

GLASTAG

VALG OG MONTERING AF GLAS I TAGKONSTRUKTIONER

Udarbejdet af Glasindustrien · Revideret august 2018

1. Indledning

Denne vejledning giver en oversigt over vigtige emner, som indgår i beskrivelsen af et glastag.

Formålet er at:

- give vejledning som er baseret på krav i bygningsreglementet og standarder, samt "bedst praksis".
- beskrive metoder og principløsninger.
- give vejledning til bygherrer og rådgivere.

Korrekt valg af glas og øvrige materialer, ligesom rigtige konstruktionsprincipper er sammen med korrekt montering forudsætningerne for en tilfredsstillende funktion af glastaget.

2. Anvendelse

Vejledningen gælder for alle skråstillede glassystemer i traditionelle bygninger, hvor der kan færdes personer under glasset.

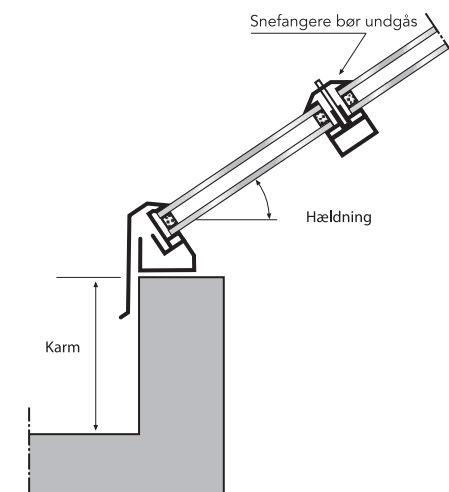
3. Konstruktioner

Følgende underafsnit beskriver vigtige konstruktionsmæssige aspekter.

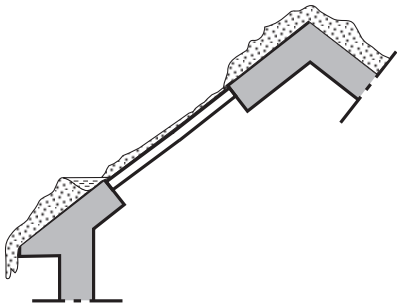
3.1 Dræn og ventilation

- glasset skal monteres i egnede profilsystemer efter producentens anvisning.
- det skal sikres, at vand bortledes fra false, dræn og den udvendige tagflade.
- glastaget skal udføres med to-trin-tætning: En udvendig fugttætning med kanaler til dræning af lækagevand og kondens, samt en indvendig til luft og damp-tætning.

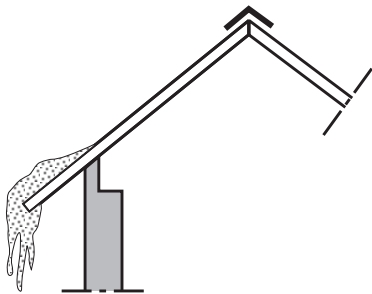
- glastaget skal have tilstrækkelig hældning. Ved lavere hældning end 27 grader (1:2) kan der være risiko for problemer med vandafledning, smudsansamling og kondensafdryp på indersiden.
- udvendige klemlister/dækprofiler skal udformes så vand og sne ikke kan samles.
- glastaget skal have en tilstrækkelig karmhøjde, så sne ikke blokerer for åbninger til drænkanalerne i profilsystemet (se figur 1), eller at vandet ledes ind i konstruktionen. Højden bør være min. 150 mm for at undgå frost i sneophobninger. Ved anvendelse til brandventilation skal højden dog være min. 300 mm iht DS/EN 12101-2 *Brandventilation. Del 2: Specifikation for naturlige røg- og varmeudsugningsventilatorer.*



Figur 1. Generelle konstruktive krav til udformning af glastag.



Figur 2: Snelast kan reducere lysgennemgangen. Tagfod og tagpartier nedenfor glastaget bør ikke være bedre isoleret end glastaget for bl.a. at undgå sneophobninger og dermed frostsprængninger. Ved glastage med små hældninger og god isoleringsevne vil sne blive liggende og dermed reducere lysgen-



Figur 3: Undgå at ruden opnår forskellige temperaturzoner. For at undgå termisk brud må glaspartier med uhærdet glas ikke føres udover ramme/ydervæg så samme glas er i to forskellige klimazoner.

3.2 Dækning af termorudens kanter

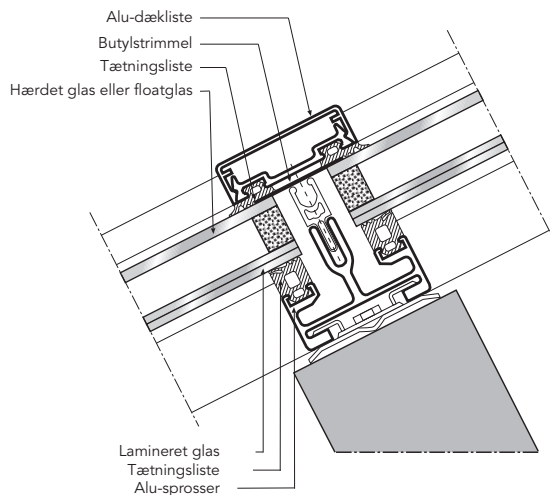
Dækninger udføres, så den beskytter kantforseglingen mod UV-stråling, se Glasindustriens "Monteringsanvisning".

3.3 Profilsystemer og tilslutninger

Der skal anvendes rammesystemer, som er udviklet til glastagskonstruktioner, hvor tætningen er optimeret, og kuldebroer er minimeret for at undgå utætheder og kondens. Glas monteret på træ bør monteres som beskrevet i "Glargmesterarbejde - bygningsglas og montering". Glarmesterlauget i Danmark.

Profilsystemer i tage skal have to-trinstætninger og have mulighed for trykudligning.

To-trinstætningen indebærer, at den yderste del skal være så regntæt som muligt og give mulighed for trykudligning, så vand ikke suges ind i



Figur 4: I tagkonstruktioner af træ skal termoruder monteres i godkendt profil.

konstruktionen. Den inderste del skal være luft- og damptæt. Den udvendige tætning bliver aldrig helt tæt, hvorfor profilsystemet skal have indbyggede drækanaler.

Der er særlige krav for systemer med udvendige tætninger baseret på silikone.

3.4 Glas

Glas i glastage er oftest termoruder, der skal være produceret i henhold til DS/EN 1279, samt i øvrigt opfylde de krav som stilles til bæreevne (styrke), varmeisolering, dagslys, solafskærmning, sikkerhed og/eller støjdemning.

Udvalget af glas er blevet større med flere nye funktionsglas, hvilket beskrives i afsnit 5.

Termorudestørrelserne kan pga. vægten være afgørende for håndteringen, idet glas vejer 2,5 kg/m² pr mm glastykkelse.

Vedr. håndtering og opbevaring henvises til Glasindustriens "Håndtering og opbevaring af glas og termoruder på byggepladsen".

3.5 Arbejdsmiljø

Ved anvendelse af glas i tage skal der ved håndtering altid anvendes tekniske hjælpemidler. Dette sikres bedst ved, at det indarbejdes i de nødvendige forudsætninger i projekterings- og planlægningsfasen.

Branchefællesskabet for arbejdsmiljø i Bygge & Anlæg www.bfa-ba.dk giver relevant information om arbejdsmiljø inden for bygge og anlæg.

Projekterende

Den projekterende skal i projekt materialet bl.a. sikre, at:

- arbejdsmiljøloven kan overholdes i forbindelse med arbejdets udførelse og den efterfølgende vedligeholdelse
- der er den fornødne plads og mulighed for at kunne anvende tekniske hjælpemidler.

Det betyder blandt andet, at:

- tidsplaner nøje skal planlægges, beskrives og indarbejdes i hele projektet
- adgangs-, transport- og monteringsarealer etableres og dimensioneres til opgaven
- glas placeres hensigtsmæssigt, både i forhold til indbygningssteder samt adgangs- og kørearealer for tekniske hjælpemidler.

