

MEMO

Ten behoeve van de Minister van Economische Zaken

Nederlands Normalisatie Instituut

Voorlopige ontwerpuitgangspunten voor nieuwbouw en verbouw onder aardbevingsbelasting ten gevolge van de gaswinning in het Groningenveld

Preambule en verantwoording

Op verzoek van het Ministerie van Economische zaken is onder verantwoordelijkheid van het bureau van NEN een informatief document opgesteld over de voorlopige uitgangspunten voor nieuwbouw en verbouw onder aardbevingsbelasting ten gevolge van de gaswinning in het Groningenveld.

Dit informatieve document is opgesteld door prof.dr.ir. R.D.J.M. Steenbergen (TNO), prof.ir. A.C.W.M. Vrouwenvelder (TNO), dr.ir. M. Korff (Deltares), dr.ir. N.P.M. Scholten (ERB) en dr. T. Van Eck (KNMI).

Wat betreft de context waarin dit document is ontstaan zij opgemerkt dat binnen het Nederlandse Normalisatie Instituut NEN wordt gewerkt aan normstellende voorschriften over de manier waarop aardbevingsbelasting in rekening moet worden gebracht bij het ontwerpen en toetsen van bouwwerken. Dat werk wordt uitgevoerd binnen de werkgroep 'Aardbevingen' van de normsubcommissie 'TGB Basiseisen en belastingen', onder verantwoordelijkheid van de normcommissie 'TGB Plenair'.

Nadat de toepasselijke procedures aangaande de zorgvuldigheid die bij formele normalisatie in acht moet worden genomen, zal uiteindelijk de NEN-Beleidscommissie BcA 'Methoden en technieken' beslissen over de vrijgave voor publicatie van enig NEN-document met de bedoelde normstellende voorschriften.

Teneinde te verzekeren dat het onderhavige informatieve document 'spoort met' de huidige, voorlopige stand van zaken van de genoemde normalisatie-activiteiten, is afstemming gezocht met zowel de normsubcommissie 'TGB Basiseisen en belastingen' als met de normcommissie 'TGB Plenair'. Daarbij zijn geen tegenstrijdigheden tussen beide 'sporen' gesignaleerd.

Het bureau van NEN en de opstellers van dit memo aanvaarden geen aansprakelijkheid voor de directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met toepassing van de inhoud van dit memo.

prof.dr.ir. J.C. Walraven (TU Delft) ir. M.L. Lurvink (NEN)

Contact:

ir. M.L. Lurvink

Telefoon: 015-2 690 144

E-mail: mark.lurvink@nen.nl

Voorlopige ontwerpuitgangspunten voor nieuwbouw en verbouw onder aardbevingsbelasting ten gevolge van de gaswinning in het Groningenveld.

In Nederland en meer specifiek voor Noord-Oost Nederland bestaat op dit moment nog geen (publiekrechtelijke) bouwregelgeving voor het ontwerpen en verbouwen van bouwwerken waarbij rekening wordt gehouden met aardbevingsbelasting. Daartoe wordt door een commissie van deskundigen een Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR) opgesteld welke in een eerste versie zal uitkomen in de zomer van 2014.

Voor beoordeling van nieuwbouw en verbouw zal voor de interim periode tot het uitkomen van de NPR het advies gelden Eurocode 8 (NEN-EN 1998-serie) toe te passen waarbij voor de noodzakelijke input NDP's (Nationally Determined Parameters) kan worden uitgegaan van waarden uit deze memo. Deze waarden zijn mogelijk, maar niet noodzakelijk, wat conservatiever dan de waarden die voor de NPR worden verwacht, maar maken daarmee aardbevingsbestendig bouwen in incidenteel noodzakelijke gevallen wel mogelijk.

Voor nieuw te bouwen of geheel te vernieuwen bouwwerken wordt geadviseerd de gehele bouwconstructie te laten voldoen aan het gestelde in deze memo. Bij het gedeeltelijk vernieuwen, veranderen of vergroten van bouwwerken geldt indachtig artikel 4 van de Woningwet de inhoud van deze memo slechts voor dat deel van de bouwconstructie dat onderdeel is van deze vernieuwing, verandering of vergroting.

Het toepassingsgebied van deze memo betreft die bouwwerken die ook gedekt zijn door NEN-EN 1998-serie. Deze serie, met de algemene titel *Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies*, bestaat uit de volgende delen, waarbij de laatste wijzigings- en correctiebladen meegenomen behoren te worden:

- Deel 1: Algemene regels, seismische belastingen en regels voor gebouwen
- Deel 2: Bruggen
- Deel 3: Beoordeling en vernieuwing van gebouwen
- Deel 4: Silo's, opslagtanks en pijpleidingen
- Deel 5: Funderingen, grondkerende constructies en geotechnische aspecten
- Deel 6: Torens, masten en schoorstenen

In deze memo wordt een technische terminologie gehanteerd die aansluit bij de Eurocodes en voor ingewijden daardoor te begrijpen is. Bij verwijzingen naar (ongedateerde) NEN normen behoren de uitgaven inclusief nationale bijlage gehanteerd te worden zoals vastgelegd in Bijlage II, horende bij Regeling Bouwbesluit 2012. Voor de NEN-EN 1998-serie zijn dit de versies met wijzigings- en correctiebladen zoals ze zijn gepubliceerd uiterlijk op 15 mei 2014.

De memo geeft in hoofdzaak een richtlijn voor de volgende parameters:

1. de waarden voor de ontwerpwaarde van de piekgrondversnelling a_g die behoort te worden aangehouden indien qua veiligheidsniveau wordt aangesloten bij de huidige bouwregelgeving; dit betekent een streefwaarde voor het individueel risico van 10^{-5} per jaar;
2. de vorm van het elastisch responspectrum $S_e(T)$ zoals dat geldt voor het type aardbeving en de voorkomende grondgesteldheid.

Voor de q -factoren wordt aanbevolen op dit moment uit te gaan van in NEN-EN 1998-1 genoemde waarden met de aanmerkingen zoals weergegeven in het hiernavolgende.

Voor de toets van de fundering wordt NEN-EN 1998-5 geadviseerd, inclusief Bijlage F van NEN-EN 1998-5.

Verder wordt aanbevolen om in alle berekeningen uit te gaan van de in delen van NEN-EN 1998-serie gegeven 'recommended values'.

Aanpassingen Eurocode 8, deel 1.

Clause 2.1. en Clause 3.2.1 (2)

Drie grenstoestanden worden onderscheiden:

- De bouwconstructie staat op instorten (Near Collapse, NC);
- Significante beschadiging (Significant Damage, SD);
- Schadebeperking (Damage Limitation, DL).

De grenstoestanden NC behoort altijd te worden beschouwd. Optioneel kunnen de grenstoestanden SD en/of DL worden beschouwd.

Bij toepassing van de methoden met de q -factoren behoren de vervormingsgrenzen genoemd voor SD ook bij NC in acht te worden genomen.

OPMERKING Grenstoestanden SD en/of DL kunnen maatgevend zijn, maar dat hoeft niet altijd het geval te zijn.

Deze grenstoestanden laten zich als volgt beschrijven:

Grenstoestand NC: De constructie is zwaar beschadigd met lage reststerkte en – stijfheid in zijdelingse richting, waarbij verticale elementen nog in staat zijn verticale belastingen af te dragen. Het merendeel van de niet-constructieve onderdelen is bezweken. Grote permanente vervormingen zijn aanwezig. De sterkte van de constructie is zodanig dat voortschrijdende instorting niet plaatsvindt, maar waarschijnlijk zal een volgende aardbeving of andere belasting, ongeacht de zwaarte daarvan, leiden tot instorting. Bij overschrijding van de grenstoestand treedt bezwijken op en moet op slachtoffers worden gerekend.

Grenstoestand SD: De constructie is significant beschadigd met enige reststerkte en –stijfheid in zijdelingse richting, waarbij verticale elementen nog in staat zijn verticale belastingen af te dragen. De niet-constructieve onderdelen zijn beschadigd waarbij niet-dragende scheidingswanden en invulpanelen niet uit hun vlak zijn gekomen. Gematigde permanente vervormingen zijn aanwezig. De sterkte van de constructie is zodanig dat naschokken, mits gematigd in zwaarte zonder verdere beschadigingen kunnen worden weerstaan. Bij overschrijden van deze grenstoestand loont het waarschijnlijk vanuit economisch perspectief niet de moeite over te gaan tot herstel.

Grenstoestand DL: De constructie is alleen licht beschadigd waarbij constructieve elementen niet significant zijn vervormd en hun sterkte- en stijfheidseigenschappen hebben behouden. Niet dragende elementen mogen verspreid kleine scheuren vertonen die economisch gezien eenvoudig kunnen worden gerepareerd. Permanente vervormingen zijn verwaarloosbaar. De constructie zelf behoeft geen reparatie.

OPMERKING Deze grenstoestand kan gezien worden als een BruikbaarheidsGrensToestand. Beschouwing hiervan is niet noodzakelijk, maar kan overeengekomen worden tussen opdrachtnemer en opdrachtgever ingeval van een ontwerp waarbij een zeer beperkte schade van het bouwwerk gewenst is onder aardbevingsbelasting.

Voor de indeling van bouwwerken in gevolgklassen wordt geadviseerd Tabel B1 in NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011 aan te houden waarbij de volgende aanpassingen worden geadviseerd:

- CC1 wordt onderverdeeld in CC1A en CC1B volgens NEN 8700:2011.
- Voor ziekenhuizen, scholen en huisvesting van hulpverlenende instanties wordt sterk aanbevolen deze in CC3 in te delen.

De herhalingstijden voor de ontwerpwaarden van de piekgrondversnelling zijn gegeven in Tabel 1 van deze memo voor de drie genoemde grenstoestanden.

De referentiewaarde van de piekgrondversnelling $a_{g,ref}$ is vastgelegd op maaiveld voor een overschrijdingskans van $2,0 \cdot 10^{-3}$ per jaar. In Figuur 1 van deze memo is op een landkaart een contourplot gegeven van de piekgrondversnellingen voor deze referentieperiode.

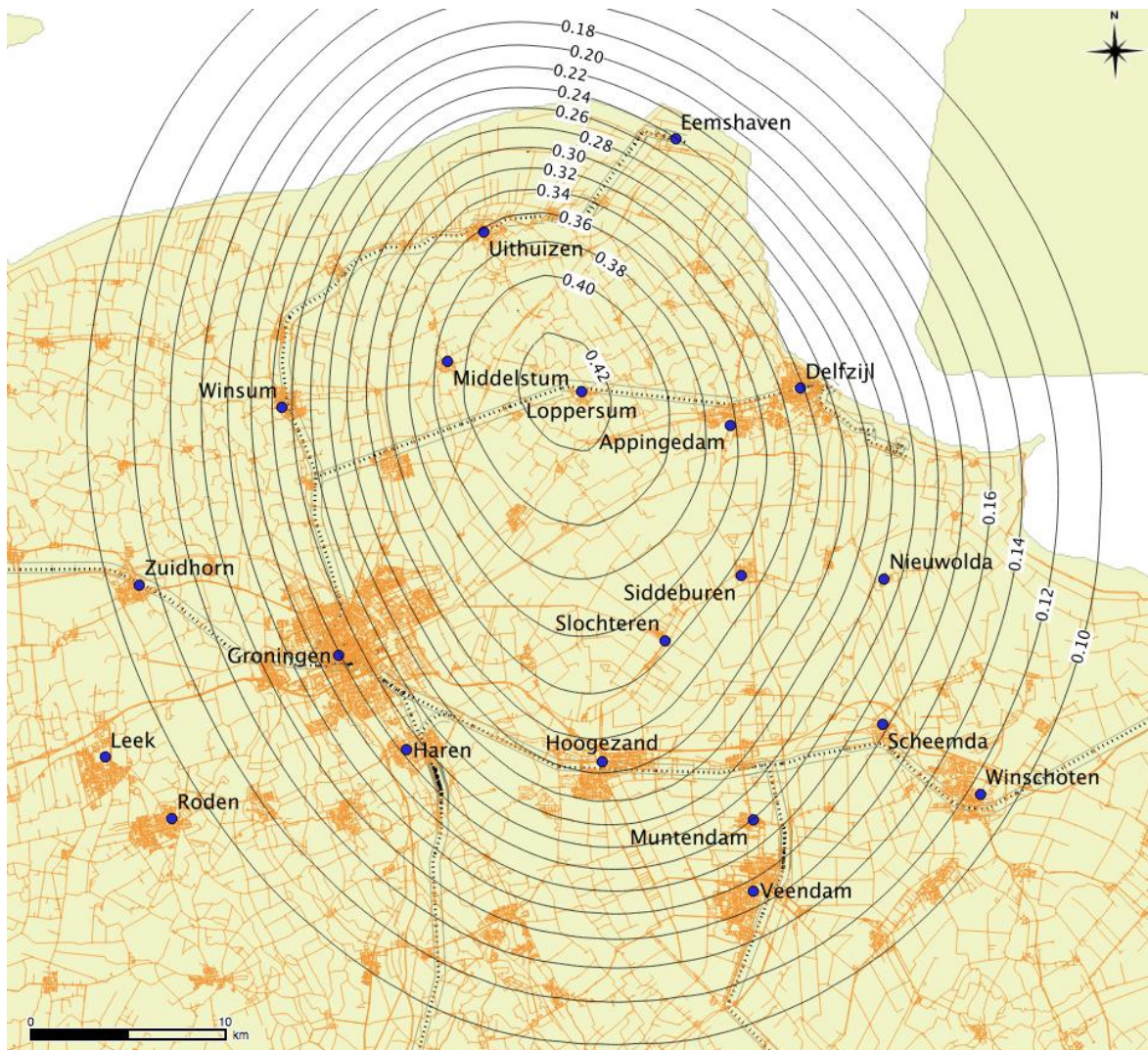
OPMERKING In afwijking van NEN-EN 1998-1 is $a_{g,ref}$ in deze memo gedefinieerd als de piekgrondversnelling op maaiveldniveau bij de betreffende bodemopbouw. Als gevolg hiervan kan voor de factor S de waarde 1,0 gehanteerd worden.

Afhankelijk van de gevolgklasse behoort de voor een bepaalde locatie afgelezen waarde te zijn vermenigvuldigd met de importance factor γ_I zoals aangegeven in Tabel 1 van deze memo.

De te (ver)bouwen bouwconstructie of delen daarvan behoren, afhankelijk van de gevolgklassen (CC) als bedoeld in NEN-EN 1990 en NEN 8700, zo te zijn gebouwd dat deze de aardbevingsbelastingen kunnen weerstaan bepaald met de gegevens als gegeven in Tabel 1 van deze memo.

De importance factoren van NEN-EN 1998-serie behoren niet te worden toegepast, maar vervangen te worden door de waarden gegeven in Tabel 1 van deze memo.

De factor K_{F1} uit Tabel B3 van NEN-EN 1990 hoeft niet te worden toegepast.



OPMERKING In figuur 1 is een seismic hazardkaart voor Groningen weergegeven in de vorm van contouren van de te verwachten piek grondversnelling met een 0,2 % overschrijdingskans per jaar. Het gebruik van de 0,2 % overschrijdingskans per jaar wordt voorgeschreven door Eurocode 8 voor het opstellen van nationale bijlagen (bouwnormen). In de berekening is uitgegaan voor de komende 5 jaar van gemiddeld 40 bevingen met een magnitude groter dan 1,5 Richter en een maximale magnitude van 5 Richter. Het model dat gebruikt is voor het berekenen van de contouren is gebaseerd op de ontwikkeling van de opgetreden seismiciteit in Groningen. Verdere details zijn te vinden in het KNMI rapport: Dost, B., M. Caccavale, T. Van Eck and D. Kraaijpoel, 2013 *Report on the expected PGV and PGA values for induced earthquakes in the Groningen area*, 26pp.

Figuur 1: Contourplot van de piekgrondversnellingen $a_{g,ref}$ op maaiveld voor een overschrijdingskans van 0,2 % per jaar, eenheid [g]; bron KNMI

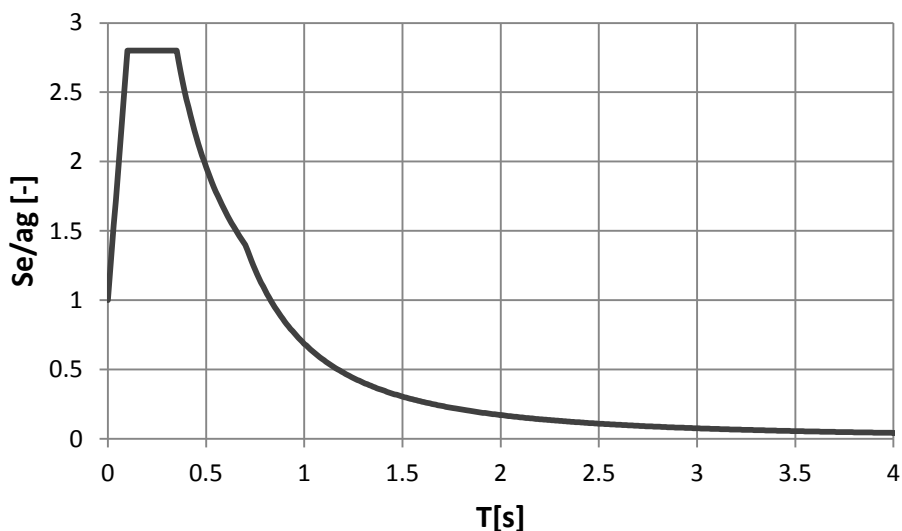
Tabel 1: Herhalingstijd, waarde van importance factor en q -factor voor de verschillende grenstoestanden.

Nieuwbouw en verbouw van constructies						
Gevolg- klasse	Grenstoestand					
	Near Collapse (NC)			Significant Damage (SD)		
	$P(a_g > \gamma_I \cdot a_{g,ref})$ [1/jaar]	γ_I [-]	q -factor [-]	$P(a_g > \gamma_I \cdot a_{g,ref})$ [1/jaar]	γ_I [-]	q -factor [-]
CC1A	-	0,9	Waarden uit NEN-EN 1998-1 vermenigvuldigd met 1,33	-	0,68	Waarden uit NEN-EN 1998-1
CC1B	$5 \cdot 10^{-4}$	1,58	Waarden uit NEN-EN 1998-1 vermenigvuldigd met 1,33	$1,4 \cdot 10^{-3}$	1,18	Waarden uit NEN-EN 1998-1
CC2	$2,5 \cdot 10^{-4}$	1,91	Waarden uit NEN-EN 1998-1 vermenigvuldigd met 1,33	$8,3 \cdot 10^{-4}$	1,43	Waarden uit NEN-EN 1998-1
CC3	$8,3 \cdot 10^{-5}$	2,48	Waarden uit NEN-EN 1998-1 vermenigvuldigd met 1,33	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1,86	Waarden uit NEN-EN 1998-1
Gevolg- klasse	Grenstoestand					
	Damage Limitation (DL)					
	$P(a_g > \gamma_I \cdot a_{g,ref})$ [1/jaar]	γ_I [-]	q -factor [-]			
CC1/2/3	10^{-2}	0,52	1,0			

OPMERKING: Met de aanbeveling in Tabel 1 van deze memo wordt voor de grenstoestand DL geen garantie gegeven dat geen scheurvorming of andere vergelijkbare schade optreedt. Beoogd wordt slechts op een economisch verantwoorde wijze de kans op ernstige scheurvorming te beperken.

NEN-EN 1998-1, Clause 3.2.2.2 (2), Note 1, Table 3.3,

Aanbevolen wordt om voor het horizontale elastisch responsiespectrum uit te gaan van Figuur 2 van deze memo.



OPMERKING Het elastisch respons spectrum in deze figuur is tot stand gekomen gebruik makend van een op basis van huidige inzichten uitgevoerde opschaling van gemeten versnellingssignalen in het gebied. De waarden in de figuur zijn mogelijk, maar niet noodzakelijk, wat conservatiever dan de waarden die voor de NPR worden verwacht.

Figuur 2: Elastisch Respons Spectrum

Dit correspondeert met de volgende waarden voor de parameters S , T_B , T_C en T_D :

S	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
1,0	0,1	0,35	0,70

Dit leidt tot onderstaande formules voor het ontwerpspectrum inclusief de q -factor:

$$0 \leq T \leq T_B : \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2,8}{q} - 1 \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,8}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,8}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T : \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2,8}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$

NEN-EN 1998-1, Clause 3.2.2.3 (1) Note

Voor het verticale responsiespectrum wordt de vorm van het spectrum in Figuur 2 van deze memo aanbevolen met de volgende aanpassingen:

a_{vg}/a_g	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
1,0	0,025	0,35	0,70

NEN-EN 1998-1, Clauses 5.2.4; 6.1.3; 7.1.3; 8.6; 9.6

Voor de materiaalfactoren worden de waarden aanbevolen zoals deze in de Nationale Bijlagen bij NEN-EN 1992-1, NEN-EN 1993-1, NEN-EN 1994-1, NEN-EN 1995-1 en NEN-EN 1996-1 zijn voorgeschreven voor de ontwerpsituatie 'blijvend en tijdelijk'.