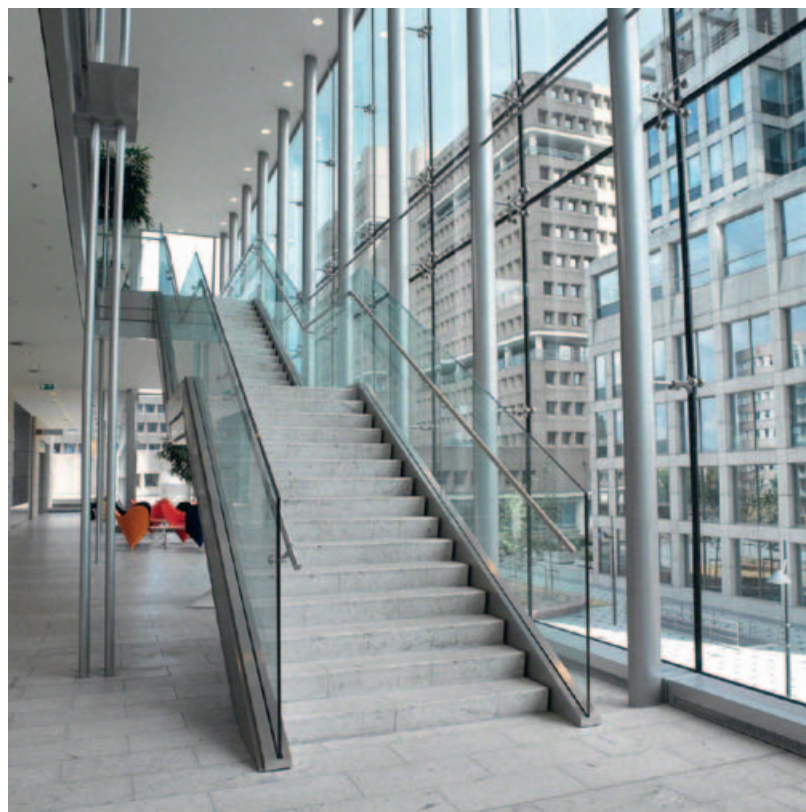


Steeds dikker glas in balustrades



Om de transparantie in een gebouw te verhogen worden veelvuldig glazen balustrades toegepast. Het glas is doorgaans gelaagd gehard. De afmetingen van een afscheiding, de in rekening te brengen belastingen en de wijze van plaatsing van de ruiten in de afscheiding zijn van invloed op de benodigde ruitsamenstelling. Die samenstelling is de afgelopen jaren onder invloed van (herziene) normen aan verandering onderhevig.

Trap met glazen balustrade in de Breitner Toren in Amsterdam. Foto: Q-railing

Balustrades dienen als vloerafscheiding in staat te zijn weerstand te bieden aan belastingen van personen die tegen de balustrade leunen, personen die tegen de balustrade vallen of materiaal dat tegen de afscheiding steunt. Deze factoren zijn van invloed op de ruitsamenstelling. Ook het wel of niet toepassen van een reling voor de glazen afscheiding langs is van invloed.

Weerstand bieden

Om tot de benodigde ruitsamenstelling te komen dienen we eerst te bepalen welke belastingen voorgeschreven zijn en deze in rekening te brengen. De hierbij berekende maximaal optredende buigtrekspanningen in het glas dienen we vervolgens te toetsen aan de volgens de norm opgegeven maximaal opneembare buigtrekspanning van het toegepaste glas. Op deze manier

kunnen we bepalen of de gekozen ruitsamenstelling in staat is weerstand te bieden aan deze belastingen. De mogelijkheid toe te passen ruitsamenstelling is de afgelopen jaren gewijzigd. Dit komt door het herzien van de van toepassing zijnde normen. Daarnaast verwijst het Bouwbesluit sinds 1 april 2012 ten aanzien van de in rekening te brengen belastingen voor vloerafscheidingen naar NEN-EN 1991-1-1 en NEN-EN 1990.

In dit artikel gaan we in op de belangrijkste doorgevoerde veranderingen van de afgelopen acht jaar. We hebben tabellen toegevoegd waarin staat weergegeven welke ruitsamenstelling we door de jaren heen minimaal dienen toe te passen. We behandelen glazen balustrades die aan de onderzijde lijnvormig zijn ingeklemd en zich bevinden ter plaatse van een hoogteverschil van

meer dan 1 meter. Aangenomen wordt dat de ruiten in deze balustrades drie vrije zijden hebben, dat de hoogte van de balustrade gelijk is aan de door het Bouwbesluit voorgeschreven hoogte, dat er in de balustrade thermisch gehard gelaagde ruiten worden opgenomen en dat geen reling is toegepast.

Belastingen

Voor de in rekening te brengen belastingen op vloerafscheidingen waar de glazen balustrades onderdeel van zijn verwijst het Bouwbesluit sinds 1 april 2012 naar de Eurocode NEN-EN 1991-1-1 en de bijbehorende nationale bijlage. Voorheen werd verwezen naar de nationale norm NEN 6702. Wanneer een vloerafscheiding alleen aan de onderzijde is ingeklemd of opgelegd dienen we volgens beide normen een lijnlast (qrep) en drie geconcentreerde

>>

belastingen (Frep) in rekening te brengen. Voor het aangrijpen van deze belastingen worden twee zones onderscheiden:

- zone a, ter plaatse van de door het Bouwbesluit voorgeschreven hoogte (= 1,0 meter bij een valhoogte tot 13 meter en 1,2 meter bij een valhoogte van meer dan 13 meter),
- zone b die zich onder zone a bevindt.

De in rekening te brengen belastingen en belastingduur zijn sinds de laatste versie van NEN 6702 uit 2007 niet gewijzigd. Met de overgang naar de Eurocode 1991-1-1 in 2012 zijn de voorgeschreven belastingen uit de NEN 6702:2007 overgenomen in de nationale bijlage van de Eurocode. In de onderstaande tabel zijn de in rekening te brengen belastingen opgenomen afhankelijk van de ruimte waarin de vloerafscheiding zich bevindt.

Aangezien we er in dit geval van uitgaan dat geen reling wordt toegepast, mag de lijnlast gespreid zijn over een hoogte van 100 millimeter. De lijnlast dient aan te grijpen in zone a. De geconcentreerde belastingen werken op

een oppervlakte van 0,2 x 0,2 meter en dienen aan te grijpen in zone a of b (zie tabel 1).

Belastingfactoren

Om te toetsen op overschrijding van de uiterste grenstoestand (sterkte) dienen we de in tabel 1 weergegeven belastingen te vermenigvuldigen met een belastingfactor.

Volgens NEN 6702:2007 werden bouwconstructies ingedeeld in drie verschillende veiligheidsklassen, afhankelijk van de mogelijke gevolgen van bezwijken. Glazen balustrades werden standaard ingedeeld in de hoogste veiligheidsklasse 3 waarbij de belastingen met een belastingfactor (Y_q) van 1,5 werden verhoogd. Alleen balustrades toegepast in 'gebruiksfuncties met een woonfunctie' vielen onder de lagere veiligheidsklasse 2, waarvoor een belastingfactor van 1,3 voorgeschreven was.

In de eurocode NEN-EN 1990 hanteert men eenzelfde systeem. Hier betreft de belastingfactor het product van de partiële factor (Y_Q) en de vermenigvuldigingsfactor KFI. Voor de in tabel

1 vermelde belastingen dienen we volgens NEN-EN 1990 rekening te houden met een partiële factor van 1,5. De in rekening te brengen vermenigvuldigingsfactor is afhankelijk van de gevolgklasse (CC1, CC2 of CC3) van het bouwwerk en bouwdeel waarin de balustrade is gesitueerd.

Deze gevolgklasse is gekoppeld aan het bezwijken van de constructie. Van invloed zijn de gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens en/of economische of sociale gevolgen voor de omgeving. Een glazen balustrade zal doorgaans in gevolgklasse CC2 vallen, waarbij de belastingen met een belastingfactor van 1,5 worden vermenigvuldigd. Indien de gevolgen bij bezwijken van de glazen balustrade te groot zijn, kan het zijn dat we moeten uitgaan van gevolgklasse CC3 waarbij een vermenigvuldigingsfactor 1,1 en een belastingfactor van 1,65 hoort. Met de invoering van de NEN-EN 1990 is er geen verlaging meer van de gevolgklasse voor gebruiksfuncties met een woonfunctie.

De belangrijkste wijziging op het gebied van belastingen betreft derhalve de sinds 1 april 2012 verhoogde toe te passen belastingfactor voor woonruimten. Verder zijn de belastingen sinds 2007 niet gewijzigd.

Maximaal toelaatbare buigtrekspanning

De maximaal toelaatbare buigtrekspanning van vlakglas is de rekenwaarde die aangeeft tot welke hoogte de spanningen in het glas mogen optreden volgens de norm. Die wordt bepaald aan de hand van NEN 2608 waarin de bepalingsmethoden voor het bepalen van de maximaal toelaatbare spanningen zijn

Tabel 1: in rekening te brengen horizontale belastingen, tijdsduur en positie aangrijppunt.

Ruimten	qrep	Frep		
	zone a	zone a	zone b	zone a +b
niet-gemeenschappelijke ruimte met een woonfunctie	0,3 kNm/m 1 minuut	0,5 kN 1 minuut	0,35 kN 10 seconden	0,2 kN 24 uur
gemeenschappelijke ruimte met een woonfunctie	0,5 kNm/m 1 minuut	1,0 kN 1 minuut	0,35 kN 10 seconden	0,2 kN 24 uur
niet-gemeenschappelijke ruimten van een celfunctie (niet gelegen in een cellengebouw) en van een logiesfunctie	0,5 kNm/m 1 minuut	1,0 kN 1 minuut	0,5 kN 10 seconden	0,3 kN 24 uur
overige gebruiksfuncties voor het personenvervoer, bijeenkomstfuncties, sportfuncties en de gebruiksfunctie 'bouwwerk, geen gebouw zijnde' met een gedeelte mede voor bezoekers	3,0 kNm/m 5 minuten	1,0 kN 5 minuten	0,7 kN 5 minuten	0,5 kN 7 x 24 uur
overige ruimten	0,8 kNm/m 5 minuten	1,0 kN 5 minuten	0,7 kN 5 minuten	0,5 kN 7 x 24 uur

opgenomen. In de periode juni 2007 - november 2009 kon dit aan de hand van NEN 2608-2: 2007. In de periode november 2009 - december 2011 was het ontwerp van NEN 2608 (groene versie) voorhanden. In december 2011 is een definitieve versie van NEN 2608 uitgegeven die in oktober 2014 is herzien.

In alle versies zijn voor het bepalen van de rekenwaarde voor de opneembare buigtrekspanning formules gegeven. De formules in NEN 2608-2 en ontwerp NEN 2608:2009 wijken af van de formules die in NEN 2608: 2011 en NEN 2608: 2014 zijn opgenomen. De afwijking bestaat met name uit verschillende in rekening te brengen factoren. Zo wordt in afwijking van definitieve versies van NEN 2608 (= NEN 2608: 2011 en NEN 2608: 2014) in NEN 2608-2 en ontwerp NEN 2608 een factor voor het veilige breukgedrag van gelaagd glas in rekening gebracht en wordt in de definitieve versies van NEN 2608 rekening gehouden met de grootte van het aangrijpvak van een belasting (hoe kleiner het aangrijpvak van de belasting hoe kleiner de kans dat zich in dit vlak een groot voorsterkte bepalend 'defect' bevindt).

In tegenstelling tot NEN 2608-2 wordt in ontwerp NEN 2608 en de definitieve versies van NEN 2608 rekening gehouden met een lagere sterkte van thermisch gehard glas aan de randzone en zijn in de laatstgenoemde normen formules gegeven om de mate van samenwerking tussen de glasplaten van het gelaagde glas te bepalen. In NEN 2608-2 wordt gesteld dat niet mag worden uitgegaan van enige samenwerking tussen de glasplaten indien dit niet kan worden aangetoond. Hierdoor gingen we in geval van NEN 2608-2 bij sterkte-

	Tijdsduur belasting				
	10 seconden	1 minuut	5 minuten	24 uur	7 x 24 uur
NEN 2608-2: 2007	81,2	78,6	76,5	70,3	68,6
ontw. NEN 2608: 2009	83,8	80,9	78,5	71,9	70,1
NEN 2608: 2011	79,4	77,0	75,0	69,4	67,9
NEN 2608: 2014	82,0	79,3	77,1	70,9	69,2

Tabel 2: Maximaal toelaatbare buigtrekspanningen van thermisch gehard floatglas in N/mm², bij een geconcentreerde belasting op de vrije glaszijde bij een eenzijdig ingeklemde glasbalustrade.

berekeningen doorgaans uit van volledige ontkoppeling van de glasplaten.

Naast het bovenstaande zijn de in rekening te brengen materiaalfactor voor vlakglas ($Y_m;A$), een factor die rekening houdt met de spreiding in de sterkte van het materiaal, en de in rekening te brengen materiaalfactor van de voorspanning van vlakglas ($Y_m;V$) aan wijzigingen onderhevig geweest. Zo gaan NEN 2608-2: 2007, ontwerp NEN 2608: 2009 en NEN 2608: 2014 voor de in tabel 1 genoemde belastingen uit van een materiaalfactor voor glas van 1,8 terwijl in NEN 2608: 2011 uitgegaan wordt van een waarde van 2,0 (hoe hoger de materiaalfactor, hoe lager de toelaatbare spanning van het glas). Ten aanzien van de materiaalfactor voor de voorspanning wordt in NEN 2608-2: 2007 en ontwerp NEN 2608: 2009 uitgegaan van een waarde van 1,4. In NEN 2608: 2011 en NEN 2608: 2014 is die waarde 1,2.

Het bovenstaande resulteert in verschillende rekenwaarden van de maximaal toelaatbare buigtrekspanningen van vlakglas (fmt;u;d). In tabel 2 zijn voor

thermisch gehard floatglas de toe te passen waarden voor fmt;u;d gegeven behorende bij een geconcentreerde belasting (puntlast) met een oppervlakte van 200 x 200 millimeter. Te zien is dat de in rekening te brengen waarde voor de maximaal toelaatbare opneembare buigtrekspanningen door de jaren heen is gewijzigd.

Beschadigd constructief element

Sinds december 2011 dienen we volgens NEN 2608 ook de weerstand van een beschadigd constructief element te toetsen. De norm geeft daarbij enkele uitzonderingen waarop deze toetsing niet van toepassing is. Een ruit in een balustrade die éézijdig is opgelegd behoort hier echter niet toe. Bij de toetsing van de weerstand van een beschadigde ruit dient de beschadigde ruit nog steeds in staat te zijn voldoende weerstand te bieden tegen de opgelegde belastingen. Bij het toetsen van een beschadigd element mogen we dan uitgaan van een belastingfactor van 1.

Op basis van een risicoanalyse volgens NEN 2608 kan ingeschat wor-

>>



Eenzijdig ingeklemde balustrade in Museum aan het Vrijthof in Maastricht.
Foto: Glass Inside



Door de veranderende regelgeving zijn voor soortgelijke glazen balustrades verschillende ruitsamenstellingen toegepast. Foto: Q-railing

den of schade zich beperkt tot één of meerdere glasbladen. Uitgaande van een glazen balustrade waarbij de schade slechts in één glasblad tegelijk zal optreden (laterale breuk aan één zijde), zal bij een glassamenstelling bestaand uit twee glasbladen het niet beschadigde glasblad bij breuk van het beschadigde glasblad nog voldoende sterk moeten zijn om weerstand te bieden tegen de voorgeschreven belastingen.

Deze toetsing op een beschadigd constructief element heeft er veelal toe geleid dat de ruitsamenstelling die vóór

december 2011 wel als voldoende sterk werd beschouwd nadien niet meer kon worden toegepast.

Tabellen

In de navolgende tabellen is, afhankelijk van de functie van een ruimte, de van toepassing zijnde norm en de breedte van de glasplaat, de benodigde ruitsamenstelling gegeven. De tabellen hebben betrekking op glazen balustrades waarbij de glasplaten aan de onderzijde zijn ingeklemd of opgelegd en met de overige zijden vrij. Ook is aangenomen dat geen reling is toegepast. Het bovenste deel van de tabellen

heeft betrekking op balustrades met een door het Bouwbesluit voorgeschreven hoogte van 1,0 meter. Het onderste deel op een voorgeschreven hoogte van 1,2 meter. De resultaten volgen uit sterkteberekeningen. Bij deze berekeningen is gebruik gemaakt van de software programma's SJ Mepla en ESA Prima Win.

Bij de genoemde glasplaten is uitgegaan van de toepassing van thermisch geharde glasplaten en een symmetrisch opgebouwde ruitsamenstelling. Indien een 88.x gelaagde glasplaat wordt voorgeschreven betekent dit dat de ruit is

		breedte (m)																					
hoogte	NEN 2608/ NEN 2608-2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.3	2.5	>2,5
1,0 m	2007	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
	2009	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
	2011	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
	2014	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
1,2 m	2007	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
	2009	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
	2011	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x
	2014	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x	66.x

Tabel 3: Benodigde ruitsamenstelling, niet-gemeenschappelijke ruimte met een woonfunctie.

		breedte (m)																						
hoogte	NEN 2608/ NEN 2608-2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	>2,5	
1,0 m	2007	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2009	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2011	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2014	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
1,2 m	2007	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2009	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2011	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2014	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	



Tabel 4: Benodigde ruitsamenstelling, gemeenschappelijke ruimte met een woonfunctie en niet-gemeenschappelijke ruimten van een celfunctie.

opgebouwd uit twee thermisch geharde glasplaten met een handelsdikte van 8 millimeter die met twee of meer PVB-folies gelamineerd zijn. Voor de jaren 2007 en 2009 gelden de belastingen volgens NEN 6702:2007. In tabel 3 en 4 is uitgegaan van veiligheidsklasse 2 ($Y_q = 1,3$). In tabel 5 en 6 is uitgegaan van veiligheidsklasse 3 ($Y_q = 1,5$). Voor de

jaren 2011 en 2014 is voor de belastingen NEN-EN 1991-1-1 aangehouden. Aangenomen is dat gerekend mag worden met gevolgklasse CC2 ($K_{FI} = 1,0$). Bij de berekeningen is in geval van de definitieve versies van NEN 2608 rekening gehouden met de grootte van het aangrijpvlak van een belasting. Gerekend is met een aangrijppoppervlak van

200 x 200 millimeter. Rekenen met een kleiner oppervlak kan ook maar dan kan een dikker glaspakket noodzakelijk zijn.

Doorbuiging

In tegenstelling tot de sterkte-eisen verwijst het Bouwbesluit niet naar stijfheidseisen. In NEN 6702 en NEN-EN 1990 is echter aangegeven dat bij af-

>>

		breedte (m)																						
hoogte	NEN 2608/ NEN 2608-2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	>2,5	
1,0 m	2007	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
	2009	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
	2011	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
	2014	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
1,2 m	2007	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
	2009	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
	2011	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	
	2014	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	1919.x	



Tabel 5: Benodigde ruitsamenstelling, overige gebruiksfuncties voor het personenvervoer, bijeenkomstfuncties, sportfuncties en de gebruiksfunctie "bouwwerk, geen gebouw zijnde" mede met een gedeelte voor bezoekers.

		breedte (m)																						
hoogte	NEN 2608/ NEN 2608-2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	>2,5	
1,0 m	2007	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2009	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	
	2011	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	
	2014	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
1,2 m	2007	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	
	2009	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	1010.x	
	2011	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	1212.x	
	2014	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	1515.x	



Tabel 6: Benodigde ruitsamenstelling, overige ruimten.

Op basis van een risicoanalyse volgens NEN 2608 kan geschat worden of schade zich beperkt tot één of meerdere glasbladen.

scheidingen ter plaatse van hoogteverschillen de horizontale doorbuiging van de bovenrand van een balustrade niet meer mag bedragen dan 20 millimeter.

Bij toepassing van de in de tabellen 3 t/m 6 opgenomen ruitsamenstellingen is in geval van volgens NEN-EN 1991-1-1 in rekening te brengen belastingen de optredende horizontale doorbuiging ter plaatse van de bovenrand doorgaans minder dan 20 millimeter. Uitzondering betreft de doorbuigingen die optreden bij een groot deel van de aan de hand van ontwerp NEN 2608: 2009 bepaalde ruitsamenstellingen. Wie voor die samenstellingen ook aan de stijfheidseisen wil voldoen dient een ruitsamenstelling te kiezen bestaande uit glasplaten die een glasplaat dikker zijn dan uit de sterkteberekeningen volgen.

Bij éénzijdig opgelegde glasplaten kan eventuele speling in het toegepaste montagesysteem aanzienlijke invloed hebben op de horizontale doorbuiging. Bij de uitgevoerde berekeningen is hier geen rekening mee gehouden.

Conclusie

Bij glazen balustrades bestaande uit éénzijdig opgelegde ruiten is de mogelijk toe te passen ruitsamenstelling sinds 2007 aan wijzigingen onderhevig geweest. De dunst mogelijke ruitsamenstellingen waren mogelijk in de periode november 2009 – december 2011 toen verwezen kon worden naar ontwerp NEN 2608: 2009. Dit kwam met name omdat deze norm mogelijkheden gaf de samenwerking tussen glasplaten mee te nemen in de sterkteberekeningen en er nog geen rekening gehouden

diende te worden met schade aan het glazen element. Na december 2011 heeft met name het toetsen van de weerstand van een beschadigd constructief element tot dikkere ruitsamenstellingen geleid.

Het bovenstaande zou een verklaring kunnen zijn voor het feit dat in gebouwen met een gelijke gebruiksfunctie bij soortgelijke glazen balustrades verschillende ruitsamenstellingen zijn toegepast. Ook zou het een verklaring kunnen zijn voor het feit dat in aanbiedingen van een project regelmatig uiteenlopende ruitsamenstellingen worden voorgeschreven. Samenvattend kan gesteld worden dat toepassing van de in het verleden toegestane ruitsamenstelling vandaag de dag veelal geen optie meer is. <



Rekenmethodiek pas in 2011 officieel

Pas in oktober 2011 is met de publicatie van de NEN 2608:2011 een officiële norm en rekenmethodiek verschenen die volledig geschikt was om de dikte en glassamenstelling van doorvalwerend glas belast door punt- en lijnlasten te bepalen. Tot die tijd werd er gebruik gemaakt van informatie uit delen van bijvoorbeeld al wel reeds gepubliceerde normen zoals NEN 2608-2 aangevuld met aannames uit ontwerpnormen, achtergronddocumenten en (academische) publicaties. Ook werden er soms ten onrechte aannames gedaan die niet van toepassing waren voor doorvalwerend glas. Dit verklaart ook waarom er voor 2011 nog veel variatie was in de uitkomsten van glasdikteberekeningen tussen diverse partijen. Het artikel is uitgegaan voor de situaties van vóór 2011 van de meest gebruikte aannames en (ontwerp)normen van die tijd.