

# GRUNN- LEGGENDE OM GLASS

## Glass som byggemateriale

Vanlig planglass fremstilles av sand, soda og kalk, med små tilsetninger av magnesium, aluminium og jern, samt et herdemiddel for å homogenisere glassmassen.

### Unike egenskaper

Glass er et fast materiale, men har en helt uordnet molekylstruktur som gjør at lyset kan passere og vi kan se gjennom det. Det gjør glasset unikt. Vanlig glass slipper gjennom 80-87 % av den totale solenergien og 85-92% av sollyset, men er opakt under 300 og over 4000 nm. Solbeskyttelsesglass reduserer transmisjonen i ulike deler av det mellomliggende spekteret. Glass er dessuten et miljøvennlig, evigvarende, variasjonsrikt og økonomisk materiale som krever et minimum av vedlikehold.

### Mer dagslys

Moderne forskning viser at dagslyset spiller en mer betydelig rolle for menneskenes biologiske funksjoner og velbefinnende enn man tidligere har trodd. Samtidig tilbringer mennesker en større del av sin tid inne. Dette innebærer at vi må stille større krav til dagslysnivået i våre bygninger. Idag er det fullt mulig å øke vindusarealene uten å få problemer med f.eks. varmetap i boliger, overskuddsvarme på kontorer, kaldras og kaldstråling.

### Glassets styrke

Planglassets praktiske fasthet er mindre enn 1% av den teoretiske. Det kommer av at glassoverflaten inneholder et stort antall mikrosprekker. De varierer fra glass til glass og kan danne bruddanvisninger. Også de skjærte glasskantene kan ha bruddanvisninger, varierende i størrelse og antall med kvaliteten på skjæringen. Vi har derfor bestemt fastheten gjennom testing og statistisk analyse for hver enkelt glasstype og hvert enkelt belastningstilfelle.

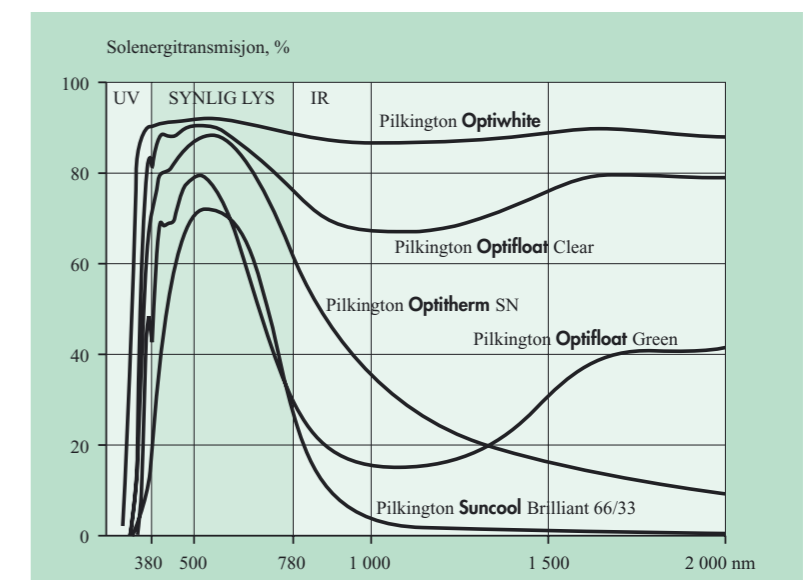
Glassets fysiske og mekaniske egenskaper i henhold til NS EN 572		
Densitet	$\rho$	2 500 kg/m <sup>3</sup>
Hardhet		6 på Mohs skala
Elastisitetsmodul	$\epsilon$	7 x 10 <sup>10</sup> pascal
Lengdeutv. koeffisient	$\alpha$	9 x 10 <sup>-6</sup> /K
Varmekonduktivitet	$\lambda$	1,0 W/m K
Designfasthet ved korttidslaster		
- Floatglass		30 MPa
- Valsed glass		15 MPa
- Trådglass		14 MPa
- Herdet glass		50 MPa
- Laminert glass		18 MPa

Fastheten varierer. Derfor bruker vi en risikofaktor når vi bestemmer den dimensjonerende verdien for fasthet. Det er altså ingen materialkonstant, men en designverdi for det aktuelle belastningstilfellet. Grunnet avvikende erfaringsunderlag, kan den dimensjonerende verdien for fasthet i ett og samme lasttilfelle variere noe mellom glassprodusentene.

Når glasset belastes, skjer en elastisk deformering. Ved overbelastning brister det med et sprøtt brudd uten plastisk deformering. Derfor motstår glass større, jevnt fordelte belastninger bedre enn punktbelastninger. Det tåler korttidslaster, som f.eks. vindpåkjenninger, betydelig bedre enn laster med lengre varighet som snølast og egenvekt.

Pilkingtons tilbud av funksjonsglass gir deg full frihet til å skape estetiske og uttrykksfulle bygninger. Vi mennesker får et funksjonelt, trygt og komfortabelt innemiljø, fylt av helsebringende dagslys.

Diagrammet viser transmisjonen ved ulike frekvenser for et utvalg av 6mm enkeltglass. Anslagsvis halvparten av solstrålingen er synlig lys i spekteret 380-780 nm. Den usynlige strålingen under 380 nm kalles ultrafiolett stråling (UV). Den over 780 nm kalles infrarød stråling (IR). Termisk stråling under 300 og over 4000 nm kan ikke passere gjennom glass.



## Dimensjonering av glass

For å kunne dimensjonere glass riktig, må man finne ut, eller estimere hvilke belastninger glasset utsettes for. Vi må også kjenne til hvordan designparametrene påvirker glassets holdfasthet, og hvilke krav myndighetene stiller.

Man kan tilnærme seg dimensjoneringsarbeidet på to prinsipielt forskjellige måter:

1. Gå ut fra en kjent glassspesifikasjon og fastlagte mål for å finne ut hvilke belastninger glasset kan utsettes for uten risiko.
2. Gå ut fra definerte krav eller lasttilfeller, for å finne en glassspesifikasjon som oppfyller disse kravene.

