

Memo

www.tno.nl

Aan Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
 Directoraat-Generaal Klimaat en Energie

Van Adviesgroep voor Economische Zaken

Onderwerp Seismische dreiging Eemshaven

Datum
 17 maart 2026
 Onze referentie
 AGE 26-10.011

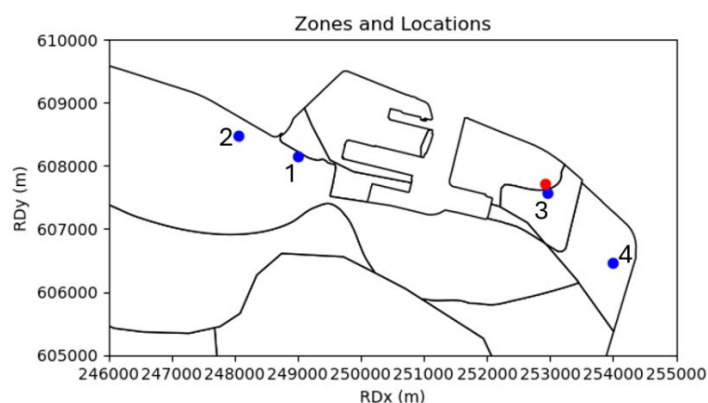
Inleiding

Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft TNO gevraagd een inschatting te maken van de toekomstige seismische dreiging rondom de Eemshaven. Specifiek gaat het om het zogenaamde 'Uniform Hazard Spectrum' (UHS) voor een herhalingsstijd van 10.000 jaar. In de publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse¹ (pSDRA) van 2023 heeft TNO voor EZK de seismische dreiging bepaald met een kortere herhalingsstijden (475 jaar en 2475 jaar) voor het Groningse aardbevingsgebied, waarbinnen de Eemshaven valt. Deze in 2023 uitgevoerde berekening staat aan de basis van de hier uitgevoerde analyse. Om de seismische dreiging te bepalen wordt hetzelfde aardbevingsmodel (het model om de verwachting van toekomstige aardbevingen in ruimte, tijd, en magnitudes te bepalen) en hetzelfde grondbewegingsmodel (V6) gebruikt. De huidige analyse wijkt af van de pSDRA 2023 op de volgende punten:

- We richten ons specifiek op 4 locaties rondom de Eemshaven in plaats van het gehele aardbevingsgebied
- We kijken naar een herhalingsstijd van 10,000 jaar in plaats van 475 en 2475 jaar
- We kijken naar de jaren 2025, 2030, 2035, 2040, 2045, 2050 in plaats van tien jaar vooruit vanaf 2023.

De 4 locaties, gespecificeerd door EZK in latitude-longitude en door TNO omgezet naar Rijksdriehoekcoördinaten (Figuur 1)

- 1) 53°27'04.5"N 6°48'07.5"E (RD: 248996, 608149)
- 2) 53°27'16.0"N 6°47'16.9"E (RD: 248056, 608486)
- 3) 53°26'43.0"N 6°51'41.9"E (RD: 252966, 607564)
- 4) 53°26'06.8"N 6°52'36.0"E (RD: 253988, 606465)



Figuur 1: Locaties waar UHS bepaald zijn, in relatie tot de site response gebieden. Locaties 1 en 3 liggen dicht bij de overgang tussen verschillende site response gebieden. Voor deze locaties is daarom ook gekeken naar het UHS in het aangrenzende gebied. Voor locatie 3 is het UHS in het aangrenzende gebied (in rood) hoger dan op de originele locatie (in blauw). De uiteindelijke analyse voor locatie 3 is daarom gebaseerd op de alternatieve (rode) locatie.

¹ Publieke Seismische Dreigings- en Risicoanalyse Groningen gasveld 2023. TNO2023 R10682, 7 april 2023.

Seismische dreiging Eemshaven

De resultaten van de analyse zijn te zien in Figuur 2. Een UHS kan worden gebruikt bij het seismisch ontwerp van gebouwen. Dit UHS geeft voor de gekozen herhalingsstijd van 10.000 jaar de verwachte grondversnelling voor alle - voor gebouwen - relevante trillingsfrequenties (hier weergegeven als spectrale periode).

