



Seismisch Risico Beheersplan – WEB-3

Wayland Energy doublet LSL-GT-05/LSL-GT-06

Wayland Energy B.V.
Weg en Land 2
2661 DB Bergschenhoek

Mijnbouwlocatie WEB-3
Schreyrackseweg 17
2661 DZ Bergschenhoek

14 juli 2022, versie 1.0

1. Inleiding

Wayland Energy Bergschenhoek B.V. (hierna: Wayland) is voornemens een geothermische operatie te realiseren binnen het opsporingsgebied *Bleiswijk 6* (winningsgebied *Lansingerland III*) waarvan het pre-drill winningsplan op 23 februari 2022 is ingediend bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (Wayland, 2021). De mijnbouwlocatie is gelegen aan de Schreyrackseweg 17 te Bergschenhoek (gemeente Lansingerland), waarvan tevens de toekomstige geothermische operatie WEB-2 zal worden gerealiseerd (winnend uit het winningsgebied *Lansingerland II*). Deze mijnbouwlocatie is gelegen binnen het glastuinbouwgebied *Oostland*. Het doublet (WE-Bergschenhoek 3/WEB-3) aangaande het winningsgebied *Lansingerland III* betreft een productieput (LSL-GT-05) en een injectieput (LSL-GT-06), welke op respectievelijk 1564, 1822, en 1868 m diepte aardwarmte zal winnen uit de Berkel Zandsteen, Delft Zandsteen en Top Alblasserdam laagpakketten.

Mijnbouwactiviteiten gaan gepaard met risico's, zo ook geothermie. Beheersing en mitigatie van deze risico's, zoals het mogelijk veroorzaken van seismiciteit, is van groot belang bij de Nederlandse aardwarmteprojecten. Hoewel de consensus is dat het risico bij het type geothermie zoals in Bergschenhoek (i.e., lage-enthalpie geothermie in matrix-gedomineerde zandsteen reservoirs) laag is (e.g., TNO., 2019; Hooglerarenpanel, 2020; TNO-AGE, 2020), is vooralsnog geen consensus over hoe dit risico gedegeen in te schatten. In de afwezigheid van duidelijke richtlijnen is het dan ook raadzaam om in ieder geval te monitoren op seismiciteit in het gebied waar de geothermische operatie plaatsvindt, en een zogenaamd *Seismisch Risico Beheersplan* aan te houden. Dit plan betreft onder andere een *Seismiciteit Respons Protocol* welke dicteert hoe en door wie gehandeld wordt in alle situaties, en met wie gecommuniceerd dient te worden. Dit protocol is op haar beurt afhankelijk van het *Seismisch Monitoring Plan*.

2. Wettelijk kader

Op 23 februari 2022 heeft Wayland een verzoek tot instemming met het pre-drill winningsplan *Lansingerland III* ingediend bij de staatsecretaris van Economische Zaken en Klimaat (Wayland, 2021). In het pre-drill winningsplan beschrijft Wayland de mijnbouwlocatie en winningsinstallatie, de productieprognose en strategie, en de kans op bodembeweging en mogelijke ondergrondse effecten op de omgeving en milieu (alsmede de te treffen maatregelen).

Onderdeel van het pre-drill winningsplan is het *Seismisch Risico Beheersplan*, welke onder andere een *Seismisch Monitoring Plan* en *Seismiciteit Respons Protocol* betreft. Het laatstgenoemde is een document welke vaak als voorwaarde voor instemming van een (pre-drill) winningsplan wordt gesteld (e.g., EZK, 2021). Deze voorwaarde betreft dat de operator een *Seismiciteit Respons Protocol* dient op te stellen, waarin duidelijk wordt omschreven hoe en wanneer de omgeving geïnformeerd wordt in het geval dat er bodemtrilling wordt gemeten. In het protocol dienen nadere afspraken met het KNMI over de registratie van bodemtrilling geïntegreerd zijn. Dit document dient de operator minimaal 2 maanden voor aanvang van de winning aan de staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat te overleggen.

Dit *Seismisch Risico Beheersplan* is onderdeel van het bovengenoemde pre-drill winningsplan *Lansingerland III*, ingediend op 23 februari 2022.

3. Betrokken partijen en organisaties

Het doel van het *Seismisch Risico Beheersplan* van geothermische operatie WEB-3 is om bodemtrillingen zo mogelijk te mitigeren en de frequentie en magnitude van zeer eventuele gerelateerde geïnduceerde events zo veel mogelijk te beperken (zie sectie 4 voor de achtergrond bijlage). Het *Seismisch Monitoring Plan* beschrijft de integratie van de KNMI-data, en de verwerking en analyse van seismische activiteit in de regio van de geothermische operatie. Afhankelijk van de resultaten van de monitoring beschrijft het *Seismiciteit Respons Protocol* op haar beurt welke acties ondernomen worden, en hoe en wanneer de omgeving geïnformeerd wordt in het geval dat het KNMI meetnetwerk seismische activiteit in de omgeving van de mijnbouwlocatie registreert.

Voor het *Seismisch Risico Beheersplan* zijn de onderstaande organisaties van belang:

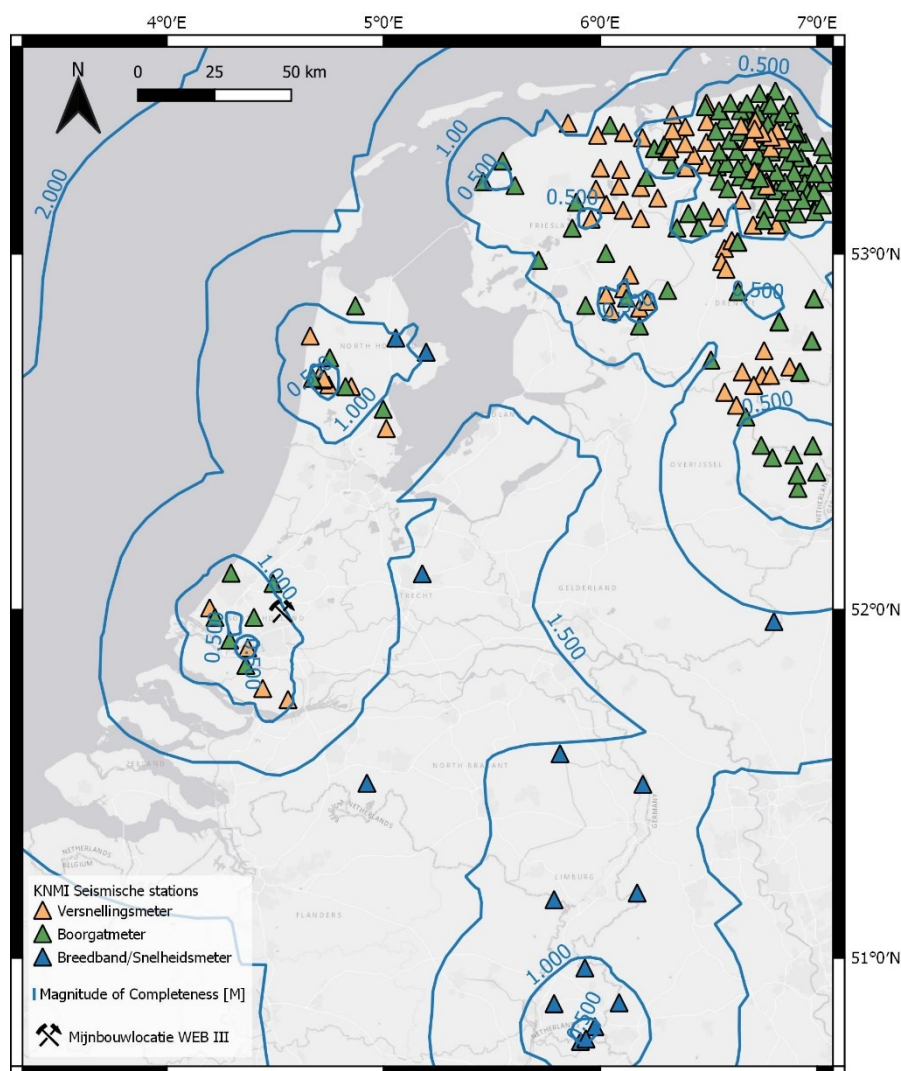
- **Wayland Energy B.V.:** als *operator* verantwoordelijk voor de uitvoering van het *Seismisch Risico Beheersplan*, het naleven van het *Seismiciteit Respons Protocol*, en, indien noodzakelijk, het nemen van maatregelen. De operator is tevens verantwoordelijk voor het delen van relevante waarnemingen met Staatstoezicht op de Mijnen. Tevens is Wayland Energy B.V. ook de operator van de nabij gelegen (toekomstige) aardwarmte mijnbouwactiviteiten WEB-1, WEB-2, Noordpolder, en Pijnacker-Oost.
- **Veegeo B.V.:** verantwoordelijk voor de uitvoering van het *Seismisch Monitoring Plan* richting de operator, en heeft een ondersteunende rol bij de uitvoering van *Seismisch Risico Beheersplan* waaronder ook het *Seismiciteit Respons Protocol*.
- **KNMI:** als beheerder van het landelijk seismisch meetnetwerk: onderhoud en eventueel plaatsing van nieuwe meetstations, en beheerder en distributeur van de ruwe seismische meetdata. Bovendien is het KNMI verantwoordelijk voor de detectie, analyse, en publicatie van seismische events gemeten door dit netwerk.
- **Staatstoezicht op de Mijnen:** toezichthouder van de mijnbouwactiviteit.
- **Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond (VRR):** draagt primair zorg aan de veiligheid van iedereen binnen regio Rotterdam-Rijnmond woont, werkt, en/of op bezoek is. Met betrekking tot een seismisch event gerelateerd aan de aardwarmteproductie zijn mogelijke betrokken organisaties: brandweezorg, geneeskundige hulpverlening, en de 112-meldkamer van de brandweer en ambulance.
- **Ministerie van Economische Zaken en Klimaat:** vergunningverlener voor geothermische operaties, en verantwoordelijk voor het verlenen van instemming van het *Seismisch Risico Beheersplan* en hervatting van aardwarmteproductie na eventuele stillegging van de winning.
- **NAM:** operator van de nabij gelegen mijnbouwactiviteiten gerelateerd aan olie- en gaswinning.
- **A+G Van den Bosch B.V.:** operator van twee geothermische operaties in Oostland (installaties Bleiswijk, en Berkel en Rodenrijs) ten noorden en noordwesten van de mijnbouwlocatie.
- **Duijvesteijn Energie B.V.:** operator van een geothermische operatie in Oostland, ten westen van de mijnbouwlocatie.
- **Ammerlaan Geothermie B.V.:** operator van een geothermische operatie in Oostland ten westen van de mijnbouwlocatie.
- **Geothermie Nederland:** brancheorganisatie voor bedrijven en instellingen die in de geothermie werkzaam zijn.
- **Gemeente Lansingerland:** gemeente waarin de mijnbouwlocatie is gelegen.
- **Gemeente Zuidplas:** aangelegen gemeente waarin het verleende opsporingsvergunningsgebied valt.
- **Provincie Zuid-Holland:** provincie waarin de geothermische operatie is gelegen.
- **Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard:** waterschap waarin de geothermische operatie is gelegen.
- **Externe stakeholders:** omwonenden en warmteafnemers van WEB-3.

4. Achtergrond bijlage

Seismische activiteit vindt van nature plaats bij een abrupte ontlading van opgebouwde elastische spanning in de ondergrond. Een dergelijk seismisch event kan leiden tot meetbare bodemtrillingen aan het oppervlak. In de ruime meerderheid van de gevallen is seismische activiteit gerelateerd aan ontlading van spanning in gebieden zoals het Roerdalslenk (zuidoost Nederland) dat van nature tektonisch actief is. In enkele gevallen is een seismisch event geïnduceerd door antropogene activiteit zoals de gaswinning in Groningen. Bij de beheersing van seismisch risico staat monitoring centraal.

4.1 Monitoring van seismische activiteit

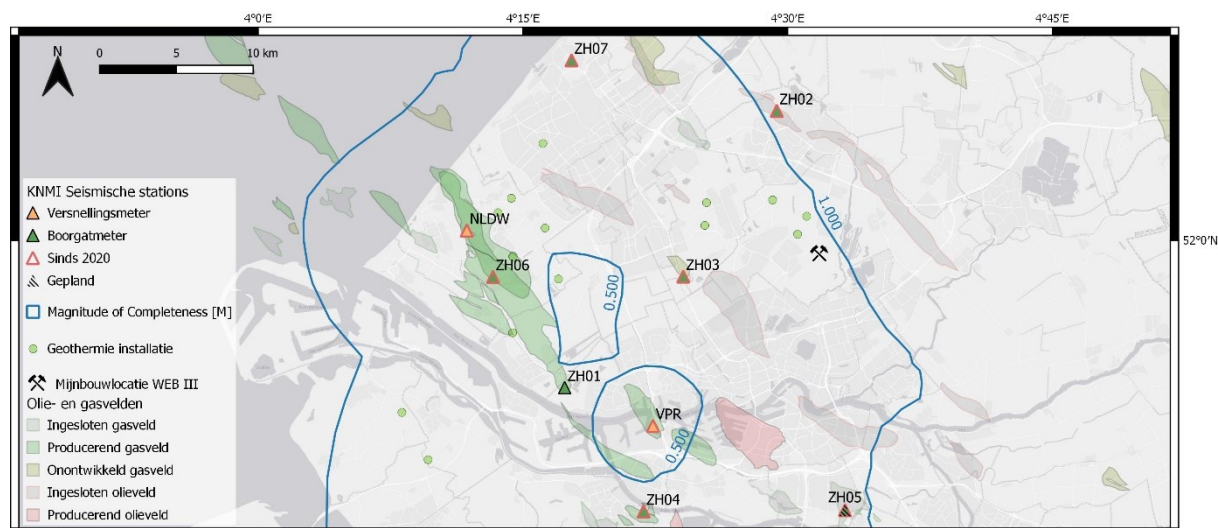
Het KNMI registreert seismische activiteit in en nabij Nederland op basis van een uitgebreid netwerk van verschillende types seismische meetstations¹ (KNMI, 1993) (Figuur 1). De distributie van de meetstations is voornamelijk gefocust nabij de gasvelden (met de meeste meetstations rond het Groninger gasveld) en het zuidoosten van Nederland (hier vindt van nature seismiciteit plaats). Door deze distributie is het mogelijk om in heel Nederland seismische events met magnitude $\geq 2,0$ op de schaal van Richter te lokaliseren, met lokaal magnitudes $\geq 0,5$ (Kruiver et al., 2021) (Figuur 1). Deze grenswaarde van de minimaal te lokaliseren magnitude wordt de *magnitude of completeness* genoemd.



Figuur 1. Overzicht van de seismische stations van het KNMI seismisch meetnetwerk en de *magnitude of completeness* (juni 2022), en de mijnbouwlocatie van WEB-3.

¹ <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/seismische-meetstations>

Sinds 2018 is het eerste seismische meetstation (ZH01) nabij de mijnbouwactiviteiten in Zuid-Holland actief (Figuur 2). Vanaf het voorjaar van 2020 is het KNMI seismisch meetnetwerk in deze regio uitgebreid met zeven meetstations (vijf boorgat- en twee oppervlaktemeters) (Figuur 2 en Tabel 1). Naar verwachting zal het netwerk in de nabije toekomst verder uitbreiden. De huidige *magnitude of completeness* nabij de mijnbouwlocatie van WEB-3 is tussen $M_L=0,5-1,0$.



Figuur 2. Overzicht van KNMI seismische meetstations en *magnitude of completeness*, olie- en gasvelden, en andere geothermische operaties nabij de mijnbouwlocatie van WEB-3.

