en drænet Alu-skinne (figur 10). Skinnen sikrer langt mere effektivt end trælisten, at ramme-falsen virkelig er ventileret - og drænet hele vejen, også ved falshjørnerne.

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.

Sammenlign også notat 55, pag. 122, figur 531.

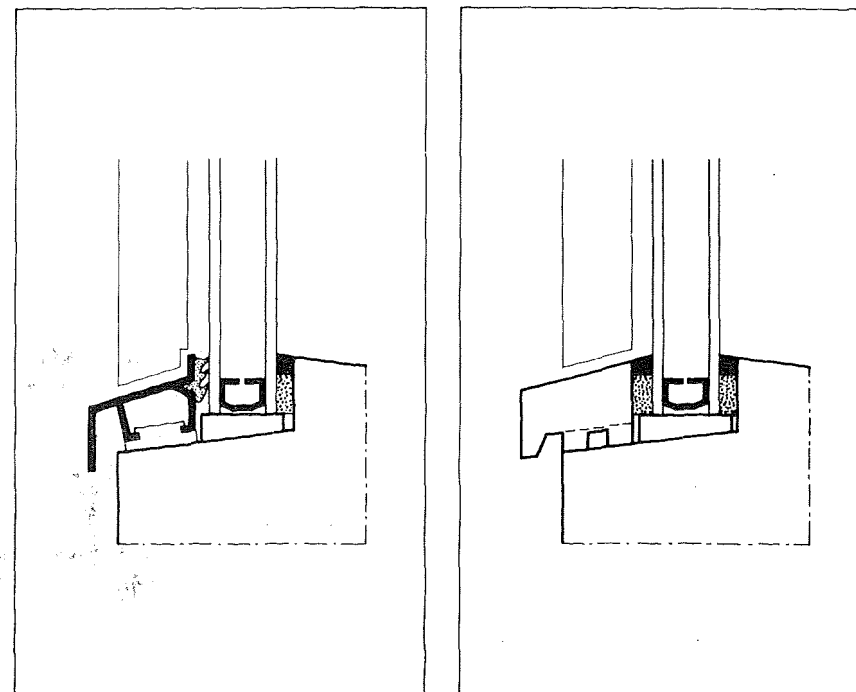
Mellem glas og Alu-skinne kan benyttes det på figur 10 viste profil, der kan fungere i mange år, hvis selve materialet har en lang levetid, idet båndet er sikret mod at synke ned og spærre for dræning og ventilation.

Der benyttes ofte en siliconefuge som topforsegling af fugen mellem glas og Alu-skinne. Såvel denne siliconefuge som den ovenfor omtalte siliconeforsegling af falshjørnet skal efterses årligt og antageligt udskiftes med korte mellemrum. Det er en overkommelig operation, og da Aluskinnen samtidig skal demonteres, er der gode muligheder for at eventuelle problemer i underrammen konstateres i tide.



Eksempel på udformning af glasliste, underramme og underkarm.

FIG. 9. BYG-ERFA blad 790621 (1979).
Fald i false, dræn i glasliste.



Ventileret metalprofil som glasliste.

Drænet træglasliste kombineret med
fugetætning.

FIG.10. BYG-ERFA blad 800915 (1980).
Den ventilerede Alu-skinne "anerkendes".

Luftning — toppförsegling.

Enligt de svenska glasbrukens anvisningar för insättning av isolerrutor enligt SIS 818118 skall fönsterkonstruktionen alltid vara luftad vare sig ytterfalsen toppförseglas eller ej.

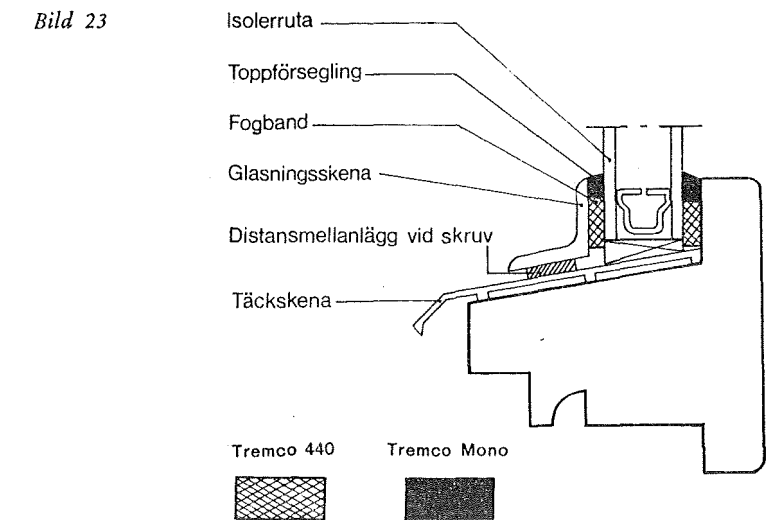


FIG.11. TREMCO's "den lille sorte", svensk udgave 1969, om tætning af fuger og glasisætning har ovenstående bild 23, der viser, at de svenske glasfabrikanter allerede i 1969 anviste thermoglasisætning med drænet og ventileret Alu-glasliste. Den viste "täckskena" kan jeg ikke anbefale. Nok bidrager den væsentligt til at aflede vand fra rammens overside, men den kan til gengæld også virke som en kuldebro, der giver kondens (og inde-spærret fugt).

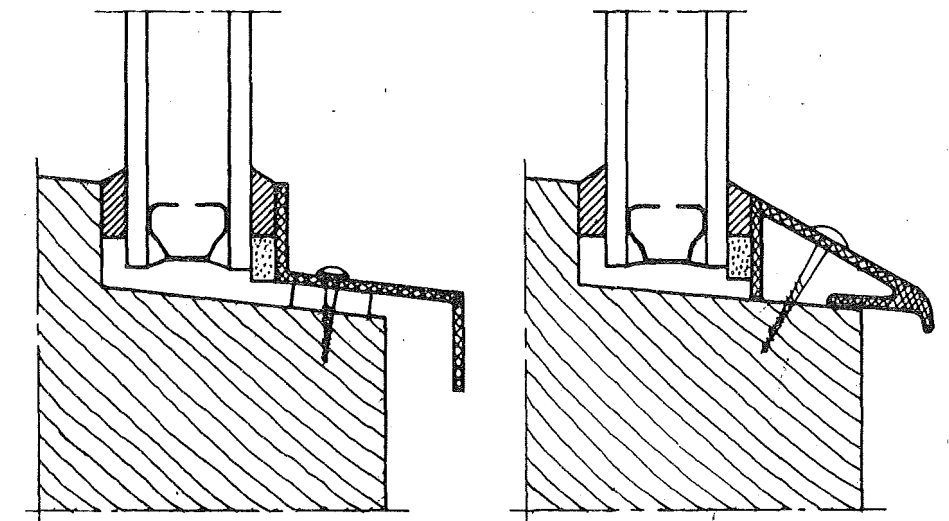
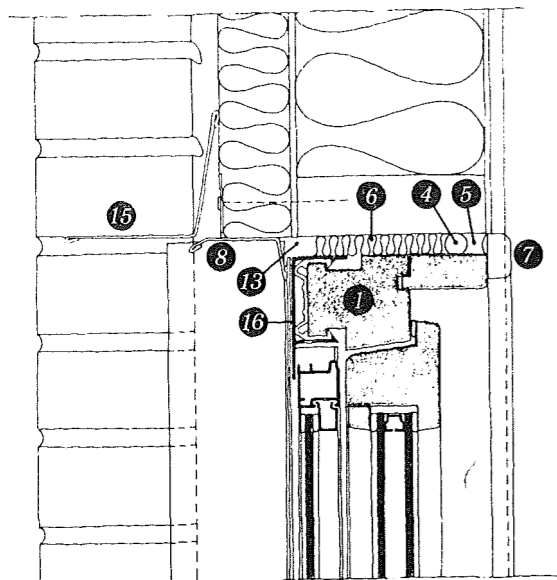
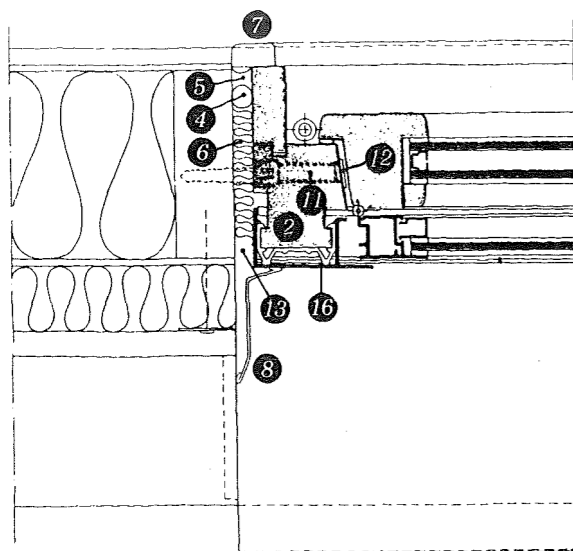


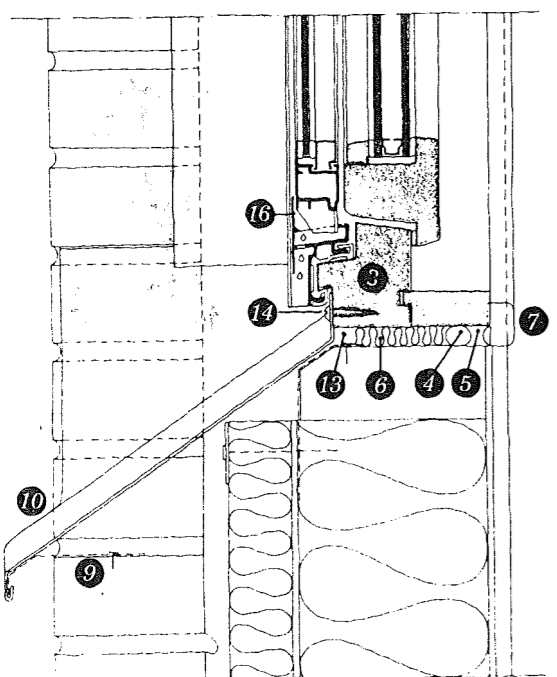
FIG.12. I K. Prebensen: Facaderenovering i Brøndby Strand, Byggeindustrien 10, 1980 vises dels den Alu-glasliste, der anvendes i Brøndby Strand (tv), dels en utilladelig udformning, der kan medføre svampeangreb (th)



Vertikalsektion genom karmöverstycke



Horisontalsektion genom karmsidostycke



Vertikalsektion genom karmbottenstycke

1. Overkarm.
2. Sidekarm.
3. Bundkarm med tilslutning for sålbænk (10).
4. Profil som modhold for 5.
5. Indvendig fuge, diffusions- og lufttæt.
6. Stopning med mineraluld eller skum som varmeisolering. De yderste 15 mm må ikke fyldes! Dræn og ventilation af fugen (nedad, 13).
7. Indvendig træ-dækliste.
8. Udvendig plast-dækliste.
9. Hæfteklamme for sålbænk (10).
10. Sålbænk. Hældningen bør være mindst 30°, og sålbænkens ender må bukes op og tilsluttes tæt til væg (sammenlign notat 55, pag. 126).
11. 2-delt karmskrue, som tillader efterjustering af karmen. Kiler kan undgås.
12. Plastafdækning af 11.
13. Dræn- og ventilationskanal. Nødvendig for karm-murhul-fugens funktion. Udluftning af stopningen (6).
14. Udsparring for sålbænk. Tilbagetrukket, så den under 13. omtalte kanal er effektivt drænet og ventileret.
15. Pladeprofil med to funktioner: Vand, der måtte trænge gennem skalmuren, ledes ud. Fungerer som understøtning, hvis der mures med stik over vinduesåbningen.
16. Beklædningsprofiler af aluminium, anbragt uden kontakt med træet. Luftspalte til god ventilation. Udvendig vedligeholdelse er elimineret.

FIG. 13. Se teksten til pag. 37.

