



Basiscursus Geveltechniek 2026

Module 2 : Constructie en Statica

FAC Handboek en Keurmerk

Frank Van Geertruyen

Mei 2026



GRATIS DOWNLOAD <https://web.fac-belgium.eu/fac-kwaliteitshandboek/>

Inhoudstafel (FAC Handboek)

- **DEEL 1 : INLEIDING**
 - Algemene begrippen
 - Milieu en duurzaamheid
 - Bim
- **DEEL 2 : ONTWERP, PRODUCTIE, MONTAGE**
 - Functionele Eisen
 - Beveiliging
 - Legeringen en thermische onderbreking
 - Constructies
 - Oppervlaktebehandeling van aluminium
 - Glas en andere vullingen
 - Hang en Sluitwerk
 - Behandelingen op de werf
 - Montage van schrijnwerk op de werf
 - Voegen tussen schrijnwerk en de bouwconstructie
- **DEEL 3 : NAZORG**
 - Oplevering
 - Reiniging en onderhoud
 - CE-markering

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- **Basisveiligheidsfuncties** (moeten altijd gegarandeerd zijn)
- **Basis technische functies** (moeten altijd gegarandeerd zijn)
- **Comfortfuncties**
- **Extra veiligheidsfuncties**
- **Duurzaamheidsfuncties**

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- **Basisveiligheidsfuncties:** (straf wettelijk kader)
 - Antidoorval (balustrade functie bij laag glas)
 - Brandwerendheid (overslag bij gevelwanden)
 - Verwondingen door scherven (gelijkvloers, deuren,...)

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Basisfuncties
 - Stabiliteit: het moet blijven staan onder alle normatief voorziene omstandigheden
 - Wind- en waterdicht zijn binnen de gevraagde Klassen (= +/- genormeerde Klassen)

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Comfortfuncties
 - Thermiek
 - U_f / U_g / U_w / U_{cw} / U_p / ψ waarden
 - Condensatie
 - Akoestiek
 - Out-in
 - Flanking

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Extra Veiligheidsfuncties
 - Anti-inbraak (6 normatieve gradaties)
 - Kogelwerendheid (8 normatieve gradaties)
 - Explosiewerendheid (9 normatieve gradaties)

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Duurzaamheidsfuncties
 - Naar milieuaspecten toe (materialen , low carbon , Diverse labels)
 - Naar gebruikscycli en te verwachten levensduurte toe
 - Recyclage en /of Re-use.

Hoe aanpakken?

- Starten vanuit de basisstabiliteit
 - Windkracht (profiel / glasdikte / bevestigingen)
 - Thermiek (profielkeuze / glaskeuze)
 - Akoestiek (profielkeuze / glaskeuze)
 - Anti-inbraak (profielkeuze / glaskeuze)
 - Kogelwerendheid (profielkeuze / glaskeuze)
 - Explosiewerendheid (profielkeuze / glaskeuze/bevestigingen)
 - Milieuaspecten (materiaal, matriaaloorsprong,transport, recycleerbaarheid...)

Deel 2 van het FAC Handboek

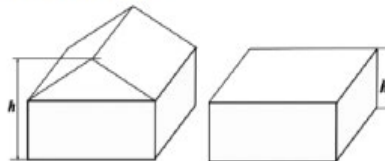
- Starten vanuit de combinatie stabiliteit + wind- en waterdichting
 - Projectlocatie geeft ons 4 mogelijke **ruwheidsklassen**

4.4.2 Ligging van het gebouw in België

Hierbij bepaalt men het gebied en de basis windsnelheid die 1/50 jaar optreedt en gebruikt wordt in de verdere tabellen.

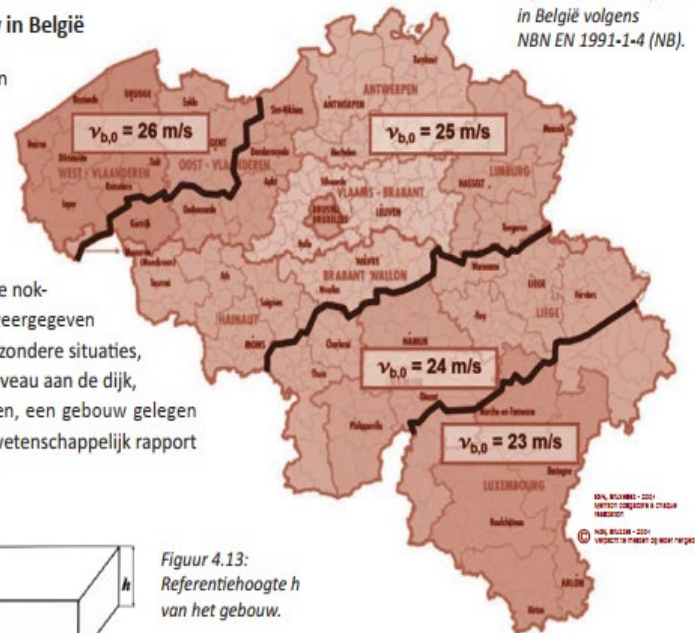
4.4.3 Referentiehoogte van het gebouw

In de praktijk komt het neer op de nokhoogte of dakrandhoogte zoals weergegeven in onderstaande figuren. Voor bijzondere situaties, zoals invloed van het referentieniveau aan de dijk, aanwezigheid van hoge gebouwen, een gebouw gelegen op een heuvel,... consulteer het wetenschappelijk rapport nr. 11 van het WTCB.



Figuur 4.13: Referentiehoogte h van het gebouw.

Figuur 4.12: Windgebieden in België volgens NBN EN 1991-1-4 (NB).



- Er zijn 3 (5) bepalende factoren :
 - Ruwheidsklasse van het terrein
 - Windsnelheid van de bouwzone
 - Hoogte van het gebouw

- + is het een raam
- + is het een gevel

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

- Prestatieniveaus zijn **niet gelijk** voor ramen en voor gevelwanden
- Ramen zijn “W (= window) + cijfer”
- Gevels zijn “CW (curtain wall) + cijfer “ (strengere eisen voor gevels dan voor ramen)

Vensters - Keuze van de lucht-, water- en windklassen												
Blootstellingsklassen	Klasse W1				Klasse W2				Klasse W3			
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	3				3				3			
Waterdichtheid NBN EN 12208	5A		200 Pa		6A		250 Pa		7A		300 Pa	
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C ≤ 1/300° - P1, P2, P3 [Pa]	C1	P1	P2	P3	C2	P1	P2	P3	C2	P1	P2	P3
		400	200	600		800	400	1200		800	400	1200
Blootstellingsklassen	Klasse W4				Klasse W5				Klasse W6			
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	3				4				4			
Waterdichtheid NBN EN 12208	8A		450 Pa		9A		600 Pa		E750		750 Pa	
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C ≤ 1/300° - P1, P2, P3 [Pa]	C2	P1	P2	P3	C3	P1	P2	P3	C4	P1	P2	P3
		800	400	1200		1200	600	1800		1600	800	2400
Blootstellingsklassen	Klasse W7				Klasse W8							
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	4				4							
Waterdichtheid NBN EN 12208	E900		900 Pa		E1050		1050 Pa					
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C ≤ 1/300° - P1, P2, P3 [Pa]	C4	P1	P2	P3	C5	P1	P2	P3				
		1600	800	2400		2000	1000	3000				

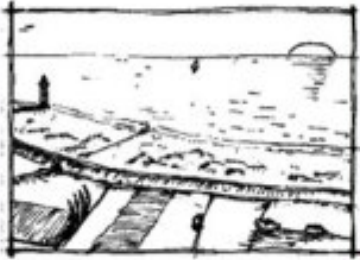
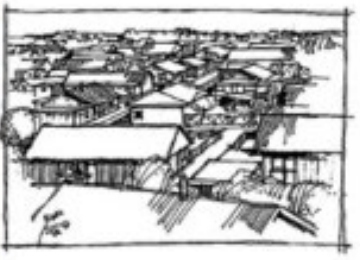

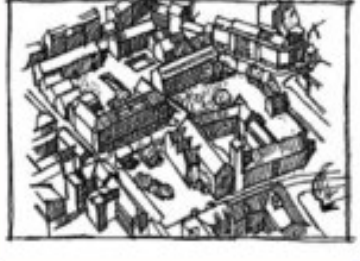
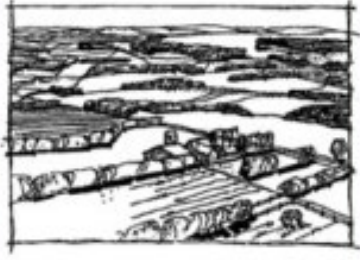
Tabel 4.15: Keuze van lucht-, water- en windklassen voor vensters.

Blootstellingsklassen	Klasse CW3		Klasse CW4		Klasse CW5	
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12152	A3		A3		A4	
Waterdichtheid NBN EN 12154	R5	300 Pa	R6	450 Pa	R7	600 Pa
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 13116	$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p	
Blootstellingsklassen	Klasse CW6		Klasse CW7		Klasse CW8	
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12152	A4		A4		A4	
Waterdichtheid NBN EN 12154	RE 750	750 Pa	RE 900	900 Pa	RE 1050	1050 Pa
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 13116	$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p	

Tabel 4.18: Keuze van lucht-, water- en windklassen voor vliesgevels.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

- Ruwheidsklasse van het terrain 4+1extra

Categorieën van ruwheid van het terrein		Voorbeelden	Categorieën van ruwheid van het terrein		Voorbeelden
0	Zee of kuststreek die aan zeewinden blootstaat		III	Zone met een regelmatige bedekking of gebouwen of alleenstaande obstakels op een onderlinge afstand van maximaal 20 keer hun hoogte (bijvoorbeeld dorpen, voorstedelijke zones, duurzame bossen)	
I	Meren of zone met te verwaarlozen vegetatie en zonder enig obstakel		IV	Stedelijke zones waar minstens 15% van het oppervlak wordt ingepalmd door gebouwen met een gemiddelde hoogte van meer dan 15 m	
II	Zone met lage vegetatie zoals gras, met of zonder enkele alleenstaande obstakels (bomen, gebouwen) op een onderlinge afstand van minstens 20 keer hun hoogte				

fr

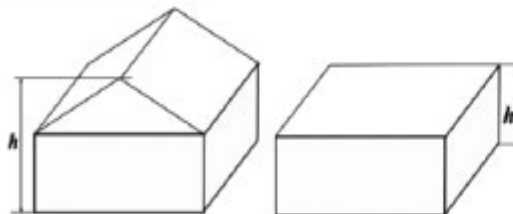
• Windsnelheid en hoogte van het gebouw

4.4.2 Ligging van het gebouw in België

Hierbij bepaalt men het gebied en de basis windsnelheid die 1/50 jaar optreedt en gebruikt wordt in de verdere tabellen.

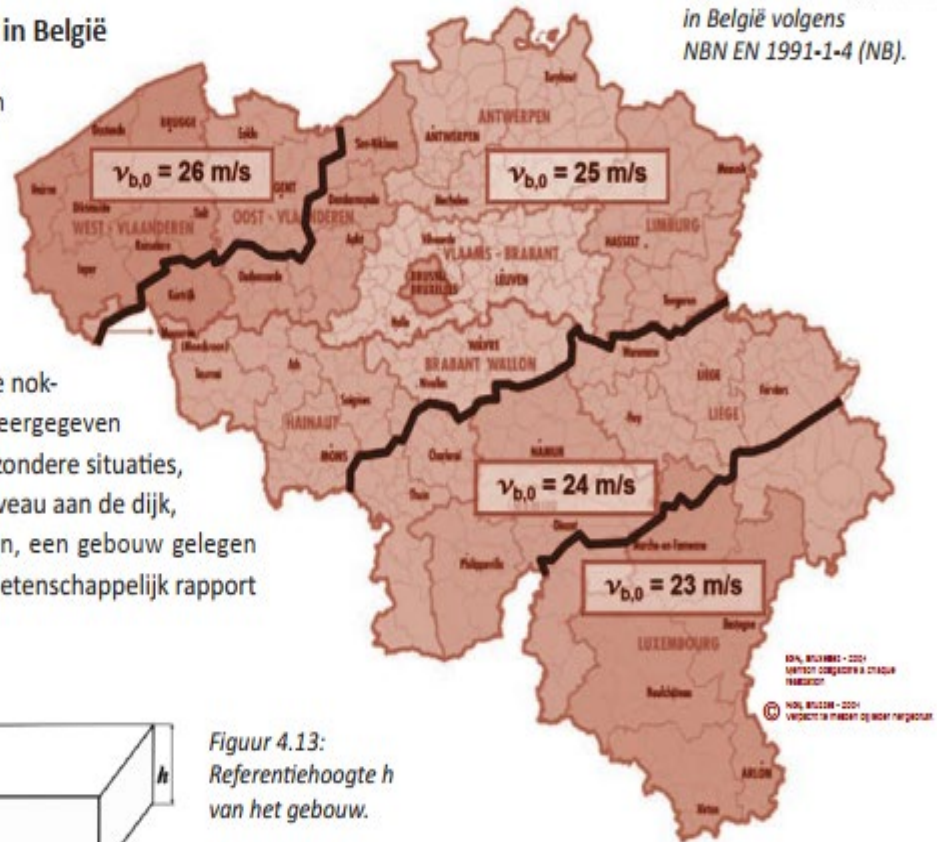
4.4.3 Referentiehoogte van het gebouw

In de praktijk komt het neer op de nokhoogte of dakrandhoogte zoals weergegeven in onderstaande figuren. Voor bijzondere situaties, zoals invloed van het referentieniveau aan de dijk, aanwezigheid van hoge gebouwen, een gebouw gelegen op een heuvel,... consulteer het wetenschappelijk rapport nr. 11 van het WTCB.



Figuur 4.13: Referentiehoogte h van het gebouw.

Figuur 4.12: Windgebieden in België volgens NBN EN 1991-1-4 (NB).



Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Blootstellingsklassen		Klasse W1				Klasse W2				Klasse W3			
		Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Ruwheidscategorieën		Referentiehoogte (z_r)(m)				Referentiehoogte (z_r)(m)				Referentiehoogte (z_r)(m)			
Kustgebied	0												
Platteland	I										3m	4m	6m
Landelijk gebied	II				3m		3m	4m	6m	5m	6m	8m	12m
Voorstad - Bos	III		6m	8m	9m	9m	11m	14m	18m	15m	19m	25m	33m
Stad	IV	15m	18m	21m	26m	23m	28m	36m	44m	39m	48m	60m	79m

Blootstellingsklassen		Klasse W4				Klasse W5				Klasse W6			
		Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Ruwheidscategorieën		Referentiehoogte (z_r)(m)				Referentiehoogte (z_r)(m)				Referentiehoogte (z_r)(m)			
Kustgebied	0	8m				42m				133m			
Platteland	I	12m	17m	26m	40m	52m	81m	100m	100m	133m	133m	133m	133m
Landelijk gebied	II	22m	31m	44m	65m	80m	100m	100m	100m	133m	133m	133m	133m
Voorstad - Bos	III	55m	75m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	133m	133m	133m	133m
Stad	IV	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	133m	133m	133m	133m

Blootstellingsklassen		Klasse W1				Klasse W2			
		Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)			
		26	25	24	23	26	265	264	263
Ruwheidscategorieën		Referentiehoogte (z_r)(m)				Referentiehoogte (z_r)(m)			
Kustgebied	0	167m				200m			
Platteland	I	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Landelijk gebied	II	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Voorstad - Bos	III	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Stad	IV	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m

Tabel 4.14: Blootstellingsklassen W (wind) voor vensters.

Vliesgevels - Blootstellingsklassen aan wind

Blootstellingsklassen		Klasse CW3				Klasse CW4				Klasse CW5				
		Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23	
Ruwheidscategorieën		Max. referentiehoogte (z_r)(m)				Max. referentiehoogte (z_r)(m)				Max. referentiehoogte (z_r)(m)				
Kustgebied	0					8m				42m				
Platteland	I		3m	4m	6m	12m	17m	26m	40m	52m	81m	100m	100m	
Landelijk gebied	II		5m	6m	8m	12m	22m	31m	44m	65m	80m	100m	100m	100m
Voorstad - Bos	III		15m	19m	25m	33m	55m	75m	100m	100m	100m	100m	100m	100m
Stad	IV		39m	48m	60m	70m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m

Blootstellingsklassen		Klasse CW6				Klasse CW7				Klasse CW8			
		Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)				Referentiesnelheid V_{bo} (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Ruwheidscategorieën		Max. referentiehoogte (z_r)(m)				Max. referentiehoogte (z_r)(m)				Max. referentiehoogte (z_r)(m)			
Kustgebied	0	133m				167m				200m			
Platteland	I	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Landelijk gebied	II	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Voorstad - Bos	III	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Stad	IV	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m

Tabel 4.17: Blootstellingsklassen aan wind voor vliesgevels.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Vensters - Keuze van de lucht-, water- en windklassen												
Blootstellingsklassen	Klasse W1				Klasse W2				Klasse W3			
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	3				3				3			
Waterdichtheid NBN EN 12208	5A		200 Pa		6A		250 Pa		7A		300 Pa	
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C ≤ 1/300° - P1, P2, P3 [Pa]	C1	P1	P2	P3	C2	P1	P2	P3	C2	P1	P2	P3
		400	200	600			800	400		1200		800
Blootstellingsklassen	Klasse W4				Klasse W5				Klasse W6			
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	3				4				4			
Waterdichtheid NBN EN 12208	8A		450 Pa		9A		600 Pa		E750		750 Pa	
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C ≤ 1/300° - P1, P2, P3 [Pa]	C2	P1	P2	P3	C3	P1	P2	P3	C4	P1	P2	P3
		800	400	1200			1200	600		1800		1600
Blootstellingsklassen	Klasse W7				Klasse W8							
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	4				4							
Waterdichtheid NBN EN 12208	E900		900 Pa		E1050		1050 Pa					
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C ≤ 1/300° - P1, P2, P3 [Pa]	C4	P1	P2	P3	C5	P1	P2	P3				
		1600	800	2400			2000	1000	3000			

Tabel 4.15: Keuze van lucht-, water- en windklassen voor vensters.

