

TNO-rapport

2006-D-R0208

Voorstel voor hoofdstuk 4 van de GCW

Datum	29 maart 2006
Auteur(s)	Dr.ir. C.P.W. Geurts Ir. C.A. van Bentum
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	8
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat, dienst DWW
Projectnaam	T-Top
Projectnummer	

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Voorgestelde wijzigingen.....	4
2.1	Wijziging artikel 4.1.2	4
2.2	Toevoegen artikel 4.1.3	4
2.3	Overwegingen over artikel 4.1.4.....	7
2.4	Toevoegen artikel 4.1.5	7

1 Inleiding

Naar aanleiding van een door TNO uitgevoerd windtunnelonderzoek naar de windbelasting op geluidsschermen, wordt hier een voorstel voor wijziging van de GCW, voor wat betreft de windbelasting, geformuleerd. Dit voorstel is vastgesteld door de volgende commissie:

Ir. L.E.M. van Ooststroom, projectleider RWS-DWW
Ing. C.M.N. van de Sanden, RWS Bouwdienst
Ir. L.D. Molenbroek, Adviesbureau Wagemaker B.V.
Ir. L.J. Oostlander, Delta Marine Consultants bv
Ing. A.L.J. Timmermans PMSE, B.V. Ingenieursbureau M.U.C.

Dr.ir. C.P.W. Geurts, TNO Bouw en Ondergrond, rapporteur
Ir. C.A. van Bentum, TNO Bouw en Ondergrond

Het voorstel is gebaseerd op de resultaten van het windtunnelonderzoek. Deze resultaten zijn uitvoerig gerapporteerd in TNO rapport 2006-D-R0010, d.d. 21 maart 2006.

Bij de verwerking van die resultaten naar ontwerpregels, zoals voorgesteld in hoofdstuk 2, is ervoor gekozen veilige waarden te gebruiken, die zoveel mogelijk situaties afdekken. In het bijzonder zijn de volgende vereenvoudigingen gemaakt:

- De vormfactoren op de schermen zijn in eerste instantie gebaseerd op de huidige waarden in EN-1991-1-4:2004. De waarden voor de zones A, C en D zijn derhalve niet veranderd. De waarde voor zone B is hoger dan in EN-1991-1-4:2004. Dit blijkt ook gevonden te worden in andere, in het buitenland uitgevoerde, onderzoeken. De waarden voor zones A,C en D komen hierdoor lager uit dan in de GCW-2001 en voor zone B is de waarde gelijk gebleven.
- De vormfactoren op de T-toppen dekken T-toppen af, die horizontaal en hellend onder een hoek van maximaal 10 graden zijn aangebracht. Tevens wordt geen onderscheid gemaakt voor T-toppen op een hellend of verticaal scherm.

De wijzigingen in de GCW betreffen onderdeel 4.1 'Windbelasting'. De opbouw is als volgt:

4.1.1: Uitgangspunten

Overnemen artikel 4.1.1 GCW-2001.

4.1.2: Bepaling van de windbelasting

Artikel uit GCW-2001 vervangen door paragraaf 2.1 van dit rapport.

4.1.3: Bepaling van de windvormfactoren

Nieuw artikel, overnemen uit paragraaf 2.2 van dit rapport.

4.1.4: Hogere of bijzonder trillinggevoelige constructies

Overnemen artikel 4.1.3 GCW-2001, zie ook paragraaf 2.3 van dit rapport.

4.1.5: Beëindigingen en overgangen

Nieuw artikel, overnemen uit paragraaf 2.4 van dit rapport.

Hiermee komt artikel 4.1.4 'Beëindigingen' uit de GCW-2001 te vervallen (dit is in de nieuwe opbouw onderdeel van artikel 4.1.3).