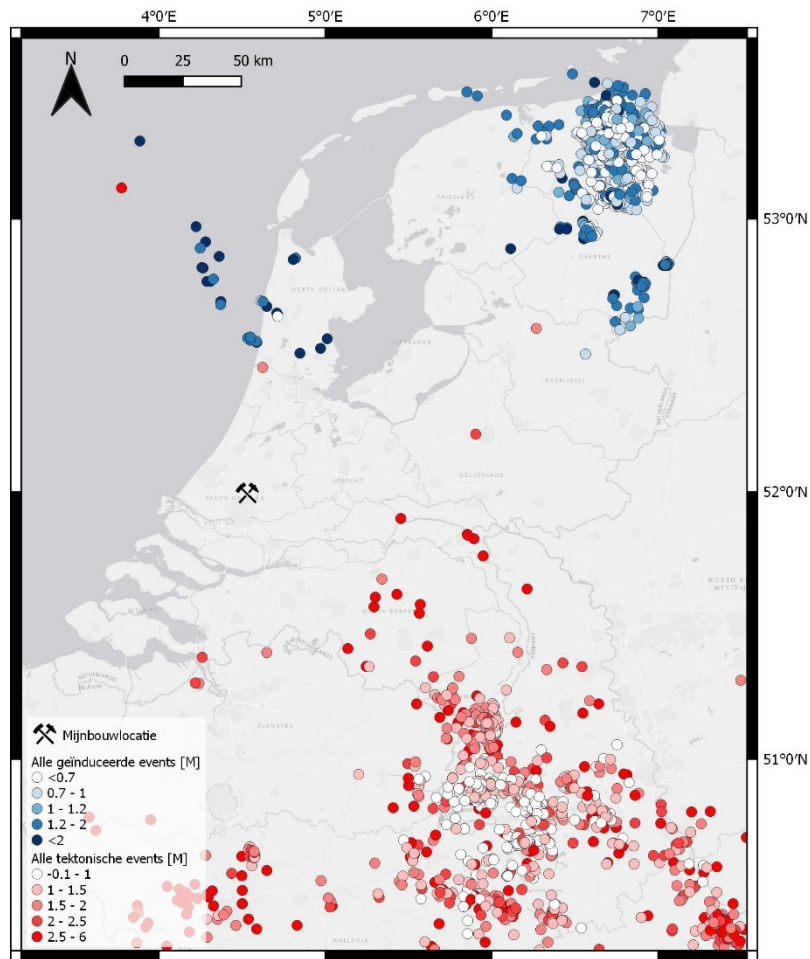
Tabel 1 Meetstations van het KNMI seismisch meetnetwerk in de omgeving van de mijnbouwlocatie van WEB-3.

Meetstation	Site naam	Type meetstation	Online sinds	Afstand tot mijnbouwlocatie
ZH01	Vlaardingen	Boorgat	2018-12-14	18.63 km
ZH02	Zoetermeer	Boorgat	2020-05-28	9.66 km
ZH03	Delfgauw	Boorgat	2020-04-06	8.93 km
ZH04	Spijkenisse	Boorgat	2021-01-05	20.17 km
ZH05	Barendrecht	Boorgat	<i>Binnenkort online</i>	17.75 km
ZH06	Naaldwijk	Boorgat	2020-04-06	21.21 km
ZH07	Den Haag - Westbroekpark	Boorgat	2022-04-22	20.35 km
VPR	Rotterdam	Versnellingsmeter	2020-11-15	15.47 km
NLDW	Naaldwijk	Versnellingsmeter	2021-04-06	22.90 km

4.2 Historische seismische events

Figuur 3 toont alle seismische events die tot nu toe (*juni 2022*) door het KNMI zijn gepubliceerd². In de regio van de mijnbouwlocatie heeft het KNMI tot op heden geen natuurlijke noch geïnduceerde seismische events gepubliceerd. Echter omdat tot 2020 de *magnitude of completeness* in Zuid-Holland $M_L=2,0$ was, is het niet uitgesloten dat niet-voelbare seismische events (*e.g.*, gerelateerd aan de lokale olie- en gaswinning) in deze regio hebben plaatsgevonden.

² <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/dataset/aardbevingscatalogus>



Figuur 3. Overzicht van alle seismische events gepubliceerd door het KNMI (juni 2022) en de mijnbouwlocatie van WEB-3.

Desalniettemin onderschrijft Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) in de “Staat van de Sector Geothermie” dat de kans op aardbevingen bij geothermie projecten in Zuid-Holland zeer gering is (SodM, 2017). Ook TNO-AGE beoordeelt dat de kans dat breuken bij het type geothermische reservoirs zoals in Zuid-Holland kritisch voorgespannen zijn als zeer gering, waardoor de kans dat substantiële seismiciteit bij deze type geothermische condities (*plays*) op zal treden zeer beperkt is (TNO-AGE, 2020).

