



RICHTLIJNEN CONSTRUCTIEBEREKENING PADELKOOIEN

Versie: 1.1
Datum: 1 maart 2021

Deze richtlijn mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd.

INHOUD

Hoofdstuk 1 Algemeen	2
1.1 Inleiding	2
1.2 Te hanteren normen	7
1.3 Ontwerplevensduur, gevolg- en betrouwbaarheidsklasse	7
1.4 Materialen	7
 Hoofdstuk 2 Belastingen	 8
2.1 Blijvende belastingen	8
2.2 Windbelasting	8
2.3 Temperatuurbelastingen	14
2.4 Doorvalveiligheid	14
 Hoofdstuk 3 Belastingcombinaties	 15
3.1 Uiterste grenstoestanden	15
3.2 Toelaatbare doorbuigingen glasconstructies	16
 Hoofdstuk 4 Aan te leveren berekeningen	 17
4.1 Bovenbouw	17
4.2 Fundatie	17

HOOFDSTUK 1 ALGEMEEN

1.1 INLEIDING

In dit rapport worden de uitgangspunten vastgesteld voor een uniforme constructieve uitwerking van padelkooien. Er zijn 3 typen kooien te onderscheiden die als optie voorzien kunnen worden van een lichtmast of extra ballenvanger. Alle typen kooien hebben de inwendige vrije maten van 10 m x 20 m. Alle typen kooien hebben een glazen wand aan de kopse zijden (breedte $B = 10$ m) met omgeslagen einden (4 m lang ($A = 4$ m) en 3 m hoog) met een gaas hekwerk in het midden van de lange zijden en 1 m hoog hekwerk boven de glaswanden. De kooien worden geplaatst op een betonnen plaat of op betonnen randbalken.

1) Panoramakooi

De glazen wanden steunen af op bovenregels (koker) op 3,0 m+ en op de vloer. De bovenregels worden gesteund door kolommen. Het doorzakken van de bovenregel wordt voorkomen door het glas. De kopse gevels bestaan uit 4 of 5 glasplaten die onderling niet gekoppeld worden.

Figuur 1: foto-impressie van een panoramakooi



2) Framekooi (met of zonder onderkoker)

De glazen wanden zijn opgebouwd uit elementen van 2 x 3 m (b x h) en steunen af op de kolommen en/of op een onderregel. In de kopse wanden worden zo 5 frames toegepast en in de omgeslagen wanden steeds 2 frames. De tussenkolommen worden dubbel uitgevoerd. Dat resulteert in 1 m glasplaatbreedte per kolom. De kolommen worden ingeklemd in de fundering.

Figuur 2: foto-impressie van een framekooi



3) Pilaar systeem kooi

De glazen wanden zijn opgebouwd uit elementen van 2 x 3 m (b x h) en steunen af op de kolommen. In de kopse wanden worden 5 glazen platen toegepast en in de omgeslagen wanden steeds 2 glazen platen. Er wordt geen onderregel toegepast en de kolommen worden enkel uitgevoerd dat resulteert in 2 m glasplaat per kolom. De kolommen worden ingeklemd in de fundering.

*Figuur 3: foto-impressie van een pilaar systeem kooi
(op voorgrond zijn slechts 3 van de 5 glazen platen zichtbaar)*



Lichtmast vrij van kooi

Optioneel kunnen lichtmasten worden voorzien.

De lichtmast is geïntegreerd in de padelkooi of staat vrij van de kooi (zie figuur 4).

Bij een geïntegreerde lichtmast worden de standaard kolommen verlengd uitgevoerd (zie figuren 1 en 5).

Figuur 4: vrijstaande lichtmast



Ballenvangers

Optioneel (niet standaard) kunnen de hoekkolommen verlengd worden van 4,0 m naar 5,5 m. De hoekkolom (koker L = 5,5 m) bestaat uit 1 stuk. Boven het gaaswerk wordt dan nog 1,5 m net gespannen met een koord over de korte zijde van de kooi.

