

TNO PUBLIEK

Energy & Materials Transition
Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht
Postbus 80015
3508 TA Utrechtwww.tno.nl

T +31 88 866 42 56

TNO-rapport**TNO 2023 R11565****Totstandkomingsrapport Kleine Release
REGIS II v2.2.2 – modelaanpassingen n.a.v.
twee terugmeldingen**

Datum	Augustus 2023
Auteur(s)	Jan Hummelman Jan Stafleu
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	14 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	De directeur Geologische Dienst Nederland
Projectnaam	GIP Ondiepe Kartering 2023
Projectnummer	060.55855

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2023 TNO

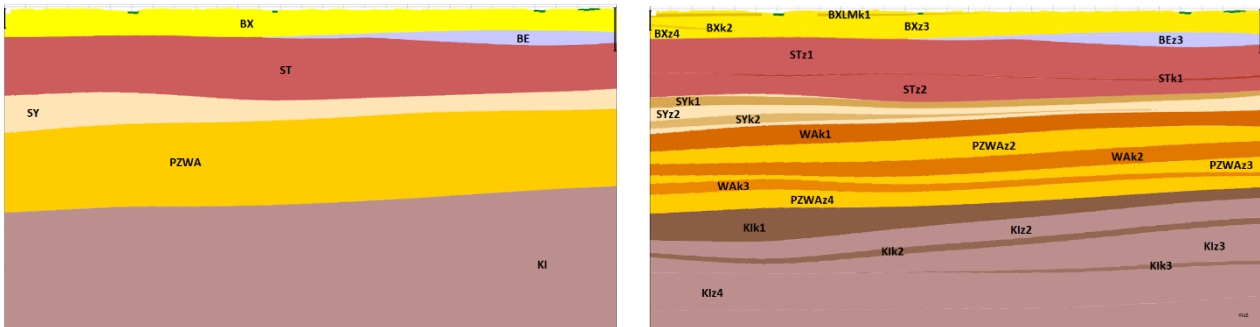
TNO PUBLIEK

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Terugmeldingen	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Inconsistentie Formatie van Oosterhout, overlap tussen Oosterhout zand 1 (OOz1) en Oosterhout complex (OOc).....	5
2.3	Fout toekenning Kreftenheye zand 4 (KRz4) en Kreftenheye zand 5 (KRz5) in combinatie met het voorkomen van de Formatie van Beegden.....	6
3	Gewijzigde bestanden	11
3.1	Basisgegevens	11
3.2	Lagenmodel	11
4	Literatuuropgave	13
5	Ondertekening	14

1 Inleiding

Het geologisch BRO-model DGM (Digitaal Geologisch Model; Hummelman et al., 2019a) en het hydrogeologisch BRO-model REGIS II (REgionaal Geohydrologische Informatie Systeem II; Hummelman et al., 2019b) zijn regionale lagenmodellen van de Nederlandse ondergrond tot een diepte van ongeveer 500 m, met een maximum diepte van 1200 m in de Roerdalslenk. Beide modellen zijn gebaseerd op een selectieset van circa 26.500 boringen. In DGM wordt de diepteligging van de top en de basis (de geometrie) van lithostratigrafische eenheden gemodelleerd (Figuur 1.1, links). Van de diepteligging wordt ook de bijbehorende onzekerheid berekend. In REGIS II worden geometrieën en hydraulische parameters gemodelleerd van hydrogeologische eenheden die voorkomen binnen de begrenzing van de lithostratigrafische eenheden van DGM (Figuur 1.1, rechts). Van de gemodelleerde geometrieën van weerstandbiedende eenheden en van de gemodelleerde hydraulische parameters van alle eenheden worden de bijbehorende onzekerheden berekend.



Figuur 1.1 De relatie tussen DGM (links, met lithostratigrafische eenheden) en REGIS II model (rechts, met hydrogeologische eenheden binnen de begrenzing van de lithostratigrafische eenheden van DGM).