2 Voorgestelde wijzigingen

2.1 Wijziging artikel 4.1.2

Artikel 4.1.2 wordt vervangen door de volgende tekst:

4.1.2: Bepaling van de windbelasting

De grootte van de windbelasting moet worden bepaald volgens NEN 6702:2001, artikel 8.6.1.3:

$$p_{\text{rep}} = C_{\text{dim}} \cdot C_{\text{index}} \cdot C_{\text{eq}} \cdot \phi_1 \cdot p_w$$

Waarin:

p_{rep} is de windbelasting, in kN/m^2 ;

C_{dim} is een factor die de afmetingen van een bouwwerk in rekening brengt. Voor geluidbepalende constructies geldt $C_{\text{dim}} = 1$;

C_{index} zijn de windvormfactoren. Deze worden gegeven in 4.1.3;

C_{eq} is een drukvereffeningsfactor, voor geluidbepalende constructies geldt $C_{\text{eq}} = 1$;

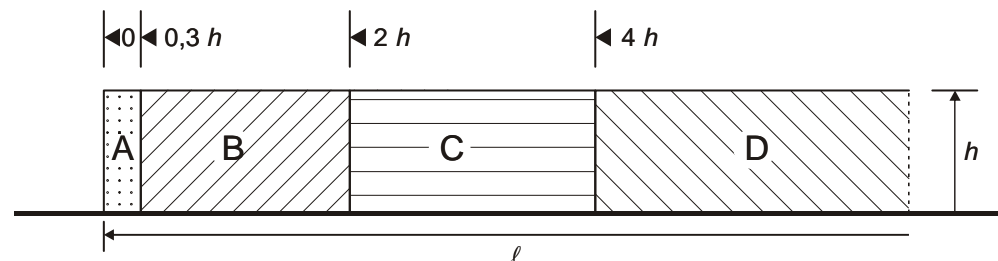
ϕ_1 is de vergrotingsfactor die de dynamische invloed van wind in de windrichting op het bouwwerk in rekening brengt. Deze wordt nader gespecificeerd in 4.1.4;

p_w is de extreme waarde van de stuwdruk te bepalen volgens NEN 6702:2001, artikel 8.6.2, in kN/m^2 .

2.2 Toevoegen artikel 4.1.3

4.1.3: Bepaling van de windvormfactoren.

Voor de bepaling van de windvormfactor wordt het geluidsscherm verdeeld in een aantal zones, conform EN-1991-1-4:2004 (zie figuur 1). De zones A, B en C komen aan beide einden van het geluidsscherm voor, met zone A het dichtst bij de rand gelegen. Zone D is de 'middenzone' en betreft bij een geluidsscherm verreweg de grootste lengte van het scherm.



Figuur 1 – Zone-indeling

Voor verticale geluidsschermen, voor geluidsschermen die onder een hoek met de verticaal zijn geplaatst, beiden al dan niet voorzien met een T-top gelden de volgende waarden van de netto vormfactor op het geluidsscherm zelf per zone:

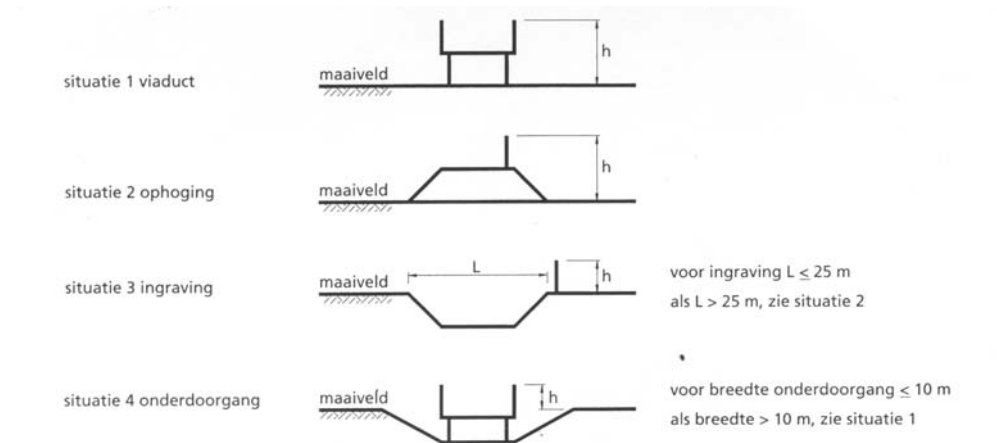
Scherm -zone	Netto vormfactor verticaal scherm, of hellend, met wind mee hellend	Toeslagen op netto vormfactor scherm			Vormfactoren T-top, zie tabel 2
		hellend scherm, naar de wind hellend, $\alpha = 10$ graden	hellend scherm, naar de wind hellend, $\alpha = 20$ graden	scherm, toepassing T-top	
A	3,4	0,1	0,2	0,1	
B	2,8				
C	1,7				
D	1,2				

Tabel 1: Waarden voor netto vormfactoren op de schermen¹

Voorwaarden voor toepassing van deze tabel zijn:

- De vormfactoren in tabel 1 zijn netto waarden. Dit betekent dat de vormfactor de combinatie van de overdruk aan de windopwaartse kant en de onderdruk aan de windafwaartse kant in rekening brengt;
- De waarde voor de vormfactor voor een hellend scherm en/of voorzien van een T-top wordt bepaald door bij de waarde van een verticaal scherm de relevante toeslagen op te tellen;
- Een verticaal scherm is gedefinieerd als een scherm met een maximale hoek ten opzicht van de verticaal van 5 graden;
- Voor hellingshoeken tussen 5 en 10 graden, en voor hellingshoeken tussen 10 en 20 graden, mag rechtlijnig worden geïnterpoleerd;
- Voor schermen onder een hoek van meer dan 20 graden is deze tabel niet van toepassing. Hiervoor dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd;
- De breedte van de T-top is maximaal 2 meter, waarvan de uitkragingen aan beide zijden dus maximaal 1 meter bedragen;
- Deze vormfactoren zijn van toepassing voor zowel onbegroeide als begroeide schermen, mits de begroeiing niet boven het scherm uit komt. Indien de begroeiing wel boven het scherm uitkomt dient gerekend te worden met een hoger scherm. Dit betekent het aanhouden van een hogere referentiehoogte. Dit kan betekenen dat de stuwdruk hoger wordt;
- Bij toepassing van schermen op viaducten of bruggen gelden dezelfde netto vormfactoren. Voor de referentiehoogte dient de hoogte ten opzichte van maaiveld onder viaduct of brug te worden aangehouden (zie figuur 2);
- Bij toepassing van een T-top dient aanvullend rekening gehouden te worden met de vormfactoren op de T-top zelf. Deze worden ontleend aan figuur 3.

¹ De waarden in tabel 1 en tabel 2 zijn gebaseerd op windtunnelonderzoek aan geluidsschermen in opdracht van RWS-DWW. De resultaten zijn gerapporteerd in TNO rapport 2006-D-R0010, d.d. 21 maart 2006.



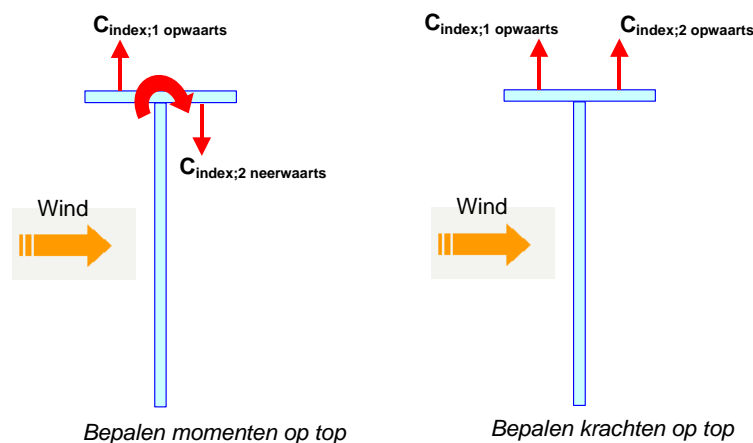
Figuur 2 – Bepaling referentiehoogte h ten opzichte van omringend maaiveld volgens TNO-Bouw rapport B-90-483, achtergronden van de windbelasting volgens NEN6702, bijlage A

Voor de windbelasting op de T-top zijn verschillende netto vormfactoren van toepassing voor de windopwaartse en windafwaartse helft van de T-top. Dit zijn de netto vormfactoren $C_{index;1}$ voor de windopwaartse helft en $C_{index;2}$ voor de windafwaartse helft. De waarden voor $C_{index;1}$ en $C_{index;2}$ zijn gegeven in tabel 2.

Zone scherm	$C_{index;1}$	$C_{index;2}$	
	opwaarts	opwaarts	neerwaarts
A	-3,0	-2,4	0,8
B	-2,2	-1,6	0,4
C	-1,8	-1,2	0,2
D	-1,6	-1,0	0,1

Tabel 2: Waarden voor de netto vormfactoren op de T-top

Voor de controle van de maximale opwaartse kracht moet $C_{index;1}$ opwaarts tezamen met de waarde voor $C_{index;2}$ opwaarts worden toegepast. Bij toetsing van het moment is $C_{index;1}$ opwaarts samen met $C_{index;2}$ neerwaarts van toepassing.