Figuur 5: ballenvanger



Indien een ballenvangnet wordt toegepast, dient deze in de berekening te worden meegenomen op gelijke wijze als het gaaswerk, zie 2.2.6.

1.2 TE HANTEREN NORMEN

Uitgangspunt voor de berekening vormen de van toepassing zijnde documenten (hieronder aangegeven) van de Eurocode:

– Eurocode 0 Grondslagen	NEN-EN 1990
– Eurocode 1 Belastingen	NEN-EN 1991
– Eurocode 2 Beton	NEN-EN 1992
– Eurocode 3 Staal	NEN-EN 1993
– Eurocode 7 Geotechniek	NEN-EN 1997
– NEN 2608 Glas	

De genoemde normen zijn inclusief alle aanvullingsbladen en de Nederlandse Nationale Bijlagen.

1.3 ONTWERPLEVENSDUUR, GEVOLG- EN BETROUWBAARHEIDSKLASSE

– Gebouwcategorie (Kooi)	=>	bouwwerk geen gebouw zijnde
		vrijstaande wand met omgeslagen einden
– Ontwerplevensduurklasse	=>	2
– Referentieperiode	=>	15 jaar
– CC (gevolgklasse)	=>	CC1
– RC (betrouwbaarheidsklasse)	=>	RC1 <i>factor $K_{FL} = 0,9$</i>
– Uitvoeringsklasse	=>	EXC1

Vermenigvuldiging van de partiële veiligheidsfactoren met een factor K_{FI} conform NEN-EN 1990 - Bijlage A1.3.1 tabel NB5.

1.4 MATERIALEN

Indien van toepassing worden onderstaande materiaaleigenschappen gehanteerd, tenzij anders aangegeven in de berekening.

Staal	:	S275
Betonkwaliteit	:	C20/25 (milieuklasse: XC2)
Betonstaalkwaliteit	:	B500
Glas	:	gehard veiligheidsglas met CE keurmerk

HOOFDSTUK 2 BELASTINGEN

2.1 BLIJVENDE BELASTINGEN

De glazen wanden van de standaard framekooi of van de pilaar systeem kooi zijn van 10 mm dik gehard veiligheidsglas met CE keurmerk.

De glazen wanden van de panoramakooi zijn van 12 mm dik gehard veiligheidsglas met CE keurmerk.

Het gaaswerk heeft een maaswijdte van 50 x 50 mm.

Stalen kolommen voor het frame, boven onderregel, hoekkolommen en lichtmast.

Gewicht glas: 25 kN/m³

Kokers + gaas: 0,15 kN/m²

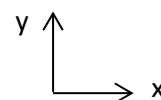
2.2 WINDBELASTING

2.2.1 Extreme stuwdruk op padelbanen in buitensituatie

Gebouwniveau

- Maximale gebouwhoogte : 4,0 m
- Windgebied I
- Afstand tot windgebied II
- Kust / onbebouwd / bebouwd onbebouwd
- Orografiefactor 1
- (NEN-EN 1991-1-4 bijlageA3)
- Extreme stuwdruk $q_p = 0,71 \text{ kN/m}^2$
- Gebouwmaat A_x 20,0 m [h/d=0,2]
- Gebouwmaat A_y 40,0 m [h/d=0,1]

Referentiehoogte $z_s =$ 4 meter



De extreme stuwdruk bij kustgebieden is aanzienlijk hoger dan bij bebouwd/onbebouwd, het overgrote deel van de projecten zal plaatsvinden in windgebied I en II. Er dient minimaal met onbebouwd gerekend te worden, indien van toepassing te rekenen op kust.

Ref. periode = 50 jaar:		onbebouwd:	kust:
• Windgebied I – onbebouwd	>>	$q_p = 0,71 \text{ kN/m}^2$	$q_p = 1,30 \text{ kN/m}^2$
• Windgebied II – onbebouwd	>>	$q_p = 0,60 \text{ kN/m}^2$	$q_p = 1,09 \text{ kN/m}^2$
• Windgebied III – onbebouwd	>>	$q_p = 0,49 \text{ kN/m}^2$	$q_p = 0,90 \text{ kN/m}^2$

Bovenstaande windbelastingen zijn bepaald voor de referentieperiode van 50 jaar. Deze belastingen mogen voor de berekening van de staal- en glasconstructies gereduceerd worden naar een referentieperiode van 15 jaar met de factor $C_{prob} = 0,85$.

Voor de funderingsconstructies is deze reductiefactor niet van toepassing omdat de conditie van de funderingen gedurende de referentieperiode niet op alle plaatsen controleerbaar is.

2.2.2 Winddrukcoëfficiënten op kopwand en omgeslagen einden [$C_{p,net}$]

Voor de bepaling van de windbelasting op wanden van een padelkooi moeten de wanden worden opgevat als vrijstaande wanden conform NEN-EN 1991-1-4:2005/NB:2007: H 7.4.1 vrijstaande wanden.

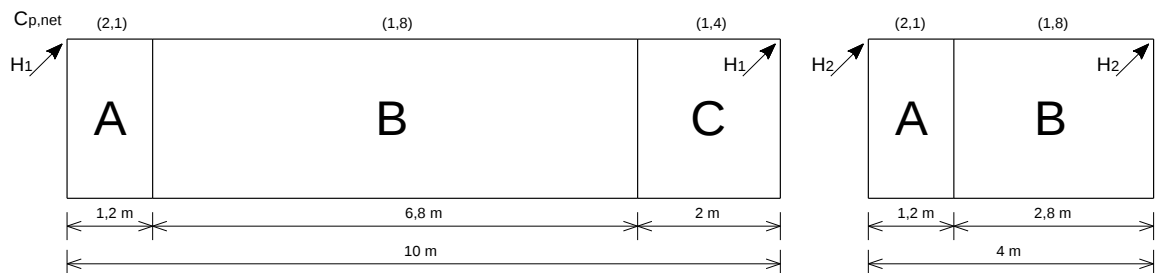
Volheidsgraad of dichtheidsverhouding: $\phi_{glas} = 1,0$; $\phi_{gaas} = 0,1$ overeenkomstig artikel 7.11 van NEN-EN 1991-1-4.

De winddrukcoëfficiënten moeten worden aangehouden overeenkomstig tabel NB.17 - 7.9: wand met omgeslagen einden, $l = 4$ m en $l = 10$ m ; $h = 4$ m: $C_{p,net}$: A = 2,1 ; B = 1,8 ; C = 1,4

Figuur 6: winddrukcoëfficiënten op de glazen wanden

Wand 10 x 4 m:

Omgelagen wand 4,0 x 4,0 m:



2.2.3 Extreme stuwdruk op padelbanen in binnensituatie

Indien padelbanen in een overkoepelend gebouw worden geplaatst is de windbelasting op de wanden van een padelkooi lager dan in een buitensituatie. Volgens NEN-EN 1991-1-4 artikel 5.2 dienen binnenwanden te worden berekend met een windbelasting.

De windbelasting $w_i = q_p(z_i) \times C_{pi}$.

Hierin is $q_p(z_i)$ de extreme stuwdruk bij een gebouwhoogte z_i .

$C_{pi} = 0,90 C_{pe}$ volgens formule 7.2 uit NEN-EN 1991-1-4.

De waarde C_{pe} is genomen aan de dominante zijde van het omhullende gebouw met de grootste openingen. Die openingen zitten meestal in de middenzones (zone D) van de gevels zodat voor C_{pe} de waarde 0,8 mag worden aangehouden.

De windbelasting $w_i = q_p(z_i) \times C_{pi} = q_p(z_i) \times 0,90 \times 0,8 = 0,72 q_p(z_i)$.

De rekenwaarde van de windbelasting op de wanden van een padelkooi gelegen in een omhullend gebouw bedraagt: $w_{d,i} = \gamma_f \times 0,72 q_p(z_i)$.

De stuwdrukwaarde $q_p(z_i)$ wordt bepaald voor het omhullende gebouw aan de hand van tabel NB4 van de Nederlandse Nationale bijlage van NEN-EN 1991-1-4 voor onbebouwd gebied.

Voor hoge omhullende gebouwen kan $q_p(z_i)$ hoger uitvallen dan de in hoofdstuk 2.2.1 gegeven waarden voor q_p .

2.2.4 Winddrukcoëfficiënten op armatuur en lichtmast [Cf]

NEN-EN 1991-1-4:2005/NB:2007: H 7.4.3 (reclamebord).

Windbelasting op armatuur dient beschouwd te worden met een krachtcoëfficiënt van $C_{p,net} = 1,8$.

Figuur 7: lichtmast met armatuur



Figuur 8: lichtmast met armatuur



Figuur 9: lichtmast vrij van kooi met armatuur



De armatuur wordt op een hoogte van 6,0 m bevestigd.

Minimaal te rekenen oppervlak van de armatuur: $A_{\text{armatuur}} = 0,4 \times 1,0 \text{ m}^2$.

2.2.5 Bevestiging reclameborden en reclamespandoeken

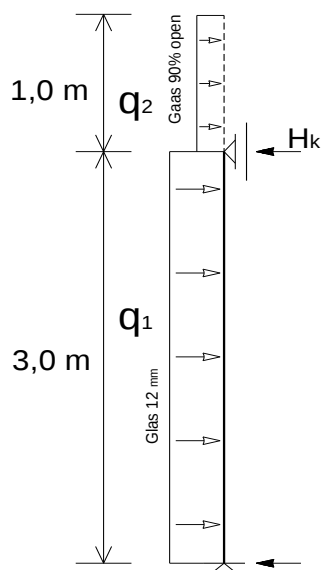
Bij toepassing van reclameborden of doeken bevestigd tegen de gasconstructies dient de windbelasting voor reclameborden of doeken te worden aangehouden.

2.2.6 Invoerschema belasting op bovenregel

Belastingschema kopwand panoramakooi

Figuur 10: belastingschema kopwand panoramakooi

$$q_{\text{kar}} = C_{p,\text{net}} \times q_p$$



Zone: Windbelasting [kN/m²]:

A: $q_{1,A} = 2,1 \times q_p$; $q_{2,A} = 1,2 \times 10\% \times q_p$

B: $q_{1,B} = 1,8 \times q_p$; $q_{2,B} = 1,2 \times 10\% \times q_p$ C: $q_{1,C} = 1,4 \times q_p$; $q_{2,C} = 1,2 \times 10\% \times q_p$

Zone: Belasting op bovenregel [kN/m¹]:

A: $H_k = (\frac{1}{2} \times q_{1,A} \times 3^2 + 1,0 \times q_{2,A} \times 3,5) / 3$

B: $H_k = (\frac{1}{2} \times q_{1,B} \times 3^2 + 1,0 \times q_{2,B} \times 3,5) / 3$ C: $H_k = (\frac{1}{2} \times q_{1,C} \times 3^2 + 1,0 \times q_{2,C} \times 3,5) / 3$

Reactie op kolommen te bepalen volgens liggerberekening met bovenstaande belastingen.

$$H1 = \frac{1}{2} \times B \times H_k = 5H_k$$

$$H2 = \frac{1}{2} \times A \times H_k = 2H_k$$

Reactiekrachten in twee richtingen beschouwen, naar binnen en naar buiten.

Reactiekracht uit armatuur op lichtmastkolom: $H3 = 1,8 \times q_p \times A_{\text{armatuur}}$

Positie armatuur afhankelijk van ontwerp kooi.

2.2.7 3d invoerschema belasting op fundatie (panoramakooi)

De reactiekrachten H1 en H2 resulteren in belastingen op de fundatie.

