



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R63 :1991

**Skador på glastak, glasfasader
och "curtain wall"-konstruktioner**

Erfarenheter från en fältundersökning

**Bo Augustson
Ingvar Olofsson**

V-HUSETS BIBLIOTEK, LTH



15000

400135567

Byggforskningsrådet

R63:1991

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
VÄG- OCH VATTENBYGGNAD
BIBLIOTEKET

SKADOR PÅ GLASTAK, GLASFASADER OCH
"CURTAIN WALL"-KONSTRUKTIONER

Erfarenheter från en fältundersökning

Bo Augustson
Ingvar Olofsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 890261-2
från Statens råd för byggnadsforskning till Skanska
Teknik AB, Göteborg.

REFERAT

Under senare år har ett stort antal skador rörande överglasade gårdar rapporterats i olika sammanhang.

I den här föreliggande rapporten undersöks och diskuteras orsakerna till läckage, åldringsskador, kondens, brister i infästningsteknik, glasnedfall m m i samband med glastak och "curtain-wall"-konstruktioner.

Efter inledande litteraturstudier och intervjuer med branschfolk har fältundersökningar genomförts för ett stort antal objekt. Resultaten från undersökningarna har därefter blivit föremål för detaljerad analys och utvärdering.

För en stor del av de redovisade skadorna har också skadeorsakerna angivits på en detaljerad nivå. Därutöver lämnas råd och anvisningar gällande upphandling, projektering och utförande. Avslutningsvis lämnas också förslag till fortsatt arbete inom området.

I Bygghörsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R63:1991

ISBN 91-540-5385-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

gotab 94777, Stockholm 1991

INNEÅLLSFÖRTECKNING

Förord

Sammanfattning

1	BAKGRUND OCH SYFTE	5
1.1	Bakgrund	
1.2	Syfte	
2	INLEDANDE STUDIER, PROJEKTETS SLUTLIGA INRIKTNING OCH GENOMFÖRANDE	7
2.1	Inledande studier	
2.2	Intervjuer, seminarium och projektets slutliga inriktning	
2.3	Objektsstudie och skadeinventering	
2.4	Bakgrundsinformation	
3	FUNKTIONSKRAV	9
3.1	Inledning	
3.2	Kommentarer	
4	INGÅENDE MATERIAL	13
4.1	Inledning	
4.2	Glas	
4.3	Stål och aluminium	
4.4	Tätninglistor av gummi	
4.5	Fogmassor	
5	KONSTRUKTIONERS UTFORMNING	17
5.1	Överglasade rum	
5.2	Glasfasader	
5.3	"Curtain wall" - konstruktioner	
5.4	Förekommande system	
5.5	Montage	
6	OBJEKTSTUDIE OCH SKADEINVENTERING	30
6.1	Enkät om studieobjekt	
6.2	Överglasade rum	
6.3	Glasfasader	
6.4	"Curtain wall" - konstruktioner	
7	ANALYS, SLUTSATSER	36
7.1	Överglasade rum	
7.2	"Curtain wall" - konstruktioner	
8	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	68

BILAGA 1 Litteraturlista

BILAGA 2 Enkätformulär

BILAGA 3 Sammanställning av undersökningsresultat

BILAGA 4 FoU-Väst

FÖRORD

I den rapport, som här redovisas, behandlas läckage och andra brister i samband med överglasade rum och glasfasader.

Projektet har genomförts under ca två års tid med medel från BFR och SBUF. FoU-Väst, som är ett utskott inom Byggmästareföreningen Väst (se Bilaga 4), har medverkat som referensgrupp. Medlemsföretagen har också anvisat flertalet av de objekt, som undersökts.

I projektets första fas har intervjuer och platsbesök genomförts av Martin Andersson vid avdelningen för byggnadskonstruktion, Chalmers tekniska högskola. Projektgruppen bestod i detta skede av docent Alf Jergling, vid ovan nämnda avdelning vid Chalmers, samt av Bo Augustson och Ingvar Olofsson, Skanska Teknik AB, Göteborg. Den senare har varit projektledare.

Som en följd av Alf Jerglings sjukdom har projektets andra fas med uppföljande platsbesök och intervjuer samt utvärdering och slutrapportering genomförts av Bo Augustson och undertecknad, men med Alf Jergling och FoU-Väst som rådgivare och referensgrupp.

Projektgruppen tackar för Alf Jerglings och hans medarbetares insatser i projektets tidiga skede.

Den föreliggande rapportens eventuella förtjänster består till stor del i att skadorna och deras orsakssammanhang skärskådas på ett mycket noggrant sätt, samt att en mångfald råd och anvisningar gällande upphandling, projektering och utförande ges på en detaljerad nivå. Det framgår av rapporten att flera av de använda systemen har en tekniskt välutvecklad standard. Att fel ändå uppstår härleds i många fall till bristande noggrannhet i utförandet, felaktiga detaljlösningar vid anslutningar eller öppningar respektive felaktiga materialval. Resultatet bör vara en fingervisning om att även en så skadedrabbad konstruktion som den här behandlade, skulle kunna fungera tillfredsställande under förutsättning att extra stor vikt läggs vid teknisk kompetens och förutseende såväl i samband med projektering och upphandling som vid genomförande och kontroll.

Ovanstående synpunkter återspeglar sig i de förslag till fortsatt arbete, som ges i rapportens avslutande avsnitt.

Göteborg i maj 1991

Ingvar Olofsson
projektledare

SAMMANFATTNING

I föreliggande rapport presenteras en undersökning avseende 32 olika objekt med överglasade rum. Den har framtagits i tre steg - enkät, fältundersökning och analys. Syftet med undersökningen har varit att kartlägga läckage och dess orsaker, åldringsskador på gummilister och fogmassor samt infästningsteknik.

Undersökningen visar på ett mycket stort antal läckande glastakkonstruktioner och jämfört med tidigare undersökningar (C.Dreijer, "Feltundersökningar av glastak" och Per-Olof Carlsson, Erik Lindqvist, "Praktiska erfarenheter av överglasade rum") har ingen förbättring skett. Utav de nu undersökta glastakkonstruktionerna läckte ca 2 av 3 eller mer exakt 73%. För två av objekten är läckagen så omfattande att glastaken måste bytas i sin helhet, men i de flesta fall har läckagen varit begränsade och blivit föremål för lokala tätningförsök, dock sällan riktigt framgångsrika.

I fyra av de studerade byggnaderna har glasrutor granulerat och fallit ner. Totalt gäller det 11 glasrutor och i samtliga fall drabbades publika lokaler. Glasnedfallen rörde enbart härdade glas och i flera fall föll glasrutorna ner vertikaltställda, väl sammanhållna och inte som ett granulat. Endast tillfälligheter har gjort att personsador inte inträffat. Den övergång som redan skett till laminerat glas som innerutor i all nyproduktion kommer sannolikt att förhindra framtida problem av den här typen, men för tidigare producerade byggnader kvarstår bekymren. Någon form av "säkring" t.ex. genom applicering av plastfolie på innerrutor av härdat glas, borde vara en lämplig säkerhetsåtgärd speciellt för byggnader där glasnedfall redan inträffat. Huruvida glasnedfallen skett genom så kallad spon-tangranulering eller mekanisk kantpåverkan har inte alltid kunnat fastställas men är ur den här synpunkten ointressant.

Några av de undersökta objekten uppvisar åldringssymptom i fogband och fogmassor. Samtliga objekt är dock mycket unga och några långtgående slutsatser är därför svåra att dra.

Glasfasaderna i undersökningen är i huvudsak problemfria och larmrapporterna i äldre undersökningar rörande omfattande glasnedfall har ingen motsvarighet i denna rapport. Nya och förbättrade metoder för infästning av glasrutor verkar ha eliminerat dessa risker. De problem som berör glasfasader gäller i huvudsak det inre klimatet och då främst i samband med kallras vintertid eller för hög temperatur sommartid. Beträffande "curtain wall" - konstruktioner så påvisas i rapporten bl.a. risk för kondens inuti väggen vid konstruktioner med täta och ej luftade fasadmaterial samt risk för kondens på profilsystemens insidor vid kylig väderlek speciellt vid luftade konstruktioner. Erfarenheterna är delvis hämtade från klimat-kammartester.

Gemensamt för glastak, glasväggar och "curtain wall" - system är att de alla är ganska nya och i vårt klimat oprövade konstruktioner. De ingående komponenternas långtidsegenskaper är dåligt kända och lokala skador i tätskikt eller ångspärrar kan leda till allvarliga följdskador.

De flesta nyttjare av byggnader med överglasade rum visar dock en mycket stor tillfredsställelse med den miljö som skapats trots de påtalade bristerna. För att dessa positiva tankar skall leva vidare, måste dock konstruktionernas långtidsegenskaper studeras ytterligare och systemen göras säkrare med avseende på läckage och nedfuktning.

En stor del av de i rapporten omnämnda bristerna hänger samman med slarvigt arbetsutförande. Till en del bör detta kunna avhjälpas med lämpliga kvalitetssäkringssystem och klara ansvarsgränser.

1 BAKGRUND OCH SYFTE

1.1 Bakgrund

Överglasade rum liksom de i tekniskt avseende snarlika glasväggarna och "curtain wall"* - fasaderna har på senare år blivit allt vanligare. År 1990 byggdes i Sverige ca 150 000 m² glastak och 100 000 m² vägg av "curtain wall" - och glasväggstyp. Med undantag av några få äldre projekt (Luleå shoppingcentrum på 50-talet, några år senare Östra Nordstan i Göteborg och gallerian vid sparbanken i Stockholm) så har expansionen skett under 70- och framför allt 80-talet. Ca 80% av objekten är producerade efter år 1985.

Den snabba marknadstillväxten, ovanan vid de nya konstruktionsystemen och en teknik med låg tolerans mot brister i projektering, tillverkning och montering har medfört att många skador noterats. De vanligaste och normalt också de allvarligaste skadorna är läckage och nedfallande glas. Svårigheter att upprätthålla tillfredsställande inomhustemperatur och godtagbar ljudmiljö hör också till de oftast påtalade bristerna.

I byggforskningsrådets rapport R36:1988 rörande praktiska erfarenheter av överglasade rum redovisas ett stort antal skador. De allvarligaste problemen gällde läckage och av de undersökta objekten hade ca 70% läckt. Bakgrunden till läckagen klarläggs inte men några troliga orsaker redovisas. Andra undersökningar, bl a i Norge, liksom rapporter från branschfolk och nyttjare bekräftar problemens omfattning och allvar. En del av läckagen har bedömts vara projektbundna barnsjukdomar, enkla att behandla, men den vanliga metoden att täta läckande glastak med fogmassa (oavsett om läckan beror på yttre brister eller t ex igensatta dräneringskanaler) har gjort att barnsjukdomarna fått karaktären av fatala ålderskrämpor.

I samband med genomförandet av ett större projekt i Göteborg aktualiserades och studerades flera andra viktiga frågor främst rörande beständighet och funktion.

Frågorna som i huvudsak rörde "curtain wall" gällde:

- vilken avsiktlig eller oavsiktlig punkteringsgrad av ångspärren som kan tillåtas utan att skadlig nedfuktning sker inne i väggar med täta och begränsat luftade fasadmaterial
- risken för kondens på väggelementens insidor speciellt på de i systemen ingående metallprofilerna

* Med "curtain wall" avses i denna rapport industriellt tillverkade metallfasader monterade som klimatkappor utanför byggnadernas stomsystem.

- risken för kondens vid förhöjd luftfuktighet t.ex. vid en framtida luftbefeuktning av lokalerna.
- fogmassors långtidsegenskaper i inomhusmiljö som en del av ångspärren och utomhus utsatta för sol, nederbörd och mekanisk åverkan (t.ex i samband med rengöring)
- hur gummitätningars livslängd påverkas av solljus och aggressiv nederbörd.
- om dimensionerande snölast kan reduceras vid glastak

Trots skaderapporter och ansträngningar att sprida kunskap rörande utformningen av överglasade rum och "curtain wall" produceras fortfarande många bristfälliga konstruktioner. Olämpliga material liksom komponenter med för kort livslängd byggs in i väsentliga delar av konstruktionerna. Väggekonstruktionernas låga toleransnivå mot förändringar av inneklimatet i samband med t.ex. befuktning och ventilation kvarstår. Smärre punkteringar och åldersförändringar av ångspärren kan orsaka kondens och isbildning inuti väggkonstruktioner. Inget tyder idag på att de nyproducerade glastakkonstruktionerna skulle läcka påtagligt mindre än de något äldre. Anmärkningarna i besiktningsprotokollen, de segslitna garantitvisterna, antalet spänner på golven vid slagregn och den storskaliga fogmassanvändningen talar sitt tydliga språk.

1.2 Syfte

Föreliggande undersökning syftar till att klarlägga:

- läckage och dess orsaker
- åldringsskador hos gummilister och fogmassor
- kondens på insida metallprofiler
- infästningsteknik

Med anledning av det stora antal skador som rapporterades i Byggforskningsrådets rapport R36:1988 samt med anledning av ovannämnda frågeställningar har här presenterade fältstudier genomförts som en inledning till ett forsknings- och utvecklingsprojekt rörande överglasade rum.

Undersökningens resultat från den inledande etappen förväntas påvisa inom vilka områden som ytterligare studier är nödvändiga.

2 INLEDANDE STUDIER, PROJEKTETS SLUTLIGA INRIKTNING OCH GENOMFÖRANDE

2.1 Inledande studier

Som inledning till undersökningen genomfördes litteraturstudier och ett flertal intervjuer. I ett tidigt skede hölls också ett seminarium med representanter för branschen, och dessutom har erfarenheter från tidigare utförda klimatkammartester inarbetats. Referenslitteraturen är liksom de flesta projekten av sent datum och i huvudsak från Norden. Se litteraturlistan, bil. 1.

2.2 Intervjuer, seminarium och projektets slutliga inriktning

Intervjuer har genomförts med Stefan Hallberg och Inge Pettersson från Emmaboda Glas, Jan-Olof Jansson från Tremco, Carsten Dreijer och Tore Gjelsvik från Norges Byggeforskningsinstitut, Nils Johansson och Sven Persson från Ferm & Person, Uno Holmqvist och Christer Jörling från Robertson Nordisk samt Per-Olof Carlsson från Arne Johnson Ing.byrå.

Vid det inledande seminariet ingick deltagare från Statens Provningsanstalt, KTH, CTH, Västra Sveriges Byggmästarförening, NCC, Platzer, Skanska, Arne Johnson Ing.byrå, BFR, F O Pettersson, Emmaboda Glas, Robertson Nordisk AB och Ferm & Person*. Avsikten med seminariet var att inhämta synpunkter och fastställa den fortsatta projektrinriktningen. Utifrån intervjuerna och seminariet framkom bland annat att:

- kondensrisk på metallprofilers insida i glastak inte är något större problem
- förslag till reduktion av snölast på glastak redan föreligger. Se litteraturlistan bil 1

De problemområden som emellertid har stor aktualitet är, som tidigare angivits:

- läckage och dess orsaker
- beständigheten hos gummilister och fogmassor
- infästningsteknik

* Minnesanteckningar från seminariet har distribuerats separat till deltagarna.

Dessutom framkom att också följande problemområden har stor betydelse i sammanhanget.

- tekniska lösningar, kontroll och ansvarsförhållande vid entreprenadgränser
- drifts- och underhållsaspekter
- montagets genomförande
- kondensrisker vid "curtain wall"
- effektiva kvalitetssäkringssystem

2.3 Objektstudie och skadeinventering

En objektstudie och skadeinventering rörande problemområdena genomfördes för objekt anvisade genom FoU-Västs försorg. Studien genomfördes dels som en enkät och dels som en fältundersökning i två etapper.

Objektstudien redovisas i kap. 6 och slutsatserna i kap. 7.

2.4 Bakgrundsinformation

I avsnitt 3, 4 och 5 redovisas bakgrundsinformation som är nödvändig för analysen av skadeorsakerna. Avsnitten innehåller också väsentlig information av allmän natur.

3 FUNKTIONSKRAV

3.1 Inledning

Nedanstående tabell redovisar de funktionskrav som enligt Nybyggnadsreglerna skall ställas på glastak, glasfasader och "curtain wall" - konstruktioner. Därefter följer kommentarer och kompletteringar till de uppställda kraven.

Funktionskrav	Glastak	Glasfasad	Curtain wall	Kapitel i NR
Snölast	X	-	-	6:25
Vindlast	X	X	X	6:26
Nedstörtningskydd	X	-	-	6:2411
Skydd mot nedfallande glas	-	-	-	-
Värmeisolering	X	X	X	3:1
Brandskydd och rökgasventilation	X	X	X	8, spec. 8:43
Klimat, komfort	X	X	X	3:2
Lufttäthet	X	X	X	3:13
Täthet mot vatten	X	X	X	7:1, 7:24
Kondensfrihet	X	X	X	7:24
Akustik	X	X	X	2:81
Anslutningars täthet	X	X	X	7:24
Drift och underhåll	X	X	X (ej tillämpligt)	
Beständighet	X	X	X	6:12
Deformation	X	X	X	6:171

3.2 Kommentarer

Snölast:

Utöver de geografiskt betingade grundvärdena samt faktorer som beror på takytans form och risk för snöanhopning finns anledning att observera den reduktion av snölasten som i vissa fall får tillgodoräknas. För varaktigt uppvärmda gårdar, rum och växthus med tak och väggar av glas får enligt NR 6:25 grundvärdena reduceras med faktorn 0,4 och för konstruktioner som inte helt uppfyller villkoren för denna reduktion måste snölastens storlek avgöras från fall till fall i samråd med myndigheterna. Se också litteraturlistan (2) och (17).

Nedstörtningsskydd:

Beträddbara glastakkonstruktioner (lutning $< 60^\circ$) skall enligt Nybyggnadsreglerna dimensioneras för last orsakad av en enstaka person i snabb, kraftig rörelse om brott i konstruktionen kan medföra allvarlig personskada.

Skydd mot nedfallande glas:

I normerna saknas krav avseende skydd mot nedfallande glas vilket kan ha bidragit till att bruket av härdat glas som inneruta i glastak fått stor spridning. Den branschpraxis som numera tillämpas innebär dock att enbart laminerat glas kommer till användning. Detta val gör glastaken mycket säkra, och det grundläggande funktionskravet att glasrutan skall bli kvar i takkonstruktionen kan härigenom innehållas.

