

# RAPPORT

## Effecten onttrekkingen op de stijghoogten in de Roerdalslenk

Klant: Provincie Noord-Brabant, Provincie Limburg

Referentie: BH3596WATRP002200903

Status: Definitief/P01.01

Datum: 3 september 2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52  
6534 AB NIJMEGEN  
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**  
+31 24 323 93 46 **F**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Effecten onttrekkingen op de stijhoogten in de Roerdalslenk

Ondertitel: Effecten onttrekkingen stijhoogten Roerdalslenk  
Referentie: BH3596WATRP002200903  
Status: P01.01/Definitief  
Datum: 3 september 2020  
Projectnaam: Effecten onttrekkingen stijhoogten Roerdalslenk  
Projectnummer: BH3596  
Auteur(s): Ben van der Wal, Eline Steinbusch, Andries Krikken

Gecontroleerd door: Andries Krikken

Datum: 3-9-2020

Goedgekeurd door: Paul Aalders

Datum: 3-9-2020

Classificatie

Projectgerelateerd



*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1	Achtergrond	3
1.2	Doel en resultaat	3
1.3	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>Resultaten trendanalyse stij hoogten Maasstroomgebied (2012-2016)</b>	<b>5</b>
2.1	Samenvattend beeld resultaten trendanalyse	5
2.2	Relatie filterstelling peilbuizen en laagopbouw Roerdalmodel	9
<b>3</b>	<b>Beoordeling trends stij hoogten Roerdalmodel</b>	<b>14</b>
3.1	Toepassing Roerdal-model en uitgangspunten	14
3.2	Analyse onttrekkingshoeveelheden Roerdalmodel	16
3.3	Analyse trends stij hoogten Roerdalmodel	19
3.4	Gemiddelde verandering stij hoogte voor de gehele diepe Slenk	24
3.5	Beoordeling trends stij hoogten Roerdalmodel	26
<b>4</b>	<b>Aanpassing onttrekkingen voor trendombuiging</b>	<b>28</b>
4.1	Inleiding	28
4.2	Resultaten referentie-situatie 2027	28
4.3	Resultaten Scenario 10% reductie periode 2017 - 2027	31
4.4	Resultaten Scenario 20% reductie periode 2017 - 2027	33
4.5	Resultaten Scenario 30% reductie periode 2017 - 2027	35
4.6	Evaluatie trendomkering	37
<b>5</b>	<b>Hydrologische effecten afbouw bruinkoolwinnings Inden en Hambach</b>	<b>38</b>
5.1	Inleiding	38
5.2	Resultaten effecten afbouw bruinkoolwinnings Inden en Hambach	39
<b>6</b>	<b>Aanvullend te winnen grondwater bij afbouw bruinkoolwinnings Inden en Hambach</b>	<b>44</b>
6.1	Inschatting aanvullend te winnen grondwater	44
6.2	Resultaten Inschatting aanvullend te winnen grondwater periode 2021-2050	44
	<b>Referenties</b>	<b>46</b>

## Bijlagen

1. Tijd-stijghoogtelijnen monitoringspunten bij afbouw bruinkoolwinnings

## Samenvatting

In 2017 is door KWR een tijdreeksanalyse uitgevoerd van grondwaterstanden en –stijghoogten in de peilbuizen van het KRW-meetnet en de beoordeling van de toestand van de grondwaterlichamen ‘ZandMaas’ en ‘Maas Slenk Diep’ en ‘KrijtMaas’. Uit de tijdreeksanalyse over de periode 2012 - 2016 blijkt dat voor het grondwaterlichaam ‘Maas Slenk Diep’ er sprake is van een significante dalende trend in de stijghoogten. Vanuit de Kaderrichtlijn Water is daarbij het uitgangspunt dat de toestand van het grondwaterlichaam in 2027 op orde moet zijn. Dat betekent geen negatieve trend meer in de stijghoogten in 2027. Daarnaast is het IBRAHYM-Roerdal model beschikbaar voor het maken van betrouwbare berekeningen ten behoeve van het bepalen van de effecten van onttrekkingen in de Roerdalslenk.

Voorliggende studie heeft de volgende doelstellingen:

1. Inzicht krijgen of door aanpassing van huidige diepe onttrekkingen uit de Roerdalslenk het mogelijk is de trend in de stijghoogte in de diepe grondwaterpakketten om te buigen in 2027 naar de situatie in de referentieperiode 2000-2005.
2. Inzicht te krijgen in de effecten op de stijghoogten door toekomstige autonome veranderingen in de grondwateronttrekkingen door de bruinkoolwinningen:
  - a. Dit geldt voor de bruinkoolwinning in Inden gelegen in de Roerdalslenk en de bruinkoolwinning Hambach gelegen in de Erftslenk. Voor beide bruinkoolwinningen geldt dat deze in de toekomst worden afgebouwd. Voor Inden en Hambach speelt dit in de periode 2020-2030.
  - b. Naast het effect op de stijghoogte verandering is ook de vraag wat deze autonome verandering betekent voor de eventuele mogelijkheden voor toekomstige aanvullende winningen van grondwater uit de Roerdalslenk, binnen de randvoorwaarden van de KRW.

### *Laagopbouw Roerdalslenk*

De Roerdalslenk is een geologische slenk (gedaald stuk aardkorst) gevormd door twee grote afschuivingsbreuken (in het noordoosten de Peelrandbreuk en in het zuidwesten de Feldbissbreuk). De slenk ligt in de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen vrij ondiep en komt in noordwestelijke richting steeds dieper te liggen. De slenk is opgevuld door dikke zand- en kleipakketten van het Rijn-Maas systeem. De hydrologische basis ligt in Noord-Brabant op meer dan 250 meter onder maaiveld. De watervoerende pakketten en scheidende lagen zijn dik. De watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen hebben grote diktes en daardoor respectievelijk hoge transmissiviteit- en weerstandswaarden. In het Brabantse gedeelte vormen de kleien van de Formatie van Waalre de bovengrens van de diepe slenk. De watervoerende pakketten beneden deze kleilaag (vanaf modellaag 9) vormen in Brabant de diepe slenk. In het Limburgse gedeelte vormen de kleien van de Kiezeloöliet Formatie de bovengrens van de diepe slenk. De watervoerende pakketten beneden deze kleilaag (vanaf modellaag 13) vormen in Limburg de diepe slenk.

### *Resultaten trendombuiging*

Uit de resultaten van de analyse van de trendombuiging blijkt:

- De individuele winningen in zowel Brabant als Limburg zijn verantwoordelijk voor belangrijkste berekende trends in stijghoogten in de Roerdalslenk in Brabant en Limburg. Dit is voornamelijk het gevolg van de variaties in zowel onttrekkingshoeveelheden als onttrekkingsdiepten van de individuele winningen.
- Deze variaties in zowel onttrekkingshoeveelheden als onttrekkingsdiepten van de individuele winningen laten een complex beeld van de veranderingen van de stijghoogte zien.

- De verandering in onttrekkingshoeveelheden van de bruinkoolwinnings van RWE in de periode 2012-2018 ten opzichte van 2000-2006 heeft een ruimtelijk uitstralings-effect die tot aan de Maas (bij Roermond) reikt.
- De verandering in onttrekkingshoeveelheden van de bruinkoolwinnings in deze periode, verwerkt in randvoorwaarden in het geactualiseerde RWE-model en vervolgens overgenomen in het Roerdalmodel is nog relatief beperkt. Bij Inden is immers vanaf 2010 sprake van een afname van de onttrekkingshoeveelheid en bij Hambach is vanaf 2005 tot 2018 nog sprake van een toename van de onttrekkingshoeveelheid). In samenhang met de traagheid van het systeem is daarom ook beperkt effect op de verandering van de stijghoogte. De bruinkoolwinnings hebben wel een absoluut effect op het niveau van de stijghoogte.
- Uit de berekeningen blijkt dat de gemiddelde stijghoogte vanaf 2000 tot 2018 min of meer stabiel is. De variaties zijn een direct gevolg van de variaties in onttrekkingshoeveelheden.
- In het noorden en zuiden zijn er wel zones waar een verlaging heeft opgetreden als de perioden 2012-2018 en 2000-2006 worden vergeleken.
- Of er een daling van de stijghoogte op zal treden kan daardoor waarschijnlijk beter afgeleid worden uit de verandering van de winningen zelf dan vanuit een aantal meetpunten. Van belang hierbij is om te beoordelen of er ook een cumulatief effect is van alle winningen.

#### *Evaluatie trendomkering*

Het grondwatermodel is ingezet om te bepalen of door aanpassing van de huidige diepe onttrekkingen in de Roerdalslenk het mogelijk is de trend in de stijghoogte in de diepe grondwaterpakketten om te buigen. Uitgangspunt hierbij is dat in 2027 de situatie gelijk dient te zijn aan de situatie in de referentieperiode 2000-2005. Bij 10% reductie wordt al in een groot deel van de Slenk de dalende trend omgebogen. Alleen in de 3 hoeken, noord-oost, noord-west en zuid-west zijn nog meetpunten waar een dalende trend wordt gevonden. Hierbij worden de twee locaties met ondiepe filters niet meegerekend. Een reductie tot 20 à 30% van de winningen geeft ook in de hoeken een stijgende trend te zien.

#### *Hydrologische effecten afbouw bruinkoolwinnings Inden en Hambach*

Het grondwater model is tevens ingezet om inzicht te krijgen in de effecten op de stijghoogten ten gevolge van toekomstige autonome veranderingen in de grondwateronttrekkingen door de bruinkoolwinnings. Specifiek gaat het hierbij om de bruinkoolwinning in Inden (gelegen in de Roerdalslenk) en de bruinkoolwinning Hambach (gelegen in de Erftslenk). Voor beide bruinkoolwinnings geldt dat deze in de toekomst worden afgebouwd. Informatie hiervoor is ingebracht vanuit LANUV Nordrhein-Westfalen op basis van het geactualiseerd RWE-model.

Uit de resultaten van de modelberekeningen blijkt dat er in de watervoerende pakketten in de Roerdalslenk geleidelijk aan een verhoging van de stijghoogte te zien is in 2050 ten opzichte van de situatie in 2020. Het berekende effect straalt in 2050 globaal uit tot de grens tussen Noord-Brabant en Limburg.

#### *Resultaten Inschatting aanvullend te winnen grondwater periode 2021-2050*

Op basis van de berekende effecten van de afbouw van de bruinkoolwinnings Inden en Hambach is in beeld gebracht wat de veranderingen in onttrekkingen bij de bruinkoolwinnings betekenen voor de eventuele mogelijkheden voor toekomstige aanvullende winningen van grondwater uit de Roerdalslenk. Uit de berekeningen blijkt dat de hoeveelheid te onttrekken water geleidelijk aan toeneemt. In 2050 betreft het bijna 3 miljoen m<sup>3</sup> water op jaarbasis binnen de provincie Limburg.

## 1 Inleiding

### 1.1 Achtergrond

In 2017 is door KWR een tijdreeksanalyse uitgevoerd van grondwaterstanden en –stijghoogten in de peilbuizen van het KRW-meetnet en de beoordeling van de toestand van de grondwaterlichamen ‘ZandMaas’ en ‘Maas Slenk Diep’ en ‘KrijtMaas’. Uit de tijdreeksanalyse over de periode 2012 - 2016 blijkt dat voor het grondwaterlichaam ‘Maas Slenk Diep’ er sprake is van een significante dalende trend in de stijghoogten. Vanuit de Kaderrichtlijn Water is daarbij het uitgangspunt dat de toestand van het grondwaterlichaam in 2027 op orde moet zijn. Dat betekent geen negatieve trend meer in de stijghoogten in 2027.

Daarnaast is recent met het IBRAHYM-Roerdal model door Deltares aangetoond dat het model geschikt is voor het maken van betrouwbare berekeningen ten behoeve van het bepalen van de effecten van onttrekkingen in de Roerdalslenk. De diepe grondwaterpakketten in de Roerdalslenk maken onderdeel uit van het grondwatersysteem binnen het Maasstroomgebied vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW). De resultaten van het onderzoek “Influences of Groundwater Extractions in the Roer Valley Graben” van Deltares hebben ook aangetoond dat de grondwateronttrekkingen in Duitsland effect hebben op stijghoogten in Nederland (Limburg en Noord-Brabant). Even zo hebben de Brabantse onttrekkingen invloed op de stijghoogten in (Nederlands/Vlaams) Limburg en Duitsland.

Naar aanleiding van beide onderzoeken heeft de provincie Noord-Brabant en Limburg in samenwerking met de deelstaat Noordrijn-Westfalen en de Vlaamse Milieumaatschappij verzocht tot een nadere analyse van de wijzigingen in de onttrekkingen in de Roerdalslenk en de effecten daarvan op het grondwater. Voor de grondwateranalyse kan het IBRAHYM-Roerdal model goed gebruikt worden.

### 1.2 Doel en resultaat

Het doel van het onderzoek is:

1. Inzicht krijgen of door aanpassing van huidige diepe onttrekkingen uit de Roerdalslenk het mogelijk is de trend in de stijghoogte in de diepe grondwaterpakketten om te buigen in 2027 naar de situatie in de referentieperiode 2000-2005.
2. Inzicht te krijgen in de effecten op de stijghoogten door toekomstige autonome veranderingen in de grondwateronttrekkingen door de bruinkoolwinningen:
  - a. Dit geldt voor de bruinkoolwinning in Inden gelegen in de Roerdalslenk en de bruinkoolwinning Hambach gelegen in de Erftslenk. Voor beide bruinkoolwinningen geldt dat deze in de toekomst worden afgebouwd. Voor Inden en Hambach speelt dit in de periode 2020-2030.
  - b. Naast het effect op de stijghoogte verandering is ook de vraag wat deze autonome verandering betekent voor de eventuele mogelijkheden voor toekomstige aanvullende winningen van grondwater uit de Roerdalslenk, binnen de randvoorwaarden van de KRW.

Informatie voor onderdeel 2a is ingebracht vanuit LANUV Nordrhein-Westfalen (Hr D. Hüsener).

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de resultaten van de tijdreeks- en trendanalyse van KWR op gemeten grondwaterstands- en stijghoogtegegevens voor het Maasstroomgebied voor de periode 2012-2016 kort toegelicht. Hoofdstuk beschrijft vervolgens de beoordeling van de geconstateerde trends in de peilbuizen op basis van het Roerdalmodel en een analyse van de historische onttrekkingshoeveelheden in de Roerdalslenk. In hoofdstuk 4 is beschreven hoe model is ingezet om te bepalen of door aanpassing van

de huidige diepe onttrekkingen in de Roerdalslenk het mogelijk is de trend in de stijghoogte in de diepe grondwaterpakketten om te buigen. Hoofdstuk 5 beschrijft hoe het model is ingezet om inzicht te krijgen in de effecten op de stijghoogten ten gevolge van toekomstige autonome veranderingen in de grondwateronttrekkingen door de bruinkoolwinningen. Specifiek gaat het hierbij om de bruinkoolwinning in Inden (gelegen in de Roerdalslenk) en de bruinkoolwinning Hambach (gelegen in de Erftslenk). In hoofdstuk 6 tenslotte is beschreven wat de veranderingen in onttrekkingen bij de bruinkoolwinningen betekenen voor de eventuele mogelijkheden voor toekomstige aanvullende winningen van grondwater uit de Roerdalslenk.

## 2 Resultaten trendanalyse stijghoogten Maasstroomgebied (2012-2016)

### 2.1 Samenvattend beeld resultaten trendanalyse

In 2017 heeft KWR een tijdreeks- en trendanalyse uitgevoerd op gemeten grondwaterstands- en stijghoogtegegevens voor het Maasstroomgebied voor de periode 2012-2016 (KWR, 2017). In 2020 is de trendanalyse opnieuw gedaan met de volledige meetreeks voor de periode van 2012-2017 ten opzichte van 2000-2005 (KWR, 2020). Onderstaande beschrijving is gebaseerd op de resultaten van de studie uit 2017 omdat de studie uit 2020 parallel verliep aan onderhavige studie en de resultaten dus ook nog niet beschikbaar waren.

#### *Aanpak*

Per grondwaterlichaam is de gemiddelde trend bepaald door de individuele residuen van een tijdreeksmodel per peilbuis te normeren en te middelen. Geconcludeerd wordt of er sprake is van een trend als gevolg van menselijk handelen, dit in de periode van 2012-2016 ten opzichte van 2000-2005.

De analyse is uitgevoerd met het tijdreeksprogramma Menyanthes (Von Asmuth et al, 2012). Alle tijdreeksen zijn eerst gemodelleerd met neerslag en verdamping als verklarende reeksen. Voor de reeksen in de omgeving van de Maas is gekeken of er een beter model gemaakt kon worden door toevoegen van het Maaspeil. Voor reeksen in de omgeving van winningen is de onttrekking toegevoegd als extra verklarende reeks. De volgende criteria zijn gehanteerd om te beoordelen of een model betrouwbaar is:

- De verdampingsfactor en drainagebasis die door Menyanthes worden berekend zijn fysisch plausibel: verdampingsfactor tussen 0.5 en 2 en drainagebasis afhankelijk van de locatie rond 0 m+ NAP nabij zee en tot 150 m+ NAP op de plateau's in Zuid Limburg;
- De invloed van alle verklarende reeksen uit het tijdreeksmodel zijn statistisch significant;
- Indien meerdere tijdreeksenmodellen van één peilfilter aan de bovenstaande criteria voldoen, wordt het model met de hoogste verklaarde variantie geselecteerd;
- Indien geen van de tijdreeksenmodellen van één peilfilter aan de criteria voldoet, dan is alleen de gemiddelde grondwaterstand of stijghoogte bepaald.

De volgende databronnen zijn gebruikt in de tijdreeksmodellen:

- Grondwaterstanden en stijghoogten: aangeleverd door de provincies Noord-Brabant en Limburg;
- Neerslag en verdamping: dagreeksen opgevraagd bij het KNMI;
- Onttrekkingsgegevens drinkwaterlocaties:
  - maandreeksen opgevraagd bij Brabant Water;
  - kwartaalreeksen uit het register van de Provincie Limburg;
- Oppervlaktewaterpeil: dagreeks opgevraagd uit Waterbase van Rijkswaterstaat.

#### *Methode beoordeling tijdreeksmodel*

Op basis van het residu van het tijdreeksmodel is bepaald of er een significante trend in de meetreeks van een peilfilter kan worden vastgesteld. Het residu bevat het deel van de meetreeks dat niet door de verklarende reeksen verklaard kan worden met daarbij opgeteld de invloed van winningen (omdat dit ook als menselijke beïnvloeding van het grondwaterlichaam wordt gezien). De referentieperiode 2000 t/m 2005 is op 0 gezet, dit maakt het eenvoudiger om te beoordelen of de gemiddelde grondwaterstand per beoordelingsperiode toe- of afgenomen is (positieve of negatieve waarde).



### Resultaten

In totaal bestaat het KRW-meetnet binnen de provincie Brabant en Limburg op het moment van de studie (31-12-2016) uit 71 peilfilters, verdeeld over 3 grondwaterlichamen. Van de 71 peilbuizen zijn er 17 gebruikt voor het beoordelen van grondwaterlichaam “Maas Slenk Diep”. Een samenvattend beeld van de verklarende reeksen in de tijdreeksanalyse is opgenomen in onderstaande tabel 2-1.

Tabel 2-1: Samenvattend beeld verklarende reeksen tijdreeksanalyse KRW-meetnet Noord-Brabant en Limburg (KWR, 2017)<sup>1</sup>

Grondwaterlichaam en aantal peilfilters	Geen verklaring	Alleen neerslag en verdamping	Neerslag, verdamping en winning	Neerslag, verdamping en Maas
ZandMaas - 31	2 (=6%)	19	7	3
SlenkDiepMaas - 17	7 (=41 %)	6	4	0
KrijtMaas - 22	9 (=41 %)	13	0	0
Totaal - 70	18 (=26 %)	38 (=54 %)	11 (=16 %)	3 (=4 %)

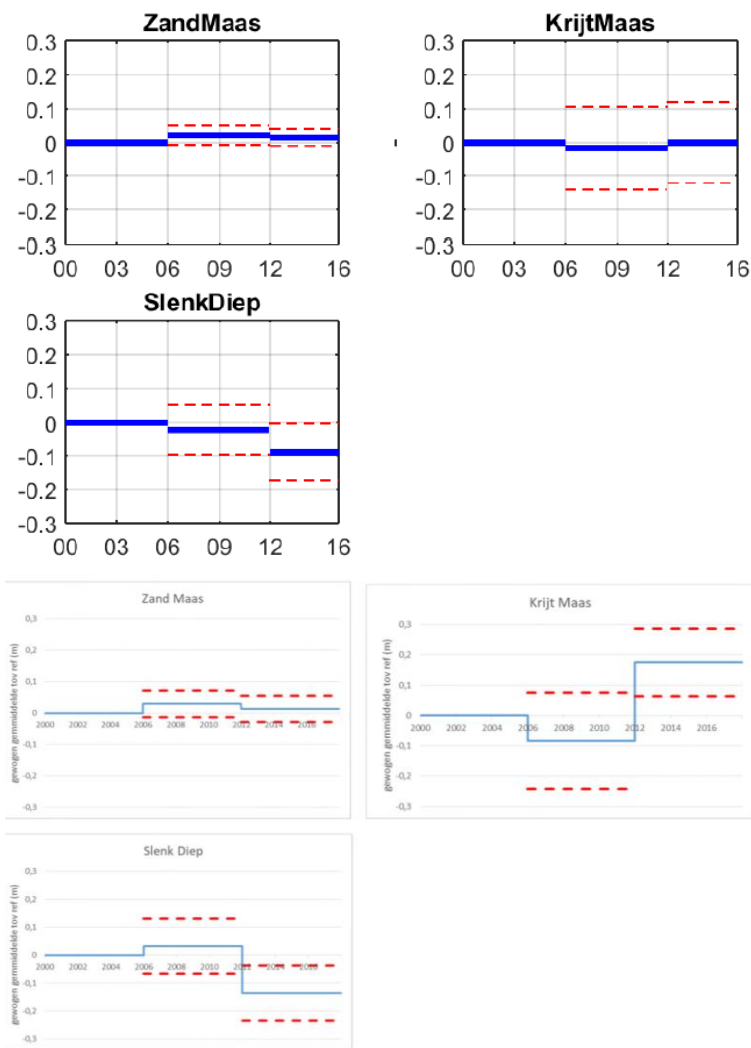
In deze studie wordt alleen gekeken naar het grondwaterlichaam “Maas Slenk Diep”. Het toekennen van winningen als verklarende reeks in het tijdreeksmodel levert in totaal voor 11 van de tijdreeksen (en 4 voor Maas Slenk Diep) een verbetering op. Een samenvattend beeld van de resultaten van de tijdreeksanalyse is opgenomen in onderstaande tabel 2-2.