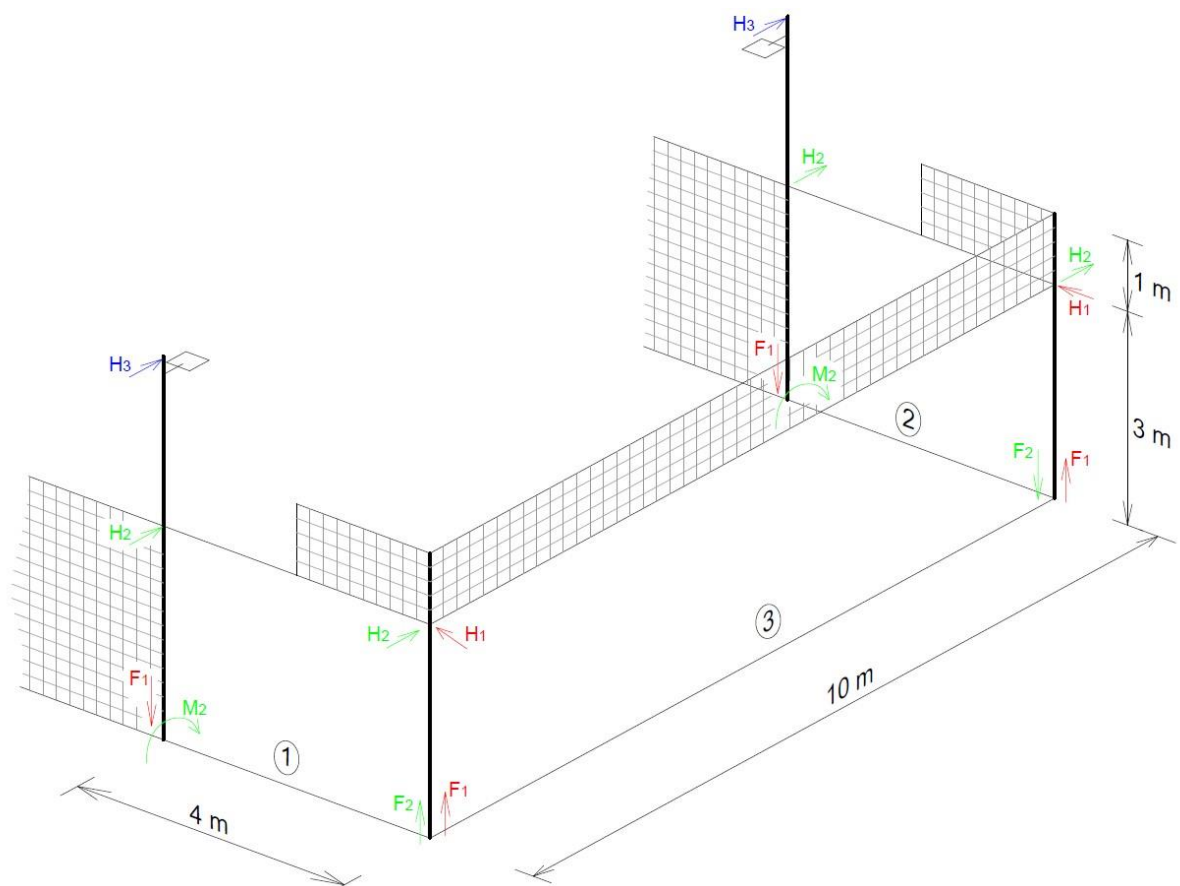
Reactiekracht evenwijdig aan de glasplaat, glasplaat werkt als schijf levert een trek- en drukkracht op de fundatie. Reactiekracht haaks op de lichtmast levert een inklemmoment M2 op de kolomvoet.

De belastingen dienen ongunstig gecombineerd te worden.

Per project moet de detaillering van de glasbevestiging zichtbaar maken dat de genoemde krachten via het glas kunnen worden afgedragen.

De resulterende horizontale reactiekracht wordt afgedragen naar de betonvloer of naar de randbalken.