Leverandøren

Glasleverandøren skal altid udarbejde anvisninger, som indeholder:

- vægtangivelser.
- evt. specielle løfteanvisninger.
- mærkater som angiver fx glasdimension, glasnummer, tykkelse, mv., således at identifikation på byggepladsen er entydig.

Entreprenøren

Med udgangspunkt i projekt materialet og egne erfaringer skal arbejdet planlægges og tilrettelægges sikker-

heds- og sundhedsmæssigt korrekt, herunder udarbejdes en APV for det konkrete arbejde.

4. Glasdimensionering

Der skal i henhold til gældende retningslinier foretages en dimensionering af glas, herunder udarbejdelse af en styrkeeftervisning, samt en vurdering af maksimal udbøjning af glasset og den samlede konstruktion.

Derudover skal det nødvendige sikkerhedsniveau med hensyn til risiko for personskade ved lastpåvirkning og personsikkerhed ved nedfald af glas defineres.

4.1 Belastning og projekteringsgrundlag

BR18 angiver i dets vejledning om glas at: "Det er alene forhold i forbindelse med personsikkerhed ved brug af glas i bygninger, der behandles. Derfor er det forudsat, at det anvendte bygningsglas er dimensioneret i henhold til gældende forskrifter, normer og standarder."

Laster og projekteringsgrundlag fastlægges i henhold til Eurocode 0, DS/EN 1990 "Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner" og Eurocode 1, DS/EN 1991, "Generelle laster" med tilhørende nationale annekst dvs. specifikke retningslinier for Danmark.

Vurdering af tilknyttede bygningskonstruktioner og deres indflydelse og påvirkning på glastagskonstruktionen skal vurderes ved projekteringen.

Glastag er ikke til persontrafik. Med hensyn til persontrafik i forbindelse med vedligeholdelse og rengøring henvises til afsnit herom.

Der foreligger på nuværende tidspunkt ikke nogen aktuell dansk eller europæisk standard for dimensionering af glas.

Retningslinier for dimensionering af 2- og 3-lags termoruder findes i SBi-anvisning 215 "Dimensionering af glas i klimaskærmen" (SBi 215).

SBi 215 dækker ikke dimensionering af glaskonstruktioner for personlast herunder gennemtrængning på glastage.

Endvidere behandler anvisningen ikke situationen efter brud i glas.

4.2 Styrkeeftervisning

Glassets styrkeegenskaber afhænger af glastype, lastvarighed, kantbearbejdning og overfladebehandling. Der henvises til SBi 215 for anbefalede glasstyrker for forskellige situationer.

For lamineret glas skal glasset regnes med en reduceret tykkelse for klimabelast, snelast og nyttelast/personlast. Den reducerede tykkelse bestemmes på baggrund af en samhørighedsfaktor, som afhænger af lastens varighed. Faktoren er fastlagt i SBi 215.

Ved anvendelse af udenlandske retningslinier vil grundlag og forudsætninger være anderledes.

4.3 Udbøjning

Termoruder må ikke have større tilladelig udbøjning af glaskanten end $1/200$ af sidelængden, dog max. 12 mm jf. DS/EN1279-5 annek B.

Det er vigtigt, at den bagvedliggende bærende konstruktion for tagglasset har den nødvendige stivhed, så udbøjningskrav kan opfyldes, samt at evt. bevægelser ikke påvirker glasset uhensigtsmæssigt.

Der henvises til SBi 215 for beregningsmæssige retningslinier og maksimal udbøjning midt på glasset.

4.4 Personlast

Glastage er ikke egnet til persontrafik. Der kan dog forekomme kortvarigt og mindre personlast på glastagene i forbindelse med rengøring og vedligeholdelse afhængig af glastagets størrelse og udformning.

For personsikkerhed ved glaskonstruktioner, herunder glastage, henviser BR18 til vejledningen:

"Bygningsreglementets vejledning om glaspartier, glasflader og værn af glas i bygninger".

BR18s vejledning omfatter ikke en styrkemæssig dimensionering for laster på konstruktioner, dvs. uanset de anbefalede glastykkelser m.v., skal der foretages en dimensionering af glasset for den aktuelle belastningssituation.

