

SEISMISCH RISICO BEHEERSPLAN

Aardwarmte Wippolderlaan

Documentnaam	Seismisch Risico Beheersplan – Aardwarmte Wippolderlaan
Auteur(s)	HVC
Controle	████████████████████
Versie	v_1.0
Datum	3-1-2025
Status	Final

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Achtergrond	3
2.1	Locatie	3
2.2	Historische seismiciteit	3
2.3	Mijnbouwactiviteit in de omgeving	3
3	Seismisch monitoring	3
3.1	Invloed gebied	3
3.2	Netwerk KNMI	4
3.3	Monitoring	5
4	SDRA	5
5	Schade en relatie met groundbeweging	6
6	TLS	6
6.1	Seismisch Risico Coördinatie	7
6.2	Stoplichtsysteem (TLS)	7
7	Response protocol	7
7.1	Microseismiciteit	7
7.2	Groen (nauwelijks voelbaar)	8
7.3	Geel (algemeen voelbaar)	8
7.4	Oranje (mogelijk schade veroorzakend)	8
7.5	Rood (mogelijke overschrijding norm voor veiligheidsrisico)	9
8	Bijlagen	10
8.1	Aardbevingscatalogus Nederland en omgeving KNMI – 10 juli 2024	10

1 Inleiding

Aardwarmte Wippolderlaan (hierna WPL) ambieert 1 geothermisch doublet te ontwikkelen in Wippolderlaan. Bij dit project zal warmte worden gewonnen uit aardlagen van de Schieland Groep. Als onderdeel van Startvergunning is een Seismische Dreigings- en Risico Analyse (SDRA) uitgevoerd. De analyse resulteert in maximale piekgrondsnelheid (PGV) kleiner dan 33 mm/s, waarmee ruimschoots wordt voldaan aan de veiligheidsnorm.

Dit document beschrijft het Seismisch Risico Beheersplan (SRB). Dit beheersplan zorgt ervoor dat er bij waargenomen bevingen adequaat wordt gereageerd zodat schade wordt voorkomen/gemitigeerd en de omgeving en instanties geïnformeerd worden.

2 Achtergrond

2.1 Locatie

WPL ligt in de provincie **Zuid Holland**, onder de gemeenten **Westland**, **Den Haag** en **Rijswijk**, het hoogheemraadschap van **Delfland** en de veiligheidsregio **Haaglanden**.

2.2 Historische seismiciteit

Het overzicht van de tektonische- en geïnduceerde bevingen die door het KNMI zijn gepubliceerd is opgenomen in bijlage 8.1. Zoals te zien is in dit overzicht is er nog geen beving gepubliceerd in de buurt van de projectlocatie.

TNO AGE heeft in 2020 onderzoek gedaan naar de risico's van eventuele seismiciteit van geothermie¹. In deze studie is gekeken naar internationale analogen voor de Nederlandse situatie en wordt geconcludeerd dat er bij projecten met matrix gedomineerde stroming zoals het project Wippolderlaan, tot op heden geen seismiciteit ($M > 2,0$) is waargenomen. Ook bij Nederlandse systemen met matrix gedomineerde stroming zijn tot op heden geen bevingen ($M > 1,5$) gepubliceerd.

2.3 Mijnbouwactiviteit in de omgeving

Binnen het bereik van de aangevraagde startvergunning van WPL (Wateringen I) bevindt zich het verlaten gasveld genaamd Rijswijk. Dit veld heeft geproduceerd uit het Laagpakket van De Lier en het Laagpakket van Rijswijk en is nu verlaten. Deze laagpakketten behoren tot de Rijnland Groep en worden gescheiden van het Delft Zandsteen Laagpakket door het Rodenrijs Kleisteen Laagpakket. Derhalve wordt er geen interferentie met dit veld verwacht.

3 Seismisch monitoring

3.1 Invloed gebied

Het invloed gebied van het aardwarmtesysteem (Area of Influence - AoI) is het deel van de ondergrond dat afkoelt ($\Delta T > 0^\circ$) als gevolg van injectie van het door de warmtewinning afgekoelde water, alsmede het gebied waarin de druk beïnvloed wordt rondom de productieput. Bij de SDRA methodiek wordt dit gebied bepaald door de zone binnen twee buffers om de putmonden van de productie- en injectieput op reservoir niveau (Mijnlieff & Jaarsma, 2022). De buffer om de productie put is 300m, en de buffer om de injectieput is 0.7 x horizontale afstand tussen producer en injector op reservoirniveau. De combinatie van deze twee buffers vormt de AoI van een doublet. De AoI van WPL is weergegeven in Figuur 1.

Het SRB treedt alleen in werking als er een beving wordt gepubliceerd door KNMI die met inachtneming van de onzekerheid binnen de AoI valt.

¹ TNO (2020), Risico's van eventuele seismiciteit bij geothermie, AGE 20-10.036



Figuur 1 Aol van de putten WAT-GT-01 en WAT-GT-02 in het groen. Breuken op top reservoir zijn aangegeven in het zwart en de mid-reservoir punten met cirkels.

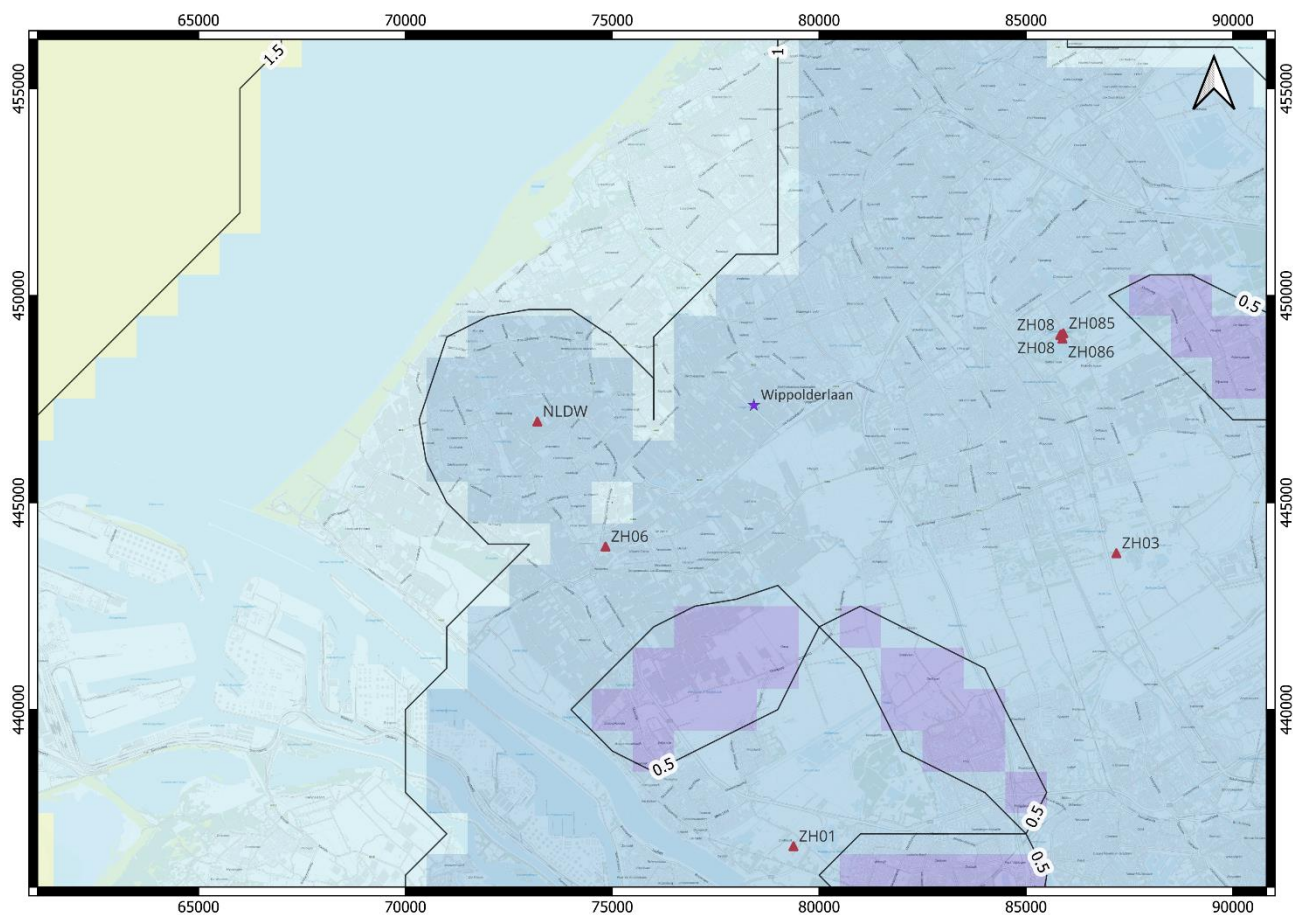
3.2 Netwerk KNMI

Het seismisch meetnetwerk van het KNMI² in en nabij Westland bestaat momenteel uit acht boorgatstations en twee versnellingsmeters aan het oppervlak (Figuur 2). Hiermee ligt de Magnitude of Completeness (MoC) voor de mijnbouwlocatie WPL tussen M0,5-1,0.

Aardbevingen gemeten door het KNMI-meetnetwerk hebben een locatie-onzekerheid van (i.e. de onzekerheid van de locatie-bepaling van een seismisch event). Deze locatie-onzekerheid is afhankelijk van de magnitude van een beving en van de aanwezigheid van oppervlakte of boorgat stations, de onzekerheid is locatie afhankelijk. KNMI publiceert jaarlijks nieuwe kaarten waarin de locatie onzekerheid wordt vastgesteld, de meest recente rapportage stamt uit 2023³. Indien er een beving wordt gepubliceerd zal de meest recente kaart gebruikt worden om de onzekerheid te bepalen.

² <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/stations>

³ Ruigrok et al. (2023). *Construction of earthquake location uncertainty maps for the Netherlands*. De Bilt, 2023 | Technical report; TR-405



Figuur 2 Mijnbouwlocatie, de huidige distributie van KNMI seismisch meetstations, en de magnitude of completeness nabij Westland

3.3 Monitoring

Om een beeld te krijgen van de situatie voor de start van boren en exploitatie wordt voor het project “Wippolderlaan” sinds mei 2021 de seismische activiteit die is gemeten bij de regionale meetstations van KNMI verwerkt en gerapporteerd door Sproule. Hierbij gaat het met name om de data van de oppervlaktometers en de diepste boorgatsensoren (-200 m diepte). Per meetsensor wordt de gemeten seismische activiteit voor de drie channels (meetrichting) geanalyseerd. Deze data worden vervolgens vergeleken door de tijd voor trendanalyse en naast de putactiviteitsdata gelegd voor potentiële correlatie. Daarnaast worden network coincidence triggers (waarbij op een kort interval, bij verschillende meetstations verhoogde waarden gemeten worden) gekarakteriseerd, en geëvalueerd of deze eventueel gerelateerd zijn aan activiteit nabij de mijnbouwlocatie.

De bevindingen worden maandelijks gesommeerd in het Sproule Seismisch Monitoring Dashboard. Deze gaat gepaard met een toelichting waar de data en analyses in detail gerapporteerd en gedocumenteerd worden.

4 SDRA

Het project Wippolderlaan gaat uit van exploitatie uit de Delft Zandsteen. Er is een Seismische Dreiging en Risico Analyse (SDRA) uitgevoerd, hierin is de SDRA rekentool (genaamd SRIMA) gebruikt om te bepalen hoe sterk een beving - in een extreem negatief scenario - in theorie zou kunnen zijn.

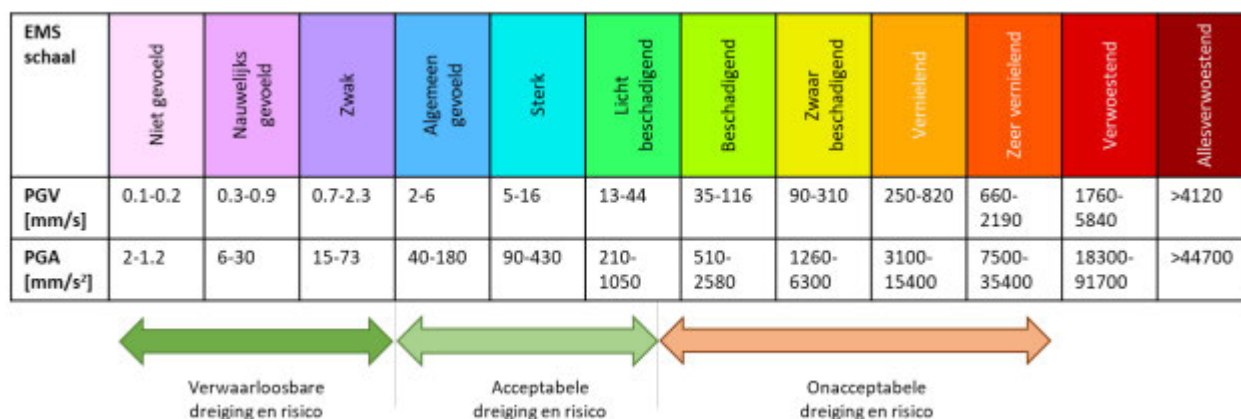
De berekeningen zijn gedaan voor een periode van 30 jaar, de beoogde termijn van de vervolgvergunning, om te voldoen aan het doelmatigheidsprincipe en het meest negatieve scenario te laten zien. De iteraties

resulteren in een PGV_{LCE} kleiner dan 33 mm/s. Hiermee blijft de gemodelleerde PGV onder de gestelde veiligheidsnorm en is het veiligheidsrisico acceptabel.

5 Schade en relatie met groundbeweging

“Een aardbeving vindt plaats op een locatie in de diepe ondergrond (aangeduid met coördinaten; x, y en z (diepte)), die het hypocentrum wordt genoemd. De projectie van deze hypocentrumlocatie op het aardoppervlak (ook wel het ‘maaiveld’) wordt epicentrum (x, y) genoemd.

Een aardbeving veroorzaakt een drukgolf in de ondergrond die zich vanaf het hypocentrum naar alle kanten verplaatst, waaronder naar het maaiveld. Wanneer de golf het maaiveld bereikt, veroorzaakt dat een beweging die, afhankelijk van de sterkte en diepte van de beving en (in mindere mate) de aard van de zeer ondiepe ondergrond, aan de oppervlakte gemeten en/of gevoeld kan worden. De intensiteit en gevolgen van die beweging kunnen kwalitatief worden geclassificeerd door middel van de schaal van Mercalli of de Europese Macro Seismische (EMS) schaal (Grünthal et al., 1998). Deze intensiteitsschalen zijn gebaseerd op de waarneembare gevolgen van een aardbeving. De beweging van het aardoppervlak kan worden gekwantificeerd in termen van piekgrondsnelheid in mm/s (Peak Ground Velocity, PGV) of grondversnelling in mm/s^2 (Peak Ground Acceleration, PGA). Deze twee classificatiesystemen kunnen ook aan elkaar worden gekoppeld; dat wil zeggen de grenzen van de verschillende EMS-klassen kunnen worden uitgedrukt in PGV- en/of PGA-waarden (Figuur 3). Hieruit blijkt dat grondsnelheden vanaf ca. 1 mm/s voor enkelen zwak voelbaar zijn (door enkele mensen binnen, in rust), en dat ze vanaf ca. 2 mm/s meer algemeen worden gevoeld (binnen door veel mensen, buiten door een enkelen). Trillingen van 1 mm/s en meer komen dagelijks voor, ook als gevolg van andere oorzaken dan aardbevingen, zoals bijvoorbeeld door langsgrijdend verkeer of bouwwerkzaamheden.”⁴



Figuur 3 Risico domeinen volgend uit pragmatische toepassing van de wettelijke bepalingen (koppeling tussen EMS schaal en PGV/PGA waarden volgens Zang et al., 2014)⁴

De conversie van magnitude en diepte naar piekgrondsnelheid wordt uitgevoerd op basis van het BMR2 model (Ruigrok & Dost, 2020⁵).

6 TLS

Uit de SDRA is gebleken dat kritisch gespannen breuken als gevolg van afkoeling niet uitgesloten kunnen worden. Ondanks de kleine kans moet een beving die kan leiden tot schade nadrukkelijk vermeden worden. Dit Seismisch Risico Beheersplan beschrijft welke maatregelen genomen worden om de mogelijke consequenties van de winning van geothermie zo veel mogelijk te beperken. Dit kunnen maatregelen zijn waardoor bodembeweging voorkomen of beperkt kan worden, of maatregelen waarmee negatieve gevolgen voorkomen, beperkt of verzacht worden.

⁴ Mijnlief et al. (2023). *Seismische Dreigings- en Risicoanalyse voor aardwarmteprojecten in Nederland*. Rapport versie 16 november 2023.

In dit plan wordt vastgelegd wat er met seismische gegevens wordt gedaan en welke situaties aanleiding geven tot het nemen van een mitigerende actie.

Voor geothermie geldt een Traffic Light System (TLS, stoplichtsysteem) dat aansluit bij de geldende wet- en regelgeving. Onderdelen zijn het effect aan het oppervlak/voor mensen, de PGV drempels, acties en de kleurcode van het TLS.

KNMI publiceert een beving, met een locatie, diepte en magnitude. Als de gepubliceerde locatie, met inachtneming van de locatie onzekerheid, binnen het beïnvloedingsgebied van het betreffende doublet valt wordt met BMR2⁵ de PGV bepaald. Na bepaling van de PGV geldt een bepaalde kleur in de TLS schaal en worden acties ondernomen zoals aangegeven in hoofdstuk 7 - Response protocol.

6.1 Seismisch Risico Coördinatie

Integraal onderdeel van de exploitatiefase van WPL is het VG zorgsysteem. In het VG zorgsysteem voor de exploitatiefase is een bedrijfsnoodplan gedefinieerd. Hierin is het Crisis Team (CT) beschreven. In het kader van seismisch risico heeft WPL tevens een Seismisch Risico Coördinatie Team (SRCT) benoemd. De leden vormen het eerste contactpunt voor alles wat te maken heeft met seismische activiteit. Bij seismische activiteit volgt het SRCT het escalatieproces zoals beschreven in onderstaande TLS.

6.2 Stoplichtsysteem (TLS)

Voor geothermie geldt een Traffic Light System (TLS, stoplichtsysteem) dat aansluit bij de geldende wet- en regelgeving. Het TLS wordt weergegeven in Tabel 1. Onderdelen zijn het effect aan het oppervlak/voor mensen, de PGV (peak ground velocity of piekgrondsnelheid) drempels en de kleurcode van het TLS. Op basis van het TLS wordt in hoofdstuk 7 - Response protocol, het effect voor mensen, de te ondernemen acties en het te volgen communicatie plan beschreven.

Hierbij dient te worden benadrukt dat er in de buurt van de Wippolderlaan locatie meerdere aardwarmtewinningen actief zijn in de diepe ondergrond als ook producerende koolwaterstof-voorkomens. Het vaststellen van een causaal verband tussen een geregistreerde aardbeving en exact welke winning dit heeft veroorzaakt is daarmee gecompliceerd en mogelijk niet onomstotelijk vast te stellen.

Tabel 1 Traffic Light System: grenswaarden voor het te volgen response protocol.

PGV-drempels	Magnitude op 2,15 km ⁵	Effect aan oppervlak
PGV < 0,3 mm/s	M < 1,05	Micro-seismiciteit
0,3 mm/s ≤ PGV < 1 mm/s	1,05 ≤ M < 1,61	Nauwelijks voelbaar
1 mm/s ≤ PGV < 3 mm/s	1,61 ≤ M < 2,13	Algemeen voelbaar
3 mm/s ≤ PGV < 33 mm/s	2,13 ≤ M < 3,23	Mogelijk schade veroorzakend
33 mm/s ≤ PGV	3,23 ≤ M	Mogelijke overschrijding norm voor veiligheidsrisico

7 Response protocol

Als het KNMI een beving publiceert in de omgeving van het invloed gebied zal het hieronder beschreven response protocol worden gehanteerd.

7.1 Microseismiciteit

Bij een PGV < 0,3 mm/s wordt het effect aan het oppervlak geclassificeerd als micro-seismiciteit, is de dreiging verwaarloosbaar en worden trillingen niet gevoeld door de omwonenden. Niet alle trillingen in dit bereik zullen worden gemeten en gepubliceerd.

- Het SRCT bespreekt elk kwartaal eventuele ontwikkelingen in het patroon van seismische waarnemingen.

⁵ Ruigrok and Dost (2020). *Advice on the computation of peak ground-velocity confidence regions for events in gas fields other than the Groningen gas field*. De Bilt, 2020 | Technical report; TR-386.

- Na publicatie van een eerste aardbeving, zal er jaarlijks worden gerapporteerd aan SodM mits elk jaar minimaal 1 aardbeving is voorgekomen.

7.2 Groen (nauwelijks voelbaar)

Indien er een beving met een $PGV\ 0,3\text{ mm/s} \leq PGV < 1\text{ mm/s}$ ($1,05 \leq M < 1,61$) wordt gepubliceerd door KNMI worden onderstaande acties uitgevoerd:

- Het SRCT komt op de eerste werkdag nadat de beving door KNMI is gepubliceerd bijeen en stelt vast of de locatie binnen de invloedssfeer (met inachtneming van locatieonzekerheid) van het doublet ligt.
- Het SRCT vergelijkt de plaats en waargenomen piekgrondsnelheid van de beving met het geologisch model, reservoirmodel, exploitatiedata en de uitgevoerde SDRA.
- Indien de waargenomen beving niet past bij de verleende vergunning en bijbehorende SDRA wordt deze opnieuw uitgevoerd.
- Het SRCT rapporteert binnen 6 maanden aan KGG en SodM:
 - Rapportage van de aardbeving (tijd, locatie, diepte en seismogram van stations die de trilling geregistreerd hebben)
 - Productie parameters (debiet, druk, injectietemperatuur) van de maand voorafgaand aan de beving
 - Vermoedelijke oorzaak van de beving

7.3 Geel (algemeen voelbaar)

Indien er een beving met een $1\text{ mm/s} \leq PGV < 3\text{ mm/s}$ ($1,61 \leq M < 2,13$) wordt gepubliceerd door KNMI worden onderstaande acties uitgevoerd:

- Het SRCT komt op de eerste werkdag nadat de beving door KNMI is gepubliceerd bijeen en stelt vast of de locatie binnen de invloedssfeer (met inachtneming van locatieonzekerheid) van het doublet ligt.
- Het SRCT vergelijkt de plaats en waargenomen piekgrondsnelheid van de beving met het geologisch model, reservoirmodel, exploitatiedata en de uitgevoerde SDRA.
- WPL informeert SodM (info@sodm.nl) binnen 1 werkdag.
- De beving kan zijn gevoeld door omwonenden, WPL verzorgt communicatie volgens het Crisis Communicatie Plan.
- Indien de waargenomen beving niet past bij de verleende vergunning en bijbehorende SDRA wordt deze opnieuw uitgevoerd.
- Het SRCT rapporteert binnen 6 maanden aan KGG en SodM:
 - Plaats, locatie, magnitude, schatting van de diepte van de aardbeving
 - Productieparameters (debiet, druk en injectietemperatuur) van de maand(en) voorafgaand aan de aardbeving
 - Vermoedelijke oorzaak van de aardbeving
 - Onderzoeksresultaten van herbeoordeling risicoanalyse (SDRA)

7.4 Oranje (mogelijk schade veroorzakend)

Indien er een beving met een $3\text{ mm/s} \leq PGV < 33\text{ mm/s}$ ($2,13 \leq M < 3,23$) wordt gepubliceerd door KNMI worden onderstaande acties uitgevoerd:

- Het SRCT komt met grootst mogelijke spoed (binnen 24 uur) nadat de beving door KNMI is gepubliceerd bijeen om aanbevelingen te formuleren en stelt vast of de locatie binnen de invloedssfeer (met inachtneming van locatieonzekerheid) van het doublet ligt.
- WPL informeert SodM (info@sodm.nl) binnen 1 werkdag.
- WPL verzorgt communicatie volgens het Crisis Communicatie Plan. Daarbij informeert WPL hoe en waar eventuele schade kan worden gemeld.

- Het SRCT vergelijkt de plaats en waargenomen piekgrondsnelheid van de beving met het geologisch model, reservoirmodel, exploitatiedata en de uitgevoerde SDRA.
- Als voor de beving geldt dat:
 - deze heeft plaatsgevonden binnen het vastgestelde beïnvloedingsgebied van het geothermie doublet (de zogenaamde Area of Influence of Aol)
 - deze buiten verwachting is op basis van de voorgelegde studies
 - deze met grote waarschijnlijkheid te relateren is aan geothermie activiteiten.dan wordt, met in achtneming van afnemers en warmteleveringsverplichtingen, het doublet binnen wiens Aol de aardbeving heeft plaatsgevonden binnen 24 uur na publicatie van de aardbeving door KNMI tijdelijk stopgezet.
- Doorstart is pas mogelijk als wordt voldaan is aan de volgende voorwaarden:
 - Mogelijke schade is in behandeling bij de Commissie Mijnbouwschade, voor zover mogelijk afgehandeld door Commissie Mijnbouwschade, of afgehandeld en betaald.
 - WPL stelt mitigerende maatregelen op om verdere aardbevingen te vermijden. Hierbij wordt een wijziging vergunning ingediend bij bevoegd gezag.
- Het SRCT rapporteert binnen 2 weken aan KGG en SodM:
 - Plaats, locatie, magnitude, schatting van de diepte van de aardbeving
 - Productieparameters (debiet, druk en injectietemperatuur) van de maand(en) voorafgaand aan de aardbeving
 - Vermoedelijke oorzaak van de aardbeving
 - Genomen/geplande maatregelen om verdere escalatie te voorkomen
 - Onderzoeksresultaten van herbeoordeling risicoanalyse (SDRA)

7.5 Rood (mogelijke overschrijding norm voor veiligheidsrisico)

Indien er een beving met een $33 \text{ mm/s} \leq \text{PGV}$ ($3,23 \leq M$) wordt gepubliceerd door KNMI worden onderstaande acties uitgevoerd:

- Het SRCT komt met grootst mogelijke spoed (binnen 24 uur) nadat de beving door KNMI is gepubliceerd bijeen om aanbevelingen te formuleren en stelt vast of de locatie binnen de invloedssfeer (met inachtneming van locatieonzekerheid) van het doublet ligt.
- SodM wordt onverwijld telefonisch geïnformeerd (+31 (0)6 533 88 722)
- WPL stopt exploitatie van het doublet binnen wiens Aol de aardbeving plaatsgevonden heeft, binnen 24 uur na publicatie van aardbeving door KNMI.
- WPL verzorgt communicatie volgens het Crisis Communicatie Plan. Daarbij informeert WPL hoe en waar eventuele schade kan worden gemeld.
- Als de beving niet met zekerheid toe te schrijven is aan de geothermie-activiteit zal WPL na een herbeoordeling van het seismisch risico een verzoek indienen bij SodM om de exploitatie te hervatten.

8 Bijlagen

8.1 Aardbevingscatalogus Nederland en omgeving KNMI – 10 juli 2024

