

Projecttitel: Properbase - Improving geomechanical and thermal reservoir property prediction of Dutch geothermal plays

Penvoerder: Technische Universiteit Delft

Projectperiode: 1 september 2021 – 30 september 2025

Projectnummer: TKI2021-04-GE

Contact: Dr. Hemmo A. Abels, Applied Geology sectie, Geosciences and Engineering Department, TU Delft, Stevinweg 1, 2628 CN, Delft, Nederland, h.a.abels@tudelft.nl

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei, Regeling nationale EZK- en LNV-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, TSE-18-19-01-Geo-energie.

Uitgangspunten en doestelling

Geothermische energie wordt gewonnen uit ondergrondse watervoerende, warme aardlagen. Accurate voorspelling van het karakter en de verspreiding van dit karakter van deze aardlagen is cruciaal om de planning, opbrengst en mogelijke risico's van geothermische projecten in kaart te brengen. Op een diepte groter dan 500 meter is deze voorspelling moeilijk, omdat er weinig gegevens beschikbaar zijn van deze dieptes, veel gegevens indirect zijn, op lage resolutie, en gefocust op vloeistofstroming in gesteentes. Nu het aandeel van geothermie in de energietransitie significant moet toenemen, is het accuraat voorspellen van het karakter van watervoerende lagen dus meer dan eens essentieel. Niet alleen traditionele reservoir parameters zoals porositeit en permeabiliteit zijn belangrijk, maar ook geomechanische en thermische. Geomechanische voor het modelleren en begrijpen van geïnduceerde seismiciteit en de sterkte van de afdichtende, bovenliggende gesteentelagen. Thermische eigenschappen zijn nodig voor het optimaal begrijpen van de invloed van conductiviteit van reservoir én omliggende lagen op de temperatuur en dus voor het voorspellen van de productie van aardwarmte en de optimalisatie van deze techniek. Met name van deze laatste eigenschappen, de geomechanische en thermische eigenschappen van gesteentes, is een tekort aan kennis mede door een tekort aan methodes en data deze te reconstrueren en begrijpen. In dit project werd deze lacune gevuld om een versnelling van het aantal Nederlandse geothermie projecten te bespoedigen.

Aanpak

In het Properbase project, zijn de analyse en voorspelling van het karakter van de watervoerende lagen in de diepe ondergrond geanalyseerd via een grootschalige meetcampagne van deze eigenschappen en toepassing van innovatieve technieken waarvan de resultaten gecombineerd worden met standaard boorgatmetingen en machine learning technieken. Hierdoor kunnen bestaande en nieuwe boorgatmetingen beter worden geïnterpreteerd en geëxtrapoleerd naar de reservoir-schaal. Er is in het project gewerkt aan de drie belangrijkste Nederlandse geothermische plays; de zandstenen van de Formatie van Slochteren, de Hoofd-Bontzandsteen Subgroep en het Delft Zandsteen Laagpakket. Een handvest is geschreven voor de Nederlandse industrie over de opschaling van gesteente-eigenschappen en tot slotte is het doen van well-tests in geothermische putten geanalyseerd.

Behaalde resultaten

Er is een grote en openbare database (Kolah Kaj et al. 2024) gemaakt met gesteente-eigenschappen van de drie belangrijkste Nederlandse geothermie-reservoirs. De grootte en volledigheid van deze databank is uniek in Nederland en, omdat de monsters uit specifieke gesteentelagen diep onder de grond komen, zelfs wereldwijd. Vooral de combinatie van akoestische en thermische eigenschappen is bijzonder. Daardoor kan beter worden onderzocht waarom deze eigenschappen verschillen, en hoe dit samenhangt met andere kenmerken van de gesteenten. De gegevens kunnen direct worden gebruikt in

voorspellende modellen van de ondergrond, en ook worden toegepast op andere gebieden in Nederland en daarbuiten.

De verbanden tussen eigenschappen zijn onderzocht met big-data-analyse, maar begonnen vanuit klassieke statistische methoden zoals Principal Component Analysis (PCA). Beide methoden gaven ongeveer dezelfde resultaten. Dat komt waarschijnlijk doordat kleine verschillen in de gesteenten extra “ruis” veroorzaken in de relaties tussen verschillende eigenschappen. Uit mineralogisch onderzoek blijkt dat vooral de aanwezigheid van klei, carbonaatcement, ‘replacing minerals’ en organisch materiaal kan zorgen voor afwijkingen van dominante trends tussen eigenschappen zoals porositeit en thermische geleidbaarheid. Het onderzoek geeft hierdoor beter inzicht in de belangrijkste gesteente-eigenschappen van drie Nederlandse geothermie-lagen en laat zien waarom sommige gesteentelagen afwijken van de algemene patronen.

Er is een richtlijn opgesteld voor het opschalen van meetgegevens. Deze beschrijft hoe je de meest geschikte invoerparameters kunt bepalen voor geologische modellen die in de Nederlandse geothermie-sector worden gebruikt. De richtlijn begint met een uitleg over metingen, onzekerheden en opschaling. Daarna volgt een ideale algemene werkwijze van kernsample tot reservoirmodel, met aandachtspunten bij elke stap. Vervolgens worden de belangrijkste parameters voor geothermische exploratie en productie besproken, inclusief hoe deze kunnen worden opgeschaald en gekalibreerd. Tot slot wordt uitgelegd welke metingen de hoogste informatiewaarde (Value-of-Information) hebben, al moet dit nog altijd per project specifiek geanalyseerd worden.

Tot slot zijn, op basis van ervaringen met geothermische puttesten, extra numerieke en analytische modellen en literatuur, aanbevelingen gedaan om de kwaliteit van puttestgegevens te verbeteren en de kosten te verlagen of zo laag mogelijk te houden.

Bijdrage aan duurzame energie

De uitkomsten van dit project zijn direct bruikbaar voor de Nederlandse geothermische industrie. Dit gaat om de meetgegevens van de gesteente-eigenschappen van de drie belangrijkste geothermische reservoirs in Nederland, de analyse van deze data inclusief wanneer gesteente-eigenschappen afwijken van de algemene trends, de opschalings-richtlijnen, en de puttest-analyse en aanbevelingen. Hiermee draagt het project bij aan de doelstellingen aangaande de opschaling van de productie van aardwarmte en de bijdrage daarmee aan een duurzame energievoorziening voor Nederland

Gegevens

U kunt verdere informatie en data verkrijgen via bovenstaand contact. Alle data is beschikbaar via het openbare 4TU research data platform. Analyses en interpretaties zijn of worden gepubliceerd in (inter)nationale tijdschriften en zijn onderdeel van het proefschrift van Parvin Kolah Kaj aan de TU Delft.

Referenties:

- Kolah Kaj, P. “Improving geomechanical and thermal rock property prediction of Dutch geothermal plays”, proefschrift TU Delft, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen, 16 maart 2026, promotores H.A. Abels, A. Barnhoorn, en P.J. Vardon, <https://repository.tudelft.nl>
- Kolah Kaj, P., Abels, H.A., Barnhoorn, A., Vargas Meleza, L., Vardon, P.J. (2024). Database of Experimental Data on Three Geothermal Plays in the Netherlands from the ProperBase Project. Version 2. 4TU.ResearchData. dataset. <https://doi.org/10.4121/63c28ba2-fbde-486f-9d82-660ab3a5c990.v2>
- Bruijnen, P.M., 2025. Recommendations for improved geothermal well testing. *EBN report*. <https://www.ebn.nl/feiten-en-cijfers/kennisbank/>
- Van der Zee, W., et al., 2025. Geomechanical and thermal reservoir properties in Dutch geothermal plays: Measurements, upscaling and calibration guideline. *Report by EBN and IF Technology*. <https://www.ebn.nl/feiten-en-cijfers/kennisbank/>