BR18 angiver i § 343 "Tage og ovenlys i tage skal udføres, så der er tilfredsstillende sikkerhed mod gennemtrængning."

Det anbefales, at den aktuelle situation for glastaget vurderes nøje.

Eurocode DS/EN 1991-1-1 fastlægger belastninger på tage afhængig af brugen.

Det anbefales, at for tage i kategori H (se tabel 1), hvor det er nødvendigt at

betræde glasset i taget for at kunne foretage en rengøring og vedligeholdelse, skal glasset dimensioneres for den normfastlagte belastning og sikkerhed.

Det Danske Nationale Annex angiver, at tage skal dimensioneres for en karakteristisk punktlast på 150 kg svarende til en design (regningsmæssig) last på 225 kg.

Kategori af belastet areal for tage	Konkret brug
H	Tage, der kun er tilgængelige for almindelig vedligeholdelse og reparation
I	Tage, der er tilgængelige for ophold i henhold til kategori A til D

Tabel 1: Kategorisering af tage. I henhold til Eurocode DS/EN 1991-1-1:

Den projekterende anbefales derfor at vurdere den aktuelle glastagskonstruktion og fastlægge dimensioneringskrav for glasopbygningen.

Der findes i øjeblikket i Danmark ingen gyldige retningslinier for dimensionering af glas for personlast. Dimensionering bør derfor foretages på baggrund af anerkendte og internationale metoder samt erfaringer, indtil standarder og anbefalinger foreligger.

4.5 Drivhuse og havecentre

BR18s glasvejledning angiver i 3.0.6.

"Glastage, glasoverdækninger, glaslofter og spejle":

"Eksempler på områder, hvor personskader kan reduceres ved brug af sikkerhedsglas, er glastage over butiksområder, butikssarkader, salgsarealer i gartnerier og byggemarkeder, foyerer, forbindelsesgange, glasbaldakiner, møde- og opholdsrum, terrasser, udestuer, orangerier."

Det betyder at der i publikumsarealer med glastag skal anvendes lamineret glas.

5. Funktionsglas

Valg af glas til tag er afhængig af hvilke funktioner, det skal opfylde.

De vigtigste er:

- 5.1 Personssikkerhed
- 5.2 Energiforbrug
- 5.3 Varmeisolering
- 5.4 Solenergi/solafskærmning
- 5.5 Termisk brud
- 5.6 Støjdæmpning
- 5.7 Nedfaldende genstande
- 5.8 Rengøring

5.1 Personssikkerhed

BR18s vejledning angiver i 3.0.6.

"Glastage, glasoverdækninger, glaslofter og spejle

Tage, baldakiner, overdækninger, udhæng og lofter af glas samt tilsvarende konstruktioner med vandret eller skråtstillet glas kan udgøre en risiko for personer, der opholder sig eller færdes under glaspartierne, hvis glasset beskadiges og falder ned. Risikoen kan begrænses ved at bruge lamineret sikkerhedsglas i enkeltlagsruder og i det nederste lag glas i termoruder, samt sikre at glasset er fastholdt.

Eksempler på områder, hvor personskader kan reduceres ved brug af sikkerhedsglas, er glastage over butiksarealer, butiksarkader, salgsarealer i gartnerier og bygge-markeder, foyerer, forbindelses-gange, glasbaldakiner, møde- og opholdsrum, terrasser, udestuer, orangerier."

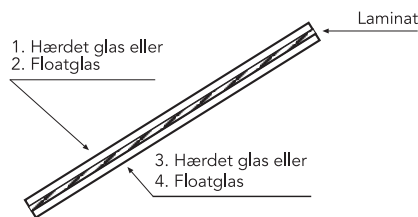
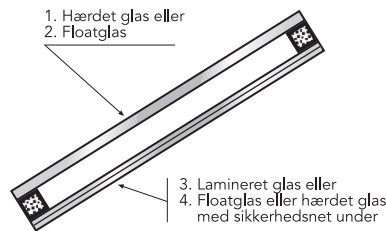
BR18s glasvejledning gælder også for skråt stillede glas, hvor der kan færdes personer under glasset, herunder lofter og udhæng.

Som hovedregel for valg af glas til termoruder med hensyn til sikkerhed og styrke anbefales følgende:

- yderste glas kan være hærdet sikkerhedsglas ved risiko for termisk brud.

- inderste glas skal være lamineret glas. Som enkeltglas skal anvendes lamineret (float+float), eventuelt lamineret (hærdet+hærdet).

Trådglas må ikke anvendes i glastag.



Figur 6: Enkelt glas i tag

I BR18s glasvejledning (3.0.5) mht ovenlys "I ovenlysvinduer, hvor underkanten af glasset ligger højere end almindelig dørhøjde, kan det nederste lag glas være af lamineret sikkerhedsglas for at reducere risikoen for personskader ved nedfald af glasset efter brud." Dørhøjde er defineret som 2,1m.

5.2 Energiforbrug

For at opnå hensigtsmæssige temperaturforhold og for at undgå gener ved direkte solstråling, anvendes der solafskærmende glas. Der kan supplerende anvendes ventilation og andre fysiske solafskærmninger som markiser, persienner og gardiner.

Hvor der anvendes fysiske solafskærmninger til regulering af temperatur, solindfald og evt. skygge- og mørklægning, skal der tages højde for risikoen for termisk brud.

BR18 foreskriver brug af DS 418
"Beregning af bygningers varmetab"
(DS 418) mht. beregning af U-værdier.

Energimærkningsdata U/LT/g:

- U-værdi i W/m^2K (varmeisolering) som centerværdi for glasset (U_g)*
- LT-værdi (τ_v , lystransmittans) i %
- g-værdi (solenergitransmittans) i % (af hensyn til energirammeberegning og termisk indeklimate)

* Bemærk, at der i den samlede U-værdi for vinduer skal medregnes den energimæssige virkning af kuldebroer, fx for afstandsprofil, ramme og karm iht. DS 418.

Energitilskud E_{ref} :

BR18 § 258 angiver: "Generelle mindstekrav til vinduer, glasydervægge, ovenlysvinduer og glastage."

Facadevinduer:

$$E_{ref} = 196,4 \times g_w - 90,36 \times U_w$$

[kWh/m² pr år]

Ovenlysvinduer:

$$E_{ref} = 345 \times g_w - 90,36 \times U_w$$

[kWh/m² pr år] hvor

g_w er den totale solenergitransmittans for vinduet.

U_w er varmetransmissionskoefficienten for vinduet (og ikke kun rudens U_g).

Kravet til E_{ref} gælder for et referencevindue på 1,23 m x 1,48 m forsynet med producentens standardrude. Iht BR18 §258 stk. 3: "Lydglas og andre funktionsglas kan anvendes, hvis referencevinduet opfylder kravet til energibalancen. Der kan dog vælges glas med en lavere solvarmetransmittans (g-værdi), hvis der kan påvises en energibesparelse ved det. Lydglas og andre funktionsglas kan anvendes, hvis referencevinduet opfylder kravet til energibalancen. Der kan dog vælges glas med en lavere solvarmetransmittans (g-værdi), hvis der kan påvises en energibesparelse ved det."

Tabellerne nedenfor viser de gældende krav til E_{ref} og mindste varmeisolering.

Bygningsdel §258	E_{ref} (kWh/m ² pr. år)
Vinduer og glasydervægge	-17
Ovenlysvinduer og glastage	0

Bygningsdel	U-værdi (W/m ² K)
Yderdøre med glas (inkl. skydedøre)	1,50
Ovenlyskupler	1,40

Tabel 2:
Krav til E_{ref} : Energitilskud i opvarmningssæsonen i kWh/m² pr. år og mindste varmeisolering iht BR18 Kap. 11.

5.3 Varmeisolering

2- og 3-lag termoruder har solafskærmende og varmeisolerende egenskaber. Varmeisoleringen afhænger af belægningernes egenskaber samt gasfyldning og glasafstand.

En god energirude reflekterer varmerstrålingen tilbage i rummet og tillader samtidig en stor del af solens stråler at passere gennem ruden. En solafskærmende energirude er både varmeisolerende og afskærmer en stor del af solstråling fra at komme gennem ruden.

