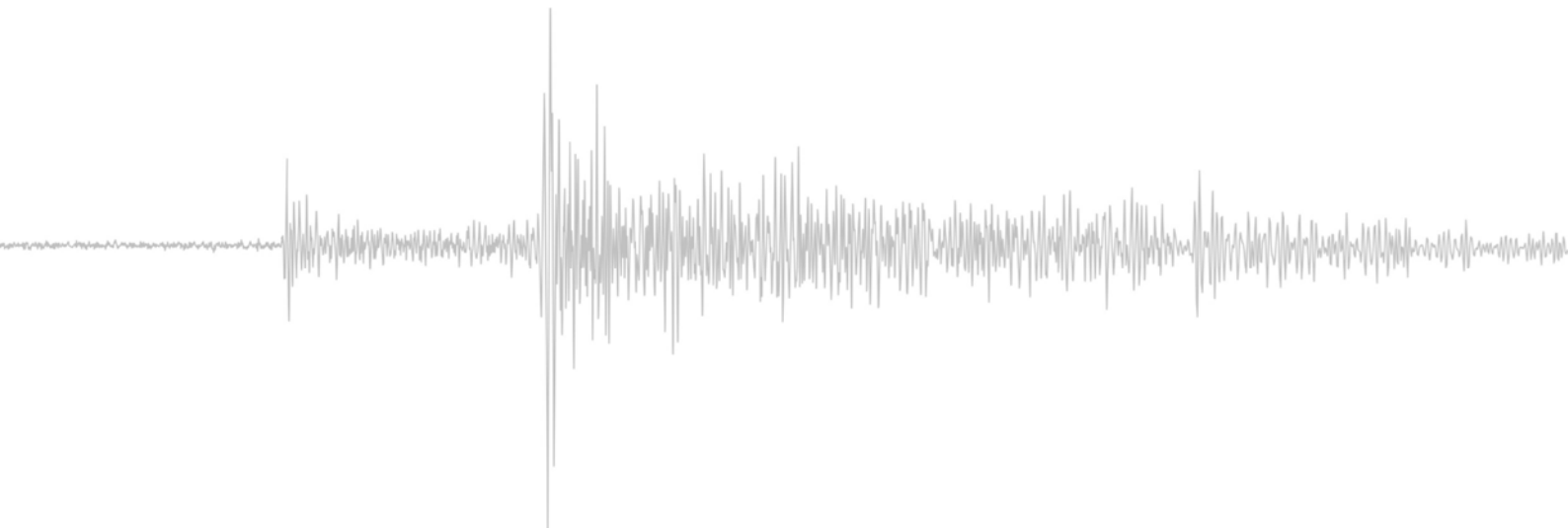




**Seismisch Risico Beheersplan
Aardwarmtecombinatie Luttelgeest**



	Seismisch Risicobeheersplan		Versie	4.0
			Datum	13-09-2024
			Omschrijving	Definitief
	SRB ACL		Pagina	2 van 16

Versie	Datum	Reden revisie
0.0		Concept
1.0	19-08-2022	definitief
2.0	23-03-2023	Update nummers
2.1	22-11-2023	Update nav advies Sodm/Ezk
3.0	11-03-2024	Wijzigingen MoC KNMI
3.1	18-3-2024	Update tabel nav opm SodM/Ezk
4.0	13-09-2024	Nieuw TLS geothermie

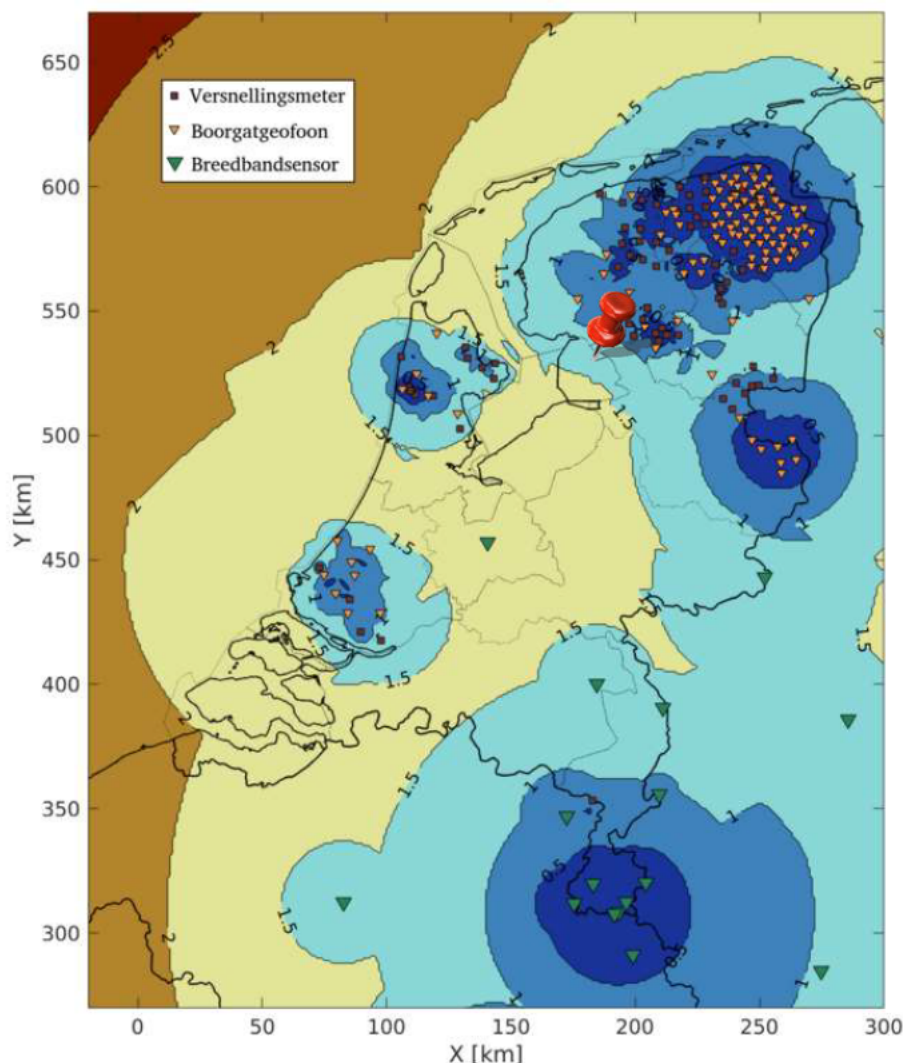
	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
	SRB ACL	Omschrijving	Definitief
		Pagina	3 van 16

Inleiding

In dit Seismisch Risico Beheersplan is omschreven hoe binnen het winningsgebied van Aardwarmte Combinatie Luttelgeest (hierna: ACL) de seismiciteit wordt gemonitord, welke situaties aanleiding geven tot het nemen van een mitigerende actie, welke actie ondernomen zal worden en hoe en wanneer de omgeving geïnformeerd wordt in het geval er seismiciteit wordt gemeten. ACL werkt met een zogenaamd Traffic Light System (TLS).

Monitoring

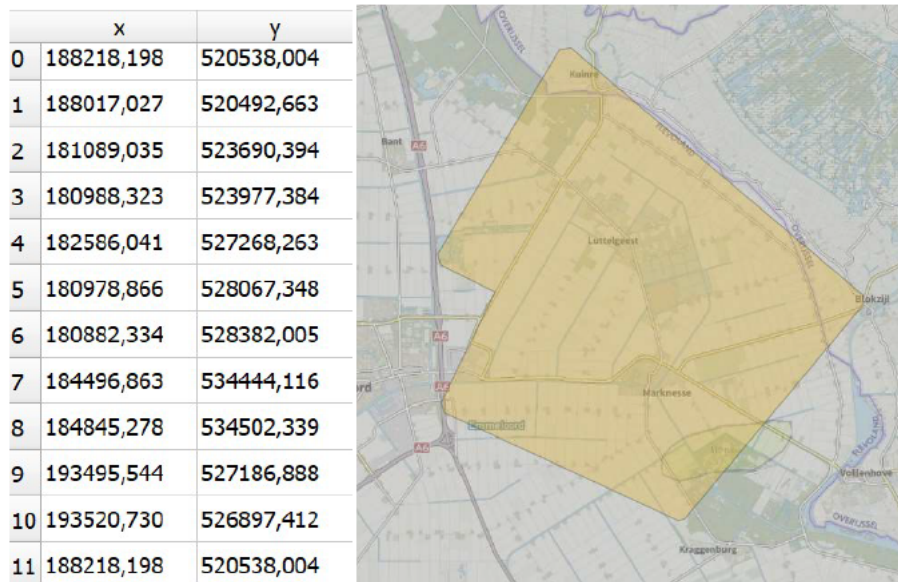
De seismiciteit in het winningsgebied van ACL wordt gemonitord door het KNMI. In overleg met het KNMI is vastgesteld dat in de Noordoostpolder de detectie- en locatiethreshold tussen de $M=1.0$ en $M=1.5$ ligt. De dichtstbijzijnde borehole-seismometer bevindt zich in Oldetrijne op ca. 12km afstand. In figuur 1 is een overzicht van het KNMI-meetnetwerk met de bijbehorende compleetheidsmagnitude weergegeven.



Figuur 1 KNMI-meetnetwerk met detectiegrenzen met de locatie van ACL aangewezen met de rode punaise.

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
	SRB ACL	Omschrijving	Definitief
		Pagina	4 van 16

In figuur 2 zijn de winningsvergunningen van ACL en Hoogweg Aardwarmte BV te zien met een kader van minimaal 500m eromheen. Binnen dit gebied wordt gemonitord.



Figuur 2 Gebied binnen het oranje vlak wordt gemonitord. Links de coördinaten.

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
		Omschrijving	Definitief
	SRB ACL	Pagina	5 van 16

Distributie van seismische data

Het management team van ACL wordt op de hoogte gehouden van bevingen (events) in Nederland middels de RSS feed van het KNMI. Indien er events zijn in het winningsgebied van ACL ontvangen de teamleden een automatisch bericht van de RSS feed reader. Alle gemeten events worden z.s.m. tot uiterlijk 24 uur na het event doorgestuurd naar IF Technology.

Verwerking van gegevens

- Eventuele seismische activiteit zal door het KNMI geregistreerd en gelokaliseerd worden.
- De seismische data worden door ACL gecorreleerd met o.a. de druk-, temperatuur- en debiet metingen.
- IF Technology wordt binnen 24 uur op de hoogte gebracht van een event en zal o.a. de magnitude, frequentie en locatie analyseren.
- De resultaten van de voorlopige analyse hiervan zijn binnen 2 werkdagen beschikbaar.
- Bij alle events zal het crisisteam samenkomen welke bestaat uit de directie, QHSE-manager en de adviseur seismiciteit & reservoir.

Rapportage

- Analyses van events en beheersmaatregelen worden gerapporteerd in PDF format.
- De directie van ACL communiceert over gemeten events per sms en per e-mail.
- De QHSE-manager neemt groene events ($M < 0.8$) op in de jaarlijkse rapportage seismiciteit.
- De QHSE-manager rapporteert bij groene ($M > 0.8$) gele of oranje events binnen 1 werkdag per e-mail naar SodM conform formulier Bijlage 2.
- SodM wordt bij rode events z.s.m. telefonisch op de hoogte gebracht. Binnen 1 werkdag volgt een formulier conform Bijlage 2.
- Over rode events wordt telefonisch, per e-mail en via de website gerapporteerd aan stakeholders.

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
	SRB ACL	Omschrijving	Definitief
		Pagina	6 van 16

TLS

TLS voor aardwarmte

Voor aardwarmte geldt een Traffic Light System (TLS, stoplichtsysteem) dat aansluit bij de geldende wet- en regelgeving. De TLS voor matrix gedomineerde geothermiesystemen wordt hieronder weergegeven. Onderdelen zijn het effect aan het oppervlak/voor mensen, de PGV¹ drempels, acties en de kleurcode van de TLS.

Effect aan oppervlak / voor mensen	PGV-drempels	Acties	
Microseismiciteit	PGV < 0,3 mm/s	Publicatie trilling door KNMI, indien lokaal netwerk aanwezig is ²	
Niet voelbaar	0,3 mm/s ≤ PGV < 1 mm/s	Publicatie trilling door KNMI Onderzoek door vergunninghouder + Communicatie conform communicatieplan	
Voelbaar	1 mm/s ≤ PGV < 3 mm/s	Publicatie trilling door KNMI Onderzoek door vergunninghouder ³ + Communicatie conform communicatieplan	
Mogelijk schade veroorzakend	3 mm/s ≤ PGV < 33 mm/s	Publicatie trilling door KNMI Stoppen productie + Onderzoek door vergunninghouder. + Mogelijke herstart onder voorwaarden + Communicatie conform communicatieplan	
Mogelijke overschrijding norm voor veiligheidsrisico	PGV ≥ 33 mm/s	Publicatie trilling door KNMI Stoppen productie + Communicatie conform communicatieplan	

Toelichting Acties bij TLS niveaus

Vergunninghouders voert onderzoek uit naar ontwikkeling van (micro-)bodemtrillingen en rapporteert regelmatig hierover naar bevoegd gezag en toezichthouder.

¹ PGV=peak ground velocity of piekgrondsnelheid

² Deze categorie geldt alleen op locaties waar een lokaal netwerk aanwezig is met het vermogen om microseismiciteit (PGV < 0,3 mm/s) te detecteren. De minimale detectielimieten worden bepaald door het KNMI netwerk

³ Het verschil tussen het groene en gele niveau zit in de mate van detail van het onderzoek door uitvoerder aardwarmte

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
		Omschrijving	Definitief
	SRB ACL	Pagina	7 van 16

Op basis van de zwaarte van aardbevingen die plaatsvinden wordt het traffic light system (TLS) gebruikt om vervolgacties te bepalen.
Het KNMI publiceert gegevens over het optreden van een bodemtrilling. Deze gegevens kunnen door iedereen geraadpleegd worden. De uitvoerder dient actief te monitoren op meldingen van bevingen in zijn gebied.

Eerste niveau van TLS:

Microseismiciteit	PGV < 0,3 mm/s	Publicatie trilling door KNMI, indien lokaal netwerk aanwezig is	
-------------------	----------------	--	--

Acties vergunninghouder: jaarlijkse rapportage seismiciteit na registratie eerste bodemtrilling, in het geval dat jaar een trilling heeft plaatsgevonden. Zolang er geen trillingen plaatsgevonden hebben, hoeft de vergunninghouder ook niet te rapporteren.

Tweede, derde en vierde niveau van TLS:

Niet voelbaar	$0,3 \text{ mm/s} \leq \text{PGV} < 1 \text{ mm/s}$	Publicatie trilling door KNMI Onderzoek door vergunninghouder + Communicatie conform communicatieplan	
Voelbaar	$1 \text{ mm/s} \leq \text{PGV} < 3 \text{ mm/s}$	Publicatie trilling door KNMI Onderzoek door vergunninghouder + Communicatie conform communicatieplan	
Mogelijk schade veroorzakend	$3 \text{ mm/s} \leq \text{PGV} < 33 \text{ mm/s}$	Publicatie trilling door KNMI Stoppen productie + Onderzoek door vergunninghouder. + Mogelijke herstart onder voorwaarden + Communicatie conform communicatieplan	

Voor deze drie categorieën is een deel van de acties hetzelfde en daarom worden deze tegelijk toegelicht.

Stap 1:

De vergunninghouder stelt, binnen twee werkdagen na vaststelling van de beving door KNMI, vast of de aardbeving binnen de invloedssfeer (met inachtneming van locatieonzekerheid) van het doublet ligt. Tevens bepaalt de vergunninghouder het TLS niveau en neemt de bijbehorende acties en maatregelen.

Stap 2: Past de waargenomen aardbeving binnen de verleende vergunning (SDRA)?

Ja – vergunninghouder gaat door met activiteit.

Nee – vergunninghouder moet SDRA aanpassen en aanvraag tot wijziging van de vergunning indienen bij KGG binnen zes maanden na aardbeving.

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
	SRB ACL	Omschrijving	Definitief
		Pagina	8 van 16

Stap 3: Onderzoek door vergunninghouder:

Rapportage van bodemtrilling en afhandeling van rapportage eisen binnen 6 maanden na plaatsvinden beving.

- Optioneel naar oordeel vergunninghouder: Locatie specifieke analyse van hypocentrum om de oorzaak van de trilling te bepalen => eventueel bijstelling categorie TLS en doorvoeren gevolgen van bijstelling op operationele parameters binnen verleende vergunning.

Stap 4 (geldend vanaf niveau oranje):

In het geval dat de bodemtrilling:

- Plaatsgevonden heeft binnen het vastgestelde beïnvloedingsgebied van het geothermie doublet (de zogenaamde Area of Influence of AOI) met inachtneming van de onzekerheid in locatiebepaling.
- Buiten verwachting is op basis van de voorgelegde studies
- Met grote waarschijnlijkheid te relateren is aan aardwarmte activiteiten.
- Dan dient een tijdelijke stop van de winning plaats te vinden binnen wiens AOI de bodemtrilling plaatsgevonden heeft, binnen 24 uur na publicatie van aardbeving door KNMI.

Alleen doorstart als voldaan is aan voorwaarden:

1. Mogelijke schade is in behandeling bij de Commissie Mijnbouwschade⁴, voor zover mogelijk afgehandeld door Commissie Mijnbouwschade, of afgehandeld en betaald.
2. Er worden door de vergunninghouder mitigerende maatregelen opgesteld in een aanvraag om wijziging van de vergunning om verdere bodemtrillingen te vermijden. Op deze aanvraag om wijziging van de vergunning wordt door verschillende adviseurs geadviseerd voordat KGG een besluit neemt.

Minimaal te verstrekken informatie aan bevoegd gezag en toezichthouder:

- › Plaats, locatie, magnitude, schatting van de diepte van de bodemtrilling
- › Productieparameters (debiet, druk en injectietemperatuur) van de maand(en) voorafgaand aan de aardbeving
- › Vermoedelijke oorzaak van de bodemtrilling
- › Genomen/geplande maatregelen om verdere escalatie te voorkomen
- › Onderzoekresultaten van herbeoordeling risicoanalyse (SDRA)
- › Trendanalyse bij herhaalde bevingen

Bij een aanpassing van de SDRA zal de vergunninghouder binnen zes maanden van de aardbeving een aanvraag tot wijziging van de vigerende vergunning indienen bij KGG. KGG zal hierop advies vragen aan onder andere SodM en een besluit nemen.

Communicatie: wat, wie, hoe, wanneer?

Er dient een adequaat omgevingsmanagement en communicatieplan aanwezig te zijn. Dit wordt vastgelegd in het overkoepelende seismisch risico beheersplan/protocol (SRB/P). In deze TLS wordt hier niet verder op ingegaan. Communicatie dient altijd plaats te vinden volgens het communicatieplan.

Bij aardbevingen in geel/oranje niveau wordt SodM per e-mail (info@sodm.nl), binnen 1 werkdag op de hoogte gesteld. Communicatie over de aardbeving met de omgeving blijft de verantwoordelijkheid van de vergunninghouder.

⁴ Op dit moment is overleg gaande tussen de aardwarmte sector en het Ministerie over behandeling van eventuele schade voortkomt uit winning van aardwarmte door de Commissie Mijnbouwschade.

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
		Omschrijving	Definitief
	SRB ACL	Pagina	9 van 16

Laatste niveau van TLS:

Mogelijke overschrijding veiligheidsrisico	PGV $\geq$ 33 mm/s	Registratie bodemtrilling Stoppen productie + Onderzoek door vergunninghouder. + Communicatie conform communicatieplan	
--	--------------------	---	--

Dit betreft de hoogste categorie van dit TLS. Bij dit niveau is er sprake van een kans op een overschrijding van de veiligheidsnorm. Als een bodemtrilling met een dergelijke grondsnelheid voorkomt dan is kans op aanzienlijke schade. De vergunninghouder zal de aardwarmte activiteit stoppen binnen 24 uur na melding van de beving door KNMI. Langzaam insluiten heeft de voorkeur, om mogelijke trailing effecten te vermijden. Deze kan alleen opgestart worden als de bodemtrilling met zekerheid niet toe te schrijven is aan de aardwarmte activiteit. De vergunninghouder volgt de SRB en zijn calamiteiten- en communicatieplan welke zijn vastgelegd. SodM wordt onverwijld telefonisch geïnformeerd (<https://www.sodm.nl/melden/meld-een-ongeval-voorval>).

Als de bodemtrilling te relateren is aan aardwarmte dan dient er op grotere schaal onderzoek plaats te vinden naar de oorzaak van de bodemtrilling en dient de gebruikte methodiek voor de seismische risicoschatting opnieuw geëvalueerd te worden. Dit onderzoek zal door KGG worden opgepakt.

Meldingen van schade zullen in behandeling worden genomen en moeten worden betaald door de vergunninghouder.

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
	SRB ACL	Omschrijving	Definitief
		Pagina	10 van 16

Toelichting op TLS

Toelichting gebruik grondsnelheid (PGV)

Omdat geothermie nu en in de toekomst toegepast wordt/zal worden in een ruim dieptebereik (van 500 m tot mogelijk 4000 m) is voor het voorgestelde TLS besloten om niet de magnitude van een aardbeving, maar de veroorzaakte grondsnelheid (PGV) voor de drempelwaarden in de TLS te gebruiken. Deze keuze is gemaakt omdat de effecten aan het oppervlak voor elke magnitude afhankelijk van de diepte van de aardbeving zijn. Om de magnitude op een bepaalde diepte te vertalen naar PGV is gebruik gemaakt van de Ground Motion Prediction Equation (GMPE, voorspellingsmodel voor grondbeweging) van Ruigrok en Dost met de aangepaste Bommer vergelijking voor de andere gasvelden dan Groningen in Nederland⁵. Strikt genomen is deze GMPE alleen gekalibreerd met aardbeving met magnitude tussen 1,2 en 3,6 en een diepte tussen de 2400 en 3500 m (overeenkomstig met de geobserveerde aardbevingen bij de andere gasvelden). Anderzijds is het niet de verwachting dat de amplitudes van de grondbeweging aan het oppervlak een heel ander verloop gaan krijgen voor magnitudes kleiner dan 1,2.

Onderstaande tabel is toegevoegd voor vergelijking tussen grondsnelheid en magnitudes op verschillende dieptes. Hiervoor is een diepte van 3 km gekozen om de vergelijking te kunnen maken met de gasvelden in Nederland die over het algemeen voorkomen op 3 km diepte. Daarnaast is 2 km diepte toegevoegd omdat veel geothermie projecten op ongeveer 2 km diepte zitten.

PGV	Magnitude (project op 3 km diepte)	Magnitude (project op 2 km diepte)
0,3 mm/s	1,0	0,8
1 mm/s	1,9	1,5
3 mm/s	2,4	2,1
33 mm/s	3,5	3,25

Toelichting Acties – niveau groen

Het uitgangspunt is dat iedere aardbeving veroorzaakt door geothermie onderzocht moet worden, om te leren en meer inzicht te krijgen in het mechanisme. Omdat aardbevingen in deze categorie niet overal en altijd geregistreerd worden, zou dit betekenen dat projecten die extra meetpunten hebben aangelegd onderzoek moeten doen, en anderen niet. Om deze ongelijkheid weg te halen en het aanleggen van lokale meetpunten door projecteigenaren niet te ontmoedigen maar juist te stimuleren, is EZK bereid, indien gewenst, het benodigde onderzoek op zich te nemen voor de kleinere aardbevingen (tot een grondbeweging (PGV) van 0,3 mm/s). Voordeel hiervan is dat kennis wordt opgedaan van de niet-voelbare aardbevingen voordat een waarneembare aardbeving plaatsvindt. Voor de vergunninghouder is het een voordeel dat de overheid dit deel van het onderzoek laat uitvoeren en dat de vergunninghouder deze kennis kan gebruiken om schade en een veiligheidsrisico door voelbare aardbevingen te voorkomen.

⁵ Ruigrok and Dost. Advice on the computation of peak ground-velocity confidence regions for events in gas fields other than the Groningen gas field. Technical report KNMI 2020.
<https://www.knmi.nl/research/publications/advice-on-the-computation-of-peakground-velocity-confidence-regions-for-events-in-gas-fields-other-than-the-groningen-gas-field>

	Seismisch Risicobeheersplan		Versie	4.0
			Datum	13-09-2024
			Omschrijving	Definitief
	SRB ACL		Pagina	11 van 16

Referenties

Bommer, J.J., Stafford, P.J. & Ntinalexis, M. (2021). Empirical Equations for the Prediction of Peak Ground Velocity due to Induced Earthquakes in the Groningen Gas Field. nam.nl

Geurts, C.P.W. & Steenbergen, R.D.J.M. (2016). Relatie tussen PGA waarden en kans op schade door geïnduceerde aardbevingen in Groningen, TNO notitie M0100296951

KNMI. Laatst bezocht: 11-03-2024. Uitleg over Seismische meetstations. knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/seismische-meetstations

NAM (2019). Seismisch risico voor “kleine velden”.

	Seismisch Risicobeheersplan		Versie	4.0
			Datum	13-09-2024
			Omschrijving	Definitief
	SRB ACL		Pagina	12 van 16

Bijlagen

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
		Omschrijving	Definitief
	SRB ACL	Pagina	13 van 16

Bijlage 1 seismisch respons protocol

Nr.	Name	Function	Phone	Acties			
				Groen (M>0,8)	Geel	Oranje	Rood
1	██████	Directie	+ 31 ██████	▪ Crisis team bellen	▪ Crisis team bellen	▪ ESP stop ▪ Crisis team bellen ▪ Nr. 6 bellen	▪ ESP stop ▪ SodM bellen ▪ Crisis team bellen ▪ Nr. 6 bellen
2	██████	Directie	+ 31 6 ██████	▪ Nr. 1 bellen ▪ Crisis team bellen	▪ Nr. 1 bellen ▪ Crisis team bellen	▪ Nr. 1 bellen ▪ ESP stop ▪ Crisis team bellen	▪ Nr. 1 bellen ▪ ESP stop ▪ SodM bellen ▪ Crisis team bellen
3	██████	Plant manager	+ 31 6 ██████	▪ Nr. 2 bellen ▪ Crisis team bellen	▪ Nr. 2 bellen ▪ Crisis team bellen	▪ Nr. 2 Bellen ▪ ESP stop ▪ Crisis team bellen	▪ Nr. 2 Bellen ▪ ESP stop ▪ SodM bellen ▪ Crisis team bellen
4	██████	QHSE-manager	+ 31 6 ██████	▪ Nr. 3 bellen ▪ Crisis team bellen ▪ SodM mailen	▪ Nr. 3 bellen ▪ Crisis team bellen ▪ SodM mailen	▪ Nr. 3 bellen ▪ Crisis team bellen ▪ SodM mailen	▪ Nr. 3 bellen ▪ SodM bellen ▪ Crisis team bellen
5	██████	Technisch beheerder	+31 6 ██████			ESP stop	▪ ESP stop
6	██████	Communicatie			▪ Omgeving informeren	▪ Omgeving informeren	▪ Omgeving informeren

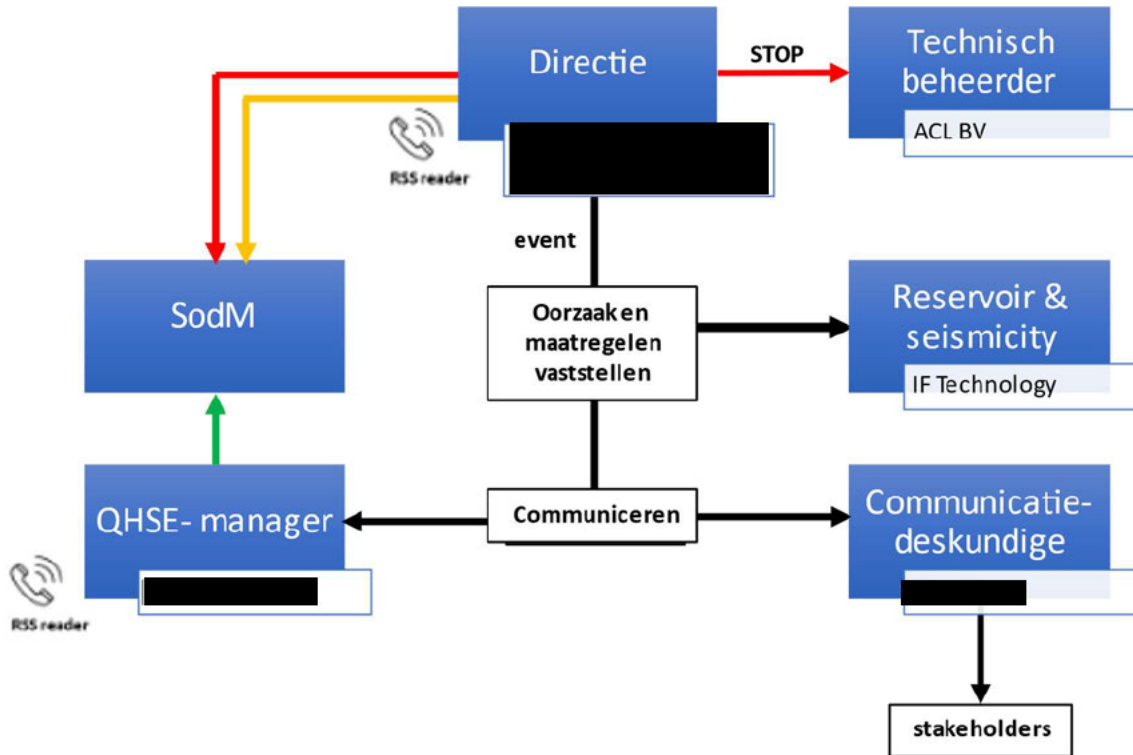
e-mail SodM:

info@sodm.nl

SodM calamiteitennummer 24/7:

+31 (0)6 ██████

	Seismisch Risicobeheersplan		Versie	4.0
			Datum	13-09-2024
	SRB ACL		Omschrijving	Definitief
			Pagina	14 van 16



	Seismisch Risicobeheersplan		Versie	4.0
			Datum	13-09-2024
			Omschrijving	Definitief
	SRB ACL		Pagina	15 van 16

Bijlage 2 Registratieformulier events

	Seismisch Risicobeheersplan	Versie	4.0
		Datum	13-09-2024
		Omschrijving	Definitief
	SRB ACL	Pagina	16 van 16

Registration form seismic event

General

Date:

Time:

Coordinates:

Depth:

GT-04	GT-05	GT-06
Flow:	Flow:	Flow:
dP:	Pressure:	Pressure:
Temperature:	Temperature:	Temperature:

Earthquake strength

PGA:

PGV:

Magnitude:

TLS Level: **GREEN/ORANGE/RED**

Description of potential cause:

Description of potential measures:

Results of re-evaluation seismic risk analysis: