

ALUMINIUMVINDUER

Av arkitekt Trygve Isaksen

Norges byggforskningsinstitut

OSLO 1960

Særtrykk av BYGG, nr. 5—6, 1960

Aluminiumvinduer

Av arkitekt Trygve Isaksen

Norges byggforskningsinstitutt

DK 69.028.2

Aluminiumvinduer har ikke vært ofte brukt i Norge før i de aller seneste år når en unntar utstillingsvinduer i forretninger. Den raskt økende etterspørselen skyldes kanskje først og fremst vinduenes utseende, deres minimale vedlikehold og dermed lange levetid. Etterspørselen henger også sammen med at vi har begynt å bruke påhengsvegger i større utstrekning.

En del av den norske produksjonen er basert på lisensavtaler med utenlandske firmaer, vi importerer også en god del ferdige vinduer fra fabrikker i Mellom-Europa. Hittil har vinduene stort sett vært av de mer representative typer og kvaliteter, men det er ikke usannsynlig at vi etter hvert kommer til å bruke aluminiumvinduer i ganske stor utstrekning både i industribygg og i skoler og boliger. Riktignok er prisen relativt høy når vi sammenlikner den med prisen for enkle trevinduer, ja, den er høy selv om vi kombinerer aluminium og tre, men forskjellen kan spares inn igjen på vedlikehold og levetid.

En standardisering av vindusmål og vindustyper vil kunne bringe prisen noe ned, men den største prisreduksjonen ville vi få hvis prisen på selve aluminiumlegeringene gikk ned. Ren arbeidslønn for et større industrivindu (ekskl. montasje) er ca 65 % av råstoffprisen.

De høye råstoffpriser har likevel hatt en god virkning: De har framtunet en nøye planlagt framstilling hvor flest mulige manuelle operasjoner unngås. Derved har selve planleggingsarbeidet fått stor betydning, bedriftene må satse på gode konstruktører og driftsfolk. Når tegningene for et vindu går ut i fabrikk, skal selve framstillingsprosessen være innarbeidet i tegningene.

Som man skjønner kan det arbeides ganske friskt før de endelige tegninger foreligger, dette planleggingsarbeidet må naturlig nok i større og større grad overtas av produsenten. — Hensikten med denne artikkelen er først og fremst å peke på ting

som byggherrer og arkitekter og entreprenører bør undersøke når det strømmer inn tilbud på aluminiumvinduer. Det vil kanskje også gi konstruktører og tegnere en liten innføring i hva man kunne kalle «vindusfysikk»: hvordan vind og regn, kulde og varme og fuktig romluft virker på vinduet og hvordan vinduet prinsipielt bør konstrueres for å klare påkjenningene best mulig. Dette høres greitt ut, men de få erfaringer vi har høstet, tyder på at vel nok er det vanskelig å være konstruktør av aluminiumvinduer i vårt barske klima, men det er ulike mye verre å kunne opptre som profet. En del av de synspunkter vi forfekter i dag må vi kanskje revidere senere.

Krav til aluminiumvinduer

1. Vinduet skal ha lang levetid, det er dyrt og vi har ikke råd til stadig vedlikehold med leid hjelp. Her kommer korrosjonsforhold og legeringens kvalitet inn, overflatebehandlingen av profilene kan også spille en rolle.
2. Vinduet skal være stabilt, det skal la seg åpne og lukke uten at vi skal bruke alle våre krefter og uten at karm og ramme gir etter. Vi må sette fasthetskrav til profilene og i mange tilfeller ganske særlig til hjørnesammenføyningene.
3. Vinduet skal være mest mulig lufttett. Her kommer tettelistene og deres plassering inn i bildet, utførelser av hjørnesammenføyningene også.
4. Vinduet skal være absolutt vanntett mot slagregn. Det gjelder utforming av profiler, plassering av tettelisten og vannterskler.
5. Fuktighet i romluften skal ikke kondensere på indre profilflate før det dugger på romsiden av vindusruten. Dette er et viktig krav når vinduet skal ha brutt kuldebro og er dyrere av den grunn. Måten å bryte kuldebroen på spiller stor rolle.
6. Vinduet skal være lett å betjene. Dette setter bl. a. krav til hengsler og låsmekanismer, vi vil helst at de skal kunne brukes i hele vinduets levetid uten å svikte.

Tabell 1. AlMgSi-sammensetning.

Legering	Cu	Mg	Mn	Si	Fe + Ti	Zn	Cr
AlMgSi.....	0,1 (0,05)	0,6—1,4	0,6—1,0	0,6—1,2	0,5	0,3	0—0,3

Sammensetning i % med store tall. Største tillatte tilsetning i % med små tall.

Ved høyere krav til korrosjonsbestandighet for eks. for nærings- og nytelsesmiddelindustrien, takttekking og skipsbygging, Cu innhold $\leq 0,05$ % og Fe innhold $\leq 0,4$ %

Tabell 2. Navn og betegnelser på forekommende AlMgSi-legeringer.

Benevning	Mg %	Si %	Mn %	Cr %	Cu %
Aldrey	0,4	0,5	—	—	—
6506, 6063 (63S), 50S	0,7	0,4	—	—	—
6508, anticorrosional, pantal	0,7	1,0	0,7	—	—
6510, 6061 (61S), 65S	1,0	0,6	—	0,25	0,25

- Vinduet skal være lett å holde rent. Dette tilsier ikke bare at vi med omhu velger vindustypen, f. eks. sving kontra sidehengslet, men også at vi ser etter at alle overflater er slik utformet at støv og smuss ikke trives på dem.
- Vinduene skal kunne settes raskt inn i sine åpninger og fugene mellom vinduskarm og omgivende vegger skal kunne tettes og isoleres med varig virkning. Vi stiller her krav både til utformingen av vindusprofilene, til utformingen av åpningen i veggen og også til selve tettemidlet, som vi vet må tåle store påkjenninger.

Legeringer og profiler

Norges produksjon av aluminium vil om få år være den største i Europa, våre verk framstiller de legeringene vi helst bruker til vinduer, nemlig AlMgSi-legeringer. Disse er de mest korrosjonsbestandige i marin atmosfære av samtlige legeringer, og de er vel egnet for framstilling i en såkalt stangpresse.

Tabell 1 viser et lite utdrag av DIN 1725 som angir sammensetningen og de høyest tillatte prosentandeler som kan brukes av hvert stoff som inngår i AlMgSi-legeringer. I handbøker om aluminium kan man finne en mengde navn og betegnelser på slike legeringer, hvilke av dem som er de best egnede hos oss, tør jeg ikke uttale meg om.

Aldrey brukes til elektriske ledninger, 6506 til stangpressede profiler, 6508 og 6510 til noe sterkere stangpressede profiler. 6063 (63S) og 6061 (61S) er amerikanske betegnelser, 50S og 65S er kanadiske og engelske og er også brukt i Norge. Aldrey, pantal og anticorrosional er tyske og sveitsiske betegnelser.

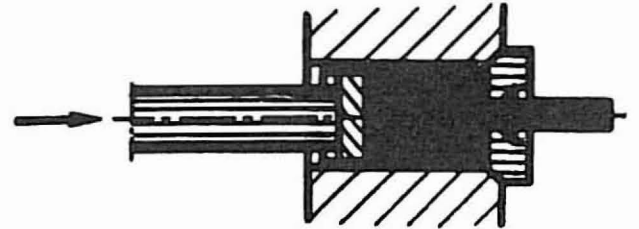


Fig. 1. Stangpresseprinsipp.

Tilsetninger av Mn forbedrer korrosjonsmotstanden idet manganet binder Fe-forurensninger.

Stort sett må man i dag kunne gå ut fra at vindusprodusentene kan få holdbare materialer når de bestiller fra profilverk og presiserer bruken av profilene.

Vindusprofilene blir vanligvis laget i en såkalt stangpresse som arbeider etter det prinsippet som er vist på fig. 1. En sylinder av legeringen blir forvarmet til mellom 450 og 500 °C og ført inn i et kammer hvorfra et stempel presser materialet flytende gjennom en eller flere åpninger. Åpningene er formet som tverrsnittet av de ønskede profiler i en matrise.

Stangpressens størrelse varierer meget, de kan levere stempeltrykk opp til 10—15 000 tonn. Så vidt jeg vet har vi bare en stangpresse i Norge, den leverer normalt et stempeltrykk på 2500 tonn.

I denne pressen kan man lage profiler med tverrsnitt innenfor en omskrivende diameter på 16 cm. Pressen kan også levere profiler med omskrivende diameter fra 16 til 20 cm, men for disse gjelder at de ikke kan ha en hvilken som helst form. Dette greier seg for vindusprofiler. Etter at profilene kommer ut av stangpressen må de rettes i strekkbenk. Vindusprodusentene må stille ganske store krav til toleranser.