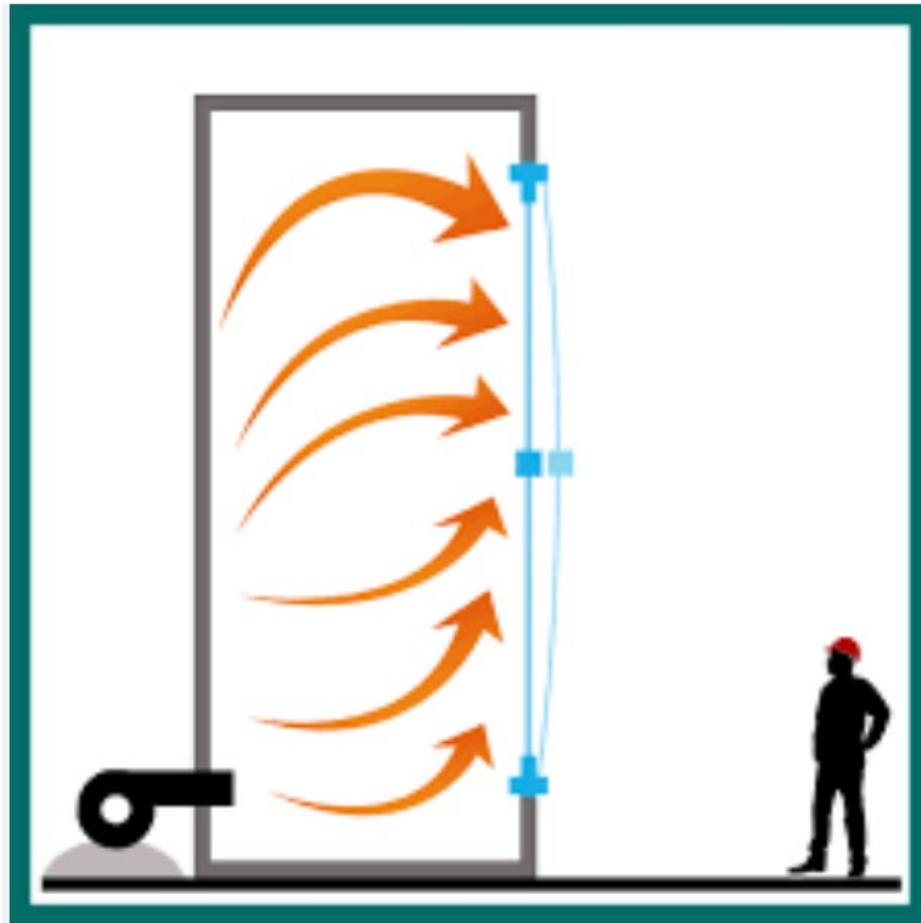
Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Blotstellingsklassen	Klasse CW3		Klasse CW4		Klasse CW5	
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12152	A3		A3		A4	
Waterdichtheid NBN EN 12154	R5	300 Pa	R6	450 Pa	R7	600 Pa
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 13116	$W_K = 0,8c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p	
Blotstellingsklassen	Klasse CW6		Klasse CW7		Klasse CW8	
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12152	A4		A4		A4	
Waterdichtheid NBN EN 12154	RE 750	750 Pa	RE 900	900 Pa	RE 1050	1050 Pa
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 13116	$W_K = 0,8c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p		$W_K = 0,8c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p $W_U = 1,25c_e(z)q$ ref. 50 jaar. C_p	

Tabel 4.18: Keuze van lucht-, water- en windklassen voor vliesgevels.

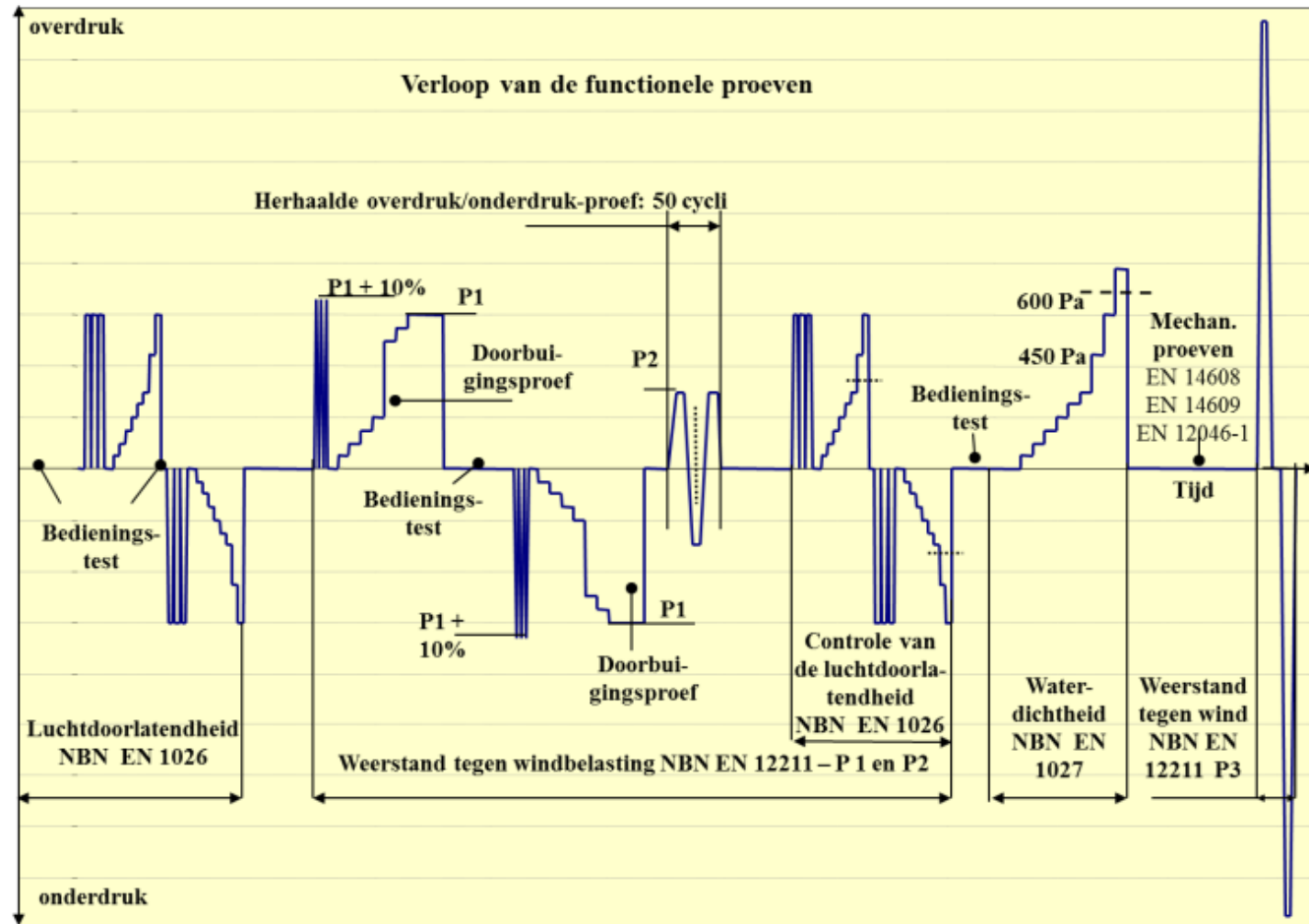
- Het effectief testen van een raam of gevel op:
 - Luchtdichtheid
 - Waterdichtheid
 - Weerstand tegen windbelasting
 - Pulsaties / cyclitest (bij ramen)
 - Veiligheid naar de ontwerpcriteria = 1,5 maal de max winddruk

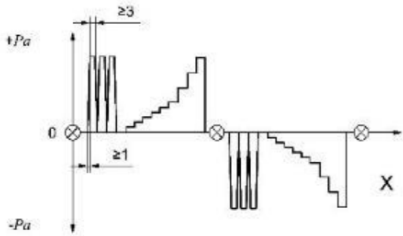
Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage



Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Indicatieve voorstelling , reel hangt het af van raam/gevel of combinatie ervan (of het land)





Inhoudstafel

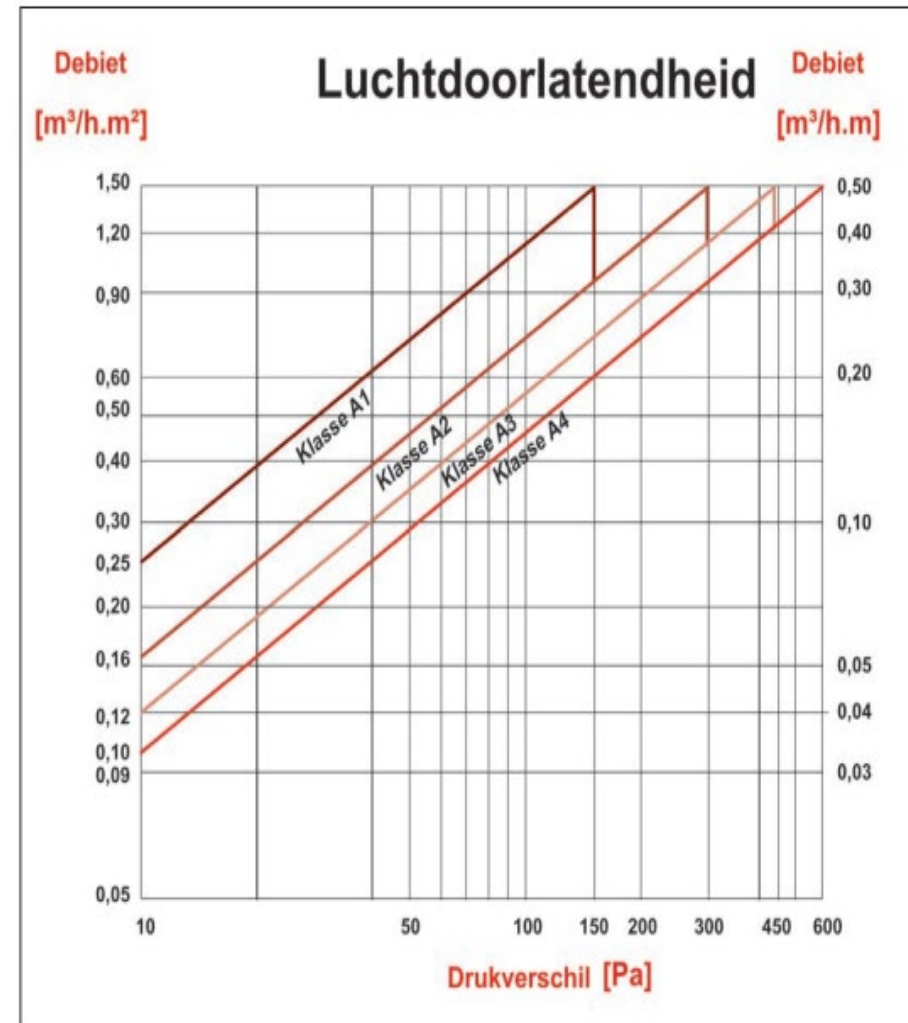
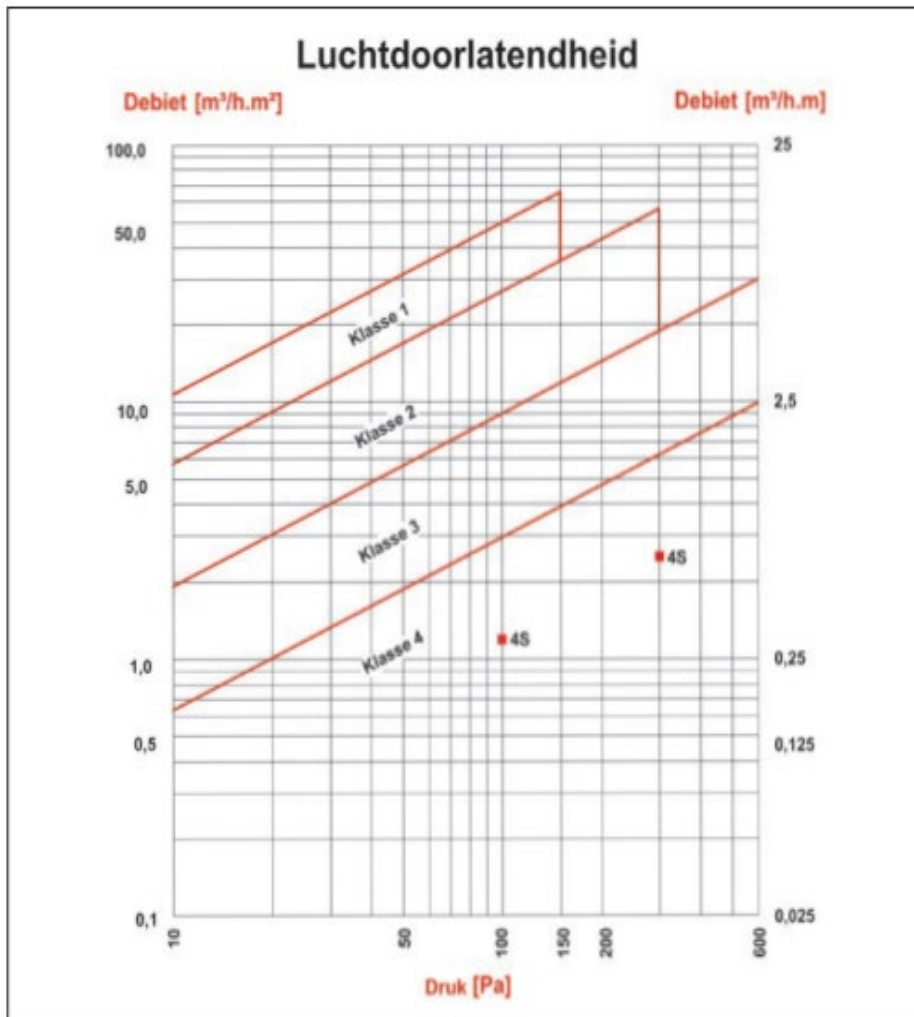
Deel 2

ontwerp productie en montage

- Luchtdichtheid meten op 2 criteria:
 - Hoeveel m^3/h gaat er door $1m^2$ raam of gevel = m^3/hm^2
 - Hoeveel m^3/h gaat er door een lopende meter voeg = m^3/hm
 - Meten in over- en onderdruk
 - Ramen klasse 1 / 2 / 3 / 4
 - Gevels klasse : A1 / A2 / A3 / A4



Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage



Tabel 4.19: Luchtdoorlatendheidsklassen bij overdruk en onderdruk voor vensters.

Figuur 4.22: Classificatie luchtdoorlatendheid van gordijngevels volgens NBN EN 12152.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Klasse	Referentie luchtdoorlatendheid bij 100Pa in m ³ /h.m ²	Referentie luchtdoorlatendheid bij 100Pa in m ³ /h.m	Maximale testdruk Pa
0	Niet getest	Niet getest	Niet getest
1	50	12,50	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600

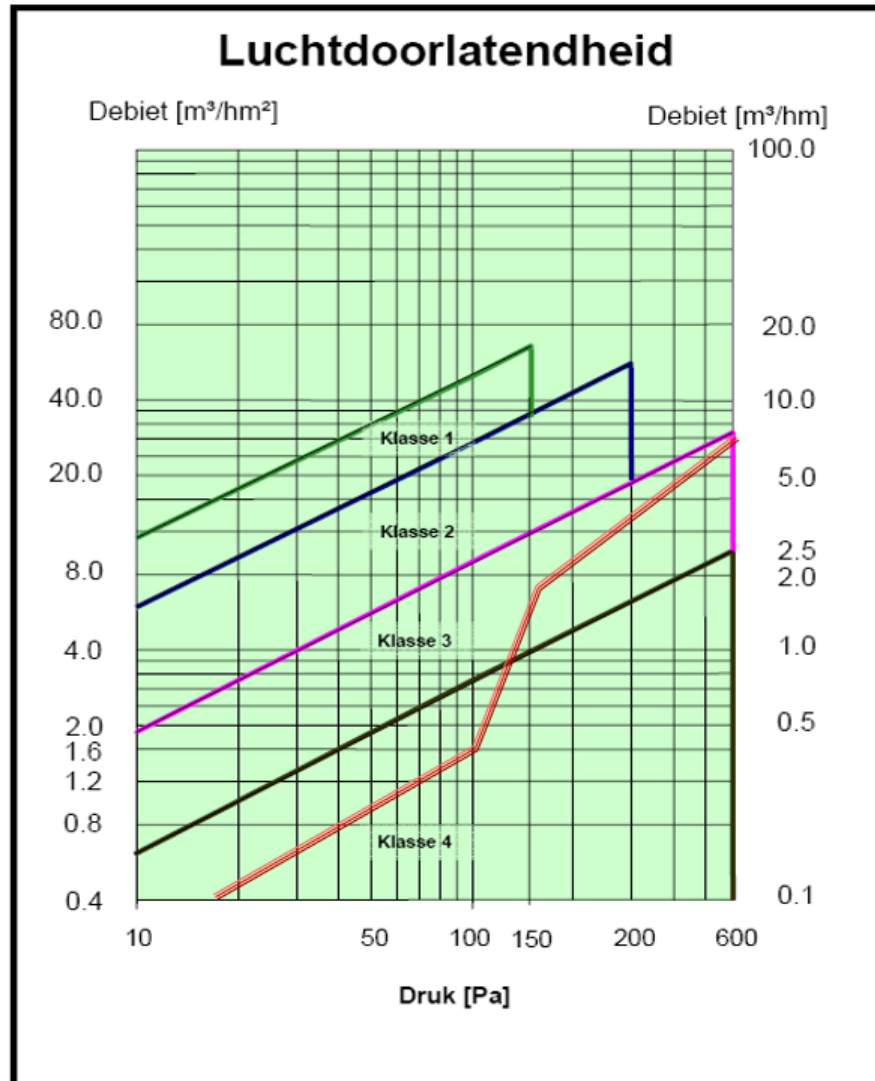
Tabel 4.25: Referentie van de luchtdichtheid bij 100Pa en de maximale testdruk, gerelateerd tot de totale raamoppervlakte en tot de lengten van de sluitnaden.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Klasse	Luchtdoorlatendheid in m ³ /h.m ²	Luchtdoorlatendheid in m ³ /h.m	Maximale testdruk in Pa
A1	1,50	0,50	150
A2	1,50	0,50	300
A3	1,50	0,50	450
A4	1,50	0,50	600
AE	1,50	0,50	> 600

Tabel 4.26: Classificatie luchtdoorlatendheid van gordijngevels volgens NBN EN 12152.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage



3. Principe van de kamer van gelijke druk

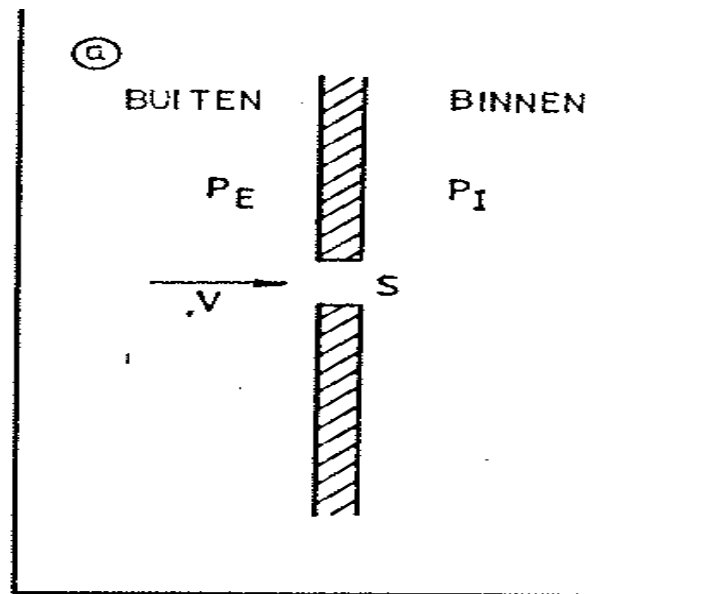
De veiligste methode om infiltraties te vermijden, bestaat erin een kamer met een drukevenwicht t.o.v. de buitenomstandigheden in het raam te voorzien. Deze methode is gebaseerd op de volgende principes :
het luchtdebiet dat doorheen een opening in een wand gaat, is aangegeven door de verhouding

$$V = k.S.p^{2/3} \text{ met}$$

k : coëfficiënt rekening houdend met de geometrische kenmerken van de opening

S : doorsnede van de opening

p : drukverschil tussen de twee ruimtes gescheiden door voorvermelde wand

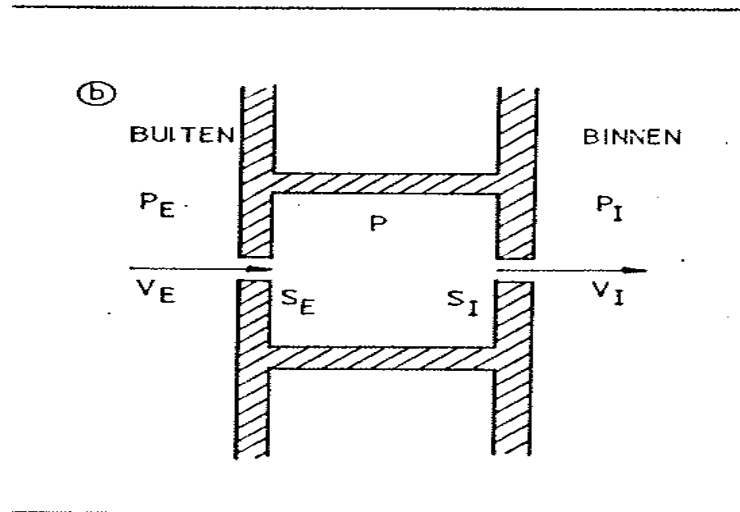


Wanneer we twee openingen van luchtdoorgang in de wanden van een kamer in serie plaatsen, en deze twee openingen in contact zijn met de binnen- en buitenomstandigheden, ontstaat er een debietevenwicht dat door de volgende vergelijking is uitgedrukt :

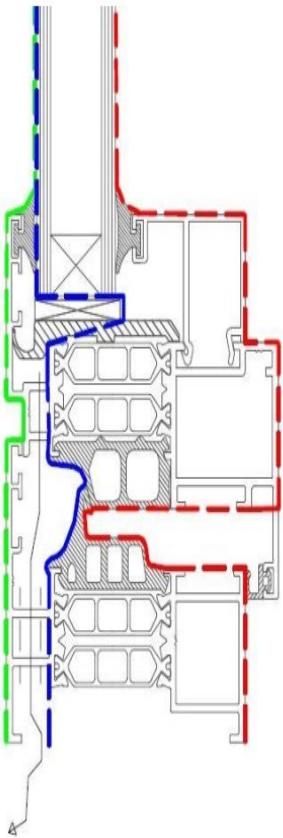
$$V_e : k \cdot S_e (p_e - p)^{2/3} = V_i = k \cdot S_i (p - p_i)^{2/3} \text{ met}$$

V_e en V_i : luchtdebieten doorheen de buiten- en binnenopeningen
 s_e en s_i : respectievelijk de doorsnede van de opening naar buiten
en naar binnen

p : de onbekende druk in de kamer
 p_e en p_i : respectievelijk de druk in de buiten- en
binnenomstandigheden

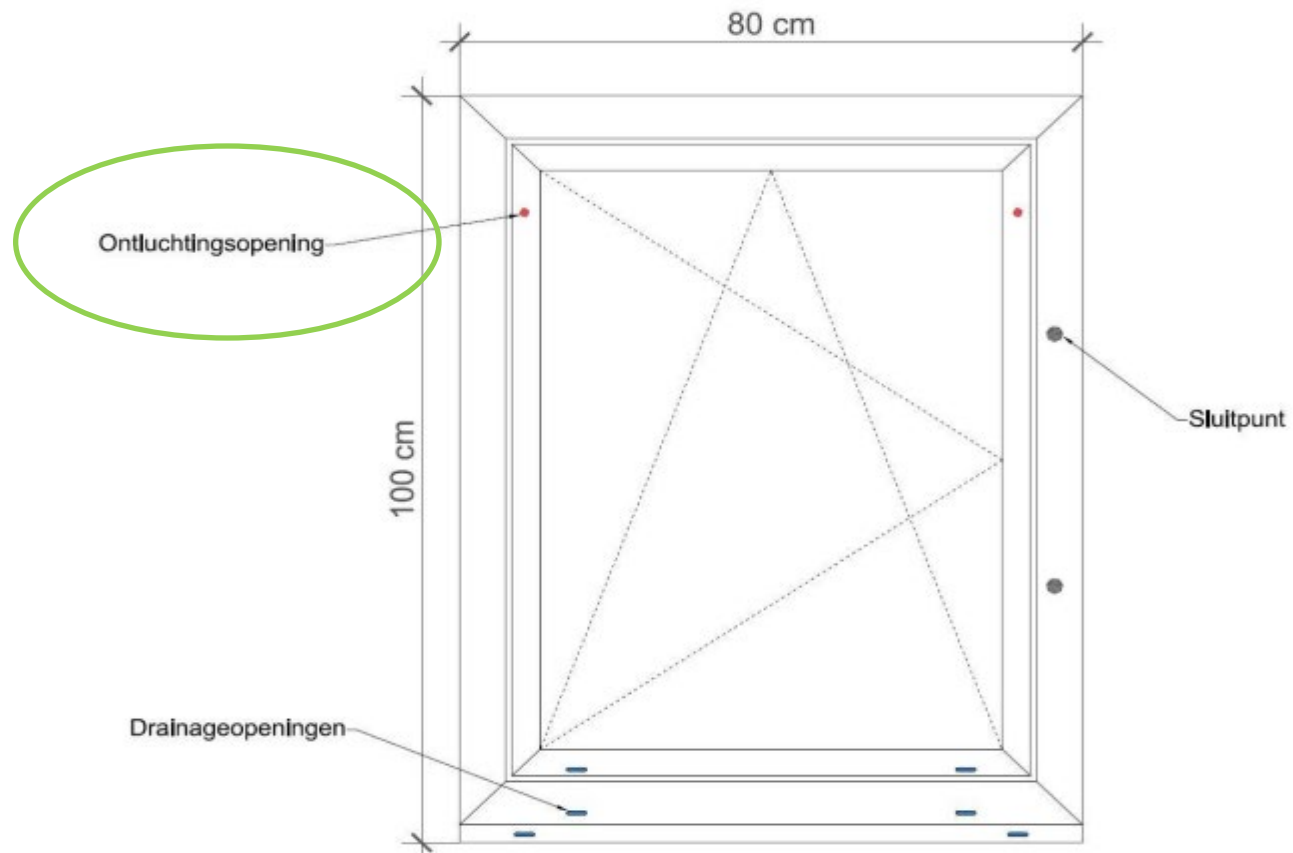


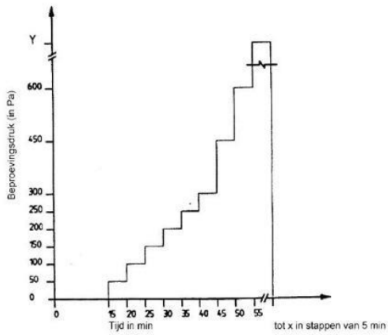
- Drainage openingen
- Druipneuzen op de goede plaats
- Waterafvoer niveaus in de sponningen
- Glaslatten strak aansluiten
- Beperken van waterinfiltratie
- Drukegalisatie opener door boren van gaten tussen kader decompressieruimte en de glassponning van de opener (of een stukje rubber bovenaan verwijderen)
- Drukegalisaties voor het vaste beglaasde deel (rubber)
- Drukegalisatie in de ruimte voor de centrale dichting



- Regenscherm
- Drainagescherm
- Luchtdichtheidscherm

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage





Inhoudstafel

Deel 2

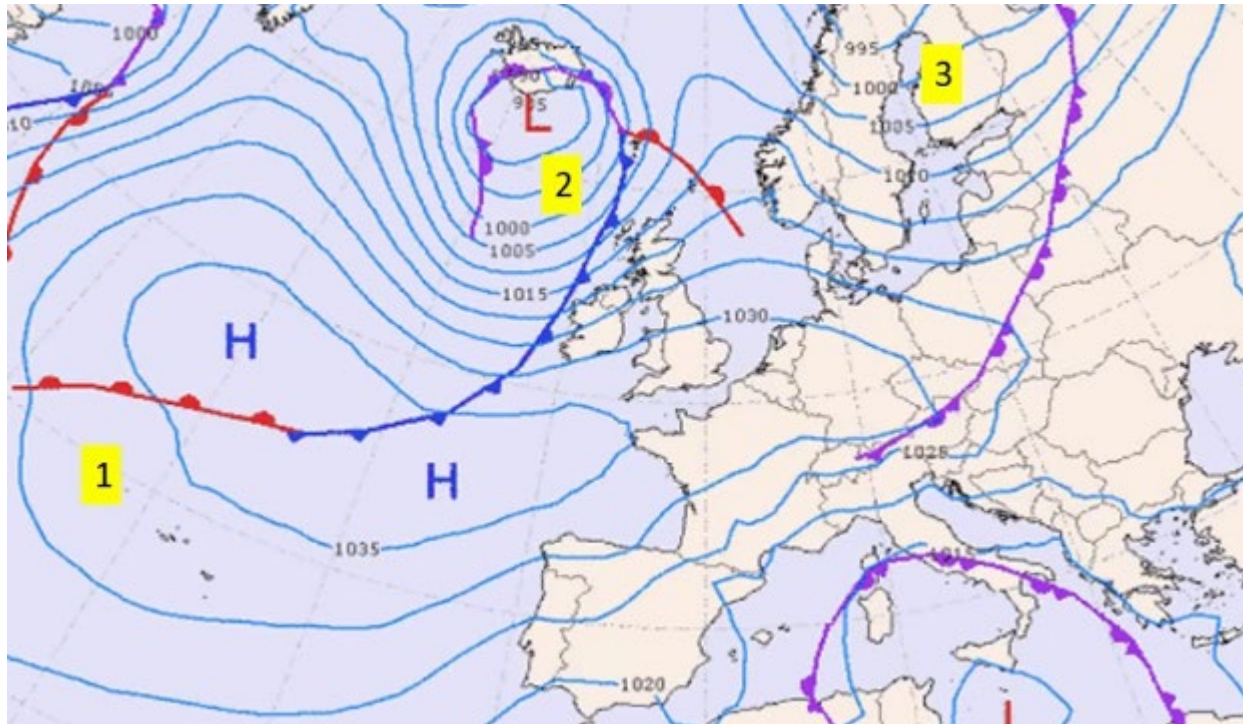
ontwerp productie en montage

- Waterdichtheidscriteria:

- Er komt water door of niet: zelfs 1 druppel is teveel
- Er mag bij een opener na de test ook geen water staan in de beslaggroef.
- Altijd eerst 15 min inwateren bij 0 Pa en daarna per 5 min. de druk opdrijven met 50 Pa (na 300Pa met 150 Pa)
- Waterhoeveelheid is 2 liter/m² minuut
- Ramen klasse 5A/6A/7A/8A/9A/E 750/E 900/E1050
- Gevels klasse : R5/R6/R7/RE750/RE 900/RE 1050

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

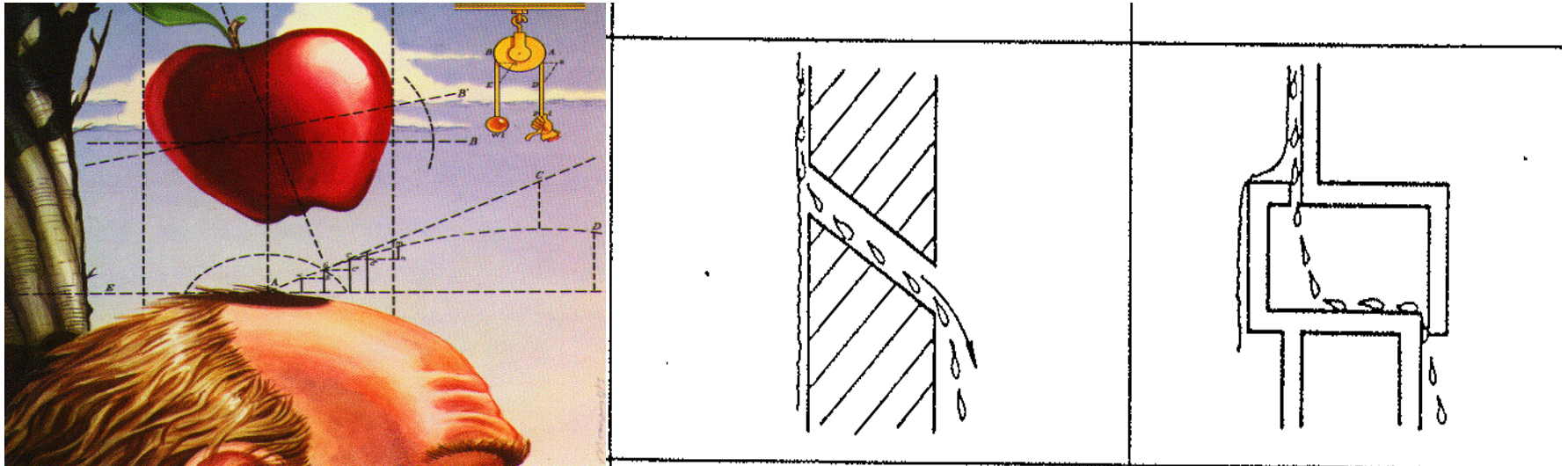
- De techniek van lucht en waterdichting = het beheersen en sturen van zones met verschillende drukniveaus



De verschillende in aanmerking te nemen mogelijkheden zijn de volgende

1) Zwaartekracht

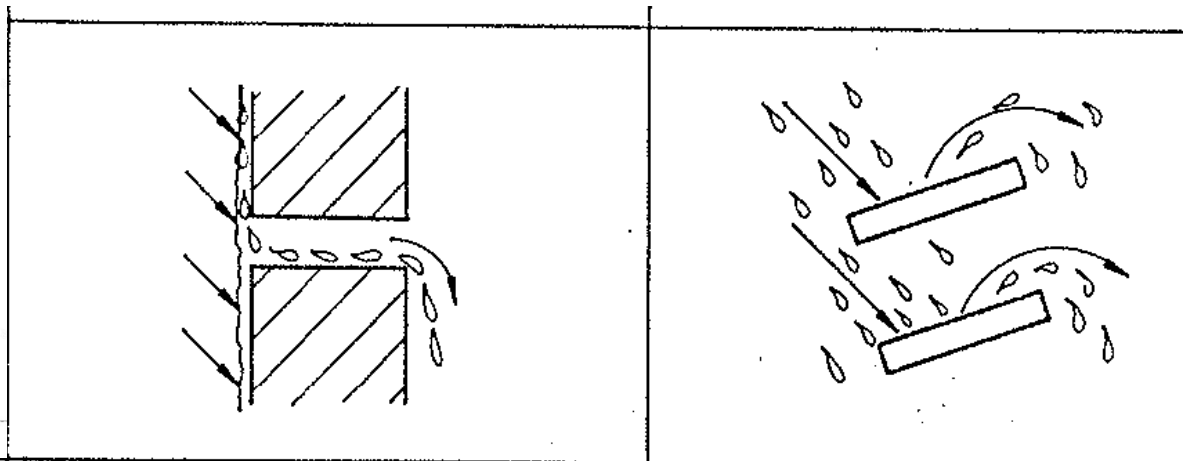
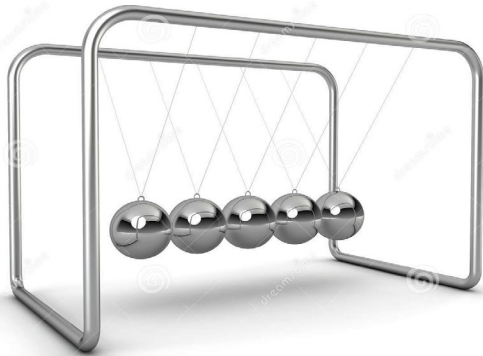
Het water dat vrij wegloopt op de buitenzijde dringt op natuurlijke wijze door de zwaartekracht binnen in elke opening van de wand die naar beneden en binnen gericht is



2) Kinetische energie

Het regenwater komt met de gelijktijdige aanwezigheid van de wind, schuin op de wand terecht.

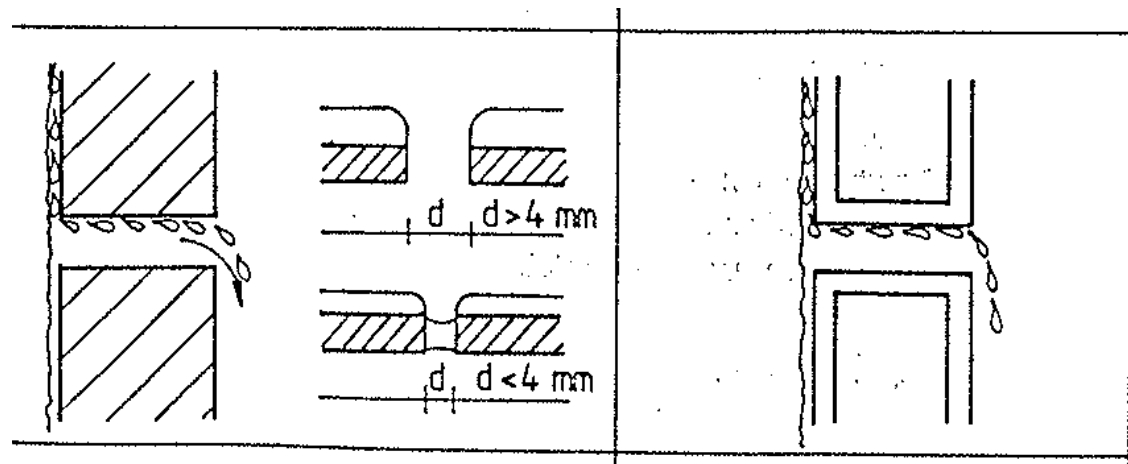
Hierbij is er een kinetische energie die met zijn momentum het water doorheen de openingen van de wand duwt.



