Grondwateronderzoek Nieuw-Amsterdam

Herberekening effect landbouwkundige onttrekkingen

Technisch rapport

Sweco Nederland B.V.

Onderwerp	Geohydronderzoek_NW_Amsterdam
Projectnummer	51011835
Klant	Waterschap Vechtstromen
Auteur	Harrie Gielen, Riekje Rusticus, Sandra Schunselaar, Bert de Greeff
Gecontroleerd door	Bert de Greeff
Datum	06-03-2023
Versie	D2
Document referentie	rapport grondwateronderzoek nieuw-amsterdam d2.docx

Inhoudsopgave

1. Inleiding 2
   - 1.1 Aanleiding 2
   - 1.2 Onderzoeksdoelen 3
   - 1.3 Leeswijzer 3

2. Werkwijze 3
   - 2.1 Model 3
   - 2.2 Informatie 5
     - 2.2.1 Inventarisatie onttrekkingen en verwerking 5
     - 2.2.2 Werksessie parameters 6
   - 2.3 Model-input 6
   - 2.4 Scenarioberekeningen en gevoeligheidsanalyse 8

3. Berekeningsresultaten 8
   - 3.1 Inleiding 8
   - 3.2 Berekende verlagingen 9
     - 3.2.1 Narekening resultaten Fugro 9
     - 3.2.2 Alleen glastuinbouw 10
     - 3.2.3 Beregening 1 gift 20 mm 10
     - 3.2.4 Beregening 4x20 mm met 1 week pauze 12
     - 3.2.5 Beregening 4x20 mm aaneengesloten 13
     - 3.2.6 Bandbreedte-analyse: variatie in drainage-/lekweerstand 14

4. Conclusies 15

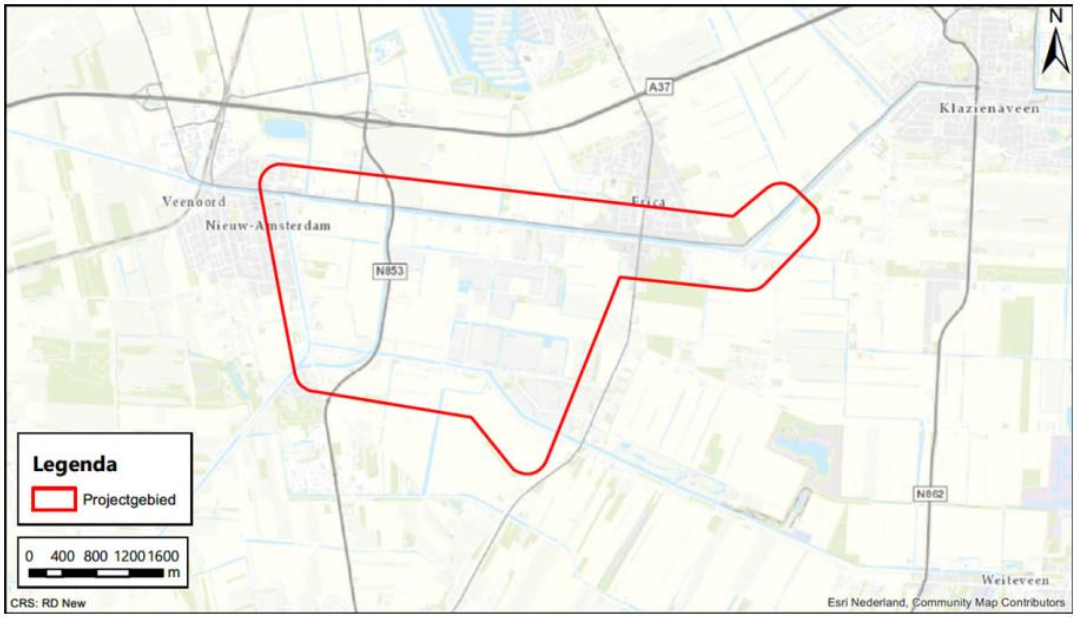
Bijlage 1 Inventarisatie landbouwkundige onttrekkingen 17
Bijlage 2 Lekweerstand NHI 20

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Eind 2019 kwamen er bij de gemeente Emmen tientallen meldingen binnen uit Nieuw-Amsterdam en omgeving over bodemdaling en schade aan woningen. Als vervolgstap hebben de gemeente Emmen, de provincie Drenthe en waterschap Vechtstromen door Fugro onderzoek laten doen naar de oorzaken van de bodemdaling en de relatie met schades aan woningen in het betreffende gebied. Dit onderzoek (Onderzoek bodemdaling Nieuw-Amsterdam, Gebiedsstudie, 1120-173500 v1.1, 7 mei 2021) is in 2021 afgerond.

Het blijkt dat er meerdere oorzaken zijn van de bodemdaling en schade aan woningen rondom Nieuw-Amsterdam (zie figuur 1). Uit het onderzoek blijkt dat de schades aan woningen komen door bodemdaling, verbouwingen en bouwkundige gebreken. Trillingen van zwaar verkeer op klinkerwegen kunnen het laatste zetje geven bij scheurvorming.



Figuur 1 Onderzoeksgebied

Bodemdaling bevat een waterhuishoudkundige component. Bodemdaling wordt mede veroorzaakt door oxidatie van de bovenste veenlaag, direct onder het maaiveld en zetting van diepere veen- en kleiachtige lagen. Dit wordt veroorzaakt door periodiek lage grondwaterstanden als gevolg van warme, droge zomers, die door het veranderende klimaat steeds vaker voor komen en het onttrekken van grondwater voor onder andere glastuin- en akkerbouw.

In het Fugro-onderzoek is beschouwd of daling van de grondwaterstand/stijghoogte naar mogelijk historisch lage grondwaterstanden een oorzaak is van de bodemdaling met behulp van meteorologische data, peilbuismetingen en een tijdreeksanalyse. Geconcludeerd is door Fugro dat de zomers van 2018 en 2019 inderdaad een onderschrijding van de historisch lage grondwaterstanden met een orde grootte van ca. 0,1 à 0,2 m laten zien. Deze onderschrijding kon in de tijdreeksanalyse niet volledig worden verklaart door alleen het gebrek aan neerslag en de hoge verdamping. Grondwateronttrekkingen zijn ook als oorzaak geïdentificeerd. Met behulp van verkennende modelberekeningen is het effect van deze grondwateronttrekkingen berekend. De beschikbare informatie over de aard en omvang van

deze onttrekkingen was tijdens het voorgaande onderzoek echter niet compleet en ontoereikend. Daarom heeft waterschap Vechtstromen eind 2021-begin 2022 een uitgebreide veldinventarisatie in en rondom het onderzoeksgebied uitgevoerd om feitelijke informatie te verkrijgen. Hieruit blijkt dat het aantal onttrekkingslocaties omvangrijker in zowel aantal als onttrekkingscapaciteit zijn dan in 2021 is aangenomen.

1.2 Onderzoeksdoelen

Op basis van de nieuw verzamelde informatie over de grondwateronttrekkingen in het onderzoeksgebied heeft waterschap Vechtstromen Sweco gevraagd om opnieuw het verlagend effect van deze onttrekkingen op de grondwaterstand te berekenen. Hiermee kan worden bepaald of de resultaten afwijken van de resultaten van het Fugro-onderzoek. Voor het voorliggend onderzoek is gebruik gemaakt van het geanonimiseerde model van Fugro dat is geactualiseerd met deze nieuwe informatie.

In het onderzoeksgebied wordt oppervlaktewater aangevoerd in droge perioden voor peilbeheer. Dit water kan infiltreren in de ondergrond om de verlaging van de grondwaterstand te beperken. Het waterschap heeft Sweco gevraagd om op basis van expert judgement en gebiedskennis te bepalen of de gehanteerde lekweerstand past bij de gebiedskenmerken van het onderzoeksgebied. Tevens is inzicht gevraagd in welke mate het berekende verlagingseffect verandert bij het toepassen van een lagere of hogere lekweerstand passend bij de gebiedskenmerken.

Het voorliggend onderzoek betreft een actualisatie van een beperkt deel van het Fugro-onderzoek uit 2021. Het voorliggend rapport bevat louter gewijzigde berekeningsresultaten naar aanleiding van de uitgevoerde inventarisatie en de bandbreedte-analyse en gaat niet in op mogelijke schades die ontstaan door grondwateronttrekkingen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het gebruikte model, de aangepaste input en de door te rekenen scenario's beschreven. De berekeningsresultaten zijn in hoofdstuk 3 opgenomen. Tot slot worden in hoofdstuk 4 conclusies getrokken.