Figuur 11: reactiekrachten aangegeven in 3d model panoramakooi



Panoramakooi

Wind op lange zijde (3): $F1 = H1 \times 3,0 / 4,0$

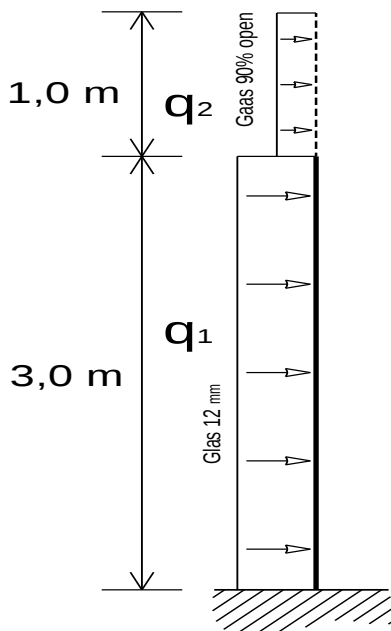
Wind op korte zijden (1 + 2): $F2 = 2 \times H2 \times 3,0 / 10,0$

$M2 = H2 \times 3,0$

Belastingenschema framekooi of pilaar systeem kooi

Voor de framekooi of de pilaar systeem kooi wordt de belasting per staander afgedragen aan de fundatie. De staanders (kolommen) met hart op hart afstanden van 2 m zijn aan de onderzijde ingeklemd en dienen momentvast uitgevoerd te worden. Een en ander volgens onderstaand belastingenschema.

Figuur 12: belastingenschema framekooi of pilaar systeem kooi



Zone: Windbelasting [kN/m²]:

A: $q_{1,A} = 2,1 \times q_p$; $q_{2,A} = 1,2 \times 10\% \times q_p$

B: $q_{1,B} = 1,8 \times q_p$; $q_{2,B} = 1,2 \times 10\% \times q_p$ C: $q_{1,C} = 1,4 \times q_p$; $q_{2,C} = 1,2 \times 10\% \times q_p$

Zone: Belasting op kolom [kN/m¹]:

A: $Q_{1,A} = \frac{1}{2} \times q_{1,A} \times \text{kolomafstand}$

$Q_{2,A} = \frac{1}{2} \times q_{2,A} \times \text{kolomafstand}$

B: $Q_{1,B} = \frac{1}{2} \times q_{1,B} \times \text{kolomafstand}$

$Q_{2,B} = \frac{1}{2} \times q_{2,B} \times \text{kolomafstand}$

Inklemmingsmomenten van kolom in fundering:

$M_{\text{zone A}} = \frac{1}{2} \times Q_{1,A} \times 3^2 + Q_{2,A} \times 1 \times 3,5 \text{ kNm}$

$M_{\text{zone B}} = \frac{1}{2} \times Q_{1,B} \times 3^2 + Q_{2,B} \times 1 \times 3,5 \text{ kNm}$

Moment eventueel verhogen met moment door wind op armatuur.

2.3 TEMPERATUURBELASTINGEN

De onderdelen van padelkooien in de buitenlucht ondergaan temperatuurwisselingen tussen circa minus 20 graden Celcius in de winter naar circa plus 50 graden Celcius in de zomer. Dit gaat gepaard met lengte- en dikteveranderingen in de toegepaste materialen. Beoordeeld moet worden of de verschillen in lengte- en dikteverandering probleemloos opgenomen kunnen worden.

2.4 DOORVALVEILIGHEID

Overeenkomstig hoofdstuk 1 van NEN 2608 (opmerking 3) dient glas in wanden bestand te zijn tegen stootbelastingen als gevolg van vallende personen. Gezien de relatief grote glasdikte is dat niet maatgevend ten opzichte van de windbelastingen.

HOOFDSTUK 3 BELASTINGCOMBINATIES

3.1 UITERSTE GRENSTOESTANDEN

Tabel A1.2(B) - rekenwaarden van belastingen (STR/GEO) (Groep B)

Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkst (zo nodig)	Andere
(verg. 6.10a)	1,22 $* G_{kj, sup}^a$	0,90 $* G_{kj, inf}$			1,35 $* \psi_{0,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
(verg. 6.10b)	1,08 $* G_{kj, sup}^u$	0,90 $* G_{kj, inf}$	1,35 $* Q_{k,1}$		1,35 $* \psi_{0,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
a	Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met 1,2 $G_{kj, sup}$.				
b	Deze waarde is berekend met $\xi = 0,89$.				

