



KENNISCENTRUM GLAS

Richtlijn Betrouwbaarheid Glasconstructies



Centraal overleg Bouwconstructies



Bouwend Nederland

de vereniging van bouw- en infrabedrijven
vakgroep GB0



VMRG
KEURMERK



Februari 2018

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Kenniscentrum Glas.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt. "© 'Richtlijn Betrouwbaarheid Glasconstructies", Kenniscentrum Glas, Gouda, november 2017".

Aansprakelijkheid

Het Kenniscentrum Glas en alle genoemde partijen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en van gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en Kenniscentrum Glas en genoemde partijen sluiten iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens Kenniscentrum Glas.



Kenniscentrum Glas
Postbus 2075
2800 BE Gouda

T 0182 567880

info@kenniscentrumglas.nl
www.kenniscentrumglas.nl

	Voorwoord
1.	Onderwerp en toepassingsgebied
2.	Termen en definities
3.	Risicoanalyse volgens Fine and Kinney
3.1	Algemeen
3.2	Werkwijze
3.2.1	Bepaling van de risico-index letsel (RL)
3.2.2	Waarden van waarschijnlijkheid ((WS), blootstelling ((BS) en ernst/effect (ES)
3.2.3	Betekenis van de uitkomst van de risico-index letsel (RL)
4.	Uitgewerkte voorbeelden
4.1	Algemeen
4.2	Opbouw van de tabellen
4.3	Beschrijving van de voorbeelden
4.4	Stapsgewijze uitwerking van voorbeeld 2
4.4.1	Glasbreuk door mechanische- of thermische belastingen
4.4.2	Glasbreuk door belastingen van buiten af (vallend voorwerp of persoon)
4.4.3	Glasbreuk door nikkelsulfide insluiting (floatglas)
4.4.4	Glasbreuk door nikkelsulfide insluiting (thermisch gehard glas)
4.4.5	Samenvatting van de conclusies
5	Normatieve verwijzingen
Bijlage 1	Verticaal geplaatst glas/ Niet bereikbaar conform NEN 3569/ Rondom opgelegd
Bijlage 2	Verticaal geplaatst glas/ Windscherm bestaande uit enkel glas/ Niet rondom opgelegd
Bijlage 3a	Verticaal geplaatst glas/ Glazen balustrade/ Glas toegepast als vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil/ Rondom opgelegd
Bijlage 3b	Verticaal geplaatst glas/ Glazen balustrade/ Glas toegepast als vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil/ 1-zijdig opgelegd
Bijlage 4	Verticaal geplaatst glas/ Vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil (isolerend dubbelglas)/ Rondom opgelegd
Bijlage 5	Verticaal geplaatst glas/ Gevelbeglazing enkel glas/ Puntvormig gehouden
Bijlage 6	Niet verticaal geplaatst glas/ Voorover hellende beglazing/ Rondom opgelegd/ Geen vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil/ Niet bereikbaar conform NEN 3569
Bijlage 7	Niet verticaal geplaatst glas/ Voorover hellende beglazing/ Rondom opgelegd Geen vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil/ Wel bereikbaar conform NEN 3569
Bijlage 8	Niet verticaal geplaatst glas/ Dakbeglazing/ Begaanbaar voor reparatie en onderhoud/ Rondom opgelegd
Bijlage 9	Niet verticaal geplaatst glas/ Vloerbeglazing/ Beloopbaar/ Rondom opgelegd
Bijlage 10	Niet verticaal geplaatst glas/ Traptrede/ Gelaagd/ Tweezijdig opgelegd
Bijlage 11	Verticaal geplaatst glas/ Beide zijden bereikbaar conform NEN 3569 / Vierzijdig opgelegd.

In NEN 2608: “Vlakglas voor gebouwen – Eisen en bepalingsmethode” staan de eisen en bepalingsmethode van het draagvermogen en de vervormingen van overwegend statisch belast natronkalkglas dat bestaat uit enkel glas, gelaagd glas of isolatieglas. Op basis van deze norm kan de glassdikte worden berekend die in een bepaalde toepassing nodig is om de optredende spanningen in het glas, die worden veroorzaakt door belastingen, niet te groot te laten zijn.

NEN 2608 heeft als basis NEN-EN 1990: “Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp”, inclusief de daarbij horende nationale bijlagen (NB), waarin o.a. eisen worden gesteld aan de betrouwbaarheid van een constructie of constructief element. Een constructie moet zo betrouwbaar zijn dat de uiterste grenstoestand niet wordt overschreden. In NEN-EN 1990 staat de methode beschreven waarmee dit kan worden aangetoond, de methode van de partiële factoren. Onderdeel van deze methode is dat constructies worden ingedeeld in gevolgklassen. Een gevolgklasse geeft dan aan wat omvang van de gevolgen kunnen zijn als de constructie bezwijkt. Die gevolgen kunnen betrekking hebben op gewonden of het verlies aan mensenlevens, schade etc. De keuze die moet worden gemaakt bij een constructie is dan niet zo zeer afhankelijk van de belastingsoort die de oorzaak is van het bezwijken, maar van de plaats, omvang en de functie die een constructie in een bouwwerk vervult. Een glasconstructie in een winkelpassage moet dus geheel anders worden beoordeeld dan eenzelfde glasconstructie in een woonhuis. Ook de vorm van bezwijken speelt een rol. Kleine glaskorrels die naar beneden vallen hebben kleinere gevolgen dan grote glasscherven.

Samengevat komt het er dus op neer dat op basis van NEN 2608 – die door het Bouwbesluit is aangewezen – een inschatting moet worden gemaakt van de risico’s op mogelijke gevolgen als een glasconstructie bezwijkt. Benadrukt wordt dat die gevolgen ook kunnen bestaan uit persoonlijk letsel. Als de risico’s daarop te hoog worden, zal de constructie in het ontwerp moeten worden aangepast. Logischerwijs zal deze aanpassing dan bestaan uit het toepassen van letsel beperkend glas. Hoe dit kan is vastgelegd in NEN 3569: “Vlakglas voor gebouwen – Risicobeperking van lichamelijk letsel door brekend en vallend glas – Eisen”. Daarmee is NEN 3569 dus een instrument om aan de eisen van het Bouwbesluit te voldoen.

In deze praktijkrichtlijn is de methode van Fine and Kinney gebruikt om de risico’s te berekenen. Deze methode wordt vaak gebruikt bij het inschatten van risico’s, bijvoorbeeld ook om de veiligheid van machines te beoordelen, de risico’s van het werken op hoogte in te schatten etc. Fine and Kinney is in deze richtlijn toegepast om de risico’s van het bezwijken van glasconstructies te bepalen en vervolgens oplossingen met alternatieve glassamenstellingen te beoordelen.

Deze richtlijn bevat dus een uitwerking van de relatie tussen toepassing (situatie), oorzaken van glasbreuk (overschrijden uiterste grenstoestand) en gevolgklasse (letsel/ schade). Steeds is daarbij de toepassing van floatglas uitgangspunt en worden in die situaties waarin floatglas niet voldoet, oplossingen aangedragen hoe door gebruik te maken van een andere glassamenstelling het glas wel zou kunnen voldoen.

Opmerking:

Deze richtlijn draagt alleen oplossingen aan met glas. Er kunnen mogelijk ook andere oplossingen worden aangedragen, bijvoorbeeld in geval van een vloerafscheiding het plaatsen van een hekwerk, waardoor het toegepaste (float) glas wel voldoet.

Deze uitgave is een vervolg op de eerste versie van november 2013. Naast (kleine) redactionele wijzigingen is een nieuwe bijlage toegevoegd over de situatie bij een verdiepingshoge ruit en zijn het basisdocument en alle bijlagen in één document verzameld.

1. Onderwerp en toepassingsgebied

Deze richtlijn geeft oplossingen voor de wijze waarop met vlakglas kan worden voldaan aan de eisen van betrouwbaarheid zoals gesteld in 5.1.3 (5) en 5.4 van NEN 2608.

Deze richtlijn geeft alleen advies met betrekking tot het bezwijkgedrag / breukpatroon van een glassamenstelling en gaat dus niet over de toe te passen glasdikten. Voor het bepalen van de glasdikte wordt verwezen naar de overige paragrafen van NEN 2608.

In deze richtlijn is een aantal voorbeelden uitgewerkt. Deze voorbeelden dienen ter verduidelijking van hoe een situatie beoordeeld kan worden. De daarbij gebruikte systematiek kan bij elk ontwerp of beoogde toepassing van glas toegepast worden.

Gebruik van deze systematiek wordt door Kenniscentrum Glas en de betrokken (branche-) organisaties nadrukkelijk aanbevolen. Een breed draagvlak en algemeen gebruik bevordert de communicatie tussen betrokken partijen zoals opdrachtgever, ontwerper, constructeur, gevelbouwer, glasbedrijf, glaszetter, toezichthouder etc. en nadrukkelijk ook de constructieve veiligheid van glasconstructies.

Voor de beperking van lichamelijk letsel bij verticaal geplaatst, vierzijdig opgelegd vlakglas wordt verwezen naar NEN 3569: 'Risicobeperking van lichamelijk letsel door brekend en vallend glas'. Andere veiligheidsaspecten, zoals bijvoorbeeld brandwering en beveiliging vallen buiten het toepassingsgebied van deze richtlijn.

2. Termen en definities

Voor de toepassing van deze richtlijn gelden de volgende termen en definities:

Enkel glas:	Vlakglas, bestaande uit 1 glasplaat.
Gelaagd glas:	Ruit, bestaande uit twee of meer glasplaten, samengesteld door één of meer tussenlagen.
Glasblad:	Glasvlak van enkel glas of gelaagd glas als onderdeel van isolatieglas.
Glasplaat:	Glasvlak van homogeen glas.
Heat Soak Test:	Test waarin ruiten gedurende een testcyclus in een speciale oven wordt opgewarmd tot ca. 2800 C, conform NEN- EN 14179. Thermisch geharde ruiten die aan deze test zijn onderworpen, hebben een geringere kans op spontane breuk door nikkelsulfide- insluitingen dan thermisch geharde ruiten die deze test niet hebben ondergaan. Door deze geringere kans op spontane breuk kan gesteld worden dat thermisch gehard glas dat onderworpen is aan deze test, voor wat betreft spontane breuk voldoet aan de betrouwbaarheidseisen zoals gesteld in NEN- EN 1990.
Isolatieglas:	Ruit, bestaande uit twee of meer glasbladen met daartussen een spouw.
Lamineren klasse 2(B)2: proef.	Om tot een betrouwbare glassamenstelling te komen kan er gebruik worden gemaakt van gelaagd glas dat voldoet aan klasse 2(B)2 conform NEN- EN 12600; de kruiwagenwiel-slingerproef. Gelaagd glas 2(B)2 voldoet aan de eisen die worden gesteld in NEN 3569 om het risico op lichamelijk letsel door brekend glas te beperken.

Lamineren met reststerkte:	<p>Om tot een betrouwbare glassamenstelling te komen kan er gebruik worden gemaakt van gelaagd glas dat minimaal voldoet aan klasse 1(B)1 conform NEN- EN 12600; de kruiwagenwiel- slingerproef.</p> <p>Het vallen of uitglijden tegen glas, dat wordt toegepast als vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil, mag er niet toe leiden dat de desbetreffende persoon of het vallende voorwerp door de vloerafscheiding heen naar beneden valt. Het is hierbij niet vereist dat de vloerafscheiding lokaal niet mag bezwijken.</p> <p>Wel is vereist dat bij een tegen de vloerafscheiding vallend persoon geen verwondingen ontstaan anders dan schaafwonden en/of blauwe plekken.</p> <p>Na de geaccepteerde beschadiging zal normaliter de constructie worden hersteld, waarna de belastingen weer kunnen worden opgenomen.</p>
Lamineren met restdraagvermogen:	<p>Om tot een betrouwbare glassamenstelling te komen kan er gebruik worden gemaakt van gelaagd glas dat minimaal voldoet aan klasse 1(B)1 conform NEN- EN 12600; de kruiwagenwiel- slingerproef.</p> <p>Na de ontstane beschadiging dient het constructief element (het glas) nog de nodige belastingen te kunnen opnemen. De belastingen dienen berekend te worden conform NEN 2608.</p> <p>Voorbeeld: Een glazen vloer bestaat uit een aantal lagen glas. Indien 1 van de glasbladen breekt, dienen de overige bladen in ieder geval voldoende sterk te zijn om het eigen gewicht van het gelaagde glas te dragen en het glas beloopbaar te houden.</p>
Niet- verticaal geplaatst glas:	Vlakglas geplaatst onder een hoek met de horizontaal kleiner dan 800 of groter dan 1000.
Nikkelsulfide insluiting:	Bij thermisch gehard glas kunnen instabiele nikkelsulfide deeltjes zijn ingesloten. Onder invloed van zonne- energie kan een instabiel deeltje overgaan in een stabiel deeltje. Deze overgang gaat gepaard met een kleine uitzetting van het deeltje (een volume vergroting van 2 tot 4%) wat tot breuk kan leiden door de daarbij optredende spanning.
Risico- index letsel (RL)	De op een rekenkundige manier bepaalde mate van het risico op letsel. De risico- index is het product van de mate van waarschijnlijkheid, de duur van de blootstelling en de omvang van de schade.
Thermisch gehard veiligheidsglas:	Glas dat een thermische behandeling heeft ondergaan, waardoor het oppervlak van het glas onder drukspanning staat. Bij breuk vindt er een volledige desintegratie plaats. Zie NEN-EN 12150: "Glas voor gebouwen – Thermisch gehard natronkalk veiligheidsglas".
Vlakglas:	Ruit bestaande uit enkel glas, gelaagd glas of isolatieglas met glasvlakken die parallel, nagenoeg parallel of gemiddeld parallel zijn.
Verticaal geplaatst glas:	Vlakglas geplaatst onder een hoek met de horizontaal groter dan of gelijk aan 800 en kleiner dan of gelijk aan 1000.

3. Risicoanalyse volgens Fine and Kinney

3.1 Algemeen

Met de methode van Fine and Kinney kan een objectieve risicoanalyse worden uitgevoerd. Hierbij worden de risico's die de meeste aandacht vergen snel zichtbaar. De risico's die in kaart worden gebracht hebben betrekking op letsel, verwonding etc. van personen en op schade.

Deze methode kan bij heel veel onderwerpen worden uitgevoerd waar risico's aan de orde zijn en dus ook op glastoepassingen.

De werkwijze van deze methode wordt hieronder toegelicht aan de hand van een aantal praktijkvoorbeelden van glastoepassingen (zie bijlagen 2 t/m 12). Op basis van de analyse van de risico's worden er per voorbeeld oplossingen aangeboden om de risico's tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.

3.2 Werkwijze

3.2.1 Bepaling van de risico-index letsel (RL)

Onder "risico-index" wordt verstaan het op een rekenkundige manier in kaart brengen van de risico's. Om een risico-index voor letsel bij glasbreuk (RL) te kunnen berekenen zijn drie gegevens nodig:

- de waarschijnlijkheid van glasbreuk;
- de duur van de blootstelling aan het risico;
- de ernst of omvang van letsel bij glasbreuk.

Aan deze variabelen of factoren kunnen waarden toegekend worden. De risico-index is het uiteindelijke product van deze waarden.

De risico-index kan dus worden bepaald aan de hand van vergelijking:

$$RL = WS \times BS \times ES$$

Waarin:

- RL de risico-index is, dus het risico op letsel;
- WS de waarschijnlijkheidsfactor is van glasbreuk (met- of zonder opzet); ook wel de kans dat schade zich voordoet. De factor geeft de verwachting weer en heeft een referentiewaarde van 0,1 tot 10;
- BS de blootstelling is aan het risico. Hier wordt feitelijk bedoeld de verwachte tijdsduur dat men in de buurt van het risico (= het glasoppervlak) kan zijn. De waardeschaal van de blootstellingsfactor gaat van 0,5 tot 10;
- ES de factor is van de ernst of het effect; dus de aanduiding van de mogelijke schade en gevolgen door breuk van het vlakglas. De schaal loopt van 0,1 tot 100.

3.2.2 Waarden van waarschijnlijkheid (WS), blootstelling (BS) en ernst/ effect (ES)

Waarschijnlijkheid van glasbreuk	Kans	Waarde
Bijna niet denkbaar	10 ⁻⁶ (1 op de 1.000.000)	0,1
Praktisch onmogelijk	10 ⁻⁵ (1 op de 100.000)	0,2
Onwaarschijnlijk	10 ⁻⁴ (1 op de 10.000)	0,5
Denkbaar	10 ⁻³ (1 op de 1.000)	1
Ongewoon, maar mogelijk	10 ⁻² (1 op de 100)	3
Goed mogelijk	10 ⁻¹ (10%-50%)	6
Te verwachten	10 ⁻⁰ (> 50%)	10

Tabel 1: waarden behorende bij de Waarschijnlijkheid (WS)

Blootstelling aan het risico	Kans	Waarde
Zeer zelden	Minder dan 1x per jaar	0,5
Enkele malen	Minder dan 4x per jaar	1
Maandelijks	Minder dan 2x per maand	2
Wekelijks	Maximaal 1x per week	3
Dagelijks	Minder dan 182 dagen per jaar	6
Voortdurend	Meer dan 182 dagen per jaar	10

Tabel 2: waarden behorende bij de Blootstelling (BS)

De ernst of het effect van glasbreuk	Waarde
EHBO, blauwe plekken / schrammen	0,1
Licht letsel; behandeling door arts (spoedeisende hulp) zonder verder verzuim	1
Licht letsel; behandeling door arts (spoedeisende hulp) met verzuim	3
Zwaar letsel: behandeling door arts + lange nasleep	7
Eén dode	15
Ramp, meer dan één dode	40
Catastrofe, vele doden	100

Tabel 3: waarden behorende bij de Ernst of Effect (ES)

3.2.3 Betekenis van de uitkomsten van de risico-index letsel (RL)

De uitkomsten van de risico-index letsel (RL) bij glasbreuk kunnen worden ingedeeld in 2 klassen, namelijk:

Klasse 1 Zeer beperkt / aanvaardbaar risico;

Klasse 2 Niet aanvaardbaar risico.

In onderstaande tabel wordt weergegeven welke uitkomsten van de risico- index vallen onder welke klasse.

Klasse	Risico- index letsel (RL)
Klasse 1	RL ≤ 25
Klasse 2	RL > 25

Tabel 4: klasse-indeling risico-index letsel (RL)

Indien bij een berekening van de RL de uitkomst kleiner of gelijk is aan 25, dan betekent dit dat het ontwerp voldoet aan de voorwaarden van betrouwbaarheid. Bij een hogere uitkomst wordt niet voldaan aan deze voorwaarden en moet het ontwerp wat betreft glassamenstelling zodanig worden aangepast dat bij een nieuwe berekening van de RL deze 25 of lager wordt.

4. Uitgewerkte voorbeelden

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een aantal voorbeelden gegeven om het werken volgens de methode van deze richtlijn nader toe te lichten. Bij deze voorbeelden is er steeds vanuit gegaan dat beide zijden van het glas grenzen aan publiekstoegankelijk gebied. Feitelijk het ergst denkbare scenario als zich glasbreuk voordoet.

Het spreekt voor zich dat als dezelfde constructie maar aan 1 zijde grenst aan publiekstoegankelijk gebied of dat geen van de zijden hieraan grenst, er een heel andere inschaling van de risico's gemaakt moet worden.

Opmerking:

Ook zal het gebruik van het gebouw van invloed zijn op het risico van letselschade. Zo zal een gebouw met een onderwijsfunctie heel anders beoordeeld moeten worden dan een kantoorgebouw. Ook wat betreft de gebruiksfunctie van het gebouw is in de voorbeelden uitgegaan van het ergst denkbare scenario met het grootste risico op glasbreuk en letselschade.

In de voorbeelden wordt als oplossing van een te hoge risico-index steeds een alternatieve glassamenstelling gegeven. In de praktijk kunnen er natuurlijk ook andere (al of niet tijdelijke) oplossingen worden gehanteerd zoals bijvoorbeeld:

- bij breuk het gebied rondom de ruit afzetten;
- het plakken van een veiligheidsfolie op het volledige glasoppervlak;
- het ophangen van netten waardoor bij glasbreuk naar beneden vallende glasscherven worden opgevangen.

In de bijlagen 2 t/m 12 staan voorbeelden. De voorbeelden gaan uit van enkel floatglas en van isolatieglas opgebouwd uit twee bladen floatglas. Bij isolatieglas dient ieder glasblad apart te worden beoordeeld. Het uitgangspunt is dus steeds floatglas dat bij breuk breukgedrag A vertoont volgens NEN- EN 12600. Dat is het breukpatroon van stukken glas met grote scherpe scherven.

4.2 Opbouw van de tabellen

Voor iedere situatie is dezelfde tabel gehanteerd, de indeling hiervan is als volgt:

Kolom 1

De oorzaak van de glasbreuk in de ruit. De volgende oorzaken worden gegeven (dit zijn de rijen van de tabel, de oorzaken kunnen van toepassing zijn op alle kolommen):

- mechanische belastingen;

een breuk door mechanische belasting ontstaat wanneer de buigbreeksterkte van het glas wordt overschreden. Dit is een belasting waarop in NEN 2608 niet op getoetst wordt omdat de beschadiging ontstaat door oorzaken anders dan de belastingen die in NEN 2608 worden genoemd. Voorbeelden van andere oorzaken kunnen zijn: een randbeschadiging, een verkeerd geplaatst steunblokje, een verkeerde inklemming van het glas, etc.

- thermische belastingen;

een breuk door thermische belasting ontstaat wanneer de bestendigheid tegen temperatuurschommelingen wordt overschreden.

- belastingen op positie 1 (buitenzijde glas);

een breuk veroorzaakt door bijvoorbeeld vallende voorwerpen van buitenaf.

- belastingen op positie 2 of 4 (binnenzijde glas);

een breuk veroorzaakt door bijvoorbeeld een vallend 'lichaam' tegen het glas.

- nikkelsulfide insluiting;

een breuk veroorzaakt door het "uitzetten" van nikkelsulfide insluitingen bij thermisch gehard glas.

Kolom 2

De positionering van de glasbreuk. Deze is bepalend voor de waarschijnlijkheid, de blootstelling en de ernst/ het effect. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in enkel glas, het buitenblad van isolatieglas en het binnenblad van isolatieglas.

Het middelste glasblad bij dribladig isolatieglas wordt buiten beschouwing gelaten, dit blad wordt immers beschermd of opgevangen door het buitenblad of binnenblad.

Kolom 3

Het risico, het gevaar door brekend glas. Het risico bij het breken van glas kan in tweeën worden gesplitst namelijk; volledige glasbreuk (breuktype A of B conform NEN- EN 12600) en volledige desintegratie van de ruit (breuktype C conform NEN- EN 12600).

Kolom 4

De oorzaken van het mogelijk op te lopen lichamelijk letsel:

- achterblijvende glasscherven;
- naar beneden vallende glasscherven;
- vallende glaskorrels;
- naar beneden vallen van de persoon zelf.

Kolom 5, 6, 7 en 8

De ingevulde waarden voor de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg (het effect/ de ernst). De uitkomst van het product van deze drie waarden en dus het risico op lichamelijk letsel.

De blootstelling aan het risico zal bij iedere rij (de oorzaken van de glasbreuk) gelijk zijn. De blootstelling heeft te maken met de duur van het verblijf van personen naast / onder het glas. Uitzondering hierop zijn bijvoorbeeld vloeren / daken alleen begaanbaar voor reparatie en onderhoud. Bij belastingen van bovenaf door een vallend persoon is de blootstelling alleen mogelijk op het moment dat er dus reparatie- en of schoonmaakwerkzaamheden worden uitgevoerd.

Kolom 9

De te nemen maatregelen. Wat hier ingevuld wordt is afhankelijk van de uitkomst van het risico op lichamelijk letsel. Indien deze waarde kleiner of gelijk aan is 25, kan hier "voldoet" worden ingevuld. Indien de waarde groter is dan 25, dienen er aanvullende maatregelen genomen te worden. Bijvoorbeeld bij thermisch gehard glas en bij "glasbreuk door nikkelsulfide insluiting" zou de te nemen maatregel kunnen zijn "heat- soaken".

Indien er een te nemen maatregel gewenst is, dienen de waarden van kolom 5, 6 en 7 opnieuw te worden ingevuld in kolom 10, 11 en 12.

Kolom 10, 11, 12 en 13

De ingevulde waarden voor de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg (het effect/ de ernst) en de uitkomst van het product van deze opnieuw ingevulde waarden op basis van de genomen maatregel.

Indien in eerste instantie het risico al kleiner of gelijk is aan 25, dan zijn de kolommen 10, 11, 12 en 13 niet relevant en hoeven deze dus niet ingevuld te worden.

Glasbreuk door	Positie glasbreuk	Risico / gevaar door brekend glas	Mogelijk letsel door	Waarschijnlijkheid	Blootstelling	Gevolg	Risico	Te nemen maatregel	Waarschijnlijkheid	Blootstelling	Gevolg	Risico
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mechanische belasting												
Thermische belasting												
Belastingen van buiten af												
Belastingen van binnen uit												
Nikkelsulfide insluiting												

Tabel 5: Bepaling RL bij glasbreuk

4.3 Beschrijving van de voorbeelden

Voorbeeld 1

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas/ gevelbeglazing;
- niet bereikbaar conform NEN 3569;
- rondom opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in tabelvorm in bijlage 1.

Voorbeeld 2

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas/ windscherm;
- niet bereikbaar conform NEN 3569;
- niet-rondom opgelegd;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in paragraaf 4.4 en in tabelvorm in bijlage 2.

Voorbeeld 3a

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas/ balustrade (vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil);
- eenzijdig bereikbaar conform NEN 3569;
- rondom opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 3a.

Voorbeeld 3b

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas/ balustrade (vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil);
- niet bereikbaar conform NEN 3569;
- 1-zijdig opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 3b.

Voorbeeld 4

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas/ balustrade (vloerafscheiding ter plaatse van een hoogteverschil);
- niet bereikbaar conform NEN 3569;
- rondom opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- isolerend dubbelglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 4.

Voorbeeld 5

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas/ gevelbeglazing;
- bereikbaar conform NEN 3569;
- puntvormig gehouden;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 5.

Voorbeeld 6

Gegevens:

- niet-verticaal geplaatst glas/ voorover hellende gevelbeglazing;
- niet bereikbaar conform NEN 3569;
- rondom opgelegd;
- 1 zijde grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 6.

Voorbeeld 7

Gegevens:

- niet-verticaal geplaatst glas/ voorover hellende gevelbeglazing;
- bereikbaar conform NEN 3569;
- rondom opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op grote hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 7.

Voorbeeld 8

Gegevens:

- niet-verticaal geplaatst glas/ dakbeglazing, begaanbaar voor reparatie en onderhoud;
- rondom opgelegd;
- 1 zijde grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 8.

Voorbeeld 9

Gegevens:

- niet-verticaal geplaatst glas/ vloerbeglazing, beloopbaar;
- rondom opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 9.

Voorbeeld 10

Gegevens:

- niet-verticaal geplaatst glas/ traptrede
- tweezijdig opgelegd;
- beide zijden grenzend aan publiekstoegankelijk gebied;
- toegepast op hoogte;
- gelaagd glas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 10.

Voorbeeld 11

Gegevens:

- verticaal geplaatst glas;
- bereikbaar conform NEN 3569;
- rondom opgelegd;
- floatglas.

De uitwerking van dit voorbeeld staat in bijlage 11.

4.4 Stapsgewijze uitwerking van voorbeeld 2

Om een inzicht te geven hoe om te gaan met de tabellen in bijlagen 1 t/m 11, is hieronder voorbeeld 2 (zie bijlage 2) uitgebreider toegelicht.

De situatie is: verticaal geplaatst glas. Windscherm bestaande uit enkelglas en niet rondom opgelegd.

In dit voorbeeld is floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600 als uitgangspunt genomen.

4.4.1 Glasbreuk door mechanische of thermische belastingen

Hiermee wordt bedoeld spontane glasbreuk, anders dan breuk door bijvoorbeeld windbelasting en eigen gewicht. Glasbreuk door mechanische of thermische belastingen kunnen worden veroorzaakt door bijvoorbeeld randbeschadigingen in het glas, glas-metaal contact of door slagschaduw.

Positie van de glasbreuk (kolom 2):

Omdat het voorbeeld gaat over enkel glas en uitgegaan wordt van floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600 zal de breuk altijd plaatsvinden in het enkele glas.

Risico / gevaar door brekend glas (kolom 3)

Het gevaar van het gebroken glas schuilt in het breukbeeld van floatglas met breukgedrag A. Bij breuk heeft men een volledige glasbreuk met grote scherven.

Mogelijk letsel door (kolom 4)

De grote achterblijvende scherpe scherven kunnen letsel veroorzaken.

Waarschijnlijkheid (kolom 5)

Te bepalen met tabel 1 van paragraaf 3.2.2.

Omdat glas niet zomaar zal breken, wordt de kans op breken afhankelijk van de oorzaak volgens tabel als volgt ingeschat:

Glasbreuk door	Waarschijnlijkheid
Glas-metaal-contact	0,5
Thermische spanningen	0,5
Glazenwasinstallatie etc.	3
Steentje onder de schoen	3

In dit voorbeeld gaan wij uit van bijv. glas-metaal contact.

Blootstelling (kolom 6)

Te bepalen met tabel 2 van paragraaf 3.2.2.

Dit is de inschatting van de tijd dat men bij het glazen windscherm aanwezig zal zijn. Inschatting is dat de bewoners regelmatig op het balkon zullen zijn. Hierdoor mag men uitgaan van "dagelijks" met een bijbehorende waarde van 6.

Gevolg (kolom 7)

Te bepalen met tabel 3 van paragraaf 3.2.2.

Het gevolg door "spontane" breuk door een mechanische belasting of thermische belasting is op z'n hoogst licht letsel, men valt niet tegen het glas aan of er doorheen. De bijbehorende waarde is 3.

Risico (kolom 8)

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RL = WS \times BS \times ES$$

$$RL = 0,5 \times 6 \times 3 = 9$$

Dit is klasse 1 conform tabel 1 van paragraaf 3.2.3.

Het risico op letsel is zeer beperkt / aanvaardbaar bij eventuele glasbreuk.

Conclusie →

Voor mechanische en thermische belastingen kan men qua veiligheid volstaan met enkel floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600.

4.4.2 Glasbreuk door belastingen van buiten af (vallend persoon of voorwerp)

Met deze belastingen wordt bedoeld een persoon die tegen het glas aan stoot of valt of een voorwerp dat tegen het glas aankomt. Breuk door deze vorm van belasting kan grotere gevolgen hebben dan bij breuk door mechanische of thermische belastingen. Hierbij dient ook gekeken te worden welke zijde van het glas kan worden beschadigd. In dit voorbeeld kan de belasting vanaf beide zijden komen.

Positie van de glasbreuk (kolom 2)

Omdat het voorbeeld gaat over enkel glas en uitgegaan wordt van floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600 zal de breuk altijd plaatsvinden in het enkele glas.

Risico / gevaar door brekend glas (kolom 3)

Het gevaar van het gebroken glas schuilt in het breukbeeld van floatglas met breukgedrag A. Bij breuk heeft men een volledige glasbreuk met grote scherven.

Mogelijk letsel door (kolom 4)

De grote achterblijvende scherpe scherven kunnen letsel veroorzaken.

Waarschijnlijkheid (kolom 5)

Te bepalen met tabel 1 van paragraaf 3.2.2.

Omdat glas niet zomaar zal breken, wordt de kans op breken afhankelijk van de oorzaak volgens tabel als volgt ingeschat:

Glasbreuk door	Waarschijnlijkheid
Vallende voorwerpen	3
Stotende voorwerpen	3
Vallende personen	3

In dit voorbeeld gaan wij uit van bijv. een vallend voorwerp, dus 3.

Blootstelling (kolom 5)

Te bepalen met tabel 2 van paragraaf 3.2.2.

Dit is de inschatting van de tijd dat men bij het glazen windscherm aanwezig zal zijn. Inschatting is dat de bewoners regelmatig op het balkon zullen zijn. Hierdoor mag men uitgaan van "dagelijks" met een bijbehorende waarde van 6.

Gevolg (kolom 6)

Te bepalen met tabel 3, paragraaf 3.2.2.

Het gevolg van het stoten of vallen tegen het glas is dat men zich aan de scherven kan verwonden. Dit kunnen kleine wondjes zijn, maar het kan ook gebeuren dat men gehecht moet worden of zelfs een slagaderlijke bloeding oploopt. Daardoor komt de waarde van het gevolg uit op 7.

Risico (kolom 7)

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RL = WS \times BS \times ES$$

$$RL = 3 \times 6 \times 7 = 126$$

Dit is klasse 2 conform tabel 4 van paragraaf 3.2.3.

Letselschade door glasbreuk zeer goed mogelijk, maatregelen nemen is vereist.

Conclusie →

Voor belastingen van buitenaf kan men qua veiligheid niet volstaan met enkel floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600 en zal men daarom maatregelen moeten nemen.

Optie maatregel 1: het glas thermisch harden

Waarschijnlijkheid

De waarschijnlijkheid wordt door het toepassen van thermisch gehard glas niet minder en blijft daardoor op dezelfde waarde staan, dus 3.

Blootstelling

Ook de blootstelling wordt door het toepassen van thermisch gehard glas niet beïnvloed en blijft daardoor op dezelfde waarde staan van 6.

Gevolg

Bij breuk door belastingen van buitenaf zal het thermisch gehard glas breken in breukpatroon C volgens NEN- EN 12600. Dit betekent dat de ruit volledig desintegreert, waardoor er vele kleine glaskorrels ontstaan. Bij breuk door nikkelsulfide insluiting kunnen kleine glasdeeltjes aan elkaar blijven kleven, wat grote stukken glas kan opleveren. Bij een valhoogte tot 3500mm kan gevolg worden gesteld op: Eerste hulp; EHBO met een bijbehorende waarde van 1.

Risico

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RS = WS \times BS \times ES$$

$$RS = 3 \times 6 \times 1 = 18$$

Dit is klasse 1 conform tabel 4 van paragraaf 3.2.3.

Het is een zeer beperkt aanvaardbaar risico bij eventuele glasbreuk.

Conclusie →

Voor belastingen van buitenaf volstaat thermisch gehard glas.

Optie maatregel (2): Het toepassen van gelaagd glas

Waarschijnlijkheid

De waarschijnlijkheid wordt door het toepassen van gelaagd glas niet minder en blijft daardoor op dezelfde waarde staan van 3.

Blootstelling

Ook de blootstelling wordt door het toepassen van gelaagd glas niet beïnvloed en blijft daardoor op waarde 6.

Gevolg

Gelaagd glas dat bijvoorbeeld voldoet aan klasse 3B3 conform NEN- EN 12600 kan niet altijd voorkomen dat men het mogelijke letsel beperkt. Indien iemand dusdanig valt dat men alsnog door het gelaagd glas heen valt, is er toch nog kans op verwondingen waarbij de nodige zorg op bij voorbeeld een spoedeisende hulp noodzakelijk is. De klasse wordt dan: licht letsel, behandeling door arts (spoedeisende hulp) met waarde 3.

Risico

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RS = WS \times BS \times ES$$

$$RS = 3 \times 6 \times 3 = 54$$

Dit is klasse 2 conform tabel 4 paragraaf 3.2.3.

Letselschade door glasbreuk zeer goed mogelijk, maatregelen nemen vereist.

Conclusie →

Voor belastingen van buitenaf kan men qua veiligheid niet volstaan met gelaagd glas (gelaagd glas zonder classificatie of gelaagd glas dat voldoet aan klasse 3(B)3 conform NEN- EN 12600) zonder verdere voorwaarden en zal men daarom maatregelen moeten nemen.

Optie maatregel (3): Het toepassen van gelaagd glas klasse 2(B)2 conform NEN- EN 12600

Waarschijnlijkheid

De waarschijnlijkheid wordt door het toepassen van gelaagd glas klasse 2(B)2 niet minder en blijft 3.

Blootstelling

Ook de blootstelling wordt door het toepassen van gelaagd glas klasse 2(B)2 niet beïnvloed en blijft 6.

Gevolg

Omdat de kans op lichamelijk letsel anders dan blauwe plekken en schaafwonden bij glasbreuk van gelaagd glas dat voldoet aan klasse 2(B)2 conform NEN- EN 12600 aanzienlijk wordt beperkt, kan men hier uitgaan van de volgende klasse: eerste hulp, EHBO met een bijbehorende waarde van 0,1.

Risico

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RS = WS \times BS \times ES$$

$$RS = 3 \times 6 \times 0,1 = 1,8$$

Dit is klasse 1 conform tabel 4 paragraaf 3.2.3

Zeer beperkt aanvaardbaar risico bij eventuele glasbreuk.

Conclusie →

Voor belastingen van buitenaf kan men qua veiligheid volstaan met gelaagd glas dat voldoet aan klasse 2(B)2 conform NEN- EN 12600.

4.4.3 Glasbreuk door nikkelsulfide insluiting (floatglas)

Om volledig te zijn, wordt er in dit voorbeeld ook breuk door nikkelsulfide meegenomen. Aangevoerd wordt dat nikkelsulfidebreuk bij floatglas met breukgedrag A verwaarloosbaar klein is.

Positie van de glasbreuk

Omdat het voorbeeld gaat over enkel glas en uitgegaan wordt van floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600 zal de breuk altijd plaatsvinden in het enkele glas.

Risico / gevaar door brekend glas

Het gevaar van het gebroken glas schuilt in het breukbeeld van floatglas met breukgedrag A. Bij breuk heeft men een volledige glasbreuk met grote scherven.

Mogelijk letsel door

De grote achterblijvende scherpe scherven kunnen letsel veroorzaken.

Waarschijnlijkheid

Floatglas met breukgedrag A kan niet breken door nikkelsulfide insluiting. Hierdoor mag men bij de waarschijnlijkheid uitgaan van de laagste klasse: onmogelijk met bijbehorende waarde 0,1

Blootstelling

Dit is de inschatting van de tijd dat men bij de het glazen windscherm aanwezig zal zijn. Inschatting is dat de bewoners regelmatig op het balkon zullen zijn. Hierdoor mag men uitgaan van "dagelijks" met een bijbehorende waarde van 6.

Gevolg

Het gevolg door "spontane" breuk door een nikkelsulfide insluiting is op z'n hoogst licht letsel. De bijbehorende waarde is 3.

Risico

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RS = WS \times BS \times ES$$

$$RS = 0,1 \times 6 \times 3 = 1,8$$

Dit is klasse 1 conform tabel 4 paragraaf 3.2.3.
Zeer beperkt aanvaardbaar risico bij eventuele glasbreuk.

Conclusie →

Voor belastingen door nikkelsulfide insluiting kan men qua veiligheid volstaan met enkel floatglas met breukgedrag A conform NEN- EN 12600.

4.4.4 Glasbreuk door nikkelsulfide insluiting (thermisch gehard glas)

Omdat het voorbeeld bij belastingen van buitenaf ook een oplossing geeft door het toepassen van thermisch gehard glas, zal deze toepassing ook getoetst moeten worden aan "glasbreuk door nikkelsulfide insluiting".

Glasbreuk door nikkelsulfide insluiting (thermisch gehard glas)

Thermisch gehard glas kan spontaan breken door nikkelsulfide insluiting.

Positie van de glasbreuk

Omdat het voorbeeld gaat over enkel glas en uitgegaan wordt van thermisch gehard glas met breukgedrag C conform NEN- EN 12600 zal de breuk altijd plaatsvinden in het enkele glas.

Risico / gevaar door brekend glas

Het gevaar van het gebroken glas schuilt in het breukbeeld van floatglas met breukgedrag C. Thermisch gehard glas heeft een volledige desintegratie. Bij breuk door nikkelsulfide insluiting kunnen kleine glasdeeltjes aan elkaar blijven kleven, wat grote stukken glas kan opleveren.

Mogelijk letsel door

Letsel kan worden veroorzaakt door kleine rondvliegende glaskorrels.

Waarschijnlijkheid

Floatglas (thermisch gehard glas) met breukgedrag C kan breken door nikkelsulfide insluiting.

Hierdoor mag men bij de waarschijnlijkheid uitgaan van de volgende klasse: Ongewoon, maar mogelijk met waarde 3.

Glasbreuk door Waarschijnlijkheid

Nikkel-Sulfide-insluitingen 3

Blootstelling

Dit is de inschatting van de tijd dat men bij het glazen windscherm aanwezig zal zijn. Inschatting is dat de bewoners regelmatig op het balkon zullen zijn. Hierdoor mag men uitgaan van "dagelijks" met een bijbehorende waarde van 6

Gevolg

Het gevolg door "spontane" breuk door nikkelsulfide insluiting is in dit voorbeeld op zijn hoogst licht letsel, omdat de valhoogte niet groter is dan 3500mm. De bijbehorende waarde is 1.

Risico

Het risico kan nu worden bepaald door het product te nemen van de waarschijnlijkheid, de blootstelling en het gevolg:

$$RL = WS \times BS \times ES$$

$$RL = 3 \times 6 \times 1 = 18$$

Dit is klasse 1 conform tabel 4 paragraaf 3.2.3.
Zeer beperkt aanvaardbaar risico bij eventuele glasbreuk.

Conclusie →

Voor belastingen door nikkelsulfide insluiting kan men qua veiligheid volstaan met enkel thermisch gehard floatglas met breukgedrag C conform NEN- EN 12600.

Opmerking:

Bij grotere hoogten zijn de gevolgen groter. Bijv. een incident uit 1998 leert ons dat een kinetische energie tot 1400kgm (daarvan kan sprake zijn bij een ruit van 70kg en een valhoogte van 2m) in het gunstigste geval leidt tot zwaar letsel en ziekhuisopname maar kan ook dodelijk kan zijn. Bij grotere hoogten is dat alleen acceptabel als de waarschijnlijkheid d.m.v. de heat-soak-test wordt verkleind tot de waarde 0.5 en de blootstelling zo kunnen beperken tot wekelijks met de waarde 3. De RL wordt dan: $0,5 \times 3 \times 15 = 23$.

In andere gevallen is gelaagd glas met voldoende reststerkte een vereiste.

4.4.5 Samenvatting van de conclusies

Om de uiteindelijk toe te passen glassamenstelling te kunnen bepalen, moeten alle conclusies beoordeeld worden:

Glasbreuk door mechanische of thermische belastingen:

Ruit bestaande uit enkelglas / floatglas met breukbeeld type A conform NEN- EN 12600.

Glasbreuk door belastingen van buitenaf:

Ruit bestaande uit enkel thermisch gehard floatglas met breukbeeld type C conform NEN- EN 12600, of ruit bestaande uit gelaagd glas dat voldoet aan klasse 2(B)2 conform NEN- EN 12600.

Glasbreuk door nikkelsulfide insluiting:

Ruit bestaande uit enkelglas / floatglas met breukbeeld type A conform NEN- EN 12600 of, ruit bestaande uit enkel thermisch gehard floatglas met breukbeeld type C conform NEN- EN 12600

De toe te passen glassamenstelling wordt dus:

Thermisch gehard glas of gelaagd glas dat voldoet aan klasse 2(B)2 conform NEN- EN 12600.

5. Normatieve verwijzingen

De volgende documenten waarnaar verwezen wordt zijn onmisbaar voor de toepassing van dit document. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde versie van toepassing.

NEN-EN 1990+A1+A1/ C2:2011/NB:2011 nl

Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2: Eurocode: Grondslagen van het constructief Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp

NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011 nl

Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-1: Algemene belastingen - Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen

NEN-EN 1991-1-3+C1:2011/NB:2011 nl

Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-3+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting

NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011 nl

Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-4+A1+C2: Eurocode 1: Belastingen op constructies - Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting

NEN 8700:2011 nl

Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen

NEN 2608:2014 nl

Vlakglas voor gebouwen - Eisen en bepalingsmethode

NEN 3569:2011 nl

Vlakglas voor gebouwen - Risicobeperking van lichamelijk letsel door brekend en vallend glas – Eisen

NEN-EN 12600:2003 en

Glas voor gebouwen - Slingerproef - Stootbelastingproef en classificatie voor vlakglas

NEN-EN 572-1:2012 en

Glas voor gebouwen - Basisproducten van natronkalkglas - Deel 1: Definities en algemene fysische en mechanische eigenschappen

NEN-EN 572-2:2012 en

Glas voor gebouwen - Basisproducten van natronkalkglas - Deel 2: Floatglas

NEN-EN 1096-1:2012 en

Glas voor gebouwen - Gecoat glas - Deel 1: Definities en classificatie

NEN-EN 12150-1:2000 en

Glas voor gebouwen - Thermisch gehard natronkalkveiligheidsglas - Deel 1: Definitie en beschrijving

NEN-EN 14179-1:2005 en

Glas voor gebouwen - Heat soaked thermisch gehard natronkalk-veiligheidsglas - Deel 1: Definitie en beschrijving

NEN-EN-ISO 12543-1:2011 en

Glas voor gebouwen - Gelaagd glas en gelaagd veiligheidsglas - Deel 1: Definities en beschrijving van de onderdelen