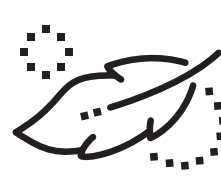
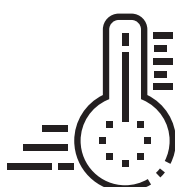
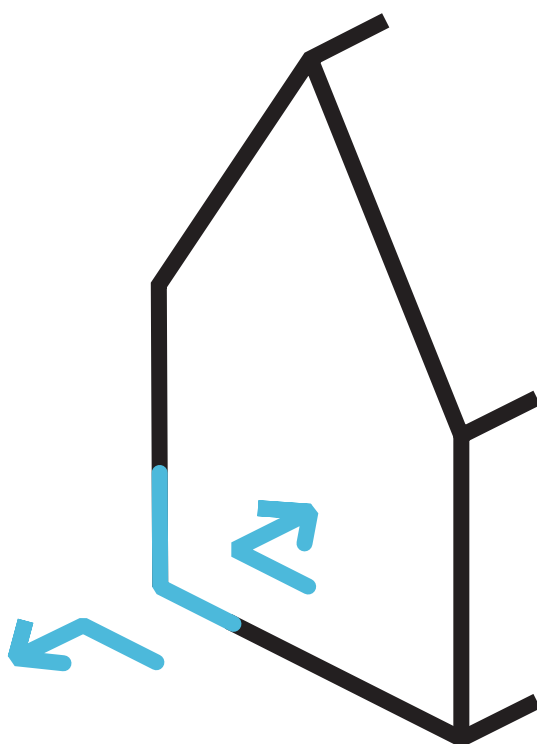


Structurele toepassing en dimensionering van FOAMGLAS® Perinsul koudebrugonderbreking voor metselwerk

prof. ir.-arch. D.R.W. Martens, Leerstoel Steenconstructies Technische Universiteit Eindhoven,
Studiebureau Dirk Martens bvba, Zingem



Structurele toepassing en dimensionering van FOAMGLAS® Perinsul koudebrugonderbreking voor metselwerk

1. Toepassingsgebied FOAMGLAS® Perinsul

Om te voldoen aan de EPB-eisen bij de aansluiting van metselwerkwallen aan de vloerplaat, kan een thermische onderbreking worden aangebracht aan de voet van de wand. Het bedrijf Owens Corning - FOAMGLAS heeft voor deze specifieke toepassing het product Perinsul HL (cellenglas) ontwikkeld met als toepassingsgebied continu dragende metselwerkwallen bij woongebouwen. Dit product is verkrijgbaar in verschillende breedtes en diktes met materiaaleigenschappen die zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Materiaaleigenschappen FOAMGLAS® Perinsul HL
Producteigenschappen volgens EN 13167 en ETA

	HIGH LOAD PERINSUL HL
Volumemassa ($\pm 15\%$) (EN 1602)	200 kg/m ³
Dikte (EN 823) ± 2 mm	50, 100 en 120 mm
Lengte (EN 822) ± 2 mm	450 mm
Breedte (EN 822) ± 2 mm	van 90 tot 365 mm
Warmtegeleidingscoëfficiënt (EN ISO 10456)	$\lambda_D \leq 0.058$ W/(m K)
Brandreactie (EN 13501-1)	Euroklasse E (kernmateriaal A1)
Weerstand tegen puntlast (EN 12430)	PL ≤ 1.0 mm
Druksterkte (EN 826-A)	CS ≥ 2.75 MPa (N/mm ²)
Elasticiteitsmodulus bij buiging	E = 1500 MPa (N/mm ²)
Gemiddelde waarde druksterkte met mortelcapping (EN 772-1)	$f_b = 2.9$ MPa (N/mm ²)
Karakteristieke druksterkte f_k van metselwerk met Perinsul HL en mortel M10 [4]	KZ: kalkzandsteen (groep 1): 1.60 MPa P: keramische volle steen (groep 1): 1.60 MPa SB: keramische snelbouwsteen (groep 2): 1.40 MPa

FOAMGLAS® Perinsul HL kan worden toegepast onder metselwerkwallen van baksteen, kalkzandsteen of betonsteen bij woongebouwen van 2 bouwlagen al dan niet voorzien van een hellend dak in lichte materialen. Bij de toepassing van Perinsul HL als koudebrugonderbreking dient onder en boven het Perinsul-blok een mortellaag van het type M10 te worden aangebracht. De correcte uitvoeringsvoorschriften vermeld op de technische fiche van de fabrikant, dienen strikt te worden opgevolgd.

2. Onderzoek en certificering

In Eurocode 6 (EN 1996-1-1) [1] is voorzien dat voor nieuwe constructieve toepassingen en nieuwe materialen aanvullingen nodig kunnen zijn op de normvoorschriften, zoals het uitvoeren van proeven. Op basis van dit principe heeft Owens Corning - FOAMGLAS voor de toepassing van Perinsul HL als koudebrugonderbreking een uitgebreid experimenteel en theoretisch onderzoek laten uitvoeren aan de leerstoel Steenconstructies van de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e). De resultaten van dit onderzoek werden verzameld in onderzoeksrapporten [2] en werden in internationale literatuur [3] beschreven. Op basis van deze resultaten werd een 'European Technical Approval' onder begeleiding van Intron aangevraagd. Na internationaal onderzoek van de ingediende documenten werd in 2018 een 'European Technical Assessment' goedgekeurd door de BCCA [4].

In 2019 werd aan Prof. W. Jaeger de opdracht gegeven om een 'Gutachten zum Einsatz der FOAMGLAS Perinsul HL Kimmsteines unter Kalksandsteinmauerwerk und Ziegelmauerwerk' op te stellen voor de berekening van de draagkracht van FOAMGLAS Perinsul. Op basis van dit document werd op 28-11-2019 een Allgemeine Bauartgenehmigung door het Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) goedgekeurd [5].

3. Berekeningsprincipes volgens Eurocode 6 en STS 22

a. Berekening volgens EC6 (EN 1996-1-1)

In de huidige versie van EC6 is er geen expliciete rekenmethode opgenomen voor de sterktecontrole van metselwerkwallen waarbij aan de voet een isolerend materiaal als koudebrugonderbreking is aangebracht. De algemene berekeningsprincipes van EC6 kunnen wel worden toegepast op basis van de resultaten van het experimenteel onderzoek aan de TU/e.

Momenteel is de Europese norm voor metselwerk aan herziening toe. In het recentste concept van de nieuwe EC6 is een artikel opgenomen betreffende de sterkteberekening van metselwerkwallen met isolerend materiaal als koudebrugonderbreking aan de voet van de wand. Volgens dit voorschrift kan de berekening gebeuren zoals door Prof. Jaeger werd uiteengezet.

b. Volgens STS 22

In STS 22-2 Metselwerk voor laagbouw – Stabiliteit [6] wordt informatie verstrekt omtrent de berekening van isolerende kimlagen. Hierbij wordt vermeld dat voor elementen, die niet tot de normenreeks NBN EN 771-1 tot 6 behoren, men zich moet richten naar de gegevens van de Technische Beoordeling.

Voor de sterkteberekening worden twee methoden beschreven. Ofwel wordt de kimlaag beschouwd als metselwerk, ofwel wordt de kimlaag beschouwd als enkelvoudige laag en niet als metselwerk. Voor beide benaderingen wordt gerefereerd naar de rekenmethodieken die in EC6 zijn beschreven, waarbij de opneembare belasting van een gemetselde wand N_{Rd} wordt berekend op basis van de volgende formules (de opneembare belasting dient groter of gelijk aan de optredende belasting N_{Ed} te zijn):

$$N_{Rd1} = F_1 \cdot t \cdot (m \cdot f_{d1}) \geq N_{Ed}$$

$$N_{Rd2} = F_2 \cdot t \cdot f_{d2} \geq N_{Ed}$$

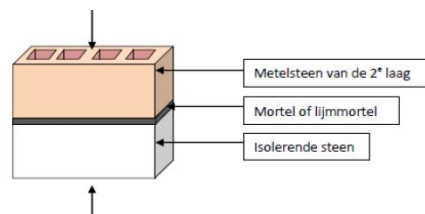
waarin

$f_{d1} = f_k/g_M$ de rekenwaarde van de druksterkte van het kimlaagmetselwerk

f_{d2} de rekenwaarde van de druksterkte van het bovenliggend metselwerk

$f_{1,2} \leq 0,9$ de reductiefactor ten gevolge van slankheid en excentriciteit

Bijzonder voor deze sterktecontrole is de introductie van de vormfactor m . Deze factor houdt rekening met de reductie van de druksterkte door de configuratie van de metselstenen van het bovenliggend metselwerk. Deze invloed dient door middel van proeven te worden vastgesteld, zoals aangeduid in figuur 1 overgenomen uit STS 22-2.



Figuur 1. Proefmethode voor bepaling van de metselwerkdruksterkte van het isolerend kimblok volgens STS 22-2 [6]

Verder wordt vermeld dat, indien de E-modulus van het isolerend kimblok minder dan 10% bedraagt van de E-modulus van het bovenliggend metselwerk, de voet van de wand als scharnierend dient te worden beschouwd voor de berekening van de effectieve hoogte. Indien de E-modulus van het kimblok gelijk is aan de E-modulus van het bovenliggend metselwerk, dient de wand als ingeklemd te worden beschouwd, waardoor de effectieve hoogte gelijk is aan 0,75 x de werkelijke hoogte. Voor tussenliggende waarden mag worden geïnterpoleerd.

4. Praktische werkwijze

Aangezien het isolerend kimblok tussen mortellagen wordt aangebracht, gaat de meest realistische rekenmethode ervan uit dat het kimblok als metselwerk wordt beschouwd. Dit betekent dat de druksterkte van het kimblokmetselwerk door middel van drukproeven dient te worden bepaald. Voor FOAMGLAS Perinsul HL is de druksterkte bepaald in combinatie met verschillende steen en mortel combinaties. De resultaten van de proeven werden opgenomen in het European Technical Assessment document [4] : zie tabel 2.

Tabel 2. Druksterkte van Perinsul HL metselwerk volgens ETA [4].

Table 3: f_k of masonry with Perinsul[®] HL with compressive strength $f_{b,fb} = 2,9 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$

Masonry Units	f_b N/mm ² (MPa)	General purpose mortar	f_m N/mm ² (MPa)	f_k N/mm ² (MPa)
Calcium Silicate units; Group 1	12,0			1,6
Clay units; Group 1 – solid clay bricks without any voids	15,0			1,6
Clay units; Group 2	17,5	M10	10,0	1,5
Concrete blocks Group 2	8,0			1,4
Clay units; Group 2	18,0			1,5
Clay units; Group 2	12,0			1,4

Als de materialen en de geometrische eigenschappen van het project zijn vastgelegd, kan het statisch schema worden opgesteld en kunnen de spanningsresultanten in alle metselwerkelementen worden berekend.

In deze whitepaper wordt ter illustratie een woongebouw beschouwd bestaande uit twee bouwlagen met een zolder onder hellend pannendak: zie figuur 2.

Voor de sterktecontrole wordt uitgegaan van de volgende karakteristieken:

Geometrie (zie Fig. 3)

Lengte van de wand: $b = 1\ 000 \text{ mm}$ (eenheidsbreedte)

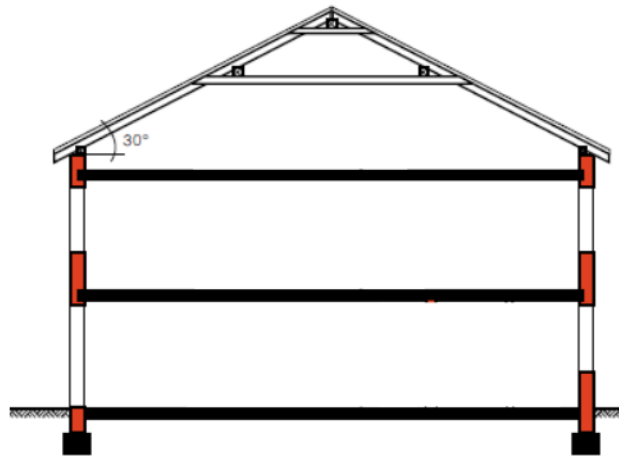
Overspanning vloeren: $L = 5\ 000 \text{ mm}$

Hoogte bouwlagen: $h_1 = h_2 = 3\ 000 \text{ mm}$

Dikte metselwerkwanden: $t_w = 140 \text{ mm}$

Dikte betonplaten: $t_{fl} = 200 \text{ mm}$

Hoogte kimblok Perinsul HL: $a = 100 \text{ mm}$



Figuur 2. Doorsnede van een woongebouw met twee bouwlagen en een zolder onder hellend dak

Materiaaleigenschappen:

Metselwerk:

Steentype: snelbouwsteen

E-modulus: 6 000 N/mm²

Volumegewicht: 14 kN/m³

Betonplaten:

E-modulus: 30 000 N/mm²

Kimblok:

Bloktype: Perinsul HL

E-modulus: 1 500 N/mm² (op basis van ASTM C623-10)

Karakteristieke metselwerkdruksterkte in combinatie met M10-mortel: 1,4 N/mm²

Spanning-rek-diagram: lineair elastisch.

Voor de belasting op de vloeren wordt rekening gehouden met het eigengewicht van de vloer + vloerafwerking en met de veranderlijke belasting die overeenstemt met woongebouwen.

Voor de eenvoud van het voorbeeld worden het eigengewicht van de wanden, de veranderlijke belasting op het dak en de windbelasting buiten beschouwing gelaten en wordt slechts 1 belastingcombinatie beschouwd.

Belastingen:

Permanente vloerbelasting: $g = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Veranderlijke vloerbelasting: $q = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (woning)

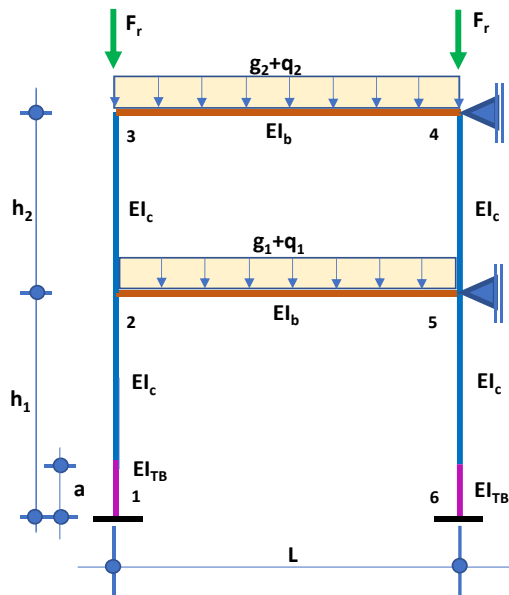
Belastingfactor permanente belasting: $g_g = 1,35$

Belastingfactor veranderlijke belasting: $g_q = 1,50$

Belastingcombinatie: $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot q$

Op basis van deze gegevens kan het gebouw worden geschematiseerd zoals weergegeven in Figuur 3.

Hierbij is aangenomen dat de horizontale stabiliteit van de woning wordt verzekerd door dwarse stabiliteitswanden in combinatie met de schijfwerking van de vloeren. De wanden op het gelijkvloers zijn niet-homogeen aangezien aan de voet een kimblok aanwezig is over de hoogte a .



EI_b :	buigstijfheid vloerplaat
EI_c :	buigstijfheid metselwerkwand
EI_{TB} :	buigstijfheid thermische onderbreking
a:	hoogte thermische onderbreking
h_1 :	verdiepingshoogte gelijkvloers
h_2 :	verdiepingshoogte eerste verdieping
L:	overspanning vloeren
g:	permanente belasting
q:	veranderlijke belasting
F_r :	belasting afkomstig van het hellend dak

Figuur 3. Statisch schema voor de sterktecontrole van het woongebouw

Met dit statisch schema en de gegeven materiaaleigenschappen kunnen de spanningsresultanten (normaalkrachten N, momenten M en dwarskrachten V) in elke doorsnede worden berekend via een raamwerkprogramma of door middel van vereenvoudigde methodes.

Met de berekende spanningsresultanten kan worden gecontroleerd of de wanden voldoende draagkrachtig zijn. Voor de doorsnede aan de voet van de wanden (knopen 1 en 6), dient de controle als volgt te worden uitgevoerd:

- Om rekening te houden met de scheurvorming ter plaatse van de vloer-wand-aansluiting dient het moment aan de top van de wand op het gelijkvloers M_{21} te worden gereduceerd met de knoostijfheidsfactor h conform de bepalingen van EC6: $h = 1 - k_m/4$ met k_m de vloer-wand stijfheidsverhouding ≤ 2 ;
- Op basis van dit gereduceerd moment $M_{21,red}$ kan het moment aan de voet van de wand M_1 worden berekend rekening houdend met de geometrie en de stijfheid van het kimblok;
- De relatieve excentriciteit aan de voet van de wand is dan gelijk aan e/t_w waarbij $e = M_1/N_1$;
- De reductiefactor f ten gevolge van de excentrische belasting volgt dan uit de formules die gelden voor lineair elastisch gedrag:

$$e < \frac{t}{6}: \quad \phi = \frac{1}{1+6\frac{e}{t}}$$

$$e \geq \frac{t}{6}: \quad \phi = \frac{3}{4} \left(1 - \frac{2e}{t}\right)$$

(voor een rechthoekig spanningsblok diagram geldt $f = 1 - 2 \cdot e/t$):

- De opneembare normaalkracht ter plaatse van de voet van de wand N_{Rd1} wordt dan berekend met de volgende formule:

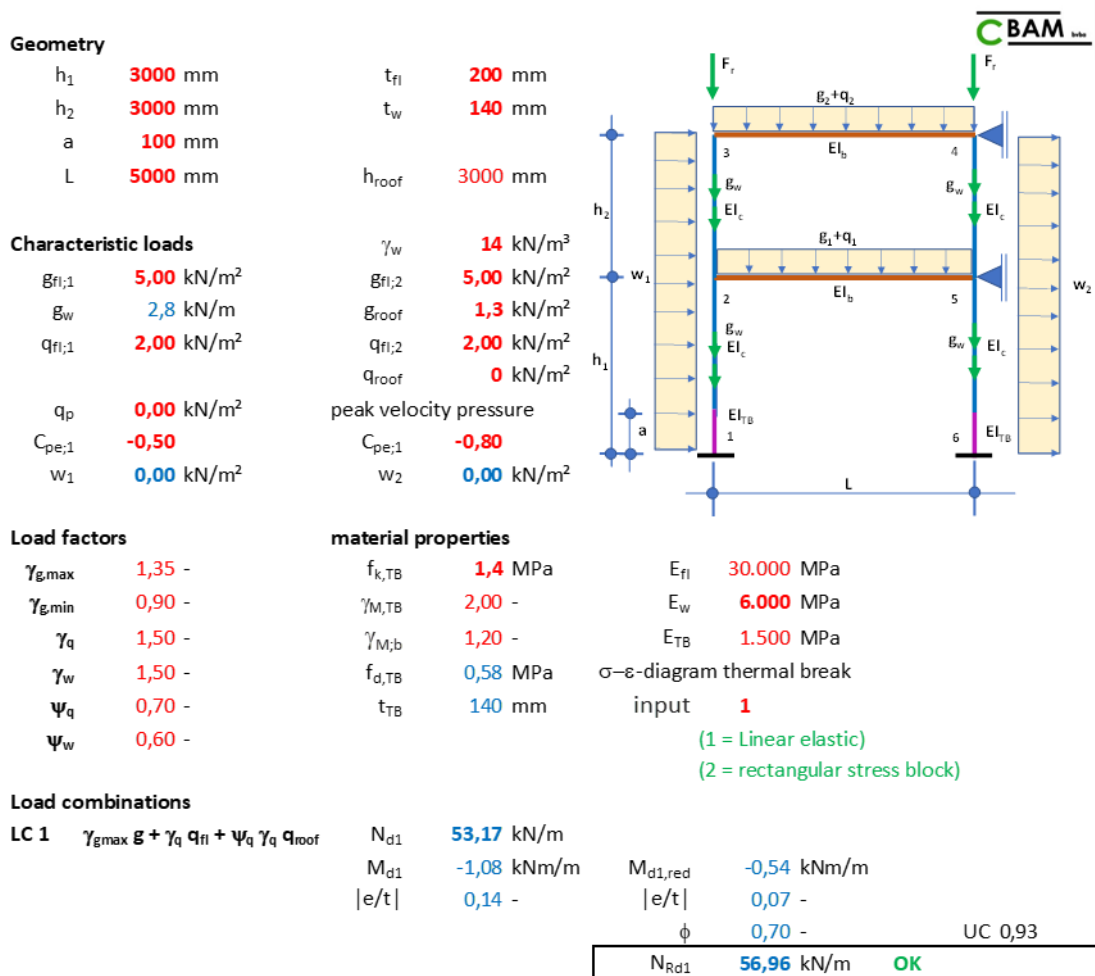
$$N_{Rd1} = f b t f_d$$

- met
- b: de lengte van het wandelement = 1000 mm
 - t: de breedte van het kimblok (= wanddikte)
 - f_d : de rekenwaarde van de druksterkte van het kimblokmetselwerk
- $$f_d = f_k/g_M/g_{M,b}$$
- broseheidsfactor $g_{M,b} = 1,2$

- Indien de opneembare normaalkracht N_{Rd1} groter is dan de aangrijpende normaalkracht in de beschouwde doorsnede N_1 , is voldaan aan de eisen voor de druksterkte van de koudebrugonderbreking;
- Verder dient te worden gecontroleerd of voldaan is aan de eisen ten aanzien van de schuifsterkte en dienen de metselwerkwallen in de andere doorsneden te worden geëvalueerd.

Voor het beschouwde voorbeeld in figuur 3, ziet de berekening er als volgt uit: zie figuur 4.

One Bay- Two Storeys - vertical and horizontal loading



Figuur 4. Sterktecontrole aan de voet van de wand op het gelijkvloers

Uit de berekening volgt dat de opneembare normaalkracht gelijk is aan 56,96 kN/m terwijl de aangrijpende normaalkracht gelijk is aan 53,17 kN/m, zodat de wand voldoet.

5. Ontwerptabellen

Op basis van de rekenmethodiek die onder hoofdstuk 4 werd beschreven, zijn berekeningen uitgevoerd voor een aantal combinaties van materialen, overspanningen en vloerbelastingen.

Voor de windbelasting is uitgegaan van een extreme stuwdruk q_b van **1,00 kN/m²**. Op basis van tabel 3 kan worden gecontroleerd welke toepassingen overeenstemmen met dergelijke extreme stuwdruk.

Tabel 3. Waarden van de extreme stuwdruk in België [7]

hoogte (m)	windgebied 23 m/s					windgebied 24 m/s					windgebied 25 m/s					windgebied 26 m/s				
	0	I	II	III	IV	0	I	II	III	IV	0	I	II	III	IV	0	I	II	III	IV
1	0,599	0,509	0,471	0,408	0,345	0,652	0,554	0,512	0,445	0,376	0,708	0,602	0,556	0,482	0,408	0,765	0,651	0,601	0,522	0,441
2	0,707	0,621	0,471	0,408	0,345	0,770	0,676	0,512	0,445	0,376	0,835	0,733	0,556	0,482	0,408	0,903	0,793	0,601	0,522	0,441
3	0,773	0,690	0,542	0,408	0,345	0,842	0,752	0,590	0,445	0,376	0,914	0,816	0,641	0,482	0,408	0,988	0,882	0,693	0,522	0,441
4	0,822	0,742	0,595	0,408	0,345	0,895	0,808	0,648	0,445	0,376	0,971	0,876	0,703	0,482	0,408	1,051	0,948	0,761	0,522	0,441
5	0,861	0,782	0,638	0,408	0,345	0,938	0,852	0,695	0,445	0,376	1,017	0,924	0,754	0,482	0,408	1,100	1,000	0,815	0,522	0,441
6	0,893	0,817	0,674	0,443	0,345	0,973	0,889	0,733	0,483	0,376	1,055	0,965	0,796	0,524	0,408	1,142	1,043	0,861	0,566	0,441
7	0,921	0,846	0,704	0,473	0,345	1,003	0,921	0,767	0,516	0,376	1,088	0,999	0,832	0,559	0,408	1,177	1,081	0,900	0,605	0,441
8	0,945	0,872	0,731	0,500	0,345	1,029	0,949	0,796	0,545	0,376	1,117	1,030	0,864	0,591	0,408	1,208	1,114	0,935	0,639	0,441
9	0,967	0,895	0,756	0,524	0,345	1,053	0,974	0,823	0,571	0,376	1,143	1,057	0,893	0,620	0,408	1,236	1,143	0,966	0,670	0,441

Ruwheidsklasse

0 = zee, kustgebied aan open zee

I = meren en gebieden met verwaarloosbare vegetatie en zonder obstakels

II = gebieden met weinig vegetatie en geïsoleerde obstakels met tussenafstand groter dan 20x de hoogte van de obstakels

III = gebied met gewone vegetatie of gebouwen, met tussenafstand kleiner dan 20x de hoogte (dorpen, voorstedelijk gebied, bos)

IV = gebied waarin meer dan 15% van de oppervlakte is bebouwd met gebouwen met een gemiddelde hoogte groter dan 15m



De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in onderstaande tabellen voor respectievelijk wanddiktes van 140 en 190 mm en voor combinaties van FOAMGLAS Perinsul HL met respectievelijk baksteenmetselwerk van groep 2 (snelbouwsteen met druksterkte 12 N/mm²), metselwerk met kalkzandsteen van groep 1 (druksterkte N/mm²) en baksteenmetselwerk van groep 1 (volle baksteen met druksterkte 15 N/mm²).

De tabellen zijn van toepassing voor woongebouwen met een veranderlijke vloerbelasting van **2,00 kN/m²**. Het eigengewicht van de betonvloer + afwerking varieert van **5 tot 8 kN/m²**. Voor andere randvoorwaarden dienen gedetailleerde berekeningen te worden gemaakt.

Voor de sterktecontrole van de thermische onderbreking werden vier belastingscombinaties beschouwd:

Belastingscombinatie 1: $g_{gmax} g + g_q q_{fl} + \gamma_q g_q q_{roof}$

Maximale waarde eigengewicht; maximale waarde verticale veranderlijke belasting; combinatie waarde verticale veranderlijke dakbelasting; geen windbelasting.

Belastingscombinatie 2: $g_{gmax} g + g_q \gamma_q q + g_w W$

Maximale waarde eigengewicht; combinatie waarde verticale veranderlijke belasting; geen dakbelasting; maximale waarde van de windbelasting.

Belastingscombinatie 3: $g_{g,min} g + g_w W$

Minimale waarde eigengewicht; geen verticale veranderlijke belasting; geen dakbelasting; maximale waarde windbelasting.



Belastingscombinatie 4: $g_{gmax} g + g_q q + g_w \gamma_w W$

Maximale waarde eigengewicht; maximale waarde verticale veranderlijke belasting; geen dakbelasting; combinatie waarde windbelasting.

Wanddikte 140 mm

materiaal baksteen metselwerk groep 2 - metselmortel M10					
belastingfactoren		$\gamma_g = 1,35$		$\gamma_q = 1,50$	
	g_k (kN/m ²)	5	6	7	8
	q_k (kN/m ²)	2	2	2	2
overspanning L in m	2,00				
	3,00				
	3,50				
	4,00				
	4,50				
	5,00				
	5,50				


extreme stuwdruk q_p	1,00 kN/m ²
dikte vloerplaat	200 mm
wanddikte	140 mm
E-modulus metselwerk	6000 MPa
hoogte Perinsul HL	100 mm
E-modulus Perinsul HL	1500 MPa
karakt. druksterkte Perinsul HL metselwerk	1,4 MPa


	Perinsul HL + metselwerk voldoet
	Perinsul HL + metselwerk voldoet niet

g_k	karakteristieke waarde permanente belasting
γ_g	belastingfactor voor permanente belasting
q_k	karakteristieke waarde veranderlijke belasting
γ_q	belastingfactor voor veranderlijke belasting
L	overspanning van de draagvloer

materiaal kalkzandsteen groep 1 - metselmortel M10					
belastingfactoren $\gamma_g = 1,35$ $\gamma_q = 1,50$					
	g_k (kN/m ²)	5	6	7	8
	q_k (kN/m ²)	2	2	2	2
overspanning L in m	2,00				
	3,00				
	3,50				
	4,00				
	4,50				
	5,00				
	5,50				

extreme stuwdruk q_p	1,00 kN/m ²
dikte vloerplaat	200 mm
wanddikte	140 mm
E-modulus metselwerk	8000 MPa
hoogte Perinsul HL	100 mm
E-modulus Perinsul HL	1500 MPa
karakt. druksterkte Perinsul HL metselwerk	1,6 MPa


 Perinsul HL + metselwerk voldoet


 Perinsul HL + metselwerk voldoet niet

g_k karakteristieke waarde permanente belasting
 γ_g belastingfactor voor permanente belasting
 q_k karakteristieke waarde veranderlijke belasting
 γ_q belastingfactor voor veranderlijke belasting
L overspanning van de draagvloer

materiaal baksteen metselwerk groep 1 - metselmortel M10					
belastingfactoren $\gamma_g = 1,35$ $\gamma_q = 1,50$					
	g_k (kN/m ²)	5	6	7	8
	q_k (kN/m ²)	2	2	2	2
overspanning L in m	2,00				
	3,00				
	3,50				
	4,00				
	4,50				
	5,00				
	5,50				

extreme stuwdruk q_p	1,00 kN/m ²
dikte vloerplaat	200 mm
wanddikte	140 mm
E-modulus metselwerk	6000 MPa
hoogte Perinsul HL	100 mm
E-modulus Perinsul HL	1500 MPa
karakt. druksterkte Perinsul HL metselwerk	1,6 MPa

 Perinsul HL + metselwerk voldoet

 Perinsul HL + metselwerk voldoet niet

g_k karakteristieke waarde permanente belasting
 γ_g belastingfactor voor permanente belasting
 q_k karakteristieke waarde veranderlijke belasting
 γ_q belastingfactor voor veranderlijke belasting
L overspanning van de draagvloer

Wanddikte 190 mm

materiaal baksteen metselwerk groep 2 - metselmortel M10					
belastingfactoren		$\gamma_g = 1,35$		$\gamma_q = 1,50$	
	g_k (kN/m ²)	5	6	7	8
	q_k (kN/m ²)	2	2	2	2
overspanning L in m	2,00				
	3,00				
	3,50				
	4,00				
	4,50				
	5,00				
	5,50				
	6,00				

extreme stuwdruk q_p	1,00 kN/m ²
dikte vloerplaat	200 mm
wanddikte	190 mm
E-modulus metselwerk	6000 MPa
hoogte Perinsul HL	100 mm
E-modulus Perinsul HL	1500 MPa
karakt. druksterkte Perinsul HL metselwerk	1,4 MPa



Perinsul HL + metselwerk voldoet



Perinsul HL + metselwerk voldoet niet

- g_k karakteristieke waarde permanente belasting
- γ_g belastingfactor voor permanente belasting
- q_k karakteristieke waarde veranderlijke belasting
- γ_q belastingfactor voor veranderlijke belasting
- L overspanning van de draagvloer

materiaal kalkzandsteen groep 1 - metselmortel M10					
belastingfactoren		$\gamma_g = 1,35$		$\gamma_q = 1,50$	
	g_k (kN/m ²)	5	6	7	8
	q_k (kN/m ²)	2	2	2	2
overspanning L in m	2,00				
	3,00				
	3,50				
	4,00				
	4,50				
	5,00				
	5,50				
	6,00				

extreme stuwdruk q_p	1,00 kN/m ²
dikte vloerplaat	200 mm
wanddikte	190 mm
E-modulus metselwerk	8000 MPa
hoogte Perinsul HL	100 mm
E-modulus Perinsul HL	1500 MPa
karakt. druksterkte Perinsul HL metselwerk	1,6 MPa



Perinsul HL + metselwerk voldoet



Perinsul HL + metselwerk voldoet niet

- g_k karakteristieke waarde permanente belasting
- γ_g belastingfactor voor permanente belasting
- q_k karakteristieke waarde veranderlijke belasting
- γ_q belastingfactor voor veranderlijke belasting
- L overspanning van de draagvloer

materiaal baksteen metselwerk groep 1 - metselmortel M10					
belastingfactoren		$\gamma_g = 1,35$		$\gamma_q = 1,50$	
	g_k (kN/m ²)	5	6	7	8
	q_k (kN/m ²)	2	2	2	2
overspanning L in m	2,00				
	3,00				
	3,50				
	4,00				
	4,50				
	5,00				
	5,50				
	6,00				

extreme stuwdruk q_p	1,00 kN/m ²
dikte vloerplaat	200 mm
wanddikte	190 mm
E-modulus metselwerk	6000 MPa
hoogte Perinsul HL	100 mm
E-modulus Perinsul HL	1500 MPa
karakt. druksterkte Perinsul HL metselwerk	1,6 MPa



Perinsul HL + metselwerk voldoet



Perinsul HL + metselwerk voldoet niet

- g_k karakteristieke waarde permanente belasting
- γ_g belastingfactor voor permanente belasting
- q_k karakteristieke waarde veranderlijke belasting
- γ_q belastingfactor voor veranderlijke belasting
- L overspanning van de draagvloer

6. Referentielijst

- [1] EN 1996-1-1, Eurocode 6 – Ontwerp en berekening van constructies van metselwerk – Deel 1-1: Algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk.
- [2] Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), BWK-COUT, O-2011/14, Compressive strength of Perinsul HL, 100x100x100 units ; BWK-COUT O-2011/16v2, Compressive Strength of Masonry with FOAMGLAS Perinsul S and HL Thermal Break.
- [3] Martens, D.R.W. / Thermal break with cellular glass units in load-bearing Masonry walls. 2014. 158 Paper 9th International Masonry Conference; 7-9 July 2014, Guimarães, Portugal.
- [4] UBAtc, European Technical Assessment ETA 18/0636, Thermally-insulating and loadbearing unit made of Cellular Glass, 2018-12-20.
- [5] DIBt, Allgemeine Bauartgenehmigung, Nr. Z 17-5-1209, Mauerwerk mit Wärmedämmelementen Perinsul HL in der untersten Schicht, 28. November 2019.
- [6] FOD economie, STS 22-2 Metselwerk voor laagbouw – Stabiliteit, augustus 2019.
- [7] WTCB dossiers, nr. 4/2010, - Katern nr. 3 – update juni 2011

Voor meer informatie, technische en/of commerciële
ondersteuning, contacteer ons :
Tel. + 31 (0) 30 6035241