



FEDERATIE
ALUMINIUM
CONSTRUCTEURS

www.fac-belgium.eu

**Basiscursus
Geveltechniek
2026**

**Eurocode
Basisopleiding**

Algemene inleiding Lastenbepaling volgens Eurocode



Algemene Inleiding

Tijdslijn

- 1971 Initiatief tot Eurocodes
- 1976 Start ontwikkeling Eurocodes
- 1980 Internationale enquête
- 1989 Richtlijn bouwproducten
- 1990 Overgang Eurocodes naar CEN
- 2006 Officiële publicatie EN Eurocodes (parallel gebruik)
- 2010 Start terugtrekking nationale richtlijnen
- 2012 Einde parallel gebruik

Algemene inleiding

Landen waarin de Eurocodes worden geïmplementeerd:

Oostenrijk, België, Cyprus, Tsjechië, Denemarken, Estland, Finland, Frankrijk, Duitsland, Griekenland, Hongarije, IJsland, Ierland, Italië, Letland, Litouwen, Luxemburg, Malta, Nederland, Noorwegen, Polen, Portugal, Slovenië, Slowakije, Spanje, Zweden, Zwitserland, UK





Algemene inleiding

Doel van de Eurocodes

- Creëren van gemeenschappelijke basis voor het ontwerpen en uitvoeren van gebouwen en civieltechnische constructies
- Maken van een raamwerk voor de harmonisering van technische specificaties voor bouwproducten
- Verwijderen van hindernissen die voortkomen uit verschillen in nationale constructiepraktijken en hiermee het mogelijk maken van een gezamenlijke markt.
- Verbeteren van de concurrentiepositie van de Europese industrie



Algemene Inleiding

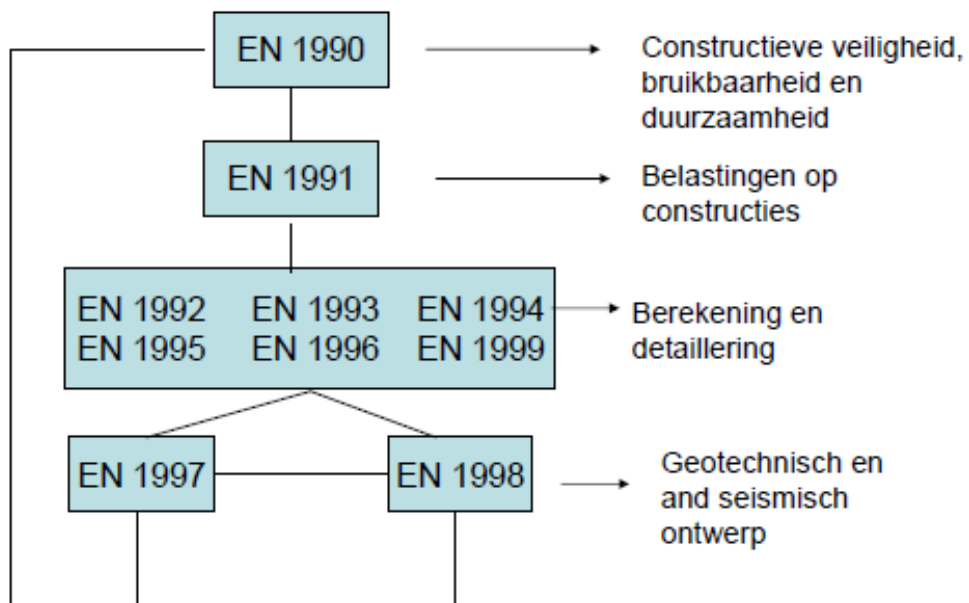
Opbouw Eurocodes

- Eén Eurocode EN ontwikkeld voor alle landen gepubliceerd in Duits, Engels en Frans.
- Per lidstaat is de EN “exact” vertaald (nationale norm NBN-EN...)
- Per lidstaat een nationale bijlage /NB. De nationale norm die de EN implementeert moet een nationale bijlage hebben met een opsomming van toegelaten nationale keuzen voor:
 - Locale verschillen (klimaat, geografie)
 - Nationaal gekozen veiligheidsfactoren en duurzaamheidseisen
 - Economische aspecten (verlies marktpositie onacceptabel)
 - Onverenigbare inzichten tussen landen

!!Een buitenlandse EN is niet zonder meer te gebruiken!!

Algemene Inleiding

Relaties tussen de delen van de Eurocodes





Algemene Inleiding

Structuur Europese normen voor constructies

Nr	Onderwerp	Aantal delen	Code
EC-0	Grondslagen ontwerp	1	EN 1990
EC 1	Belastingen	10	EN 1991
EC 2	Betonconstructies	4	EN 1992
EC 3	Staalconstructies	14	EN 1993
EC 4	Staal-beton constructies	4	EN 1994
EC 5	Houtconstructies	3	EN 1995
EC 6	Constructies uit metselwerk	5	EN 1996
EC 7	Grondmechanica	3	EN 1997
EC 8	Aardbevingsresistente constr.	6	EN 1998
EC 9	Aluminium constructies	3	EN 1999



Algemene Inleiding

Eurocode 1: Belastingen op constructies

- EN1991-1.1 Volumegewicht, eigen gewicht en opgelegde belastingen
- EN1991-1.2 Belasting op constructies en belastingen
- EN1991-1.3 Sneeuw belasting
- EN1991-1.4 Windbelasting
- EN1991-1.5 Temperatuur belastingen
- EN1991-1.6 Belasting tijdens de uitvoering
- EN1991-1.7 Incidentele belasting door impact en explosies
- EN1991-2 Verkeersbelasting op bruggen
- EN1991-3 Belasting door kranen en machines
- EN1991-4 Belasting in silos and tanks



Algemene Inleiding

Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies

EN1993-1.1 Algemene regels

EN1993-1.2 Constructies onder brandbelasting

EN1993-1.3 Koudvervormde dunwandige elementen en bekledingen

EN1993-1.4 Constructies in roestvrij staal

EN1993-1.5 Sterkte en stabiliteit van in het vlak belaste platen zonder dwarsbelasting

EN1993-1.6 Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies

EN1993-1.7 Sterkte van vlakke plaatconstructies belast in dwarsrichting

EN1993-1.8 Ontwerp en berekening van voegen

EN1993-1.9 Vermoeiingsbelasting

EN1993-1.10 Bepaling breukenergie



Algemene Inleiding

Eurocode 9: Ontwerp van aluminium constructies

EN1999-1 Algemene regels

EN1999-2 Brand

EN1999-3 Constructies gevoelig voor vermoeiing

Begrippen (NBN EN 1990)

Eurocode Basisopleiding



Begrippen

Grenstoestanden

Eurocode maakt een onderscheid tussen twee grenstoestanden waaraan voldaan moet worden:

UGT (Uiterste grenstoestanden):

Deze betreffen de veiligheid van personen en/of de veiligheid van de constructie (breuk, instorting, verlies van evenwicht, transformatie naar een mechanisme, breuk door vermoeiing,...

GGT (Gebruiksgrenstoestanden):

Deze betreffen de goede werking van de constructie of de constructie-elementen, het comfort van de personen en het uitzicht van de constructie (scheurvorming, overmatige vervorming, trillingen, beschadigingen die het gebruik beïnvloeden ...).



Begrippen

Belastingen

- geheel van krachten (lasten) die aangrijpen op de constructie (rechtstreekse belastingen)
- geheel van opgelegde vervormingen of versnellingen die het resultaat kunnen zijn van temperatuurschommelingen, wijzigingen van de vochtigheidsgraad, differentiële zettingen of aardbevingen (onrechtstreekse belastingen)
- Naargelang van haar variatie in de tijd kan een belasting blijvend (permanent), veranderlijk (variabel) of toevallig (accidenteel) zijn.



Begrippen

Belastingen

Blijvende (permanente) belasting (G):

Belasting die met grote waarschijnlijkheid zal aanhouden gedurende de totale gegeven referentieduur en waarvan de variatie in de tijd verwaarloosbaar is of waarvan de variatie altijd in dezelfde zin (monotoon) plaatsvindt tot het bereiken van een grenswaarde.

Veranderlijke (variabele) belasting (Q):

Belasting waarvan de variatie in de tijd noch verwaarloosbaar noch monotoon is.

Toevallige (accidentele) belasting (A):

Belasting van beduidende omvang die gewoonlijk van korte duur is en die gedurende de verhoopte levensduur naar alle waarschijnlijkheid niet zal aangrijpen op de constructie.



Begrippen

Rekenwaarde van een belasting of een belastingscombinatie ($F_d(x)$)

Waarde die verkregen wordt door de representatieve waarde te vermenigvuldigen met de coëfficiënt of de partiële coëfficiënten voor één of meerdere belastingen.

We onderscheiden:

-partiële coëfficiënten die rekening houdt met onzekerheden op het rekenmodel en met dimensionale schommelingen (γ)

-combinatiecoëfficiënten (ψ)
voor het belastingscombinatie

De γ en ψ waarden worden land per land bepaald en zijn opgenomen in de nationale bijlagen



Begrippen

Partiële coëfficiënten

- γ_G : partiële coëfficiënt voor blijvende (permanente) belastingen
- $\gamma_{G,inf}$: partiële coëfficiënt voor blijvende (permanente) belastingen wanneer de blijvende belasting een gunstig effect heeft.
- $\gamma_{G,sup}$: partiële coëfficiënt voor blijvende (permanente) belastingen, wanneer de blijvende belasting een ongunstig effect heeft.
- γ_Q : Partiële coëfficiënt voor de veranderlijke (variabele) belastingen
- γ_M : Partiële coëfficiënt voor een materiaaleigenschap

Begrippen

Partiële coëfficiënten

6.1.3 Partiële veiligheidsfactoren

(1) OPMERKING 1

De aanbevolen waarden $\gamma_{M1} = 1,10$

Toepassingsgebied van de Eurocodes				
Karakteristieke weerstand van de materialen ⁽¹⁾	Karakt. waarde [N/mm ²]	Rekenwaarde [N/mm ²]	Partiële en wijzigingscoëfficiënten	Verformingsmodulus en verformingscoëfficiënt [N/mm ²]
Aluminium (NBN EN 755)	X_k	X_d	γ_M ⁽²⁾	$E_0 = 70\ 000$
Legering EN AW 6060 T5 - e < 5 mm - $R_{p0,2} =$	120	120	1,0	
Legering EN AW 6060 T66 - e < 3 mm - $R_{p0,2} =$	160	160	1,0	
Legering EN AW 6063 T5 - e < 3 mm - $R_{p0,2} =$	130	130	1,0	
Legering EN AW 6063 T66 - e < 10 mm - $R_{p0,2} =$	200	200	1,0	
Staal (waarden voor profielen)	X_k	X_d	γ_M ⁽³⁾	$E_0 = 210\ 000$
NBN EN 10327				
Versteving van PVC-profielen	-	-	1,0	
Gegalvaniseerd staal DX 51D				
NBN EN 10025-2				
S235 - e ≤ 16 mm - $R_{eH} =$	235	235	1,0	
S355 - e ≤ 16 mm - $R_{eH} =$	355	355	1,0	
NBN EN 10088-2 (roestvrij staal)				
X5CrNi 8-10 - 1.4301 - e < 8 mm $R_{p0,2} =$	230	230	1,0	
X5CrNi 8-10 - 1.4301 - e < 75 mm $R_{p0,2} =$	210	210	1,0	



Begrippen

Combinatiecoëfficiënten

- ψ_0 Coëfficiënt die de combinatiewaarde voor een variabele belasting definieert. Wordt gebruikt in UGT (bv borstweringsfunctie en wind)
- ψ_1 : Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen. Definieert de frequente waarde voor een variabele belasting. Wordt gebruikt in GGT (bv wind)
- ψ_2 : Coëfficiënt die de quasi-blijvende waarde voor een veranderlijke belasting definieert : Definieert de frequente waarde en combinatiewaarde voor een variabele belasting. Wordt gebruikt in GGT (bv borstweringsfunctie (ψ_1) en wind(ψ_2))

Begrippen

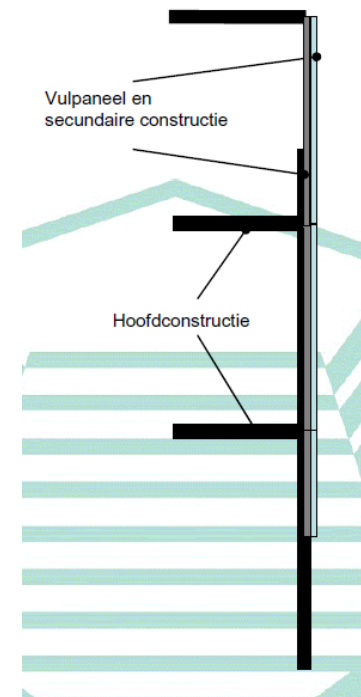
Constructies

De eurocode maakt onderscheid tussen verschillende constructies:

- Hoofdconstructie
- Verankeringen van de secundaire constructie
- Secundaire constructie
- Verlijming van het SGG (2) en verankering van de vulelementen
- Vulelementen

Op de verschillende constructies worden andere coëfficiënten toegepast

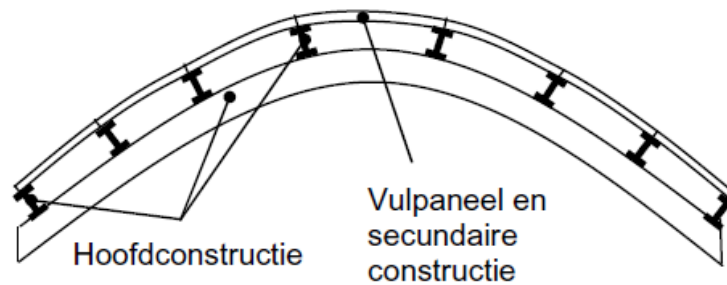
CC1 to CC3 (consequence classes)



Begrippen

De hoofdconstructie

Elementen die 'structureel' zijn en waarvan het falen de globale stabiliteit van het gebouw in het gedrang kan brengen.





Begrippen

Secundaire constructies

Gordijngevels, schrijnwerkgehelen en vensterramen vormen secundaire constructies. Het falen heeft enkel invloed op de vulelementen of de niet-structurele elementen die door de constructie gedragen worden.



Begrippen

Vulelementen

Het betreft elementen die in de constructie worden geplaatst om het gebouw af te sluiten. Zij moeten wel zodanig gedimensioneerd worden dat zij de belastingen aan de hoofdconstructie kunnen doorgeven via de secundaire constructie.



Begrippen

Controle van de grenstoestanden vensters en dakvensters

De weerstandsprofielen van vensters worden normaalgesproken enkel berekend in de gebruiksgrenstoestand (GGT) (doorbuigingscontrole)

Wanneer het buitenschrijnwerkelement een oppervlakte van meer dan 10 m² heeft, moeten de profielen (de stijlen, de dwarsregels en de verbindingsprofielen), waarvan de vrije afstand tussen de steunpunten meer dan 2,20 m bedraagt, voor de berekening als lichte constructies beschouwd worden.



Begrippen

Controle van de grenstoestanden lichte constructies : gordijngevels en glazen daken

Deze constructies worden berekend in de gebruiksgrenstoestand (GGT) (doorbuigingscontrole) en in de uiterste grenstoestand (UGT) (spanningscontrole).

Controle van de grenstoestanden voor vulelementen

Deze constructies worden berekend in de gebruiksgrenstoestand (GGT) (doorbuigingscontrole) en in de uiterste grenstoestand (UGT) (spanningscontrole).



Begrippen

Controle van de grenstoestanden voor verandaconstructies

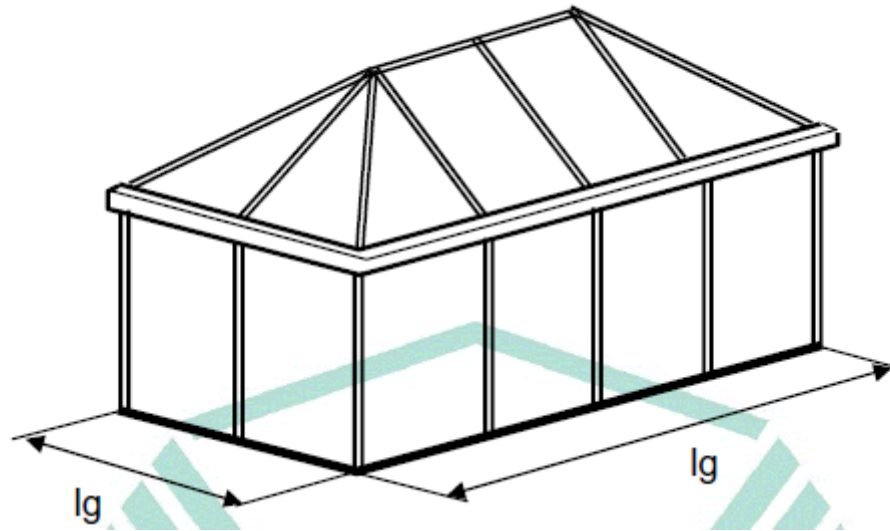
Men kan verschillende soorten veranda's onderscheiden naargelang van hun verbinding met de gebouwstructuur en hun vloeroppervlakte.

- Autonome constructies
- Constructies die door één zijde van het gebouw gestabiliseerd worden
- Constructies die door minstens twee zijden van het gebouw gestabiliseerd worden



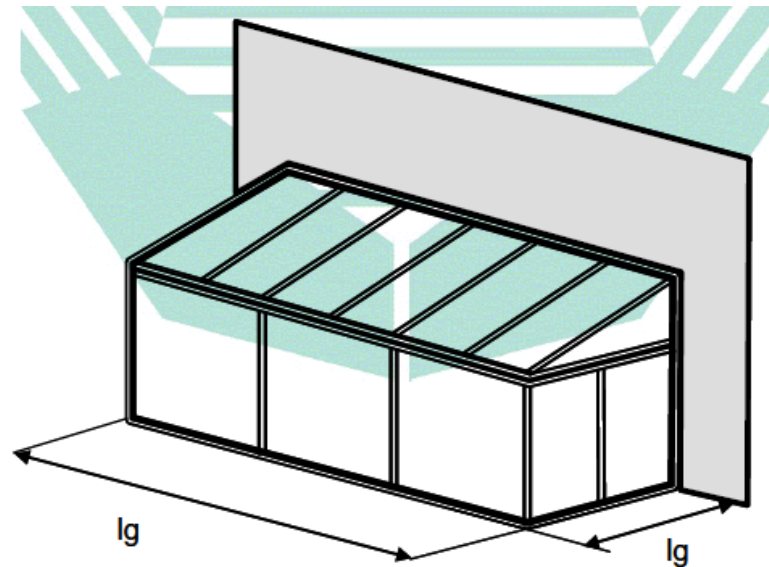
Begrippen

Autonome constructies



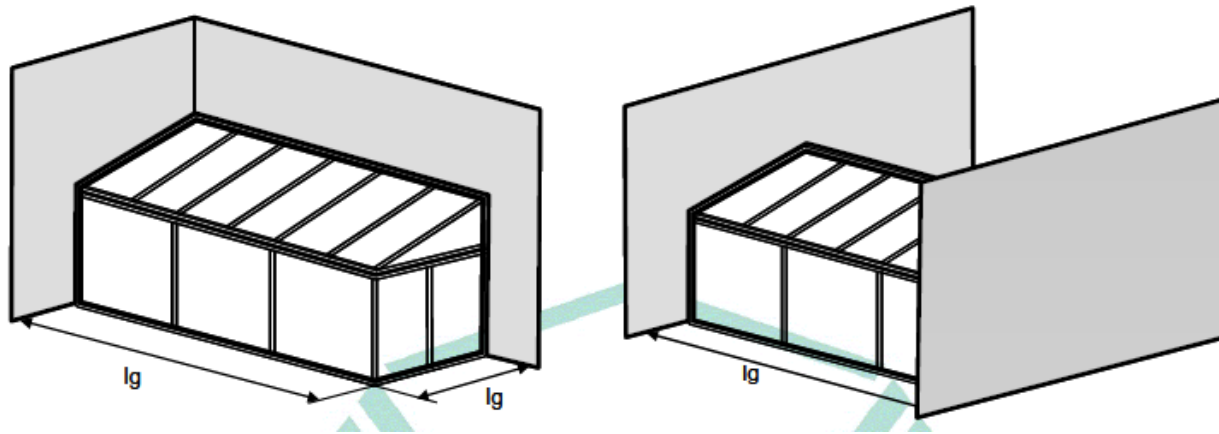
Begrippen

Constructies die door één zijde van het gebouw gestabiliseerd worden



Begrippen

Constructies die door minstens twee zijden van het gebouw gestabiliseerd worden



Begrippen

Verandacategorieën voor de structurele berekening

Men kan verschillende soorten veranda's onderscheiden naargelang van hun verbinding met de gebouwstructuur en hun vloeroppervlakte.

Verandacategoriën	Vloer- oppervlakte $\leq 9 \text{ m}^2$	Vloeroppervlakte $9 < S \leq 30 \text{ m}^2$		Vloeroppervlakte $> 30 \text{ m}^2$	
		Gevels tegen de wind (lg $\leq 4 \text{ m}$)	≥ 1 gevel tegen de wind (lg $> 4 \text{ m}$)	Gevels tegen de wind (lg. $\leq 4 \text{ m}$)	≥ 1 gevel tegen de wind (lg $> 4 \text{ m}$)
		Autonome constructies	2	2	3
Gestabiliseerd door één zijde	1	1	2	–	3
Gestabiliseerd door twee of meer aangrenzende zijden	1	1	2	2	3
Gestabiliseerd door twee tegenover elkaar liggende zijden	1	2	3	3	3



Begrippen

Verandacategorieën voor de structurele berekening

De verandaconstructies van categorie 1 worden berekend als secundaire vensterconstructies.

De verandaconstructies van categorie 2 worden berekend als secundaire gordijngewelconstructies. De gevel en het dak van de veranda worden bijgevolg zowel berekend in de gebruiksgrenstoestand als in de uiterste grenstoestand

De verandaconstructies van categorie 3 worden berekend als hoofdconstructies. De gevel en het dak van de veranda worden bijgevolg zowel berekend in de gebruiksgrenstoestand als in de uiterste grenstoestand



Begrippen

Criteria voor de grenstoestanden

De schrijnwerkelementen worden getoetst aan de volgende criteria

- eigen gewicht
- sneeuw
- wind
- borstweringsfunctie

Daarnaast dienen de profielen zodanig gedimensioneerd te worden dat:

- de bediening van de opengaande delen niet wordt verhinderd
- de normale bediening van de opengaande delen geen ongewenste trillingen of vervormingen met zich meebrengt
- dat de vulelementen niet beschadigd raken.

Eigengewicht (uit NBN EN 1991-1-1)

Eurocode Basisopleiding



Eigengewicht

Eigengewicht g_k

De som van de elementen die een druk uitoefenen op het te berekenen element

$$g_k = \sum_i \rho_i V_i$$

ρ_i = het volumieke gewicht van het element i

V_i = het volume van het element i .

Deze belasting kan zowel een puntlast als een lineaire belasting zijn.

Eigengewicht

Volumieke massa van materialen ρ

Materialen	Volumieke massa ρ [kg/m ³]
Staal	7800
Aluminium	2700
Hout (NBN EN 338) (gemiddelde waarden)	
Sterkteklasse	
C14	350
C16	370
C18	380
C22	410
C24	420
C27	450
C30	460
C35	480
C40	500
C50	550
D30	640
D40	700
D60	840
Kunststoffen	
Acrylplaten	1200
Polystyreen (geëxpandeerd of in korrels)	25
PVC	700
Schuimislatieplaten	30-40
Vensterglas	2500
Houten platen	
Multiplex	
ruw multiplex (naaldhout en berk)	600
gelamineerde plaat en meubelplaat met staaftjesbinnenlaag	400
Spaanplaten	800
Cementgebonden spaanplaten	1200
Vezelplaten voor gebouwen	
hardboard	1000
medium hardboard	800
isolatieplaten (met vezels)	400



Eigengewicht

Ontbinding van de belastingen

Het eigengewicht g_k is een verticale blijvende (permanente) belasting. Deze wordt uitgedrukt in N/m^2 (Pa), in N/strekkende meter of in N, en kan ontbonden worden in :

een component loodrecht op de constructie $g_k^\perp = g_k \cdot \cos(\theta)$

een evenwijdige component $g_k^// = g_k \cdot \sin(\theta)$

Eigengewicht

Rekenwaarden voor het eigengewicht

Parameters	Hoofdconstructie (veranda's, categorie 3)	Verankering van de secundaire constructie	Secundaire constructie	
Partiële coëfficiënt voor het eigengewicht γ_G	1,35	1,20	1,15	
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) : $F_d(g_k) = g_k$	Zie Eurocodes en normen	$F_d(g_k) = g_k$ ⁽¹⁾	$F_d(g_k) = g_k$	
Uiterste grenstoestanden (UGT) : $F_d(g_k) = g_k \gamma_G$		$F_d(g_k) = 1,20 g_k$	$F_d(g_k) = 1,15 \cdot g_k$	
Criteria voor de grenstoestanden			Vensters en veranda's (categorie 1)	Gordijngevels en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen	⁽²⁾	Vervorming ⁽³⁾	
			$y \leq L/500$ of ≤ 3 mm	$y \leq L/500$ of ≤ 3 mm
Uiterste grenstoestanden (UGT)	$E_d(g_k) \leq X_d / \gamma_m$	$E_d(g_k) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾	Geen controle	$E_d(g_k) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾

Eigengewicht

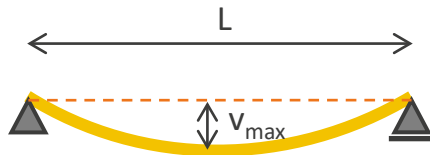
Rekenwaarden voor het eigengewicht

Parameters	Verlijming van het SGG en bevestiging van de vulelementen	Vulelementen
Partiële coëfficiënt voor het eigengewicht γ_G	1,1	1,1
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht		
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT) : $F_d(g_k) = g_k$	–	– (°)
Uiterste grenstoelstanden (UGT) : $F_d(g_k) = g_k \gamma_G$	$F_d(g_k) = 1,1 g_k$ (°)	$F_d(g_k) = 1,1 g_k$
Criteria voor de grenstoelstanden		
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT)	–	–
Uiterste grenstoelstanden (UGT)	$E_d(g_k) \leq X_d / \gamma_m$ (°)	–

Eigengewicht

Weerstand tegen belasting (eigen gewicht)

De gevelconstructie dient zijn eigen gewicht – hoofdzakelijk glas – en alle elementen (zonweringen, reclames, enz..) die eraan gemonteerd zijn te dragen.



De doorbuiging van de regels, onder verticale belasting, mag nooit meer bedragen dan $L/500$ of 3mm

Eigengewicht

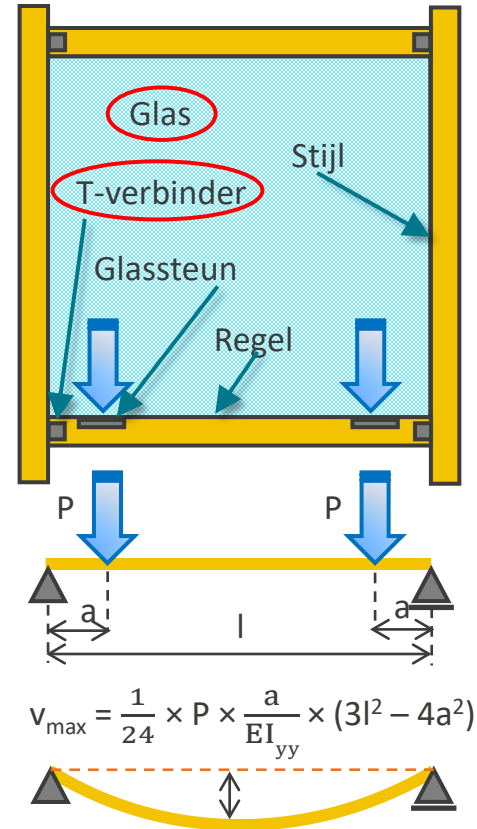
Eigengewicht op regels

P = de helft van het glasgewicht
Glas weegt 25 N (2,5 kg) per mm dikte / m^2

Voorbeeld: beglazing 44.2 / 16 / 5
afmetingen 1200 x 1800 mm
 $= (8 + 5) \times 2,5 \times 1,2 \times 1,8 = 70,2 \text{ kg}$

Glasdikte moet bepaald worden in functie van de ligging van het gebouw en de afmetingen van de ruit

De T-verbinders moeten ook voldoen aan de gewichtsbelastingen. (De gegevens hiervoor kunnen gevonden worden in de systeemcatalogus.)



Eigengewicht – TV 221

BREEDTE

De breedte van de steunblokjes moet ten minste gelijk zijn aan de dikte van de beglazing, zodat de beglazing over haar volle dikte wordt ondersteund (afb. 14).

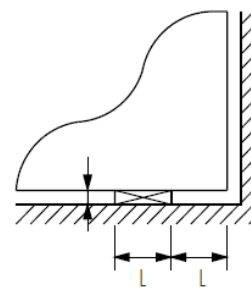
LENGTE

De vereiste lengte L van een steunblokje is afhankelijk van :

- ◆ het gewicht van de beglazing en van zijn transfer naar de sponningbodem
- ◆ de druksterkte van het blokje
- ◆ het aantal steunblokjes onder de onderrand van de beglazing, dat wil zeggen van het openingstype van het raam (zie afb. 11).

Deze lengte bedraagt steeds minimaal 50 mm en wordt zodanig berekend dat de reactiespanning ter hoogte van de blokjes niet groter is dan $1,5 \text{ N/mm}^2$.

De minimumafstand tussen de hoeken van het raam en de dichtstbijgelegen rand van het blokje moet gelijk zijn aan de lengte L van een steun- of stelblokje, om te grote krachten op de hoeken van de beglazing te vermijden (afb. 10).



Afb. 10 Plaats van de steunblokjes en afstand t.o.v. de hoeken van de beglazing.

Eigengewicht – TV 221

BEREKENING VAN DE LENGTE

De lengte van de steunblokjes wordt met de volgende formule berekend (prEN 12488 [9]) :

$$l = \frac{25 \cdot S}{n \cdot \sigma} \cdot \sin \alpha$$

waarin :

- ◆ l : de berekende lengte van het blokje (mm)
- ◆ 25 : het gewicht van glas, uitgedrukt in N per m^2 en mm dikte
- ◆ S : de oppervlakte van de ruit (m^2)
- ◆ n : het aantal steunblokjes onder de onder-rand van de beglazing ($n = 1$ of 2 naargelang het raamtype, afb. 11)
- ◆ α : de helling van de beglazing t.o.v. de horizontale (in het geval van een verticale beglazing $\alpha = 90^\circ$; $\sin \alpha = 1$)
- ◆ σ : de toelaatbare spanning van het blokje (N/mm^2), beperkt tot $1,5 N/mm^2$.

OPPERVLAKTE VAN DE BEGLAZING "S"	OPENDRAAIEND RAAM OF DRAAIKIPRAAM	ANDERE RAMEN
$\leq 1 m^2$	50	50
$1 m^2 < S \leq 2 m^2$	50	50
$2 m^2 < S \leq 4 m^2$	67	50
$4 m^2 < S \leq 8 m^2$	-	67
$8 m^2 < S \leq 12 m^2$	-	100
$12 m^2 < S \leq 16 m^2$	-	133
$16 m^2 < S \leq 20 m^2$	-	167

Standaard wordt met een lengte voor het glasblokje van 100 mm gerekend
 $\Rightarrow a = 1,5 \times 100 = 150 \text{ mm}$

Windbelasting (uit NBN EN 1991-1-4)



Windbelasting

Basiswindsnelheid v_b

De basiswindsnelheid is gedefinieerd als een functie van de windrichting en de tijd van het jaar op 10m hoogte bij terreincategorie II

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$$

$v_{b,0}$: referentiewindsnelheid

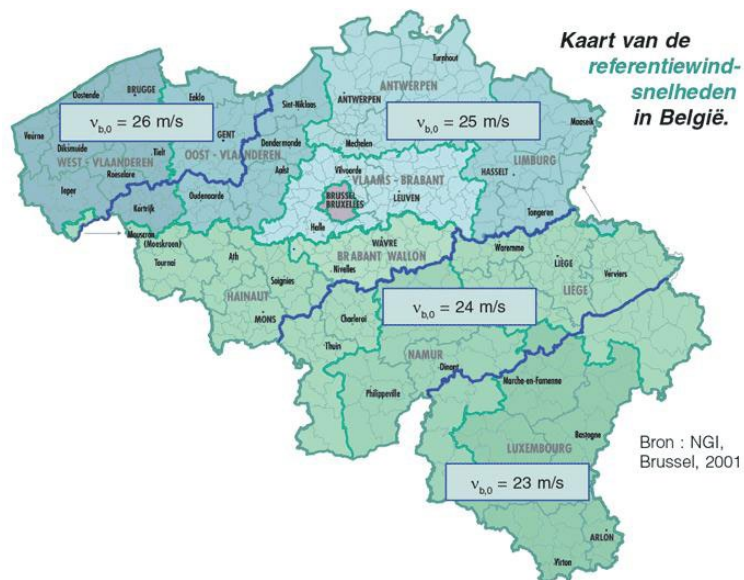
C_{dir} : windrichtingsfactor

C_{season} : Seizoensfactor De basiswindsnelheid is gedefinieerd als een functie van de windrichting en de tijd van het jaar

Windbelasting

Referentiewindsnelheid $v_{b,0}$

Voor de bepaling van de referentiewindsnelheid wordt België onderverdeeld in 4 verschillende zones.



Windbelasting

Windzones

Snelheid v_{ref} [m/s]	Provincie	Arrondissement	Steden - Gemeenten
23	Namen	Dinant	Uitsluitend Vresse-sur-Semois, Gedinne, Beauraing, Houyet, Rochefort, Bièvre
	Luxemburg	Virton, Aarlen, Neufchâteau, Bastenaken	Alle
		Marche-en-Famenne	Uitsluitend Marche-en-Famenne, Hotton, Erezee, Manhay, La-Roche-en-Ardenne, Tenneville, Nassogne, Rendeux
Luik	Verviers	Uitsluitend Burg-Reuland, Sankt-Vith, Amel, Bullingen, Butgenbach, Waimes, Malmédy, Stavelot, Stoumont, Liernex, Trois-Ponts	
24	Henegouwen	Thuin	Alle
		Charleroi	Uitsluitend Chapelle-lez-Herlaimont, Courcelles, Pont-à-Celles, Les-Bons-Villers, Fleurus, Farciennes, Aiseau-Prezles, Gerpennes, Charleroi, Montigny-le-Tilleul, Fontaine-l'Évêque
	Namen	Philippeville, Namen	Alle
	Luik	Dinant	Uitsluitend Hastière, Onhaye, Yvoir, Dinant, Ciney, Hamois, Havelange, Somme-Leuze
		Hoei, Waremme, Luik	Alle
	Verviers	Uitsluitend Plombières, Kelmis, Lontzen, Raeren, Eupen, Baelen, Jalhay, Spa, Theux, Pepinster, Olne, Herve, Aubel, Thimister-Clermont, Dison, Verviers, Um bourg, Welkenraedt	
Luxemburg	Marche-en-Famenne	Uitsluitend Durbuy	
25	Limburg	Tongeren	Uitsluitend Voeren
	West-Vlaanderen	Kortrijk	Alle
	Oost-Vlaanderen	Aalst, Dendermonde, Oudenaarde, Sint-Niklaas	Alle
	Antwerpen, Vlaams-Brabant, Waals-Brabant	Alle	Alle
	Limburg	Alle	Alle, uitgezonderd Voeren
	Henegouwen	Doornik, Ath, Soignies, Bergen	Alle
		Charleroi	Uitsluitend Seneffe en Manage
26	West-Vlaanderen	Veurne, Oostende, Brugge, Diksmuide, Ieper, Roeselaere, Tielt	Alle
	Henegouwen	Moeskroen	Alle
	Oost-Vlaanderen	Eeklo, Gent	Alle

Windbelasting

De windrichtingsfactor C_{dir}

De waarde van de windrichtingsfactor is afhankelijk van de richting waaruit de wind komt. Meestal wordt de windrichtingsfactor gelijk aan 1 genomen.

Richting waaruit de wind komt	0°	22,5°	37,75°	45°	56,25°	90°	120°	150°	180°	270°
	N					E			S	W
C_{dir}	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	0,85	0,90	0,95	1,00	1,00

Windbelasting

De seizoensfactor C_{season}

De waarde van de seizoensfactor is afhankelijk van de maand in het jaar. De seizoensfactor is 1 voor de berekening van het schrijnwerk en zijn onderdelen die een verwachte levensduur van meer dan 1 jaar hebben.

MAAND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C_{season}	0,96	0,96	0,92	0,88	0,83	0,83	0,83	0,83	0,88	0,92	1,0	0,96



Windbelasting

Piekstuwdruk $q_b(z)$

De piekstuwdruk wordt berekend om de winddruk te bepalen op een bepaalde hoogte op het schrijnwerk. Die piekstuwdruk is onafhankelijk van de situering van het element in het gebouw

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot [c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b]^2$$

v_b : Basiswindsnelheid

z_e : Referentiehoogte

$I_v(z)$: Windturbulentie

Luchtdichtheid $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

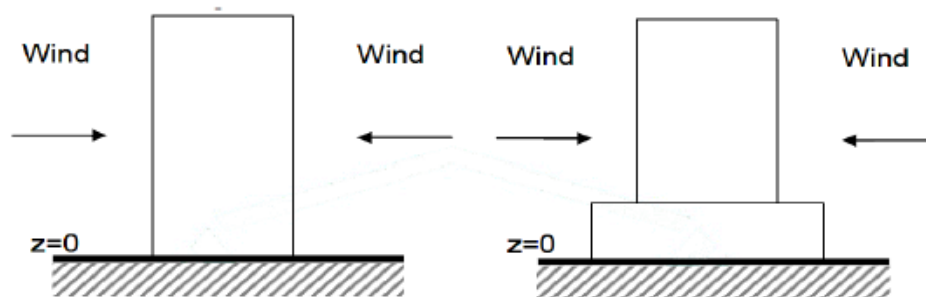
$C_r(z)$ Terreinruwheid

$C_o(z)$ Terreinorografie

Windbelasting

Referentiehoogte z_e

De referentiehoogte z_e voor de wind is het niveauverschil tussen het lage referentieniveau ($z = 0$) en het hoge referentieniveau (z)

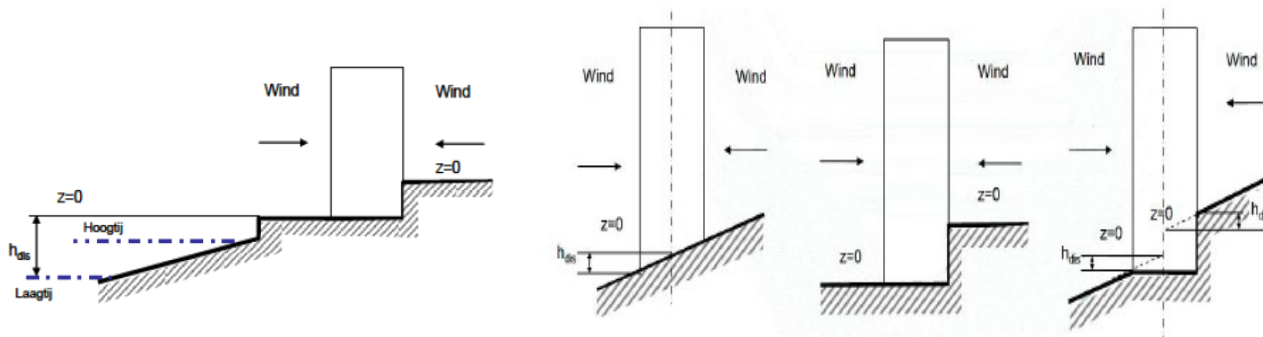


Windbelasting

Referentiehoogte z_e

In bepaalde gevallen wordt $z = 0$ verplaatst met een hoogte h_{dis} die wordt gemeten ten aanzien van de voet van het gebouw

$$z_e = z - h_{dis}$$



Windbelasting

Referentiehoogte z_e in terreincategorie IV

In het geval het gebouw zich bevindt in terreincategorie IV zorgen andere gebouwen in de omgeving ervoor dat de wind zich gedraagt alsof het grondniveau tot op een hoogte h_{dis} wordt gebracht

$$x \leq 2h_{ave}$$

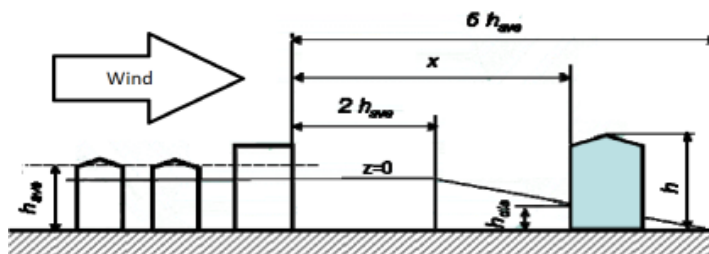
$$2h_{ave} < x < 6h_{ave}$$

$$x \geq 6h_{ave}$$

h_{dis} is de kleinste waarde van $0,8h_{ave}$ of $0,6h$

h_{dis} is de kleinste waarde van $(1,2h_{ave} - 0,2x)$ of $0,6h$

$h_{dis} = 0$



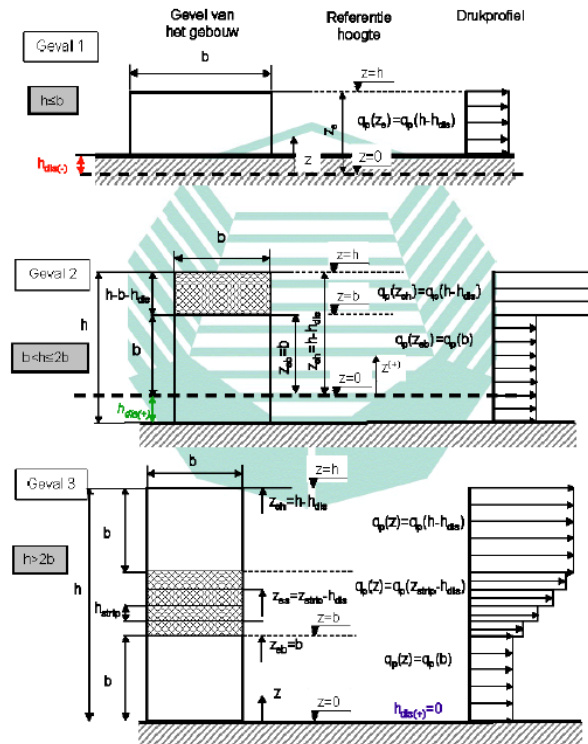
h_{ave} : de gemiddelde gebouwhoogte van de omliggende gebouwen
bij gebrek aan informatie is $h_{ave} = 15$ m

Windbelasting

Gebouwen met grote hoogte

Voor gebouwen met geringe hoogte is de druk gelijk over de hoogte van het gebouw.

Voor gebouwen met grote hoogte varieert de druk over de hoogte van het gebouw.



Windbelasting

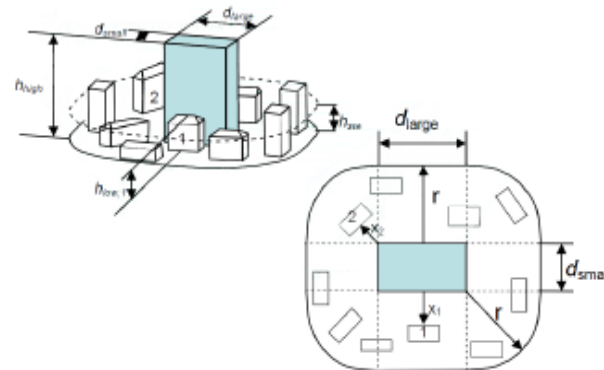
Nabijheid van gebouwen met grote hoogte

Wanneer een gebouw meer dan twee keer groter is dan de gemiddelde hoogte h_{ave} van de nabijgelegen constructies, mag voor de berekening van eender welke van deze nabijgelegen constructies in een eerste benadering uitgegaan worden van de dynamische piekdruk op de hoogte z_n ($z_e = z_n$) boven het maaiveld

$$\begin{array}{ll} x \leq r & z_n = \frac{1}{2}r \\ r < x < 2r & z_n = \frac{1}{2}\left[r - \left(1 - \frac{2h_{low}}{r}\right) \cdot (x - r)\right] \\ x \geq 2r & z_n = h_{low} \end{array}$$

met straal r gedefinieerd als volgt:

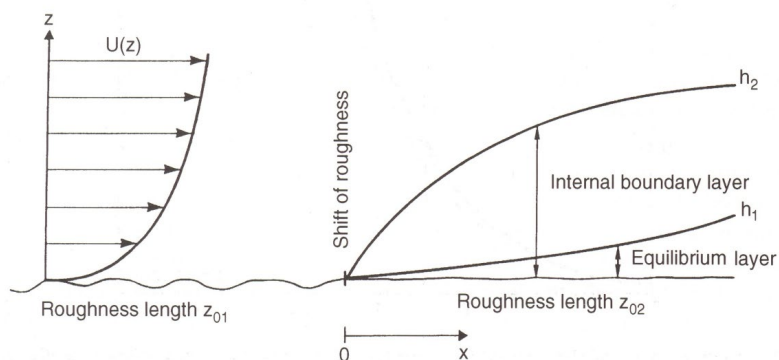
$$\begin{array}{ll} r = h_{high} & \text{als } h_{high} \leq 2d_{large} \\ r = 2d_{large} & \text{als } h_{high} > 2d_{large} \end{array}$$



Windbelasting

Terreinruwheid $c_r(z)$

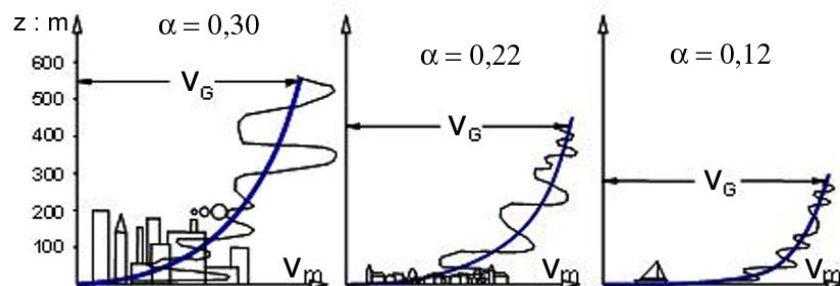
De terreinruwheid houdt rekening met de variatie van de gemiddelde windsnelheid op de plaats van de site vanwege de hoogte boven het grondniveau en de bodemruwheid van het terrein stroomopwaarts van de constructie in de beschouwde windrichting



Windbelasting

Windturbulentie $I_v(z)$

De windturbulentie op de referentiehoogte is afhankelijk van de terreinhelling en de ruwheidslengte die op hun beurt afhankelijk zijn van de terreinruwheidscategorie. Hoe ruwer het terrein is, dus hoe hoger de terreincategorie, des te groter en grilliger de wervels worden



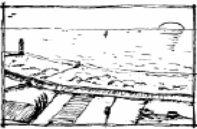




Windbelasting

Terreinruwheidscategorieën

De norm definieert 5 verschillende terreinruwheidscategorieën om rekening te houden met de ruwheid van het terrein. De in aanmerking te nemen terreinruwheidscategorie is niet alleen afhankelijk van de ligging van het gebouw, maar ook van zijn hoogte en oriëntatie.

Terreincategorie	Z_0 m	Z_{min} m
0 zee of kust gebied blootgesteld aan de open zee.	0,003	1
I meren of vlak en horizontaal gebied met verwaarloosbare vegetatie zonder obstakels	0,01	1
II gebied met lage vegetatie zoals gras en vrijstaande obstakels (bomen, gebouwen) met een tussenruimte van tenminste 20 obstakel hoogtes	0,05	2
III gebied met regelmatige bedekking van vegetatie of gebouwen of vrijstaande obstakels met een tussenruimte van maximum 20 obstakel hoogtes (zoals dorpen, voorstedelijk terrein, permanent woud)	0,3	5
IV gebied waar tenminste 15% van de oppervlakte bedekt is met gebouwen met een gemiddelde hoogte boven 15m	1,0	10

De terreincategorieën zijn geïllustreerd in A.1

Terreinruwheidscategorieën	Z_{min} (m)	Voorbeelden
0 Zee of kuststreek die blootstaat aan zeewinden	1	
I Meer of zone met uiterst weinig vegetatie die vrij is van obstakels	1	
II Zone met lage vegetatie (zoals gras), met of zonder alleenstaande obstakels (bomen, gebouwen) op een onderlinge afstand van minstens 20 keer hun hoogte	2	
III Zone met een regelmatige begroeiing, met alleenstaande gebouwen of obstakels op een onderlinge afstand van maximum 20 keer hun hoogte (bv. dorpen, voorsteden, permanente bossen)	5	
IV Stedelijke zones waar minstens 15% van het oppervlak wordt ingenomen door gebouwen met een gemiddelde hoogte van meer dan 15 m	10	

Windbelasting

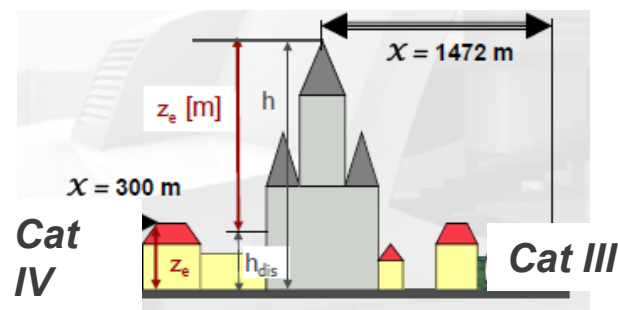
Ruwheidscategorieën en hoogte van het gebouw

Basis van de berekening is de minst gunstige ruwheidscategorie op een afstand $x = 23 z_e^{1,2}$ van het gebouw. x is minimaal 300 m

z_e [mètre]	x [mètre]
5	300
7,5	300
10	365
12,5	476
15	593
17,5	713
20	837
22,5	965
25	1095
27,5	1227
30	1362

Woningen rond de kerk $z_e < 8\text{m}$
 $x = 300\text{ m}$
Cat IV stedelijk

Kerk
 $z_e = 40\text{m} - 8\text{m} = 32\text{m}$
 $x = 1472\text{ m}$
Cat III bos



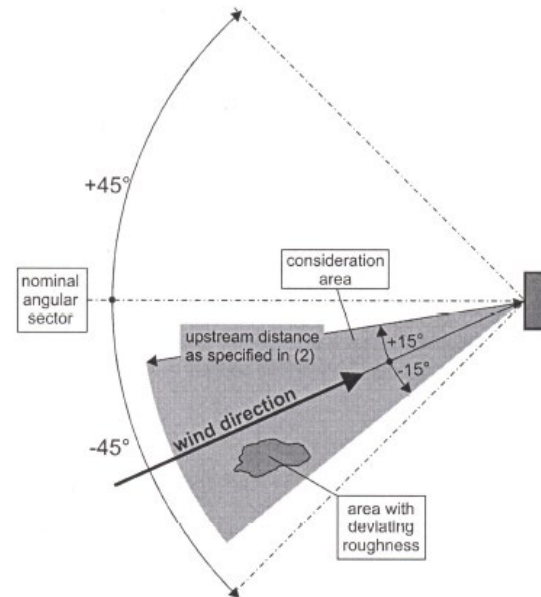
Windbelasting

Ruwheidscategorieën en ligging van het gebouw

Neem een hoeksector met een straal x en een hoek van $\pm 45^\circ$ loodrecht op de gevel .

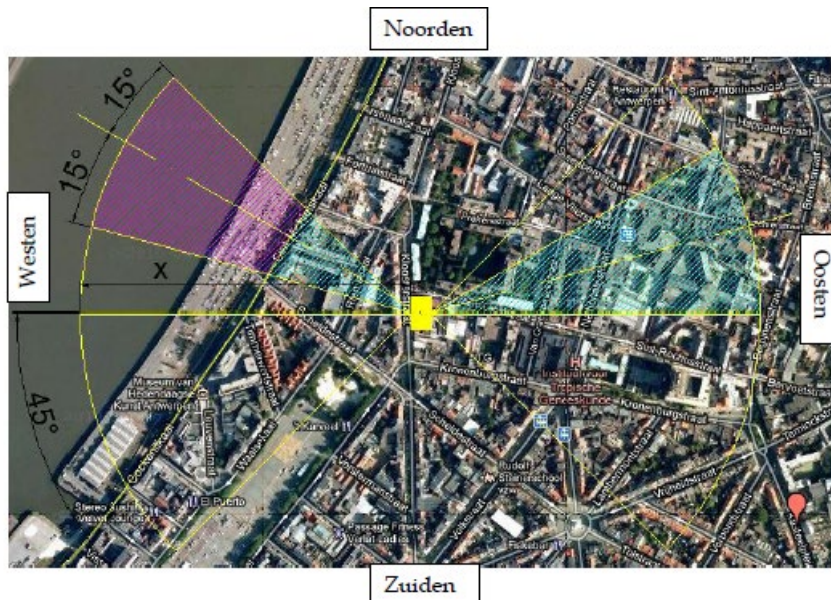
Plaats een hoeksector van 30° of $\pm 15^\circ$ zodat een maximum oppervlakte van de meest ongunstige ruwheidsklasse wordt ingesloten.

Nagaan of de oppervlakte van de meest ongunstige ruwheidsklasse minstens 10% van de totale oppervlakte van de sector van 30° is



Windbelasting

Ruwheidscategorieën en ligging van het gebouw



Gele gebouw heeft een hoogte van 20 m.

$$h_{\text{ave}} = 15 \text{ m}$$

h_{dis} is kleinste waarde van $0,8 \cdot 15$ of $0,6 \cdot 20$

$$h_{\text{dis}} = 12$$

$$z_e = 20 - 12 = 8$$

$$x = 300 \text{ m}$$

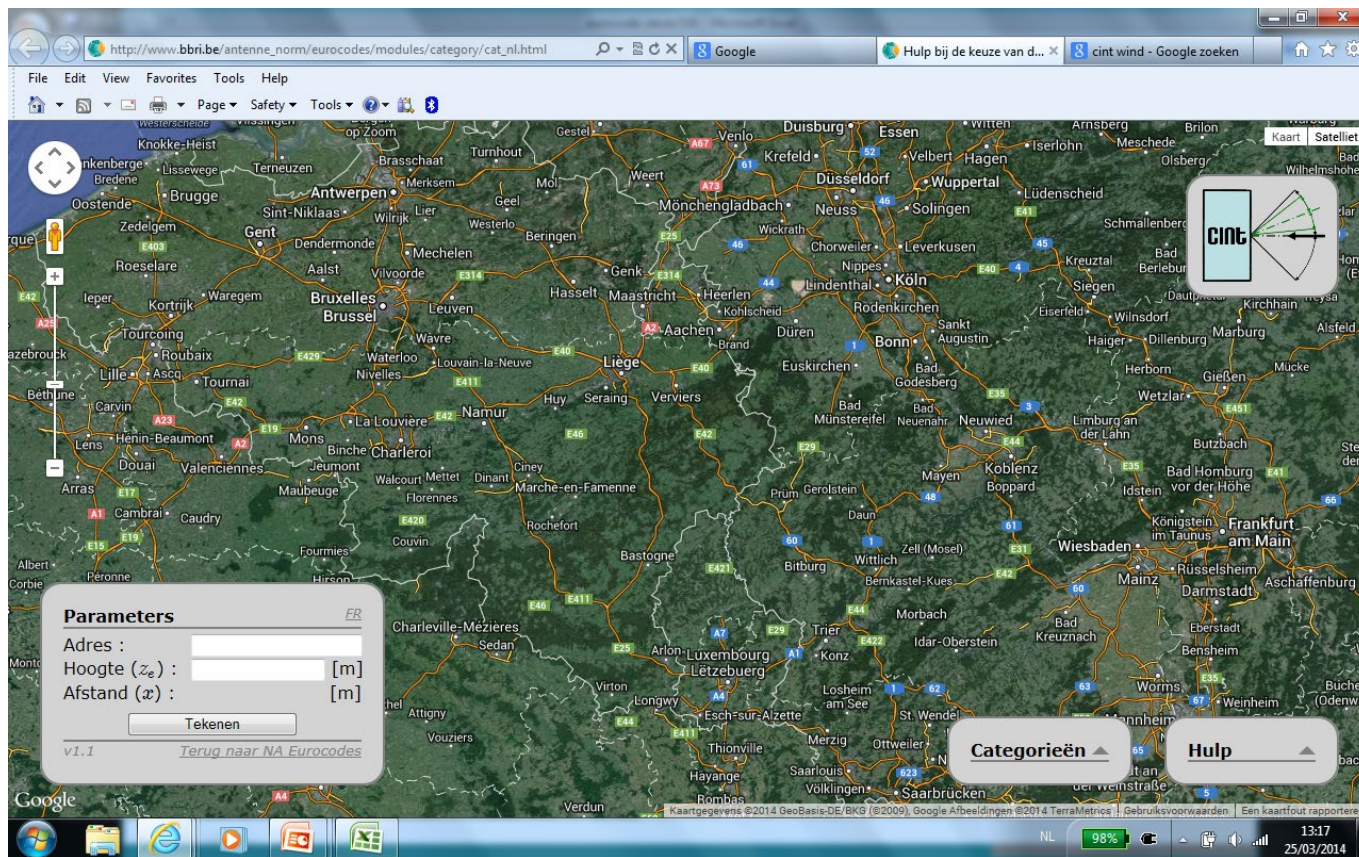
Voor westenwind is de categorie I
Voor oostenwind is de categorie IV

Windbelasting

Ruwheidscategorieën en ligging van het gebouw



Windbelasting



CInt - WTCB Tools

Windbelasting

de tabellen met dynamische piekdruk

Dynamische piekdruk $q_p(z)$ (N/m²) voor $v_{b,0} = 26$ m/s.

Hoogte z_e (m)	Dynamische piekdruk $q_p(z)$ (N/m ²) – $C_{prob}^2 = 1$				
	Terreincategorieën				
	0	I	II	III	IV
200	2069	2038	1935	1676	1383
175	2029	1995	1887	1625	1332
150	1983	1945	1833	1567	1274
125	1930	1887	1769	1500	1207
100	1866	1818	1693	1419	1128
95	1851	1802	1675	1400	1110
90	1836	1785	1657	1381	1091
85	1819	1768	1638	1361	1071
80	1802	1749	1618	1340	1050
75	1784	1730	1597	1317	1028
70	1765	1709	1574	1293	1005
65	1744	1687	1550	1268	980
60	1722	1663	1524	1241	954
55	1698	1637	1496	1212	926
50	1672	1609	1465	1180	895
45	1644	1578	1432	1145	862
40	1612	1544	1395	1107	825
35	1576	1506	1354	1064	784
30	1536	1463	1307	1016	738
28	1518	1444	1286	995	718
26	1499	1423	1264	972	696
24	1478	1401	1240	948	673
22	1456	1377	1215	921	648
20	1431	1351	1187	893	622
18	1405	1323	1157	862	593
16	1376	1291	1123	828	561
14	1343	1256	1086	790	526
12	1305	1216	1043	748	486
10	1261	1170	994	698	441
9	1236	1143	966	670	441
8	1208	1114	935	639	441
7	1177	1081	900	605	441
6	1142	1043	861	566	441
5	1100	1000	815	522	441
2	903	793	601	522	441
1	765	651	601	522	441

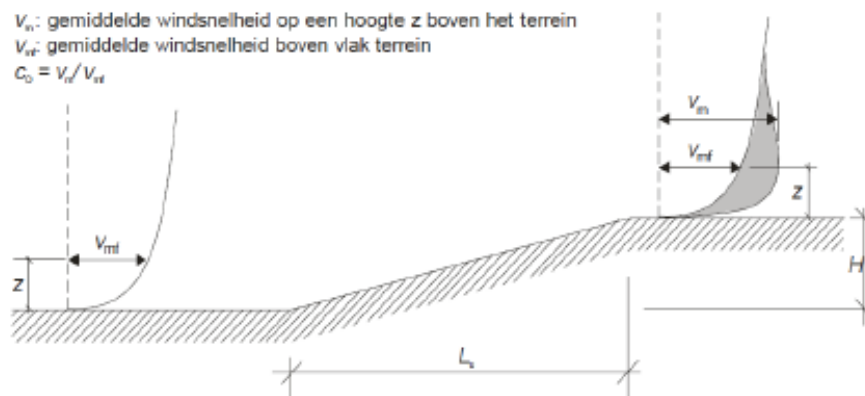
Dynamische piekdruk $q_p(z)$ (N/m²) voor $v_{b,0} = 25$ m/s.

Hoogte z_e (m)	Dynamische piekdruk $q_p(z)$ (N/m ²) – $C_{prob}^2 = 1$				
	Terreincategorieën				
	I	II	III	IV	
200	1884	1789	1550	1278	
175	1844	1745	1503	1231	
150	1799	1694	1449	1178	
125	1745	1636	1386	1116	
100	1681	1565	1312	1043	
95	1666	1549	1295	1026	
90	1651	1532	1277	1009	
85	1634	1514	1258	990	
80	1617	1496	1239	971	
75	1599	1476	1218	951	
70	1580	1455	1196	929	
65	1559	1433	1172	907	
60	1537	1409	1147	882	
55	1514	1383	1120	856	
50	1488	1355	1091	828	
45	1459	1324	1059	797	
40	1428	1290	1023	763	
35	1393	1252	984	725	
30	1352	1208	939	682	
28	1335	1189	920	663	
26	1316	1169	899	643	
24	1295	1147	876	622	
22	1273	1123	852	599	
20	1249	1098	826	575	
18	1223	1070	797	548	
16	1194	1039	766	519	
14	1162	1004	731	486	
12	1125	965	691	450	
10	1081	919	645	408	
9	1057	893	620	408	
8	1030	864	591	408	
7	999	832	559	408	
6	965	796	524	408	
5	924	754	482	408	
2	733	556	482	408	
1	602	556	482	408	

Windbelasting

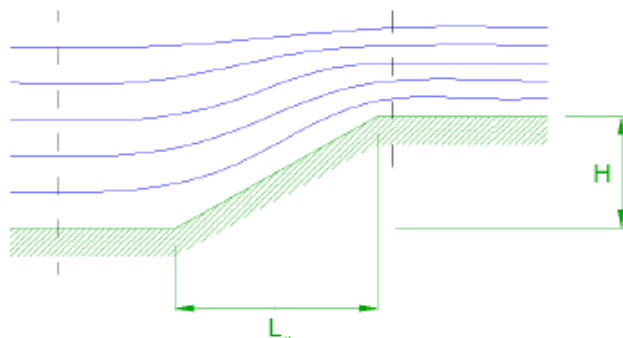
Terreinorografie $c_0(z)$

Wanneer de helling (bv. t.g.v. bergen, kliffen...) de windsnelheden vermeerderd met meer dan 5% dan moet de terreinorografiecoëfficiënt $c_0(z)$ in rekening gebracht worden.