Värmeisolering:

Nybyggnadsreglernas restriktioner rörande den genomsnittliga värmeegenomgångskoefficienten U_m kan vara svåra att innehålla för vissa uppglasade konstruktioner. Normalt brukar därför värmeenergiebehovet studeras med hjälp av något lämpligt dataprogram där den aktuella byggnadens energibehov jämförs med en referensbyggnad enligt kraven i NR.

Brandskydd och rökgasventilation:

Nybyggnadsreglerna innehåller endast ett mycket kort avsnitt (8:411) som rör överbyggda gårdar eller gator. Här krävs antingen att gällande regler för brandcellsindelning och avskiljande uppfylles eller att en särskild utredning påvisar att överbyggnaden inte ökar personrisken eller faran för brandspridning mellan brandceller. Den allmänna inställningen idag är att man försöker begränsa risken till den nivå som gäller för jämförbara icke överglasade projekt.

Klimat, komfort:

För det överglasade rummet är det viktigt att definiera klimatkraven för såväl sommar som vinter. Riskerna för kallras och drag från ofta utnyttjade entréer måste studeras noga, speciellt där lokalen hyser stillasittande människor t.ex. restauranger, receptioner och kontor.

Täthet mot vatten:

Nybyggnadsreglerna innehåller inget absolut krav på att glastak skall vara helt täta. Det som krävs är att tak skall skydda mot nederbörd, och att röta liksom sanitär olägenhet m.m. inte skall uppstå.

Detta betyder att man fortfarande har rättigheten att bygga ett enkelt och billigt tak över en gågata eller en gård, även om taket kommer att läcka en aning. I sakens natur ligger också att en entreprenör har rättigheten att leverera ett tak med samma defekter över motsvarande ytor, om det enda funktionskravet är villkoren i Nybyggnadsreglerna.

Om ett helt tätt tak önskas måste detta krav påtalas i entreprenadavtalet, speciellt om utrymmet under taket utgöres av ytor, där man inte kan hävda att sanitär olägenhet föreligger vid läckage.

Kondensfrihet:

Nybyggnadsreglernas krav innebär att skadlig kondens inte får uppstå på ytornas insida eller inne i själva konstruktionen. Kondens på takkonstruktionens insida är ovanlig och behöver normalt inte beaktas. Där verksamheten kräver hög relativ fuktighet eller orsakar detta kan dock speciella åtgärder krävas, t.ex. kondensrännor.

Risken för kondens på profilsystemets insida av en "curtain wall" - konstruktion är däremot ganska stor och kan behöva ägnas speciell uppmärksamhet både vid fickor av stillastående luft, och om luftbefuktning av lokalerna planeras.

Anslutningarnas täthet:

Anslutningar mot angränsande konstruktioner måste ägnas särskild uppmärksamhet både i projekterings- och produktionsskedet. Förutsättningar för glastakleverantören att åstadkomma ett tak med täta anslutningar måste skapas redan vid själva byggprojekteringen. Betr. täthetskraven i Nybyggnadsreglerna se också vad som diskuterats under punkten "Täthet mot vatten".

Drift och underhåll:

Rengöringsbehovet vid glaskonstruktioner och "curtain wall" är ofta förbiset. Vid objekt belägna i storstäder eller andra miljöer med kraftig luftförorening sker nedsmutsningen snabbt, även om det på branta glastak sker en viss självrening i samband med regn. Även glaskonstruktionernas insidor kräver i

allmänhet regelbunden rengöring. Det är därför viktigt att funktionskraven för rengöring formuleras redan i projekteringskedet, så att lämplig utrustning monteras och nödvändig hänsyn kan tagas till belastningar från den tvättutrustning (korgar, kranar) som önskas.

Beständighet:

Utöver de i Nybyggnadsreglerna stipulerade kraven rörande bärverks beständighet bör också övriga komponenters långtidsegenskaper beaktas. Lämpliga funktionskrav för dessa kan dock vara svåra att formulera. Vanligen brukar extra funktionskrav rörande beständighet begränsas till en strävan mot längre garantitider eller i vissa fall enstaka direktiv rörande materialval.

Deformation:

Kraven i Nybyggnadsreglerna rörande byggnadsdelars deformation är inte alltid tillräckliga, när det gäller glasade konstruktioner. Det finns anledning att erinra om glastillverkarnas (MTK) krav på att maximal nedböjning utmed glasfalsen för primär- och sekundärkonstruktioner inte får överkrida $1/300$ av glasrutornas sidmått för isolerrutor. Utböjningen skall dessutom vara mindre än 8 mm per rutenhet mätt längs kanten av rutan. Vid enkelglas är kravet på maximal deformation $1/125$ av sidmättet. Det kan som exempel på specialkrav nämnas, att en av glastakleverantörerna kräver, att bärverkets deformation i takets plan inte får överstiga $1/1000$ av spännvidden. Ett ganska hårt och ibland förbisett villkor, som om det inte innehålls kan befria takleverantören från ansvar vid ett läckage.

Vid uppskattning av deformationer skall förutom egentyngd, snö- och vindlast också belastning från rengöringsutrustning (korgar, stativ m.m) inklusive dess dynamiska inverkan medräknas.

Buktighet kan ibland iakttagas vid glaskonstruktioner med stora spännvidder även om alla normala funktionskrav beaktats. Det kan därför ibland vara nödvändigt att ytterligare skärpa deformationskraven för att undvika oönskade visuella effekter.

4 INGÅENDE MATERIAL

4.1 Inledning

Nedanstående tabell visar en jämförelse mellan tekniska egenskaper för de ingående materialen i en glaskonstruktion.

	Stål	Aluminium	Flytglas	Gummi
Densitet	7700	2700	2500	350-600
Hållfasthet [MN/m ²]	200-350 (0.2-gräns)	100-250 (0.2-gräns)	15-30 (böjhållf.) (gäller ej härdat glas)	7-15 (drag- brott- gräns)
Elastici- tetsmodul [MN/m ²]	210000	70000	75000	1-10
Längdutvidg- nings- koefficient [1/K]	12x10 ⁻⁶	24x10 ⁻⁶	8.5x10 ⁻⁶	stor va- ria- tion

4.2 Glas

4.2.1 Tekniska egenskaper

Glas är ett sprött material vilket medför att det spricker utan att föregås av någon plastisk deformation. Glasets draghållfasthet är mindre än dess tryckhållfasthet och förmågan att stå emot varaktiga laster (snö, egenvikt) är klart sämre än möjligheten att klara korttidslaster.

På grund av förekomsten av mikrosprickor som vid belastning utgör brottanvisningar är det praktiska hållfasthetsvärdet mindre än 1% av det teoretiska. Vid ojämn uppvärmning av en glasruta (t.ex. vid partiell skuggning) uppstår temperaturspänningar i glasets. Om dessa blir stora kan glasets spricka. Vid färgat eller reflekterande glas ökar risken för sprickbildning i samband med slagskugga, då dessa glastyper absorberar mer av solenergin.

4.2.2 Optik

Genom att modifiera glasets yta kan emissionsfaktorn minskas dvs. mindre värme kommer att stråla ut och mer kommer att reflekteras. Vanligt glas har en emissionsfaktor = 0,85. Glas med emissionsfaktorn mindre än 0,2 kallas ibland lågemissionsglas.

Ett solskyddsglas kan vara absorberande eller reflekterande. De absorberande är ofta genomfärgade och de reflekterande belagda med tunna skikt av metall eller metallföreningar. Även reflekterande glas absorberar en del av solljuset.

4.2.3 Vanligt glas

Med vanligt klart glas avses ett ofärgat planglas vanligen av floattyp. På grund av risken för bräckage skall glaset inte användas som innerglas i glastak såvida inte särskilt nedstörtningskydd monteras.

4.2.4 Härdat glas

Genom uppvärmning av glas till ca 600 °C och därefter hastig avkylning erhålles ett termiskt härdat glas. Det härdade glaset har samma E-modul som vanligt glas men genom att ytskiktet stelnar och kallnar snabbare än kärnan byggs tryckspänningar upp vilka förbättrar draghållfastheten 4-5 gånger. Härdat glas kan inte bearbetas efter härdningen. Glaset spricker inte som vanligt glas utan granulerar till en mängd små bitar.

Ibland händer det att härdat glas spontangranulerar på grund av insprängda nickelsulfider i glasmassan. Risken för spontangranulering kan reduceras men inte helt elimineras genom ett speciellt värmetest (Heat Soak Test). Härdat glas användes i glasfasader och som ytterglas i glastakkonstruktioner. Som innerglas i glastak är det däremot olämpligt såvida inte fångstnät eller liknande anordning monteras för att minska risken för nedfall.

Minimitjocklek för härdat glas är normalt 6 mm.

4.2.5 Värmeförstärkt glas

Genom uppvärmning till ca 600 °C och därefter långsam avkylning erhålles ett värmeförstärkt glas. Hållfastheten blir två gånger högre än för vanligt glas och någon egentlig risk för spontangranulering föreligger inte.

Värmeförstärkt glas har en stor marknad utomlands (USA) i glasfasader. I Sverige däremot användes vanligtvis härdat glas såväl invändigt som utvändigt i glasfasaderna.

4.2.6 Lamellglas

Lamellglas består av två eller flera glasskivor med mellanliggande skikt av plast. Laminatet håller glasbitarna på plats vid ett eventuellt bräckage och risken för glasedfall minskar avsevärt. Minsta glastjocklek för takkonstruktioner är normalt 4+4 mm.

Glaskanterna är känsliga för långvarig påverkan av vatten och konstruktionerna måste därför utformas så att detta undviks. Glaset är lämpligt som innerglas i glastakens isolerrutor.

4.2.7 Trådglas

Trådglas är ett ståltrådsarmerat vanligt glas. Glaset har lägre hållfasthet än vanligt glas men p.g.a. armeringen har det vissa fördelar ur brandteknisk synpunkt. Beroende på risker för sprickor orsakade av brottanvisningar vid trådändar bör de normalt bara användas i konstruktioner med stor lutning ($>45^\circ$). Rekommenderad maximibredd är 900 mm. (Källa MTK).

4.2.8 Brand

Glaskonstruktioner kan idag utformas så att de uppfyller fordringarna för alla brandklasser från F15 till A90. Trådglas är billigt och klarar villkoren för glas i F-klassade konstruktioner och vid högre brandkrav användes speciella brandglas med ett värmeisolerande skikt.

4.2.9 Ljud

Genom att variera glastjockleken, antalet glas samt deras inbördes avstånd kan olika grader av ljudreduktion uppnås för olika frekvensområden.

Efterklangstider m.m. måste ofta specialstuderas i inglasade rum särskilt om verksamheten medför visst buller (t.ex. matsalar).

4.2.10 Beständighet

Glas är ett mycket beständigt material som står emot angrepp av de flesta syror förutom fluorvätesyra som reagerar mycket kraftigt med kisel-dioxiden i glaset. När en syra kommer i kontakt med glas utlöses alkali på ytan (främst natriumjoner). För glas i tak- och väggkonstruktioner tvättas alkalin bort av regnvattnet varvid en skyddande svårlöslig tunn hinna av kiselhydrat bildas och förhindrar vidare påverkan.

4.3 Stål och aluminium

Stål används både som bärverk i primär- och sekundärkonstruktioner. Stålets temperaturberoende rörelser är ganska små och stommen kan utföras helsvetsad vilket ger en del fördelar. Det vanligaste sekundärbärverket samt profilmaterialet är annars aluminium. Beständigheten hos aluminium är god och materialet kan enkelt formas till önskad profilform. Viss risk för korrosion föreligger vid kontakt med ädlare metaller (t.ex. koppar eller stål) och en del lösningsmedel i fogmassor och avfettningssmedel kan vara aggressiva mot aluminium (t.ex. ättika) och bör därför undvikas.

4.4 Tätningslister av gummi

Elastiska fogband av massivgummi samt elastiska fogband av cellgummi skall vara av etenpropen -, kloropren - eller butylgummi (EPDM, CR eller IIR).

Massivgummibanden skall ha en rötbeständig och töjningshindrande armering eller annan utformning som ger hörntäthet

efter montering. Cellgummibanden skall ha slutna celler och en rötbeständig och töjningshinderande armering. De bör dessutom vara provade och godkända av MTK (Monteringstekniska kommittén).

4.5 Fogmassor

Fogmassor skall vara baserade på högvärdigt silikon-, akryl- eller polysulfidgummi (Q, ACM eller T) och godkända av MTK. Fogmassor kan användas som förseglingar inomhus men som primär vattentätning utomhus är de olämpliga och bör utgå till förmån för de mer underhållsfria elastiska fogbanden. Avfettning liksom avlägsnande av eventuella skyddslacker måste utföras av fogytorna innan fogmassan appliceras. Det är också angeläget att kontrollera att lösningsmedlet inte är aggressivt mot materialet i fogytan.

5 KONSTRUKTIONERS UTFORMNING

5.1 Överglasade rum

De första överglasade rummen tillkom i början av 1800-talet och det kanske mest kända är Crystal Palace i Hyde Park, London som uppfördes till världsutställningen år 1851. Bland äldre överglasade byggnader kan också nämnas industribyggnader med stora glaslanterniner. Dessa utgjorde visserligen bara partiella inglasningar men trots allt föregångare till våra moderna glastak.

På senare år har överglasade rum blivit mycket vanliga framför allt i kontorsbyggnader och affärscentrum. Motiven för överglasning varierar kraftigt men som en gemensam nämnare finns alltid den förändring av klimatet som överglasningen innebär. De överglasade rummen brukar också delas in i tre kategorier beroende på det inneklimat som skapas. Rum som avses uppvärmas till mellan 0 °C och 10 °C kallas lite ologiskt för icke klimatiserade rum. Rum med temperaturer mellan 10 °C och 18 °C kallas för halvklimatiserade och rum uppvärmda till mer än 18 °C betecknas som fullklimatiserade.

5.1.1 Tak för icke klimatiserade rum

Här är kravet på värmeisolering ringa och ur denna synpunkt kan mycket väl ett enkelglassystem tillsammans med profiler utan bruten köldbrygga användas. De system som idag finns på marknaden är också i huvudsak av denna typ. Tätheten upprätthålles med 1-stegstättning utan egentlig dränering av profilerna och med en invändig ränna för uppsamling av kondensat och läckagevatten. Lufttätethet krävs inte eftersom skillnaden mellan ute- och innetemperatur är liten.

Av säkerhetsskäl är dock enkelglaskonstruktionerna mycket olämpliga och även tveksamma med avseende på föreskrifterna i NR. Laminerat vanligt glas klarar inte normkraven när det gäller bärförmågan vid rimliga glastjocklekar och härdat glas kan falla ned och skada människor. Slutsatsen blir därför att 2-glaskonstruktioner skall användas för icke klimatiserade rum och då med härdat glas ytterst och laminerat innerst. Se fig. 5.1 och 5.2.

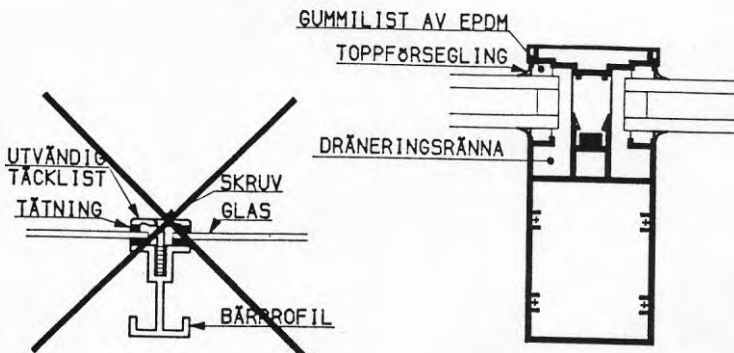


FIG. 5:1

FIG. 5:2

5.1.2 Tak för halv- och fullklimatsrum

Här gör kravet på värmeisolering och risken för kondens att två eller treglaskonstruktioner bör väljas. Vanligast är förseglade glaskonstruktioner (isolerglas) men också luftade glaskonstruktioner användes. Förseglade glasrutor måste utformas med någon form av tvåstegstätning enligt nedanstående modell. Se också fig. 5.3 och 5.4.

- en utvändig regntätning
- ett dränerande, tryckutjämnande utrymme mot utsidan
- en invändig luft- och ångtätning

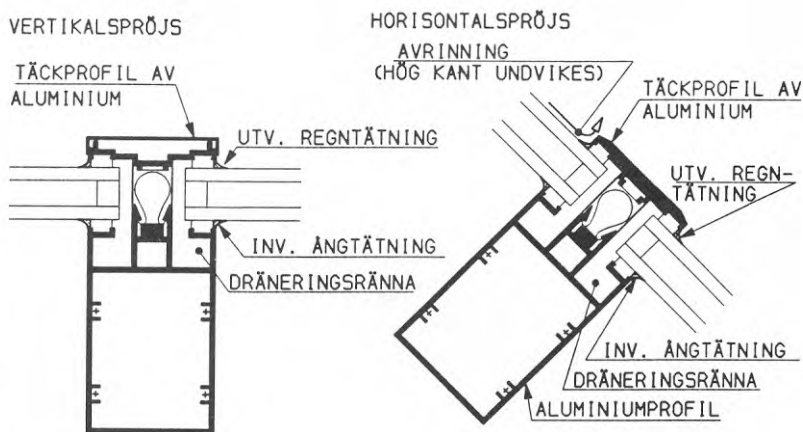


FIG. 5:3

FIG. 5:4

Den utvändiga regntätningen utgöres normalt av en gummlist som pressas mot glaset av en metallprofil. Eventuellt läckagevatten tas om hand av ett dräneringssystem vars uppgift är att leda vattnet ut ur konstruktionen. Dräneringskanalen får genom sin kontakt med uteluften också en tryckutjämnande funktion vilket i sin tur reducerar mängden inträngande vatten. Dränerings-systemet skall också vara så utformat att isolerrutornas kantförsegling inte blir utsatt för långvarig fuktpåverkan. Förseglingens livslängd kan i annat fall påverkas och den lämnade garantin blir ogiltig. Vid fullklimatiserade rum skall profil-systemet utformas med bruten köldbrygga för att förebygga problem med invändig kondens.

5.2 Glasfasader

Med glasfasader avses här en vertikal glasning. Principiellt skiljer sig takkonstruktionerna från glasfasaderna genom att dräneringskanalerna utformas annorlunda. Eventuellt inkommande vatten leds ut direkt genom de horisontella täcklisterna eller via vertikaler. Glasvalet är också annorlunda och vanligtvis används härdat glas till både yttre och inre glasruta.