3) Oppervlaktespanning

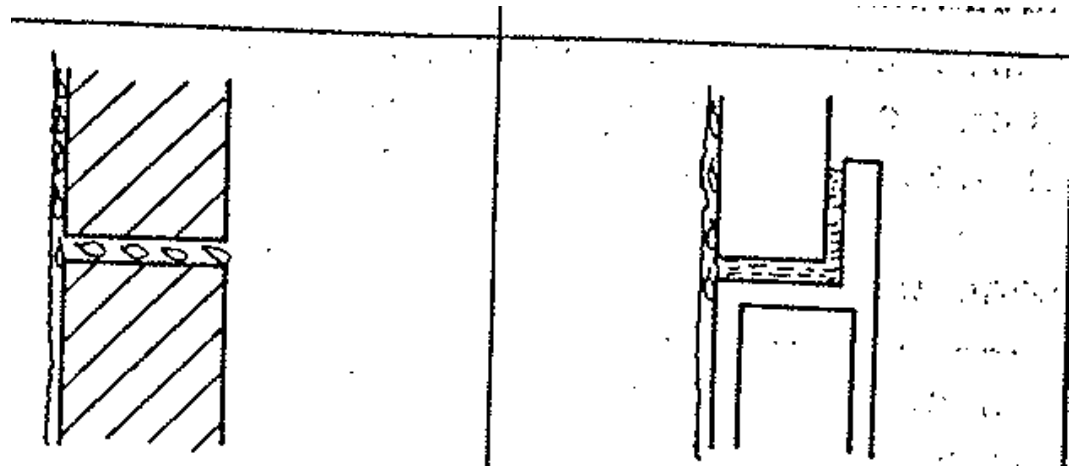
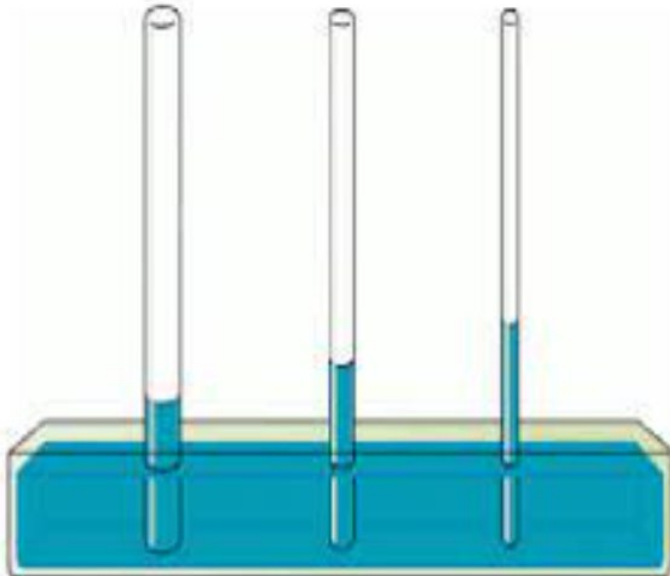
Het water, dat onderworpen is aan fenomenen van oppervlaktespanning, kan zich tot een dunne laag ophopen en in contact blijven met de wanden, zelfs horizontaal hellend.

Ook kan het een obstakel vormen en openingen met een diameter onder de 4 mm blokkeren.



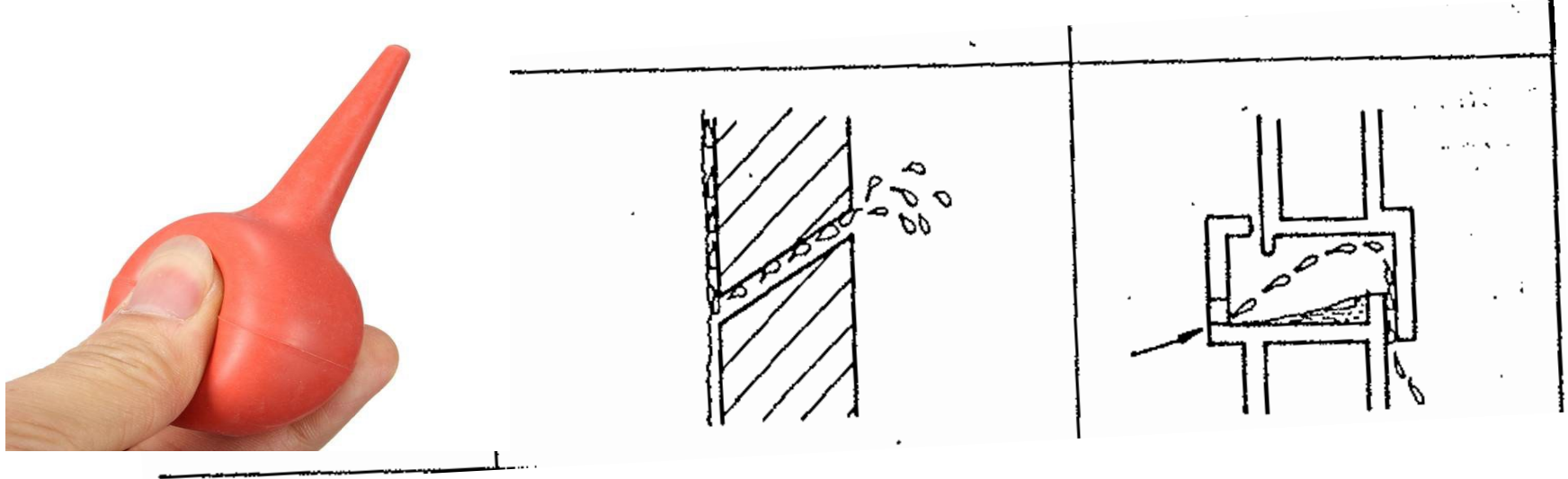
4) Capillaire spanning

Tussen twee elkaar (of bijna) rakende oppervlakken kan water doordringen en er blijven “hangen” door de capillaire spanning zolang andere krachten van buitenaf het niet gaan verdrijven.



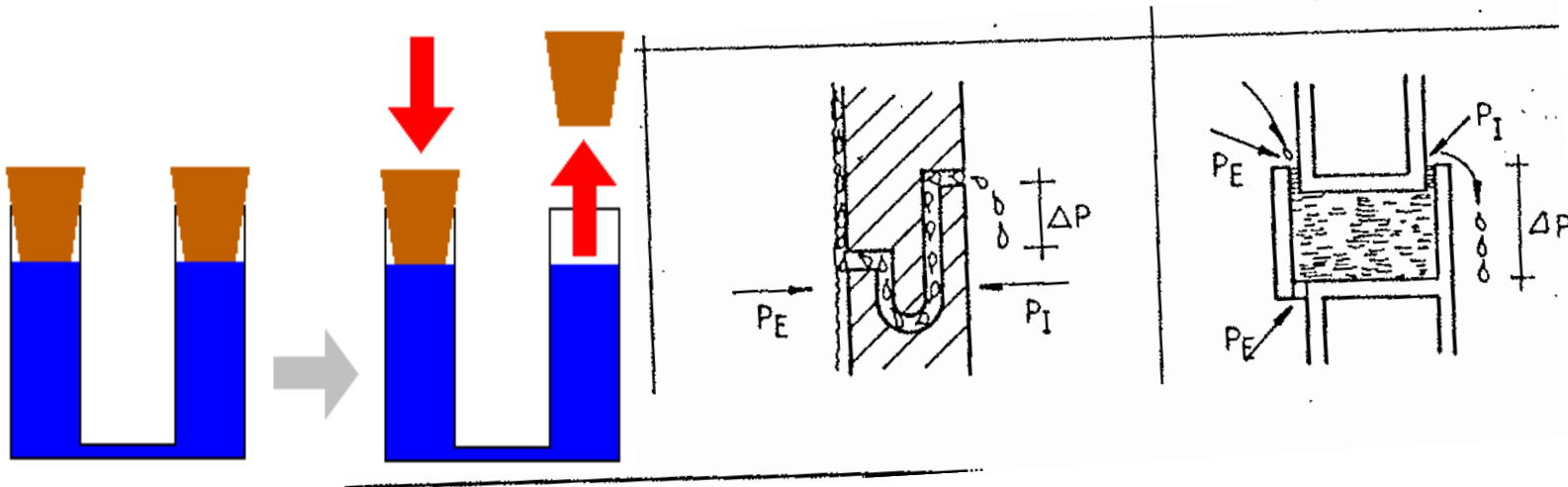
5) Dynamische werking van de wind

Water kan onder de vorm van druppeltjes door wind worden meegesleurd en zo infiltreren doorheen de onderbrekingen van de wand.



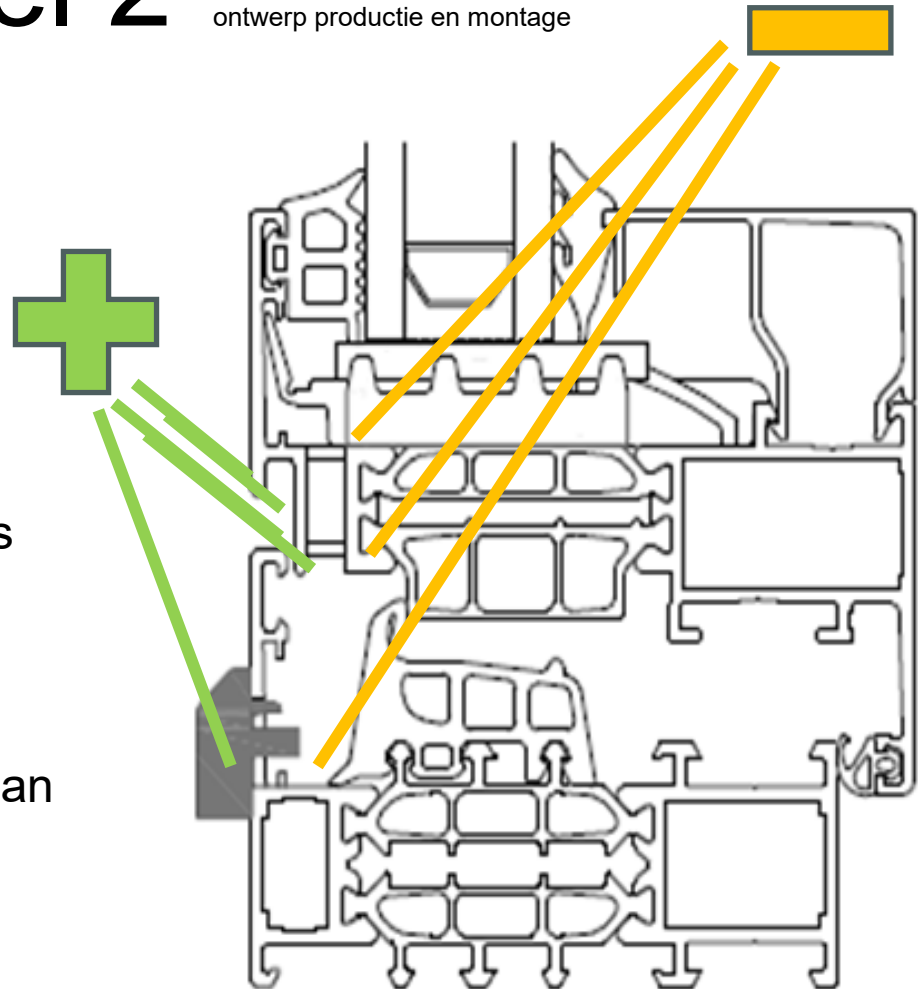
6) Drukverschil

Volgens het principe van de communicerende vaten kan het water in elke ondebreking van de wand doordringen die de vorm heeft van een leiding. De hoogte van de waterkolom in deze leiding komt overeen met het drukverschil tussen de buiten- en binnenomstandigheden. Als dit verschil groter is dan de hoogte van de te overbruggen hindernis, dringt het water binnen.



Goed of minder goed

- Druipneus +
- Druipneus –
- Waterniveau in de glas sponning -
- Waterniveau aan de centrale rubbervoet -
- Afsluiting drukkamer aan de buiten zijde +/-
- Drianage hoedje -

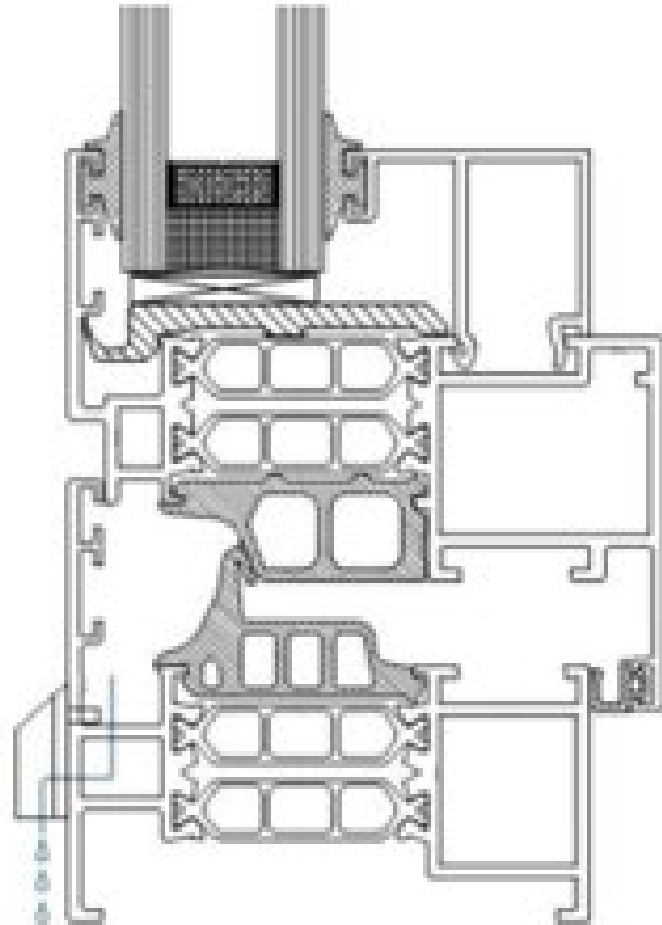




Goed of minder goed



- Druipneus +
- Druipneus –
- Waterniveau in de glas sponning +
- Waterniveau aan de centrale rubbervoet +
- Afsluiting drukkamer aan de buiten zijde +/-
- Drianage hoedje +



- Doorbuigingsproef criteria (Druk P1)
 - Doorbuigingen worden opgemeten bij 25 % + 50% + 75% + 100% van de windlast (op de ankers en de midspan , glas,..)
 - In over- en onderdruk
 - 3 Klasse A= 1/150 B = 1/200 C=1/300 (controle berekeningsnota)



- Veiligheidsproef naar ontwerpcriteria (druk P3)
 - Dit is geen veiligheidproef naar personen toe
 - Er wordt ook helemaal niets gemeten
 - Enkel geobserveerd dat het geheel stabiel blijft
 - De druk is 1,5 maal de ontwerpdruk zowel in overdruk als in onderdruk
 - Ga er nooit voor staan of ga nooit in de drukkabine

Blootstellingsklassen	Klasse W1			
Luchtdoorlatendheid NBN EN 12207	3			
Waterdichtheid NBN EN 12208	5A	200 Pa		
Weerstand tegen windbelasting NBN EN 12210 - Klasse C $\leq 1/300^\circ$ - P1, P2, P3 [Pa]	C1	P1	P2	P3
		400	200	600

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

Pa	Bar	N/m ²	kN/m ²	Windsnelheid		Windsterkte volgens Beaufort	Omschrijving volgens Beaufort	Omschrijving volgens K.N.M.I
				m/s	Km/hr			
0	0	0	0	0	0	0	stil	windstil
1	0.00001	1	0.001	1.3	4.7	1	flauw en stil	zwakke wind
5	0.00005	5	0.005	2.8	10	2	flauwe koelte	
10	0.0001	10	0.01	4	14.4	3	lichte koelte	matige wind
30	0.0003	30	0.03	6.95	24.9	4	matige koelte	
50	0.0005	50	0.05	8.95	32.2	5	frisse bries	vrij krachtige wind
100	0.001	100	0.1	12.65	45.5	6	stijve bries	krachtige wind
150	0.0015	150	0.15	15.5	55.8	7	harde wind	harde wind
200	0.002	200	0.2	17.9	64.5	8	stormachtig	stormachtige wind
300	0.003	300	0.3	21.9	78.9	9	storm	storm
400	0.004	400	0.4	25.3	91.1	10	zware storm	zware storm
500	0.005	500	0.5	28.3	101.8	10	zware storm	zware storm
600	0.006	600	0.6	31	111.5	11	zeer zware storm	orkaan/hurricane
700	0.007	700	0.7	33.5	120.5	12	orkaan	orkaan/hurricane
800	0.008	800	0.8	35.8	128.8	12	orkaan	orkaan/hurricane
900	0.009	900	0.9	38	136.6	13	orkaan	orkaan/hurricane
1000	0.01	1000	1	40	144	13	orkaan	orkaan/hurricane
1100	0.011	1100	1.1	42	151	14	orkaan	orkaan/hurricane
1320	0.0132	1320	1.32	45.9	165.2	14	orkaan	orkaan/hurricane
1500	0.015	1500	1.5	49	176.4	15	orkaan	orkaan/hurricane
2000	0.02	2000	2	56.6	203.7	16-17	orkaan	orkaan/hurricane

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Comfortfuncties:
 - Thermiek
 - U_f / U_g / U_w / U_{cw} / U_{tj} / psi waarden
 - condensatie
 - Akoestiek
 - Out-in
 - Flanking

Vlaanderen
http://www.vea.be www.energiesparen.be/EPB-pedia
Brussels gewest
https://leefmilieu.brussels/
Wallonië
in het bijzonder verwijzen we naar de gids: https://energie.wallonie.be/ -> Performance énergétique des bâtiments

Tabel 4.1: Energie-regelgeving in de verschillende gewesten.

Constructiedeel	Brussel U max. (W/m ² K)	Vlaanderen U max. (W/m ² K)	Wallonië U max. (W/m ² K)
SCHEIDINGSCONSTRUCTIES DIE HET BESCHERMD VOLUME OMHULLEN, met uitzondering van de scheidingsconstructies die de scheiding vormen met een aanpalend beschermd volume			
TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES, met uitzondering van deuren en poorten, lichte gevels glasbouwstenen en scheidingsconstructies andere dan glas.	1.8 en U _{g,max} = 1.1	1.5 en U _{g,max} = 1.1	
DEUREN EN POORTEN (met inbegrip van kader)		2.0	
GORDINGEVELS (volgens NBN EN ISO 12631)		2.0 en U _{g,max} = 1.1	

Tabel 4.7: Maximaal toelaatbare U-waarden in het Brussels, Vlaams en Waals gewest.