Windbelasting

Terreinorografie $c_0(z)$



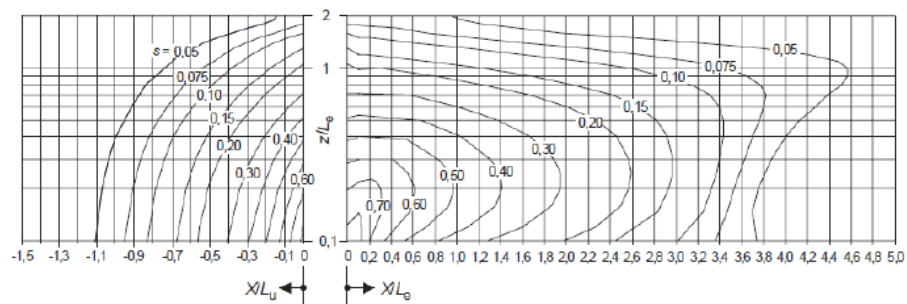
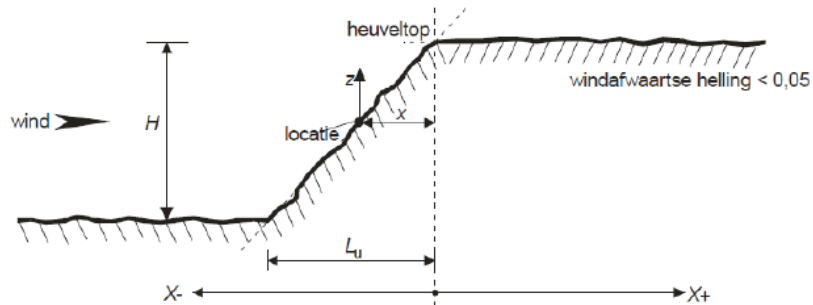
$c_0 = 1$	voor	$\Phi < 0,05$
$c_0 = 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi$	voor	$0,05 < \Phi < 0,3$
$c_0 = 1 + 0,6 \cdot s$	voor	$\Phi > 0,3$

e
n

$$\Phi = \frac{H}{L_u}$$

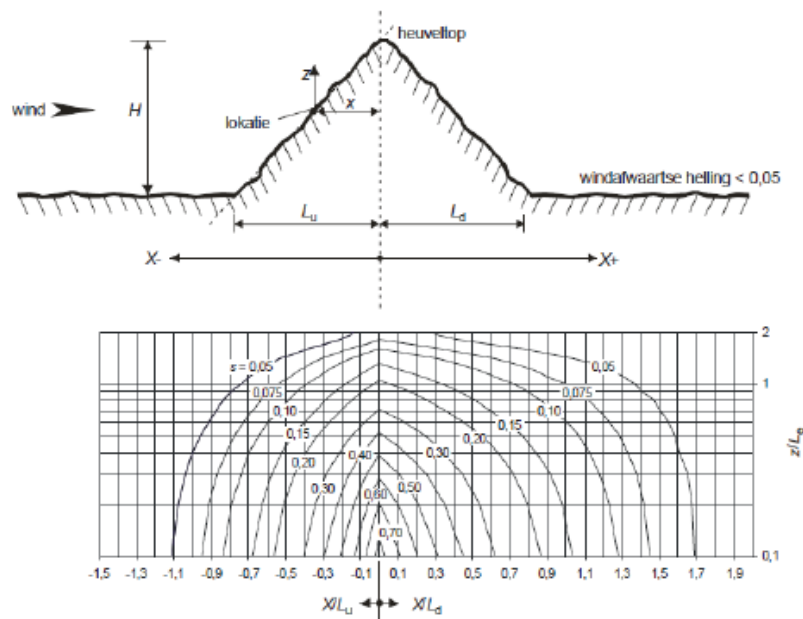
Windbelasting

Terreinorografie $c_0(z)$ voor een helling of rif



Windbelasting

Terreinorografie $c_0(z)$ voor een berg of heuvel





Windbelasting

Samenvatting tot hertoe

Te bepalen:

$v_{b,o}$: referentiewindsnelheid afhankelijk van de lokatie

Ruwheidscategorie

z_e :Referentiehoogte

Oppassen met:

Gebouwen met grote hoogte

Gebouwen in de omgeving van grote gebouwen

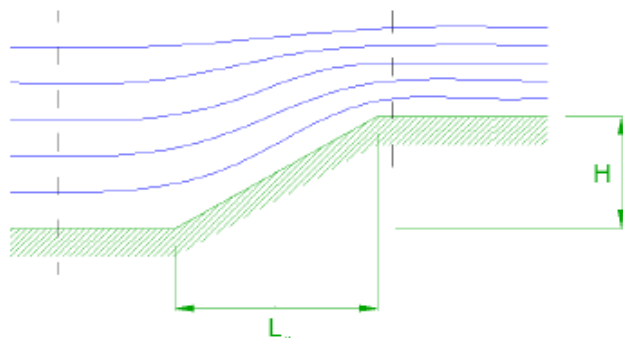
Kies de betreffende dynamische piekdruk uit de juiste tabel

Vermenigvuldig met C_o^2 indien helling $> 5\%$

Vermenigvuldig met C_{dir}^2 indien gewenst

Windbelasting

Terreinorografie $c_0(z)$



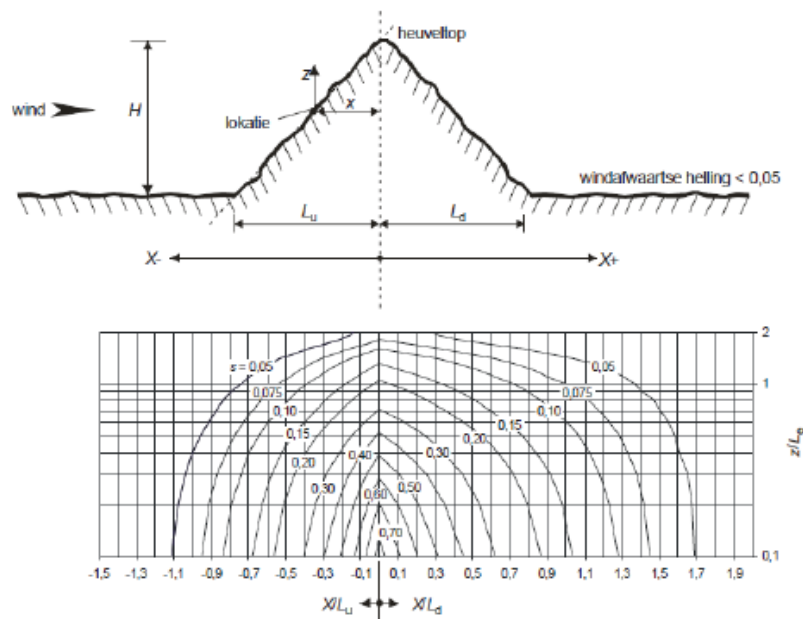
$$\begin{array}{ll} c_0 = 1 & \text{voor } \Phi < 0,05 \\ c_0 = 1 + 2 \cdot s \cdot \Phi & \text{voor } 0,05 < \Phi < 0,3 \\ c_0 = 1 + 0,6 \cdot s & \text{voor } \Phi > 0,3 \end{array}$$

e
n

$$\Phi = \frac{H}{L_u}$$

Windbelasting

Terreinorografie $c_0(z)$ voor een berg of heuvel





Windbelasting

De vereenvoudigde uitdrukking van de winddruk w

$$w = c_e(z)q_{\text{ref } 50\text{jaar}} \cdot c_{\text{prob}}^2 \cdot c_p$$

- w : waarde van de nettowinddruk
- c_{prob} : coëfficiënt voor de terugkeerperiode van de wind
- c_p : coëfficiënt die rekening houdt met alle plaatselijke drukcoëfficiënten
- $q_{\text{ref } 50\text{jaar}}$: gemiddelde dynamische referentiedruk voor een terugkeerperiode van de wind van 50 jaar
- $c_e(z)$: blootstellingscoëfficiënt die de ruwheid van het terrein en de hoogte boven de grond in aanmerking neemt. Deze coëfficiënt wordt gedefinieerd in artikel 4.5 van de norm EN 1991-1-4 en zet de gemiddelde druk ook om in een piekdruk, rekening houdend met de turbulentiefactor k_l .



Windbelasting

Gebruiksduur en terugkeerperiode van de wind (c_{prob})

Hoofdconstructies, secundaire constructies en vulelementen hebben een andere levensduur en een verschillend vervangingsgemak. De algemene formule voor C_{prob} is:

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - 0,2 \times \ln(-\ln(1 - 1/n))}{1 - 0,2 \times \ln(-\ln(0,98))} \right)^{0,5} \text{ waarbij } n \text{ het aantal jaren voorstelt.}$$

Voor de hoofdconstructies, de verankeringen en de secundaire constructies, is de terugkeerperiode 50 jaar ($c_{prob}^2 = 1$).

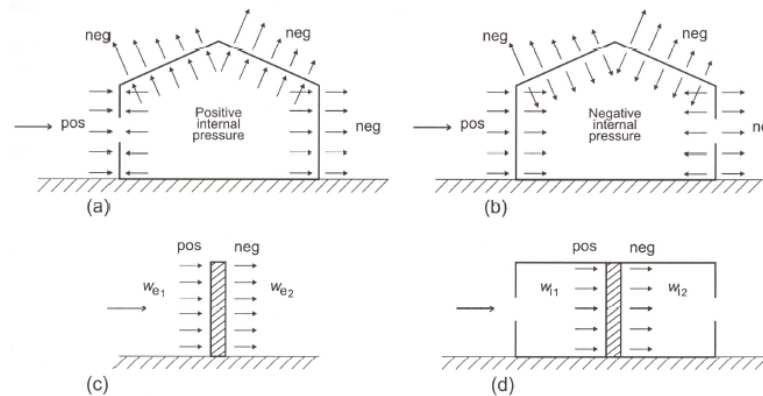
Voor vulelementen is de terugkeerperiode 25 jaar ($c_{prob}^2 = 0,92$).

Windbelasting

De drukcoëfficiënt c_p

De drukcoëfficiënt c_p is gelijk aan het verschil tussen de buitendrukcoëfficiënt en de binnendrukcoëfficiënt : $c_p = c_{pe} - c_{pi}$.

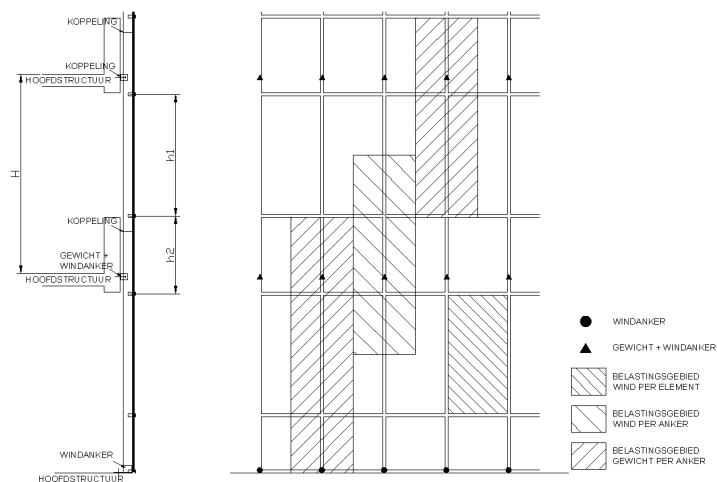
De overdruk wordt voorgesteld door een plusteken (+) en een onderdruk door een minteken (-).



Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe}

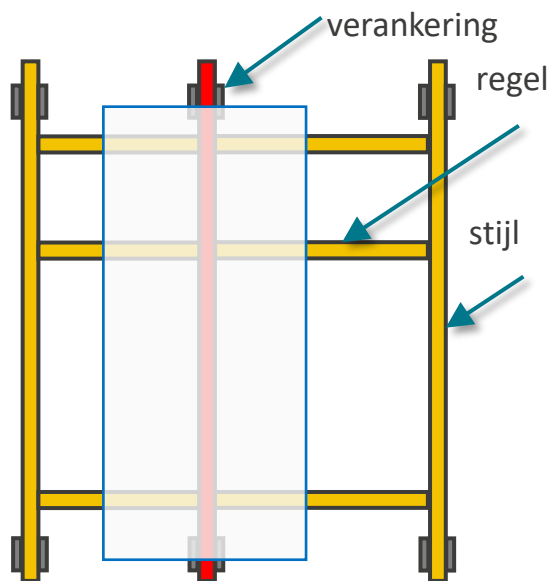
De buitendrukcoëfficiënten c_{pe} die van toepassing zijn op gebouwen en gebouwdelen zijn afhankelijk van de afmeting van het belastingsoppervlak A ,



Windbelasting

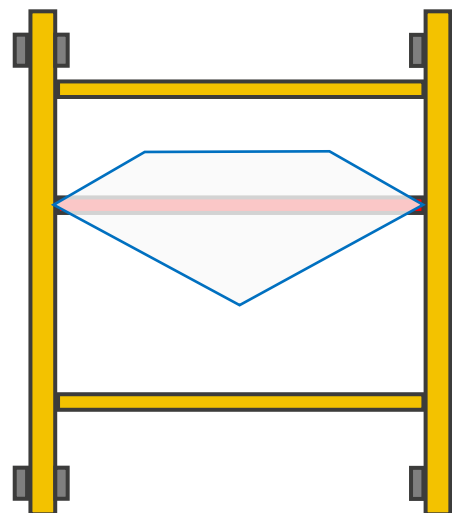
Belastingsveld op stijlen

stijllengte tussen de verankeringspunten x ($\frac{1}{2}$ linkerveldbreedte + $\frac{1}{2}$ rechterveldbreedte)



Belastingsveld op regels

trapeziumvormige oppervlakte boven de regel diehoekige oppervlakte onder de regel

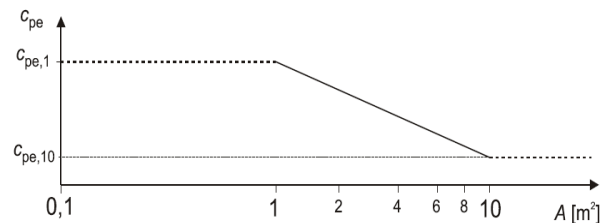


Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe}

In de tabellen zijn de buitendrukcoëfficiënten opgegeven voor een belastingsoppervlak A van 1 m^2 en 10 m^2 . De plaatselijke coëfficiënten worden aangeduid als $c_{pe,1}$, (voor belastingsoppervlakken, kleiner dan 1 m^2) de globale coëfficiënten als $c_{pe,10}$. (voor belastingsoppervlakken, gelijk aan of groter dan 10 m^2)

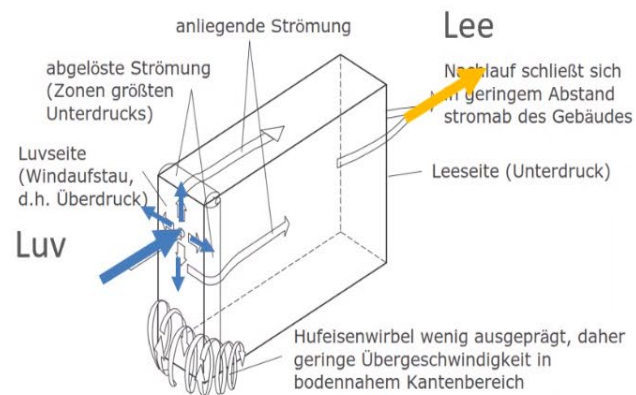
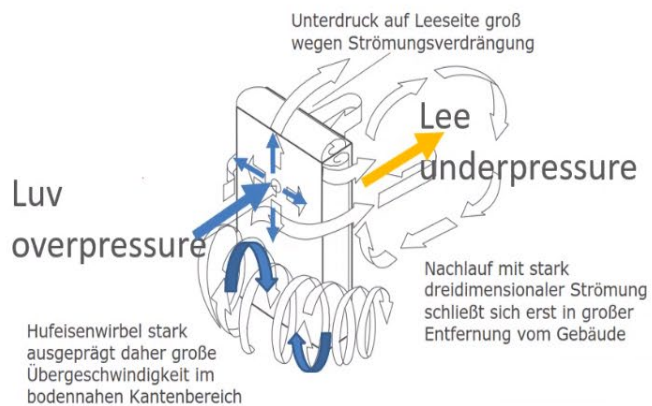
De waarden $c_{pe,1}$ en $c_{pe,10}$, vormen de interpolatiegrenzen voor de belastingsoppervlakken van $1 < A < 10 \text{ m}^2$ volgens de formule $c_{pe,A} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$



The figure is based on the following:
for $1 \text{ m}^2 < A < 10 \text{ m}^2$ $c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$

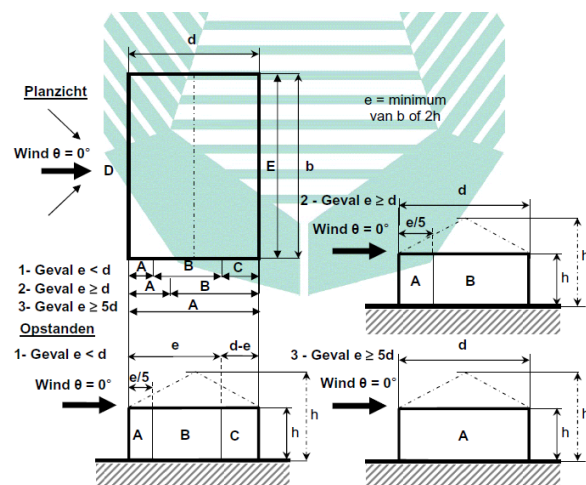
Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor verticale gevels



Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor verticale gevels

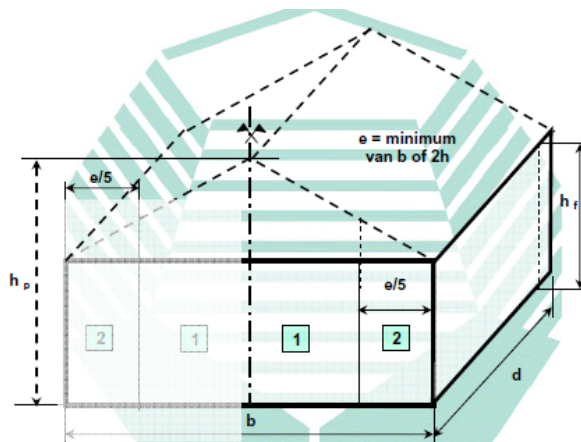


Zones	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} , integratie van de vier windrichtingen voor verticale gevels

Door de integratie van de windrichtingen is het mogelijk de meest ongunstige c_{pe} -coëfficiënten te definiëren, naargelang van de positie van de beschouwde geveloppervlakken



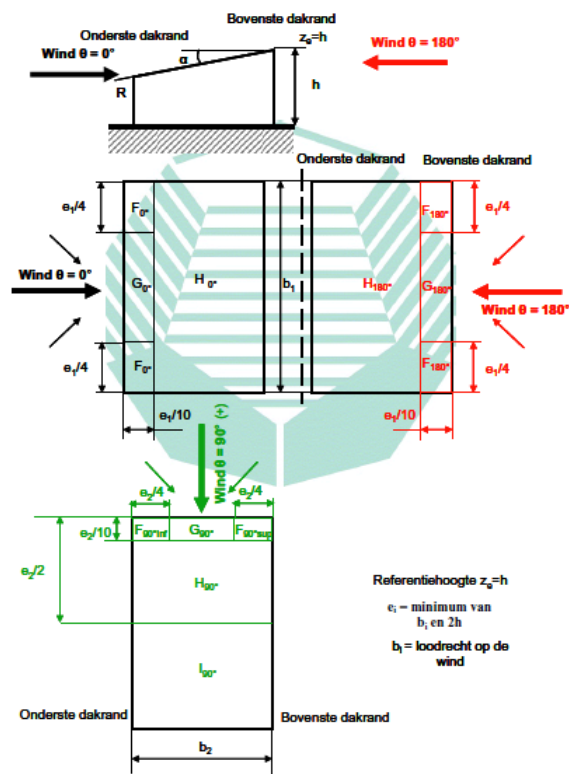
Zones	$c_{pe,10}$ voor $0,25 < h/d < 5$		$c_{pe,10}$ voor $h/d \leq 0,25$	
	$e < 5d$	$e \geq 5d$	$e < 5d$	$e \geq 5d$
1	$c_{pe} = -0,8$ $c_{pe} = 0,8$	$c_{pe} = -1,2$ $c_{pe} = 0,8$	$c_{pe} = -0,8$ $c_{pe} = 0,7$	$c_{pe} = -1,2$ $c_{pe} = 0,7$
2	$c_{pe} = -1,2$ $c_{pe} = 0,8$		$c_{pe} = -1,2$ $c_{pe} = 0,7$	

Zones	$c_{pe,1}$ voor $h/d < 5$	
	$e < 5d$	$e \geq 5d$
1	$c_{pe} = -1,1$ $c_{pe} = 1,0$	$c_{pe} = -1,4$ $c_{pe} = 1,0$
2	$c_{pe} = -1,4$ $c_{pe} = 1,0$	

De tussenliggende h/d -waarden worden verkregen door lineaire interpolatie

Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor daken met 1 enkel dakschild



Windbelasting

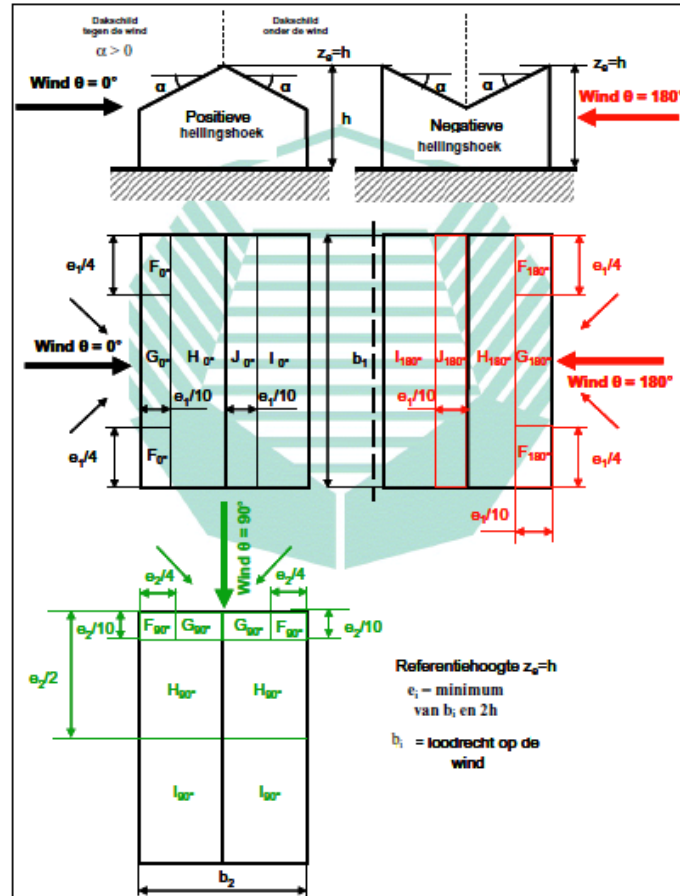
De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor daken met 1 enkel dakschild

Hellingshoek α	Zone voor windrichting $\theta = 0^\circ$						Zone voor windrichting $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+ 0,0		+ 0,0		+ 0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+ 0,2		+ 0,2		+ 0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,6							
60°	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+ 0,8		+ 0,8		+ 0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Hellingshoek α	Zone voor windrichting $\theta = 90^\circ$									
	F_{sup}		F_{inf}		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor daken met 2 dakschilden



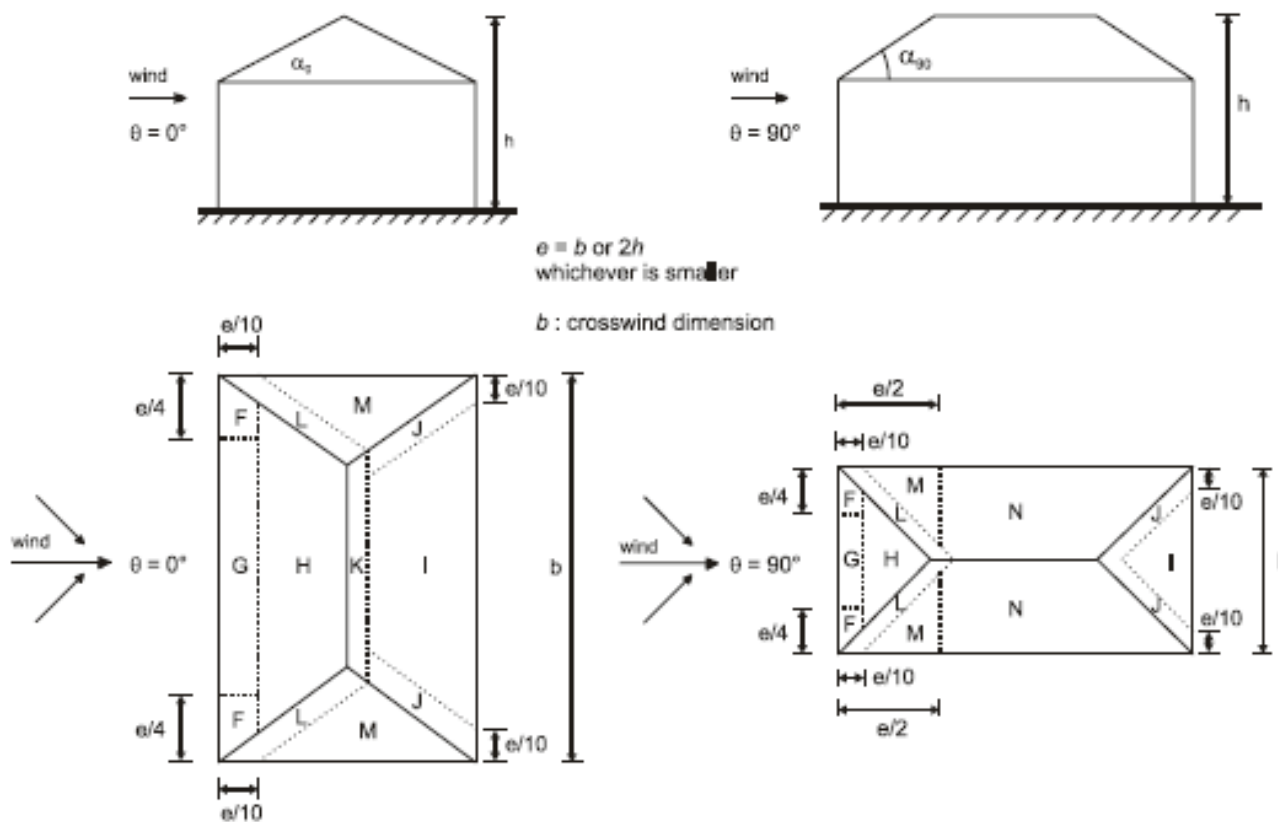
Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor daken met 2 dakschilden

Hellingshoek α	Zone voor de windrichtingen $\theta = 0^\circ, \theta = 180^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6	-2,0	-0,6	-2,0	-0,8	-2,0	-0,7	-2,0	-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8	-2,0	-0,6	-2,0	-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-2,0	-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2	-2,0	+0,2	-2,0
							-0,6	-2,0	-0,6	-2,0
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	+0,2	-2,0	+0,2	-2,0
							-0,6	-2,0	-0,6	-2,0
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-1,2	-0,4	-2,0	-1,0	-1,5
							+0,0	-2,0	+0,0	-2,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-1,2	-0,4	-2,0	-0,5	-1,5
							+0,0	-2,0	+0,0	-2,0
45°	-0,0	-1,5	-0,0	-1,5	-0,0	-1,2	-0,2	-2,0	-0,3	-1,5
							+0,0	-2,0	+0,0	-2,0
60°	+0,7	-1,5	+0,7	-1,5	+0,7	-1,2	-0,2	-2,0	-0,3	-1,5
75°	+0,8	-1,5	+0,8	-1,5	+0,8	-1,2	-0,2	-2,0	-0,3	-1,5
Hellingshoek α	Zone voor de windrichting $\theta = 90^\circ$									
	F		G		H		I			
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-2,0	-1,2	-2,0
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-2,0	-1,2	-2,0
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-2,0	-1,2	-2,0
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-2,0	-1,2	-2,0
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2		-2,0	-0,6	-2,0
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2		-2,0	-0,5	-2,0
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2		-2,0	-0,5	-2,0
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2		-2,0	-0,5	-2,0
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0		-2,0	-0,5	-2,0
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0		-2,0	-0,5	-2,0

Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor daken met 4 dakschilden



Windbelasting

De buitendrukcoëfficiënt c_{pe} voor daken met 4 dakschilden

Pitch angle	Zone for wind direction $\theta = 0^\circ$ and $\theta = 90^\circ$																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		-0,6		-0,6		-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4	
	+0,0		+0,0		+0,0													
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,5		-1,0	-1,5	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	
	+0,2		+0,2		+0,2													
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,7	-1,2	-0,5		-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,5		+0,7		+0,4													
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,3		-0,6		-0,3		-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2	
	+0,7		+0,7		+0,6													
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,3		-0,6		-0,3		-1,2	-2,0	-0,4		-0,2	

Windbelasting

De binnendrukcoëfficiënt c_{pi}

Men dient ervan uit te gaan dat de binnendruk en de buitendruk gelijktijdig uitgeoefend worden. Voor elke combinatie moet de meest ongunstige drukcombinatie beschouwd worden.

Bij sluitbare gevelopeningen

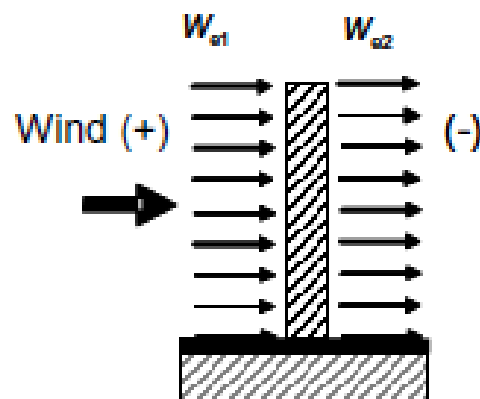
c_{pi} overdruk	c_{pi} onderdruk
+0,2	-0,3

Geval van gevelopeningen in open toestand bij normale werking

De coëfficiënt c_{pi} is afhankelijk van de verhouding tussen de hoogte en de diepte van het gebouw (h/d) en van de permeabiliteitscoëfficiënt μ voor elke windrichting

Windbelasting

Wanneer één enkele wand permeabel (luchtdoorlaatbaar) blijkt te zijn, dient men de winddruk op de ondoordringbare wand te bepalen aan de hand van het verschil tussen de binnendruk en de buitendruk van de wind, zoals voorgesteld in afbeelding 34.

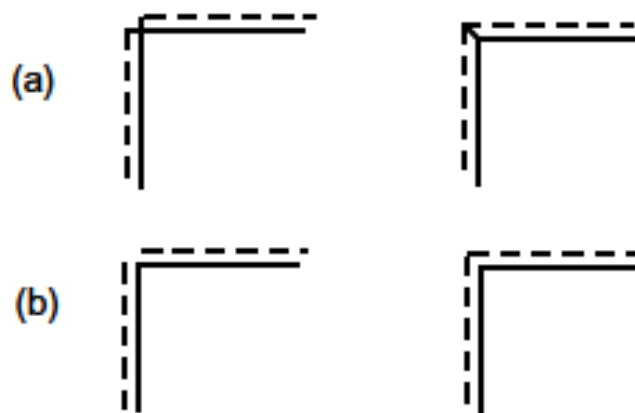


Afbeelding 34 Winddruk op een oppervlak.

Windbelasting

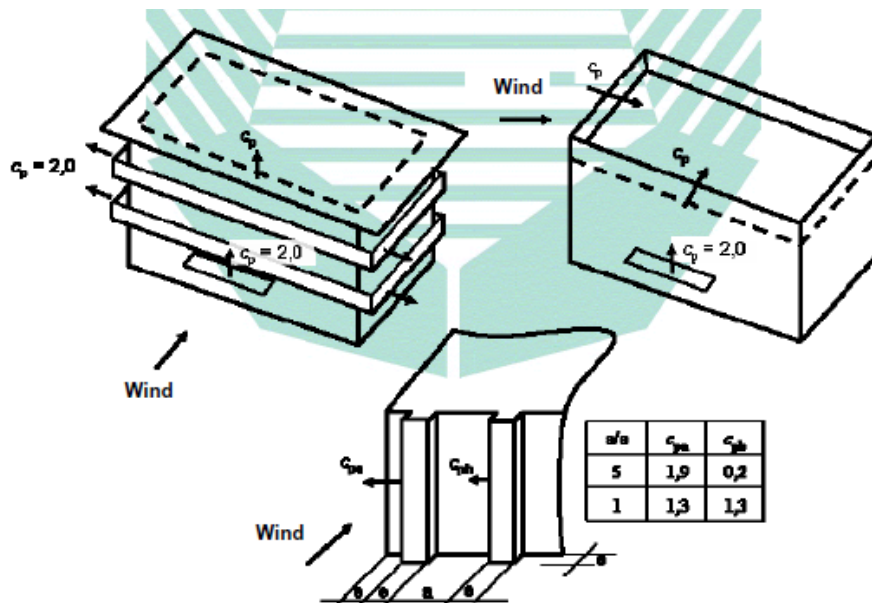
voor muren en daken met een ondoordringbare binnenwand (gebouwschil) en een permeabele (luchtdoorlaatbare) buitenwand waarvan de permeabiliteit nagenoeg gelijkmatig verdeeld is, kan de winddruk op de buitenwand berekend worden aan de hand van $c_{p,net} = 2/3 \cdot c_{pe}$ (voor overdrukken) en van $c_{p,net} = 1/3 \cdot c_{pe}$ (voor onderdrukken). De winddruk op de binnenwand kan berekend worden aan de hand van $c_{p,net} = c_{pe} - c_{pi}$

Bovenstaande regels zijn niet van toepassing in aanwezigheid van luchttoevoeropeningen die de spouw verbinden met een andere zijde van het gebouw dan deze waarin de gevel zich bevindt (afbeelding 35 (b)).



Windbelasting

Druk uitgeoefend op kleine constructies in reliëf op gevels of daken - luifels en balustrades

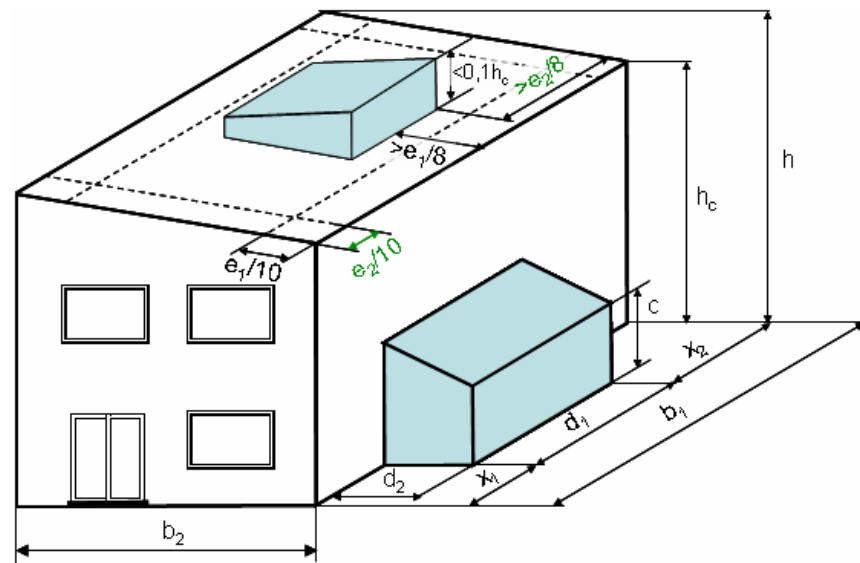


Windbelasting

Druk uitgeoefend op kleine constructies in reliëf op gevels of daken - veranda's

Als $B \leq 0,5 A$ en $X \geq 0,25 A$, maakt de veranda deel uit van de gevel waaraan deze is vastgemaakt (zelfde c_{pe} als de gevel)

A de kleinste waarde van h , b_1 , b_2
B de grootste waarde van c , d_1 , d_2
X de kleinste waarde van x_1 , x_2 .