Varmherdning av materialet skjer vanligvis i 150—180 °C i løpet av 4—8 timer, her varierer temperaturer og tider meget fra verk til verk og fra legering til legering. Framstillingsprisen pr kg profil varierer etter formen profilet har. Små tynne profiler som f. eks. glasslister er vesentlig dyrere enn enkle hulprofiler, og disse er igjen dyrere enn enkle, åpne profiler. Glasslister kan koste omtrent

Tabell 3. Fysikalske egenskaper hos AlMgSi.

Sammensetn.: prosentuell tils. Resten Al	Tetthet g/cm ³	Smelte- punkt °C	Elastisitets- modul kg/mm ²	Torsjons- modul kg/mm ²	Varmel. evne cal cm, °C, sek	Lengdeutv. koeff.		Kondukt m Ω, mm ²	Temp. ko. for el. mots.
						20—100 °C	20—200 °C		
AlMgSi 0,6—1,4 Mg 0,6—1,6 Si 0,6—1,0 Mn 0—0,3 Cr	2,7	650	6500—7200	2800— 2600	0,4—0,5	23	24	130—32 226—28	3,5 2,8

¹ Mykglødet

² Herdet

Tabell 4. AlMgSi-legeringens holdfasthet.

Legering	Sammensetning						Tilstand	Strek- grense kg/mm ²	Brudd- grense kg/mm ²	Brudd- forleng. δ %	Brinell- tall kg/mm ²	Utmatn. holdf. h. kg/mm ²	Elastisitets modul kg/mm ²
	Cu %	Mg %	Si %	Mn %	Ni %	Cr %							
AlMgSi		0,7	0,4				0	8	15	25	45		6800
							5	15	21	18	60	7	6800
		0,8	1,0	0,7			2	5	12	20	40	8	6800
							4	12	24	20	60	9,5	6800
							6	25	30	8	90	10,5	7100

Tilstandsbetegnelsene angir materialet: 0 Ubehandlet etter strengpressing
2 Mykglødet
4 Opplosningbehandlet og kaldherdet
5 Varmherdet
6 Opplosningsbehandlet og varmherdet

10—12 kr/kg, enkle hulprofiler ca 6—9 kr/kg og vanlige åpne vindusprofiler fra 5—7 kr/kg. Som regel vil enhver konstruktør prøve å komponere vinduer med de enklest mulige og dermed de billigste profiler. Her støter han imidlertid på mange krav som kompliserer arbeidet, låsanordninger skal f. eks. kunne bygges inn lett, og hverken byggherre eller konstruktør liker synlige skruer i vinduets overflater. Hvis han istedenfor skruefester kan benytte seg av profilføringer for låstenger, kan han spare inn merkostnadene ved profilframstilling i og med at han unngår skruer og sammenskruinger under vindusframstillingen. Slike overlegninger kan føre til at vinduet ser temmelig rotete ut innvendig og er ganske annerledes vanskelig å holde rent enn de trevinduer vi er vant til.

Kortfattet gjennomgang av framstillingsprosessen

Framstillingen av rene aluminiumvinduer foregår etter følgende skjema:

1. Profilene kappes etter lister utarbeidet på konstruksjonskontoret, alle gjæringer, innsnitt, brennlengder for sveising etc. er inntegnet. Alle grater slipes vekk.
2. Nødvendige slisser, huller blir frest eller lokket ut, hull for skruer blir gjenget opp.

Fig. 2. Vertikalsnitt gjennom underdel av rent aluminiumvindu med brutt kuldebro.

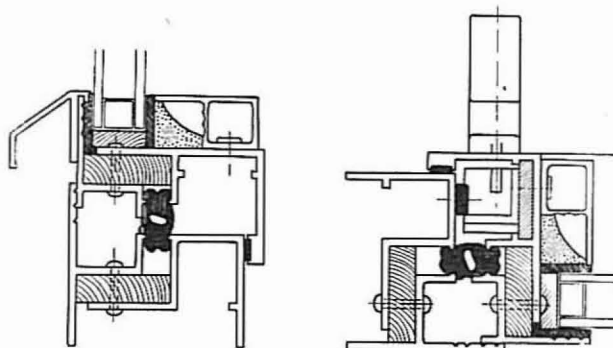
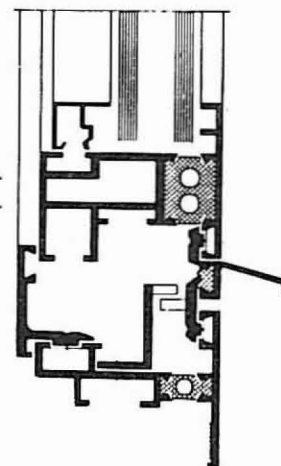


Fig. 3. Vertikalsnitt av rent al-vindu med brutt kuldebro.

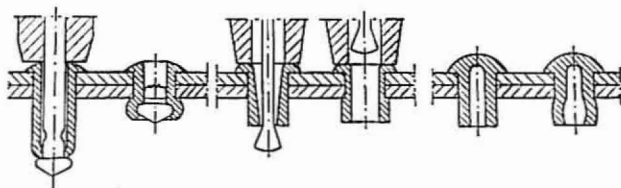


Fig. 4. Pop-nagling.

3. Evt. isolerprofiler blir satt sammen. Dette kan skje både ved å forbinde dem med en profilert gummlist i hele profilets lengde, som på fig. 2, eller ved å klinker sammen profilene med nagler og faste avstandsklosser som vist på fig. 3. Klinkingen gjøres her i en stor kantpresse hvorved samtlige nagler klinkes samtidig.
4. Profilene blir satt sammen til rammer. Dette skjer antakelig hurtigst ved stumpsveising i egen maskin, men gjøres også ved popnagling i forbindelse med forsterkningsvinkler ved hjørnene. Det finnes også andre metoder. Alle grater slipes vekk.
5. Hvis vinduet skal forsynes med horisontale sprosser eller vertikale poster, sveises disse til de nettopp sammensatte rammer med argonbuesveis e. l.
6. Rammene blir sendt til eloksering og
7. deretter blir hengsler og låsanordninger montert, rammen satt inn i karmen og vinduet justert.

Vi vender nå tilbake til de krav vi stilte til vinduet, og begynner med:

Vinduets stabilitet

Vanlige tykkelser av vindusprofiler i karm og rammer er 2,5—2,7 og 3 mm. Brukes vinkler, T-formede stenger etc. som ikke egentlig er beregnet spesielt for vinduer, kan dimensjonene ofte være grovere. Enkle, åpne profiler brukes vanligvis, men større vinduer kan fordre hulprofiler hvis en ikke vil bruke opp for mye av lysflaten med høye, åpne profiler. Karmens stivhet økes vesentlig ved at den sveises til omgivende vegg, fortrinnsvis i nærheten av hengslene og under understykket. Rammens stivhet vil i høy grad bero på innsetting av glasset. Egenstivheten i karm og ramme er avhengig av sammensetningsmetoden.

Stumpsveising egner seg godt for AlMgSi-legeringer fordi den ikke nedsetter korrosjonsmotstanden, og fordi sveisefugen ikke vises når rammen senere er eloksert. Stumpsveisingen har ennå en fordel som betyr ganske mye for vinduet i vårt klima: Den lager lufttette sveisefuger, slik at man slipper å tette hjørner og sammenføyninger med kitt. Under sveisingen er de ferdiggjærede profilene spent inn

i sveisebakker som trykker profilene mot hverandre med 15—20 kg/mm² til strømmen som sendes gjennom danner lysbue og ødelegger oksydooverflaten på profilene. Den egentlige sveisingen følger umiddelbart ved at profilene trykkes mot hverandre. Deretter fjernes sveisegraten. Ifølge Aluminium-Taschenbuch er brennetiden ca 2—4 sek. og nødvendig strømtetthet 80/130 A/mm². Man må regne med at det går med 10—15 mm av hver profilende ved sammenstukningen. Stumpsveis av et vanlig hjørne kan da ta ca 2 minutter inklusive fastspenning i bakkene, og passer bra ved seriefabrikasjon. Maskinen er forholdsvis dyr.

Ved sveisingen nedsettes profilenes styrke i hjørnene. Stumpsveisemetoden er imidlertid gunstig i forhold til andre sveisemetoder, og man kan regne med at strekkspenningen nedsettes med ca 15 % ifølge Aluminium-Taschenbuch. Av mer manuelle metoder å sveise på er *Argonbuesveis* meget brukt, den nedsetter styrken i profilet ved sveisefugen med ca 30 %.

Klinking. Den vanligst brukte klinkemåte er den såkalte pop-nagling som framgår av fig. 4. Engelske og amerikanske vinduer er ofte satt sammen etter denne metoden, profilene er ofte ikke gjæret sammen og man må bruke hjørnevinkler for å forbinde rammens deler. Det kan være en fordel å bruke nagletyper hvor pinnen får sitte i hullet og tette dette. Hjørnesammenføyninger i rammer og karmen må tettes med kitt.

Skruing brukes ikke meget i sammensetninger, gjenger i aluminium er ikke særlig sterke, og det koster å bore huller og å gjenge dem opp. Skrue materialet bør helst være av kromstål, kadmiert stål o. l.