2. Werkwijze

2.1 Model

Door het waterschap en Fugro is een grondwatermodel (Microfem) ter beschikking gesteld. Dit model wordt beschreven in bijlages E en F van het Fugrorapport. Hieronder kort de belangrijkste karakteristieken:

- Het is een verlagingsmodel, gebaseerd op het superpositiebeginsel. Dat betekent dat het model de stijghoogtes van het grondwater niet absoluut in (m NAP) berekend, maar relatief ten opzichte van de referentiesituatie;
- Het model is ca. 21 km x 21 km. Dit is fors ruimer dan het onderzoeksgebied. Op de randen van het model wordt de invloed van de onttrekkingen nul verondersteld;
- De bodemopbouw in het aangeleverde model is over het hele modelgebied hetzelfde (Tabel 1, tabel E.1 Fugrorapport). Er is gekozen voor bodem met ondiepe klei en veenlagen, aangezien deze maatgevend is voor eventuele zettingen. In het Fugrorapport is dit bodemtype 3 genoemd;

Tabel 1: Geohydrologische schematisatie verlagingsmodel (Fugro, 2021)

Tabel E.1: Bodemopbouw en geohydrologische schematisering

Laag		Diepte [ca. m NAP]	Bodembeschrijving	Typering	Parameterwaarden*c [dagen] / kD [m^2/dag]	
0	a	+19 à +12	Maaiveld	Infiltratieoppervlak	c	250
1		+19 à +12 tot +18 à +4	Topzandlaag	Watervoerend	kD	1
	b		Veen	Waterremmend	c	100
			Tussenzandlaag	Watervoerend	kD	5
	c		Veen/Klei	Waterremmend	c	100
2		+18 à +4 tot ca. -70**	Zand (watervoerend pakket)***	Watervoerend	kD	150
	d			Waterremmend	c	1,3****
				Watervoerend	kD	100
	e			Waterremmend	c	0,7****
				Watervoerend	kD	200
	f			Waterremmend	c	0,4****
				Watervoerend	kD	500
	g			Waterremmend	c	0,4****
				Watervoerend	kD	200
	h			Waterremmend	c	0,6****
				Watervoerend	kD	200
	i			Waterremmend	c	0,6****
				Watervoerend	kD	200

* c-waarde = weerstand tegen verticale stroming. kD-waarde = horizontaal doorlaatvermogen

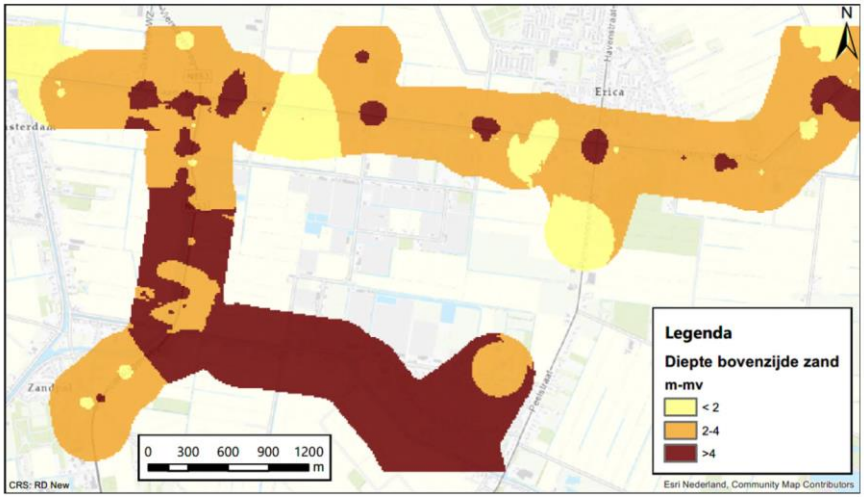
** Op basis van REGISIIv2.2/ MIPWA wordt op deze diepte een kleilaag aangetroffen.

*** Op basis van REGISIIv2.2. en MIPWA verdeeld in lagen met verschillende doorlatendheden.

**** Fictieve weerstand gebaseerd op doorlatendheid boven- en onderliggende zandlagen en anisotropie-factor.

- Oppervlaktewater is niet expliciet in het model opgenomen, maar als uniforme vlakdekkende randvoorwaarde (drainage-/lekweerstand) gemodelleerd. De interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater wordt bepaald door de drainage- of lekweerstand van modellaag 0. Weinig weerstand betekent relatief veel voeding en meer weerstand minder voeding vanuit het oppervlaktewater. Waterpeilen zijn hierbij niet van toepassing;
- In het model zijn grondwateronttrekkingen voor glastuinbouw en akkerbouw opgenomen.

Het verlagingsmodel is een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid. In het vorige onderzoek is gekozen om het meest zettingsgevoelige bodemtype (3) in de schematisatie op te nemen. In de werkelijkheid is de bodemopbouw in het onderzoeksgebied veel heterogener. In Figuur 2 is ter illustratie de diepte van het watervoerend pakket ten opzichte van maaiveld weergegeven. Boven de vaste zandlaag komen de zettingsgevoelige en waterremmende lagen voor.



Figuur 2 Globale diepte bovenzijde van het vaste zand (watervoerend pakket, modellaag 2) ten opzichte van maaiveld op basis van verzamelde sonderingen (Fugro, 2021)

Bovenstaande maakt dat het model niet geschikt is om resultaten ruimtelijk te interpreteren. Om die reden is er voor gekozen om geen kaarten te presenteren met de verlagingen van de grondwaterstand/stijghoogte. Aan de hand van dwarsdoorsnedes (gelijk aan Fugrorapport) worden de verlagingen als gevolg van de onttrekking gevisualiseerd.

2.2 Informatie

2.2.1 Inventarisatie onttrekkingen en verwerking

De afdeling VTH van het waterschap heeft een veldinventarisatie uitgevoerd om de aanwezige bronnen en pompen in kaart te brengen. Dit is uitgevoerd in een veel ruimer gebied dan het onderzoeksgebied (zie Figuur 3) van noordwestelijk van Nieuw-Amsterdam tot zuidoostelijk van Weiteveen. Het modelgebied van 21x21 km is nog een stuk ruimer.



Figuur 3 Geïnventariseerd gebied onttrekkingen (paars omlijnd) en het onderzoeksgebied uit het Fugro-onderzoek

Op basis van de veldinventarisatie uitgevoerd door de afdeling vergunningverlening en handhaving van het waterschap is een analyse gemaakt waar in de droge perioden 2018 en 2019 onttrekkingen hebben plaatsgevonden en wat het bijbehorende onttrekkingsdebiet was. De analyse is uitgevoerd in GIS. Uitgangspunten, ervaringen en resultaten zijn besproken met een gebiedskenner van waterschap Vechtstromen. In bijlage 1 is dit verder beschreven.

2.2.2 Werksessie parameters

Op 15 november 2022 heeft er een werksessie plaats gevonden met specialisten van het waterschap Vechtstromen en Sweco. Hierbij is gesproken over:

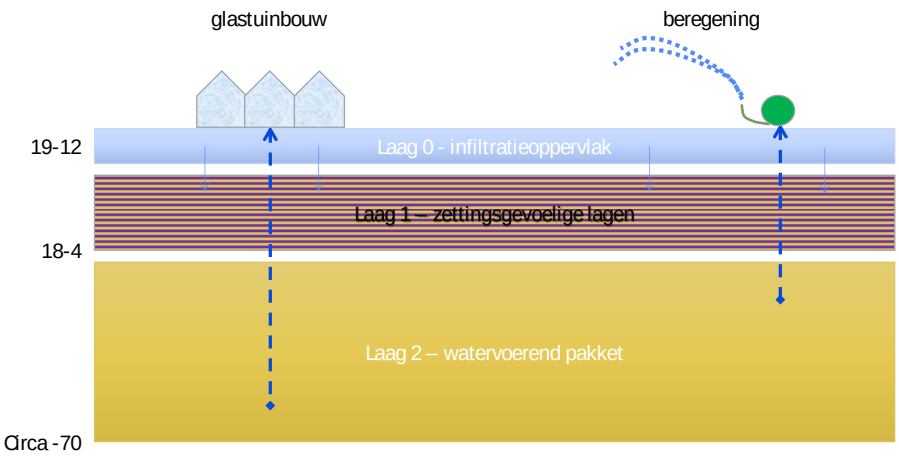
- Doel van het onderzoek;
- Korte evaluatie van het Fugro model;
- Toelichting door waterschap bij de geïnventariseerde landbouwkundige onttrekkingen;
- Discussie over modelparameters en keuze randvoorwaarden. Met name over wateraanvoer, aanwezigheid kanalen en de zgn. drainage- of lekweerstand;
- Definitie van bandbreedte-analyse en verschillende rekenscenario's.

2.3 Model-input

In het aangeleverde model zitten 2 onttrekkingen ten behoeve van de glastuinbouw. Deze hebben een debiet van circa 25 en 28 m^3/uur. Dit komt overeen met het vergunde maximale uurdebiet. Verondersteld wordt dat deze onttrekkingen permanent actief zijn. Deze onttrekkingen staan in modellaag 2i.

Op basis van de in bijlage 1 beschreven methode zijn de geïnventariseerde landbouwkundige onttrekkingen (56 bronnen, 27 pompen) geschematiseerd tot 27 onttrekkingen met een debiet en een locatie. Met behulp van het te beregenen areaal, de pompcapaciteit en een gift van circa 20 mm per beregeningsronde is de gemiddelde beregeningsduur geschat op 5 dagen per bron. De bronnen hebben overwegend een diepte van 30 tot 55 m-mv. De bronnen zijn gemodelleerd in laag 2c. Aangezien modellaag 2 in zijn totaliteit één watervoerend pakket is met weinig tot geen verticale weerstand, heeft dit geen effect op de resultaten.

In het aangeleverde model zijn ook glastuinbouwonttrekkingen opgenomen vanuit de Gietwaterplas. Deze zijn ruimtelijk verdeeld in het model omdat deze onttrekkingen in het Landelijk Register Grondwateronttrekkingen vanwege belastingtechnische redenen waren geregistreerd op de adressen van de afnemende tuinbouwbedrijven die vielen onder de Stichting tuinbouw Erica. Deze grondwateronttrekking vond echter gecentraliseerd plaats vanuit de Gietwaterplas en het gietwater werd na voorzuivering via een pijpleiding gedistribueerd in het tuinbouwgebied. In 2009 is deze onttrekking stopgezet. Deze onttrekkingen zijn daarom verwijderd uit het model. De twee actieve grondwateronttrekkingen voor glastuinbouw (zie eerste alinea) zijn na 2009 in werking getreden.



Figuur 4 Schematische weergaven grondwatermodel met onttrekkingen

Vervolgens zijn 3 scenario's gedefinieerd:

(1) Alle landbouwbronnen aan voor een periode van 5 dagen. Dit komt overeen met een éénmalige gift van ca. 20 mm op alle akkerland. Weiland is verondersteld niet te worden beregend.
(2) Alle landbouwbronnen aan voor een periode van 5 dagen met vervolgens één week rust en dit 4 x na elkaar. Overeenkomend met gift van ca. 80 mm over een (zomer-) periode van 2 maanden[1].
(3) Alle landbouwbronnen aan voor een periode van 20 dagen met een gift van ca. 80 mm. Deze situatie komt overeen met een droge hete zomermaand zoals in 2018, 2019 of 2022[1].

Zoals eerder in dit rapport vermeld is het oppervlaktewater niet expliciet in het model opgenomen, maar als een vlakdekkende vaste stijghoogte, een zgn. general head boundary. De interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater wordt bepaald door de drainage- of lekweerstand van modellaag 0. Weinig weerstand betekent relatief veel voeding vanuit het oppervlaktewater. Dit heeft een dempend effect op de gevolgen van de onttrekkingen. Een hoge weerstand betekent het omgekeerde.

In het Fugromodel is een waarde voor de lekweerstand (C_{laag0}) van 250 dagen gehanteerd. Dit is in lijn met de waardes voorgesteld door het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI) en voor het gebied een redelijke keuze (zie bijlage 2). In overleg met waterschap is besloten ook berekeningen te doen met waardes van 100 en 500 dagen om meer inzicht in de bandbreedte van de effecten te verkrijgen. Rekening houdend met de slootafstanden in dit gebied is een plausibele bandbreedte voor de lekweerstand 100 tot 500 dagen.

[1] In de algemene regels die gelden voor grondwateronttrekkingen van waterschap Vechtstromen is onder meer opgenomen dat een melding volstaat indien de pompcapaciteit lager is dan 60 m3/uur en in een periode van 3 maanden niet meer dan 25.000 m3 wordt onttrokken. In dit scenario wordt deze maximale onttrekkingshoeveelheid bij enkele geschematiseerde pompen (capaciteit >52 m3/uur) modelmatig beperkt overschreden.

2.4 Scenarioberekeningen en gevoeligheidsanalyse

Bovenstaande leidt tot volgende scenarioberekeningen:

Tabel 2: Scenarioberekeningen

Berekening	Omschrijving	debiet glastuinbouw (m3/uur), continue onttrekking	Landbouwkundige onttrekkingen		
			Aantal beregenings-pompen	debiet beregening (m3 /uur)*	duur (Dagen)
1	Berekening Fugro (c_{laag0}=250d)	1x28 en 1x25	Conform aangeleverd model	12	60
2	Alleen glastuinbouw	1x28 en 1x25	0	0	60
3	Alleen beregening (1x 20 mm gift alle akkerbouw)	0	27	40-58	5
4	Alleen beregening (4x 20 mm gift met 1 week rust)	0	27	40-58	4x5
5	Alleen beregening (4x 20 mm gift continue)	0	27	40-58	20
6	Glastuinbouw + Beregening (c_{laag0}=250d)	1x28 en 1x25	27	40-58	20
7	Glastuinbouw + Beregening (c_{laag0}=100d)	1x28 en 1x25	27	40-58	20
8	Glastuinbouw + Beregening (c_{laag0}=500d)	1x28 en 1x25	27	40-58	20

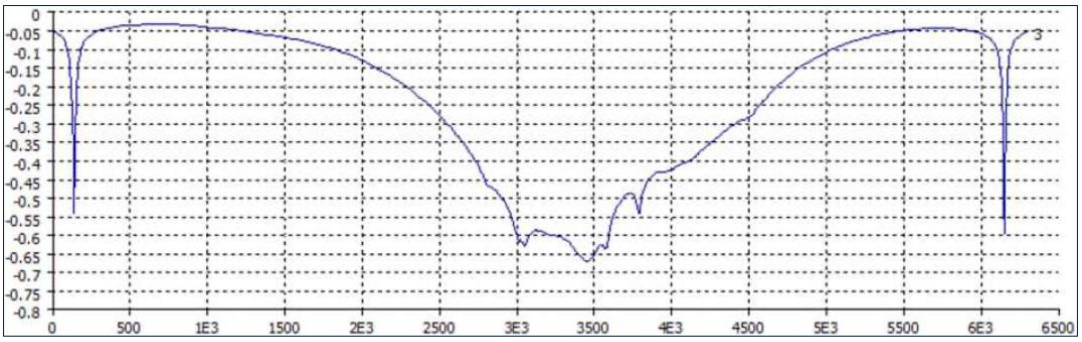
* afhankelijk van bron/pomp – per locatie gedifferentieerd o.b.v. analyse

3. Berekeningsresultaten

3.1 Inleiding

De resultaten van iedere berekening zijn in een profiel weergegeven met daarin het verloop van de verlaging van de grondwaterstand/stijghoogte in modellagen 1a, 1b en 2c als gevolg van de onttrekkingen. Dit zijn dus lijnen die zuiver het effect van de onttrekkingen laten zien. Het is niet bekend hoe het “Fugroprofiel” (Figuur 5) precies is getrokken, maar waarschijnlijk is dit NW-ZO over het onderzoeksgebied. In de nieuwe figuren is er voor gekozen om vanwege het vergelijkbaar houden van de effecten van de beregening het profiel over 4 landbouwkundige bronnen binnen het onderzoeksgebied te trekken. De in de profielen weergegeven variabele verlagingsbeelden zijn afhankelijk van de ingevoerde pompcapaciteit en de onderlinge pompafstand.

Daarnaast hebben we de tijdsafhankelijke effecten op één gekozen punt midden in het modelgebied weergegeven (knooppunt 8783). Dit maakt inzichtelijk hoe snel het grondwater reageert op het aan- en uitzetten van de onttrekkingen. Deze locatie ligt circa 600 m van de dichtstbijzijnde onttrekkingslocatie af.



Figuur F.6: Doorsnede van berekende verlagingen onder de veenlagen bij verwachte debieten (25 – 28 m^3/u per vergunde onttrekking glastuinbouw, 8 m^3/u per melding glastuinbouw, 12 m^3/u per beregeningsbron landbouw). In het midden van de doorsnede zijn de berekende verlagingen als gevolg van de onttrekkingen t.b.v. de glastuinbouw te zien. Aan het begin en het eind van de doorsnede zijn de verlagingen als gevolg van onttrekkingen t.b.v. de landbouw te zien.

Figuur 5: Dwarsprofiel uit Fugrorapport met de door Fugro berekende verlagingen in modellaag 2c

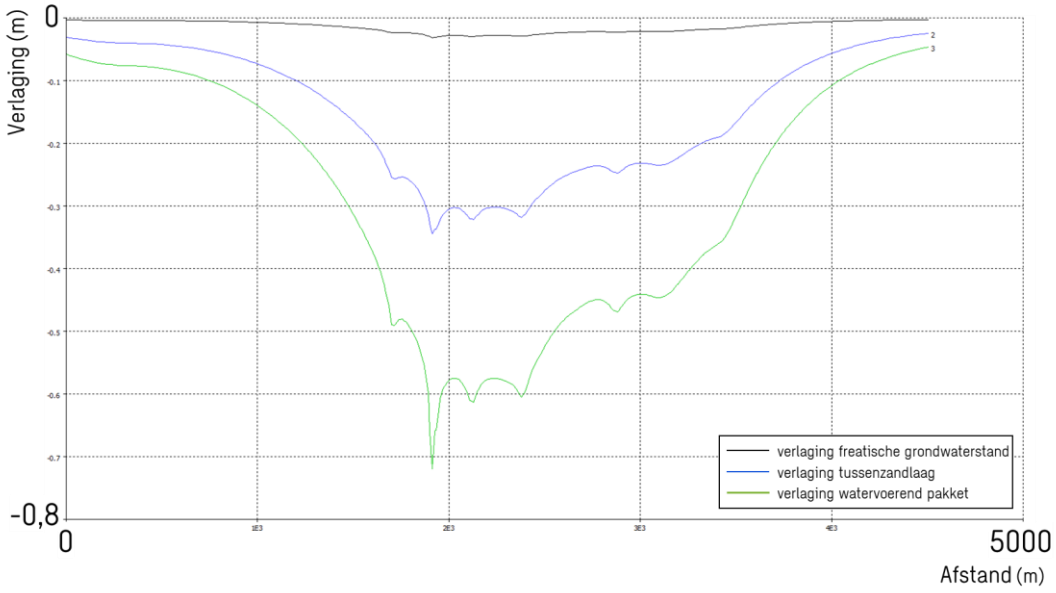
3.2 Berekende verlagingen

In de hieronder gepresenteerde dwarsprofielen zijn telkens dezelfde kleuren gebruikt:

- Groene lijn = verlaging stijghoogte in modellaag 2c (watervoerend pakket);
- Blauwe lijn = verlaging stijghoogte in modellaag 2b (tussenzandlaag);
- Zwarte lijn = verlaging freatische grondwaterstand (topzandlaag).

3.2.1 Narekening resultaten Fugro

In dit scenario is het aangeleverde model van Fugro ongewijzigd opnieuw doorgerekend om te controleren of dit vergelijkbare resultaten oplevert.

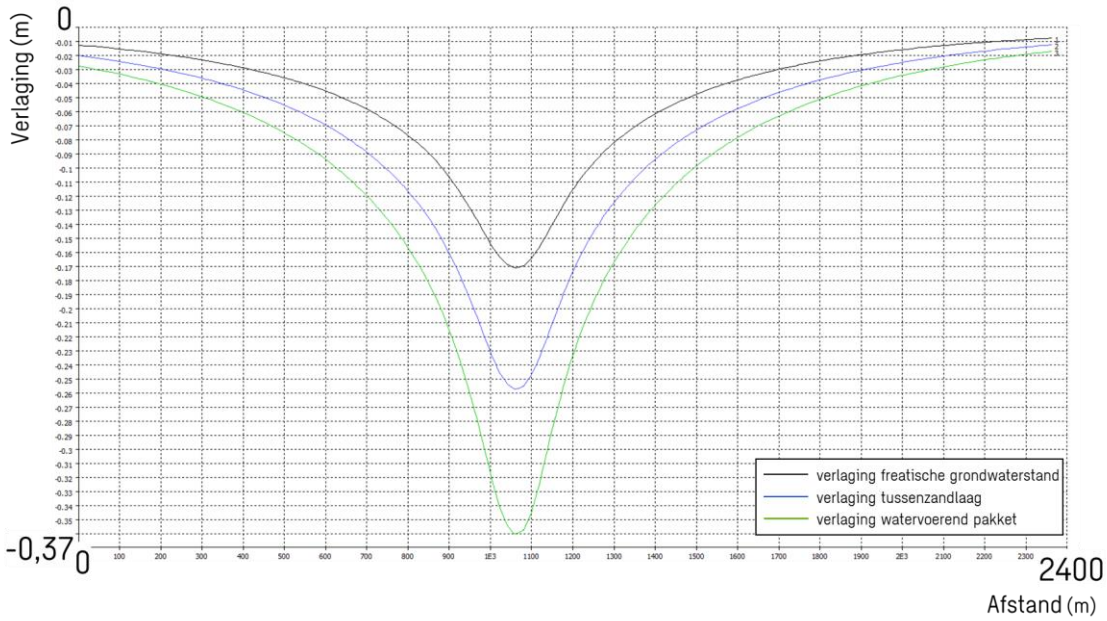


Figuur 6: Narekening Fugroresultaat

De groene lijn in bovenstaande figuur laat vergelijkbare verlagingen zien als door Fugro berekend (zie Figuur 5). Het model rekent dus op dezelfde manier.

3.2.2 Alleen glastuinbouw

In dit scenario zijn als enige onttrekkingen de vergunde glastuinbouwonttrekkingen actief gedurende 60 dagen.

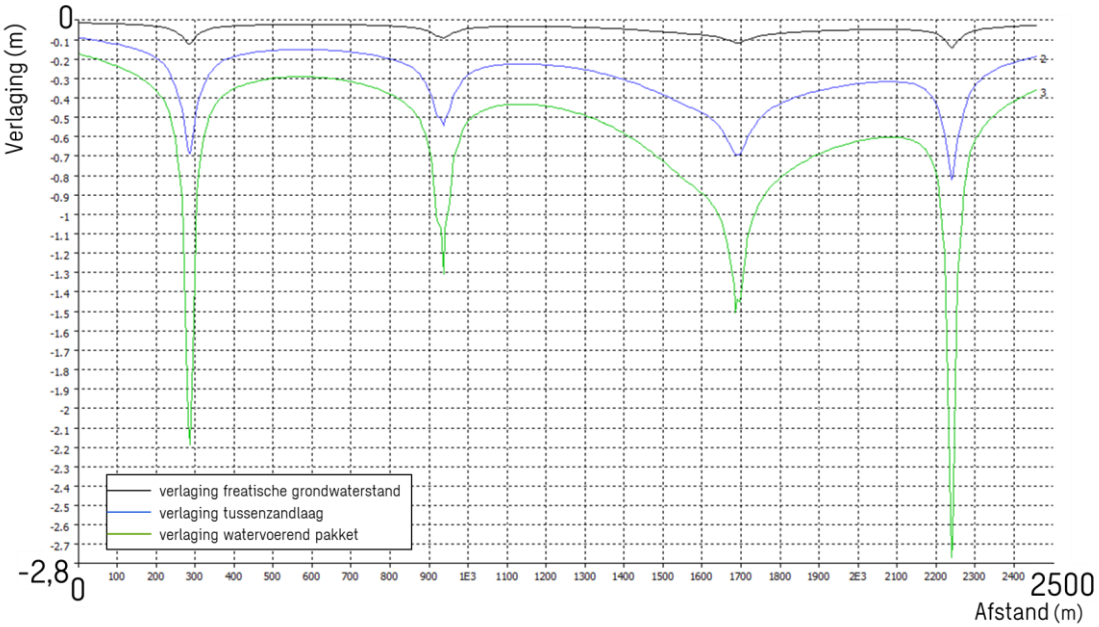


Figuur 7: Verlaging als gevolg van vergunde onttrekking glastuinbouw na 60 dagen

De vergunde onttrekking voor de glastuinbouw heeft een verlaging van de stijghoogte van ca. 36 cm direct bij de bronnen tot gevolg. Op circa 750 m afstand van de bronnen ligt de 5 cm verlagingscontour. Het effect op de freatisch grondwaterstand is ongeveer de helft van de stijghoogteverlaging in het watervoerende pakket. Verder is goed te zien dat het schrappen van de zgn. gietwaterbronnen resulteert in een duidelijk minder grote verlaging (36 cm versus 70 cm, zie Figuur 6).

