

POLANEN

Vereiste aanvullingen Startvergunning Monster I

Documentnaam

Vereiste aanvullingen Startvergunning Monster I

Door

Controle

Versie

Datum

1.0

22-11-2023

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Planmatig beheer van de ondergrond	4
2.1	Grondwaterbeschermingsgebieden	4
2.1.1	Beschrijving gebieden	4
2.1.2	Beschrijving borging integriteit	5
3	Bodembeweging	7
3.1	Bodemstijging of daling	7
3.2	Bodemtrilling	8
3.2.1	Context	8
3.2.2	Seismische Dreiging- en Risico Analyse (SDRA)	9
3.2.3	Financiële zekerheid	9
4	Warmte aanbod en -afzet	10
5	Bijlagen	12
5.1	SRIMA input F4	12
5.2	SRIMA input F3	13
5.3	Brief verzekering	15
5.4	Template WLO Westland	15

1 Inleiding

Op 27-07-2023 heeft het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat verzocht aanvullende informatie aan te leveren voor de reeds lopende aanvraag Monster I. De situatie wordt hieronder beschreven. Dit document bevat een beschrijving van de vereiste aanvullingen.

Op zaterdag 1 juli 2023 is de [gewijzigde Mijnbouwwet](#) in werking getreden. Met deze wijziging is het vergunningstelsel voor aardwarmte aangepast, waarbij de indieningsvereisten en beoordelingskaders voor vergunningsaanvragen zijn veranderd.

Op het moment van ingaan van de gewijzigde Mijnbouwwet hebben wij de volgende aanvraag voor aardwarmtewinning van u in behandeling:

- **Verzoek tot instemming pre-drill winningsplan Monster I**

Huidige situatie met betrekking tot het overgangsrecht

- Omdat de winningsvergunning voor dit project al is afgegeven valt deze aanvraag niet onder de situaties die zijn beschreven die in het overgangsrecht is vastgesteld ([artikel 167hijk, eerste lid, Mijnbouwwet](#)). De winningsvergunning is per 1 juli 2023 daarom een startvergunning geworden. Deze zal op korte termijn middels een besluit ambtshalve worden gewijzigd om het recht op winning te beperken tot is ingestemd met de wijze van winning en daarbij horende effecten. Over dit besluit ontvangt u binnenkort meer informatie.
- Omdat er geen traject in het overgangsrecht is opgenomen voor een situatie waarbij er alleen een verzoek tot instemming met een winningsplan is ingediend voor 1 juli 2023, kan deze procedure géén doorgang vinden. Er moet een nieuwe procedure worden opgestart om de hierboven benoemde nog op te leggen beperking op winning op te heffen. Zodoende wil ik u verzoeken om een nieuwe aanvraag in te dienen.

Hieronder licht ik de procedure voor deze aanvraag toe.

Verzoek om indienen nieuwe aanvraag Startvergunning (met behoud van procesvoortgang).

Omdat de in behandeling zijnde verzoek om instemming met het winningsplan niet meer bestaat, wil ik u verzoeken om een nieuwe aanvraag tot wijziging van de startvergunning in te dienen. Dit is een papieren/administratieve vereiste om de procedure te kunnen voortzetten. Als er niks aan de aard van de aanvraag verandert kunnen wij, conform [artikel 1.2.1, derde lid, Mijnbouwregelingen](#), gebruik maken van de reeds ingediende stukken en de uitgebrachte adviezen op het verzoek om instemming met het winningsplan. Graag zou ik u dan ook willen vragen om een aanvraag (wat in principe dus een brief van kantje kan zijn) in te dienen die naar deze stukken verwijzen. Daarnaast moeten deze stukken nog wel worden aangevuld om te voldoen aan de wettelijke indieningsvereisten zoals die zijn opgenomen [artikel 24o, Mbw](#) en [artikel 1.3b.2, Mbr](#) (zie bijlage). Deze kunnen bij die aanvraag worden bijgevoegd.

2 Planmatig beheer van de ondergrond

Dit hoofdstuk beschrijft de indieningsvereisten aanvraag startvergunning van de onderstaande artikelen:

- 24o, lid 1g, Mbw
- 1.3b.1, lid 1b

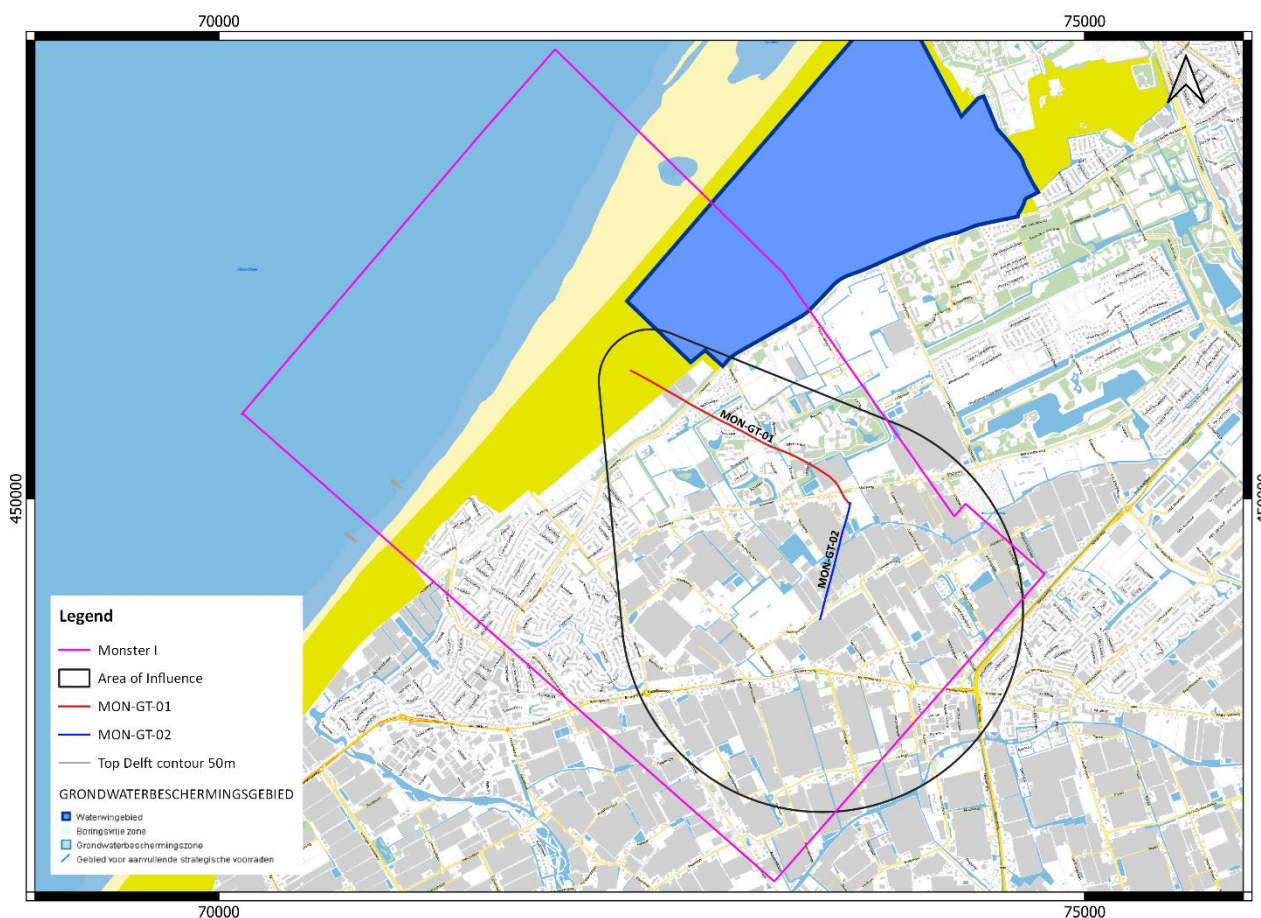
2.1 Grondwaterbeschermingsgebieden

2.1.1 Beschrijving gebieden

Onderstaande kaart geeft een overzicht van de Grondwaterbeschermingsgebieden¹ en Natura 2000² gebieden. De vergunning overlapt met het waterwingebied “Solleveld” en het Natura 2000 gebied “Solleveld & Kapittelduinen” zoals reeds beschreven in de originele aanvraag.

¹ PDOK, Grondwaterbeschermingsgebieden (INSPIRE geharmoniseerd) WMS

² PDOK, Natura 2000 (WMS)



Figuur 1 Overzicht van de vergunning Monster I, de putten, Natura 2000 gebied (in geel) en grondwaterbeschermingsgebieden. De Area of Influence (Aoi) is bepaald volgens de richtlijn in de SDRA handleiding.

Het waterwingebied “Solleveld” ligt op circa 1km afstand van de oppervlaktelocatie van het aardwarmtesysteem.

2.1.2 Beschrijving borging integriteit

Artikel 29v van het Mijnbouwbesluit schrijft voor dat operators welke in het bezit zijn van een winningsvergunning die zich gedeeltelijk in een winningsgebied van drinkwater bevindt financiële zekerheid moet stellen voor herstel van eventuele schade door verontreiniging. Derhalve moet de integriteit van de putten en de afsluitende laag gewaarborgd worden. Tijdens exploitatie is er een WIMS (Well Integrity Management Systeem) en RIMA (Reservoir Integrity Monitorings- en Actieplan) aanwezig en actief. In het WIMS wordt alle put data (archief en actueel) beschreven en onderhouden. Hiermee wordt de integriteit van de putten gewaarborgd. In het RIMA wordt de integriteit van de afsluitende lagen en het seismisch risico gemonitord. Hieronder wordt beschreven hoe het risico op verontreiniging wordt beperkt en welke financiële middelen daarvoor zijn gereserveerd.

Boorfase

In het putontwerp en de boorfase zijn al maatregelen genomen om kans op eventuele schade zo laag mogelijk te houden. Deze kunnen als volgt worden opgesomd:

1. Diepe conductor welke is geplaatst tot een diepte van 145m onder maaiveld.
2. De eerste putsectie is geboord met boorspoeling zonder schadelijke stoffen.
3. Surface casing aangebracht in de eerste putsectie welke is gecementeerd tot aan maaiveld. Hiervoor is speciaal lichtgewicht cement gebruikt om dit te realiseren.
4. Productie casing aangebracht over de volle putlengte rijkend tot aan maaiveld. Hierdoor is een annulaire ruimte aanwezig tussen de surface en productie/injectie casing waarmee tijdens de

exploitatiefase de integriteit van de productie/injectie casing in de eerste sectie van de put continu gemonitord kan worden.

5. Zowel de surface als de productie casings zijn op integriteit getest middels een drukproef.

Cased hole logs

Na het afronden van de putten worden verschillende logs uitgevoerd; een Caliper log en een Cement Bond Log (CBL). De Caliper log is een continue meting van de grootte en vorm van een boorgat, hiermee kan vastgesteld worden dat de productie casing in goede staat is en of er beschadigingen zijn. De CBL wordt gebruikt om de locatie en integriteit van het cement buiten de productie casing vast te stellen.

Puttesten

Voor de exploitatie fase worden de putten getest. Hier worden de volgende punten herzien;

1. Update reservoir integriteit model en vaststellen maximum putmondruk
2. Injectietest om juiste parameters van het gesteente vast te stellen
3. Vaststellen nul situatie fall-off test om betrouwbaarheid van toekomstige testen te stimuleren
4. Opstellen traffic light system (TLS) specifiek voor veilige injectie.

Exploitatiefase

Tijdens de exploitatie fase worden de put parameters continu gemonitord. De integriteit van de productie en injectie put wordt in de gaten gehouden via het WIMS. De integriteit van het reservoir wordt gemonitord via het RIMA. Dit is onderdeel van de primaire monitoring. Verder zijn er ook tests gepland om de integriteit van de put te waarborgen, dit is onderdeel van de secundaire monitoring. Deze worden in detail beschreven.

Put monitoring (primaire monitoring)

Zoals beschreven in het winningsplan worden de volgende punten continu gemonitord:

1. Putmondruk
2. Debiet
3. Daggemiddelde injectietemperatuur
4. Injectiviteit trend (hall plot)

De limiet en alarm waardes van deze parameters zijn op voorhand vastgesteld en worden geverifieerd tijdens de put testen die worden uitgevoerd voordat de putten in gebruik worden genomen. Deze waardes worden continu gemonitord met het SCADA systeem en worden door de production engineer geanalyseerd en besproken in de tweewekelijkse PE meeting. Op deze manier wordt de integriteit van de putten en het reservoir continu gemonitord.

Verder is er een annulaire ruimte gecreëerd tussen de productie/injectie casing en de surface casing. Deze annulaire ruimte strekt tot 1234m voor MON-GT-01-P en tot 1242m voor MON-GT-02-I. De annulaire ruimte wordt in de exploitatie fase uitgerust met een digitale druk meting waardoor de integriteit van de primaire barrière (13 3/8" productie casing en 9 5/8" injectie casing) over de lengte van de surface casing continu wordt gemonitord. Bij indicatie van falen van de primaire barrière zal de put onmiddellijk worden ingesloten.

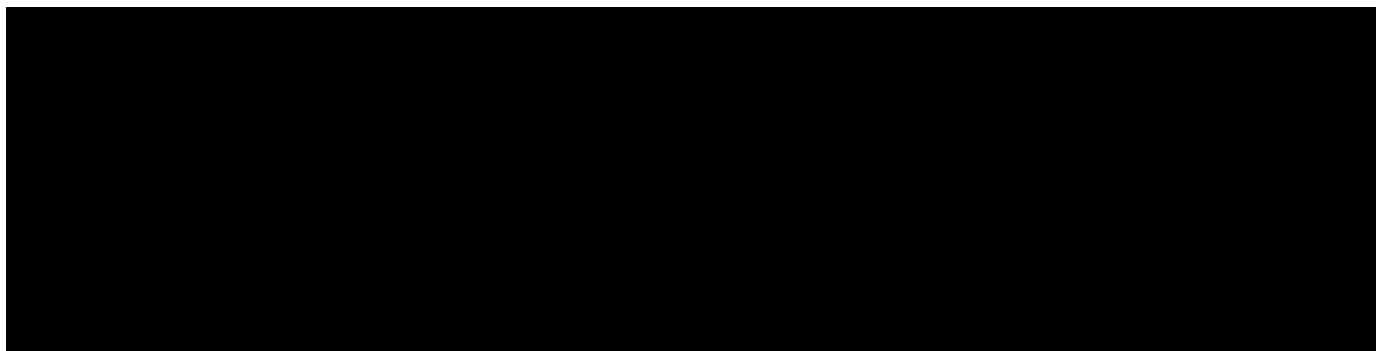
Put loggen (secundaire monitoring)

Tijdens de puttesten is de nul situatie vastgesteld door middel van een productie + temperatuur log (PLT) en een fall-off test. Na 2 jaar wordt de PLT log herhaald samen met een fall-off test. Op basis van deze informatie kan de grootte van een potentiële scheur gemodelleerd worden. Ook kan er op basis van deze informatie indien nodig nog een aanvullende zogenaamde warm-back log worden uitgevoerd. Op deze manier wordt gewaarborgd dat de afsluitende laag integer is tijdens exploitatie.

Kosten (per jaar)

Het doublet wordt continu in de gaten gehouden door de productie engineer en alle data wordt 2 wekelijks besproken in de PE meeting. De kosten hiervan zijn onderdeel van de exploitatie begroting (OPEX) van het doublet op Polanen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de beschreven logs die de integriteit van de putten en afsluitende lagen waarborgen voor de periode van de Startvergunning (2 jaar + 1 jaar verlenging). De logs die behoren tot de boorfase zijn reeds uitgegeven/opgenomen in de CAPEX van het project. In het derde jaar worden logs uitgevoerd als onderdeel van de OPEX.



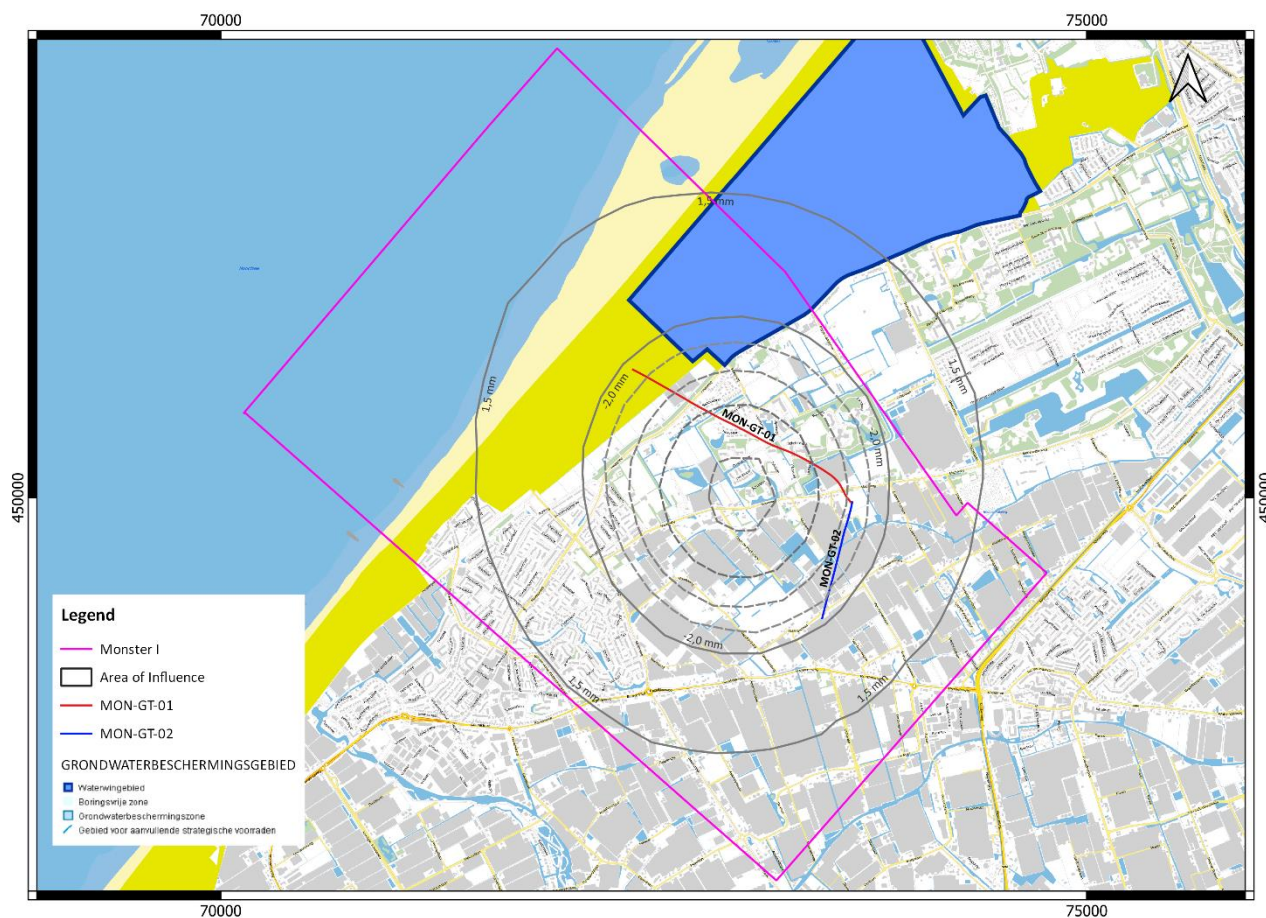
3 Bodembeweging

Dit hoofdstuk beschrijft de indieningsvereisten aanvraag startvergunning van de onderstaande artikelen:

- 24o, lid 1e, Mbw
- 1.3b.2, lid 2o, Mbr
- 1.3b.2, lid 3b, Mbr
- 1.3b.2, lid 3d, Mbr
- 1.3b.2, lid 3e, Mbr

3.1 Bodemstijging of daling

De verwachte bodemdaling is reeds gerapporteerd in het pre-drill winningsplan. Figuur 2 geeft de bodemdalingscontouren als gevolg van de voorgenomen opsporing en winning met betrekking tot het aangevraagde gebied weer met het oog op de waterwinning aangewezen gebieden en de Natura 2000-gebieden.



Figuur 2 Overzicht van de vergunning Monster I, Natura 2000 gebied, grondwaterbeschermingsgebieden en een indicatie bodemdaling (mm) ten gevolge van 30 jaar winning.

3.2 Bodemtrilling

3.2.1 Context

In Nederland benutten aardwarmte projecten water uit poreuze lagen in de diepe ondergrond als bron van duurzame warmte. Nadat het water is opgepompt uit deze lagen en de warmte heeft afgegeven aan een warmtenet, gaat het water weer terug in dezelfde ondergrondse laag. Deze wijze van aardwarmtewinning wordt ook wel 'conventionele aardwarmtewinning' genoemd, is een bewezen techniek en wordt wereldwijd al vele tientallen jaren toegepast. Onderzoek van TNO laat zien dat bij toepassing van dit type aardwarmte er wereldwijd tot op heden nog nooit een voelbare beving is geweest. De kans op een voelbare beving bij dit type aardwarmte wordt daarom als zeer klein beschouwd en de kans op een schadeveroorzakende bevingen nog kleiner.

Conform de Mijnbouwwetgeving moet voor ieder aardwarmteproject bij het aanvragen van een vergunning onder meer worden bepaald wat het risico is van een beving (seismiciteit). Hiervoor hebben TNO-AGE en EBN in opdracht van het ministerie van EZK een methodiek ontwikkeld waarmee dit risico kan worden bepaald. Deze methodiek en de bijbehorende rekentool en het rapport hebben de naam Seismische Dreiging en Risico Analyse (SDRA). Vanaf heden kan de SDRA rekentool door aardwarmtebedrijven worden gebruikt bij het bepalen van het seismisch risico.

In Nederland wordt conventionele aardwarmtewinning toegepast sinds 2007. Het is de intentie om deze vorm van aardwarmte flink uit te breiden, zowel in de glastuinbouwsector als in de gebouwde omgeving (woningen). Het is een veilige en schone vorm van energie waarmee de warmtevraag in Nederland kan worden verduurzaamd. Ook al is de verwachting dat er geen voelbare bevingen zullen optreden, toch willen

EZK, EBN, TNO en de aardwarmte sector voorbereid zijn op onverwachte situaties. Om een beeld te krijgen van de mogelijke effecten van zo'n onverwachte situatie is de SDRA methodiek ontwikkeld. Met de methodiek kan bepaald worden hoe sterk een beving in theorie zou kunnen zijn bij een project in het meest negatieve scenario. De uitkomst is de groundbeweging aan het maaiveld uitgedrukt in de snelheid (mm/s), ook wel Peak Ground Velocity (PGV) genoemd. Indien de PGV onder de gestelde veiligheidsnorm blijft, is het veiligheidsrisico acceptabel.

Daarnaast wordt voorafgaand aan de winningsfase voor alle projecten een seismisch monitorings- en beheerssysteem geïmplementeerd. KNMI zorgt daarbij als onafhankelijke instantie voor de detectie van bodembeweging door het uitlezen van de aangesloten meetstations. Het seismisch monitorings- en beheerssysteem moet ervoor zorgen dat er bij eventueel waargenomen bodembeweging adequaat wordt gereageerd zodat schade wordt voorkomen en de omgeving en instanties geïnformeerd zijn.

Zorgvuldige monitoring van de ondergrond tijdens de winningsfase is daarnaast van belang om beter te begrijpen welke mechanismen er spelen in de ondergrond. De SDRA-methodiek en het monitorings- en beheerssysteem zullen aangepast worden als er in de loop van de jaren met behulp van monitoringsdata meer kennis wordt opgedaan over het voorspellen en indien nodig het beheersen van seismiciteit bij aardwarmteprojecten.

Indien er toch op enig moment een schadeveroorzakende beving optreedt dan is wettelijk geregeld dat de schade moet worden vergoed. Met behulp van de SDRA methodiek wordt bij de vergunningaanvraag voor het meest negatieve scenario bepaald wat het schadebedrag in theorie zou kunnen zijn voor een bepaald project aan het einde van de levensduur. Het aardwarmtebedrijf zorgt ervoor dat er voldoende financiële middelen zijn om eventuele schade te vergoeden. Bij de vergunningaanvraag en gedurende de winningsfase wordt dit getoetst door het bevoegd gezag.

3.2.2 Seismische Dreiging- en Risico Analyse (SDRA)

Zoals beschreven 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 input parameters voor SRIMA zijn weergegeven in bijlagen 5.1 en 5.2 voor de twee relevante breuken zoals eerder gedefinieerd in de studies uitgevoerd door Panterra als onderdeel van de aanvraag startvergunning. De berekeningen zijn gedaan voor een periode van 30 jaar, de beoogde termijn van de vervolvergunning om te voldoen aan het doelmatigheidsprincipe en het meest negatieve scenario te laten zien. Dit document beschrijft echter de aanvullingen met betrekking tot de Startvergunning, deze vergunning is 2 jaar geldig met de optie om 1 jaar te verlengen. In deze periode bereikt het koudefront de breuken niet en is de seismische dreiging volgens de richtlijn verwaarloosbaar.

De beschreven parameters resulteren in een PGV_{LCE} kleiner dan 33 mm/s. Om de potentieel benodigde schadevoorziening te bepalen is ook het gebied bepaald waarbinnen een PGV van 3 mm/s of hoger zou kunnen ontstaan. Het potentiële schadebedrag is samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 Samenvatting van de uitkomst van de SDRA methodiek

3.2.3 Financiële zekerheid

Deze paragraaf beschrijft de onderbouwing van de gevraagde zekerheidsstelling. Hierin is onderscheid gemaakt in de zekerheidsstelling "Grondwaterbeschermingsgebieden" en "Bodembeweging". HVC is betrokken bij het uitwerken van de sector brede oplossing voor zekerheidsstelling inzake Bodembeweging. Op het moment dat deze sector brede oplossing gereed is zal HVC zich hierbij aansluiten. Deze oplossing is

echter op dit moment nog niet voorhanden. Tot de sector brede oplossing gereed is zal gebruik worden gemaakt van de Aansprakelijkheidsverzekering van HVC Aardwarmte Polanen B.V. Deze verzekering zal worden afgesloten voor de operationele fase van het project en kan ook pas bij (kort voor) start van deze fase worden afgesloten. Deze verzekering zal in lijn zijn met de Aansprakelijkheidsverzekering van Trias Westland B.V. Van deze verzekering is een brief toegevoegd van de broker AON waarin bevestigd wordt dat "...seismische risico's door de door verzekerde uit te voeren (uitgevoerde) activiteiten niet is uitgesloten." Hiermee is zekerheid van dekking geboden. De volledige brief van AON is toegevoegd als bijlage 5.3.

De zekerheidsstelling inzake de Grondwaterbeschermingsgebieden wordt beoogd in de vorm van een "Major Maintenance Reserve Account Put integriteit". Deze aparte bankrekening zal vanaf de start van de operationele fase van het project de kosten zoals beschreven in 2.1.2 *Beschrijving borging integriteit* bevatten. Hiermee is zekerheid dat er voldoende liquiditeit is om de beschreven werkzaamheden tijdig en volledig uit te voeren.

4 Warmte aanbod en -afzet

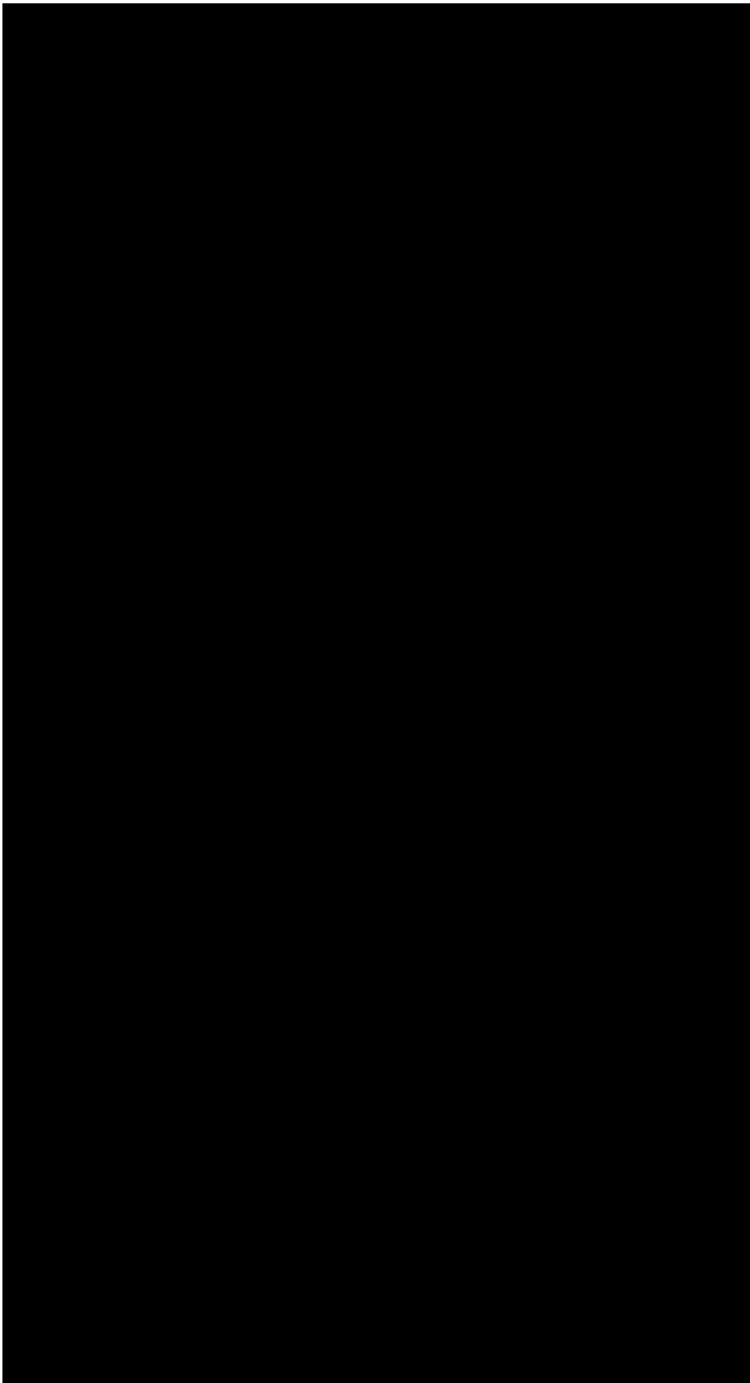
Dit hoofdstuk beschrijft de indieningsvereisten aanvraag startvergunning van de onderstaande artikelen: 24o, lid 1f, Mbw & 1.3b.1, lid 1i

[REDACTED]
[REDACTED] Een gesloten WLO is een capaciteitscontract in MW. De gesloten contracten zijn weergegeven in Tabel 1 en een voorbeeld WLO is bijgevoegd in bijlage 5.4. [REDACTED]

[REDACTED]. Hiervoor zijn voor de SDE aanvraag steunovereenkomsten en een samenwerkingsovereenkomst getekend. Glastuinbouwbedrijven sluiten over het algemeen basislast contracten, de warmtevraag in de winter is minimaal 2x zo groot als het warmtecontract gesloten met de bron. Hiermee is de warmtevraag in het gebied groter dan het aanbod van bron wat begrensd is op de hoeveelheid te produceren warmte in de startvergunning.

De verwachte retourtemperatuur op basis van de warmtevraag is 35 graden. Voor de glastuinbouw was de retourtemperatuur 35 graden op basis van de verwarmingssystemen waarop de glastuinbouw altijd werkte. Vanwege de hoge gasprijzen en de belastingmaatregelen die in 2025 zijn aangekondigd die WKK en ketelgas (zwaarder) gaan belasten zien we dit nu veranderen. Kwekers halen uit dezelfde hoeveelheid warm water meer energie. Bij werkend aardwarmteproject Trias Westland zien we dat de kwekers al kouder terugkomen dan 35 graden. De bron temperatuur is 83 graden, met een afslag van de warmtewisselaars zal de afnemer warmte van ongeveer 80 graden ontvangen.

Tabel 2 Lijst getekende WLO's van HVC aardwarmte Polanen.



5 Bijlagen

5.1 SRIMA input F4

name	unit	units	value	min	max	is_stochastic
calculation_mode	-	-	Uncertainty (stochastic)			
ensemble_size	-	-	1000			
use_random_seed	-	-	False			
seed	-	-	1			
location	-	-	Plane on fault (seismic risk/hazard)			
well_x	m	m	73484			
well_y	m	m	449353			
thickness_seal	m	m km	62,75	80	120	False
thickness_reservoir	m	m km	58,4	50	65	True
thickness_base	m	m km	200	80	120	False
net_to_gross_reservoir	-	-	0,89	0,85	0,95	True
top_depth_reservoir	m	m	2292			
well_diameter	in	cm m in	9,625			
reservoir_radius	m	m	1657			
fault_dip	deg	deg	60	50	70	True
fault_dip_direction	deg	deg	41	31	51	True
fault_location_x	m	m	73055	72955	73155	True
fault_location_y	m	m	448824	448799	448849	True
fault_length_strike	m	m	1893	1704	2082	True
fault_cell_size_along_strike	m	m	20			
fault_cell_size_along_dip	m	m	5			
mid_reservoir_temperature	C	C K	84,7	60	80	False
compressibility	1/Pa	1/Pa	4,20E-10	4,00E-10	6,00E-10	False
pore_pressure_top_reservoir	MPa	MPa	23,24	22,9	23,6	True
pressure_contrast_seal_reservoir	MPa	MPa	0	-1	1	False
pressure_contrast_reservoir_base	MPa	MPa	0	-1	1	False
use_empirical_fluid_props	-	-	True			
fluid_salinity	ppm	ppm	140000	120000	160000	True
reservoir_viscosity	Pa.s	Pa.s	0,0005	0,0005	0,001	False
fluid_heat_capacity	J/kg/K	J/kg/K	4200	3700	4200	False
injection_viscosity	Pa.s	Pa.s	0,001			
injection_density	kg/m3	kg/m3	1000			
pore_pressure_gradient_seal	kPa/m	kPa/m	10,4			
pore_pressure_gradient_reservoir	kPa/m	kPa/m	10,4			
pore_pressure_gradient_base	kPa/m	kPa/m	10,4			
pore_pressure_gradient_stochastic	kPa/m	kPa/m	10,14	10	10,3	True
permeability_seal	mD	mD	0,02	1,00E-06	6,86	True
permeability_reservoir	mD	mD	1010	607	1325	True
permeability_base	mD	mD	1	1,00E-06	5	True
total_porosity_seal	-	-	0,03	0,0001	0,1	False
total_porosity_reservoir	-	-	0,2	0,18	0,22	True
total_porosity_base	-	-	0,04	0,0001	0,11	False
bulk_density_seal	kg/m3	kg/m3	2610	2510	2710	True
bulk_density_reservoir	kg/m3	kg/m3	2360	2260	2460	True
bulk_density_base	kg/m3	kg/m3	2530	2430	2630	True
specific_heat_capacity_seal	J/kg/K	J/kg/K	850	800	950	True
specific_heat_capacity_reservoir	J/kg/K	J/kg/K	850	800	950	True
specific_heat_capacity_base	J/kg/K	J/kg/K	850	800	950	True
thermal_conductivity_seal	W/m/K	W/m/K	3	1	5	True
thermal_conductivity_reservoir	W/m/K	W/m/K	3	1	5	True
thermal_conductivity_base	W/m/K	W/m/K	3	1	5	True

mohr_coulomb_friction	-	-	0,6	0,48	0,72	True
residual_friction	-	-	0,3	0,3	0,3	False
mohr_coulomb_cohesion	MPa	MPa	0	0	3	True
hydraulic_fracture_overpressure	MPa	MPa	0			
min_stress_horizontal_top_reservoir	MPa	MPa	35,3	30,94	38,51	True
stress_vertical_top_reservoir	MPa	MPa	50	48,132	52,716	True
max_horizontal_min_horizontal_stress_ratio	-	-	1,1	1	1,2	False
stress_contrast_seal_reservoir	MPa	MPa	-3,21	-3	0	False
stress_contrast_reservoir_base	MPa	MPa	3,29	2	5	False
stress_drop	MPa	MPa	4	2	5	True
magnitude_cutoff_mode	-	-	Based on shear capacity, SCU > threshold User defined			
stress_drop_mode	-	-				
vertical_stress_gradient_seal	kPa/m	kPa/m	22			
vertical_stress_gradient_reservoir	kPa/m	kPa/m	22			
vertical_stress_gradient_base	kPa/m	kPa/m	22			
vertical_stress_gradient_stochastic	kPa/m	kPa/m	22	21	23	True
min_horizontal_stress_gradient_seal	kPa/m	kPa/m	16,8			
min_horizontal_stress_gradient_reservoir	kPa/m	kPa/m	15,4			
min_horizontal_stress_gradient_base	kPa/m	kPa/m	16,8			
min_horizontal_stress_gradient_stochastic	kPa/m	kPa/m	15,4	13,5	16,8	True
max_horizontal_stress_azimuth_seal	deg	deg rad	135			
max_horizontal_stress_azimuth_reservoir	deg	deg rad	135			
max_horizontal_stress_azimuth_base	deg	deg rad	135			
max_horizontal_stress_azimuth_stochastic	deg	deg rad	155	130	160	True
youngs_modulus_seal	GPa	GPa	10,3	6,35	14,02	True
youngs_modulus_reservoir	GPa	GPa	8,21	6,26	10,74	True
youngs_modulus_base	GPa	GPa	11,47	8,38	14,53	True
poissons_ratio_seal	-	-	0,09	0,03	0,28	True
poissons_ratio_reservoir	-	-	0,078	0,03	0,13	True
poissons_ratio_base	-	-	0,09	0,03	0,26	True
biot_seal	-	-	0,9	0,5	1	True
biot_reservoir	-	-	0,9	0,5	1	True
biot_base	-	-	0,9	0,5	1	True
thermal_expansion_coeff_seal	1/K	1/K	1,20E-05	5,00E-06	2,00E-05	True
thermal_expansion_coeff_reservoir	1/K	1/K	1,20E-05	5,00E-06	2,00E-05	True
thermal_expansion_coeff_base	1/K	1/K	1,20E-05	5,00E-06	2,00E-05	True
average_volumetric_injection_rate	m3/hr	m3/hr	310			
max_volumetric_injection_rate	m3/hr	m3/hr	420			
injection_temperature	C	C	35			
skin_factor	-	-	0			
time_steps	yr	yr	2, 30			
threshold_shear_capacity_cutoff	-	-	1			
threshold_pgv	mm/s	mm/s	3			
minimum_intact_layer_thickness	m	m	30			
minimum_intact_layer_share	%	%	50			
safe_intact_realizations_share	%	%	95			

5.2 SRIMA input F3

name	unit	units	value	min	max	is_stochastic
calculation_mode	-	-	Uncertainty (stochastic)			
ensemble_size	-	-	1000			
use_random_seed	-	-	False			

seed	-	-	1			
location	-	-	Plane on fault (seismic risk/hazard)			
well_x	m	m	73484			
well_y	m	m	449353			
thickness_seal	m	m km	62,75	80	120	False
thickness_reservoir	m	m km	58,4	50	65	True
thickness_base	m	m km	200	80	120	False
net_to_gross_reservoir	-	-	0,89	0,85	0,95	True
top_depth_reservoir	m	m	2292			
well_diameter	in	cm m in	9,625			
reservoir_radius	m	m	1657			
fault_dip	deg	deg	60	50	70	True
fault_dip_direction	deg	deg	211	201	221	True
fault_location_x	m	m	74282	74182	74382	True
fault_location_y	m	m	449623	449598	449648	True
fault_length_strike	m	m	841	757	925	True
fault_cell_size_along_strike	m	m	20			
fault_cell_size_along_dip	m	m	5			
mid_reservoir_temperature	C	C K	84,7	60	80	False
compressibility	1/Pa	1/Pa	4,20E-10	4,00E-10	6,00E-10	False
pore_pressure_top_reservoir	MPa	MPa	23,24	22,9	23,6	True
pressure_contrast_seal_reservoir	MPa	MPa	0	-1	1	False
pressure_contrast_reservoir_base	MPa	MPa	0	-1	1	False
use_empirical_fluid_props	-	-	True			
fluid_salinity	ppm	ppm	140000	120000	160000	True
reservoir_viscosity	Pa.s	Pa.s	0,0005	0,0005	0,001	False
fluid_heat_capacity	J/kg/K	J/kg/K	4200	3700	4200	False
injection_viscosity	Pa.s	Pa.s	0,001			
injection_density	kg/m3	kg/m3	1000			
pore_pressure_gradient_seal	kPa/m	kPa/m	10,4			
pore_pressure_gradient_reservoir	kPa/m	kPa/m	10,4			
pore_pressure_gradient_base	kPa/m	kPa/m	10,4			
pore_pressure_gradient_stochastic	kPa/m	kPa/m	10,14	10	10,3	True
permeability_seal	mD	mD	0,02	1,00E-06	6,86	True
permeability_reservoir	mD	mD	1010	607	1325	True
permeability_base	mD	mD	1	1,00E-06	5	True
total_porosity_seal	-	-	0,03	0,0001	0,1	False
total_porosity_reservoir	-	-	0,2	0,18	0,22	True
total_porosity_base	-	-	0,04	0,0001	0,11	False
bulk_density_seal	kg/m3	kg/m3	2610	2510	2710	True
bulk_density_reservoir	kg/m3	kg/m3	2360	2260	2460	True
bulk_density_base	kg/m3	kg/m3	2530	2430	2630	True
specific_heat_capacity_seal	J/kg/K	J/kg/K	850	800	950	True
specific_heat_capacity_reservoir	J/kg/K	J/kg/K	850	800	950	True
specific_heat_capacity_base	J/kg/K	J/kg/K	850	800	950	True
thermal_conductivity_seal	W/m/K	W/m/K	3	1	5	True
thermal_conductivity_reservoir	W/m/K	W/m/K	3	1	5	True
thermal_conductivity_base	W/m/K	W/m/K	3	1	5	True
mohr_coulomb_friction	-	-	0,6	0,48	0,72	True
residual_friction	-	-	0,3	0,3	0,3	False
mohr_coulomb_cohesion	MPa	MPa	0	0	3	True
hydraulic_fracture_overpressure	MPa	MPa	0			
min_stress_horizontal_top_reservoir	MPa	MPa	35,3	30,94	38,51	True
stress_vertical_top_reservoir	MPa	MPa	50	48,132	52,716	True
max_horizontal_min_horizontal_stress_ratio	-	-	1,1	1	1,2	False

stress_contrast_seal_reservoir	MPa	MPa	-3,21	-3	0	False
stress_contrast_reservoir_base	MPa	MPa	3,29	2	5	False
stress_drop	MPa	MPa	4	2	5	True
magnitude_cutoff_mode	-	-	Based on shear capacity, SCU > threshold			
stress_drop_mode	-	-	User defined			
vertical_stress_gradient_seal	kPa/m	kPa/m	22			
vertical_stress_gradient_reservoir	kPa/m	kPa/m	22			
vertical_stress_gradient_base	kPa/m	kPa/m	22			
vertical_stress_gradient_stochastic	kPa/m	kPa/m	22	21	23	True
min_horizontal_stress_gradient_seal	kPa/m	kPa/m	16,8			
min_horizontal_stress_gradient_reservoir	kPa/m	kPa/m	15,4			
min_horizontal_stress_gradient_base	kPa/m	kPa/m	16,8			
min_horizontal_stress_gradient_stochastic	kPa/m	kPa/m	15,4	13,5	16,8	True
max_horizontal_stress_azimuth_seal	deg	deg rad	135			
max_horizontal_stress_azimuth_reservoir	deg	deg rad	135			
max_horizontal_stress_azimuth_base	deg	deg rad	135			
max_horizontal_stress_azimuth_stochastic	deg	deg rad	155	130	160	True
youngs_modulus_seal	GPa	GPa	10,3	6,35	14,02	True
youngs_modulus_reservoir	GPa	GPa	8,21	6,26	10,74	True
youngs_modulus_base	GPa	GPa	11,47	8,38	14,83	True
poissons_ratio_seal	-	-	0,09	0,03	0,28	True
poissons_ratio_reservoir	-	-	0,078	0,03	0,13	True
poissons_ratio_base	-	-	0,09	0,03	0,26	True
biot_seal	-	-	0,9	0,5	1	True
biot_reservoir	-	-	0,9	0,5	1	True
biot_base	-	-	0,9	0,5	1	True
thermal_expansion_coeff_seal	1/K	1/K	1,20E-05	5,00E-06	2,00E-05	True
thermal_expansion_coeff_reservoir	1/K	1/K	1,20E-05	5,00E-06	2,00E-05	True
thermal_expansion_coeff_base	1/K	1/K	1,20E-05	5,00E-06	2,00E-05	True
average_volumetric_injection_rate	m3/hr	m3/hr	310			
max_volumetric_injection_rate	m3/hr	m3/hr	420			
injection_temperature	C	C	35			
skin_factor	-	-	0			
time_steps	yr	yr	2, 30			
threshold_shear_capacity_cutoff	-	-	1			
threshold_pgv	mm/s	mm/s	3			
minimum_intact_layer_thickness	m	m	30			
minimum_intact_layer_share	%	%	50			
safe_intact_realizations_share	%	%	95			

5.3 Brief verzekering

5.4 Template WLO Westland