Gassen i hulrummet mellem glassene skaber et isolerende lag. Normalt anvendes der ædelgasser, primært argon og krypton.

Generelt gælder, at jo tungere gas desto bedre isoleringsevne.

Da gassen skaber et isolerende lag har også glasafstanden betydning for den samlede isolans. Øget afstand er ikke ensbetydende med bedre isolans idet der kan skabes en cirkulerende luftstrøm (konvektion) rundt i hulrummet,

som gør ruden mindre isolerende end med et tyndere stillestående luftlag.

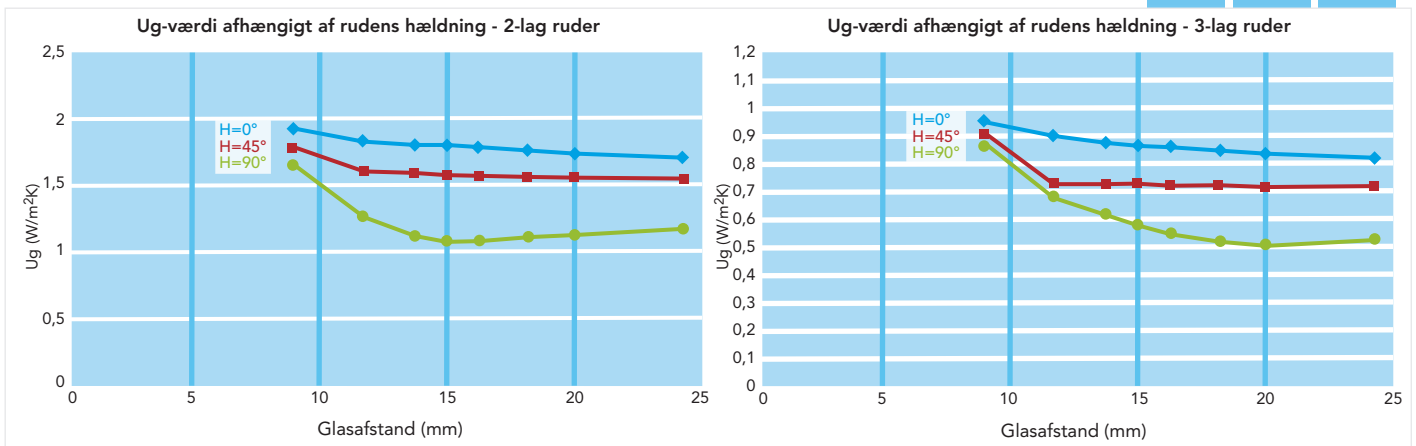
U-værdier er normalt oplyst for lodret monterede termoruder.

I skråstillede ruder medfører konvektionen en større energifrigivelse, og dermed en forringet isoleringsevne.

DS 418 angiver nogle kurver for forventede Ug-værdier afhængig af lodret, 45 grader og vandret monterede ruder, men disse baserer sig på forældede belægningstyper (normal emissivitet på 0,20).

Nedenstående grafer for 2- og 3-lag argonfyldte ruder baserer sig på dagens standard belægninger med normal emissivitet på 0,03.

Af graferne ses at glassets U-værdi: Ug-værdien kan forringes med over 60% når hældningen skifter fra lodret til vandret.



Figur 7: Ug-værdier for hældende 2- og 3-lag ruder. H = hældning i forhold til vandret.

5.4 Solenergi/solafskærmning

BR18 § 250 "Bygninger skal projekteres, udføres, ombygges og vedligeholdes, så unødvendigt energiforbrug til opvarmning, varmt vand, køling, ventilation og belysning undgås, under hensyn til bygningernes anvendelse og omfang af byggearbejdet."

Total solenergitransmittansen (g-værdi) reduceres ved hjælp af solafskærmende glas.

Lys- og solenergi-transmittansen varierer med glassets tykkelse, farve og eventuel belægning.