3.2.3 Beregening 1 gift 20 mm

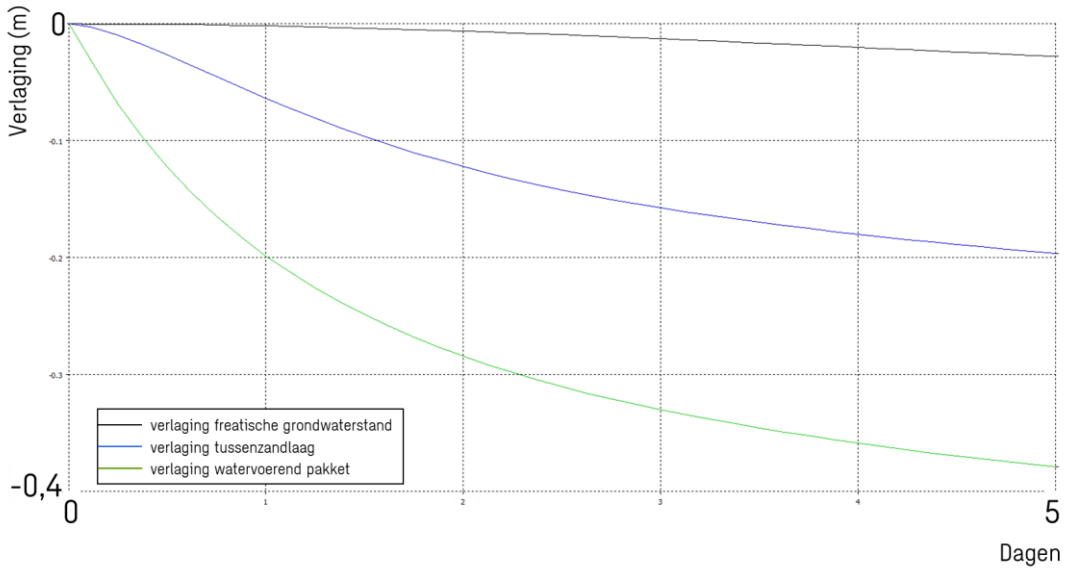
In dit scenario zijn de geïnventariseerde landbouwkundige onttrekkingen actief gedurende een periode van 5 dagen.



Figuur 8: Verlaging na 1 gift van 5 dagen

In bovenstaande figuur is de verlaging van meerdere landbouwkundige onttrekkingen die op of nabij de dwarsprofiellijn zijn gesitueerd zichtbaar. De diepste daling in het watervoerend pakket op 100 m afstand vanaf de onttrekkingsbron bedragen circa -0,90 m. Het verlagende effect treedt op grotere afstand van de bronnen in mindere mate op en bedraagt circa -0,30 tot -0,60 m, afhankelijk van de onderlinge beïnvloeding van de bronnen.

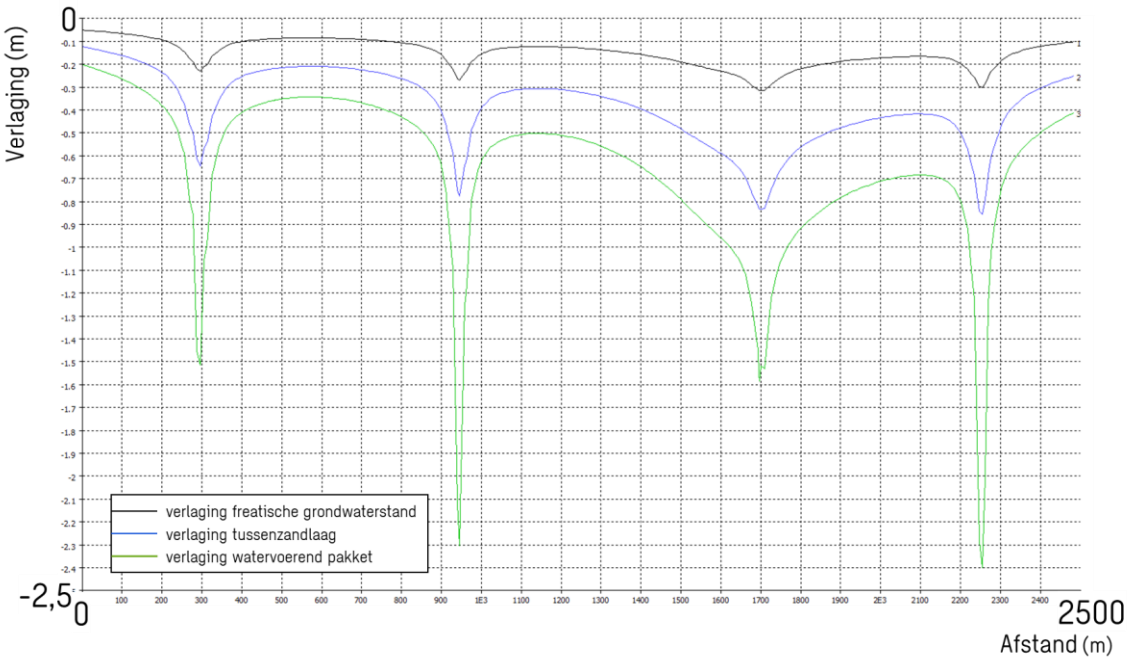
In de onderstaande figuur is het verlagingsverloop gedurende de onttrekkingsperiode weergegeven. Het effect van de onttrekkingen treedt snel op in het watervoerende pakket. Het effect op de freatische grondwaterstand wordt gedempt door de in de ondergrond aanwezige waterremmende lagen (veen- en beekleemlagen) en verloopt veel trager.



Figuur 9: Verloop van de verlagingen op een punt bij gift van 20 mm in 5 dagen

3.2.4 Beregening 4x20 mm met 1 week pauze

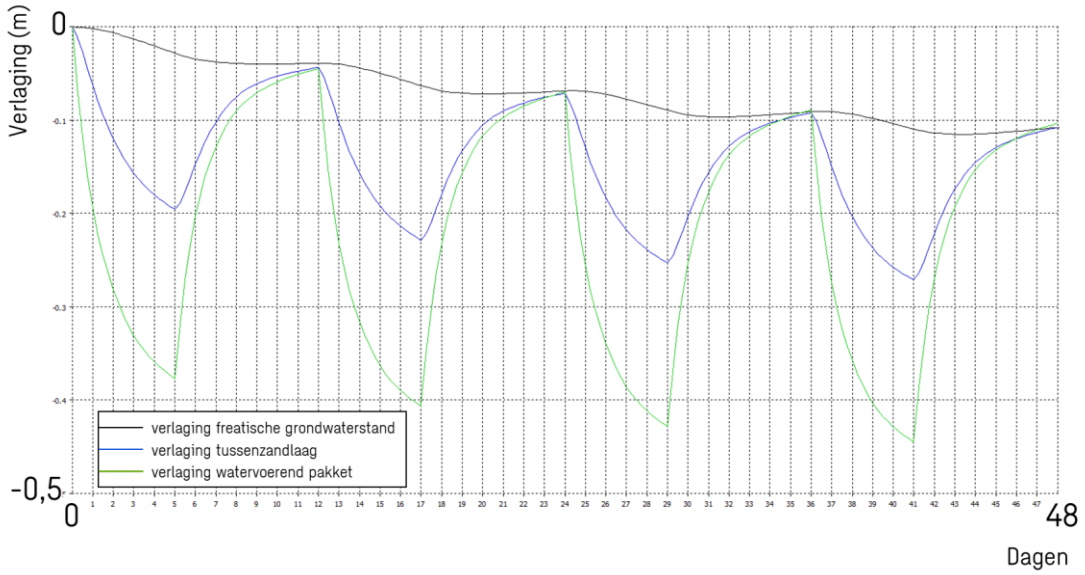
In dit scenario zijn de geïnventariseerde landbouwkundige onttrekkingen vier maal 5 dagen actief gedurende een periode van 41 dagen.