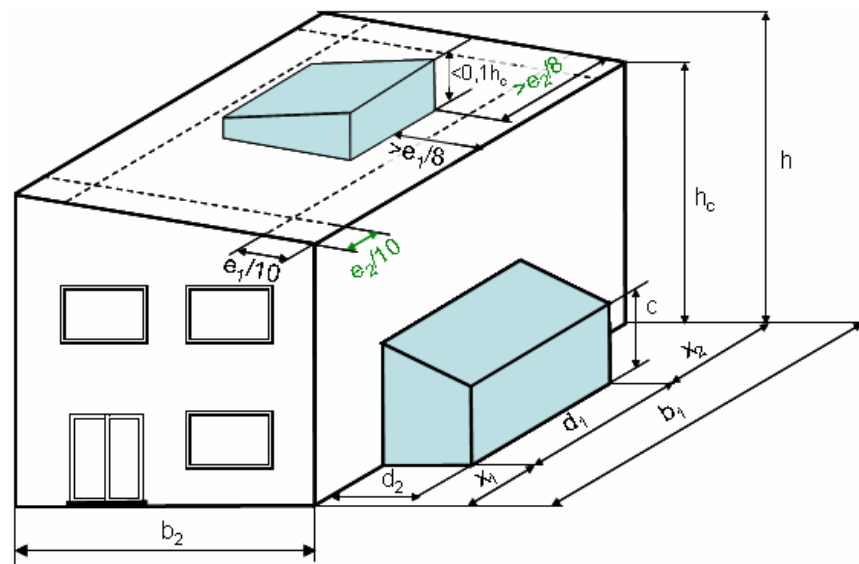
In de andere gevallen wordt deze beschouwd als een vrijstaande constructie en zijn de c_{pe} voor daken van toepassing

Windbelasting

Druk uitgeoefend op kleine constructies in reliëf op gevels of daken - daken

hoekzones F vervallen indien de hoek van het glazen dak minstens met de waarden ($e_1/8$ en $e_2/8$) van de overeenkomstige hoek van het dak verwijderd is en indien de hoogte van de hoekzone van het glazen dak ten opzichte van de hoek van het dak kleiner is dan 0,1 keer de hoogte van de overeenkomstige hoek

randzones G vervallen indien de twee hoekzones die grenzen aan de dakrand niet in aanmerking genomen worden.





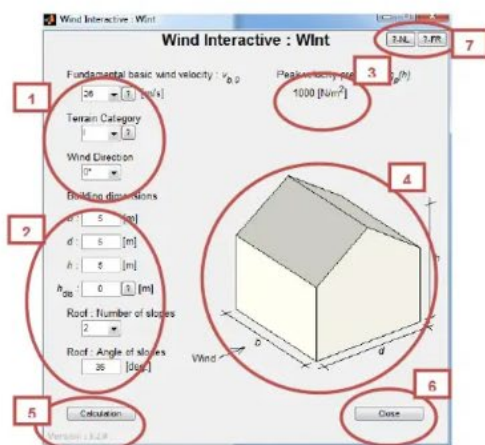
Windbelasting



[Wind Interactive](#)

<https://youtu.be/-q4vyesr31E>

Windbelasting



Figuur 1: Hoofdscherm

Zone 1

In deze zone wordt de omgeving van het gebouw gedefinieerd:

- Basis windsnelheid (tussen 23 en 26 m/s)
- Terreincategorie, van 0 (met uitzicht op zee) tot IV (stad)
- De windrichting ten opzichte van het gebouw (0°, 90°, 180° of 270°)

De windrichting wordt aangeduid met een pijltje in zone 4.

Opmerking: Als u hulp nodig hebt om de juiste waarde te kiezen, klikt u op '?'.

Zone 2

Deze zone dient voor de definitie van het gebouw zelf:

- De lengte, breedte en hoogte van het gebouw (uitgedrukt in meter)
- h_{dis} is een parameter om rekening te houden met de gemiddelde hoogte van de omringende gebouwen.
- Het aantal dakschilden (0: plat dak, 1 of 2)
- De hoek van de dakhellingen (kleiner dan 5° wordt beschouwd als een plat dak)

Opmerking: Als u hulp nodig hebt om de juiste waarde te kiezen, klikt u op '?'.

Zone 3

In deze zone wordt de waarde van de dynamische piekdruk ter informatie gegeven. Ze moet gewogen worden door de cpe en cpi om de effectieve druk op het gebouw te kennen.

Zone 4

In deze zone wordt het onderzochte gebouw voorgesteld. De tekening wordt aangepast in functie van de ingegeven parameters.

Zone 5

Met deze knop wordt de druk berekend.

De versie van het programma is aangeduid in de linker benedenhoek, onder de knop "Calculation".

Zone 6

Met deze knop wordt het programma en alle schermen die eventueel nog geopend waren, gesloten.

Zone 7

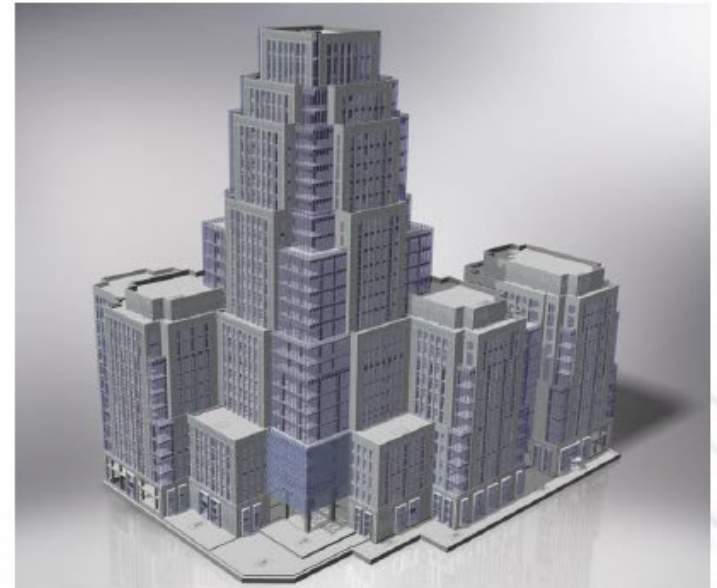
Deze twee knoppen laten toe de hulpbestanden in het Nederlands en in het Frans te openen.





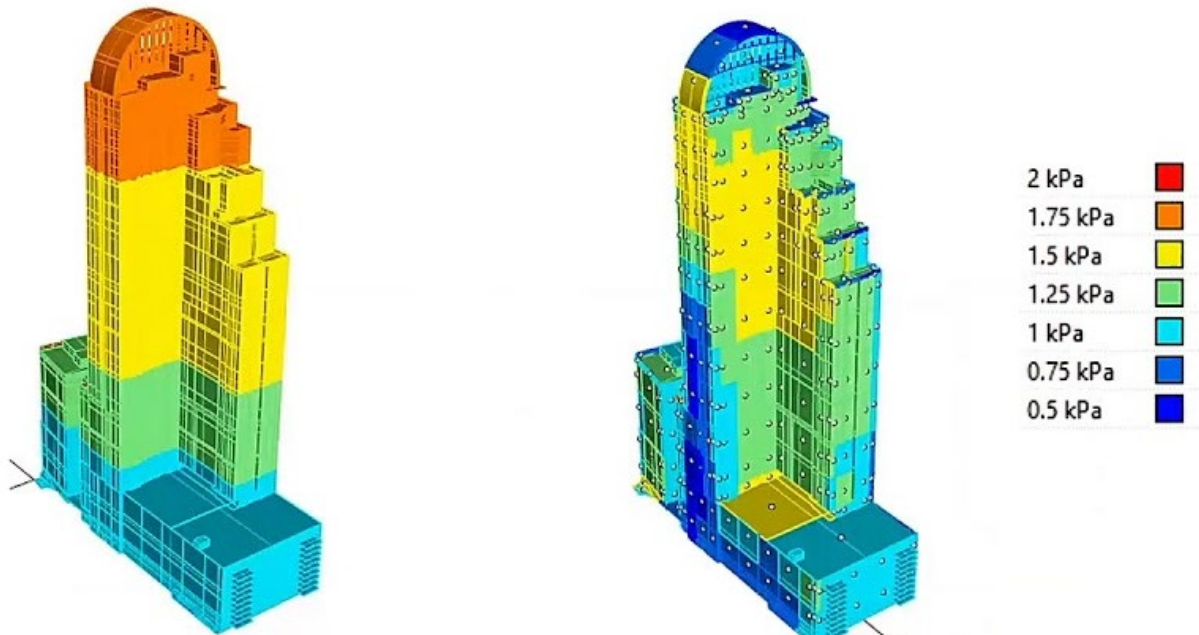
Windbelasting

Windtunneltest



Windbelasting

Windtunneltest



Calculated from DPT 1311-

50

Standard code is general conservative, but it can be underestimate at some specific areas.

Wind Tunnel Test



Windbelasting

Ontbinding van de belastingen

Men laat de wind w gewoonlijk loodrecht aangrijpen op de gevelwanden of de daken, waarbij deze ofwel een overdruk ofwel een onderdruk uitoefent. Deze kracht wordt uitgedrukt in Pa (N/m^2) en belast de betrokken elementen voornamelijk op doorbuiging.

Windbelasting

Rekenwaarden voor de wind

Parameters	Hoofdconstructie (veranda's, categorie 3)	Verankering van de secundaire constructie ⁽³⁾	Secundaire constructie	
Terugkeerperiode van de wind - c_{prob}^2	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	
Partiële coëfficiënt voor de wind γ_Q	1,5	1,35	1,25	
Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen ψ_1	-	0,90	0,90	
Waarden voor de winddruk				
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT) $F_d(w) = \psi_1 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$	Zie Eurocodes en normen	$F_d(w) = 0,90 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	$F_d(w) = 0,90 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	
Uiterste grenstoelstanden (UGT) $F_d(w) = \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$	Zie Eurocodes en normen	$F_d(w) = 1,35 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	$F_d(w) = 1,25 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$	
Criteria voor de grenstoelstanden			Vensters en veranda's (categorie 1)	Gordijngewels en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$	Vervorming ⁽⁴⁾	
			$y \leq L/225$ of ≤ 13 mm	$y \leq L/200$ indien $L \leq 3,0$ m $y \leq 5 + L/300$ indien $3,0 \text{ m} < L < 7,5$ m $y \leq L/250$ indien $L \geq 7,5$ m
Uiterste grenstoelstanden (UGT)		$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$	Geen controle	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$

NBN E 25-002-1:2019

7.4.2 Bepaling van de karakteristieke (theoretische) windbelasting NBN EN 12179

De karakteristieke belasting die in aanmerking moet worden genomen voor de beproevingsprocedure NBN EN 12179 wordt berekend overeenkomstig het rapport nr. 11 van het WTCCB. De windbelasting in gebruiksgrenstoestand bedraagt:

$$W_k = 0,80 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$$

Windbelasting

Rekenwaarden voor de wind

Parameters	Verlijming van het SGG (²) of bevestiging van de vulelementen	Vulelementen
Terugkeerperiode van de wind - c_{prob}^2	25 jaar - $c_{prob}^2 = 0,92$	25 jaar - $c_{prob}^2 = 0,92$
Partiële coëfficiënt voor de wind γ_0	1,1	1,1
Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen ψ_1	-	0,90
Waarden voor de winddruk		
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT) : $F_d(w) = \psi_1 c_d(z) q_{ref 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$	-	$F_d(w) = 0,83 c_d(z) q_{ref 50jaar} \cdot c_p$
Uiterste grenstoelstanden (UGT) : $F_d(w) = \gamma_0 c_d(z) q_{ref 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$	$F_d(w) = 1,01 c_d(z) q_{ref 50jaar} \cdot c_p$	$F_d(w) = 1,01 c_d(z) q_{ref 50jaar} \cdot c_p$
Criteria voor de grenstoelstanden		
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT)	-	Vervorming of belasting (¹)
Uiterste grenstoelstanden (UGT)	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M$ (¹)	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M$ (¹)

Windbelasting

Rekenwaarden voor combinatie wind en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Hoofd-constructie (veranda's, categorie 3)		Verankering van de secundaire constructie			Secundaire constructie		
	γ_G	γ_Q	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	γ_Q	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	γ_Q
Partiële coëfficiënt voor het eigengewicht en de wind - NBN EN 1990 ANB tabellen A1.2 (B)	1,35	1,5	1,20	1	1,35	1,15	1	1,25
Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen ψ_1 (wind)	-		0,90			0,90		
Terugkeerperiode van de wind c_{prob}^2	$c_{prob}^2 = 1$		50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$			50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$		
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht en de wind								
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT) ⁽³⁾ $F_{d,g,w} = g_k + \psi_1 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$	Zie Eurocodes en normen	$F_{d,g,w} = g_k + 0,9 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$			$F_{d,g,w} = g_k + 0,9 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$			
Uiterste grenstoelstanden (UGT) ⁽³⁾ : meest ongunstige combinatie $F_{d,1}(g,w) = \gamma_{G,sup} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = \gamma_{G,inf} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$		$F_{d,1}(g,w) = 1,20 \cdot g_k + 1,35 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = 1,00 \cdot g_k + 1,35 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$			$F_{d,1}(g,w) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = 1,00 \cdot g_k + 1,25 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$			
Criteria voor de grenstoelstanden						Dakvensters en veranda's (categorie 1)		Lichte structuren en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen	(2)			Vervorming voor de stijlen en de kepers ⁽⁶⁾			
					$y_{\perp} \leq L/250$ ⁽⁴⁾ $y_{\parallel} = 1/500$ of 3 mm ⁽⁵⁾		$y_{\perp} \leq L/250$ indien $L \leq 3,5$ m $y_{\perp} \leq 4 + L/330$ indien $3,5 \text{ m} < L < 7,5$ m $y_{\perp} \leq L/275$ indien $L \geq 7,5$ m ⁽⁴⁾ $y_{\parallel} = 1/500$ of ≤ 3 mm ⁽⁵⁾	
Uiterste grenstoelstanden (UGT)		$E_d(g,w) \leq X_d / \gamma_M$ ⁽¹⁾			Geen controle		$E_d(g,w) \leq X_d / \gamma_M$ ⁽¹⁾ ⁽⁵⁾	

Windbelasting

Rekenwaarden voor combinatie wind en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Verlijming van het SGG ($\hat{\gamma}$) en verankering van de vulelementen		Vulelementen	
	Partiële coëfficiënt voor het eigengewicht en de wind	γ_G 1,1	γ_Q 1,1	γ_G 1,1
Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen ψ_1 (wind)	-		0,90	
Terugkeerperiode voor de wind	25 jaar - $c_{prob}^2 = 0,92$		25 jaar - $c_{prob}^2 = 0,92$	
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht en de wind				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) ($\hat{\gamma}$) $F_d(g,w) = g_k + \psi_1 \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$	-		$F_d(g,w) = g_k + 0,83 \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} \cdot c_p$	
Uiterste grenstoestanden (UGT) ($\hat{\gamma}$): meest ongunstige combinatie $F_{d,1}(g,w) = \gamma_{G,sup} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = \gamma_{G,inf} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$	$F_{d,1}(g,w) = 1,1 \cdot g_k + 1,01 \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_p$ $F_{d,2}(g,w) = 1,0 \cdot g_k + 1,01 \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_p$		$F_{d,1}(g,w) = 1,1 \cdot g_k + 1,01 \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_p$ $F_{d,2}(g,w) = 1,0 \cdot g_k + 1,01 \cdot c_e(z) q_{ref 50jaar} c_p$	
Criteria voor de grenstoestanden				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-		Vervorming of belasting ($\hat{\gamma}$) ($\hat{\gamma}$)	
Uiterste grenstoestanden (UGT)	$E_d(g,w) \leq X_d / \gamma_M (\hat{\gamma})$		$E_d(g,w) \leq X_d / \gamma_M (\hat{\gamma})$	

Sneeuwbelasting (uit NBN EN 1991-1-3)



Sneeuwbelasting





Sneeuwbelasting

Algemene vergelijking

De sneeuwbelasting wordt uitgedrukt door de volgende vergelijking :

$$s = r_{sk} \cdot \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

s_k de karakteristieke sneeuwbelasting per m^2 op het maaiveld

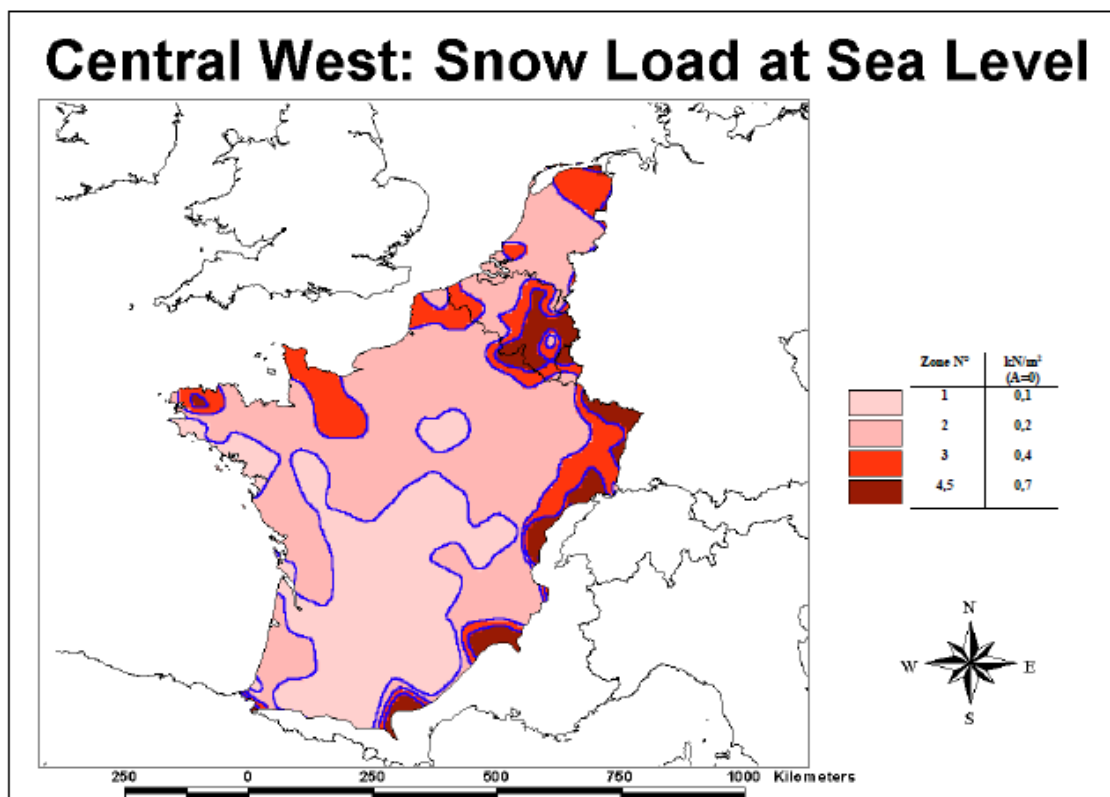
μ een vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voorstelt, die afhangt van de vorm van de beschouwde wand.

c_e en c_t respectievelijk de blootstellingscoëfficiënt en de thermische coëfficiënt voorstellen. In België zijn deze altijd 1 (conform EN 1991-1-3 ANB)

r_{sk} de terugkeerperiode voor de sneeuw

Sneeuwbelasting

s_k karakteristieke sneeuwbelasting per m^2 op het maaiveld



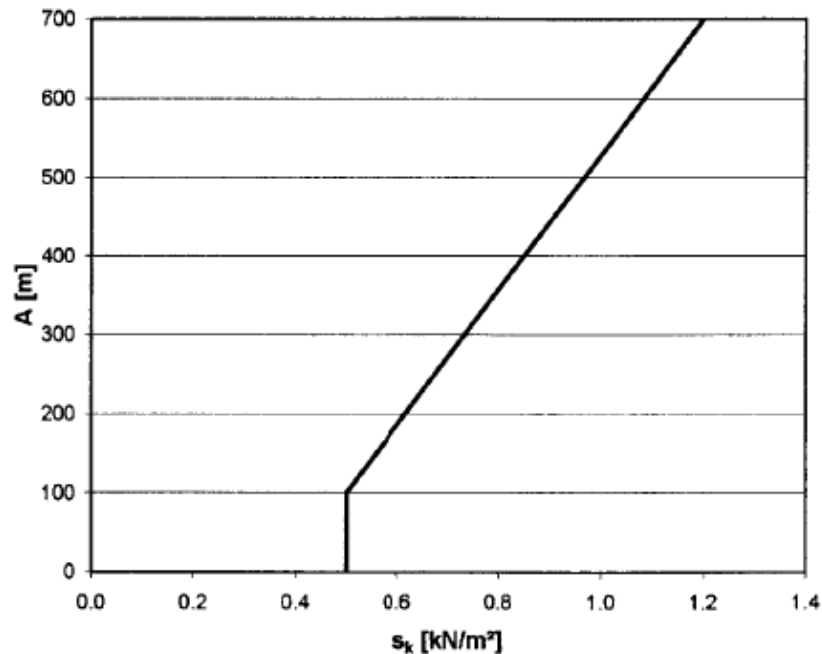
De bovenstaande kaart uit de norm wordt in België niet gebruikt

Sneeuwbelasting

Karakteristieke sneeuwbelasting s_k per m^2 op het maaiveld

$$s_k = 0,50 \text{ kN/m}^2 \quad \text{voor } A \leq 100 \text{ m}$$

$$s_k = 0,50 + 0,007(A - 100)/6 \quad \text{voor } 100 \text{ m} < A \leq 700 \text{ m.}$$



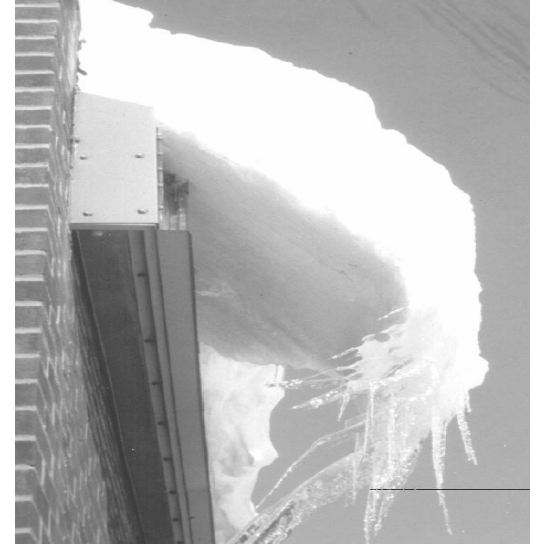
Tabel voor België conform EN 1991-1-3 ANB

Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënten voor de sneeuwbelasting

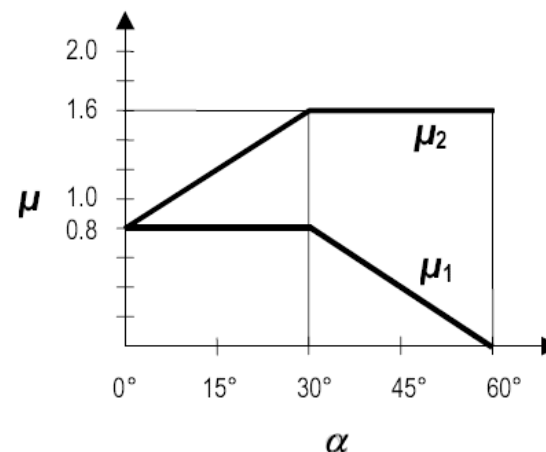
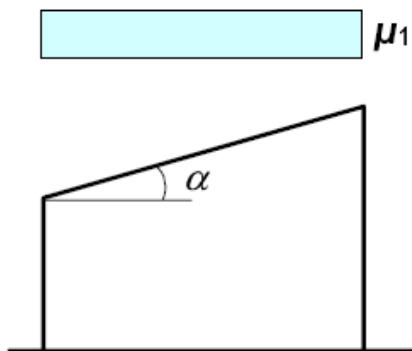
μ_1 . gelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting over het volledige dak, die enkel beïnvloed wordt door de vorm van het dak, vóór herverdeling tengevolge van weersinvloeden.

μ_2 . ongelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting, als resultaat van een herverdeling van de sneeuw van de ene plaats naar een andere op het dak, bijvoorbeeld als gevolg van de wind.



Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken met 1 helling

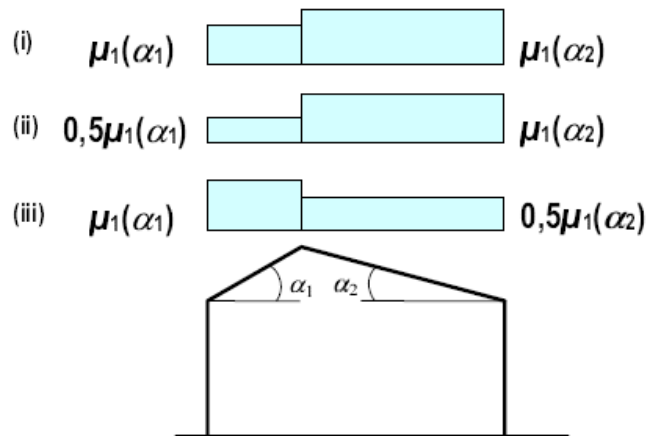


Hoek van het dakschild ten opzichte van de horizontale	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
Vormcoëfficiënt μ_1	0,8	$0,8 (60 - \alpha)/30$	0,0
Vormcoëfficiënt μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	–

Wanneer het dak uitgerust is met voorzieningen die de sneeuw kunnen tegenhouden (borstwering, sneeuwbarrière,...) is de μ_1 altijd 0,8 ook als $\alpha > 60^\circ$

Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken met meerdere hellingen



(i) : van toepassing voor gelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting.

(ii) en (iii) : van toepassing voor ongelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting

Sneeuwbelasting

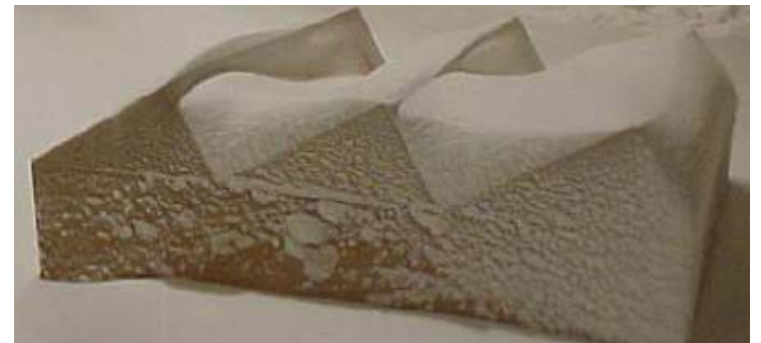
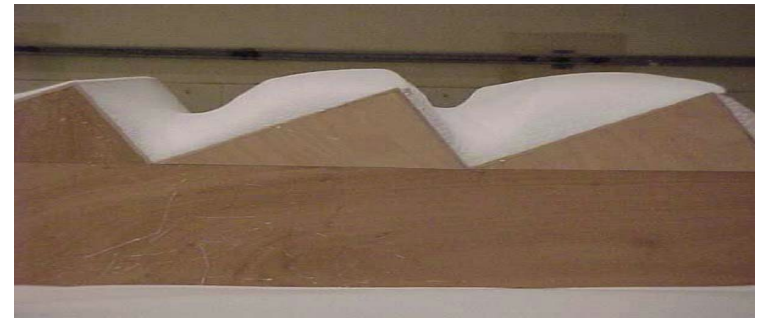
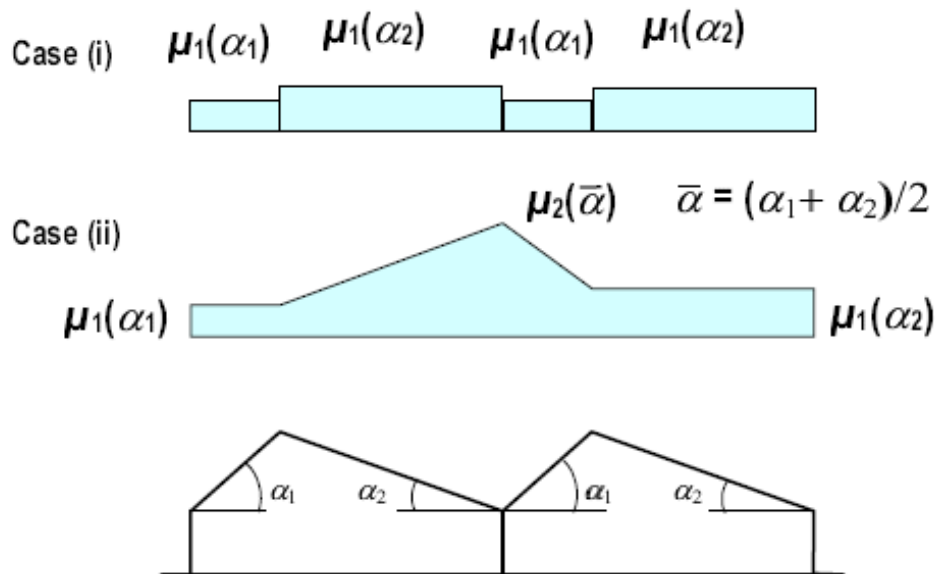
μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken met meerdere hellingen



Voorbeelden van instortingen door ongelijke verdeling van de sneeuwlast

Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken met meerdere hellingen

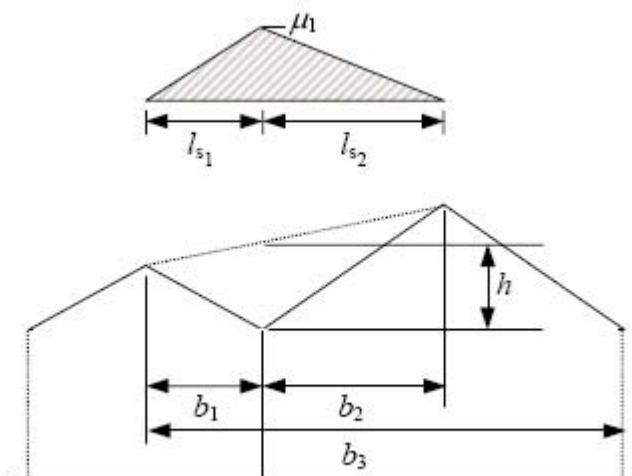


(i) : van toepassing voor gelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting.

(ii) en (iii) : van toepassing voor ongelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting

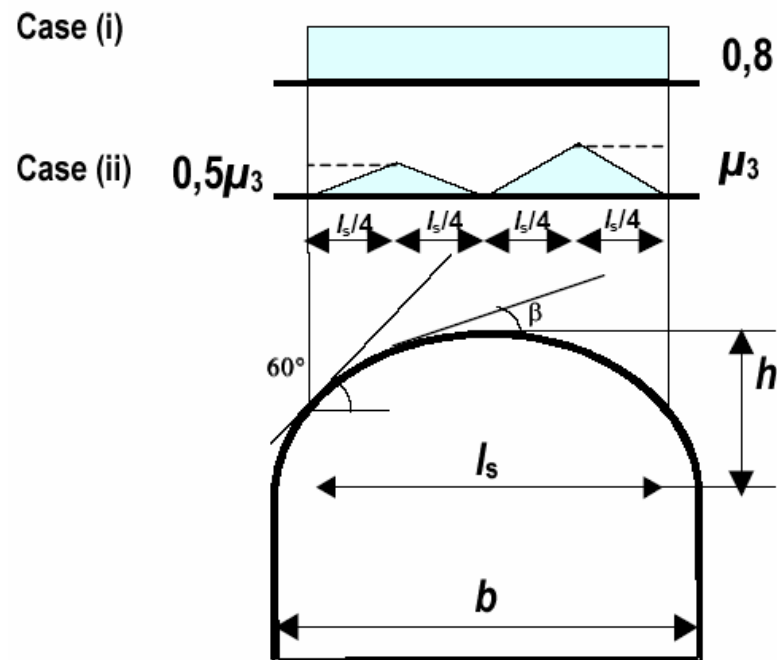
Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken met meerdere hellingen



Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor ronde daken

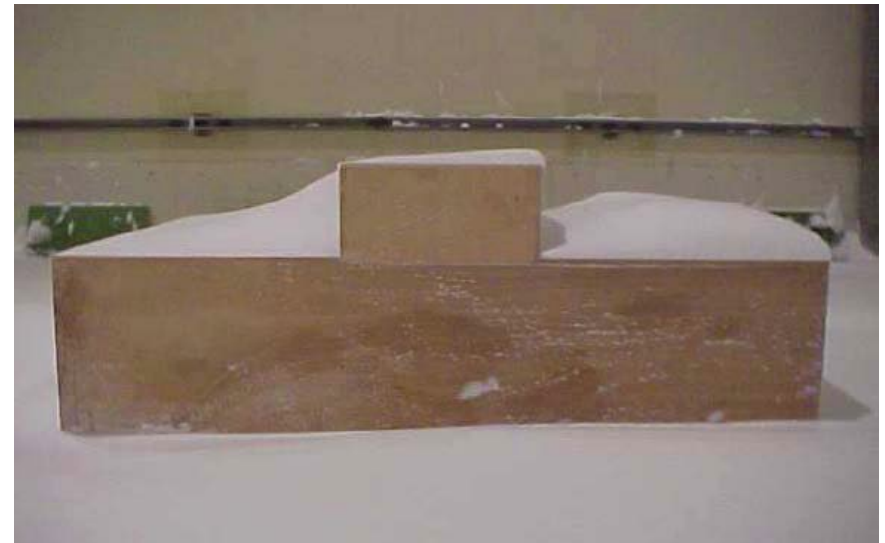
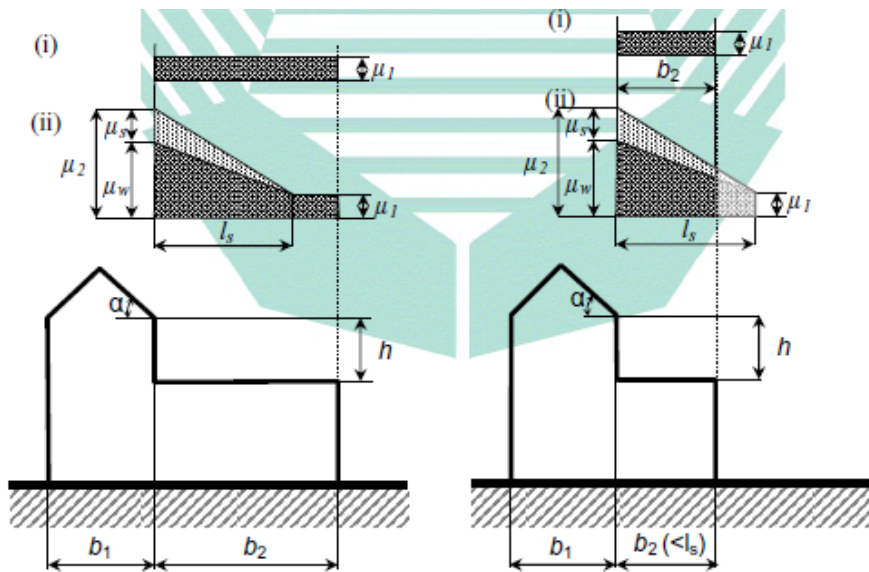


(i) : van toepassing voor gelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting.

