



NRD Drinkwaterwinning Eiland van Schalkwijk

Wandelend pompstation

Vitens

5 augustus 2022

Project NRD Drinkwaterwinning Eiland van Schalkwijk
Opdrachtgever Vitens

Document Wandelend pompstation
Status Definitief
Datum 5 augustus 2022
Referentie 125553/22-011.582

Projectcode 125553
Projectleider Dr.Ir. W. Soepboer
Projectdirecteur Drs.Ing. E.J.N. Rijdsdijk

Auteur(s) S.B. van Terwisga MSc
Gecontroleerd door Drs. A. Biesheuvel
Goedgekeurd door Dr.Ir. W. Soepboer

Paraaf



Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Blaak 16
Postbus 2397
3000 CJ Rotterdam
+31 (0)10 244 28 00
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doel	7
1.3	Aanpak	7
1.4	Leeswijzer	7
2	PROJECTGEBIED EN TE ONDERZOEKEN WINLOCATIES	8
3	GEOHYDROLOGISCH SYSTEEM PROJECTGEBIED	10
3.1	Bodemopbouw	10
3.1.1	Regionale bodemopbouw	10
3.1.2	Boringen	14
3.2	Grondwater	15
3.2.1	Isohypsens tweede watervoerend pakket	15
3.2.2	Winnings in omgeving	16
3.2.3	WKO-installaties	18
3.3	Bodemverontreiniging	19
3.4	Oppervlaktewater	19
3.4.1	Lek	19
3.4.2	Binnendijks	20
3.5	Landgebruik	21
3.5.1	Natuurgebieden	22
3.5.2	UNESCO werelderfgoed	23
4	GEOHYDROLOGISCHE MODELLERING	25
4.1	Inleiding	25
4.2	Grondwatermodel	25
4.2.1	Modelgebied	26
4.2.2	Validatie gebruik MORIA	26
4.2.3	aanpassingen in MORIA	29
4.2.4	Stroombaanberekeningen	29
4.3	Referentiesituatie	29
4.3.1	Isohypsens tweede watervoerend pakket	30

4.3.2	Freatisch grondwater	30
4.3.3	Waterstand ten opzichte van maaiveld	31
5	RESULTATEN	34
5.1	Inleiding	34
5.2	Locatie 1	34
5.2.1	Freatische grondwaterstand	34
5.2.2	Tweede watervoerend pakket	35
5.2.3	Stroombanen	35
5.3	Locatie 2	36
5.3.1	Freatische grondwaterstand	36
5.3.2	Tweede watervoerend pakket	37
5.3.3	Stroombanen	38
5.4	Locatie 3	39
5.4.1	Freatische grondwaterstand	39
5.4.2	Tweede watervoerend pakket	40
5.4.3	Stroombanen	41
5.5	Locatie 4	42
5.5.1	Freatische grondwaterstand	42
5.5.2	Tweede watervoerend pakket	43
5.5.3	Stroombanen	44
5.6	Locatie 5	45
5.6.1	Freatische grondwaterstand	45
5.6.2	Tweede watervoerend pakket	46
5.6.3	Stroombanen	47
5.7	Locatie 6	48
5.7.1	Freatische grondwaterstand	48
5.7.2	Tweede watervoerend pakket	49
5.7.3	Stroombanen	50
5.8	Locatie 7	51
5.8.1	Freatische grondwaterstand	51
5.8.2	Tweede watervoerend pakket	52
5.8.3	Stroombanen	53
5.9	Locatie 8	54
5.9.1	Freatische grondwaterstand	54
5.9.2	Tweede watervoerend pakket	55
5.9.3	Stroombanen	56
5.10	Locatie 9	57
5.10.1	Freatische grondwaterstand	57
5.10.2	Tweede watervoerend pakket	58
5.10.3	Stroombanen	59
5.11	Locatie 10	60
5.11.1	Freatische grondwaterstand	60

5.11.2	Tweede watervoerend pakket	61
5.11.3	Stroombanen	62
5.12	Locatie 11	63
5.12.1	Freatische grondwaterstand	63
5.12.2	Tweede watervoerend pakket	63
5.12.3	Stroombanen	64
5.13	Overzicht afgeleide effecten	66
5.14	Cumulatieve effecten	67
6	AANDACHTSPUNTEN VOOR VERVOLGONDERZOEK	70
6.1	Inleiding	70
6.2	Opkegeling	70
6.3	Breuken	70
6.4	Weerstand formatie van Waalre, eerste kleiige eenheid	70
6.5	Modelgebied	70
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	71
7.1	Conclusies (voorlopig)	71
7.2	Aanbevelingen	71
8	REFERENTIES	73
	Laatste pagina	73
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
I	Boorprofielen	2
II	Omzetprofielen LGN	2
III	Uitgangspuntennotitie	33

1

INLEIDING

1.1 Aanleiding

Voor het uitbreiden van de capaciteit van drinkwaterwinningen kijkt Vitens naar een mogelijke winlocatie op het Eiland van Schalkwijk. De beoogde capaciteit van deze winning is circa 7 miljoen m³ per jaar. Voor een geschikte locatie is het van belang om te kijken naar de effecten van de winning op grondwaterstanden en stijghoogten. Daarnaast is inzicht nodig in mogelijke afgeleide effecten, zoals landbouw, natuur en verontreinigingen.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoek is inzicht geven in mogelijke effecten van een winning op verschillende locaties en mogelijke afgeleide effecten. Op basis van de resultaten worden locaties aanbevolen die kunnen worden meegenomen in het alternatievenonderzoek voor de procedure voor milieueffectrapportage (m.e.r.).

1.3 Aanpak

In overleg met Vitens is besloten de effecten op het grondwater te berekenen met het grondwatermodel MORIA. Mogelijke afgeleide effecten zijn beschrijvend in beeld gebracht. De effecten zijn in beeld gebracht op basis van stationaire berekeningen.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 ligt het projectgebied en de onderzochte winlocaties verder toe. Voor dit projectgebied is vervolgens in hoofdstuk 3 een beknopte systeemanalyse gegeven. Hoofdstuk 4 beschrijft het grondwatermodel en de aanpassingen daaraan, waarna in hoofdstuk 5 de resultaten van deze modellering volgen. Hoofdstuk 6 geeft enkele aandachtspunten voor de vervolgmollering, waarna hoofdstuk 7 ingaat op de conclusies.

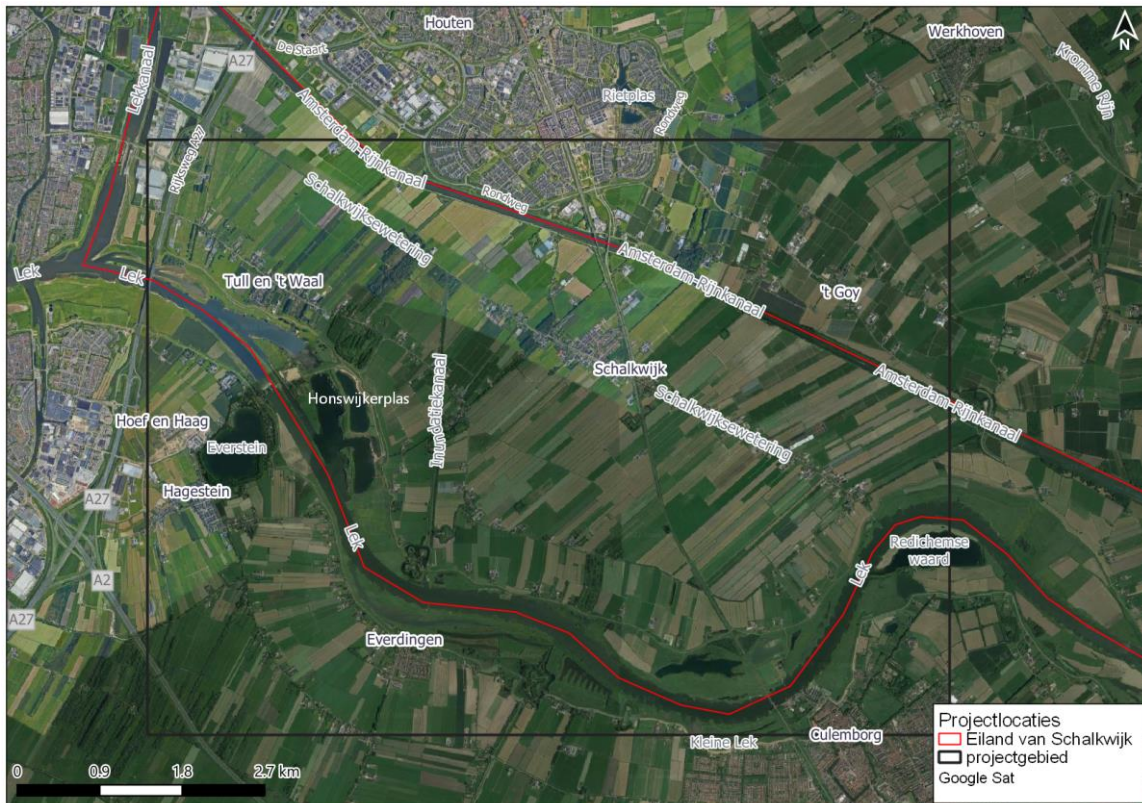
2

PROJECTGEBIED EN TE ONDERZOEKEN WINLOCATIES

Het projectgebied ligt op het Eiland van Schalkwijk (afbeelding 2.1). Het Eiland van Schalkwijk is een eiland dat ligt tussen de Lek in het zuiden en het Amsterdam-Rijnkanaal in het noorden. Midden in het projectgebied ligt het dorp Schalkwijk.

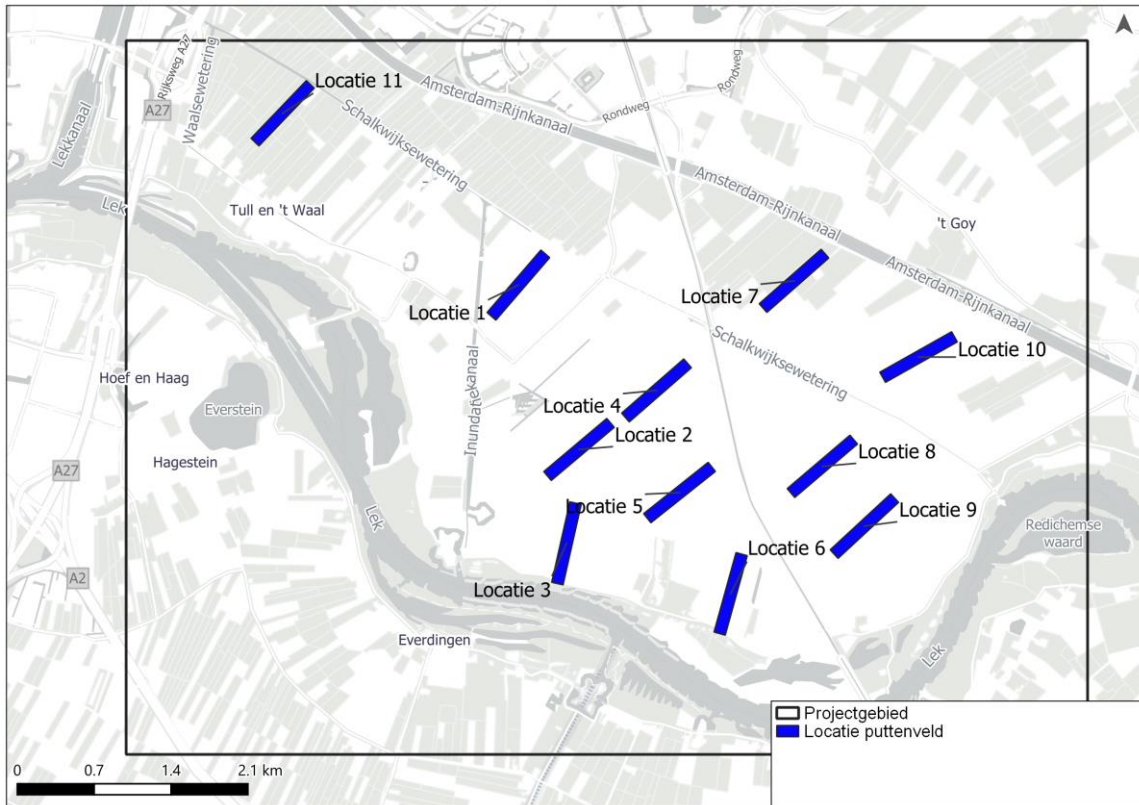
In het projectgebied ligt een spoorlijn tussen Houten en Culemborg. Daarnaast is het Eiland van Schalkwijk onderdeel geweest van de Nieuwe Hollandse Waterlinie, een militaire linie.

Afbeelding 2.1 Projectgebied



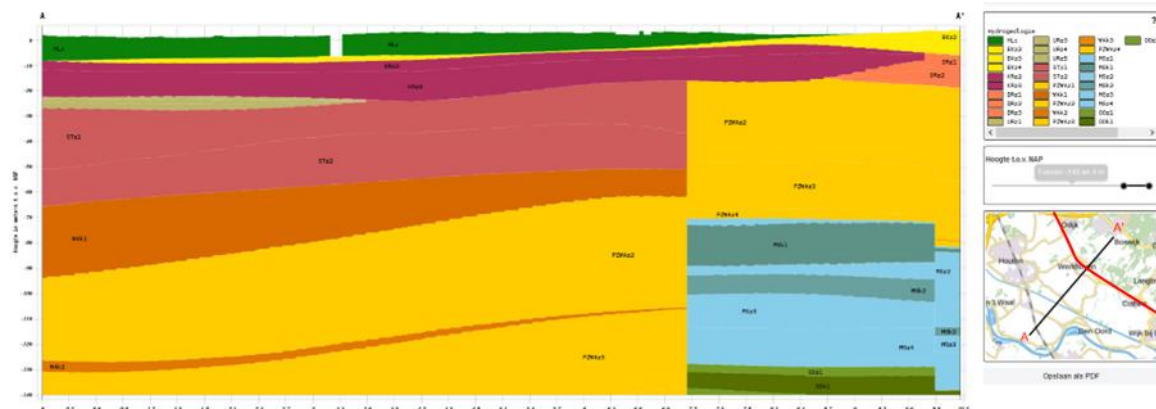
Op het Eiland van Schalkwijk is een winning voorzien van circa 7 miljoen m³. De precieze locatie voor de winning moet nog nader bepaald worden. In eerste instantie zijn hiervoor 11 locaties vergeleken. Afbeelding 2.2 geeft de locatie hiervan. De winning is beoogd op een diepte van ongeveer NAP -100 m tot -120 m.

Afbeelding 2.2 Locaties van winningen die worden vergeleken in de modelstudie



In overleg met Vitens is de ligging van tien potentiële winlocaties vastgesteld (zie bijlage I). De elfde te onderzoeken locatie betreft een uitbreiding van de bestaande locatie Tull en 't Waal.

Afbeelding 3.2 Doorsnede van zuidwest naar noordoost uit REGIS II v2.2 [ref. 9]. Een inschatting van de locatie van de breuk is weergegeven met de rode lijn



De deklaag bestaat uit een combinatie van klei en veen. In deze deklaag zijn riviergeulen aanwezig. afbeelding 3.3 geeft een eerste beeld van de deklaag. De onderzijde van de deklaag ligt volgens GeoTOP rond NAP -6 m.

Afbeelding 3.3 Doorsnede projectgebied uit GeoTOP [ref. 10]

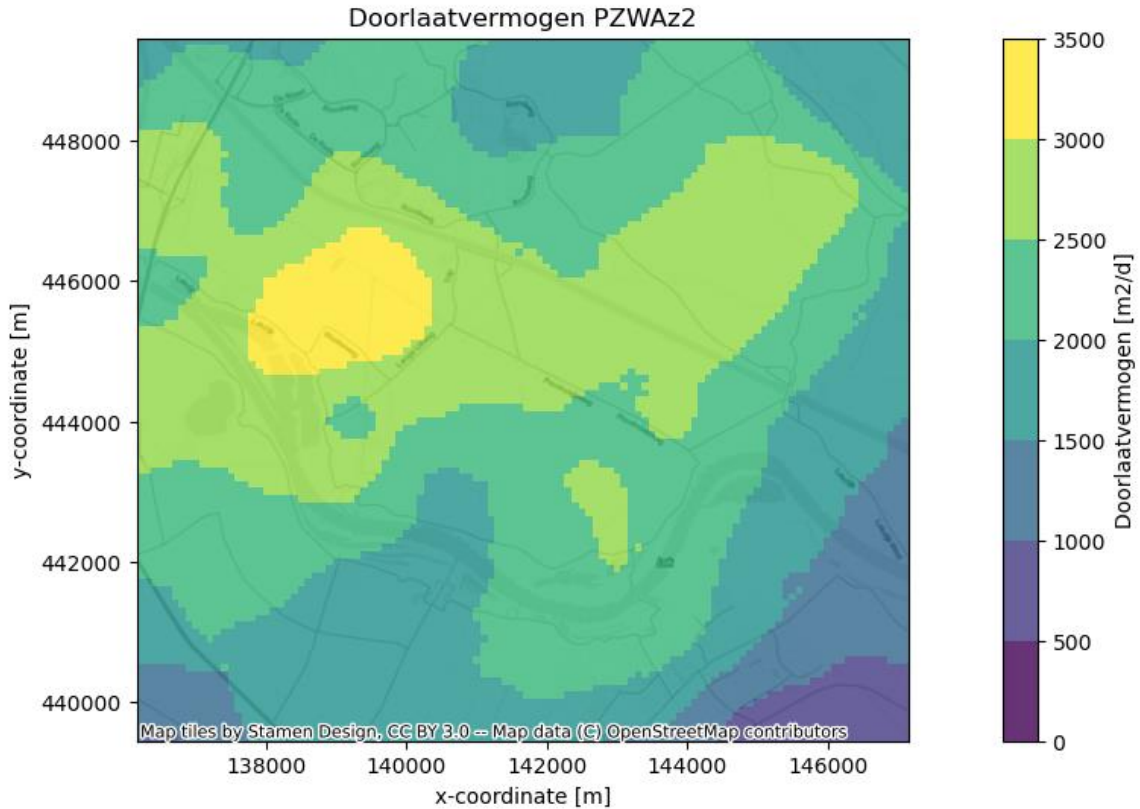


Horizontale verbreiding 2^{de} watervoerende pakket (WVP)

Binnen deze studie wordt een winning uit het 2^{de} watervoerend pakket beschouwd. Voor een vlakdekkend beeld van de bodemopbouw is daarom gekeken naar het 2^{de} watervoerend pakket en de omliggende afsluitende lagen. Deze lagen zijn PZWaz2 (formatie van Peize en van Waalre, 2e zandige eenheid), WAK1 (formatie van Waalre, 1e kleiige eenheid) en WAK2 (formatie van Waalre, 2e kleiige eenheid).

Afbeelding 3.4 laat het doorlaatvermogen van het 2^{de} watervoerend pakket zien. Het watervoerend pakket heeft bij het Eiland van Schalkwijk een doorlaatvermogen van 2.000 - 3.500 m²/d. Ten westen van het gebied is het doorlaatvermogen groter, terwijl dit afneemt richting het zuiden. Het 2^{de} watervoerend pakket is binnen het zoekgebied overall aanwezig.

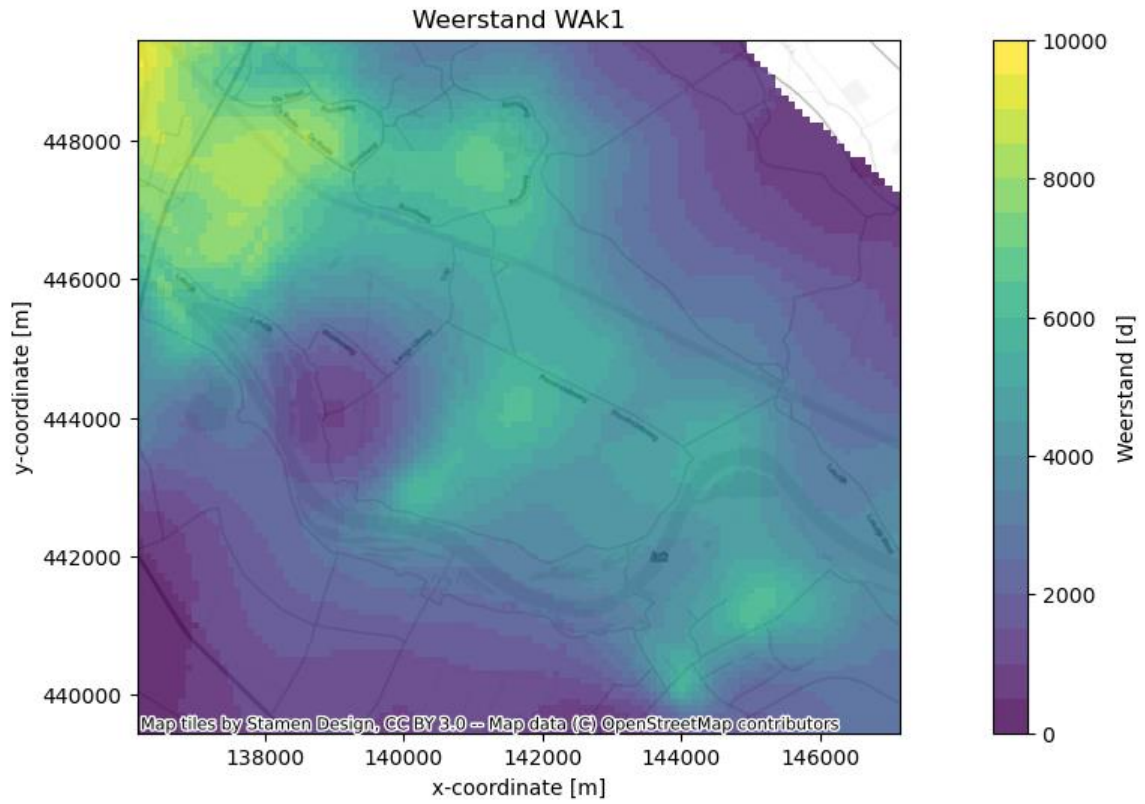
Afbeelding 3.4 Doorlaatvermogen van het 2^{de} watervoerend pakket



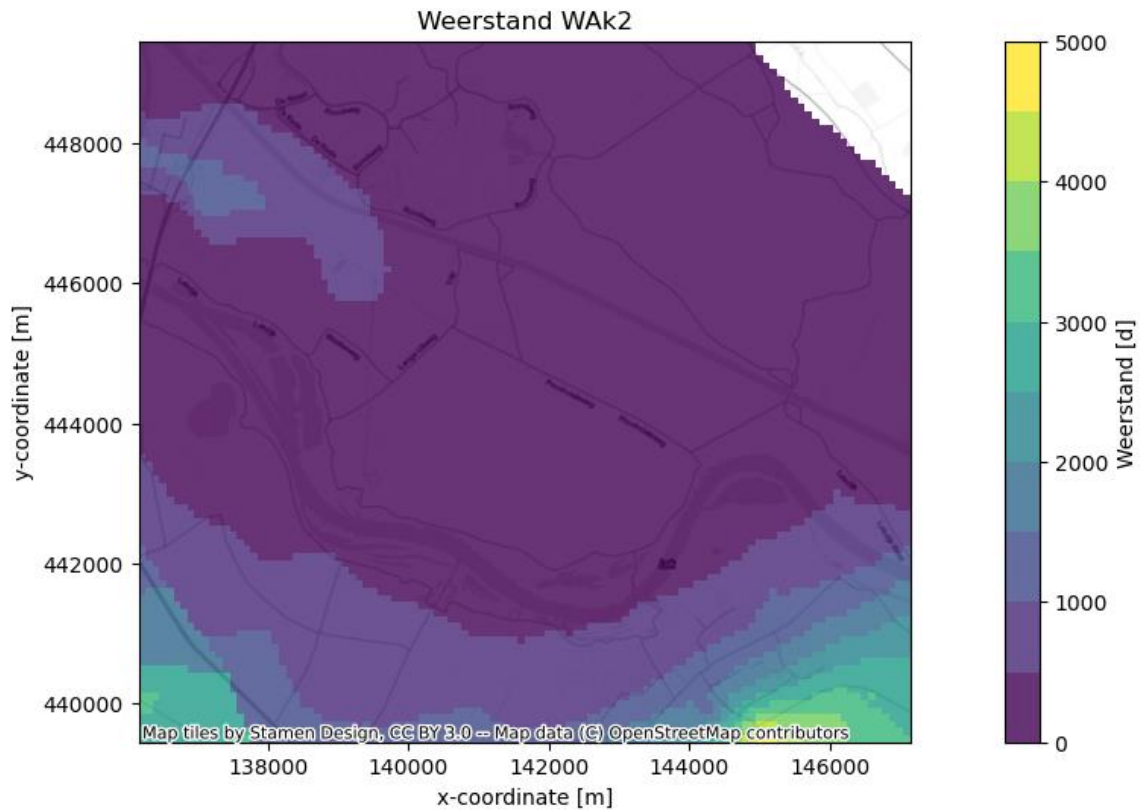
Het vlakdekkende beeld voor de weerstandbiedende lagen boven en onder het 2^d watervoerend pakket is gegeven in afbeelding 3.5 en afbeelding 3.6. Nabij de Honswijkerplas, in het westen van het gebied, lijkt er een gat te zitten in de 1^{ste} kleiige eenheid van de formatie van Waalre. Ten noordoosten van het gebied lijkt de Waalreklei volledig afwezig. Bij het Eiland van Schalkwijk is de 1^{ste} kleiige eenheid van de formatie van Waalre wel aanwezig. De weerstand is hier groter dan 2.000 dagen.