Figuur 3 – Toepassing van $C_{index;1}$ en $C_{index;2}$ op de T-top

Het aangrijpingspunt van de resulterende krachten per halve T-top is in het midden van de betreffende helft.

2.3 Overwegingen over artikel 4.1.4

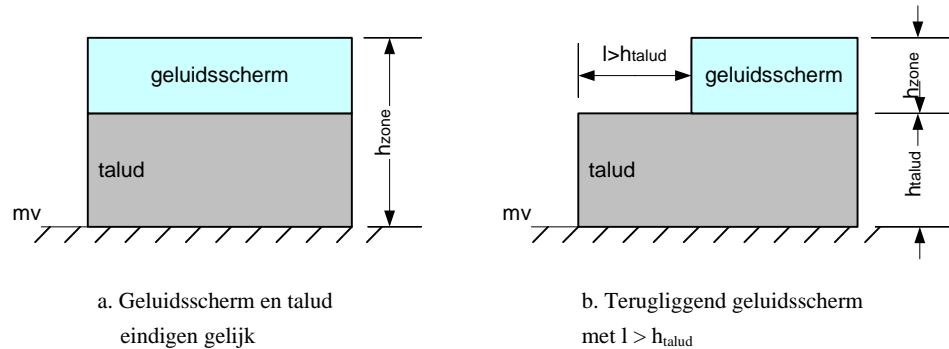
Artikel 4.1.4 was niet het doel van de opdracht aan TNO. Wel worden hier voorgesteld om dit artikel bij de wijziging van de GCW aan te passen en geschikt te maken voor aansluiting bij de huidige en toekomstige regelgeving op het gebied van de windbelastingen.

Het voorbeeld in de GCW moet in elk geval worden aangepast: $C_{index} = 1,6$ wordt $C_{index} = 1,2$.

2.4 Toevoegen artikel 4.1.5

4.1.5: Beëindigingen en overgangen

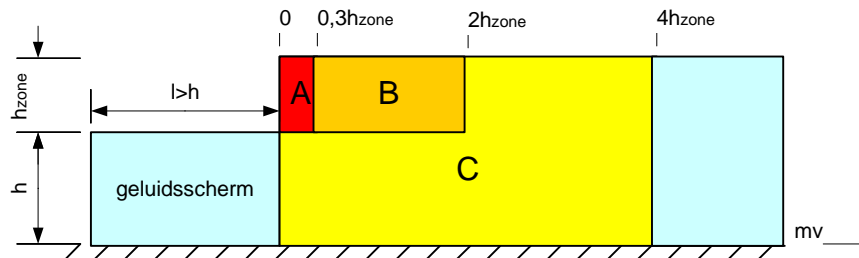
De afmetingen van de zones voor de schermbeëindigingen worden bepaald aan de hand van de werkelijke hoogte van het geluidsscherm en, indien van toepassing, de positie op het talud. De volgende situaties kunnen worden onderscheiden (zie figuur 4):



Figuur 4 - Hoogte voor bepalen zones bij schermeinden

Als het geluidsscherm gelijk eindigt met het talud dan moet de totale hoogte van talud en geluidsscherm in rekening worden gebracht bij het bepalen van de zones. Indien het geluidsscherm terugligt en het horizontale vrije gedeelte groter is dan de hoogte van het talud, dan hoeft alleen gerekend te worden met de hoogte van het geluidsscherm.

De afmetingen van de zones A, B en C bij sprongen in de schermhoogtes worden gebaseerd op het hoogteverschil ter plaatse van de sprong (zie figuur 5):



Figuur 5 - Zones bij sprongen in schermhoogte

Als de horizontale afmeting l tussen schermeinde en de sprong korter is dan de gereduceerde hoogte van het scherm h dan dient met de totale hoogte, $h+h_{zone}$, rekening gehouden te worden voor de zones. De hoogte van zones A en B ter plaatse van de sprong is gelijk aan de hoogte van de sprong. Zone C loopt over de gehele hoogte van het scherm door, zoals in figuur 5 is aangegeven.

- Indien het einde van het scherm afloopt volgens een helling die kleiner is dan $h/l = 1/4$, dan behoeven geen randzones A en B te worden aangehouden.
- Bij stapsgewijs aflopen van het scherm aan de uiteinden, moeten de principes van figuur 5 worden gehanteerd.