Tabel 2-2: Samenvattend beeld resultaten tijdreeksanalyse KRW-meetnet Noord-Brabant en Limburg (KWR, 2017): verhoging/verlaging t.o.v. de referentieperiode 2000 - 2005

Grondwaterlichaam en aantal peilfilters	Geen significante verandering	Significante verhoging	Significante verlaging
ZandMaas - 31	27	3	1
SlenkDiepMaas - 17	9	0	8
KrijtMaas - 22	11	7	4
Totaal - 70	47	10	13

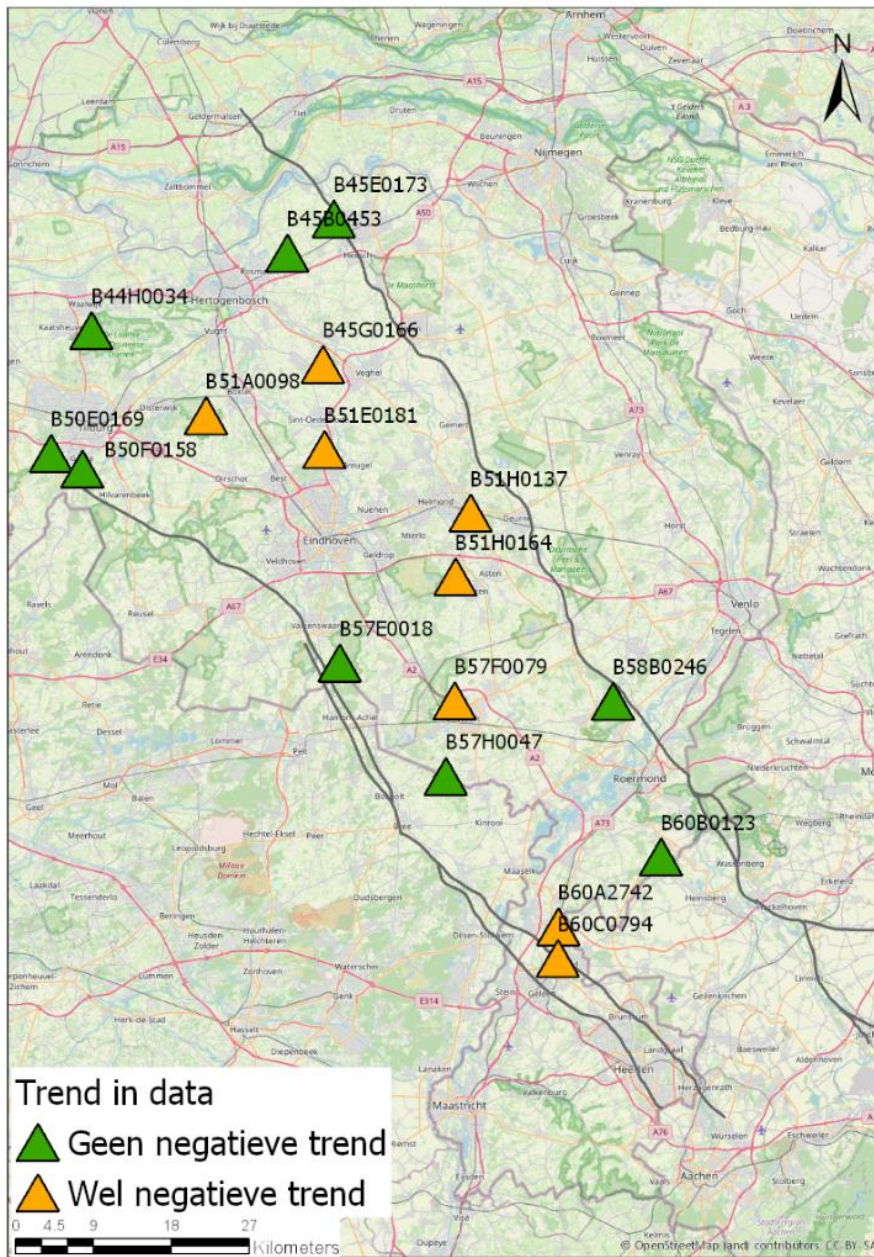
Hieruit blijkt dat voor 8 reeksen (locaties) een significante verlaging is berekend. Per grondwaterlichaam zijn vervolgens de gemiddelde verschillen van de grondwaterstand over 2012-2016 ten opzichte van de jaren 2000-2005 berekend. Het resultaat hiervan is te zien in onderstaand figuur 2-1 waarbij de blauwe lijn het gemiddelde verschil van de grondwaterstand ten opzichte van de referentieperiode weergeeft (de rode gestippelde lijnen zijn het 95 % betrouwbaarheidsinterval). In het figuur zijn tevens de resultaten van de studie uit 2020 opgenomen (KWR, 2020).

<sup>1</sup> Het stroomgebied Maas is ingedeeld in 5 KRW grondwaterlichamen “ZoutMaas”, “ZandMaas”, “DuinMaas”, “KrijtMaas” en “SlenkDiepMaas” en beslaat (delen van) de provincies Zuid Holland, Zeeland, Noord-Brabant en Limburg (RHDHV, 2012). Voor de ligging van de grondwaterlichamen wordt verwezen naar: [https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Rapportage/KaartSGBP2Definitief?map=SGBP2\\_d\\_NLMS\\_ligging\\_gw](https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Beheer/Rapportage/KaartSGBP2Definitief?map=SGBP2_d_NLMS_ligging_gw)



Figuur 2-1: Resultaat trendanalyse voor de drie grondwaterlichamen van de studie uit 2017 (boven) en de studie uit 2020 (onder): Blauwe lijn: gemiddelde verschil t.o.v. referentieperiode en rode gestippelde lijnen zijn het 95 % betrouwbaarheidsinterval

Uit de trendbeoordelingen uit 2017 en 2020 blijkt dat voor het grondwaterlichaam Maas Slenk Diep gemiddeld een significante daling waarneembaar is. Een ruimtelijk beeld van de resultaten van de trendanalyse uit 2017 voor grondwaterlichaam Maas Slenk Diep is opgenomen in onderstaand figuur 2-2.



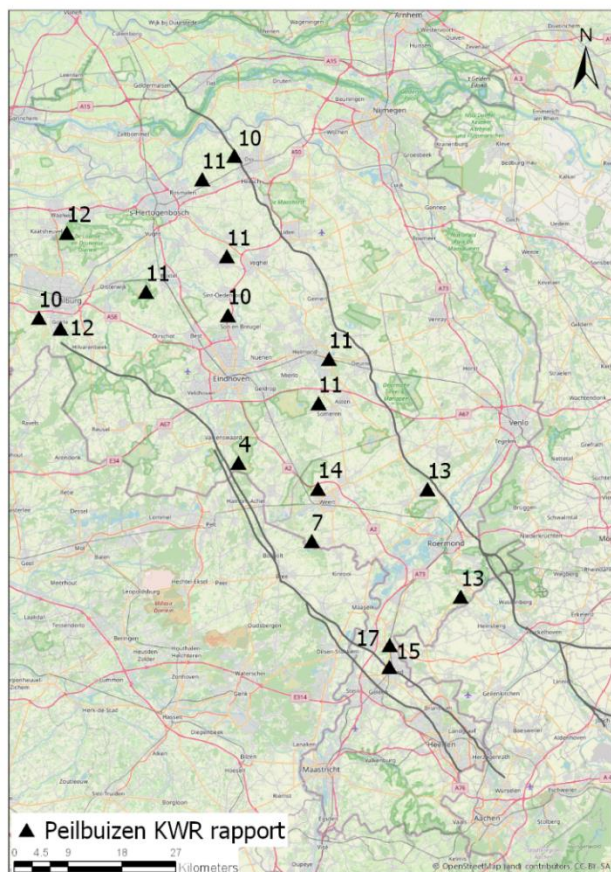
Figur 2-2: Ruimtelijk beeld resultaten trendanalyse voor grondwaterlichaam Maas Slenk Diep

## 2.2 Relatie filterstelling peilbuizen en laagopbouw Roerdalmodel

Een overzicht van de filterstelling en de bijbehorende modellaag (in het Roerdalmodel) van de geselecteerde peilbuizen die zijn toegepast voor de trendbeoordeling voor grondwaterlichaam Maas Slenk Diep is opgenomen in onderstaande tabel 2-3. Een ruimtelijk beeld van de relatie tussen het filter en de modellagen van de geselecteerde peilbuizen is weergegeven in onderstaand figuur 2-3.

Tabel 2-3: Overzicht van de peilbuizen toegepast voor trendbeoordeling grondwaterlichaam Maas Slenk Diep

Peilbuis	Filter	Modellaag	Bovenkant filter NAP m	Onderkant filter NAP m
B44H0034	2	12	-100,5	-102,5
B45B0453	4	11	-134,7	-136,7
B45E0173	3	10	-42,0	-43,0
B45G0166	4	11	-113,4	-115,4
B50E0169	2	10	-16,6	-17,4
B50F0158	3	12	-48,6	-50,6
B51A0098	4	11	-122,4	-124,4
B51E0181	3	10	-151,7	-153,6
B51H0137	3	11	-117,5	-119,5
B51H0164	4	11	-100,3	-102,3
B57E0018	2	4	-3,9	-4,9
B57F0079	3	14	-169,7	-171,7
B57H0047	3	7	-48,3	-53,3
B58B0246	2	13	-70,9	-73,9
B60A2742	4	17	-165,8	-167,8
B60B0123	2	13	-148,4	-151,4
B60C0794	4	15	-124,2	-129,2



Figuur 2-3: Een ruimtelijk beeld van de relatie tussen filter en modellagen van de geselecteerde peilbuizen voor Maas Slenk Diep

Uit het overzicht blijkt dat er grote verschillen zijn te zien in de dieptestelling van de geselecteerde peilbuizen. Voor twee meer ondiepe peilbuizen (B57E0018 en B57H0047) valt op dat de modellen (respectievelijk modellaag 4 en 7) ondieper zijn dan de anderen. De filters van deze peilbuizen zijn gelegen boven verschillende kleilagen (Stramproy-en Waalreklei). De vraag is ook of deze buizen voldoende representatief zijn voor grondwaterlichaam Maas Slenk Diep.

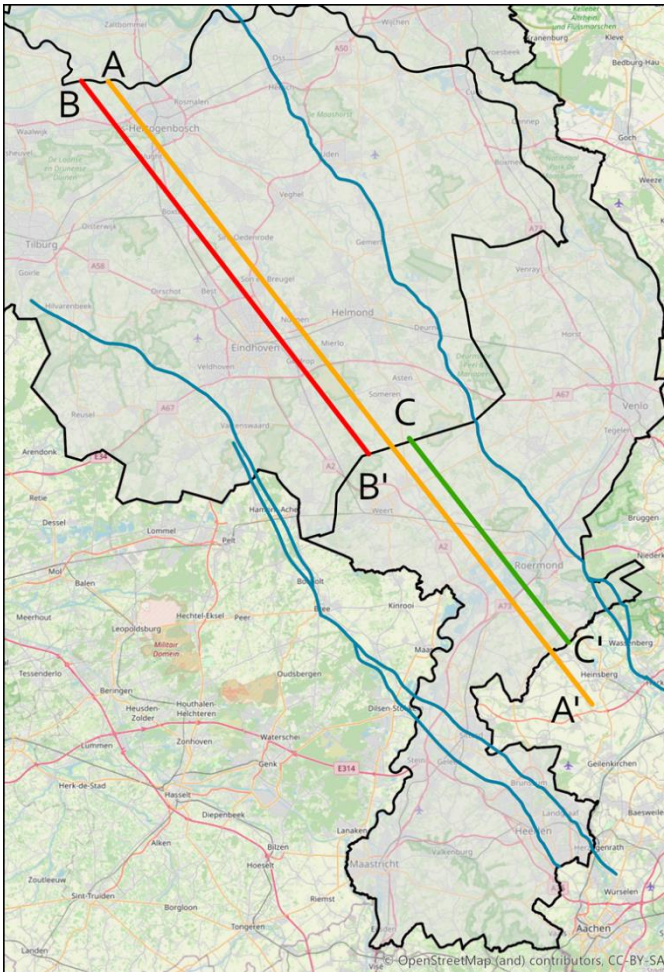
De relatie tussen de modellen (hydrogeologische eenheden) en de beschrijving van de geologische formaties conform Regis (TNO, 2005) is opgenomen in onderstaande tabel 2-4.

Tabel 2-4: laagopbouw Roerdalmodel (Deltares, 2020)

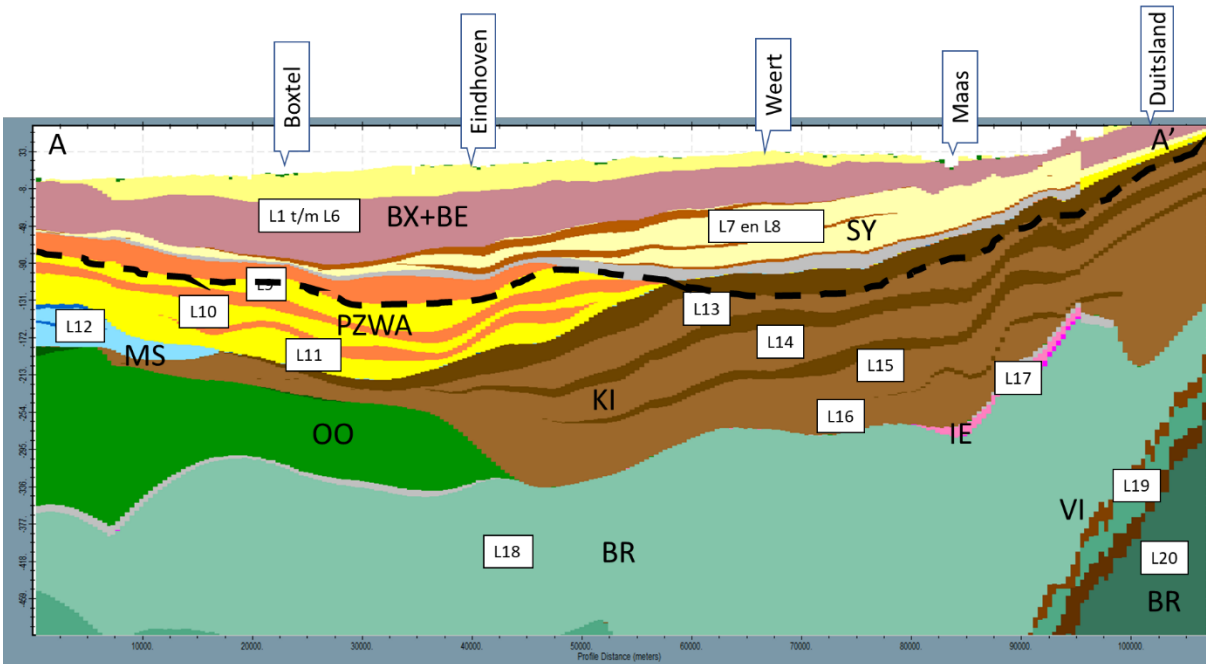
Model layer	NLD / GER	Formations	SAND	CLAY	SAND	CLAY
			m/d		m/s	
1		BXZ1 / BEZ1	30	-	3.47E-04	-
	NLD / GER	BXK1 / BXLK1	-	2.00E-03	-	2.31E-08
2		BXZ2 / BEZ2	30	-	3.47E-04	-
	NLD	BXK2 / BEK1 / STK1	-	2.00E-03	-	2.31E-08
3		BXZ2 / BEZ2	30	-	3.47E-04	-
	NLD	BEK1 / BEK2 / BXLK1 / STK1	-	2.00E-03	-	2.31E-08
4		BEZ1 / BEZ2 / BXZ2	30	-	3.47E-04	-
	NLD / GER	STK1 / BEK2 / JHK1	-	3.00E-04	-	3.47E-09
5		STZ1 / BEZ2	30	-	3.47E-04	-
	NLD	STK1 / SYK1 / RUK1 / RUK2	-	3.00E-04	-	3.47E-09
6		STZ2 / SYZ1 / RUZ1	30	-	3.47E-04	-
	NLD / GER	SYK1 / AHK2	-	3.00E-04	-	3.47E-09
7		SYZ1	15	-	1.74E-04	-
	NLD	SYK2	-	3.00E-04	-	3.47E-09
8		SYZ3	15	-	1.74E-04	-
	NLD / GER	SYK3 / WAK1 / AHK3	-	3.00E-04	-	3.47E-09
9		SYZ4 / WAZ2	30	-	3.47E-04	-
	NLD	SYK3 / WAK2	-	3.00E-04	-	3.47E-09
10		SYZ4 / WAZ2	30	-	3.47E-04	-
	NLD	WAK3	-	3.00E-04	-	3.47E-09
11		WAZ4	30	-	3.47E-04	-
	NLD	MSK1	-	3.00E-04	-	3.47E-09
12		MSZ1	25	-	2.89E-04	-
	NLD / GER	KIK1 / Reuver 11	-	3.00E-04	-	3.47E-09
13		KIZ1 / 10	25	-	2.89E-04	-
	NLD / GER	KIK2 / Rotton 9C	-	3.00E-04	-	3.47E-09
14		Sands of Pey / 9B	25	-	2.89E-04	-
	NLD / GER	KIK3 / Rotton 9A	-	3.00E-04	-	3.47E-09
15		Sands of Waubach / 8	10	-	1.16E-04	-
	NLD	KIK4	-	3.00E-04	-	3.47E-09
16		Sands of Waubach / 8	10	-	1.16E-04	-
	NLD / GER	IEK1 / 7F	-	3.00E-04	-	3.47E-09
17		Sands of Inden / 7E	5	-	5.79E-05	-
	NLD / GER	IEK2 / 7D	-	3.00E-04	-	3.47E-09
18		Sands of Inden / 6D	5	-	5.79E-05	-
	NLD / GER	VIB1 / Frimmersdorf / 6C	-	8.60E-06	-	9.95E-11
19		Heksenberg / 6B	2	-	2.31E-05	-
	NLD / GER	VIB2 / Morken / 6A	-	8.60E-06	-	9.95E-11
20		BR-Lower (Heksenberg / Vib2 / 5)	2	-	2.31E-05	-

De watervoerende pakketten vanaf modellaag 10 tot 20 vormen globaal grondwaterlichaam Maas Slenk Diep<sup>2</sup>. Onderstaand kader is een korte toelichting gegeven op de bodemopbouw in de Roerdalslenk. Hiervoor zijn drie dwarsdoorsnede gemaakt. De ligging van de dwarsdoorsnedes is te zien in onderstaand figuur 2-4. De dwarsdoorsnedes A-A', B-B' en C-C' die de relatie tussen de bodemopbouw en de modellen ruimtelijk weergeven zijn gepresenteerd in de figuren 2-5 tot en met 2-7.

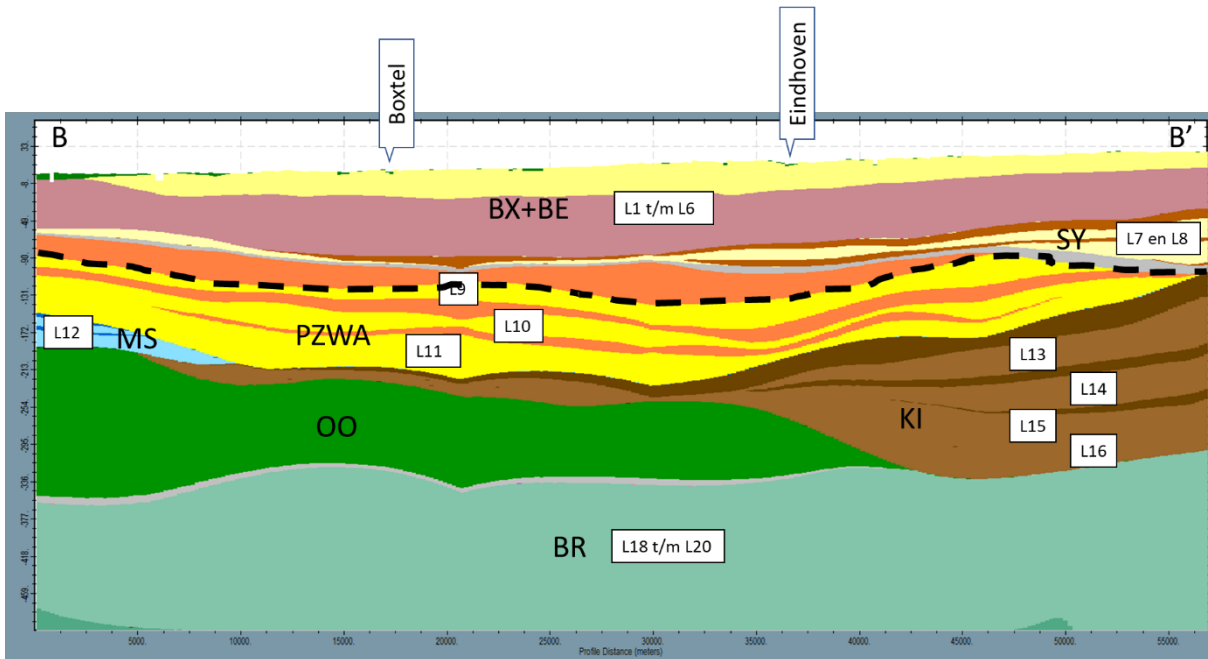
<sup>2</sup> Het grondwaterlichaam Maas Slenk Diep ligt in de Centrale Slenk, tussen de Peelrandbreuk en Feldbissbreuk onder het GWL Zand-Maas. Het grondwaterlichaam is een diep pakket dat aan de bovenkant is afgesloten door een kleilaag. Het pakket wordt met name gebruikt voor de drinkwatervoorziening en overig toepassingen voor menselijke consumptie. De geohydrologische basis wordt gevormd door de Formatie van Breda (Factsheet: NLGW0018 Maas\_Slenk\_diep.v3.18, 2015)



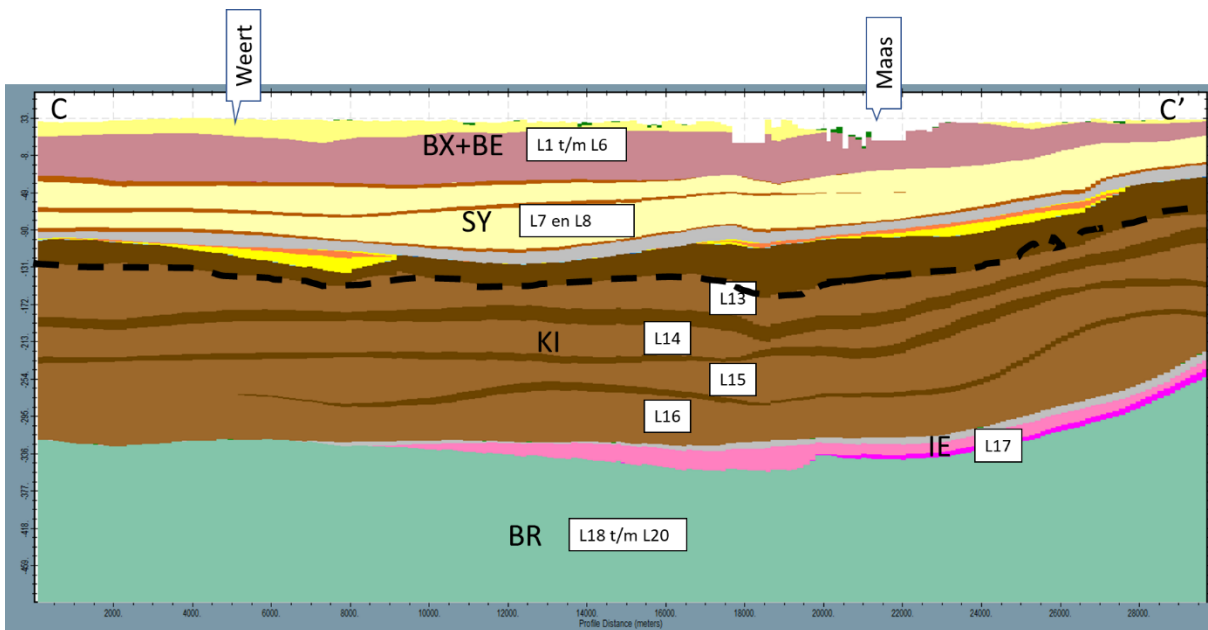
Figuur 2-4: Ligging dwarsdoorsnedes



Figuur 2-5: Dwarsdoorsnede door de Roerdalslenk A-A' (zwart gestippelde lijn geeft begrenzing Maas Slenk Diep)



Figuur 2-6: Dwarsdoorsnede door de Roerdalslenk B-B' (zwart gestippelde lijn geeft begrenzing Maas Slenk Diep)



Figuur 2-7: Dwarsdoorsnede door de Roerdalslenk C-C' (zwart gestippelde lijn geeft begrenzing Maas Slenk Diep)

### Laagopbouw Roerdalslenk

Uit de dwarsdoorsnedes is de laagopbouw van de verschillende formaties in de Roerdalslenk te zien. Hieruit blijkt dat er grote verschillen in dieptestelling zitten tussen de verschillende lagen afhankelijk van de ligging. De Roerdalslenk is een geologische slenk (gedaald stuk aardkorst) gevormd door twee grote afschuivingsbreuken (in het noordoosten de Peelrandbreuk en in het zuidwesten de Feldbissbreuk). De slenk ligt in de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen vrij ondiep en komt in noordwestelijke richting steeds dieper te liggen. De slenk is opgevuld door dikke zand- en kleipakketten van het Rijn-Maas systeem. De hydrologische basis ligt in Noord-Brabant op meer dan 250 meter onder maaiveld. De watervoerende

pakketten en scheidende lagen zijn dik. De watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen hebben grote diktes en daardoor respectievelijk hoge transmissiviteit- en weerstandswaarden.

De zwart gestippelde lijnen geven de begrenzing weer van Maas Slenk Diep. In het Brabantse gedeelte vormen de kleien van de Formatie van Waalre de bovengrens van de diepe slenk. De watervoerende pakketten beneden deze kleilaag (vanaf modellaag 9) vormen in Brabant de diepe slenk. In het Limburgse gedeelte vormen de kleien van de Kiezeloöliet Formatie de bovengrens van de diepe slenk. De watervoerende pakketten beneden deze kleilaag (vanaf modellaag 13) vormen in Limburg de diepe slenk. Uit de dikke watervoerende pakketten wordt water gewonnen. Het systeem zoekt vervolgens naar herstel van het evenwicht waarbij water wordt aangetrokken van bovenaf en vanuit het watervoerend pakket zelf. Omdat de bovenliggende kleilagen grote weerstanden hebben ontstaat er een groot stijghoogteverschil (om de neerwaartse flux voor herstel van evenwicht tot stand te brengen). De stijghoogte is daarom meerdere meters gedaald (tot wel 5 meter in het centrale deel van de slenk) ten gevolge van de onttrekkingen.

De codes in de dwarsdoorsnedes staan voor de volgende Formaties:

- BX: Formatie van Boxtel
- BE: Formatie van Beegden
- ST: formatie van Sterksel
- SY: Formatie van Stramproy
- PZ: Formatie van Peize
- WL; Formatie van Waalre
- MS: Formatie van Maassluis
- OO: Formatie van Oosterhout
- KI: Kiezeloöliet-formatie
- IE: Formatie van Inden
- VI: Formatie van Ville (Bruinkool), onderdeel van Formatie van Breda
- BR: Formatie van Breda

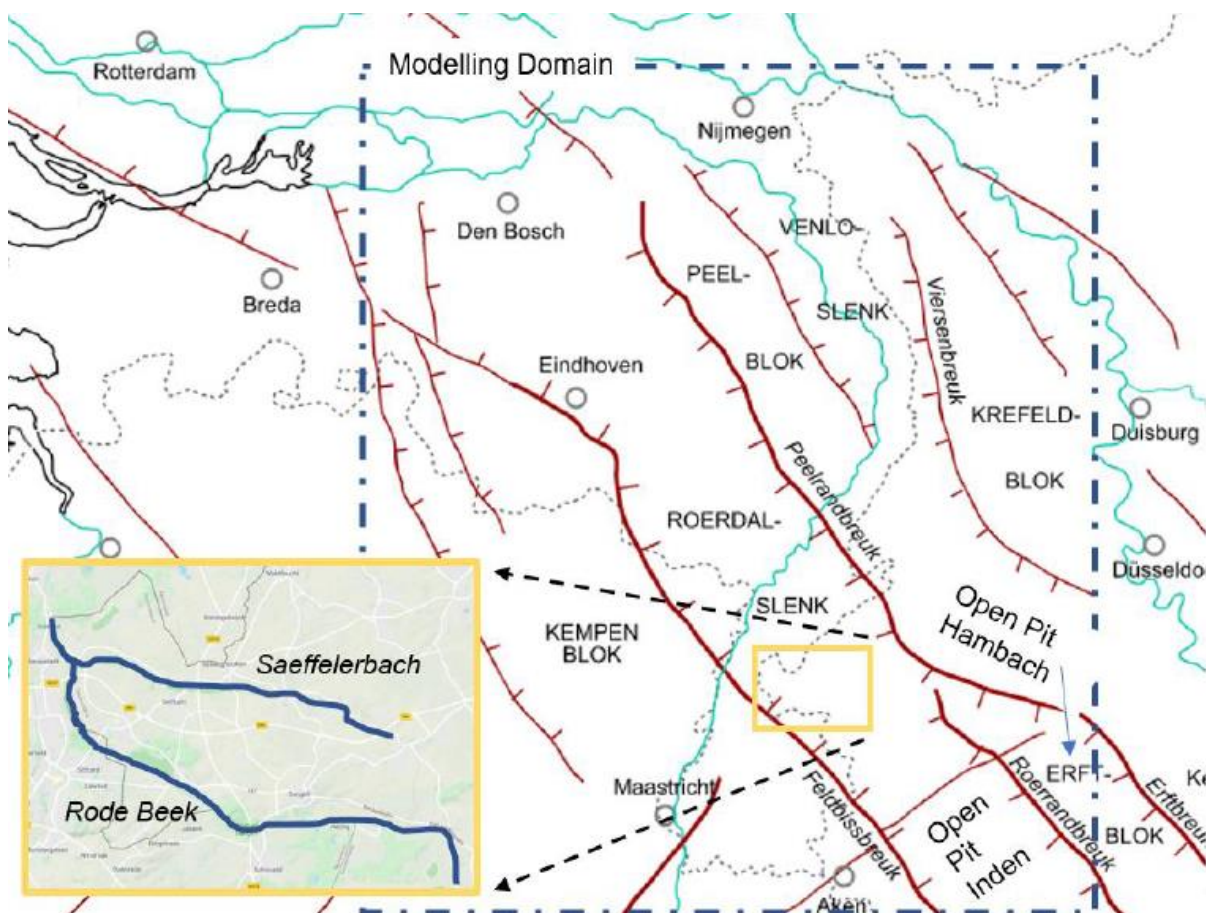
Voor een uitgebreide toelichting op de opbouw en verbreding van de formaties wordt verwezen naar Dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/hierarchisch>



### 3 Beoordeling trends stijghoogten Roerdalmodel

#### 3.1 Toepassing Roerdal-model en uitgangspunten

Met de studie “Influences of Groundwater Extractions in the Roer Valley Graben” (Deltares, 22 January 2020) heeft Deltares de gezamenlijke hydrologische effecten van grondwater onttrekkingen in de Roerdalslenk in beeld gebracht in zowel Nederland, België als Duitsland. Hiertoe is het IBRAHYM model (v2) toegepast en zijn hier sterke verbeteringen in aangebracht met name op basis van vernieuwde geologische inzichten in de grensregio, gegevens over de onttrekkingshoeveelheden en de randvoorwaarden bij de bruinkoolwiningen Inden en Hambach. Het model berekent de grondwater dynamiek op jaarlijkse basis voor de periode 1955 – 2018. Een overzicht van het modelgebied is weergegeven in onderstaand figuur 3-1



Figuur 3-1: Overzicht modelgebied Roerdal-model (Deltares, 2020)

Uit de modelberekeningen van Deltares blijkt in grote lijnen dat de grondwater onttrekkingen in Nederland en Duitsland een gezamenlijke invloed hebben op de verlagingen van de stijghoogten. Als gevolg van de hoge weerstanden van de kleilagen boven de watervoerende pakketten in de Roerdalslenk strekt de uitstraling van de verlagingen van de stijghoogten van de verschillende onttrekkingen en bruinkoolwinning ver uit (tot 10-100 km). Gebleken is dat:

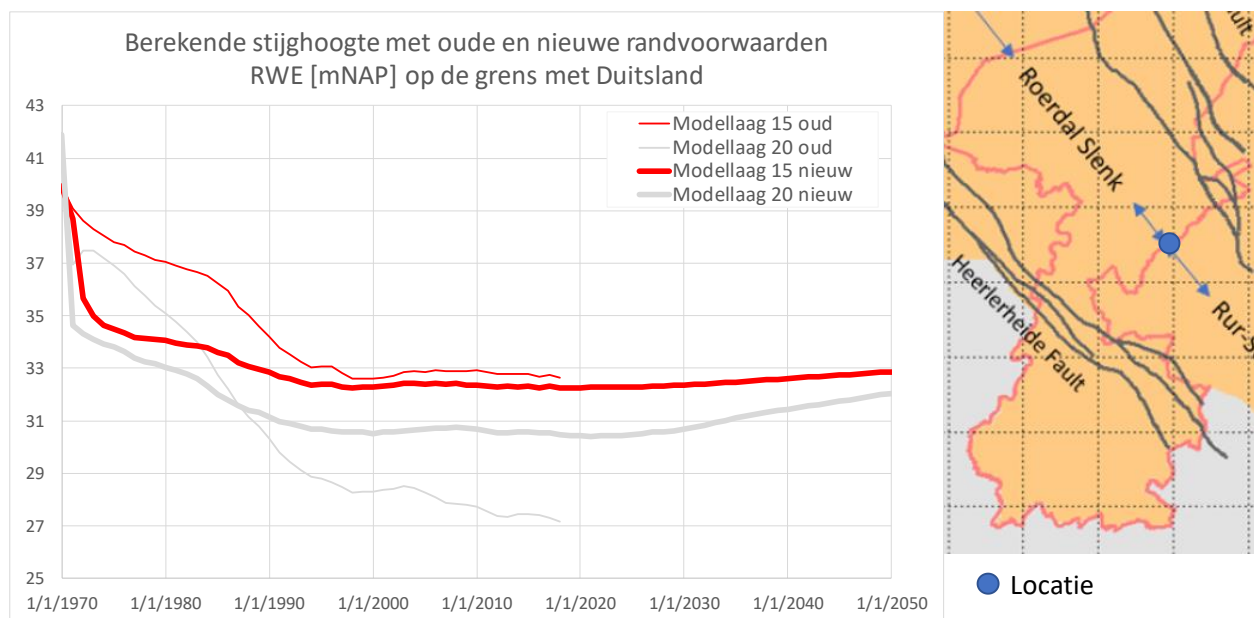
- de invloed van de onttrekking van de bruinkoolwiningen op de stijghoogte in de Roerdalslenk 40% in Limburg en 25% in Brabant (vanaf modellaag 9 in Noord-Brabant en vanaf modellaag 13 in Limburg);

- Bruinkoolwinning Inden is gelegen in de Roerdalslenk en bruinkoolwinning Hambach is gelegen in de Erftslenk. Beide geologische eenheden zijn gescheiden van elkaar via de Peelrandbreuk en de Roerrandbreuk. Uit de berekende waterbalansen blijkt dat de invloed van de bruinkoolwinningen dominant is in de slenkgebieden waarin ze ook gelegen zijn, maar dat ook enige hydrologische uitwisseling is (over de breuken heen) tussen beide slenk gebieden
- Aan de andere kant is de invloed van de onttrekkingen in Limburg op de stijghoogte in Duitsland tot ~30% en in Noord-Brabant (vanaf modellaag 9) tot ~25%.
- de invloed van de onttrekkingen in Brabant is van toepassing voor ruim de helft van Limburg met percentages tot 80%. De onttrekkingen in Brabant hebben ook invloed op de stijghoogte in Duitsland tot ~5-10%.
- De onttrekkingen in België hebben minder effecten op de grenslanden.

Voor een uitgebreide beschrijving van de modelstudie wordt verwezen naar bovengenoemde rapportage.

#### Nieuwe randvoorwaarden RWE bruinkoolwinningen

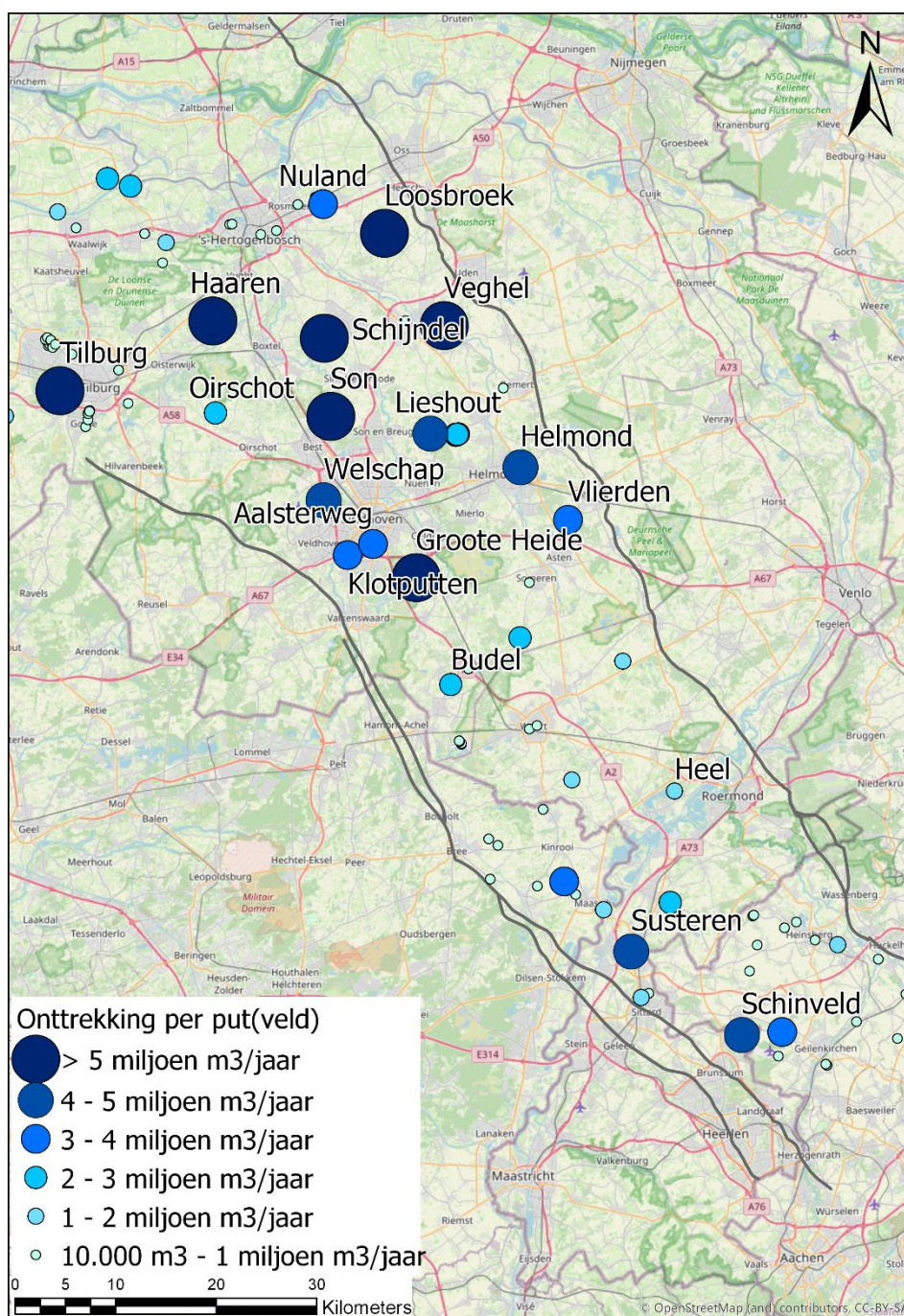
Het grondwatermodel is op basis van nieuwe aangeleverde informatie uit Duitsland (LANUV, de heer D. Hüsener) geactualiseerd ten aanzien van de randvoorwaarden voor de bruinkoolwinningen van RWE (Inden en Hambach). De randvoorwaarden die oorspronkelijk in het model zijn gebracht zijn gebaseerd op het oude RWE-model. Inmiddels is er een vernieuwde RWE-model en zijn deze randvoorwaarden toegepast. Deze randvoorwaarden zijn net iets anders voor de periode tot 2017 dan daarvoor. De aanpassing in randvoorwaarden zorgt voor met name verschillen in het diepe systeem. Een illustratie hiervan is weergegeven in onderstaand figuur 3-2 waarbij de stijghoogte in laag 15 en laag 20 zijn weergegeven waarin de bruinkoolwinning plaatsvindt. In modellaag 15 (Kiezeloöliet Formatie) waarin de diepe winningen water onttrekken is het verschil met de oude randvoorwaarde na 1995 gering. De berekeningen zijn met de nieuwe randvoorwaarden uitgevoerd vanaf 1970.



Figuur 3-2: Effecten gewijzigde randvoorwaarden RWE bruinkoolwinningen

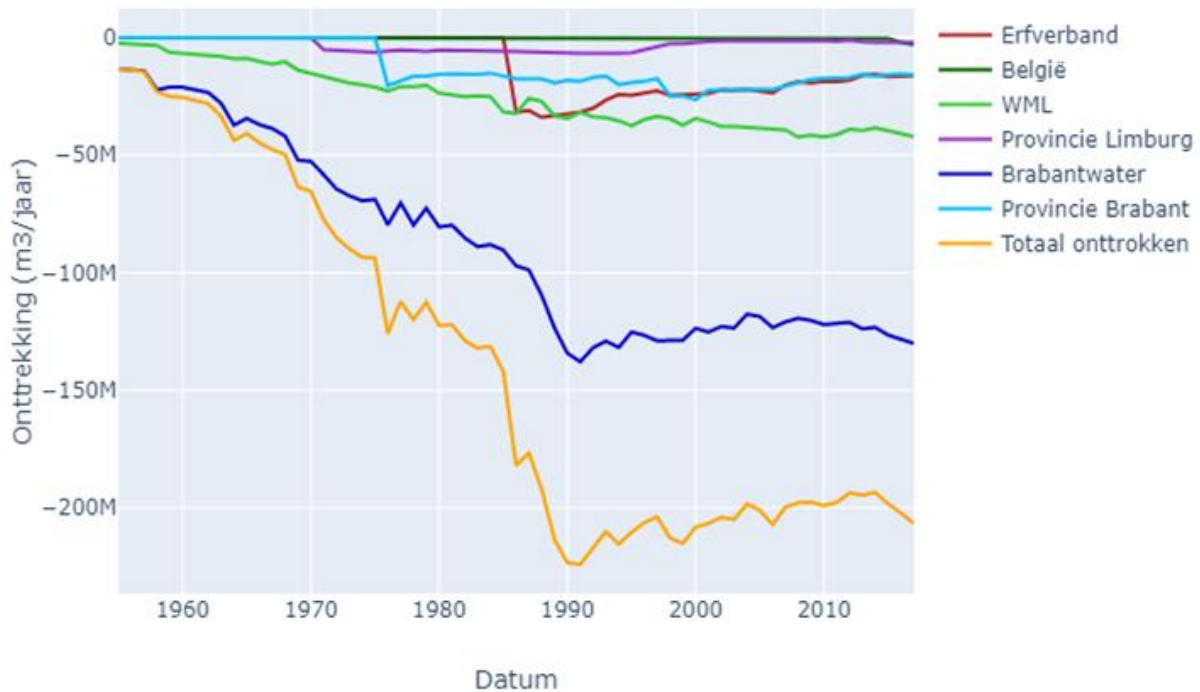
### 3.2 Analyse onttrekkingshoeveelheden Roerdalmodel

Zoals uit de modelberekeningen gebleken hebben de grondwateronttrekkingen in de Roerdalslenk een belangrijke invloed op het verloop van de stijghoogten in de diepe pakketten. Een ruimtelijk overzicht van de grondwateronttrekkingen in Maas Slenk Diep (uit het Roerdalmodel) is samen met de onttrekkingshoeveelheden (gebaseerd op 2017) weergegeven in figuur 3-3. Dit zijn de onttrekkingen vanaf modellaag 9 voor het Brabantse gedeelte en de onttrekkingen vanaf modellaag 13 voor het Limburgse gedeelte.



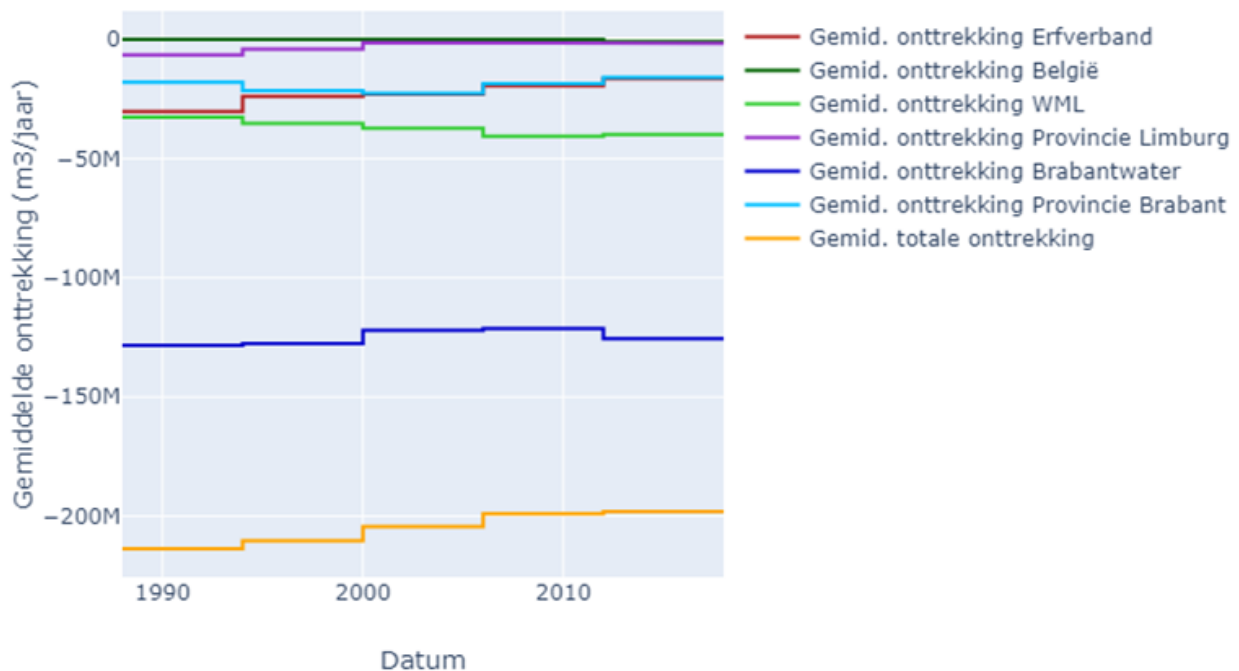
Figuur 3-3: Grondwateronttrekkingen in de Roerdalslenk samen met de onttrekkingshoeveelheden (gebaseerd op 2017); De winningen onttrekken vanaf modellaag 9 voor het Brabantse gedeelte en vanaf modellaag 13 voor het Limburgse gedeelte.

Een samenvattend overzicht van het historisch verloop van de historische onttrekkingshoeveelheden voor de verschillende grote grondwateronttrekkingen in de Roerdalslenk is weergegeven in onderstaand figuur 3-4.



Figuur 3-4: Historische onttrekkingshoeveelheden Roerdalslenk (uit Roerdalmodel)

Voor een vergelijking met de geconstateerde trends in de stijghoogten zijn de gemiddelde onttrekkingshoeveelheden bepaald per periode van 6 jaar (zie figuur 3-5)



Figuur 3-5: Historische gemiddelde onttrekkingshoeveelheden Roerdalslenk per periode van 6 jaar (uit Roerdalmodel)

Uit de grafieken blijkt dat de gemiddelde totale onttrekkingshoeveelheid in de periode 2012-2016 iets is gedaald ten opzichte van de periode 2000-2006. Wanneer in meer detail wordt gekeken blijkt dat de onttrekkingshoeveelheden van Brabant Water zijn gestegen ten opzichte van 2000-2006 en dat de industriële onttrekkingshoeveelheden in Brabant juist zijn gedaald. In Limburg zijn eveneens de onttrekkingshoeveelheden van WML iets gestegen ten opzichte van 2000-2006. De industriële onttrekkingshoeveelheden zijn min of meer stabiel gebleven. De analyse van de onttrekkingshoeveelheden geeft op het eerste gezicht geen verklaring voor de geconstateerde dalende trend van de stijghoogten in de Roerdalslenk.

Met een eerdere studie “Verklaring trends grondwater Noord-Brabant” (RHDHV, 2017) is nader gekeken naar mogelijke oorzaken van de neergaande trend in diepe stijghoogten in de Centrale Slenk. Uit de analyse is gebleken dat sinds 2000 er meer grondwater onttrokken is uit de Centrale Slenk en dat het aandeel diep water nog meer is gestegen.

Voor de situatie in Noord-Brabant is de hoeveelheid onttrokken grondwater uit het diepe pakket van de Centrale Slenk sinds 2000 globaal toegenomen van 65 miljoen m<sup>3</sup>/jaar tot 75 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. In 2013 is de winning Budel verdiept. Dit leidt tot een verschuiving van ongeveer 2,6 miljoen m<sup>3</sup>/jaar naar het diepe niveau. De winning Loosbroek heeft daarnaast de laatste jaren meer water uit het diepe pakket onttrokken als alternatief voor de gesloten winningen op de Peelhorst.

Voor de situatie in Limburg is gebleken er vanaf 2010 een stijgende trend in hoeveelheid onttrokken grondwater is, vooral veroorzaakt door de noodwinning in Heel. In 2015 en 2016 is gemiddeld ongeveer 5 miljoen m<sup>3</sup>/jaar onttrokken uit de diepe winning in Heel. Deze heeft gewerkt als noodvoorziening omdat er in het Maaswater te veel verontreinigingen zaten, zoals de stof pyrazool (zie onderstaand kader). Gebruik van oppervlaktewater was daarom meerdere maanden niet mogelijk.

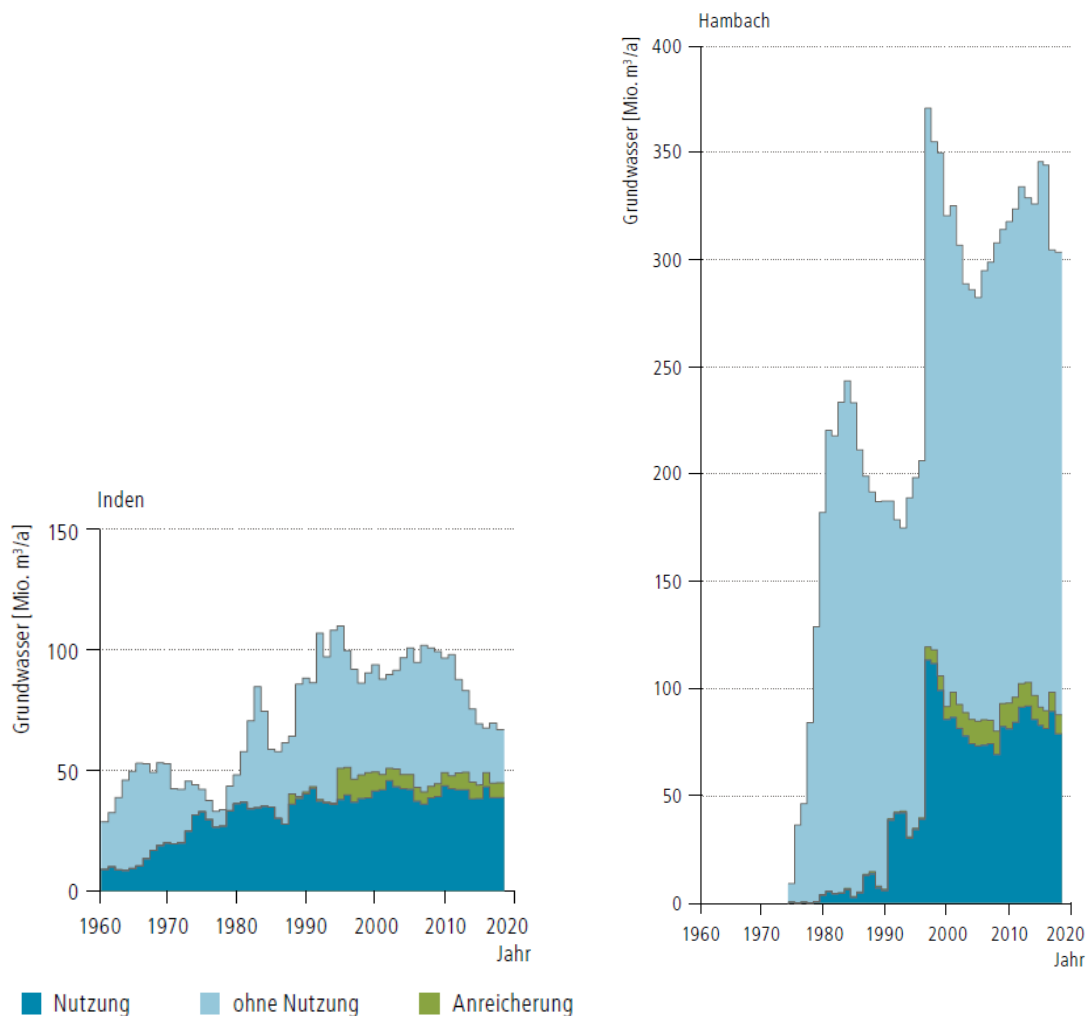
#### **Noodwinning Heel**

In de Roerdalslenk wordt 6,7 miljoen m<sup>3</sup> per jaar extra achter de hand gehouden. De diepe winning in Heel fungeert als noodvoorziening. In bijzondere situaties waarin geen Maaswater kan worden ingelaten mag ter vervanging van de ondiepe winning in Heel grondwater worden onttrokken uit het derde watervoerende pakket (200 tot 300 meter diep uit Zand van Waubach).

In 2015 en begin 2016 is de inname van water gestopt vanwege de aanwezigheid van pyrazool na een lozing vanaf het Chemelot terrein in Sittard. In 2016 kon er 170 dagen geen water in voorraadbekken De Lange Vlieter ingelaten worden. Dit keer waren het verschillende stoffen zoals bestrijdingsmiddelen, resten van geneesmiddelen, contrastvloeistof uit ziekenhuizen en drugsafval die tot de innamestop leidden. Soms werd een onbekende stof aangetroffen. Een innamestop duurt vaak enkele dagen.

#### *Ontwikkeling bruinkoolwinningen*

De ontwikkeling van de onttrekkingshoeveelheid van de bruinkoolwinningen is weergegeven in figuur 3-6. Hieruit blijkt dat de hoeveelheden sterk variëren en dat bij Inden (gelegen in de Roerdalslenk) vanaf 2010 sprake is van een afname van de onttrekkingshoeveelheid. Voor Hambach (gelegen in de Erftslenk) is vanaf 2005 tot 2018 nog sprake van een toename van de onttrekkingshoeveelheid. Vanaf 2018 is weer een afname zichtbaar. De ontwikkelingen van de onttrekkingshoeveelheden bij beide bruinkoolwinningen zijn verwerkt in het RWE-model. De informatie uit het RWE-model komt overeen met de ontwikkeling van de onttrekkingshoeveelheden zoals opgenomen in onderstaand figuur en is in het Roerdalmodel verwerkt middels randvoorwaarden met ofwel een constante flux (Neumann boundary) of met constante stijghoogte (Dirichlet boundary). Dit is nader beschreven in paragraaf 5.1.



Figuur 3-6: ontwikkeling van de onttrekkingshoeveelheid van de bruinkoolwoningen

### Onttrekkingen in België

De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) heeft voor de opbouw van het Roerdal-model gegevens aangeleverd over de meest belangrijke onttrekkingen in het Belgische gedeelte van de Roerdalslenk (mevr. C. Slenters). Enkel de winningen van Bree en Maaseik zitten echt in de slenk, Lommel en Neerpelt zitten op de rand in het zand van Mol, Kasterlee en Diest. Deze winningen in België, gelegen in Noord-Limburg (Lommel, Neerpelt, Bree en Maaseik) pompen aan een jaarvolume tussen de 53 en 64% van het vergunde volume. De vergunde volumes zijn dus een stuk hoger dan de gepompte volumes omdat deze winningen voor elkaar of voor een andere winning meer naar het zuiden, moeten instaan in geval van een calamiteit of technisch defect. De winning van Maaseik werd maar in 2018 opgestart en onder normaal regime een volledig jaar geëxploiteerd in 2019. Er worden momenteel geen bijkomende verhogingen van het pompregime of uitbreidingen van de winningen gepland.

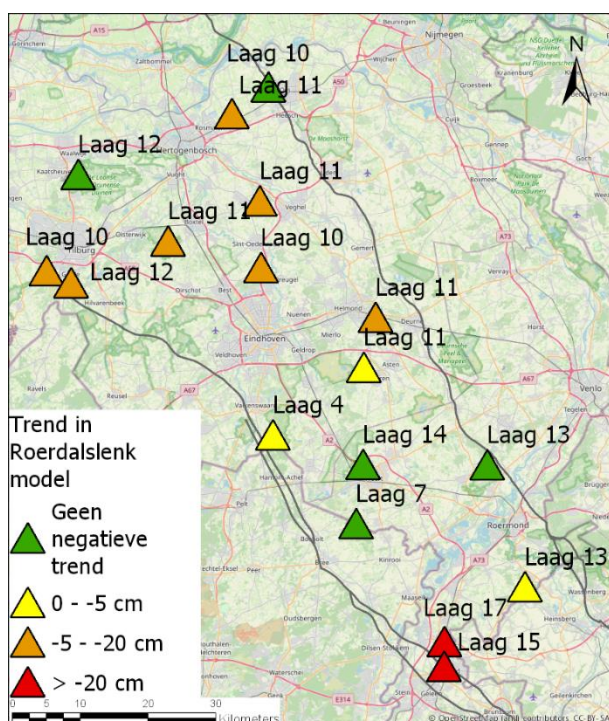
## 3.3 Analyse trends stijghoogten Roerdalmodel

Om te analyseren en beoordelen in hoeverre de berekende dalende trend in stijghoogten over de periode 2012 - 2016 voor het grondwaterlichaam 'Maas Slenk Diep' (KWR) ook in het Roerdal model zijn te zien zijn twee scenario's met het Roerdal-model uitgevoerd. Met deze modelberekeningen wordt beter inzicht verkregen in de werking van het grondwatersysteem en de belangrijkste verklarende factoren die van invloed zijn op het verloop van de stijghoogten. De volgende scenario's zijn berekend:

1. **Constate grondwateraanvulling** Een doorrekening voor de periode 1955-2018 met een constante grondwateraanvulling zodat het klimatologisch effect van de jaarlijkse variatie van neerslag en verdamping niet van invloed is op de stijghoogte;
2. **Constate grondwateraanvulling en grondwateronttrekkingen uit:** Een doorrekening voor de periode 1955-2018 met een constante grondwateraanvulling en alle grondwateronttrekkingen uit (excl. bruinkoolwinningen Inden en Hambach) zodat zowel de onttrekkingen als de variatie van neerslag en verdamping niet van invloed zijn op de stijghoogte.

*Resultaat scenario 1: constante grondwateraanvulling*

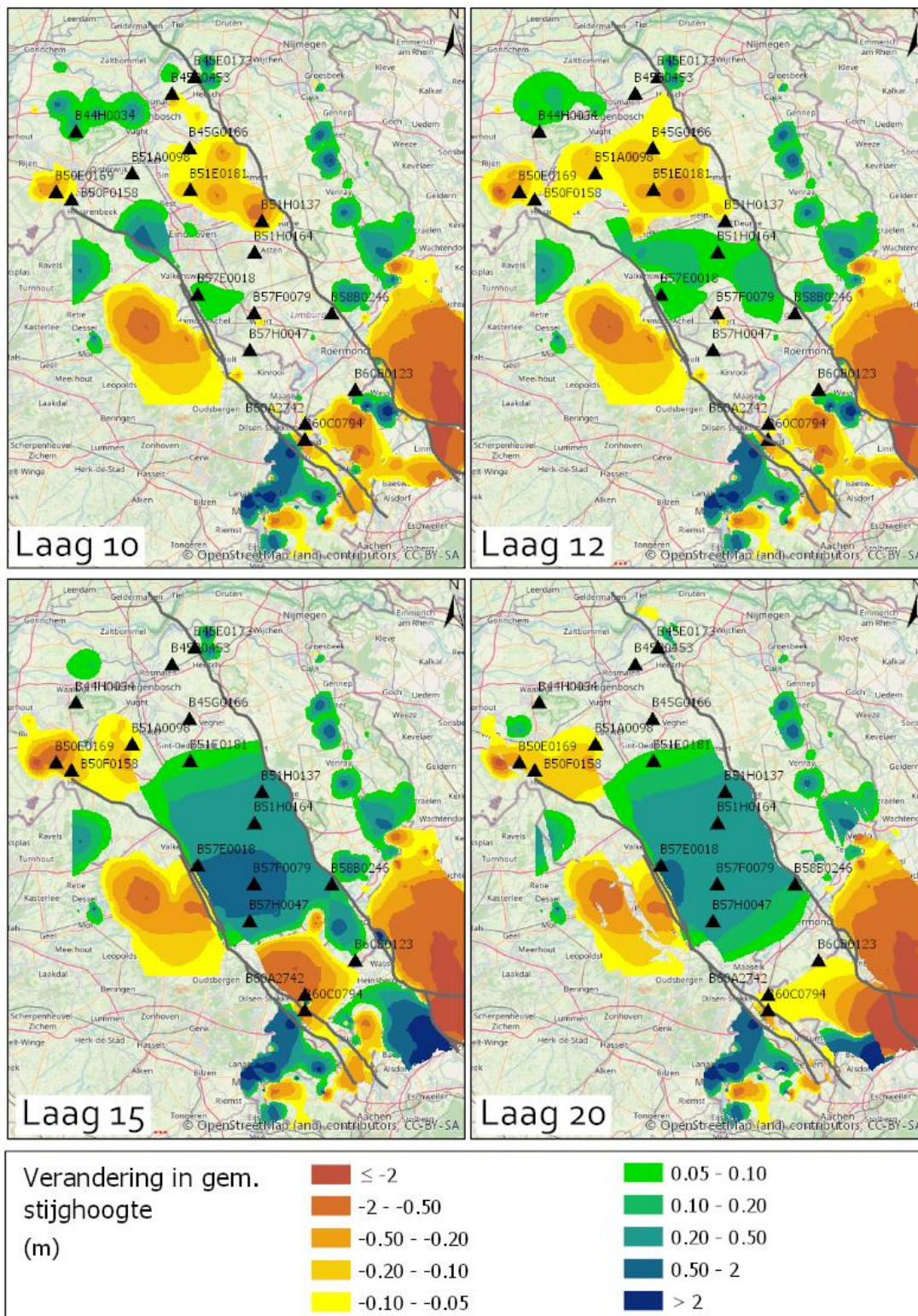
In figuur 3-7 is het resultaat van de berekende trends weergegeven op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006. Hierbij zijn dezelfde locaties gebruikt als bij de trendanalyse van KWR.



*Figuur 3-7: Scenario 1 (constante grondwateraanvulling): Berekende trend op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006*

In figuur 3-8 is tevens de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006 weergegeven voor 4 modellagen in de diepe slenk variërend in diepte.

Lagen 10 en 12 behoren alleen in Noord-Brabant van het model waar de formatie van Peize Waalre voorkomt tot de diepe Slenk (zie paragraaf 2.2 voor de laagopbouw). Voor de situatie in (Midden) Limburg geven de figuren voor laag 10 en 12 de effecten weer zoals deze freatisch zullen optreden.



Figuur 3-8: Scenario 1 (constante grondwateraanvulling): Verandering gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006 voor 4 modellagen; Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

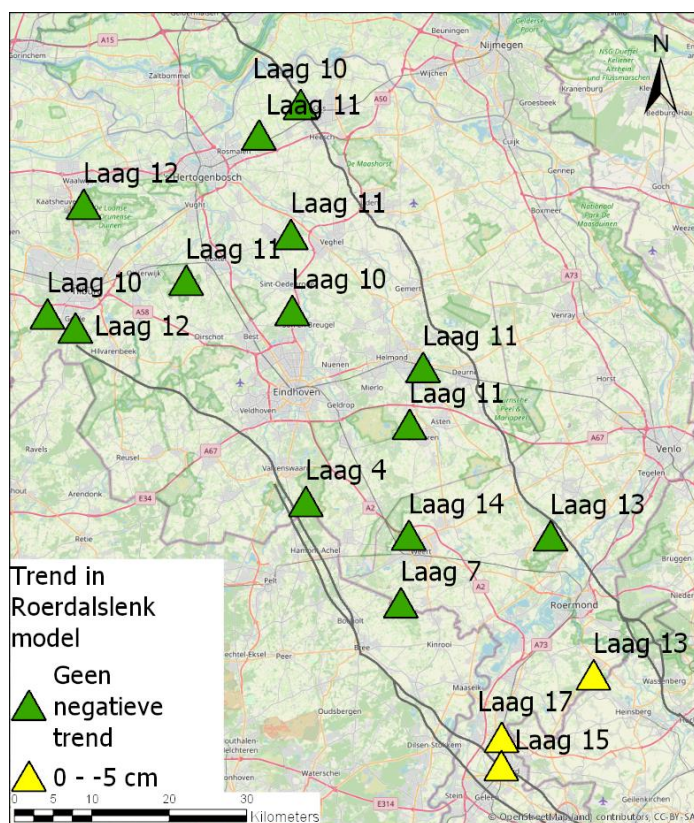


Uit de resultaten blijkt dat de berekende trends met het Roerdalmodel, van de gemiddelde stijghoogte (2012-2018 versus 2000-2006) in grote lijnen goed overeenkomen met de berekende trends van de trendanalyse op basis van de meetreeksen (zie figuur 2-2). Met het Roerdalmodel worden voor enkele locaties dalende trends berekend die niet met tijdreeksanalyse eruit komen. Dit komt voor een deel omdat bij de KWR-analyse bij een aantal meetpunten ook de onttrekkingshoeveelheid van de winningen als verklarende reeks in het tijdreeksmodel is toegepast.

Wanneer gekeken wordt naar het ruimtelijk beeld van de veranderingen van de stijghoogte op verschillende diepten blijkt dat er een complex en sterk gevarieerd beeld te bestaan. Dit beeld is voornamelijk het gevolg van de variaties in zowel onttrekkingshoeveelheden als onttrekkingsdiepten van de individuele winningen.

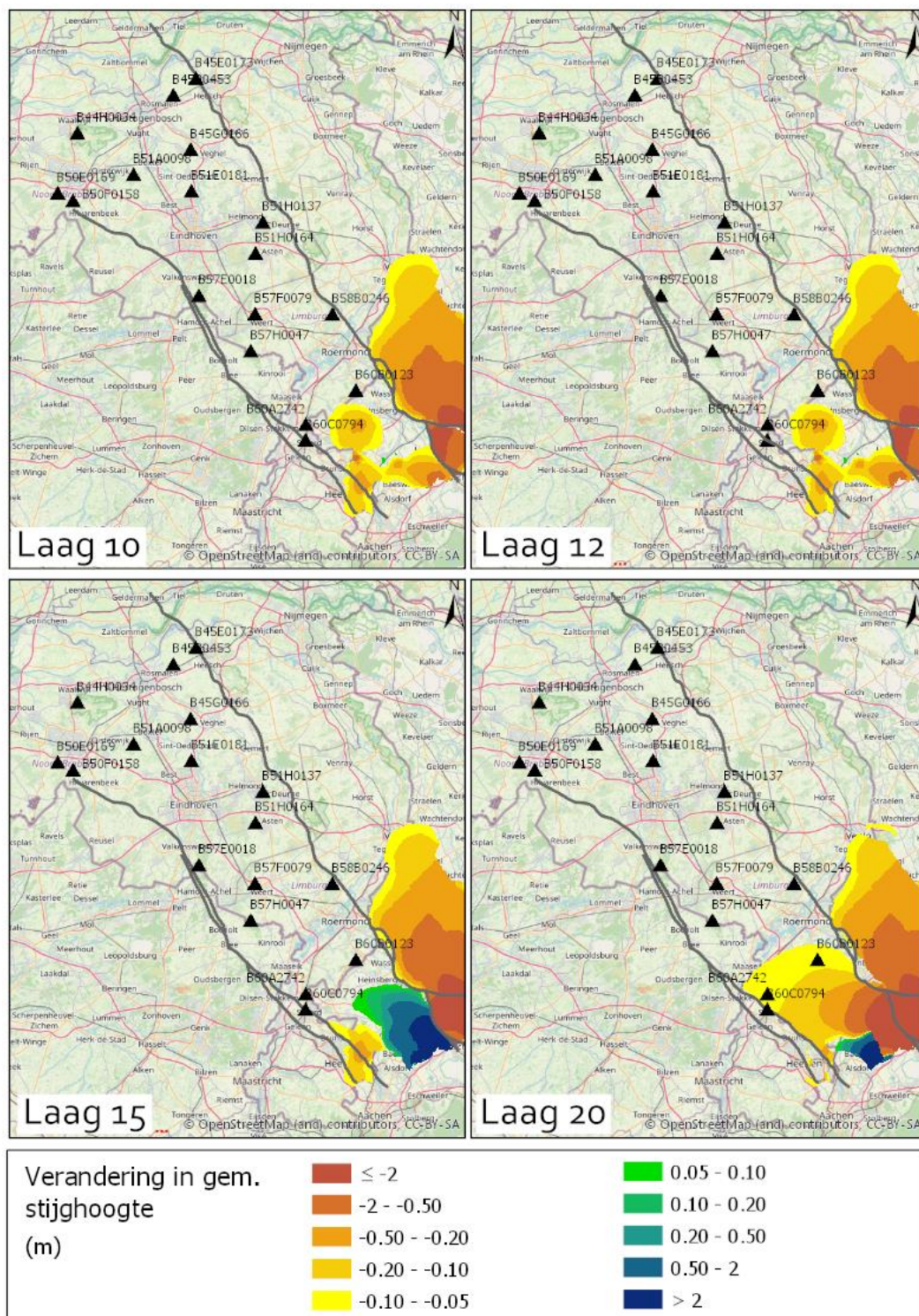
### Scenario 2: Constante grondwateraanvulling en grondwateronttrekkingen uit

In figuur 3-9 is het resultaat van de berekende trends weergegeven op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006. Hierbij zijn dezelfde locaties gebruikt als bij de trendanalyse van KWR. In figuur 3-10 is tevens de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006 weergegeven voor 4 modellagen representatief voor de diepe slenk.



Figuur 3-9: Scenario 2 (constante grondwateraanvulling en onttrekkingen uit): Berekende trend op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006

Uit bovenstaand beeld blijkt dat wanneer de onttrekkingen uit zijn er ook geen dalende trend wordt berekend. Wel blijkt voor drie locaties in Midden-Limburg een licht dalende trend te zien. Dit is het gevolg van de onttrekking van de bruinkoolwinningen.



Figuur 3-10: Scenario 2 (constante grondwateraanvulling en onttrekkingen uit): Berekende trend van de gemiddelde stijghoogte voor 2012-2018 versus 2000-2006; Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

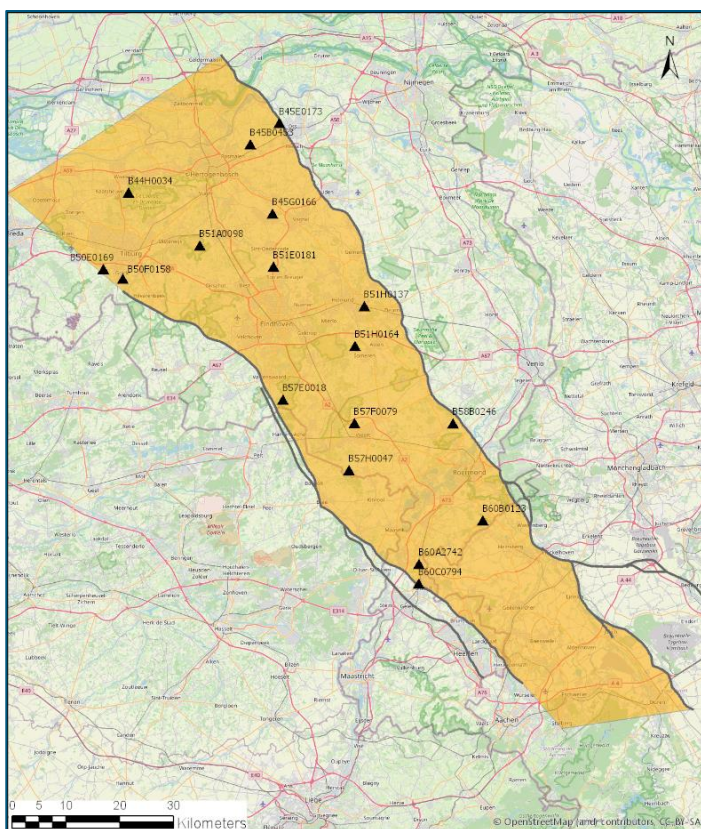
Uit het ruimtelijk beeld van de verandering van de stijghoogte is de uitstraling van de verandering in randvoorwaarden (van het RWE-model) tussen 2000-2006 en 2012-2018 zichtbaar. Wat opvalt is dat in de Kiezeloöliet formatie (waar laag 15 onderdeel van is) er al verhogingen te zien zijn. In de Formatie van Breda (laag 20) is nog sprake van verlagingen. Ondanks dat in laag 15 al verhogingen optreden, zijn

freatisch (laag 10 en 12) nog verlagingen zichtbaar. Zover na te gaan wordt het veroorzaakt door de traagheid van het systeem (decennia). De verhogingen in laag 15 zijn er in de periode 2012-2018 nog niet lang en werken freatisch nog niet door.

### 3.4 Gemiddelde verandering stijghoogte voor de gehele diepe Slenk

Uit de resultaten gepresenteerd in figuur 3-8 blijkt dat er grote variatie is in de effecten van de winningen, zowel wat betreft locatie als ook in de diepte. Op basis van de rekenresultaten is onderzocht wat de gemiddelde verandering is van de stijghoogte in de diepe Slenk ten gevolge van de winningen.

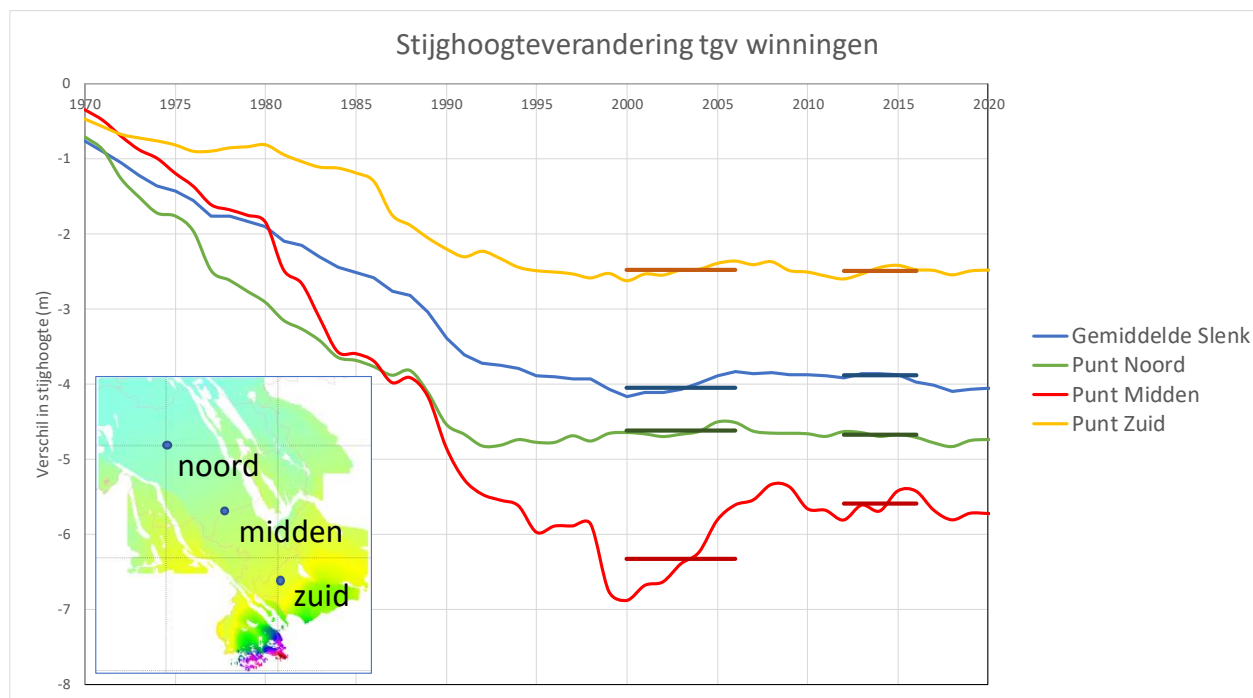
De verlaging is voor alle cellen in elke modellaag berekend. De verlaging zal maximaal zijn in de laag waarin onttrokken wordt. Voor elke laag is deze verlaging weer te geven. De verlaging in de diepe Slenk wordt echter weergegeven door het maximum te bepalen van de per laag berekende verlagingen. Voor de gehele diepe Slenk (zie figuur 3-11 voor de begrenzing) is de maximale verlaging per modelcel bepaald voor alle lagen die onderdeel zijn van de diepe Slenk (alsof in elke modelcel een peilbuis aanwezig is). In Noord-Brabant is dat vanaf modellaag 9 (zie paragraaf 2.2 voor de relatie laagopbouw en modellagen) en in Limburg vanaf modellaag 13. Op basis van de maximale verlaging per cel is vervolgens de gemiddelde stijghoogteverandering voor alle modelcellen binnen de Slenk bepaald. Hoe de gemiddelde stijghoogte verloopt is weergegeven in figuur 3-12 (de blauwe lijn).



Figuur 3-11: Centrale Slenk Diep

Uit de grafiek blijkt dat de blauwe lijn gemiddeld vanaf globaal 2000 tot 2018 min of meer stabiel is. De variaties zijn een direct gevolg van de variaties in onttrekkingshoeveelheden. In de grafiek zijn tevens de twee perioden 2012-2018 en 2000-2006 weergegeven. Hieruit blijkt dat voor de periode 2012-2018 er een lichte afname is van het verschil in stijghoogte ten opzichte van de periode 2000-2006.

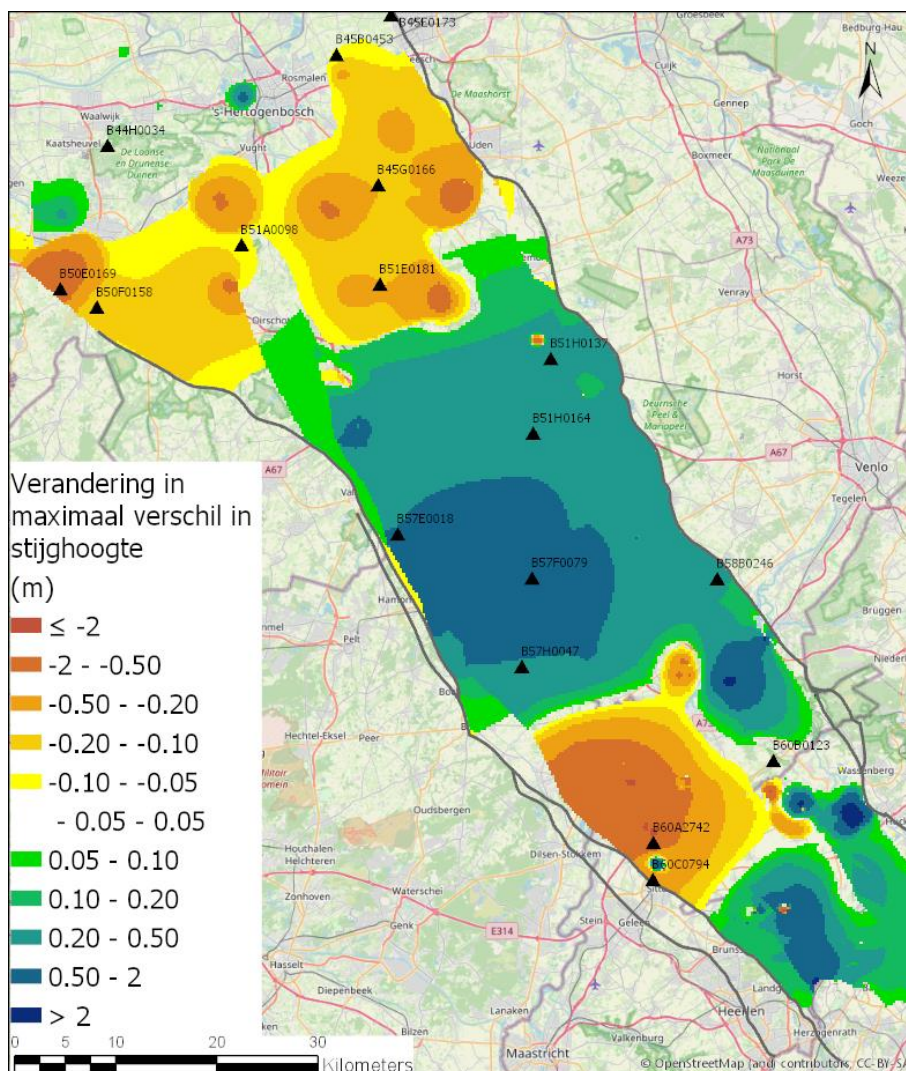
Het verloop is ook voor een drietal locaties (noord, midden en zuid) weergegeven. In het midden van de Slenk is vanaf begin jaren 2000 de winning van de winlocatie Klotputten sterk afgenomen (volgens de modelinvoer) en die afname zorgt voor een verhoging van de stijghoogte in het midden van de Slenk.



Figuur 3-12: Berekende stijghoogteverandering als gevolg van de winningen, gemiddeld over de diepe Slenk (blauwe lijn) en in 3 punten. De stijghoogteverandering is bepaald voor alle lagen die onderdeel zijn van de diepe Slenk (alsof in elke modelcel een peilbuis aanwezig is). In Noord-Brabant is dat vanaf modellaag 9 en in Limburg vanaf modellaag 13.

Het verschil tussen de twee perioden 2012-2018 en 2000-2006 is ook ruimtelijk weergegeven in figuur 3-13. De locatie van het punt "noord" (even ten zuiden van 's-Hertogenbosch) is zodanig gekozen dat deze op de grens ligt van de zone met verlagingen en verhogingen. Ten noorden van dit punt en ook in het zuiden is wel sprake van een dalende trend die duidelijk is toe te schrijven aan een cluster van winningen.

Ondanks dat op basis van de modelresultaten niet blijkt dat er voor de gehele Slenk sprake is van een daling zijn er wel zones waar een dalende trend optreedt. Of er een daling van de stijghoogte op zal treden kan waarschijnlijk beter afgeleid worden uit de verandering van de winningen zelf dan vanuit een aantal meetpunten. Van belang hierbij is om te beoordelen of er ook een cumulatief effect is van alle winningen.



Figuur 3-13: Verandering stijghoogte in de Slenk tussen de twee perioden 2012-2018 en 2000-2006 ten gevolge van de winningen. De stijghoogteverandering is bepaald voor alle lagen die onderdeel zijn van de diepe Slenk (als of in elke modelcel een peilbuis aanwezig is). In Noord-Brabant is dat vanaf modellaag 9 en in Limburg vanaf modellaag 13. Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

### 3.5 Beoordeling trends stijghoogten Roerdalmodel

Uit voorgaande analyse blijkt het volgende:

- De individuele winningen in zowel Brabant als Limburg zijn verantwoordelijk voor belangrijkste berekende trends in stijghoogten in de Roerdalslenk in Brabant en Limburg. Dit is voornamelijk het gevolg van de variaties in zowel onttrekkingshoeveelheden als onttrekkingsdiepten van de individuele winningen.
- Deze variaties in zowel onttrekkingshoeveelheden als onttrekkingsdiepten van de individuele winningen laten een complex beeld van de veranderingen van de stijghoogte zien.
- De verandering in onttrekkingshoeveelheden van de bruinkoolwinningen van RWE in de periode 2012-2018 ten opzichte van 2000-2006 heeft een ruimtelijk uitstralings-effect die tot aan de Maas (bij Roermond) reikt.
- De verandering in onttrekkingshoeveelheden van de bruinkoolwinningen in deze periode, verwerkt in randvoorwaarden in het geactualiseerde RWE-model en vervolgens overgenomen in het Roerdalmodel is nog relatief beperkt. Bij Inden is immers vanaf 2010 sprake van een afname van

de onttrekkingshoeveelheid en bij Hambach is vanaf 2005 tot 2018 nog sprake van een toename van de onttrekkingshoeveelheid). In samenhang met de traagheid van het systeem is daarom ook beperkt effect op de verandering van de stijghoogte. De bruinkoolwinningen hebben wel een absoluut effect op het niveau van de stijghoogte.

- Uit de berekeningen blijkt dat de gemiddelde stijghoogte vanaf 2000 tot 2018 min of meer stabiel is. De variaties zijn een direct gevolg van de variaties in onttrekkingshoeveelheden.
- In het noorden en zuiden zijn er wel zones waar een verlaging heeft opgetreden als de perioden 2012-2018 en 2000-2006 worden vergeleken.
- Of er een daling van de stijghoogte op zal treden kan daardoor waarschijnlijk beter afgeleid worden uit de verandering van de winningen zelf dan vanuit een aantal meetpunten. Van belang hierbij is om te beoordelen of er ook een cumulatief effect is van alle winningen.

## 4 Aanpassing onttrekkingen voor trendombuiging

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is beschreven hoe het model is ingezet om te bepalen of door aanpassing van de huidige diepe onttrekkingen in de Roerdalslenk het mogelijk is de trend in de stijghoogte in de diepe grondwaterpakketten om te buigen. Uitgangspunt hierbij is dat in 2027 de situatie gelijk dient te zijn aan de situatie in de referentieperiode 2000-2005. Hiervoor is het model verlengd en doorgerekend voor de periode 2018-2027. Voor het verlengen van het model (periode 2018-2027) is de gemiddelde grondwateraanvulling van de periode 2008-2018 is gehanteerd. De onttrekkingshoeveelheden in de verlenging zijn gebaseerd op de feitelijk onttrokken hoeveelheden in 2017.

Voor de beoordeling van de ombuiging van de trends zijn de volgende scenario's beschouwd:

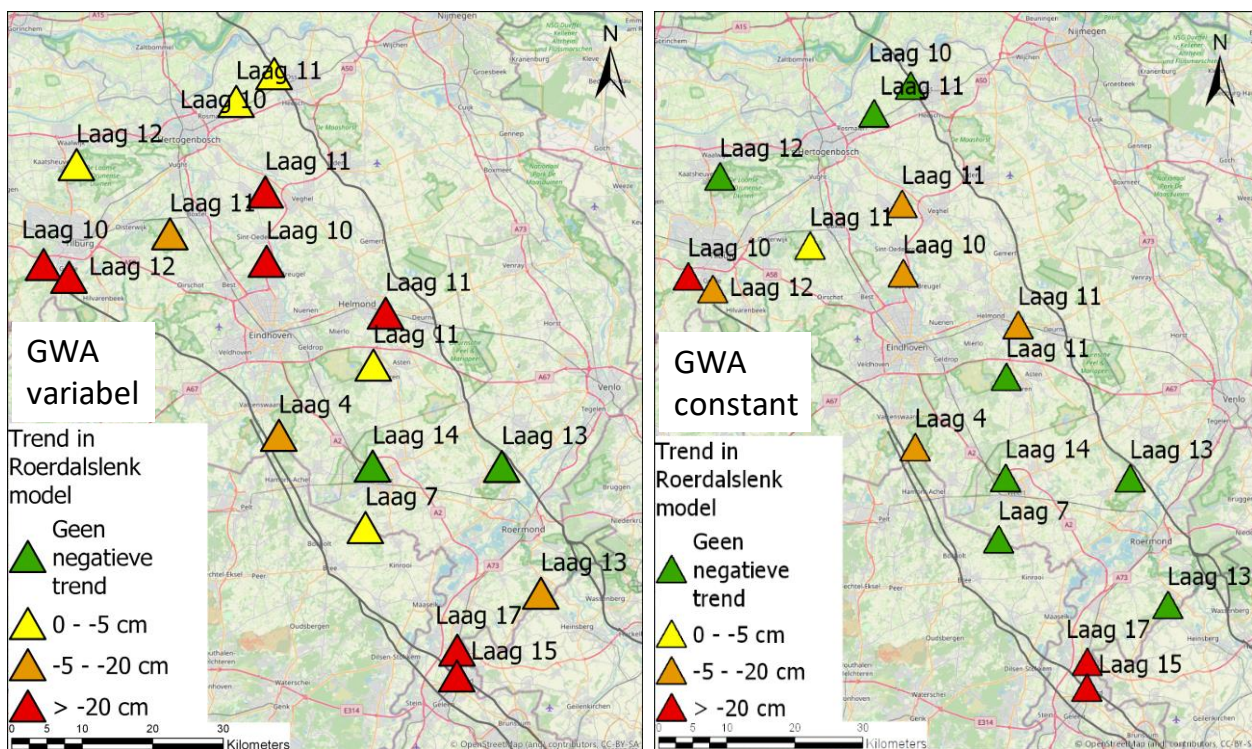
1. **Referentie 2027:** de referentie-situatie is bepaald op basis van de doorrekening van het model tot 2027;
2. **Scenario 10% reductie:** Conform referentie met 10% reductie van de onttrekkingshoeveelheid van alle winningen vanaf 2020.
3. **Scenario 20% reductie:** Conform referentie met 10% reductie van de onttrekkingshoeveelheid van alle winningen vanaf 2020.
4. **Scenario 30% reductie:** Conform referentie met 30% reductie van de onttrekkingshoeveelheid van alle winningen vanaf 2020.

### 4.2 Resultaten referentie-situatie 2027

In figuur 4-1 is het resultaat van de berekende trends weergegeven op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte berekend voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006. De referentiesituatie is berekend met een variabele grondwateraanvulling waarbij na 2018 de gemiddelde grondwateraanvulling over 2008-2018 is aangehouden (figuur 4-1 links). De berekening is ook uitgevoerd met een constante grondwateraanvulling voor de gehele periode (figuur 4-1 rechts). In het linker plaatje is de trend groter dan in het rechter plaatje. Dit betekent dat de grondwateraanvulling waarmee voor de periode 2022-2027 gerekend is lager is dan de grondwateraanvulling voor de periode 2000-2006.

Uit de resultaten van de berekening met de constante grondwateraanvulling (figuur 4-1 rechts) blijkt dat voor deze situatie (uitgaande van de onttrekkingshoeveelheden van 2017), in vergelijking met de berekende trends voor de periode 2012-2018 (zie figuur 3-6), er min of meer een vergelijkbare situatie is. De winningshoeveelheden in 2017 zijn kennelijk weinig veranderd ten opzichte van de hoeveelheden waarmee gerekend is voor de periode 2012-2018.

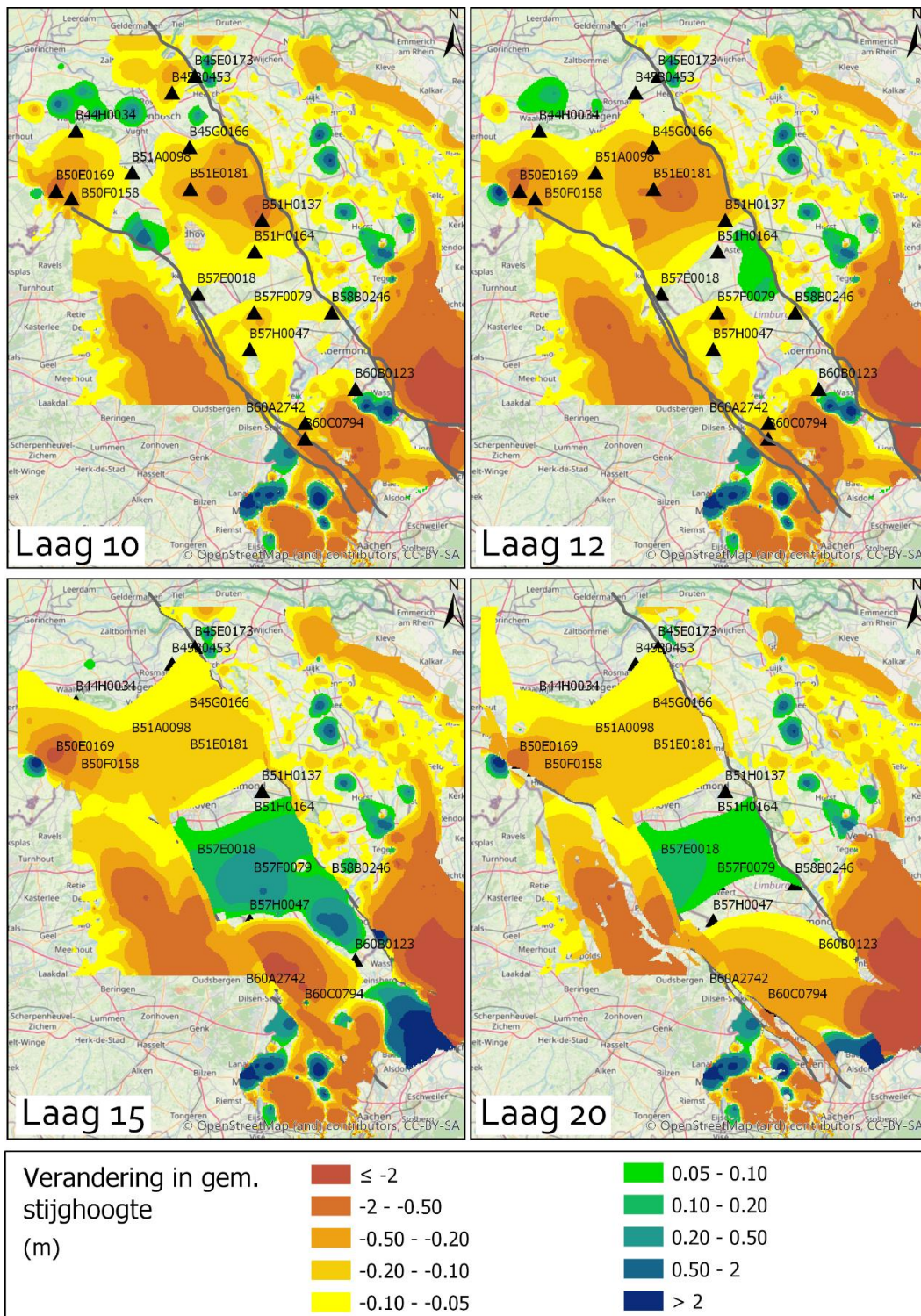
De berekening met de variabele grondwateraanvulling (figuur 4-1 links) is de referentieberekening voor de drie scenario's. In figuur 4-2 is tevens de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006 weergegeven voor 4 modellagen representatief voor de diepe slenk.



Figuur 4-1: Referentie-situatie 2027: Berekende trend op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006. Links: referentiesituatie met variabele grondwateraanvulling; Rechts: berekening met constante grondwateraanvulling

Op enkele locaties is geen sprake meer van een dalende trend. Kijkend naar het ruimtelijk beeld van de verandering van de stijghoogte is een complex gevarieerd beeld te zien. Dit beeld is het gevolg van de variaties in zowel onttrekkingshoeveelheden als onttrekkingsdiepten van de individuele winningen. Hieruit blijkt dat in sommige regio's (bijvoorbeeld het centrale deel van de slenk op de grens Brabant Limburg) sprake is van een stijgende trend ten opzichte van de situatie in 2000-2006. In andere delen is daarnaast weer een dalende trend te zien ten opzichte van de situatie in 2000-2006.

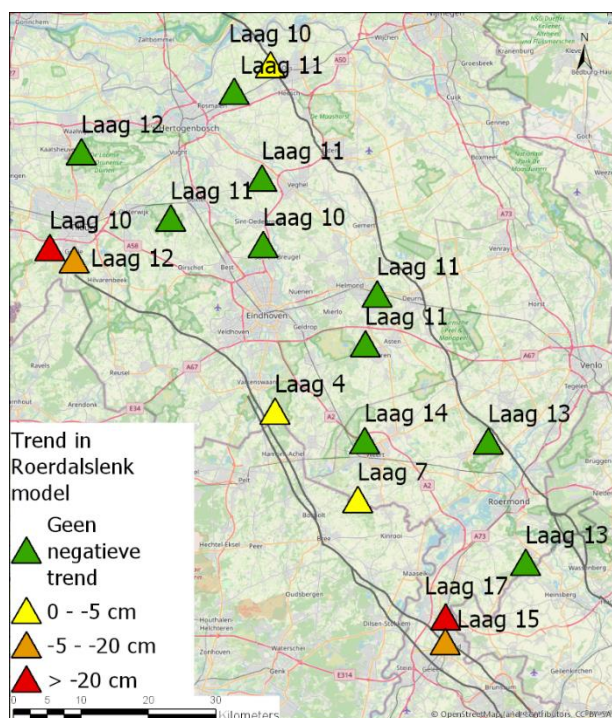




Figuur 4-2: Referentie-situatie: Verandering gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006 voor 4 modellen; Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

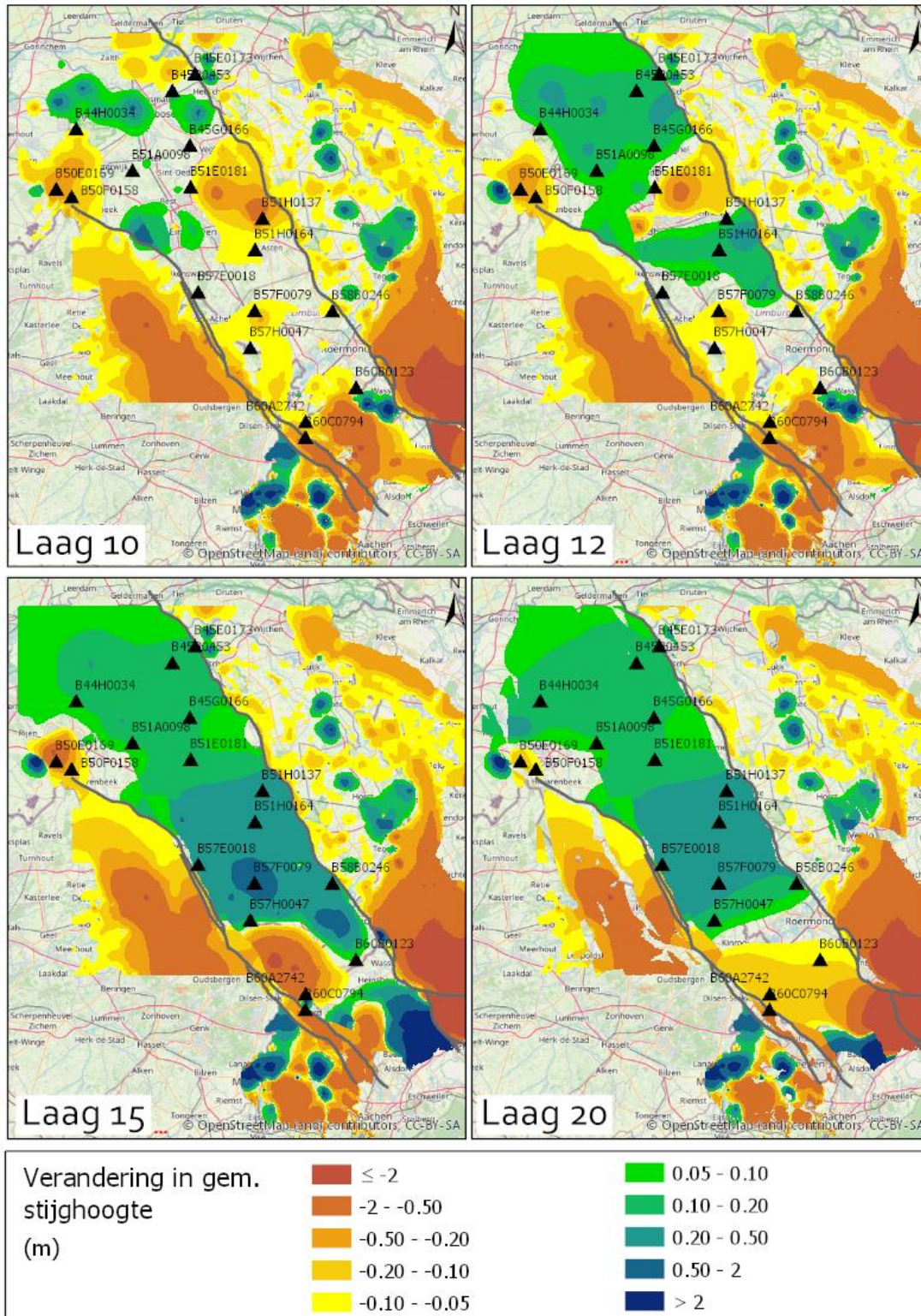
### 4.3 Resultaten Scenario 10% reductie periode 2017 - 2027

In figuur 4-3 is het resultaat van het scenario met 10%-reductie van de onttrekkingshoeveelheid (dit is grofweg 20 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, zie hiervoor figuur 3-4) in de periode 2017-2027 te zien. Hierbij zijn de berekende trends weergegeven op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006.



Figuur 4-3: Scenario 10% reductie: Berekende trend op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006

In figuur 4-4 is tevens de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006 weergegeven voor 4 modellagen, representatief voor de diepe slenk.

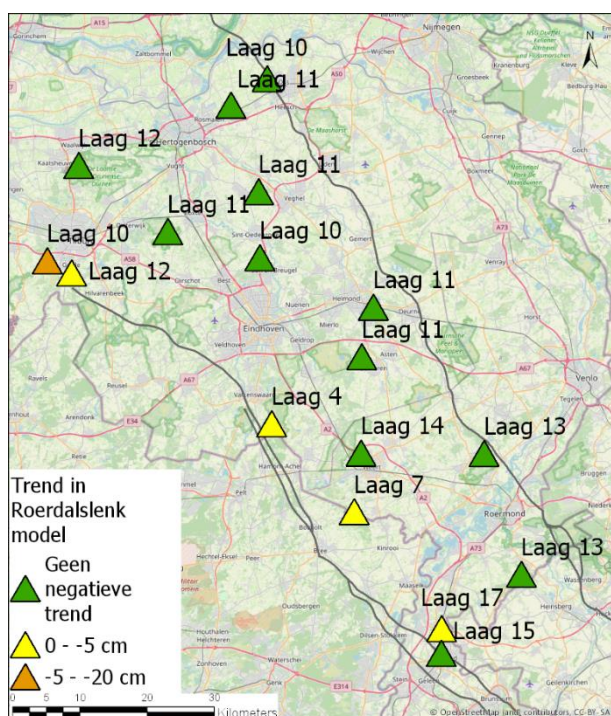


Figuur 4-4: Scenario 10% reductie: Verandering gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006 voor 4 modellen. Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

Uit de resultaten blijkt dat de 10%-reductie van de onttrekkingshoeveelheid in de periode 2017-2027 al een belangrijk effect heeft op de berekende trends ten opzichte van de gemiddelde situatie in 2000-2006. Uit het ruimtelijk beeld blijkt immers dat voor grote delen van de slenk (en dan vooral in de diepere modellagen) er sprake is van een stijgende trend. Locatie specifiek is bij bepaalde winningen in Noord-Brabant (voor het ondiepe deel van de diepe slenk) een dalende trend zichtbaar ten opzichte van de gemiddelde situatie in 2000-2006.

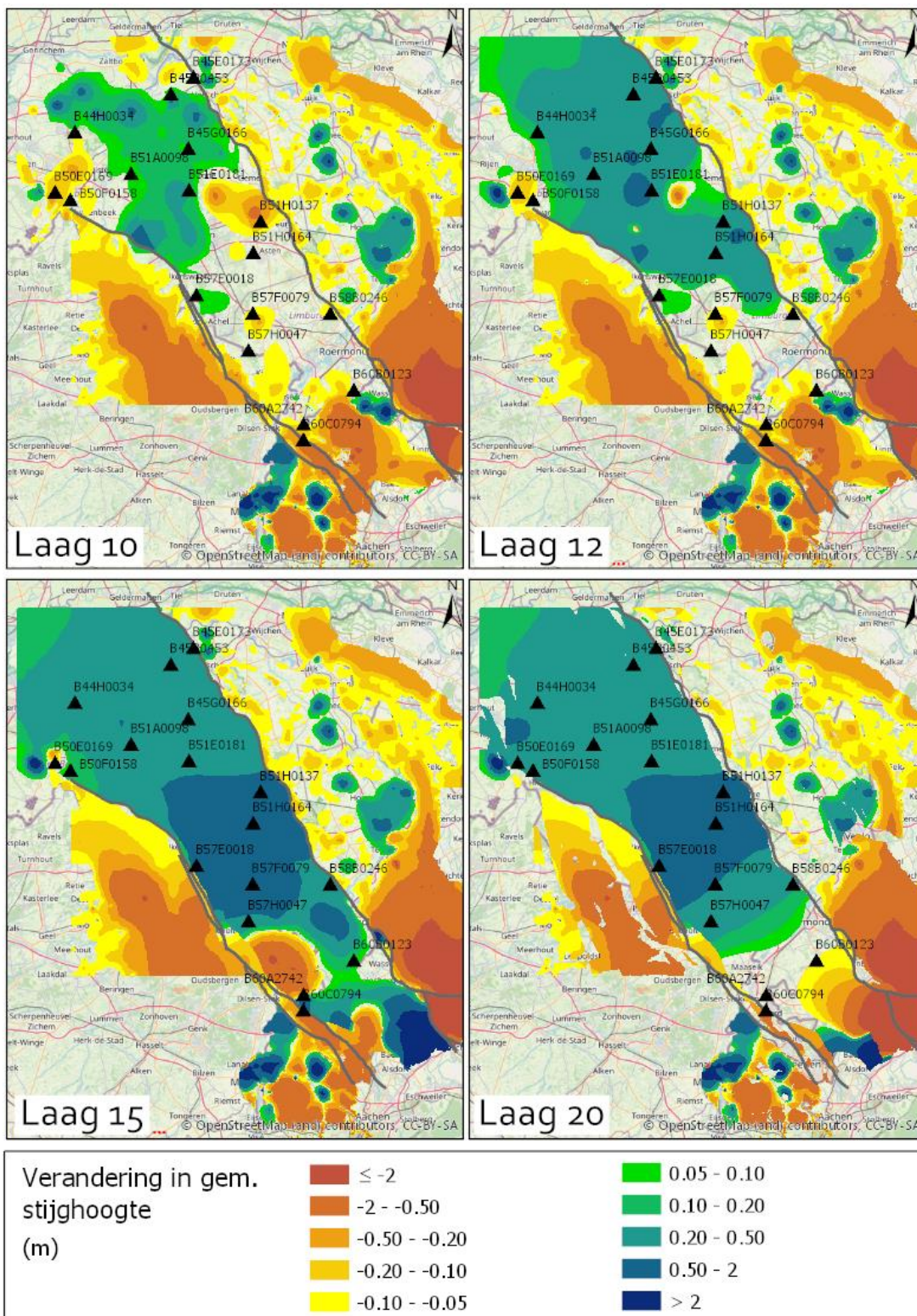
#### 4.4 Resultaten Scenario 20% reductie periode 2017 - 2027

In figuur 4-5 is het resultaat van het scenario met 20%-reductie van de onttrekkingshoeveelheid in de periode 2017-2027 te zien. Hierbij zijn de berekende trends weergegeven op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006.



Figuur 4-5: Scenario 20% reductie: Berekende trend op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006

In figuur 4-6 is tevens de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006 weergegeven voor 4 modellagen, representatief voor de diepe slenk.



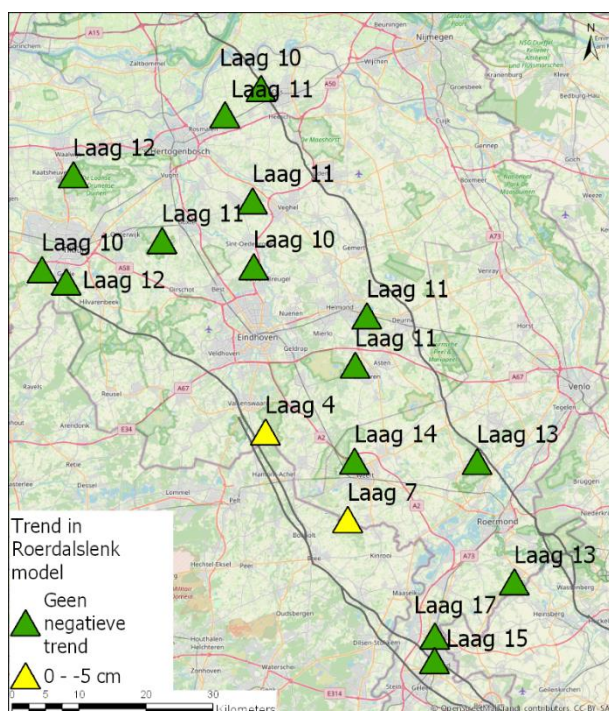
Figuur 4-6: Scenario 20% reductie: Verandering gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006 voor 4 modellen. Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

Uit de resultaten blijkt dat de 20%-reductie van de onttrekkingshoeveelheid in de periode 2017-2027 een groot effect heeft op de berekende trends ten opzichte van de gemiddelde situatie in 2000-2006. In

modellaag 15 en 20 is voor een belangrijk deel van de slenk een stijgende trend te zien. Ook in de meer ondiep gelegen lagen is voor grote delen sprake van een stijgende trend. Daar waar uit de individuele meetlocaties blijkt dat er nog sprake is van een dalende trend blijkt dat sterk gerelateerd te zijn aan locaties-specifieke omstandigheden.

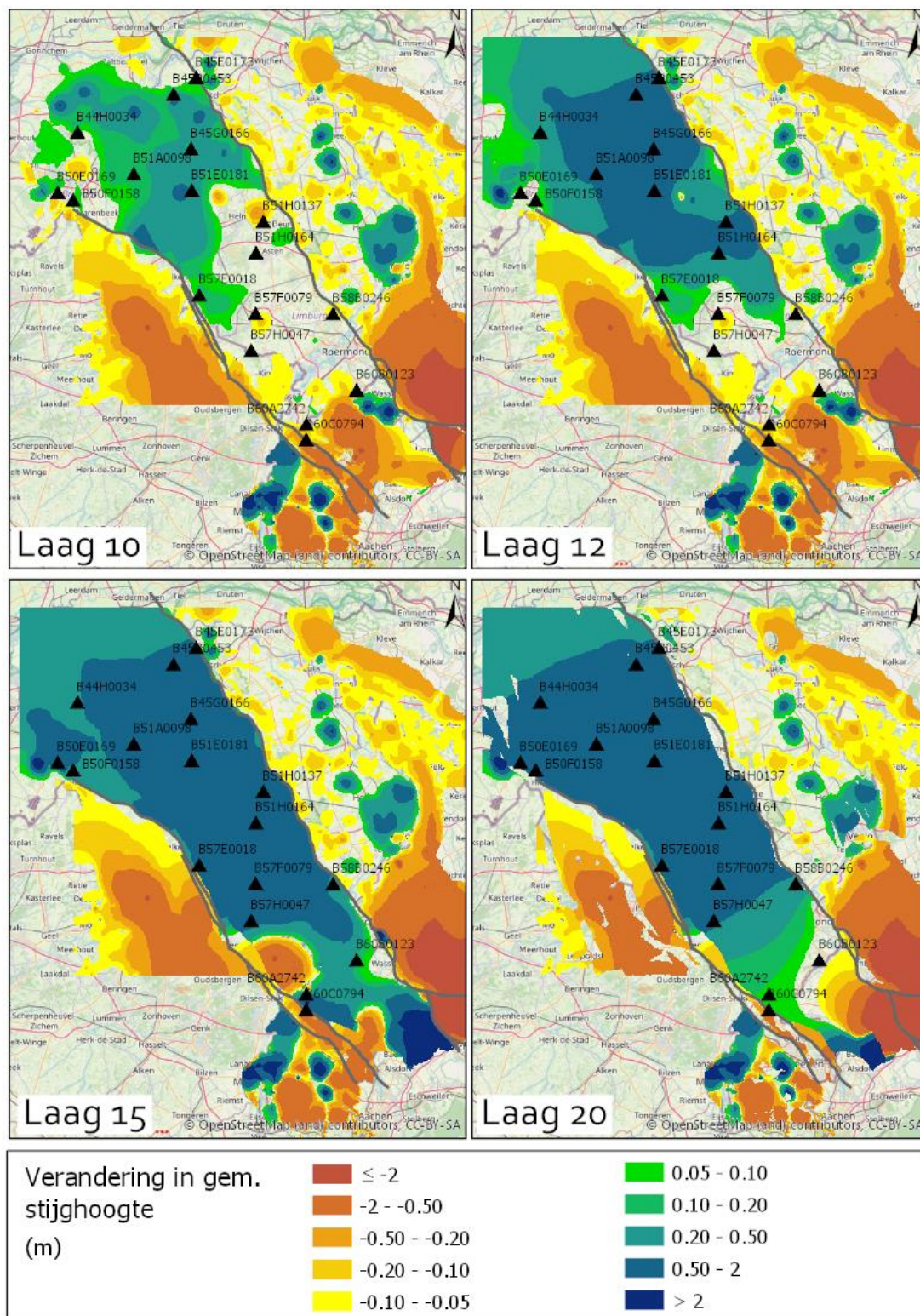
#### 4.5 Resultaten Scenario 30% reductie periode 2017 - 2027

In figuur 4-7 is het resultaat van het scenario met 30%-reductie van de onttrekkingshoeveelheid in de periode 2017-2027 te zien. Hierbij zijn de berekende trends weergegeven op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006.



Figuur 4-7: Scenario 30% reductie: Berekende trend op basis van de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006

In figuur 4-8 is tevens de verandering van de gemiddelde stijghoogte voor de periode 2022-2027 versus 2000-2006 weergegeven voor 4 modellagen, representatief voor de diepe slenk.



Figuur 4-8: Scenario 30% reductie: Verandering gemiddelde stijghoogte voor 2022-2027 versus 2000-2006 voor 4 modellen. Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

Uit de resultaten blijkt dat de 30%-reductie van de onttrekkingshoeveelheid in de periode 2017-2027 sterke effecten heeft op de berekende trends ten opzichte van de gemiddelde situatie in 2000-2006. In modellaag 15 en 20 is voor een belangrijk deel van de slenk een stijgende trend te zien. De toename van de stijghoogten is voor een belangrijk deel 0,5 -tot 2 m. Ook in de meer ondiep gelegen lagen is voor de belangrijkste delen nu sprake van een stijgende trend ten opzichte van de situatie in 2000. De twee meetpunten (waar nog een dalende trend berekend wordt (in modellaag 4 en 7 en nog officieel onderdeel uitmaken van het trendmeetnet) liggen boven de kleilagen van de Formatie van Waalre. Deze locaties kunnen buiten beschouwing blijven en geadviseerd wordt om deze locaties niet in het trendmeetnet op te nemen.

#### **4.6 Evaluatie trendomkering**

Bij 10% reductie wordt al in een groot deel van de Slenk de dalende trend omgebogen. Alleen in de 3 hoeken, noord-oost, noord-west en zuid-west zijn nog meetpunten waar een dalende trend wordt gevonden. Hierbij worden de twee locaties met ondiepe filters niet meegerekend. Een reductie tot 20 à 30% van de winningen geeft ook in de hoeken een stijgende trend te zien.

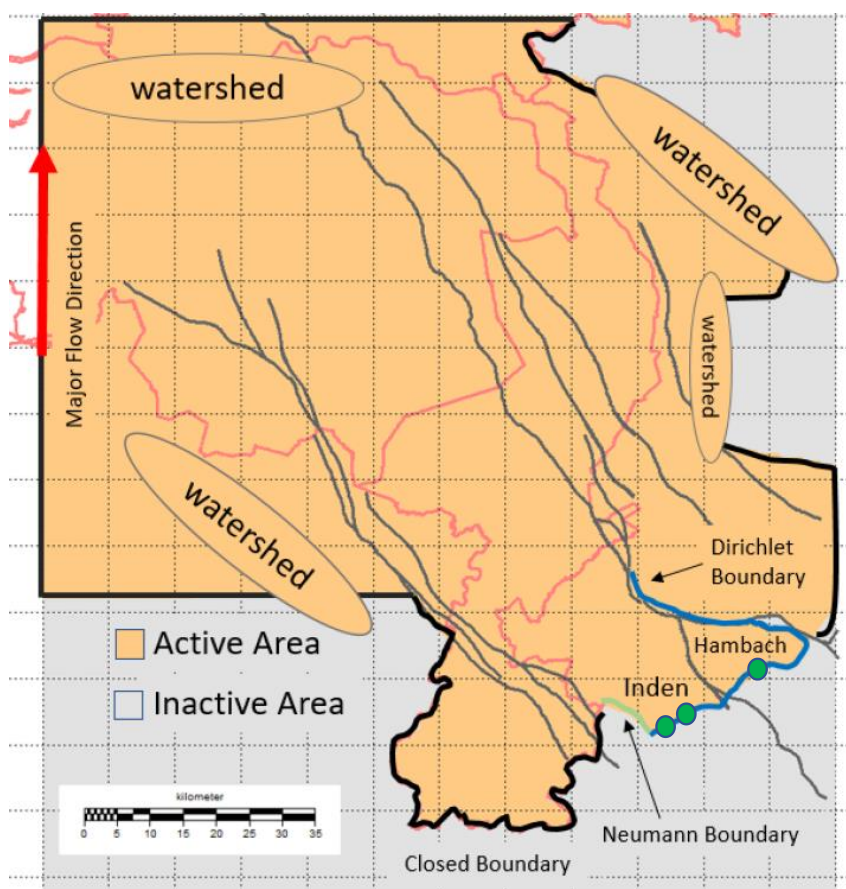


## 5 Hydrologische effecten afbouw bruinkoolwoningen Inden en Hambach

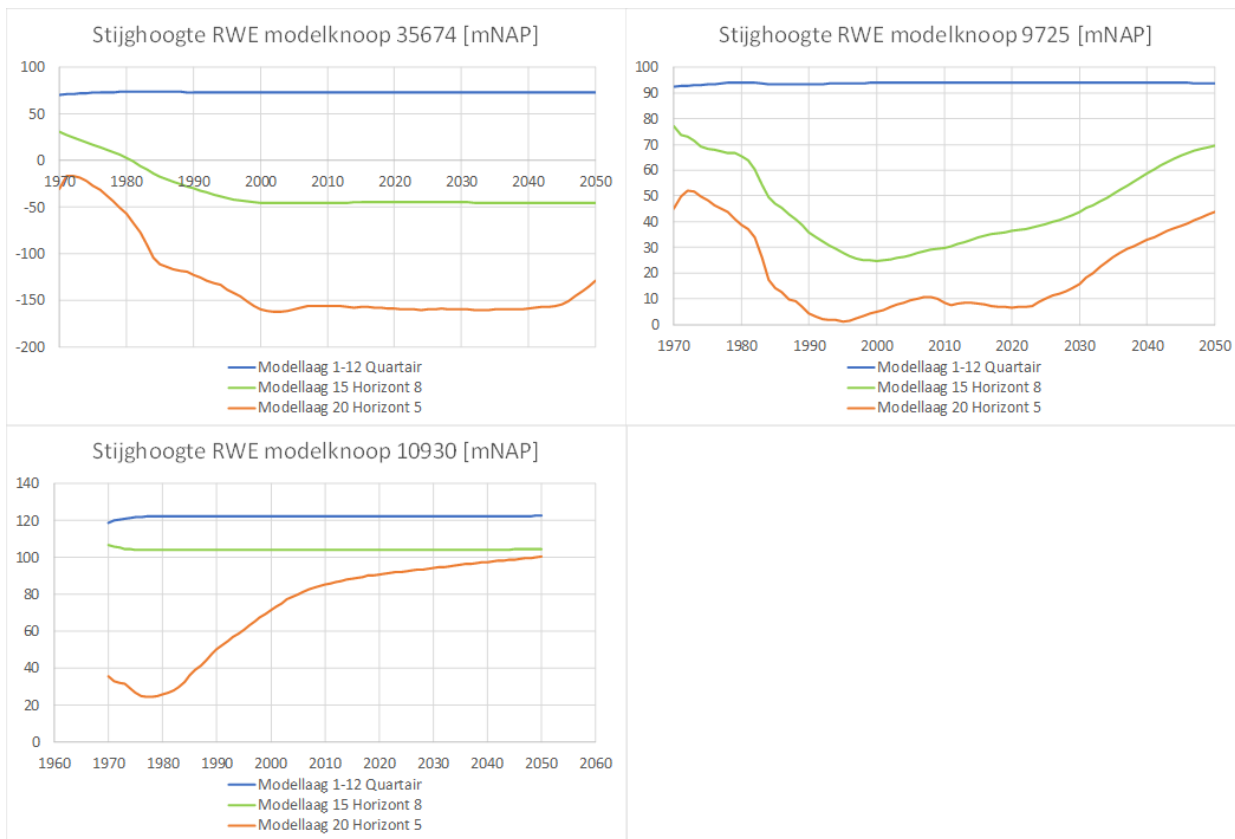
### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is beschreven hoe het model is ingezet om inzicht te krijgen in de effecten op de stijghoogten ten gevolge van toekomstige autonome veranderingen in de grondwateronttrekkingen door de bruinkoolwoningen. Specifiek gaat het hierbij om de bruinkoolwinning in Inden (gelegen in de Roerdalslenk) en de bruinkoolwinning Hambach (gelegen in de Erftslenk). Voor beide bruinkoolwoningen geldt dat deze in de toekomst worden afgebouwd. Informatie hiervoor is ingebracht vanuit LANUV Nordrhein-Westfalen (Hr D. Hüsener) op basis van het geactualiseerd RWE-model.

De bruinkoolwoningen zijn niet als afzonderlijke wingebieden met een onttrekkingshoeveelheid maar als randvoorwaarden met ofwel een constante flux (Neumann boundary, zie groene lijn) of met constante stijghoogte (Dirichlet boundary, blauwe lijn) in het model gebracht (zie onderstaand figuur 5-1). De prognose van de randvoorwaarden is op basis van het RWE-model ingebracht voor de periode tot 2050. Voor de 3 groen gemarkeerde locaties zijn grafieken van de aangeleverde randvoorwaarden opgenomen in figuur 5-2.



Figuur 5-1: Randvoorwaarden bruinkoolwoningen Inden en Hambach (Deltares, 2020). Voor de 3 groen gemarkeerde locaties zijn grafieken van de aangeleverde randvoorwaarden opgenomen in figuur 5-2.