Weerstandbiedende hydrogeologische eenheden zoals klei, veen, bruinkool, kalksteen en complexe modeleenheden worden binnen REGIS II geïnterpreteerd, gekarteerd en gemodelleerd. De tussen deze modeleenheden voorkomende zandige eenheden worden met behulp van de geometrie uit DGM en de geometrie van de gemodelleerde weerstandbiedende modeleenheden afgeleid. Voor het afleiden van deze zandige modeleenheden is een geautomatiseerde procedure opgezet (Hummelman et al., 2019b). Bij deze afleiding is de volgorde (sequentie) van het voorkomen van de hydrogeologische modeleenheden een belangrijk onderdeel. Na publicatie van REGIS II v2.2 zijn in het afleiden van de zandige eenheden in een tweetal gevallen afwijkingen geconstateerd.

Dit rapport beschrijft van twee ontvangen externe terugmeldingen hoe deze in REGIS II v2.2.2 zijn opgelost. Het betreft afwijkingen binnen de zandige eenheden *Oosterhout zand 1* (een onjuiste overlap met *Oosterhout complex*) en in de zandige eenheden *Kreftenheye zand 4* en *Kreftenheye zand 5* (een afwijking met betrekking tot de sequentie). De twee afwijkingen hebben alleen betrekking op de geometrie en de parametrisatie van de afgeleide zandlagen, en hebben geen invloed op de geometrie van de gekarteerde en gemodelleerde weerstandbiedende

modeleenheden. Ook hebben ze geen betrekking op de hieraan ten grondslag liggende lithostratigrafische eenheden van DGM v2.2.

De afwijkende rasterbestanden zijn gecorrigeerd en opgenomen in een zgn. *kleine release* van het BRO-model REGIS II. Deze kleine release heeft als versienummer REGIS II v2.2.2. Paragraaf 3.2.1 geeft een overzicht van de gewijzigde bestanden. Alle andere bestanden in REGIS II zijn ongewijzigd gebleven.

Dit rapport beschrijft alleen de verbeteringen die aangebracht zijn op basis van de twee terugmeldingen; een volledige beschrijving van de totstandkoming van REGIS II is te vinden in Hummelman et al. (2019b).

REGIS II v2.2.2 is de opvolger van REGIS II v2.2.1. Ook dit is een kleine release, waarin ten opzichte van REGIS II v2.2 onzekerheidsinformatie van de weerstandbiedende lagen is toegevoegd. De totstandkoming van deze kleine release is beschreven in Reindersma et al. (2022).

2 Terugmeldingen

2.1 Algemeen

Het hydrogeologische model REGIS II is één van de registratieobjecten in de Basis Registratie Ondergrond (BRO). Een dergelijk registratieobject dient aan bepaalde kwaliteitseisen te voldoen. Hiervoor is er een QC (Quality Control) opgezet om de modellen voor publicatie op hun kwaliteit te toetsen (Kiden, 2019). Als een nieuwe release van het model voldoet aan de kwaliteitseisen en de QC doorstaan heeft, kan het via een vrijgavesprek met de door het ministerie van BZK aangewezen functionaris vrijgegeven en authentiek verklaard worden. In de praktijk is de hoofdgeoloog van de Geologische Dienst Nederland de hiervoor aangewezen functionaris. Na vrijgave wordt het model in de BRO opgenomen en op BROloket gepubliceerd.

Bij gebruik van het model kan het voorkomen dat een gebruiker de juistheid van een bepaalde interpretatie, interpolatie, parametrisatie of ander onderdeel van het model in twijfel trekt. In dat geval heeft de gebruiker de mogelijkheid een *terugmelding* doen. De verantwoordelijk bronhouder (in het geval van de ondergrondmodellen GeoTOP, DGM en REGIS II is dat TNO – GDN) toetst of de melding zodanig is opgesteld dat deze inhoudelijk te beoordelen is en neemt eventueel contact op met de terugmelder. Daarna wordt er een onderzoek gestart. Een inhoudelijk expert onderzoekt de terugmelding. In het geval er inderdaad sprake is van een fout in het model wordt onderzocht op welke gebieden, eenheden, parameters en/of modellen de fout een effect heeft en hoe deze opgelost kan worden. Na afronding van het onderzoek wordt de terugmelder op de hoogte gesteld van de bevindingen en worden overige gebruikers via de ‘toelichting bronhouder’ in het terugmeldingsoverzicht op BROloket geïnformeerd over het resultaat van dit onderzoek en de vervolgacties.

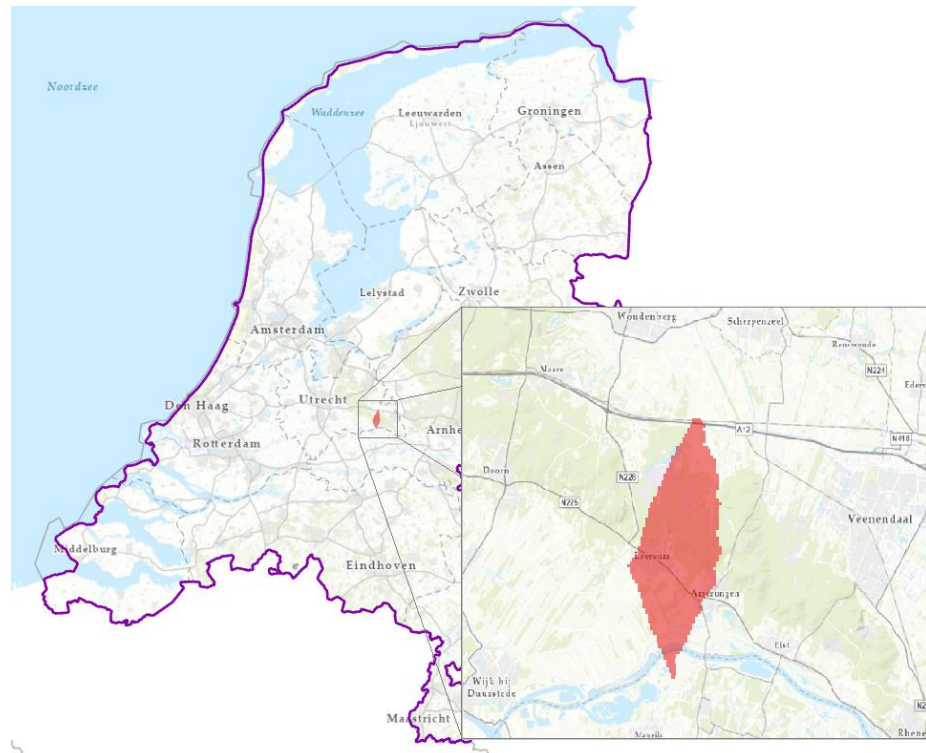
Voor een terugmelding op een model geldt geen wettelijke oplostermijn. De modelmaker kan besluiten de terugmelding te verwerken in een volgende release van het model, maar is dit niet verplicht. Tot die tijd staat de terugmelding geregistreerd bij het betreffende model.

2.2 Inconsistentie Formatie van Oosterhout, overlap tussen Oosterhout zand 1 (OOz1) en Oosterhout complex (OOc)

De terugmelding betreft een inconsistentie in de geometrie van de hydrogeologische eenheden *Oosterhout zand 1* en *Oosterhout complex* in het zuidoosten van de provincie Utrecht. De meldingstekst is als volgt:

“OOc geeft in het zuidoosten van Utrecht en enkele kleine plukjes in het oosten overlap tot 5 m met het bovenliggende Ooz1.”

De terugmelding is terecht. Figuur 2.1 toont het gebied waar de top van de Oosterhout complex de basis van de Oosterhout zand 1 doorsnijdt. Hier vind dus een overlap tussen de basis van *Oosterhout zand 1* en de top van *Oosterhout complex* plaatsvindt.



Figuur 2.1 Het gebied waarin Oosterhout zand 1 (OOz1) en Oosterhout complex (OOc) elkaar overlappen.

Zoals in de inleiding beschreven is, worden in REGIS II weerstandbiedende eenheden gemodelleerd en vervolgens zandige eenheden daaruit afgeleid. De *Oosterhout complex* is als weerstandbiedende eenheid gemodelleerd, de zandige eenheid *Oosterhout zand 1* is daar vervolgens uit afgeleid.

De geautomatiseerde procedure waarmee de afleiding is gedaan bevat een fout die leidde tot de geconstateerde overlap. De overlap is bij de kwaliteitscontrole (QC) van REGIS II v2.2 geconstateerd waarna de procedure is gecorrigeerd en de overlap is verholpen. Bij publicatie van REGIS II v2.2 (in 2015), zijn echter per abuis niet de opnieuw afgeleide rasters, maar de oorspronkelijke, foutieve rasters in de uitlevering van het model verwerkt. Deze versie van REGIS II is op 1 januari 2020 opgenomen in de Basis Registratie Ondergrond.