(ii) : van toepassing voor ongelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting

Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken tegen een opgaande constructie



- (i) : van toepassing voor gelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting.
(ii) en (iii) : van toepassing voor ongelijkmatig verdeelde sneeuwbelasting
 $l_s = 2h$, met de beperking $5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$.



Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken tegen een opgaande constructie

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

μ_s : vormcoëfficiënt van de sneeuwbelasting door het afglijding van sneeuw van het bovenste dak

$$\mu_s = 0 \text{ voor } \alpha < 15^\circ$$

voor $\alpha > 15^\circ$ wordt μ_s bepaald door de toepassing van een bijkomende belasting die gelijk is aan 50 % van de maximale sneeuwbelasting die aangrijpt op het dakschild dat aan het bovenste dak grenst

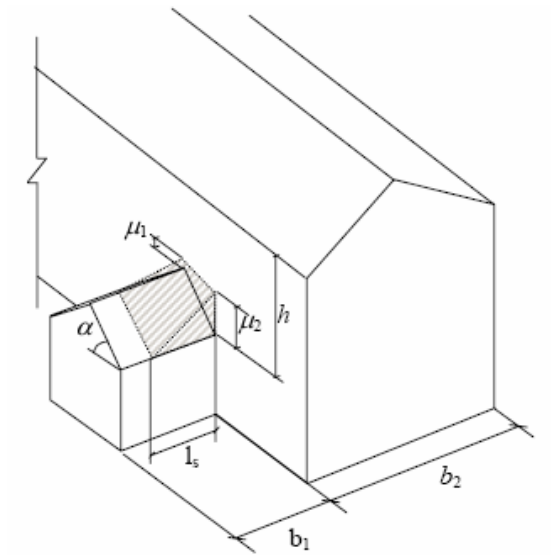
μ_w : vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting door de wind

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma_h/s_k \text{ met de beperking } 0,8 \leq \mu_w \leq 2$$

Het volumieke gewicht van de sneeuw $\gamma_h = 2 \text{ kN/m}^3$

Sneeuwbelasting

μ vormcoëfficiënt voor de sneeuwbelasting voor daken tegen een opgaande constructie





Sneeuwbelasting

Gebruiksduur en terugkeerperiode van de sneeuw (r_{sk})

Hoofdconstructies, secundaire constructies en vulelementen hebben een andere levensduur en een verschillend vervangingsgemak:

Voor de hoofdconstructies, de verankeringen en de secundaire constructies, is de terugkeerperiode 50 jaar ($r_{sk} = 1$).

Voor vulelementen is de terugkeerperiode 25 jaar ($r_{sk} = 0,88$).



Sneeuwbelasting

Gebruiksduur en terugkeerperiode van de sneeuw (r_{sk})

De algemene formule voor r_{sk}

$$r_{sk} = \frac{s_n}{s_k} = \frac{1 - V \times \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times [\ln(-\ln(1 - 1/n)) + 0,57722]}{1 + 2,5923 \times V}$$

s_n : de sneeuwbelasting op de grond die overeenkomt met een terugkeerperiode van n jaar

n : het aantal jaren

V : de variatiecoëfficiënt van de jaarlijkse maximale sneeuwbelasting.



Sneeuwbelasting

Ontbinding van de belastingen

De sneeuw s_k is een verticale veranderlijke (variable) belasting, die in aanmerking moet genomen worden bij hellingen tussen 0° en 60° , waarop deze een druk uitoefent. Deze kracht wordt uitgedrukt in N per m^2 horizontale oppervlakte (Pa), en kan ontbonden worden in :

een component loodrecht op de constructie $s^\perp = s_k \cdot \cos^2(\theta)$

een evenwijdige component $s_{//} = s_k \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta)$.

Sneeuwbelasting

Rekenwaarde voor combinatie sneeuw en eigengewicht

Parameters	Hoofd-constructie (veranda's, categorie 3)		Verankering van de secundaire constructie			Secundaire constructie		
	γ_G	γ_Q	γ_G	γ_Q	r_{sk}	γ_G	γ_Q	r_{sk}
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht en sneeuw	1,35	1,5	1,20	1,35	1	1,15	1,25	1
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht en sneeuw								
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) ⁽²⁾ $F_d(g,s) = g_k + r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	Zie Eurocodes en normen		$F_d(g,s) = g_k + \mu_i \cdot s_k$ ⁽⁴⁾			$F_d(g,s) = g_k + \mu_i \cdot s_k$		
Uiterste grenstoestanden (UGT) ⁽²⁾ $F_d(g,s) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$			$F_d(g,s) = 1,2 \cdot g_k + 1,35 \cdot \mu_i \cdot s_k$			$F_d(g,s) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot \mu_i \cdot s_k$		
Criteria voor de grenstoestanden						Dakvensters en veranda's (categorie 1)	Lichte structuren en veranda's (categorie 2)	
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen		⁽²⁾			Vervorming van de stijlen (kepers) en de dwarsregels ⁽⁶⁾		
						$y_{\perp} \leq L/250$ ⁽⁴⁾ $y_{\parallel} = 1/500$ of 3 mm ⁽³⁾	$y_{\perp} \leq L/250$ indien $L \leq 3,5$ m $y_{\perp} \leq 4 + L/330$ indien $3,5$ m < $L < 7,5$ m $y_{\perp} \leq L/275$ indien $L \geq 7,5$ m ⁽⁴⁾ $y_{\parallel} = 1/500$ of ≤ 3 mm ⁽³⁾	
Uiterste grenstoestanden (UGT)			$E_d(g,s) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾			Geen controle	$E_d(g,s) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾	

Sneeuwbelasting

Rekenwaarde voor combinatie sneeuw en eigengewicht

Parameters	Verlijming van het SGG en verankering van de vulelementen			Vulelementen		
	γ_G	γ_Q	r_{sk}	γ_G	γ_Q	r_{sk}
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht en sneeuw	1,1	1,1	0,88	1,1	1,1	0,88
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht en sneeuw						
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT) ⁽²⁾ $F_d(g,s) = g_k + r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	-			$F_d(g,s) = g_k + 0,88 \cdot \mu_i \cdot s_k$		
Uiterste grenstoelstanden (UGT) ⁽²⁾ $F_d(g,s) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	$F_d(g,s) = 1,1 \cdot g_k + 0,965 \cdot \mu_i \cdot s_k$ ⁽²⁾			$F_d(g,s) = 1,1 \cdot g_k + 0,965 \cdot \mu_i \cdot s_k$		
Criteria voor de grenstoelstanden						
Gebruiksgrenstoelstanden (GGT)	-			Vervorming of belasting ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾		
Uiterste grenstoelstanden (UGT)	$E_d(g,s) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾			$E_d(g,s) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾ ⁽⁴⁾		

Sneeuwbelasting

Rekenwaarde voor combinatie wind, sneeuw en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Hoofdconstructie (veranda's, categorie 3)		Verankering van de secundaire constructie	
	γ_G	γ_Q	γ_G	γ_Q
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht, de wind en sneeuw	1,35	1,50	1,20	1,35
Coëfficiënt die de combinatiewaarde voor een veranderlijke belasting ψ_0 defineert	-		0,30	
Terugkeerperiode voor de wind c_{prob}^2	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$		50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	
Terugkeerperiode voor de sneeuw r_{sk}	50 jaar - $r_{sk} = 1$		50 jaar - $r_{sk} = 1$	
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht, de wind en sneeuw				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen		-	
Uiterste grenstoestanden (UGT) $F_d(C1) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot S_k + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(C2) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot S_k$	Zie Eurocodes en normen		$F_d(C1) = 1,20 \cdot g_k + 1,35 \cdot \mu_i \cdot S_k + 0,4 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ ⁽²⁾ $F_d(C2) = 1,20 \cdot g_k + 1,35 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p + 0,4 \cdot \mu_i \cdot S_k$ ⁽²⁾	
Criteria voor de grenstoestanden				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen		-	
Uiterste grenstoestanden (UGT)	Zie Eurocodes en normen		$E_d(C1) \leq X_d / \gamma_M - E_d(C2) \leq X_d / \gamma_M$ ⁽¹⁾	
⁽¹⁾ E_d vertegenwoordigt de rekenwaarde van de meest ongunstige belastingen, veroorzaakt door de belastingscombinatie. ⁽²⁾ Indien een veranderlijke belasting een gunstig effect heeft (vermindering van de resultante F_d), moet de belastingscombinatie waarin deze veranderlijke belasting gelijk is aan nul eveneens in aanmerking genomen worden (zie § 4.6).				

Sneeuwbelasting

Rekenwaarde voor combinatie wind, sneeuw en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Secundaire constructie	
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht, de wind en sneeuw	γ_G 1,15	γ_Q 1,25
Coëfficiënt die de combinatiewaarde voor een veranderlijke belasting ψ_0 defineert	0,30	
Terugkeerperiode voor de wind c_{prob}^2	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	
Terugkeerperiode voor de sneeuw r_{sk}	50 jaar - $r_{sk} = 1$	
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht, de wind en sneeuw		
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-	
Uiterste grenstoestanden (UGT) ⁽²⁾ $F_d(C1) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(C2) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	$F_d(C1) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot \mu_i \cdot s_k + 0,375 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_p$ $F_d(C2) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_p + 0,375 \cdot \mu_i \cdot s_k$	
Criteria voor de grenstoestanden	Dakvensters en veranda's (categorie 1)	Lichte structuren en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-	
Uiterste grenstoestanden (UGT)	Geen controle	$E_d(C1) \leq X_d / \gamma_M$ $E_d(C2) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$
⁽¹⁾ E_d vertegenwoordigt de rekenwaarde van de meest ongunstige belastingen, veroorzaakt door de belastingscombinatie. ⁽²⁾ Indien een veranderlijke belasting een gunstig effect heeft (vermindering van de resultante F_d), moet de belastingscombinatie waarin deze veranderlijke belasting gelijk is aan nul eveneens in aanmerking genomen worden (zie § 4.6.1).		

Sneeuwbelasting

Rekenwaarde voor combinatie wind, sneeuw en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Verlijming van het SGG (²) en verankering van de vulelementen		Vulelementen	
	γ_G	γ_Q	γ_G	γ_Q
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht, de wind en sneeuw	1,1	1,1	1,1	1,1
Combinatiewaarde voor een veranderlijke belasting ψ_0	0,30		0,30	
Terugkeerperiode voor de wind	25 jaar - $c_{prob}^2 = 0,92$		25 jaar - $c_{prob}^2 = 0,92$	
Terugkeerperiode voor de sneeuw	25 jaar - $r_{sk} = 0,88$		25 jaar - $r_{sk} = 0,88$	
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht, de wind en sneeuw				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-		-	
Uiterste grenstoestanden (UGT) (¹) $F_d(C1) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(C2) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	$F_d(C1) = 1,1 g_k + 0,965 \mu_i s_k + 0,3 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ $F_d(C2) = 1,1 g_k + 1,01 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p + 0,29 \mu_i s_k$		$F_d(C1) = 1,1 g_k + 0,965 \mu_i s_k + 0,30 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ $F_d(C2) = 1,1 g_k + 1,01 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p + 0,29 \mu_i s_k$	
Criteria voor de grenstoestanden				
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-		-	
Uiterste grenstoestanden (UGT)	$E_d(C1) \leq X_d / \gamma_m - E_d(C2) \leq X_k / \gamma_m$ (¹)		$E_d(C1) \leq X_d / \gamma_m - E_d(C2) \leq X_k / \gamma_m$ (¹)	

Hulpmiddelen

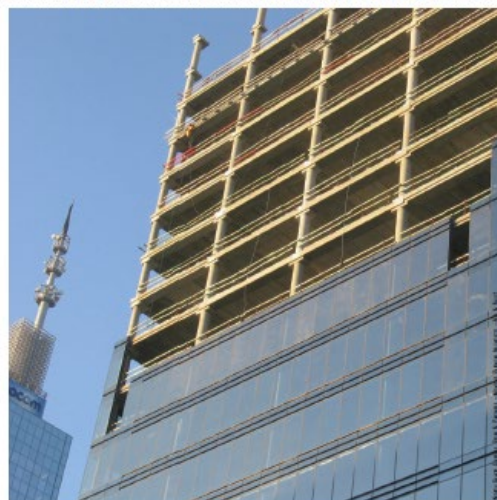
Lastenbepaling volgens Eurocode

Hulpmiddelen

WTCB



EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF



RAPPORT

TOEPASSING VAN
DE EUROCODES OP
HET ONTWERP VAN
BUITENSCHRIJNWERK

(aangepast in oktober 2010)

WTCB-Rapport nr. 11 – 2009

Borstweringsfunctie



Borstweringsfunctie

Belastingen naar aanleiding van de borstweringsfunctie

Horizontale belastingen A_h

$q_{k,h}$: gelijkmatige verdeelde kracht uitgeoefend op beschermingshoogte

$Q_{kh,1}$: geconcentreerde kracht uitgeoefend op een vierkant oppervlak van 100 mm zijde of regel over een lengte van 100 mm op de meest ongunstige plaats op beschermingshoogte

$Q_{kh,2}$: geconcentreerde kracht onder de beschermingshoogte op een vierkant oppervlak van 100 mm zijde op de meest ongunstige plaats

Verticale belastingen A_v

$Q_{kv,3}$: Een kracht uitgeoefend op de regel of handgreep en op de meest ongunstige plaats van de borstwering

Borstweringsfunctie

Belastingen naar aanleiding van de borstweringsfunctie

De aanbevolen waarden voor de belastingen naargelang van het specifieke gebruik van het gebouw

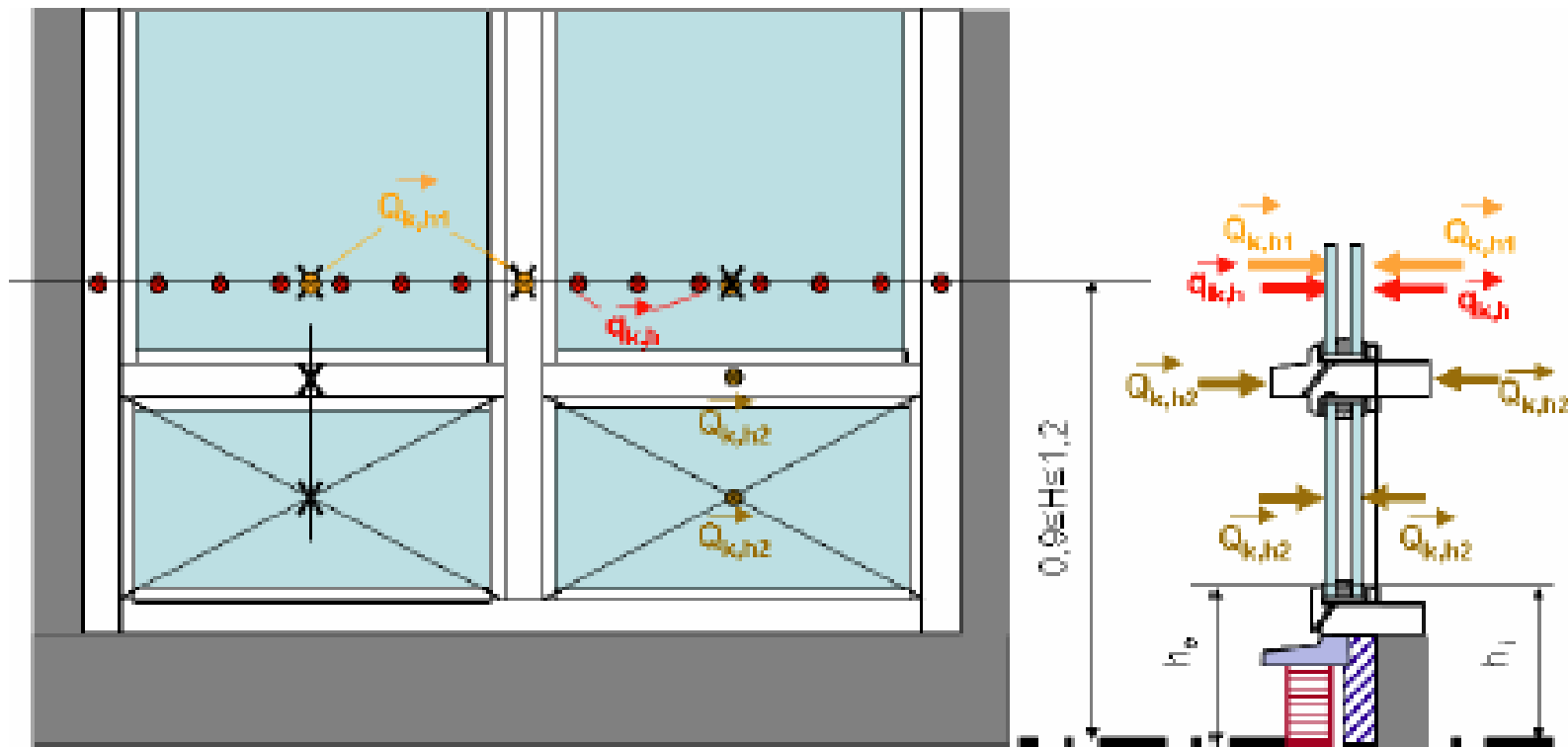
De krachten worden onafhankelijk van elkaar geevalueerd

De horizontale belastingen moeten worden toegepast in de richting van de val. In de omgekeerde richting wordt 0,5 kN/m genomen voor alle bruikbaarheidscategorieën

Gebruikscategorieën (EN 1991-1-1)	Lineaire belasting en $q_{k,h}$ (kN/m)	Puntbelastingen (kN)		
		$Q_{k,01}$ op de beschermings- hoogte	$Q_{k,02}$ onder de beschermings- hoogte	$Q_{k,03}$ op de beschermings- hoogte
A Huishoudelijke en residentiële activiteiten Eengezinswoningen en appartementen Vertrekken van woongebouwen en huizen; kamers en zalen van ziekenhuizen; kamers van hotels en tehuizen; keukens en toiletten, ...	0,5	1,0	0,5	1,0
B Kantoren	1,0	1,0	0,5	1,0
C Plaatsen waar veel mensen samenkomen (de oppervlakken van de categorieën A, B, D en E uitgezonderd)	1,0	1,0	0,5	1,0
C1 : plaatsen met tafels, ... (bv. scholen, cafés, restaurants, feestzalen, leeszalen, receptiezalen, ...)	1,0	1,0	0,5	1,0
C2 : plaatsen met vaste stoelen (bv. kerken, theaters en bioscopen, conferentiezalen, amfitheaters, vergaderzalen, wachtzalen, ...)	1,0	1,0	0,5	1,0
C3 : plaatsen zonder obstakels voor het personenverkeer (bv. musea, tentoonstellingszalen, ... en ingangen van openbare en administratieve gebouwen, hotels, ...)	1,0	1,0	0,5	1,0
C4 : plaatsen waar fysieke activiteiten mogelijk zijn (bv. discotheken, turnzalen, toneelzalen, ...)	1,0	1,0	0,5	1,0
C5 : plaatsen waar een grote mensenmassa kan samenkomen (bv. gebouwen waar openbare evenementen kunnen plaatsgrijpen, zoals concertzalen, sportzalen met inbegrip van de tribunes, terrassen en toegangszones, ...). Horizontale afstand tussen de borstwering, de steelenrijen of de afscheidingen (*): 3 m 2 m	5,0 3,0	2,0 2,0	0,5 0,5	1,0 1,0
D Handelsoppervlakken D1 : detailhandelsruimten (bv. magazijnen, papierhandels, winkels van kantooormaterialen, ...)	1,0	1,0	0,5	1,0
E Oppervlakken die zich lenen voor de opslag van grote volumes goederen, toegangszones inbegrepen (bv. opslagruimten, met inbegrip van bibliotheken)	2,0	1,0	0,5	1,0
Publiek toegankelijke plaatsen buiten (zie § 4.4.2.4).	1,0	1,0	0,5	1,0

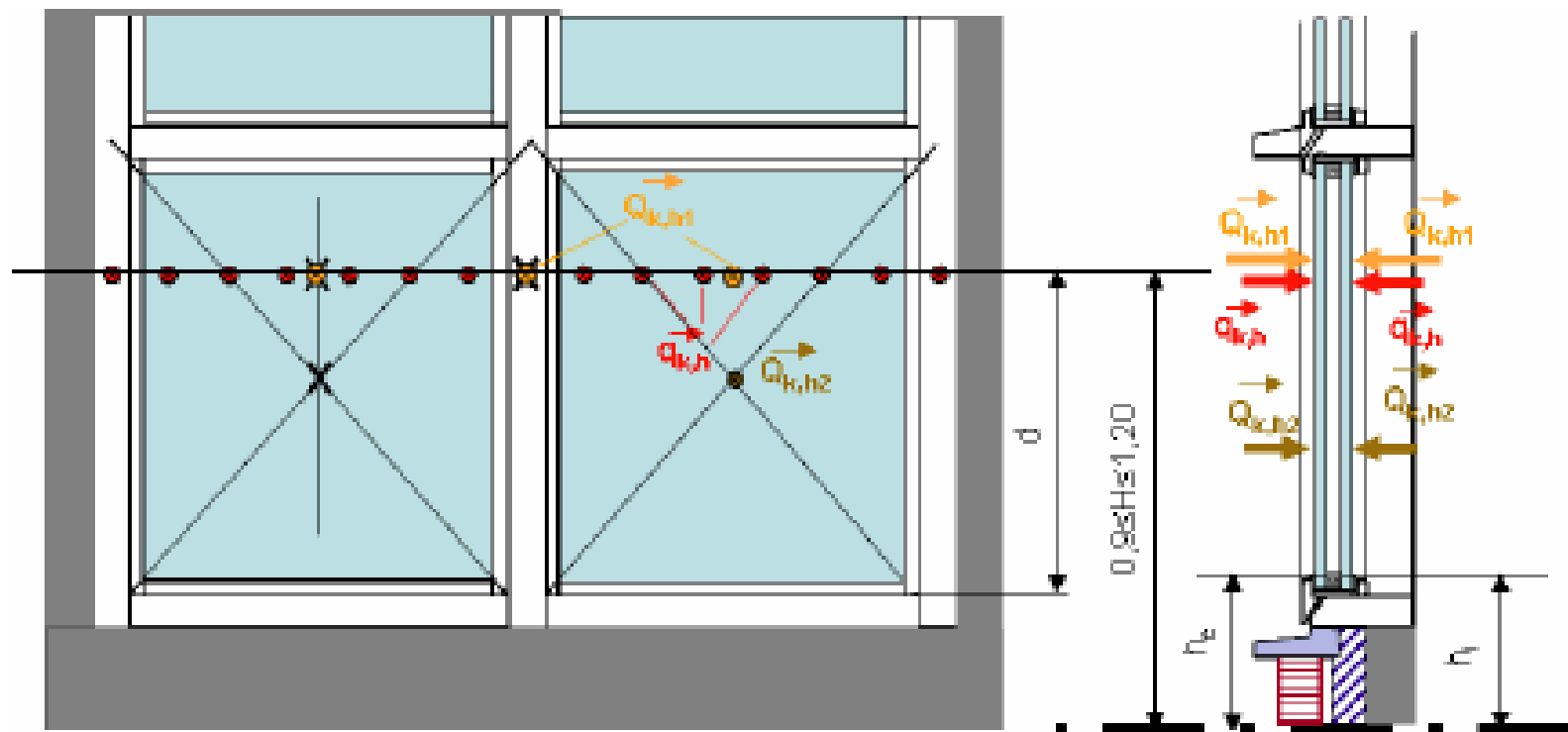
Borstweringsfunctie

Positie van de belastingen



Borstweringsfunctie

Positie van de belastingen





Borstweringsfunctie

Ontbinding van de belastingen

De horizontale veranderlijke (variabele) belastingen worden uitgedrukt in N/m of in N, en kunnen ontbonden worden in :

een component loodrecht op de constructie, $A_h \perp = A_h \cdot \sin(\theta)$

een evenwijdige component, $A_h // = A_h \cdot \cos(\theta)$.

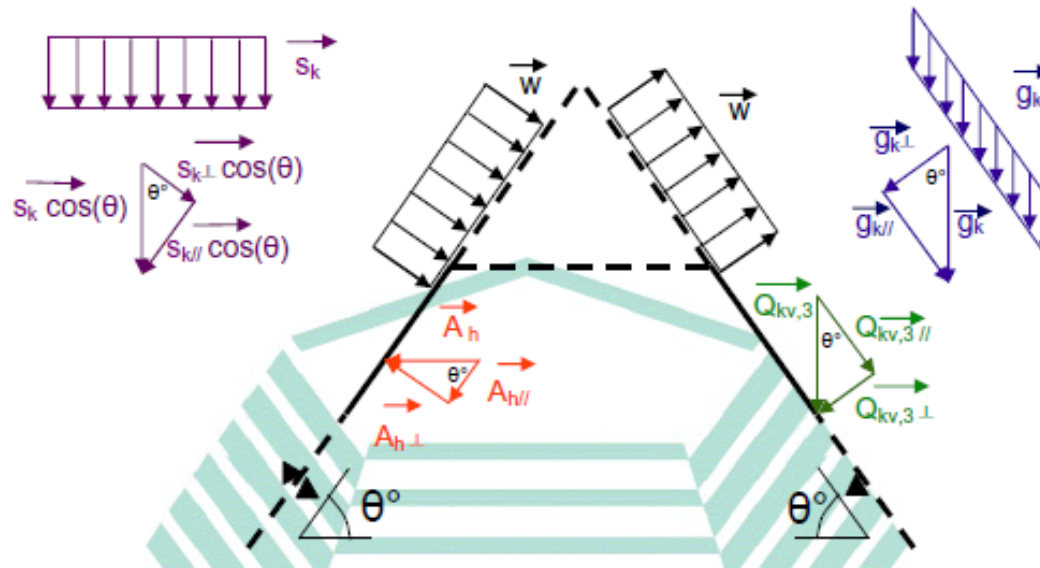
De verticale veranderlijke (variabele) belastingen worden uitgedrukt in N/m en kunnen ontbonden worden in :

een component loodrecht op de constructie, $Q_{kv,3} \perp = Q_{kv,3} \cdot \sin(\theta)$

een evenwijdige component $Q_{kv,3} // = Q_{kv,3} \cdot \cos(\theta)$.

Borstweringsfunctie

Ontbinding van de belastingen voor wind, eigengewicht, sneeuw en veroorzaakt door borstweringsfunctie



Borstweringsfunctie

Rekenwaarde voor combinatie borstweringsfunctie, wind en eigengewicht

Parameters	Hoofdconstructie (veranda's, categorie 3)		Verankerung van de secundaire constructie			Secundaire constructie		
	ψ_0	ψ_1	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Begeleidende coëfficiënt	-		0,3	0,7	0,0	0,3	0,7	0,0
Partiële coëfficiënt voor de belastingen	γ_0 1,50	γ_G 1,35	γ_G 1,20	γ_0 1,35		γ_0 1,25	γ_G 1,15	
Waarden voor de belastingcombinaties								
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) $F_d(1) = \psi_1 q_{k,h} + \psi_2 \cdot c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = \psi_1 Q_{kh,1} + \psi_2 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = \psi_1 Q_{kh,2} + \psi_2 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = \psi_1 Q_{kv,3} + g_k$	Zie Eurocodes en normen		$F_d(1) = 0,7 q_{k,h} + 0,0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 0,7 Q_{kh,1} + 0,0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = 0,7 Q_{kv,3} + g_k$			$F_d(1) = 0,7 q_{k,h} + 0,0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 0,7 Q_{kh,1} + 0,0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = 0,7 Q_{kh,2} + 0,0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = 0,7 Q_{kv,3} + g_k$		
Uiterste grenstoestanden (UGT) $F_d(1) = \gamma_0 q_{k,h} + \gamma_0 \psi_0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = \gamma_0 Q_{kh,1} + \gamma_0 \psi_0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = \gamma_0 Q_{kh,2} + \gamma_0 \psi_0 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = \gamma_0 Q_{kv,3} + \gamma_G g_k$	Zie Eurocodes en normen		$F_d(1) = 1,35 q_{k,h} + 0,4 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 1,35 Q_{k,1} + 0,4 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = 1,35 Q_{kv,3} + 1,2 g_k$			$F_d(1) = 1,25 q_{k,h} + 0,375 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 1,25 Q_{k,1} + 0,375 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = 1,25 Q_{k,2} + 0,375 c_e(z) q_{ref} 50\text{jaar } c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = 1,25 Q_{kv,3} + 1,15 g_k$		
Criteria voor de grenstoestanden						Vensters en veranda's (categorie 1)		Gordijngevels en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen		(1)			Vervorming van de stijlen en de dwarsregels (zie afbeelding 54 en afbeelding 55) (1)		
Uiterste grenstoestanden (UGT)						$y_{\perp} \leq L/200$ $y_{//} \leq L/500$ of $\leq 3 \text{ mm}$ (3) (4)		$y_{\perp} \leq L/200$ indien $L \leq 3,0 \text{ m}$ $y_{\perp} \leq 5 + L/300$ indien $3,0 \text{ m} < L < 7,5 \text{ m}$ $y_{\perp} \leq L/250$ indien $L \geq 7,5 \text{ m}$ $y_{//} \leq L/500$ of $\leq 3 \text{ mm}$ (3) (4)
			$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M$ (1)			Geen controle		$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M$ (1)

Borstweringsfunctie

Rekenwaarde voor combinatie borstweringsfunctie, wind en eigengewicht

Parameters	Verlijming van het SGG en bevestiging van de vulelementen			Vulelementen		
	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Begeleidende coëfficiënt	0,3	0,7	0,0	0,3	0,7	0,0
Partiële coëfficiënt voor de belastingen	γ_Q	γ_G		γ_Q	γ_G	
	1,1	1,1		1,1	1,1	
Waarden voor de belastingscombinaties						
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) $F_d(1) = \psi_1 q_{k,h} + \psi_2 \cdot c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = \psi_1 Q_{kh,1} + \psi_2 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = \psi_1 Q_{kh,2} + \psi_2 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = \psi_1 Q_{kv,3} + g_k$	$F_d(1) = 0,7 q_{k,h} + 0,0 \cdot c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 0,7 Q_{kh,1} + 0,0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = 0,7 Q_{kh,2} + 0,0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ -			$F_d(1) = 0,7 q_{k,h} + 0,0 \cdot c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 0,7 Q_{kh,1} + 0,0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ ⁽⁴⁾ $F_d(3) = 0,7 Q_{kh,2} + 0,0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = 0,7 Q_{kv,3} + 1,0 g_k$ ⁽³⁾		
Uiterste grenstoestanden (UGT) $F_d(1) = \gamma_Q q_{k,h} + \gamma_Q \psi_0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = \gamma_Q Q_{kh,1} + \gamma_Q \psi_0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = \gamma_Q Q_{kh,2} + \gamma_Q \psi_0 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = \gamma_Q Q_{kv,3} + \gamma_G g_k$	$F_d(1) = 1,1 q_{k,h} + 0,33 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 1,1 Q_{kh,1} + 0,33 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = 1,1 Q_{kh,2} + 0,33 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ -			$F_d(1) = 1,1 q_{k,h} + 0,33 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(2) = 1,1 Q_{kh,1} + 0,33 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(3) = 1,1 Q_{kh,2} + 0,33 c_e(z) q_{ref\ 50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_d(4) = 1,1 Q_{kv,3} + 1,1 g_k$		
Criteria voor de grenstoestanden						
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	(1)			(1) (3)		
Uiterste grenstoestanden (UGT)	$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M$ ⁽²⁾			$E_d(w) \leq X_d / \gamma_M$ ^{(2) (3)}		

Oefeningen



Oefeningen eigengewicht

Oefening 1

Bepaal de tussenregel van een vast raam met een ruit van 1,4 m breed x 2,8 m hoog met samenstelling 8/15/44.2



Oefeningen eigengewicht

Oefening 1

Bepaal de tussenregel van een vast raam met een ruit van 1,4 m breed x 2,8 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

$$\text{Glasvolume} = 1,4 \times 2,8 = 3,92 \text{ m}^3$$

$$\text{Totale glasdikte} = 8 \text{ mm} + 4 \text{ mm} + 4 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Glasgewicht per m}^2 = 16 \text{ mm} \times 25 \text{ kg/m}^3 = 400 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Totaal glasgewicht} = 400 \text{ N/m}^2 \times 3,92 \text{ m}^2 = 1568 \text{ N}$$

$$\text{Gewicht per glassteun } P = 1568 \text{ N} / 2 = 784 \text{ N}$$

$$\text{Standaard afstand tot midden steunblokje } a = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Maximaal toelaatbare doorbuiging} = \min \text{ van } L/500 \text{ en } 3 \text{ mm} =$$

$$1400 \text{ mm} / 500 = 2,8 \text{ mm}$$

$$E_{\text{alu}} = 70.000 \text{ N/mm}^2$$

Oefeningen eigengewicht

Oefening 1

Bepaal de tussenregel van een vast raam met een ruit van 1,4 m breed x 2,8 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

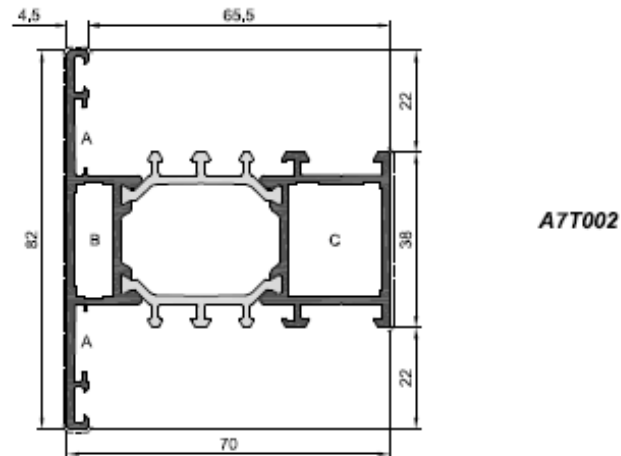
Doorbuigingscontrole :

$$I = \frac{Pa(3l^2 - 4a^2)}{24fE}$$

$$I_{yy} = 144750 \text{ mm}^4 = 14,47 \text{ cm}^4$$

Profielkeuze = A7T002

$$I_{yy} = 14,57 \text{ cm}^4$$



↓	dra/ste	36.16	A	↓	TS9Z05	C	TS0M02	C	TS7M02	HP	J.1.9		
●	depte	12.95	B	↔	TS9M00	C	TS0M05	-	-	HP	H.6.1		
+	I _{yy} opt	14.57	B	↔	TS9W00	C	TS2M02	-	-	HP	6.5		
mm		800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
+	I _{xx} opt	8.22	10.54	12.91	15.21	17.36	19.34	21.11	22.70	24.10	25.34	26.42	27.38



Oefeningen eigengewicht

Oefening 2

De architect is niet tevreden met de aanzichtsbreedte en wil een smallere regel. Bepaal de smalste tussenregel van een Avantis 70 raam met een ruit van 1,4 m breed x 2,8 m hoog met samenstelling 8/15/44.2



Oefeningen eigengewicht

Oefening 2

De architect is niet tevreden met de aanzichtsbreedte en wil een smallere regel. Bepaal de smalste tussenregel van een Avantis 70 raam met een ruit van 1,4 m breed x 2,8 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

$$\text{Glasvolume} = 1,4 \times 2,8 = 3,92 \text{ m}^3$$

$$\text{Gewicht per glassteun } P = 1568 \text{ N} / 2 = 784 \text{ N (zie oefening 1)}$$

$$\text{Minimale maat glassteunblokje voor glasvolume} < 4 \text{ m}^3 = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Afstand tot midden steunblokje } a = 1,5 \times 50 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Maximaal toelaatbare doorbuiging} = \text{min van } L/500 \text{ en } 3 \text{ mm} =$$

$$1400 \text{ mm} / 500 = 2,8 \text{ mm}$$

$$E_{\text{alu}} = 70.000 \text{ N/mm}^2$$

Oefeningen eigengewicht

Oefening 2

De architect is niet tevreden met de aanzichtsbreedte en wil een smallere regel. Bepaal de smalste tussenregel van een Avantis 70 raam met een ruit van 1,4 m breed x 2,8 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

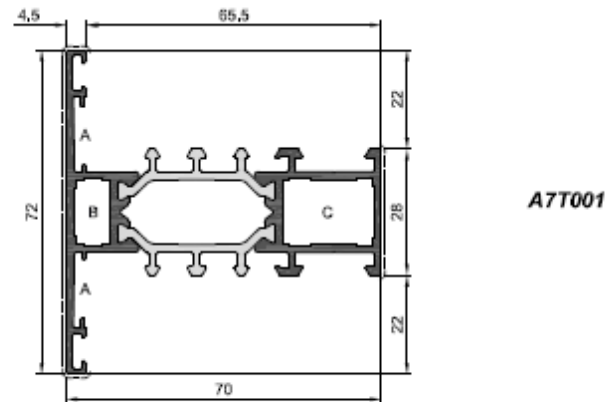
Doorbuigingscontrole :

$$I = \frac{Pa(3l^2 - 4a^2)}{24fE}$$

$$I_{yy} = 73219 \text{ mm}^4 = 7,32 \text{ cm}^4$$

Profielkeuze = A7T001

$$I_{yy} = 8,62 \text{ cm}^4$$



↓	down	36.16	A	△	TS9ZD5	C	△	TS0HD2	C	△	TS7HD2	▽	J.1.9
●	down	10.95	B	△	TS9HD0	C	△	TS0HD5	-	-	-	▽	H.1.1
+	ly on	8.62	B	△	TS9WD0	C	△	TS2HD2	-	-	-	▽	m
+	mm	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
+	box on	7.54	9.71	11.89	13.95	15.85	17.55	19.06	20.39	21.55	22.56	23.45	24.22



Oefeningen eigengewicht

Oefening 3

Bepaal de tussenregel van een gevel met een ruit van 2,8 m breed x 1,4 m hoog met samenstelling 8/15/44.2



Oefeningen eigengewicht

Oefening 3

Bepaal de tussenregel van een gevel met een ruit van 2,8 m breed x 1,4 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

Glasvolume = $1,4 \times 2,8 = 3,92 \text{ m}^3$

Gewicht per glassteun $P = 1568 \text{ N} / 2 = 784 \text{ N}$ (zie oefening 1)

Minimale maat glassteunblokje voor glasvolume $< 4 \text{ m}^2 = 50 \text{ mm}$

Afstand tot midden steunblokje $a = 1,5 \times 50 \text{ mm} = 75 \text{ mm}$

Maximaal toelaatbare doorbuiging = min van $L/500$ en $3 \text{ mm} = 3 \text{ mm}$

$E_{\text{alu}} = 70.000 \text{ N/mm}^2$

Oefeningen eigengewicht

Oefening 3

Bepaal de tussenregel van een gevel met een ruit van 2,8 m breed x 1,4 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

Doorbuigingscontrole :

$$I = \frac{Pa(3l^2 - 4a^2)}{24fE}$$

$$I_{yy} = 274138 \text{ mm}^4 = 27,41 \text{ cm}^4$$

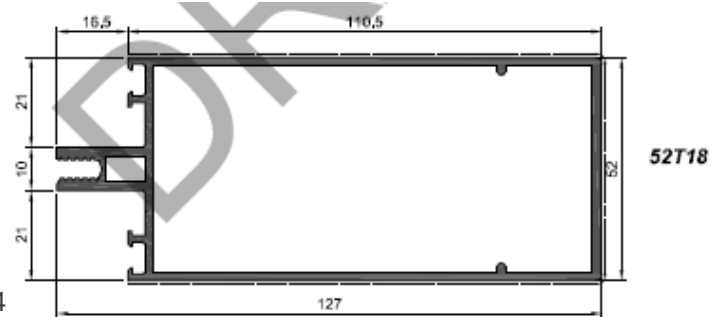
Profielkeuze = 52T18

$$I_{yy} = 30,27 \text{ cm}^4$$

$$W_y = 11,64 \text{ cm}^3$$

(Met glasblokje van 100 mm

$$I_{yy} = 54,7 \text{ cm}^4)$$



∅	42.63	6.2.1	-
∅	27.17	-	TS9201
+	30.27	7	TS3276
+	141.70	-	



Oefeningen eigengewicht

Oefening 3

Bepaal de tussenregel van een gevel met een ruit van 2,8 m breed x 1,4 m hoog met samenstelling 8/15/44.2

Spanningscontrole :

$$\gamma_G = 1,15$$

$$\text{Gewicht per glassteun } P_Y = P \times \gamma_G = 784 \text{ N} \times 1,15 = 901,6 \text{ N}$$

$$M = P_Y \times a = 901,6 \text{ N} \times 0,075 \text{ m} = 67,62 \text{ Nm} = 0,68 \text{ Ncm}$$

$$\sigma = M/W_y = 0,68 \text{ Ncm} / 11,64 \text{ cm}^3 = 0,058 \text{ N/cm}^2 = 5,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toelaatbare spanning } 160 \text{ N/mm}^2 > 5,8 \text{ N/mm}^2$$



Oefeningen windbelasting

Oefening 4

Bepaal de ruwheidscategorie voor een woning van 10 m hoog aan de 7^{de} Liniestraat 26, 3150 Tildonk

<https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>



Oefeningen windbelasting

Oefening 4

Bepaal de ruwheidscategorie voor een woning van 10 m hoog
aan de 7^{de} Liniestraat 26, 3150 Tildonk

Gebouw heeft een hoogte van 10 m.

Referentiehoogte $z_e = 10$ m

$x = 365$ m

Ruwheidscategorie is II

Referentie windsnelheid is 25 m/s

Piekstuwdruk = 919 N/m²



Oefeningen windbelasting

Oefening 5

Bepaal de ruwheidscategorie voor een woning van 20 m hoog aan de Brusselsestraat 100, 3000 Leuven

<https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>



Oefeningen windbelasting

Oefening 5

Bepaal de ruwheidscategorie voor een woning van 20 m hoog aan de Brusselsestraat 100, 3000 Leuven

Gebouw heeft een hoogte van 20 m.

$$h_{\text{ave}} = 15 \text{ m}$$

h_{dis} is kleinste waarde van $0,8 \cdot 15$ of $0,6 \cdot 20$

$$h_{\text{dis}} = 12$$

$$\text{Referentiehoogte } z_e = 20 - 12 = 8$$

$$x = 300 \text{ m}$$

Ruwheidscategorie is IV

Referentie windsnelheid is 25 m/s

$$\text{Piekstuwdruk} = 408 \text{ N/m}^2$$



Oefeningen windbelasting

Oefening 6

Bepaal de ruwheidscategorie voor een ziekenhuisgebouw van 70 m hoog aan de Brusselsestraat 100, 3000 Leuven

<https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>



Oefeningen windbelasting

Oefening 6

Bepaal de ruwheidscategorie voor een ziekenhuisgebouw van 70 m hoog aan de Brusselsestraat 100, 3000 Leuven

Gebouw heeft een hoogte van 70 m.

$$h_{\text{ave}} = 15 \text{ m}$$

h_{dis} is kleinste waarde van $0,8 \cdot 15$ of $0,6 \cdot 20$

$$h_{\text{dis}} = 12$$

$$\text{Referentiehoogte } z_e = 70 - 12 = 58$$

$$x = 3005 \text{ m}$$

Ruwheidscategorie is II

Referentie windsnelheid is 25 m/s

$$\text{Piekstuwdruk} = 1409 \text{ N/m}^2$$



Oefeningen windbelasting

Oefening 7

Bepaal de ruweidscategorie voor een appartementsgebouw gebouwd van 50 m hoog aan de Zeedijk 5, 8620 Nieuwpoort

<https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>



Oefeningen windbelasting

Oefening 7

Bepaal de ruwheidscategorie voor een appartementsgebouw gebouwd van 50 m hoog aan de Zeedijk 5, 8620 Nieuwpoort

Gebouw heeft een hoogte van 50 m.

$$h_{\text{dis}} = 10$$

$$\text{Referentiehoogte } z_e = 50 - 10 = 60$$

$$x = 3130 \text{ m}$$

Ruwheidscategorie is 0

Referentie windsnelheid is 26 m/s

$$\text{Piekstuwdruk} = 1722 \text{ N/m}^2$$



Oefeningen windbelasting

Oefening 8

Bepaal de ruweidscategorie voor een vakantiehuis van 8 m hoog aan de Dennenweg 2, 8620 Nieuwpoort

<https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>



Oefeningen windbelasting

Oefening 8

Bepaal de ruwheidscategorie voor een vakantiehuis van 8 m hoog aan de Dennenweg 2, 8620 Nieuwpoort

Gebouw heeft een hoogte van 8 m.

Referentiehoogte $z_e = 8$ m

$x = 300$ m

Ruwheidscategorie is III

Referentie windsnelheid is 26 m/s

Piekstuwdruk = 639 N/m²



Oefeningen windbelasting

Oefening 9

Bepaal de ruwheidscategorie voor een huis van 10 m hoog aan de Acacialaan 50, 3020 Herent

<https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>



Oefeningen windbelasting

Oefening 9

Bepaal de ruwheidscategorie voor een huis van 10 m hoog aan de Acacialaan 50, 3020 Herent

Gebouw heeft een hoogte van 10 m.

Referentiehoogte $z_e = 10$ m

$x = 365$ m

Ruwheidscategorie is II

Referentie windsnelheid is 25 m/s

Piekstuwdruk = 919 ???



Oefeningen windbelasting

Oefening 9

Bepaal de ruweidscategorie voor een huis van 10 m hoog aan de Acacialaan 50, 3020 Herent

Liggingshoogte = 71 m

Laagste punt helling = 38 m

Hoogteverschil $H = 71 - 38 = 33$ m

Lengte van de helling $Lu = 600$ m

$H/Lu = 33/600 = 0,055$

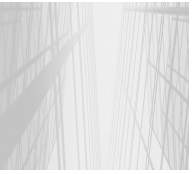
$X = -60$ m

$X/Lu = -0,1$

$S = 0,75$

$Co = 1 + 2 \times S \times H/Lu = 1 + 2 \times 0,75 \times 0,055 = 1,0825$

Piekstuwdruk = $919 \times (1,0825)^2 = 1077$ N/m²



Oefeningen windbelasting

Oefening 10

Bepaal de buitendrukcoëfficiënten (10m^2 en 1m^2) en de breedte van de randzone voor een huis met plat dak van 8 m hoog, 12 m breed en 20 m lang

Oefeningen windbelasting

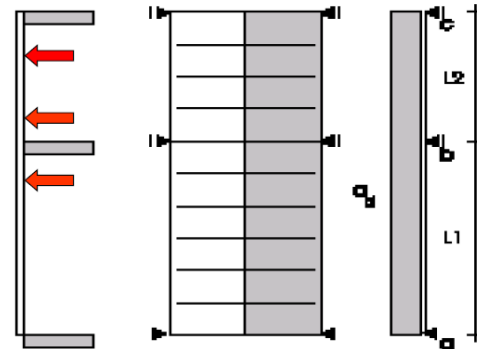
Oefening 11

Gegevens:

- Kantoorgebouw
- Adres : 7^{de} Liniestraat 26, 3150 Tildonk
- De gevel bevindt zich in het midden van de langste zijde
- Hoogte gebouw 8 m
- Breedte gebouw 12 m
- Lengte gebouw 20 m
- Hoogte gevel 2 x 3,6 m
- Breedte gevel 2 x 1,5m
- Glas over volledige verdiepingshoogte
- Glassamenstelling 8/15/55.2

Gevraagd:

- Bepaal de windbelasting op het glas
- Bepaal de stijl onder windbelasting
- Bepaal de middenregel onder windbelasting en eigengewicht
- Bepaal de oplegkrachten op de bevestigingen





Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 1: Bepaal de windbelasting

- $v_{b,o}$: referentiewindsnelheid
- Ruwheidscategorie
- z_e : Referentiehoogte
- Kies de dynamische piekdruk uit de juiste tabel
- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor $10m^2$ en $1m^2$
- Bepaal het belastingsoppervlak voor de beglazing
- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de beglazing
- Bepaal de windbelasting op de beglazing

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 1: Bepaal de windbelasting

- $v_{b,o}$: referentiewindsnelheid => 25m/s
- Ruwheidscategorie => II
- z_e :Referentiehoogte => 8m
- Kies de dynamische piekdruk uit de juiste tabel => 864 N/m²
- Bepaal Cpe voor 10m² en 1m² =>
 - Zone 3 $C_{pe,10}$ => -0,8 & 0,8
 - Zone 3 $C_{pe,1}$ => -1,1 & 1,0
- Bepaal het belastingsoppervlak voor de beglazing => 5,4m²
- Bepaal Cpe en Cpi voor de beglazing =>
 - $C_{pe,A}$ => -0,88 & 0,85
 - C_p => -1,08 & 1,15
- Bepaal de windbelasting op de beglazing =>
 - C_{prob}^2 => 0,92
 - $W = 864 \times 0,92 \times 1,15 = 914 \text{ N/m}^2$



Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 2: Bepaal de stijl onder windbelasting

- Bepaal het belastingsoppervlak voor de stijl
- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de stijl
- Bepaal de windbelasting op de stijl
- Bepaal de toelaatbare doorbuiging van de stijl
- Bereken de benodigde inertie van de stijl
- Kies een stijl uit de profielcatalogoog
- Bepaal het moment van de stijl
- Controleer de spanning in de stijl

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 2: Bepaal de stijl onder windbelasting

- Bepaal het belastingsoppervlak voor de stijl => $1,5 \times 7,2 = 10,8 \text{ m}^2$
- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de stijl =>

$$C_{pe,A} \Rightarrow -0,8 \text{ \& } 0,8$$

$$C_p \Rightarrow -1,0 \text{ \& } 1,1$$

- Bepaal de windbelasting op de stijl =>

$$C_{prob}^2 \Rightarrow 1$$

$$W = 864 \times 1 \times 1,1 = 950 \text{ N/m}^2$$

- Bepaal de toelaatbare doorbuiging van de stijl

$$\text{glas over volledige hoogte} \Rightarrow f = 12 \text{ mm} (< 5 + h/300 = 17$$

mm)

- Bereken de benodigde inertie van de stijl

$$\psi_1 = 0,8$$

$$F_{d1}(w) = 950 \times 0,8 \times 1,5 = 1140 \text{ N/m}$$

$$I = \frac{pl^4}{185Ef} \Rightarrow I = 123,21 \text{ cm}^4$$

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 2: Bepaal de stijl onder windbelasting

- Kies een stijl uit de profielcatalogoog

	I_{xx} (cm ⁴)	I_{yy} (cm ⁴)	W_{xx} (cm ³)	W_{yy} (cm ³)
52M53	165.09	35.00	24.84	13.46

- Bepaal het moment van de stijl

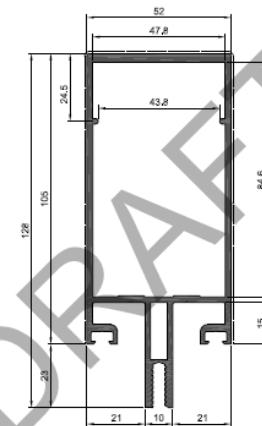
$$\gamma_1 = 1,25$$

$$F_{d1}(w) = 950 \times 1,25 \times 1,5 = 1781,3 \text{ N/m}$$

$$M_{max} = \frac{pl^2}{8} \Rightarrow M = 2885,71 \text{ Nm}$$

- Controleer de spanning in de stijl

$$\sigma = \frac{M y}{I} = 2,89 \text{ N/mm} / 0,02484 \text{ mm}^3$$
$$= 116,3 \text{ N/mm}^2$$



52M53

h	52,22	gb	6,21	52H53
h ₁	26,11	gb	7	TSS201
h ₂	35,00	gb	7	TSS258
h ₃	165,09			



Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 3: Bepaal de middenregel onder windbelasting en eigengewicht

- Bepaal het belastingsoppervlak voor de regel
- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de regel
- Bepaal de windbelasting op de regel
- Bepaal de toelaatbare doorbuiging van de regel onder windbelasting
- Bereken de benodigde inertie van de regel onder windbelasting
- Bepaal het glasgewicht op de regel
- Bepaal de toelaatbare doorbuiging van de regel onder glasgewicht
- Bereken de benodigde inertie van de regel onder glasgewicht
- Kies een regel uit de profielcatalogoog
- Bepaal het moment van de regel onder windbelasting
- Controleer de spanning in de regel onder windbelasting
- Bepaal het moment van de regel onder eigengewicht
- Controleer de spanning in de regel onder eigengewicht

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 3: Bepaal de regel onder windbelasting en eigengewicht

-Bepaal het belastingsoppervlak voor de regel =>
driehoekige belasting $A = 1,125 \text{ m}^2$

- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de regel

$$\text{Zone 3 } C_{pe,10} \Rightarrow -0,8 \text{ \& } 0,8$$

$$\text{Zone 3 } C_{pe,1} \Rightarrow -1,1 \text{ \& } 1,0$$

$$C_{pe,A} \Rightarrow -1,08 \text{ \& } 0,99$$

$$C_{pi} \Rightarrow -1,28 \text{ \& } 1,29$$

- Bepaal de windbelasting op de regel

$$C_{prob}^2 \Rightarrow 1$$

$$W = 864 \times 1 \times 1,29 = 1114 \text{ N/m}^2$$

- Bepaal de toelaatbare doorbuiging van de regel onder windbelasting

$$f = L/200 = 1500/200 = 7,5 \text{ mm } (< 12 \text{ mm})$$

- Bereken de benodigde inertie van de regel onder windbelasting

$$\psi_1 = 0,8$$

$$F_{d1}(w) = 1114 \times 0,8 \times 0,75 = 668,4 \text{ N/m } (2 \times)$$

$$I = \frac{pl^4}{120Ef} \Rightarrow I = 10,74 \text{ cm}^4$$

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

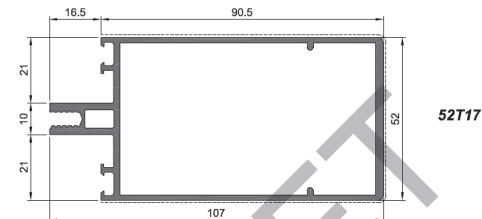
Stap 3: Bepaal de regel onder windbelasting en eigengewicht

- Bepaal het glasgewicht op de regel
 - 8 mm + 5 mm + 5 mm = 18mm glas
 - 18 mm x 25 N/m² mm = 450 N/m²
 - 5,4 m² x 450 N/m² = 2430 N => 1215 N per glassteun
- Bepaal de toelaatbare doorbuiging van de regel onder glasgewicht
 - f = 3 mm
- Bereken de benodigde inertie van de regel onder glasgewicht

$$I = \frac{Pa(3l^2 - 4a^2)}{24Ef} \Rightarrow I = 24,1 \text{ cm}^4$$

- Kies een regel uit de profielcatalogoog

	$I_{xx} \text{ (cm}^4\text{)}$	$I_{yy} \text{ (cm}^4\text{)}$	$W_{xx} \text{ (cm}^3\text{)}$	$W_{yy} \text{ (cm}^3\text{)}$
52T17	90.01	25.73	16.36	9.89



✓	cm/m	38.63	6.2.1	TS9201
●	cm/m	23.17		TS3256
+	kg/cm	25.73	7	TS3256
+	kg/cm	90.01		

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 3: Bepaal de regel onder windbelasting en eigengewicht

- Bepaal het moment van de regel onder windbelasting

$$\gamma_1 = 1,25$$

$$F_{d1}(w) = 1114 \times 1,25 \times 0,75 = 1044 \text{ N/m (2 x)}$$

$$M_{\max} = \frac{pl^2}{12} = 392 \text{ Nm}$$

- Controleer de spanning in de regel onder windbelasting

$$\sigma = \frac{M y}{I} = 3,92 \text{ Ncm} / 16,36 \text{ cm}^3 \Rightarrow 23,9 \text{ Nmm}^2$$

- Bepaal het moment van de regel onder eigengewicht

$$\gamma_g = 1,15$$

$$F_{d1}(w) = 1215 \times 1,15 = 1397 \text{ N}$$

$$M = P \times a = 1397 \text{ N} \times 0,150 \text{ m} = 209 \text{ Nm}$$

- Controleer de spanning in de regel onder eigengewicht

$$\sigma = \frac{M y}{I} = 209 \text{ Ncm} / 9,89 \text{ cm}^3 \Rightarrow 21,1 \text{ N/mm}^2$$



Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 4: Bereken de opleggingskrachten

- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de stijl
- Bepaal de windbelasting op de stijl
- Bepaal de belasting op de stijl
- Bereken de opleggingskrachten

Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 4: Bereken de opleggingskrachten

- Bepaal C_{pe} en C_{pi} voor de stijl =>

$$C_{pe,A} \Rightarrow -0,8 \text{ \& } 0,8$$

$$C_p \Rightarrow -1,0 \text{ \& } 1,1$$

- Bepaal de windbelasting op de stijl =>

$$C_{prob}^2 \Rightarrow 1$$

$$\text{Druk } W = 864 \times 1 \times 1,1 = 950 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Onderdruk } W = 864 \times 1 \times -1 = -864 \text{ N/m}^2$$

- Bepaal de belasting op de stijl (gewicht en wind met juiste coëfficiënten)

$$\gamma_1 = 1,35$$

$$\text{druk } F_{d1}(w) = 950 \times 1,35 \times 1,5 = 1923,8 \text{ N/m}$$

$$\text{onderdruk } F_{d1}(w) = -864 \times 1,35 \times 1,5 = -1749,6 \text{ N/m}$$



Oefeningen windbelasting

Oefening 11

Stap 4: Bereken de opleggingskrachten

-Bereken de opleggingskrachten

$$R_1 = 0,375pl = R_2$$

$$R_2 = 1,25pl$$

Druk $R_1 = R_2 = 2597 \text{ N}$

$$R_3 = 8657 \text{ N}$$

Onderdruk $R_1 = R_2 = -2362 \text{ N}$

$$R_3 = -7873 \text{ N}$$

Glasberekening

Glasberekening

Equivalentente glasdikte gelaagd glas

- Afhankelijk van permanente of variabele belasting

Samengestelde beglazing

- Afhankelijk van spanning en doorbuiging en eigenfrequentie van de glaschijven
- Afhankelijk van de oppervlakte (breedte hoogte van het glas)
- Afhankelijk van de hoogte bij productie en plaatsing

Glastabel

Samenstelling	Dikte	Schijfdikte	$h_{ef,u}$	hef; zigma j
0	0	0	0	0
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
8	8	8	8	8
10	10	10	10	10
12	12	12	12	12
15	15	15	15	15
19	19	19	19	19
3 3.1	6	3	4,56	5,09
4 4.1	8	4	6,04	6,72
5 5.1	10	5	7,51	8,35
6 6.1	12	6	8,98	9,98
8 8.1	16	8	11,93	13,25
10 10.1	20	10	14,88	16,51
12 12.1	24	12	17,82	19,78
15 15.1	30	15	22,25	24,68
19 19.1	38	19	28,14	31,21
3 3.2	6	3	4,72	5,29
4 4.2	8	4	6,19	6,91
5 5.2	10	5	7,66	8,54
6 6.2	12	6	9,13	10,17
8 8.2	16	8	12,08	13,44
10 10.2	20	10	15,02	16,70
12 12.2	24	12	17,97	19,97
15 15.2	30	15	22,39	24,86
19 19.2	38	19	28,28	31,39

Glasberekening



Vitralsys®

Welkom

De app Vitralsys® is de **Belgische sectorale berekeningstool van beglazingsdikte** overeenkomstig met de van kracht zijnde semi-probabilistische berekeningsmethode uit **de norm NBN S 23-002-2:2020**.

De norm NBN S 23-002-2:2020 “Glaswerk – Deel 2: Berekening van glasdikte” is opgesteld door de bevoegde Belgische Normcommissie NBN E129 “Glas voor gebouwen”, die optreedt als nationale schaduwcommissie van de Europese Technische Commissie CEN TC 129 “Glass in building” en de internationale Technische Commissie ISO TC 160 “Glass in building”. Deze Belgische commissie is actief in de schoot van het Verbond van de Glasindustrie, die in uitvoering van het Koninklijk Besluit van 21 oktober 2004 erkend is als Sectoraal Normalisatieoperator voor de werkzaamheden van deze commissie.

▣ **NBN** De norm NBN S23-002-2:2020 is beschikbaar bij het NBN (Bureau voor Normalisatie): www.nbn.be.

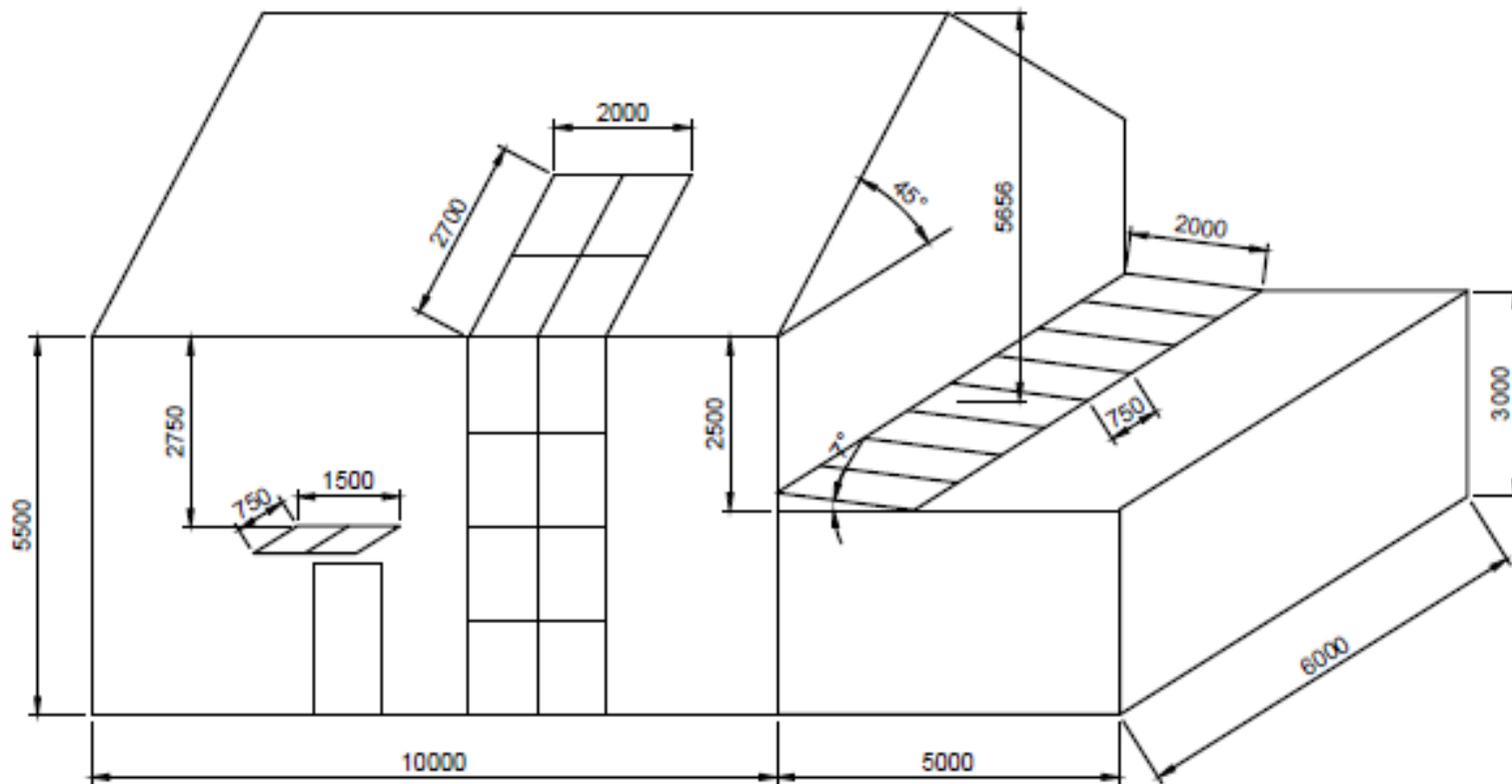
└ ┘ De app Vitralsys® wordt door het **Verbond van de Glasindustrie** ontwikkeld en is beschikbaar in het **Nederlands, in het Frans, in het Duits en in het Engels**. De app Vitralsys® is beschikbaar voor zowel **desktop als tablets van het iOS platform (Apple) en het Android platform (Google)** via een **jaarlijkse licentie van 120€ excl. BTW/device (145,2€ incl. BTW/device)**.

De overeenstemming van de app Vitralsys® met de norm NBN S 23-002-2:2020 wordt door het Verbond van de Glasindustrie geverifieerd, welke elke aansprakelijkheid afwijst met betrekking tot het gebruik ervan.