Figuur 10: Verlaging na 4 giften met telkens 1 week pauze ertussen op dag 41

In bovenstaande figuur is de verlaging van meerdere landbouwkundige onttrekkingen die op of nabij de dwarsprofiellijn zijn gesitueerd zichtbaar. De diepste dalingen in het watervoerend pakket op 100 m afstand vanaf de onttrekkingsbron bedragen circa -1,00 m. Het verlagende effect treedt op grotere afstand van de bronnen in mindere mate op en bedraagt circa -0,35 tot -0,80 m, afhankelijk van de onderlinge beïnvloeding van de bronnen.

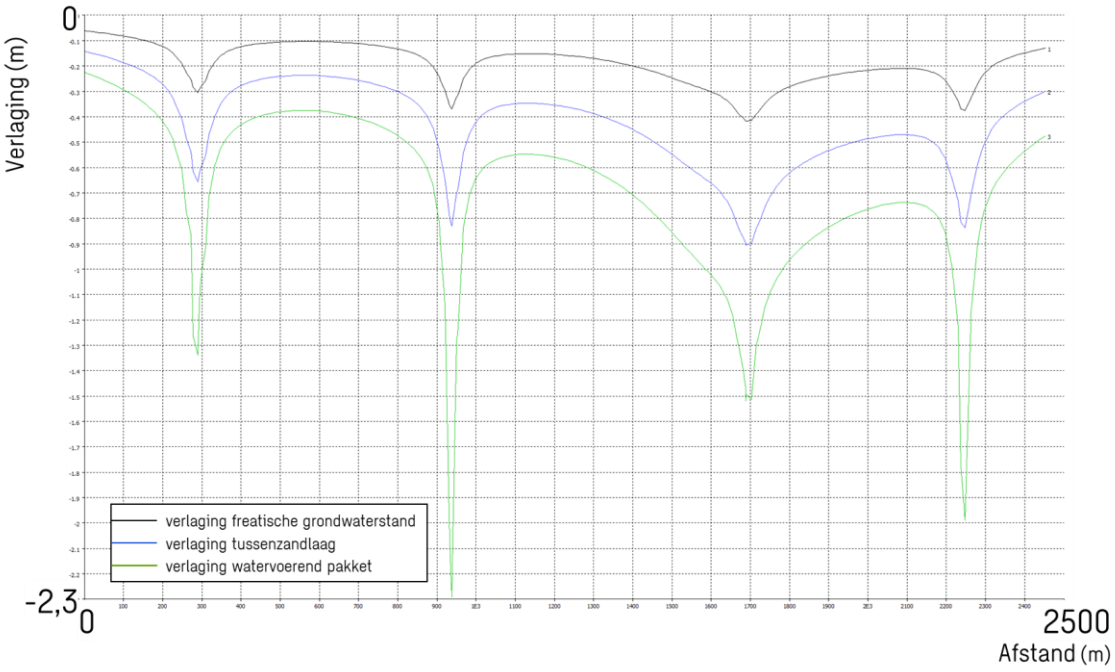
In de onderstaande figuur is het verlagingsverloop gedurende de onttrekkingsperiode weergegeven. Uit de figuur blijkt dat de stijghoogtes in het watervoerend pakket en de tussenzandlaag snel reageren op het aan- en uitzetten van de onttrekkingen. De freatische grondwaterstand reageert in sterk mindere mate als gevolg van de waterremmende werking van de aanwezige klei- en veenlagen. De rustperiode van 1 week is niet voldoende om de grondwaterstanden volledig te laten herstellen. Elke volgende beregeningsronde zorgt voor steeds lagere grondwaterstanden tijdens de onttrekking (watervoerend pakket circa 3 cm dieper per onttrekkingsronde).



Figuur 11: Verloop van de verlagingen van 4 x gift van 20 mm met telkens 7 dagen ertussen op één punt

3.2.5 Beregening 4x20 mm aaneengesloten

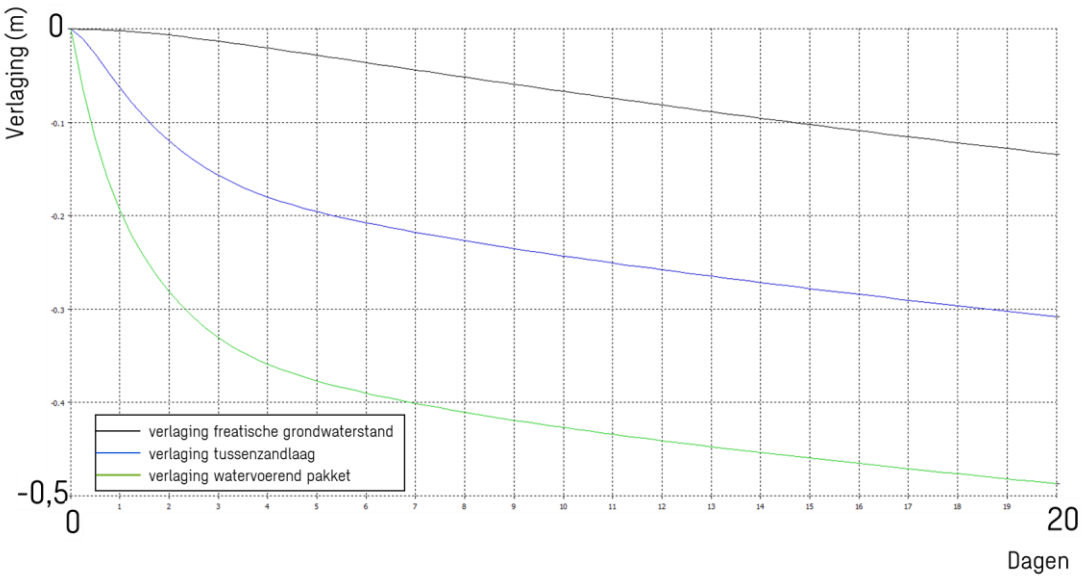
In dit scenario zijn de geïnventariseerde landbouwkundige onttrekkingen vier maal 5 dagen aaneengesloten actief gedurende een periode van 20 dagen.



Figuur 12: Verlaging na 4 giften zonder pauze

In bovenstaande figuur is de verlaging van meerdere landbouwkundige onttrekkingen die op of nabij de dwarsprofiellijn zijn gesitueerd zichtbaar. De diepste dalingen in het watervoerend pakket op 100 m afstand vanaf de onttrekkingsbron bedragen circa -1,00 m. Het verlagende

effect treedt op grotere afstand van de bronnen in mindere mate op en bedraagt circa -0,40 tot -0,80 m, afhankelijk van de onderlinge beïnvloeding van de bronnen.



Figuur 13: Verloop van de verlagingen van 4 x gift van 20 mm aaneengesloten na 20 dagen

In de bovenstaande figuur is het verlagingsverloop gedurende de onttrekkingsperiode weergegeven. Het effect van de onttrekkingen treedt snel op in het watervoerende pakket en reikt 10 cm dieper dan bij de berekening met dezelfde gifthoeveelheid maar met pauze ertussen. Het effect op de freatische grondwaterstand wordt gedempt door de in de ondergrond aanwezige waterremmende lagen (veen- en beekleemlagen) en verloopt veel trager.

3.2.6 Bandbreedte-analyse: variatie in drainage-/lekweerstand

In het gebruikte verlagingsmodel vormt laag 0 (zie Tabel 1) de infiltratiebron vanuit het oppervlaktewatersysteem naar de ondergrond. De mate van infiltratie vanuit het oppervlaktewatersysteem wordt bepaald door de parameter drainage-/lekweerstand. Deze is in het in 2021 uitgevoerde onderzoek gesteld op 250 dagen. Dit is een gangbare vuistregelwaarde. Om te kijken hoe groot de invloed is van de drainage- of lekweerstand, is het modelscenario “glastuinbouw + landbouwkundige onttrekkingen 20 dagen aaneengesloten” doorgerekend met verschillende lekweerstanden (de scenario’s 6 (c_{laag0} = 250 d), 7 (c_{laag0} = 100 d) en 8 (c_{laag0} = 500 d) uit Tabel 2).

In onderstaande tabel zijn de berekende verlagingen van het ondiepe en diepe grondwater op 3 punten in het modelgebied op verschillende afstand van de onttrekkingen weergegeven. Hieruit blijkt dat de resultaten beperkt worden beïnvloed door de grootte van de lekweerstand (ordegrootte 20%).

Tabel 3: Verlagingen in het grondwater op 3 punten bij verschillende lekweerstanden

Locatie	Afstand tot dichtstbijzijnde bron (m)	c_{laag0} = 100 d		c_{laag0} = 250 d		c_{laag0} = 500 d	
		freatisch	wvp	freatisch	wvp	freatisch	wvp
P01	205	0,12	0,52	0,15	0,53	0,16	0,54
P02	145	0,19	0,82	0,24	0,84	0,26	0,85
P03	590	0,04	0,17	0,05	0,18	0,05	0,18

4. Conclusies

In het in 2021 door Fugro uitgevoerde Onderzoek bodemdaling Nieuw-Amsterdam, Gebiedsstudie is onder meer geprobeerd te verklaren wat de mogelijke oorzaken van de opgetreden schades aan gebouwen en infrastructuur zijn. Schade door zettingen en veenoxidatie worden als mogelijke oorzaak benoemd. De mate waarin dit optreedt is onder meer afhankelijk van het grondwaterstandsregime. Met behulp van een verlagingsmodel is het effect van grondwateronttrekkingen door glastuinbouw en landbouwberegening berekend. Het aantal en omvang van de landbouwkundige onttrekkingen vormden een onzekerheid in het onderzoek omdat gebied specifieke informatie ontbrak.

Het waterschap Vechtstromen heeft eind 2021-begin 2022 een uitgebreide veldinventarisatie uitgevoerd om de landbouwkundige onttrekkingen in beeld te krijgen. Hieruit blijkt dat het aantal onttrekkingslocaties omvangrijker in zowel aantal als onttrekkingscapaciteit zijn dan in 2021 aangenomen. Uit de inventarisatie is gebleken dat er in het onderzochte gebied 56 bronnen met in totaal 27 pompen voor de beregening van landbouwpercelen zijn. In totaal wordt de pompcapaciteit geschat op 1.420 m^3/uur. Dat betekent dat bij één gift ca. van 20 mm in 5 dagen 170.400 m^3 grondwater wordt opgepompt, oftewel de onttrekkingshoeveelheden voor beregening zijn aanzienlijk groter dan in het Fugro-modelonderzoek zijn aangenomen.

Met behulp van deze nieuwe informatie zijn de verlagingsberekeningen geactualiseerd en is een aantal scenario's doorgerekend. Gevarieerd is met het aantal beregeningsgiften. Bij meerdere giften is met de intervalperiode tussen de giften gevarieerd. Tot slot is een bandbreedte-analyse uitgevoerd met de parameter drainage-/lekweerstand (infiltratiesnelheid vanuit het oppervlaktewatersysteem naar de ondergrond).

De landbouwkundige onttrekkingen leveren een significante bijdrage aan de verlaging van de stijghoogte in het watervoerend pakket. Afhankelijk van het gekozen scenario varieert de maximale verlaging nabij de bronnen (op 100 m) van circa -40 tot -100 cm.

Het effect op de freatische grondwaterstand wordt gedempt door de in de ondergrond aanwezige waterremmende lagen (veen- en beekleemlagen). De verlaging van de grondwaterstand door de landbouwonttrekkingen is globaal -10 cm. Dichter bij de bronnen kan de verlaging oplopen tot -30 cm.

In droge periodes wordt door het waterschap water aangevoerd om de oppervlaktewateren op peil te houden. Dit heeft een gunstig effect op hoog houden van de grondwaterstanden. De grondwaterstandsverlaging als gevolg van de landbouwonttrekkingen wordt deels gecompenseerd door infiltratie vanuit het oppervlaktewatersysteem. Het volledig

compenseren van stijghoogteverlagingen met behulp van wateraanvoer via het oppervlaktewatersysteem is met de gemodelleerde onttrekkingen niet mogelijk. Het is echter onbekend hoeveel water er wordt aangevoerd en hoeveel hiervan infiltreert. De mate van infiltratie is modelmatig opgenomen in de parameter lekweerstand. Deze is in het basismodel 250 dagen wat voor het onderzoeksgebied als een reële gemiddelde waarde wordt beschouwd. Op basis van gebiedskenmerken is een reële bandbreedte van 100 tot 500 dagen ingeschat. Met een bandbreedteberekening is inzichtelijk gemaakt hoeveel effect dit heeft op de berekende verlagingen. De berekende stijghoogteverlagingen in het eerste watervoerende pakket variëren binnen deze lekweerstandbandbreedte met circa 20%.

Bijlage 1 Inventarisatie landbouwkundige onttrekkingen

B1.1 Werkwijze

Op basis van een veldinventarisatie is een analyse gemaakt waar in de droge perioden 2018 en 2019 onttrekkingen hebben plaatsgevonden en wat het bijbehorende onttrekkingsdebiet was. De analyse is uitgevoerd in GIS. Uitgangspunten, ervaringen en resultaten zijn besproken met een gebiedskenner van waterschap Vechtstromen.

B1.2 Basisgegevens

Voor de GIS-analyse zijn een aantal basisbestanden gebruikt, te weten:

- Gewaspercelen 2019 (en ter controle 2018);
- Shapefile met geïnventariseerde onttrekkingen van waterschap Vechtstromen (eigenschappen bronnen en beregeningsinstallaties);
- Kadastrale gegevens.

B1.3 Uitgangspunten

Bij de GIS-analyse zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd. Deze zijn tot stand gekomen in samenspraak met de gebiedskenner van het waterschap.

- Oppervlaktewaterpeilen in het gebied in de droge perioden 2018/2019 konden goed gehandhaafd worden, er was voldoende aanbod van aanvoerwater. Onttrekkingen uit oppervlaktewater gaat altijd in overeenstemming met de peilbeheerder, zodat deze de hoofdinlaat kan sturen;
- In het gebied zijn de afgelopen decennia nauwelijks oppervlaktewaterpeilen aangepast;
- Er zijn in 2018 en 2019 geen beperkingen of verboden op beregening geweest;
- Een beregeningsinstallatie heeft een reikwijdte van ongeveer 600 m rondom een bron;
- Bronnen worden niet gedeeld, tenzij specifiek aangegeven in de inventarisatie;
- Wanneer wordt beregend gebeurd dit 24 uur per dag, meestal een dag of 2 a 3 per perceel, dan wordt gewisseld naar een naastgelegen perceel, of naar ander gebied (indien de eigenaar minder installaties heeft dan bronnen);
- Beregening vanuit grondwater vindt plaats bij met name aardappelen en in mindere mate graansoorten en bv heesters. Suikerbieten worden uit oppervlaktewater beregend. Als basis van de analyse zijn de teelten uit “gewaspercelen 2019” uit de Basisregistratie Percelen gebruikt;
- Er zijn veel percelen waar geen beregening plaatsvindt.

B1.4 Analyse

In de analyse om te komen tot een overzicht waar in de droge perioden 2018 en 2019 onttrekkingen hebben plaatsgevonden en wat het bijbehorende onttrekkingsdebiet was, zijn de volgende stappen doorlopen:

- Bepalen beregend oppervlak. Een oppervlak is beregend als:
    - Een perceel binnen 600 m van een bron ligt én
    - Het perceel dezelfde eigenaar heeft als de bron én

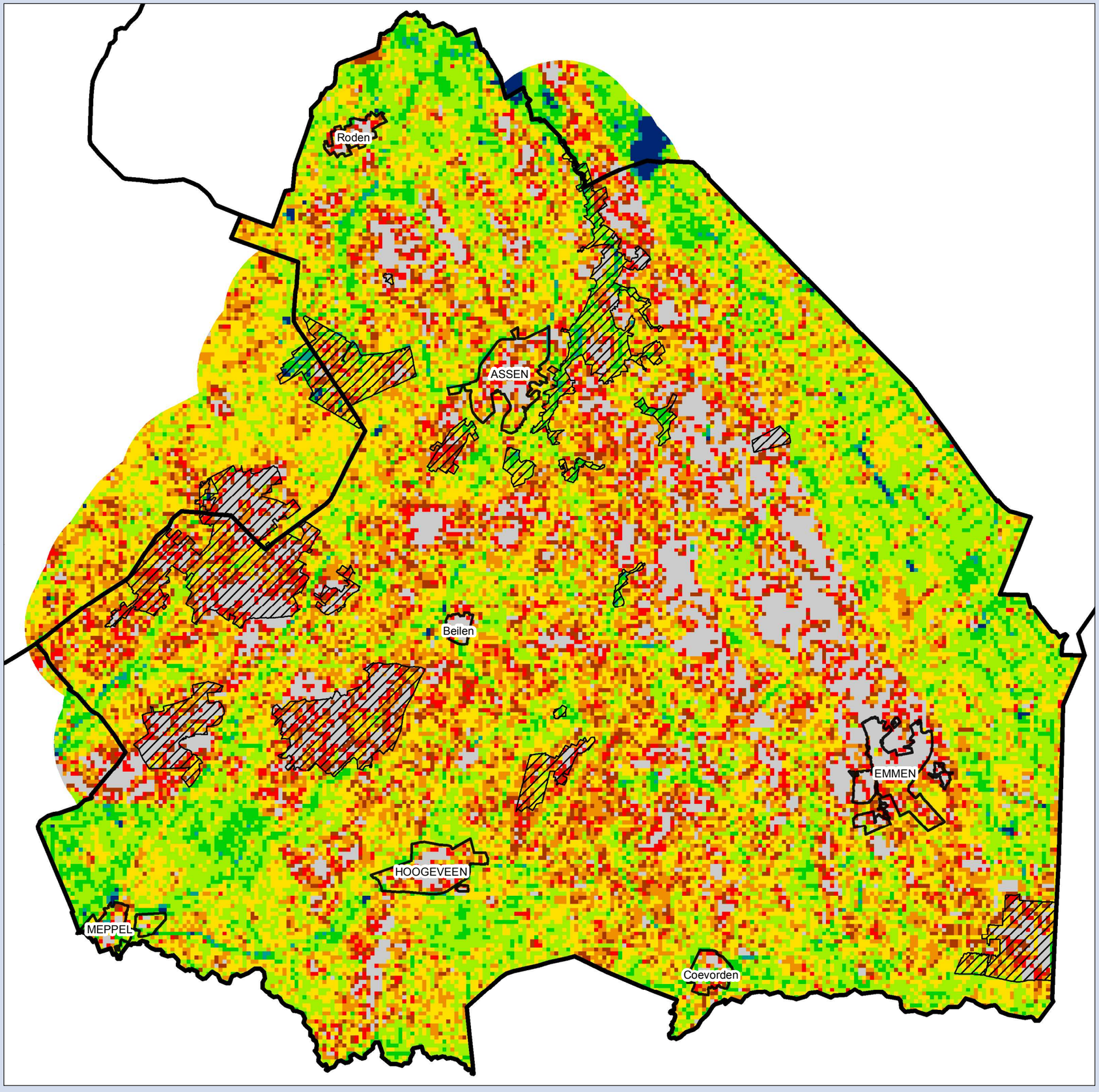
    - Als het perceel een gewas betreft dat beregend wordt uit grondwater, zoals aardappelen en granen. Bieten en mais worden doorgaans niet beregend met grondwater.
- Bepalen welke bronnen benut zijn tijdens droogte 2018/2019 en wat daarbij het onttrekkingsdebiet was. Daarbij is uitgegaan van een worst-case benadering. Daar waar volgens de inventarisatie beregend oppervlak aanwezig is en een bron en installatie beschikbaar zijn, wordt grondwater onttrokken:
    - Bij eigenaren met 1 bron en 1 beregeningsinstallatie: bron wordt gebruikt voor beregening met capaciteit beregeningsinstallatie;
    - Bij eigenaren met meerdere bronnen en evenveel beregeningsinstallaties: alle bronnen worden gebruikt voor beregening met geïnventariseerde capaciteit beregeningsinstallatie;
    - Bij eigenaren met meer bronnen dan beregeningsinstallaties: beregeningsinstallaties worden ingezet bij de bronnen met het grootste omliggende beregende oppervlak;
    - Wanneer de capaciteit onbekend is, is een onttrekkingsdebiet van 50 m3/uur aangenomen

Bovenstaande stappen leidt tot een overzicht met locaties met onttrekkingen en onttrekkingsdebieten, zoals weergegeven in tabel B1.1.

Tabel B1.1 Locaties met onttrekkingen en onttrekkingsdebieten

objectID bron	voorstel onttrekking model (m3/uur)
167	50
26	45
8	0
18	50
30	50
32	50
16	0
1	45
28	45
27	45
24	55
35	55
21	50
192	50
17	50
22	0
19	50
20	50
4	0
2	50
12	0
13	0
33	55
36	55
3	0
25	58
7	0
5	0
6	58
9	0
10	0
165	0
166	0
23	58
39	0
185	0
184	0
183	55
181	0
182	0
169	58
170	58
171	58
168	0
29	0
42	0
164	0
38	58
162	0
163	0
190	0
191	59
37	0
34	0
11	0
188	0

Bijlage 2 Lekweerstand NHI



Legenda

Lekweerstand NHI v2.0 [dagen]*

- 0 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 400
- 400 - 800
- 800 - 1500
- Geen drainageweerstand in NHI (gelijkgesteld aan 1500 dagen)**
- Drainageweerstand in NHI groter dan 1500 (gelijkgesteld aan 1500 dagen)***
- Natura 2000-gebieden

* De lekweerstand is bepaald op basis van het harmonische gemiddelde van de lekweerstanden van de hoofd, primaire, secundaire en tertaire waterlopen;

$$\frac{1}{C_{lek}} = \frac{1}{C_{Hoofd}} + \frac{1}{C_{Primair}} + \frac{1}{C_{Secundair}} + \frac{1}{C_{Tertair}}$$

De lekweerstanden zijn overgenomen uit de hydrologische bibliotheek v2.0 van het NHI. (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium - NHI Modelrapportage; Deelrapport freatische lekweerstanden) (http://www.nhi.nu/bibliotheek.html)

** Voor het NHI zijn de lekweerstanden gebaseerd op op individuele watergangen. Hierdoor zijn op plaatsen zonder waterlopen geen lekweerstanden in het NHI bepaald. Deze plaatsen betreffen stedelijk gebied, natuurgebieden en landbouwgebieden met GT > V. Omdat er in deze gebieden wel een geringe interactie met het topsysteem is via neerslag, is hier een lekweerstand van 1500 dagen ingevoerd. Deze waarde is gebaseerd op de tabel met kengetallen voor gebieden op basis van GT en betreft de waarde voor een gebied met GT VII zonder zichtbare afvoer (blz. 68, grondwaterzakboekje).

*** Op een aantal plaatsen is op basis van het NHI een zeer hoge lekweerstand berekend (soms > 1.000.000 dagen). Bij deze waarde is er nauwelijks interactie tussen het topsysteem en het freatisch grondwater. In werkelijkheid zal er op deze plaatsen interactie zijn via neerslag. Omdat in het NHI deze interactie appart wordt gemodelleerd is hier in de lekweerstanden geen rekening mee gehouden. Om hier rekening mee te houden is er voor gekozen om alle waarde groter dan 1500 dagen gelijk te stellen aan deze waarden. Deze waarde is weer gebaseerd op de tabel met kengetallen voor gebieden op basis van GT waarde (blz. 68, grondwaterzakboekje).

N

0 2.5 5 10 15 20 Kilometers

Lekweerstand op basis van NHI v2.0

Hydrologische beïnvloedingszones Natura 2000-gebieden

Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 324110

Status: definitief
Datum: 17-1-2013
Schaal: 1:250,000
Formaat: A3
Get: SR - Gec: SS

Grontmij Nederland B.V.

Stationsplein 12, 9401 LB Assen
Postbus 29, 9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
www.grontmij.nl

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

Map Document: (C:\Program Files\ArcGIS\Bin\Templates\Grontmij\Grontmij_A1L.mxt)
02/12/2005 -- 15:18:34