

Energy  
Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 42 56

## **TNO-rapport**

**TNO 2019 R11932**

# **Kwaliteitstoetsingsdocument Hydrogeologisch model REGIS II v2.2**

Datum	2 december 2019
Auteur(s)	P.Kiden
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	7
Aantal bijlagen	-
Opdrachtgever	De directeur Geologische Dienst Nederland
Projectnaam	GIP Ondiepe modellering 2019
Projectnummer	060.38609

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.

© 2019 TNO

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding – doel en context van dit rapport .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Het hydrogeologische ondergrondmodel REGIS II v2.2.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Werkwijze voor de Final Quality Review van REGIS II v2.2 .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Belangrijkste aandachtspunten uit de Final Quality Review van REGIS II v2.2</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Ondertekening .....</b>	<b>7</b>

# 1 Inleiding – doel en context van dit rapport

Voor een duurzaam gebruik en beheer van de ondergrond van Nederland is informatie en kennis over opbouw en eigenschappen van de bodemlagen essentieel. TNO - Geologische Dienst Nederland (GDN) levert deze informatie in de vorm van diverse digitale modellen van de Nederlandse ondergrond (Tabel 1). De bouw van elk model wordt gedetailleerd beschreven in het betreffende totstandkomingsdocument.

Tabel 1 Geologische en hydrogeologische modellen in de BRO.

Model	Type
Digitaal Geologisch Model (DGM) v2.2	Geologische modellen
REGIS II v2.2	Hydrogeologische modellen
GeoTOP v1.3	Geologische modellen

Dit document geeft een beknopte beschrijving van de werkwijze bij en de belangrijkste aandachtspunten uit de finale controle en beoordeling van de kwaliteit (Final Quality Review of FQR) van het hydrogeologische ondergrondmodel REGIS II v2.2 voor vrijgave voor publicatie. De algemene beschrijving van de uitgangspunten en werkwijze van de FQR die gelden voor alle recent vrijgegeven ondergrondmodellen is te vinden in het 'Kwaliteitstoetsingsdocument Ondergrondmodellen BRO – Algemeen'. Voor de gedetailleerde resultaten van de kwaliteitscontroles door het modelleerteam en het FQR-team voor het model REGIS II v2.2 wordt verwezen naar de samen met het model gepubliceerde bevindingen- en aandachtspuntenlijst.

## 2 Het hydrogeologische ondergrondmodel REGIS II v2.2

Het hydrogeologische model REGIS II v2.2 is gebaseerd op het eerder gepubliceerde Digitaal Geologisch Model DGM v2.2, waar het een verbijzondering van vormt. In REGIS II zijn de geologische eenheden van het DGM-model verder onderverdeeld in hydrogeologische eenheden. Het REGIS II-model schematiseert de geometrie (diepte van top en basis, dikte) en de hydraulische eigenschappen (of parameters) van deze eenheden tot op een diepte van gemiddeld 500 meter onder NAP.

De bouw van het REGIS II v2.2 vond in twee gescheiden stappen plaats. Eerst werd de geometrie van de hydrogeologische eenheden gemodelleerd en bevroren (ook wel het 'geometrisch model' of kortweg 'de geometrie' van REGIS genoemd). Daarna werden van de gemodelleerde hydrogeologische eenheden de hydraulische parameters bepaald en gemodelleerd (het 'geparametriseerde model' of 'de parametrisatie' van REGIS).

### 3 Werkwijze voor de Final Quality Review van REGIS II v2.2

Voor de eindcontrole van REGIS II v2.2 volgens de FQR-systematiek werd besloten het model in twee stappen te beoordelen, overeenkomend met en aansluitend op de boven beschreven stappen in de bouw van het model. Eerst vond de FQR en vrijgave plaats van de geometrie van de hydrogeologische eenheden, gevolgd door de FQR en vrijgave van het geparametriseerde model.

De kwaliteitscontroles in het kader van de FQR van de **geometrie van het REGIS II v2.2 model** startten in augustus 2014 en werden afgerond op 30 april 2015 met een laatste vrijgavegesprek (zie onder). Ze werden uitgevoerd door acht geologen / regio-experten van de Afdeling Geomodellering van TNO – Geologische Dienst Nederland die niet waren betrokken bij de bouw van het model. Elke modelleenheid werd door één of twee medewerkers beoordeeld.

Uit praktische overweging werd voor de FQR van het geometrisch model van REGIS II gekozen om de eindcontrole en de bijbehorende evaluatie- en vrijgavegesprekken per hydrogeologische eenheid of per groep van eenheden uit te voeren. Dit leidde tot een reeks van zes vrijgavegesprekken zoals weergegeven in Tabel 2. Met het laatste vrijgavegesprek op 30 april 2015 over de kleiige eenheden in de Formatie van Peelo werd het hele geometriemodel van REGIS II v2.2 vrijgegeven voor publicatie.

Tabel 2 Vrijgavegesprekken voor de geometrie van het hydrogeologische model REGIS II v2.2.