4.3 Monitoring bij geothermische operaties

Betreft de risico's van eventuele seismiciteit bij geothermie benadrukt TNO-AGE het belang van monitoring bij geothermische operaties: dit kan leiden tot een beter begrip van eventuele seismiciteit (TNO-AGE, 2020). Seismisch monitoring van de ondergrond richt zich op het mitigeren van het risico van met name hoge magnitude events die voelbaar zijn en tot materiële schade kunnen leiden. Voor het geothermische operaties op lokale schaal is het van belang dat ook zwakkere events kunnen worden gedetecteerd: deze kunnen een voorbode kunnen zijn van het voorkomen van een zwaardere event.

4.4 Mogelijke gevolgen van seismische events

TNO heeft meerdere onderzoeken verricht naar de mogelijke schade door seismische events. Deze zijn in 2016 in een notitie aan Staatstoezicht op de Mijnen samengevat (TNO, 2016). De omvang van het gebied waar mogelijk schade kan optreden wordt bepaald door de magnitude, diepte, en de duur van de beving in combinatie met de lokale grondsamenstelling en aard en conditie van de bebouwing (TNO, 2009). Bij een seismisch event die krachtig genoeg is om schade te veroorzaken is het aantal potentiële schadegevallen binnen dit gebied sterk afhankelijk van de dichtheid van de bebouwing, terwijl de mate van schade op een bepaalde afstand van het epicentrum in grote mate wordt bepaald door het type bebouwing, de staat van onderhoud, en de lokale bodemgesteldheid (TNO, 2009).

In het geval van een geïnduceerde event met een substantiële grenswaarde van $M=3,5$ ten gevolge van geothermische activiteit verwacht TNO-AGE dat de schade beperkt blijft tot *damage state 2 (DS2)*: beperkte tot herstelbare schade (TNO-AGE, 2020). Echter is volgens het advies van het hooglerarenpanel aangaande het risicobeleid seismiteit van geothermie een $M_{\max}$ niet meer dan 1.5 op de schaal van Richter realistisch (Hooglerarenpanel, 2020). Bovendien erkent het hooglerarenpanel dat bij een dergelijk $M_{\max}=3.5$ het Lokaal Persoonlijk Risico (LPR – i.e., de kans op slachtoffers aan het oppervlakte) kleiner dan 10^{-5} is; dit valt binnen het Nederlandse risicobeleid voor seismische veiligheidsrisico voor alle vormen van geothermie (Hooglerarenpanel, 2020).

4.5 Mijnbouwactiviteit in de omgeving

De mijnbouwlocatie van WEB-3 is gelegen binnen de glastuinbouwgebied *Oostland*. In deze, en het naastgelegen *Westland*, zijn meerdere geothermische operaties actief (Figuur 2). De toenmalig minister van Economische Zaken en Klimaat heeft TNO gevraagd om te kijken naar de mogelijke cumulatieve effecten van meerdere aardwarmte winlocaties in de omgeving van de mijnbouwlocatie. TNO geeft in hun notitie aan dat in dit specifieke geval het gecombineerde effect van de winning van aardwarmte door de systemen Lansingerland I en Bleiswijk, en de toekomstige tijdelijke winning door het systeem Lansingerland II, geen indicatie lijkt te geven van een verhoging van het seismiteit potentieel ten opzichte van de situatie waarin één van de doubletten in productie is. Deze conclusie is gebaseerd op een kwalitatieve analyse van de verschillende systemen (TNO, 2021)

Bovendien zijn er in de omgeving van de mijnbouwlocatie van WEB-3 verschillende olie- en gasvelden (producerend en ingesloten) (Figuur 2). Door de distributie van de meetstations om deze velden kan er echter duidelijk gedifferentieerd worden tussen de verschillende mijnbouwactiviteiten als er sprake is van een geïnduceerde seismisch event in de omgeving.

4.6 Seismisch Risico Analyse

Om te bepalen of er een risico is dat ten gevolge van de aardwarmtewinning er een bodemtrilling optreedt is een systematiek opgesteld (Q-con /IF Technology, 2016). Op basis van deze leidraad worden de risico's op bodemtrilling ten gevolge van de aardwarmteproductie van de huidige en toekomstige geothermische operaties in Nederland beoordeeld. Wayland heeft in lijn met de leidraad een *Quick Scan* inventarisatie gedaan naar het gevaar van bodemtrillingen. In deze methodiek wordt systematisch gekeken naar negen mogelijke situaties die het risico van bodemtrillingen kunnen verhogen, waaronder de nabijheid van breuken in de formatie en de afstand tot gebieden waar tektonische en geïnduceerde seismische events voorkomen. De genormaliseerde score van de *Quick Scan* van de geothermische operatie WEB-3 is 0.37 en wordt geassocieerd met een medium risico (Panterra, 2021). Dit resultaat vereist een locatie-specifieke *Seismic Hazard Analysis (Level 2 SHA)*.

Bij de *Level 2 SHA* worden de lokale breuken in meer detail onderzocht en het seismische risico per relevante breuk gekwantificeerd. Thermo-elastische effecten van de afkoeling van het reservoir worden hierbij meegenomen. Deze *Level 2 SHA* is uitgevoerd door Panterra (2022) op basis van twee type geomechanische modellen: (i) een 2D analytisch model dat het mechanisme geeft van een mogelijk voorkomen van een seismische activiteit, door middel van berekeningen van de verandering van de in-situ spanningen rond een breuk zoals veroorzaakt door de geothermische operatie, en (ii) een 3D Mohr-Coulomb benadering die wordt gebruikt voor een probabilistische methode om de kans op een mogelijke seismische activiteit te berekenen. De gesimuleerde resultaten, gebruikmakende van beide modellen, laten zien dat voor het injecteren van 22 °C water in de Berkel Zandsteen, Delft Zandsteen en Alblasserdam laagpakketten de kans op het voorkomen van seismische events gerelateerd aan activiteit bij de geothermische operatie WEB-3 zeer laag is (Panterra, 2022). Door deze zeer lage kans stelt Panterra (2022) dat het niet realistisch is om de maximale impact van een geïnduceerd seismisch event te berekenen. Hierdoor is het ook niet mogelijk om een risico matrix of verkeerslicht systeem (TLS) op te stellen voor WEB-3. Het onderzoek van Panterra (2022) stelt dat door het lage risico het voldoende is om de baseline seismische activiteit in de omgeving van de geothermische operatie te monitoren op basis van het huidige KNMI seismisch meetnetwerk.

Referenties

- EZK (2021), *Instemmingbesluit aardwarmte winningsplan Lansingerland II*, 22 december 2021, DGKE-WO / V-3193
- Hooglerarenpanel (2020), *Advies hooglerarenpanel Risico beleid seismiciteit overige mijnbouw – Advies geothermie*, 25 november 2020
- Kruiver et al. (2021), *Ontwerp monitoringsnetwerk voor geïnduceerde seismiciteit ten gevolge van mijnbouwactiviteiten*, KNMI rapport TR-391
- Panterra (2021), *Seismic Hazard Analysis – Level 1 (Quickscan) WE Bergschenhoek 3*, November 2021, P2000043-04p
- Panterra (2022), *WE Bergschenhoek 3 Seismic Hazard Analysis*, January 2022, P2000043-02h
- Q-con / IF Technology (2016), *Defining the framework for seismic hazard assessment in geothermal projects*.
- SodM (2017), *Staat van de Sector Geothermie*, p 25.
- TNO (2009), *Kalibratiestudie schade door aardbevingen*, TNO-034-DTM-2009-04435
- TNO (2016) *Relatie tussen PGA waarden en kans op schade voor geïnduceerde aardbevingen in Groningen*, M0100296951
- TNO (2019), *Review of worldwide geothermal projects: mechanisms and occurrence of induced seismicity*, TNO report R100043.
- TNO (2021), *Mogelijk cumulatief effect van geothermische systemen Lansingerland, Lansingerland II en Bleiswijk op het seismiciteits-potentieel*, TNO-AGE notitie AGE 21-10.095
- TNO-AGE (2020), *Risico's van eventuele seismiciteit bij geothermie*, TNO-AGE rapport AGE-20-10.036.
- Wayland (2021), *Tijdelijk winningsplan Wayland Energy B.V. Lansingerland III*, 16 februari 2022