SVENSKE ERFARINGER

I det svenske Byggeforskningsrådets rapport R15:1981, "Fönsterhålet" af Åke Holmberg er problemerne omkring vinduets indsætning i facaden bearbejdede. Vinduet selv er behandlet i R150:1979 af Sven-Erik Bjerking. Der er mange erfaringer og megen vejledning at hente i disse rapporter.

Det viste eksempel på et tre-lags vindue indsat i en skalmuret træskeletvæg er fra Åke Holmbergs rapport, men gengivet i den form, hvori det præsenteres i "Fönster Forum", nr.1, 1981, udgivet af Skandinaviska Aluminium Profiler AB, Vetlanda.

Der vises et indgående, sidehængt thermoglasvindue, suppleret med et udvendigt tredie glas i en Alu-ramme og med Alu-beklædning af trækarmen m.v.

Løsningen skulle medføre et stort set "vedligeholdelsesfrit" vindue. Princippet med 3 lag glas, hvoraf det yderste lag er indsat i en ydre, koblet ramme, udnyttes i dag af en række fabrikanter i Skandinavien. Den ydre ramme er ofte af træ, og er i så fald ikke vedligeholdelsesfri, men antagelig mere bestandig end den normale ramme for et thermoglas, bl.a. fordi dens dimensioner er små, og falsen lille og "overskuelig" at vedligeholde.

Skulle den ydre ramme blive angrebet af råd, er det en billig del af vinduet, der til sin tid skal udskiftes. Den dyre del vil sandsynligvis i de fleste tilfælde, med ordentlige karmfuger, være uskadt, da den kun undtagelsesvis vil blive våd.

Thermoglasset er endvidere bedre beskyttet mod klimaet, herunder ultraviolet bestråling, temperaturspændinger m.v. og burde have en længere levetid end en normalt isat thermorude (5-10 år). Den dyre rude er endvidere beskyttet mod fodbolde og andre udefra kommende "uheld".

Det viste vindue er trykket så langt ind som muligt. Derved opnås god beskyttelse af vinduet mod regn, ligesom vinduet indvendigt får god kontakt med cirkulerende, varm rumluft.

Fugerne er 2-trinsfuger med ventilation og dræning.

EFTERSKRIFT

Ved nærmere eftertanke forekommer ovenstående mig på sin vis komisk.

Det er på mange måder en lang liste over småforbedringer, føjet til andre forbedringer, der igen er føjet til traditionelt byggeri, der ved dekretter (og økonomisk nødvendighed?) er blevet påtvunget hastige ændringer, industrialisering og højisolering.

Tilsyneladende er alt bygget oven på det kendte. Ingen har virkelig søgt at tage konsekvensen med helt nye ideer. Skal et vindue være oplukkeligt? Fast glas til lys og udsyn + ventilation via ventilationsklap eller mekanik? Hvorfor har et mindre vindue overhovedet en bundfals? (Velux ovenlysvindue har aldrig haft bundfals). De fleste rådangreb i vinduer starter i brundrømmens/bundkarmens fals/hjørne. Hvorfor bruger vi glas og ikke fx acryl, der sammen med --- osv. osv.

Tilsvarende kunne argumenteres om facader, eller om efterisolering af huse contra en ny påklædningsmode.

Andre industrier har haft tilsvarende problemer, fx var de første biler blot "hestevogne med påsat motor". Det er først i de seneste år, rustproblemerne er taget op, mens udviklingen af motor og køreegenskaber dominerede initiativerne de første 100 år af udviklingen.

Tilsvarende lagde byggeriets projekterende arkitekter og ingeniører, oftest mest vægt på bygværkets og den nye teknologiske hovedide, som det, der gav kollegial prestige, mens detaltegningerne i 1:1 tit blev overladt til de mindre kvalificerede i projekteringssteamet. Uanset at det oftest netop er detaljer, der er skadesårsager. Overraskende, da de to professioner iøvrigt har dokumenteret, at de også kan yde højt kvalificeret arbejde med detaljerne, fx inden for kunsthåndværk, møbler, betonteknologi, partialkoefficient-beregninger osv. Overraskende fordi detaljerne i de fleste projekterende firmaer i realiteten er den langt mest arbejdskrævende (honorarbelastende) del af projekteringen.