Datum	Beoordeelde modelleenheden
15/1/2015	REGIS II-eenheden in de Limburgse Mijnstreek (formaties van Bortel, Beegden, Kiezeloöliet, Inden, Ville, Rupel en Tongeren)
22/1/2015	Kleiige eenheden in de Formatie van Beegden
27/2/2015	Kleiige eenheden in de formaties van Kreftenheye, Drente, Maassluis en Oosterhout
19/3/2015	Kleiige eenheden in de formaties van Sterksel, Breda en Dongen
24/4/2015	Kleiige eenheden in de Eem Formatie en de formaties van Urk, Stramproy, Peize en Waalre
30/4/2015	Kleiige eenheden in de Formatie van Peelo

De kwaliteitscontroles in het kader van de FQR van de **parametrisatie van het REGIS II v2.2 model** startten in september 2015 en werden afgerond op 13 september 2016. Ze werden uitgevoerd door dertien geologen / regio-experten van de Afdeling Geomodellering van TNO – Geologische Dienst Nederland die niet waren betrokken bij de bouw van het model. Elke modelleenheid werd door één of twee medewerkers beoordeeld. Met het vrijgavegesprek over het geparametriseerde model op 22 december 2016 werd ook het op dat moment complete REGIS II v2.2 model vrijgegeven.

## 4 Belangrijkste aandachtspunten uit de Final Quality Review van REGIS II v2.2

Hieronder worden in het kort de belangrijkste algemene aandachtspunten uit de eindcontrole en vrijgavegesprekken van het REGIS II v2.2 model aangegeven. Voor de gedetailleerde resultaten van de kwaliteitscontroles wordt verwezen naar de samen met het model gepubliceerde bevindingen- en aandachtspuntenlijsten.

- Bij de FQR van de geometrie van hydrogeologische eenheden werden soms fouten geconstateerd die niet verbeterd konden worden binnen het REGIS II-model, omdat de top en/of basis van de betreffende hydrogeologische eenheid op die plaats samenviel met de top en/of basis van de omhullende geologische eenheid in het DGM v2.2-model, dat al eind 2013 vrijgegeven en begin 2014 gepubliceerd was.
- Na de oplevering van DGM is er een begin gemaakt met een herinterpretatie van de Formatie van Peelo met behulp van geofysische data. Hierdoor was bij vrijgave van Regis-II v2.2 bekend dat patroon van subglaciale dalopvullingen van DGM v2.2 achterhaald is. Omdat de herinterpretatie nog niet was afgerond is gekozen is om de consistentie met DGM te bewaren. Verbetering van de Peelo-geulen in DGM/Regis II behoort tot de grotere aandachtspunten in het verdere beheer van beide modellen.
- Een probleem dat bij de controle van de geometrie van de kleiige eenheden regelmatig werd gesignaleerd was de bepaling van de dimensies van 'gaten' in de kleiige eenheid, mede veroorzaakt door het beperkte inzicht in de ontstaanswijze van deze eenheden, vooral waar ze diep onder het maaiveld voorkomen. Hiermee samenhangend is bij de controle van de geometrie van de kleiige eenheden ook regelmatig geconstateerd dat in nabijgelegen boringen geïnterpreteerde kleiige eenheden, gezien de aanwezige verschillen in diepteligging, ten onrechte met elkaar gecorreleerd zijn.
- Naar aanleiding van de kwaliteitscontrole van de geometrie van de kleiige eenheden werd geconcludeerd dat er een te eenvoudig hydrostratigrafisch concept is gehanteerd voor de Eem Formatie, namelijk één met twee niveaus terwijl het er drie hadden moeten zijn. Hierdoor zijn er correlaties en verbreidingen van kleiige eenheden gemodelleerd die waarschijnlijk niet realistisch zijn. Aangezien deze correlatieproblemen zich met name onder het IJsselmeer voordoen werd dit voor dit stadium acceptabel geacht.
- De betrouwbaarheid van de toekenning van hydraulische parameters aan de hydrogeologische eenheden wordt negatief beïnvloed door het ontbreken van voldoende metingen van deze parameters; een probleem dat toeneemt naarmate de eenheden dieper onder maaiveld liggen.
- De verticale doorlatendheid van de kleiige, venige, bruinkool- en complexe eenheden geeft in een aantal gevallen waar deze gebaseerd is op lithologische informatie in de boorpunten mogelijk een vertekend en te laag beeld als gevolg van een afhankelijkheid van de opgeschaalde waarde met het aantal in de boring beschreven lagen.

## 5 Ondertekening

Utrecht, december 2019

TNO

Naam en paraaf tweede lezer



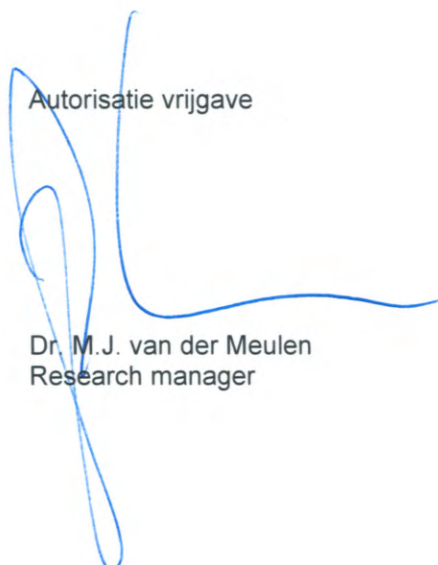
Ir. R.W. Vernes

Ondertekening



Drs. P. Kiden  
Auteur

Autorisatie vrijgave



Dr. M.J. van der Meulen  
Research manager