5.3 "Curtain wall" - konstruktioner

Under senare år har antalet fasader av "curtain wall" - typ ökat kraftigt.

Med "curtain wall" avses här, som tidigare nämnts, väggar vilka till skillnad från de traditionella utfackningsväggarna monterar utanför stomsystemet. Produktionen av väggarna sker ofta decentraliserat med olika underentreprenörer för t.ex. profiltillverkning, profilkapning, glasleverans, sammansättning och montering. Processen påminner en del om bilindustrins tillverkningsmetoder med stort flöde av komponenter och halvfabrikat varefter den ansvarige entreprenören kanske bara utför montaget.

Den industriella processen har inneburit att man kunnat producera element med speciell finish och stor måttnoggrannhet. Processen har också medfört att man vid tillverkningen och monteringen valt en teknik som är ny och utan tradition i äldre byggande. Vattentätning upprätthålles med gummilister, konstruktiv sammanfogning sker med lim och ångspärrar förseglas med fogmassor för att nämna några exempel.

Även här kan man skönja paralleller till bilindustrin. En väsentlig skillnad mellan branscherna är dock att förväntningarna på en bils och en byggnads livslängd är olika. I förväntningarna ligger också att även enskilda komponenter bör ha en god livslängd. I de fall där dessa är svåra och dyra att byta måste de ges en beständighet som svarar mot den helhet de tillhör.

Erfarenheten har lärt oss att balansera detta problem när det handlar om traditionella konstruktioner men för "curtain wall" - konstruktioner är bilden en annan. I vissa fall har också tillverkarna glömt bort att beakta enkla fysikaliska lagar och försummat att ge konstruktionerna nödvändig tolerans mot den påverkan som en byggnadsdel utsätts för under såväl byggskede som bruksstadium.

"Curtain wall" - väggars utseende kan variera kraftigt beroende på det fasadmateriell som används (glas, sten, emaljerad plåt) men när det gäller den tekniska funktionen brukar man skilja på konstruktioner med luftspalt och utan luftspalt. Se fig 5.5 och 5.6.

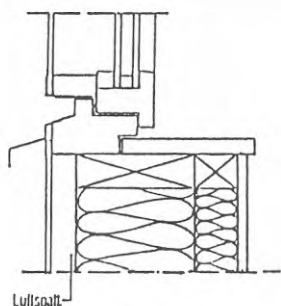


FIG. 55

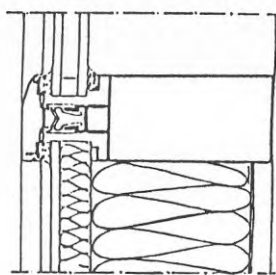


FIG. 56

5.3.1 Konstruktion och funktion

De principiellt skilda systemen med resp. utan luftspalt ger konstruktioner med väsentligt olika toleransnivå mot inre nedfuktning. En oluftad konstruktion med ett tätt fasadskikt kräver att den inre ångspärren är helt tät för all framtid (ett villkor som i praktiken är omöjligt att uppfylla). Ångspärren utgöres ibland av plåt som i och för sig är tät men dess avslutningar mot profilerna är utformade på annat sätt och blir ofta otäta med tiden. Fogmassa som ibland användes för denna försegling har en kortare livslängd än övriga material och slarv med avfettning av fogytor liksom användandet av olämpliga lösningsmedel är några av de företeelser som kan leda till systematiska otätheter redan från början. Håltagningar och annan påverkan av ytterväggens insida under bruksskedet kan naturligtvis inte uteslutas och i ett fall har omfattande punkteringar uppmärksammats redan under byggtiden. Luftningen behöver nödvändigtvis inte utformas som en hel luftspalt utan mindre kanaler i isolerskiktets utsida (bakom fasadmaterialet) ger tillräcklig säkerhet mot inre nedfuktning även vid betydande otätheter i ångspärren. Klimatkammartester för element med partiell luftning i form av kanaler 5 x 10 mm c/c 50 mm och med otätheter i ångspärren motsvarande 20 cm²/m² har visat på en god marginal mot inre nedfuktning även vid extrem kyla utomhus. (Klimatkammartest utförd av Skanska Teknik AB).

En luftspalt bakom fasadskivan ger förutom att den förhindrar inre nedfuktning också en bättre möjlighet till tryckutjämning och avledande av eventuellt läckagevatten. Profilsystemen i "curtain wall" - konstruktioner utförs med bruten köldbrygga men trots detta blir temperaturerna låga på reglarnas insidor vid kall väderlek.

Yttertemperaturen ca 11 °C har uppmätts i klimatkammartest vid -18 °C som utomhustemperatur. Risk för kondens på profilerna måste då beaktas särskilt vid fickor med stillastående luft eller om lokalen har förhöjd luftfuktighet.

Vid glas som fasadmaterial väljes normalt härdat glas och mot bakgrund av en del glasnedfall i äldre byggnation diskuteras idag om inte värmeförstärkt glas skulle vara lämpligare. Modern glasteknik verkar dock ha lett till en väsentlig reduktion av risker för glasnedfall och det härdade glaset bör även fortsättningsvis kunna behålla sin stora andel av marknaden.

Det yttre täta skiktet i en "curtain wall" - vägg är oftast mekaniskt fäst till profilsystemet med lämpliga clips eller med bultar vid glas. Vid fasadmaterial av tunn plåt limmas denna ibland till en hård uppstyvande skiva. Här är det viktigt att limmet tål de höga temperaturer som uppstår på fasadytan vid starkt solsken. Även på svenska breddgrader kan yttemperaturen uppgå till ca 90 °C och i nischer med helt stillastående luft kan temperaturen stiga till ca 110 °C. Vanliga kontaktlimmer vilka ibland användes i dessa sammanhang börjar att försvagas redan vid 60 °C och vid 110 °C har de tappat hela hållfastheten. Vid återgång till lägre temperatur återvinner dock limmet större delen av sin ursprungliga hållfasthet (om inte temperaturen varit alltför hög) och funktionen återställs. Viss utmattning sker dock och förbandets styrka vid höga temperaturer är ofta för låg. Försiktighet vid val av lim och noggrann bedömning av fasadens yttemperatur bör ske vid limmade konstruktioner.

En annan typ av fasader vars användning ökar är "structural glazing" - fasader. Konstruktionen som ger en estetisk finess i form av obruten glasyta och vissa fördelar m.a.p. köldbryggor bygger på att glaskonstruktionen samverkar med den bärande stommen via limfogar av silikon. "Structural glazing" - fasaderna kommer från Nordamerika där man i början av 1970-talet lyckades utveckla ett silikonlim som möjliggjorde limning av glas till andra material.

Metoden innebär att glaset först limmas mot en ram av metall vilken i sin tur monteras på en primärstomme. Limning till metallstommen utföres på två eller fyra sidor och ej limmade sidor fästs mekaniskt till metallprofilerna. För att säkerställa erforderlig kvalitet, skall där så är möjligt, limningen ske inomhus i torra och tempererade lokaler. Valet av silikon samt dimensionering av fogarna skall göras i samråd med sili-konleverantören. På grund av osäkerhet rörande limmets funktion under längre tid i vårt klimat bör ett system med regelbunden inspektion av fasaderna övervägas, speciellt vid 4-sidigt limmade konstruktioner.

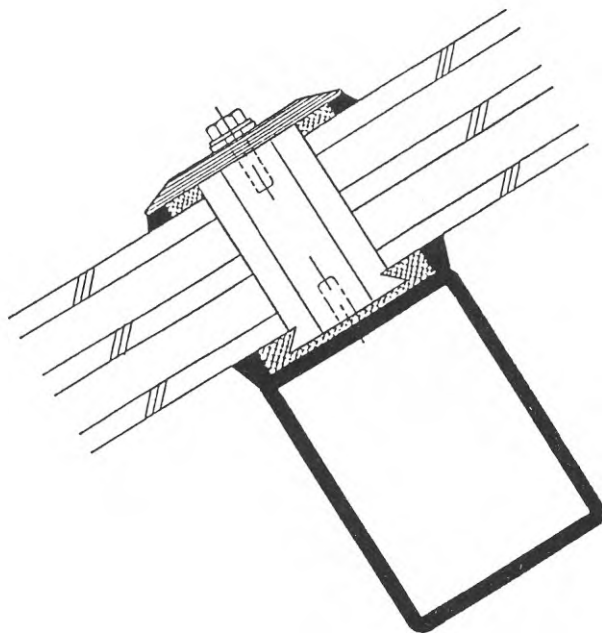
5.4 Förekommande system

På marknaden finns idag ganska många överglasningssystem, både svenska och utländska. Några tillverkare sköter allt från projektering till färdigt tak men ofta är glasmästaren entreprenör och inköpare av profilsystemet. De olika fabrikanternas systemlösningar uppvisar många likheter men också viktiga principiella skillnader. För profilsystemen brukar skillnaden i tätningens utformning tillmätas den största betydelsen och här skiljer man också på två olika system

- system med tvåstegstätning (se också kap. 5.1.2)
- system med ettstegstätning.

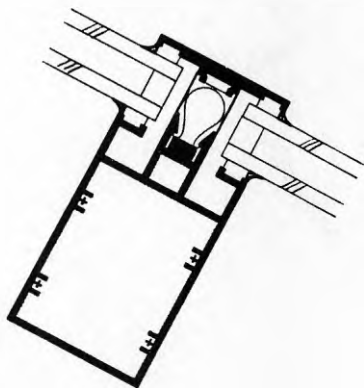
I denna rapport förekommer 8 olika glastaksystem: Schüco, SapaFront, Ferm & Person, Robertson Nordisk, Icopal-Svitral, Lantiform, Marcus och ett okänt. Icopal-Svitral är exempel på ettstegstättning, Lantiform exempel på ett system med ofullständig dränering och de övriga är utformade enligt principen för tvåstegstättning. Marcus AB finns inte längre på marknaden och uppgifter om systemets uppbyggnad saknas.

Schüco, SapaFront och Robertson Nordisk har bärprofiler inklusive erforderliga dräneringskanaler av aluminium medan Ferm & Person har ett bärsystem av stål och också en annan utformning av dräneringskanalerna. De olika systemens principiella utformning vid vertikal- och horisontalskarv redovisas i följande figurer liksom ett exempel på sammankoppling av horisontal- och vertikalspröjs.

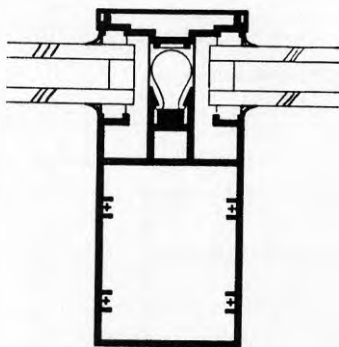


Figur 5.7 Horisontal- och vertikalskarv, Ferm & Person

Glasrutorna monteras mot ett bärverk av stål. Dräneringskanalen är en del av listen mellan glaset och stålprofilen.

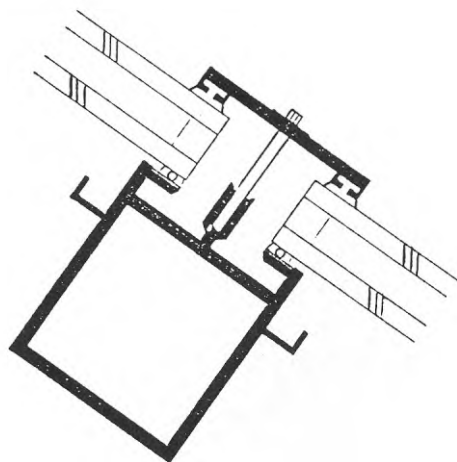


Figur 5.8 Horisontalspröjs Sapa.

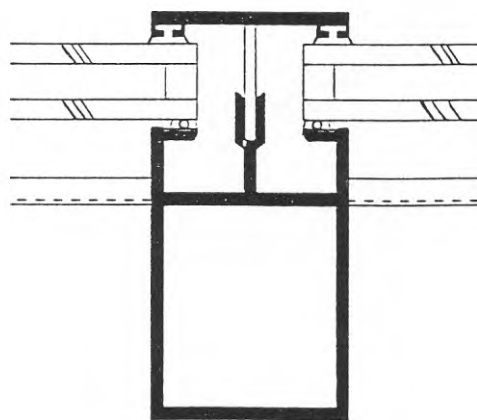


Figur 5.9 Vertikalspröjs Sapa.

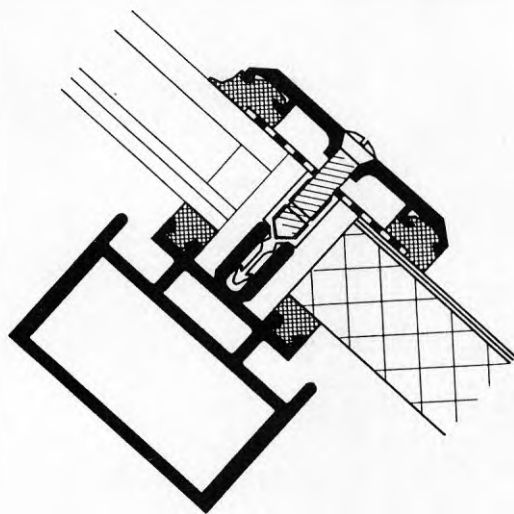
Sapa:s profilsystem skiljer sig från det föregående genom att bärverket är av aluminium och genom att dräneringskanalen är en integrerad del av aluminiumbärverket. Denna kommentar gäller också de två följande systemen; Robertson Nordisk figur 5.10 och 5.11 samt system Schüco enligt figur 5.12 och 5.13.



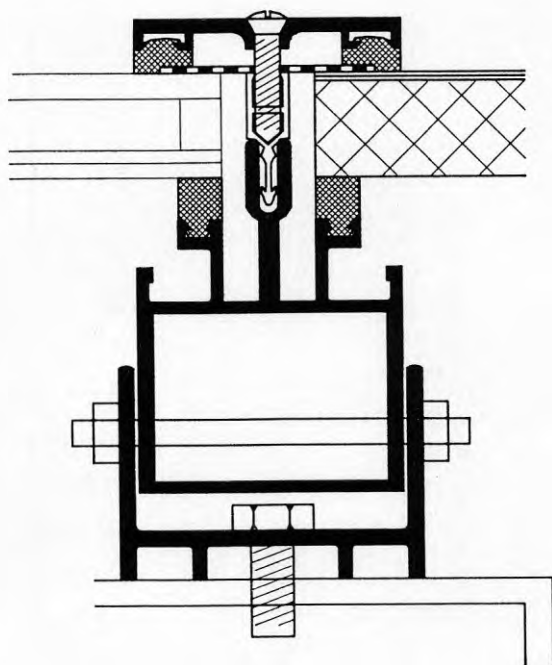
Figur 5.10 Horisontalspröjs, Robertson Nordisk.



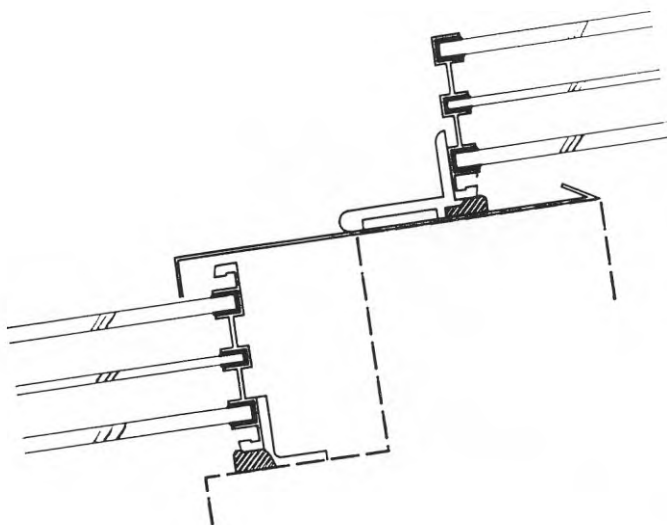
Figur 5.11 Vertikalspröjs, Robertson Nordisk.



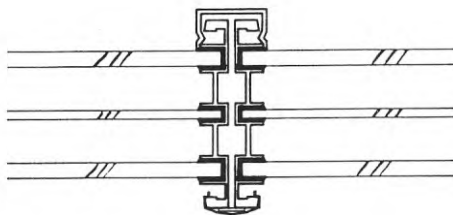
Figur 5.12 Horisontalspröjs, Schüco.



Figur 5.13 Vertikalspröjs, Schüco.

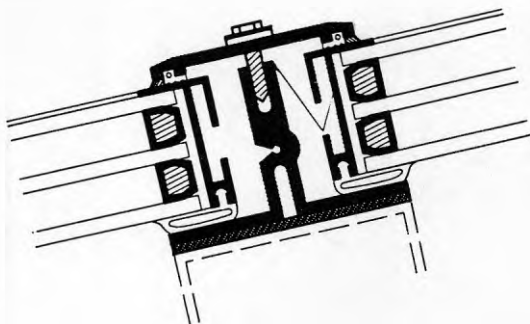


Figur 5.14 Horisontalspröjs, Icopal-Svitral.

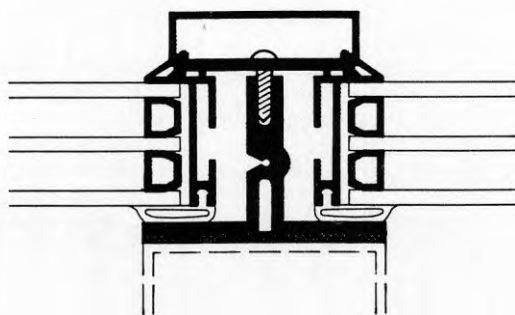


Figur 5.15 Vertikalspröjs, Icopal-Svitral.

Icopal-Svitral system är ett exempel på ettstegstätning. Det är också det enda systemet med trappstegstätning.

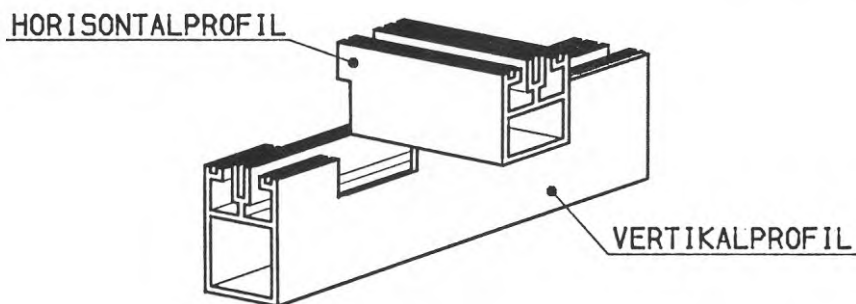


Figur 5.16 Horisontalspröjs, Lantiform.



Figur 5.17 Vertikalspröjs, Lantiform.

System Lantiform är ett exempel på ett system med ofullständig dränering.



Figur 5.18 Sammankoppling av vertikal- och horisontalspröjs.

5.5 Montage

MTK (Monteringstekniska Kommittén) anger i sina föreskrifter bl.a. följande för att erhålla ett fullgott montage.

Generellt:

Vid montering av glas i tak ställs större krav än vid vertikal montering. Det är viktigt att underlaget är absolut plant och ger ett jämnt upplag för glaset.

Det är viktigt att kvalitetsprodukter med lång livslängd och minimalt underhåll användes. Materialen måste vara anpassade till varandra så att inte exempelvis kemiska reaktioner uppstår.

Det är vidare viktigt att fogmaterial kan klara de belastningar som är aktuella utan att deformeras med läckage som följd. Fogmaterialen skall dessutom ha goda väderbeständighetsegenskaper. Glaskantens kvalitet är av stor betydelse för glasets hållfasthet och det är därför viktigt att rutorna hanteras varsamt så att inte kantskador uppstår. Det är mycket viktigt att glasningslister appliceras med ett jämnt kantryck.

Momentdragare rekommenderas för fastsättning av skruv, bult eller motsvarande i glasningslister. Dessa bör efter en tid efterdras.

Dränering:

Glasfalsens botten för takkonstruktioner skall alltid vara dränerad, så att vattensamlingar förhindras och fullständig vattenavrinning möjliggörs samt att vatten inte står mot den inre fogen.

Det är av största vikt att dräneringshål och slitsar görs tillräckligt stora för att undvika igensättningsrisk p g a smuts. Det principiella utförandet skall underställas isolerrutetillverkaren eller MTK för godkännande.

Det är av största vikt att sammanfogningar av vertikala och horisontella profiler utförs så att risk för otätheter elimineras. Sådana otätheter medför att vatten kan tränga in och att luft kan tränga ut. Normala rörelser för konstruktionen får ej heller ge upphov till otätheter.

Om glaskonstruktionens takfot har betydligt lägre U-värde (= bättre värmegenomgångsmotstånd) än glastaket i övrigt kan dräneringssystemet i bottenfalsen frysa till. Risk för is-sprängning blir härigenom mycket stor.

Falsutrymme:

Utrymmet mellan isolerruta och glasfalsbotten skall, med hänsyn till förekommande toleranser, vara tillräckligt för att klossning skall kunna ske på föreskrivet sätt.

Falsmått:

Glasfals och glasningslister skall ha sådan utformning att isolerrutans kantförsegling skyddas från direkt solbestrålning, eftersom UV-ljuset bryter ned de flesta förseglingsmassor.

Normalt skall höjden vara minst 20 mm.

Förbehandling:

Den av respektive materialtillverkare föreskrivna förbehandlingen skall alltid utföras. Normalt innebär detta att glas och glasningslister skall vara rena och torra, men i vissa fall kan speciell förbehandling erfordras.

Stålkonstruktioner måste vara behandlade så att inte korrosionsangrepp medför att hål eller kanaler för dränering täpps till. Detta kan medföra att vatten eller fukt kvarstannar i falsen i en för isolerrutan eller konstruktionen i övrigt skadlig omfattning. I metallkonstruktioner där självhäftande fogmaterial, såväl elastiska fogband som fogmassor används skall noggrann avfettning göras och eventuella skyddslacker avlägsnas.

Falsar, glasningslister och glas skall vara rena, avfettade och torra vid applicering av fogmaterial. Det är av största vikt att falsar rengörs från smuts, metallspån etc. så att inte dräneringshål och kanaler täpps till. Renblåsning med tryckluft rekommenderas.

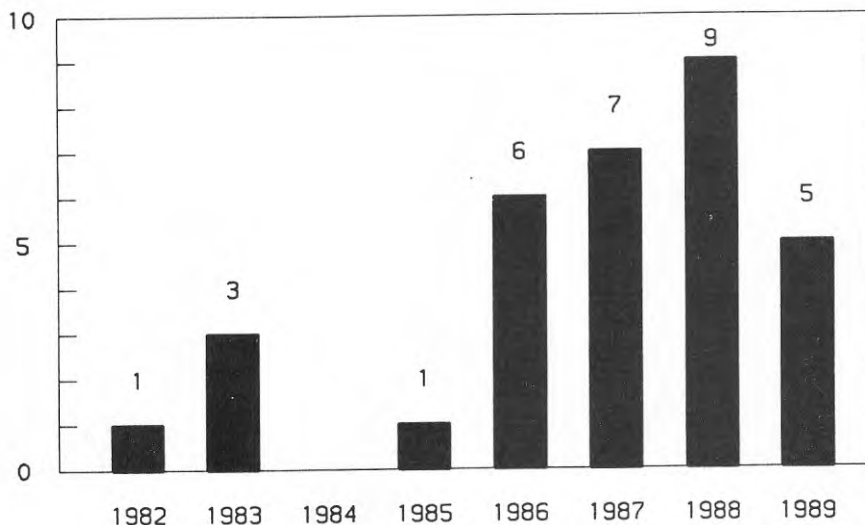
6 OBJEKTSTUDIE OCH SKADEINVENTERING

6.1 Enkät om studieobjekt

Objektstudien inleddes med att en förfrågan rörande byggnader med glastak, glasfasader och "curtain wall" distribuerades till medlemmarna i Västra Sveriges Byggmästarförening. Enkäten avsåg objekt i Västra Sverige och urvalet gjordes av medlemmarna i FoU Väst.

Avsikten var att utifrån enkätsvaren genomföra en fältstudie av objekten och att intervjua angivna kontaktpersoner (i huvudsak fastighetsägare).

Totalt anvisades 34 objekt. Av dessa utgick fem objekt, ett på grund av att det inte var färdigställt, ett för att det var för litet (endast 7m² glasfasad) och tre därför att kontaktpersonerna ej kunde nås. Av de kvarvarande objekten delades tre stycken upp i sex separata objekt då de ingående glastaken var av olika konstruktion (system), belägna i olika byggnadskroppar och dessutom producerade vid olika tillfällen. Det totala antalet objekt som blev föremål för enkät och fältstudier var därför 32 stycken. I bilaga 3 har objekten sammanställts i tabellform. Tabellen innehåller också viss information rörande observerade skador och brister. Objektens åldersfördelning visar god överensstämmelse med den allmänna marknadssituationen med ca 80% producerade efter år 1985. Åldersfördelningen redovisas i figur 6.1 nedan.



Figur 6.1 Objektens fördelning efter ålder

Vid studien användes ett frågeformulär som är en modifiering av C. Dreijers formulär rörande "Fältundersökningar av glasstak". (Se bilaga 2.) För några få objekt som rapporterades utan brister gjordes ej någon fältundersökning. Som ett komplement till fältundersökningen och enkätsvaren har typritningar och vissa byggritningar för de specifika objekten studerats. I de fall där läckage eller andra allvarliga problem rapporterats har också försök gjorts att klarlägga dess orsaker. Hypoteserna har, där så varit möjligt, jämförts med glastaksleverantörernas egna erfarenheter. En sammanställning av de i undersökningen ingående objekten med observerade brister återfinnes i bil. 3.

6.2 Överglasade rum

Totalt erhöles 31 svar angående överglasade rum. Av dessa utgick ett på grund av att objektet inte var färdigställt. Utav de 30 kvarvarande objekten uppgavs eller iaktogs att 22 st (73%) läckte på ett eller flera ställen. I två fall hade läckagen upphört helt efter tätningsförsök men för de övriga objekten kvarstod problemen om än i mindre omfattning. De glastak som varit täta under hela nyttjandetiden utgjordes i huvudsak av smala band eller pyramidformade konstruktioner på höga sargar.

Endast två av de täta taken var av annan utformning.

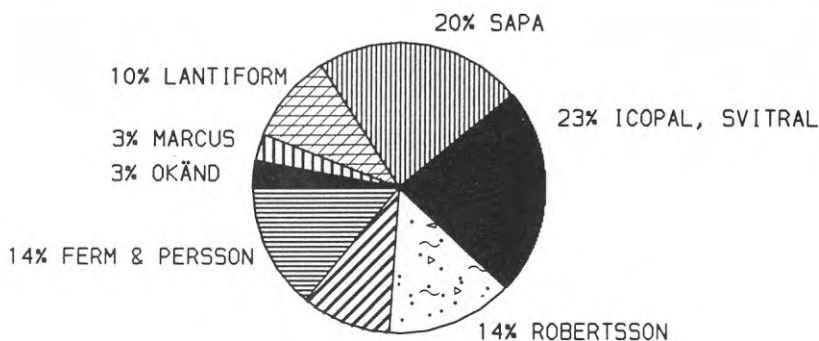
De allvarligaste rapporterna gällde dock glasedfall. Totalt har 4 st (14%) av objekten drabbats av nedfallande glasrutor. Av objekten med härdat glas som innerruta var andelen nedfall mycket hög. För två av objekten gällde nedfallet endast en ruta, i en av byggnaderna två stycken och i en inte mindre än 7 stycken.

I samtliga fall handlar det om härdat glas över publika lokaler. För ett av objekten (med två nedfallande glasrutor) har orsaken bedömts vara spontangranulering. För övriga tak saknas underlag för en säker bedömning av orsaken till granuleringen och de därmed sammanhängande glasedfallen.

I ett av de drabbade objekten har glaset i den solbelysta takhalvan ersatts av laminerat glas och i två av objekten har glasrutorna förstärkts genom att självhäftande folie applicerats på dess undersidor. Man får då en funktion som påminner om det laminerade glasets och verkligheten visar att glasrutor som granulerat efter foliemontaget också har blivit kvar i taket. Många befintliga glastak är dock utförda av laminerat innerglas och idag tillverkas alla tak på detta vis.

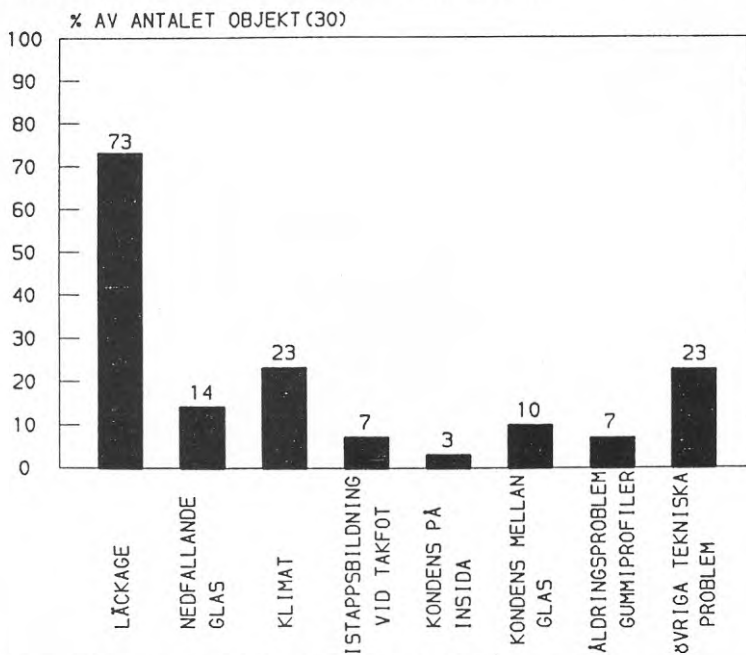
Utöver ovan nämnda brister rapporterades också istappsbildning vid takfot, åldringsproblem rörande gummilister och tätbrickor, kondens mellan takrutor och en del klimatproblem m.m.

De i undersökningen ingående glastaken fördelade sig på åtta olika systemtakstillverkare (ett av glastakens ursprung kunde inte härledas). Fördelningen på de olika systemproducenterna redovisas i figur 6.2 nedan.



Figur 6.2 Fördelning på tillverkare

För att åskådliggöra omfattningen av de problem som rapporterats eller iakttagits redovisas en sammanställning i figur 6.3. De olika typerna av fel redovisas här med vertikala axlar som procenttal av antalet objekt (30 st). Några av objekten är drabbade av flera problem varför summan överstiger 100. En mer ingående diskussion rörande de enskilda problemområdena förs i de efterföljande avsnitten.

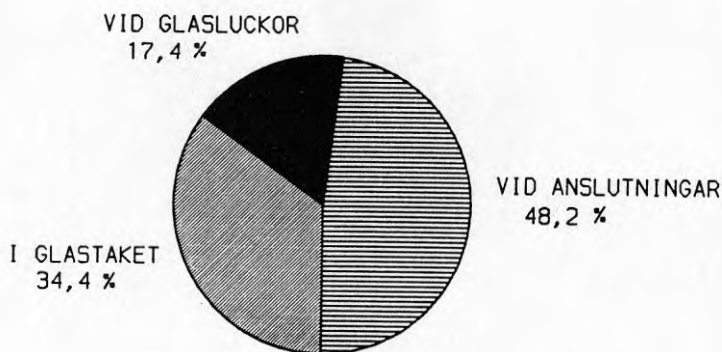


Figur 6.3 Sammanställning av rapporterade problem.

6.2.1 Läckage

Tre principiellt olika typer av läckor har observerats i samband med i undersökningen: läckor vid anslutningar, läckor vid glasluckor och läckor ute på själva glastaket. För en del av objekten förekommer läckor av flera slag dock med övervikt för problemen vid anslutningarna.

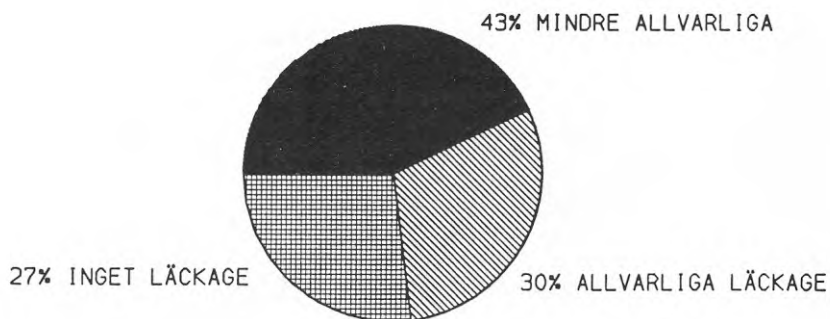
De olika typernas andel av det totala antalet läckor framgår av figur 6.4 nedan.



Figur 6.4 Fördelning av läckage.

Med läckage vid anslutningar avses glastakens anslutningar mot andra byggnadsdelar t.ex. ränna, sarg, vägg eller annan takkonstruktion. Med läckage vid glasluckor menas läckage genom själva luckan eller i dess anslutning mot glastaket. Övriga läckor har samlats under rubriken läckor i glastaket och avser hela glastaket inklusive dess brytpunkter.

Utav de läckage som observerats har 30% bedömts som allvarliga dvs de har orsakat väsentlig olägenhet och lett till omfattande reparation eller ombyggnad av glastaken. Övriga läckor varierar från enstaka dropp till mer regelbundna läckage från flera ställen av taket. Läckagens ringa omfattning liksom de underliggande lokalernas verksamhet och beskaffenhet har inneburit att dessa läckor rubricerats som mindre allvarliga i rapporten. Se figur 6.5 nedan.



Figur 6.5 Gradering av läckage.

6.2.2 Nedfallande glas

Nedfallande glas är ett fenomen specifikt för glastakkonstruktioner med innerruta av härdat glas. De berörda objekten utgör visserligen "bara" 14% av det totala antalet undersökta objekt men väsentligt större andel av dem med härdat innerglas. I samtliga fall gäller det solbelysta glastak. Rapporter från objekt som inte ingår i denna undersökning, visar dock att också icke solbelysta tak kan råka illa ut.

6.2.3 Klimat

Klagomål rörande det inre klimatet omfattade ungefär vart fjärde objekt. I huvudsak avsågs kallras vintertid och för hög temperatur sommartid. Stillasittande arbete (t.ex. i en reception) är en i detta avseende känslig verksamhet och om vindfånget vid entrén dessutom släpper in mycket kallluft kan speciell omsorg behöva ägnas det lokala klimatet kring receptionen.

6.2.4 Istapppbildning, kondens, åldringsproblem

Istapppbildning konstaterades för två av objekten vid övergången mellan glastak och glasvägg. En del av de senast uppförda byggnaderna hade vid undersökningstillfället inte varit utsatta för vinterklimat och det kan inte uteslutas att istapppbildning kan vara mer omfattande än denna undersökning visar. För tre objekt noterades fukt mellan glasrutorna. I två av fallen gällde det luftade glasrutor och i ett fall isolerglas där ca 50% av glasrutorna drabbats av inträngande vatten. Två fall av kondens på insida glasruta har också noterats. Problemen var här ringa och i ett av fallen gällde det en badanläggning med hög fuktighet (ca 55%).

Åldringsproblem betr. gummilister och gummibussningar runt skruvar rapporterades för tre objekt. Detaljerna var för två av objekten utbytta vid besiktningstillfället och närmare studium var därför omöjligt.

För det tredje objektet var gummilisterna 8 år gamla och påtagligt åldrade. Detta objekt är beläget mycket nära den petrokemiska industrin i Stenungsund och ev. kan detta ha bidragit till den snabba nedbrytningsprocessen.

6.2.5 Övriga problem

Bristfälligt utfört plåtarbete vid anslutningar har observerats för tre objekt och oljeläckage hos motorer för styrning av takluckor i ett.

Driftproblem för takluckorna har uppmärksamats vid vart fjärde objekt.

6.3 Glasväggar

I undersökningen ingår 16 objekt med glasväggar. Utöver vissa uppgifter om kallras och en del iakttagelser rörande istapppbildning rapporterades inga väsentliga problem.

6.4 "Curtain wall"- konstruktioner

I undersökningen ingår 3 st "curtain wall" - projekt. Fasadytorna är stora och utförda med både glasade och icke glasade delar. För ett av objekten är väggkonstruktionen luftad, för ett har en partiell luftning utförts och för ett är konstruktionen oluftad dock utförd med tryckutjämning.

6.4.1 Angivna problem och noteringar

Problem med skador orsakade av luftgevärsskytte har drabbat ett av objekten och läckage två. I samtliga fall har dock väggarna tätats på ett framgångsrikt vis.

7 ANALYS, SLUTSATSER

7.1 Överglasade rum

I detta avsnitt redovisas var för sig de undersökta objekten och de problem som uppmärksammats. Sammanställningen innehåller också där så varit möjligt en redovisning av de sannolika orsakerna till bristerna dvs. till läckagen, glasedfallen m.m. Slutsatserna är baserade dels på den information som nyttjare och leverantör lämnat och dels på iakttagelser i samband med ritningsstudier och besiktningar.

Efter redovisningen följer en mer sammanfattande diskussion inklusive kompletterande statistisk bearbetning.

OBJEKT 1

Byggnad:	Kommunalhus i Munkedal
Byggnadsår:	1988
Glastaksystem:	Schüco
Typ av glaskonstruktion:	Sadeltak ca 230 m ² mellan befintliga byggnader. Härdat glas utvändigt och laminerat glas invändigt. Glasvägg ca 180 m ² .
Problem:	Taket har i huvudsak varit problemfritt under nyttjandetiden frånsatt istappsbildning vid takfot och visst kalldrag i receptionen.
Övrigt:	I det här projektet deltog underentreprenören för glaskonstruktionen aktivt redan i projekteringsarbetet, vilket bl.a. ledde till att rännalarna utfördes helsvetsade i rostfri plåt. Bland detaljerna under projektets genomförande kan också nämnas att profilsystemets dräneringskanaler vattentestades mycket noga innan taken förseglades.

OBJEKT 2



Byggnad:	Kontorshus, Lilla Bommen, Göteborg
Byggnadsår:	1989
Glastaksystem:	Schüco
"Curtain wall":	Engdahls Stålteknik - SAPA
Typ av glaskonstruktion:	Pulpettak samt lanterninliknande band med luckor. Totalt ca 1000 m ² . Härdat glas utvändigt och laminerat invändigt.
Problem:	Läckage i takkonstruktionen har konstaterats vid flera tillfällen i samband med regn och blåst. Samtliga läckage är belägna vid anslutningar. Ett fall av läckage i "curtain wall" - konstruktionen har noterats.
Sannolika orsaker till läckage:	Ett antal brister rörande plåtarbetet såsom för korta takfalsar, ofalsade anslutningar och glapp vid skarvar har orsakat läckagen. Samtliga fel har åtgärdats och takkonstruktionen är nu tät så när som på ett mindre läckage.

OBJEKT 3 OCH 4

Byggnad:	Kontorshus, Citadellet och Tornet i Göteborg
Byggnadsår:	1988
Glastakssystem:	Ferm & Person
Typ av glas-konstruktion:	Smalt glasband av pulpettakstyp ca 110 m ² . 5 våningar hög glasvägg (ca 1100 m ²).

Glastak och glasväggar har fungerat väl under hela nyttjandetiden. Inga läckage rapporterades och den enda egentliga anmärkningen gällde kallras vid kylig väderlek.

OBJEKT 6

Byggnad:	Hotell Gothia i Göteborg
Byggnadsår:	1985
Glastakssystem:	-
"Curtain wall":	Ca 4000 m ² (SAPA)
Problem:	Läckage uppträdde under den första nyttjandetiden i anslutning till horisontella utvändiga rännor vilka monterats för att avleda vatten från fasaden. Rännorna försågs så småningom med "lock" varvid läckaget reducerades. Kompletterande tätning har senare lett till att läckaget helt upphört. Luftgevärsskytte har orsakat vissa glasskador.

Sannolik orsak till läckage:

Vid nederbörd i kombination med vind pressades vattnet i rännorna upp genom profilsystemets dräneringshål och in i själva konstruktionen.

OBJEKT 7

Byggnad:	Hotell Sheraton i Göteborg
Byggnadsår:	1986
Glastaksystem:	Robertson Nordisk AB
Typ av glaskonstruktion:	Inåtlutande ca 4 m breda glasband omslutande en försänkt plåtklädd takdel. Den glasade takytan är delad i två lika delar tillsammans ca 400 m ² stora. Såväl yttre som inre glas är härdade. Ca 200 m ² glasfasad.
Problem:	Smärre läckage har förekommit vid en punkt ute på glastaket samt vid brytpunkterna i glastakens hörn. Mer frekventa läckage har förekommit runt de öppningsbara takluckorna. Två glas på den solbelysta sidan av taket har fallit ned och vid det ena tillfället orsakades materiell skada på inredningen.
Övrigt:	Läckagen vid luckorna har oftast skett kort tid efter det att dessa varit öppnade. Läckaget ute på glastaket har upphört efter rengöring av profilsystemets dräneringskanaler men läckageproblemen runt luckorna kvarstår. De invändigt placerade härdade glasen i de solbelysta delarna av taken har numera ersatts av laminerade glas varvid risken för nedfall minimerats. Tätningsbrickor av gummi runt skruv för infästning av täcklistor uppvisade en del åldringssymptom i ett tidigt skede (krackelering) och byttes i samband med reparation av glastaket.
Sannolik orsak till nedfallande glas:	Det undre glasets i glastakskonstruktionen var ursprungligen utfört av härdat glas. Härdade glas kan granulera spontant eller på grund av mekanisk påverkan t.ex. som en följd av olämpligt montage med glasedfall som resultat. För att försöka bedöma orsaker har taket i det här fallet kontrollerats omsorgsfullt av opartisk besiktningsman utan att något fel i glasens montering kunnat upptäckas. Den sannolika orsaken till att glasen fallit ned är därför spontangranulering.

Sannolik orsak till
läckage:

Otätheterna ute på själva glastaket orsakades av dåligt rengjorda dräneringskanaler. Läckorna vid takluckorna har andra orsaker. Luckorna i det här glastakssystemet saknar sarg och ligger i stort sett i samma plan som glastaket. För att luckorna skall vara täta krävs ett visst anliggningsstryck mot tätningprofilerna. Öppning och stängning av luckorna sker med hjälp av en lång motordriven axel som reglerar många luckor samtidigt. Troligen blir luckornas anliggningsstryck särskilt vid axelns ändar ganska lågt på grund av axelns vriddeformation eller beroende på glapp i kuggsystemen. Detta förklarar också varför läckagen i allmänhet uppträder inom kort tid efter det att luckorna varit öppnade innan vindstötar, lufttrycksvariationer och skakningar m.m. på nytt byggt upp ett tillräckligt anliggningsstryck. En sarg runt luckorna liksom en mer decentraliserad mekanik för deras manövrering skulle avsevärt förbättra prognosen för att få taket tätt. Även de åldrade gummitätningarna vid täcklisterna ansågs i något fall ha bidragit till fuktinträngning.

OBJEKT 8A OCH 8B

Består av 2 olika objekt inom samma kvarter.

OBJEKT 8A

Byggnad: Kontorshus kv. Snipan, Göteborg
 Byggnadsår: 1987/1988
 Glastaksystem Sapa
 Typ av glastak: Sågtak med tre nockar och två rännor.
 Ca 60 m².
 Problem: Upprepade läckage utmed rännor vid regn i samband med blåst.

Sannolik orsak till läckagen:

Rännorna var grunda och genom sin orientering parallellt med den förhärskande vindriktningen kunde drivvatten pressas in i konstruktionen vid anslutningen mellan glastak och ränna. En bredare och djupare ränna hade sannolikt gett ett problemfritt tak.

OBJEKT 8B

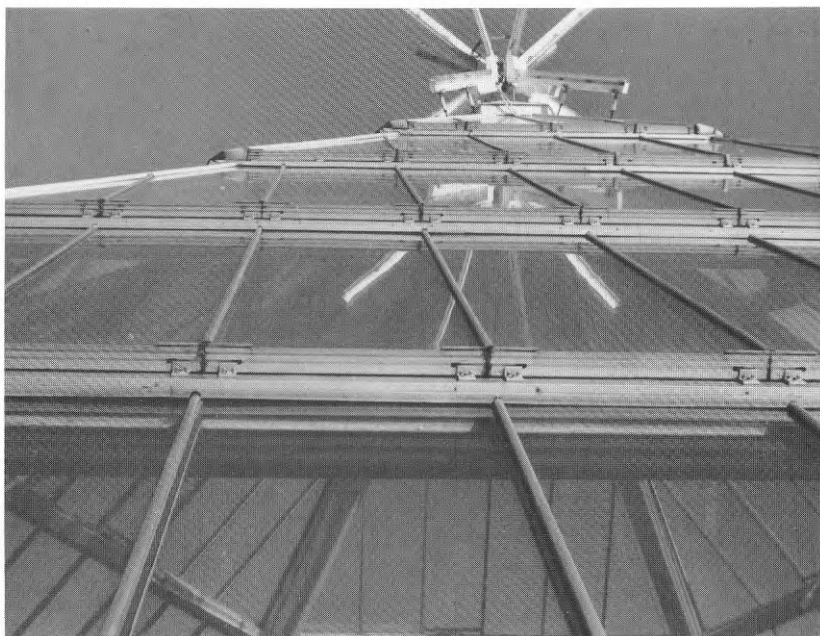
Byggnad: Kontorshus i kv. Snipan, Göteborg
 Byggnadsår: 1989/1990
 Glastaksystem: Sapa
 Typ av glastak: Ca 80 m² inåtlutande glasband omslutande en försänkt oglasad takdel.
 "Curtain wall": Ca 570 m² vägg innehållande glasytor och isolerade bröstningsdelar.

Problem: Upprepade läckage vid slagregn från flera ställen av taket. Läckagen förekommer såväl på själva glastaket som vid dess brytpunkter. Flera tätningförsök med fogmassor har genomförts utan att läckagen har upphört. Gummilisterna uppvisade enligt uppgift åldringssymptom. Denna uppgift kunde vid besiktningstillfället inte kontrolleras p g a snöhinder. Beroende på objektets korta nyttjandetid måste uppgiften bedömas som osäker.

Sannolika orsaker
till läckage:

I det här fallet är läckorna koncentrerade till själva glastakkonstruktionen. Takkonstruktionens dräneringssystem klarar inte att föra ut vattnet och orsaken till detta är svår att ange. Täta kanaler, dåliga anslutningar mellan spröjs och vertikal eller för stora deformationer i bärsystemet är några tänkbara förklaringar. Speciella misstankar kan kanske riktas mot den sneda inskärning och tätning som krävs för spröjsar vid brytpunkterna.

OBJEKT 10



Byggnad:	Affärshus A6, Jönköping
Byggnadsår:	1987
Glastaksystem:	Icopal, Svitral
Typ av glastak:	3 prismor, ett avlångt pulpettak samt flera mindre glaskonstruktioner. Ca 400 m ² totalt.

Problem:

Kondens, nedsmutsning mellan glasrutorna samt en del läckage har förekommit. Ett av de stora prismorna var otätt vid två hörn och det avlånga pulpettaket läckte runt luckor och vid den nedre anslutningen mot papp-taket.

Sannolika orsaker till bristerna:

Glastaket är inte av isolerglastyp utan har ventilationsöppningar för uteluftscirkulation mellan glasrutorna. Eventuellt är ventilationshålen för små för att helt eliminera risken för kondens och de filter som sitter i hålen klarar inte helt att förhindra nedsmutsning mellan glasen. Kondensen liksom nedsmutsningen var koncentrerad till de nedre delarna av glasrutorna och trots allt relativt harmlösa. Problemet är dock att nedsmutsningen sker på ett ställe där rengöring inte är möjlig. Läckagen för det stora prismet var egentligen inget glastaksproblem utan följden av en olämplig anslutning mellan papp-taket och den sarg som bär glastaket. En lämplig utformning av dilatationsfogen för att överbrygga de olika vertikalarörelserna mellan sarg och tak hade troligen löst detta problem. Läckagen runt luckorna i det avlånga taket förekom bara vid regn strax efter det att luckorna varit öppnade. Anliggningsstrycket verkar vid dessa tillfällen vara så lågt att luckorna inte sluter tätt och avsaknaden av sarg leder då lätt till läckage. Läckaget vid glastakets nedre del i anslutningen mot papp-taket har orsakat en del byggnadstekniska skador. Anslutningen här är med de förutsättningar som råder mycket svår att få tät och en utformning med 0,5 m hög sarg hade ganska säkert förhindrat dessa problem. Drivvatten ges nu stora möjligheter att leta sig in mellan plåt och papp eller mellan avtäckningsplåtarna trots att man ansträngt sig för att få ett bra plåtarbete.

OBJEKT 13A och 13B

Består av två olika objekt inom samma kvarter, byggnad S producerad 87/88 och byggnad T som är producerad 1989.

OBJEKT 13A (Byggnad S)

Byggnad:	Kontor och teknikutveckling, Volvo, Skövde
Byggnadsår:	1988
Glastaksystem:	Robertson Nordisk AB
Typ av glastak:	Pulpettak med ca 30° taklutning. Härdat glas i såväl inner- som ytterruta.
Problem:	Läckage på ett par ställen ute på själva takytan. Försöken att tätataket med fogmassa har inte varit framgångsrika. I samband med hög inomhustemperatur (ca 65 °C uppe vid taket) inträffade ett glasnedfall. Innerglaset som är av härdat glas har efter incidenten förstärkts med folie för att hindra ytterligare nedfall.

Sannolika orsaker till problem:

Orsakerna till läckagen står sannolikt att finna i profilsystemets dräneringskanaler. Ofullständiga anslutningar mellan spröjsar och vertikaler eller kvarglömt materialspill i kanalerna kan vara orsaken till läckagen. Huruvida glasnedfallet beror på spon-tangranulering eller granulering som följd av mekanisk påverkan i glas-falsen har inte kunnat bedömas.

OBJEKT 13B (Byggnad T)

Byggnad:	Kontor- och teknikutveckling, Volvo, Skövde
Byggnadsår:	1989
Glastaksystem:	Schüco
Typ av glaskonstruktion	Flera stora glastak av pulpettyp samt 300 m ² glasvägg.

Problem: Ett flertal läckage huvudsakligen i samband med regn och blåst. Läckagen är koncentrerade till anslutningarna framför allt vid takets övre del. Glastakets täcklistor var trots efterdragning av skruvarna vågiga. Vid takfoten mellan glastak och glasvägg konstaterades omfattande is-tappsbildning.

Sannolika orsaker till läckage:

En mängd brister noterades som rörde plåtarbetet vid anslutningarna. På en lutande krönmur var skarvarna lagda omlott men felvända så att vattnet kunde rinna in mellan plåtarna. Samma förhållande rådde vid takfoten mellan glastak och glasvägg och vid en gavelanslutning hade gummiduken som utgör tätning mellan glastak och omgivande konstruktion blivit så kort att den avslutats inuti väggen med läckage som följd.

OBJEKT 15

Byggnad: Tekniskt kontor, SAAB, Trollhättan

Byggnadsår: 1986

Glastakssystem: Lantiform

Typ av glastak: Sadelformat tak med ca 30° taklutning. Härdat enkelglas.

Problem: Läckor i samband med slagregn har förekommit på de plana takdelarna samt vid en besvärlig anslutning till en prismaformad glaskonstruktion. Omfattande försök att få taket tätt har gjorts med fogmassa såväl vid spröjsanslutningar som utmed vertikaler. Läckagen är dock fortfarande besvärande.

Sannolika orsaker till läckage:

Taksystemet är utfört av enkelglas utan dräneringskanaler och med mycket låg sarg. Avsaknaden av dräneringskanaler gör taket känsligt för brister i de yttre tätningarna. Möjligheterna att få den här konstruktionen helt tät med hjälp av kompletterande fogning måste bedömas som ganska små.

OBJEKT 16

Byggnad:	Hotell Prisma, Skövde
Byggnadsår:	1983 (ombyggnad)
Glastaksystem:	Marcus AB, Göteborg
Typ av glas-konstruktion	Pulpettak av glas ca 100 m ² och ca 120 m ² glasfasad
Problem:	Läckage under lång tid vid anslutning mellan tak och vägg samt vid övergång mellan glastak och papptak. Väderlekssituationen regn i kombination med blåst orsakar de flesta läckagen.
Sannolika orsaker till läckage:	Glastaksanslutningen mot vägg var svåråtkomlig för besiktning och orsaken till denna läcka kunde inte fastställas. Läckaget mellan glastak och papptak berodde på en alltför låg sarg där drivvatten ganska enkelt kunde pressas upp under kröntäckningen och in under det anslutande glastaket.

OBJEKT 17

Byggnad:	Kontor, kv. Geten, Gårda, Göteborg
Byggnadsår:	1989
Glastaksystem:	Ferm & Person
Typ av glastak:	Två flacka tak à 300 m ² .
Problem:	Ett mindre läckage ute på själva takytan
Sannolika orsaker till läckage:	Ingen påtaglig orsak till läckage kunde upptäckas. Taket är av mycket flack konstruktion (lutning = 15°) och de traditionella horisontalspröjsarna har ersatts av fogmasseförseglade glasskarvar. En djärv konstruktion både med avseende på skarvning och taklutning och ännu utan större problem förutom det mindre läckaget ute på takytan.

OBJEKT 18

Byggnad: Pustervik, kv. Röda Bryggan, Göteborg

Byggnadsår: 1987

Glastaksystem: Icopal - Svitral

Typ av glastak: 400 m²

Problem: Automatik för luckor och solskyddsgardiner fungerar dåligt. I övrigt ett problemfritt glastak. Orsakerna till problemen med automatiken har inte studerats närmare.

OBJEKT 19

Byggnad: Lerumsbadet, Lerum

Byggnadsår: 1988

Glastaksystem: Icopal - Svitral

Typ av glastak: Glasband ca 2 m breda utan spröjsar

Problem: Inga allvarliga problem rapporterades. Mindre kondensinslag kunde uppträda någon enstaka gång på insidan av glaskonstruktionerna och något hög inomhustemperatur rapporterades för sommarhalvåret. Det fuktiga inomhusklimatet i badhallen (55%) och den höga inomhustemperaturen (33 °C) innebär speciella risker ur kondenssynpunkt. Trots det i detta avseende mycket ogynnsamma inomhusklimatet är kondensinslagen mycket små.

OBJEKT 20 A

Byggnad: Affärshus, Ljud & Bild, Källered

Byggnadsår: 1986

Glastaksystem: Ferm & Person

Typ av glastak: Pyramid

Problem: Konstruktionen har fungerat i stort sett problemfritt. Vid besiknings-tillfället observerades att skruvar för täcklister hade släppt. Två täcklister vid sarganslutningen hade lossnat på grund av att fästdonen (popnitar) hade dragits ut i samband med storm.

Kommentar: Som en generell rekommendation kan sägas att popnit inte skall användas i dessa sammanhang. Temperaturbetingade rörelser i plåtar och lister gör att hålen runt nitarna blir förstorade (med läckage som följd) eller leder till skjuvbrott i popniten. Skruvar med tätbrickor för fastsättning av lister och clips för plåt-detaljerna är de infästningsmetoder som i stället bör användas.

OBJEKT 20 B

Byggnad: Affärshus, Ljud & Bild, Källered

Byggnadsår: 1986

Glastaksystem: Okänt

Typ av glastak: Avlångt pulpettak

Problem: Läckage vid två tillfällen runt luckor

Sannolika orsaker till läckage: Inga brister i utförandet kunde iakttagas. Läckagen har bara uppträtt vid två tillfällen och verkar inte relaterade till de vanligt förekommande slagregnen på västkusten. Det kan inte uteslutas att läckagen har orsakats av att luckorna löst ut.

OBJEKT 21

Byggnad: Kv. Skomakaren, Kungälv

Byggnadsår: 1988

Glastaksystem: Sapa

Typ av glastak: Pyramid 6 x 6 m

Problem: Inga problem bortsett från hög inomhustemperatur under varma somrardagar.

OBJEKT 22

Byggnad: Rowells, Borås
Byggnadsår: 1989
Glastaksystem: Icopal - Svitral
Typ av glastak: Avlångt sadeltak ca 2 m brett
Problem: Inga problem rapporterades.

OBJEKT 23

Byggnad: Kv. Svanen, Göteborg
Byggnadsår: 1988
Glastaksystem: Sapa
Typ av glastak: Pyramid. Båda glasen härdade
Problem: Inga problem rapporterades.

OBJEKT 24

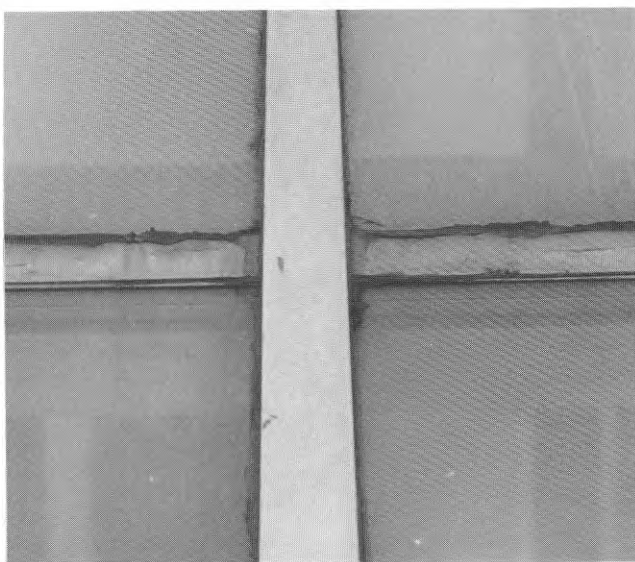
Byggnad: Kontorsbyggnad kv. Tennet, Göteborg
Byggnadsår: 1987
Glastaksystem: Ferm & Person
Typ av glas-konstruktion: Sadeltak ca 800 m². Både inre och yttre glas är härdade. Glasvägg ca 300 m².
Problem: Läckage dels ute på takytan och dels vid anslutning mellan tak och fasad. En glasruta har fallit ned. Kallras från glasfasaden.

Sannolika orsaker
till problemen:

Läckagen ute på själva glastaket berodde troligen på fel vid monteringen (anslutning mellan spröjs och vertikal). Läckaget vid takfoten orsakades av brister i plåtarbetet. Omlottläggning av skarvar saknades och i en del fall förekom också glapp mellan plåtändarna.

Orsaken till glasedfallet är granulering av det härdade innerglaset. Om granuleringen skett spontant eller som en följd av kantpåverkan eller annan påverkan kunde inte bedömas.

OBJEKT 25



Byggnad:	Kontorsbyggnad Bayer Sverige AB, Göteborg
Byggnadsår:	1987
Glastaksystem:	Lantiform
Typ av glas- konstruktion:	300 m ² pulpettak Ca 150 m ² glasfasad.

Problem: Omfattande läckage har förekommit under hela nyttjandetiden vid regn och blåst. Läckagen har varit spridda över stor del av takytan dock med viss koncentration till de längsgående profilerna. Mycket omfattande tätningssförsök har gjorts med fogmassa varvid läckagen har reducerats. Den använda fogmassan var på flera ställen oelastisk och dessutom slarvigt applicerad. Åtgärderna har karaktären av en uppehållande strategi och är så omfattande att mer fogmassa blir svår att applicera. Kondens uppträdde ibland på glasens insidor under morgontimmarna.

Sannolika orsaker till problemen:

Taket är ett system med ofullständig dränering där otätheter vid tätningsprofilerna medfört läckage. Kondens uppstår huvudsakligen när luftcirkulationen under glastaket försämras på grund av fördragen takgardin. Något kondensdropp har dock inte förekommit och detta problem är mer av kosmetisk än teknisk natur.

OBJEKT 26

Byggnad: OCE, Askim, Göteborg

Byggnadsår: 1983

Glastaksystem: Icopal - Svitral

Typ av glastak: Sadeltak, 4 m brett. Ca 100 m².

Problem: Flera läckage förekom under de två första åren speciellt vid anslutningar. Extra plåtarbeten och kompletterande fogning har här varit en framgångsrikt strategi som lett till ett tätt tak.

Sannolika orsaker till läckage:

Brister i plåtarbetet är den troliga orsaken. Det ursprungliga utförandet vilket orsakade läckagen har inte kunnat studeras p.g.a de kompletteringar som gjordes 1985.

OBJEKT 27

Byggnad: Scandic Crown Hotel, Göteborg
Byggnadsår: 1987
Glastaksystem: Robertson Nordisk AB
Typ av glastak: Pyramid 340 m²

Problem: Mindre läckage har förekommit mellan glastak och sarg. Efter åtgärder har dock detta läckage upphört.
Vid regn strax efter det att takluckor varit öppnade förekom läckage vid luckor. Packningarna i luckorna var utbytta men läckagen kvarstod om än i mindre omfattning. Bland övriga mindre problem kan nämnas att luckorna stängde ganska långsamt (ca 3,5 min) vilket orsakade problem vid snabba väderleksomslag. Ventilationsdonen (dysorna) var placerade under solskyddsgardinerna och hade orsakat kraftig nedsmutsning av dessa. Dysorna var därför avstängda sedan ett år tillbaka men trots detta bildades ingen kondens på glasens insidor.

Sannolik orsak till läckage:

Anliggningstrycket mellan lucka och gummlist verkar vara för lågt direkt efter det att luckorna varit öppnade (en följd av den använda mekaniken). Detta i kombination med att luckorna saknar sarg gör att läckage uppträder vid regn.

OBJEKT 28



Byggnad: Dagcentral, Kortedala, Göteborg

Byggnadsår: 1987

Glastaksystem: Icopal - Svitral

Typ av glastak: Sadeltak ca 100 m²

Problem: Anslutning mellan glastak och vägg har läckt under hela nyttjandetiden vid regn i kombination med blåst. Upprepade försök har gjorts med fogmassa för att få konstruktionen tät dock utan framgång. Kondens i mindre omfattning uppträder ibland mellan glasen (ej förseglad glaskonstruktion).

Sannolik orsak till bristerna:

Glastakskonstruktionen består av element vars horisontalskarvar är omlottlagda. Vid anslutning i sidled mot t.ex. en vägg uppstår därför speciella tätningsproblem på grund av takets trappstegsform. För detta objektet var plåtarbetet ej godtagbart. Anslutningsplåtarnas överlappning vid glastakets många hack var alldeles för kort och ofalsad. En utmärkt läckageanvisning uppstod därför vilken trots all fogmassa fortfarande var otät.

OBJEKT 29

Byggnad: Kontorshus, Valen, Göteborg

Byggnadsår: 1987

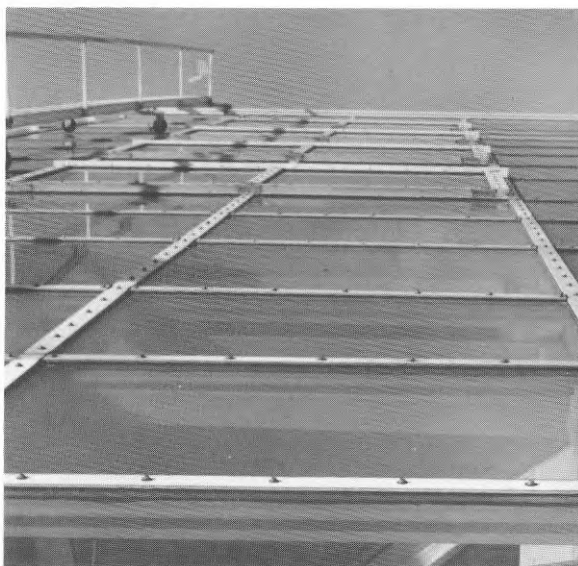
Glastaksystem: Schüco

Typ av glastak: 2 st á 250 m²

Problem: Läckage förekom ute på själva takkonstruktionen strax efter färdigställandet. Lufttättningsproblem vid anslutning mellan glastak och glasfasad samt kraftigt kallras från fasaderna rapporterades också.

Sannolika orsaker till bristerna: Läckaget berodde på felmonterade tätningslister och takkonstruktionen är nu tät.

OBJEKT 30



Byggnad: Kontorshus kv. Oden i Göteborg

Byggnadsår: 1988

Glastaksystem: Robertson Nordisk AB

Typ av glastak: 2 lika tak om vardera ca 120 m². Taken är av pulpettyp och med två sidor (gavlarna) anslutande mot högre byggnadsdelar. Härdat glas i båda glasrutorna.

Problem: Båda glastaken har haft omfattande läckage såväl vid anslutningar mot högre byggnadsdelar som ute på själva glastakytorna och vid luckorna.
 Det ena glastaket byttes ut i sin helhet efter en del misslyckade försök till tätning och det andra glastaket blev föremål för omfattande översyn. Samtliga takluckor byttes, dräneringskanaler rengjordes och anslutningar mot högre byggnadsdelar revs upp och byggdes om. Problemen kvarstår dock till viss del vid anslutningar mot de högre byggnadsdelarna. Det totalrenoverade taket har dock varit tätt ända tills snöfallet februari 1991 då läckage på nytt uppstod vid anslutningen mot vägg.

Sannolika orsaker till läckage:

Läckagen ute på själva glastaken är en följd av dåligt rengjorda och slarvigt sammansatta dräneringskanaler. De ursprungliga takluckorna har enligt uppgift läckt p.g.a. dålig passform. Luckornas utformning utan sarg ökar dock risken för läckage även om de (som i detta fall) inte använts för komfortventilation. Den gummiduk som normalt utgör glastakens tätande anslutning mot intilliggande konstruktioner saknades helt från början och ansträngningarna att i efterhand plocka in en effektiv gummiduksanslutning har inte varit helt framgångsrika. Effekterna av läckagen är besvärande då det ena taket är beläget över en restaurang. Vid läckage från det andra taket uppstår också en del bekymmer eftersom vattnet letar sig ner genom de underliggande kontorsvåningarna. Plåtarbetet uppvisade också en del brister bl.a. med omlottläggning av plåtar åt fel håll.

OBJEKT 31

Byggnad: Kv. Vinden, Stenungsund centrum
Byggnadsår: 1982 och 1987
Glastaksystem: Det äldre taket från 1982 av okänt system och det yngre från 1987 av Sapa-system
Typ av glastak: Enkelglassystem. Övertäckning av gågator och kommunikationsutrymmen

Det äldre taket (1982)

Problem: Läckage har förekommit under hela nyttjandetiden såväl vid slagregn som vid normalt regn. Taket påminner om ett växthustak med påtryckta gummilister i fogarna på takets ovansida. Gummilisterna har åldrats och också lossnat på flera ställen. Omfattande tätningsförsök har gjorts mellan gummilister och glasrutor med hjälp av fogmassa.

Sannolika orsaker till läckage:

Glastaket är ett enkelglassystem utan dräneringskanaler och dessa taksystem bör normalt bara användas där man kan acceptera visst läckage. Denna enkla takkonstruktion ger till ett lågt pris skydd mot nederbörd och möjlighet till viss uppvärmning av utrymmet under taket men knappast 100% täthet. I det här fallet är det tveksamt om läckagen överhuvudtaget skall kallas för problem. Ur säkerhetssynpunkt med tanke på glasnedfall är dock enkelglastaken förkastliga eftersom man är hänvisad till det riskabla härdade glaset.

Det yngre taket (1987)

Problem: En del läckage förekom under de första åren men efter åtgärder verkar taket nu tätt. Glastaket som är av härdat enkelglas har drabbats av inte mindre än sju nedfallande glas. Antalet är klart över den nivå som statistiskt gäller för spontangranulering och om glasleverantörernas statistik är felaktig eller om montagefel föreligger har inte kunnat utredas. Glastaket är ett enkelglassystem med dräneringskanaler och som alla enkelglastak olämpliga ur säkerhetssynpunkt.

OBJEKT 32

Byggnad: Kombinerat affärs- och bostadshus, kv. Oasen, Stenungsund

Byggnadsår: 1988

Glastaksystem: Icopal - Svitral

Typ av glastak: Ca 810 m² av sadeltakstyp

Typ av vägg: Ca 275 m² glasvägg

Problem: Läckage har förekommit på flera ställen under hela nyttjandetiden såväl ute på själva glastaken som runt luckor och vid anslutningar mot rännor. Störst är problemen kring rännorna vid kombinationen regn-blåst. Försök till tätning med fogmassa har gjorts utan större framgång. Förutom läckagen rapporterades också störande ljud och oljeläckage från de motorer som öppnade luckorna i glastaket. Motorerna har bytts ut och var nu fria från oljeläckage.

Sannolika orsaker till läckage:

Vid glastakets anslutning mot takrännan tränger drivvatten in. Underlaget för glastaket är här ojämnt eventuellt på grund av för stora deformationer. Glastakets tätningslist av gummi blir därför bitvis dåligt sammanpressad och därmed otät. Rännplåtens tvärskarvar ger också ett ojämnt underlag för tätningslistan och är dessutom en fångkant för drivvatten. I övrigt var takkonstruktionen inte åtkomlig för besiktning på grund av snö. Glasväggarna rapporterades vara problemfria.

OBJEKT 33



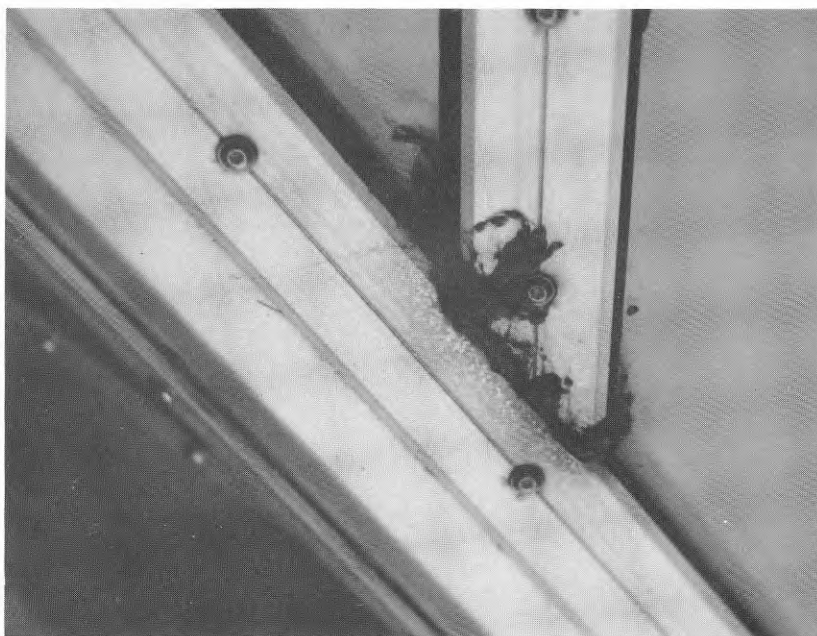
Byggnad: Köpcentrum, Östra Nordstan i Göteborg
Byggnadsår: 1986
Glastakssystem: Sapa

Typ av glastak: Helglasat prisma (ca 110m²) på limträbalkar.
Taklutning ca 45°.

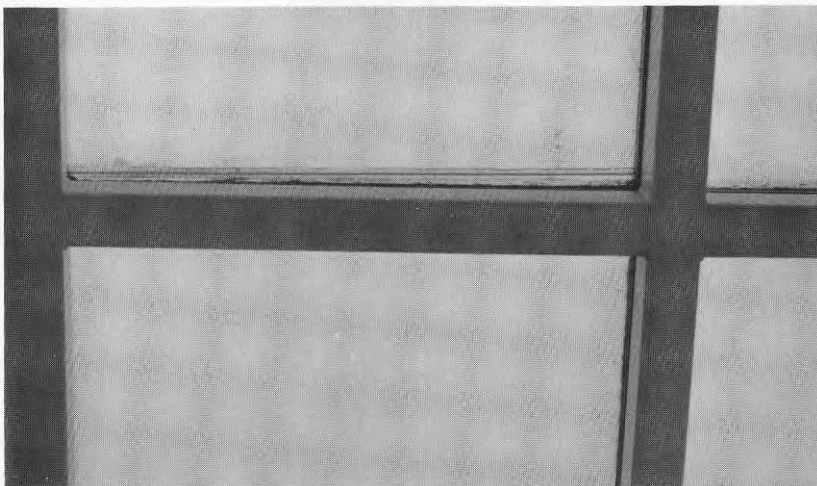
Problem: Glastaket har allt sedan tillblivelsen läckt vid regn i kombination med blåst. Läckagen är i huvudsak koncentrerade till de nedre delarna av prismats hörn och har varit så frekventa att en del av inredningen i den underliggande lokalen fått bytas. Fuktskador i form av missfärgning på två limträbalkar har också uppstått. Upprepande försök att få taket tätt med hjälp av fogmassa har företagits dock utan framgång. Bland de delar som blivit föremål för flitig användning av kittsprutan finns såväl spröjs och spröjsanslutningar som vertikaler och hörnlistor.

Sannolika orsaker till läckagen:

Profilsystemets dräneringskanaler är ej framdragna över sargkanten utan avslutade inne i själva konstruktionen. Det läckagevatten som dräneringskanalerna normalt skulle leda ut till rännor och lägre liggande takdelar rinner istället ner i lokalen inunder. Tätningsförsöken med fogmassa har möjligen temporärt reducerat den inträngande vattenmängden men själva grundproblemet kvarstår. I det här fallet kan inte läckagen hänföras till brister i glastakssystemet utan måste ses som följderna av felaktig montering eller möjligen som resultatet av en bristfällig projektering.



OBJEKT 34



Byggnad: Kontorsbyggnad, Aktuelldata, Göteborg

Byggnadsår: 1986

Glastaksystem: Lantiform

Typ av glastak: 2 st sadeltak á 250 m²

Problem: Omfattande läckage har uppträtt under hela nyttjandetiden liksom kraftig nedfuktning och vattensamling mellan glasrutor. Läckagen har uppträtt såväl ute på takkonstruktionen som vid anslutningar mot omgivande byggnadsdelar. Den inre nedfuktningen har drabbat över hälften av glasrutorna. Utöver ovan angivna problem har en del täcklistor blåst av både från glasfasaden och taket.

Sannolika orsaker till problemen:

Taksystemet är utformat utan dräneringskanaler och ev. läckage vid täcklistor går snabbt ned i underliggande lokaler. Enligt uppgift har också den specialtätning som skall skydda isolerrutornas kanter mot fukt inte fungerat tillfredsställande utan lösts upp och möjliggjort för fukt att tränga in mellan glasrutorna. En stor del av glasrutorna har bytts ut och för ett av taken planerades också utbyte av de återstående glasen. Täcklisterna som blåst av var inte mekaniskt kopplade till profilsystemet utan fästade med ett lim som inte klarat uppträdande påkänningar.

7.1.1 Läckage

De i undersökningen ingående objekten uppvisar en hög frekvens av läckage. Jämfört med tidigare genomförda undersökningar (C. Dreijer, "Feltundersökelse av glastak 1986" och Per-Olof Carlsson, Erik Lindqvist "Praktiska erfarenheter av överglasade rum, 1988") har ingen förbättring inträffat. Även i denna undersökning läcker ca 2 tak av 3 eller mer exakt 73%.

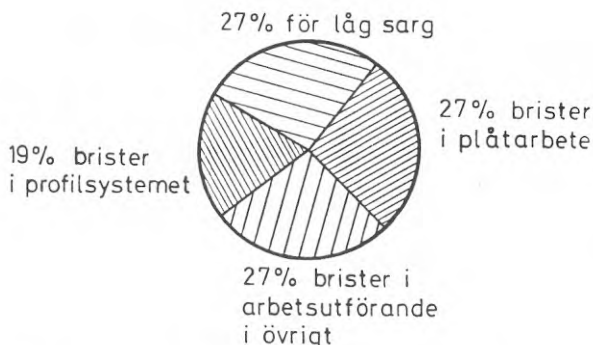
Eftersom projekten är unga kan säkert en del av de observerade bristerna hänföras till normala inkörningsproblem (garantifel), men även om de senast färdigställda objekten undantas, blir statistiken rörande läckage ungefär densamma.

En del läckage är mycket begränsade medan vissa skador är mycket omfattande och i ett par fall så besvärande att glastaken fått byggas om. Olägenheten står dock inte alltid i proportion till läckans omfattning. Ofta kan verksamhetens art i den underliggande lokalen påverka bedömningen av om ett läckage skall betraktas som allvarligt eller ej.

För att underlätta redovisningen och analysen i de efterföljande avsnitten har läckagen ordnats i tre olika typer: läckor vid anslutningar, läckor vid luckor och läckor i själva glastaket.

Läckor vid anslutningar

Elva av de undersökta objekten läcker vid anslutningar. I två fall har läckagen bedömts som svåra, i fyra fall som medelsvåra och i fem som lindriga. Fyra huvudorsaker till läckagen har särskiljts och redovisas i figur 7.1.



Figur 7.1 Fördelning av läckage vid anslutningar.

Läckagen vid låg sarg (27%) är mycket svåra att komma till rätta med i efterhand men enkla att undvika, om projektering görs på bästa sätt. Samtliga objekt hade sarghöjder som klart understiger vad som allmänt rekommenderas för att skapa erforderliga förutsättningar för en tät konstruktion.

Läckage på grund av brister i plåtarbetet (27%) kunde i samtliga fall relateras till felaktigt utförande såsom för korta överlapp, felvända omlottläggningar, glapp mellan plåtar, ofullständig falsning m.m. Följderna av de slarvigt utförda plåt detaljerna är logiska, och problemen hade kunnat undvikas om arbetet utförts på ett korrekt vis.

Läckage på grund av brister i arbetsutförande i övrigt (27%) gäller bl.a. bortglömd gummidukstättning vid vägganslutning, för kort gummiduk vid sarganslutning och för lågt placerad glastakkonstruktion där dräneringskanalerna mynnade inne i själva byggnaden i stället för ovan takets tätskikt. Läckage på grund av brister i själva profilsystemet (19%) kan t.ex. bero på dåligt fungerande ettstegstättningar eller olämpliga anslutningar mellan horisontal- och vertikalspröjsar.

Sammanfattningsvis kan sägas att många av de redovisade läckorna hade kunnat undvikas med enkla åtgärder, varvid den negativa bilden där 73% av taken läcker, kunde blivit en helt annan.

Läckor vid luckor

För fem av de undersökta objekten förekom läckage vid luckor. I samtliga fall gällde det två olika system med infällda luckor, det vill säga luckor utan sarg. En av de båda tillverkarna har numera ändrat sin konstruktion till ett säkrare utförande med sarg. En utförligare diskussion rörande täthetsproblemen vid luckor förs i avsnitt 7.1.3.

Läckor i själva glastaket

För tolv av de undersökta objekten förekom läckage ute på själva glastakkonstruktionen. Orsakerna till läckagen varierar för de olika systemen, men anslutning mellan horisontal- och vertikalspröjs är en utsatt detalj. Kvarglömt materialspill (dvs. dålig rengöring), bristfällig tätning och slarvig sammankoppling av en känslig konstruktion är några av de vanliga orsakerna. Även här hade en del enkla rutinmässiga åtgärder kunnat förbättra statistiken t.ex. obligatorisk renblåsning och vattenprovning av dräneringssystemet.

För en av tillverkarna av glastak med ettstegstättning verkar otätheterna bero på brister i själva konstruktionssystemet. Av de tre objekt som ingick i undersökningen har samtliga haft omfattande läckage.

I undersökningen har inte konstateras någon väsentlig skillnad i kvalitet mellan de system där entreprenören har kontroll över hela processen från projektering till färdigt tak, jämfört med de system där tillverkning och montering sköts av olika firmor.

7.1.2 Kondens på glastakets insida

I två fall har kondens uppstått på glastakens insidor dock utan att vålla någon olägenhet. Kondensmängderna är små, vållar inget dropp och är av kort varaktighet. I det ena fallet gäller det dessutom en badanläggning med varmt och fuktigt inomhus-klimat (33 °C och 55% relativ fuktighet).

Behovet av kondensrännor verkar därför inte särskilt angeläget såvida inte särskilda omständigheter föreligger. Några av tillverkarnas profilsystem saknar också kondensrännor.

7.1.3 Ventilationsluckor

Ungefär 17% av de i undersökningen upptäckta läckagen utgjordes av otätheter i eller runt luckor. Värst utsatta verkar system med infällda luckor vara (luckor utan egentlig sarg) och i denna undersökning är samtliga skador relaterade till dessa system. Läckagen är en kombination av att luckorna inte sluter tätt och avsaknaden av sarg. De motordrivna anordningar med upp till 15 m långa axlar, som stänger eller öppnar ett flertal luckor samtidigt, ger varierande anliggningsstryck för de olika luckorna med åtföljande tätningsproblem. Orsakerna kan vara vriddeformationer i axlarna eller glapp i kuggsystemen. Lågt anliggningsstryck mellan luckor och gummitätningar kan, liksom slarvigt monterade lister och luckor med dålig måttnoggrannhet, ge upphov till otätheter. Luckor på sargar har i dessa fall en extra säkerhet mot läckage och bör trots invändningar av estetiska skäl vara de system som prioriteras. Lutningen för tak med luckor bör inte understiga 27°. Ett annat specifikt tätningsproblem för luckor är att automatiken och mekaniken fungerar ganska långsamt.

Stängningstider på upp till 3,5 minuter rapporterades vilket kan vara besvärande vid snabba väderleksomslag.

7.1.4 Säkerhet

Av de undersökta objekten har fyra tak drabbats av nedfallande glas. I samtliga fall rör det sig om härdat glas över allmänna utrymmen. Glasnedfallen motsvarar 14% av det totala antalet skador medan de vid objekt med härdat glas som innerruta svarar för en ännu högre andel av antalet skador. Ur säkerhetssynpunkt är denna typ av glasnedfall allvarlig. Trots att nedfallen orsakats av granulering så kommer glasrutorna ner väl sammanhållna och dessutom ofta vertikalställda. Ett olycksscenario med människor inblandade är inte svårt att skissera. Att ingen allvarlig personskada inträffat hittills är bara en ren tillfällighet.

För att öka säkerheten används numera enbart laminerat glas som innerrutor men problemet med de tidigare uppförda konstruktionerna kvarstår. En minimiåtgärd för objekt där nedfall redan skett bör vara att "säkra" övriga rutor genom applicering av en plastfolie på glasens undersida.

Ur säkerhetssynpunkt finns det också stark anledning att varna för användandet av enkelglas i tak, eftersom man där ur bärighetssynpunkt är hänvisad till det olämpliga härdade glaslet.

När det gäller glasfasader verkar glasnedfallen numera vara sällsynta. Trots att glasrutorna i flera fall var stora och sammanlagt uppgick till mer än 5000 m² så förekom i undersökningen inga uppgifter om nedfallna glas. I glasfasader användes nästan uteslutande härdat glas. Utifrån erfarenheter från äldre glasväggar i Sverige och från projekt utomlands rörande nedfallande glas (i huvudsak från USA och Kanada) har diskussioner förts om inte värmeförstärkt glas vore lämpligare. I samband med moderna glasfasader är glasnedfallen i Sverige dock få och inget i denna undersökning tyder på speciella risker.

Sammanfattningsvis kan sägas:

- välj härdat glas ytterst och laminerat glas innerst i tak
- "säkra" innerglaset i befintliga tak med plastfolie om det är av härdat glas
- använd inte enkelglas i takkonstruktioner
- fortsätt att använda härdat glas till både inner- och ytterruta i glasväggar. Eventuellt kan värmeförstärkt glas väljas i ytterrutan.

Ibland kan också lokala variationer av Up-värdena för ett glastak orsaka säkerhetsproblem genom att snö smälter på ytor med höga Up-värden (t.ex. glasrutor) och fryser till is på bättre isolerade delar. Speciella risker uppstår om detta resulterar i istappsbildningar vilket ofta är fallet när en tvåglaskonstruktion i ett glastak möter en treglaskonstruktion i en vägg. Väggens lägre U-värde gör att smältvattnet lätt kan frysa och bilda istappar längs takfoten.

7.1.5 Komfort

I undersökningen har anmärkningar rörande det inre klimatet framförts för vart fjärde objekt. Klagomålen gällde för hög temperatur sommartid och kalldrag från glasfasader vintertid. Förutom den påverkan som glastaken och glasfasaderna har på det inre klimatet så måste också drag från entreerna tillmätas stor betydelse. För att reducera värmen sommartid används traditionellt solskyddsgardiner, komfortventilation och solskyddsglas. I undersökningen har problem med driften av solskyddsgardiner rapporterats i ett fall och olämplig placering av gardinerna i ett annat fall. Motorer som läckt olja, långsam automatik liksom oljud från drivanordningarna finns också med bland klagomålen.

7.1.6 Drift- och underhåll

En viktig men ofta försummad del vid projekteringen av glastak och glasfasader är underhållet. Förr eller senare dyker nästan alltid kravet upp på rengöring av glasytornas in- och utsidor. Med tanke på läckagen och behovet av framtida underhåll av fogar m.m så kommer tillgängligheten att vara viktig också ur dessa synpunkter. Det kan därför vara klokt att förse de ytor som inte enkelt kan nås från mobila anordningar med särskild utrustning för rengöring och underhåll. Vanligtvis utformas dessa som rälsbundna åkvagnar, skjutbara ramper och bryggor eller kranar. I allmänhet utföres utrustningen i lättmetall och ibland med motordrift. Installationens belastning inklusive dess dynamiska påverkan måste beaktas redan i projekterings-skedet för att undvika överpåverkan av glaskonstruktionen. Enligt uppgifter från branschfolk har ett flertal tak fått glasskador p.g.a. deformationer som orsakats av last från i efterhand installerad rengöringsutrustning.



Figur 7.2 Installationer för rengöring av glastak

7.1.7 Övriga synpunkter

För några av objekten observerades att infästning av täcklister skett med popnit. Detta är ett olämpligt utförande och i ett fall hade också profilerna lossnat i samband med blåst. Orsaken till problemen är de temperaturbetingade längdändringar som materialet utsätts för. Längdändringen uppgår för aluminium till mellan 1,5 och 2 mm per meter vid de aktuella temperaturvariationerna och ger skador i form av avskjuvade nitar eller förstörade hål runt dessa. För en säker infästning bör i stället skruv med åldringsbeständig tätbricka användas.

Användandet av fogmassa för att i efterhand täta läckande tak har normalt inte lett till någon varaktig lösning av läckageproblemet. Fogmassan blir ofta i stället en ursäkt för att slippa ta itu med den verkliga orsaken till läckaget - brister i dräneringssystemet, ofullständiga anslutningar, grunda rännor m.m. Risken för snabb åldring av fogmassor vid uv-bestrålning, svårigheter att rengöra fogytorna liksom avsaknad av lämplig fogfals är några av de problem som gör fogmassorna olämpliga i det här sammanhanget.

Problemen med kallras vintertid brukar angripas på flera sätt. Varmluftflödet utmed glasväggarna kan ökas, strålningsvärmare kan installeras eller om det är fråga om enstaka arbetsplatser med stillasittande arbete (t.ex. receptioner) så kan det lokala klimatet förbättras.

Ett innerglas med eluppvärmning eller en extra glasruta med klimatiserad luftspalt är också åtgärder som förbättrar situationen men metoderna har ännu så länge inte nått någon större utbredning i Sverige.

Entréernas roll som klimatpåverkare är ofta mycket stor. Även en sluss med varmluftsuppvärmning kan ibland vara otillräcklig och kan kanske behöva t.o.m. kompletteras med ytterligare en sluss.

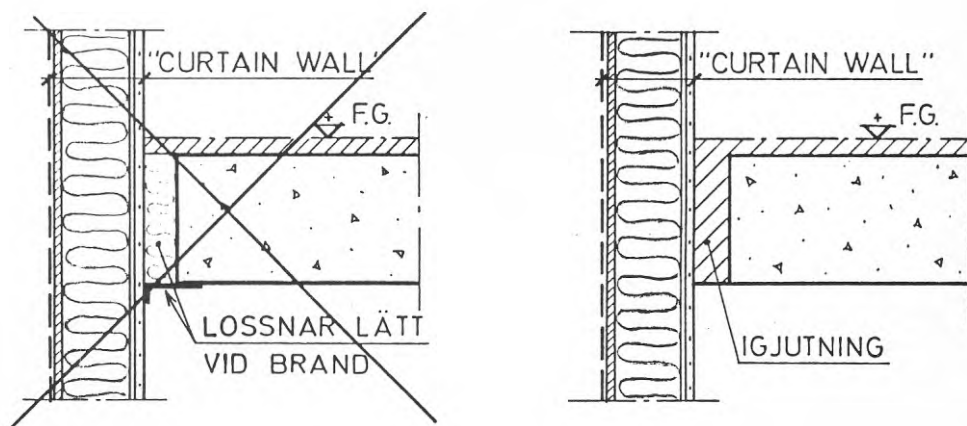
7.2 "Curtain wall" - konstruktioner

I undersökningen ingår tre objekt av kategorin "curtain wall". Byggnaderna är relativt nya och två av dem har haft läckage vilka beskrivits tidigare. Båda läckagen har upphört och väggar fungerar nu bra. Väggytorna är stora och genom sitt läge i Göteborg också utsatta för häftiga slagregn.

7.2.1 Säkerhet

Beträffande risken för glasnedfall och eventuella åtgärder för att förebygga detta gäller vad som sagts för glasväggar. Ur brand- och ljudisoleringssynpunkt är "curtain wall" konstruktioner lite speciella eftersom de monteras utanför de brandcells begränsande bjälklagskanterna. Spalten mellan "curtain wall" - elementet och bjälklagskanten måste därför ägnas stor omsorg så att den fungerar på ett tillfredsställande vis.

Det är viktigt att den brandtätning som väljs förblir intakt och inte lossnar i händelse av brand. Risken för snabb brandspredning genom skorstensverkan vid bjälklagskanten är annars stor. En tunnplåtsförseglad mineralullstättning, dvs. en enkel form av drevning som används ibland, uppfyller knappast fordringarna utan måste kompletteras eller ersättas av en mer beständig igjutning. Se figur 7.3.



Figur 7.3

En annan viktig detalj, när det gäller "curtain wall" konstruktioner, är infästningarna. Risken för korrosion, galvanisk korrosion och utmattningsbrott måste beaktas. Idag användes stål, men också aluminium, för infästningar av "curtain wall" -element. Eftersom det handlar om en väsentlig detalj ur säkerhetssynpunkt måste den ägnas stor omsorg. De pulserande laster som orsakas av vind, och de längdändringar som temperaturvariationer ger upphov till, kan orsaka deformationer och i värsta fall utmattningsbrott.

Ovanan vid aluminium som konstruktionsmaterial inom byggbranschen liksom frånvaron av särskilda byggnormer för detta material gör att problemställningar och beräkningsmetoder måste analyseras noga.

Vid "structural glazing" är limmets beständighet en viktig fråga. Limningen kräver stor noggrannhet och kontroll liksom torr och varm miljö vilket medför att limningen skall ske inomhus och enligt industriella metoder.

Av tillgängliga limsorter är det idag endast vissa silikonbaserade fogmassor som besitter den styrka och åldringsbeständighet som måste krävas för att utvändigt fastlimmat glas skall fungera. Av säkerhetsmässiga skäl bör kanske regelbunden besiktning av "structural glazing" - fasader övervägas tills mer erfarenhet vunnits av dessa konstruktioner i vårt klimat. Kanske bör branschen också sträva efter någon form av auktorisation med regelbunden kontroll av produktionen främst då av den känsliga limningen. Detta bör vara enkelt att genomföra eftersom kontrollsystemet redan idag finns för vissa produkter inom branschen.

Viktigt, när det gäller känslig teknik, är också att företagens egenkontrollsystem byggs ut och ses över.

De vanligaste felkällorna, som rapporterats från undersökningar i USA, gäller dåligt arbete i form av felaktiga fogdimensioner, olämpligt materialval och bristfällig rengöring av fogytorna. Problemen är störst vid mindre entreprenader med enkel kontroll.

7.2.2 Drift och underhåll

"Curtain wall" - fasader blir liksom glastak och glasväggar utsatta för kraftig nedsmutsning och har samma behov av underhåll som dessa.

Utav de undersökta objekten var ett utrustat med hängande fasadvagn för rengöring av fasaderna, ett annat hade en rälsbunden kran med ca 20 meters utligg och hängkorg och för det tredje objektet planerades rengöring med hjälp av tillfälligt uppställda skylifts. Rengörningsbehovet är stort och det ena objektets fasader tvättas 3 gånger per år.

På grund av risken för inspolning av vatten och föroreningar under gummlisterna bör högtryckstvätt undvikas vid rengöring av fasader.

7.2.3 Övriga synpunkter

Fogmassor skall inte användas som utvändigt tätning i "curtain wall" - fasader. Åtgärden leder normalt inte till önskat resultat, blir inte beständig och ger dessutom dålig finish. Fogmassor utsatta för solljus (med undatag av den mycket speciella form av silikon som används till "structural glazing") åldras mycket snabbt med förlorad täthet som följd. Där fogmassa används invändigt måste alltid typ av fogmassa (inkl. lösningsmedel), typ av avfettningsmedel och rengöringsgrad noggrant föreskrivas liksom ett lämpligt kontrollsystem. Ytterligare forskning måste till för att utröna beständigheten hos lister och fogmassor speciellt där dessa är avgörande för konstruktionens funktion och där de är svåra att byta ut.

8 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Utarbetande av lämpliga kvalitetssäkringssystem för branschen (gällande hela processen från projektering till färdigt tak).

Närmare studium av kort- och långtidsegenskaperna hos ingående material (gummilister, fogmassor, lim m.m.).

Studium av konsekvenser och risker för skador på tätningar vid olika rengöringsmetoder (t.ex. högtryckstvätt av glasytor med gummilisttätningar).

Undersökning av säkerhetsrisker vid "structural glazing" konstruktioner.

Utarbetande av lämpliga typdetaljer och råd t.ex. gällande lutningar, sarghöjder, anslutningar, glastyper, dränerings-system m.m. Råden och detaljerna kunde eventuellt utformas så att de kunde ingå i AMA anvisningarna.

Framtagande av beräkningsmetoder för bestämning av deformationer hos glastak och glasfasader.

Som en omedelbar fotsättning till här föreliggande rapport planeras en kortfattad "lathund" avsedd att åskådliggöra konstaterade fel och brister och därmed ge en möjlighet till förbättringar vid framtida projekt.

BILAGA 1

LITTERATURLISTA

1. Kompendium från Nordisk aluminiumdag -89
SkanAluminium
2. Snölast på glastak
LTH, Avd. för bärande konstruktioner 1988,
examensarbete M. Dahlberg, L. Hansson, T. Lindh
3. Glashandbok 88
Emmaboda glas AB, 1988
4. Praktiska erfarenheter av överglasade rum
BFR R36:1988
P-O Carlson, E. Lindquist
5. Överglasade rum
Svensk Byggtjänst 1985
P-O Karlsson, L-Å Almstedt, J.Thor, R. Wozniak
6. Probleminventering i hus med inglasad gård
Stockholmsprojektets boendeundersökning
Utrednings- och statistikkontoret, Stockholm stad
Utredningsrapport Nr 1989:6
Karin Engvall
7. Glass covering of large building volumes. Commercial
shopping centre. Pros and cons KTH, Avd. för bygg-
nadsteknologi, 1990. Bulletin No. 158
I. Höglund, G. Ottoson, R. Öman
8. Feltundersökelse av glasstak 1986
Norges byggforskningsinstitut 1987. Projektrapport 23
C. Dreier
9. Gummi- Konstruktionsanvisningar och materialöversikter
SAAB Car Division. STD 1989-11, M 01
10. Tak. Val och montering av glas i takkonstruktioner.
Monteringstekniska Kommitén (MTK) 1990
11. Brand. Montering av glas i takkonstruktioner.
Monteringstekniska Kommitén (MTK) 1990
12. Utvendig fastlimt glass
Norges byggforskningsinstitut 1989, Anvisning 32
Tore Gjelsvik
13. Rapport till Norske fasadeentreprenörers forening,
Norges Byggforskningsinstitut, prosjekt nr: 03421
C.Dreier

14. Fogar i byggnaders ytterväggar
BFR R48:1988
Alf G. Jergling, Björn Nylander, Per G. Bjurström
15. Glasfasader
T13:1990
Gunsell, B, Carlson P.O.
16. Nybyggnadsregler
BFS 1988:18
Boverket 1989
17. Riktlinjer - Glastak
GBR 1990

Dessutom ett antal tidskriftartiklar, seminarieskrifter och anteckningar därifrån samt produkt- och broschyr- material från tillverkare.

BILAGA 2

ENKÄTFRÅGOR TILL FÖRVALTARE ELLER LIKNANDE
(efter Dreier: Feltundersökelse av glasstak 1986)

1. Byggets adress: _____

Typ av bygge: _____

Typ av glastak/glasfasad/curtain wall
(stryk det ej aktuella): _____

Byggherre: _____

Arkitekt: _____

Konstruktör: _____

Entreprenör: _____

Förvaltare: _____

Klimatpåfrestning (läge): _____

Kontaktperson: _____

2. Datum för besiktning: _____

Väderförhållanden: _____

Närvarande vid besiktning (tfn.nr): _____

3. Glastak/fasadsystem, producent: _____

Glastak/fasadsystem, leverantör: _____

Systemets beteckning, namn: _____

Spröjsar, ev horisontella: _____

4. Husets byggnads år: _____

Glastaket/fasaden monterat, år: _____

Byggnaden tagits i bruk, år: _____

5. Glastaket/fasaden monterat av: _____

Övriga: _____

6. Klimatisering under glastaket: _____

7. Ventilationsystem: _____

8. Öppningsbara partier/manövrering: _____

9. Bärsystem, material: _____

10. Tak/fasadform:

11. Helt glastak/fasad, eller endast del därav: _____

12. Glastyp, antal glas och tjocklek: _____

Yttre glas: _____

Mellanglas: _____

Innerglas: _____

13. Största glasyta (dvs ruta): ___ x ___ mm²
14. Yttre tätning omkring glas: _____

15. Inre tätning omkring glas: _____

16. Dränering i profilsystem: _____

17. Solavskärmning, typ, ute/inne: _____

18. Kondensränna, avrinning: _____

19. Takvinkel, ange c:a om den är uppskattad: _____

20. Ränna för regn/smältvatten: _____

21. Övergång tak/vägg: _____

22. Uppvärmning av rännor och avlopp: _____

23. Ev. skador/läckage/kondens etc; upptäckt när: _____

24. Brukarerfarenheter: _____

25. Ev. underhåll utfört, när: _____

26. Rengöring utvändigt; har det utförts, ev. typ av anordning för det: _____

27. Rengöring invändigt; har det utförts, ev. typ av anordning för det: _____

BILAGA 3

Sammanställning av undersökta objekt i tabellform.

Sidorna 2-5 är en redovisning av de i undersökningen ingående objekten och de brister som upptäckts. Nedanstående punkter 1-10 utgör förklaringar till de i tabellen ingående hänvisningarna.

- 1) Skador p g a luftgevärsskytte
- 2) Kondens och nedsmutsning mellan glasrutor samt visst problem att styra klimatet
- 3) Bristfälligt utfört plåtarbete. Täcklister dåligt fastsatta
- 4) Trådglas spruckit
- 5) Automatik för takluckor fungerar dåligt
- 6) Kondens
- 7) Brister i plåtarbete
- 8) Oljeläckage och oljud från motorer som öppnar takluckor
- 9) Kondens mellan glas på ca 30% av glasrutorna, täcklister bristfälligt infästa. Felaktigt lim för isolerrutorna
- 10) Markerar allvarligt läckage

OBJEKT NUMMER	ENTREPRE- NÖR	BENÄMNING ORT	BYGGN. ÅR	TAKYTA M ²	GLASFAS. M ²	CURTAIN WALL M ²	UNDERENTR.	SYSTEM- TILLV.	ANM.	Takläckage	Väggläckage	Glasnedfall	Aldringsproblem	Kallras (klimat- problem)	Istappsbildning	Övriga problem	
1	SKANSKA	FORUM MUNKEDAL	1988	230	180	-	PS-GLAS	SCHÜCO	-	-	-	-	-	x	x	-	
2	"-	LILLA BOMMEN GBG	1989	1000	500	6500	SWEDE- FRONT ENGDALHS FASADSYST.	SCHÜCO SAPA	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	"-	CITA- DELLET, GBG	1988	-	400	-	FERM & PERSSON	FERM & PERSSON	-	-	-	-	-	x	-	-	
4	"-	TORNEN, GBG	1989	90	725	-	"-	"-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	UTGICK. EJ FÄRDIGSTÄLLT																
6	ABV/ SKANSKA	HOTEL GOTHIA, GBG	1985	-	-	4000	GLAS- LINDBERG	SAPA	-	-	-	-	-	-	-	-	x ¹⁾
7	SIAB	HOTEL SHERATON, GBG	1986	400	200	-	ROBERTSON NORDISK AB	ROBERTSON NORDISK AB	-	x	-	x	x	-	-	-	-
8A	"-	SNIPAN GBG	1988	50	-	-	TOLLOR AB DANS GLAS	SAPA	-	x	-	-	-	-	-	-	-
8B	"-	"-	1989	50	-	500	"-	SAPA	-	x ¹⁰⁾	-	-	x	-	-	-	

OBJEKT NUMMER	ENTREPRE- NÖR	BENÄMNING ORT	BYGGN. ÅR	TAKYTA M ²	GLASFAS. M ²	CURTAIN WALL M ²	UNDERENTR.	SYSTEM- TILLV.	ANM.	Takläckage	Väggläckage	Glasnedfall	Aldningsproblem	Kallras (klimat- problem)	Istappsbildning	Ovriga problem	
9	UTGICK. OBJEKTET FÖR LITET (ENDAST 7M ² VÄGG)																
10	ABV/ SKANSKA	A6 JÖNKÖPING	1987	300	xxx	-	ICOPAL- SVITRAL	ICOPAL- SVITRAL		x						x ²⁾	
11	UTGICK. SVÅRIGHETER ATT ETABLERA KONTAKT (ENBART VÄGG)																
12	- " -																
13A	SIAB	VOLVO SKÖVDE	1988	300	-	-	ROBERTSON NORDISK AB	ROBERTSON NORDISK AB		x	-	x	-	-	-	-	-
13B	- " -	- " -	1989	1200	300		SWEEDFRONT	SCHÜCO		x ¹⁰⁾					x	x ³⁾	
14	UTGICK. SVÅRIGHETER ATT ETABLERA KONTAKT (ENBART VÄGG)																
15	NCC (ABV)	SAAB TEKN. KONT.TROLL- HÄTTAN	1986	400	xxx		CALA- GLAS VÄNERS- BORG	LANTI- FORM									
16	NCC (JCC)	HOTELL, PRISMA, GBG	1983	100	120	-	MARCUS AB GBG	MARCUS AB GBG		x							x ⁴⁾
17	NCC	KV.GETEN GÅRDA, GBG	1989	2x300	-	-	FERM & PERSSON	FERM & PERSSON		x							-

OBJEKT NUMMER	ENTREPRE- NÖR	BENÄMNING ORT	BYGGN. ÅR	TAKYTA M ²	GLASFAS. M ²	CURTAIN WALL M ²	UNDERENTR. ICOPAL- SVITRAL	SYSTEM- TILLV. ICOPAL- SVITRAL	ANM.	Takläckage	Väggläckage	Glasnedfall	Åldlingsproblem	Kalltras (klimat- problem)	Istappbildning	Ovriga problem
18	xxxx	PUSTERVIK KV. RÖDA BRYGGAN, GBG	1987	400	-	-	ICOPAL- SVITRAL	ICOPAL- SVITRAL		-	-	-	-	-	-	x ⁵⁾
19	NCC	LERUMS- BADET LERUM	1988	xxx	xxx	-	"-	"-		-	-	-	-	-	-	x ⁶⁾
20A	"-	LJUD&BILD	1986	80	-	-	FERM & PERSSON	FERM & PERSSON	DEL AV TAK	-	-	-	-	-	-	-
20B	"-	KÅLLERED	1986	70	-	-	OKÅND	OKÅND	"-	x	-	-	-	-	-	-
21	"-	SKOMAKAREN KUNGÄLV	1988	36	-	-	GLASLIND- BERG	SAPA		-	-	-	-	-	-	-
22	"-	ROWELLS BORÅS	1989	130	-	-	ICOPAL SVITRAL	ICOPAL SVITRA		-	-	-	-	-	-	-
23	PLATZER	SVANEN GÖTEBORG	1988	50	-	-	GLASLIND- BERG	SAPA		-	-	-	-	-	-	-
24	"-	KV. TENNET GÖTEBORG	1987	800	300	-	FERM & PERSSON	FERM & PERSSON		x	-	x	-	x	-	x ⁷⁾
25	"-	BAYER GBG	1987	300	xxx	-	MOBERGS GLAS	LANTI- FORM		x ¹⁰⁾	-	-	-	x	-	-

OBJEKT NUMMER	ENTREPRE- NÖR	BENÄMNING ORT	BYGGN. ÅR	TAKYTA M ²	GLASFAS. M ²	CURTAIN WALL M ²	UNDERENTR.	SYSTEM- TILLV.	ANM.	Takläckage	Väggkläckage	Glasnedfall	Aldringsproblem	Kallras (klimat- problem)	Istappbildning	Ovriga problem
26	KULLEN- BERG	OCÉ-ASKIM GBG	1983	100	-	-	ICOPAL SVITRAL	ICOPAL SVITRAL	x	-	-	-	-	-	-	-
27	"-	CROWN HOTEL	1987	340	-	-	ROBERTSON NORDISK AB	ROBERTSON NORDISK AB	x	-	-	-	-	-	-	x
28	"-	KORTEDALA DAGCENTRAL GÖTEBORG	1987	100	-	-	ICOPAL SVITRAL	ICOPAL SVITRAL	x	-	-	-	-	-	-	x ²⁾
29	"-	(WASA) VALEN GBG	1987	2x250	2x200	-	PS-GLAS	SCHÜCO	x	-	-	-	-	-	-	-
30	"-	ODEN GBG	1988	500	-	-	STRIDS GLAS ROBERTSON	ROBERTSON NORDISK AB	x ¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	x ⁷⁾
31	SKANSKA	KV.VINDEN STENUNGSUND	1982	2000	600	-	FASADSYSTEM	SAPA	x ¹⁰⁾	-	x	-	-	-	-	-
32	"-	OASEN STENUNGSUND	1988	810	275	-	ICOPAL- SVITRAL	ICOPAL- SVITRAL	x ¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	x ⁸⁾
33	F.O. PETTERSSON	Ö.NORDSTAN GBG.	1986	110	-	-	SJÖLIN& OLSSON	SAPA	x ¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-
34	ABV/NCC	AKTUELLEDATA GBG	1986	500	200	-	MOBERGS GLAS	LANTI- FORM	x ¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	x ⁹⁾

FoU-VÄST

Sedan 1981 har FoU-Väst, som är ett utskott inom Byggmästareföreningen Väst, varit verksamt i ett flertal utvecklingsprojekt av olika karaktär.

Målet med gruppens verksamhet är

- att initiera och medverka i för västsvenska byggföretag angelägen FoU-verksamhet antingen gemensamt eller i enskilt företag*
- att bidra till förbättrad information om avslutad, pågående och planerad FoU*
- att med utgångspunkt från den kunskapsuppbyggande verksamhet som ovanstående ger söka nyttiggöra resultaten av verksamheten i produktion och utbildning*
- att verka främjande för landets utvecklingsverksamhet på byggområdet*
- att skapa goda kontakter och utöka samarbetet med högskolorna, främst Chalmers Tekniska Högskola*
- att med Chalmers Teknikpark som instrument verka för genomförandet av ovanstående*

Gruppens funktion som referensgrupp är värdefull såväl för det enskilda företaget som för de övriga inom gruppen som för anslagsgivaren.

Ledamöter

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Rune Augustsson, ordf.
<i>F O Peterson & Söner Byggnads AB</i>
031/80 59 00 | <input type="checkbox"/> Jan-Olof Johansson
<i>Platzer Bygg AB</i>
031/27 20 60 |
| <input type="checkbox"/> Kjell Axelson
<i>Slab Bygg</i>
031/14 06 00 | <input type="checkbox"/> Urban Johansson
<i>Kullenbergbyggen Göteborg AB</i>
031/58 87 00 |
| <input type="checkbox"/> Sune Almqvist
<i>Lambertssons Byggmaskiner AB</i>
031/99 10 40 | <input type="checkbox"/> Ingvar Olofsson
<i>Skanska AB</i>
031/71 10 00 |
| <input type="checkbox"/> Lennart Apleberger
<i>NCC Bygg AB</i>
031/71 50 00 | <input type="checkbox"/> Nils-Olof Sandell
<i>Betongsprutnings AB BESAB</i>
031/52 09 00 |
| <input type="checkbox"/> Ulf Berg
<i>JM Byggnads- och Fastighets AB</i>
031/35 90 40 | <input type="checkbox"/> Lars Enderlein
<i>Byggmästareföreningen Väst</i>
031/20 04 60 |
| <input type="checkbox"/> Göran Gustafsson
<i>NPL Bygg AB</i>
031/89 29 00 | <input type="checkbox"/> Pär Åhman, sekr.
<i>Byggmästareföreningen Väst</i>
031/20 04 60 |

R63 : 1991

ISBN 91-540-5385-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6811063

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner och material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna**

Cirka pris: 56 kr exkl moms