Eindoefening

Eindoefening

Typewoning voor de oefeningen



Eindoefening Eigengewicht

Oefening 1 :

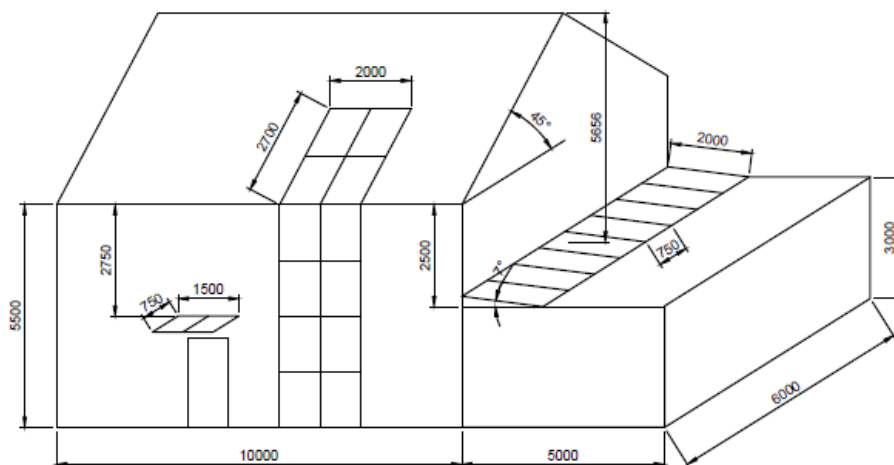
Bepaal de component van het gewicht loodrecht op de constructie

Gegevens:

- Dak : dubbel glas 8/15/55.2
helling 45°

Luifel : enkel glas 55.2
helling 0°

- Bijbouw : dubbel glas 6/15/44.2
helling 7°



Eindoefening Eigengewicht

Oefening 1 :

Bepaal de component van het gewicht loodrecht op de constructie

Oplossing:

Dak : dubbel glas 8/15/55.2

$$g_k = 18 \text{ mm} \times 25 \text{ N/mm} \text{ m}^2 = 450 \text{ N/m}^2$$

$$g_k^\perp = g_k \cdot \cos(45^\circ) = 450 \text{ N/m}^2 \times 0,707 = 318 \text{ N/m}^2$$

Luifel : enkel glas 55.2

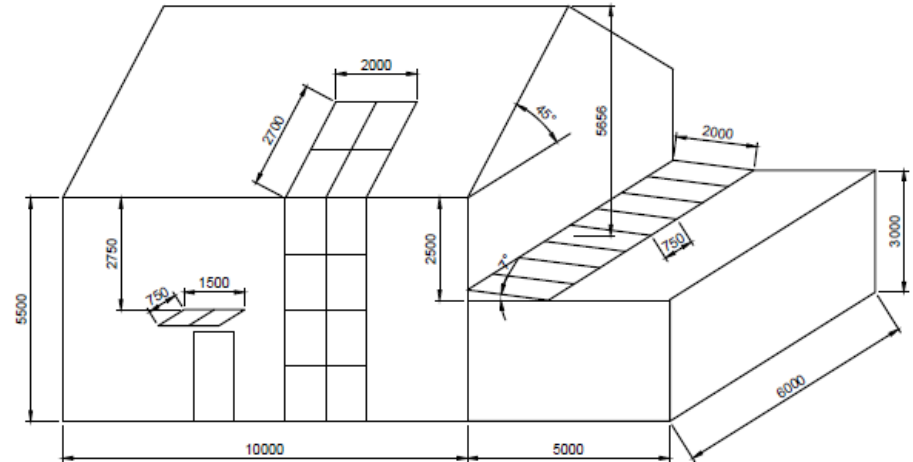
$$g_k = 10 \text{ mm} \times 25 \text{ N/mm} \text{ m}^2 = 250 \text{ N/m}^2$$

$$g_k^\perp = g_k \cdot \cos(0^\circ) = 250 \text{ N/m}^2 \times 1 = 250 \text{ N/m}^2$$

Bijbouw : dubbel glas 6/15/44.2

$$g_k = 14 \text{ mm} \times 25 \text{ N/mm} \text{ m}^2 = 350 \text{ N/m}^2$$

$$g_k^\perp = g_k \cdot \cos(7^\circ) = 350 \text{ N/m}^2 \times 0,9925 = 347 \text{ N/m}^2$$



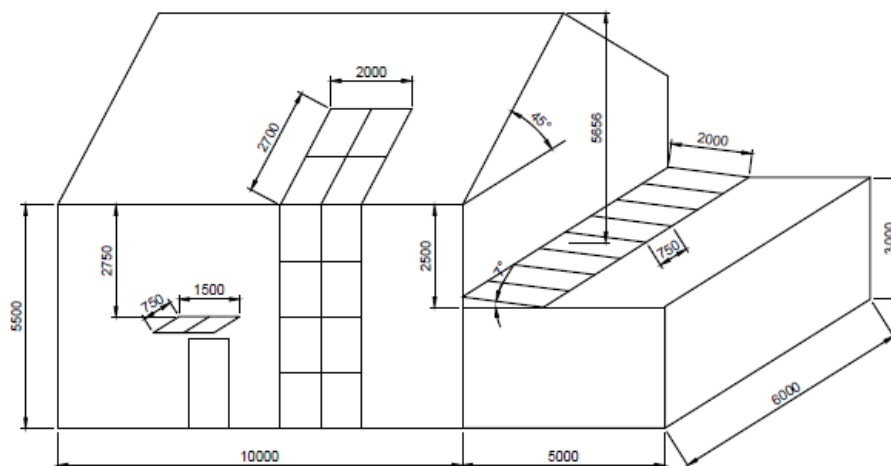
Eindoefening sneeuwbelasting

Oefening 2 :

Bepaal de component van de sneeuw loodrecht op de constructie

Gegevens:

- Dak : helling 45°
- Luifel : helling 0°
- Bijbouw : helling 7°
- Locatie gebouw : Industriezone Kwakkel 8810
Lichterfelde



Eindoefening sneeuwbelasting

Oefening 2 :

Bepaal de component van de sneeuw loodrecht op de constructie

Oplossing:

Dak: helling 45°

$S_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ voor ligging $< 100 \text{ m}$

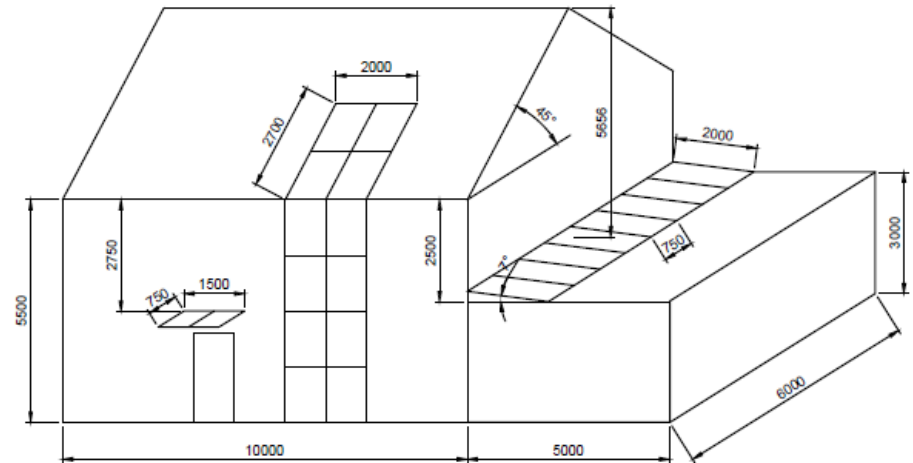
$s_{\perp} = s_k \cdot \cos^2(45^\circ) = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ kN/m}^2$

$\mu_1 = 0,8 \times (60 - 45) / 30 = 0,4$

$\mu_2 = 1,6$

$\mu_1 \times s_{\perp} = 0,4 \times 0,25 = 0,1 \text{ kN/m}^2$

$\mu_2 \times s_{\perp} = 1,6 \times 0,25 = 0,4 \text{ kN/m}^2$



Eindoefening sneeuwbelasting

Oefening 2 :

Bepaal de component van de sneeuw loodrecht op de constructie

Oplossing:

Luifel : helling 0°

$S_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ voor ligging $< 100 \text{ m}$

$s^\perp = s_k \cdot \cos^2(0^\circ) = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_s = (0,5 \text{ kN/m}^2 \times \cos(45^\circ)) / 2 \times 4,24 / s^\perp = 0,75 \text{ kN/m}^2 / 0,5 \text{ kN/m}^2 = 1,5$$

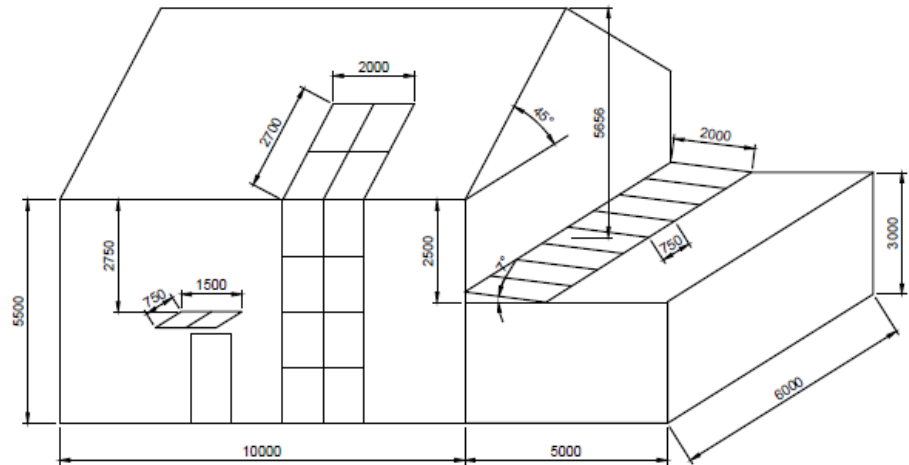
$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h = (6,00 + 0,75) / (2 \times 2,75) = 1,23$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 1,5 + 1,23 = 2,73$$

$$l_s = 2h = 2 \times 2,75 = 5,5 \text{ m}$$

$$\mu_1 \times s^\perp = 0,80 \times 0,5 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_2 \times s^\perp = 2,73 \times 0,5 = 1,37 \text{ kN/m}^2$$



Eindoefening sneeuwbelasting

Oefening 2 :

Bepaal de component van de sneeuw loodrecht op de constructie

Oplossing:

Bijbouw : helling 7°

$S_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$ voor ligging $< 100 \text{ m}$

$s_{\perp} = s_k \cdot \cos^2(7^\circ) = 0,5 \times 0,985 = 0,493 \text{ kN/m}^2$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_s = 0$$

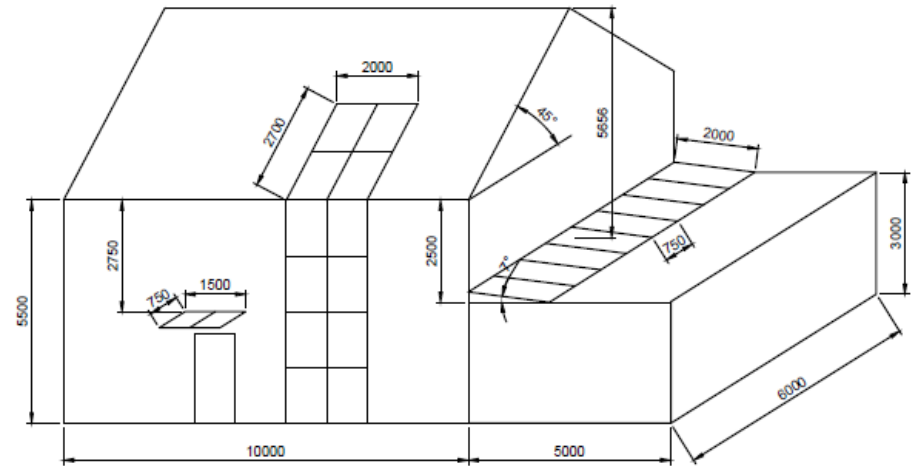
$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h = (10,0 + 5,0) / (2 \times 2,5) = 3 > 2$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0 + 2 = 2$$

$$l_s = 2h = 2 \times 2,5 = 5 \text{ m}$$

$$\mu_1 \times s_{\perp} = 0,8 \times 0,493 = 0,34 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu_2 \times s_{\perp} = 2 \times 0,493 = 0,986 \text{ kN/m}^2$$



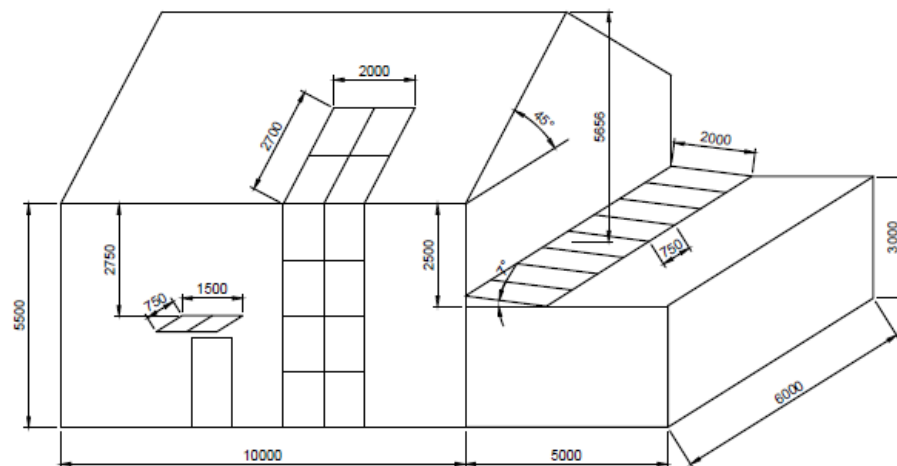
Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Bepaal de component van de wind loodrecht op de constructie

Gegevens:

- Dak : helling 45°
- Luifel : helling 0°
- Bijbouw : helling 7°
- Locatie gebouw : Industriezone kwakkel 8810 Lichtervelde



Eindoefening windbelasting

The screenshot shows a web browser window with the URL http://www.bbri.be/antenne_norm/eurocodes/modules/category/cat_nl.html#. The browser's address bar and menu bar are visible. The main content is a Google Maps satellite view of an industrial area. A red pin is placed on a building, and a green triangle with arrows indicates wind direction. A blue circle highlights the area around the pin. The map shows streets labeled 'Kwankelstraat', 'Industrielaan', 'Brugsebaan', 'Mortelputstraat', and 'N32'. A 'Parameters' panel is overlaid on the map, containing the following information:

Parameters FR

Adres : Industrielaan 8810 Lichten
Hoogte (z_e) : 9 [m]
Afstand (x) : 321 [m]

Tekenen

v1.1 [Terug naar NA Eurocodes](#)

On the right side, a 'Categorieën' panel is open, showing three terrain categories with corresponding illustrations:

- Terreincategorie I**: Meren of vlak en horizontaal gebied met verwaarloosbare vegetatie en zonder obstakels.
- Terreincategorie II**: Gebied met lage begroeiing als gras en vrijstaande obstakels (bomen, gebouwen) met een tussenruimte van ten minste 20 obstakelhoogtes.
- Terreincategorie III**: Gebied met regelmatige begroeiing of gebouwen of geïsoleerde obstakels met tussenruimte van ten hoogste 20 obstakelhoogtes (zoals dorpen, voorstedelijk terrein, blijvend

The bottom of the screenshot shows the Windows taskbar with various application icons, the system tray with the date 31/10/2014 and time 15:27, and the language set to NL.

Eindoefening windbelasting

Dynamische piekdruk $q_p(z)$ (N/m²) voor $v_{b,0} = 26$ m/s.

Hoogte z_e (m)	Dynamische piekdruk $q_p(z)$ (N/m ²) – $c_{prob}^2 = 1$				
	Terreincategorieën				
	0	I	II	III	IV
200	2069	2038	1935	1676	1383
175	2029	1995	1887	1625	1332
150	1983	1945	1833	1567	1274
125	1930	1887	1769	1500	1207
100	1866	1818	1693	1419	1128
95	1851	1802	1675	1400	1110
90	1836	1785	1657	1381	1091
85	1819	1768	1638	1361	1071
80	1802	1749	1618	1340	1050
75	1784	1730	1597	1317	1028
70	1765	1709	1574	1293	1005
65	1744	1687	1550	1268	980
60	1722	1663	1524	1241	954
55	1698	1637	1496	1212	926
50	1672	1609	1465	1180	895
45	1644	1578	1432	1145	862
40	1612	1544	1395	1107	825
35	1576	1506	1354	1064	784
30	1536	1463	1307	1016	738
28	1518	1444	1286	995	718
26	1499	1423	1264	972	696
24	1478	1401	1240	948	673
22	1456	1377	1215	921	648
20	1431	1351	1187	893	622
18	1405	1323	1157	862	593
16	1376	1291	1123	828	561
14	1343	1256	1086	790	526
12	1305	1216	1043	748	486
10	1261	1170	994	698	441
9	1236	1143	966	670	441
8	1208	1114	935	639	441
7	1177	1081	900	605	441
6	1142	1043	861	566	441
5	1100	1000	815	522	441
2	903	793	601	522	441
1	765	651	601	522	441

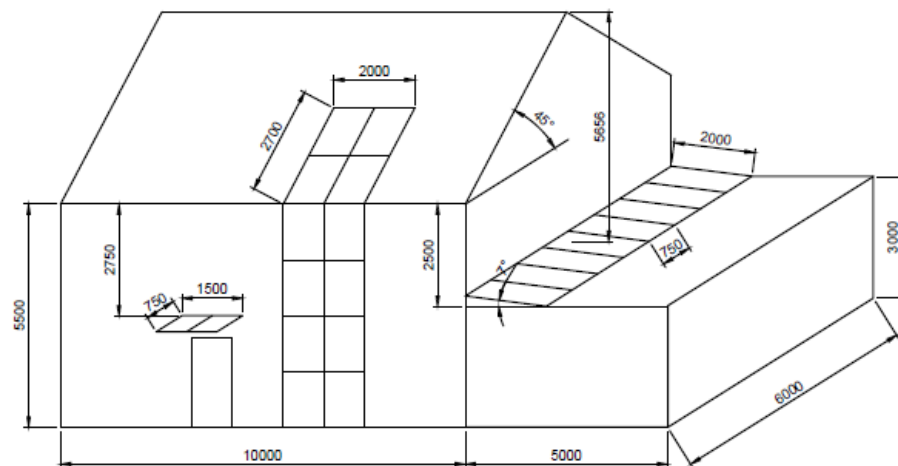
Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

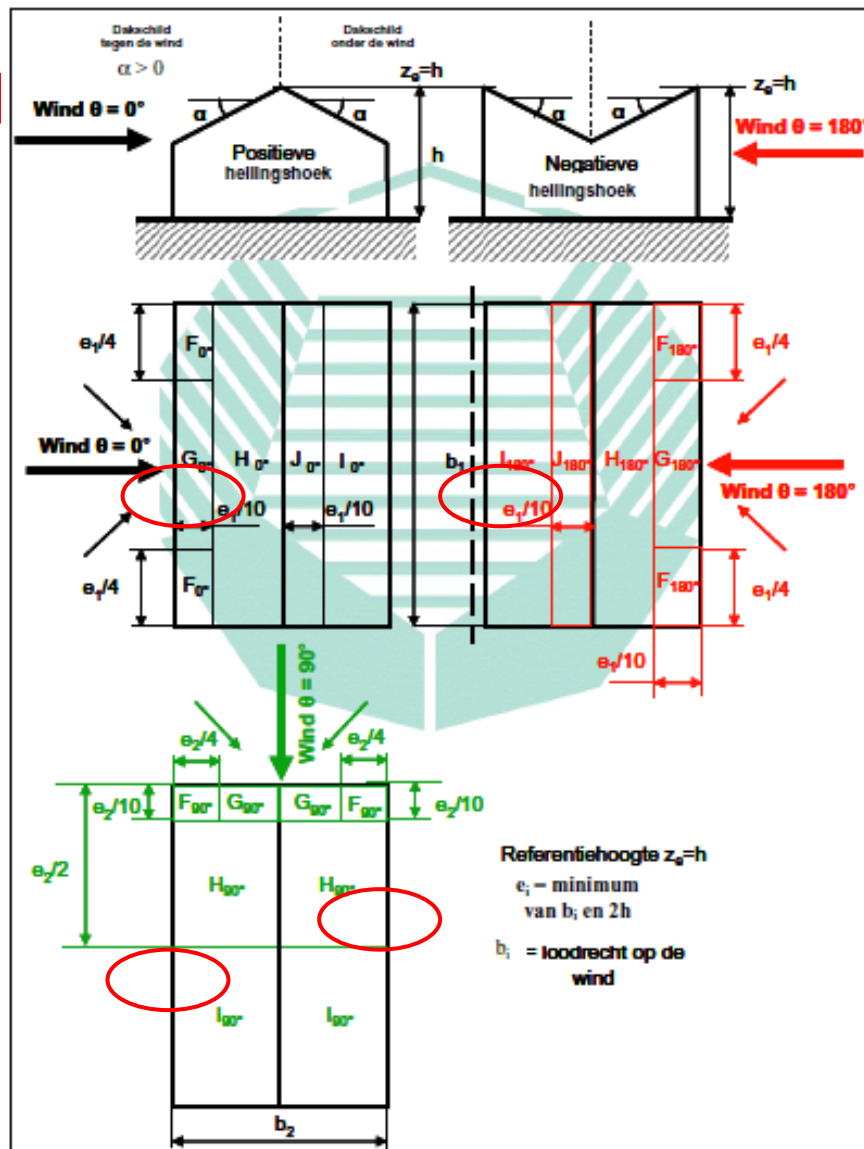
Bepaal de component van de wind loodrecht op de constructie

Gegevens:

Dak : helling 45°



Eindoefening wind



Hellingshoek α	Zone voor de windrichtingen $\theta = 0^\circ, \theta = 180^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6	-2,0	-0,6	-1,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,0	-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8	-1,2	-0,6	-0,8	-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-0,7	-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-1,2	-0,4	-1,0	-1,0	-1,5
							+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-1,2	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5
							+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
45°	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
							+0,0	+0,0	+0,0	+0,0
60°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
75°	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3

Hellingshoek α	Zone voor de windrichting $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Bepaal de component van de wind loodrecht op de constructie

Oplossing:

Dak : helling 45°

$$A = 2,7 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 2,7 \text{ m}^2$$

Buitendrukcoëfficiënt :

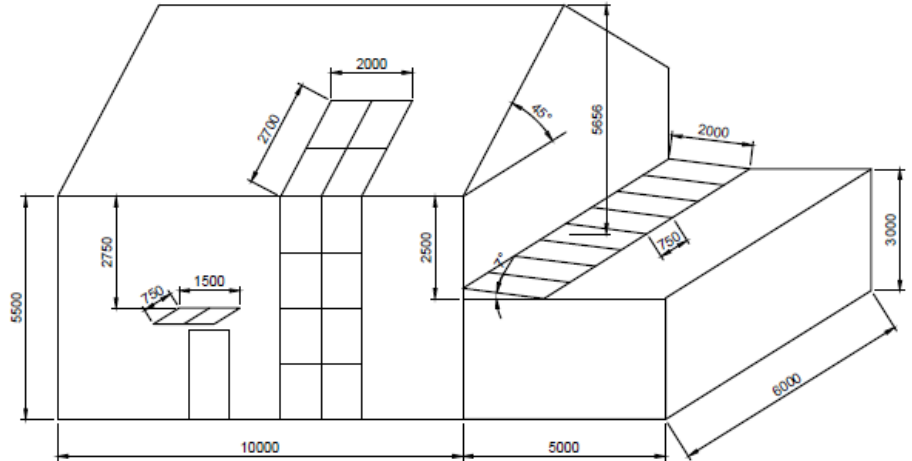
$$\text{Druk : } c_{pe,A} = 0,7$$

$$\text{Onderdruk : } c_{pe,1} = -1,2$$

$$c_{pe,10} = -0,9$$

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$$

$$c_{pe(2,7)} = -1,07$$



	C_{pe10}		C_{pe1}	
G_{0°	0,0	0,7	0,0	0,7
I_{0°	-0,2	0,0	-0,2	0,0
H_{90°	-0,9	0,0	-1,2	0,0
I_{90°	-0,5	0,0	-0,5	0,0

Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Binnendrukcoefficient:

Druk : $c_{pi} = 0,2$

Onderdruk : $c_{pi} = -0,3$

Drukcoefficient :

$$C_p = C_{pe} - C_{pi}$$

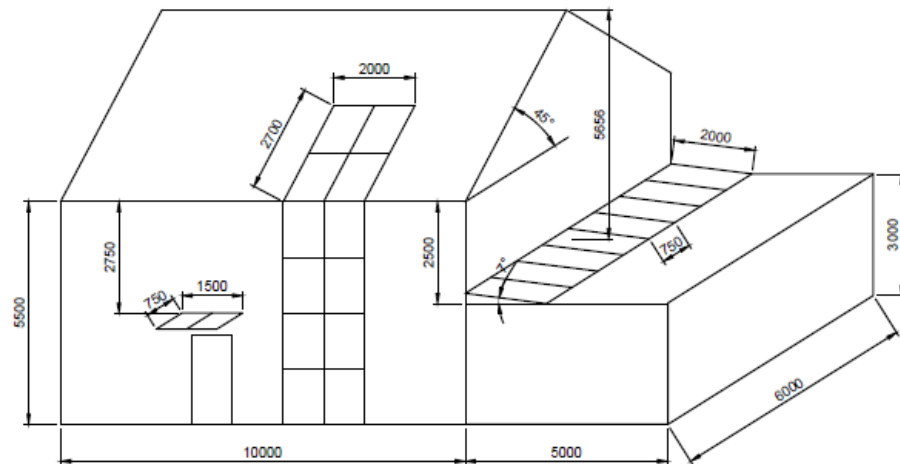
Druk : $c_p = 1,0$

Onderdruk : $c_p = -1,27$

Winddruk

Druk : $c_p = 1,0 \times 670 \text{ N/m}^2 = 670 \text{ N/m}^2$

Onderdruk : $c_p = -1,27 \times 670 \text{ N/m}^2 = -850,8 \text{ N/m}^2$



Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Bepaal de component van de wind loodrecht op de constructie

Oplossing

Luifel : helling 0°

Drukcoëfficiënt

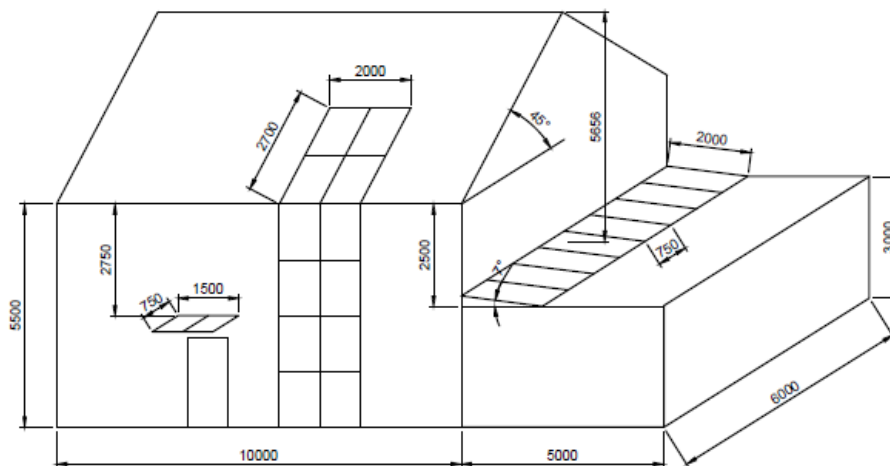
Druk : $c_p = 2,0$

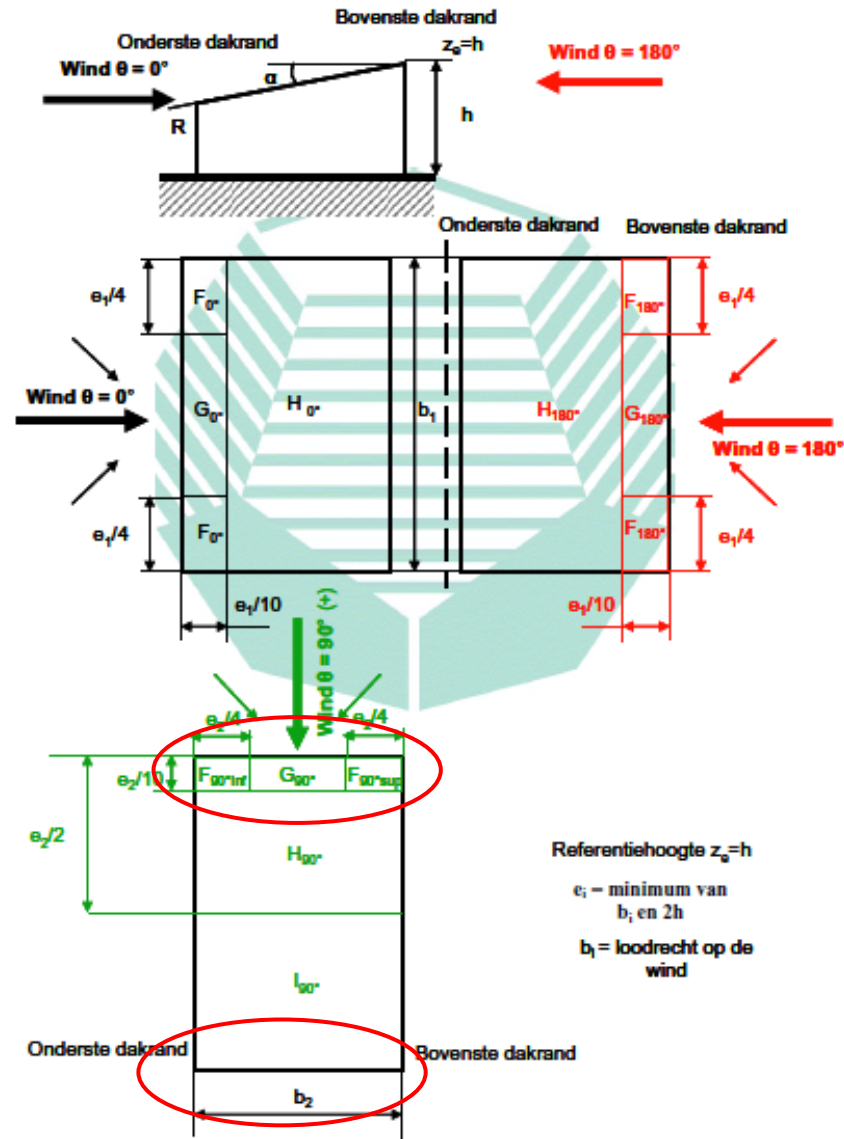
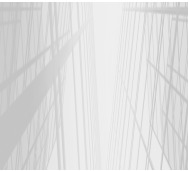
Onderdruk : $c_p = -2,0$

Winddruk

Druk : $c_p = 2,0 \times 670 \text{ N/m}^2 = 1340 \text{ N/m}^2$

Onderdruk : $c_p = -2,0 \times 670 \text{ N/m}^2 = -1340 \text{ N/m}^2$

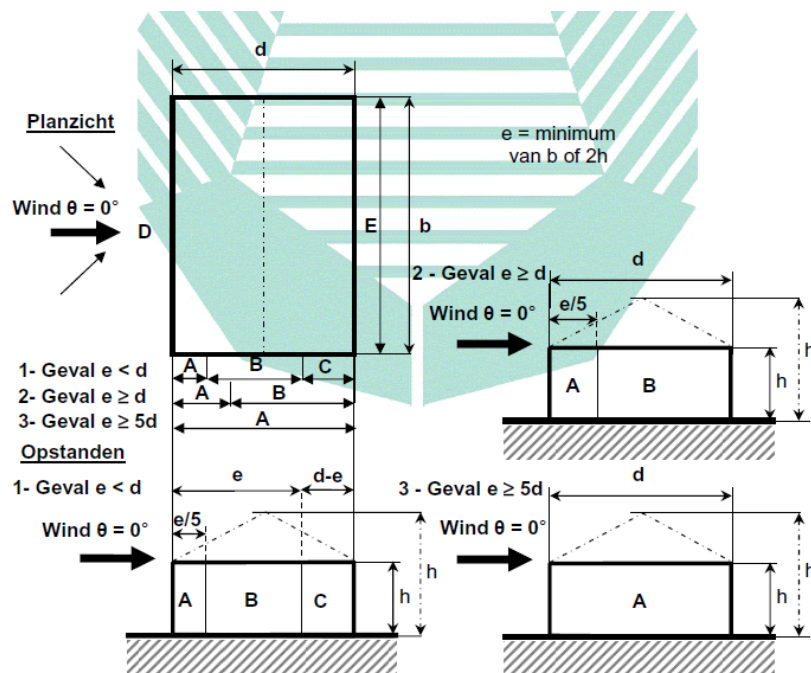




Hellingshoek α	Zone voor windrichting $\theta = 0^\circ$						Zone voor windrichting $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+ 0,0		+ 0,0		+ 0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+ 0,2		+ 0,2		+ 0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,6							
60°	+ 0,7		+ 0,7		+ 0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+ 0,8		+ 0,8		+ 0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Hellingshoek α	Zone voor windrichting $\theta = 90^\circ$									
	F_{sup}		F_{inf}		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Eind oefening windbelasting



Zones	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Bepaal de component van de wind loodrecht op de constructie

Oplossing:

Bijgebouw : helling 7°

$$A = 0,75 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 1,5 \text{ m}^2$$

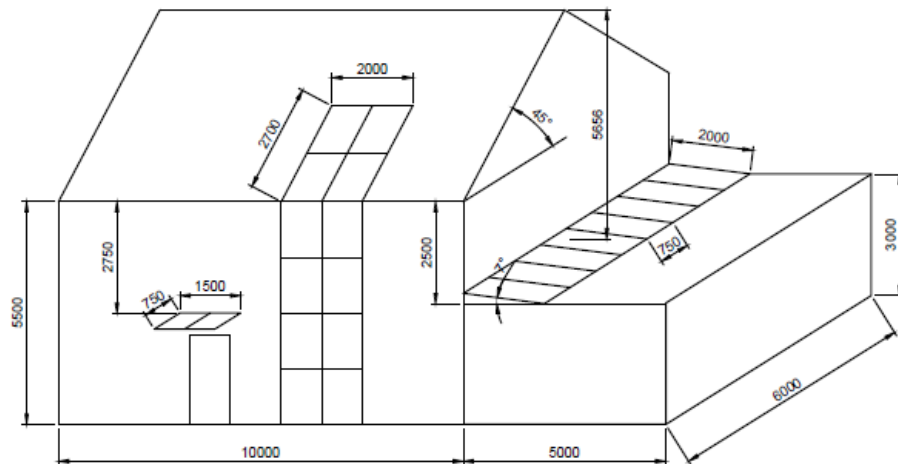
Buitendrukcoëfficiënt :

$$\text{Druk : } c_{pe,1} = 1,0$$

$$c_{pe,10} = 0,8$$

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$$

$$c_{pe(1,5)} = 0,96$$



	C_{pe10}		C_{pe1}	
G_{90°	-1,8	0,0	-2,0	0,0
I_{90°	-0,5	0,0	-0,5	0,0
0°	-0,5	0,8	-0,5	1,0

Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Bepaal de component van de wind loodrecht op de constructie

Oplossing:

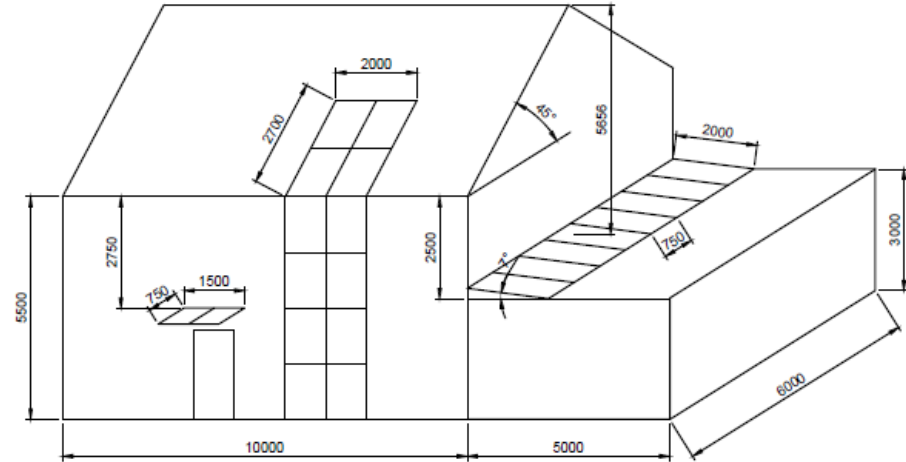
Buitendrukcoëfficiënt :

Onderdruk : $c_{pe,1} = -2,0$

$$c_{pe,10} = -1,8$$

$$c_{pe,A} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10} A$$

$$c_{pe(1,5)} = -1,96$$



	C_{pe10}		C_{pe1}	
G_{90°	-1,8	0,0	-2,0	0,0
I_{90°	-0,5	0,0	-0,5	0,0
0°	-0,5	0,8	-0,5	1,0

Eindoefening windbelasting

Oefening 3 :

Binnendrukcoefficient:

Druk : $c_{pi} = 0,2$

Onderdruk : $c_{pi} = -0,3$

Drukcoefficient :

$$c_p = c_{pe} - c_{pi}$$

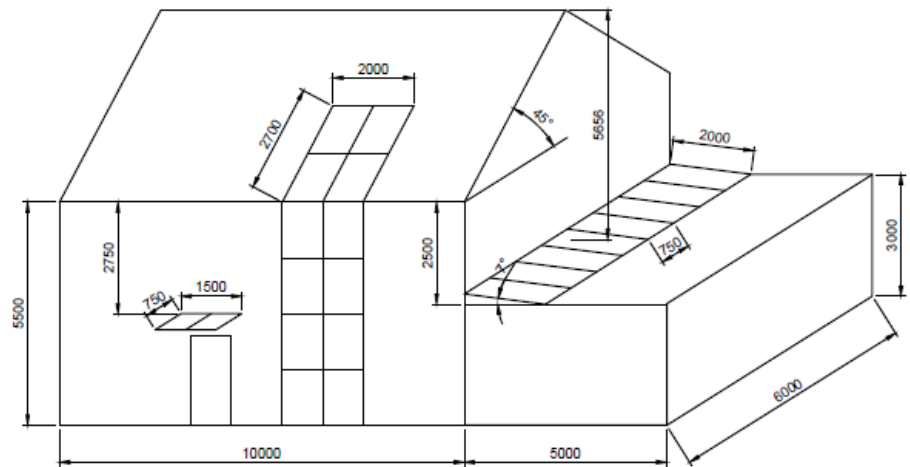
Druk : $c_p = 1,26$

Onderdruk : $c_p = -2,16$

Winddruk

Druk : $c_p = 1,26 \times 670 \text{ N/m}^2 = 844 \text{ N/m}^2$

Onderdruk : $c_p = -2,16 \times 670 \text{ N/m}^2 = -1447 \text{ N/m}^2$



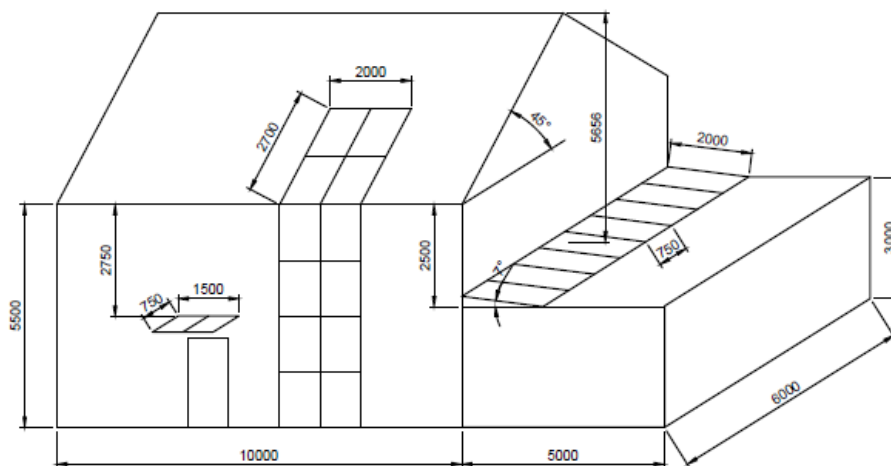
Eindoefening windbelasting

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies

Gegevens:

- Dak : Balk op 3 steunpunten
- Luifel : Inklemming
- Bijbouw : Balk op 2 steunpunten



Eindoefening belastingcombinaties

Rekenwaarde voor combinatie sneeuw en eigengewicht

Parameters	Hoofd-constructie (veranda's, categorie 3)		Verankering van de secundaire constructie			Secundaire constructie		
	γ_G	γ_Q	γ_G	γ_Q	r_{sk}	γ_G	γ_Q	r_{sk}
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht en sneeuw	1,35	1,5	1,20	1,35	1	1,15	1,25	1
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht en sneeuw								
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) ⁽²⁾ $F_d(g,s) = g_k + r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	Zie Eurocodes en normen		$F_d(g,s) = g_k + \mu_i \cdot s_k$ ⁽⁴⁾			$F_d(g,s) = g_k + \mu_i \cdot s_k$		
Uiterste grenstoestanden (UGT) ⁽²⁾ $F_d(g,s) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$			$F_d(g,s) = 1,2 \cdot g_k + 1,35 \cdot \mu_i \cdot s_k$			$F_d(g,s) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot \mu_i \cdot s_k$		
Criteria voor de grenstoestanden						Dakvensters en veranda's (categorie 1)	Lichte structuren en veranda's (categorie 2)	
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen		⁽²⁾			Vervorming van de stijlen (kepers) en de dwarsregels ⁽⁶⁾		
						$y_{\perp} \leq L/250$ ⁽⁴⁾ $y_{\parallel} = 1/500$ of 3 mm ⁽³⁾	$y_{\perp} \leq L/250$ indien $L \leq 3,5$ m $y_{\perp} \leq 4 + L/330$ indien $3,5$ m < $L < 7,5$ m $y_{\perp} \leq L/275$ indien $L \geq 7,5$ m ⁽⁴⁾ $y_{\parallel} = 1/500$ of ≤ 3 mm ⁽³⁾	
Uiterste grenstoestanden (UGT)			$E_d(g,s) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾			Geen controle	$E_d(g,s) \leq X_d / \gamma_m$ ⁽¹⁾	

Eindoefening belastingcombinaties

Rekenwaarden voor combinatie wind en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Hoofd-constructie (veranda's, categorie 3)		Verankering van de secundaire constructie			Secundaire constructie		
	γ_G	γ_Q	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	γ_Q	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	γ_Q
Partiële coëfficiënt voor het eigengewicht en de wind - NBN EN 1990 ANB tabellen A1.2 (B)	1,35	1,5	1,20	1	1,35	1,15	1	1,25
Begeleidende coëfficiënt voor de frequente belastingen ψ_1 (wind)	-		0,90			0,90		
Terugkeerperiode van de wind c_{prob}^2	$c_{prob}^2 = 1$		50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$			50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$		
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht en de wind								
Gebruiksgrenstoestanden (GGT) ⁽¹⁾ $F_d(g,w) = g_k + \psi_1 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$	Zie Eurocodes en normen		$F_d(g,w) = g_k + 0,9 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$			$F_d(g,w) = g_k + 0,9 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$		
Uiterste grenstoestanden (UGT) ⁽²⁾ : meest ongunstige combinatie $F_{d,1}(g,w) = \gamma_{G,sup} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = \gamma_{G,inf} \cdot g_k + \gamma_Q \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$			$F_{d,1}(g,w) = 1,20 g_k + 1,35 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = 1,00 g_k + 1,35 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$			$F_{d,1}(g,w) = 1,15 g_k + 1,25 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$ $F_{d,2}(g,w) = 1,00 g_k + 1,25 c_e(z) q_{ref,50jaar} \cdot c_p$		
Criteria voor de grenstoestanden						Dakvensters en veranda's (categorie 1)		Lichte structuren en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	Zie Eurocodes en normen		(2)			Vervorming voor de stijlen en de kepers ^(b)		
						$y_{\perp} \leq L/250$ ⁽⁴⁾ $y_{//} = 1/500$ of 3 mm ⁽⁵⁾		$y_{\perp} \leq L/250$ indien $L \leq 3,5$ m $y_{\perp} \leq 4 + L/330$ indien $3,5 \text{ m} < L < 7,5$ m $y_{\perp} \leq L/275$ indien $L \geq 7,5$ m ⁽⁴⁾ $y_{//} = 1/500$ of ≤ 3 mm ⁽⁵⁾
Uiterste grenstoestanden (UGT)			$E_d(g,w) \leq X_d / \gamma_M$ ⁽¹⁾			Geen controle		$E_d(g,w) \leq X_d / \gamma_M$ ⁽¹⁾ ^(c)

Eind oefening belastingcombinaties

Rekenwaarde voor combinatie wind, sneeuw en eigengewicht hellende gevels

Parameters	Secundaire constructie	
Partiële coëfficiënten voor het eigengewicht, de wind en sneeuw	γ_G	γ_Q
	1,15	1,25
Coëfficiënt die de combinatie waarde voor een veranderlijke belasting ψ_0 defineert	0,30	
Terugkeerperiode voor de wind c_{prob}^2	50 jaar - $c_{prob}^2 = 1$	
Terugkeerperiode voor de sneeuw r_{sk}	50 jaar - $r_{sk} = 1$	
Waarden voor de belasting veroorzaakt door het eigengewicht, de wind en sneeuw		
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-	
Uiterste grenstoestanden (UGT) ⁽¹⁾		
$F_d(C1) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p$	$F_d(C1) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot \mu_i \cdot s_k + 0,375 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_p$	
$F_d(C2) = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q c_e(z) q_{ref,50jaar} c_{prob}^2 \cdot c_p + \gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot r_{sk} \cdot \mu_i \cdot s_k$	$F_d(C2) = 1,15 \cdot g_k + 1,25 \cdot c_e(z) q_{ref,50jaar} c_p + 0,375 \cdot \mu_i \cdot s_k$	
Criteria voor de grenstoestanden	Dakvensters en veranda's (categorie 1)	Lichte structuren en veranda's (categorie 2)
Gebruiksgrenstoestanden (GGT)	-	-
Uiterste grenstoestanden (UGT)	Geen controle	$E_d(C1) \leq X_d / \gamma_M$ $E_d(C2) \leq X_d / \gamma_M^{(1)}$
⁽¹⁾ E_d vertegenwoordigt de rekenwaarde van de meest ongunstige belastingen, veroorzaakt door de belastingcombinatie. ⁽²⁾ Indien een veranderlijke belasting een gunstig effect heeft (vermindering van de resultante F_d), moet de belastingcombinatie waarin deze veranderlijke belasting gelijk is aan nul eveneens in aanmerking genomen worden (zie § 4.6.1).		

Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies

Dak

Oplossing:

Berekening in GGT

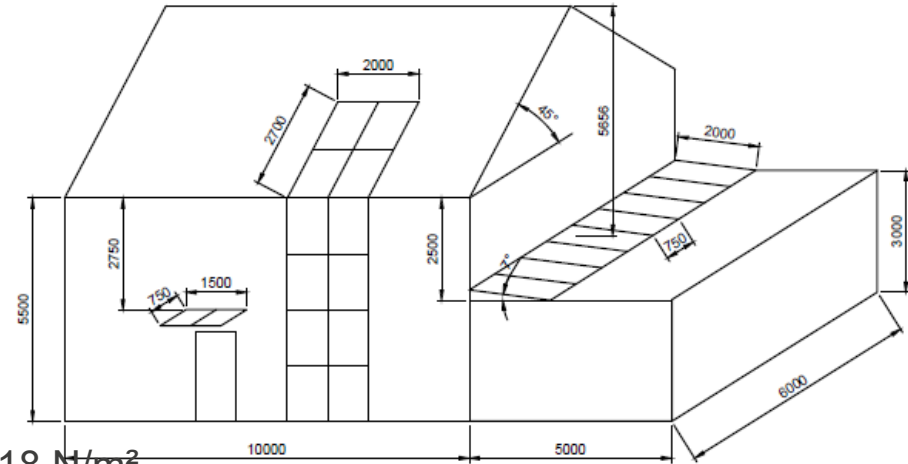
Eigengewicht en sneeuw

$$F_d(g,s) = g_k \perp + \mu_2 \times s \perp = 318 \text{ N/m}^2 + 400 \text{ N/m}^2 = 718 \text{ N/m}^2$$

Eigengewicht en wind

$$F_d(g,w) = g_k \perp + 0,9 \times \text{druk} = 318 \text{ N/m}^2 + 0,9 \times 670 \text{ N/m}^2 = 921 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w) = g_k \perp + 0,9 \times \text{onderdruk} = 318 \text{ N/m}^2 - 0,9 \times 851 \text{ N/m}^2 = -448 \text{ N/m}^2$$

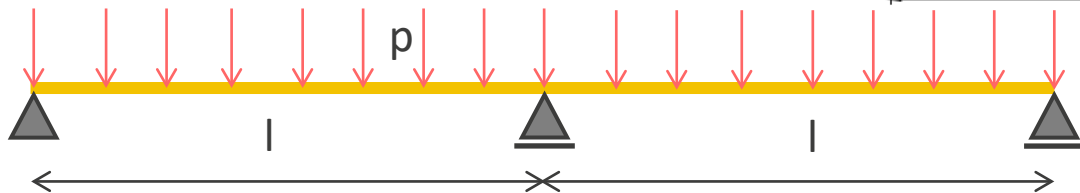
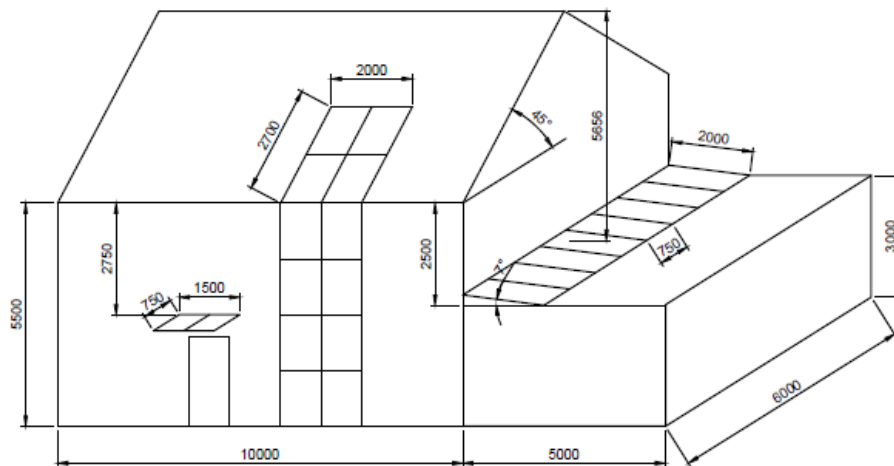


Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies
Dak

Oplossing:



$$f_{max} = \frac{pl^4}{185EI}$$

$$f_{max} = l / 250 = 1350 \text{ mm} / 250 = 5,4 \text{ mm}$$

$$l = 0,000921 \text{ N/mm}^2 \times 1000 \text{ mm} \times 1350^4 \text{ mm}^4 / (185 \times 70000 \text{ N/mm}^2 \times 5,4 \text{ mm})$$

$$l = 43745 \text{ mm}^4 = 4,4 \text{ cm}^4$$

Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies

Luifel

Gegevens:

Eigengewicht

$$g_k^\perp = 250 \text{ N/m}^2$$

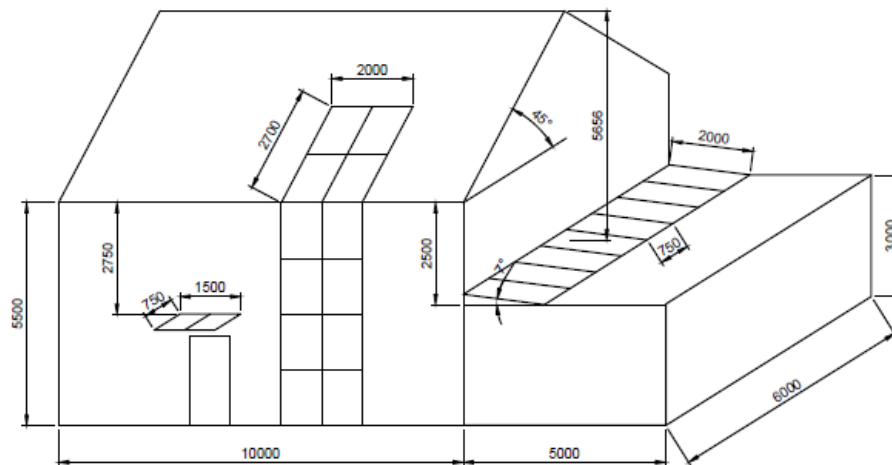
Sneeuwbelasting

$$\mu_2 \times s^\perp = 1370 \text{ N/m}^2$$

Winddruk

$$\text{Druk} = 1340 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Onderdruk} = -1340 \text{ N/m}^2$$



Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies

Luifel

Oplossing:

Berekening in GGT

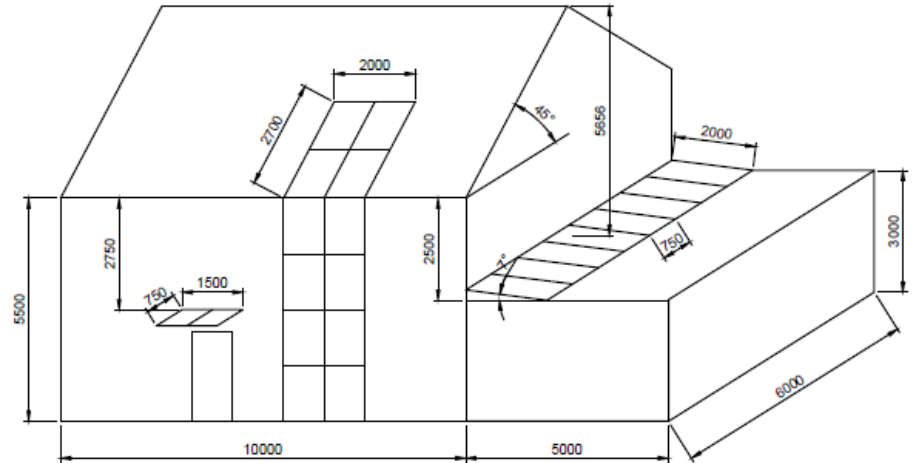
Eigengewicht en sneeuw

$$F_d(g,s) = g_k^\perp + \mu_2 \times s^\perp = 250 \text{ N/m}^2 + 1370 \text{ N/m}^2 = 1620 \text{ N/m}^2$$

Eigengewicht en wind

$$F_d(g,w) = g_k^\perp + 0,9 \times \text{druk} = 250 \text{ N/m}^2 + 0,9 \times 1340 \text{ N/m}^2 = 1456 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w) = g_k^\perp + 0,9 \times \text{onderdruk} = 250 \text{ N/m}^2 - 0,9 \times 1340 \text{ N/m}^2 = -956 \text{ N/m}^2$$

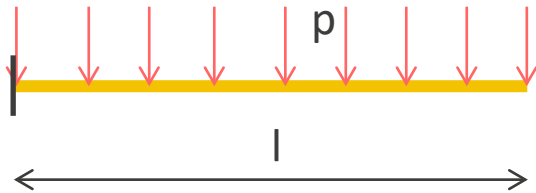


Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies
Luifel

Oplossing:

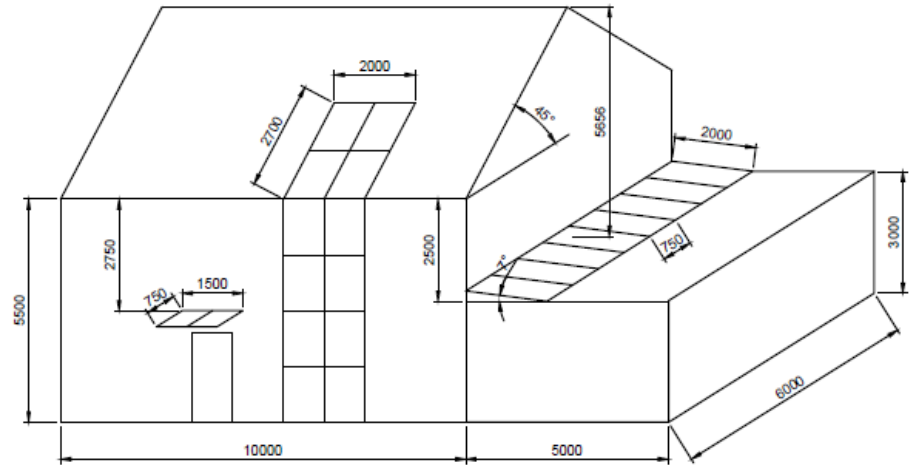


$$f = \frac{pl^4}{8EI}$$

$$f_{\max} = l / 250 = 750 \text{ mm} / 250 = 3 \text{ mm}$$

$$I = 0,001620 \text{ N/mm}^2 \times 750 \text{ mm} \times 750^4 \text{ mm}^4 / (8 \times 70000 \text{ N/mm}^2 \times 3 \text{ mm})$$

$$I = 228829,52 \text{ mm}^4 = 22,9 \text{ cm}^4$$



Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies
Bijgebouw

Gegevens:

Eigengewicht

$$g_k^\perp = 347 \text{ N/m}^2$$

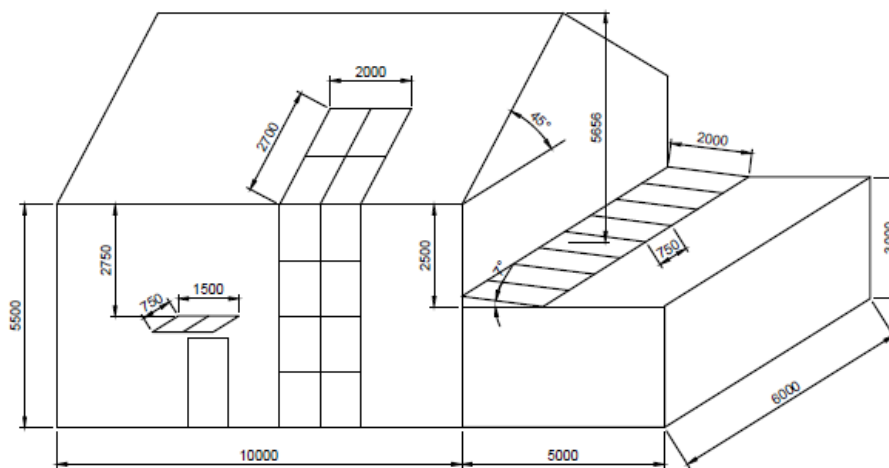
Sneeuwbelasting

$$\mu_2 \times s^\perp = 1480 \text{ N/m}^2$$

Winddruk

$$\text{Druk} = 844 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Onderdruk} = -1447 \text{ N/m}^2$$



Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies
Bijgebouw

Oplossing:

Berekening in GGT

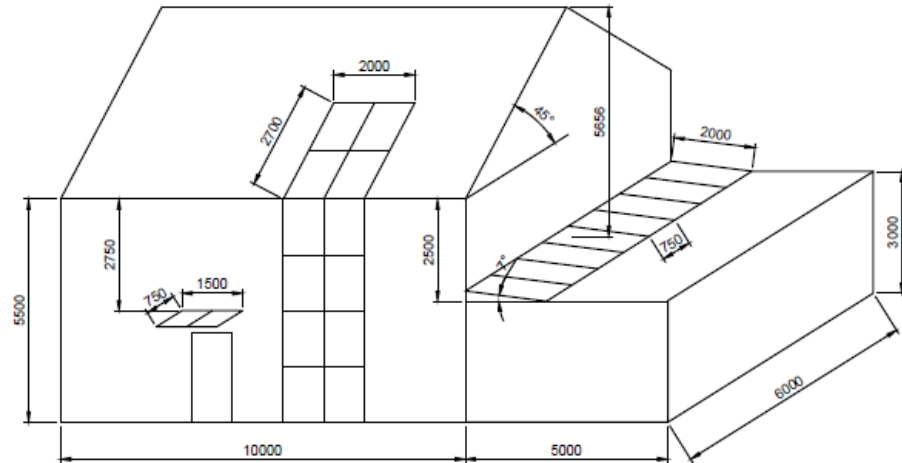
Eigengewicht en sneeuw

$$F_d(g,s) = g_k^\perp + \mu_2 \times s^\perp = 347 \text{ N/m}^2 + 1480 \text{ N/m}^2 = 1827 \text{ N/m}^2$$

Eigengewicht en wind

$$F_d(g,w) = g_k^\perp + 0,9 \times \text{druk} = 347 \text{ N/m}^2 + 0,9 \times 844 \text{ N/m}^2 = 1107 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w) = g_k^\perp + 0,9 \times \text{onderdruk} = 347 \text{ N/m}^2 - 0,9 \times 1447 \text{ N/m}^2 = -955 \text{ N/m}^2$$

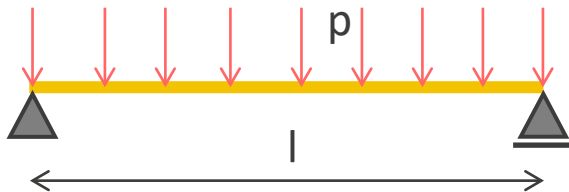


Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl in de randzone van de dakconstructie van de bijbouw

Oplossing:

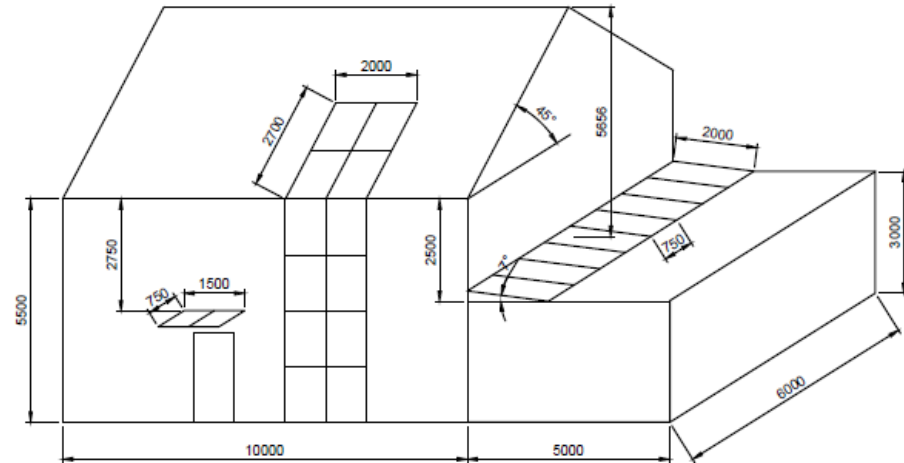


$$f = \frac{5pl^4}{384EI}$$

$$f_{\max} = l / 250 = 2000 \text{ mm} / 250 = 8 \text{ mm}$$

$$I = 5 \times 0,001827 \text{ N/mm}^2 \times 750 \text{ mm} \times 2000^4 \text{ mm}^4 / (384 \times 70000 \text{ N/mm}^2 \times 8 \text{ mm})$$

$$I = 509765 \text{ mm}^4 = 51 \text{ cm}^4$$



Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies
Bijgebouw

Oplossing:

Berekening in UGT

Eigengewicht en sneeuw

$$F_d(g,s) = 1,15 g_k^\perp + 1,25 \mu_2 \times s^\perp = 1,15 \times 347 \text{ N/m}^2 + 1,25 \times 1480 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,s) = 2249 \text{ N/m}^2$$

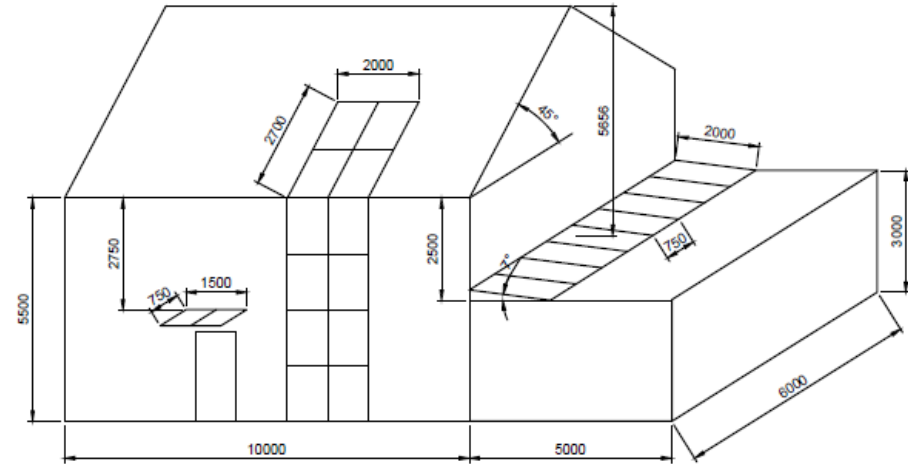
Eigengewicht en wind

$$F_d(g,w) = 1,15 g_k^\perp + 1,25 \times \text{druk} = 1,15 \times 347 \text{ N/m}^2 + 1,25 \times 844 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w) = 1454 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w) = 1,00 g_k^\perp + 1,25 \times \text{onderdruk} = 347 \text{ N/m}^2 - 1,25 \times 1668 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w) = -1738 \text{ N/m}^2$$



Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl van de dakconstructies
Bijgebouw

Oplossing:

Berekening in UGT

Eigengewicht, wind en sneeuw

$$F_d(g,s,w) = 1,15 g_k^\perp + 1,25 \mu_2 \times s^\perp + 0,375 \text{ winddruk}$$

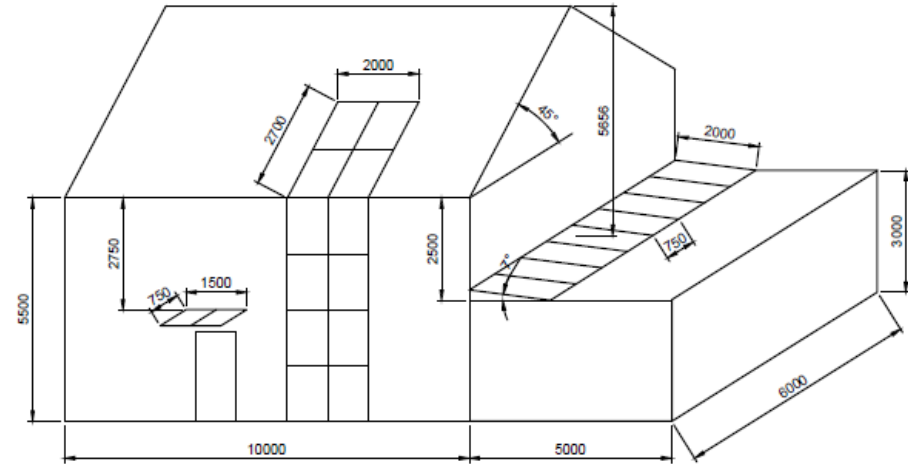
$$F_d(g,s,w) = 1,15 \times 347 \text{ N/m}^2 + 1,25 \times 1480 \text{ N/m}^2 + 0,375 \times 844 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,s,w) = 2565 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w,s) = 1,15 g_k^\perp + 1,25 \text{ winddruk} + 0,375 \mu_2 \times s^\perp$$

$$F_d(g,w,s) = 1,15 \times 347 \text{ N/m}^2 + 1,25 \times 844 \text{ N/m}^2 + 0,375 \times 1480 \text{ N/m}^2$$

$$F_d(g,w,s) = 2009 \text{ N/m}^2$$

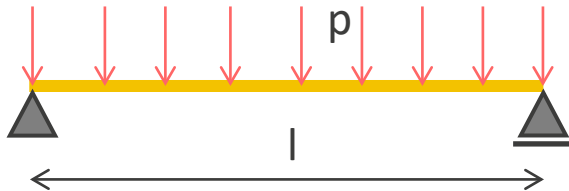


Eindoefening inertiebepaling

Oefening 4 :

Bepaal de stijl in de randzone van de dakconstructie van de bijbouw

Oplossing:



$$M_{max} = \frac{pl^2}{8}$$

$$M = (2565 \text{ N/m}^2 \times 0,75 \text{ m} \times 2,0^2 \text{ m}^2) / 8 = 961,875 \text{ Nm}$$

$$W = M / \sigma = 961875 \text{ Nmm} / 160 \text{ N/mm}^2 = 6011,7 \text{ mm}^3 = 6,0 \text{ cm}^3$$