De hydraulische parameters behorend bij REGIS II v2.2 zijn in 2017 op DINOloket gepubliceerd. Bij het parametriseren is destijds wél gebruik gemaakt van de juiste geometrie van *Oosterhout zand 1*. Daardoor is het nu niet nodig om aanpassingen in de parameterbestanden van *Oosterhout zand 1* door te voeren.

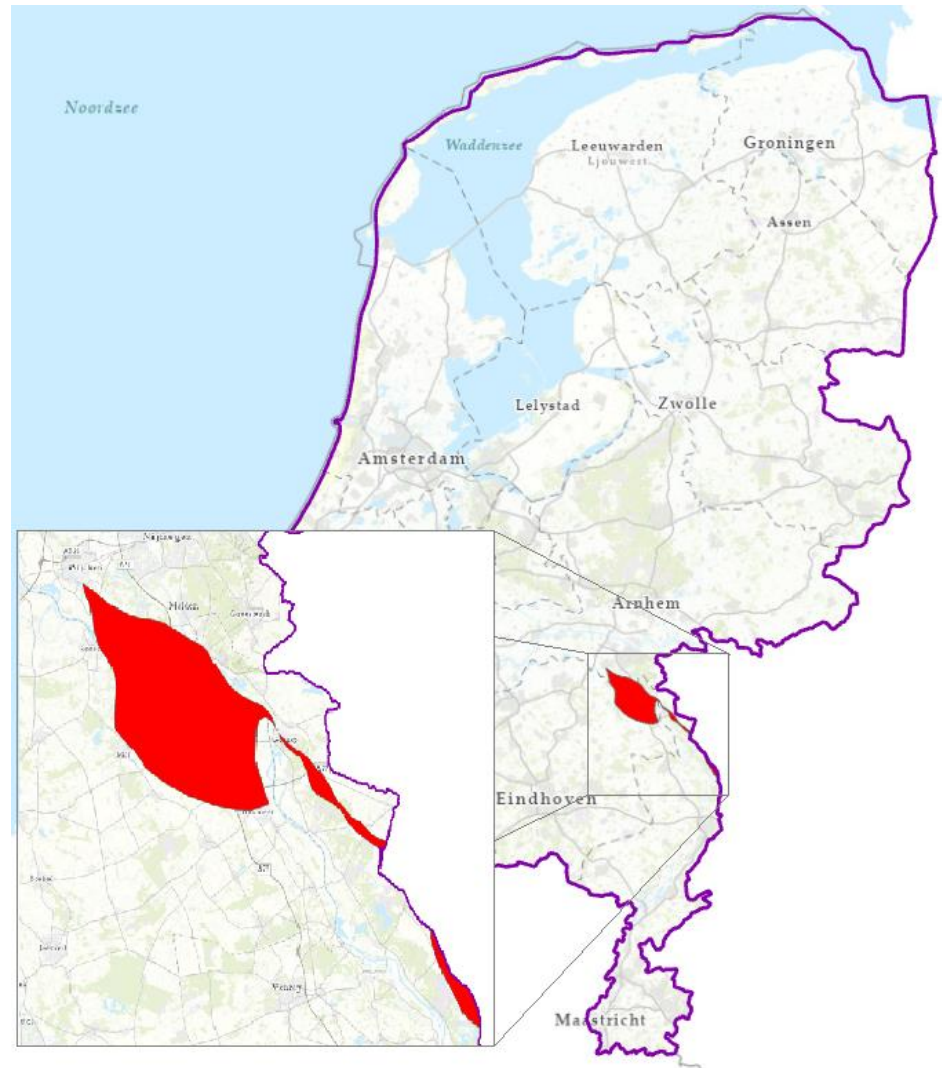
Door de foutieve rasters van *Oosterhout zand 1* te vervangen door de correct afgeleide rasters is de terugmelding opgelost. Zie paragraaf 3.2.1 voor een overzicht van de gewijzigde rasters.

2.3 Fout toekenning Kreftenheye zand 4 (KRz4) en Kreftenheye zand 5 (KRz5) in combinatie met het voorkomen van de Formatie van Beegden

De terugmelding betreft een afwijking in de afleiding van de zandige eenheden binnen de Formatie van Kreftenheye. De meldingstekst is als volgt:

“Er is een fout in de toekenning van de KRz4 en KRz5 welke volgens jullie sequentie ouder dan de Formatie van Beegden zou moeten zijn maar in het model toch boven de Formatie van Beegden voorkomt.”

De terugmelding is terecht. Figuur 2.2 toont het gebied waarin de afwijking zich voordoet.



Figuur 2.2 Het gebied waar de Kreftenheye zanden 4 en 5 boven de Formatie van Beegden voorkomen.

Zoals in de inleiding beschreven is, worden in REGIS II weerstandbiedende eenheden gemodelleerd en vervolgens zandige eenheden daaruit afgeleid. Bij het afleiden van de zandige modeleenheden wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde sequentielijst. Dit is een lijst waarin de stratigrafische volgorde van het voorkomen van de verschillende modeleenheden gedefinieerd wordt. Figuur 2.3 toont het deel van de sequentielijst dat voor deze terugmelding van belang is, voor

de volledige sequentielijst van REGIS II wordt verwezen naar Bijlage A in Hummelman et al. (2019b).

Modelleenheid	Naam hydrogeologische eenheid
HLc	Holocene afzettingen, complexe eenheid
BXz1	Fm. van Boxtel, 1e zandige eenheid
BXSck1	Fm. van Boxtel, Lp. van Schimmert, 1e kleiige eenheid
BXz2	Fm. van Boxtel, 2e zandige eenheid
BXLMk1	Fm. van Boxtel, Lp. van Liempde, 1e kleiige eenheid
BXk1	Fm. van Boxtel, 1e kleiige eenheid
BXz3	Fm. van Boxtel, 3e zandige eenheid
BXk2	Fm. van Boxtel, 2e kleiige eenheid
BXz4	Fm. van Boxtel, 4e zandige eenheid
KRz1	Fm. van Kreftenheye, 1e zandige eenheid
KRWYk1	Fm. van Kreftenheye, Lp. van Wijchen, 1e kleiige eenheid
KRz2	Fm. van Kreftenheye, 2e zandige eenheid
KRk1	Fm. van Kreftenheye, 1e kleiige eenheid
KRz3	Fm. van Kreftenheye, 3e zandige eenheid
BEz1	Fm. van Beegden, 1e zandige eenheid
BEROk1	Fm. van Beegden, Lp. van Rosmalen, 1e kleiige eenheid
BEk1	Fm. van Beegden, 1e kleiige eenheid
BEz2	Fm. van Beegden, 2e zandige eenheid
BEk2	Fm. van Beegden, 2e kleiige eenheid
BEz3	Fm. van Beegden, 3e zandige eenheid
KWz1	Fm. van Koewacht, 1e zandige eenheid
WBv1	Fm. van Woudenberg, 1e venige eenheid
EEz1	Eem Fm., 1e zandige eenheid
EEk1	Eem Fm., 1e kleiige eenheid
EEz2	Eem Fm., 2e zandige eenheid
EEk2	Eem Fm., 2e kleiige eenheid
EEz3	Eem Fm., 3e zandige eenheid
KRZUk1	Fm. van Kreftenheye, Lp. van Zutphen, 1e kleiige eenheid
KRz4	Fm. van Kreftenheye, 4e zandige eenheid
KRTWk1	Fm. van Kreftenheye, Lp. van Twello, 1e kleiige eenheid
KRz5	Fm. van Kreftenheye, 5e zandige eenheid
DRz1	Fm. van Drente, 1e zandige eenheid

Figuur 2.3 Deel van de sequentielijst waarin de stratigrafische opeenvolging van de hydrogeologische modelleenheden is vastgelegd. Merk op dat delen van de Formatie van Kreftenheye zich boven de Formatie van Beegden bevinden, en andere delen eronder.

De overwegend grofzandige Rijnafzettingen van de Formatie van Kreftenheye zijn afgezet in een periode van het Laat Saalien tot in het Vroeg Holoceen. Deze fluviatiele afzettingen kunnen verder onderverdeeld worden in laagpakketten van verschillende ouderdom en samenstelling. REGIS II onderscheidt binnen de Formatie van Kreftenheye kleiige afzettingen binnen het Laagpakket van Twello (KRTWk1), het Laagpakket van Zutphen (KRZUk1) en het Laagpakket van Wijchen (KRWYk1). Daarnaast wordt er nog een kleiige eenheid binnen de formatie onderscheiden welke niet aan een specifiek laagpakket kan worden toebedeeld (KRk1).

De soortgelijke fluviatiele matig grof tot uiterst grove zandige en grindige Maasafzettingen van Formatie van Beegden dateren in midden Nederland van ongeveer dezelfde periode. De diepere voorkomende afzettingen van de Formatie van Kreftenheye (laagpakketten van Twello (KRTWk1) en Zutphen (KRZUk1)) worden ouder gedateerd dan de Maasafzettingen van de Formatie van Beegden, terwijl de het laagpakket van Wychen en de niet tot een specifiek laagpakket gerekende KRk1 van de Formatie van Kreftenheye jonger worden gedateerd.

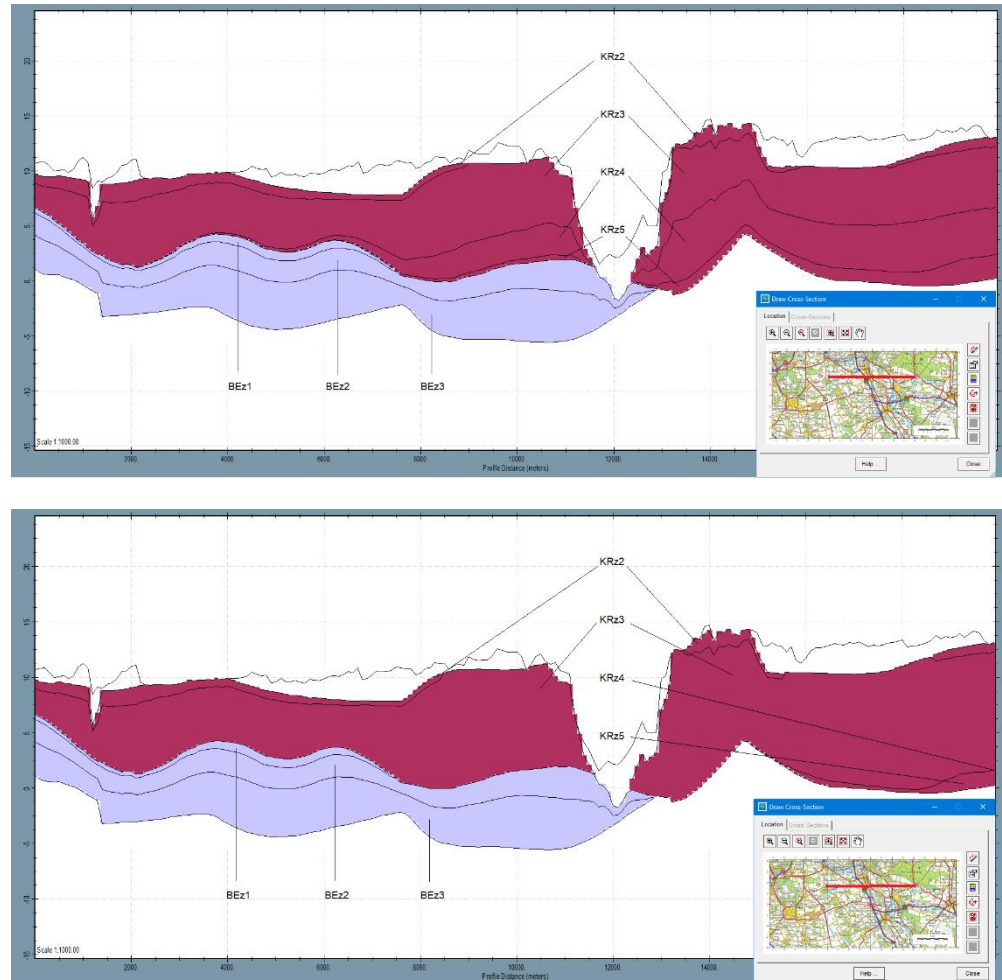
Voor REGIS II betekent dit dat de jongste Kreftenheye modeleenheden (KRWYk1, KRz2, KRk1, KRz3) in de sequentielijst boven de Formatie van Beegden zijn opgenomen. Daarentegen bevinden de oudere Kreftenheye modeleenheden (KRZUk1, KRz4, KRTWk1 en KRz5) zich in de sequentielijst onder de Formatie van Beegden (Figuur 2.3). Deze onderverdeling voor de Kreftenheye modeleenheden geldt overigens ook in gebieden met afzettingen behorend tot de Formatie van Koewacht, de Formatie van Woudenberg en de Eem Formatie.

De sequentielijst sluit het voorkomen van KRz4 en KRz5 boven de Formatie van Beegden uit. Door een fout in de geautomatiseerde procedure waarmee de zandige eenheden van de Formatie van Kreftenheye werden afgeleid kwam deze configuratie in een aantal gebieden wel voor. De fout in de geautomatiseerde procedure voor het afleiden van deze Kreftenheye zanden is hersteld waarna deze opnieuw zijn afgeleid. Deze hernieuwde afleiding heeft geen effect op de gekarteerde en gemodelleerde weerstandbiedende modeleenheden (KRWYk1, KRk1, KRZUk1 en KRTWk1), maar wel op de afgeleide zandige eenheden (KRz2, KRz3, KRz4 en KRz5). De eerste zandige eenheid (KRz1) blijft daarbij ongewijzigd. Dit betekent dat de Kreftenheye zanden die in midden Nederland boven de Formatie van Beegden voorkomen in de verbeterde versie in zijn geheel zijn toebedeeld aan de Kreftenheye zanden 2 en 3. Er komen dus geen Kreftenheye zanden 4 of 5 meer voor boven de Formatie van Beegden.

De wijzigingen in de geometrieën van de zandige eenheden hebben ook effect op de hydraulische parametrisatie. Omdat de zandlagen vanuit de gekarteerde en gemodelleerde geologische- en hydrogeologische modeleenheden worden afgeleid, was het niet nodig wijzigingen in de basisdata door te voeren. De opschaling van de horizontale doorlatendheden (k_h) binnen een boorkolom kon daardoor ongewijzigd blijven. Ook de interpolatiemethodiek van de doorlatendheden (k_h) van boorpunt naar raster is ongewijzigd gebleven. De aanpassing van de geometrie had wel effect op de verbreiding van de zandige modeleenheden. Zowel de geïnterpoleerde doorlatendheidsrasters als de hierbij behorende onzekerheden zijn hierop aangepast. Omdat naast de verbreiding ook de dikte van de verschillende zandige modeleenheden van de Formatie van Kreftenheye is gewijzigd, was het noodzakelijk de transmissiviteit (kD) opnieuw te berekenen.

Samenvattend hebben de wijzigingen alleen betrekking op de geometrie en parametrisatie van de afgeleide zandige eenheden van de Formatie van Kreftenheye. Zie paragraaf 3.2.1 voor een overzicht van de gewijzigde rasters. De verbeteringen hebben betrekking op het in Figuur 2.2 aangegeven gebied. Tijdens de tot slot uitgevoerde consistentiecontrole van de Kreftenheye zanden binnen de rest van Nederland werden geen afwijkingen meer aangetroffen.

In figuur 2.4 is een west-oost doorsnede ten zuiden van Cuijk door REGIS II v2.2.1 en REGIS II v2.2.2 gemaakt waarin duidelijk zichtbaar is welke effecten deze verbeterde afleiding van de geometrie van de Kreftenheye zanden heeft op het REGIS II model.



Figuur 2.4 West-oost doorsnede ter hoogte van Cuijk door REGIS II v2.2.1 (boven) en de verbeterde REGIS II v2.2.2 (onder).

3 Gewijzigde bestanden

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de gewijzigde bestanden die in de ZIP-file van het BRO model REGIS II versie 2.2.2 zijn opgenomen.

De ZIP-file kent de volgende hoofdcomponenten:

- Basisgegevens;
- Lagenmodel.

3.1 Basisgegevens

3.1.1 Model, modelgebied en modelsamenstelling

De actuele versie van het BRO-model REGIS II is gewijzigd van v2.2.1 naar v2.2.2. De actuele versie van het modelgebied Nederland is eveneens gewijzigd van v2.2.1 naar v2.2.2.

3.1.2 Boringen, boorbeschrijvingen en interpretaties

Geen wijzigingen.

3.1.3 Referentielijsten

Geen wijzigingen.

3.2 Lagenmodel

3.2.1 Gewijzigde rasters

Formatie van Oosterhout:

Raster	Omschrijving
OOz1-t-c.img	top OOz1
OOz1-d-c.img	dikte OOz1
OOz1-b-c.img	basis OOz1
OOz1-kd.img	transmissiviteit OOz1
OOz1-kd-verz.img	transmissiviteit verzadigde OOz1
OOz1-kh-s.img	doorlatendheid OOz1
OOz1-sdh.img	standaarddeviatie doorlatendheid OOz1

Formatie van Kreftenheye:

Raster	Omschrijving
KRz2-t-c.img	top KRz2
KRz2-d-c.img	dikte KRz2
KRz2-b-c.img	basis KRz2
KRz2-kd_verz.img	transmissiviteit berekend over de verzadigde KRz2
KRz2-kh-s.img	doorlatendheid KRz2
KRz2-sdh.img	standaarddeviatie doorlatendheid KRz2
KRz3-t-c.img	top KRz3
KRz3-d-c.img	dikte KRz3

Raster	Omschrijving
KRz3-b-c.img	basis KRz3
KRz3-kd_verz.img	transmissiviteit berekend over de verzadigde KRz3
KRz3-kh-s.img	doorlatendheid KRz3
KRz3-sdh.img	standaarddeviatie doorlatendheid KRz3
KRz4-t-c.img	top KRz4
KRz4-d-c.img	dikte KRz4
KRz4-b-c.img	basis KRz4
KRz4-kd_verz.img	transmissiviteit berekend over de verzadigde KRz4
KRz4-kh-s.img	doorlatendheid KRz4
KRz4-sdh.img	standaarddeviatie doorlatendheid KRz4
KRz5-t-c.img	top KRz5
KRz5-d-c.img	dikte KRz5
KRz5-b-c.img	basis KRz5
KRz5-kd_verz.img	transmissiviteit berekend over de verzadigde KRz5
KRz5-kh-s.img	doorlatendheid KRz5
KRz5-sdh.img	standaarddeviatie doorlatendheid KRz5

Alle overige rasters zijn ongewijzigd.

3.2.2 *Layer-bestanden*

Layer	Omschrijving
PDOK BRT achtergrondkaart (xxxx.lyr)	Ongewijzigd

3.2.3 *Punt- en lijnbestanden*

Shapefile	Omschrijving
xxxx_boring_aanwezig.shp	Ongewijzigd
xxxx_boring_afwezig.shp	Ongewijzigd
xxxx_boring_parameters.shp	Ongewijzigd
xxxx_breuk.shp	Ongewijzigd
xxxx_karteergebied.shp	Ongewijzigd
kaartbladen	Ongewijzigd

4 Literatuuropgave

Hummelman, J., Maljers, D., Menkovic, A., Reindersma, R., Stafleu, J. & Vernes, R., 2019a. Totstandkomingsrapport Digitaal Geologisch Model (DGM). TNO Rapport 2019 R11653, 70 pp. Beschikbaar op BROloket:
<https://www.broloket.nl/toelichting/dgm>

Hummelman, J., Maljers, D., Menkovic, A., Reindersma, R., Stafleu, J. & Vernes, R., 2019b. Totstandkomingsrapport Hydrogeologisch Model (REGIS II). TNO Rapport 2019 R11654, 95 pp. Beschikbaar op BROloket:
<https://www.broloket.nl/toelichting/regis-ii>

Kiden, P., 2019. Kwaliteitstoetsingsdocument Ondergrondmodellen BRO – Algemeen. TNO Rapport 2019 R11937, 17 pp. Beschikbaar op BROloket:
<https://www.broloket.nl/toelichting/regis-ii>

Reindersma, R., Hummelman, H.J., Dabekaussen, W. & Stafleu, J., 2022. Totstandkomingsrapport Kleine Release REGIS II onzekerheden geometrie. TNO Rapport 2022 R12013, 23 pp. Beschikbaar op BROloket:
<https://www.broloket.nl/toelichting/regis-ii>

5 Ondertekening

Utrecht, Augustus 2023

TNO

Naam en paraaf tweede lezer

Drs. J.T. Buma

Autorisatie vrijgave

Ondertekening

H.J. Hummelman
Auteur

Drs. D. Maljers
Research Manager