U_g is de centrale U-waarde van de beglazing in verticale positie. Elk glaspaneel op zich moet aan de centrale $U_{g,max}$ voldoen.

Wat verwacht men van een raam of gevel?

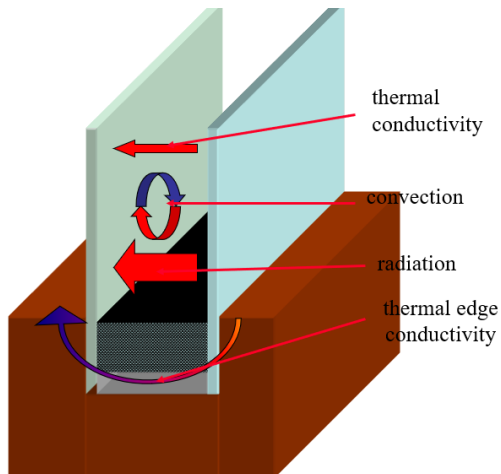
- Comfortfuncties:
 - Thermiek
 - U_f = isolatie waarde van een profiel
 - U_g = isolatie waarde van het glas
 - U_w = isolatie waarde van een raam ($U_f + U_g + \text{afmetingen}$)
 - U_p = isolatie waarde van een paneel
 - U_{cw} = isolatiewaarde van een gevel ($U_f + U_g + U_p + \text{afmetingen}$)
 - psi waarden
 - U_{tj} waarden

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Comfortfuncties

- Thermiek

- Bij U_w en U_{cw} ontbreekt nog een randeffect
 - **psi waarde** (rand effectcorrectie)
 - Psi ramen +/-0,08
 - Psi gevels +/-0,12



Voor de berekening van de U-waarde van het raam in zijn geheel (U_w) gebruikt men algemeen de volgende formule^(*):

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_p \cdot U_p + \sum l_g \cdot \Psi_{f,g} + \sum l_p \cdot \Psi_{f,p}}{\sum A_g + \sum A_f + \sum A_p} \quad (*)$$

U_w : U-waarde van het venster (Window)

A_g : oppervlakte van het glas

A_f : oppervlakte van de profielen (Frame);

A_p : oppervlakte van het paneel;

U_g : U-waarde van het glas;

U_f : U-waarde van de profielen (Frame);

U_p : U-waarde van het paneel;

l_g : omtrek van het glas

l_p : omtrek van het paneel

$\Psi_{f,g}$: lineaire warmtedoorgangscoefficiënt voor de interactie tussen de profiel en glasrand;

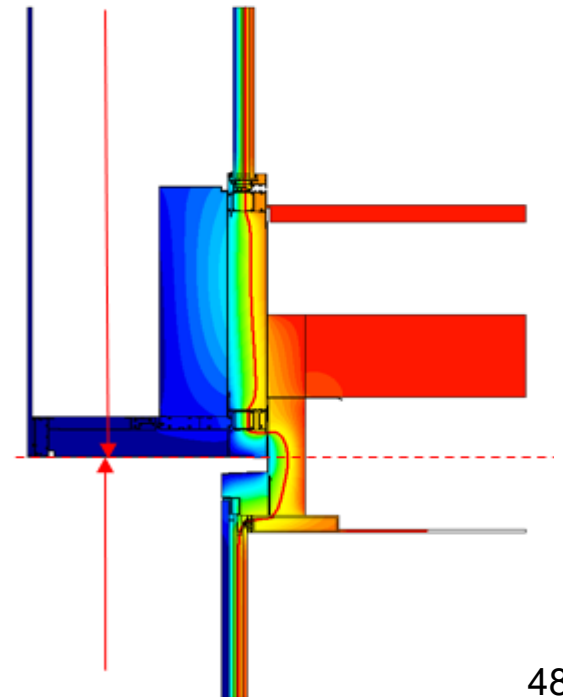
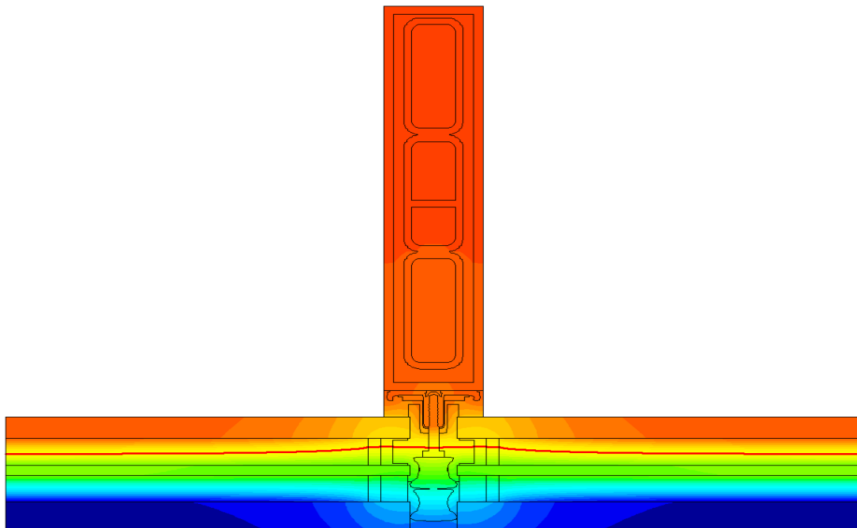
$\Psi_{f,p}$: lineaire warmtedoorgangscoefficiënt voor de interactie tussen de profiel en paneelrand.

Wat verwacht men van een raam of gevel?

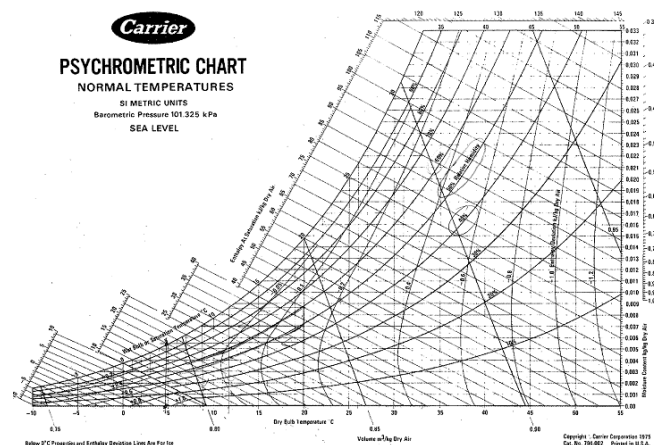
- Comfortfuncties:

- Utj waarde (100% correcte manier)

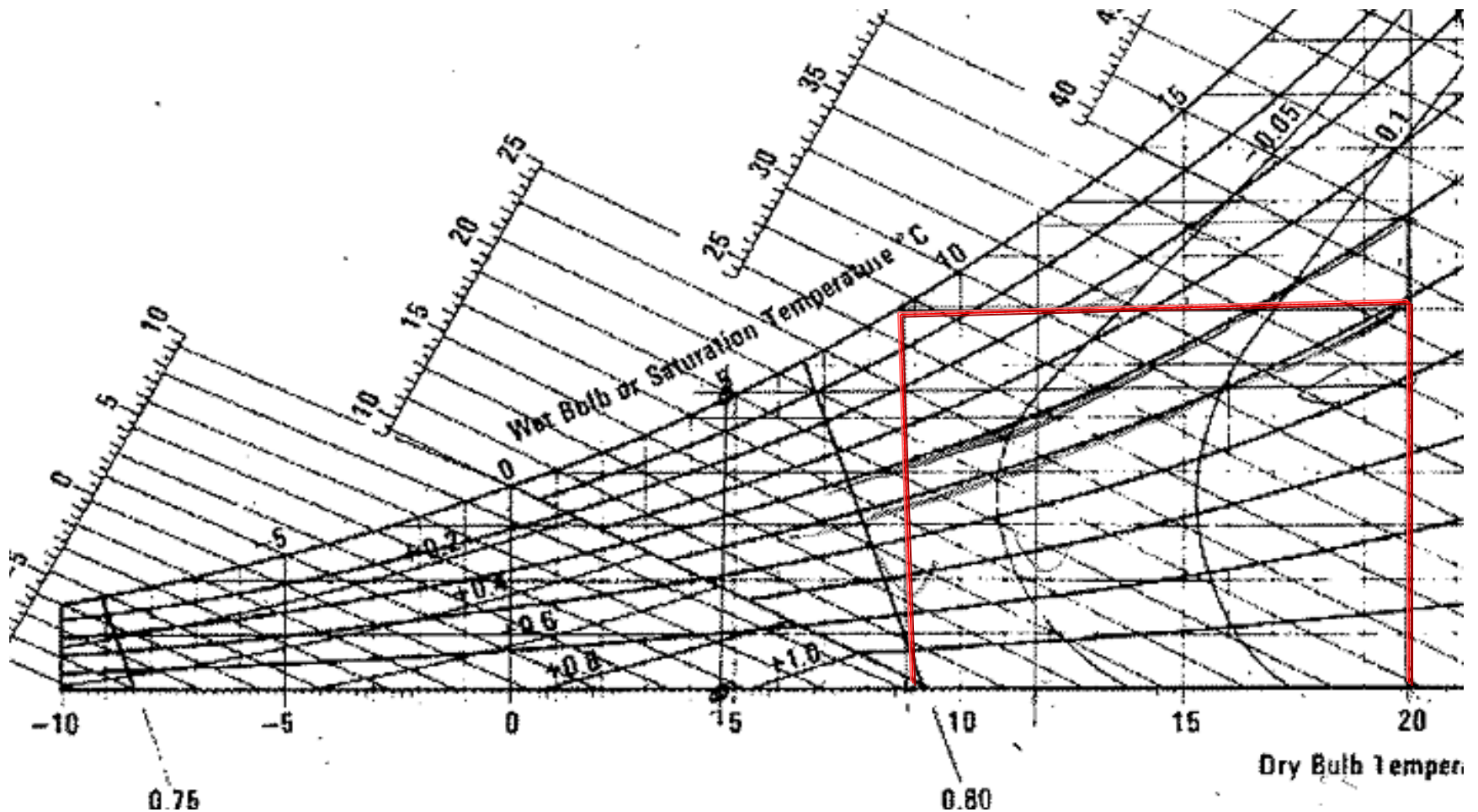
- Deze wordt geval per geval uitgerekend met alle juiste details en materialen.
 - Vervangt de U_f / U_p /psi waarden



- Condensatie op de constructie
 - Condensatie aan de binnenkant, glas, profielen
 - 1) Klassieke regel stelt de limiet op : -10°C buiten en $+20^{\circ}\text{C}$ binnen in combinatie met 50% relatieve luchtvochtigheden 50 % resulteert een dauwpunt van $9,3^{\circ}\text{C}$ oppervlaktetemperatuur
 - Condensatie op de buitenkant voornamelijk op het glas



20°C en 50% RV geeft 9.3 als dauwpunt



- Condensatie op de constructie
 - Condensatie aan de binnenkant, glas, profielen
 - 2) berekening via temperatuursfactoren in functie tot het type gebouw en gebruik en klimaatklasse

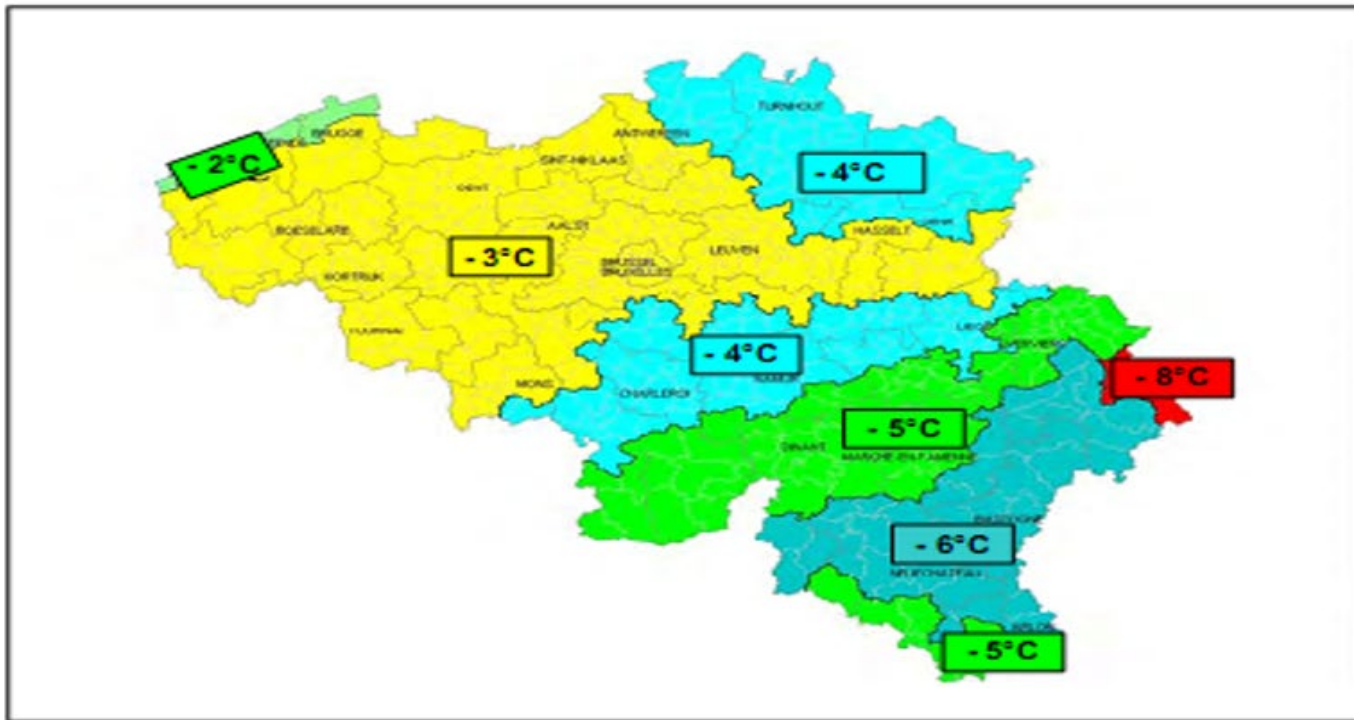
- 5 gebouwtypes

Klassen	Omschrijving	Voorbeelden
1	Gebouw met weinig tot geen vochtproductie	Magazijn (droge goederen), kerk, tentoonstellingsruimte, garage, werkplaats.
2	Goed verlucht gebouw met beperkte vochtproductie per m ³	Grote woonhuizen, scholen, winkels, kantoren zonder klimaatregeling, sportzalen, polyvalente zalen.
3	Gebouw met matige vochtproductie per m ³ en matige tot toereikende ventilatie (RV = 60%)	Kleine woningen, flats, ziekenhuizen, opvangcentra, verbruikzalen, restaurants, feestzalen, theaters, licht geklimatiseerde gebouwen.
4	Gebouw met grote vochtproductie (RV > 60%)	Sterk geklimatiseerde gebouwen, vochtige industriële gebouwen: bv. drukkerij.
5	Gebouw met zeer grote vochtproductie	Zeer vochtige industriële gebouwen: bv. papierfabriek, zwembad.

Tabel 4.8: Binnenklimaatklassen.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

- 7 buitenklimaattypes



Afbeelding 12 : Buitentemperatuur gebaseerd op de gemiddelde laagste dagtemperatuur voor de maanden december en januari: Θ_e

• Temperatuursfactor

Buiten	Binnen - op basis van december en januari														
Zones	Klasse 1			Klasse 2			Klasse 3			Klasse 4			Klasse 5		
θ_e °C	$p_{i \text{ gemid. geb.}} = 987 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ gemid. geb.}} = 1122 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ gemid. geb.}} = 1290 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ gemid. geb.}} = 1527 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ gemid. geb.}} = 2185 \text{ Pa}$		
	θ_i °C	$\phi\%$	θ_{si} °C	θ_i °C	$\phi\%$	θ_{si} °C	θ_i °C	$\phi\%$	θ_{si} °C	θ_i °C	$\phi\%$	θ_{si} °C	θ_i °C	$\phi\%$	θ_{si} °C
-2	18	48	7	19	51	8,6	20	55	11	22	58	13,7	26	65	19
	0,45			0,50			0,59			0,65			0,75		
-3	0,48			0,53			0,61			0,67			0,76		
-4	0,50			0,55			0,63			0,68			0,77		
-5	0,52			0,57			0,64			0,69			0,77		
-6	0,54			0,58			0,65			0,70			0,78		
-7	0,56			0,60			0,67			0,71			0,79		
-8	0,58			0,61			0,68			0,72			0,79		

Tabel 4.10: Minimumtemperatuurfactoren f_{Rsi} .

- θ_i = Gemiddelde temperatuur van de referentiebinnenlucht voor de klimaatklasse [°C];
- θ_e = Maandgemiddelde van de minimale dagtemperaturen van de buitenlucht [°C];
- θ_{si} = Minimale binnenoppervlaktetemperatuur of dauwpunt [°C];
- ϕ = Gemiddelde relatieve vochtigheid van de binnenlucht als referentie voor de klimaatklasse [%];
- $p_{i \text{ gemid. geb.}}$ = Gemiddelde dampdruk in het gebouw gedurende de maanden december en januari.

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

waarbij:

- f_{Rsi} = temperatuursfactor;
- θ_{si} = oppervlaktebinnentemperatuur;
- θ_i = temperatuur van de binnenlucht;
- θ_e = temperatuur van de buitenlucht.

- Condensatie op de constructie
 - Condensatie op de buitenkant
 - Bij koude stille nachten en met een open hemel (koudestraling)
 - voornamelijk op het midden glas
 - Bij een Ug lager dan $1,0 \text{ W/}^\circ\text{Km}^2$
 - In borstweringszones die goed geïsoleerd zijn
 - Dit wil eigenlijk zeggen dat er (te) weinig warmte door de gevel verdwijnt naar buiten toe.

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Comfortfuncties
 - Akoestiek
 - Out-in
 - Flanking

- De eengetalswaarde = $R_w (C; C_{tr})$

De akoestische isolatie tegen luchtgeluid van een element wordt uitgedrukt door middel van een ééngetalsaanduiding, waarvan de berekening werd gestandaardiseerd en opgenomen in de norm NBN EN ISO 717-1.

De ééngetalswaarde, die eigenlijk drie elementen bevat, wordt als volgt berekend:

$$R_w (C; C_{tr})$$

waarbij R_w de ééngetalswaarde, wordt de gewogen index van de geluidsverzwakking genoemd (dB);
 C de aanpassingsfactor voor de roze ruis (spectrum 1);
 C_{tr} de aanpassingsfactor voor het verkeerslawaai (spectrum 2).

