

# Seismische controles op metselwerk

## Opstellen van parametrische tabellen voor schoolgebouwen volgens Eurocode 8

Kevin Henckens & Raf Moonen  
Master Industriële Wetenschappen Bouwkunde

### 1. Probleemstelling & doelstellingen

Seismische activiteit speelt een steeds belangrijkere rol in het ontwerpen van gebouwen.

Risico op trillingen in de bodem stijgt in België ten gevolge van:

- Menselijke impact op de watertafel (bemalingen, stilleggen van de waterpompen in de mijngangen,...)
- Aanwezigheid van breuklijnen

Gebouwen dienen gedurende hun levenscyclus te voldoen aan de gebruikseisen en stabiliteitscriteria. Voor gebouwen uit klasse III is het van belang om preventief rekening te houden met de seismische belastingen.

Het doel van deze masterproef is het opstellen van een tabel waaruit het studie bureau in staat is een kwalitatieve waarde te verkrijgen die beantwoordt aan de **hoofdonderzoeksvraag**:

"Hoeveel meter stabiliserende metselwerkwanden zijn er nodig in een schoolgebouw om te voldoen aan de seismische controle van Eurocode 8?"

### 2. Onderzoeksmethode

Het onderzoek zal starten met een analyse van de norm. De seismische controle zal uitgevoerd worden op een referentie schoolgebouw. Tijdens deze casestudy kan nagegaan worden welke impact de verschillende parameters hebben ten opzichte van de stabiliteit. De analyse bestaat uit 4 faseringen. Tenslotte zal er een parametrische studie volgen die een minimale hoeveelheid lopende meter stabiliteitswand weergeeft om te voldoen aan de eisen van seismische stabiliteit.

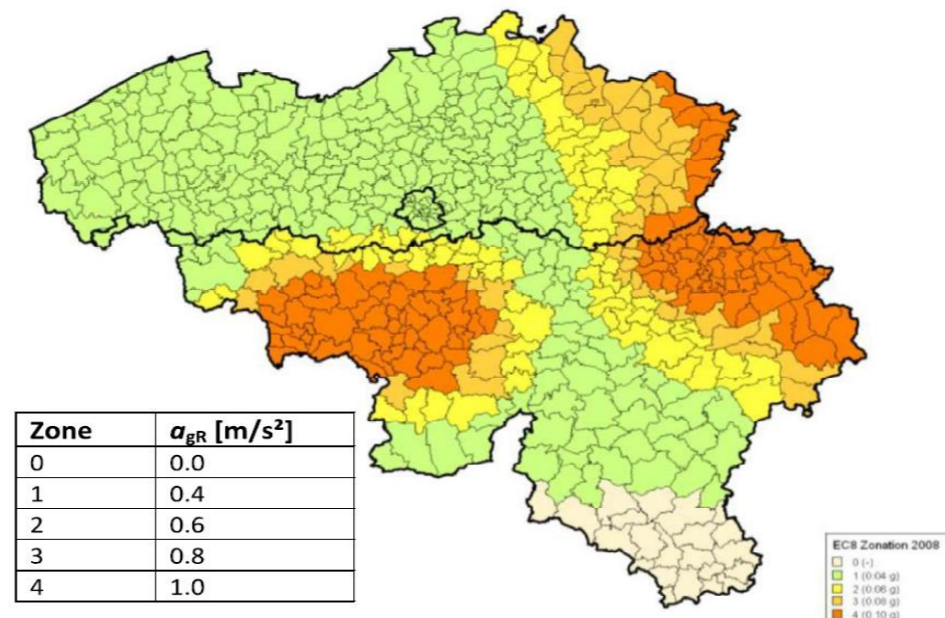
#### Stap I: bepalen van de grondversnelling

❖ Methode a: factormethode

$$\alpha = \alpha_{gR} \times \gamma_I \times S$$

Waarbij:

- $\alpha_{gR}$  = referentie grondversnelling [m/s<sup>2</sup>]
- $\gamma_I$  = belangrijkheidsfactor voor gemeenschap en publieke veiligheid
- S = grondcoëfficiënt o.b.v. het bodemtype