De partiele veiligheidsfactoren conform NEN-EN 1990 - Nationale Bijlage tabel A1.2 (B) bedragen rekening houdend met de uitgangspunten in hoofdstuk 1.3:

$\gamma_g = 1,2$ voor blijvende belastingen (gewichten staalconstructies, glasplaten en funderingsconstructies) en $\gamma_f = 1,35$ voor overheersende veranderlijke belasting (in dit geval windbelasting).

Tabel A1.3 - rekenwaarden van belastingen voor het gebruik in buitengewone en aardbevingsbelastingcombinaties

Blijvende en tijdelijke ontwerp-situaties	Blijvende belastingen		Overheersende veranderlijke belasting	Veranderlijke belastingen gelijktijdig met de overheersende	
	Ongunstig	Gunstig		Belangrijkst (zo nodig)	Andere
Buitengewoon (Verg. 6.11 a/b)	1,0 $* G_{kj, sup}$	1,0 $* G_{kj, inf}$	1,0 $* A_d$	$\psi_{1,1} Q_{k_1}^a$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)
Aardbeving (Verg. 6.12a/b)	1,0 $G_{kj, sup}$	1,0 $G_{kj, inf}$	1,0 A_{ek} of 1,0 A_{Ed}		$\psi_{2,i} Q_{k,i}$ ($i > 1$)

a: uitsluitend voor wind op de hoofddraagconstructie; voor overige gevallen $\psi_{2,1}$.

De partiele veiligheidsfactoren voor de berekening van vervormingen bedragen conform NEN-EN 1990 - Tabel A1.3 rekening houdend met de uitgangspunten in hoofdstuk 1.3: $\gamma_g = 1,0$ voor blijvende belastingen (gewichten staalconstructies, glasplaten en funderingsconstructies) en $\gamma_f = 1,0$ voor overheersende veranderlijke belasting (in dit geval windbelasting).

3.2 TOELAATBARE DOORBUIGING GLASCONSTRUCTIES

De doorbuiging $U_{\max}$ van enkel glas en van gelaagd glas moet ter plaatse van de zijden voldoen aan de vergelijking:

$$U_{\max} < L_z / 100 \text{ (zie art 9.2 van NEN 2608).}$$

Hierin is L_z de lengte van de grootste glaszijde.

De doorbuiging $U_{\text{diagonaal}}$ in het midden van de ruit moet voldoen aan de vergelijking:

$$U_{\text{diagonaal}} < L_{\text{diagonaal}} / 65 < 50 \text{ mm (zie art 9.3 van NEN 2608).}$$

Hierin is $L_{\text{diagonaal}}$ de diagonale lengte van de glasplaat.

HOOFDSTUK 4 AAN TE LEVEREN BEREKENINGEN

4.1 BOVENBOUW

- Berekening staalconstructie.
- Berekening glasplaat dikte overeenkomstig NEN 2608.
- Bevestigingsdetails (glasplaat aan kolommen, momentvaste verbindingen, verbindingen staalframe onderling met doorsteekbouten/zelftappers o.g.) een en ander volgens berekening leverancier: opgave van de capaciteit van de ankers met bijbehorende optredende krachten.

4.2 FUNDATIE

- Geotechnisch onderzoek (sondeer rapport).
- Fundatieprincipe.
- Berekening fundatie op belastingen uit bovenbouw, kantelweerstand + wapening berekeningen.
- Anker- en voetplaatberekening.
Een en ander volgens berekening leverancier: opgave van de capaciteit van de ankers met bijbehorende optredende krachten.
- Schetsmatige uitwerking van de fundatie, opgave betonkwaliteit, milieuklasse, wapening.
- De fundering moet vorstvrij worden aangelegd.

Opvriezen

Opvriezen is een risico bij een hoge grondwaterstand en een lange vorstperiode, tenminste 2 weken strenge vorst. Er dient drainage aangelegd te worden onder de betonvloer zodat water afgevoerd kan worden wat de kans op opvriezen minimaliseert.