De twee bovenstaande aanpassingstypes werden op een zodanige wijze gedefinieerd dat er rekening gehouden wordt met het type geluid waartegen men zich wil afschermen: het spectrum 1 (roze ruis) stemt overeen met een geluid met een overwicht aan hoge en middelhoge frequenties; het spectrum 2 (wegverkeerslawaai) stemt overeen met een overwicht aan lage en middelhoge frequenties.

- Hoge of lage tonen

Geluidsbron	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
Spelende kinderen	x	
Huishoudelijke bezigheden (spreken, muziek, radio, tv,...)	x	
Discotheekmuziek		x
Snel rijdend wegverkeer (> 80 km/h)	x	
Traag rijdend wegverkeer		x
Middelmatig tot snel rijdend spoorwegverkeer	x	
Traag rijdend spoorwegverkeer		x
Luchtverkeer (straalvliegtuigen) op korte afstand	x	
Luchtverkeer (straalvliegtuigen) op grote afstand		x
Propellervliegtuigen		x
Bedrijven die lawaai in de midden- en hoge frequenties produceren	x	
Bedrijven die lawaai in de midden- en lage frequenties produceren		x

Tabel 4.26: Keuze van de correctieterm voor de bepaling van de te gebruiken ééngetalswaarde afhankelijk van de aard van het geluid.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

• Andere akoestische grootheden

	Symbol	Betekenis	Alternatieve aanduiding
Buitenlawaai	L_{Aref} en L_A [dB]	L_{Aref} wordt bepaald uit metingen in een referentiemeetpunt buiten op 2m hoogte boven het maaiveld en op 2m loodrechte afstand van het midden van de akoestisch meest belaste gevel van het gebouw waarin de te beschermen ruimte gelegen is. L_A is de A-gewogen grootheid die voor elk gevelvlak van de te beschermen ruimte uit de grootheid L_{Aref} berekend wordt via de methode in de normatieve bijlage B. De eisen voor de isolatie van een gevelvlak worden uit L_A afgeleid.	/
Gevelvlak	D_{Atr} [dB]	Het gewogen, gestandaardiseerde geluidrukniveaueverschil voor een gevelvlak met het typespectrum voor wegverkeerslawaai gemeten in situ. Ze wordt bij voorkeur gemeten met een ruisbron volgens een genormaliseerde meetmethode. De gevelisolatie-eisen in de Belgische norm worden in deze grootheid uitgedrukt.	$D_{2m,nT,w}(C;Ctr)$ met $D_{Atr}=D_{2m,nT,w}+ C_{tr}$
Bouwelementen	R_{Atr} [dB]	De geluidsverwakkingsindex gecorrigeerd naar verkeersgeluid. In het laboratorium gemeten grootheid die uitdrukt hoe goed een gewoon bouwelement (glas, vensters, wanden, panelen, ...) het verkeerslawaai tegenhoudt. Het geeft de akoestische prestatie weer van een element. Niet van toepassing voor ventilatieroosters.	$R_w(C;C_{tr})$ met $R_{Atr}=R_w+C_{tr}$
	$D_{n,e,Atr}$ [dB]	Gewogen element-genormaliseerd niveaueverschil voor een volledige gevel gecorrigeerd met het typespectrum voor wegverkeerslawaai. Wordt gemeten in het laboratorium typisch voor kleine elementen. Opgelet: kan niet vergeleken worden 1-op-1 met R_{Atr} !	$D_{n,e,w}(C;C_{tr})$ met $D_{n,e,Atr}=D_{n,e,w}+C_{tr}$

Tabel 4.27: Belangrijkste akoestische grootheden m.b.t. akoestische gevelisolatie.

Glas

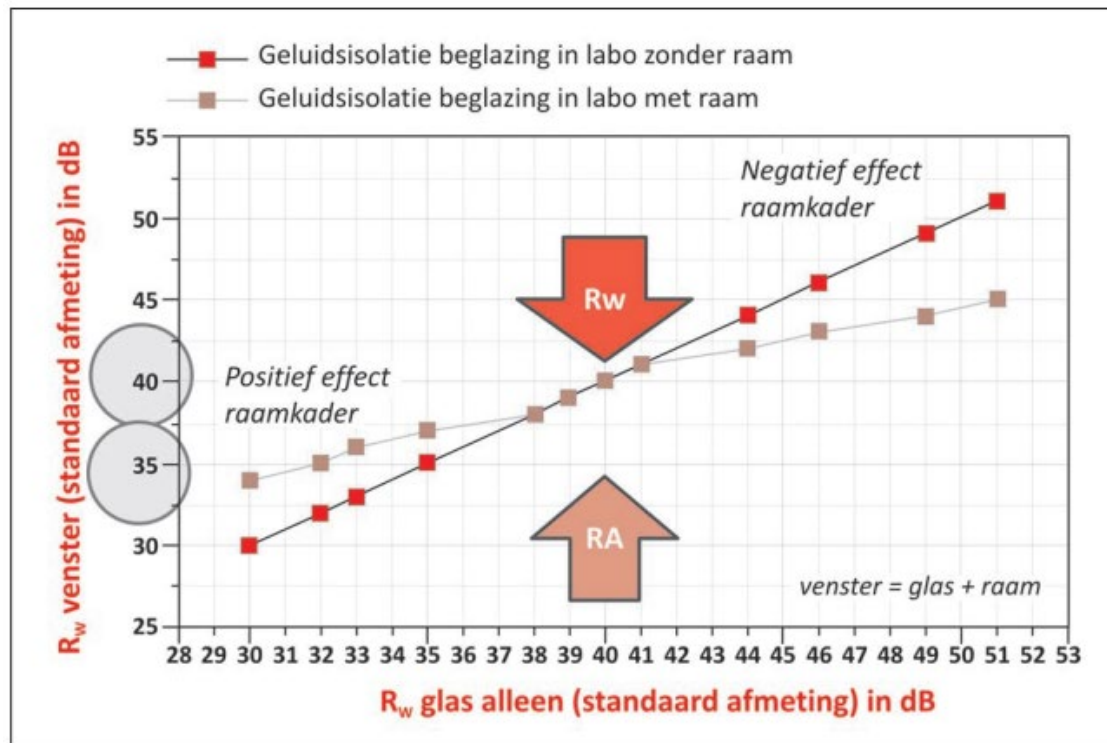
- Gebruik maken van niet symmetrische beglazingen, dus een 8/16/8 is minder goed dan een 8/16/6
- Hoe groter de glasspouw hoe beter
- Thermische gassen in de spouw hebben geen invloed
- Als men hoger moet dan een Rw van 36 db dan zal men naar gelaagd glas moeten (soms vroeger)
- Een speciale akoestische folie verhoogt het resultaat, maar voornamelijk in de hogere tonen (pvba folie = SR sound reduction folie)
- Drievoudig glas is niet of nauwelijks beter dan dubbel glas
- Als men hoger moet dan 40db dan wordt het dubbel gelaagd glas.
- Afmetingen veranderen het resultaat (de genormeerde testruit is 1350 mm op 1500 mm)

- Correctie op de afmetingen

Bereik van raamafmetingen		Geluidsisolatiewaarde van het raam
Percentage van het geteste oppervlak	Totale oppervlakte bij gebruik van tabellen 4.30 en 4.31	
-100% tot +50%	$\leq 2,7 \text{ m}^2$	R_w en R_w+C_{tr} uit tabel 4.29 en 4.30
+50% tot + 100%	$2,7 \text{ m}^2$ tot $3,6 \text{ m}^2$	R_w en R_w+C_{tr} uit tabel gecorrigeerd met -1 dB.
+100% tot + 150%	$3,6 \text{ m}^2$ tot $4,6 \text{ m}^2$	R_w en R_w+C_{tr} uit tabel gecorrigeerd met -2 dB
> 150%	$> 4,6 \text{ m}^2$	R_w en R_w+C_{tr} uit tabel gecorrigeerd met -3 dB

Tabel 4.32: Extrapolatieregels voor verschillende raamafmetingen.

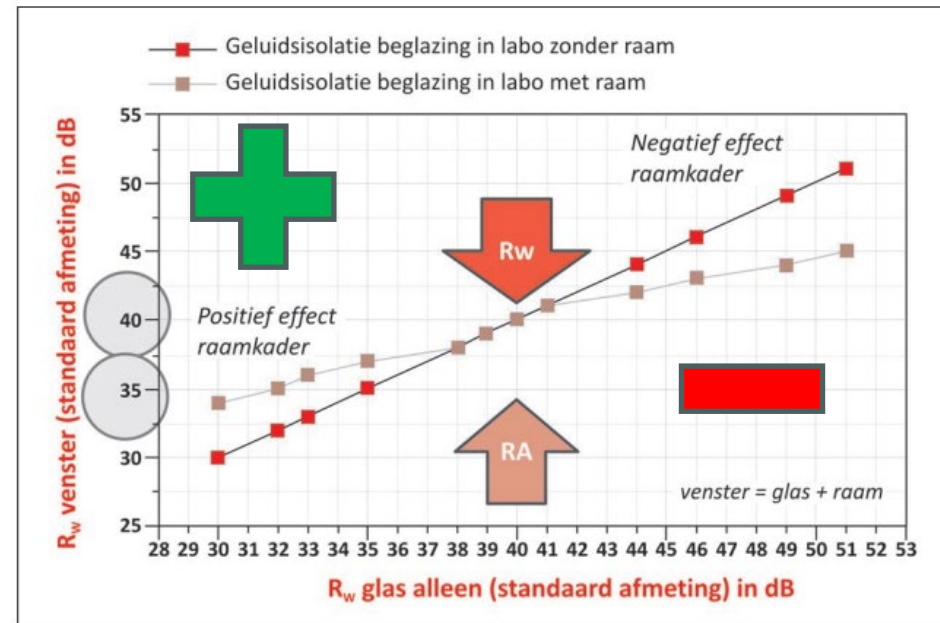
- Invloed van het raam



Figuur 4.29: Basisgrafiek voor de bepaling van de isolatiewaarde van een venster d.m.v. een vereenvoudigd model.

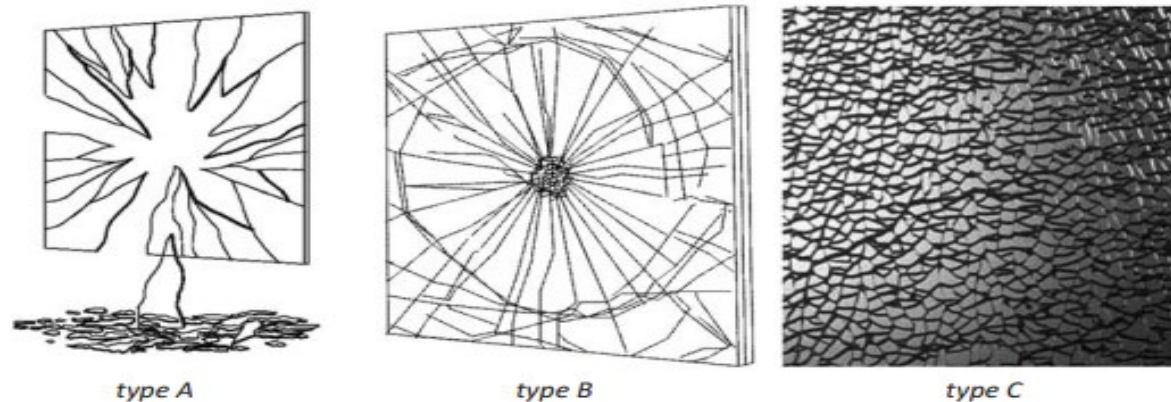
Invloed van het raam

- Als we testen met gelijke afmetingen dan zijn de resultaten beter met het raam tot +/- 38db
- tussen 38 db en 41db maakt het geen verschil
- boven de 41 db heeft het raam een negatieve invloed en zal je dus een betere beglazing moeten kiezen om toch het resultaat te halen



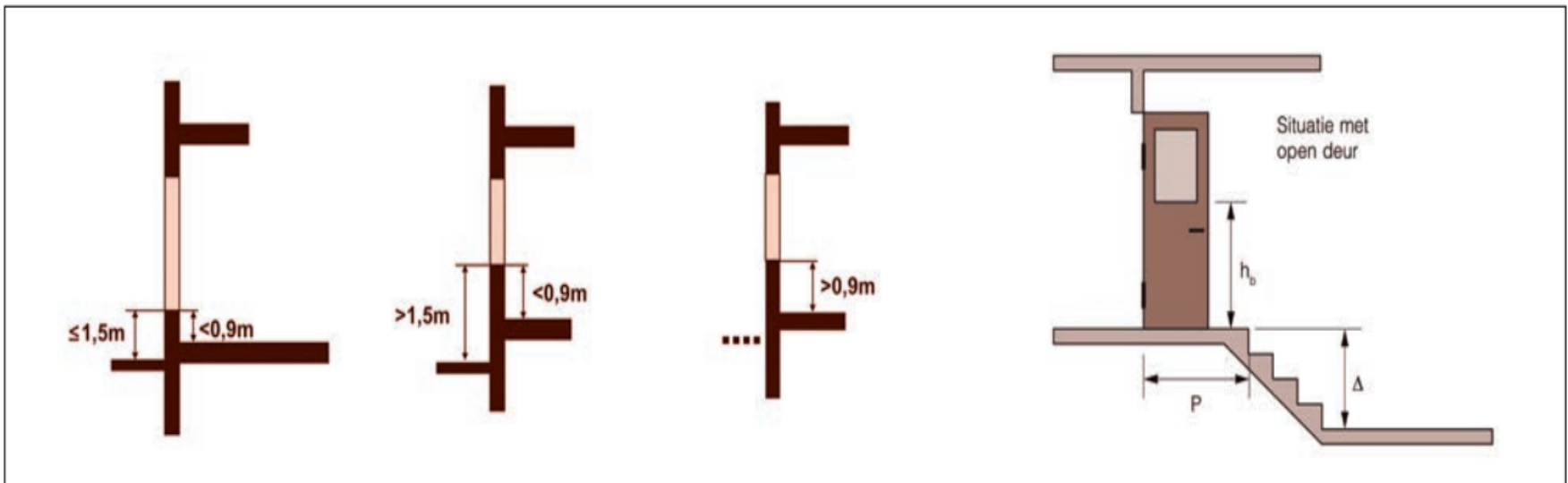
Figuur 4.29: Basisgrafiek voor de bepaling van de isolatiewaarde van een venster d.m.v. een vereenvoudigd model.

- **Veiligheid van personen (= doorvalbeveiliging)**
 - Doorval van personen door glas en panelen
 - Impactenergie
 - Soort gebouw en gebruik
 - Gevaar van vallende scherven (verwondingen)
 - Snijwonden (verwondingen)
 - 3 soorten glasbreuk: A = gewoon glas + B =gelaagd glas +C=gehard glas



Figuur 5.41: Bij glas onderscheidt men 3 breuktypes.

- **Veiligheid van personen (= doorvalbeveiliging)**
 - Als veiligheidsglas mag enkel type B en C gebruikt worden.
 - De 3 meest voorkomende valhoogtes (er zijn er totaal 6)



Figuur 5.43: Geval 1 (links), geval 2 (midden) en geval 3 (rechts).

 FLOAT (ongehard)

 GEHARD

 GELAAGD

Hoogte borstwering < 90 cm (*)

(*) i.g.v. isolatieglas: beide zijden te evalueren

JA

NEE

GEVAL 1

Valhoogte h_c
binnen-buiten $\leq 1,5m$
(geen doorvalrisico) ⁽³⁾


GEVAL 2

Valhoogte h_c
binnen-buiten $> 1,5m$
(doorvalrisico) ⁽³⁾

GEVAL 3

Algemene regel:
geen veiligheidsglas 
(*) i.g.v. isolatieglas: beide zijden te evalueren

Buitenzijde glas grenst
aan een „menselijke
activiteitzone“ ⁽¹⁾

Impactzijde: gelaagd 
+
Niet-impactzijde: float

Uitzondering:
lokalen type C „Plaatsen waar veel mensen
samenkomen“, waarbij ander impactrisico dan
val van mensen tegen het glas bestaat.
Bv. balimpact op schoolpleinen, sportzalen, ...

NEE

JA

Binnen: gelaagd
+
Buiten: float



(voor lokalen type A⁽⁴⁾ is
binnen float toegelaten
mits geslaagde
slingerproeftest)

**Binnen + Buiten
veiligheidsglas**



(voor lokalen type A⁽⁴⁾ is
binnen float toegelaten
mits geslaagde
slingerproeftest)

Balimpactzijde gelaagd of gehard(2) glas.



Advies: tegenruit eveneens veiligheidsglas
indien „menselijke activiteitzone“(2) binnen
in het lokaal
Bv. leslokaal grenzend aan speelplaats
(balimpactrisico)

Figuur 5.45: Samenvattende leidraad bij glaskeuze voor verticale wanden.

Opmerking: als de hoogte van de borstwering > 0,9 m is, zijn er geen eisen, behalve in geval C.

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

- Welk glasprestatie nemen?

Gebouwtype	Geval 1	Geval 2	Geval 3	Geval 4	Geval 5		Geval 6
	$h_c \leq 1,50$ m en $h < 0,9$ m	$h_c > 1,50$ m en $h < 0,9$ m	$h \geq 0,9$ m	Verticale en/of hellende wanden (3)	Portaal- deuren $h_b < 1,4$ m	Andere $h_b < 1,4$ m	Daken
A- Woongebouwen, huizen	1C- 2B2 (5) (6)	1B1	(*)	Specifieke voorschriften geval 4 § 4.4.2.2.2 van de norm	1B1	2B2 1C-	1B1
B- Kantoren	1C- 2B2	1B1	(*)		1B1	2B2 1C-	1B1
C- Plaatsen waar veel mensen samenkomen (oppervlakken van cat. A, B, D, E uitgezonderd)	1C- 2B2	1B1	1C - 1B1 (4)		1B1	2B2 1C-	1B1
D- Handelsoppervlakken	1C- 2B2	1B1	(*)		1B1	2B2 1C-	1B1
E- Oppervlakken die zich lenen voor de opslag van grote volu- mes goederen, toegangszones inbegrepen	1C- 2B2	1B1	(*)		1B1	2B2 1C-	1B1

Tabel 5.44: Specificaties van de glastypes volgens de NBN S 23-002.

- **Betekenis codes** zoals : **1 B 1**
 - A of B of C = verbrijzelingswijze
 - A= gewoon glas zonder veiligheidsprestatie
 - B= gelaagd glas
 - C: gehard glas
 - Het eerste cijfer is de hoogste klasse (valhoogte) waar het glas niet breekt of breekt volgens A of B of C
 - De middelste letter heeft te maken met info over de versplintering (=verwondingen)
 - Het tweede getal heeft te maken of de kogel er doorheen gekomen is of niet in die bepaalde klasse
 - De klasse komt van de valhoogte van een stalen kogel dia. 76 mm , waarin:
 - 1 = 1200 mm / 2 = 450 mm / 3 = 190 mm
 - 0 = test niet gelukt.