Seismische dreiging wordt daarnaast veelal weergegeven in termen van maximale grondversnelling (PGA; Peak Ground Acceleration). De PGA komt overeen met de grondversnelling bij een heel hoge frequentie, dat wil zeggen een spectrale periode van 0.01 s.

Locatieverschillen

De gekozen locaties liggen in 3 verschillende zogenaamde '*site response regions*'. Zo'n *site response region* is een gebied waarbinnen de opslingering/demping van grondbewegingen relatief gelijk is. Doordat de gekozen locaties in verschillende gebieden liggen, vertonen de UHS voor de verschillende locaties relatief grote verschillen, ondanks de kleine onderlinge afstand. Deze verschillen zijn toe te schrijven aan een net wat andere samenstelling van de ondiepe ondergrond. In de ontwerpfase van een gebouw wordt daarom doorgaans lokaal bodemonderzoek uitgevoerd (sonderingen, seismische CPT's²) om meer informatie over de opbouw en eigenschappen (zoals trilling voortplantingssnelheid) van de ondergrond te verkrijgen.

Locaties 1 en 3 liggen dicht bij de overgang tussen verschillende *site response* gebieden. Omdat een eventuele constructie groter is dan een enkel punt, kijken we voor deze locaties ook naar het UHS in de desbetreffende aangrenzende zone. Op deze manier zorgen we dat het UHS voor iedere locatie gebaseerd is op de *site response* regio die voor de hoogste grondbewegingen/seismische belasting zorgt. Voor locatie 1 is het UHS in de originele zone hoger dan in de aangrenzende zone. Voor locatie 3 ligt het UHS in de aangrenzende regio (zone 708) net hoger dan op de originele locatie (zone 625). Voor het UHS van locatie 3 kijken we daarom naar 53°26'48.2"N 6°51'39.9"E (RD: 252926, 607723, locatie 3*). Dit punt ligt zo'n 60 meter van de originele locatie (zie Figuur 1). Door rekening te houden met de grenzen tussen *site response* gebieden, en doordat de ruimtelijke verschillen binnen een *site response* gebied minimaal zijn, geeft deze memo een representatief beeld van de seismische dreiging op elke zoeklocatie