Liming. Liming av aluminium til aluminium er nå vanlig i flyindustrien. De mest brukte limsorter er Araldit fra CIBA i Sveits, og Redux fra Aero Research Ltd i England. Begge trenger varmherding etter at de er strøket på og delene er brakt i kontakt med hverandre. Reduxlimte deler må dessuten holdes under trykk fra 7—15 kg/cm² under herdningen som varer ca 1/2 time. Araldit som herdner uten trykk trenger lengre herdetid. (Temp. ca 145°). Herdetiden er avhengig av temperaturen, og varierer mellom 9 timer for 150 °C og 1 time ved 190 °C. Begge limtyper tåler eloksering uten misfarging. Håndbøker angir at liming kan lønne seg når det dreier seg om seriefabrikasjon.

Når det gjelder liming av hjørner i vinduskarmen og -rammer vil det antakelig være enklest å bruke forsterkningsvinkler og et par nagler i tillegg til limet. Limfugen mellom to parallelle metalldeleer tåler mest når kreftene virker i metalldeles plan, krefter som virker perpendikulært behøver ikke

være store før limet ryker. Når vinduet komponeres av hulprofiler skulle egne hjørnestykker og lim være en enkel løsning. Når det gjelder tetthet av sammenføyningsdeler som ligger utenfor det limte område, har vi ikke funnet noen fullgod løsning ved bruk av lim. Det riktige er vel å konstruere profilene for liming slik at ekstra tetninger med kitt unngås helt.

Glassrutens betydning for rammens stivhet: Glasset blir gjerne satt inn med understøttelse av plastknotter eller biter av kokt hardtre. Det viser seg at stivheten av rammen øker vesentlig etter at glasset er kommet inn, og mange vindusfabrikanter hevder at de vanlige al-profiler ikke kunne brukes dersom man ikke kunne regne med glassets virkning. Hittil har jeg dessverre ikke sett noen utført styrke- og stivhetsberegninger av vindusrammer isatt glass. Vindusrammene er i dag stort sett rene erfaringsprodukter.

Det ville likevel være mange fordeler om visse krav kunne stilles til vinduets stivhet og styrke, om man kunne stille opp betingelser som vinduet skulle oppfylle. Styrkeundersøkelser er ikke utført i Norge ennå, men er under forberedelse ved NBI. Programmet som vil bli lagt til grunn for undersøkelsene kommer til å likne på det belgierne har laget for metallrammer.

Belgierne undersøker først vinduets lufttetthet etter omtrent samme program som vårt, i tillegg utsetter de vinduet for stormkast σ : de kjører overtrykket raskt opp til 160 mmVS og ned igjen til 50 mmVS og måler luftlekkasjene både før og etter sjokkene. Dermed har de fått greie på om vinduet som helhet er stivt nok mot vindpåkjenning, lekkasjene etter sjokkene skal etter belgiernes krav ikke være økt mer enn 5 %.

Deretter utsettes vinduene for hva man kunne kalle rimelig misbruk. Under disse prøvene prøver man å finne ut om rammen er stiv nok for vertikal påkjenning, om dens sidestivhet er tilstrekkelig, og om hengsler og lukke- og stengeinnretninger tåler vanlig hardhendt betjening.

Når rammen er sidehengslet, henger man opp 100 kg på øverste fri rammehjørne med rammen åpnet i 90°. Kraften virker i ett minutt, og forsøket utføres 5 ganger. Rammen er stiv nok i vertikalplanet når ingen varige deformasjoner oppstår.

Sidestivheten blir undersøkt ved at man putter en gummikloss mellom karm og ramme i et av hjørnene og deretter prøver å lukke vinduet ved å skyve på rammen med 40 kg kraft. Ingen varige deformasjoner tåles.

Hengslingen blir undersøkt ved at man putter inn en gummikloss i dreiefugen mellom hengslene eller mellom bladene i hengslene og prøver å lukke

rammen med en 20 kg kraft 5 ganger. Disse prøvene kan utelates hvis vinduene bare skal kunne åpnes for vask og med spesialnøkkel av vaktmesteren.

Lukkemekanismen med håndtak og stenger blir undersøkt bl. a. ved at en bestemt kraft drar i håndtaket når rammen er blokkert til karmen, et av forsøkene går ut på å prøve selve lukkepunktene ved at en bestemt kraft drar i håndtaket på en måte som ikke får det til å virke.

Til slutt kan man undersøke om vinduet fremdeles er tett nok.

Vinduets levetid

Erfaringer viser at kobberfri aluminiumlegeringer står bra i innlands-, industri- og havstrøk. Dette kommer av at metallet i kontakt med luften med tiden får en meget tynn oksydhinne på overflaten, hinnetykkelsen varierer mellom 0,015—0,05 μ ($1 \mu = 1/1000$ mm). Dette oksydsjiktet er fargeløst og gjennomsiktig. Ved elektrisk anodasjon, eller eloksering, kan dette beskyttende sjiktet bli opp til 30 μ alt etter hvilken elektrolytt som er brukt.

Nå egner AlMgSi-legeringene seg godt for sliping, polering og eloksering, noe som gjør dem ennå mer motstandsdyktige overfor korrosjon. Siden eloksering nå er blitt meget alminnelig, kan det her passe å gi en liten beskrivelse av hva som foregår.

Når de ferdig sammensatte vindusdeler kommer til elokseringsanstalten, blir vinduer bestemt for enklere bygninger bare avfettet, beiset og eloksert uten finere mekanisk overflatebehandling. Om vinduene skal brukes i representative bygg, blir de først slipt med filt eller lærskiver som slipemidlet er limt fast på. Slipefettet består gjerne av talg eller parafin. Under sliping prøver man å holde temperaturen i metallet lavest mulig fordi det lett oppstår et oksydsjikt på overflaten. Oksydsjiktets tykkelse er avhengig av bearbeidingstemperaturen. Om vinduene skal være av den fineste sorten, blir de polert også. Poleringen foregår gjerne med mykere skiver enn sliping og skiven har større omdreiningsstall pr minutt. Polerpastaene må ikke inneholde noe jernoksyd som gir flekker i oksyderingen.

Deretter må vindusdelene gjøres rene, de kan enten spyles med rengjøringsvæsken, dyppes i den, eller man kan la dampen fra oppløsningsvæsken kondensere på metallet. Emulsjonsvæsker later til å passe godt til rengjøringen, de består av f. eks. White spirit og en emulgator.

Aluminiumdelene er rene når vann væter overflatene uten å samle seg i konsentrerte dråper.

Hvis profilene er innviklet og trange, slik at mekanisk overflatebehandling er vanskelig, kan det lønne seg å beise rammene, særlig når en ser korrosjonsprodukter mellom profilene. Beisingen fjerner

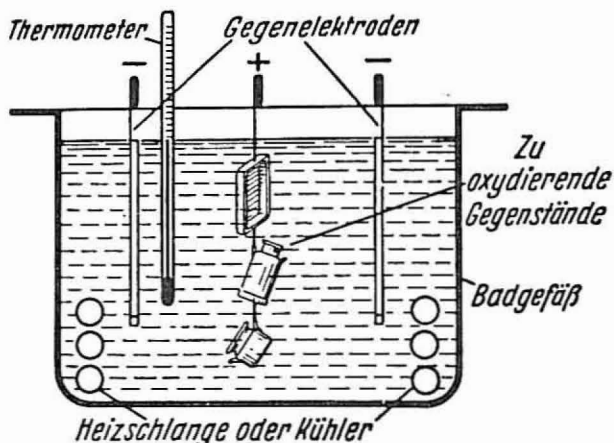


Fig. 5. Skjema av elokseringsbad.

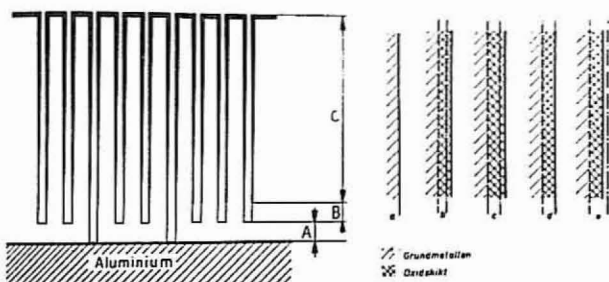


Fig. 7: 5. Schematisk bild av porbildung och partillutning. A spricker i grundskiktet fram till metallan, B skikt bildas av tidigare grundskikt, som ännu ej fyllts med elektrolyt, C oxid-hydroxidskikt lyllt med elektrolyt

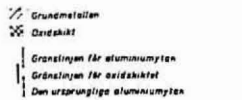


Fig. 7: 6. Schematisk framställning av oxidtillväxten vid anodisation

Fig. 6. Oksydsjiktoppbygging.