- Even testen?
 - Kan het beter dan een “1 B 1” ?
 - Kan een “3 C 1” bestaan ?
 - En wat zou dat dan willen zeggen ?
 - Kan een “2 A 2” bestaan ?
 - Is deze dan toegestaan om te gebruiken?
 - Wat is een “0 B 1”
 - Waar zou je deze kunnen gebruiken?

De codes van veiligheidsglas

Norm EN 12600 “Slingerproef – Stootbelastingproef en classificatie voor vlakglas” classificeert beglazingen bij een botsing met een zacht lichaam. Deze proef maakt gebruik van een impacttester (2 op elkaar geplaatste banden) en classificeert de glasproducten naargelang hun risico’s op verwondingen en op doorvallen.

Bij de classificatie wordt enerzijds de valhoogte en anderzijds de breukwijze onderscheiden :

Valhoogte :

- 1: 1200 mm
- 2: 450 mm
- 3: 190 mm

Breukwijze :

- A : scheuren met losse fragmenten (halfgehard, chemisch gehard glas)
- B : scheuren met samenhangende fragmenten (gelaagd glas, draadglas)
- C : versplintering in kleine stukjes (thermisch gehard glas)

De classificatie van de prestaties van een glasproduct wordt als volgt uitgedrukt, aan de hand van 2 cijfers en 1 letter : $\alpha (\beta) \Phi$, waarbij :

- α de hoogste klasse is, bestemd voor een valhoogte waarbij het glas niet breekt of slechts breekt volgens een van de hieronder genoemde versplinteringswijzen
- β de breukwijze is
- Φ de hoogste klasse is, bestemd voor een valhoogte waarbij het glas niet breekt of wel breekt zonder dat er sprake is van binnendringing ; wanneer een glas breekt bij de kleinste valhoogte én er bovendien sprake is van binnendringing, krijgt het de classificatie 0.

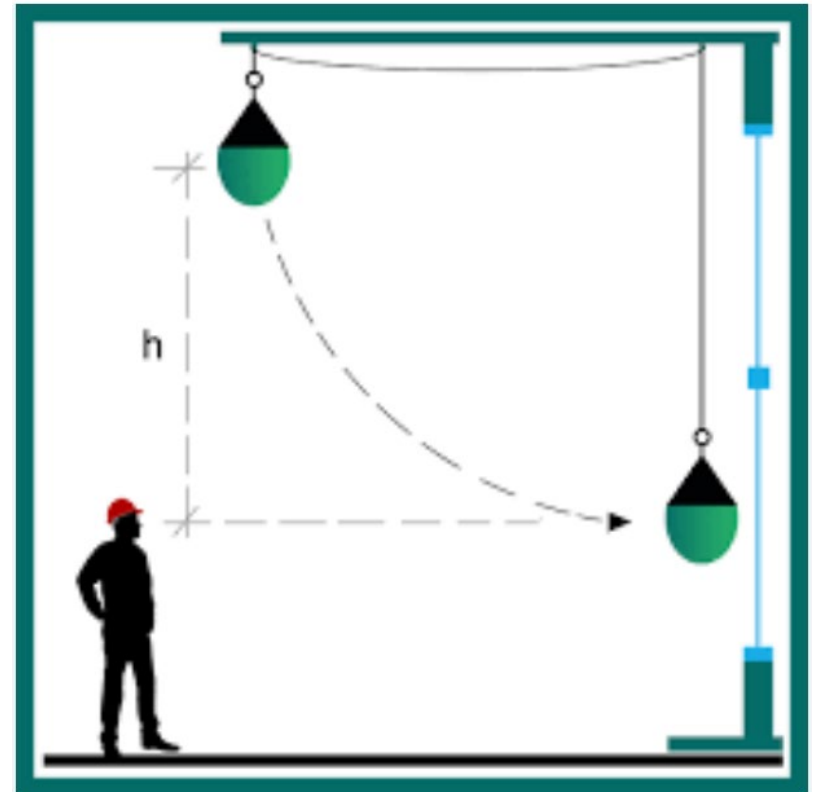
Voorbeeld

- Gelaagd glas wordt geklasseerd als **1B1** indien het bestand is tegen een schok vanaf een valhoogte van **1200 mm** zonder binnendringing toe te laten
- Gehard glas wordt geklasseerd als **1C1** indien het bestand is tegen een schok vanaf een valhoogte van **1200 mm** zonder te breken.

- **Praktische testen op constructies:**
 - Dit gaat verder dan alleen maar een gecodificeerde veiligheidsprestatie zoals 1B1 en andere.
 - Hier gaat het om een live test van een veiligheidsbeglazing in zijn uiteindelijke toepassing
 - Dus:
 - Reële afmetingen van het proefstuk
 - Definitief raam of de gevel met reële afmetingen en profielinerties
 - Bevestigingspunten zoals in eindtoepassing

Dus

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage



- De normatieve impactors

(lederen zak is enkel voor Frankrijk)



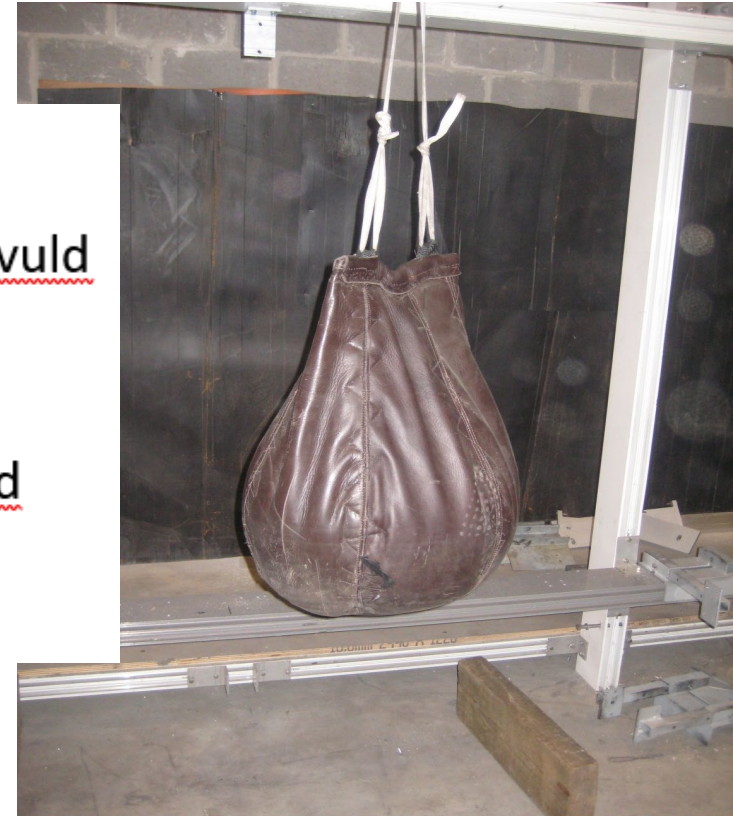
-Allebei 50 kg zwaar

-De banden zijn luchtgevuld

op 3 bar

-De lederen zak is gevuld

met glazen kogeltjes



Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

VALHOOGTE (in mm)	KLASSE		
	NBN EN 12600 (1)	NBN EN 13049	NBN EN 14019 (2)
0	-	-	E0 - I0
190	3	-	-
200	-	Klasse 1	E1 - I1
300	-	Klasse 2	E2 - I2
450	2	Klasse 3	E3 - I3
700	-	Klasse 4	E4 - I4
950	-	Klasse 5	E5 - I5
1200	1	-	-

E = external en I = internal

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Extra Veiligheidsfuncties:
 - Anti-inbraak (6 normatieve gradaties)
 - Kogelwerendheid (8 normatieve gradaties)
 - Explosiewerendheid (9 normatieve gradaties)

Inhoudstafel **Deel 2** ontwerp productie en montage

- **Inbraakwerendheid** (zie ook andere presentatie)
Ingedeeld in 6 klassen

Weerstandsklasse EN 1627	Aanvalstype Gereedschap	Proeven				
		Statische beproeving EN 1628	Dynamische beproeving EN 1629	Manuele beproeving EN 1630		
				Tool set	Weerstandsduur [min]	Totale proefduur [min]
RC1	Eenvoudig klein gereedschap, fysieke kracht	x	x	A1	Geen manuele proef	
RC2 - RC2N	Idem + eenvoudig gereedschap (schroevendraaier, tang, houten of plastic wiggen, zagen, hamer of pijpsleutel).	x	x	A2	3	15
RC3	Idem + grotere schroevendraaiers, koevoet, kleine hamer, handboormachine, pendrijvers.	x	x	A3	5	20
RC4	Idem + zware hamer, bijl, hout-, metaalen boutenschaar, beitel en elektrische boormachine.	x	-	A4	10	30
RC5	Idem + elektrisch gereedschap (boor, decoupeerzaag, reciprozaag, haakse slijper).	x	-	A5	15	40
RC6	Idem + moker, ijzeren wig, krachtig elektrisch gereedschap (slijpschijf, klophamer)	x	-	A6	20	50

Tabel 5.25: Classificatie van de inbraakweerstand volgens de Europese normen NBN EN 1627 tot 1630 en NBN B25-002-1.
 Opmerkingen:

- Welk glas voor welke klasse?

Weerstandsklasse EN 1627	Glas EN 356	Glastype voorbeeld (*)
	P 1A	33.1/44.1/55.1
	P 2A	33.2/44.2/55.2
RC 1 (WK 1)	P 3A	44.3/55.3/66.3
RC 2 (WK 2)	P 4A	44.4/55.4/66.4
RC 3 (WK 3)	P 5A	44.6/44.8/55.8
RC 4 (WK 4)	P 6B	15 tot 18 mm dik pvb
RC 5 (WK 5)	P 7B	21 tot 24 mm dik pvb
RC 6 (WK 6)	P 8B	27 tot 36 mm dik pvb

Tabel 5.33: Samenvattende inbraakwerendheidstabel waarbij een indicatie gegeven wordt van de weerstandsklassen voor vensters en deuren enerzijds, naast die van glas anderzijds.

Glastest

EN 356 Glass in building – Security glazing –

BEDOELING OM GLAS OP ZICHZELF
TE TESTEN EN TE CLASSIFICEREN

2 METHODEN:

- EEN STALEN KOGEL VAN 4050 GRAM
- EEN GENORMALISEERDE HAKBIJLPROEF

Stalen kogelproef

Overzicht NEN-EN 356 Glas in gebouwen – beveiligingsbeglazing *Beproeving en classificatie van de weerstand tegen manuele aanval*

Kogelvalproef				
Weerstandsklasse	Valhoogte	Aantal inslagen	Classificatie	Glastype
P1A	1500mm	3 kogels in een driehoek	EN 356 P1A	bijv. 33.1, 44.1, 55.1 PVB geleagd glas*
P2A	3000mm	3 kogels in een driehoek	EN 356 P2A	bijv. 33.2, 44.2, 55.2 PVB geleagd glas*
P3A	6000mm	3 kogels in een driehoek	EN 356 P3A	bijv. 44.3, 55.3, 66.3 PVB geleagd glas*
P4A	9000mm	3 kogels in een driehoek	EN 356 P4A	bijv. 44.4, 55.4, 66.4 PVB geleagd glas*
P5A	9000mm	3x 3 kogels in een driehoek	EN 356 P5A	bijv. 44.8, 55.8, 66.8 PVB geleagd glas*

**LET OP! De genoemde glastypen zijn slechts ter indicatie en kunnen per producent afwijken. Indien glas geleverd wordt met een classificatie volgens de NEN-EN 356, dan dient een testrapport van de beproeving volgens de NEN-EN 356 NIET de producent aanwezig te zijn.*



Hakbijlproef

Hakbijlproef			
Veerstandsklasse	Aantal slagen	Classificatie	Glastype
P6B	30 tot 50	EN 356 P6B	ca. 15-18mm dik PVB gelaagd glas ^{***}
P7B	51 tot 70	EN 356 P7B	ca. 21-24mm dik PVB gelaagd glas ^{***}
P8B	meer dan 70	EN 356 P8B	ca. 27-36mm dik PVB gelaagd glas ^{***}



Kogelwerendheid



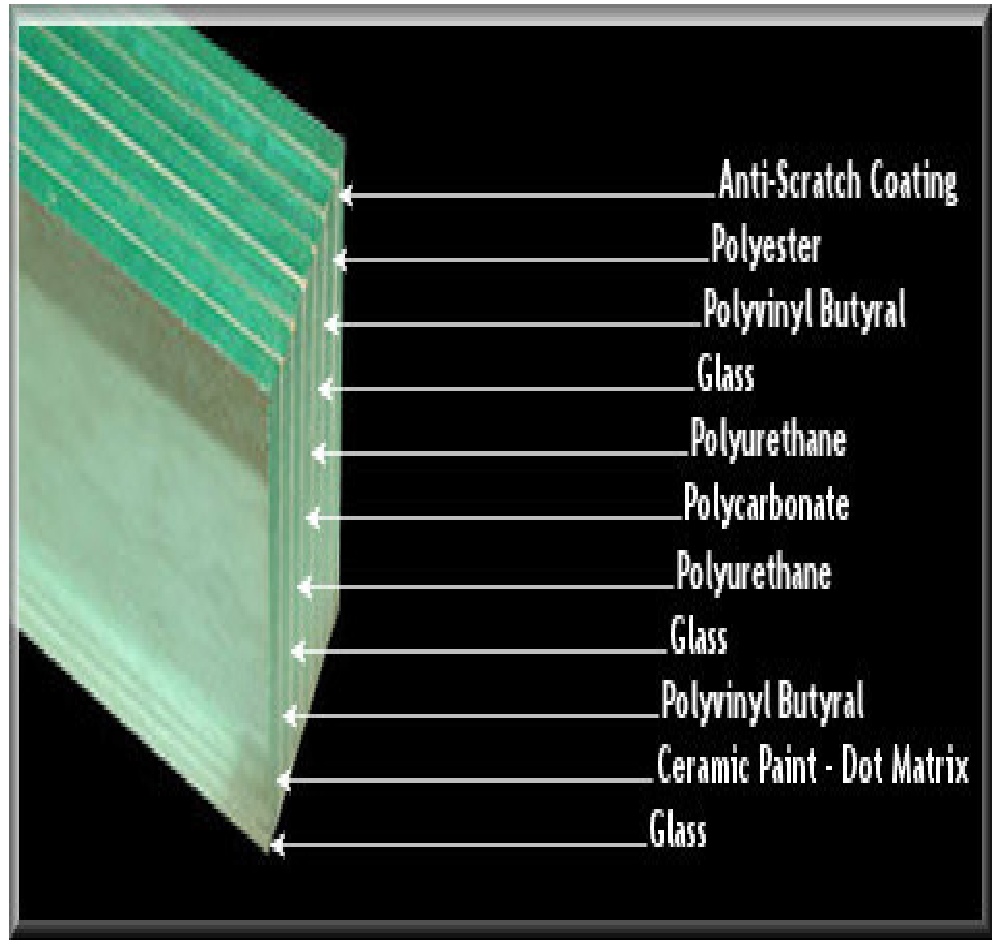
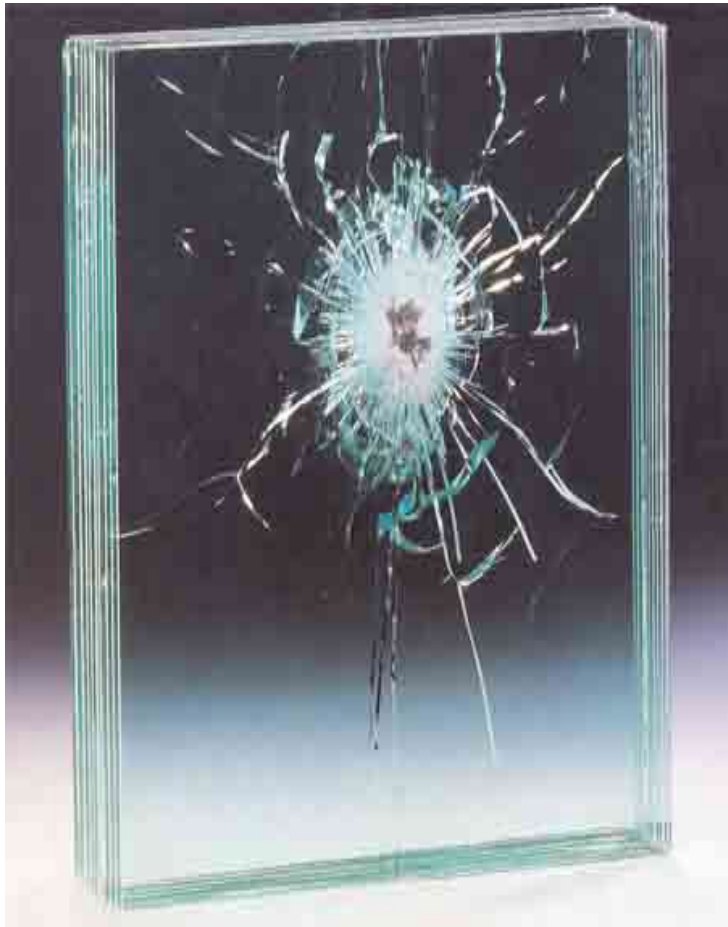
Kogelwerendheid

- De impact is afhankelijk van geweer en kogelvorm
- In wezen gaat het hier om grote kinetische energie op een heel klein puntje
- Kogelwerendheid vraagt eerder dik glas
- Bij impact moet :
 - De kogel tegengehouden worden
 - 2 versies, S (= spliting) en NS (= non spliting)



S211122/1A





Glasweerstand = BR

Weerstands-klasse	Type vuurwapen	Munitie			Schietafstand (m)	Snelheid munitie (m/s)	Aantal inslagen	Classificatie
		Kaliber	Type	Massa (g)				
BR1	Geweef/karabijn	0,22 LR	L/RN	2,6 ± 0,1	10,0 ± 0,5	360 ± 10	3	EN 1063 BR1
BR2	Pistool	9mm Luger	FJ (1)/RN/SC	8,0 ± 0,1	5,0 ± 0,5	400 ± 10	3	EN 1063 BR2
BR3	Pistool	0,357 Magnum	FJ (1)/CB/SC	10,2 ± 0,1	5,0 ± 0,5	430 ± 10	3	EN 1063 BR3
BR4	Pistool	0,44 Rem. Magnum	FJ (2)/FN/SC	15,6 ± 0,1	5,0 ± 0,5	440 ± 10	3	EN 1063 BR4
BR5	Geweef/karabijn	5,56 x 45 (3)	FJ (2)/PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10,0 ± 0,5	950 ± 10	3	EN 1063 BR5
BR6	Geweef/karabijn	7,62 x 31	FJ (1)/PB/SC	9,5 ± 0,1	10,0 ± 0,5	830 ± 10	3	EN 1063 BR6
BR7	Geweef/karabijn	7,62 x 51 (4)	FJ (2)/PB/HC1	9,8 ± 0,1	10,0 ± 0,5	820 ± 10	3	EN 1063 BR7
SG1	Jachtgeweer	Cal. 12/70	Brenneke	31,0 ± 0,5	10,0 ± 0,5	420 ± 20	1	EN 1063 SG1
SG2	Jachtgeweer	Cal. 12/70	Brenneke	31,0 ± 0,5	10,0 ± 0,5	420 ± 20	3	EN 1063 SG2

L = Lood

CB = Conische kogel

FN = Afgeplatte, cilindervormige-conische kogel

FJ = Kogel met metalen mantel

HC1 = Harde stalen kern M. = 3,7 g ± 0,1, hardheid > 63 HRC

PB = Cilindervormige-conische kogel

RN = Cilindervormige-ogief kogel

SC = Zachte kern (lood)

SCP1 = Zachte kern (lood) en penetratie-massa uit staal (SS109)

(1) = Mantel uit plaatstaal

(2) = Stalen mantel

(3) = Torsielengte: 178 ± 10 mm

(4) = Torsielengte: 254 ± 10 mm

Raamweerstand + FB

Klasse	Type wapen	Kaliber	Kogel	Proefomstandigheden		
			Type	Gewicht (g)	Schootsafstand - (m)	Snelheid van kogel - (m/s)
FB1	karabijn	22 LR	L/RN	2,6 ± 0,1	10 ± 0,5	360 ± 10
FB2	pistool	9 mm Luger	FJ ⁽¹⁾ /RN/SC	8,0 ± 0,1	5 ± 0,5	400 ± 10
FB3	pistool	357 Mag.	FJ ⁽¹⁾ /CB/SC	10,2 ± 0,1	5 ± 0,5	430 ± 10
FB4	pistool	357 Mag.	FJ ⁽¹⁾ /CB/SC	10,2 ± 0,1	5 ± 0,5	430 ± 10
	pistool	44 Rem. Mag.	FJ ⁽²⁾ /FN/SC	15,6 ± 0,1	5 ± 0,5	440 ± 10
FB5	karabijn	5,56 x 45*	FJ ⁽²⁾ /PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10 ± 0,5	950 ± 10
FB6	karabijn	5,56 x 45*	FJ ⁽²⁾ /PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10 ± 0,5	950 ± 10
		7,62 x 51	FJ ⁽¹⁾ /PB/SC	9,5 ± 0,1	10 ± 0,5	830 ± 10
FB7	karabijn	7,62 x 51**	FJ ⁽²⁾ /PB/HC1	9,8 ± 0,1	10 ± 0,5	820 ± 10

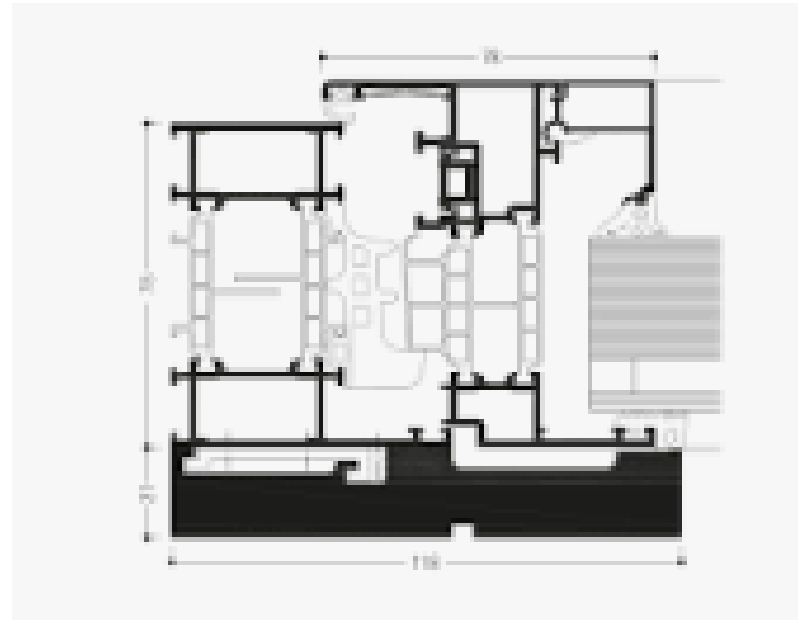
L	lood	PB	puntvorm
CB	kegelvormige kogel	RN	cilinder-ogievormige kogel
FJ	kogel met stalen mantel	SC	zachte loden kern
FN	stompe cilinder-/kegelvormige kogel	SCP1	zachte loden kern en stalen indringingsmassa (type SS 109)
HC1	harde stalen kern, gewicht (3,7 ± 0,1) g hardheid meer dan 63 HCR	FJ ⁽¹⁾ =	kogel met metalen mantel
		FJ ⁽²⁾ =	kogel met metalen mantel van koperlegering

Raadpleeg voor meer informatie de bovenstaande referentienorm.

Tabel 5.48: Classificatie en eisen i.v.m. proeven met pistolen en karabijnen.

Kogelwerendheid

- Als men BR beschrijft dan slaat dat enkel op het glas
- Als men BR en FB beschrijft dan is het zowel glas als raamconstructie

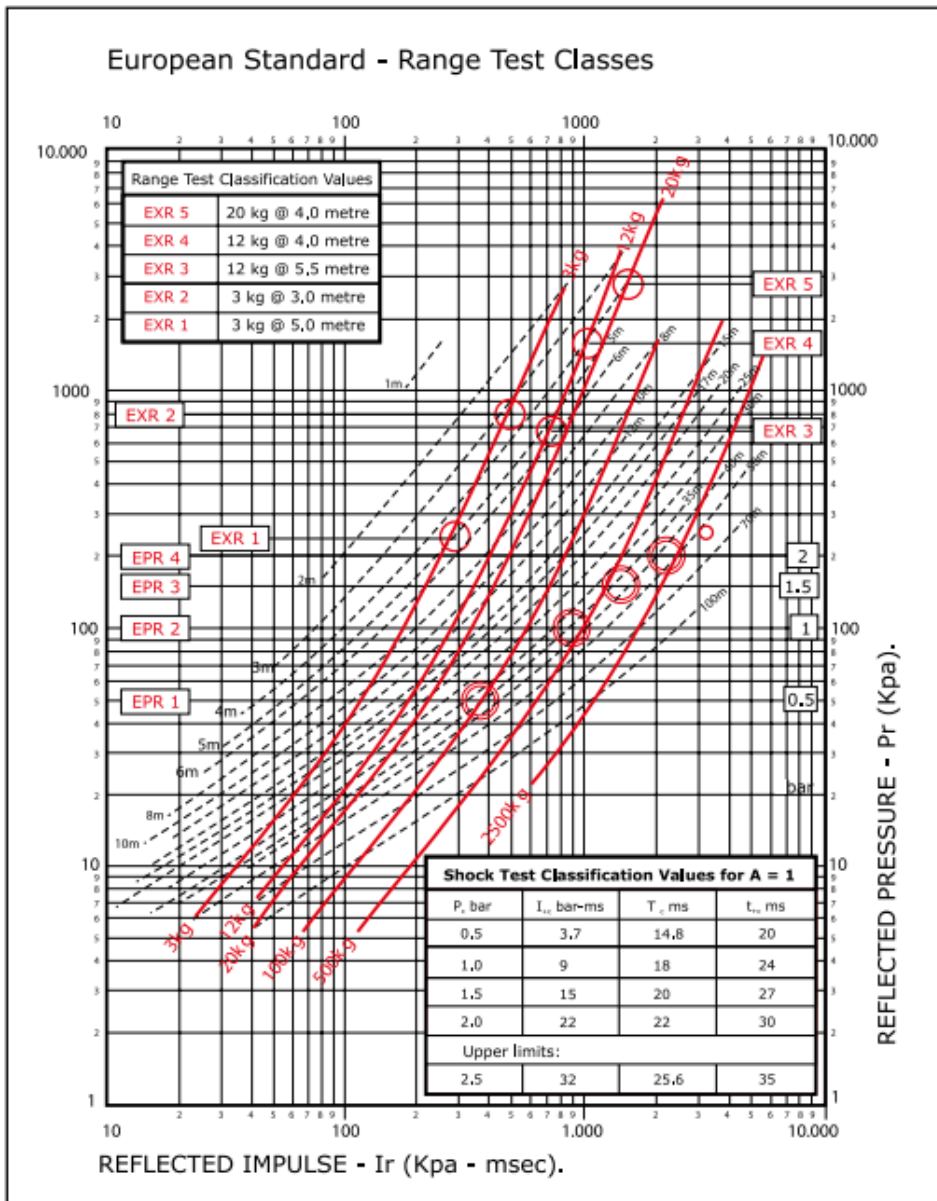


Explosiewerendheid

- 2 Testmethoden
 - Shock Tube
 - Veldtest

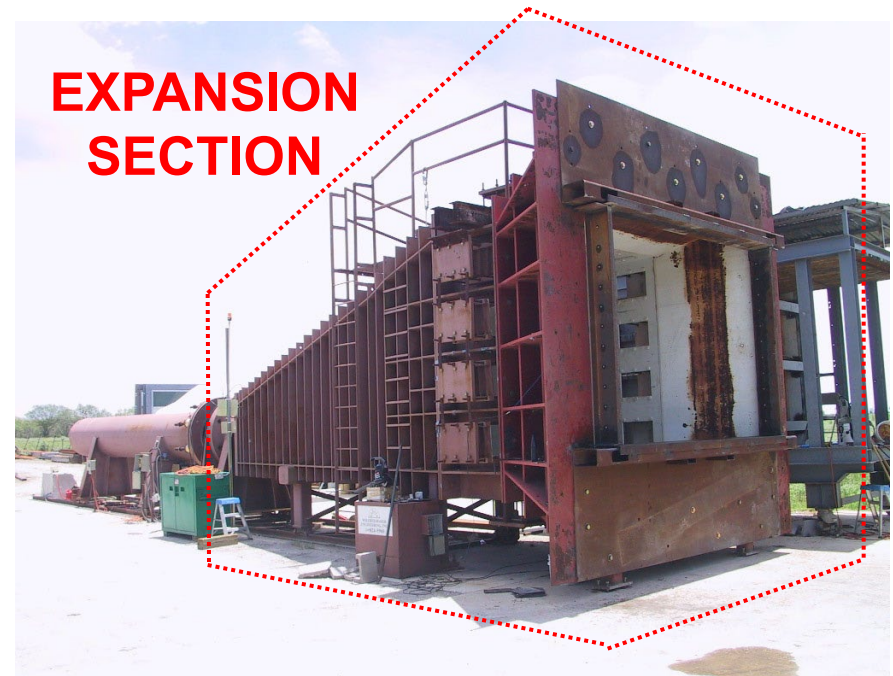
Classificatie-code	Gewicht van de belasting [kg]	Schootafstand [m]
EXR1	3	5,0
EXR2	3	3,0
EXR3	12	5,5
EXR4	12	4,0
EXR5	20	4,0

Tabel 5.52: Classificatie, gewicht van de belasting en schootafstand volgens NBN EN 13123-2.



Shock Tube Test

Opgebouwde druk in een drukvat



Veldtest



Shock tube versus veldtest

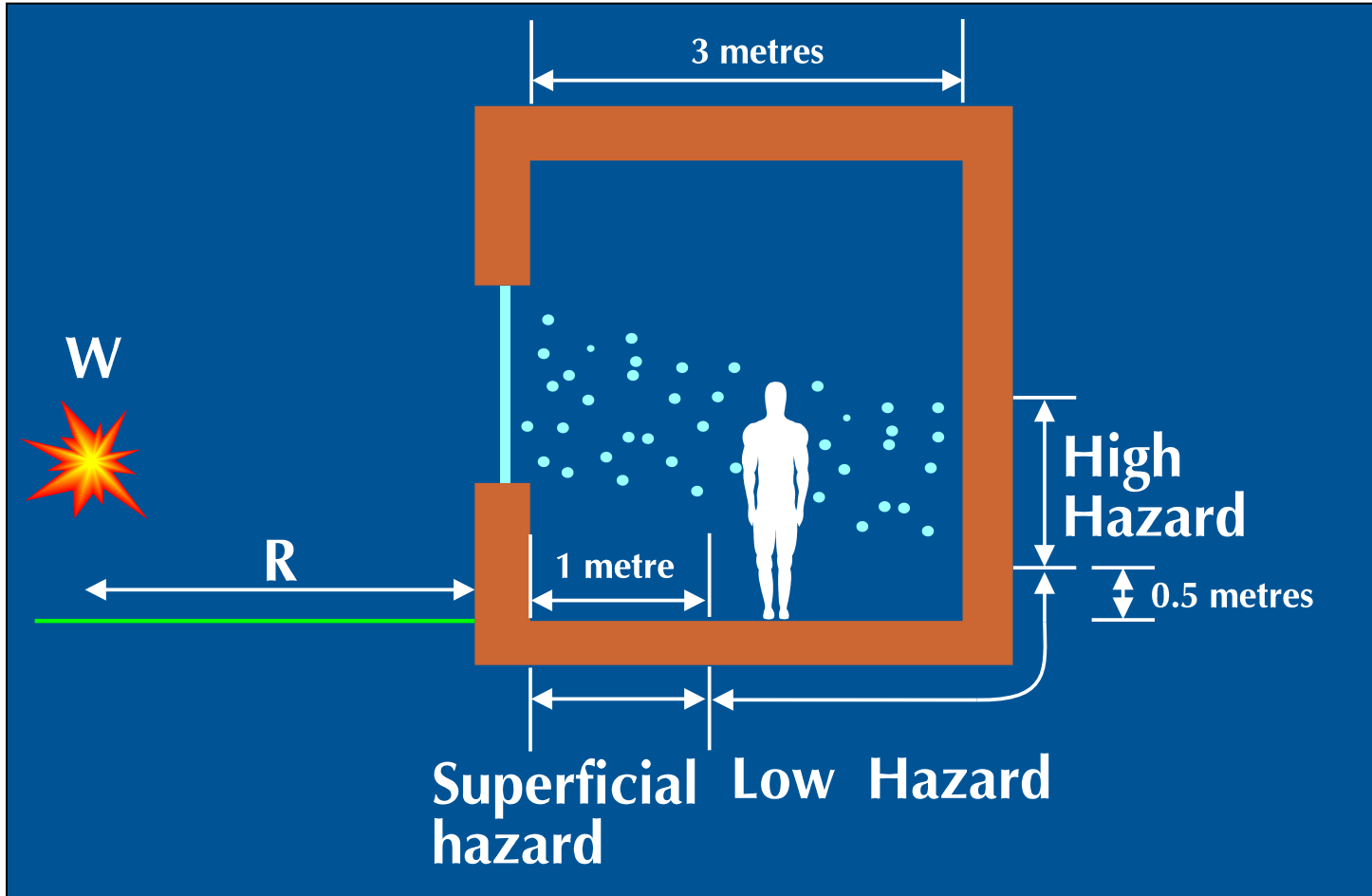
- Shock tube
 - Enkel overdruk
 - Specifiek op glas gericht
- Veldtest
 - Complete constructie glas, kader, vleugel
 - Over- en onderdrukresultaten
 - Resultaten in verhouding tot de binnendruk

Normen

Classificatie overeenkomstig de NBN EN 13123-1, gewicht van de belasting en schootsafstand:

Classificatiecode	Gewicht van belasting [kg]	Schootsafstand [m]
EXR1	3	5,0
EXR2	3	3,0
EXR3	12	5,5
EXR4	12	4,0
EXR5	20	4,0

Testcriteria



Explosieve beelden

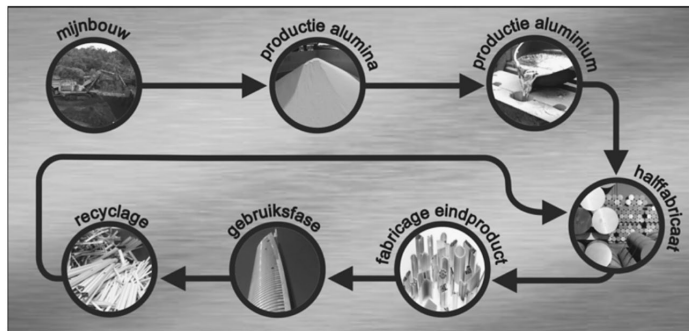
- Gewoon glas
- Gelaagd glas
- Wat met het raam of gevel?

Wat verwacht men van een raam of gevel?

- Duurzaamheidsfuncties:
 - Naar milieuaspecten toe (materialen , low carbon , Diverse labels)
 - Naar gebruikscycli en te verwachten levensduurte toe
 - Recyclage en /of Re-use.



Low Carbon Materials



Figuur 2.1: Schematische weergave hoe de materiaalketen van aluminium "cradle-to-cradle" gesloten wordt.





FAC Keurmerk

- Fabriekskeuring
 - Werkvoorbereiding
 - Ingangscontrole
 - Productie
 - Eindcontrole en transport
 - Proefkastkeuring

FAC Keurmerk

- Fabriekskeuring
 - Werkvoorbereiding
 - Opleiding (mensen, normen, regels)
 - Prestaties (van de producten)
 - Stabiliteit (profielen, glas, ankers)
 - Bouwfysica
 - Functionaliteit (rapporten, atg, instructies)
 - Uitvoeringsdossier (werf- en veiligheidsinstructies)

FAC Keurmerk

- Fabriekskeuring
 - Werkvoorbereiding
 - Ingangscontrole
 - Opslag
 - Oppervlaktebehandeling
 - Materialen
 - Productie
 - voorberekingen

FAC Keurmerk

- Fabriekskeuring
 - Werkvoorbereiding
 - Productie
 - voorbereidingen (temp. ijking van machines)
 - Samenstellen van de ramen en gevels (volgens instructies)
 - Montage en maatvoering (afwijkingen, glaslatten,...)
 - Dichtingen en drainage
 - Glas en panelen
 - Eindcontrole, verpakking en transport

FAC Keurmerk

- Bouwplaatskeuring
 - Werkvoorbereiding
 - Opslag
 - Transport op de werf
 - Uitvoeringsdossier
 - Plaatsing
 - Ankers, dichtingen, steun en stelblokjes, functioneren van ramen, koudebruggen, beschadigingen,...
 - ‘As built’ dossier en onderhoudsvoorschriften