



# Risikoanalyse

av glasskledninger over områder  
hvor personer kan oppholde seg

---



Tekst: **Nils Landa**  
Teknisk leder Bolseth Glass.  
Medlem av komite SN/K 228  
for NS3510 og TC250/SC11  
for Eurokode glass.

---

NS3510:2015, Sikkerhetsruter i byggverk, Krav til prosjektering og klasser i ulike bruksområder, stiller krav om at det skal utføres risikovurdering av særskilte glasskonstruksjoner i områder hvor det kan oppholde seg mange personer. Resultatet av en slik risikovurdering, sammen med ny kunnskap og krav i nye standarder, kan være at bransjen må revurdere noen løsninger som benyttes i dag.

Spesielt gjelder dette for utførelse av glasskledninger. Flere faktorer som styrer risikoen er uklare og har behov for å utredes nærmere. Det anbefales derfor at bransjen utarbeider en anvisning med konkrete anbefalinger, alternativt at NS 3510 revideres.



# Hva er en risikoanalyse?

Risikoanalyse er en systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller vurdere risikoen knyttet til en bygningskomponent.

Hensikten med analysen er å fremskaffe underlag for beslutninger ved å gjøre alle parter i et prosjekt informerte om konsekvenser av ulike løsninger. Den utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, og årsaker til og konsekvenser av disse.

På bakgrunn av analysen kan man da gjøre en **risikoevaluering** og velge å la være å utføre løsningen, eller *iverksette risikoreduserende* tiltak

som gjør at løsningen likevel kan gjennomføres.

Med risiko menes muligheten for at noe uønsket skal skje og hvilke konsekvenser dette kan få.

Risiko er med andre ord et uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer.

Risiko er kombinasjon av sannsynligheten og konsekvensen av en uønsket hendelse.

« Flere årsaker som styrer risikoen er uklare. »

## Krav i NS 3510

### I pkt 6.1 Generelt

Ved prosjektering av større glasskonstruksjoner i områder med mye publikum er det nødvendig å vurdere risiko, det vil si både sannsynligheten for glassbrudd og konsekvenser av nedfall av glass. Slike vurderinger skal utføres av personer med nødvendig kompetanse og være tilstrekkelig dokumentert og kontrollert.

### I pkt 6.6.3 Glassfasade og glasskledning

Glassfasade over flere etasjer, atriumfasade, dobbelfasade og glasskledning kan være risikoutsatte konstruksjoner. Ved valg av løsninger og materialer skal sannsynlighet for og konsekvens av brudd eller nedfall vurderes særskilt. Dette gjelder spesielt i utsatte områder som inngangsparti og andre områder med stor persontrafikk, hvor risikoreduserende tiltak skal vurderes.

For solcellepaneler som er integrert i fasader som kledning eller montert utenpå, gjelder samme krav til sikkerhet som for andre glassruter i fasader.

## Krav i TEK 17

### I § 10-3. Nedfall fra og sammenstøt med byggverk

Tak- og fasadematerialer med påmontert utstyr og innretninger skal utføres og festes slik at de ikke faller ned under forutsatte klimatiske forhold og dimensjonerende laster.

Formålet med bestemmelsen er å hindre at overflatematerialer på tak, materialer som benyttes utvendig på fasade, bygningsdeler som stikker ut fra fasaden og lignende, løsner og faller ned slik at det medfører skade på personer, husdyr eller utstyr.



Boltefestet glasskledning i moderne fasader. © Glass&Fasade/Adam Stirling



## 4 spørsmål

Risikoanalysen gjennomføres grovt sett ved å svare på fire grunnleggende spørsmål:

1. Hva kan gå galt?
2. Hva er sannsynligheten for at dette kan gå galt?
3. Hva er konsekvensene hvis dette først skjer?
4. Hva kan vi gjøre for å hindre at noe går galt eller for å redusere konsekvensene dersom noe likevel skjer?

En risikoanalyse kan utføres på flere forskjellige måter. Fra en enkel beskrivende, visualiserende til en mer detaljert metode som ender opp med tall for sannsynlighet, konsekvens og risiko.

I *Tabell 1* angis en mer visualiserende metode. Ved hjelp av fargekodene rød, gul og grønn kan man på en enkel måte vise hvilke kombinasjoner av sannsynlighet for og konsekvens av uønskede hendelser som gir *Høy, Middels eller Lav risiko*.

**Risikovurdering** er en sammenligning av resultater fra risikoanalysen utfra akseptkriterier for risiko og andre beslutningskriterier. Sannsynlighet dekker både det engelske uttrykket «probability» (matematisk sannsynlighet jf. vinne i Lotto) og «likelihood» (muligheten, troligheten og sjansen for). En risikoanalyse for glassledninger vil være nærmere å bruke den mer beskrivende «likelihood» enn den matematiske «probability».

Risiko kan aldri bli null. Det vil alltid være fare for at noe kan gå galt. Noen faktorer er mulig å gjøre noe med. Andre har vi ikke så god kontroll over, eksempelvis at noen kaster en stein og knuser en glassrute som faller ned på personer.

Men formålet er å finne en løsning som reduserer risikoen til et akseptabelt lavt nivå, i tabell 1 definert med grønn farge og *Lav risiko*.

Det vises til NS 5814:2008 *Krav til risikovurderinger*.

AKSEPTKRITERIER					
Høy risiko	Risikoreduserende tiltak skal iverksettes	Middels risiko	Risikoreduserende tiltak skal vurderes	Lav risiko	Risikoreduserende tiltak ikke påkrevd
<b>Sannsynlighet for uønsket hendelse, i glassets levetid, som medfører personskaide</b>	<b>Ekstrem Høy</b>	Nesten sikkert			
	<b>Høy</b>	Vil sannsynligvis inntreffe			
	<b>Middels</b>	Godt mulig			
	<b>Lav</b>	Mulig			
	<b>Meget lav</b>	Veldig usannsynlig			
			<b>Neglisjerbar</b>	<b>Mindre</b>	<b>Betydelig</b>
			Konsekvens av uønsket hendelse / Alvorlighetsgrad av skade på personer		
			Ingen	T < 1 uke	T < 1 år
					T > 1 år
					Død
			<b>Friskmeldingstid T</b>		

**Tabell 1:** Eksempel på tabell for enkel risikoanalyse og akseptkriterier.



# Glasskledninger

Med glasskledninger menes glassruter montert på utsiden av en vegg eller annen konstruksjon, normalt med et luftet hulrom mellom. Glassrutene kan være festet med klips, bolter, lim eller satt inn i et profilsystem. Det benyttes i dag i all hovedsak monolittisk glass i glasskledninger. I noen tilfeller også laminert glass, spesielt i dobbelfasader.

Bransjen må ta innover seg at det rapporteres om flere hendelser med nedfall av glass i året i Norge. Dette gjelder ikke bare for selve glassbransjen.

Også arkitekter, prosjekterende, entreprenører og byggherrer må bidra til å redusere antall hendelser. Spesielt er det viktig å overvåke dagens store innslag av utenlandske leverandører som kan være vanskelig å kontrollere.

Samtidig er bruken av glasskledninger økende. Heldigvis er det ikke rapportert om alvorlige personskader som skyldes nedfall av glass.

Hendelser med nedfall fra glasskledninger viser at hovedårsakene skyldes feil montasje, uegnede festesystemer, uheldige bevegelser i bygget, ikke egnede glasskvaliteter eller mangelfull dimensjonering av glass og innfestinger.

Vi kan heller ikke se bort i fra at noen hendelser skyldes hærverk eller andre forhold som vi ikke har kontroll over og som kan være vanskelig å forutsi.

Det vil alltid gi en ekstra sikkerhet å benytte gjennomprøvde og dokumenterte fasadesystemer fra anerkjente leverandører, og følge godkjente anvisninger for produksjon og montasje tilpasset det aktuelle bruksområdet.

For glasskledninger finnes det ikke alltid noen egnede standardsystemer slik at prosjektilpassede systemer må utvikles. Det kan være krevende, men vil være løsbart ved godt samspill mellom alle aktører. Bygging av et prøvefelt i riktig størrelse vil være til stor hjelp i en slik utviklingsprosess.



Et eksempel på glass med store krav til korrekt montering. Kontorbygget i Kista utenfor Stockholm har også fugete, «hengende» glass mekanisk sikret med punktfester. © Schüco International KG.



## Sannsynlighet for og alvorlighetsgrad av skade

Risiko for skade som følge av nedfall av glass avhenger av sannsynlighet for at det er personer under glasset når det faller ned, som selvsagt er høy rundt et inngangsparti til eksempelvis et kjøpesenter eller en skole men også på fortau eller vrimleareal i folkerike byområder.

Uterestauranter og holdeplasser er og særlig utsatte områder, hvor det daglig kan oppholde seg personer i flere timer under en glasskledning. Faktorer som styrer konsekvens, eller alvorlighetsgrad av personskade, er masse og form av glassruten som faller ned, nedfallhøyden, om ruten faller ned hel eller som granulert i småbiter samt spredning i areal og tid ved nedfall av glassbiter.

I tillegg også hvor og hvordan en person blir truffet samt hvilken person som blir truffet, eksempelvis om det er et lite barn eller en voksen. Tilsammen bestemmer dette belastningen og skaden som en person kan bli påført.

Det er vanskelig å sette klare grenser, men en situasjon med nedfall-høyde mindre enn 4 m for monolittisk herdet klar rute med tykkelse maks

6 mm og areal mindre enn 1,5 m<sup>2</sup> vil trolig gi neglisjerbar eller mindre skade.

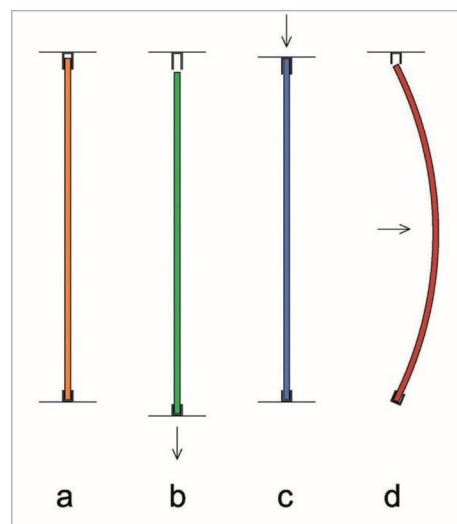
En situasjon med nedfall-høyde mer enn 20 m for monolittisk herdet rute med tykkelse 8 mm og areal 2 m<sup>2</sup> eller høyere vil trolig kunne gi betydelig, alvorlig og i særskilte tilfeller katastrofal skade.

« Risiko er kombinasjon av sannsynligheten og konsekvensen av en uønsket hendelse. »

Det understrekes at det ikke finnes eksakt erfaring eller dokumentasjon rundt dette. Det har vært en rådende oppfatning i Norge at alt herdet glass granulerer i små biter og er ufarlig for personer ved nedfall.

Bruk av laminert glass, som er sikret mot nedfall ved brudd i glasset, vil i flere tilfeller være et bedre alternativ enn monolittisk glass.

a)	Glassrute montert med god overdekning og klaring i overkant for å hindre belastning på glasset ved nedsig av øvre festeprofil.
b)	Nedre festeprofil siger ned og glassruten går ut av festeprofil i overkant. Kan gi nedfall av helt glass. Ved å forbinde øvre og nedre festeprofil til hverandre med en vertikalprofil kan dette unngås.
c)	Øvre festeprofil siger ned og overfører belastning på glasset. Kan gi glassbrekkasje og nedfall av knust glass. Ved å forbinde øvre og nedre festeprofil til hverandre med en vertikalprofil kan dette unngås.
d)	For liten overdekning i øvre festeprofil. Glasset blir bøyd og dratt ut av innfestingen ved vindbelastning. Kan gi nedfall av helt glass. Overdekning må økes.
	<i>Disse punktene vil være spesielt viktige i prosjekter hvor risikoen vurderes til gul og rød</i>



Illustrasjon: Riktig montasje av glassrute 2-sidig innfestet i overkant og underkant



# Risikoreduserende tiltak for glasskledninger

I Tabell 2 er det satt opp forslag til risikoreduserende tiltak for glass-kledninger.

De fleste av punktene vil være obligatoriske skal man følge NS3510 og TEK 17. Mange av tiltakene vil også være aktuelle for kledninger av andre materialer, eksempelvis naturstein.

Risikoreduserende tiltak Vurdering rundt montasjehøyde er medtatt i tabell 3		Kommentar/ Formål/ Effekt
1	God og omfattende kvalitetskontroll	Prosjektering, produksjon og montasje skal underlegges tilstrekkelig kontroll i alle ledd. Også kontroll av bygningskonstruksjonen som man fester seg til. Uavhengig kontroll må gjennomføres i prosjekter med antatt høy risiko eller der det benyttes nye løsninger.
2	Riktig konstruktiv dimensjonering av glass og festesystemer	For å hindre brudd og nedfall av glass og festesystemer må glass, systemprofiler, festebolter og skruer dimensjoneres med riktige laster og etter anvisninger gitt i relevante norske standarder. Dimensjonering av glass kan utføres i henhold til NS 3510. Det må tas hensyn til at emaljert og silketrykt glass har lavere bruddstyrke enn klart herdet glass. Høye vindlaster i utsatte områder som hjørner, sprang og overganger mot tak må også medtas i beregningene.
3	Benytte varmebehandlet glass	Glasskledninger vil kunne bli utsatt for høye og varierende temperaturer over glassflaten. Spesielt ved bruk av mørke glass, skyggeeffekter i fasaden samt ved mangelfull lufting mellom kledning og konstruksjon. For å hindre knusing og nedfall av glass som følge av termiske samt av mekaniske belastninger må det alltid benyttes varmebehandlet glass. Primært herdet glass, men varmeforsterket kan være egnet når 4-sidig innsatt i profiler og som et av lagene i en laminert rute.
4	Sikre at glassrutene fritt kan bevege seg i innfestingen	Glassrutene må monteres slik at de fritt kan bevege seg på grunn termiske endringer, belastninger og bevegelse i glasskledning, festesystem og bygget for øvrig uten å ta skade eller falle ut av innfestingen. Bevegelsen må kunne skje uten at oppstår tvangskrefter i kontakt mellom glass og harde overflater, eksempelvis metall og festeskruer, som gir økt risiko for knusing og nedfall av glass. <i>Se illustrasjon a), c) og d)</i>
5	Unngå å bruke glass med kantskader	Kantskader på glass kan forårsake brudd i glasset momentant eller etter en tid, trolig også etter flere år. Det er derfor viktig at det er fokus på dette i all håndtering av glass fra produksjon, lagring, transport og montasje. Glass med kantskader skal umiddelbart erstattes av nytt uskadet glass.
6	Alle festeprofiler og festepunkter bundet sammen i et felles rammesystem	Hindre nedfall av glass ved å sikre at festeprofiler og festepunkter til en rute ikke beveger seg ulikt. Ved tosidig innfesting i underkant og overkant skal eksempelvis profilene bindes sammen i et felles rammeverk for å hindre at nedre profil siger ned og gir muligheter for at glasset kan falle ut og ned. <i>Se illustrasjon b) og c)</i>
7	Det skal tas hensyn til toleranseavvik i konstruksjonene	Festesystemet skal være så fleksibelt at kledningen kan monteres uten at avvik i bygget reduserer kvaliteten og øker risikoen for nedfall av glass.
8	Finslipte eller polerte glasskanter	Mangelfull kantbehandling kan medføre at det finnes glass med farlige riss som over tid kan gi glassbrudd og nedfall. God kantbehandling reduserer sannsynligheten for glassbrudd forårsaket av skader som mikroriss på glasskanten
9	Klart herdet glass eller med tynt fargetrykk er sikrere enn et glass med emaljert eller tykt trykt belegg	Tykke og tette fargetrykk og emaljerte belegg har en tendens til å holde et knust glass samlet i større biter etter knusing. Noe som utgjør en større risiko ved nedfall sammenlignet med et klart herdet glass eller med tynn påført trykk, hvor glasset splittes i små sukkerbiter og vil utgjøre en mindre risiko ved nedfall.
10	Benytte små glassformater og tynne ruter uten emaljert eller tykt silketrykk belegg	Ved eventuelt nedfall av glass vil det være lavest risiko ved bruk av små og tynne herdede glassruter uten emaljert eller tykt silketrykt belegg. Eksempelvis areal mindre 1,5m <sup>2</sup> og tykkelse i området 4-6 mm. Forutsatt at tykkelsen er kontrollert ved dimensjonering. Disse rutene granulerer til små biter og den totale glassvekten som faller ned er moderat og vil kunne utgjøre mindre risiko. Samtidig er sannsynligheten for spontangranulering redusert når det benyttes tynnere glass, siden den er proporsjonal med glassvekten.
11	Benytte laminert glass som er sikret mot nedfall	Laminert herdet glass punktfestet med bolter eller limt til en ramme kan gi redusert risiko mot nedfall av hele glassruter eller knust glass. Laminatfolien, festebolter og lim må dimensjoneres for å oppta glassvekten. Også etter at glasset er knust og vekten eksempelvis må opptas av en bolt. I noen tilfeller kan 4-sidig innfesting i profiler og være en god løsning. Laminatfolien må ha tilstrekkelig heft mellom folie og glass for å holde et knust glass samlet, slik at nedfall av glassbiter unngås. Der det er fare for høye temperaturer i glasset må det benyttes laminert glass med laminatfolie som beholder sine egenskaper ved høye temperaturer. Eksempelvis ionoplast folier.
12	Etablere beskyttende takutstikk eller baldakiner	Ved å montere takutstikk, baldakiner eller sikringsnett som kan fange opp nedfall av glass, kan man sikre områder med mange mennesker. Alternativt kan man endre byggets utforming ved å trekke inn glasskledde fasader i forhold til byggets nedre etasjer, slik at eventuelt nedfall av glass treffer takflater hvor det ikke oppholder seg mennesker. Et alternativ er å etablere en avstengt og eventuelt beplantet buffersoner på 1,5-2m rundt bygget for å hindre at personer oppholder seg under glasskledningen.
13	Heat-Soak teste herdet glass, emaljert og glass med trykk	Vil kunne fjerne opptil 99% av nikkel-sulfid innslutninger som kan forårsake spontangranulering av glass. Se eget avsnitt om dette.
14	Inspeksjon og vedlikehold i driftsfasen	Inspeksjon må utføres jevnlig. Kan avdekke skader, korrosjon, sprekker, uheldig bevegelse/forskyvning i innfester, skruer, glass, profiler, konstruksjoner osv. Alle synlige avvik og skader må rettes opp og nødvendige utskiftninger foretas. Lang og sikker levetid forutsetter bruk av egnede materialer og løsninger.

Tabell 2: Forslag til risikoreduserende tiltak for glasskledninger



## Heat-soak test

Heat-soak test (HST) er en tilleggs prøving av herdet glass for å redusere risikoen for spontangranulering som følge av nikkelsulfid (NiS) inneslutninger.

I testen, som er en destruktiv kvalitetskontroll, vil opptil 99% av glass med kritisk NiS påvises ved at de knuses og derved ikke sendes ut i markedet. Ny erfaring tilsier at emaljert og silketrykt glass kan henge mer sammen også etter knusing og utgjøre en større risiko enn tidligere antatt. Tilsvarende gjelder og tykkere ruter, fra 10-12 mm og oppover. Det bør uansett ikke være tvil om at det er svært viktig å unngå nedfall av hele ruter.

Utførelsen og effekten av HST har vært forsket på og diskutert i en årrekke i europeisk glassbransje. For å skape tillitt er det viktig for glassbransjen å redusere uklarhetene og «mystikken» rundt dette med spontangranulering.

Forslag til Eurokode for glass stiller krav om HST i flere bruksområder. Den felles europeiske stand-

arden NS-EN 14179-1 for HST ble revidert i 2016.

Det er gjort flere endringer som forbedrer testen. Blant annet er test temperaturen senket fra 290 til 260°C siden nyere forskning viser at glasskvaliteten kan svekkes når temperaturen overstiger 270°C. Glasset skal holdes på 260°C i to timer.

Forskning har vist at HST med for høye temperaturer og lange varigheter, mer enn to timer som det delvis er krav om i Tyskland, kan svekke bruddstyrken og bruddmønsteret til glasset. NS-EN 14179:2016 sikrer at HST herdet glass har samme egenskaper med hensyn til bruddstyrke og person-sikkerhets klasse som herdet glass uten HST.

De fleste spontangranuleringer forårsaket av NiS skjer etter 2-7 år men kan og oppstå etter mange år, trolig opptil 30 år etter at glasset er herdet.

Heat-soak testet glass etter NS-EN 14179:2016 antas å ha 1 % sannsynlighet for én spontangranulering pr år forårsaket av NiS i en bygning med



Foran glassfasaden på Telenor's hovedkontor på Fornebu er store områder tilgjengelige for publikum. Ved prosjektering er det viktig å vurdere både sannsynligheten for glassbrudd og konsekvenser av nedfall av glass. © Schüco International KG



10.000 m<sup>2</sup> glass med gjennomsnitt tykkelse 8mm.

Herdet glass uten HST kan ha 100 ganger høyere sannsynlighet for spontangranulering enn HST glass som følge av NiS inneslutninger. Vi snakker med andre ord om svært lave sannsynligheter.

Glassbransjen har grunn til å tro at NiS inneslutninger ikke er noen vesentlig årsak til nedfall av glass i Norge. Men i kombinasjon med de andre risikoreduserende tiltakene angitt i tabell 2, kan HST bidra til ytterligere å senke risikoen knyttet til glasskledninger over områder hvor mange personer oppholder seg.

---

## Sannsynlighet for at glass knuser, faller ned og treffer en person

I en risikoanalyse er sannsynligheten for kombinasjon av hendelsene a) og b) viktig å vurdere:

- a) glass knuser og/eller faller ned
- b) person blir truffet av de fallende glassbitene

To eksempler kan illustrere en slik vurdering. Tallverdiene som angis er omtrentlige, det mest interessante er kanskje sammenligningen i mellom dem. I en bygning med 200 ruter á 1 m<sup>2</sup> og 6 mm tykkelse antas årlig sannsynlighet for 1 spontangranulering grunnet NiS å være henholdsvis 0,0002 for HST herdet glass og 0,02 for herdet glass.

1. Herdet HST glass monteres over et område med stor ansamling av personer, i gjennomsnitt 10 timer pr døgn. Årlig sannsynlighet for nedfall av glass som treffer en person blir:  $0,0002 \times 10/24 = 8,3 \times 10^{-5}$ . Det tilsvarer én hendelse hvert 12.000 år.

2. Herdet glass monteres over et område med lite ansamling av personer, i gjennomsnitt seks minutter pr døgn. Årlig sannsynlighet for nedfall av glass som treffer en person blir:  $0,02 \times (6/60)/24 = 8,3 \times 10^{-5}$ . Det tilsvarer én hendelse hvert 12.000 år.

Det blir altså samme lave sannsynlighet for kombinasjonen av hendelsene i de to eksemplene.

---

## Behov for anvisning eller revisjon av ns 3510

Tabell 3. viser hvordan en risikoanalyse av glasskledninger kan utføres. Det understrekes at eksemplene som benyttes ikke vil være representative i forhold til virkelig utførelse i alle situasjoner. Mer eksakte vurderinger må utføres i hvert enkelt prosjekt når man har kjennskap til alle forholdene som kan påvirke risikoen. Det kreves inngående kunnskaper for å utføre en risikovurdering riktig.

Flere faktorer som styrer risikoen er uklare og har behov for å utredes nærmere.

Av den grunn anbefales det at bransjen utarbeider en anvisning for glasskledninger med mer konkrete anbefalinger enn hva som finnes i dagens NS 3510. Eventuelt at fremtidig revisjon av NS 3510 inneholder mer konkrete anbefalinger og krav.



Type glassledning og risikoreducerende tiltak	Ønsket hendelse som medfører personskade	Sannsynlighet for ønsket hendelse i glassets levetid	Konsekvens av ønsket hendelse. Alvorlighetsgrad av skade på personer	Risikonivå
<p>Glassledning på rundt 300 m<sup>2</sup>. Forutsatt at risikoreducerende tiltak i tabell 2 som angitt er gjennomført</p>				
<p><b>A</b> 10mm monolittisk <b>emaljert</b> herdet glass. Ruteareal 4 m<sup>2</sup>. Montert i 30 m høyde over fortau i sterkt trafikkert byområde. Alle festemetoder.</p> <p>Kun risikoreducerende tiltak nr 3 (varmebehandlet) gjennomført. <b>Glassledningen kan derfor ha alvorlige mangler.</b></p>	<p>Glass knuser og faller ned og treffer person, eller Glasset smetter ut av innfesting, faller ned og treffer person.</p> <p><i>Glasset henger delvis sammen pga emaljen</i></p>	<p><b>Høy,</b></p> <p><i>Vil sannsynligvis inntreffe</i></p>	Katastrofal	<b>Høy risiko</b>
<p><b>B</b> 10mm herdet <b>laminert</b> glass. <b>Heat-soak testet.</b> Ruteareal 4 m<sup>2</sup>. Montert i 20 m høyde over fortau i trafikkert byområde. <b>Boltefestet</b></p> <p>Risikoreducerende tiltak unntatt nr 10 (små og tynne), 12 (takutstikk) er gjennomført</p>	<p>Glass knuser og noen få mindre biter (t=5mm) faller ned og treffer person</p>	<p><b>Lav,</b></p> <p>Mulig</p>	Mindre	Lav risiko
<p><b>C</b> 6mm monolittisk <b>emaljert</b> herdet glass. <b>Heat-soak testet.</b> Ruteareal 2,1m<sup>2</sup>. Montert i 16m høyde over inngangsparti til kjøpesenter. Klemfester eller profiler ok+uk.</p> <p>Risikoreducerende tiltak unntatt nr 1 (kvalitetskontroll), 4 (fri bevegelse), 5 (kantskader), 6 (felles ramme), 8 (finslipt kant), 9 (klart), 10 (små og tynne), 11 (laminert), 12 (takutstikk) og 14 (tilsyn) er gjennomført. <b>Glassledningen kan derfor ha store mangler.</b></p>	<p>Glass knuser og faller ned og treffer person, eller Glasset smetter ut av innfesting, faller ned og treffer person.</p> <p><i>Glasset henger delvis sammen pga emaljen</i></p>	<p><b>Middels</b></p> <p><i>Godt mulig til</i></p> <p><b>Høy,</b></p> <p><i>Vil sannsynligvis inntreffe</i></p>	<p>Betydelig</p> <p><i>til</i></p> <p>Alvorlig</p>	<p>Middels risiko</p> <p><i>til</i></p> <p><b>Høy risiko</b></p>
<p><b>D</b> 4mm monolittisk herdet glass med <b>transparent tynn trykk.</b> Ruteareal 1 m<sup>2</sup>. Montert i 4 m høyde over uterestaurant. Klemfester eller profiler ok+uk.</p> <p>Risikoreducerende tiltak unntatt nr 11 (laminert), 12 (takutstikk), 13 (HST) er gjennomført</p>	<p>Glass knuser og faller ned og treffer person</p>	<p><b>Lav,</b></p> <p>Mulig</p>	<p>Neglisjerbar</p> <p><i>til</i></p> <p>mindre</p>	Lav risiko
<p><b>E</b> 8mm monolittisk herdet glass med <b>mørk tett silketrykk.</b> Ruteareal 2,5 m<sup>2</sup>. Montert i 20 m høyde over uterestaurant. <b>Takutstikk monteret.</b> Alle festemetoder.</p> <p>Risikoreducerende tiltak unntatt nr 8 (finslipt kant), 9 (klart), 10 (små og tynne), 11 (laminert), 13 (HST) er gjennomført</p>	<p>Glass knuser og faller ned og treffer person</p> <p><i>Glasset henger delvis sammen pga silketrykket</i></p>	<p><b>Meget lav,</b></p> <p><i>Veldig usannsynlig</i></p>	<p>Betydelig</p> <p><i>til</i></p> <p>Alvorlig</p>	Lav risiko
<p><b>F</b> 6mm monolittisk herdet klart glass. Ruteareal 1,5 m<sup>2</sup>. <b>Heat-soak testet.</b> Montert i 16 m høyde over fortau i trafikkert byområde. Festet med profiler ok+uk.</p> <p>Risikoreducerende tiltak unntatt nr 11 (laminert), 12 (takutstikk) er gjennomført</p>	<p>Glass knuser og faller ned og treffer person</p>	<p><b>Meget lav,</b></p> <p><i>Veldig usannsynlig</i></p>	Betydelig	Lav risiko

**Tabell 3:** Eksempler på risikoanalyse av glassledning over område med stor ansamling av personer. Se også tabell 1 og 2.

#### Kilder:

- Guidance on glazing at height.** CIRIA C632, London, 2005
- NS 5814:2008 **Krav til risikovurderinger**
- News from and old theme: **Spontaneous cracking of thermally toughened Safety Glass,** Dr. Andreas M. Kasper Saint-Gobain HRDC, GPD Glass Performance Days 2017
- NS-EN 14179-1:2016. **Bygningsglass, Varmepøvd (Heat Soaked) termisk herdet kalksodasilikat-sikkerhetsglass.** Del 1: Definisjon og beskrivelse. 2017
- Stress relaxation in tempered glass caused by heat soak testing.** Jens Schneider, Jonas Hilcken, Antti Aronen, Reijo Karvinen, John F. Olesen, Jens Nielsen. Engineering Structures 2016
- Heat soaking avoids spontaneous cracking of thermally toughened safety glass,** Andreas M. Kasper, Saint-Gobain Glass Deutschland, 2005
- Takk til:** Lisbet Landfald i Standard Norge, Erik Algaard og Gjermund Våge i Multiconsult, Henning Austad i Modum Glassindustri og Hans Olav Meen Nilssen i Glass og Fasadeforeningen for nyttige diskusjoner, innspill og kommentarer