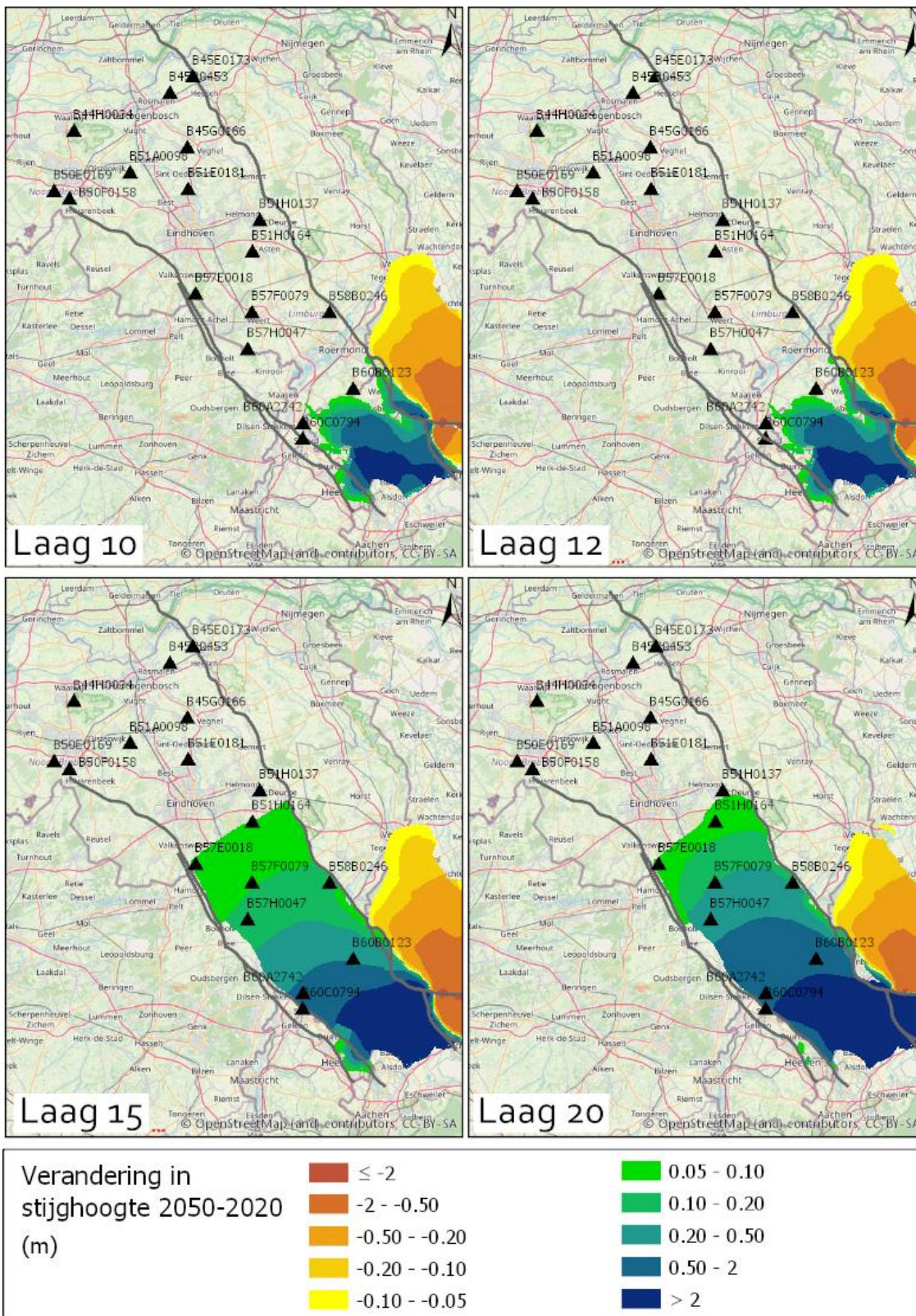
Figuur 5-2: Stijghoogte op de modelrand in 3 punten van noord-oost (boven) naar zuid-west; voor locaties zie figuur 5-1

In de grafieken zijn de stijghoogten uit het RWE-model weergegeven voor 3 groen gemarkeerde locaties (zie figuur 5-1). In de grafieken is het stijghoogteverloop voor meerdere modellen (zie paragraaf 2.2 voor de relatie opbouw ondergrond en modellen). Modellaag 1 tot en met 12 representeren de quartaire afzettingen in Duitsland. Modellaag 15 betreft het laagpakket van Waubach als onderdeel van de Kiezeloöliet Formatie (van waaruit in Limburg grondwater wordt onttrokken voor onder meer de drinkwatervoorziening). In modellaag 15 en 20 vindt de bruinkoolwinning zelf plaats. In de grafieken is te zien dat de opgetreden verlaging sinds de jaren 70 van de vorige eeuw varieert van circa 50 meter tot circa 150 meter in het noordelijke punt. Het herstel van de stijghoogte is in het zuidelijke punt al vanaf de jaren 80 van de vorige eeuw. In het noordelijke punt is een verhoging pas zichtbaar vanaf 2045. In het noordelijke punt (35674) is in modellaag 15 het effect kleiner dan in modellaag 20. In het zuidelijke punt (10930) is er vanaf 2020 nauwelijks verandering te verwachten in laag 15 terwijl de stijghoogte in modellaag 20 nog fors toeneemt.

In het grondwatermodel is de grondwateraanvulling constant gehouden en zijn de overige onttrekkingen uitgezet zodat alleen het effect van de afbouw van de bruinkoolwinningen in beeld wordt gebracht.

## 5.2 Resultaten effecten afbouw bruinkoolwinningen Inden en Hambach

In hoofdstuk 3 is al ter sprake gekomen wat de verandering van de stijghoogte is als de periode 2012-2018 vergeleken wordt met de periode 2000-2006. De resultaten zijn opgenomen in figuur 3-9. In modellaag 15 is al een verhoging van de stijghoogte te zien ten gevolge van de afbouw van de bruinkoolwinning. De te verwachten verhoging van de stijghoogte tussen 2050 en 2020 is weergegeven in figuur 5-3.



Figuur 5-3: Afbouw bruinkoolwoningen: Verandering van de gemiddelde stijghoogte voor 2050 versus 2020. Een verandering van minder dan 0,05 m is niet gepresenteerd en is transparant.

Aansluitend zijn voor meerdere monitoringspunten (zelfde als in Deltares-rapportage over de modellering van de Roerdalslenk) tijd-stijghoogte lijnen gemaakt in het diepe pakket voor de periode 2000 t/m 2050. De locaties van deze buizen zijn weergegeven in onderstaand figuur 5-4. De tijd-stijghoogtelijnen zijn opgenomen in bijlage 1.

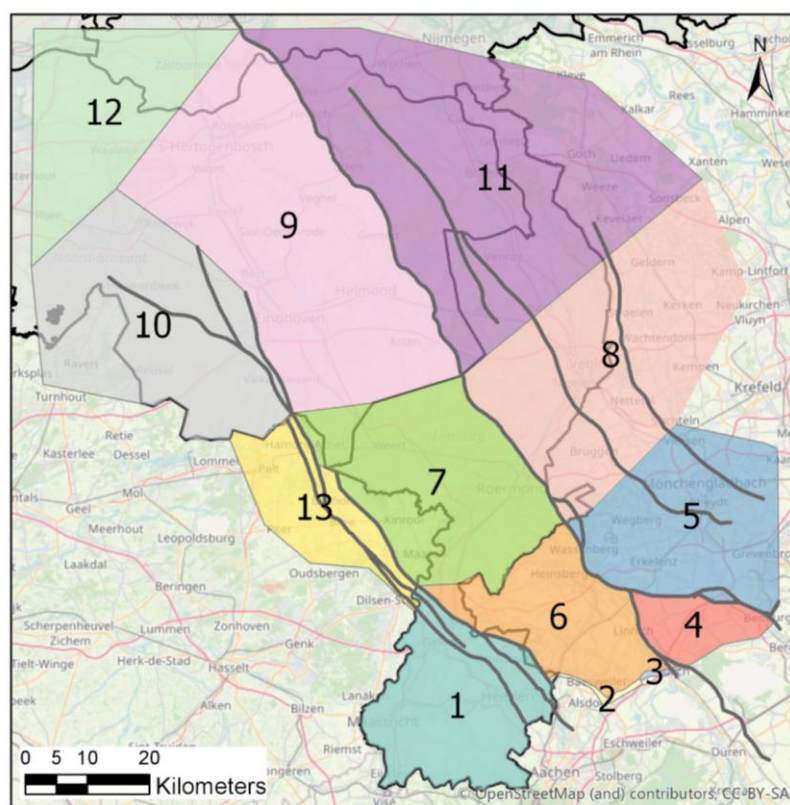


Figuur 5-4: Overzicht locaties monitoringspunten voor presentatie tijd-stijghoogtelijnen

### Waterbalansen

De horizontale stroming van en naar de Centrale Slenk (specifiek de diepe slenk) is bepaald voor de situatie in 2020 en 2050. De stroming is bepaald tussen verschillende zones weergegeven in figuur 5-5. Specifiek voor de diepe slenk (Maas Slenk Diep) betekent dit (zie dwarsdoorsnede in figuur 2-5 voor een dwarsdoorsnede door de Roerdalslenk:

- Voor eenheid 1 tot en met 8 + 13: Vanaf modellaag 13;
- Voor eenheid 9 tot en met 12: Vanaf modellaag 9.



Figuur 5-5: Zones waartussen de uitstroom en instroom bepaald is

De instroom en uitstroom is opgenomen in tabel 5.1.

Tabel 5-1: Horizontale stroming tussen zones

Stroming tussen zones	2020			2050		
	Instroming	Uitstroming	Netto	Instroming	Uitstroming	Netto
1 - 6	2,7	-0,2	2,5	2,6	-0,2	2,4
2 - 6	62,3	-29,2	33,1	55,3	-17,7	37,6
3 - 6	54,3	-136,2	-81,9	57,5	-43,5	14,0
4 - 6	3,8	-38,1	-34,3	2,6	-50,2	-47,5
5 - 6	4,8	-1,3	3,5	2,8	-1,5	1,2
6 - 7	30,1	-2,4	27,8	33,1	-2,7	30,4
7 - 8	1,5	-1,3	0,2	1,5	-1,2	0,3
7 - 9	21,0	0,0	20,9	21,2	0,0	21,2
9 - 10	4,3	-14,3	-10,0	4,3	-14,3	-10,0
9 - 11	0,5	-2,8	-2,3	0,5	-2,8	-2,2
9 - 12	13,2	-0,8	12,3	13,2	-0,8	12,4
7 - 13	1,2	-12,4	-11,2	1,3	-12,4	-11,1
Totaal	199,6	-239,0	-40,5	195,8	-147,2	47,4

De grootste verandering tussen 2020 en 2050 is, zoals te verwachten, te vinden in de stroming tussen zone 3 en zone 6 omdat bruinkoolwinning Inden wordt afgebouwd. Daarom neemt de uitstroming van zone 3 naar zone 6 af van 136 naar 44 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Tegelijkertijd neemt de instroom van zone 3 naar zone 6 toe van 54 naar 58 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. In totaal neemt daarmee de netto instroom van zone 3 naar zone 6 toe met circa 96 miljoen m<sup>3</sup> per jaar toe in de Slenk als gevolg van de afbouw van de bruinkoolwinning. Deze totale hoeveelheid water zorgt in de directe omgeving van de bruinkoolwinning voor een geleidelijk herstel van de niveau's van de stijghoogten en kan niet geïnterpreteerd worden als hoeveelheid grondwater dat beschikbaar komt voor extra onttrekking in de Roerdalslenk. In de tabel is

tevens te zien dat de netto horizontale instroming van Duitsland naar Limburg (van zone 6 naar zone 7) toeneemt met circa 3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Daarnaast blijkt dat tussen zone 7 en 9 (grens Limburg en N-Brabant) er een toename van de netto horizontale instroming is van 0,3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. In het volgend hoofdstuk wordt geanalyseerd wat het herstel van de stijghoogtes in deze zones mogelijk kan betekenen voor toekomstige aanvullende winningen van grondwater uit de Roerdalslenk.

Tussen zone 4 (bruinkoolwinning Hambach) en zone 6 is te zien dat de netto uitstroming toeneemt van 34 miljoen m<sup>3</sup> per jaar naar 48 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Uit de aangeleverde randvoorwaarden van winning Hambach blijkt dat de winning tussen 2020 en 2050 vrijwel constant blijft (zie stijghoogteniveaus op de randen van het model in figuur 5-2). De toename van de uitstroming is daarom vooral een gevolg van de toename van het stijghoogteniveau in de Roerdalslenk (in zone 6) als gevolg van de afbouw van Inden.

## 6 Aanvullend te winnen grondwater bij afbouw bruinkoolwinnings Inden en Hambach

### 6.1 Inschatting aanvullend te winnen grondwater

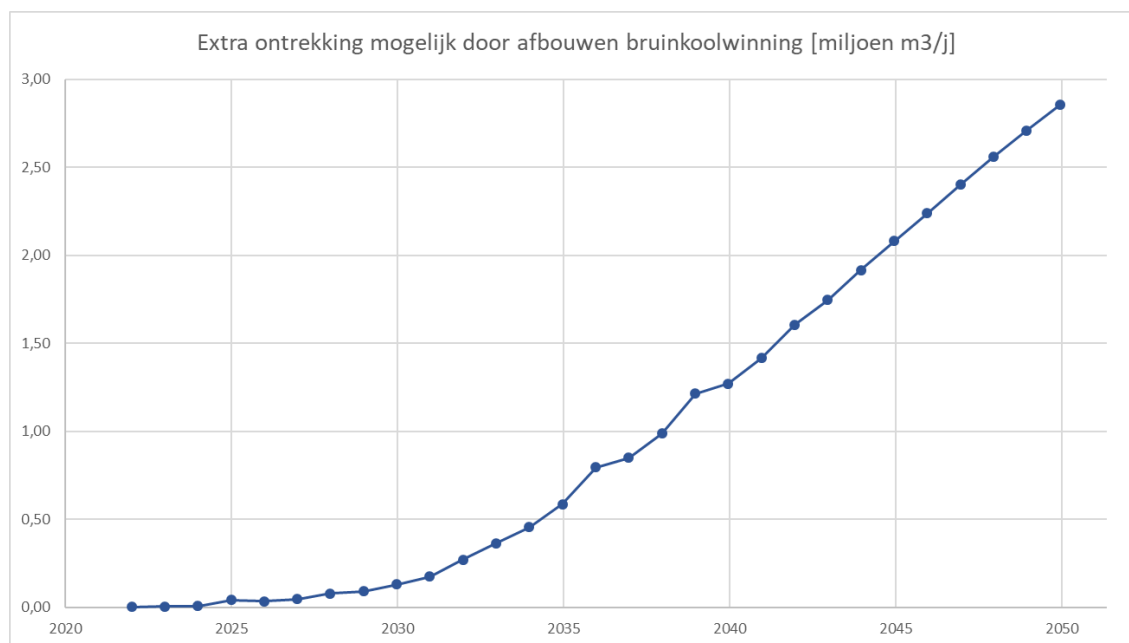
Op basis van de berekende effecten van de afbouw van de bruinkoolwinnings Inden en Hambach (hoofdstuk 5) is in beeld gebracht wat de veranderingen in onttrekkingen bij de bruinkoolwinnings betekenen voor de eventuele mogelijkheden voor toekomstige aanvullende winningen van grondwater uit de Roerdalslenk.

Hiervoor zijn aan de hand van een raster “nieuwe” winlocaties opgegeven met een onderlinge afstand van 2 km. Vervolgens is de aanvullend te onttrekken hoeveelheid water op deze locaties bepaald door de stijghoogte ter plaatse van deze winlocaties vast te houden in de periode 2021-2050 op de waarde van 2020. De stijghoogte wil in deze periode toenemen maar wordt op de winlocaties vastgehouden. De nieuwe winputten kunnen water onttrekken uit modellaag 14 en modellaag 15 (Kiezeloöliet Formatie).

De afstand van 2 km is zodanig dat het in theorie praktisch mogelijk zou kunnen zijn en ook zodanig dat de berekende verlagingen van de onttrekkingen uitgesmeerd worden over de regio en niet locatie specifiek zijn.

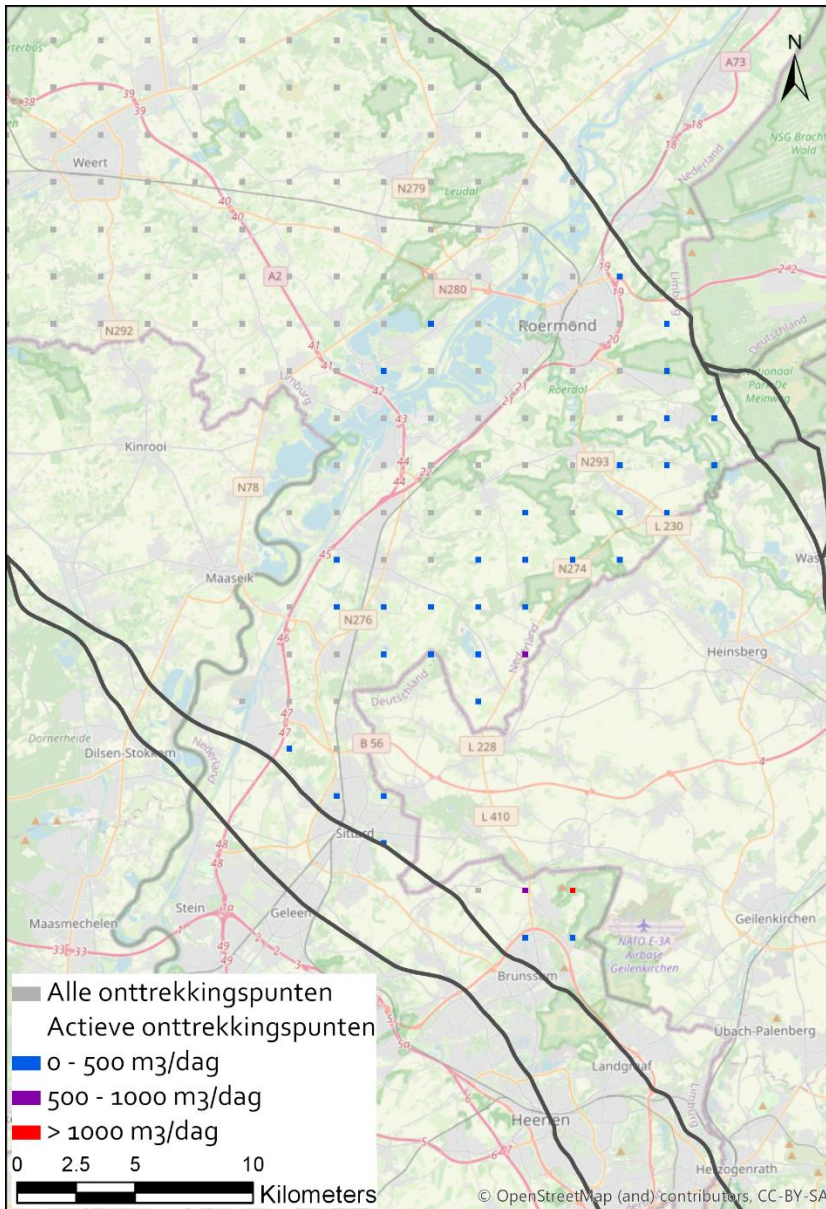
### 6.2 Resultaten Inschatting aanvullend te winnen grondwater periode 2021-2050

In onderstaand figuur 6-1 is het resultaat van de berekening aangegeven met de aanvullend te onttrekken hoeveelheid grondwater na afbouw van de bruinkoolwinnings (miljoen m<sup>3</sup>/jaar). Hieruit blijkt dat de hoeveelheid te onttrekken water geleidelijk aan toeneemt. In 2050 betreft het bijna 3 miljoen m<sup>3</sup> water op jaarbasis. De ruimte voor de extra winning ontstaat in een zone langs de grens met Duitsland ten zuiden van Roermond en bij Brunssum.



Figuur 6-1: Aanvullend te onttrekken hoeveelheid grondwater na afbouw bruinkoolwinnings (miljoen m<sup>3</sup>/jaar)

In figuur 6-2 is de ruimtelijke verdeling van de onttrekkingspunten weergegeven.



Figuur 6-2: Ruimtelijke verdeling onttrekkingspunten, toegepast voor aanvullend te onttrekken hoeveelheid grondwater na afbouw bruinkoolwinningen (miljoen m<sup>3</sup>/jaar)



## Referenties

Deltares, 2020; Influences of Groundwater Extractions in the Roer Valley Graben, Deltares, project 11204053-002, 22 January 2020

Ertfverband, Jahresbericht ertfverband 2019, Wasserdargebot und seine Nutzung

KWR, 2017; Trendanalyse grondwaterstands- en stijghoogtegegevens Maasstroomgebied (2012-2016), KWR 2017.046, Juni 2017

KWR 2020, Trendanalyse grondwaterstands- en stijghoogtegegevens Maasstroomgebied 2012-2017, KWR 2020.057, Juni 2020

RHDHV, 2018, Verklaring trends grondwater Noord-Brabant, WATBG2915R001F01WM, oktober 2018.

## **Bijlage**

- 1. Tijd-stijghoogtelijnen monitoringspunten bij afbouw bruinkoolwinnings**

