

Inhoudelijke deel Offerte voor	Waterschap Limburg voor consortium Zuid NL T.a.v. dhr. Jurriaan Cok Postbus 2207 6040 CC Roermond
Titel	Hydrogeologisch model Zuid-Nederland
Referentie	Offertenummer: 060.48812
Datum	6 mei 2021
Contact TNO	Willem Jan Zaadnoordijk T: 06 1180 3320 M: willem_jan.zaadnoordijk@tno.nl

INHOUDSOPGAVE

1 INTRODUCTIE

1.1 ACHTERGROND

2 REFERENTIES

3 DE AANBIEDING

3.1 UITKOMST

3.2 AANPAK

3.3 PLANNING

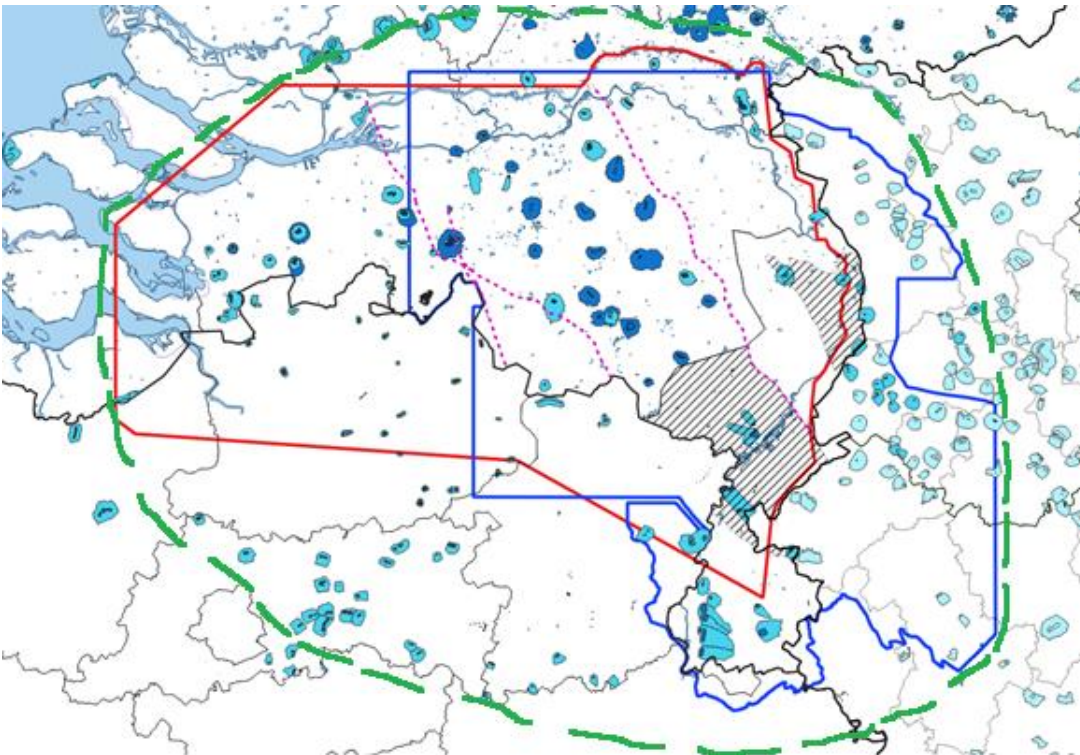
3.4 PROJECTTEAM

3.5 OVERLEG

3.6 RANDVOORWAARDEN

1 Introductie

Namens partijen in Zuid-Nederland heeft het Waterschap Limburg TNO Geologische Dienst Nederland (TNO-GDN) verzocht offerte uit te brengen voor het opstellen van een hydrogeologisch model. Het model moet de provincies Limburg en Noord-Brabant omvatten met de omgeving die van belang is voor het grondwater in deze provincies. Dit zal minimaal het gebied zijn van de huidige Ibrahym- en Brabant-grondwatermodellen (Figuur 1). Het hydrogeologisch model gaat gebruikt worden voor het maken van nieuwe ondergrondschematisaties voor deze grondwaterstromingsmodellen.



Figuur 1 Modelgebieden van Ibrahym (blauw) en het Brabantmodel (rood) en globale grens van het gevraagd hydrogeologisch basismodel.

De model moet het gehele Kenozoïcum beslaan en ten zuiden van de Feldbissbreuk ook de afzettingen uit Krijt en Carboon. Het model moet voorzien worden van een hydraulische parametrisatie en voor het eind van 2021 publiek beschikbaar gesteld worden.

1.1 Achtergrond

De gezamenlijk partijen in Limburg en Noord-Brabant hebben behoefte aan een grensoverschrijdend hydrogeologisch basismodel dat gebruikt kan worden als basis voor de bouw van IBRAHYM3 én voor toepassingen in Noord-Brabant. Het zal daarmee ook gebruikt worden voor grensoverschrijdende grondwatermodelstudies voor duurzaam waterbeheer in de gehele Roerdalslenk in projecten met Duitse, Belgische, Noord-Brabantse en Limburgse partijen. Dit zal de efficiëntie en consistentie van deze studies ten goede komen.

Het hydrogeologisch basismodel moet de beschikbare hydrogeologische informatie combineren waarbij gezorgd wordt voor een goede aansluiting en interpretatie op de grenzen (lateraal en verticaal) van bestaande ondergrondmodellen. Hierbij is het uitgangspunt dat uitsluitend bestaande kennis gebruikt wordt en géén nieuwe kartering of modellering wordt uitgevoerd. Dit kan leiden tot pragmatische, maar goed geïnformeerde keuzes bij het samenvoegen van de verschillende modellen en benodigde aanvullende informatie. De opdrachtgevers vragen TNO Geologische Dienst Nederland (TNO-GDN) om dit basismodel te maken vanwege de hydrogeologische kennis die aanwezig is bij TNO-GDN, de bekendheid met veel van de ondergrondmodellen en de contacten bij buitenlandse partners.

TNO Geologische Dienst Nederland (TNO-GDN) beheert de nationale database met Nederlandse ondergrondgegevens, DINO, en ondergrondmodellen, zoals DGM, REGIS II en GeoTOP (toegankelijk via: <http://www.dinoloket.nl>). Bovendien werkt TNO-GDN samen met partners in België en Duitsland om de ondergrondmodellen in de grensstreek op elkaar af te stemmen, bijv. in de H3O-projecten, en om grensoverschrijdend inzicht in de ondergrond op te bouwen, bijvoorbeeld in de GeoERA projecten. Beschikbare modellen en specifieke kennis relevant voor het hydrogeologisch model Zuid NL zijn:

- H3O-modellen en resultaten van de GeoERA-projecten RESOURCE, VoGERA en HIKE:
 - o H3O-PLUS lagenmodel (integratie H3O-modellen Roerdalslank, De Kempen, ROSE en Roerdalslank Noordwest – met aansluitingsdiscontinuïteiten);
 - o H3O-PLUS informatie over doorlatendheid: bereik per land, per eenheid;
 - o CHAKA: inzichten Krijt;
 - o Internationale breuken database.
- REGIS II v2.2 (met DGM v2.2);
- GeoTOP v1.4:
 - o Hydraulische parametrisatie deelgebied Brabant-Limburg;
 - o Bijbehorend geologisch model DGM+.
- DGMdiep v4.0;
- ThermoGIS;
- Lopende projecten als het SCAN-onderzoek voor EBN en Geo Zuid.

Bij de Belgische en Duitse samenwerkingspartners van TNO-GDN zijn ook (hydro)geologische en grondwatermodellen aanwezig die relevant zijn.

2 Referenties

- Offertaanvraag d.d. 10 maart 2021 van Hans Hakvoort (HKV) namens het IBRAHYM3 consortium, Brabant Water en de Provincie Noord-Brabant aan Willem Jan Zaadnoordijk (TNO-GDN) met een bijbehorend Programma van Eisen;
- Projectschets Grensoverschrijdend Hydrogeologisch Model Zuid-Nederland, zoals gepresenteerd door Willem Jan Zaadnoordijk (TNO-GDN) op 29 maart 2021 in een Teams-overleg met vertegenwoordigers van de opdrachtgevende partijen;
- Verzoek herziening offerte d.d. 23 april 2021;
- Swierstra, W (2015) GeoTOP Mariapeel en Deurnsche Peel, proefproject GeoTOPrahym, referentie RDCBD5391101100R001F02, RoyalHaskoningDHV, Maastricht.

3 De Aanbieding

3.1 Uitkomst

De werkzaamheden die hierbij worden geoffreerd behelzen het maken van een hydrogeologisch lagenmodel.

De werkzaamheden zullen resulteren in: GIS-kaarten voor elke hydrogeologische eenheid van het lagenmodel met:

- Diepte bovenkant;
- Diepte onderkant;
- Horizontale doorlatendheid (niet voor aquitards);
- Standaardafwijking van de horizontale doorlatendheid (niet voor aquitards);
- Verticale doorlatendheid;
- Standaardafwijking van de verticale doorlatendheid;
- Voor aquifers een transmissiviteit (dikte x horizontale doorlatendheid);
- Voor aquitards een hydraulische weerstand (dikte / verticale doorlatendheid).
- GIS-kaarten van de relevante breuken;
- GIS-kaarten ten behoeve van het combineren van het lagenmodel met GeoTOP:
 - een bovenvlak voor lagenmodel waarboven GeoTOP gebruikt kan worden
 - kaarten voor de eenheid van het lagenmodel direct onder dit bovenvlak voor zover deze afwijken van de bovengenoemde kaarten voor deze eenheid;
- Een TNO-rapport met beschrijving van de gebruikte data, aanpak en aanwijzingen voor gebruik in pdf-formaat; het rapport zal in het Nederlands geschreven worden waaraan ook een samenvatting in het Duits, Frans en Engels toegevoegd zal worden;
- Een separate lijst van aanwijzingen voor gebruik ("issues") met geo-referenties, die in GIS bij de bovengenoemde kaarten gevisualiseerd kunnen worden.

3.2 Aanpak

De volgende stappen kunnen in het project worden onderscheiden:

1. Inventariseren aanvullende informatie (Vlaanderen, Wallonië (Belgische Geologische Dienst), Geologische Dienst Noordrijn-Westfalen, Lanuv, Wasserverbände);
2. Besluit over te gebruiken bestaande lagenmodellen in overleg met opdrachtgever;
3. Samenvoegen geselecteerde lagenmodellen (H3O-PLUS met aanvullende modellen);
4. Toekennen doorlatendheid aan lagen en maken van koppelvlak voor combinatie met GeoTOP;
5. Hydrogeologisch duiden van interne randen en overgangen tussen deelmodellen;
6. Grove indeling breukarakteristieken die als basis gebruikt kunnen worden voor hydraulische weerstand;
7. Presenteren resultaten en besluit over eventuele verfijning (eventueel met adviesbureaus betrokken bij het Ibrahim-model en het Brabantmodel);
8. Eventueel uitvoeren verfijningen (in overleg met opdrachtgevers en eventueel ook met adviesbureaus);
9. Oplevering rapport en GIS bestanden – beschikbaar maken als download op <https://www.grondwatertools.nl>;
10. Ondersteuning bij toepassing voor update Ibrahim.

Deze stappen worden in de volgende paragrafen toegelicht.

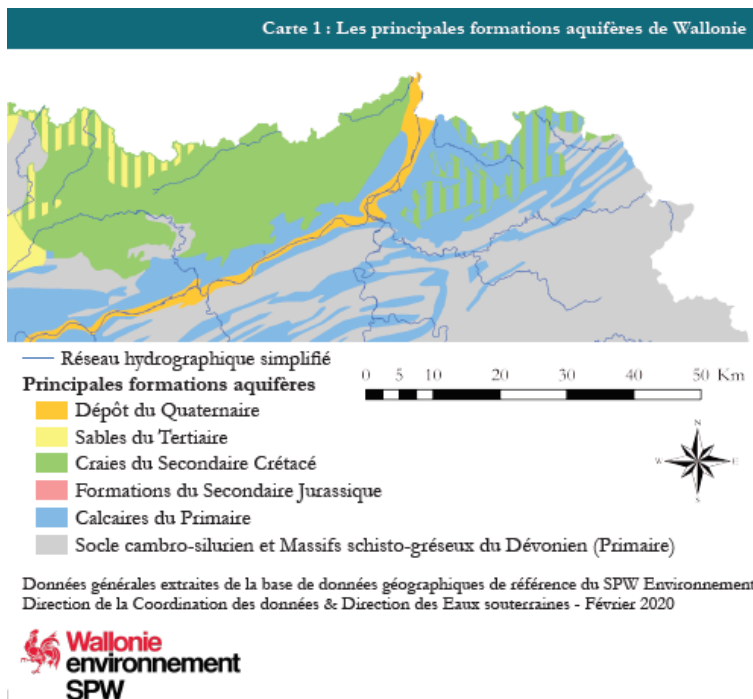
3.2.1 Inventariseren aanvullende informatie

Als eerste stap zal TNO-GDN via de contacten bij VMM, de Belgische Geologische Dienst, de Geologische Dienst van Noordrijn-Westfalen en LANUV informatie verzamelen over de ondergrond in de Belgische en Duitse delen van het projectgebied. Dit is vooral gericht op bestaande (hydro)geologische (lagen)modellen aangevuld met beschikbare relevante informatie voor de gebieden waar deze ontbreken. Concreet zijn de vragen:

- Bestaat er voor het deel van het beheergebied van de organisatie binnen het hydrogeologisch basismodel Zuid-Nederland een drie-dimensionaal hydrogeologisch model met hydraulische parametrisatie?
- Zo nee:
 - Is er een (hydro)geologisch model?
 - Zo nee, welke informatie over de opbouw van de ondergrond en aanwezigheid van watervoerende pakketten en scheidende lagen is bekend?
 - Welke informatie over de hydraulische eigenschappen is beschikbaar?
- Onder welke voorwaarden mogen we deze informatie gebruiken?

Het is mogelijk dat hiervoor (bestuurlijke) toestemming verkregen moet worden, dat kosten in rekening worden voor het leveren van bestanden en dat er gebruiksvoorwaarden voor deze bestanden gelden. Bij deze aanbieding is ervan uitgegaan dat de opdrachtgever de betreffende kosten betaalt en zorgt voor toestemming en gebruiksvoorwaarden die openbaarmaking van het eindresultaat toestaat.

Er is op dit moment het minste zicht op de beschikbare informatie in Wallonië. De milieudienst van Wallonië heeft in ieder geval geologische en hydrogeologische kaarten (Figuur 2).



Figuur 2 Belangrijkste aquifers in Wallonië (uit SPW(2020) Etat des nappes d'eau souterraine de la Wallonie)

In Noordrijn-Westfalen zijn er delen van het projectgebied waarvan geen bekende lagenmodellen zijn.

Via de betreffende organisaties zal de relevante beschikbare informatie verzameld worden. Voor deze stap is een vast bedrag geraamd (zie kostenraming in Hoofdstuk **Error! Reference source not found.** van deze offerte). Als dit tot onvoldoende resultaat leidt kan in overleg met de opdrachtgever op regiebasis extra inspanning geleverd worden (zie **Error! Reference source not found.**).

3.2.2 Besluit over te gebruiken lagenmodellen in overleg met opdrachtgever

Een formeel overleg met vertegenwoordigers van de opdrachtgevende partijen is de kern van deze stap. In dit overleg zal TNO-GDN een overzicht geven van de beschikbare lagenmodellen en bijbehorende aanvullende informatie. Hierbij zal een voorstel gedaan worden om op pragmatische wijze te komen tot lagenmodellen voor delen van het (3-dimensionale) projectgebied waar die niet beschikbaar zijn. Vervolgens zal een besluit genomen worden over de te selecteren lagenmodellen die in de volgende stap samengevoegd zullen worden. Als daarvoor nog extra informatie verzameld moet worden wordt dat uitgevoerd op regiebasis als extra werk voor de eerste stap zoals beschreven in paragraaf 3.2.1. Bovendien zullen in dit overleg definitieve besluiten genomen worden over twee punten die in het startoverleg al aan de orde zullen worden gesteld:

- de diepteligging van het koppelvlak voor gecombineerd gebruik van het lagenmodel en GeoTOP in een grondwatermodel (zie 3.2.4).
- de schematisatie van breuken (als lijn tussen cellen, als enkele rij cellen, of als dubbele rij cellen – zie 3.2.6).

Twee weken voor dit overleg zullen de resultaten van de inventarisatie aan de opdrachtgever toegestuurd worden. Bevindingen van de opdrachtgever die van belang zijn voor het te nemen besluit over de te selecteren lagenmodellen zullen uiterlijk 2 werkdagen voor het overleg aan TNO-GSN gemeld worden.

3.2.3 Samenvoegen geselecteerde lagenmodellen

Voor de delen van het projectgebied waar geen geschikte lagenmodellen voorhanden zijn zullen op pragmatische wijze lagenmodellen geconstrueerd worden op basis van de beschikbare informatie conform het besluit uit de vorige stap (zie paragraaf 3.2.2). Vervolgens zullen de geselecteerde lagenmodellen in een GIS-operatie samengevoegd worden.

3.2.4 Toekennen doorlatendheid aan lagen en maken van koppelvlak voor combinatie met GeoTOP

Het samengevoegde lagenmodel zal per laag voorzien worden van een hydraulische parametrisatie. Dat houdt in dat aan elke laag een doorlatendheid toegekend wordt. Naar verwachting zullen in delen van het projectgebied en speciaal voor de diepere lagen hiervoor geen goed gedocumenteerde gegevens voorhanden zijn. Bij grondwatermodellen zal het bovendien voorkomen dat de schematisatie niet overeenkomt met de lagen uit het samengevoegde lagenmodel. Dit zal resulteren in grote onzekerheid van de doorlatendheden, waarbij mogelijk terug gevallen moet worden op literatuurwaarden voor de lithologieën die voorkomen in deze eenheden, die een bereik van ettelijke ordes van grootte hebben. Ook zal uitgegaan worden van een verhouding van 1:1 voor de verticale en horizontale doorlatendheid (verticale anisotropie) tenzij er expliciete betere informatie beschikbaar is.

De onzekerheden zullen weergegeven worden met standaardafwijkingen en vertaald worden naar aanwijzingen voor het gebruik van het hydrogeologische model voor een grondwatermodel en gevoeligheidsanalyse en kalibratie van het grondwatermodel.

De volgende hydraulische parameters zullen toegekend worden:

- Verwachtingswaarde (gemiddelde) van de horizontale doorlatendheid (niet voor aquitards);
- Standaardafwijking (maat voor onzekerheid uitgaande van een log-normale verdeling) van de horizontale doorlatendheid (niet voor aquitards);
- Verwachtingswaarde van de verticale doorlatendheid;

- Standaardafwijking van de verticale doorlatendheid.

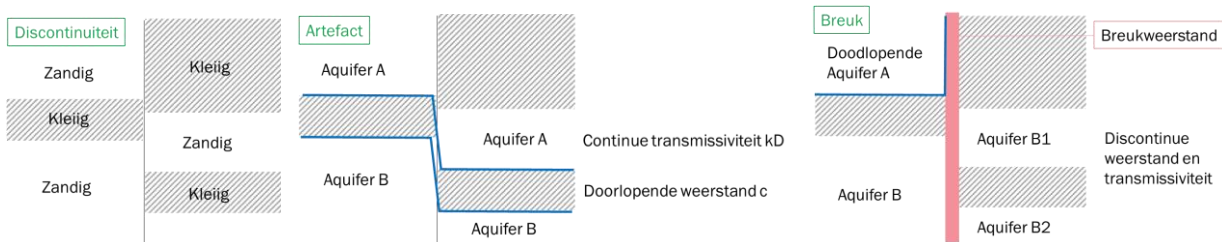
In combinatie met de dikte van de lagen zullen hieruit transmissiviteiten voor watervoerende lagen (aquifers) en weerstanden voor scheidende lagen (aquitards) afgeleid worden. Voor zover de geselecteerde lagenmodellen geen hydraulische parametrisatie bevatten zullen deze aangevuld worden met schattingen op basis van de in de eerste stap verzamelde informatie.

Het is het gewenst het lagenmodel te kunnen combineren met GeoTOP zoals in een proefproject is gedaan voor Mariapeel en Deurnsche Peel (Swierstra, 2015). GeoTOP is echter een voxelmodel, wat niet efficiënt op te nemen is in een lagenmodel. Bovendien is het waarschijnlijk dat bij toepassingen GeoTOP maar voor een beperkt gebied in het grondwatermodel opgenomen wordt. Tenslotte is het eenvoudig om een selectie van voxels direct vanuit GeoTOP toe te voegen aan een grondwatermodel. Daarom stellen we voor om een overgangsvlak te definiëren voor de combinatie van het lagenmodel en GeoTOP in plaats van het maken van een lagenmodelversie waarin GeoTOP is opgenomen. Het overgangsvlak definieert de bovenkant van het lagenmodel en de onderkant van de voxels die samen in het grondwatermodel opgenomen worden. Het kan gecombineerd worden met een polygoon die het gebied beperkt waarbinnen GeoTOP het overeenkomende deel van lagenmodel vervangt in het grondwatermodel. Voor de hydrogeologische eenheden van het lagenmodel die door dit overgangsvlak afgesneden worden, zullen alternatieve kaarten voor de top en de hydraulische parameters gemaakt worden voor zover deze veranderen. De keuze van het koppelvlak zal besproken worden in het startoverleg en vastgelegd worden in het overleg van stap 2 (zie 3.2.2).

3.2.5 Hydrogeologisch duiden van interne randen en overgangen tussen deelmodellen

Het resulterende lagenmodel (3.2.3) en de hydraulische parametrisatie (3.2.4) zullen discontinuïteiten bevatten. Deze zijn voor een deel werkelijke discontinuïteiten door breuken en voor een deel verschillen in de (hydro)geologische procedure en aannamen van de gebruikte lagenmodellen. Verschillen in (hydro)stratigrafische indelingen en ruimtelijk variërende eigenschappen spelen hierbij ook een rol. Hierbij dient opgemerkt te worden dat discontinuïteiten in de hydrogeologie niet een-op-een gerelateerd zijn met problemen in een grondwatermodel. De context is verschillend: geologisch eenheden dan wel grondwaterstroming. Bij het afleiden van de ondergrondschematisatie voor een grondwatermodel uit het hydrogeologische basismodel kunnen dan ook vertalingen nodig zijn. Zo behoeft een sprong in de onder- en bovenkant van lagen bij de aansluiting van twee deelmodellen geen probleem te vormen in het grondwatermodel: het grondwatermodel zal toch correcte stijghoogten en fluxen simuleren als de lagen aan beiden zijden van de sprong goed aan elkaar gekoppeld zijn en een continue transmissiviteit of weerstand hebben (zie Figuur 3 midden). Bij een breuk met een aanzienlijk verzet (= verticale verschuiving) moeten in het grondwatermodel de lagen aan elkaar gekoppeld worden op basis van de iuxtapositie (= naast elkaar gelegen zijn) en niet op basis van de geologische eenheden waartoe ze behoren. Hierbij kan het voorkomen dat een laag aan de ene zijde van een breuk gekoppeld moet worden aan meerdere lagen aan de andere kant van de breuk in het grondwatermodel (zie Figuur 3 rechts). Dit kan niet generiek opgelost worden in het hydrogeologische basismodel, maar zal onderdeel moeten zijn van de vertaling naar de grondwatermodelschematisatie.

TNO-GDN zal de discontinuïteiten beschrijven en aangeven hoe deze geïnterpreteerd moeten worden in het licht van grondwaterstroming (Figuur 3).

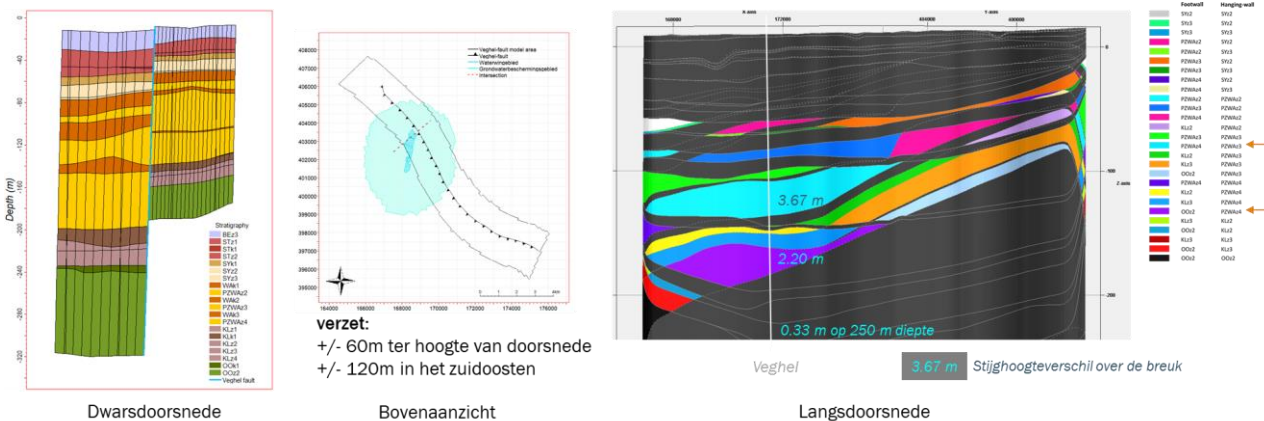


Figuur 3 Voorbeelden van interpretatie van een discontinuïteit in het lagenmodel met doorlopende aquifers bij een artefact door model aansluiting en aquifers met contact op basis van hoogteligging ter weerszijden van een breuk.

Bij deze stap zal gebruik gemaakt worden van een GIS-kaart met lijnen voor de relevante breuken (die in de volgende stap van een classificatie voorzien zal worden, zie paragraaf 3.2.6). Er zal gecontroleerd worden dat bij deze breuken de gerelateerde discontinuïteit in het lagenmodel samenvalt met de ligging van de breuk.

3.2.6 Grove indeling breukarakteristieken maken

Naast de hydraulische parametrisatie van de lagen zijn ook de eigenschappen van de breuken van belang voor de grondwaterstroming. Er is weinig kennis van en ervaring met het toekennen van hydraulische weerstand aan breuken op regionale schaal, die daardoor vaak een uniforme weerstand krijgen in grondwatermodellen. Op basis van het werk van Lapperre e.a. (2019) en inzichten uit de GeoERA-projecten RESOURCE, VoGERA en HIKE zal een grove indeling in klassen gemaakt worden op basis van breukarakteristieken (met name het verzet ofwel de verticale verplaatsing van de breuk, vergelijk Figuur 4), die gebruikt kan worden om de hydraulische weerstand van de breuken ruimtelijk te variëren in het grondwatermodel en om deze te kalibreren.

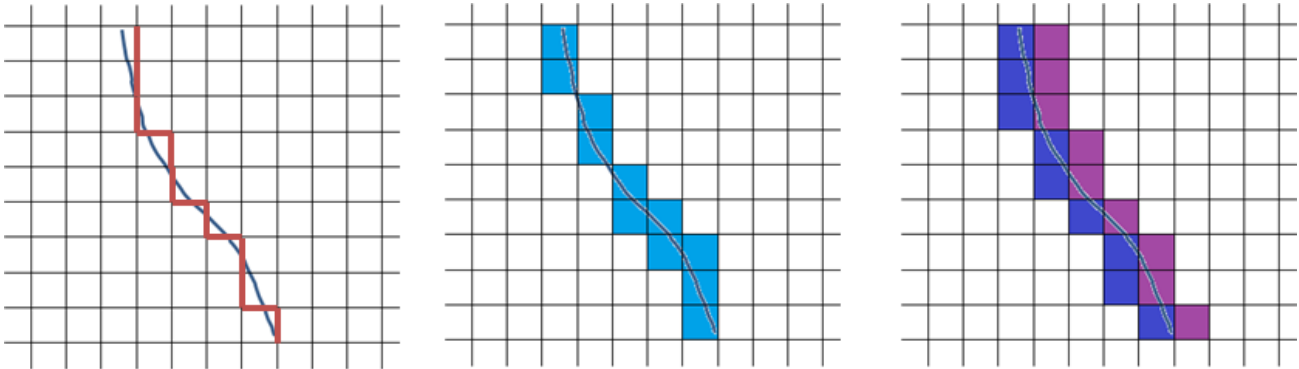


Figuur 4 Verschillende visualisaties van een breuk bij Veghel.

Voor de schematisatie van de breuken (in bovenaanzicht) zijn verschillende mogelijkheden, bijvoorbeeld (zie Figuur 5):

- Een lijn langs de randen van cellen (wat een schematisatie in het grondwatermodel vraagt met een package als de Horizontal Flow Barrier van MODFLOW);
- Een enkele rij cellen (waarbij de weerstand van de breuk niet aan een lijn maar aan cellen toegekend wordt en de onder- en bovenkanten van de cellen speciale aandacht vragen);
- Een dubbele rij cellen (waarbij de weerstand van de breuk ook aan cellen toegekend wordt, de breuk nu breder is en de laaghoogtes aan beide zijden van de breuk aansluiten op de lagen ernaast).

De keuze van de schematisatie zal besproken worden in het startoverleg en vastgelegd worden in het overleg van stap 2 (zie 3.2.2).



Figuur 5 Voorbeelden van breukschematisaties.

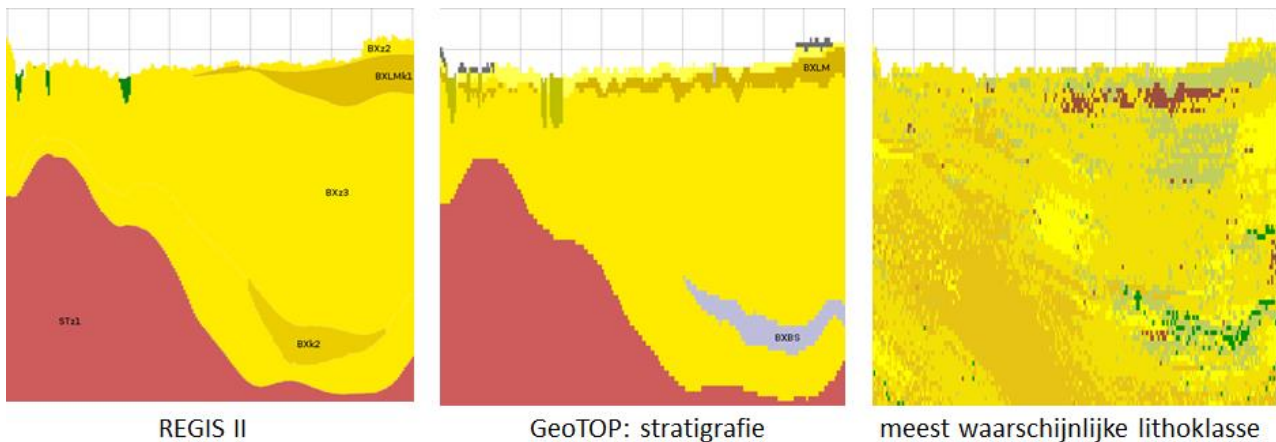
3.2.7 Presenteren resultaten en besluit over eventuele verfijning

De voorgaande stappen leiden tot een eerste hydrogeologisch basismodel met inzicht in onzekerheden en aandachtspunten voor de vertaling naar de ondergrondschematisatie voor een grondwatermodel. Dit zal gepresenteerd worden in een tweede formele overleg met de vertegenwoordigers van de opdrachtgevende partijen. Bij voorkeur zijn hierbij ook modellers van het grondwatermodel aanwezig. Dit overleg zal leiden tot een besluit over eventuele verfijningen van het basismodel. Deze verfijningen zijn gericht op het verbeteren van de toepasbaarheid van het basismodel voor grondwaterkwantiteitsmodellering (stijghoogten en fluxen) met een doorkijk naar grondwatertransportmodellering van bijvoorbeeld nitraat.

Mogelijke verfijningen zijn:

- Verkenning van het gebruik van DGM+ om de aansluiting tussen de H3O-deelgebieden en GeoTOP in Nederland te verbeteren.
- “Gladstrijken” van specifieke “rafelranden” bijvoorbeeld bij de overgang naar delen van het projectgebied die pragmatisch zijn ingevuld omdat er geen lagenmodel beschikbaar was (binnen de planning is geen ruimte om een (hydro)geologische modellering uit te voeren waarmee geselecteerde lagenmodellen tot één volkomen consistent geheel gemaakt kunnen worden).
- De doorlatendheden voor de eenheden binnen de Formatie van Bostel verfijnen met behulp van de hydraulische parametrisatie van GeoTOP L+B.

Het laatste voorbeeld gaat over de Formatie van Bostel. Voor veel toepassingen zal het gewenst zijn om binnen deze formatie verfijningen aan te brengen, ook voor grondwatermodellen waarbij het bovenste deel van het lagenmodel niet vervangen wordt door voxels uit GeoTOP. Hierbij valt te denken aan de geometrie van twee leemlagen nabij de boven- en onderkant (respectievelijk het Laagpakket van Liempde en het Laagpakket van Best). Figuur 6 laat zien dat er ook buiten deze lagen nog aanzienlijke hoeveelheden klei (groen), leem (lichtgroen) en veen (bruin) voorkomen, waardoor er ook buiten de leemlagen aanzienlijke verticale weerstand aanwezig is binnen de Formatie van Bostel. Afhankelijk van de toepassing is alleen de totale verticale weerstand van de Formatie van Bostel van belang of speelt ook de relatieve positie van de weerstand binnen de formatie een rol. Dit illustreert dat er meerdere mogelijkheden zijn, met verschillen in de schematisatie, resolutie en benodigde inspanning.



Figuur 6 Formatie van Bostel in doorsnedes uit REGIS II (links) en GeoTOP (midden en rechts).

De eerste versie van het hydrogeologisch basismodel zal twee weken voor het overleg aan de opdrachtgever toegestuurd worden. Bevindingen van de opdrachtgever die van belang zijn voor het vaststellen van deze eerste versie en het te nemen besluit over eventuele verfijningen zullen uiterlijk twee werkdagen voor het overleg bij TNO-GSN gemeld worden.

Voor eventuele verfijningen zullen overzichtelijke stappen met duidelijke prioriteiten gepland worden om de kosten en planning goed te kunnen bewaken. Omdat de prioriteiten samenhangen met de beoogde toepassingen van de af te leiden grondwatermodellen, is het zinvol om de gedachtenvorming al bij het startoverleg te beginnen. De verfijningen zullen in nauw overleg met de opdrachtgever op regiebasis uitgevoerd worden als volgende stap (3.2.8).

3.2.8 Eventueel uitvoeren verfijningen

Deze stap wordt op regiebasis uitgevoerd afhankelijk van het besluit uit de vorige stap zoals beschreven in paragraaf 3.2.7. In nauw overleg met de opdrachtgever zullen eventuele verfijningen uitgevoerd worden op dusdanige wijze dat de afronding voor 31 december 2021 niet in gevaar komt. De aanpassingen zullen goed gedocumenteerd worden zodat de inhoud van het basismodel herleidbaar blijft.

3.2.9 Oplevering rapport en GIS-bestanden

De GIS-kaarten van het lagenmodel met bijbehorende hydraulische parametrisatie worden als rasterkaarten in de volgende formaten opgeleverd:

- ASCII rasterformaat (bruikbaar in ArcGIS en QGIS);
- IDF-formaat;
- GeoTIFF-formaat.

De relevante breuken zullen als lijnenkaarten in ESRI-shapefile formaat opgeleverd worden.

Het rapport zal Nederlandstalig zijn; de samenvatting zal ook in het Engels, Duits en Frans worden opgesteld. Het rapport wordt in Pdf-formaat opgeleverd.

De aanwijzingen voor gebruik ("issues") zullen ook als separate lijst met geo-referenties geleverd worden, zodat deze in GIS bij de bovengenoemde kaarten gevisualiseerd kunnen worden.

Uiterlijk twee weken voor het eindoverleg zullen concepten van de GIS-producten en het rapport toegestuurd worden aan de opdrachtgever via SURFfilesender. Hierbij zal een ArcGIS-projectfile meegeleverd worden, zodat alles in een keer geladen kan worden. Ook zal een iMOD-projectfile met verwijzingen naar IDF-files bijgevoegd worden, zodat de ondergrondschematisatie in iMOD bekeken kan worden. We verwachten dat de opdrachtgever dit zal gebruiken ter voorbereiding op de het eindoverleg en de bevindingen minimaal 2 werkdagen voor het overleg meldt aan TNO-GSN. De concepten en de bevindingen zullen besproken worden op het eindoverleg en bij dit overleg wordt een besluit genomen over de acties die nog uitgevoerd worden om de producten definitief te maken. De definitieve producten zullen op dezelfde wijze toegestuurd worden aan de opdrachtgever. Ook zullen ze als download beschikbaar gemaakt worden via <https://www.grondwatertools.nl>.

Tenslotte zullen de producten gepresenteerd worden op de brede eindbijeenkomst, waarvoor ook de buitenlandse partijen uitgenodigd worden. De opdrachtgever zal ruimte en catering voor deze bijeenkomst verzorgen.

3.2.10 Ondersteuning bij toepassing voor update Ibrahim

Het opgeleverde basismodel zal gebruikt worden voor de ondergrondschematisatie van grondwatermodellen. Dit zal ondersteund worden binnen deze opdracht voor de update van het Ibrahim-model om te zorgen voor een (hydro)geologisch juiste interpretatie van het basismodel en een efficiënt proces. Dit zal al beginnen met de aanwezigheid van de grondwatermodelleers bij de formele overleggen (3.2.2 en 3.2.7). Ook de brede eindbijeenkomst zal hier aan bijdragen.

Het zal specifiek voor Ibrahim vervolgd worden na de oplevering van het basismodel. De ondersteuning zal op regiebasis geleverd worden. De invulling zou kunnen bestaan uit werksessies met grondwatermodelleers en daarnaast ondersteuning op afroep. Zinnige onderwerpen voor twee werksessies zijn:

- Ondergrondschematisatie grondwatermodel;
- Kalibratie ondergrondparameters.

De ondersteuning is als een stelpost voor Ibrahim opgenomen in de kostenraming.

3.3 Planning

Uitgaande van opdrachtverlening per 7 mei 2021 zullen de definitieve resultaten uiterlijk 31 december opgeleverd worden. De volgende tabel geeft de daarbij behorende planning.

	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	
Inventariseren aanvullende informatie	■	■	■						
Extra inventarisatie op regiebasis		■	■	■					
Besluit over te gebruiken lagenmodellen			O						
Samenvoegen geselecteerde lagenmodellen				■	■	■			
Toekennen doorlatendheid aan lagen				■	■	■			
Hydrogeologische duiden interne overgangen					■	■	■		
Grove indeling breukarakteristieken						■	■		
Presenteren resultaten en besluit verfijning							O		
Eventueel uitvoeren verfijningen							■	■	
Oplevering rapport en GIS bestanden								■	
Ondersteuning toepassing Ibrahym op regiebasis									PM

3.4 Projectteam

De werkzaamheden zullen voornamelijk uitgevoerd worden door de volgende medewerkers van TNO-GDN:

- Ronald Vernes, hydrogeoloog en projectleider REGIS II en de H3O-projecten; Ronald zal de dataverzameling bij de buitenlandse partijen leiden en samen met Armin beoordelen;
- Reinder Reindersma, GIS-expert betrokken bij REGIS II en de H3O-projecten, heeft de H3O-lagenmodellen samengevoegd voor H3O-PLUS; Reinder zal de GIS-werkzaamheden binnen het project uitvoeren;
- Armin Menkovic, geoloog betrokken bij DGM, REGIS II en de H3O-projecten; Armin zal de verzamelde data geologisch beoordelen en de correlatie tussen de verschillende delen vaststellen en onzekerheden inschatten;
- Andreas Kruisselbrink, geoloog gespecialiseerd in breuken en betrokken bij de GeoERA-projecten RESOURCE en VoGERA; Andreas zal de parametrisatie van de breuken uitvoeren
- Tessa Witteman, projectmanager; Tessa zal de administratie en de planning van het project bijhouden;
- Willem Jan Zaadnoordijk, geohydroloog en bij TNO-GDN betrokken bij hydraulische parametrisatie van de ondergrondmodellen, de GeoERA-projecten RESOURCE, TACTIC en VoGERA en in vorige werkkringen uitgebreide ervaring met grondwatermodellering; Willem Jan is projectleider aan de kant van TNO-GDN voor dit project en het eerste aanspreekpunt voor de opdrachtgever. Verder zal hij inhoudelijk bijdragen met betrekking tot consequenties van en voor het gebruik van het basismodel voor grondwatermodellering.

Op verzoek worden C.V.'s ter beschikking gesteld.

3.5 Overleg

Tijdens het project zullen vijf formele overleggen georganiseerd worden door TNO-GDN:

1. Startoverleg waar onder meer de volgende onderwerpen aan bod komen: toepassing van af te leiden grondwatermodellen met bijbehorende eisen aan de ondergrondschematisatie, koppelvlak voor combinatie met GeoTOP (zie 3.2.4), schematisatie van breuken (zie 3.2.6);
2. Overleg voor het presenteren van de inventarisatie leidend tot besluiten over de te selecteren lagenmodellen, koppelvlak voor combinatie met GeoTOP en schematisatie van breuken. Ook zullen eventueel benodigde acties van de opdrachtgever voor het verkrijgen van aanvullende informatie vastgesteld worden;
3. Overleg voor het presenteren van het lagenmodel opgebouwd uit de geselecteerde lagenmodellen leidend tot besluit over eventuele verfijningen en prioriteiten daarbij;
4. Eindoverleg ter bespreking van de resultaten aan de hand van een conceptrapport;
5. Brede eindbijeenkomst met presentatie van de definitieve resultaten door TNO-GDN, waarvoor ook de buitenlandse partijen uitgenodigd zullen worden.

Voor het tweede, derde en vierde overleg geldt dat de betreffende informatie minimaal twee weken voor het overleg aan de opdrachtgever wordt toegezonden en dat de opdrachtgever belangrijke bevindingen uiterlijk twee werkdagen voor het overleg aan TNO-GSN laat weten.

De opdrachtgever stelt faciliteiten beschikbaar voor het vijfde overleg.

De opdrachtgever zal voor elk overleg aangeven wie uitgenodigd dienen te worden van de opdrachtgeversgroep en andere partijen zoals terreinbeheerders en adviesbureaus.

In aanvulling hierop zal regelmatig informeel contact plaatsvinden onder andere over de voortgang, bevindingen en eventueel in regie uit te voeren werkzaamheden.

3.6 Randvoorwaarden

Voor het project zal de opdrachtgever zorgdragen voor:

- Aanlevering van de huidige versie van Ibrahim;
- Aanlevering van de huidige versie van het Brabantmodel;
- Relevante aanvullende informatie;
- Verkrijgen van toestemming voor gebruik van buitenlandse informatie inclusief eventuele kosten voor het aanleveren ervan en met gebruiksvoorwaarden die het mogelijk maken om het resultaat openbaar te maken;
- Uiterlijk twee werkdagen voor de formele overleggen bevindingen bij de toegestuurde informatie melden aan TNO-GSN, die belangrijk is voor de te nemen besluiten;
- Verzorgen van ruimte en catering voor de brede eindbijeenkomst.