



Tak Glasstak Konstruksjonsprinsipper Beregning av glasstykkelser

Byggforskserien
Byggdetaljer
A 525.583
Våren 1988

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet viser prinsipper for oppbygging av glass-tak over hel- og halvklimaliserte rom. Det er lagt vekt på forhold som er viktige for at taket skal forbli tett mot regn og vind uten årlig vedlikehold. Bladet gir også retningslinjer for beregning av glasstykkelser.

Bladet behandler ikke underliggende bæresystemer og detaljer ved overgangen til andre konstruksjonsdeler. Energimessige vurderinger av glasskledder uterom er behandlet i byggdetaljblad A 527.230. Brann tekniske forhold er heller ikke behandlet.

02 Tetthet

Erfaringer med glasstak over tid viser at tetthet mot regn og vind ofte er et problem. Oppbygging av konstruksjonene og detaljene bør derfor baseres på prinsippene for totrinns tetting.

03 Takvinkel

Det anbefales at takvinkelen i et glasstak ikke gjøres mindre enn 30°. Jo flatere taket er, jo større blir påkjenningen på alle ytre tetninger ved at det nødvendigvis vil dannes små vanddemninger ved alle horisontale sprosser i taket. Hvis takvinkelen er ca. 30° eller mer, reduseres dette problemet betraktelig. Det samme gjelder problemer som er knyttet til snølast.

04 Rengjøring

Nedsmussing av utvendige takflater er svært avhengig av luftforurensningen i det området som bygget ligger i. Erfaringene hittil har vist at behovet for rengjøring er mindre enn en kunne anta. Det viser seg altså at regn og snøsmelting er nok til å holde taket relativt rent, selv i områder som er utsatt for nedsmussing.

Tilsmussing fra innsiden kan representere et større problem, og det bør derfor finnes permanent utstyr i større bygg for farefri rengjøring innenfra. Det eksisterer flere typer av systemer som innebærer at man kan benytte seg av traverser, heiser o.l. Disse utgjør også utmerkede hjelpemidler når det er aktuelt med vedlikehold og ev. reparasjoner av glasstaket.

05 Henvvisninger

Norsk Standard:

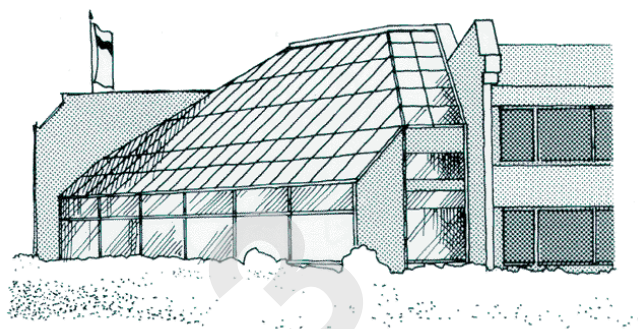
NS 3479 Prosjektering av bygningskonstruksjoner.
Dimensjonerende laster

Byggdetaljblad:

A 527.230 Glasskledder uterom. Energimessige vurderinger

A 533.143 Innsetting av forseglede ruter

A 571.953 Forseglede ruter



A 573.104 Kitt og fugemasser. Egenskaper, materialvalg

A 573.105 Tettematerialer. Tettelister. Egenskaper, materialvalg

1 Materialer

11 Trematerialer

Sprosser og sperrer av tre skal tilfredsstille kravene i NS 3180.

Trevirket bør være vakuumpregnet for å beskytte mot sopp.

12 Metaller

Sprosser og sperrer kan være laget av aluminium eller en kombinasjon av aluminium og varmforsinket stål.

13 Fugemasse

Fugemasse bør ha god heft til underlaget og kunne ta opp bevegelser på inntil 25 % av fugebredden. Den må beholde egenskapene sine innenfor temperaturområdet -20 °C til +50 °C. I fuger som er fritt eksponert for utvendige klimapåkjenninger, må man ikke bruke fugemasse uten at det finnes et bakenforliggende drens system.

14 Glassingspakninger

Glassingspakningene må bestå av et godt, bestandig materiale som ved klemming gir god tetning omkring glasset.

15 Glass

Det normale er å montere forseglede ruter. Funksjonskravene vil i hvert enkelt tilfelle avgjøre hvilken type som er aktuell.

- 151 **Sikkerhet.** Vi anbefaler forseglede ruter med laminert glass underst, se fig. 151.

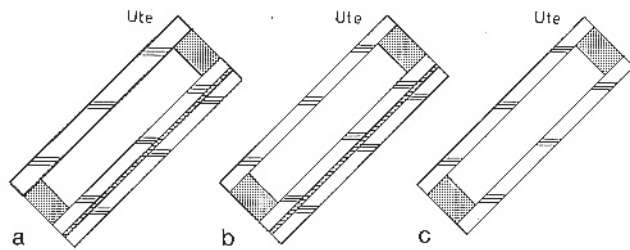


Fig. 151

Aktuelle rutetyper

- a. Heret glass ytterst, laminert underst.

Det er den beste løsningen, men også den dyreste; den anbefales særlig ved slagskygger.

- b. Vanlig glass ytterst, laminert glass underst.

Det er en sikkerhetsmessig god løsning, som er den mest brukte i dag.

- c. To lag vanlig glass.

Sikkerhetsmessig er dette den dårligste av løsningene som er vist her.

- 152 **Varmeisolasjon.** U-verdier i området 2,0 - 3,0 W/(m² K) vil oftest være mest hensiktsmessig. Vi anbefaler at glasset har en U-verdi på mellom 1,8 W/m² K og 3,0 W/m² K. Følgende rutetyper er mest aktuelle:

- forseglede toglass ruter, som er laget av to lag klart glass.
- høyisolerende, forseglede toglass ruter, som er laget av ett lag vanlig, klart glass og ett glass med lavemitterende belegg (LE-ruter). Disse rutene gir omtrent samme varmeisolasjon som vanlig treglass ruter, men de demper gjennomfallende lys litt og gir en svak fargetone både på gjennomfallende og reflektert lys.
- solkontrollruter, som er laget av et vanlig klart glass og et belagt glass. Disse kan deles i to undergrupper:
 - solavskjermende ruter, som ikke gir noen forbedring av U-verdien sammenliknet med vanlige to glass ruter.
 - lys- og varmeregulerende toglass ruter; de har vanligvis en varmeisolasjon som tilsvarer treglass ruter.

- 153 **Solkontroll.** For alle typer belagt glass vil så vel lys-transmisjonen som den totale transmisjonen mer eller mindre avta i forhold til klart glass, se tabell 153. Nærmere opplysninger om fargetoning, lysrefleks og lystransmisjon for en del produkter er gitt i byggdetaljblad A 571.953. Krav til U-verdi og energibalanse er også med på å bestemme om det må benyttes solkontrollruter eller annen form for solavskjerming. Vi viser til byggdetaljblad A 527.230 og A 571.953.

- 154 **Lydisolasjon.** I spesielle tilfeller kan det være aktuelt å montere lydisolerende forseglede ruter. Disse er bygd opp av ulike glassorter med forskjellige tykkelser og avstander seg imellom pluss gassfyllinger. Produktutvalget er stort, og en må velge på grunnlag av funksjonskrav og en helhetsvurdering av glasstaket og bygningskonstruksjonen for øvrig.

Tabell 153

Data for aktuelle rutetyper.

De gitte verdiene er omtrentlige. For belagt glass er oppgitt normalt variasjonsområde. Det kan finnes spesielle typer som faller utenfor dette.

Produkt-Gruppe	Praktisk U-verdi W/(m ² xK)	Total transmisjon solenergi %	Lys-transmisjon %	Anmerkninger
Vanlige toglass ruter	3,05	77	80	Klart glass gir ingen større solbeskyttelse
Høy-isolerende forseglede toglass ruter (energi-Glass)	1,75-2,10	50-71	59-68	Svak demping av lys og solvarme. Svak toning av gjennomfallende lys og refleks. Ekstra solbeskyttelse er vanligvis nødvendig.
Solav-Skjermende toglass ruter	3,00	29-54	27-56	Solavskjermende glass demper innfallende lys og solvarme. Ingen forbedring av varmeisolasjon.
Lys- og varmeregulerende toglass ruter	1,65-2,30	6-44	18-66	Stort produktutvalg med meget varierende egenskaper. Gjennomgående sterk demping av lys og solvarme og kraftig farget refleks. Må betraktes som et arkitektonisk element. De fleste typene gir forbedret varmeisoleringsring.

16 Beslag

Beslag kan f.eks. være laget av sink, kopper eller varmforsinkede stålplater. Tykkelsen bør være minst 0,7 mm. Lodding eller falsing gir tilfredsstillende tetthet, mens overlapping eller butt i butt med fugemasse-tetting ikke vil gi tilfredsstillende tetthet over tid. Ved valg av beslag må en ta hensyn til andre metaller i taket slik at det ikke oppstår uheldig korrosjon. Innfesting og skjøting av beslag må utføres slik at det er mulig med temperaturbevegelser i konstruksjonen uten at det oppstår skadelige deformasjoner.

2 Konstruktive løsninger

21 Bæresystem

I mindre tilbygg som for eksempel «vinterhager», i småhus, ved innkledning av terrasser og konstruksjoner som mer kan karakteriseres som overlys enn glasstak, kan selve hovedprofilen i glasstaket dimensjoneres for å tåle de nødvendige lastene uten at målene blir sjenerende grove i forhold til størrelsen på taket. Skal imidlertid taket strekkes over større spennvidder, er det nødvendig med kraftigere bæresystemer.

- 211 **Selvbærende ribber og sprosser.** Takets ribber og sprosser gjøres selvbærende ved at man dimensjonerer riktig i forhold til spennvidden. Dette vil vanligvis si

at vertikale ribber blir utformet som bjelker. Bjelkene skal både bære og gi riktig konstruktiv omramming om hver transparent flate i taket.

- 212 *Underliggende primærbæresystem.* En smekrere omramming kan hvile på et underliggende primærbæresystem. Et primærbæresystem kan bestå av stålbjelker, limtrebjelker, betongribber eller andre materialer som er gjort stive nok til å oppta lastene. Det settes temmelig strenge krav til retthet og planhet i et slikt bæresystem for å unngå større opprettinger av selve glasstaket.

Største tillatte avvik (f) fra planhet og retthet er satt til:

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{300}$$

med høyst 8 mm pr. ruteenhet målt langs kanten av ruten. Dette kravet gjelder også når man skal dimensjonere for maksimum tillatte nedbøyning under last av bæresystemet.

22 Drenering

Hvis man skal konstruere et glasstak, må man bruke de samme prinsippene som når man utformer profiler og setter inn forseglede ruter i vegger. Dette innebærer at alle fuger bygges opp med totrinns tetning, og at bunnglassfalsene dreneres. Så lenge glasstaket ikke er større enn at det kan legges ett glass i hele takets fallretning, er problemet med å drenere glassfalsene i konstruksjonen enkelt å løse. En kan plassere drenehull som slipper ut vann hvor som helst langs den nedre avslutningen av taket.

Problemene med drenering blir vesentlig større hvis takflaten deles opp med horisontale sprosser. På grunn av takvinkelen blir vann som trenger gjennom ytre glassingspakninger i sprossene, ledet innover dersom det ikke finnes en effektiv spærre i selve konstruksjonen som forhindrer dette, se fig. 22 a. Vann som samler seg på denne måten, fører til korrosjon og lekkasjer.

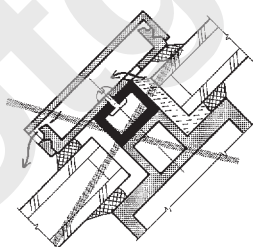


Fig. 22 a

Profilsystem beregnet for glassvegg.

Hvis systemet anvendes i glasstak, samles vann i falsen, der det lett fører til lekkasjer og korrosjon.

Det er en fordel dersom drenehull kan slippe direkte ut gjennom huller eller spalter i de horisontale sprossene. Denne løsningen krever riktig nok stor takvinkel, og sprossene vil lett kunne få så store dimensjoner at løsningen ofte ikke er ønskelig, se fig. 22 b og fig. 24. På større bygg blir konsekvensen som oftest at vannet må ledes sidevegs til de vertikale sperrene, som da blir samlekanaler for drenehullet i taket. Dette medfører stor fare for lekkasjer i alle sammenføyninger mellom

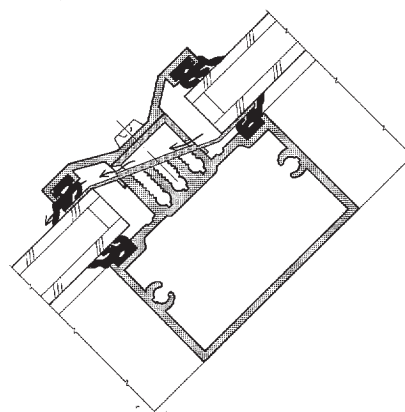


Fig. 22 b

Prinsipløsning for drenert horisontalprofil i glasstak.

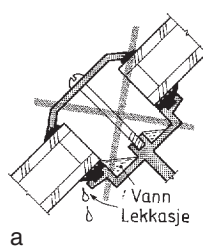
sprosser og sperrer, og man må derfor legge grundig arbeid i utførelsen av knutepunktene mht. tetthet og sikkerhet, se pkt. 232.

23 Sprosser og sperrer av metall

En forutsetning for å bruke sprosser og sperrer av metall, er at konstruksjonen har brutt kuldebru, dvs. at et dårlig varmeledende materiale forbinder indre og ytre metallprofiler. Alternativt kan ytre og indre deler av profilene forbindes punktvis slik at kuldebrueffekten blir tilstrekkelig redusert, se fig. 231 b.

For å hindre nedbøyning under aktuelle laster må metallprofilenes stivhet og styrke vurderes i hvert enkelt tilfelle.

- 231 *Sprossene* må formes slik at kanalene i profilene samler vannet og leder dette ut til sidene uten at vannet kommer i forbindelse med den innvendige tetningen omkring glasset eller ev. forsegling rundt ruter. Drehskanalene må ha så store dimensjoner at vannet vil flyte horisontalt ut til sidene hvis vannhøyden øker. Minste dimensjon er 6 mm i høyde og bredde, men eventuelle nedbøyninger i de horisontale profilene gjør det ønskelig å øke dimensjonen til 10 mm. Se fig. 231 a og b.

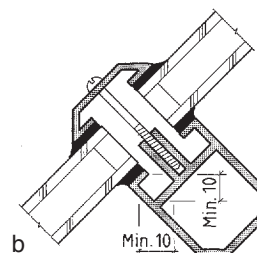


a

Fig. 231 a og b

a. Profilsystem hvor drenehull samler seg i falsen og lett fører til lekkasje.

b. Profil som gjør det mulig å drenere vann sidevegs uten at det berører tetningen rundt glasset.



b

- 232 *Overgang sprosse/spærre.* Man kan overføre vann fra de horisontale til de vertikale profilene på forskjellige måter. Noen velger å skjære ut i de vertikale profilene slik at de horisontale kan legges inn i spaltene og dermed lede avløpet inn over kanten på de vertikale ribbene, se fig. 232 a. Derved blir selve sammenføyningene ikke direkte berørt av vann. Nødvendig pakning mot luftlekkasjer er vist i figuren.

Andre borer hull i de vertikale delene for enden av srossene eller legger inn en eller annen form for drenerør som forbindelse og avløp, se fig. 232 b. Denne løsningen krever god tetning i krysset med et tettemiddel som også må tåle å bli nedfuktet av drenerisvann. Figur 232 c viser eksempel på et komplett kryss mellom srosse og sperre.

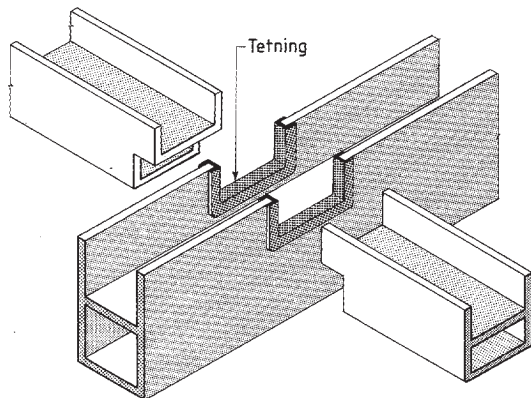


Fig. 232 a
Overføring av drenerisvann fra horisontale til vertikale profiler ved hjelp av innskjæringer.
Tettingen er utført med en pakning.

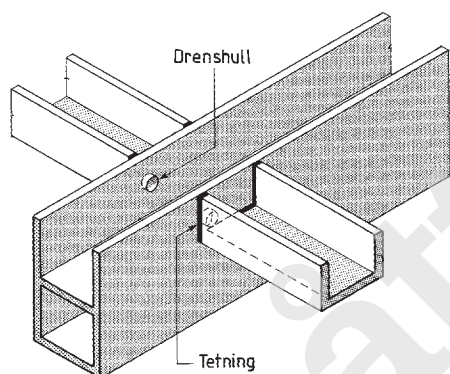


Fig. 232 b
Overføring av drenerisvann fra horisontale til vertikale profiler ved hjelp av drenshull.
Tettingen er utført med en pakning.

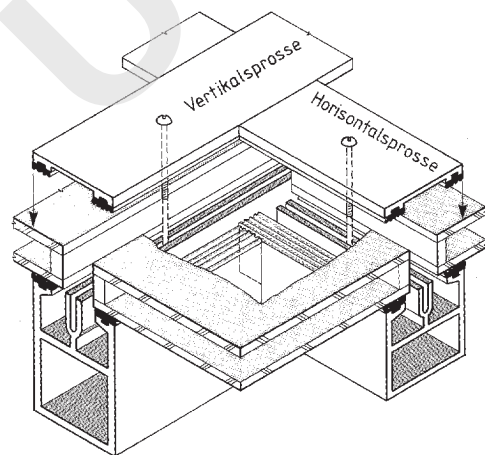


Fig. 232 c
Eksempel på sammensetning av srosse og sperre.
Vann ledes fra den horisontale srossen og inn i den vertikale sperren på en trygg måte. Lufttetning omkring horisontalsprossen i sammenføyningen er nødvendig.

233 *Horisontale dekkprofiler.* På et tak med glass i en sammenhengende lengde og med tilstrekkelig fall vil regnvann renne ned langs glasset og langs de vertikale ribbene uten å skape problemer. Dersom taket er inndelt med horisontale srosser, vil hver srosse bli en liten demning for vannet. Vannet vil her bli stående rett på tetningen omkring glassets nedre del og vil utvilsomt føre til at uakseptabelt store vannmengder føres inn i det underliggende drenerisystemet. Se fig. 233 a. Høye dekkprofiler vil også bidra til å hindre at snøen glir ned fra taket.

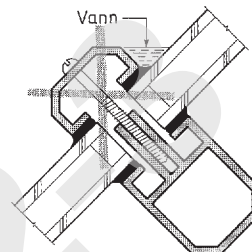


Fig. 233 a
Utvendige dekkprofiler på horisontale srosser må slippe vannet forbi.

Det er derfor viktig at dekkprofilene på srossene ligger så nær glassets plan som mulig og får en form som tillater vann og smeltende snø å renne forbi uten at det blir demmet opp. Det er flere måter å løse problemet på. Først og fremst bør en unngå rettkantede dekkprofiler. Nye problemer kan oppstå i overgangen mellom ribber og srosser der f.eks. skråformede srosser støter mot rettkantede ribber eller omvendt, men slike detaljproblemer lar seg løse, se fig. 233 b.

Et annet alternativ er at glassfalspakninger utføres med en ytre skrå flate som fyller ut overgangen mellom rettkantede dekkprofiler og glasset, se fig. 233 c.

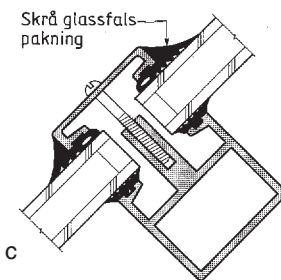
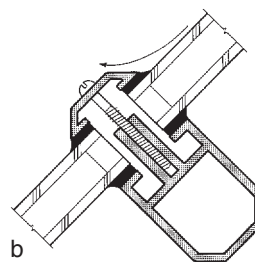


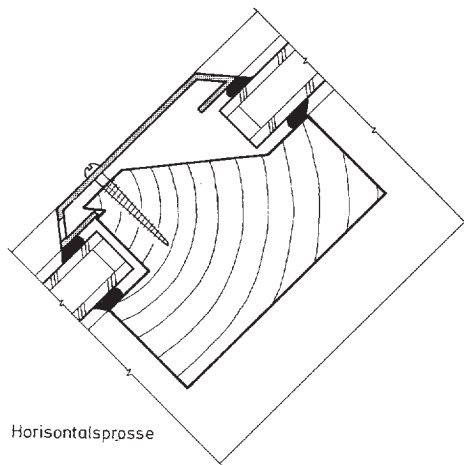
Fig. 233 b og c.
b. Riktig form på dekkprofil
c. En mulig løsning på avrenningsproblemet

24 Srosser og sperrer av tre

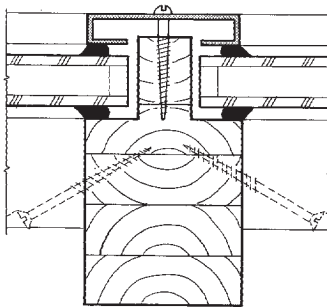
Prinsipiell utforming av srosser og sperrer av tre er vist i fig. 24.