Lystransmittansen angives med en LT-værdi og solenergitransmittansen med en g-værdi. Ønskes en høj solenergitilførsel skal g-værdien være høj som i energiruder (g ~ 60% - 65%). Solafskærmende energiruder reducerer solenergitilførslen mere og variationen i g-værdi er her stor, men ligger typisk omkring g ~ 20% - 40%.

Der henvises til Glasindustriens "Kort og godt om glas og termoruder" side 11

5.5 Termisk brud

Slagskygger ved glastag forøger risikoen for termisk brud. Termisk brud undgås ved anvendelse af hærdet sikkerhedsglas. Se BYG-ERFA (31) 98 03 25: Termisk brud i glas.

Glasopbygningen skal vurderes nøje i samråd med glasleverandøren.

5.6 Støjdæmpning

Ved krav om støjdæmpning R_w ($C;C_{tr}$) lydreduktionstallet og korrektionsværdier) anvendes støjdæmpende termoruder. Støjdæmpning opnås ved at kombinere forskellige tykkelser for de enkelte glaslag samt hulrum og specielt støjdæmpende lamineret glas.

5.7 Nedfaldne genstande

BR18s vejledning: "Hvor der er risiko for nedfald af glas på grund af brud i det øverste lag glas i termoruder på grund af eksempelvis nedfaldne dele fra træer, ovenfor liggende bygningsdele og lignende, kan det øverste lag glas i ovenlysvinduer være af sikkerhedsglas."

5.8 Rengøring

BR18 vejledning: "Glastage og glasoverdækninger skal desuden udformes, så rengøring og reparation kan ske uden risiko for personer. Tage og ovenlys i tage skal udføres, så der er tilfredsstillende sikkerhed mod gennemtrængning."

6 Glasbeskrivelse

Termorudebeskrivelse og beskrivelse af glas i byggeri kan ske iht. Glasindustriens vejledning: GLASBESKRIVELSER
Eksempler på beskrivelse af termoruder og enkeltglas eller iht. "bips (Molio) B1.280 Beskrivelses-anvisning – glas generelt".

Publikationen er en del af Molios (tidl. bips) beskrivelsesværktøj, og er en anvisning i at udarbejde en arbejdsbeskrivelse for glas i byggeriet. Denne beskrivelses-anvisning dækker almindeligt anvendt fastmonteret glas i byggeriet. Beskrivelsen af termoruder i glastag skal indeholde:

Format (Bredde x Højde), herunder eventuelt facon (fx henvisning til tegning), konstruktion, opbygning (angives udefra og ind), fx 6-15-6,4.

6.1 Eksempler

Eksempel på beskrivelse af glas til glastage:

800 x 1500 mm. 2-lag solafskærmende-energirude (50/25) 6SE-15Ar-8,4L: 6 mm solafskærmende energiglas, 15 mm argon, 8,4 mm (33.1) lamineret (float+float) sikkerhedsglas.
Energidata f.eks. 1,0/50/27.
Indv. lamineret sikkerhedsglas 2(B)2.
 R_w ($C;C_{tr}$): 37 (-3; -7) dB.

800 x 1500 mm. 3-lag solafskærmende-energirude (50/25): 6SE-15Ar-4-15Ar-E8,4L: 6 mm solafskærmende-energiglas, 15 mm argon, 4 mm klar float, 15 mm argon, 8,4 mm (33.1) lamineret (float+float) sikkerheds energiglas.
Energidata f.eks. 0,6/46/25. Indv. lamineret sikkerhedsglas 2(B)2. R_w ($C;C_{tr}$): 36 (-2; -4) dB.

7. Brand

For glastage som skal opfylde kravene til brandmodstandsevne gælder særlige krav. Hele konstruktionen, inkl. glas skal være afprøvet og godkendt. Udførelse af brandventilations åbninger skal være CE mærket og udføres iht. DS/EN 12101-2.

Det bemærkes, at "tagelementer med kort kollapseid" ikke er tilladt siden år 2006 at benytte som termisk (naturlig) brandventilationsåbninger.

Vedr. brandbeskyttende glas se:
Brandteknisk vejledning 37:
"Glas og brand. Brandbeskyttende glas i bygningsdele" 2009 fra DBI: Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut.