

# CORRECTE UITVOERING VAN ALUMINIUM BALUSTRADES

## NBN B03-004 BUNDELT VEILIGHEIDSEISEN VOOR BORSTWERINGEN

Balustrades zijn constructies die noodzakelijk zijn om de veiligheid van personen te garanderen. Naar schatting worden in België jaarlijks meer dan 100.000 lopende meter geplaatst in aluminium en/of roestvrij staal, eventueel in combinatie met veiligheidsbeglazing en andere materialen. In de afgelopen jaren heeft er dan ook een belangrijke evolutie plaats gevonden inzake de eisen die aan deze veiligheidsconstructies worden gesteld. Dit artikel bespreekt deze veiligheidseisen, het toepassingsgebied en de mogelijkheden met aluminium systemen. Een volgend artikel handelt over balustrades met glazen vullingen.

Door Ir. Cyriel Clauwaert (directeur Aluminium Center Belgium)



In ons land wordt het overgrote deel van balustrades uitgevoerd als aluminium constructie in combinatie met veiligheidsbeglazing

### NBN B03-004

Jammer genoeg verschijnen regelmatig persartikelen rond ongevallen waarbij personen een zware val maken, vaak door een openstaand venster, via een muggenraam of een balustrade. Het gaat hierbij over volwassenen, maar vaak ook kinderen, die via de venstertablet toegang hebben op een onbewaakt ogenblik tot het schrijnwerk of via een verhoging achter de balustrade ten val komen. In België werd in dit verband na een lange periode van overleg tussen verschillende instanties en de industrie een duidelijk referentiewerk uitgewerkt, de Belgische norm NBN B03-004.

Vooraleer op de inhoud van dit document in te gaan, overlopen we de voornaamste eigenschappen en bijzondere oplossingen om balustrades correct uit te voeren.

### GEOMETRISCHE EISEN

#### Voorkomen van het 'opklauteren'

Zoals aangegeven vormt het 'opstappen' van personen op de balustrade één van de voornaamste oorzaken van ongevallen.

De balustrade wordt hierbij dan als een soort 'ladder' gebruikt en daardoor kunnen personen over de balustrade heen vallen.

In **figuur 1** wordt aangegeven wat er normatief is voorzien om dit te voorkomen. Over een hoogte van 450 mm wordt er geëist dat men zich niet kan afduwen door een voet te plaatsen op de constructie omdat men er aldus zou kunnen over klauteren met alle risico's van dien. De architect verlangt in dit voorbeeld de accentuering van een horizontale structuur en dit door achter deze structuur een gelaagde beglazing aan te brengen zodat

men geen voet kan plaatsen op de horizontale regels.

Helaas stellen we vast dat deze toch eenvoudige basisregel niet steeds wordt gevolgd, terwijl het toch de basisvereiste is waaraan iedere balustrade absoluut dient te voldoen.

Binnen het Aluminium Center Belgium wordt er met een werkgroep van leden dan ook streng toegezien op een goede uitvoering en gereageerd op onveilige situaties.

#### Openingen in balustrades

Zoals uit de eerste paragraaf blijkt kan men een gelaagde beglazing plaatsen aan de binnenzijde, evenwel is het ook toegelaten andere oplossingen uit te werken en diverse architectonische oplossingen te realiseren.

Indien men om esthetische redenen

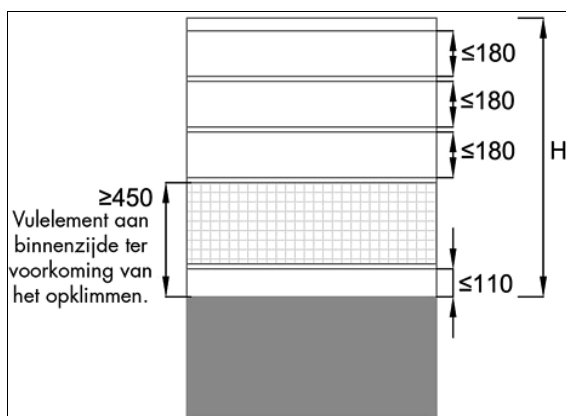
kiest voor een vlakvullende verdeling (driehoeken, ornamenten...) verplicht men dat geen enkel voorwerp met de in de **figuur 2** vermelde afmetingen door de balustrades kan worden gevoerd.

Dit voorschrift heeft als doel:

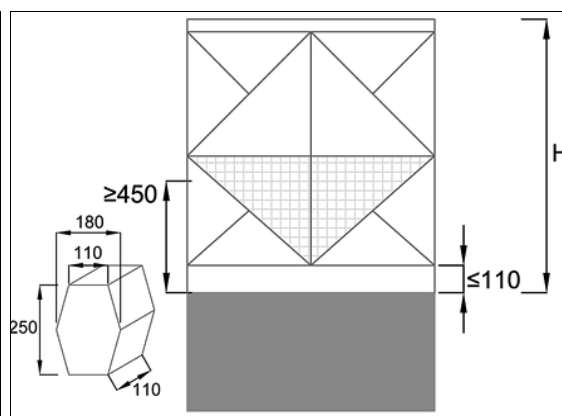
- deze doorgang te vermijden in de zone '450 mm';
- op geen enkele plaats in het vlak van de balustrade dit toe te laten.

Deze vereiste wenst enerzijds vallende voorwerpen te voorkomen, maar ook door middel van de 'gestandaardiseerde' afmetingen van een hoofd en ledematen van kinderen te vermijden dat deze zich door de balustrade zouden kunnen wrikken.

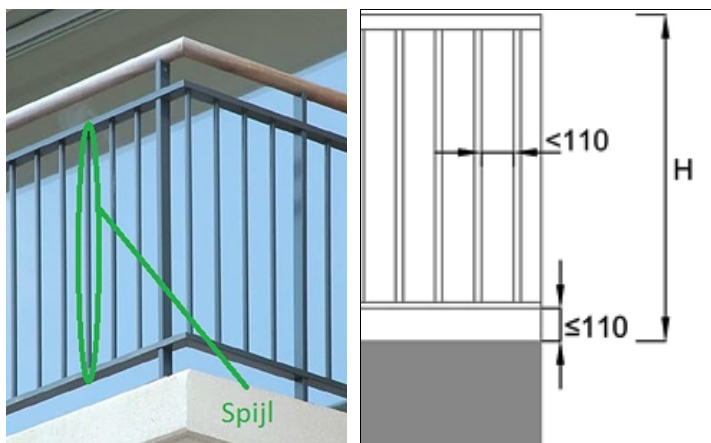
Momenteel maakt de norm NBN B03-004 zijn eerste herziening door. Ook in de nabije toekomst zal worden vermeden dat men met de punt van een schoen



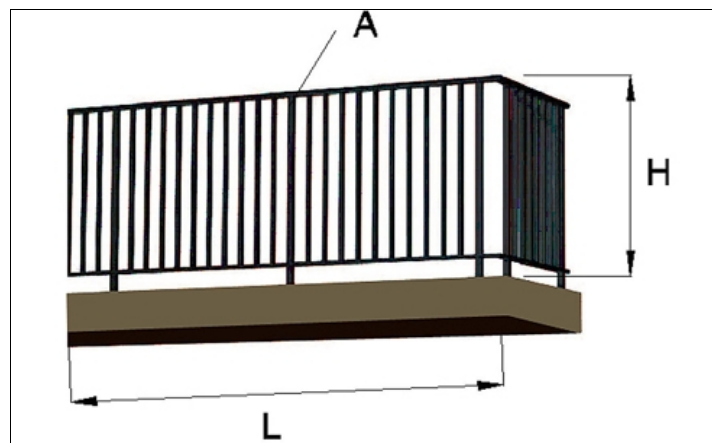
**Figuur 1:** Door achter de aluminium structuur een gelaagde beglazing van minimum 450 mm aan te brengen (zie foto rechts) kan men geen voet plaatsen op de horizontale regels



**Figuur 2:** Bij esthetische vlakvullende verdelingen (driehoeken, ornamenten,...) dient ervoor gezorgd dat er geen voorwerp met vermelde afmetingen door de balustrades kan gevoerd worden



**Figuur 3:** Tot voor kort bedroeg in België de hoogte 'H' 1 m. Doordat de gemiddelde lengte van een persoon voortdurend toeneemt, werd dit verhoogd tot 1100 mm



**Figuur 4:** De dichtheidsgraad van een balustrade is afhankelijk van de totale ingesloten oppervlakte gedeeld door de effectieve oppervlakte van de borstwering

toch in de zone van 450 mm kan opstappen door de maximale 'kleine openingen' te beperken tot een diameter van 20 mm.

**Afmetingen**

Naast de eerste 'basisvereisten' geïllustreerd in de voorgaande paragraaf, dienen we er nog een aantal belangrijke afmetingen aan toe te voegen.

Zonder in dit artikel te kunnen ingaan op de talloze situaties die zijn voorgeschreven in de norm vatten we hier enkele basisafmetingen en begrippen samen. We verwijzen dan ook

expliciet naar deze norm en beperken ons tot een aantal aanschouwelijke begrippen.

**• De hoogte 'H'**

De gemiddelde lengte van een persoon neemt voortdurend toe. Opdat een balustrade de veiligheid van personen kan garanderen, werd de hoogte 'H' dan ook verhoogd. Tot voor kort bedroeg in België de hoogte 'H' 1 m (zie **figuur 3**). Deze hoogte 'H' is ook verbonden met de potentiële valhoogte en het psychologisch effect wanneer personen zich op een balkon of wandelweg bevinden, op een

zekere hoogte t.o.v. het maaiveld. Zo zal de hoogte 'H' vanaf de invoering van de norm NBN B03-004 minimaal 1100 mm bedragen. Bij borstweringen geplaatst op een hoogte van 12 m, gemeten vanaf het bovenste gedeelte van de borstwering tot op het lager gelegen niveau, dient minimaal 1200 mm te bedragen.

**• De hoogte 'Hr'**

Bij balustrades met verticale spijlen kan men bijvoorbeeld toch een voet plaatsen tussen de spijlen, zelfs indien de tussenafstand normatief voldoet en

< 110 mm bedraagt, of kan men een voet plaatsen op de betonrand onder de onderste horizontale regel.

Volgens de norm bevindt men zich dan in een 'precaire' situatie waarbij men toch nog een voldoende hoge barrière voor zich dient te hebben, al is dit maar kortstondig. Zo zal deze hoogte 'Hr' minimaal 900 mm bedragen. Voor borstweringen, geplaatst op een hoogte van 12 m, gemeten vanaf het bovenste gedeelte van de borstwering tot op het lager gelegen niveau dient dit minimaal 1200 mm te bedragen.

**HET BEGRIIP 'STILSTANDZONE'**

Een persoon kan zich in stilstand achter de balustrade bevinden. Men onderscheidt hierbij in wezen 2 situaties:

**ZSN ('ZONE DE STATIONNEMENT NORMALE'):**

**NORMALE STILSTANDSZONE**

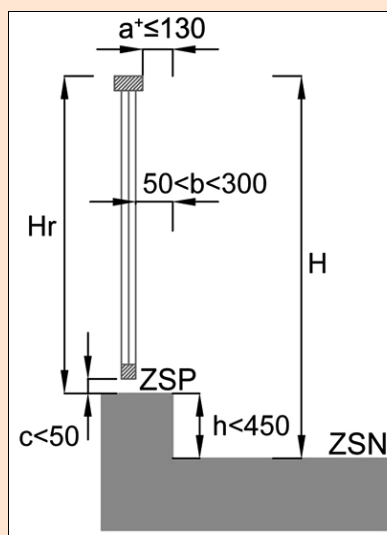
Vanaf deze zone wordt de reglementaire beschermingshoogte "H" bepaald. Dit wordt aangetoond als men stabiel rechtop kan blijven staan zonder hulp of steun.

**ZSP ('ZONE DE STATIONNEMENT PRÉCAIRE'):**

**PRECAIRE STILSTANDSZONE**

Het is vanaf deze zone en als deze op een kleinere hoogte dan 450 mm ten opzichte van het afgewerkte vloerniveau is gesitueerd (en bijgevolg kan de zone gesitueerd boven 450 mm niet als stilstandzone worden beschouwd) dat men de beperkte hoogte in de stilstandzone "Hr" moet naleven.

Dit wordt aangetoond als men slechts rechtop kan blijven staan in instabiel of ondersteund evenwicht.



**BELASTINGEN**

Met de invoering van de rekenregels voor Eurocodes in 2010 werd ook rekening gehouden bij het bepalen van de belastingen en criteria - vervormingen en toelaatbare spanningen in de norm voor balustrades. Het principe van de berekening van constructies (zoals beschreven in het artikel 'Troeven van aluminium in de gebouwschil' in Schrijnwerk nr. 171) is dus ook hier van toepassing.

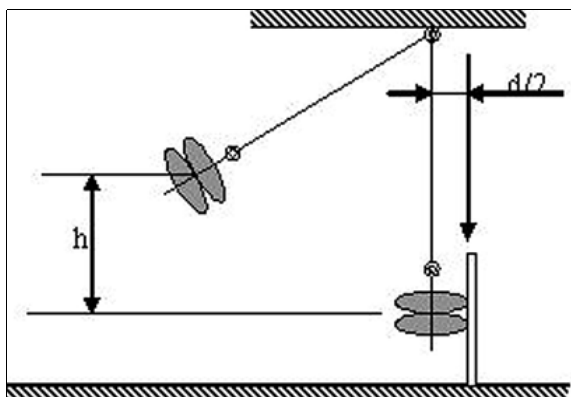
In het kader van een eindwerk aan de Hogeschool Lessius-De Naeyer in 2011 (waarbij het Aluminium Center Belgium optrad als externe promotor), werden de belastingcombinaties uitvoerig behandeld.

Deze uitvoerige studie heeft een aantal belangrijke aspecten naar voren gebracht. In dit artikel beperken we ons tot een toelichting van volgende belastingen:

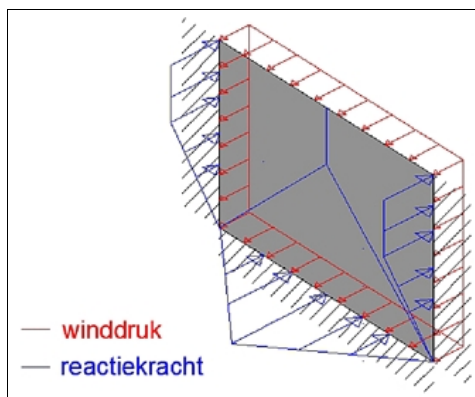
- de horizontale belasting uitgeoefend door personen;
- de windbelasting op balustrades;
- de combinatie van belastingen;
- de zachte schok.

**Horizontale belasting**

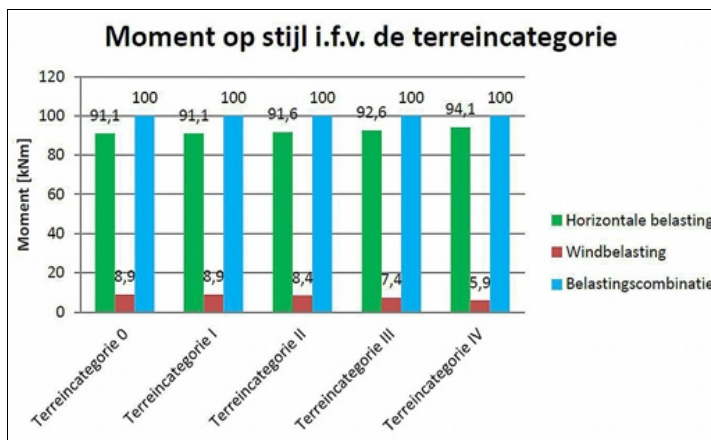
In de norm NBN B03-004 wordt bepaald welke horizontale belasting dient te worden toegepast en dit volgens Eurocodes. Omdat deze krachtwerkingen



**Figuur 5:** Op alle invullingspanelen dienen dynamische weerstandsproeven te worden uitgevoerd volgens NBN EN 12600 en de NBN EN 13049:2003



**Figuur 6:** Voorbeeld van de krachtoverdracht naar ruwbouw voor balustrade met een driezijdig ingeklemd vulelement



**Figuur 7:** Het relatief belang van de horizontale belasting t.o.v. de windbelasting op het buigend moment in de stijl

geldig zijn voor primaire structuren en door personen worden uitgeoefend, werd vastgelegd dat deze aangrijpen op 1m hoogte.

**Het is duidelijk dat hoe hoger de handgreep, een persoon deze krachtwerkingen zoals voorgeschreven in de Eurocodes onmogelijk kan uitoefenen.**

Indien de belasting aldus aangrijpt op elementen die deze kracht overdragen op de verticale stijlen, worden deze overgebracht via 'hulplijnen' naar de stijlen op 1m hoogte.

### Windbelasting

De windbelasting komt zeer uitgebreid aan bod in de Eurocode EN1991-1-4 met NAB van 2010. Om deze windbelasting te begroten zijn er met de huidige informatica hulpmiddelen heel wat mogelijkheden, zo kan men het gebouw in zijn omgeving virtueel inplanten en de nodige stappen ondernemen met betrekking tot de ruwheid, blootstelling, hoekfactor en uiteindelijk de windbelasting correct bepalen.

Borstweringen zijn echter constructies die vaak 'zeer open' worden uitgevoerd en zich niet in dezelfde situatie bevinden als constructies op de dakrand of hoeken van een gebouw. De 'soliditeit'  $\varphi$  van een borstwering geeft hierbij de 'dichtheidsgraad' aan van de gebruikte borstwering. Deze is afhankelijk van de totale ingesloten oppervlakte van de borstwering gedeeld door de effectieve oppervlakte van de borstwering en houdt op die manier rekening met de verminderde weerstand die de borstwering biedt tegen de wind. De formule van de soliditeit  $\varphi$  is als volgt:

xxxxxxxxxxxxxxxx

Met: A

= Som van de geprojecteerde oppervlakken van de elementen van de borstwering.

= Totale oppervlakte van de omhullende

= Hoogte (H) x lengte (L) van de borstwering

Uit **figuur 7** blijkt voor deze specifieke borstwering het relatief belang van de horizontale belasting t.o.v. de windbelasting op het buigend moment in de stijl en wordt ook aangegeven dat een gedetailleerde studie nodig is.

### Geschiktheidscriteria

Onder de diverse belastingen zijn de criteria onder de bruikbaarheidsgrensbelasting (BGT) en uiterste grensbelasting (UGT) gedefinieerd in de norm. Op het ogenblik van het verschijnen van dit artikel is de norm NBN B03-004 in herziening en worden de geschiktheidscriteria herzien.

### Dynamische weerstand

Voor de stabiliteit tegen 'grote, zachte' schokken dient men gebruik te maken van de dubbele banden zoals opgenomen in de NBN EN 12600 en de NBN EN 13049:2003 (zie **figuur 5**). Deze proeven dienen op alle invullingspanelen te worden uitgevoerd evenals op constructies die moeilijk te berekenen zijn (bv. inschuifstukken, clipsen ...).

### Uitdagingen

Naast de berekening en ontwerp van de structuur dienen de verankeringen naar de ruwbouw degelijk uitgevoerd (zie **figuur 6**). Hierbij dienen in het bijzonder bij renovatie werkzaamheden de draagkracht van de bestaande structuur geëvalueerd en al dan niet conform de Europese richtlijn voor de berekeningen van verankeringen (ETAG001) de nodige aanpassingen te gebeuren. In dit verband worden er ook opleidingen georganiseerd om de evoluties in deze verankerings technologie op de voet te volgen. □