Utvendig synlig treverk bør en unngå. Ytre overflate kles i stedet med et mer vedlikeholdsfritt materiale, f.eks. aluminium, kopper eller varmforsinket stål. Hensikten er å begrense nødvendig vedlikehold på glass-tak til et minimum fordi slikt arbeid vil kreve kostbare og omstendelige sikringstiltak.

Før glasset monteres, bør alle glassfals overflatebehandles med maling e.l. Når man utformer profilene, må man ta hensyn til bevegelser i treverket.



Horisontalsprosse



Vertikalsperre

Fig. 24
eksempel på glasstak med karm/sprosse av tre.
Løsningen bør bare brukes på tak med relativt stor takvinkel.

25 Ventilasjonsluker

En må akseptere at luker i takflaten må stikke noe over den øvrige flaten for å kunne gi tette og sikre detaljer i overgangene. I og med at det er mulig å åpne deler av taket, er det lagt inn ramme/karmfuger som må være tette når lukene er stengt. Disse fugene må skjermes for at vann ikke skal trenge inn på lufttetningen inne i fugen. I tillegg til at selve fugen skjermes for regn, vil en hindre vannflom over lukene fra overliggende deler av taket. Se fig. 25. Vanligvis er ventilasjonsluker kombinert med røykluker, hvis disse er påbudt. Styringen er da automatisk ved en eventuell brann, og styringen er manuell for ventilasjon. I mindre glasstak kan man åpne og lukke for hånd, men i større bygg er motordrift med tannstagoverføring det mest alminnelige.

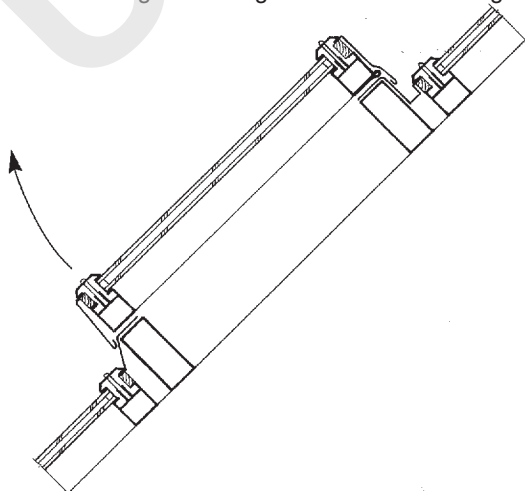


Fig. 25
Riktig oppbygging av takluker

26 Kondens

Kondens kan utfelles på glass og bærekonstruksjoner dersom luftfuktigheten blir for høy inne i vinterperioden. Risikoen for kondens innvendig er ikke særlig stor, men det kan oppstå kondens i et fullklimatisert rom som har en omfangsrik beplantning som avgir store fuktmengder.

Enkelte profiler er utstyrt med ei spesiell renne som kan samle ev. kondensvann og lagre dette til det fordamper - eller om nødvendig lede vannet til et avløp. Kondensrenner vil hindre vanddrypp fra taket og ned i rommet, se fig. 26 a. Avløp fra kondensrenner må ikke knyttes til hoveddreneringsystemet for taket, se fig. 26 b.

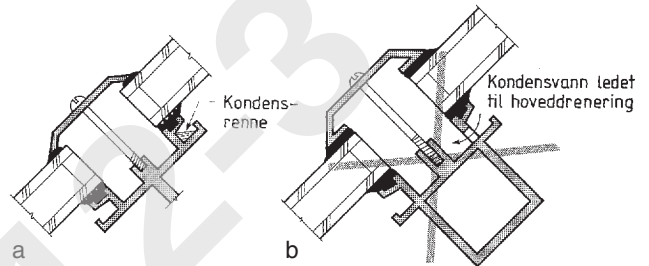


Fig. 26 a og b
a. Metallprofil utstyrt med kondensrenne.
b. Avløp fra kondensrenne må ikke knyttes til hoveddreneringssystem for taket.

27 Tilslutning til andre bygningsdeler

Det er meget viktig at detaljer i overgangen mellom glasstak og tilstøtende bygningsdeler er godt gjennomtenkt. Lekkasje i glasstaket skyldes svært ofte dårlige og tilfeldige detaljer i disse overgangene. Det er derfor et minstekrav at disse detaljene tegnes og beskrives nøyaktig.

271 Glass/isolert takflate. Dersom en takflate av glass fortsetter i en isolert takflate, vil snø bli liggende på den isolerte delen, men ikke på glasset. Smeltevann fra glasset vil fryse straks det når den isolerte delen, og det kan oppstå store issvuller. Disse issvullene vil igjen danne smeltevannsdammer som forårsaker direkte vanntrykk på glass og tetninger og stor risiko for lekkasjer, se fig. 271 a.

Et glasstak må derfor ikke fortsette i en nedenforliggende isolert flate uten at smeltevann kan fjernes før det når den isolerte delen. Dette er i praksis ofte vanskelig å få til.

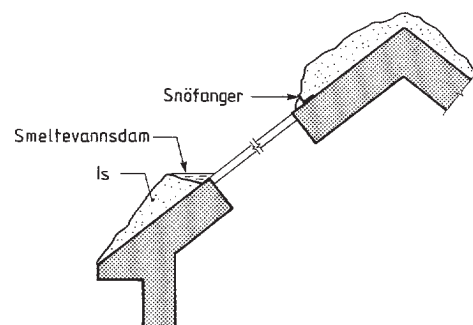


Fig. 271 a
Dersom smeltevann fra glasstak får anledning til å renne inn på isolert takflate, oppstår det issvuller og stor fare for lekkasje.

