



Beheersplan seismisch risico TWL-01 en TWL-02

Operator: Trias Westland B.V.
Nieuweweg 1
2685 AP Poeldijk

Projectlocatie: Lange Broekweg 70B
2671 DW Naaldwijk

Plaats en datum: Naaldwijk, 22 februari 2022

Versie: 11.0

Correspondentie: [redacted] – [redacted] [@hvcgroep.nl](mailto:[redacted]@hvcgroep.nl)

Content

1.	Inleiding	3
2.	Achtergrond	3
2.1	Historische seismiciteit	3
2.2	Mijnbouwactiviteit in de omgeving	3
3.	Seismische monitoring.....	3
3.1	Netwerk KNMI	3
3.2	Monitoring	4
4.	SHA Level 2 TWL	4
4.1	Mogelijke gevolgen van bevingen	5
5.	Seismisch risico beheersplan	6
5.1	Seismisch Risico Coördinatie	6
5.2	Bereik.....	7
5.3	Verkeerslichtsysteem.....	7
5.4	Communicatie protocol	9

1. Inleiding

Trias Westland B.V. (hierna te noemen TWL) heeft vanaf één mijnbouwlocatie in Naaldwijk twee geothermie doubletten gerealiseerd; Trias Westland 1 – TWL-01, NLW-GT-01/02 en Trias Westland 2 – NLW-GT-03-S1/04. Bij deze projecten wordt warmte wordt geproduceerd uit aardlagen van de Schieland Groep (Delft en Alblasserdam). Tijdens de ontwikkeling van de projecten is voor beide doubletten separaat een SHA quickscan uitgevoerd. Uit de genormaliseerde score blijkt dat het potentiële seismisch risico voor TWL-01 op de grens tussen laag en midden wordt geclassificeerd, voor TWL-02 is dit laag. Op basis van deze uitkomst is een locatie specifieke “Seismic Hazard Analysis (SHA)” uitgevoerd door QCON. Omdat in deze studie het effect van afkoeling is meegenomen en kennisontwikkeling op dit vlak aangeeft dat ook afkoeling een effect kan hebben op de spanningen in de ondergrond is er ook nog een vervolgstudie gedaan waarin dit effect is gemodelleerd.

2. Achtergrond

2.1 Historische seismiciteit

Het overzicht van de tektonische- en geïnduceerde bevingen die door het KNMI zijn geregistreerd is opgenomen in bijlage **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** . Zoals te zien is in dit overzicht is er nog nooit een beving geregistreerd 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 vergelijkbaar met het project Trias Westland, tot op heden geen seismiciteit ($M > 2,0$) is waargenomen. Ook bij Nederlandse in productie zijnde systemen met matrix geen bevingen ($M > 1,5$) zijn gepubliceerd.

2.2 Mijnbouwactiviteit in de omgeving

Rond het project TWL-01 liggen verschillende olie- & gasvelden. De velden Gaag en Maasdijk produceren gas uit de Trias Bundsandstein, het De Lier veld produceert olie uit het Krijt De Lier Member. Geen van deze velden produceren uit de beoogde productieve reservoirsecties van TWL.

Er wordt geen interferentie verwacht tussen deze velden en de geplande putten. De gasvelden vallen binnen een Seismisch Risico Categorie 2, voor deze categorie geldt dat er additionele monitoring wordt toegepast. De monitoring van deze velden geschiedt via het netwerk van KNMI.

Het Seismisch Risico Beheersplan voor deze velden is te vinden op de website van NAM². Bij een beving van $M > 3,0$ is er verhoogde kans op schade en zal NAM stoppen met productie van het veld.

3. Seismische monitoring

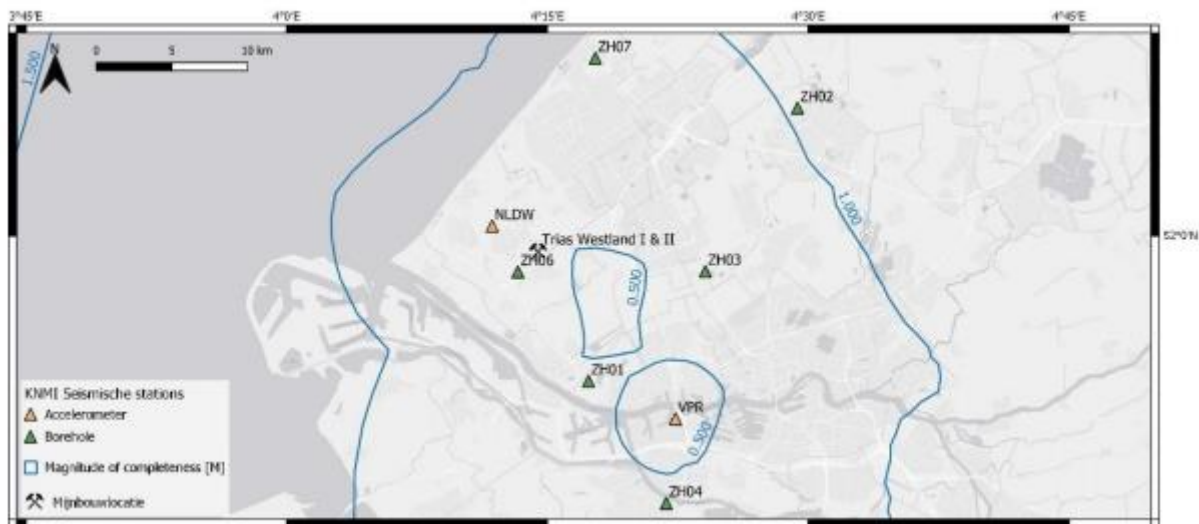
3.1 Netwerk KNMI

Het seismisch meetnetwerk van het KNMI³ in en nabij Westland bestaat momenteel uit vijf boorgatstations en twee versnellingsmeters aan het oppervlak (Figuur 1). Hiermee ligt de Magnitude of Completeness (MoC) voor de mijnbouwlocatie Trias Westland tussen $M_{0,5-1,0}$.

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

² www.nam.nl

³ <https://www.knmi.nl/nederland-nu/seismologie/stations>



Figuur 1 Mijnbouwlocatie, de huidige distributie van KNMI seismisch meetstations, en de magnitude of completeness nabij Westland

3.2 Monitoring

Voor beide doubletten wordt de seismische activiteit nabij de mijnbouwlocatie maandelijks geregistreerd, geanalyseerd (inclusief correlatie met putactiviteit), en gerapporteerd. Dit gaat op basis van het KNMI seismisch meetnetwerk, dat door de recente, significante uitbreiding zeer geschikt is voor seismisch monitoring en nulmetingen; in deze regio kunnen alle events met een magnitude hoger dan 0,5-1,0 gelokaliseerd worden⁴. In het geval dat het KNMI een event in de omgeving publiceert, wordt direct een automatische *alert-email* naar Trias Westland gestuurd.

Dagelijks wordt de seismische activiteit die is gemeten bij de regionale meetstations (2 versnellingsmeters en 5 boorgatstations) verwerkt. Hierbij gaat het met name om de data van de oppervlaktemeters en de diepste boorgatsensoren (-200 m diepte), met nadruk op het meetstation in Naaldwijk (ZH06, op 1,8 km van de mijnbouwlocatie). 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. Daarenboven worden *network coincidence triggers* (waarbij op een kort interval, bij verschillende meetstations hoge waarden gemeten worden) gekarakteriseerd, en geëvalueerd of deze eventueel gerelateerd zijn aan activiteit nabij de mijnbouwlocatie.

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

4. SHA Level 2 TWL

In augustus 2019 is door de firma QCON een Seismic Hazard Assessment level 2 (SHA-L2) uitgevoerd voor Trias Westland B.V. (TWL). Deze studie is gedaan op basis van het gerealiseerde eerste doublet (NLW-GT-01/02) en het toen nog te realiseren tweede doublet (NLW-GT-03/04) die na realisatie als kwartet één geothermisch systeem vormen.

In 2023 is een tweede SHA Level 2 uitgevoerd door PanTerra. De studie zoals uitgevoerd door PanTerra voor het bepalen van de breukstabiliteit gebruikt twee geomechanische modellen; een analytisch 2D-model om de slipneiging (SCU) langs een breukvlak te berekenen, en een Stochastisch model (1D) gebaseerd op het Mohr-Coulombcriterium voor het berekenen van breukstabiliteit op het meest kritisch-gespannen punt op het breukvlak dat volgt uit de SCU.

De conclusie van deze studie is dat voor 25°C waterinjectie in het reservoir bij een debiet van 430 m³ /hr @ 80% uptime gedurende 30 jaar de kans op reactivatie van breuk 1 "laag" tot "midden" is voor doublet 1 (~10-20% > 1.0 SCU, afhankelijk van de doorlatendheid van de breuk), en de kans op reactivatie van breuk 3 "laag"

⁴ Kruijer et al., 2021, *Ontwerp monitoringsnetwerk voor geïnduceerde seismiteit ten gevolge van mijnbouwactiviteiten*, KNMI rapport TR-391. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/seismische-meetstations>.

(~10% > 1.0 SCU) is. Voor doublet 2 is voor 25°C waterinjectie in het reservoir bij een debiet van 300 m³/hr @ 80% uptime gedurende 30 jaar het risico op reactivatie van breuk 2 “midden” (~20-30% > 1.0 SCU, afhankelijk van de doorlatendheid van de breuk). Aangezien slipneiging niet direct te vertalen is naar seismiteit geeft dit geen percentage van seismisch risico weer.

Omdat niet kan worden uitgesloten dat nabijgelegen breukvlakken door afkoeling kritisch gespannen kunnen raken wordt er een verkeerslichtsysteem opgesteld dat wordt beschreven in de volgende paragraaf.

Opmerkingen op basis van de uitgevoerde studie:

- De Shear Capacity Utilization (SCU) is een model om de slipneiging langs een breukvlak te berekenen; het geeft een indicatie van de neiging van een breuk om te gaan bewegen onder de opgelegde temperatuurveranderingen. De slipneiging is geen directe indicatie van seismiteit. Dit is onderzocht in KEM-07⁵, waar geen duidelijke correlatie is gevonden tussen overschrijding van een SCU van 1 en daadwerkelijk bevende (gas)velden.
- Omdat er geen meetbare bevingen hebben plaatsgevonden die gekoppeld kunnen worden aan geothermie systemen met matrix permeabiliteit in Nederland of vergelijkbare geologische settings met matrix permeabiliteit in het buitenland is het SCU model vooralsnog niet gekalibreerd.
- De velden Monster (productie sinds 01-12-1990) en de Lier (productie sinds 01-01-1957) produceren koolwaterstoffen uit omliggende reservoirs. Als gevolg van de drukdaling door productie in een olie- of gasveld treden in het reservoirgesteente spanningsveranderingen op. Spanningsverandering op een ondergrondse breuk kunnen leiden tot geïnduceerde bewegingen van het gesteente langs deze breuk. Aangezien er al meer dan 30 jaar productie uit deze velden plaatsvindt is het aannemelijk dat er al beïnvloeding van de natuurlijke stress heeft plaatsgevonden. De SHA houdt geen rekening met eventuele spanningsveranderingen in relatie tot de omliggende velden.

4.1 Mogelijke gevolgen van bevingen

In 2008 heeft TNO⁶ onderzoek gedaan naar de mogelijke schade door aardbevingen. 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. Bij een beving die krachtig genoeg is om schade te veroorzaken is het aantal potentiële schadegevallen binnen dit gebied sterk afhankelijk van de dichtheid van 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.

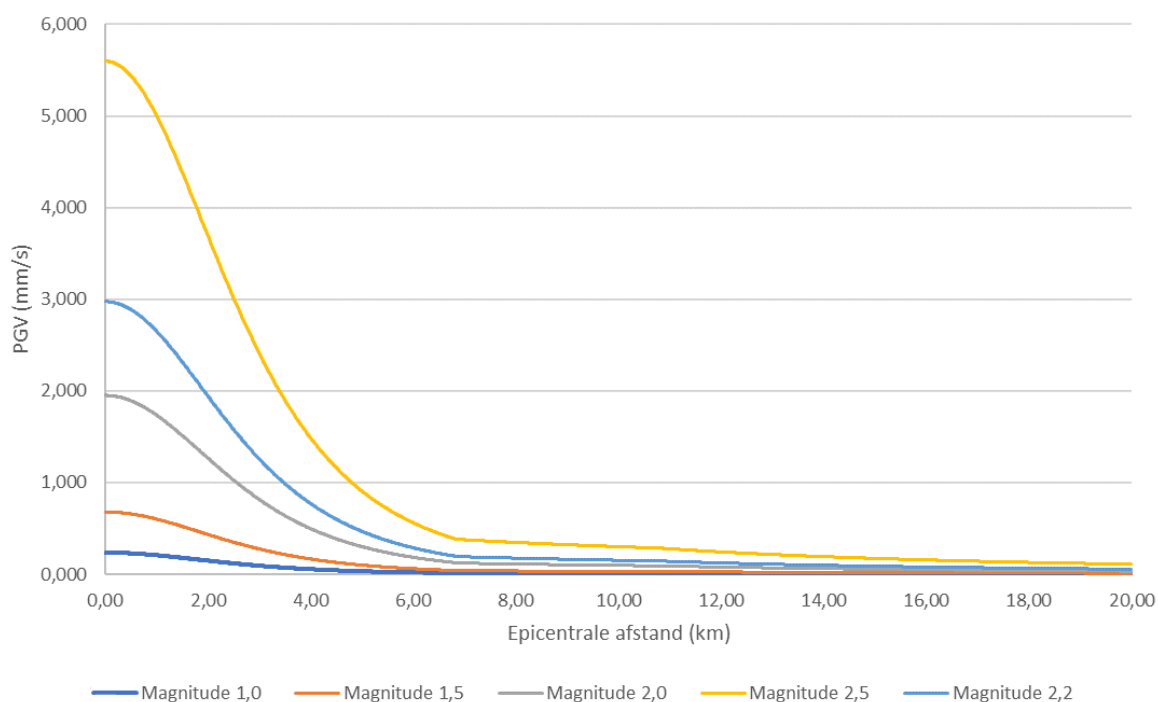
Volgens de SBR richtlijn is er 1% kans op schade bij categorie 3 bouwwerken (onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde) bij een Peak Ground Velocity (PGV) van 3 mm/s. De SBR richtlijn gaat uit van een zeer geringe kans dat zich minimale schade aan gevoelige gebouwen voordoet en geeft daarmee invulling aan een hoge mate van de toepassing van het voorzorgprincipe.

De Delft Zandsteen en de Formatie van Alblasserdam vormen het reservoir waaruit geproduceerd wordt, en bevinden zich op een diepte van gemiddeld 2,4 km. Ruigrok en Dost (2020)⁷ doen een voorstel voor een geschikte relatie om PGV waarden om te rekenen naar magnitude voor gasvelden buiten Groningen. Volgens deze empirische relatie resulteert een beving van M_{2,2} op reservoirdiepte van 2,4 km in een grondversnelling van 3,0 mm/s direct boven het episch centrum. Deze magnitude bepaalt derhalve de grens van oranje naar rood zoals beschreven in het TLS.

⁵ Baisch, R. & Baisch, S. (2018). *Geomechanical Study – Small Gas Fields in the Netherlands*. Q-con prepared for SodM.

⁶ Kalibratiestudie schade door aardbevingen (TNO-rapport, TNO-034-DTM-2009-04435, 11 november 2009).

⁷ E. Ruigrok and B. Dost (2020). Advice on the computation of peak ground-velocity confidence regions for events in gas fields other than the Groningen gas field. KNMI Technical report TR-386, de Bilt.



Figuur 2 Verwachte grondversnelling als gevolg van een beving op 2,4 km diepte en grondversnelling op basis van Ruigrok en Dost (2020)

Hierbij moet voorop gesteld worden dat de SBR-richtlijn niet hetzelfde is als de veiligheidsnorm zoals beschreven in de beleidsbrief en bijbehorende bijlage “Beleid voor verantwoord omgaan met fysieke risico’s en onzekerheden bij geothermie”. Hierin wordt gesteld dat bevingen van M3,5 zeker schade kunnen veroorzaken, maar serieuze veiligheidsrisico’s die mogelijk de norm van 10^{-5} overschrijden pas ontstaan bij veel zwaardere schade door seismiciteit boven deze magnitude.

5. Seismisch risico beheersplan

Deze paragraaf beschrijft het door TWL voorgestelde seismisch risico beheersplan. Het seismisch risico beheersplan beschrijft welke maatregelen genomen worden om de mogelijke consequenties van de winning van aardwarmte 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.

In dit plan wordt vastgelegd wat er met seismische gegevens wordt gedaan en welke situaties aanleiding geven tot het nemen van een mitigerende actie. Er is gekozen voor de aanpak met het zogenaamde Traffic Light System (TLS), waarbij per kleur wordt beschreven wat de mogelijke acties zijn en hoe er intern en extern wordt gecommuniceerd. Het doel van het TLS is om schade zo veel als mogelijk te voorkomen.

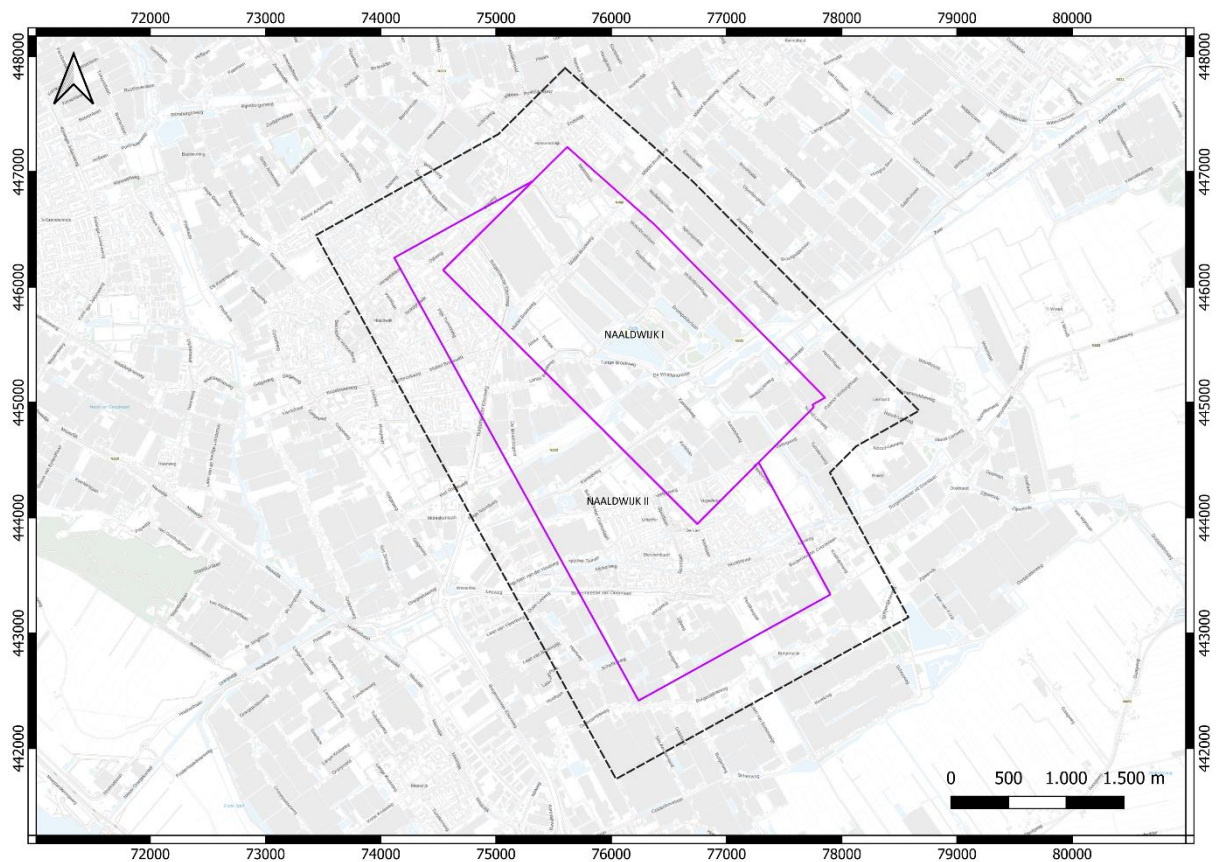
In overleg met SodM worden eventueel maatregelen op productiecapaciteit genomen om de kans op nieuwe bevingen te beperken.

5.1 Seismisch Risico Coördinatie

Integraal onderdeel van de exploitatiefase van TWL is het VG zorgsysteem. In het VG zorgsysteem voor de exploitatiefase is een Crisis Communication Plan (CCP) gedefinieerd. Hierin is het Crisis Team (CT) beschreven. In het kader van seismisch risico heeft TWL tevens een Seismisch Risico Coördinatie Team (SRCT) benoemd. De leden vormen het eerste contactpunt voor alles wat te maken heeft met seismiciteit. Bij seismische activiteit volgt het SRCT het escalatieproces zoals beschreven in het seismisch risicobeheerssysteem in tabel 1 in het onderstaande verkeerslichtsysteem.

5.2 Bereik

Het SRCT komt in actie als er door KNMI een beving wordt gepubliceerd binnen het bereik van de zwart gestippelde lijn in Figuur 3. Dit gebied is tot stand gekomen door de bepaling van de “Area of Influence”; een buffer van 500m rondom de winningsvergunningen Naaldwijk I en Naaldwijk II.



Figuur 3 Indien er een beving wordt gepubliceerd door het KNMI binnen het bereik van de zwarte stippellijn komt het SRCT in actie

5.3 Verkeerslichtsysteem

Om materiële schade als gevolg van het optreden van seismiciteit te voorkomen moet het tempo van de aardwarmtewinning mogelijk worden aangepast of zelfs worden gestopt als bepaalde grenswaarden worden overschreden. Hiervoor is allereerst een continue monitoring voor seismische activiteit nodig, deze wordt geleverd door het KNMI. KNMI publiceert bevingen binnen het bereik van de MoC op haar website. Indien er een beving wordt gerapporteerd zal deze vergeleken worden met het geologisch model, de locatie van putten en breuken.

Indien er een beving wordt geregistreerd met een magnitude van 2,2 of groter binnen het bereik zoals omschreven in sectie 5.2 zal de productie worden stopgezet. Aangezien bevingen niet worden verwacht op basis van het huidige geologische- en geomechanische model zal deze studie moeten worden herzien indien er wel een beving plaatsvindt.

Hierbij dient te worden benadrukt dat er in de buurt van de Trias Westland doubletten 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 Risicobeheerssysteem: communicatie- en actieplan bij een waargenomen beving

Magnitude	Escalatie	Interne communicatie	Acties	Externe communicatie
$0,5 < M \leq 1,0$ <i>Doorgaan</i>	Normaal werkgebied <i>Kans dat er vragen komen</i>	Indien er een beving wordt gemeten komt SRCT op de eerste werkdag nadat de aardbeving is gepubliceerd bijeen.	Indien er een beving wordt gemeten vergelijkt SRCT de plaats van de aardbeving met het geologische model, de locatie van putten en breuken.	- TWL informeert B&W van gemeente Westland. - TWL belt met SodM.
$1,0 < M < 2,2$ <i>Evalueren en aanpassen</i>	Seismische activiteit <i>Kans dat er vragen komen en dat de beving gevoeld is</i>	SRCT komt binnen 48 uur of op de eerste werkdag nadat de aardbeving is gepubliceerd bijeen.	- SRCT vergelijkt de plaats van de aardbeving met het geologische model, de locatie van putten en breuken. - Herziening van aannames in het geologisch- en geomechanisch model en SHA. - TWL reduceert de productie. - TWL zal volwaardige productie pas weer hervatten na akkoord (SodM).	- TWL rapporteert alle gemeten seismiciteit aan SodM. - TWL informeert SodM over de genomen productiemaatregelen. - TWL informeert B&W van gemeente Westland.
$M \geq 2,2$ <i>Stop</i>	Seismische activiteit <i>Kans dat de beving gevoeld is, kans op schade</i>	Het CT en SRCT komen direct gezamenlijk bijeen.	- TWL stopt productie. - SRCT vergelijkt de plaats van de aardbeving met het geologische model, de locatie van putten en breuken. - Herziening van aannames in het geologisch- en geomechanisch model en SHA. - TWL zal productie pas hervatten na akkoord van de toezichthouder (SodM) en communicatie met de omgeving. - TWL creëert capaciteit om meldingen van schade goed te behandelen.	- TWL rapporteert onverwijld alle gemeten seismiciteit aan SodM. - TWL belt B&W van de gemeente Westland om afspraken te maken over schadeafhandeling en externe communicatie. - CT belt de veiligheidsregio Haaglanden voor afstemming crisis management.

De uitgevoerde simulaties geven aan dat er een opbouw in magnitude van mogelijke bevingen wordt verwacht in de tijd. Een herhaling van kleinere bevingen kan zorgen voor een escalatie in het risicobeheerssysteem, deze escalatie is weergegeven in onderstaande tabel 2.

Tabel 2 Escalatie bij meer dan een enkele beving

Magnitude	Aantal bevingen in één jaar			
		1 beving	2 bevingen	3 bevingen en meer
	$0,5 < M \leq 1,0$			
	$1,0 < M < 2,2$			
	$M \geq 2,2$			

5.4 Communicatie protocol

TWL heeft een communicatie protocol vastgesteld dat is verbonden aan het TLS zoals hierboven aangegeven.

In geval er een status rood ontstaat is het communicatie protocol als volgt:

- **Binnen 12 uur na melding van een aardbeving:**
 - o KNMI publiceert de beving, het SRCT informeert direct het CT
 - o Trias Westland belt met SodM;
 - o Contact met NAM en de omliggende aardwarmtewinningen (Geothermie de Lier, Geopower Oudcamp, Green Well Westland, Nature's Heat en Aardwarmte Vogelaer) wordt gelegd;
 - o TWL belt het college van B&W van de gemeente Westland om afspraken te maken over schadeafhandeling en externe communicatie;
 - o CT belt de veiligheidsregio Haaglanden voor afstemming crisis management;
 - o TWL publiceert de aardbeving op haar website;
 - o De aardbeving wordt gecommuniceerd naar de omwonenden van de aardwarmtewinning via email en/of whatsapp;
 - o TWL informeert de aandeelhouders.
- **Binnen 48 uur na melding van een aardbeving:**
 - o TWL CT stelt een nader communicatieplan op en stelt nadere acties vast in overeenstemming met het CCP, in samenspraak met het SRCT en het bevoegd gezag.
- **Verdere acties die na 48 uur plaatsvinden:**
 - o TWL start met onderzoek van eventuele schadeclaims via aan te stellen onafhankelijke schade experts.
 - o Op de website zal informatie worden geplaatst omtrent het verwijzen naar mogelijkheden om een schadeclaim in te dienen als TWL Westland wordt verbonden aan de opgetreden aardbeving.
 - o De aardbeving wordt nader toegelicht aan de omwonenden van de aardwarmtewinning via een inloopsessie.

De contactlijst voor de opvolging van een aardbeving is hieronder aangegeven en is toegevoegd aan het Trias Westland CCP. De lijst geeft aan wie contact heeft met welke personen en organisaties.

Organisatie	Persoon	Telefoonnummer	Verantwoordelijk
College B&W	Bouke Arends (Burgemeester)	(0174) 673335	Marco van Soerland
Gemeente Westland	Jeroen Straver	06-51949518 / 0174-672415	Marco van Soerland
SodM	Calamiteiten nummer	+31 (0)6 533 88 722	Harold Koekkoek
NAM	Rob van Eijs	0592-364022	Harold Koekkoek
Geothermie de Lier	Paul Steekelenburg	06-22421014	Harold Koekkoek
Geopower Oudcamp	Patrick Dekker	06-13360807	Harold Koekkoek
Green Well Westland	Ted Zwinkels	06-20002049	Harold Koekkoek
Nature's Heat	Paul van Schie	06-10205405	Harold Koekkoek
Aardwarmte Vogelaar	Henry Janssen	06-22098817	Harold Koekkoek
Stakeholders TWL:			
Cooperation TWL	Voorzitter Erik Persoon	06-50548883	Tarek Hopman
HVC groep	Arjan ten Elshof	06-51485224	Harold Koekkoek
Capturam	Frank Binnekamp	06-22902051	Harold Koekkoek
Royal Floraholland	Pieter Foekens	06-12209761	Harold Koekkoek
Omwonenden	Meerdere personen	Contact lijst omwonenden	Marjolein Lokhorst

Contact informatie van de verantwoordelijke Trias Westland stafleden:

Marco van Soerland (directeur) – 06-12702087
Harold Koekkoek (exploitatie manager) – 06-51803253