Her følger noen vanlige lasttilfeller med veiledninger, samt spesifikasjoner over de faktorer som må være kjente dersom vi skal kunne gjøre beregninger. For mer informasjon og anbefalinger, se også Glassbransjeforbundet i Norges publikasjoner.

### PARAMETRE SOM PÅVIRKER GLASSVALGET

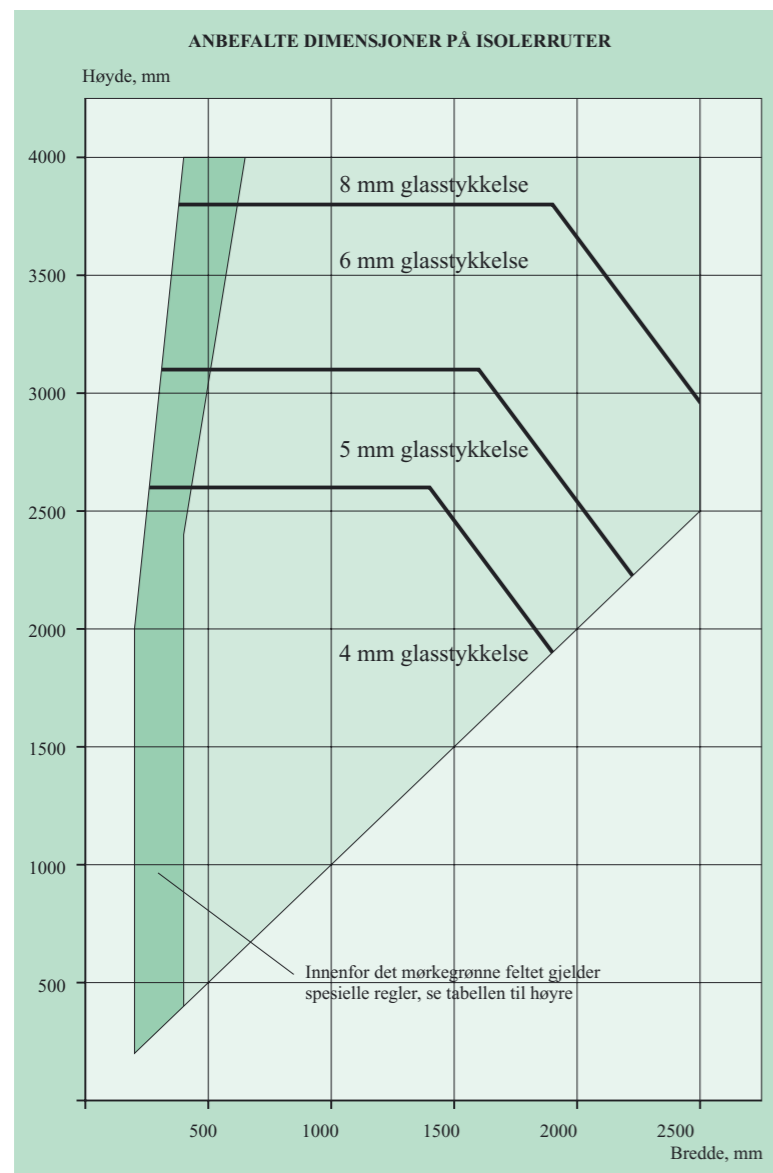
- Glassets tykkelse
- Glassets format (bredde x høyde)
- Glasstype (floatglass, herdet glass, laminert glass, valset glass, trådglass etc.)
- Rutens oppbygging (enkel, to-lag, tre-lag etc.)
- Glassets helling
- Tillatt nedbøying
- Belastningen på glasset

### DEFINER LAST-TILFELLET

Det er enklere og sikrere å velge glass dersom de grunnleggende kravene som skal oppfylles er kjente og fastslåtte.

### MYNDIGHETENES KRAV

Når de krav som angis, f.eks. etter norsk byggenorm, er høyere enn det beregninger leder frem til, gjelder naturligvis myndighetenes krav.



### Glass i fasade

Glass i vinduer dimensjoneres vanligvis kun for å motstå vindlaster, og for de vanligste glasskombinasjonene bruker bransjen veiledninger (se diagram) for å fastslå at glassformatet motstår normale belastninger.

I diagrammet avleses den anbefalte glassstykkelse i treffpunktet for isolerrutens bredde og høyde. Dersom den treffer linjen, velges den største tykkelsen. Verdien gjelder for tettbebyggelse 0 – 8 m over bakken, hvilket tilsvarer en vindlast på 600 N/m<sup>2</sup>. Innenfor det mørke, vertikale båndet til venstre i diagrammet gjelder spesielle regler gjengitt i nedenstående tabell.

Dersom glasskombinasjonene ikke dekkes av dette diagrammet, eller dersom lasttilfellet er annerledes, kan vi alltid bistå med beregninger.

Sidehold...	...eller minste side	Glassalternativ
1:6 – 1:7	400 – 200 mm	Øk glasstykkelsen 1mm, eller velg 4mm herdet glass
1:7 – 1:10	300 – 200 mm	Øk glasstykkelsen 2mm, eller velg 5mm herdet glass

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Type glass, glassets tykkelse, format og glasskombinasjon, to- eller firesidig innfestning.

**Laster:** Dimensjonerende vindlast i N/m<sup>2</sup>.

### Glass i dobbelfasade

Glass i dobbelfasade har i den senere tid blitt et mer interessant tema bl.a. fordi spørsmål omkring klima, lys og energiøkonomisering kan integreres mer effektivt i fasadens utforming. - Dette dreier seg om helglassfasader i utførelse 1+2 eller 2+1 med et mellomrom på minst 50 cm.

En dobbelfasade kan utformes på forskjellig vis avhengig av funksjon og formål. Ta gjerne kontakt med oss for råd og veiledning mht. dimensjonering utfra spesifikke forutsetninger.

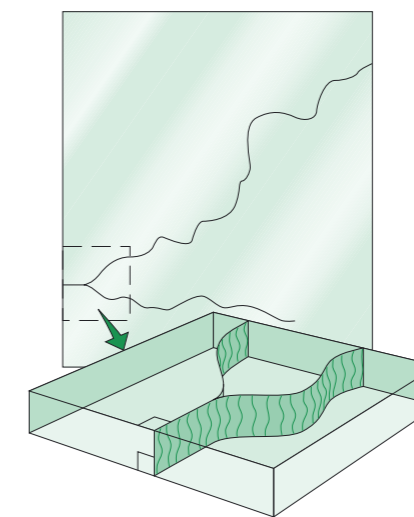
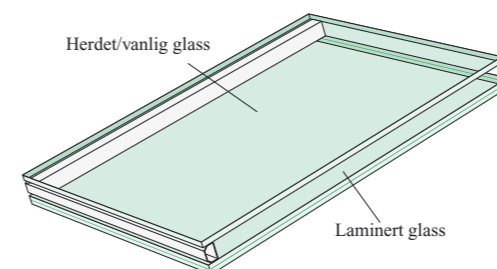
### Glass i tak

Glass i tak dimensjoneres mht. egenvekt, vind- og snølast, eventuelle snølommer og faren for at snø raser ned på glasstaket. Dette er en kompleks lastsituasjon som krever dimensjonerende beregning i hvert enkelt tilfelle. Vår anbefaling er vanlig eller herdet glass ytterst og laminert glass innvendig.

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Type glass, glassets tykkelse, format og glasskombinasjon, glassets helling, to- eller firesidig innfestning.

**Laster:** Dimensjonerende vindlast og snølast i N/m<sup>2</sup>.



Termisk overbelastning forårsaker sprekker som utgår fra glasskanten. Sprekke kjennetegnes ved at de er rettinklede både mot glasskanten og glassoverflaten.

### Faren for termisk sprekkdannelse

Ved store temperaturforskjeller mellom glassoverflatens varmere midtsone og kaldere kanter utvides midtsonen så mye at strekkspenningene som oppstår langs kantene risikerer å forårsake sprekkdannelse i vanlig glass. Den totale risikoen avhenger av type glass, glasstykkelse, format og glasskombinasjon, type karm og ramme og plassering i fasaden. Slagskygge, innvendig eller utvendig solavskjerming, samt påklistret solbeskyttelsesfilm øker risikoen. Problemet unngår man enklest ved å herde glasset.

### Glasshyller

Glasshyller utsettes som oftest for vanskelig definerbare punktlast over tid. Glass som sitter ubeskyttet bør være sikkerhetsglass, mens glass inne i skap kan være vanlig floatglass.

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Format, type og tykkelse.

**Laster:** Fritt spenn mellom anlegg. Dimensjonerende laster i N/m<sup>2</sup>.

Ved dimensjonering av glass har vi fremfor alt tilgang til tre forskjellige glasskvaliteter – vanlig floatglass, herdet glass og laminert glass, samt kombinasjoner av disse. På sidene 46 og 69 forteller vi litt mer om deres egenskaper.

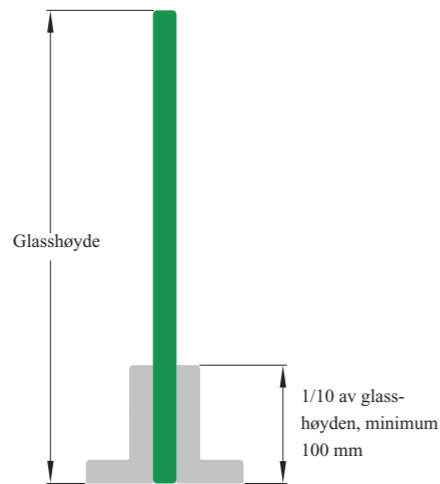
Å utføre beregninger for å dimensjonere glass inkluderer mange vanskelige vurderinger for en ikke-fagmann. Nøl ikke med å søke hjelp hos Pilkington om du er usikker.



Glassbransjeforbundets regneprogram

### Glassrekkverk og baldakiner

Glasset må vanligvis være herdet eller laminert, alternativt herdet og laminert avhengig av innfestingsmetode og fare for nedfall ved brudd. Det skal være montert enten i et rammeverk med punktfeater, alternativt tosidig eller firesidig innfestning, eller helt frittstående med innfestning kun i gulvet. I det siste tilfellet anbefales en håndløper i overkant eller nær overkant av glasset. Denne skal spenne over flere glass, som en ekstra beskyttelse dersom ett av glassene skulle bryte. Man velger glass iht. anbefalingene i nedenstående tabell (som gjelder ved en belastning på maksimalt 1 kN/m), eller ut fra beregninger. Glassbransjeforbundet har utgitt eget regneprogram.



Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Type baldakin:** Skal glasset monteres frittstående eller i rammeverk med punktfeater, alternativt to- eller firesidig innfestning.

**Glasset:** Format (eller fritt spenn ved punktinnfestning), type glass og glasstykkelse.

**Laster:** Linjelast i N/løpemeteter, punktlast i N og flatelast i N/m<sup>2</sup>.

### Innvendige glassvegger

Glass interiørt fra gulv til tak kan betraktes på samme måte som baldakiner og dimensjoneres ut fra fastsatte linjelaster og punktlaster. Valget av glassdimensjon avgjøres bl.a. av monteringsmåten, dvs. om det er to- eller firesidig innfestning. Dersom veggen er nivåskillende, stilles det høyere sikkerhetskrav enn om den bare er adskillende.

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Format, type glass og glasstykkelse, samt to- eller firesidig innfestning.

**Laster:** Linjelast i N/løpemeteter, punktlast i N og flatelast i N/m<sup>2</sup>.

### Glass i akvarium

Glass i akvarium utsettes for store langtidslaster. Skaderisikoen og faren for ødeleggelse er stor ved brekkasje. Derfor bør glass til akvarier dimensjoneres med større sikkerhetsfaktor enn normalt.

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Format, type glass og glasstykkelse, glasskombinasjon, helling og innfestningsmåte.

**Laster:** Glassets plassering i forhold til vannoverflaten, samt densitet om saltvann skal benyttes.

### Glass og eksplosjoner

Ved dimensjonering av glass som skal motstå eksplosjoner bruker man som grunnprinsipp et ytre herdet glass som motstår store laster, og et indre laminert glass som forhindrer at splinter slynges inn i bygningen. I tillegg må naturligvis rammeverket dimensjoneres for å motstå tilsvarende laster.

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Type glass, glasstykkelse, format, glasskombinasjon og innfestningsmåte.

**Laster:** Eksplosjonstrykk i kN/m<sup>2</sup> og varighet i msek.

### Glass i gulv

Til gulvglass brukes laminert eller herdet/laminert floatglass. Herdet/ laminert glass oppnår en vesentlig større bøyestykke enn vanlig laminert floatglass. Dette betyr i praksis at man kan utforme slankere løsninger samtidig som bøyefastheten opprettholdes.

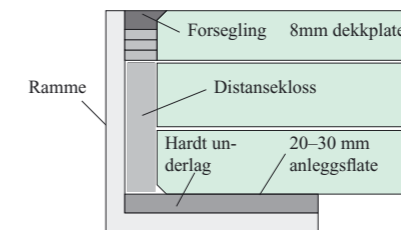
Ved kraftige slag med skarpe gjenstander vil imidlertid et herdet glass bryte raskere og mer omfattende enn et uherdet glass. På bakgrunn av dette forutsettes det at overflateglasset i et gulvlaminat (dekkplaten) alltid skal være uherdet. Dimensjonerende last bør settes til 5000 N/m<sup>2</sup> i private, og 8000 N/m<sup>2</sup> i offentlige miljøer.

Gulvglasset monteres på et 3 - 5 mm tykt hardt underlag i en ramme. Rammens fyll skal gi en anleggsflate på 20 - 30 mm rundt, pluss plass for distansekløsser. For å oppnå absolutt farge- og gjengivelse av objekter på motsatt side av gulvet anbefaler vi Pilkington **Optiwhite** som utgangspunkt for produksjon av gulvelementet. Dette glasset er fritt for jern og dermed også den svake grønn-tonen man finner i ordinært floatglass.

Følgende faktorer påvirker glassvalget:

**Glasset:** Format, type glass, glasstykkelse og innfestningsmåte.

**Laster:** Konsentrert last i N og flatelast i N/m<sup>2</sup>.



### DIMENSJONERING AV REKKVERK OG BALDAKINER

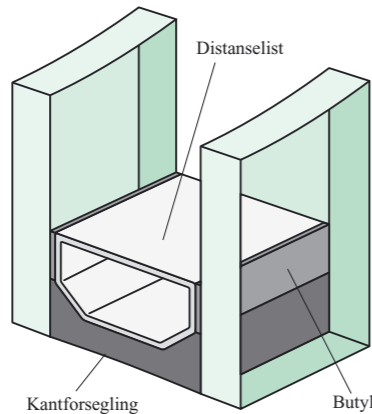
Monteringsmåte	Bredde ≥1000 mm		Høyde ≥1000 mm	
	Glass innfestet på 1 side	Glass innfestet på 2 sider	Glass innfestet på 2 sider	Glass innfestet på 4 sider
	Maks høyde, mm	Maks høyde, mm	Maks bredde, mm	Maks bxh, mm
<b>Herdet glass</b>				
4 mm	-	-	-	850 x 1700
5 mm	-	-	-	1350 x 1700
6 mm	-	1200	1500	2000 x 4000
8 mm	500	2100	2000	-
10 mm	800	3300	2550	-
12 mm	1200	-	-	-
<b>Laminert glass</b>				
(4+4) mm	Kun herdet/laminert	600	1100	1050 x 2100
(5+5) mm	Kun herdet/laminert	1000	1400	1650 x 3300
(6+6) mm	Kun herdet/laminert	1400	1650	2250 x 4500

Glass i gulv bør være laminert eller herdet/ laminert glass og dimensjonert for 5000 N/m<sup>2</sup> i private, og 8000 N/m<sup>2</sup> i offentlige miljøer.

Pilkingtons fabrikker i Norden har nærmere 25 års erfaring når det gjelder dobbeltforseglede isolerruter. Dette garanterer høy kvalitet på den ferdige ruten.

## Basisfakta om isolerruter

Pilkington **Insulight** består av to eller tre glass, distanselister og luft/gass i mellomrommene. Rutene presses sammen med butyl på sidene av distanselistene, som er bøyd i alle fire hjørner. Det er brukt polysulfid eller polyuretan som ytterforsegling rundt rutens kanter. Isolerrutene skal monteres i omramming med fals. Kantforseglingen beskyttes da mot UV-stråling fra solen.



### Distanselister

I begynnelsen ble distanselistene laget av aluminium. I dag benyttes også mye tynt galvanisert stål som reduserer varmeledningen fra 200 til 50 W/mK. Neste utviklingstrinn er at det kan tilbys isolerruter med såkalt "varm kant".

### Distanselister med varm kant

Vi har valgt distanselister av rustfritt stål av flere grunner: De minsker varmeledningen ytterligere til ca. 14 W/mK noe som forbedrer isolerrutens U-verdi med ca. 0,1 Wm<sup>2</sup>K (varierer noe med rutens størrelse) og reduserer den innvendige randsonekondens. De ser ut som ordinære distanselister, og garanterer en jevn tykkelse på isolerruten.

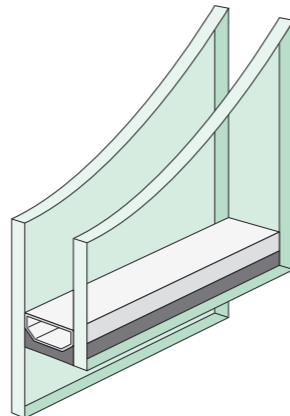
Distanselister finnes i bredder fra 6 mm og opp til ca. 24 mm, og kan også leveres i farget utførelse. Sortimentet kan variere fra fabrikk til fabrikk.

Distanselistene fylles med et tørkemiddel som absorberer evt. fukt fra produksjonen og den fuktighet som kan trenge inn gjennom kantforseglingen under rutens levetid.

### Gassfylling

Man kan redusere konveksjonen og varmeledningen i spalten ved å bytte ut luften med en gassblanding, - fremfor alt er dette gunstig i ruter med energispareglass. U-verdien forbedres her med ca. 20%.

Argon og krypton er de meste brukte gassene. I en 2-lags isolerrute gir argongass best effekt ved 15 - 16 mm avstand mellom glassene og krypton ved 9 - 10 mm.

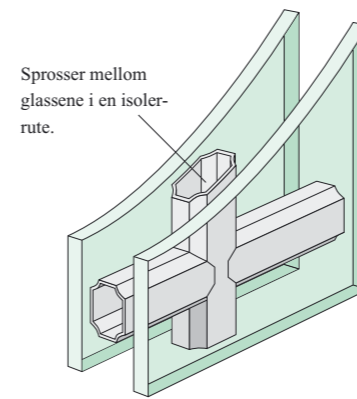


### Isolerruter med avtrappet kant

For enkelte fasadeløsninger og for visse typer renovering av koblede vinduer, har man behov for isolerruter med glass av forskjellig størrelse. Dette kalles avtrapping og kan utføres på alt fra en til fire sider av ruten.

### Isolerruter med sprosser mellom glassene

Med sprosser mellom glassene blir rutene like enkle å pusse som vanlige isolerruter. Sprossene er laget av presset aluminium. De er mykt avrundet og ganske like tradisjonelle tre-

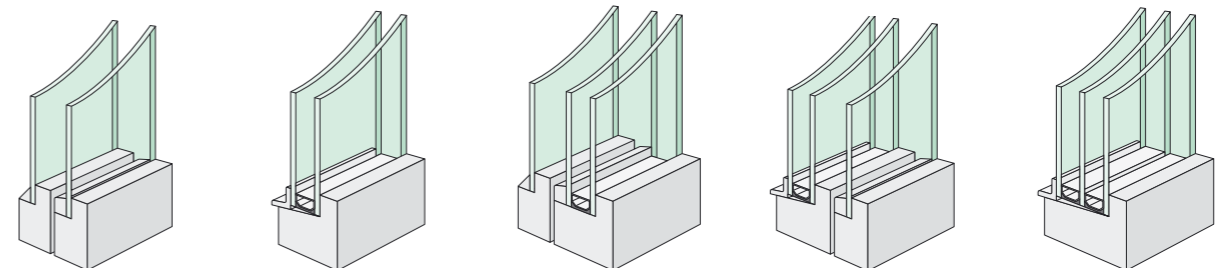


sprosser. På avstand kan det være vanskelig å avgjøre om sprossene ligger mellom glassene, eller om de er montert utvendig. U-verdien forringes med økt sprosseareal. Sprossene finnes i breddene 18, 26 og 45 mm, og er som standard hvitlakkerte i fargen RAL 9016. De kan imidlertid også utføres i de fleste andre NCS- og RAL-farger. Innenfor visse grenser kan sprossenes utforming tilpasses fasongruter. Rådfør deg med din kontaktperson hos Pilkington.

### Isolerruter i store høyder

Isolerruter i store høyder eller andre situasjoner med vesentlig forskjell på indre og ytre trykk. Normalt produserte isolerruter kan ved montering i store høyder over 600 meter utsettes for så store påkjenninger at de sprekker. Dette kommer av at forskjellen mellom luftspaltens trykk og det atmosfæriske trykket blir alt for stort. Risikoen for brekkasje kan beregnes, dersom trykk og temperatur ved produksjon og på byggeplassen er kjente.

### Noen eksempler på vanlige kombinasjoner av glassruter



**1 + 1 glass**  
Ble tidligere benyttet i vinduer og dører med koblede rammer. Forekommer nå mest i enklere bygninger og fritidshus.

**2-lags isolerruter**  
Brukes i vinduer, dører, fasadepartier og glasstak, hovedsakelig i bygninger med overskuddsvarme.

**1 + 2 glass**  
Brukes i vinduer og dører med koblede rammer. Enkeltglasset sitter i den ytre rammen.

**2 + 1 glass**  
Meget uvanlig konstruksjon, der isolerruten sitter ytterst. Brukes i begrenset omfang ved renovering av vinduer og dører med koblede rammer.

**3-lags isolerrute**  
Brukes i vinduer, dører, fasader og glasstak.

### Utvendig fastlimt glass, "Structural sealant glazing"

Dette er isolerruter eller enkeltglass, som brukes i helglassfasader, uten utvendige bæreprofiler. Glasset limes med silikon mot den bærende konstruksjon. Rutens egenvekt skal imidlertid samtidig være mekanisk understøttet. I disse tilfellene stilles det store krav til fugematerialets egenskaper. Derfor erstattes den tradisjonelle forseglingen med UV-bestendig silikon. Når det anvendes glass med myk belegning, må den slipes bort fra kantene. Dette kan gi en synlig rand da refleksjonen her blir annerledes. De forskjellige silikonmaterialene for kantforsegling, konstruksjonsliming og fuging må dessuten være compatible. Anvendes isolerruter kan disse ikke være gassfylt.

### Montering

Det er viktig at glass og isolerruter monteres riktig, for å sikre at de fungerer som forventet.

Isolerruter monteres i omrammingssystemer med fals som ivaretar krav til kantklaring og overdekning, og som sikrer tilstrekkelig lufting og drenering. Som innsetningsforskrifter gjelder Norsk Standard 3420 Kap. R7. Forøvrig vises til publikasjoner fra Glassbransjeforbundet i Norge vedr. garantibestemmelser, kvalitetsnormer og reklamasjonsbehandling.

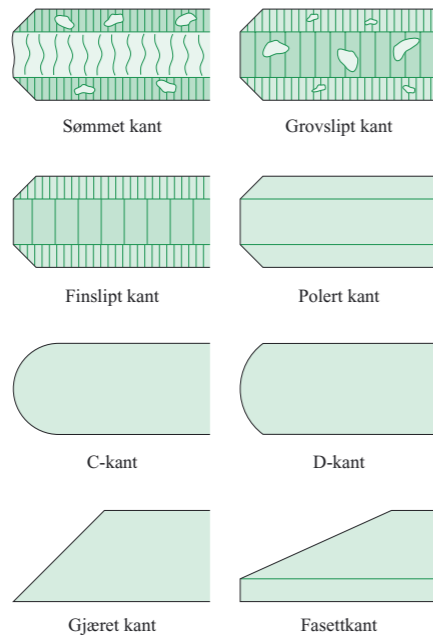
Distanselistene forsynes med en tekst som angir produsent, glasskombinasjon, glassmål og produksjonsdato, samt NBI's godkjenningssmerke.



www.standard.no

Ved spesifikasjon:  
 Bruk våre betegnelser på ønsket kantbearbeiding for å unngå misforståelser. Følg anvisningene når du angir mål og plassering av hull og innhakk.

## Noen råd om kantbearbeiding, hull og innhakk



### Kantbearbeiding av glass

Når glassruter skal monteres med frie kanter, bør kantene bearbeides. Her viser vi åtte forskjellige typer kantbearbeiding.

**Sømmet kant** tar vekk de skarpe glasseggene, mens kanten fremdeles er rå og har mindre groper. **Grovslipt kant** som fremdeles kan ha små forsenkninger i de slipte flatene. **Finslipt kant** med helt slette, matte flater. **Polert kant** med helt slette, blanke flater. **C-kant** med slipte matte eller polerte flater. **D-kant** med slipte matte eller polerte flater. **Gjæret kant** med slipte matte eller polerte flater. **Fasettkant** med polerte flater.

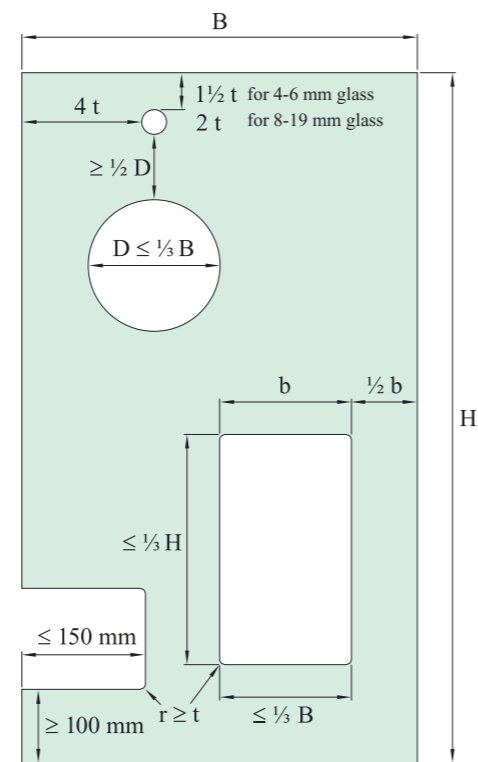
### Hull og innhakk i glass

Avstanden fra kant til hull med mindre enn 50 mm diameter anbefales å være minst 1,5 ganger glassets tykkelse, og dersom glasset er 8 mm eller mer, skal det være minst 2 ganger tykkelsen. I hjørnene anbefales avstanden i andre retningen å være minst 4 ganger glassets

tykkelse. Dersom hullet er mer enn 50 mm i diameter eller rektangulært, anbefales avstanden å være minimum 0,5 ganger hulldiametere respektive hullets bredde. Avstanden mellom hull anbefales å være minimum 0,5 ganger det største hullets diameter eller minst 2 - 5 ganger glassets tykkelse.

Et rundt hull må aldri være større enn en tredjedel av glassets bredde. I et rektangulært hull anbefales hullets bredde å være maks. en tredjedel av glassets bredde, og hullets høyde maks. en tredjedel av glassets høyde. Innhakk må være maksimalt 150 mm dype og ikke ligge nærmere et hjørne enn 100 mm. Radien til hjørnehull i rektangulære hull og innhakk skal være minst lik glassets tykkelse og aldri mindre enn 10 mm.

Regler for hull og innhakk i herdet glass – se NS EN 12150-1.



## Kondens på glass

Kondens dannes når glassets overflatetemperatur er lavere enn duggpunktstemperaturen i luften omkring. Ved høy luftfuktighet og kalde glassflater øker risikoen for kondens. Den kan dannes så vel på innsiden og utsiden som mellom glassene.

Ved hjelp av beregninger eller et duggpunkt-diagram, kan man se når kondens kan oppstå på en glassoverflate. Analysen gjøres ut fra glassrutens U-verdi og overflatetemperatur, lufttemperaturen inne og ute, samt den relative luftfuktigheten. Prognosen blir ofte usikker da flere av faktorene kan være vanskelige å fastsette nøyaktig.

### Innvendig kondens

Når det dannes kondens innvendig, kommer dette av at vinduet er dårlig isolert. Dette inntreffer spesielt ved høy luftfuktighet inne og lav temperatur ute. Kondensen kommer som oftest frem nederst på vinduet der luftbevegelsene er minst.

Isolerruter med distanselister i standard utførelse gir kuldebroer i randsonen. Dette øker faren for dannelse av kondens. Til og med isdannelse kan forekomme i ugunstige tilfeller. Risikoen for kondens i kantsonen er større på 2-lags ruter enn på 3-lags ruter. Med energispareglass økes glassflatens overflatetemperatur betydelig, dog ikke i randsonen.

### Kondens mellom glassene

Kondens mellom glassene i koblede 1+1 eller 1+2 vinduer kommer som regel av at varm inneluft lekker ut i spalten mellom glassene og kondenserer på det ytre glassets innside. Dette skjer som oftest på vinterstid. Årsaken er brist i tettingen mellom innerkarm og ramme. En annen årsak til kondens er fuktige vinduskar-

mer som avgir damp om dagen. Fukten kondenseres dernest på den kalde glassoverflaten om kvelden.

Dersom det oppstår kondens mellom glassene i en isolerrute, kommer dette av at ruten er "punktert". Kondensen dannes vanligvis midt på ruten.

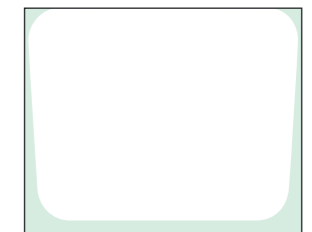
### Utvendig kondens

I dag er det teknisk mulig å lage glasskonstruksjoner med så lav U-verdi at det under spesielle forhold kan dannes kondens på utsiden av rutene.

I vindstille, kaldt og klart vær, kan den ytre ruten miste så mye varme ved utstråling mot himmelen at den til og med får lavere temperatur enn luften ute. Dersom luftfuktigheten samtidig er høy, hvilket først og fremst skjer vår og høst, kan rutens temperatur bli lavere enn duggpunktet, og det dannes kondens (sammenlign med dugg og is på bilruter). Energitalpet innenfra er ikke nok til å holde ytterglassets temperatur over duggpunktet for uteluften. Utvendig kondens dannes først og fremst om natten, og er som oftest av kort varighet. Den forsvinner når solen varmer luften, akkurat som morgenduggen i gresset.

Det er dessverre vanskelig å forutsi hvor stor risikoen for utvendig kondens er da den forårsakes av en rekke sammenfallende faktorer. Bedre U-verdi og lavere innetemperatur øker risikoen for utvendig kondens. Vinduenes plassering er også av betydning. Avkjøling av glassoverflaten reduseres av store takutspring, markiser, skodder, utvendige persienner, trær og busker foran vinduene eller nærliggende bygninger. Sammen og hver for seg reduserer dette risikoen for kondens.

Utvendig kondens kan oppstå i spesielle tilfeller dersom en rekke faktorer opptrer ugunstig samtidig. Det er et tegn på at glasskonstruksjonen isolerer meget effektivt og gir lite energitap.



Innvendig kondens oppstår på grunn av dårlig isolerte vinduer ved høy luftfuktighet inne og lav temperatur ute.



Utvendig kondens kan oppstå på godt isolerte vinduer under spesielle værforhold.

## Normer og regler

Her lister vi opp noen av de publikasjoner som finnes, hvor du kan lese mer om de faktorer som påvirker hvordan glass bør, kan og skal brukes i bygninger.

### Glassbransjeforbundet i Norge, [www.gbf.as](http://www.gbf.as)

- Retningslinjer for montering av forseglede ruter (isoleruter), 1983
- Retningslinjer for valg av glass til tak og skråstilte fasader, 1987
- Retningslinjer for bearbeiding og montering av speil
- Veiledning for valg og anvendelse av sikkerhetsruter, 2000
- Veiledning for anvendelse og utskifting av glass i brannklassifiserte dør-, vegg- og vinduskonstruksjoner, 1999
- Veiledning til de nye byggereglene for glass-og fasadebransjen, 2001
- Regneprogram for dimensjonering av glass til tak og fasade, 1995

### Norges Byggeforskningsinstitutt, [www.byggforsk.no](http://www.byggforsk.no)

- Anvisning nr. 19: Isolering mot utendørs støy. Prosjekterings- og utbedringsanvisninger, 1981
- Anvisning nr. 28: Lydisolerende konstruksjoner. Datasamling og beregningsmetode, 1983
- Anvisning nr. 32: Utvendig fastlimt glass, 1989
- Anvisning nr. 36: Glasstak
- Byggdetaljer A 571.951: Bygningsglass, 1985
- Byggdetaljer 571.953: Isolerruter. Typer og konstruksjoner, 2001
- Byggdetaljer 571.954: Isolerruter. Lys- og varmetekniske egenskaper, 2001
- Byggdetaljer A 571.955: Forseglede ruter mot solinnstråling – solkontrollerende ruter, 1992
- Byggdetaljer 571.956: Sikkerhetsruter, 2001
- Byggdetaljer A 571.957: Ruter med brannmotstand, 1993
- Byggdetaljer A 571.958: Skader på bygningsglass. Årsaker. Utbedringsmåter, 1985
- Byggdetaljer G 421.425: Isolering mot utendørs støy, 1989
- NBI Teknisk Godkjenning

### Norsk Standard, NS, [www.standard.no](http://www.standard.no)

- NS 3211: Forseglede ruter. Toleranser og egenskaper, 1979
- NS 3212: Forseglede ruter. Prøvningsmetoder. Bestemmelse av aldringsmotstand, 1983
- NS EN 356: Sikkerhetsglass. Motstand mot innbrudd og hærverk
- NS EN 357: Brannvernglass. Klassifisering av brannmotstand
- NS EN 410: Bestemmelse av lys- og strålingsegenskaper
- NS EN 572: Bygningsglass. Basisprodukter av kalksodasilikatglass
- NS EN 673: Bestemmelse av varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi)
- NS EN 1063: Sikkerhetsglass. Motstand mot prosjektiler
- NS EN 1096: Belagt glass
- NS EN 1363: Prøving av brannmotstand
- NS EN 1863: Varmeforsterket glass
- NS EN 12150: Termisk herdet sikkerhetsglass
- NS EN 12543: Laminert glass og laminert sikkerhetsglass
- NS EN 12600: Klassifisering av plant bygningsglass. Motstand mot tunge støt.
- NS EN 12898: Bestemmelse av emissivitet
- NS 3240: Beskrivelsestekster for bygg og anlegg. Del R7: Glassarbeider

Statens Bygningstekniske Etat: Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, 1997  
Forsikringsselskapenes Godkjenningsnevnd: Håndbok i innbruddssikring for næringslivet, 1997  
Tore Gjelsvik: Glass i norske vinduer år 2000, 1997

## PRODUKT-REGISTER

Pilkington <b>Activ</b>	54-55
Pilkington <b>Activ Suncool</b>	24-25,28-29, 54-55
Pilkington <b>Arctic Blue</b>	24-27
Pilkington E, belagt fasadeglass	60-61
Pilkington Fasadeglass, emaljert	60-61
Pilkington Herdet glass	46-47
Pilkington <b>Insulight</b>	74-75
Pilkington <b>K Glass</b>	20-23
Pilkington <b>Med-X</b>	67
Pilkington <b>Optifloat</b> Clear	18-19
Pilkington <b>Optifloat</b> Bronze	24-27
Pilkington <b>Optifloat</b> Green	24-27
Pilkington <b>Optifloat</b> Grey	24-27
Pilkington <b>Optifloat</b> Satin	59
Pilkington <b>Optilam</b>	46-47, 50-51
Pilkington <b>Optilam</b> Mattlaminert	46-47, 50-51
Pilkington <b>Optilam</b> Phon	40-43
Pilkington <b>Optimirror</b>	58-59
Pilkington <b>Optitherm</b> S3	20-23
Pilkington <b>Optitherm</b> SN	20-23
Pilkington <b>Optiwhite</b>	66-67
Pilkington Ornamentglass	58-59
Pilkington <b>Planar</b> System	63
Pilkington <b>Profilit</b>	64
Pilkington <b>Pyrodur</b>	34-37
Pilkington <b>Pyroshield</b>	34-37
Pilkington <b>Pyrostop</b>	34-37
Pilkington Sandblåst glass	59
Pilkington Sikringsglass	50-51
Pilkington Silketrykket glass	58-59
Pilkington <b>Suncool</b> Brilliant 66/33	24-25, 30-31
Pilkington <b>Suncool</b> Brilliant 50/25	24-25, 30-31
Pilkington <b>Suncool</b> Brilliant Blue 50/27	24-25, 30-31
Pilkington <b>Suncool</b> Brilliant 30/17	24-25, 30-31
Pilkington <b>Suncool</b> HP Clear 65/41	24-25, 28-29
Pilkington <b>Suncool</b> HP Neutral 70/40	24-25, 28-29
Pilkington <b>Suncool</b> HP Neutral 53/40	24-25, 28-29
Pilkington <b>Suncool</b> HP Silver 50/30	24-25, 28-29
Pilkington <b>TEC Glass</b>	67

# STIKKORDS- REGISTER

## A

Adresser: 81  
Avskjermingsfaktor: 15  
Avtrappet kant: 74

## B

Belagte solbeskyttelsesglass: 24-25  
Belagte solbeskyttelses- og energispare-  
glass: 24-25  
Beskrivelse av glassvalg: 13  
Beskrivelseskoder: 13-15  
Blekning: 19  
Brannklasser: 15  
Brannvern: 33-37  
Brannvernglass: 34-37  
Brytningsglass: 60-61  
Boltet glass: 63

## D

Dagslys: 69  
Dekorglass: 57-61  
Definere krav: 12  
Dekksjikt: 60  
Diffuse glass: 58  
Dimensjonering:  
- glass i fasade: 70  
- glass i tak: 71  
- glasshyller: 71  
- glassrekkverk/baldakiner: 72  
- glass i innv. vegger: 72  
- glass i akvarium: 72-73  
- glass og eksplosjoner: 73  
- glass i gulv: 73  
- ved trykkforskjeller: 75  
Distanselister: 74

## E

Elektrisk ledende belegning: 67  
Emisjonsfaktor: 20  
Emaljert fasadeglass: 60-61  
Energispareglass: 20-23  
Energikontroll: 17-31

## F

Fasadeglass: 60-61  
Firmapresentasjon: 4  
Floatglass: 18-19  
Floatglassprosessen: 4  
Fotokatalytisk: 54-55

## G

Gassfyllinger: 74  
Gjennomfarget solbeskyttelsesglass: 24-27  
Glass04: 9-10  
Glassegenskaper: 69  
Glasskombinasjoner: 75  
Glassets grunnfunksjon: 17  
Glassets konstruksjon: 8

Glassystemer: 62-64  
Glassfremstilling: 4  
Grunnresonans: 40  
Grunnleggende om glass: 68-77

## H

Hjemmeside: [www.pilkington.no](http://www.pilkington.no)  
Hulltaking i glass: 76  
Herdet glass: 46, 50  
Hydrofilt: 55

## I

Inneklimate: 17  
Isolerruter: 74-77

## J

Jernoksid: 66

## K

Kantbearbeiding: 76  
Koinsidens: 40  
Kombinasjonsmuligheter: 8-9  
Kondens: 77  
Kravdefinisjoner: 12

## L

Laminert glass: 19, 40, 46-47, 50-51, 59  
Lydreduksjon: 15, 40-43  
Lydreduserende glass: 40-43  
Lystransmisjon: 14, 69  
Lysrefleksjon: 14  
Look-alike fasader: 60-61

## M

Matchende fasader: 60-61  
Mattlaminert glass: 59  
Mattslipt glass: 59  
Montasje  
- brannvernglass: 35  
- isolerruter: 75  
Multilaminert glass: 50  
Måletall for støydemping: 41-42

## N

Normer- og regler: 78  
Nikkelsulfid: 46, 61

## O

Objekt- og personsikring: 49  
Optiske ytelser: 14  
Ornamentglass: 58-59

## P

Personsikkerhet: 45  
Produktkode: 13  
Produktspesifikasjon: 13

## R

Röntgenglass: 67

## S

Sandblåst glass: 59  
Silketrykket glass: 58  
Selvrensende glass: 54-55  
Sikkerhetsklasse: 15  
Sikkerhetsglass: 51  
Sikkerhetstrådglass: 34, 47  
Sikringsklasse: 15  
Sikringsglass: 46-47  
Solbeskyttelsesglass: 24-31  
Solenergiabsorpsjon: 15  
Solenergitransmisjon: 15, 69  
Solenergirefleksjon: 15  
Solfaktor: 15  
Sortimentoversikt: 11  
Spesialglass: 65-67  
Speil: 58  
Spontangranulering: 46  
Sprosser: 75  
Standarder: 14-15, 78  
Structural sealant glazing: 75

## T

Tabellforklaringer: 14-15  
Terminologi: 14-15  
Termiske ytelser: 14  
Termiske brudd: 71  
Transmisjonsfarge: 15  
Trådglass: 34-37  
Tykkelsestoleranser: 15

## U

Ultrafiolett stråling: 14, 19  
Utskjæringer: 76  
U-verdi: 14  
UV-stråling: 14, 19, 47, 66  
UV-beskyttelse: 19, 47, 66

## V

Valset glass: 58-59, 64  
Varmetestet herdet glass: 46, 61

## Y

Ytelseskode: 14