Afname van seismische dreiging

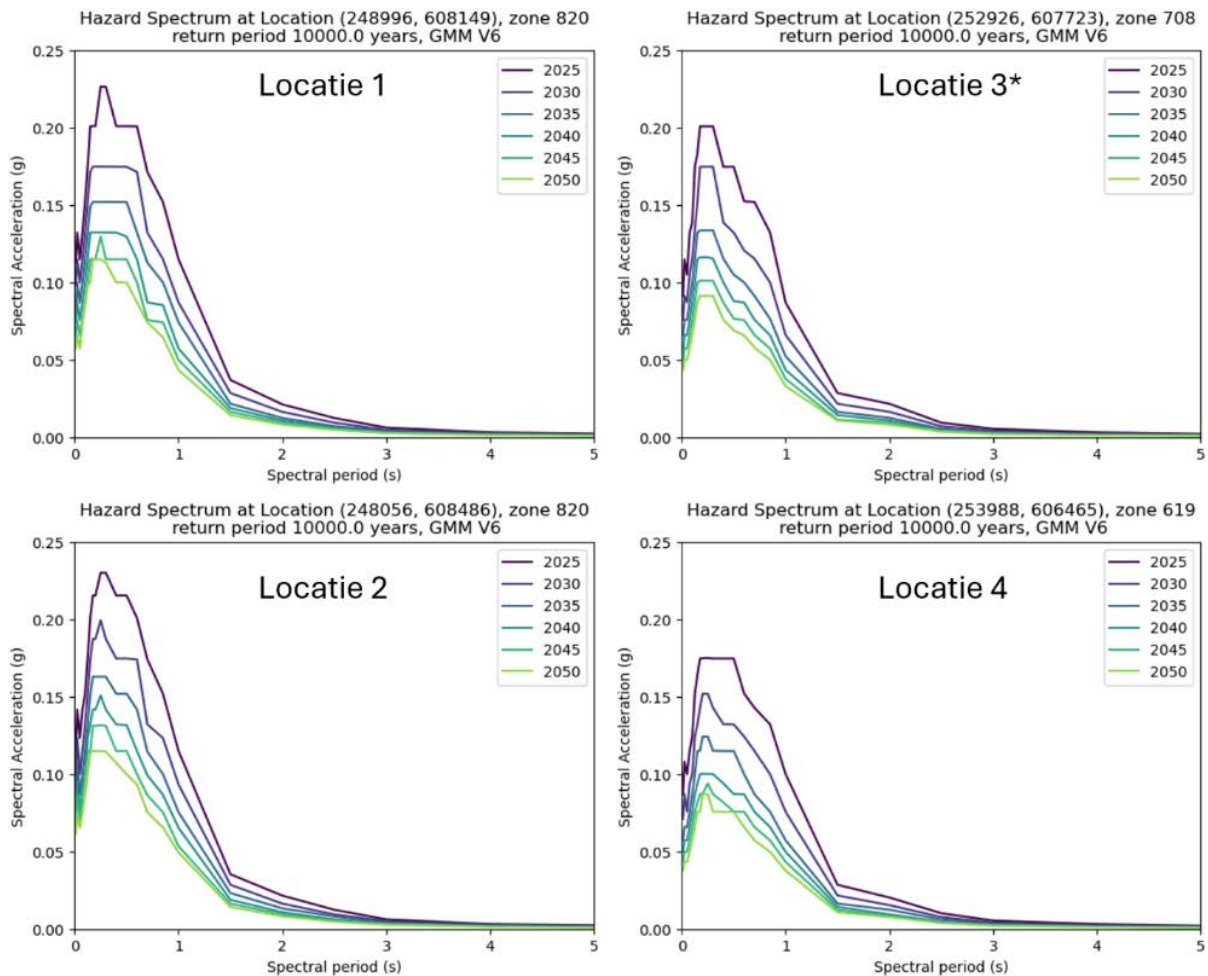
De verwachting is dat het aantal aardbevingen in de toekomst geleidelijk zal afnemen. Deze verwachting komt voort uit de aardbevingsmodellen die we voor het Groningse aardbevingsgebied gebruiken. Minder aardbevingen in het algemeen betekent ook minder zware aardbevingen (de verhouding tussen zwaardere en lichtere aardbevingen blijft naar verwachting nagenoeg gelijk), en daarmee neemt ook de kans op grote (heftige) grondbewegingen af.

Zoals geïllustreerd in Figuur 2 komt, naarmate we verder in de toekomst kijken, het UHS voor een gegeven locatie steeds lager te liggen. Het is hierbij belangrijk om te vermelden dat sinds 2023 de aardbevingsmodellen verder ontwikkeld zijn. Sommige van deze modellen wijzen op een langzamere afname van het aantal aardbevingen dan waar in de pSDRA 2023 vanuit is gegaan. Bij het ontwerpen op seismische belastingen kan ervoor gekozen worden om een UHS uit een voorgaand jaar te gebruiken in plaats van het daadwerkelijke ingebruiknamemoment. Deze praktische aanpak ondervangt het effect van een mogelijk tragere afname van het aantal aardbevingen.

² KNMI G02 station Eemshaven: Fugro, 2019, Geotechnical Site Investigation Seismic CPT's KNMI G-stations Groningen. <https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/groningen/en/afd4664f-cff5-4e25-878a-29113a71b6c1>

Het gebruik van UHS

Hoeveel schade een gegeven aardbeving/grondbeweging tot gevolg heeft hangt af van het ontwerp en de staat van een gebouw. Een UHS kan worden gebruikt bij het seismisch ontwerp van gebouwen. Het ontwerp van het gebouw kan hiermee afgestemd worden op zowel de functionele eisen van het gebouw als de verwachte seismische belasting. Bijvoorbeeld: ‘bij de grondbewegingen met een verwachte herhalingsjijd van 10.000 jaar mag in het gebouw wel cosmetische schade ontstaan, maar geen schade die impact heeft op de structurele integriteit van het gebouw’.



Figuur 2: Uniform Hazard Spectra (UHS) voor een herhalingsjijd van 10.000 jaar voor de 4 locaties, op basis van GMM V6 en het seismisch bronmodel zoals in de pSDRA 2023. Locatie 3* is de licht verschoven versie van Locatie 3, zoals beschreven in tekst.