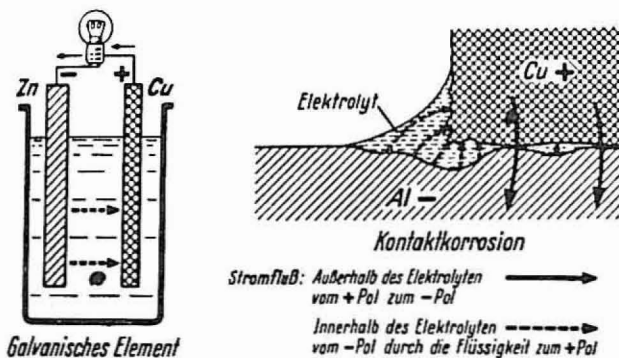


Fig. 7. Galvanisk element — kontaktkorrosjon.

meget tynne sjikt av metalloverflaten og gir denne et lyst og jevnt utseende. Den utføres i oppløsninger av syrer eller baser som framkaller korrosjon. Mest brukt er natronlut. Under beisingen blir en del av de oppløste legeringsdelene som jern, mangan, nikkel eller kobber liggende på overflaten som et mørkt belegg som fjernes ved hjelp av vann og salpetersyre og ny vannspyling.

Eloksering. Det finnes mange måter å oksydere overflatene på. Her skal kun nevnes den elektrokjemiske. Denne prosessen er der oppstilt en mengde teorier for, en enkel forklaring er kanskje at strømmen gjennom elektrolyten, f. eks. svovelsyre, skiller ut surstoff ved anoden som er vindusdelene. Under innvirkning av surstoffet blir så metallet fra over-

Tabell 5

Opplosningspotential mot noen metaller

Metall	Potential mot normalkalom-elektrode målt i 2%, NaCl ca. mV	Potential mot ren aluminium 99,5 målt i 2% NaCl ca. mV
Ren aluminium Al 99,5		0
AlMgSi varmherdet ...	-755	+10
AlMgSi kaldherdet ...	-740	+30
AlMn	-740	+27
Jern	-650	+120
Bly	-480 til -500	+250
Messing (50% Zn) ...	-350	+400
Nikkel	-270	+480
Messing (30% Zn) ...	-250	+500
Kobber	-200	+550
Kadium		÷ 20 til +10
Sink		÷ 300

flaten og innover omdannet til aluminiumoksyd. Fig. 5 viser et skjema av prosessen. Den mest brukte elektrolyt er svovelsyre, elektrisk strøm er likestrøm med spenning mellom 12 og 15 volt, badtemperatur omtrent +20 °C og behandlingens varighet er 20—40 minutter.

Oksydsjiktets tykkelse kan komme opp i 20 μ når svovelsyre brukes som elektrolyt, fig. 6 viser et skjema av hvordan sjiktet er oppbygd. Hvis våre vinduer skal farges, må fargingen skje etter elokseringen, vinduene spyles først og dyppes gjerne i en ammoniakkløpning for å få vekk svovelsyren. Deretter spyles de ennå en gang.

Enten nå vinduene er farget eller ikke, må det foretas en ettertetning av oksydsjiktet. Ettertetning i kokende vann sies å være den mest effektive og enkleste metoden om sjiktet er 10 til 20 μ.

Hvor tykt skal så oksydsjiktet gjøres? Vil oksydsjiktet beskytte vinduene mot korrosjon jo bedre jo tykkere det blir? På dette spørsmålet vil sikkert en korrosjonseksperter uttale seg meget forsiktig. Jeg har hørt folk med erfaring i eloksering si at sjikttykkelsen ikke bør komme over ca 18 μ på de legeringer som vi bruker. Større tykkelser setter store krav til ettertetningen. The British Building Research Station oppgir at sjiktet bør være 20 μ uten at noen nærmere begrunnelse er angitt. Prøver av elokserte AlMgSi-profiler nedlagt i saltsyre eller plasert i saltsyretåkekammer, viste ikke tegn på korrosjon etter måneders påkjønning, enda sjiktet ikke var tykkere enn 10 μ. Stort sett tror jeg byggherren kan være trygg når produsenten garanterer sine vinduer mot marinatmosfærisk korrosjon, og han ikke bruker korrosjonsfremmende, ubeskyttede materialer i beslag, nagler eller skruer.

Korrosjon på aluminium er nesten bestandig en

elektrokjemisk prosess. Elektrolysen er i vårt tilfelle som regel stående vann med oppløste salter i; katoden er ofte mer edle metaller.

Tynne vannsjikt kan være de verste, særlig de som stadig vekker fornyes med kondensat.

Fig. 7 viser en skjematisk framstilling av kontaktkorrosjon, og tab. 5 viser aluminiumlegeringenes og andre materialers potensial i forhold til ren aluminium.

Det sees at kadmiert og forsinket stål ikke er farlig for aluminium. Hvordan kan man best mulig unngå korrosjon?

Det er viktig å huske på å konstruere vinduet slik at vann ikke kan bli stående i profilene røe sted, *dette gjelder også kondensvann*. Særlig må man hindre vannhinnen i å forbinde aluminium med jern, kobber eller messingdeler, ja, man må til og med passe på at lysreklamen ikke inneholder kobber hvorfra regnvann kan falle ned i vinduene. Det er alminnelig kjent at kobber og messing i forbindelse med aluminium framkaller korrosjon selv om det ikke finnes vann til stede. Det er nok at fuktig luft væter kontaktflatene.

Det hender at selv erfarne firmaer i metallbransjen borer tilpasninger i hengsler av forkrommet messing eller i kadmiert stål og glemmer å få vekk boresponene som så blir liggende i vinduet, ofte i underkarmen eller på sålbenken. De aller fleste bygningsfolk har hørt at fuktige mørtler og rå betong er farlige saker. Det er kanskje nytt for noen at man helst skal la være å bruke hurtigherdnere i betongen hvis al-vinduer skal settes inn i veggen. Som regel vil f. eks. tilsetninger av Sica ødelegge vinduer i løpet av meget kort tid, forteller vindusprodusenter.

Kontakt mellom aluminium og enkelte tresorter er ikke populær, særlig eik hates av folk i bransjen. Treimpregneringsmidler kan også være skumle, særlig de som baserer seg på kobbersalter. Blymønje er visst det verste en kan utsette vinduene for, særlig når den er fuktig. Fargestoffer som sinober bør en holde unna vinduene.

Vinduene innsettes vanlig med klarlakk før de pakkes inn for transport til byggeplassen. Det har ingen hensikt å fjerne klarlakk før den siste murer er ute av bygget, og det beste er å installere vinduer etter at alle betong-, mur- og pussarbeider er gjort unna, også innvendig. Man bør passe godt på at murerne ikke drar med seg saltsyreballonger inn i huset mens vinduene er der.

Når lakken er fjernet og huset tatt i bruk, kan skikkelig vindusvask være ganske effektiv vern mot korrosjon. Vaskekona kan gjerne ta seg ekstra grundig av underkarm og sålbenk, men hun bør ikke få lov til å bruke stålull.

Vinduets vind- og slagregntetthet

Vinduets varmemotstand

Aluminium leder varmen omtrent 1000 ganger hurtigere enn gran og furu. Varmeledningstallet λ ligger mellom 145 og 160 kcal/m h °C for elokserte profiler. Dvs. vi kan ikke regne med noen varmemotstand i profilene. Det er klart at vi i vårt kalde land steiler når vi blir oppmerksomme på slike fæle data. Vi vil i hvert fall ha vanskelig for å akseptere vinduer med gjennomgående profiler, såkalte uisolerte vinduer. Så hører vi at uisolerte vinduer kan brukes uten særlige plager både i Mellom-Europa og i Amerika, ja, selv i Midt-Vesten hvor det kan være kaldere om vinteren enn hos oss.

I dag fins det både uisolerte og isolerte vinduer å få kjøpt. De isolerte vinduene har atskilte profiler både i ramme og i karm. En generell oversikt over de viktigste problemene og måter å løse dem på vil kanskje hjelpe byggherre og arkitekt når de skal velge vinduer for sine bestemte formål.

Før det første: Valget mellom uisolert og isolert vindu avgjøres etter lokalets art, etter romklimaet og uteklimaet.

Uisolerte profiler kan godt brukes i fabrikklokaler hvor arbeidsplassene ligger langt vekk fra vinduet, og hvor man uten videre kan tillate at fuktig romluft avgir kondensat på innsiden av profilene, og særlig hvis det ikke er mulig å unngå kondensasjon på vindusglasset. I kontorer, boliger etc. vil vi derimot unngå at profilene dugger før selve vindusglasset gjør det. Spørsmålet blir da om alene det å bryte profil-kuldebroen effektivt er tilstrekkelig garanti mot kondens på indre profilflater.

Etter våre forsøksresultater å dømme er det ikke slik. Temperaturen på indre profilflater avhenger også av at vinduet er mest mulig tett mot vind. Den avhenger av hvordan varmeelementene er plasert og virker, og av hvordan ventilasjonen er ordnet. Vi kommer altså fram til det resultat at arkitekt og varmeteknisk-ventilasjonsteknisk konsulent også i dette spørsmål om valg av vinduer må samarbeide på et tidlig stadium under planleggingen av bygget.

La oss først prøve å konstruere et vindu mest mulig tett mot vind og slagregn uten å glemme bruddet i kuldebroen, og begynne med fugen mellom karm og omgivelser:

Forsøk ved NBI har vist at selve dytt materialet ikke gir tilstrekkelig tetthet mot vind, og at klemt papp over fugen, eller fugekitt som fyller fugen ytterst, tetter ulike mye bedre enn dytt materialet. Slagregnforsøk ga som resultat at den gunstigste løsningen er å beskytte fugen med en list utvendig, slik at det oppstår et trykkutjevne luftrom mel-

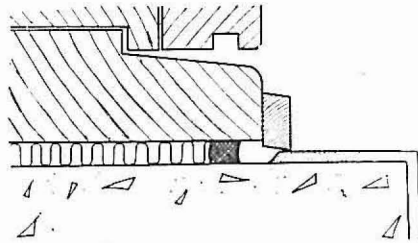


Fig. 8. Ideell fugeløsning trevinduer—betong.

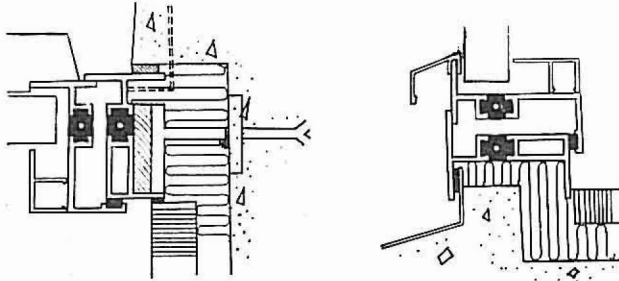


Fig. 9. Al-vindu satt i traug-sälbenk i betongvegg. NB! Vinduet er en ren prinsippkisse, finnes ikke på markedet og har mange feil, innsetningsmetoden er dog vanlig.

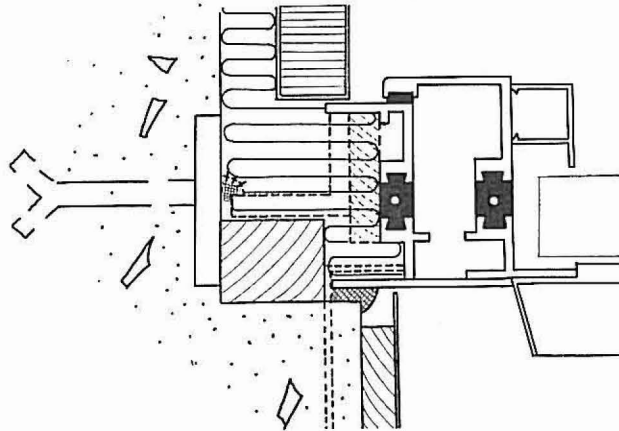


Fig. 10. Al-kledning utvendig kan gi god fugebeskyttelse.

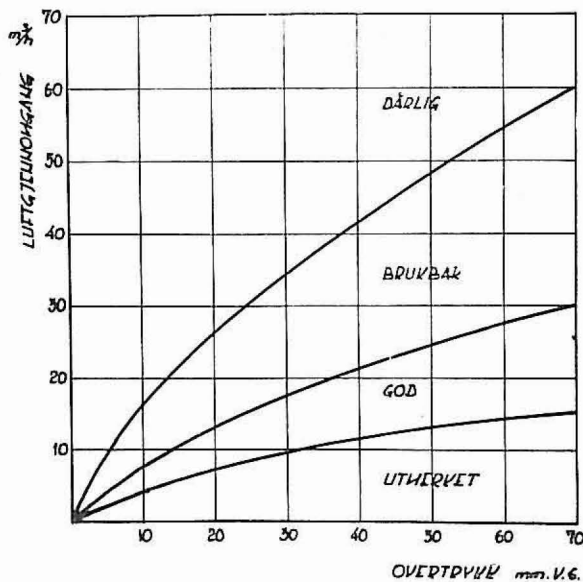


Fig. 11. Klassifikasjon av trevinduer basert på lufttetthet.

lom selve lufttetningen og den beskyttende listen. En slik løsning beskytter f. eks. fugekittet mot direkte solbestråling, og regnvann treffer det ikke. Vi er vant til å beliste våre trevinduer utvendig, og det byr ikke på noen særlige vanskeligheter å lage idealløsningen som vist på fig. 8. Det er imidlertid både dyrt og vanskelig å beliste aluminiumvinduer på utsiden med aluminiumlister, særlig når hverken byggherre, arkitekt eller produsent liker synlige skruer. Når vinduet skal settes inn i en ren betongåpning og belistning faller bort, bør åpningen tilpasses aluminiumvinduet. Et eksempel på utforming av vindushullet er vist i fig. 9. Man har her tatt noe hensyn til fugekittet, idet det ikke får den største påkjenning av sol og regn. Det kan innvendes at støpearbeidet må utføres meget nøyaktig, men Mellom-européerne hevder i hvert fall at det er billigere å ta meromkostningene i støpearbeidet enn å beliste med al-lister og snepperter. Når en betongstamme skal isoleres eller kles på utsiden, kan kledningen føres mot vinduet og danne overdekning foran fugen, (fig. 10).

Montasje av al-vinduer på byggeplassen foregår oftest ved hjelp av elektrisk sveis. Små ståldeler er da på forhånd støpt inn i betongen, og stål-vinkler skrudd på isolerende kloss til karmen, sveises til disse etter at vinduet er klosset opp og justert i begge plan.

Når fugene er rettløpet, er det klart at det kan bli vanskelig å dytte mellom karm og vegg. Man kan ikke lage fugen for bred av hensyn til kittet. Utformingen av vindushullet bør altså bestemmes av arkitekt og betongkonsulent meget tidlig i planleggingen.

Påkjenningene på kittet blir tross noe beskyttelse meget store, ikke minst vil temperaturbevegelsene mellom aluminium og betong være slemme. Vi kan muligens regne med et temperaturintervall på 80—90—100° C på ytre profilflater fra laveste vintertemperatur ÷ 30° C og til høyeste sommertemperatur + 60—70° C. Setter vi vinduene inn om høsten, kan vi kanskje si at vinduet skal utvide seg under temperaturstigning ca 60° C og trekke seg sammen i 40° C. Aluminiumlegeringenes lengdeutvidelseskoeffisient er ca 23×10^{-6} m/m °C. Dette gir at vinduer med 2 meters høyde kan utvide seg ca 2,8 mm og krype ca 1,8 mm fra normalhøyden.

Kittet må strekke seg om vinteren, om sommeren vil det presses sammen fordi aluminium utvider seg omtrent dobbelt så meget som betongen. Det vil føre alt for langt å komme inn på de mange sorter fugekitt som finnes i handelen. Når vindusmon-tørene sprøyter inn kittmassen, vil de som regel følge kittfabrikantens anvisninger meget nøye. Følgende noe billige resonnement kunne kanskje brukes

ved valg av kitt: Et billig kitt bør kunne skiftes ut lett, det bør kanskje også beskyttes av dekk-lister. Et dyrt kitt bør også kunne skiftes ut lett, men må klare seg uten dekk-lister eller annen overdekning.

Plastkitt påstås å greie 50 % forlengelse. Tero-stat, Prestik (Alstik), kitt på tiokolbasis skulle være noe av de beste vi har (500 % bruddforlengelse). Weatherban.

Tetthet mellom ramme og karm

Fig. 11 viser et forslag til klassifisering av tre-vinduer basert på luft-tetthet. Klassifiseringsforslaget er naturligvis ikke å oppfatte som et absolutt kriterium på vinduets kvalitet. En ting må vi imidlertid kreve av aluminiumvinduer med brutt kuldebro: De bør alle være så tette mot vind at de kan plasseres under den nederste kurven av hensyn til varmeisolasjonen i selve vinduet.

Instituttets krav til regntetthet er absolutt: Vinduet skal ikke lekke selv ved et overtrykk på 70 mm VS og en slagregnmengde på ca 9 liter pr time. — Verst utsatt for kulde, vind og regn er vanligvis underkarmen i et vindu.

Selv om vi beskytter underkarmen mot direkte vanninnsiling ved å henge på en vannese på underkarmen, kan vi neppe hindre at litt vann trenger inn i hvert nedre hjørne. Dette vannet må vi skaffe utløp for, og det er vanlig å bore huller på skrå nedover gjennom ytre steg i underkarmen eller i flensen bak steget om sålbenkens oppkant er trukket nok tilbake. Siden drenehullene står i forbindelse med uteluften og det behøves 2—3 stykker av dem på et 120 cm bredt vindu, vil en del kaldluft slippe inn i vinduet. Det finnes vinduer som har sin eneste lufttetting i ytre plan. Når slike vinduer forsynes med drenehuller, vil følgelig lufttettingen bli mer eller mindre illusorisk, våre erfaringer fra slagregnundersøkelsene tyder på at disse vinduene må ha ganske kraftige oppkanter lenger inne for at vannet ikke skal greie å flomme over og inn i stua. Vi har sett eksempler på at drenehull har virket som luftpumper, og vannet har sprutet inn i rommet som den rene blomsterdusjen.

Hvis vi nå flytter tettelisten inn til indre anslag og går ut fra at vinduet med dette blir tilstrekkelig lufttett, unngår vi fremdeles ikke luftvekslingen og konveksjonen i den forholdsvis store fugen mellom karm og ramme. Dette forhold gjør at bruddet i kuldebroen blir lite effektivt, den kalde luften kommer fremdeles helt inn til de «varme» profilene. Det er da nærliggende å prøve å dele opp fugen mellom karm og ramme i kamre, et ytre «kaldkammer» som også skal tjene som trykkut-

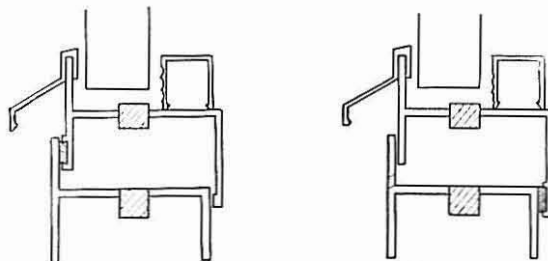


Fig. 12. Prinsipptegninger av rent al-vindu. Til venstre: tettelist bare i ytre anslag, til høyre: tettelist bare i indre anslag.

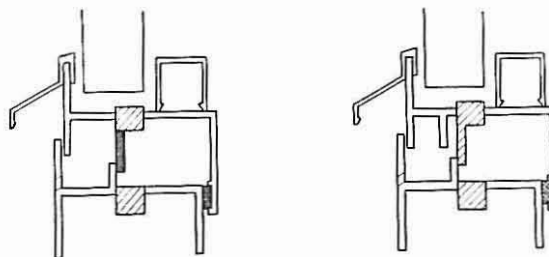


Fig. 13. Til venstre: som fig. 12, men med vannterskel i karm og med tokammersystem. Til høyre: vannterskel også i ramme.

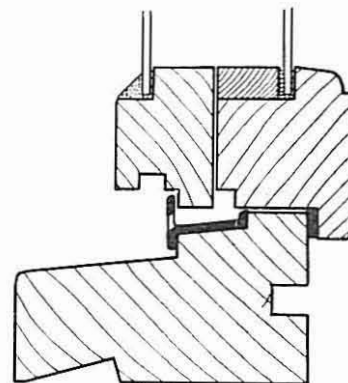


Fig. 14. Innadslående, sidehengslet tre-vindu etter NS 764.

jevningsskammer for vind, og et indre varmkammer. Det ytre kammeret vil vi gjerne lage så lite som mulig, og det indre kammeret bør være atskilt fra det ytre på en noenlunde lufttett måte.

Nå kan man ikke uten videre lage det ytre kammeret horisontalt i bunnen og uten vannterskel, for da kan det hende at vannet dekker over «kammertetningen» vår og flyter videre innover. Vi kan regne med at vannet kommer inn i stua når det vel har trengt seg fram til indre tettelist, det later til at vannhinner er tettere enn listene og at de derved får hele trykkdifferansen over seg og presses inn i rommet.

Vi er da kommet til at vi må lage en slags vannterskel i ytre kammer. Hvor høy skal så terskelen lages og hvor stor må avstanden fra den til ytre steg i karmen være? Dette kan NBI i dag dessverre ikke svare eksakt på, idet instituttet hittil har foretatt målinger med ferdige vinduer hvor målene på vannrennene har variert ganske meget, og hvor det ofte har vært flere andre ting som virket inn

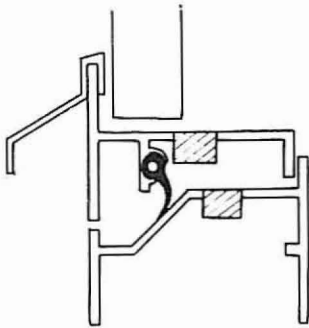


Fig. 15. Slepelist i skråflate.

enn akkurat høyden av terskelen og vannrennens bredde. Det hender f. eks. at regnvannet trenger inn i sidefugene p. g. a. luftlekkasjer hvor tettelister er avbrutt for hengsler. Dette vannet kan da renne ned langs kammertetningen og forsere denne hvis hjørnelekkasjene er merkbare. Det er altså viktig at lufttetningen ikke blir avbrutt noen steder i vinduet.

Når man ser på vannterskelen i et vanlig NS innadslående, koblet sidehengslet vindu, merker man at den her er ganske høy. Nå er det vanskeligere å beskytte en slik fuge i et trevindu mot direkte regntreff enn det er å dekke fugen i et aluminiumvindu. Dette gjør at terskelen i al-vinduet kan gjøres noe lavere. Høyder på 8—10 mm skulle greie seg når en forutsetter at vinduet ellers er lufttett og skikkelig utformet.

Avstanden mellom terskelen og ytre steg vil være avhengig av hvor godt anslags-sprekken mellom karm og ramme er beskyttet. Hvis vi går ut fra et innadslående sidehengslet vindu med vannese på rammen, kan vi antakelig gjøre den forholdsvis smal. Rent praktisk vil dette si at den ikke gjøres smalere enn at vaskekona kan komme til med finger og fille.

Nå kan det også tenkes at vann kan komme inn mellom karm og ramme oventil. Dette vannet må da kunne renne ned i rennen i underkarmen. Enklest kan dette gjøres ved at også ytre rammeprofil forsynes med en vannterskel. Terskelen må da i hvert fall ikke plaseres så langt innover i vinduet at vannet ledes ned på innsiden av terskelen i underkarmen. I enkelte tilfeller vil dette rammesteget kunne innarbeides som del av svalehale ved kuldebryter.

Tettelister for al-vinduer

Vi har hittil bare gått ut fra at vi ved å bruke tettelister uten videre fikk vinduet lufttett, men så enkelt er det uheldigvis ikke. For det første fins det en mengde lister som selges uten noen som helst opplysende fakta, som f. eks.:

Hvor mye må listen klemmes sammen for å tette godt nok? Hvor lang levetid har listen?

Hvis det første spørsmålet ikke kan besvares av listeproduzenten, kan vindusfabrikanten ikke bestemme seg for en riktig klaring mellom karm og ramme, dvs. han lager en viss klaring og prøver tettelister i fleng for å finne en som passer etter klaringen. Dette er en lite tilfredsstillende framgangsmåte for aluminiumvinduer som vitterlig kan lages med meget små toleranser og som dessuten framstilles etter godt planlagt, manuelt arbeidsparende prosess.

Siden usikkerheten er så stor og behovet for tettelister alltid vil være der i og med at det er umulig å få vinduer tette nok uten listene, har NBI satt igang undersøkelser. Undersøkelsene er dessverre ikke kommet så langt at vi kan gi bombesikre data, men allerede de aller første prøvene, sammentrykning — tetthet, har vist berettigelsen av undersøkelsene. Klemmlister, dvs. lister som blir klemt mellom to planparallele flater, av meget oppreklamerte typer skumplast må ofte klemmes sammen fra opprinnelige tykkelser på 5-6-7 mm til ca 1,5—1,0 mm for å bli tette nok. Det viser seg også at enkelte av dem nekter å reise seg igjen når trykket står på en stund, de dør. De samme og/eller andre av samme typen krymper og sprekker når de står noen dager i frisk luft, selv om solen holder seg borte. Skumgummilistene med lerretsovertrekk er gjerne stive, og beslagene på al-vinduene må konstrueres meget solide og sindige om de skal greie å presse listene til tilstrekkelig tetthet. De samme lister har dessverre en utpreget tendens til å smuldre bort i frisk luft. Når lerretet på dem krymper, river det stykker av selve gummi-flaten med seg.

Ullistene vi hittil har undersøkt har ikke vært tette nok selv med belastninger som langt overstiger dem beslag og håndkraft vanligvis kan prestere når vinduet skal lukkes.

Vi har funnet fram til et par typer skumplast, og i hvert fall en type neopren som ser ut til å holde. Særlig den siste skulle passe bra i al-vinduer. Listen er dessverre ikke norsk, og hvordan den kan skaffes fra Belgia, tør jeg ikke si. Vi har dessuten funnet at butylgummilister og delvis også butenlister står ganske bra, utsatt for sol og vind. Hverken neoprenlisten eller butylgummilisten trenger stor sammenpressing for å bli tette nok, og det skal meget små krefter til for å få dem presset sammen. De fordrer nøyaktige klaringer, for mye sammenpressing fordrer meget stor lukkekraft. Skumplastlistene må presses noe mer sammen, men heller ikke de krever særlig store krefter. Det er meningen at de listene vi finner verdige og de det er plass til, skal undersøkes under rent praktiske forhold i prøvevinduer satt inn i et av våre store forsøkshus.

Vi har også undersøkt tetthet avhengig av sammentrykning av en del slepelister for svingvinduer, og har funnet at leppene skal klemmes meget lite og med liten kraft for å bli tette nok. — Av erfaring vet vi at listene kan svikte i hjørnene og også at de kan sprekke i overgangsstykket, vridningsstykket, ved svinghengslene.

Vi har videre undersøkt hvor hurtig en del slepelister slites ned ved åpning og lukking av vinduet. Resultatene hittil er som ventet: Listene kan kanskje klare seg i 20—40 år når leppene klemmes bare litt mer enn til tilstrekkelig tetthet. I praksis vil dette si: Når listene bare skal tette, kan de vare lenge. Ganske annerledes hurtig slites de og rives de i stykker når de er klemt sammen til 2,5—3,0 mm klaring γ : når de foruten å tette også skal utgjøre friksjonen slik at man kan sløyfe friksjonshengsler. I kaldt vær er det litt farlig å åpne vinduet.

Det later også til at liming av overlapp-ender i hjørnene ikke er bra, og at lista ryker fort her særlig når friksjonen mot den er stor.

Vi har sett at det røyner meget hardt på treverket i ramma når man åpner et slikt vindu hvor lista skal ta friksjonen. Dette gjør at man i hvert fall må hengsle ramma meget nøyaktig slik at klaringen er jevn.

Slepelistene leveres både med dobbel sleper og enkel sleper. I rene al-svingvinduer uten klemlister skulle en tro at man må bruke enten en dobbel eller to enkle for å få til et luftrom mellom sleperne.

Det fins tettelister med omtrent samme form som slepelistene som virker langs en skråflate. Påkjeningen blir mindre når vinduet åpnes og lukkes. Hittil har vi ikke sett prinsippet brukt i aluminiumvinduer, men det kan naturligvis tillempes (fig. 15).

Vi håper å kunne gi en foreløpig rapport om undersøkelsene til sommeren. NBI kjøper listene selv på det fri marked og står fritt når det gjelder offentliggjørelse av resultatene.

Det er en ting som må huskes når det gjelder vinduer og klem-tettelister: rammene må ikke gi for mye etter for store vindtrykk. Dette er ofte et spørsmål om antall lukkepunkter. Når et sidehengslet vindu med smekre profiler blir bredere enn 110 cm, bør man kunne låse rammen til karmen midt på under- og overstykke.

Brutt kuldebro-varmemotstand i rene al-vinduer

Vi har tidligere presisert at fugen mellom karm og ramme bør deles i kamre som er mest mulig lufttett skilt fra hverandre. Siden aluminium leder varme så altfor godt for vårt formål, er det varmemotstanden av de innesluttede luftrom, tettelister og distansestykker som utgjør varmeisolasjonen.

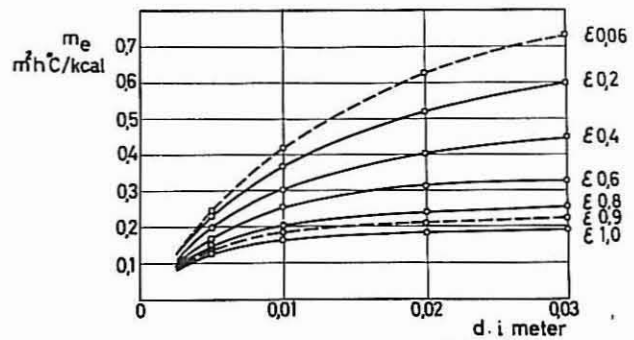


Fig. 16. Varmegjennomgangsmotstand i spalter som besk. for tabell 6.

Tabell 6: Ekvivalente varmeledningstall for spalter omgitt av planparallele begrensingsflater med forskjellig gjensidig strålingstall.

d	0,005	0,01	0,02	0,03	m
$\lambda_1 + \lambda_k$	0,0205	0,023	0,030	0,037	kcal/mh°C
$\epsilon = 0,2$	λ_e 0,0223	0,0275	0,039	0,0505	„
$\epsilon = 0,4$	λ_e 0,0256	0,033	0,050	0,067	„
$\epsilon = 0,6$	λ_e 0,0290	0,040	0,065	0,092	„
$\epsilon = 0,8$	λ_e 0,0340	0,050	0,084	0,118	„
$\epsilon = 1,0$	λ_e 0,0405	0,063	0,111	0,158	„

Strålingstallet $C_s = 4,96 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ K$
 „ $C_{\text{eloks.at.}} = 1,8—4,3 \text{ kcal./m}^2 \text{ h } ^\circ K$
 „ $\gamma: 0,36—0,86 C_s$
 „ $C = 0,2—0,3$ for hoyglanspolerte profiler uten eloks.

Varmeforplantningen skjer ved ledning gjennom al-profiler, tettelister og distansestykker og ved gjensidig stråling mellom indre og ytre profil eller ved stråling mellom profiler og tettelister eller distansestykker. I tillegg kommer dessuten varme-transport ved ledning og konveksjon i luftrommene.

Det ytterste kammeret, trykkutjevningsskammeret, gir neppe noen stor økning av varmemotstanden. Det står i forbindelse med uteluften og er bl. a. forsynt med drenshuller, profilene som omslutter det er alle kalde.

Det er det indre kammeret som skal gi varmeisolasjonen, og var det praktisk og økonomisk gjennomførlig, kunne man godt tenkt seg en serie med kamre lagt på rad og rekke innenfor trykkutjevningsskammeret, med ett brudd i profilene for hvert kammer.

Nå kjenner folk i bygningsbransjen til at blanke aluminiumsfolier valset til kraftpapp eller liknende, brukt f. eks. i vegger, øker varmemotstanden i hulrom ganske vesentlig. Det er derfor ikke rart at man kanskje venter seg samme store effekten av flatene på de elokserte profilene som vender mot hverandre over hulrom. Det er dessverre ikke så.

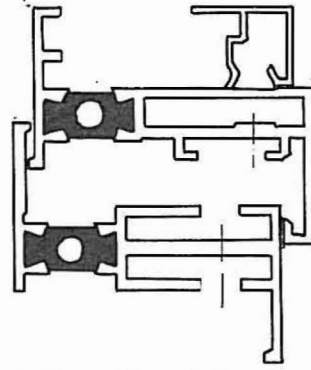
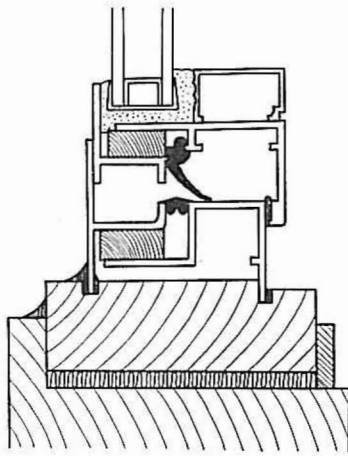


Fig. 17 og 18. Begge disse vinduer er undersøkt m.h.t. luft- og slagregntetthet og temperaturforhold på N.B.I. Vinduet i fig. 17 er i forbedret utgave vist i fig. 3. Vinduet på fig. 18 er også senere forbedret.

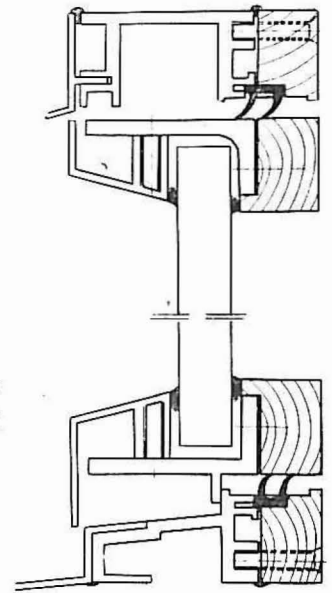
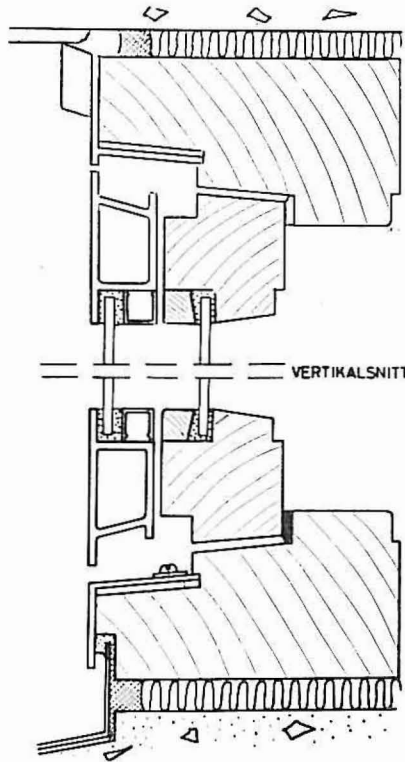
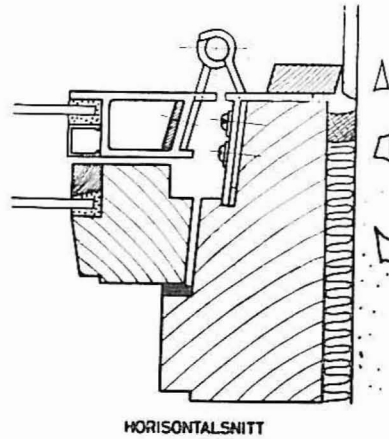


Fig. 19. Al-teak vindu.



VERTIKALSNIITT



HORISONTALSNIITT

Fig. 21. Koblet, utadslående al-tre vindu. Al-fabrikken leverer al-deler til trefabrikken. Trevinduet kan monteres i åpningen alene.

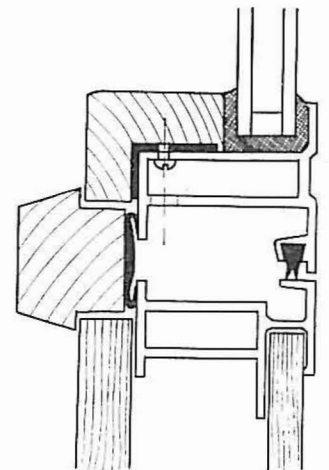


Fig. 20. Al-teak vindu. Såvel dette vindu som vinduet i fig. 19 omfattes av patentet: Al-ramme kledd med tre.

Elokserte profiler har strålingstall som, avhengig av tykkelsen på oksydsjiktet, kommer langt opp mot strålingstallet for et absolutt sort legeme.

Varmemotstanden for luftspalter vil i høy grad være avhengig av strålingsforholdene inne i spalten. Tabell 6 gir det ekvivalente varmeledningstall og varmemotstand for en luftspalte med planparallele begrensingsflater. Middelttemperaturen er 0°C og temperaturredifferansen over luftspalten er 10°C .

Tabellen viser at varmestrålingen spiller meget stor rolle ved varmeoverføringer i luftspalter, spesielt ved økende spaltetykkelse og høye emisjonstall for begrensingsflatene. Tar vi for oss en spaltetykkelse på 5 mm, ser vi at det i elokserte aluminiumvinduer er liten vits i å prøve å fylle profilmellommrommet med kork, steinull e.l. fordi stoffene har et varmeledningstall som ligger i over-

kant av selve luftmellommrommets effektive varmeledningstall. Ser vi på tallene for spalter med profilavstand fra 1 cm og oppover, oppdager vi at det kan lønne seg å putte isolasjonsmateriale inn i spalten.

Det er antakelig umulig å regne ut varmemotstanden i en sammensetning av vindusprofiler. Luftrommene som dannes mellom profilene er f. eks. ikke lufttette nok til at vi kan regne med helt stillestående luft i dem, varmestrålingen er likevel ikke mindre viktig å ta hensyn til enn i det teoretiske tilfellet.

NBI har foretatt en del temperaturmålinger på rene aluminiumvinduer med brutt kuldebro. Snitt av vinduene framgår av fig. 17 og 18. Vinduene ga omtrent de samme resultater, profilene tok omtrent samme prosentdel, 25 %, av det totale tempe-

raturfall mellom varmtrom og kjølerom. Under forsøkene var luftsirkulasjonen i kjølerommet påtvunget, idet viftene gikk hele tiden, i varmtrommet hadde vi normal konveksjon. Etter dette kunne man anta at vinduets egenmotstand var ca $0,07 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$. Begge typer er siden da noe forbedret, har jeg hørt, men vi har ikke prøvd dem ennå.

Forsøk med vifter i varmtrommet ga vesentlig forbedring i temperaturfordelingen, idet indre overgangsmotstand ble redusert. I slike tilfeller økte vinduets del av total varmemotstand til 40—50 %.

Uten vifter gående i varmtrommet hadde begge vinduer kondenspunkter som lå like ved termoglassenes duggpunkter på romsiden, og de kan brukes i kontorer og vanlige oppholdsrom uten at man behøver å frykte for kondensplager. Tallene sier imidlertid også at en økning av varmemotstanden på noen hundredeler vil være av stor betydning.

Forsøk med å plasere varmeelementer under vinduene hadde gunstig virkning på profilenes overflatetemperatur. Her måtte forsøkene imidlertid stoppe uten nærmere målinger, fordi vi sjelden eller aldri vet hvilke forhold vi får i praksis. Disse nærmest orienterende forsøk synes dog å vise at det tross alt ikke er så merkverdig at uisolerte aluminiumvinduer står kondensfri selv i de kalde deler av USA. En innblåsing av forvarmet friskluft fra konvektorer plassert rett under vinduene og som er rettet opp mot vindusflaten, vil forhøye profilttemperaturen vesentlig. Vi kan innvende at man da fyrer en del for kråka, men vi skal ikke se bort fra at en slik innblåsing foran store vindusflater kan tillate at man kan sitte og arbeide ganske nær vinduene uten ubehag, og at rommene derved kan utnyttes bedre. Målingene viser også at det er på tide vi får vite litt mer om temperatur- og fuktighetsforhold langs ytterveggene i bygg med forskjellige oppvarmings- og ventilasjonssystemer. Når arkitekten bestemmer seg for vinduer, skulle følgende hans konsulent på dette området kunne fortelle ham om forholdene.

Det fins mange flere måter å bryte kuldebroer på enn de som er vist her. Den enkleste av dem alle, den mest selvsagte for oss, er patentert i Norge: Tre i forbindelse med aluminiumprofiler. Fig. 19 og fig. 20 viser to eksempler.

NBI har dessverre ikke foretatt målinger av temperaturer på slike vinduer. Det er ganske klart at treinndekningen på romsiden er en ganske effektiv kuldebryter.

Til slutt må tas med at det selvsagt har liten hensikt å konstruere bruddet i kuldebroen så langt ute i vinduet at den havner i det kalde trykkutjevningsskammeret.

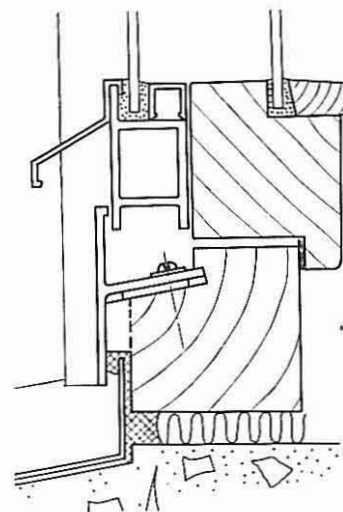


Fig. 22. Koblet innadslående al-tre vindu.

Hengsler og beslag

I den senere tiden har vi opplevd å se at interessen for mer og mer innviklede betjeningsmåter og beslag har økt voldsomt. En reaksjon mot slike ting er også merket fra mange hold. Mange spør om ikke dette med mangeartet betjening og bevegelser av ramma blir for dyrt og usikkert i lengden.

Om vi foreløpig holder oss til rene kontorlokaler, kan det være et spørsmål om nødvendigheten av at alle som vil skal kunne åpne vinduer når som helst. Det er oftest tilstrekkelig å kunne luften gjennom et stort vindu eller helst en liten del av vinduet. Resten av vinduet eller vinduene kan da åpnes av vaktmesteren ved hjelp av spesialnøkkel når vinduene skal vaskes.

Det har her ingen hensikt å filosofere over de forskjellige vindustypers fortreffeligheter kontra andre vinduers manglende egenskaper, f. eks. lett-vint luftemulighet, lett-vint vask, redningsmuligheter ved brann, osv., men jeg er etter hvert kommet sterkt i tvil om berettigelsen av beslag og mekanismer som vel virker som de skal, men som det sjelden er bruk for. Når et vindu har sidehengslet, innadslående ramme og er forsynt med termoglass, er hengsler og beslag enkle og rimelige, og vinduet dekker absolutt de normale behov.

Vi har naturlig nok få norske beslag som er utviklet spesielt for aluminiumvinduer. Nå er mange av de mest brukte spesialhengsler og lukkeanordninger ikke lenger patentbeskyttet. De har vært i bruk i metallvinduer i Mellomeuropa siden før krigen. Det skulle ikke være noe i veien for at norske beslagfabrikker kunne lage de samme beslagene, og forhåpentlig få dem like gode som tyskere og sveitsere gjør.

Det er nevnt tidligere at beslagene i et rent

al-vindu med brutt kuldebro bør plasseres i indre kammer. Det må passes meget godt på at de ikke gjennombryter tetningene noe sted selv om rammen åpnes.

Når arkitekten skal bestemme seg for vinduer, bør han få greie på hvilke materialer hengsler og beslag er laget av, han bør kanskje også se etter om det fins reguleringsmuligheter for friksjon i svinghengsler, om tilstrammingen av lukkeanordningen kan foretas lettvint og kontrollere at alle føringer kan lages uten at de henger seg fast. Det er ikke nok at beslagene er billige, de skal virke like godt i mange år uten utskifting av deler eller

hel fornyelse. Dette er faktisk en av forutsetningene for at det skal lønne seg å bruke aluminiumvinduer.

Friksjonshengsler for svingvinduer fins det mange typer av. De beste er etter min oppfatning de som har forholdsvis stor friksjonsflate og som derfor gir jevn friksjon hele sirkelen rundt ved forholdsvis liten tilstramming av friksjonspakningen. Disse hengslene virker på samme måte som trommelbremsen på en sykkel.

For en tid siden undersøkte vi et norsk trevindu hvor friksjonspakningen var av nylon som på en enkel måte ble presset inn mot rammetappen. Dette hengslet kunne lett tilpasses aluminiumvinduer.