

Addendum aanvraag startvergunning Made I

Op 15 november 2024 is namens Geothermie Plukmade B.V. bij het ministerie van Klimaat en Groene Groei de aanvraag ingediend voor de startvergunning Made I. Per bericht van 25 maart 2025 verzoekt het ministerie aanvrager om een reactie, naar aanleiding van een gesprek met TNO, KGG en aanvrager over de sealintegriteit, waarin de opmerkingen van TNO zijn verwerkt.

Dit addendum bevat een herziening van de paragraaf 'Maximale injectieverschildruk op top reservoirniveau' uit hoofdstuk 5.3 van de oorspronkelijke aanvraag. De tekst in dit addendum kan als vervanging van de paragraaf uit de oorspronkelijke aanvraag worden beschouwd.

Maximale injectieverschildruk op top reservoirniveau

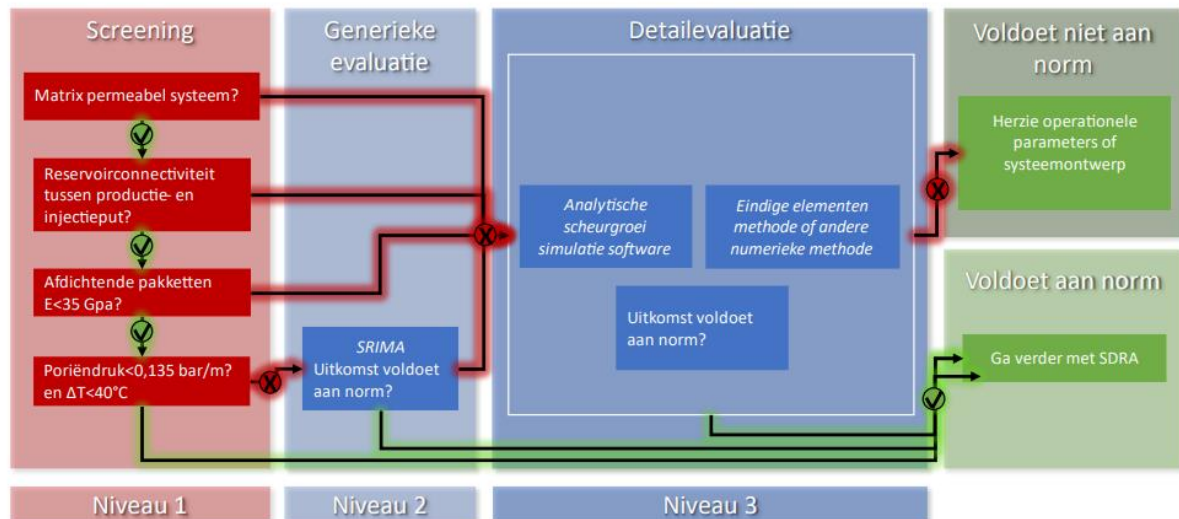
GPM vraagt een maximale injectieverschildruk op top reservoirniveau aan. De injectiedruk aan de putmond is afhankelijk van (1) de dichtheid/gewicht van de waterkolom in de injectieput, (2) de frictie bij 450 m³/h en (3) de eventuele beschadiging/verstopping direct rondom het boorgat. Voor de injectiedruk aan de putmond wordt daarom geen waarde aangevraagd. Dit wordt verderop in deze paragraaf toegelicht.

Vanwege het heterogene karakter van het pakket dat is gedefinieerd als afsluitende laag en het op moment van de aanvraag ontbreken van gedetailleerde log gegevens zal GPM de putten opereren volgens de SodM richtlijn voor matrixinjectie. Hiervoor zal GPM de gradiënt 0,135 bar/m gebruiken die door SodM is gedefinieerd als een conservatieve benadering voor de kleinste horizontale gesteentespanning¹.

De stappen in tabel 5.4 geven de gebruikte methode om de maximale injectieverschildruk op top reservoirniveau (ΔP_{max}) te bepalen. De ΔP_{max} is afhankelijk van de verschiltemperatuur (ΔT) tussen het geïnjecteerde water en de temperatuur in het midden van het reservoir in de injectieput. GPM zal de verschiltemperatuur beperken tot maximaal 40 graden C. De maximale injectieverschildruk op top reservoirniveau bij de maximale uitkoeling van 40 graden is 58,5 bar.

GPM heeft ook de TAS methodiek van TNO toegepast om te bepalen of het project op basis van de verwachte reservoir eigenschappen en voorgenomen operationele parameters aan de norm voor caprock integriteit voldoet. Deze norm is door het toenmalig ministerie van EZK vastgesteld per brief van 18 september 2023 met kenmerk PDGGO. De TAS methodiek is weergegeven in figuur 1.

¹ <https://www.sodm.nl/documenten/publicaties/2013/11/23/protocol-bepaling-maximale-injectiedrukken-bij-aardwarmtewinning>



Figuur 1 TAS methodiek.

Hieronder wordt antwoord gegeven op de vier vragen uit de eerste stap van de methodiek, de 'Screening':

1. *Matrix permeabel systeem?*

Ja. Het reservoir bestaat uit zandstenen van de Hoofd-Bontzandsteen Subgroep (Trias), zie hoofdstuk 4 van de aanvraag voor een verdere toelichting. Dit zijn goed doorlatende zandstenen.

2. *Reservoirconnectiviteit tussen productie- en injectieput?*

Ja. Het beoogde doublet (PKM-GT-01 en PKM-GT-02) is ontworpen binnen één continu reservoirblok. Op basis van de verwachte reservoirparameters en de beperkte onzekerheid daarin, is het aannemelijk dat er een goede connectiviteit bestaat tussen de productie- en injectieput. Dit zal na het boren van de putten met een interferentietest worden bevestigd.

3. *Afdichtende pakketten Young's modulus < 35 GPa?*

Ja. De verwachte stijfheid (Young's modulus) van de afsluitende pakketten ligt ruim onder de grenswaarde van 35 GPa.

4. *Poriëndruk < 0,135 bar/m en ΔT < 40 graden Celcius?*

Ja. Voor deze startvergunning wordt een maximaal temperatuurverschil (ΔT) van 40 graden Celsius aangevraagd. Dit betekent dat de minimale injectietemperatuur tijdens deze startvergunningsperiode 23,7 °C zal bedragen, uitgaande van een verwachte mid-reservoirtemperatuur van 63,7 °C. Wat betreft de poriëndruk: de verwachte druk bij de injector op top reservoirniveau is 175,4 bar. De maximale toelaatbare poriëndruk op basis van een gradiënt van 0,135 bar/m bedraagt 234 bar op de verwachte diepte van 1733 m. Dit resulteert in een maximale injectieverschildruk van 58,5 bar, waarmee wordt voldaan aan de eis dat de poriëndruk onder de 0,135 bar/m blijft. Daarom wordt 58,5 bar aangevraagd als maximale injectieverschildruk op top reservoir. Op basis van de hierboven doorlopen stappen voldoet deze waarde aan de norm.

Tabel 1 hieronder dient ter vervanging van tabel 5.3 uit de oorspronkelijke aanvraag.

Stap	Parameter	Afkorting	Verwachte waarde	Eenheid	Bron of formule
1	Diepte top reservoir injectieput	$D_{top_aquifer_inj}$	1733	mTVD	Bepalen door geoloog tijdens boren
2	Conservatieve benadering van kleinste horizontale gesteentespanning	$V_{con_min_hor_span}$	0,135	bar/m	SodM protocol bepaling maximale injectiedruk
3	Maximale BHP volgens SodM protocol	P_{BHP_max}	234,0	bar	$V_{con_min_hor_span} \times D_{top_aquifer_inj}$
4	Initiële reservoirdruk top injectieput	P_{ini}	175,4	bar	Metten tijdens puttest
5	Mid reservoir temperatuur	$T_{mid_aq_inj}$	63,7	bar	Metten tijdens puttest
6	Minimale injectie temperatuur	T_{inj_min}	23,7	degC	Werkelijke waarde tijdens productie/injectie fase
7	Maximale verschiltemperatuur	ΔT	40	degC	$T_{mid_aq_inj} - T_{inj_min}$
9	Injectieverschildruk op top reservoir (indien $\Delta T = 40$)	ΔP_{max}	58,5		$P_{BHP_max} - P_{ini}$

Tabel 1 Berekening maximale injectieverschildruk op reservoirniveau.