Ved overgangen fra glasstak til underliggende vegg bør varmeisolasjonen i overgangen ikke være bedre enn glassets for at det ikke skal bli isdannelser. Samme problem kan oppstå ved utstikkende del av glasstaket eller ved en innvendig isolering av glasstakets nederste del, se fig. 271 b. En isolert takflate som går over i et underliggende glasstak, vil ikke gi smeltevanndammer. Men det isolerte taket bør være utstyrt med snøfangere for å hindre ev. snøras ned mot glasset. Man må likeledes alltid sørge for at snøras fra andre takflater ikke kan treffe glasstaket.

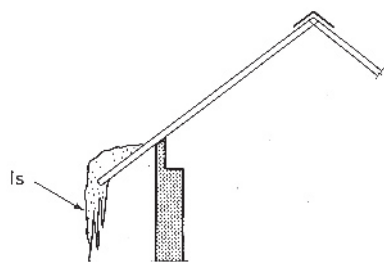


Fig. 271 b
Utsikende glasstak

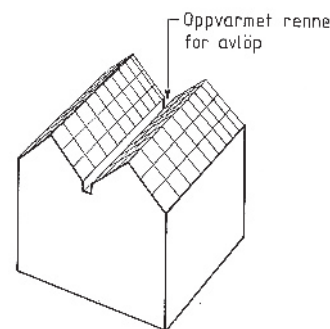


Fig. 272 b
Oppvarmede renner mellom glasstak

272 *Vinkelrenner.* Det forekommer ikke sjelden at deler av et glasstak har ulike vinkler og former, som så går sammen i kompliserte overganger. Man får vinkelrenner i overgangene som trenger spesiell detaljbehandling. Det vil by på store problemer hvis man bare lar overgangen bestå av et vanlig sperreprofil, for disse rennene vil føre store vannmengder i regnvær. Det anbefales derfor at vinkelrenner får en viss dimensjon slik at rennende vann selv i en høyde på noen titalls mm ikke vil nå tilliggende tetninger, se fig. 272 a. Renner mellom parallelle takoppbygg må utformes med en viss høyde som gjør at snø og vann ikke kan tette for drenasjeåpninger i taket eller bli liggende over de nedre tetningene før snøen smelter. Rennenes bredde og høyde må dimensjoneres etter det takarealet som leder vann eller snø ned i rennene, se fig. 272 b. Normalt vil en bredde på 400 mm og tilsvarende høyde være tilstrekkelig.

Kan renna ha mulighet for varmetilførsel fra innelufta, bør rennas U-verdi ligge på samme nivå som glassets for å sikre rask smelting ved større snøfall. Det må da sikres at det ikke finnes kuldebruer i rennekonstruksjonen hvor det kan oppstå kondens.

Som ekstra sikring bør det legges varmekabler i renna som kan brukes i spesielle tilfeller, eller der det er relativt lange avstander til nedløp.

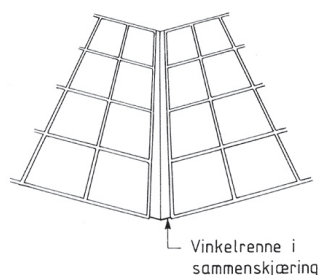


Fig. 272 a
Vinkelrenne i sammenskjæring reduserer faren for lekkasjer.

28 Spenninger i glasset

281 *Innvendig isolering* av deler av glasstaket kan føre til meget høye temperaturer i selve glasset. Problemet oppstår når man plasserer en eller annen form for skjerm på innsiden inn mot glasset der det ikke er mulig å lufte ut mellom skjerm og glass. Dersom skjermen utføres i et godt isolerende materiale, vil det med stor sannsynlighet oppstå sprekker i glasset på solrike dager. Selv om man henger opp mørke gardiner, kan det bli ulemper hvis det ikke finnes utluftingsmuligheter.

282 *Slagskygge* fra tilstøtende konstruksjoner kan føre til store spenninger i glasset i overgangssonen mellom lys og skygge. Dette kan igjen føre til brekkasje i glasset. Små skader langs kanten av glassruter øker faren for brekkasje under slike forhold, og det er derfor meget viktig at alt glass transporteres og monteres så forsiktig som mulig. De som prosjekterer, bør ta hensyn til momentet.

3 Glass

31 Glasstype

Krav til U-verdi og energibalanse avgjør om vanlige forseglede toglass ruter er tilstrekkelig, eller om man må benytte andre produkter med bedre varmeisolasjon. De samme faktorene bestemmer hvorvidt man må montere solkontrollruter/annen form for solavskjerming eller ikke. Vi viser til byggdetaljblad A 527.230 og A 571.954. Se også tabell 153.

Når man skal velge glass, må man også ta hensyn til eventuelle ønsker om snøsmelting som skal bidra til å redusere snølasten. Snøsmeltingen vil være avhengig av hvordan det glasskledde rommet klimatiseres. En altfor god varmeisolasjon vil redusere snøsmeltingen.

32 Glassinnsetting

Når man skal sette inn ruter, bør man følge retningslinjene i byggdetaljblad A 533.143.

Glassing ved hjelp av profilerte glassingspakninger kan benyttes.

Det vil likevel alltid være en fordel å legge en innvendig toppforsegling for å oppnå maksimal tetthet langs innsiden av glasset, særlig ved alle hjørneforbindelser.

33 Glasstykkelser- beregning

Glass i glasstak må dimensjoneres for egenlast, vindlast og snølast. Vanligvis vil snø smelte fort og renne av, men den kan i ugunstige tilfeller bli liggende. Det er meget vanskelig å beregne nødvendige glasstykkelser. Dette henger bl.a. sammen med at glass er et sprøtt materiale og ikke har noen fast bruddspenning. Man må alltid akseptere en viss bruddrisiko og regne med visse sikkerhetsfaktorer, se tabell 33.

Tabell 33

Forholdet mellom sikkerhetsfaktor, bruddrisiko og tillatt bøyespenning i glasset.

Sikkerhetsfaktor	Bruddrisiko	Tillatt bøyespenning N/mm ²	
		Vanlig glass	Herdet glass
S	%		
1	50	75	125
1,5	9,2	50	100
2	2,2	37,5	62,5
2,5	0,8	30	50
3	0,4	25	42
4	0,13	18	30
5	0,07	15	25
8	0,02	9	15
10	0,015	7,5	12,5

Glass er i bedre stand til å stå imot større korttidslaster som vind enn mot langtidslaster som snø og egenlast. Ved beregning av glasstykkelser til vertikalt monterte ruter tas det bare hensyn til vindlast, og det er da vanlig å regne med sikkerhetsfaktor 2,5. I skråttstilte konstruksjoner må man regne med langtidslaster, og vanlig er da sikkerhetsfaktor 5.

Glasstak utsettes vanligvis både for korttidslaster og langtidslaster. Langtidslastene kan beregningsmessig omgjøres til korttidslaster ved å multiplisere med faktor 2,6. Resultatet legges til korttidslastene, og sikkerhetsfaktor 2,5 brukes generelt. Laminert glass er svakere i styrke enn ikkelaminert glass i samme tykkelse, og beregnet glasstykkelse må multipliseres med 1,4.

Det finnes flere metoder for å beregne glasstykkelser. De gir vanligvis omtrent samme resultat. Her gjengis to, se pkt. 331 og pkt. 332, se for øvrig [42].

331 Metode 1. Glasstykkelse beregnet etter formel av Timoshenko:

$$t = b \sqrt{\frac{3\beta q}{x}}$$

der t = glasstykkelse i mm
 β = faktor avhengig av sideforholdets største/minste mål
 q = samlede laster i N/m²
 b = minste rutekant i m
 x = tillatt bøyespenning i N/mm², avhengig av sikkerhetsfaktor

Faktor β tas ut av tabell 331.

Tabell 331

Faktor β avhengig av forholdet mellom største og minste sidemål, rektangulære ruter understøttet på alle fire sider.

Sideforhold B/b	β
1	0,28
1,1	0,33
1,2	0,37
1,3	0,41
1,4	0,45
1,5	0,48
1,6	0,51
1,7	0,54
1,8	0,56
1,9	0,59
2	0,61
3	0,71
4	0,74
5	0,75

For beregningene trengs:

θ = takvinkel

S = snølast i N/m² (på horisontal flate)

G = glassets egenvekt i N/m²

V = vindlast i N/m²

Langtidslaster:

Snølast = $S \cdot \cos^2 \theta$

Egenlast = $G \cdot \cos \theta$

Man gjør om til korttidslast ved å multiplisere med 2,6 og legge dette til vindlasten. Sistnevnte beregnes etter NS 3479, avhengig av beliggenhet, takform, takvinkel etc. Kontakt om nødvendig de lokale bygningsmyndighetene.

Eksempel

Takvinkel: 25°

Rutestørrelse: 1,20 m x 2,40 m

Vindlast ifølge NS 3479 og lokale myndigheter

Vi antar 12 mm glasstykkelse for beregningene

Snølast: $1500 \text{ N/m}^2 \cdot \cos^2 25$ = 1232 N/m²

Egenlast: $300 \text{ N/m}^2 \cdot \cos 25$ = 272 «

Samlet langtidslast = 1504 N/m²

Man får korttidslast ved å multiplisere med 2,6.

Sum langtidslast: $1504 \text{ N/m}^2 \cdot 2,6$ = 3910 N/m²

Vindlast ifølge NS 3479 = 338 «

Samlet belastning = 4248 N/m²

Timoshenkos formel gir:

$$t = 1,2 \sqrt{\frac{0,61 \cdot 4248}{30}} \text{ mm} = 11,15 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

Resultatet er som ventet. Kommer man feil ut, må man tippe på nytt og regne om igjen.

Beregningsresultatet skal forelegges de lokale bygningsmyndighetene for godkjenning.

Er glasset bare opplagt på to eller tre sider, gjelder ikke dette beregningsgrunnlaget. Takform og andre forhold kan også gjøre at beregningene bør overlates til en erfaren statiker.

332 *Metode 2.* Metoden baserer seg på bruk av to diagrammer, fig. 332 a og b, og tabell 332 a og b. Framgangsmåten følger av eksempelet.

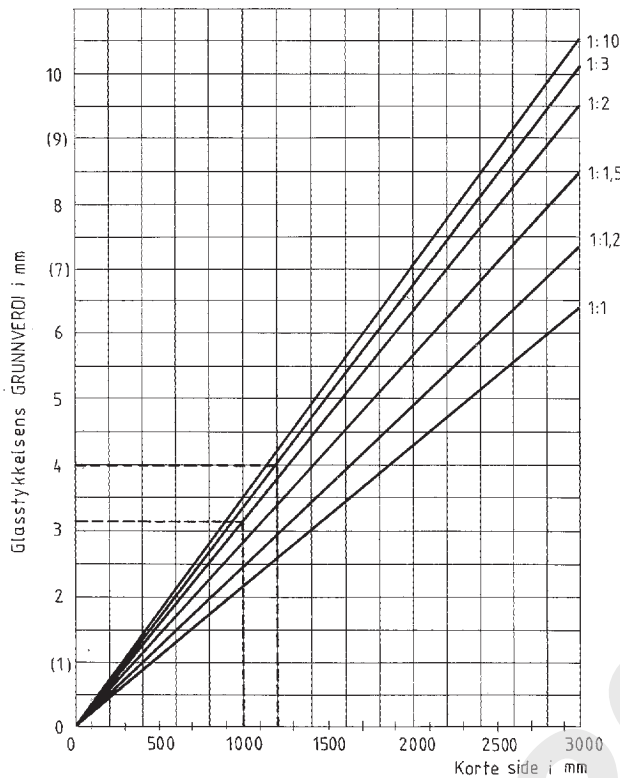


Fig. 332 a
Bestemmelse av glasstykkelsens «grunnverdi».

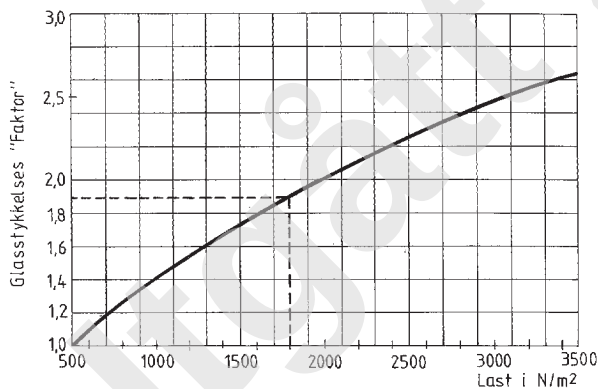


Fig. 332 b
Bestemmelse av «glasstykkelsesfaktor».

Tabell 332 a
Egenlast ved forskjellige glasstykkelser og takvinkler (N/m^2).

Egenlast	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
4 mm	100	100	90	90	80	80	60	50	40	30	20	10		
5 mm	130	130	120	110	110	100	80	60	40	30	20	10		
6 mm	150	150	140	130	120	110	90	70	50	30	20	10		
8 mm	200	200	190	180	160	150	120	90	70	50	30	20	10	
10 mm	250	250	230	220	210	190	150	110	80	60	40	20	10	
12 mm	300	290	280	260	250	230	180	140	100	70	50	30	10	
15 mm	380	370	360	340	310	290	230	180	130	90	60	30	10	

Tabell 332 b
Snølast ved forskjellige takvinkler (N/m^2).

	750	730	700	660	620	560	450	340	250	170	110	60	30	10
750 N/m^2	750	730	700	660	620	560	450	340	250	170	110	60	30	10
1500 N/m^2	1500	1450	1400	1320	1230	1110	890	680	500	340	220	120	60	20
2500 N/m^2	2500	2420	2330	2210	2050	1870	1490	1140	830	570	370	210	100	40

Eksempel

Takvinkel: 35°

Rutestørrelse: 1,0 m x 2,0 m

Snølast: 750 N/m^2 (akseptert av myndighetene)

Vindlast ifølge NS 3479

Rutens sideforhold = 1:2

Gå inn i fig. 332 a ved korteste side, 1000 mm, og gå opp til sideforhold 1:2. Gå ut til venstre og ta ut glasstykkelsens grunnverdi til 3,15 mm. Gå videre til tabell 332 b og les av for snølast 750 N/m^2 og takvinkel 35°; det gir 450 N/m^2 .

Glasstykkelsen anslås til 6 mm for beregningene. Gå inn i tabell 332 a og les av for takvinkel 35°, egenlast 90 N/m^2 . Snølast og egenlast summeres og omregnes til korttidslast med faktor 2,6.

Snølast	=	450 N/m^2
Egenlast	=	90 " "
Samlet langtidslast	=	540 N/m^2

Omregnet til korttidslast 540 $N/m^2 \cdot 2,6$	=	1404 N/m^2
Vindlast ifølge NS 3479	=	321 " "
Samlet last	=	1725 N/m^2

Gå inn i fig. 332 b ved 1725 N/m^2 , opp til kurven og ut til venstre til glasstykkelsesfaktor 1,85. Dette tallet multipliseres med grunnverdien som ble funnet å være 3,15 mm.

Glasstykkelsen blir da 3,15 mm $\cdot$ 1,85 = 5,83 mm $\approx$ 6 mm.

4 Referanser

41 Dette bladet er skrevet av Carsten Dreier og redigert av Knut I. Edvardsen. Tore Gjelsvik har skrevet punktene om glass og beregning av glasstykkelser. Det er en revisjon av blad med samme nr. utgitt våren 1985. Redaksjonen ble avsluttet i mars 1988.

42 Litteratur

- 421 DREIER, Carsten m.fl. Glasstak. Konstruksjoner. Klimapåkjenninger og løsninger for nordiske forhold. Trondheim 1986 (Norges byggforskningsinstitutt. Håndbok nr. 36)
- 422 Glassbransjeforbundet i Norge. Anbefalte retningslinjer for valg av glass og montering i takkonstruksjoner. 1985
- 423 GTK-forskrifter. Montering av forseglede ruter. 1983
- 424 DREIER, Carsten. Feltundersøkelser av glasstak. Oslo 1986 (Norges byggforskningsinstitutt, prosjektrapport nr. 23)