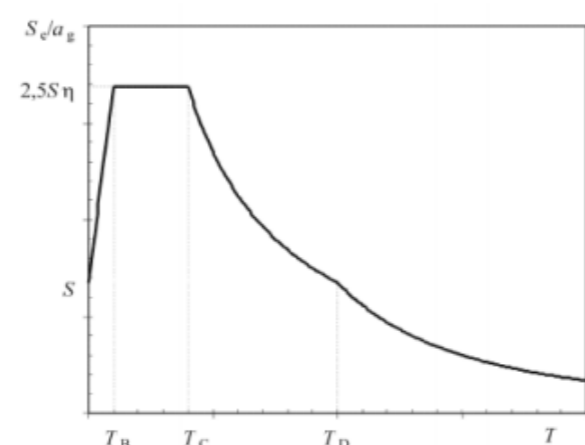
Figuur 1: kaart van grondversnellingen in België [1]

❖ Methode b: responspectrum methode

$$F_b = S_d(T_i) * m * \lambda$$

Waarbij:

- $S_d(T_i)$  = beschreven responstrilling [s]
- m = massa van het gebouw [kg]
- $\lambda$  = correctiefactor responstrilling



Figuur 2: responspectrum [2]

#### Stap II: identificatie van de stabiliteitswanden

Enkel stabiliteitswanden dragen bij aan de seismische stabiliteit van een gebouw. Elke wand dient individueel gecontroleerd te worden en moet voldoen aan de volgende drie criteria om beschouwd te worden als stabiliteitswand.

- De minimale effectieve dikte van de wand bedraagt 138 mm. In de conventionele bouw België wordt meestal gebruik gemaakt van een dikte van 140 mm of 190 mm.

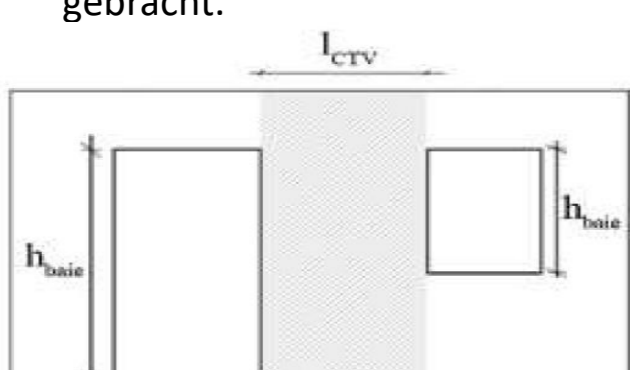
$$t_{ef,min} (mm) = 138 \text{ mm}$$

- De verhouding van de effectieve hoogte ten opzichte van de effectieve dikte dient niet groter te zijn dan 20. Slankere wanden brengen het risico met zich mee te bezwijken ten gevolge van knik of om te kantelen.

$$(h_{ef}/t_{ef})_{max} = 20$$

- Ten slotte is de effectieve lengte van de muren van belang. De openingen worden in rekening gebracht.

$$(l_{ctv}/h_{baie})_{min} = 0,4$$



Figuur 3: in rekening brengen van openingen in metselwerk [3]

#### Stap III: krachtverdeling volgens respectievelijke stijfheden

De horizontale seismische last wordt verdeeld in functie van de individuele stijfheid van de wanden. De verhouding van de individuele stijfheid  $K_i$  van de stabiliteitswand en de totale stijfheid  $K_{tot}$  is gelijk aan de verhouding van de opgevangen horizontale kracht van de stabiliteitswand en de totale horizontale kracht op het gebouw. De stijfheid ontstaat uit een combinatie van de buigstijfheid en de afschuifstijfheid

$$\frac{K_i}{K_{tot}} = \frac{F_{hi}}{F_{h,tot}}$$

Waarbij:

- $K_i$  = individuele stijfheid van de wand [N/mm<sup>2</sup>]
- $K_{tot}$  = totale stijfheid van alle wanden samen [N/mm<sup>2</sup>]
- $F_{hi}$  = horizontale kracht op de individuele wand [kN]
- $F_{h,tot}$  = totale horizontale kracht op het gebouw [kN]

#### Stap IV: controle op kanteleevenwicht en afschuifweerstand

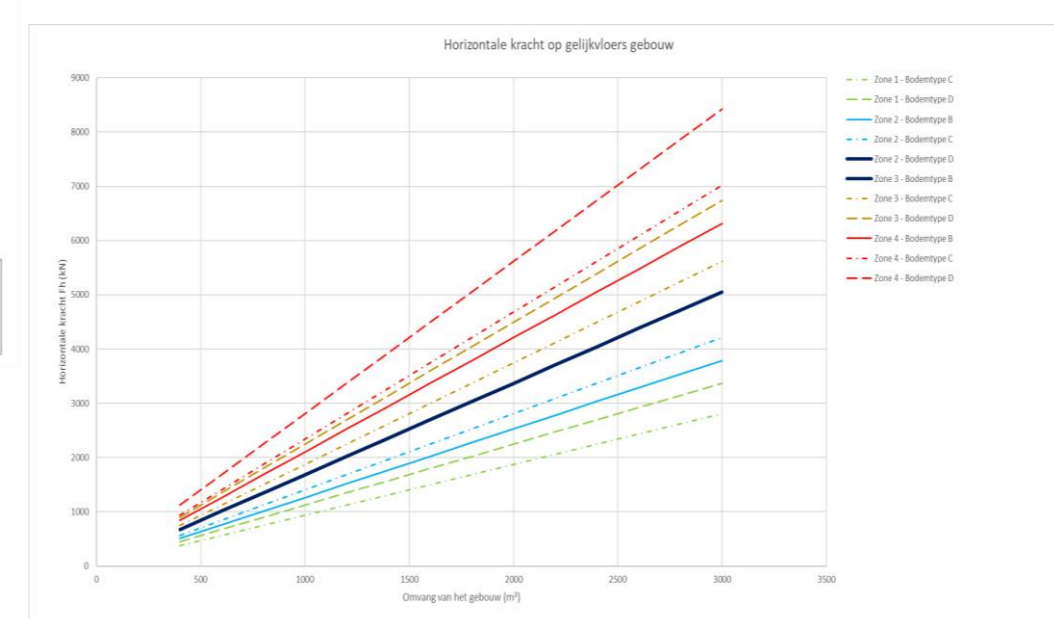
Om na te gaan of de wanden individueel voldoen aan de seismische stabiliteit, worden er twee controles uitgevoerd.

**Controle 1:** de excentriciteit (verhouding van het moment en de verticale kracht) is kleiner dan de helft van de lengte van de wand. Indien deze groter is zal de wand oplichten en bestaat het risico dat deze zal kantelen.

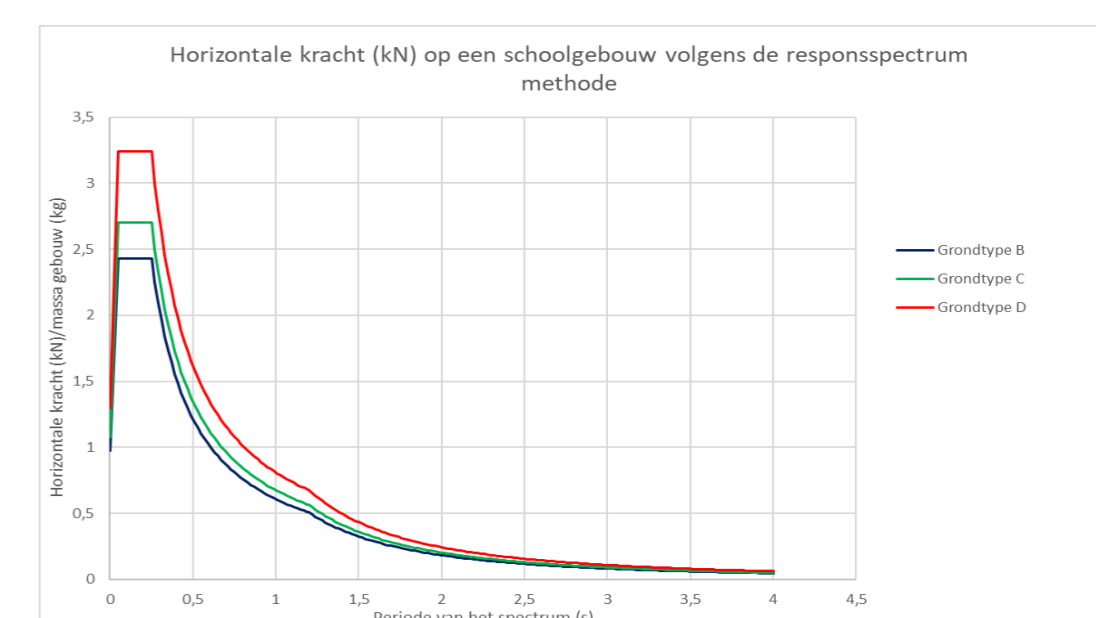
**Controle 2:** De afschuifweerstand dient groter te zijn dan de rekenwaarde van de afschuifsterkte zodat er voldoende horizontale weerstand ontstaat.

### 3. Resultaten

De grafieken voor het bepalen van de horizontale kracht worden volgens zowel de factormethode als het responspectrum opgesteld. Zo kan de horizontale kracht eenvoudig afgelezen worden bij een bepaalde omvang van een gebouw, en dit voor de verschillende zones en bodemtypes. In tabel 1 wordt vervolgens het minimaal aantal stabiliteitswanden bepaald op basis van de horizontale kracht en de randvoorwaarden van het metselwerk.



Grafiek 1: bepaling van de horizontale kracht volgens factormethode



Grafiek 2: bepaling van de horizontale kracht volgens responspectrum methode

			Horizontale kracht F <sub>h</sub> (kN)																						
			500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000			
Materiaaltype	d = 14 mm	Licht belast (10 kN/m <sup>2</sup> )	3	63	126	189																			
			5	24	48	71	95	118																	
			7	13	25	38	50	63	75																
		Zwaar belast (40 kN/m <sup>2</sup> )	3	17	34	51	68	85	102	119	135	152	169												
			5	7	14	20	27	33	40	46	53	60	66	73	79	86	92	99	105						
			7	4	8	11	15	18	22	26	29	33	36	40	44	47	51	54	58	62	65	69	72		
	Holle betonblokken (standaard mortel)	d = 19 mm	Licht belast (10 kN/m <sup>2</sup> )	3	3	5	7	10	12	14	17	19	21	24	26	28	31	33	35	38	40	42	45	47	
				5	63	125	187																		
				7	24	47	70	93	116																
		Zwaar belast (40 kN/m <sup>2</sup> )	3	8	16	23	31	38	46	53	61														
			5	17	34	50	67	83	100	117	133	150	166												
			7	7	13	20	26	33	39	45	52	58	65	71	77	84	90	97	103						

Tabel 1: aantal metselwerkwanden bij horizontale belasting

### 4. Conclusie

Het gebruik van enkel licht belaste metselwerkwanden is slecht in beperkte situaties uitvoerbaar. Door de grote hoeveelheid aan wanden op een beperkte oppervlakte wordt er geopteerd voor andere stijve elementen zoals betonnen kernen, betonwanden, windverbanden.

De controle is onderverdeeld in twee stappen omwille van de grote hoeveelheid parameters waar rekening mee gehouden dient te worden. Het eindresultaat geeft een duidelijke maatgevende waarde die zowel gebruikt kan worden tijdens de ontwerpfase als bij controles volgens Eurocode 8.

Promotor

Prof. Dr. Ir. Hervé Degée

Externe promotor | AB Associates

Ing. Phil Melard

[1] Kaart aardbevingsgebieden. [Art]. FOD economie, n.t.b..

[2] Responspectrum. [Art]. Bureau van normalisatie, 2015.

[3] Voorwaarden voor weerstand tegen aardbevingen. [Art]. Bureau van normalisatie, n.b.t..