De weerstand van de 2^{de} kleiige eenheid van de Waalreklei is in het hele projectgebied tussen de 0 en 500 dagen. Ten zuiden van het projectgebied is de weerstand hoger.

Afbeelding 3.5 Weerstand 1^{ste} kleiige eenheid formatie van Waalre (breuk aangeven)



Afbeelding 3.6 Weerstand 2^{de} kleiige eenheid formatie van Waalre

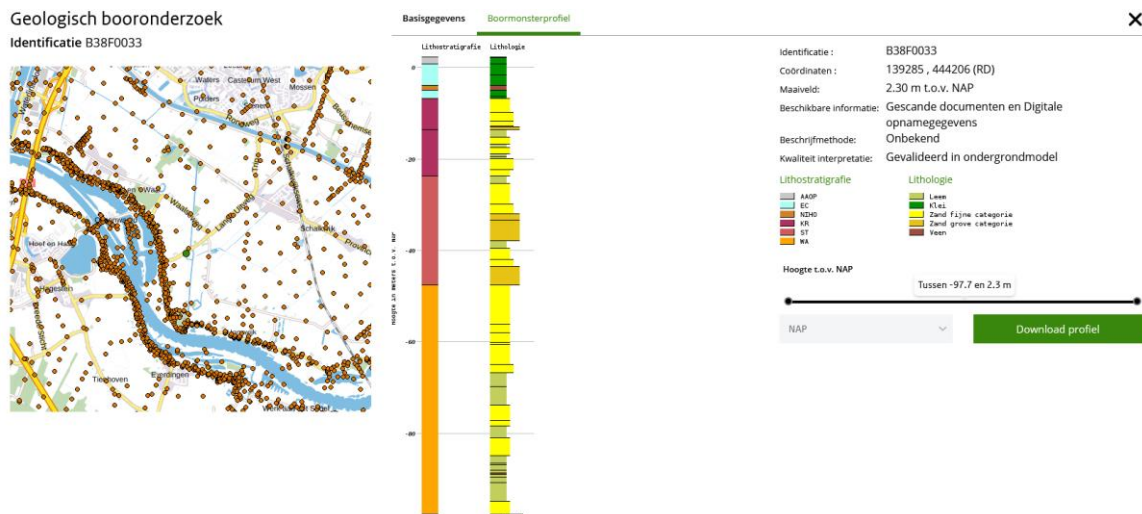


3.1.2 Boringen

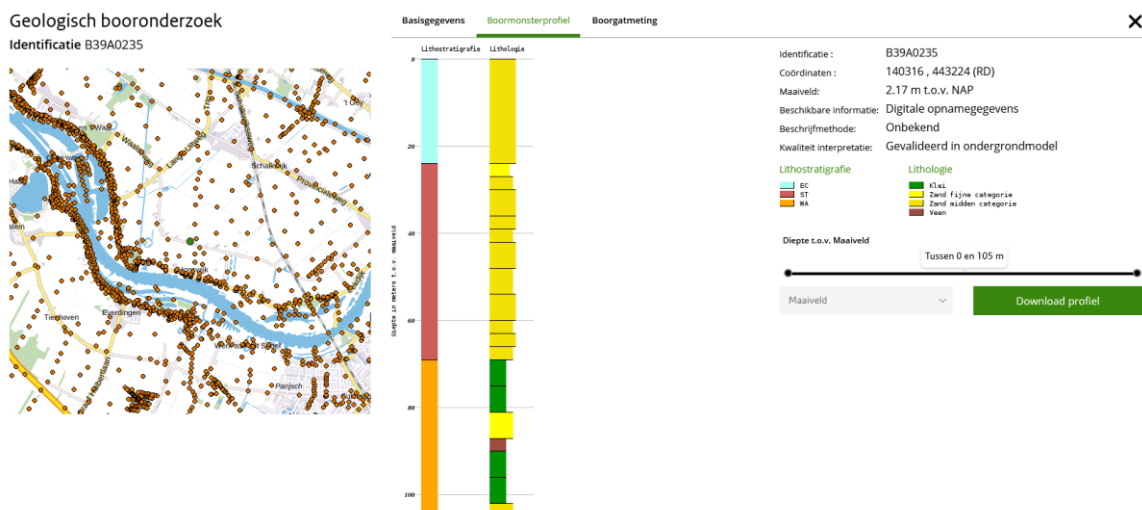
Afbeelding 3.7 en afbeelding 3.8 geven 2 boringen in het projectgebied weer. Deze boringen lopen tot de 1^{ste} zandige eenheid van de formatie van Peize en Waalre. Uit deze boring blijkt dat er bij de Honswijkerplas inderdaad geen dikke scheidende laag aanwezig is tussen het 1^{ste} en 2^{de} watervoerend pakket. Deze boring is een puls boring uit 1904. In de 2^{de} boring is wel een dikke kleilaag aanwezig. Deze laag heeft een dikte van ruim 20 m. Binnen deze laag is wel een tussenzandlaag aanwezig.

Vanwege de afwijkende resultaten van boring B38F0033 is er gekeken naar diepe boringen in de omgeving die rond dezelfde tijd zijn uitgevoerd. Hieruit volgt dat er in enkele puls boringen uit het begin van de 20^{ste} eeuw wel klei aanwezig is. De afwezigheid van klei lijkt dus geen gevolg te zijn van de boormethode. De boorprofielen zijn weergegeven in bijlage I.

Afbeelding 3.7 Boring nabij Honswijkerplas



Afbeelding 3.8 Boorprofiel Eiland van Schalkwijk



3.2 Grondwater

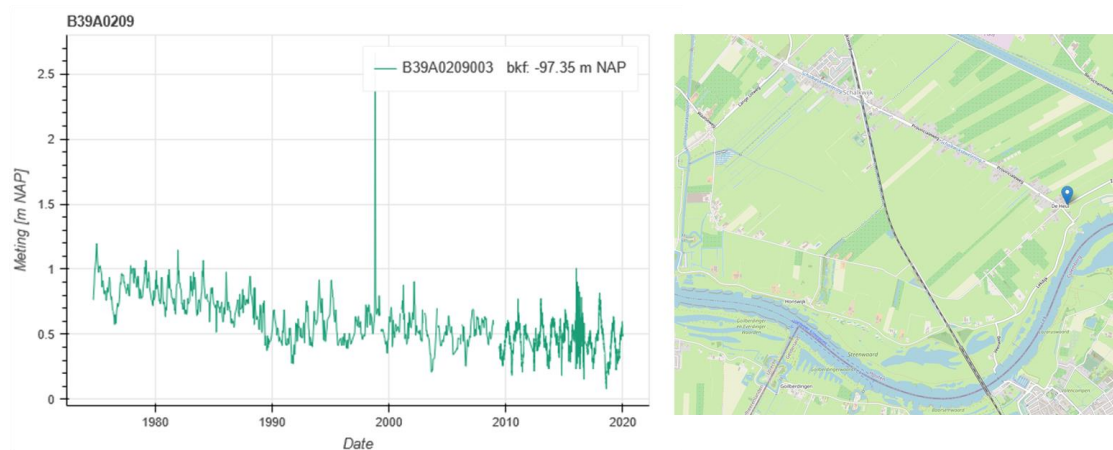
3.2.1 Isohypsens tweede watervoerend pakket

Op DINOloket is 1 meting aanwezig van de stijghoogte in het 2^{de} watervoerend pakket. Deze meting bevindt zich in het oosten van het projectgebied, nabij de Heulse Waard. De meetreeks die hoort bij deze peilbuis, is weergegeven in afbeelding 3.9. Op deze locatie worden waarden gemeten tussen NAP +0,00 m en NAP +1,20 m. De waarde boven NAP +2,50 m wordt gezien als uitschieter en is daarom niet meegenomen.

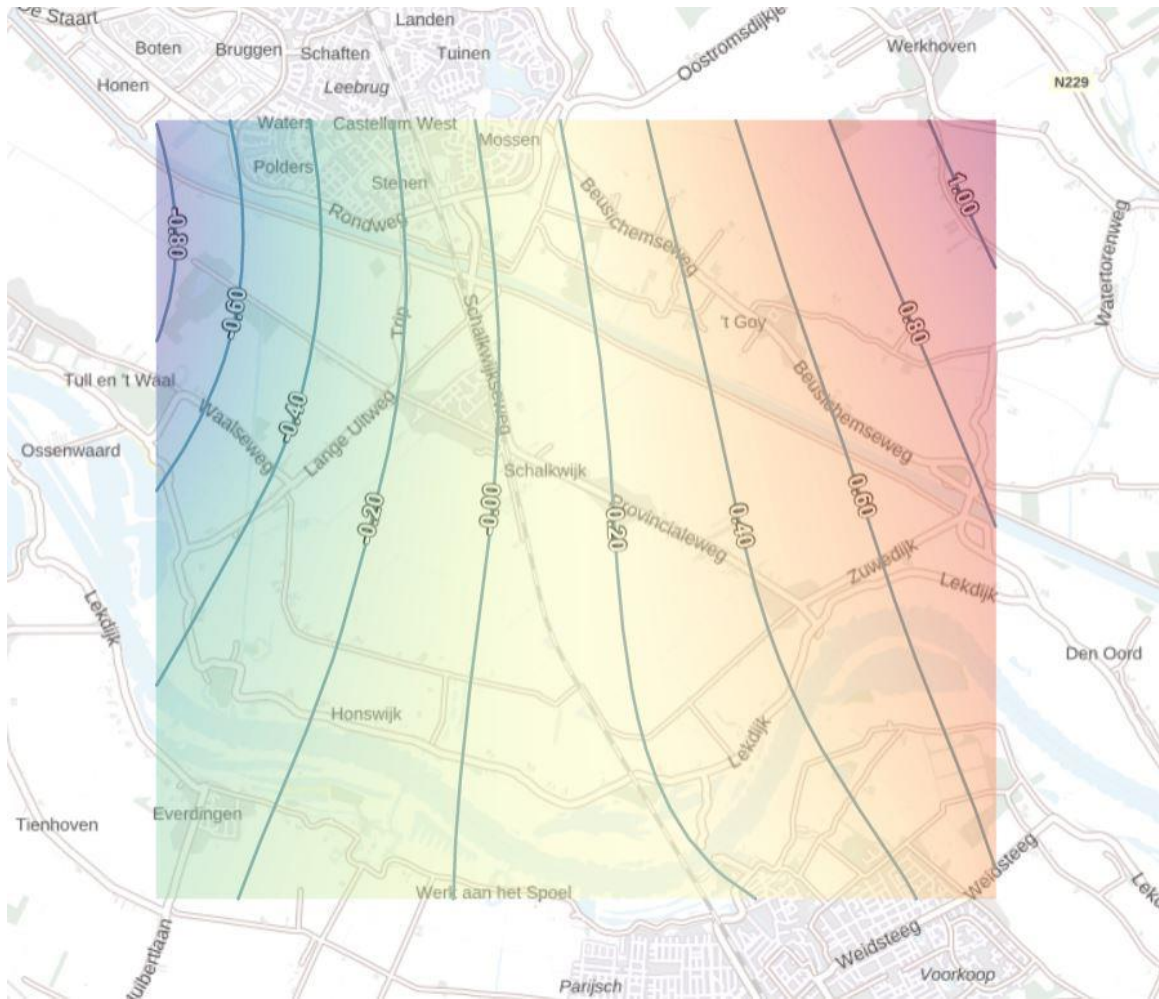
Op DINOloket en het dataportaal van Vitens [ref. 11] zijn aanvullend metingen beschikbaar van hoger gelegen watervoerende pakketten. Omdat de winning dieper gaat zijn, zijn deze niet weergegeven.

Afbeelding 3.10 laat globaal de isohypsens in het tweede watervoerend pakket zien. Hieruit volgt dat de grondwaterstroming in het 2^{de} watervoerend pakket globaal is gericht van oost naar west.

Afbeelding 3.9 Stijghoogtes in het 2^{de} watervoerend pakket [ref. 3]



Abbeelding 3.10 Isohypsens 2^{de} WVP (Peize/Waalre) [ref. 2]



3.2.2 Winningen in omgeving

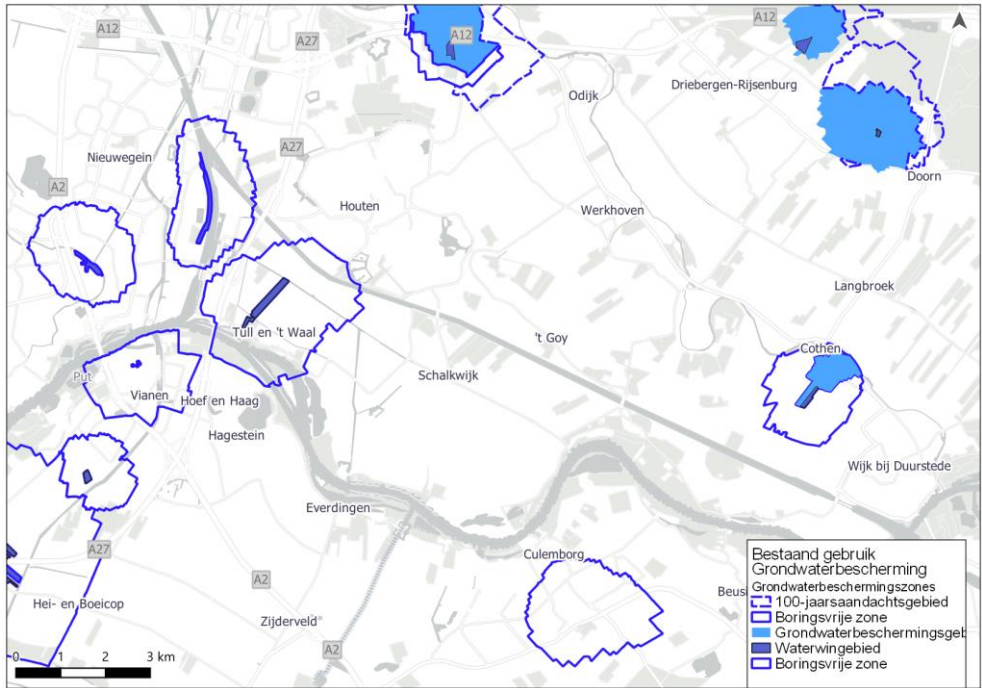
De bestaande winningen in de omgeving zijn weergegeven in afbeelding 3.11. Nabij het projectgebied zijn 3 bestaande winningen. Deze winningen zijn aanwezig bij Tull en 't Waal, Cothen en Culemborg. De vergunde debieten voor de verschillende winningen zijn weergegeven in tabel 3.1.

De bestaande winningen zijn aanwezig in het 2^{de} watervoerend pakket. Er is een boringsvrije zone vastgesteld, met daarnaast bij de winning een (kleiner) grondwaterbeschermingsgebied.

Tabel 3.1 Vergunde debieten van bestaande winningen in de omgeving van Schalkwijk

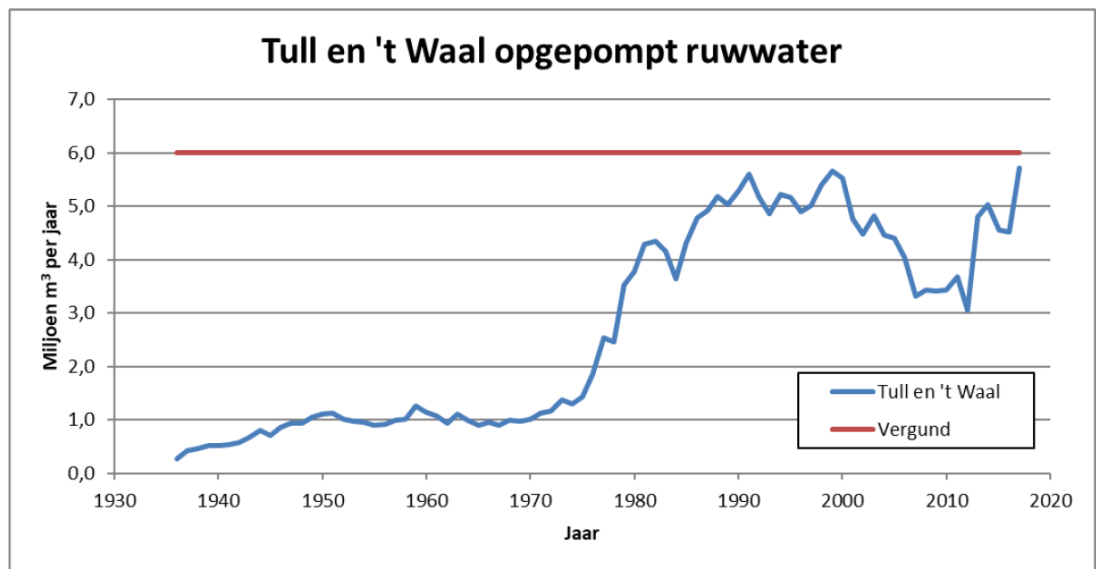
Winning	Vergund debiet [miljoen m ³]	Onttrekkingsdiepte
Culemborg	2,0 [ref. 1]	WVP 3 (PZWAz4)
Cothen	3,0 [ref. 5]	WVP 2 en WVP 3 (PZWAz2, PZWAz3, PZWAz4)
Tull en 't Waal	6,0 [ref. 6]	WVP 2 en WVP 3 (PZWAz2, PZWAz3, PZWAz4)

Afbeelding 3.11 Boringsvrije zones met grondwaterbeschermingsgebieden voor winningen nabij Schalkwijk



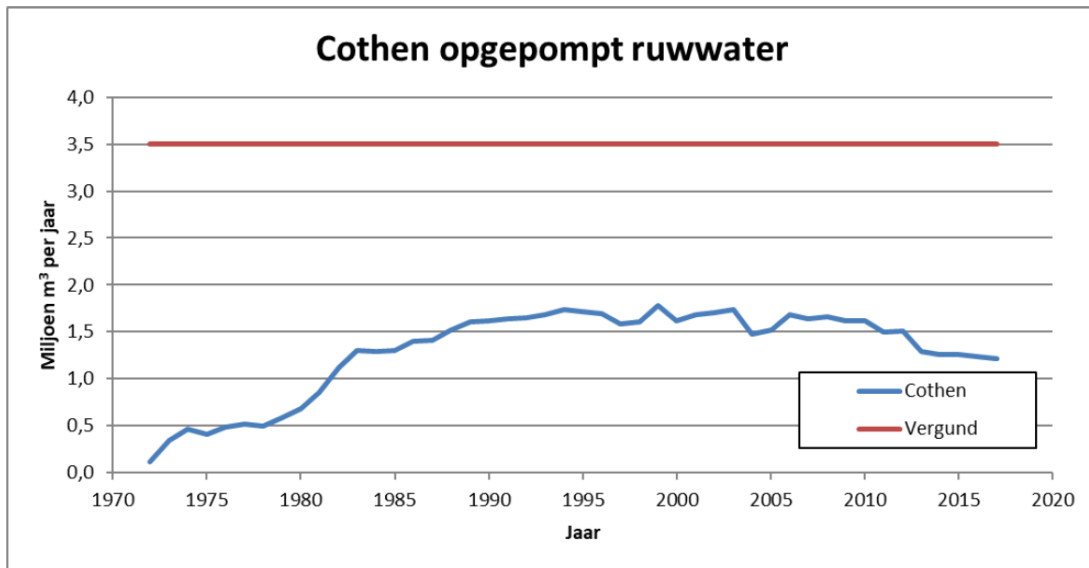
Voor Tull en 't Waal en Cothen zijn de gepompte debieten door de tijd bekend. Bij Tull en 't Waal wordt sinds halverwege de jaren 30 water gewonnen. Tussen 2000 en 2015 is hier een lager debiet onttrokken dan is vergund, maar in de laatste jaren is de hoeveelheid opgepompt water weer toegenomen. Het verloop van de onttrekking door de tijd is weergegeven in afbeelding 3.12.

Afbeelding 3.12 Opgepompt ruwwater Tull en 't Waal [ref. 6]



Bij Cothen wordt in de afgelopen jaren minder water onttrokken dan het vergunde debiet. Sinds het begin van de winning in 1970 is hier nooit meer dan 2 miljoen m³ onttrokken. Afbeelding 3.13 geeft het verloop van de onttrekking door de tijd weer.

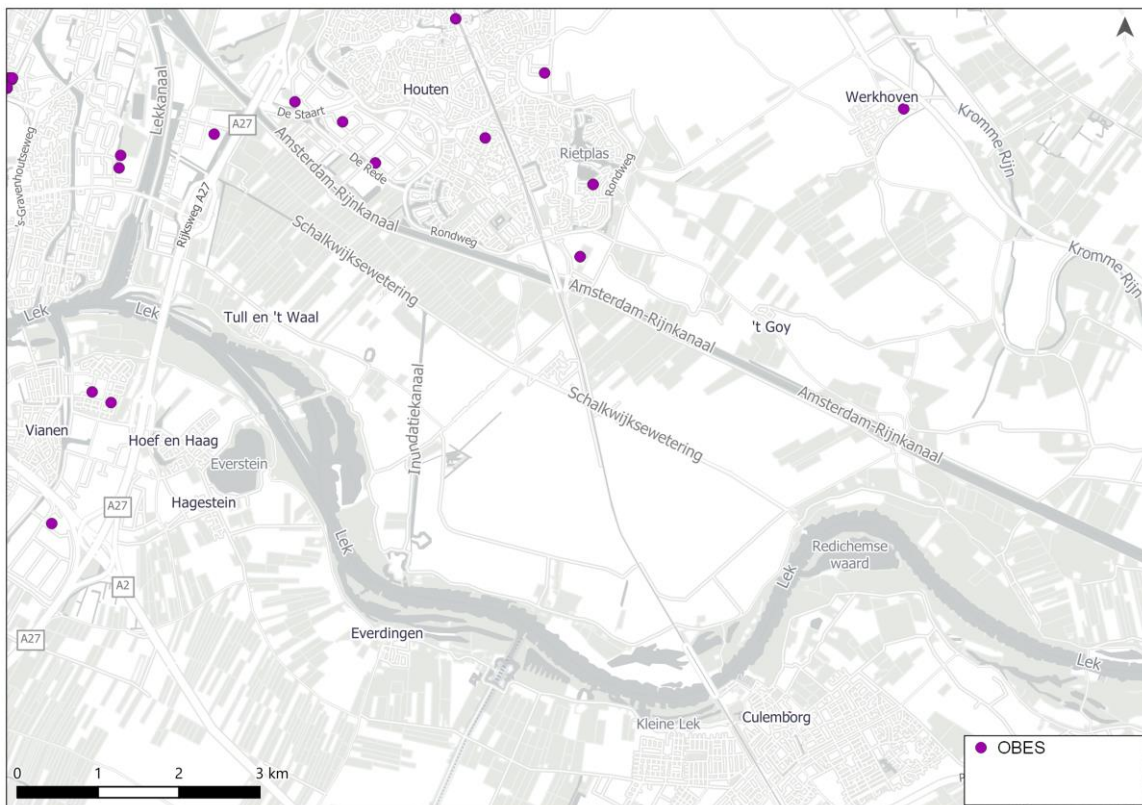
Afbeelding 3.13 Opgepompt ruwwater Cothen [ref. 5]



3.2.3 WKO-installaties

Bekende open bodemenergiesystemen zijn weergegeven in afbeelding 3.14. Nabij het projectgebied zijn enkele open bodemenergiesystemen aanwezig [ref. 16]. Deze bevinden zich voornamelijk in de buurt van Houten. Informatie over mogelijk aanwezige gesloten bodemenergiesystemen is niet meegenomen.

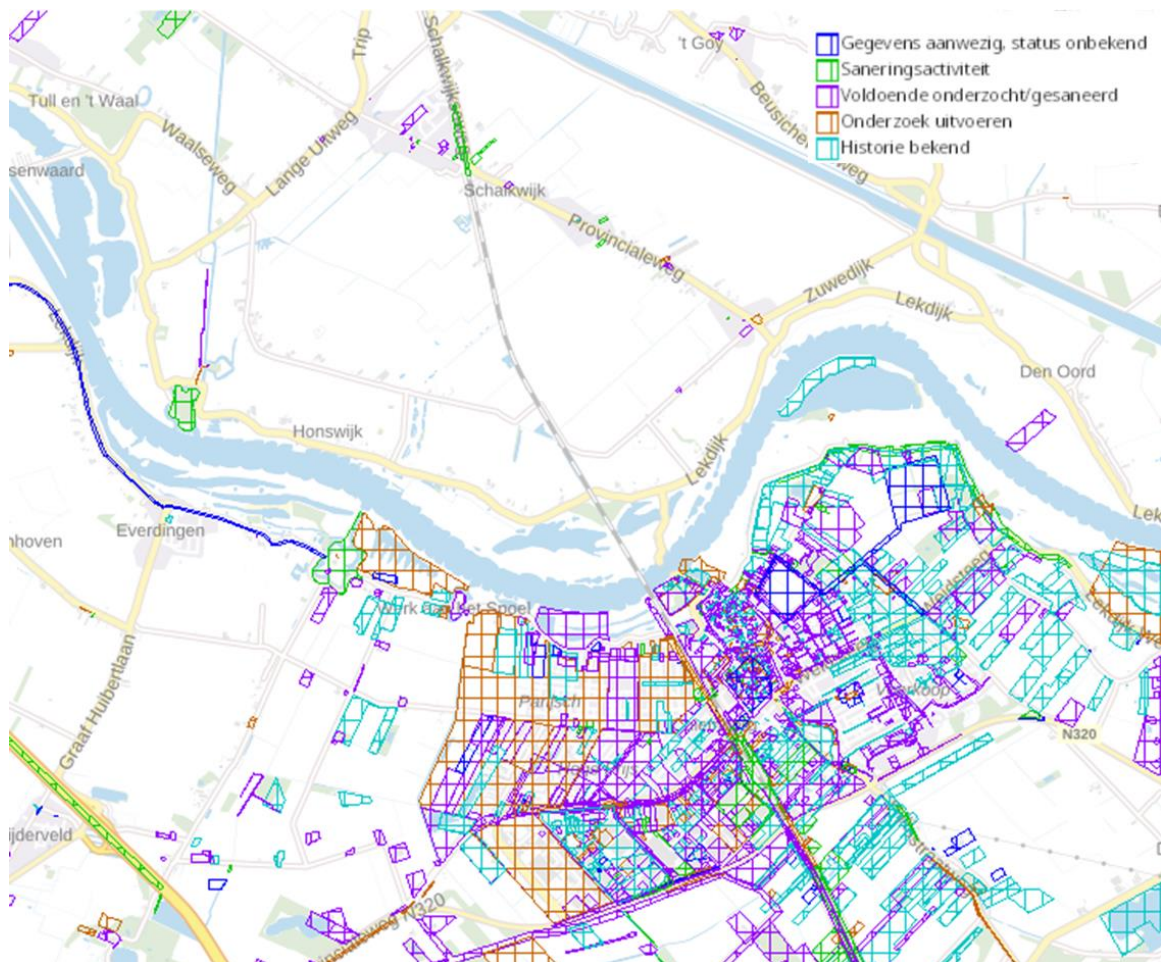
Afbeelding 3.14 Open bodemenergiesystemen rond het projectgebied



3.3 Bodemverontreiniging

Bekende bodemverontreinigingen zijn gegeven in afbeelding 3.15. Binnen het gebied worden enkele saneringsactiviteiten uitgevoerd. Ook zijn er enkele locaties welke al zijn gesaneerd, of waar nader onderzoek benodigd is. Deze locaties liggen voornamelijk bij de provinciale weg.

Afbeelding 3.15 Bekende verontreinigingen bij het Eiland van Schalkwijk [ref. 4]

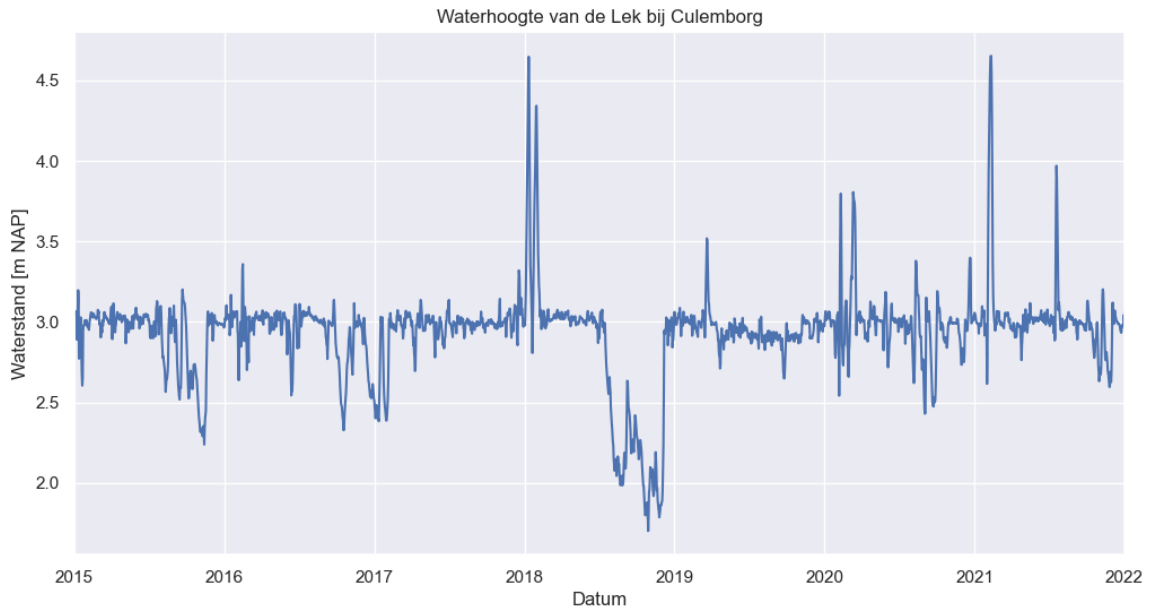


3.4 Oppervlaktewater

3.4.1 Lek

Ten zuiden van het projectgebied stroomt de Lek. De waterhoogte van de Lek bij Culemborg is gegeven in afbeelding 3.16. Over het algemeen is de waterstand van de Lek ongeveer NAP +3,0 m. Tijdens natte en droge periodes kan dit afwijken. Zo zijn er na de droge zomer van 2018 waterstanden gemeten onder NAP +2,0 m. De maximale gemeten waterstand is NAP +4,65 m (binnen de meetperiode in afbeelding 3.13).

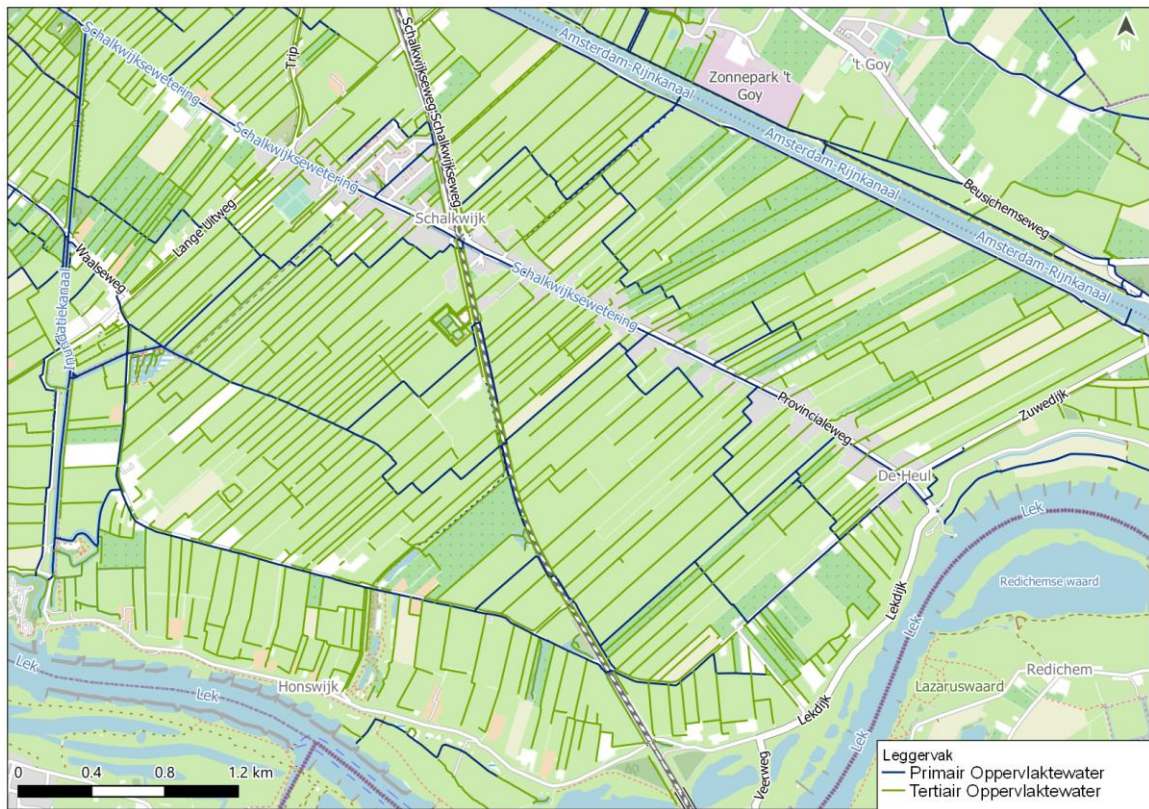
Afbeelding 3.16 Waterstand van de Lek ter hoogte van Culemborg



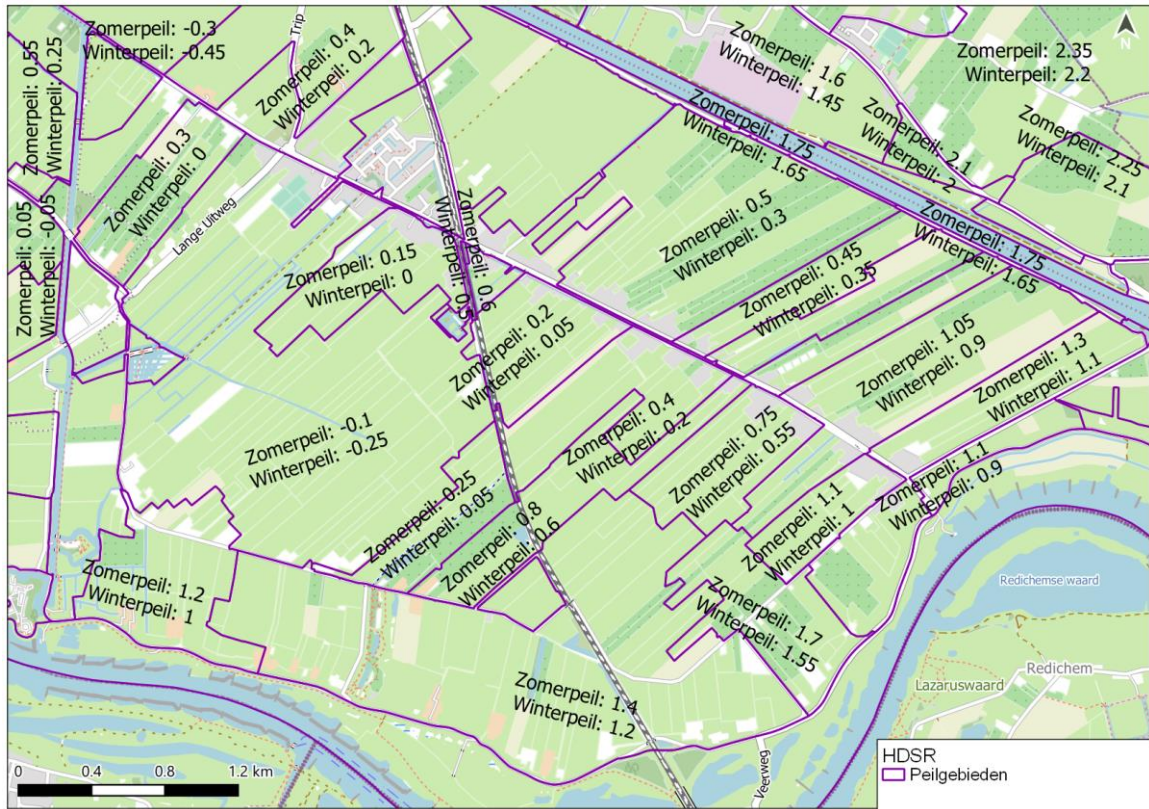
3.4.2 Binnendijks

Het binnendijkse peil wordt beheerd door hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. De watergangen en bijbehorende peilgebieden zijn weergegeven in afbeelding 3.17 en afbeelding 3.18. Het waterpeil binnen het projectgebied varieert van NAP -0,05 m tot NAP +1,70 m.

Afbeelding 3.17 Oppervlaktewater binnen het projectgebied



Afbeelding 3.18 Peilgebieden binnen het projectgebied



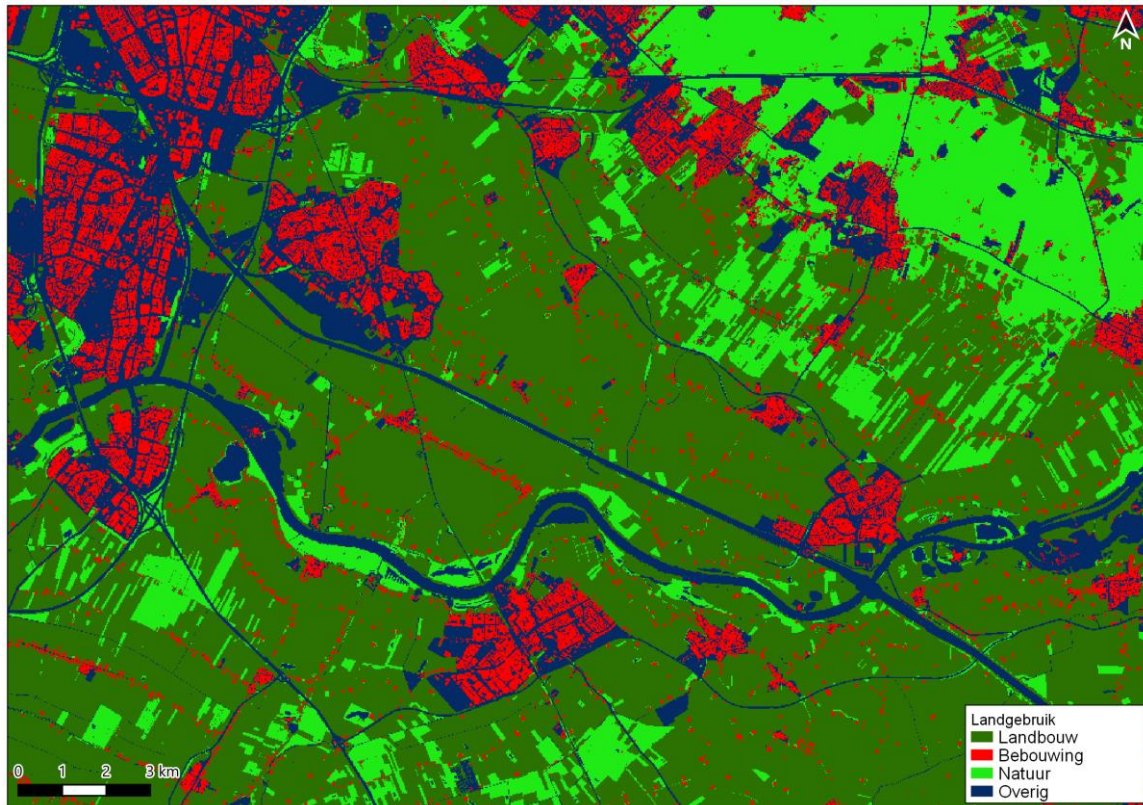
3.5 Landgebruik

Het landgebruik in het gebied is bepaald aan de hand van LGN6 [ref. 15]. Het landgebruik in het gebied is weergegeven in afbeelding 3.19.

LGN6 bestaat uit 39 landgebruikstypen. Deze landgebruikstypen zijn aan de hand van een omzettabel omgezet naar de klassen landbouw, bebouwing, natuur en overig. De bijbehorende omzettabel die is gebruikt is te vinden in bijlage II.

Uit het landgebruik volgt dat het gebied voornamelijk bestaat uit agrarische percelen. Ten noordoosten van het gebied is veel natuur aanwezig, terwijl ten noordwesten van het gebied voornamelijk stedelijk gebied is.

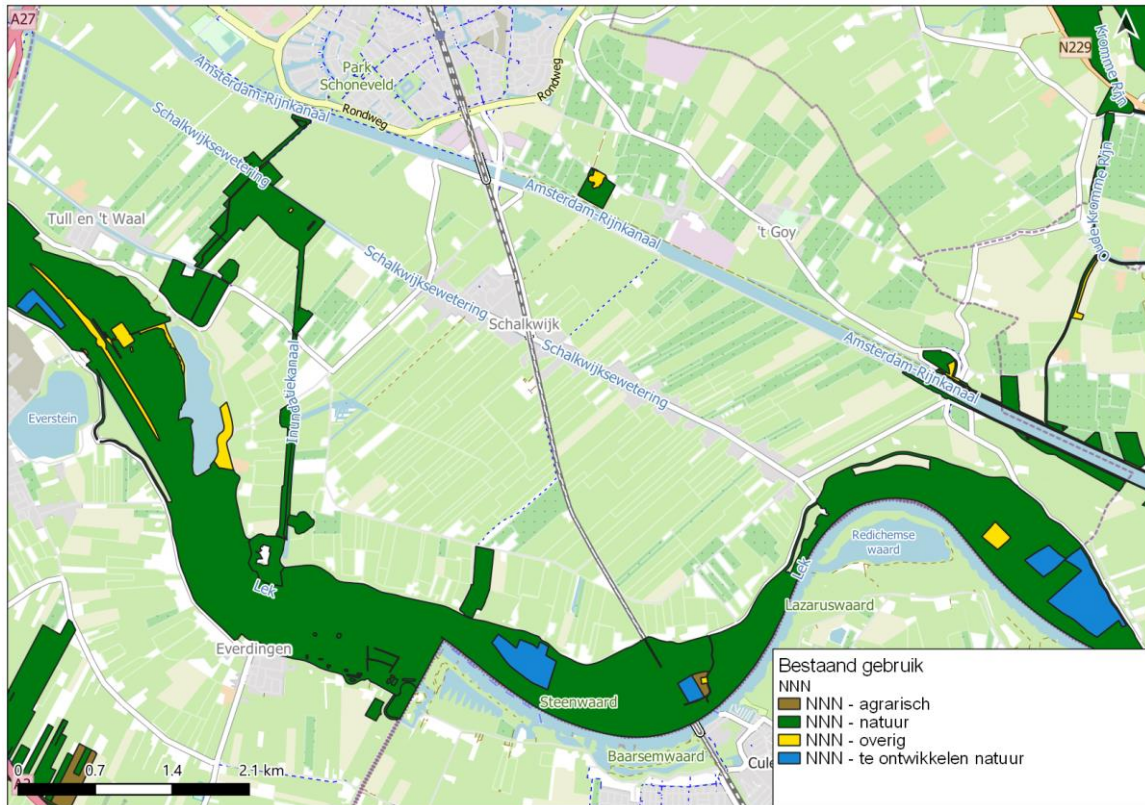
Afbeelding 3.19 Landgebruikstypen bij het Eiland van Schalkwijk



3.5.1 Natuurgebieden

De gebieden uit Natuurnetwerk Nederland zijn weergegeven in afbeelding 3.20. De gebieden van het Natuurnetwerk bevinden zich voornamelijk aan de randen van het projectgebied bij de Lek. Binnen het gebied is er rond het inundatiekanaal ook nog een gebied onderdeel van Natuurnetwerk Nederland.

Afbeelding 3.20 Natuurnetwerk Nederland bij het Eiland van Schalkwijk [ref. 7]



3.5.2 UNESCO werelderfgoed

Het Eiland van Schalkwijk is onderdeel geweest van de Hollandse Waterlinie (zie afbeelding 3.21). De Hollandse Waterlinie is UNESCO-werelderfgoed.

4

GEOHYDROLOGISCHE MODELLERING

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk bespreken we de opzet van de geohydrologische modellering. Eerst gaan we in op het model dat gebruikt wordt voor de modellering. Daarna zijn de wijzigingen en verfijningen die zijn toegevoegd besproken.

4.2 Grondwatermodel

Voor de geohydrologische modellering is gebruik gemaakt van MORIA v4.5.2020 [ref. 12]. MORIA is een regionaal grondwatermodel voor het rivierengebied.

MORIA is opgedeeld in 19 modellaagen. Deze lagen zijn gebaseerd op REGIS II v2.2. De precieze lagenindeling is gegeven in afbeelding 4.1.

Afbeelding 4.1 MORIA lagenindeling [ref. 13]

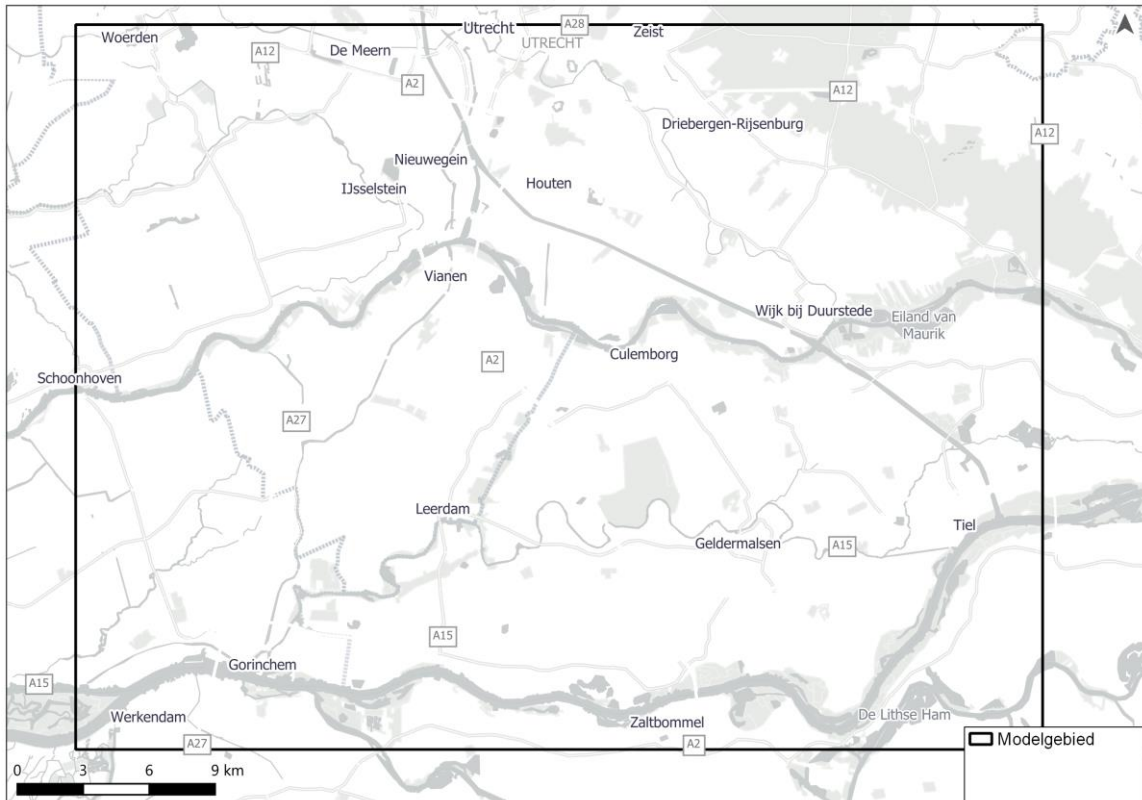
Modellaag	REGIS-formatie
1	HLC (GEOTOP) horizontale doorlatendheid****
2	Pleioz*, bxz2
3	Bxz3
4	Bxz4, krz2, krz3, bez1, bez2, bez3
5	Eez1, eez2, eez3
6	Krz4
7	Krz5, drz1, drz2, drz3, dtcbz**
8	DTC(GEOTOP) horizontale doorlatendheid****
9	Dteoos**, dnz1, urz1, urz2, urz3, urz4, urz5, stz1
10	Stz2, syz1
11	syz2
12	Syz3, syz4, pzwaz1
13	pzwaz2
14	pzwaz3
15	Pzwaz4, msz1
16	msz2
17	Msz3, msc****, msz4, kiz1
18	Kiz2, kiz3, kiz4, kiz5, ooz1
19	Ooz2, ooc, brz1

Het model wordt stationair doorgerekend met een celgrootte van 25 bij 25 m.

4.2.1 Modelgebied

Het modelgebied dat wordt gebruikt voor de berekeningen is weergegeven in afbeelding 4.2. Het gebied is 44 km van west naar oost en 33 km van zuid naar west. De uitsnede, inclusief aanpassingen, wordt in het vervolg van deze studie het Schalkwijkmodel genoemd.

Afbeelding 4.2 Modelgebied studie Schalkwijk (uitsnede MORIA)



Opgemerkt moet worden dat de meest noordelijke rand van het Schalkwijkmodel overeenkomt met de noordelijke grens van het gehele MORIA-model. Bij de analyse van de effecten van de winning op verschillende locaties worden mogelijke effecten van de ligging van de noordgrens besproken.

4.2.2 Validatie gebruik MORIA

Voor de validatie van het gebruik van MORIA hebben we een aantal elementen beschouwd:

- de huidige winningen;
- het debiet over de randen van het modelgebied;
- breuken in MORIA.

Bestaande winningen

De debieten van de bestaande winningen zijn beschreven in 3.2.2. Deze hebben we vergeleken met de winningen zoals deze zijn geschematiseerd in MORIA. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 4.1. Uit de vergelijking volgt dat de meeste winningen goed zijn geschematiseerd. Het debiet bij de winning bij Tull en 't Waal en bij Cothen is in het model lager dan het vergund debiet. Bij Cothen wordt het vergund

debiet in de voorbije jaren niet gehaald. Bij Tull en 't Waal is dit wel het geval. Het debiet bij Tull en 't Waal is daarom aangepast in het model, zodat bij deze winning 6 miljoen m³ per jaar wordt onttrokken. Het debiet wordt hierbij gelijk verdeeld over de verschillende pompen.

Tabel 4.1 Overzicht winningen en schematisatie in MORIA

Winning	Vergund debiet [miljoen m ³]	Debiet in MORIA [miljoen m ³]	Aangepast debiet in Schalkwijk-model [miljoen m ³]	Onttrekkingsdiepte	Onttrekkingsdiepte in MORIA
Culemborg	2,0 [ref. 14]	1,8	1,8	WVP 3	WVP 3 (laag 15)
Cothen	3,0 [ref. 5]	1,5	1,5	WVP 2 en WVP 3	WVP 2 (laag 13)
Tull en 't Waal	6,0 [ref. 6]	4,0	6,0	WVP 2 en WVP 3	WVP 3 (laag 14)

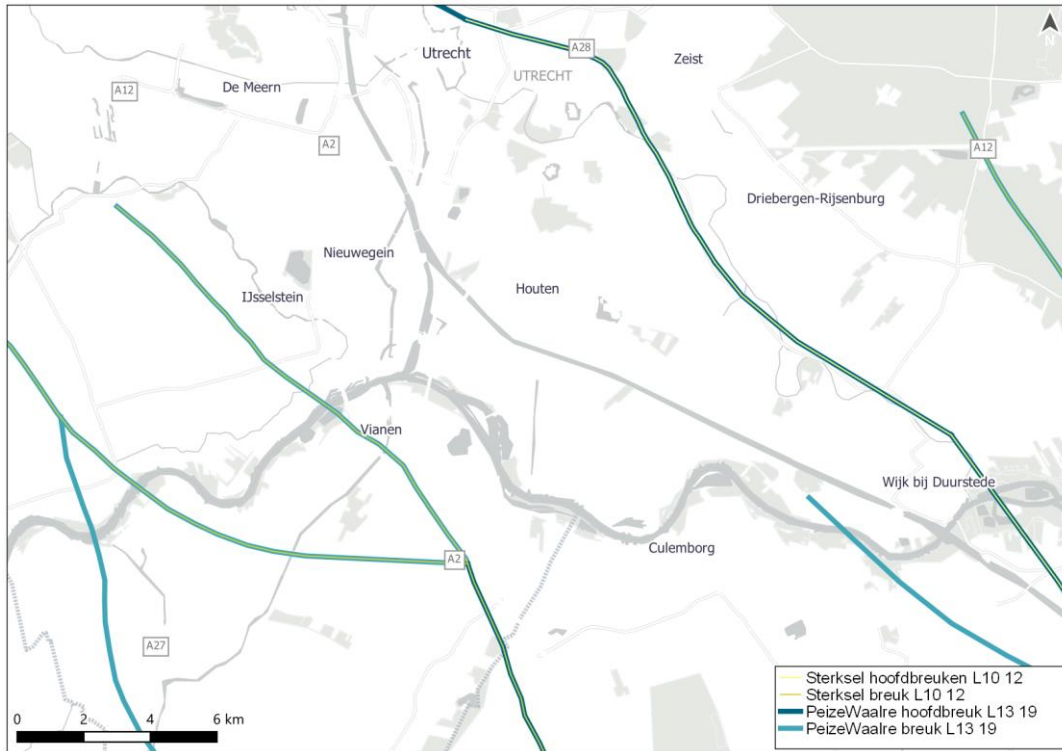
Debiet over de randen

Aangezien het modelgebied redelijk dichtbij de noordrand van het MORIA model ligt, is gekeken hoe het plaatsen van een nieuwe winning het debiet over de rand beïnvloedt. Dit is gedaan door bij de meest noordelijke winning te kijken naar het verschil in debiet over de modelranden in het bepompte pakket. Het model wordt geaccepteerd als er minder dan 5 % verschil optreedt in de flux over de modelrand. In het model is dit verschil maximaal 3,5 %. Er is dus wel enige invloed van de nabijheid van de modelrand op de berekende isohypsen, maar deze invloed is beperkt. Er wordt aanbevolen bij verder onderzoek naar de noordelijke locaties het model naar het noorden toe uit te breiden.

Breuken MORIA

In MORIA is ten noordoosten van het projectgebied een breuk aanwezig. Deze breuk loopt van laag 10 tot laag 19. De breuk in het pakket van Peize en Waalre, welke loopt van laag 13 tot en met laag 19, heeft een weerstand van 1.000 dagen. Deze doorlatendheid heeft als gevolg dat er door deze breuk weinig stroming plaats zal vinden.

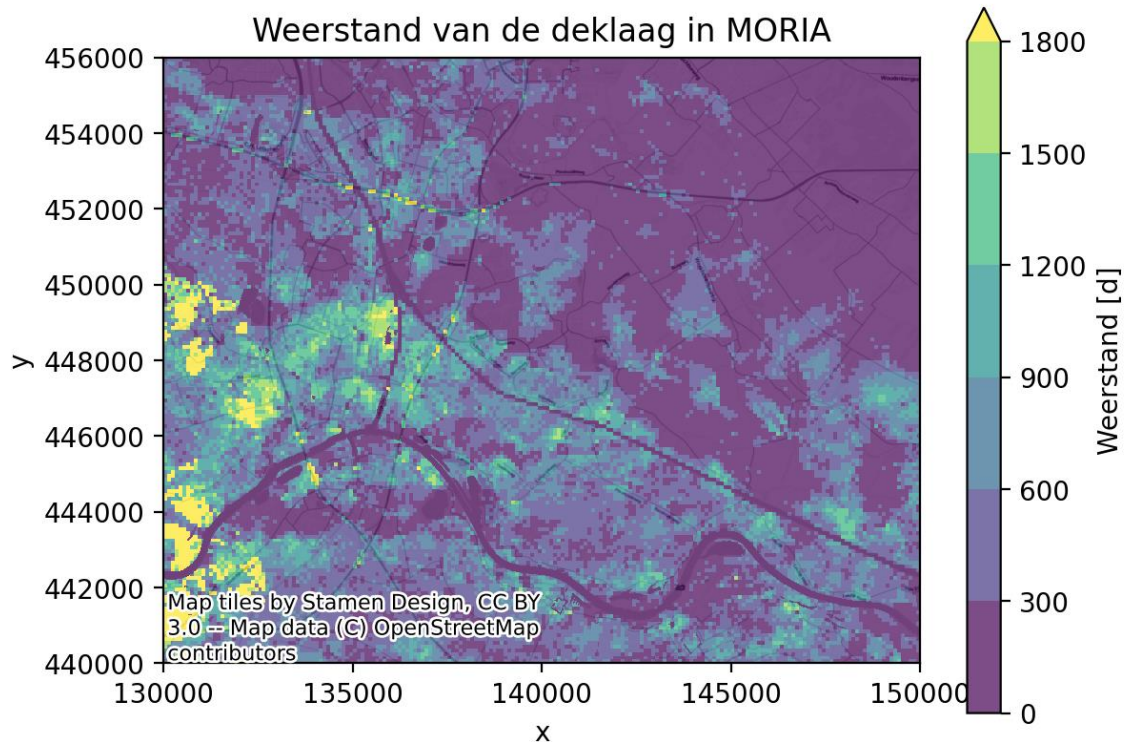
Afbeelding 4.3 Breuken uit MORIA



Weerstand deklaag

Afbeelding 4.4 geeft de weerstand van de holocene deklaag in MORIA weer. MORIA heeft op het eiland van Schalkwijk een weerstand tot 1.200 dagen, met op enkele locaties uitschieters met een hogere weerstand. Ten noorden van het Eiland van Schalkwijk is de deklaagweerstand veel lager. Op de meeste plekken is de weerstand niet hoger dan 300 dagen. Het verschil tussen de weerstand ten zuiden en ten noorden van het Amsterdam-Rijnkanaal is groot. Dit kan invloed hebben op de verlagingen van de freatische grondwaterstand, waar de grootste verlagingen in het noorden worden gemodelleerd.

Afbeelding 4.4 Weerstand van de deklaag in MORIA



4.2.3 Aanpassingen in MORIA

Ten opzichte van versie 4.5.2020 zijn enkele aanpassingen in het model toegepast. In paragraaf 4.2.2 is het aanpassen van de winning bij Tull en 't Waal besproken. Daarnaast zijn losse winningen toegevoegd. Deze winningen zijn eerder weergegeven in hoofdstuk 2.

Per te onderzoeken winlocatie zijn 16 putten toegevoegd, met een totaal debiet van 7 miljoen m³ per jaar. Een uitzondering hierop is locatie 11. Op locatie 11 zijn 11 putten toegevoegd, met een totaal debiet van 3,5 miljoen m³ per jaar. Per winning is een modelscenario doorgerekend.

Voor onderbouwing van winlocaties en aantal putten per winlocatie wordt verwezen naar bijlage III

4.2.4 Stroombaanberekeningen

Stroombanen zijn berekend voor een looptijd van 25 jaar. Voor de achterwaartse stroombaanberekeningen zijn per put 300 stroomlijnen berekend.. Dit is gedaan op 10 verschillende dieptes, met per diepte 30 punten in alle richtingen

De porositeit die is gebruikt voor de stroombaanberekeningen is 0,3.

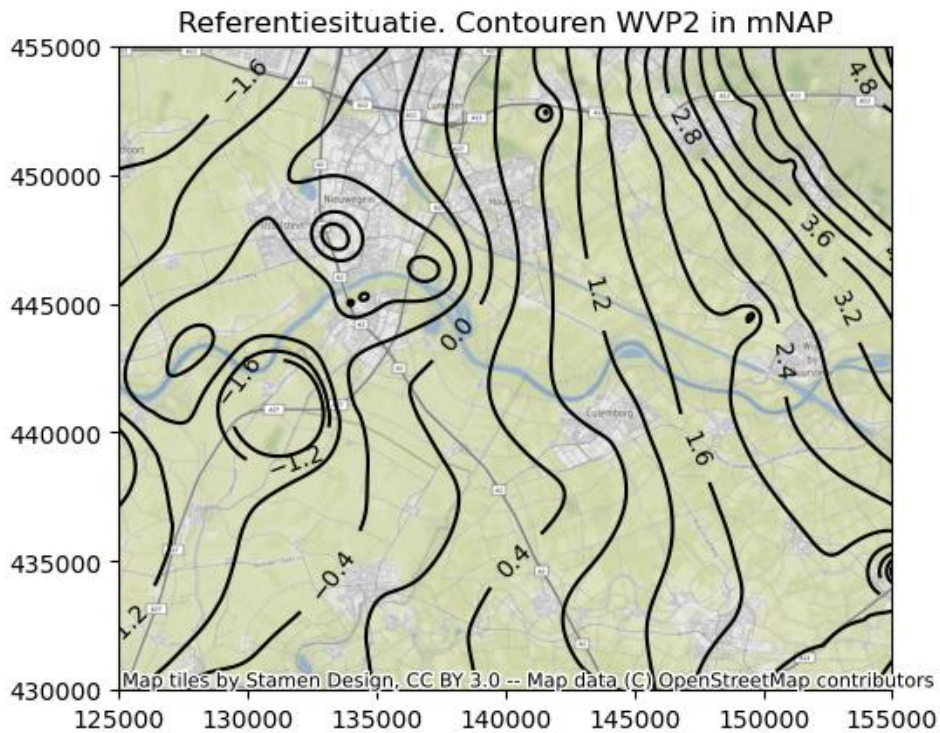
4.3 Referentiesituatie

In dit hoofdstuk wordt de referentiesituatie zoals deze in MORIA aanwezig is besproken

4.3.1 Isohyphen tweede watervoerend pakket

In afbeelding 4.5 zijn de isohyphen van het tweede watervoerend pakket weergegeven voor de huidige situatie. Het stromingsbeeld van oost naar west is vergelijkbaar met het de situatie zoals deze uit paragraaf 3.2.1 volgt. De bestaande winningen komen in MORIA wel duidelijker naar voren. Over het algemeen zijn de berekende stijghoogtes hoger dan de stijghoogtes die in het LHM zijn gevonden.

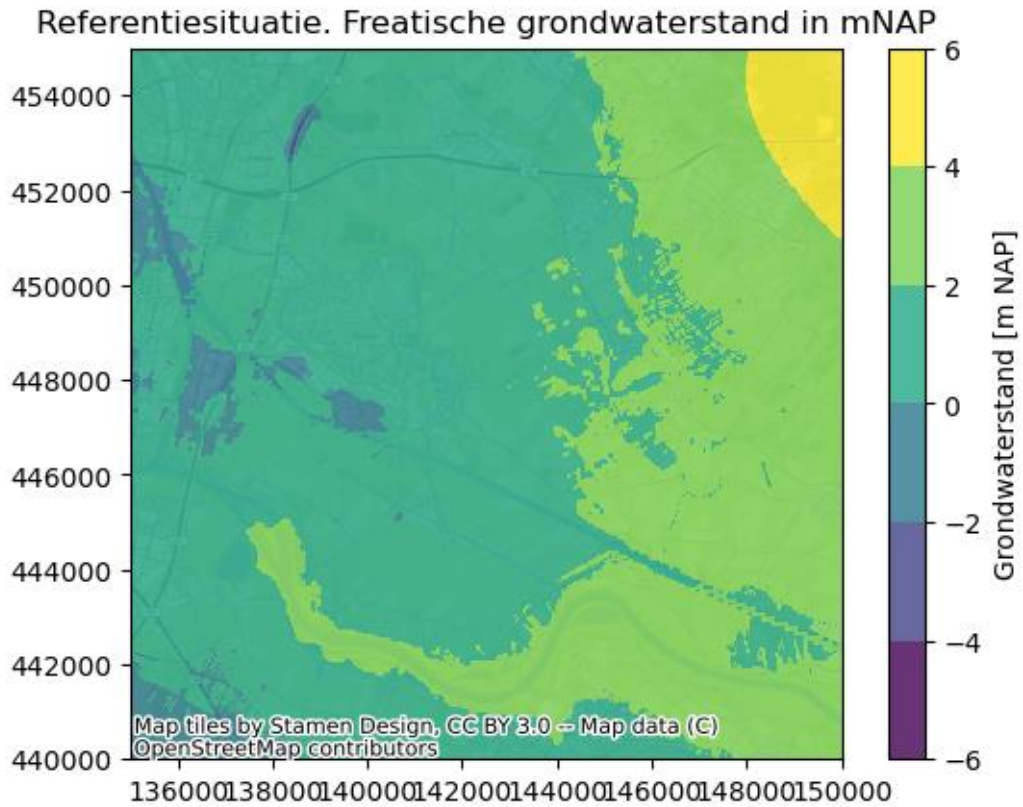
Afbeelding 4.5 Referentiesituatie in het tweede watervoerend pakket



4.3.2 Freatisch grondwater

Afbeelding 4.6 geeft het freatische grondwaterpeil in het modelgebied weer. Hieruit volgt dat de freatische grondwaterstand sterk daalt van oost naar west. Bij het Eiland van Schalkwijk worden grondwaterstanden gemodelleerd tussen NAP +0 m en +2 m.

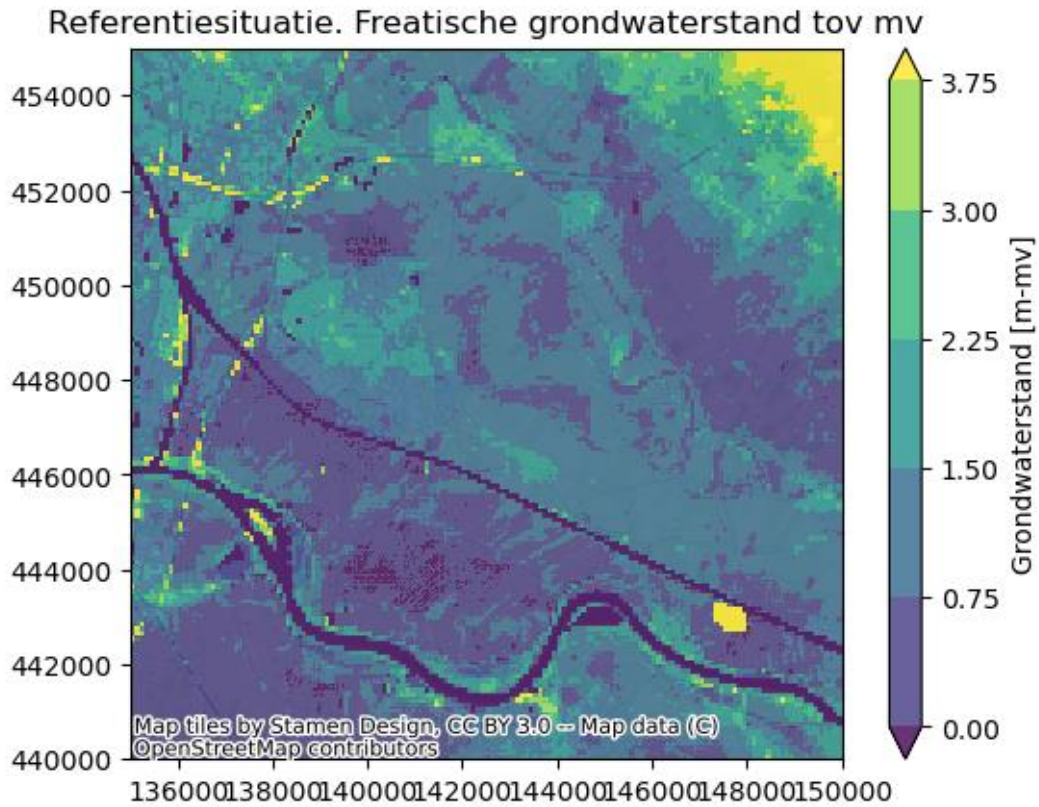
Afbeelding 4.6 Freatische waterpeilen in MORIA



4.3.3 Waterstand ten opzichte van maaiveld

Afbeelding 4.7 laat de gemodelleerde freatische grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld in MORIA zien. Over het algemeen zijn er op het Eiland van Schalkwijk ontwateringsdieptes tot ongeveer 75 cm aanwezig.

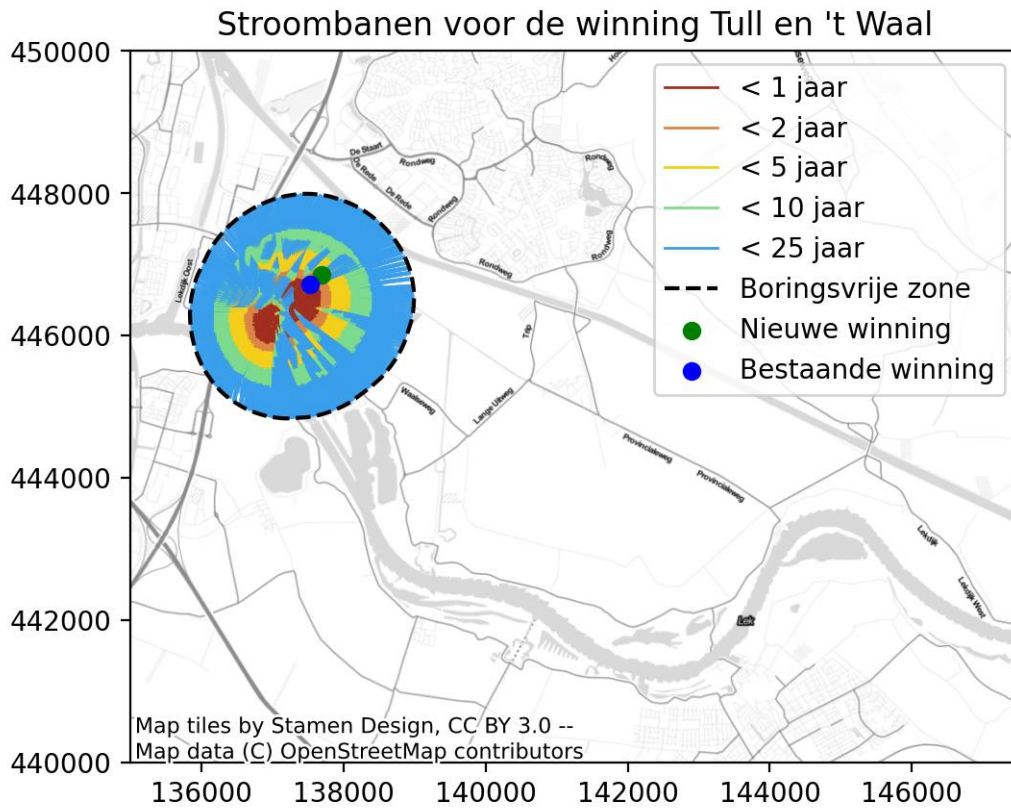
Afbeelding 4.7 Gemodelleerde freatische grondwaterstand ten opzichte van maaiveld



4.3.4 Bestaande boringsvrije zone

Locatie 11 is geplaatst bij de bestaande winning Tull en 't Waal. Op dit moment is hier al een boringsvrije zone aanwezig. Afbeelding 4.8 geeft de gemodelleerde boringsvrije zone weer. Deze komt goed overeen met de bestaande boringsvrije zone, zoals gegeven in paragraaf 3.2.2.

Afbeelding 4.8 Gemodelleerde boringsvrije zone bij bestaande winning Tull en 't Waal met het vergund debiet



5

RESULTATEN

5.1 Inleiding

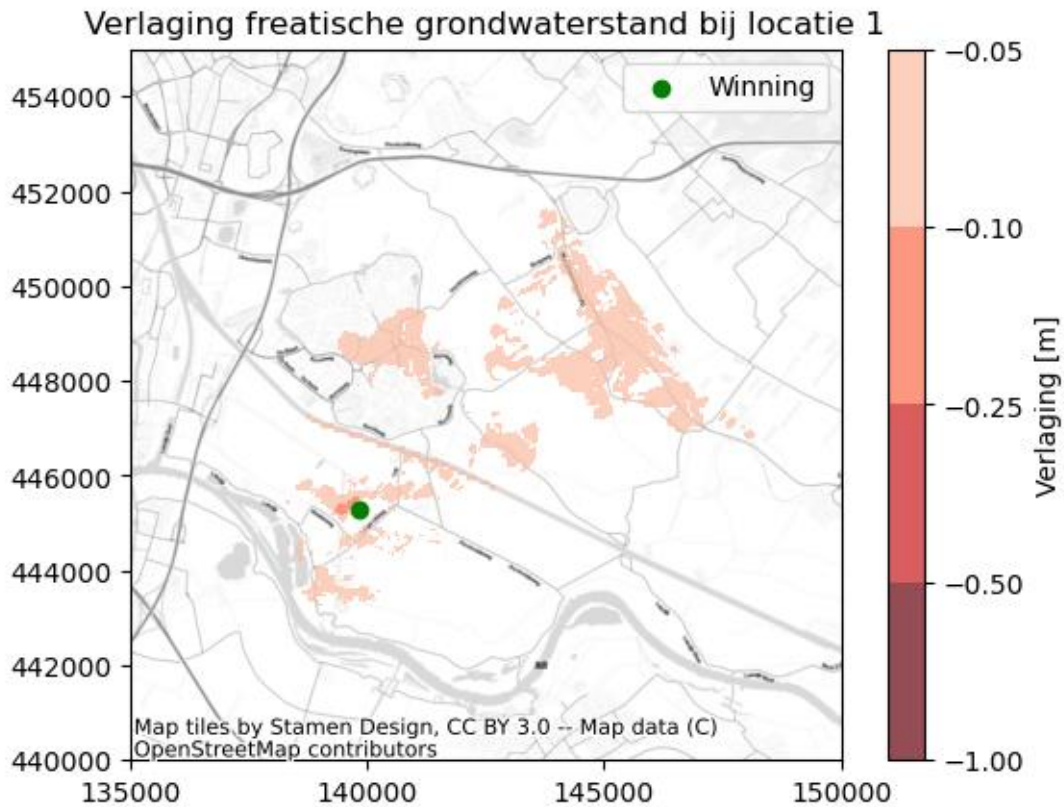
In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de modellering gegeven. Eerst geven we een overzicht van de resultaten, waarna in de opvolgende paragrafen de resultaten per locatie nader zijn toegelicht.

5.2 Locatie 1

5.2.1 Freatische grondwaterstand

Afbeelding 5.1 verbeeldt de verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 1. De grootste verlaging doet zich voor nabij de winning. In het overige gebied is de maximale verlaging 10 cm.

Afbeelding 5.1 Freatische verlagingen bij locatie 1



5.2.2 Tweede watervoerend pakket

De gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 1 is weergegeven in afbeelding 5.2. Ten noordoosten van de winning is het gebied met een verlaging beperkt. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

De verlagingen zijn het grootst nabij de winningen en neemt af naarmate de afstand toeneemt.

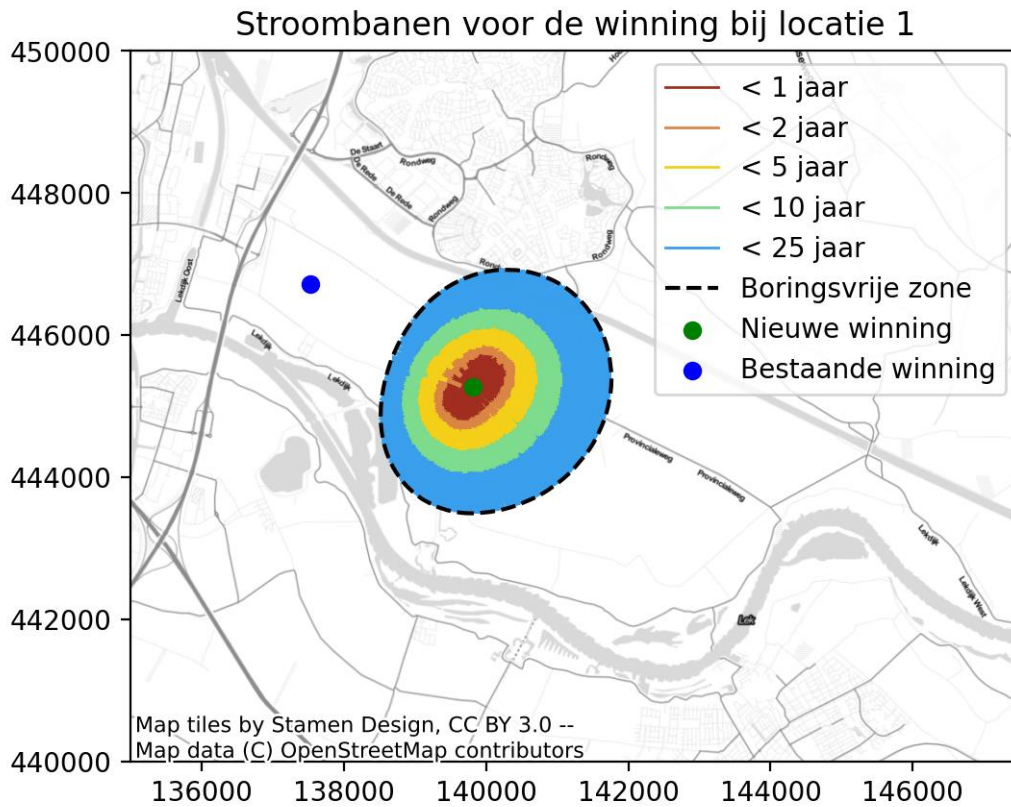
Afbeelding 5.2 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 1



5.2.3 Stroombanen

Afbeelding 5.3 geeft de stroombanen voor locatie 1 weer. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.3 Stroombanen voor locatie 1. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

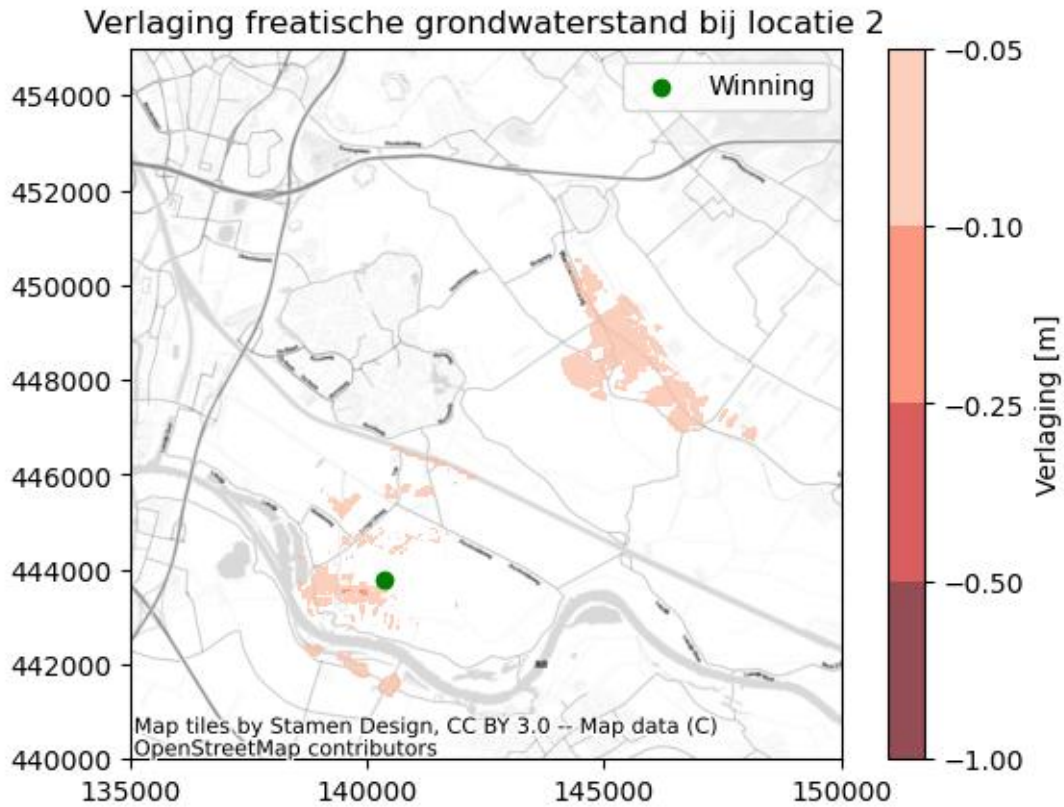


5.3 Locatie 2

5.3.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 2 is gegeven in afbeelding 5.4. De grootste verlaging doet zich voor bij de winning. De maximale gemodelleerde verlaging is hier tot 25 cm. In het overige gebied is de maximale verlaging maximaal 10 cm. Ook ten zuiden van de Lek zijn hier freatische effecten zichtbaar.

Afbeelding 5.4 Freatische verlagingen bij locatie 2



De effecten op het freatisch grondwater die optreden laten duidelijk zien dat de totale weerstand van de kleilagen boven het 2^{de} WVP nabij de locatie en op enige afstand in noordoostelijke aanmerkelijk lager is dan in andere gebieden.

5.3.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.5 geeft de gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 2 weer. Ten noordoosten van de winning is het gebied met een verlaging beperkt. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

De verlagingen zijn het grootst nabij de winningen en neemt af naarmate de afstand toeneemt.

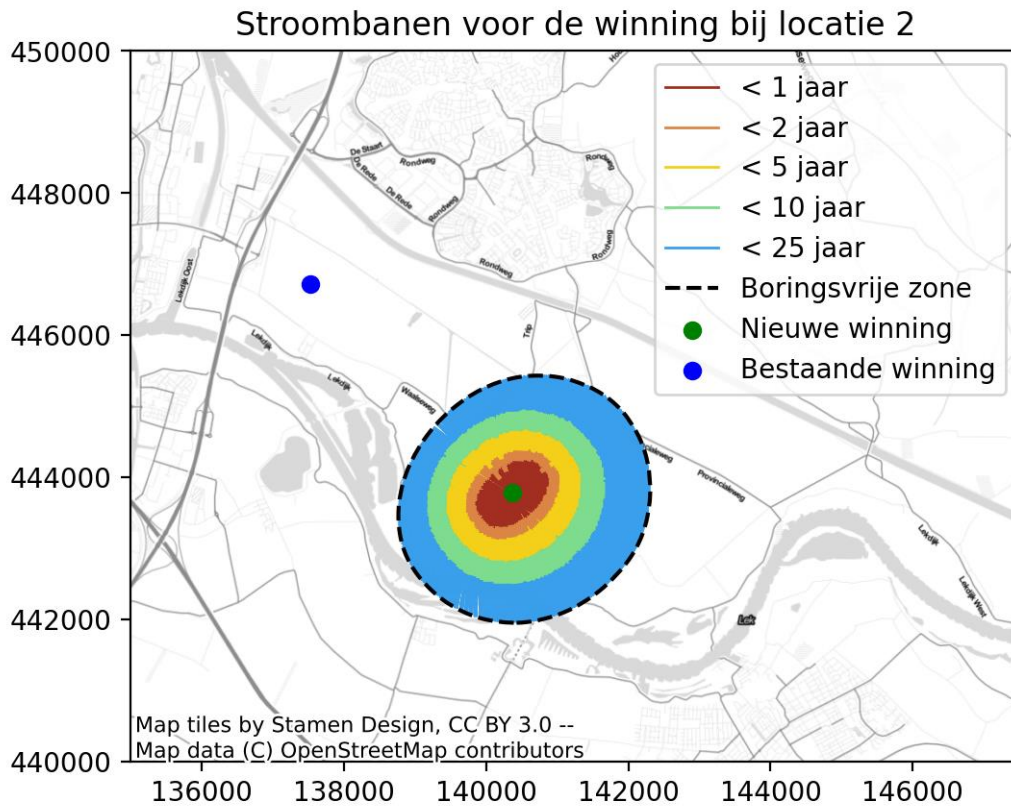
Afbeelding 5.5 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 2



5.3.3 Stroombanen

Afbeelding 5.6 geeft de stroombanen voor locatie 2. De boringsvrije zone hierin aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.6 Stroombanen voor locatie 2. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

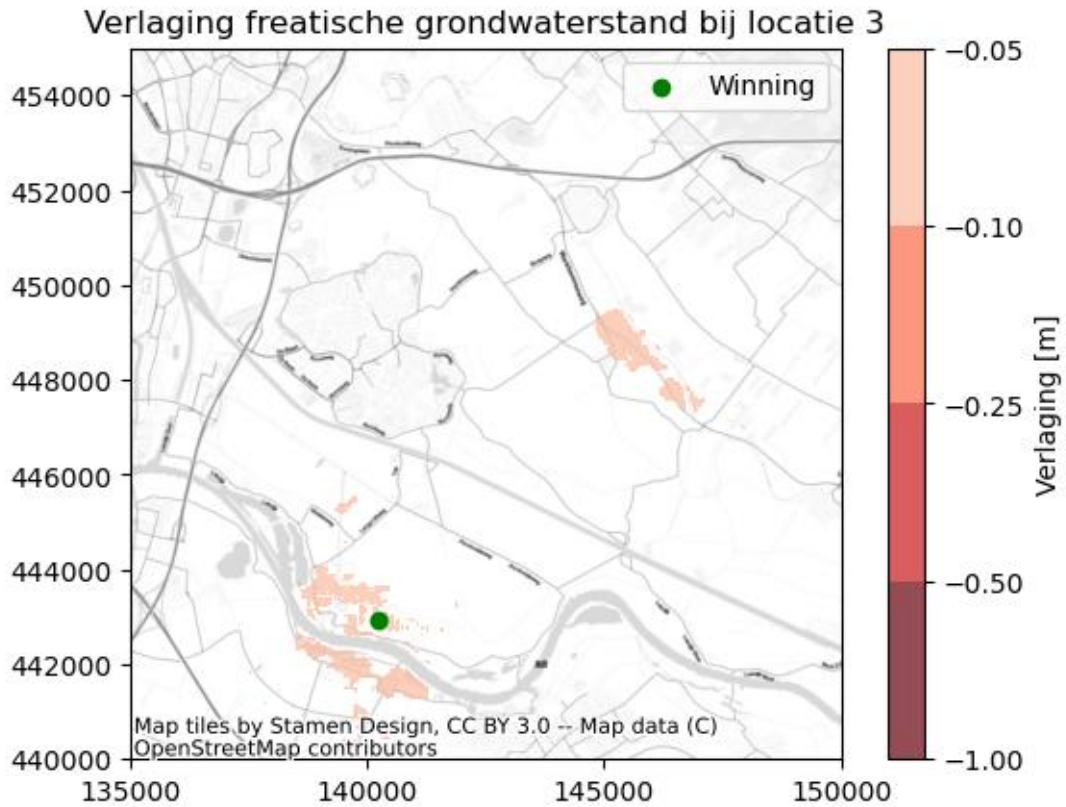


5.4 Locatie 3

5.4.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 3 is gegeven in afbeelding 5.7. De grootste verlaging doet zich voor bij de winning. De maximale verlaging is hier 10 cm. Ook ten zuiden van de Lek en ten oosten van Houten worden er bij deze locatie verlagingen gemodelleerd

Afbeelding 5.7 Freatische verlagingen bij locatie 3



5.4.2 Tweede watervoerend pakket

De gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 3 is weergegeven in afbeelding 5.8. Ten noordoosten van de winning is het gebied met een verlaging beperkt. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

De verlagingen zijn het grootst nabij de winningen en neemt af naarmate de afstand toeneemt.

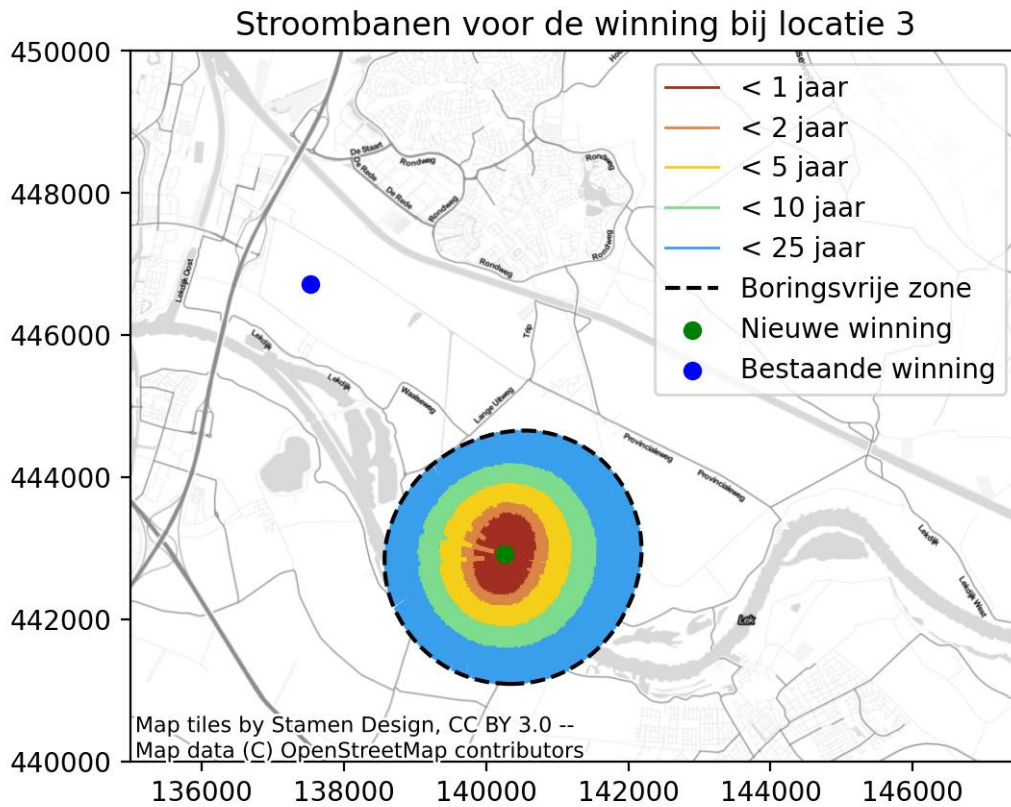
Afbeelding 5.8 Stijghoogteverlaging in het bepaamt pakket voor locatie 3



5.4.3 Stroombanen

Afbeelding 5.9 geeft de stroombanen voor locatie 3 weer. De boringsvrije zone hierin aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

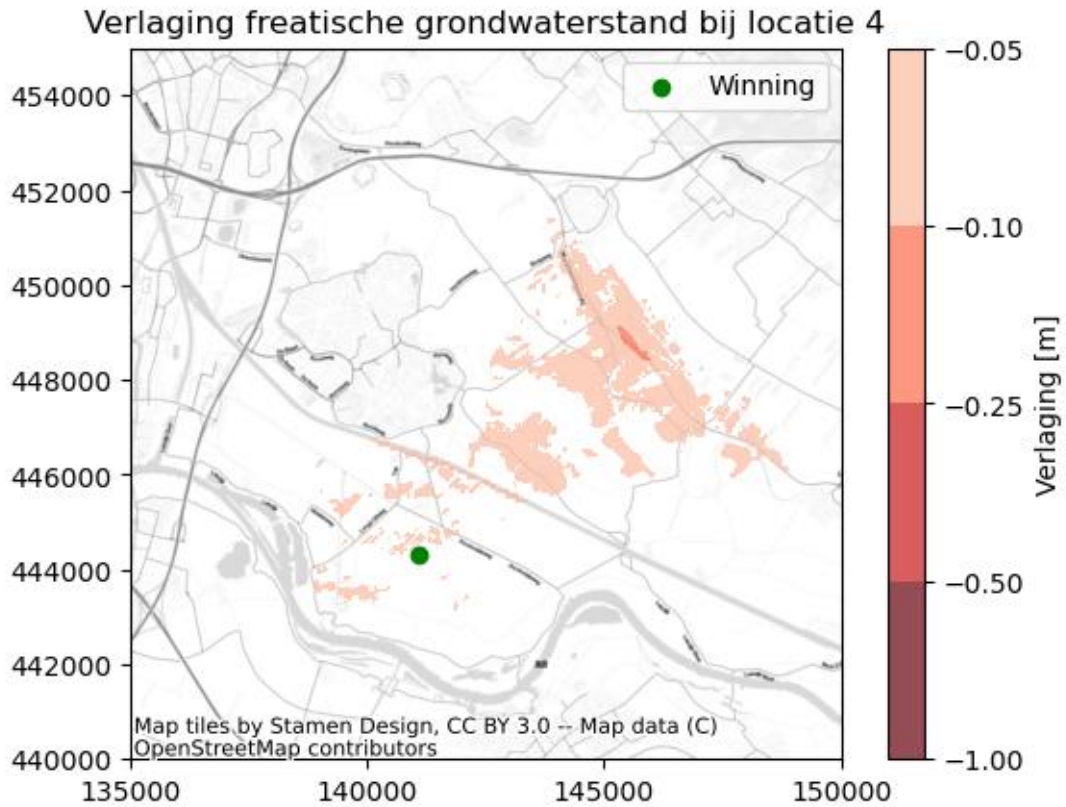
Afbeelding 5.9 Stroombanen voor locatie 3. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal



5.5 Locatie 4

5.5.1 Freatische grondwaterstand

beelding 5.10 beeldt de verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 4 uit. De grootste verlaging doet zich voor bij de breuk ten noordoosten van de winning. De verlaging is hier maximaal 25 cm. In het overige gebied is de maximale verlaging 10 cm.

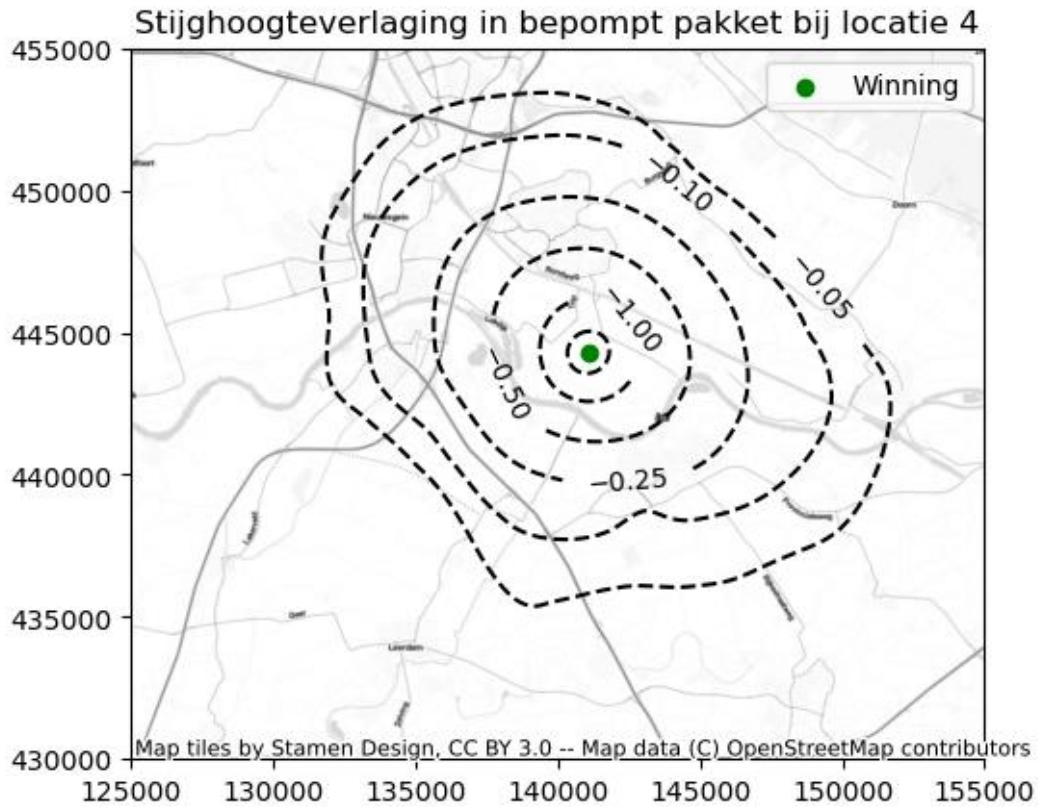


5.5.2 Tweede watervoerend pakket

De gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 4 is weergegeven in afbeelding 5.2. Ten noordoosten van de winning is het gebied met een verlaging beperkt. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

De verlagingen zijn het grootst nabij de winningen en neemt af naarmate de afstand toeneemt.

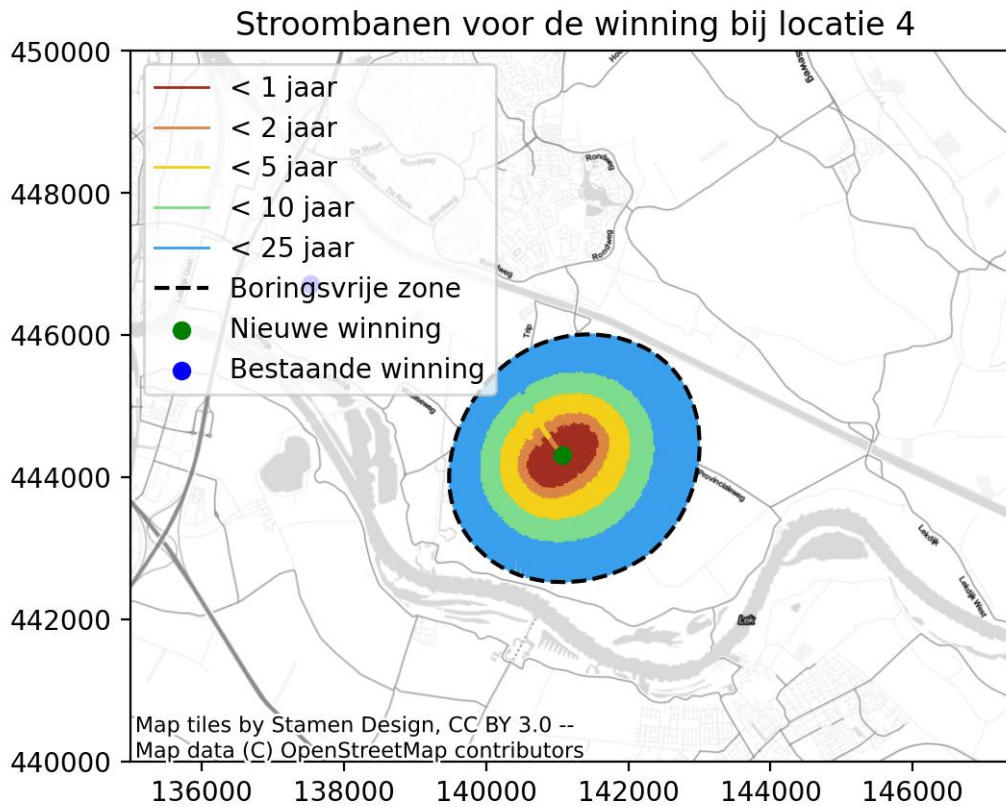
Afbeelding 5.11 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 4



5.5.3 Stroombanen

De stroombanen voor locatie 3 zijn weergegeven in afbeelding 5.12. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.12 Stroombanen voor locatie 3. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

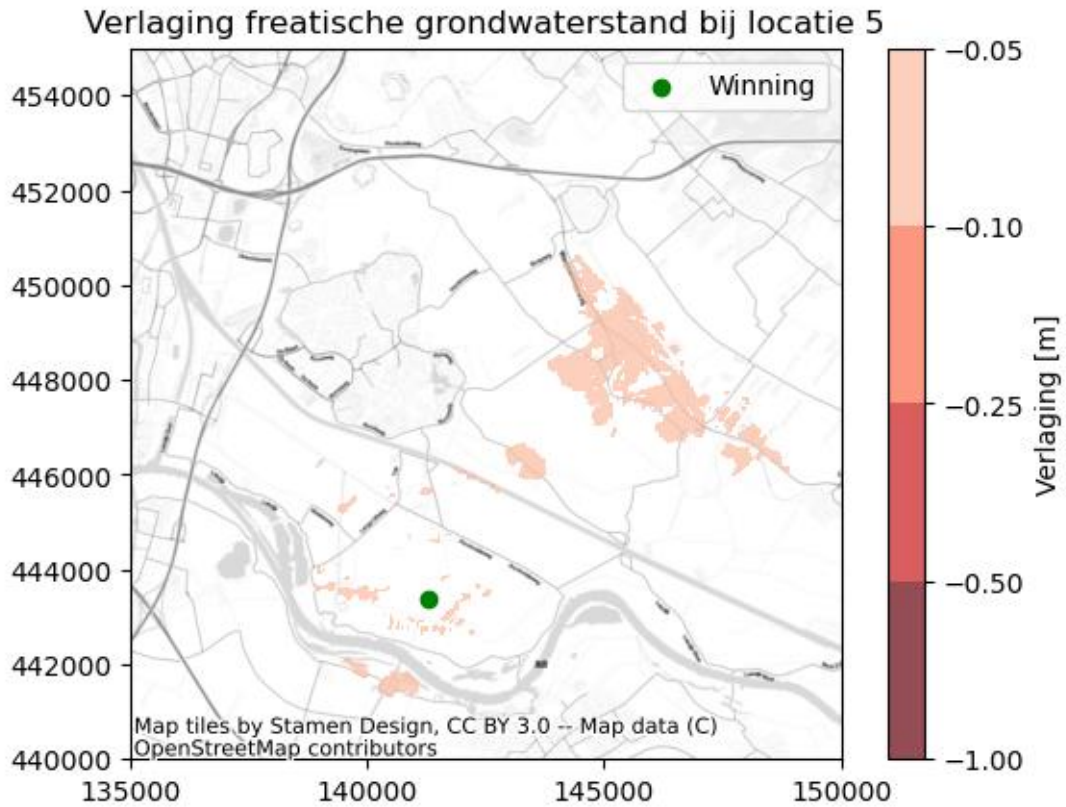


5.6 Locatie 5

5.6.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 5 is gegeven in afbeelding 5.13. Het grootste gebied met freatische verlagingen bevindt zich ten noordoosten van de winning. Ook ten zuiden van de Lek worden verlagingen gemodelleerd. De grootste verlaging is maximaal 10 cm.

Afbeelding 5.13 Freatische verlagingen bij locatie 5



5.6.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.14 geeft de gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 5 weer. Ten noordoosten van de winning is de vorm van de verlagingcontour niet rond, maar lijkt hier een rechte lijn aanwezig. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

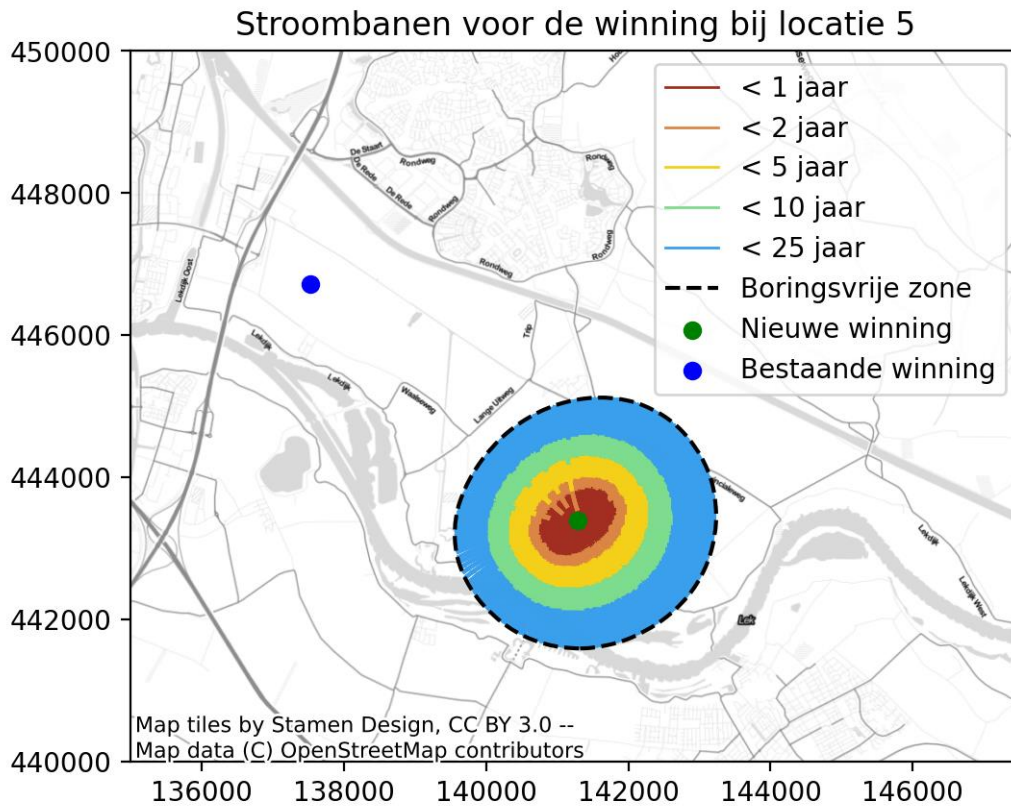
Afbeelding 5.14 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 5



5.6.3 Stroombanen

Afbeelding 5.15 gaat in op de stroombanen voor locatie 5. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.15 Stroombanen voor locatie 5. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

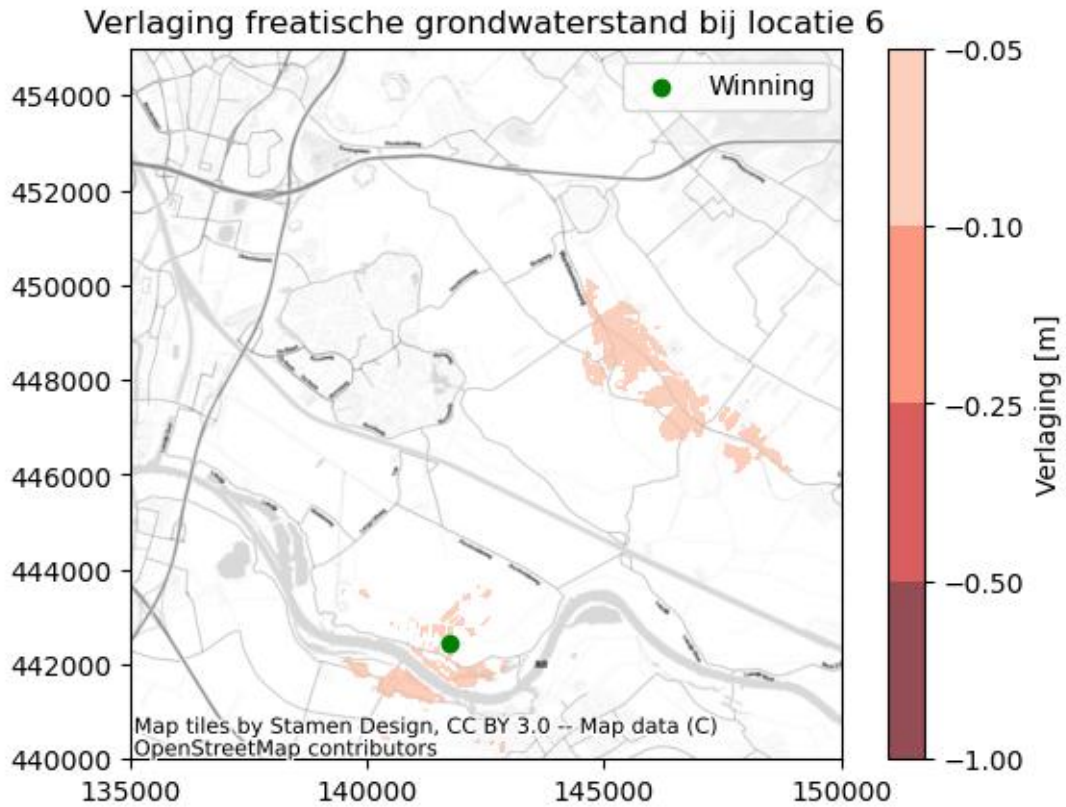


5.7 Locatie 6

5.7.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 6 is gegeven in afbeelding 5.16. Het grootste gebied met freatische verlagingen bevindt zich ten noordoosten van de winning. Ook ten zuiden van de Lek worden verlagingen gemodelleerd. De grootste verlaging is maximaal 10 cm.

Afbeelding 5.16 Freatische verlagingen bij locatie 6



5.7.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.17 geeft de gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 6. Ten noordoosten van de winning is de vorm van de verlagingcontour niet rond, maar lijkt hier een rechte lijn aanwezig. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

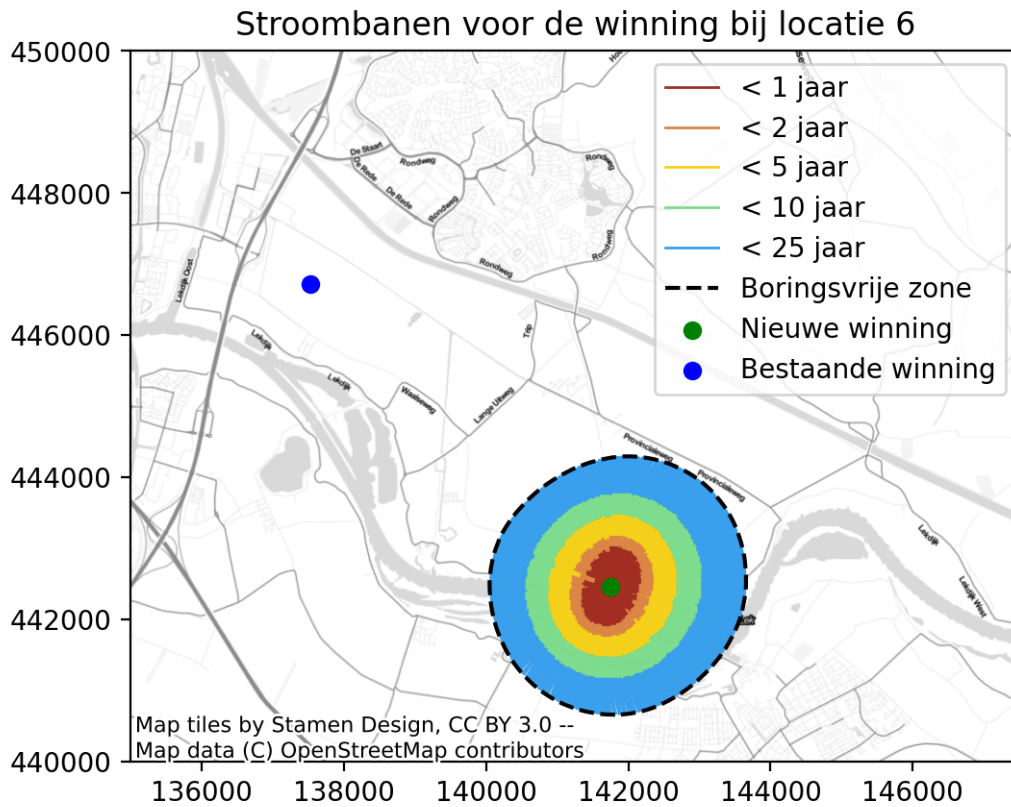
Afbeelding 5.17 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 6



5.7.3 Stroombanen

De stroombanen voor locatie 6 zijn weergegeven in afbeelding 5.18. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.18 Stroombanen voor locatie 6. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal



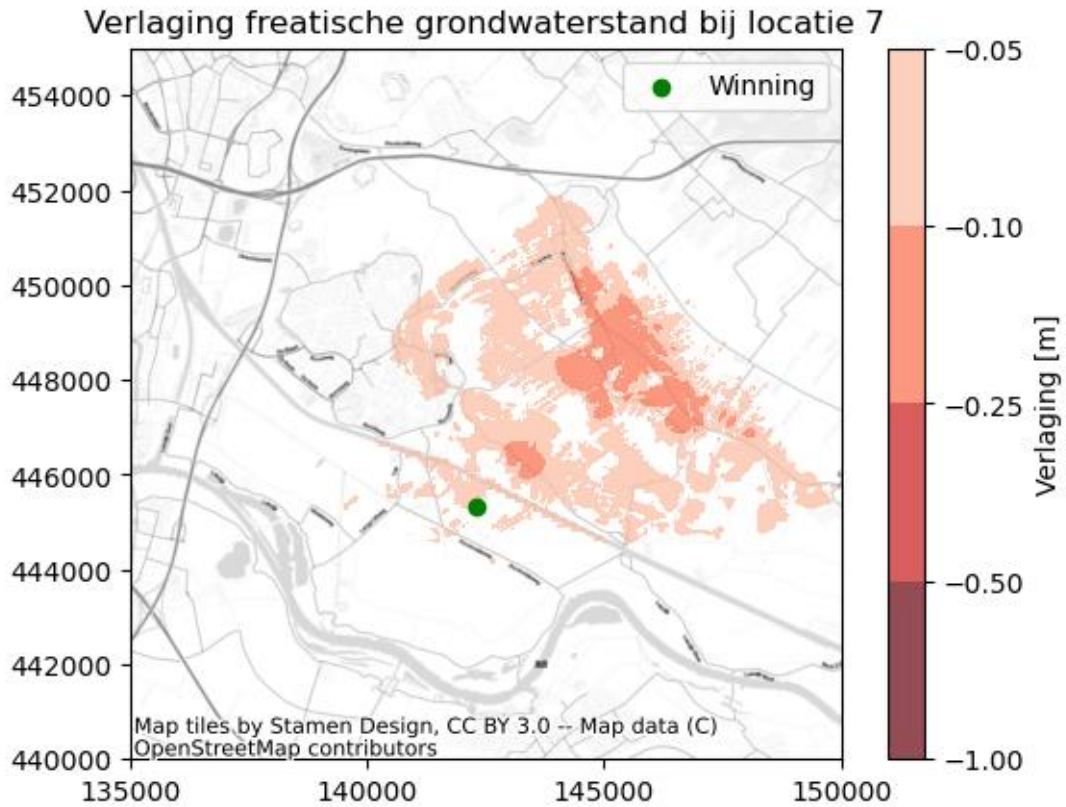
5.8 Locatie 7

5.8.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 7 is gegeven in afbeelding 5.19. Het grootste gebied met freatische verlagingen bevindt zich ten noordoosten van de winning. Hier is een groot gebied waarbij de gemodelleerde verlaging tussen de 10 en 25 cm ligt.

Het totale gebied met een verlaging is bij locatie 7 het grootst, met een gemodelleerd freatisch invloedsgebied van bijna 27 hectare.

Afbeelding 5.19 Freatische verlagingen bij locatie 7



5.8.2 Tweede watervoerend pakket

De gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 7 is weergegeven in afbeelding 5.20. Ten noordoosten van de winning is de vorm van de verlagingcontour niet rond, maar lijkt hier een rechte lijn aanwezig. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

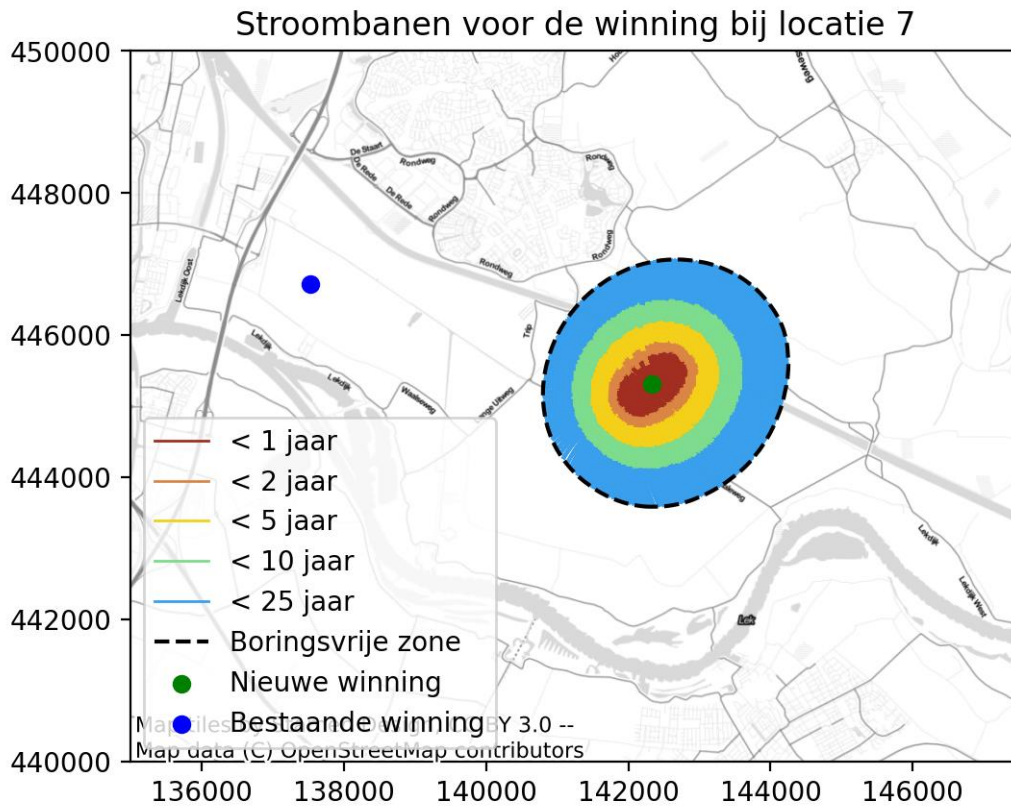
Afbeelding 5.20 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 7



5.8.3 Stroombanen

De stroombanen voor locatie 7 zijn weergegeven in afbeelding 5.21. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.21 Stroombanen voor locatie 7. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

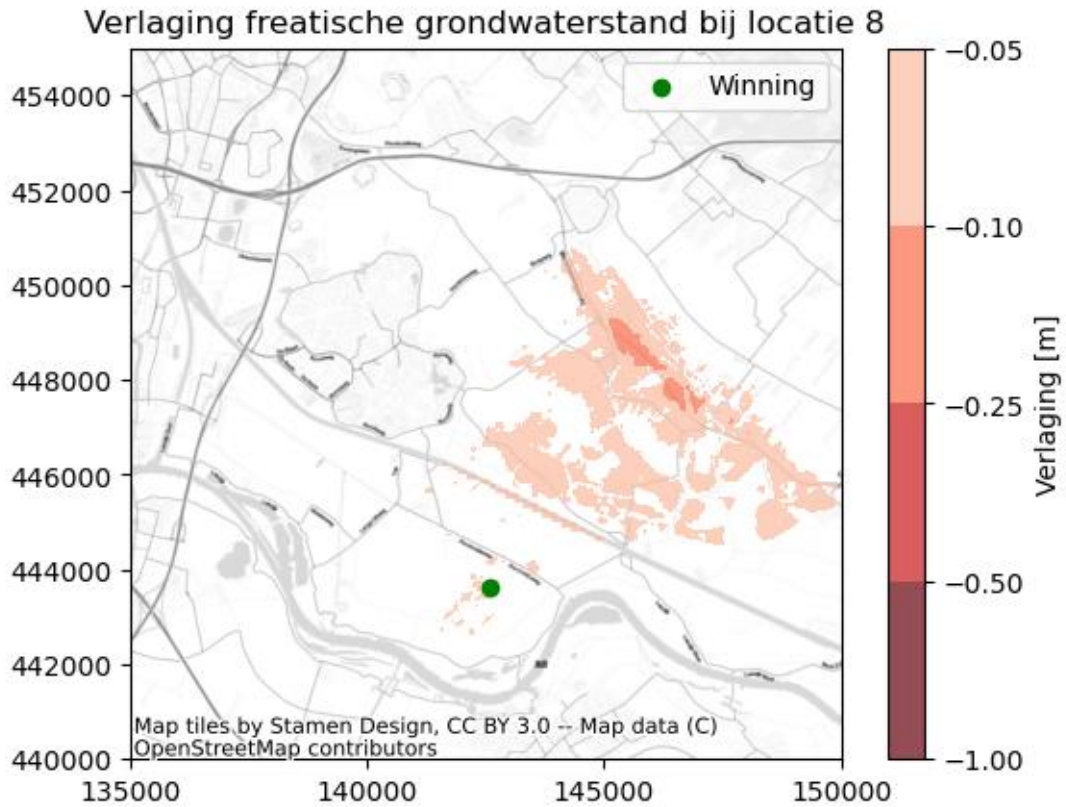


5.9 Locatie 8

5.9.1 Freatische grondwaterstand

Afbeelding 5.22 beeldt de verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 8 uit. Het grootste gebied met freatische verlagingen bevindt zich ten noordoosten van de winning. De grootste gemiddelde verlaging is hier tussen de 10 en 25 cm.

Afbeelding 5.22 Freatische verlagingen bij locatie 8



5.9.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.23 geeft de gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 8. Ten noordoosten van de winning is de vorm van de verlagingcontour niet rond, maar lijkt hier een rechte lijn aanwezig. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

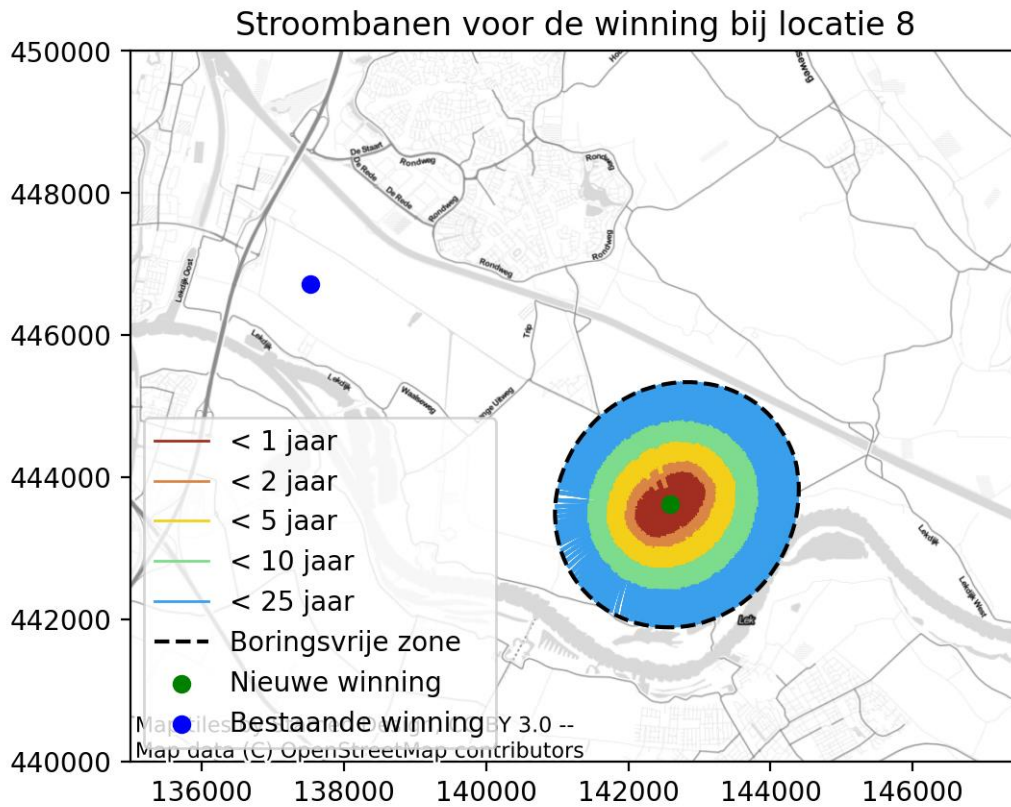
Afbeelding 5.23 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 8



5.9.3 Stroombanen

De stroombanen voor locatie 8 zijn weergegeven in afbeelding 5.24. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.24 Stroombanen voor locatie 8. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

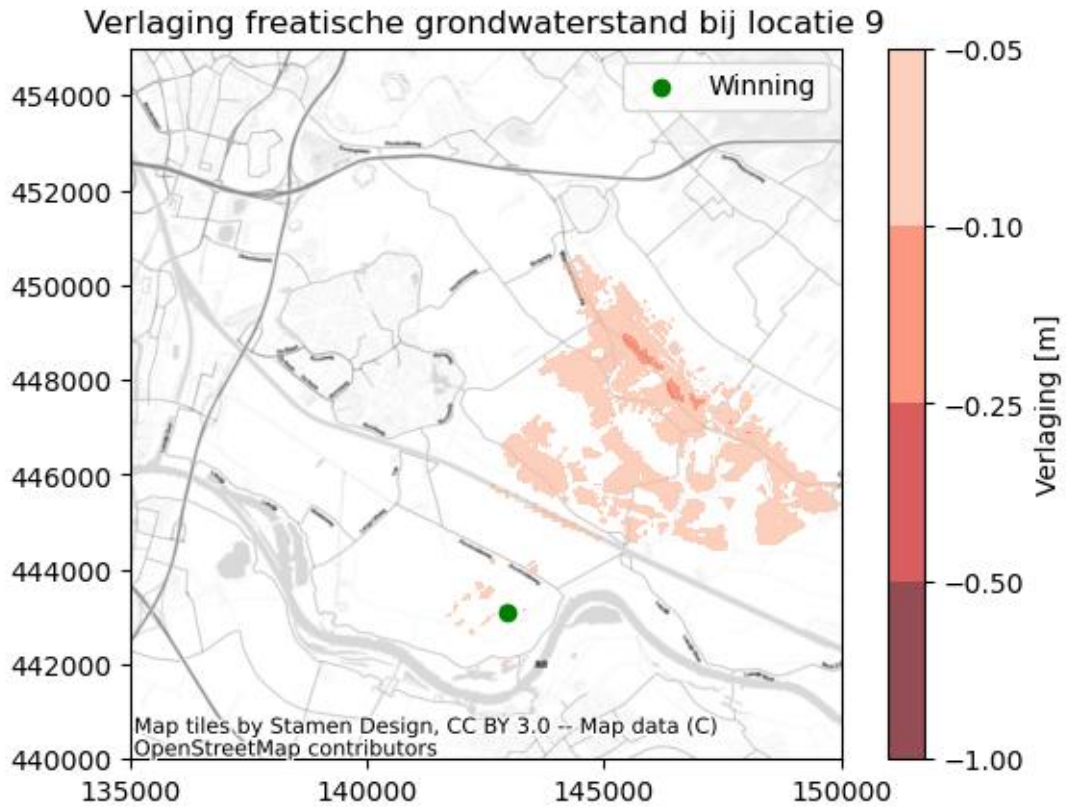


5.10 Locatie 9

5.10.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 9 is gegeven in afbeelding 5.25. Het grootste gebied met freatische verlagingen bevindt zich ten noordoosten van de winning. De grootste gemiddelde verlaging is hier tussen de 10 en 25 cm.

Afbeelding 5.25 Freatische verlagingen bij locatie 9



5.10.2 Tweede watervoerend pakket

De gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 9 is weergegeven in afbeelding 5.26. Ten noordoosten van de winning is de vorm van de verlagingcontour niet rond, maar lijkt hier een rechte lijn aanwezig. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

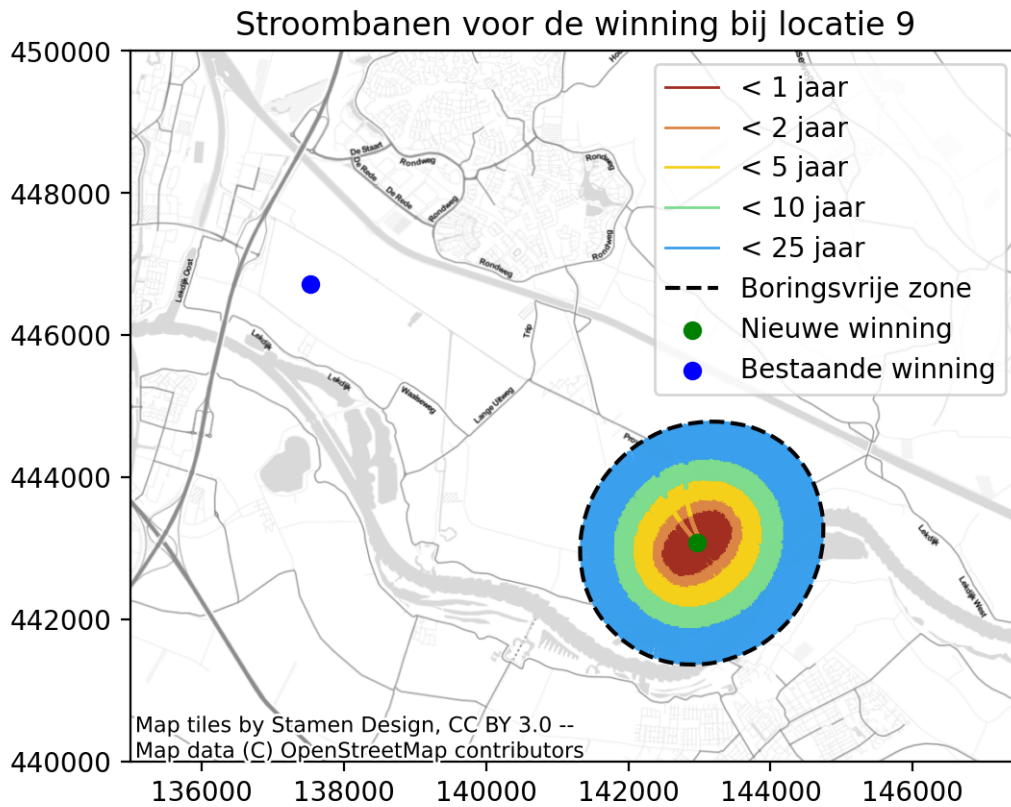
Afbeelding 5.26 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 9



5.10.3 Stroombanen

Afbeelding 5.27 is een weergave van de stroombanen voor locatie 9. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.27 Stroombanen voor locatie 9. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal

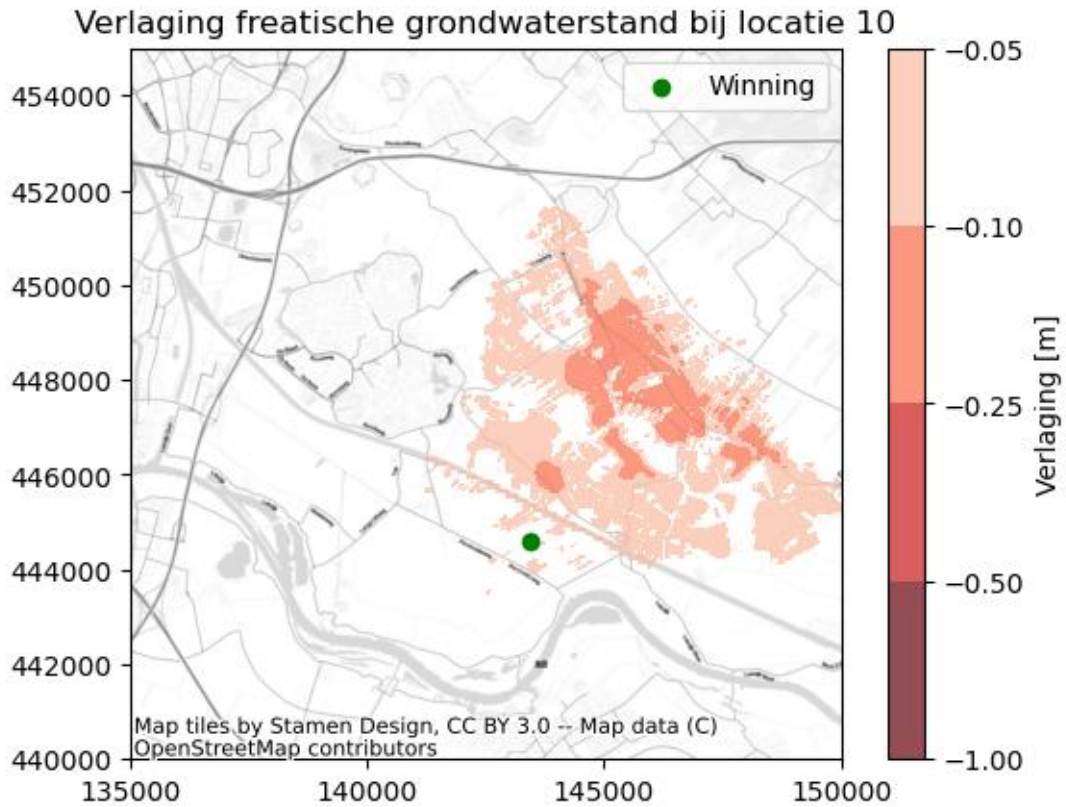


5.11 Locatie 10

5.11.1 Freatische grondwaterstand

De verlaging van de freatische grondwaterstand bij een winning in het tweede watervoerend pakket voor locatie 10 is gegeven in afbeelding 5.28. Het grootste gebied met freatische verlagingen bevindt zich ten noordoosten van de winning. Hier is een groot gebied waarbij de gemodelleerde verlaging tussen de 10 en 25 cm ligt.

Afbeelding 5.28 Freatische verlagingen bij locatie 10



5.11.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.29 gaat in op de gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 10. Ten noordoosten van de winning is de vorm van de verlagingcontour niet rond, maar lijkt hier een rechte lijn aanwezig. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

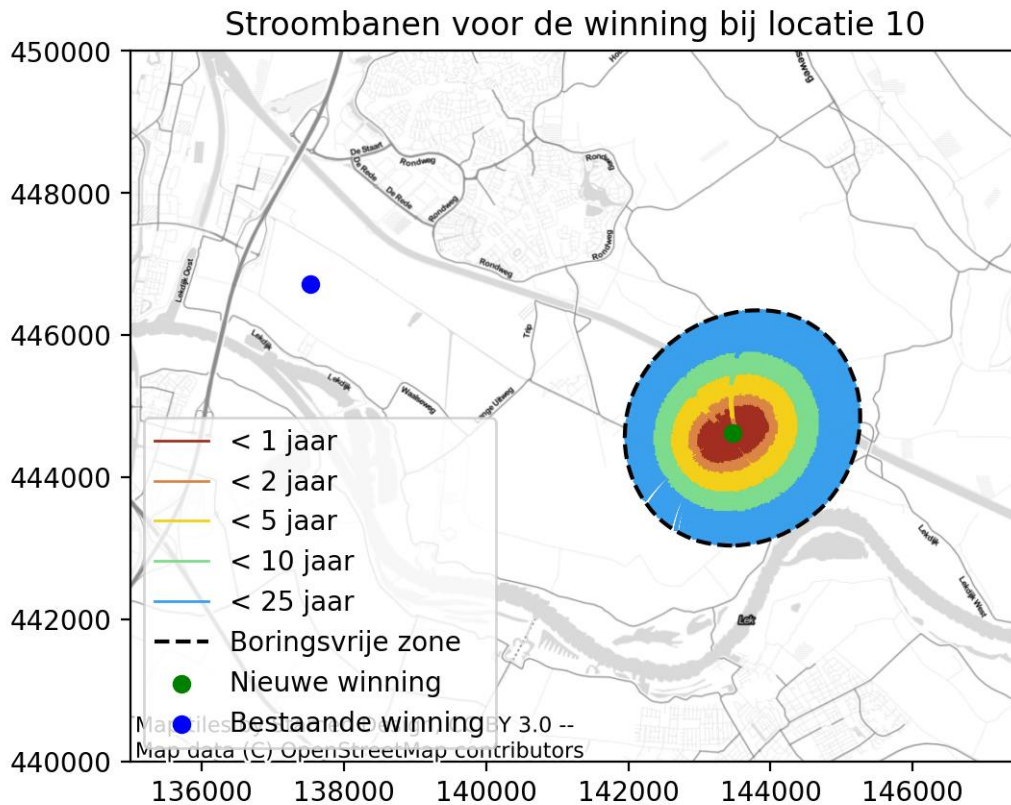
Afbeelding 5.29 Stijphoogteverlaging in het bepompt pakket bij locatie 10



5.11.3 Stroombanen

De stroombanen voor locatie 10 zijn weergegeven in afbeelding 5.30. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is enkel op basis van de nieuwe winning. De al bestaande winningen zijn hierin niet meegenomen.

Afbeelding 5.30 Stroombanen voor locatie 10. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal



5.12 Locatie 11

5.12.1 Freatische grondwaterstand

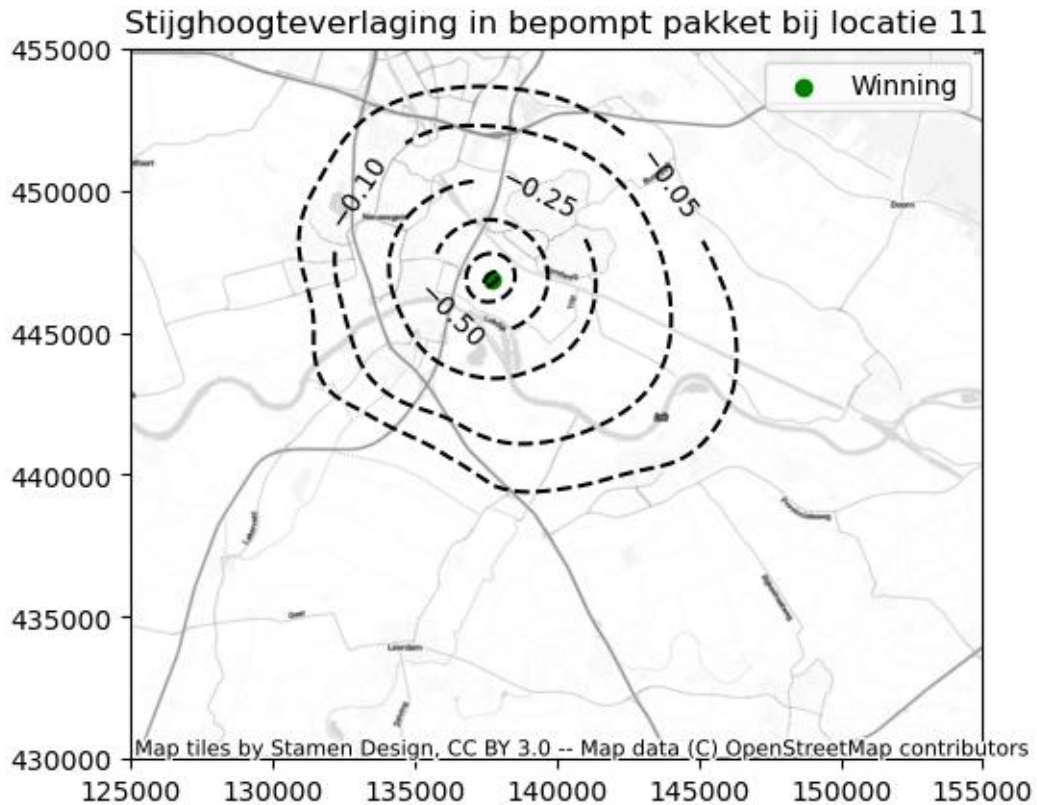
Voor de extra winning bij locatie 11 is geen verlaging van de freatische grondwaterstand groter dan 5 cm gemodelleerd. De gemodelleerde freatische grondwaterstand is zo goed als gelijk aan de referentiesituatie.

5.12.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.31 geeft de gemodelleerde verlaging in het tweede watervoerend pakket voor locatie 11. Ten noordoosten van de winning is het gebied met een verlaging beperkt. Hier is de invloed van de breuk zichtbaar.

Ten noorden van de winning ligt de verlagingcontour in het 2^{de} WVP dicht bij de modelrand. Mogelijk is hier enige invloed van de noordelijke rand van het model. Dit kan enige invloed hebben op de berekende daling van de freatische grondwaterstanden, zowel binnen het modelgebied als iets ten noorden van het modelgebied. Indien deze locatie verder wordt uitgewerkt is het aan te bevelen het model uit te breiden in noordelijke richting.

Afbeelding 5.31 Stijghoogteverlaging in het bemopt pakket bij locatie 11 (aanvullend op de bestaande winning)

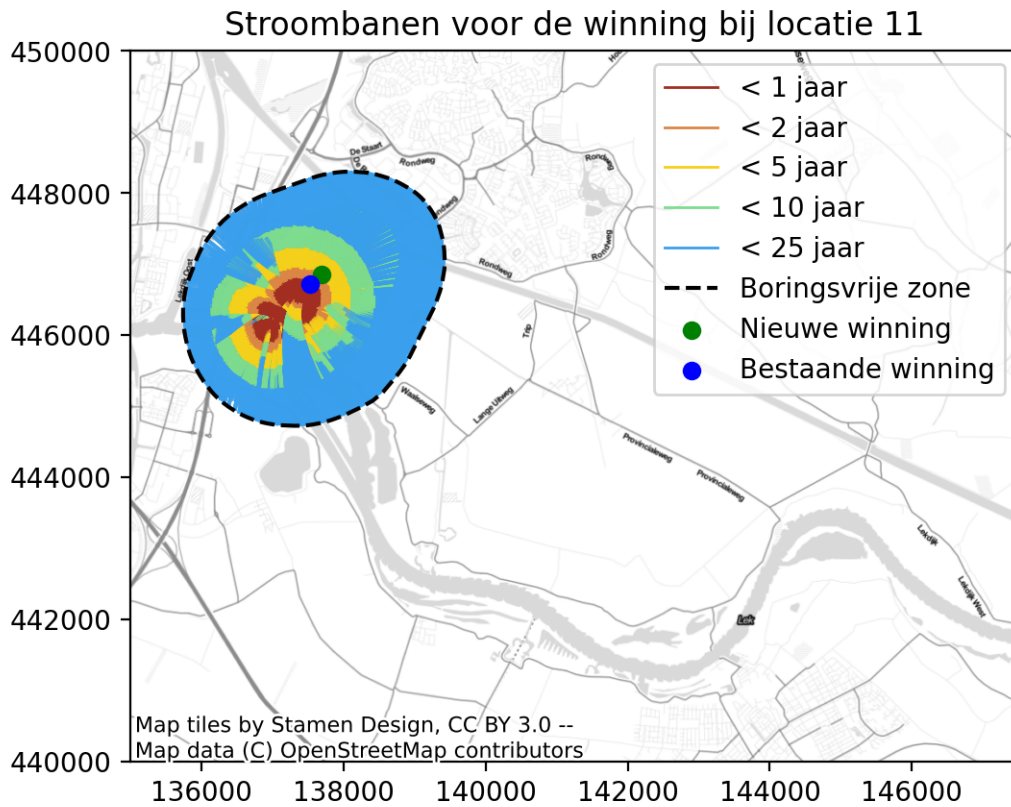


5.12.3 Stroombanen

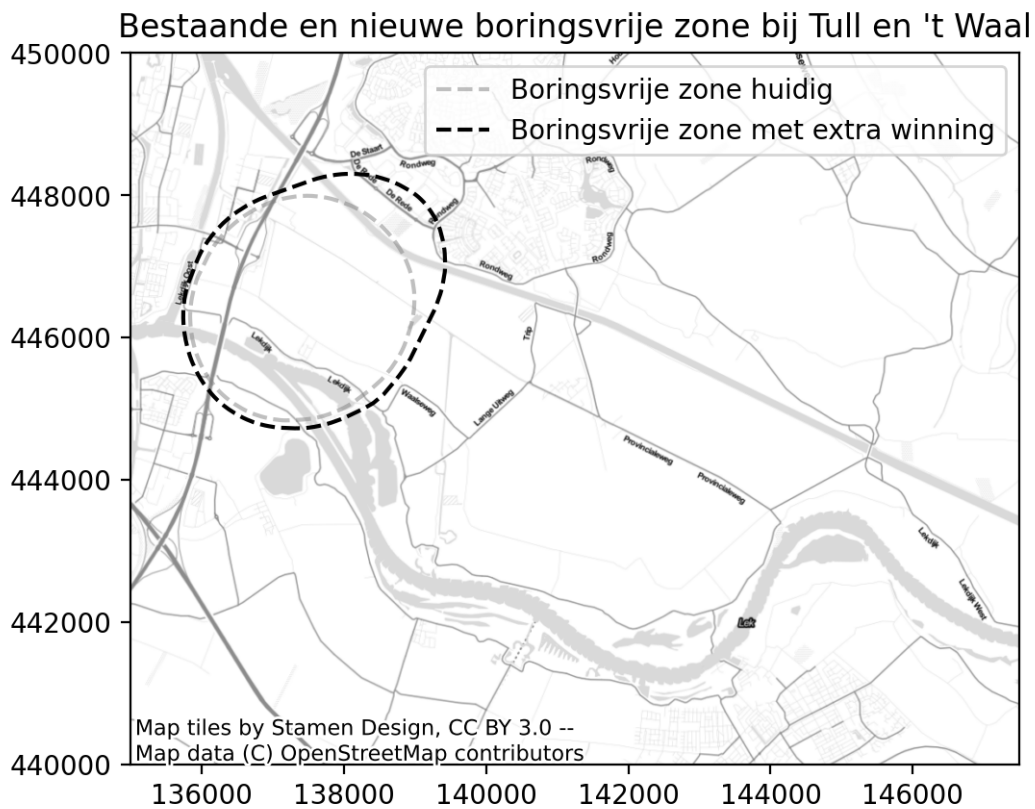
De stroombanen voor locatie 11 zijn weergegeven in afbeelding 5.32. De boringsvrije zone die hierin is aangegeven, is op basis van de bestaande putten bij Tull en 't Waal en de extra putten.

Ten opzichte van de bestaande boringsvrije zone is deze vooral uitgebreid richting Houten. In de andere richtingen beperkt de uitbreiding zich. In het totaal is de zone ruim 1000 hectare, ten opzichte van een zone van 775 ha bij de bestaande winning. Afbeelding 5.33 geeft dit verschil in de gemodelleerde boringsvrije zone weer.

Afbeelding 5.32 Stroombanen voor locatie 11. Bestaande winning is winning bij Tull en 't Waal



Afbeelding 5.33 Aangepaste boringsvrije zone bij uitbreiding winning Tull en 't Waal



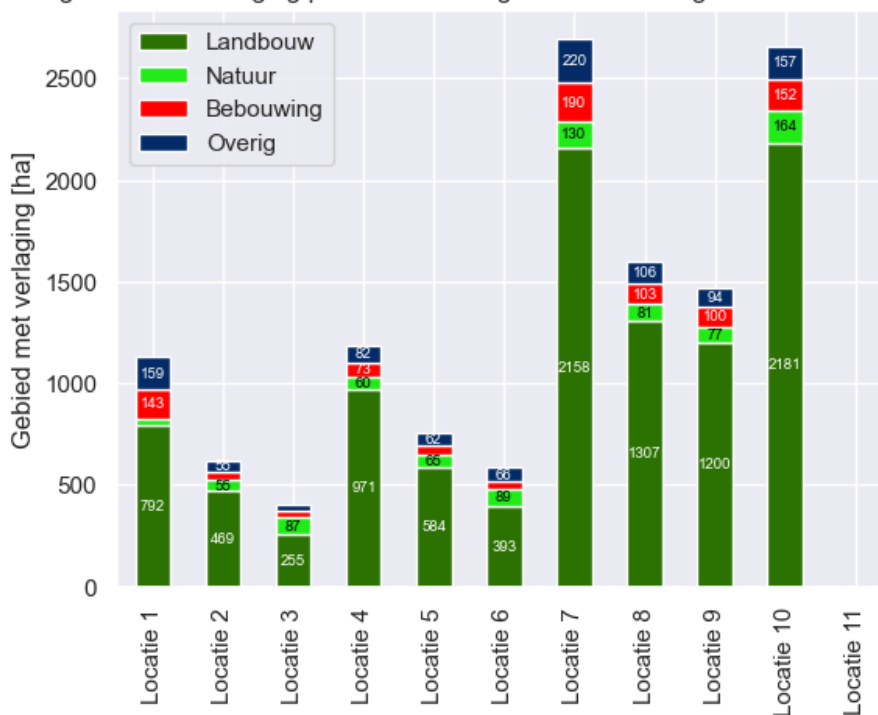
5.13 Overzicht afgeleide effecten

Een overzicht van de verlagingen op de verschillende typen landgebruik is gegeven in afbeelding 5.34. Hieruit volgt dat bij locaties 7 en 10 in het grootste gebied verlagingen optreden. Een groot deel van de verlagingen bevinden zich in het gebied ten noordoosten van de winning. Uit een analyse van REGIS-data is gebleken dat hier ene dunnere deklaag aanwezig is. Doordat hier minder weerstand aanwezig is, zijn de gemodelleerde verlagingen hier hoger.

Van de nieuwe locaties heeft locatie 3 heeft het kleinste gebied waar verlagingen worden gemodelleerd. In bijna alle gevallen zijn de gemodelleerde verlagingen voornamelijk aanwezig in landbouwgebied. Bij locatie 11 zijn er geen freatische verlagingen gemodelleerd.

Afbeelding 5.34 Overzicht van de freatische verlagingen per locatie. Gebieden met een verlaging van > 5 cm zijn hierin meegenomen

Overzicht gebied met verlaging per locatie. Categorieën met een gebied van >50 ha zijn gelabeld.



Naast de freatische verlagingen is er ook een inschatting gemaakt van de grootte van de boringsvrije zone en gekeken of er bodemverontreiniging en open WKO-installaties in het invloedsgebied zijn. Voor vervuilen en WKO-installaties is enkel gebruik gemaakt van het freatische invloedsgebied.

Voor de aanwezigheid van verontreiniging is gekeken naar saneringsactiviteiten in Bodemloket [ref. 4]. Gebieden die voldoende zijn gesaneerd of onderzocht zijn hierin niet meegenomen. Wat betreft de aanwezigheid van verontreinigingen of WKO-installaties zijn de verschillende varianten niet onderscheidend.

Tabel 5.1 Overzicht resultaten per locatie

	Totaal gebied met verlaging [ha]	Grootte boringsvrije zone [ha]	Aanwezigheid verontreiniging binnen freatisch invloedsgebied [Ja/Nee]	Aanwezigheid open WKO binnen freatisch invloedsgebied [Ja/Nee]
locatie 1	1129	866	ja	ja
locatie 2	620	959	ja	ja
locatie 3	406	1006	ja	ja
locatie 4	1186	966	ja	ja
locatie 5	759	1009	ja	ja
locatie 6	584	1022	ja	ja
locatie 7	2699	937	ja	ja
locatie 8	1597	928	ja	ja
locatie 9	1472	920	ja	ja
locatie 10	2654	859	ja	ja
locatie 11	0	1011*	nee	nee

*De berekende boringsvrije zone voor de bestaande winning Tull en 't Waal bij vergund debiet is 775 ha

5.14 Cumulatieve effecten winningen

Naast het bepalen van de effecten van een enkele aanvullende winning op het Eiland van Schalkwijk, kijken we ook naar de cumulatieve effecten van alle winningen in de omgeving van de nieuwe winning. Scenario 1 is in dit geval het basis Schalkwijkmodel, waarbij de winningen bij Tull en 't Waal, Cothen en Culemborg zijn uitgeschakeld.

Voor het bepalen van de cumulatieve effecten wordt Scenario 1 vergeleken met een situatie waarbij alle bestaande winningen aanstaan en de winning bij Locatie 2 is toegevoegd (Scenario 2). De debieten die in de verschillende scenario's zijn gebruikt zijn weergegeven in tabel 5.2.

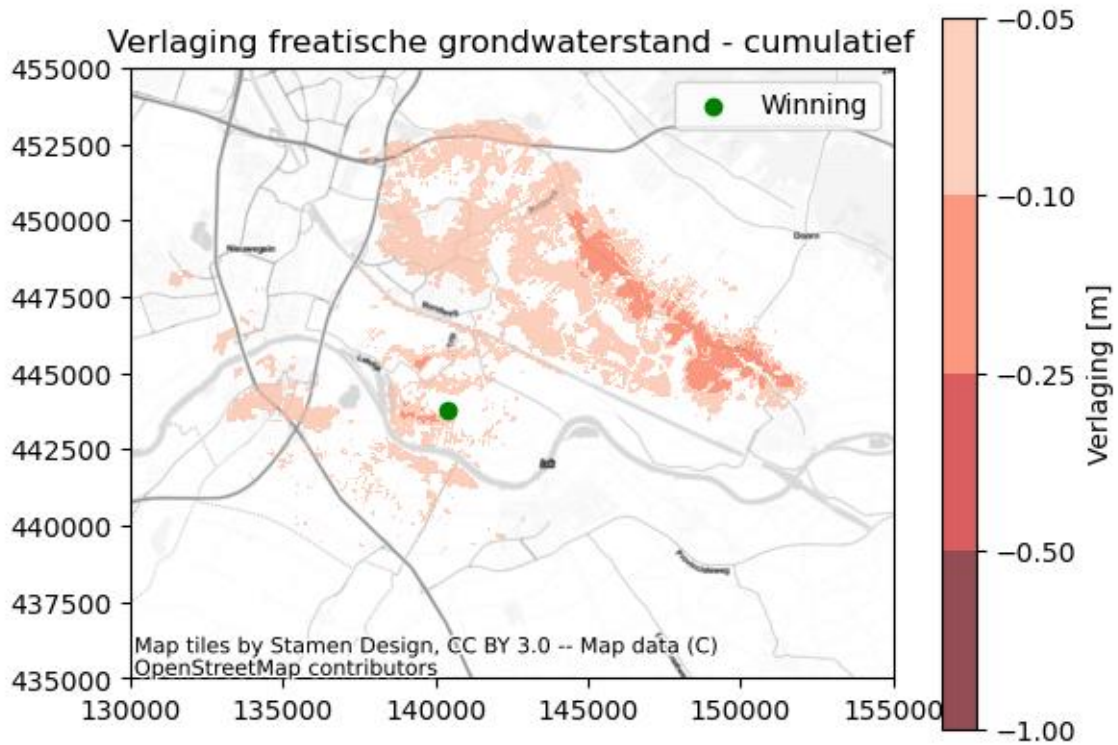
Tabel 5.2 Gebruikte debieten in de doorgerekende scenario's voor bepaling cumulatieve effecten

Winning	Debiet in Scenario 1 [miljoen m ³]	Debiet in Scenario 2 [miljoen m ³]
Culemborg	0	1,8
Cothen	0	1,5
Tull en 't Waal	0	6,0
Locatie 2	0	7,0

5.14.1 Freatische grondwaterstanden

Afbeelding 5.35 geeft de cumulatieve effecten voor de freatische grondwaterstanden weer. Waar in het geval van enkel een winning bij locatie 2 de maximale verlaging in het noordoosten tot 10 cm is, is dit voor de cumulatieve effecten tot 25 cm. Daarnaast zijn de effecten in een groter gebied aanwezig.

Afbeelding 5.35 Freatische verlagingen voor de cumulatieve effecten

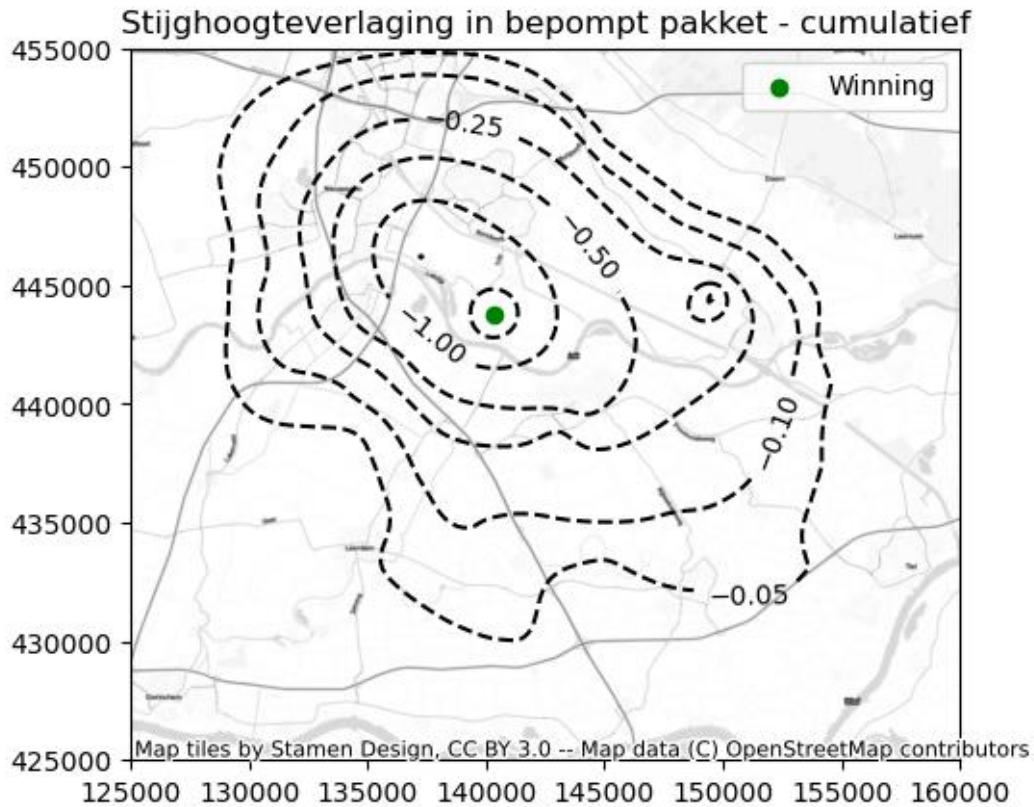


5.14.2 Tweede watervoerend pakket

Afbeelding 5.36 geeft de verlaging in het tweede watervoerend pakket weer veroorzaakt door de winning. De cumulatieve effecten zijn duidelijk zichtbaar bij de grotere contourlijn met een verlaging van 1 meter. Hieruit blijkt de invloed van winning Tull en 't Waal. De ligging van deze winning in MORIA is het derde watervoerend pakket, waardoor de maximale verlaging hier wel kleiner is dan bij locatie 2.

Ook nabij Cothen zijn verlagingen te zien in het bepompt pakket. Ook hier is de maximale verlaging minder dan bij locatie 2. Dit komt doordat het pompdebiet hier lager is dan bij de andere winningen.

Afbeelding 5.36 Stijghoogteverlaging in het bepompt pakket in het geval van cumulatieve effecten



5.14.3 Landgebruik

Tabel 5.3 geeft het landgebruik binnen het freatische invloedsgebied van de gecombineerde winningen weer. Ook binnen het gecombineerde invloedsgebied is de landgebruiksklasse die het meest beïnvloed wordt landbouw. Het gaat hier om 2/3^e gedeelte van het totale invloedsgebied.

Tabel 5.3 Landgebruiksklassen binnen het cumulatieve freatische invloedsgebied van de winningen

	Landbouw	Bebouwing	Natuur	Overig	Totaal
Oppervlakte binnen invloedsgebied [ha]	3.790	760	355	780	5.685

6

AANDACHTSPUNTEN VOOR VERVOLGONDERZOEK

6.1 Inleiding

In dit rapport hebben we een eerste inschatting gemaakt van de effecten van een winning op het Eiland van Schalkwijk. Dit is een globale inschatting van mogelijke effecten bij het winnen van grondwater uit het tweede watervoerend pakket. Bij deze modellering zijn een aantal aandachtspunten naar voren gekomen die we aanraden om mee te nemen in een vervolgmmodellering.

6.2 Opkegeling

In de modellering in deze rapportage is opkegeling niet bekeken. Vanwege de diepe ligging van de winning kan er opkegeling plaatsvinden van zout water. Om hiervoor een indicatie te krijgen dient een aparte beschouwing van de grondwaterkwaliteit te worden uitgevoerd. Dit kan bestaan uit een analyse van de kwaliteit (chloridegehalte) van het opgepompt water van de huidige 3 winningen of een chloridemodellering waarbij de effecten van opkegeling kunnen worden berekend.

6.3 Breuken

Zoals besproken in paragraaf 4.2.2 is ten noordoosten van het projectgebied in MORIA een breuk aanwezig. Rond deze breuk is er een beperkte grondwaterstroming. Hierdoor worden grotere verlagingen berekend dan in het geval wanneer er geen breuk aanwezig zou zijn. We raden aan om bij vervolgmmodellering uitgebreider onderzoek te doen naar de aanwezigheid van deze breuk, door middel van het bekijken van grondwaterstanden aan beide kanten van de breuk.

6.4 Weerstand formatie van Waalre, eerste kleiige eenheid

In de huidige modellering is de dikte van de formatie van Waalre overgenomen uit MORIA, welke is gebaseerd op informatie uit REGIS. Hieruit volgt dat in het noordoosten van het gebied een dunnere scheidende laag aanwezig is. Dit zorgt ervoor dat de grootste effecten aan maaiveld hier worden gemodelleerd. De dikte van de formatie van Waalre heeft hier dus een grote invloed op de modelresultaten. Vanwege deze invloed is het aan te bevelen de dikte van de scheidende laag van de formatie van Waalre nader te analyseren, bijvoorbeeld door analyse van grondonderzoek.

6.5 Modelgebied

In de huidige modellering is er gebruik gemaakt van MORIA. Alhoewel uit de analyse volgt dat de effecten van de noordrand beperkt zijn, raden we aan om voor een vervolgmmodellering voor de benodigde milieustudie te modelleren met een groter modelgebied, waarbij de noordrand noordelijker ligt. De noodzaak hiertoe is wel afhankelijk van de locatie van de verder uit te werken alternatieven.

7

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1 Conclusies

Het doel van dit rapport is het aanbevelen van locaties voor de alternatievenstudie in het m.e.r.-traject voor een winning op het Eiland van Schalkwijk. Uit de modellering die we hebben uitgevoerd volgt dat er een groot verschil in invloedsgebied is tussen de verschillende modellocaties, waarbij vooral de noordoostelijke locaties een groot invloedsgebied hebben. De grootte van de boringsvrije zone ligt tussen 850 en 1.050 hectare. Een uitzondering hierop is locatie 11, die door de invloed van winning Tull en 't Waal een grotere boringsvrije zone heeft. Wat betreft invloed op bodemverontreinigingen en WKO-installaties lijken de verschillende locaties niet onderscheidend te zijn.

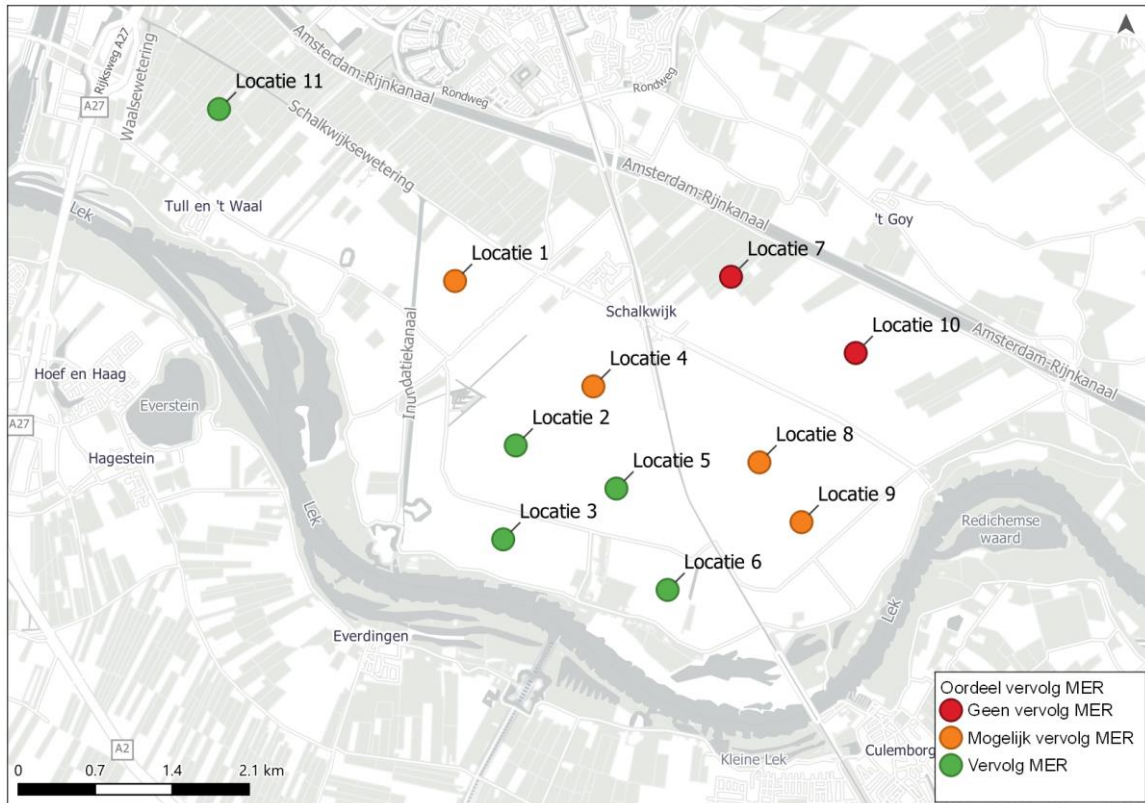
Op basis van de modellering die is uitgevoerd adviseren we om in vervolgonderzoek te richten op locatie 2, 3, 5, 6 en 11. Locaties 7 en 10 hebben veruit het grootste effect, het advies is geen verder onderzoek te doen naar deze locaties. afbeelding 7.1 geeft een overzicht van het advies.

Ten aanzien van cumulatieve effecten van de winningen bij Culemborg, Cothen en Tull en 't Waal zijn de voornaamste freatische effecten te zien ten noordoosten van de winlocaties. In een groot gebied is hier een verlaging van de freatische grondwaterstand groter dan 10 cm gemodelleerd. Nabij de winningen zelf zijn de freatische verlagingen beperkt. Wel zijn over een groot gebied verlagingen in het diepere pakket gemodelleerd.

7.2 Aanbevelingen

Voor de alternatievenstudie adviseren we ook om verder onderzoek te doen naar de dikte van de eerste kleiige eenheid van de Waalre formatie en de aanwezigheid van de breuk ten noordoosten van het projectgebied, aangezien deze twee factoren een groot effect hebben op het freatische invloedsgebied.

Afbeelding 7.1 Aanbeveling per locatie voor het vervolgtraject (voorlopig)





REFERENTIES

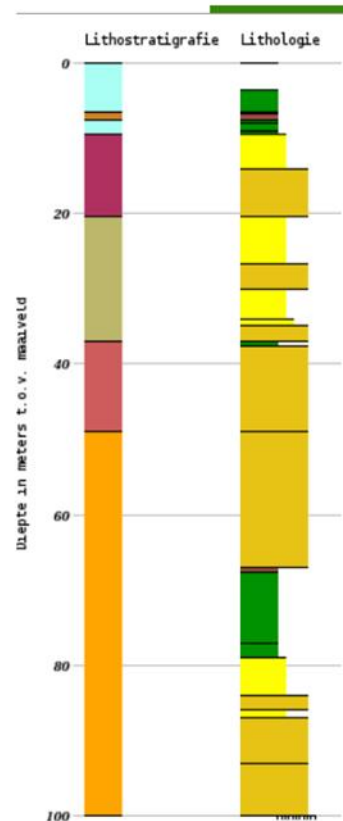
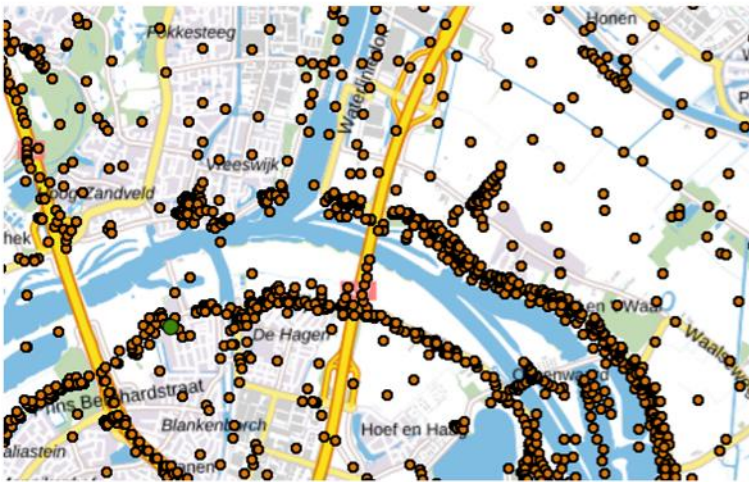
- 1 Provincie Gelderland, 2015, Grondwaterbeschermingsgebieden. Beschikbaar via https://gldanders.planoview.nl/planoview/proxy/NL.IMRO.9925.PVOmgverordeningGC-gc01/doc/b_NL.IMRO.9925.PVOmgverordeningGC-gc01_5.pdf.
- 2 TNO, nd, Grondwaterstanden in beeld. LHM 4e modellaag. Beschikbaar via <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>.
- 3 TNO, nd, DINOloket - ondergrondgegevens. Beschikbaar via: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>, geraadpleegd op 12 april 2022.
- 4 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, nd, Bodemloket. Beschikbaar via: <https://www.bodemloket.nl>, geraadpleegd op 31 maart 2022.
- 5 Provincie Utrecht, nd, Gebiedsdossier Cothen.
- 6 Provincie Utrecht, nd, Gebiedsdossier Tull en 't Waal.
- 7 Provincie Utrecht, 2021, Omgevingsvisie Provincie Utrecht.
- 8 Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, nd, Kaart Werelderfgoed in Nederland. Geraadpleegd op 26 april 2022, beschikbaar via: <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/kaart-werelderfgoed-in-nederland>.
- 9 TNO, 2017, REGIS II v2.2.
- 10 TNO, 2022, GeoTOP v1.4.1.
- 11 Vitens, nd, Lizard Viewer. Beschikbaar via: <https://vitens.lizard.net/viewer/nl/map/topography>. Geraadpleegd op 20 april 2022.
- 12 Royal Haskoning DHV, 2020, MORIA 4.5 versie 2020, BG4290WATNT001200824.
- 13 Royal Haskoning DHV, 2018, Inbouwen REGIS II v2.2 in MORIA, BG1132WATRP1811291318.
- 14 Provincie Gelderland, 2015, Grondwaterbeschermingsgebieden. Beschikbaar via https://gldanders.planoview.nl/planoview/proxy/NL.IMRO.9925.PVOmgverordeningGC-gc01/doc/b_NL.IMRO.9925.PVOmgverordeningGC-gc01_5.pdf.
- 15 Hazeu, G.W., C.Schuiling, G.J. Dorland, J. Oldengarm en H.A.Gijsbertse, 2010, Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 6 (LGN6); Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Wageningen, Alterra, Alterra-Rapport 2012.
- 16 Rijksdienst voor ondernemend Nederland, nd, WKO-bodemenergietool. Geraadpleegd op 29 juni 2022.

Bijlage(n)

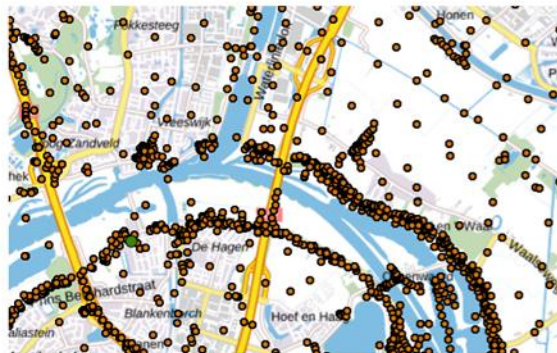
BIJLAGE: BOORPROFIELEN

Afbeelding I.1 Boorprofiel B38F0038 - Boring is gelegen ten westen van projectgebied

Identificatie B38F0038

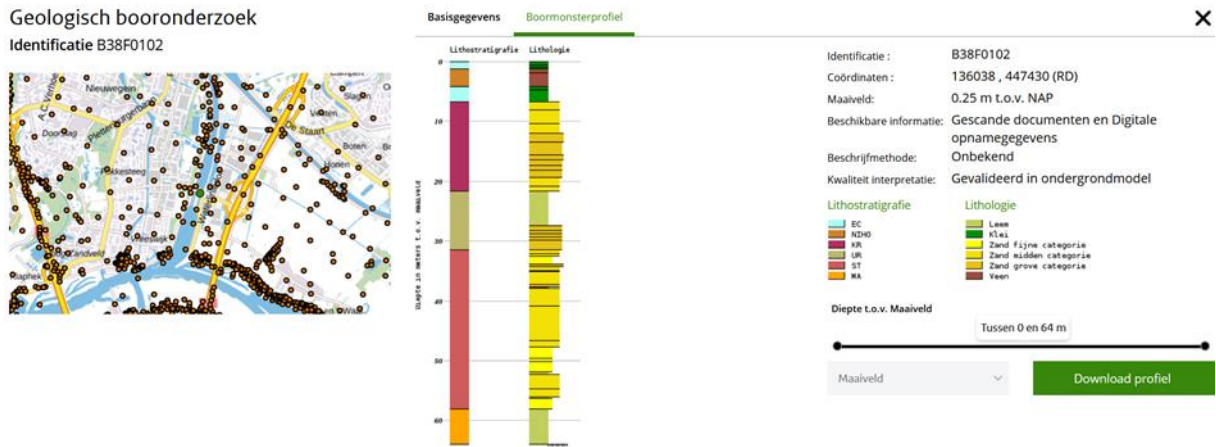


Identificatie B38F0038



Identificatie: B38F0038
Coördinaten: 134565, 445270 (RD)
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 100.00 m
Datum van boren: 01-01-1909
Datatype/resultaat: Boormonsterprofiel: 1
Boormethode(n): Pulsboring

Afbeelding I.2 Boorprofiel B38F0102 - Boring is gelegen ten westen van projectgebied



Geologisch booronderzoek

Identificatie B38F0102



Basisgegevens Boormonsterprofiel

Identificatie: B38F0102
 Coördinaten: 136038, 447430 (RD)
 Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 64.00 m
 Datum van boren: 29-03-1932
 Datatype/resultaat: Boormonsterprofiel: 1
 Boormethode(n): Pulsboring



BIJLAGE: OMZETTABEL LGN

Tabel II.1 Omzettabel LGN

Label	Classificatie
agrarisch gras	landbouw
mais	landbouw
aardappelen	landbouw
bieten	landbouw
granen	landbouw
overige landbouwgewassen	landbouw
glastuinbouw	landbouw
boomgaarden	landbouw
bloembollen	landbouw
loofbos	natuur
naaldbos	natuur
zoetwater	overig
zoutwater	overig
bebouwing in primair bebouwd gebied	bebouwing
bebouwing in secundair bebouwd gebied	bebouwing
bos in primair bebouwd gebied	overig
bos in secundair bebouwd gebied	overig
gras in primair bebouwd gebied	overig
kale grond in bebouwd gebied	bebouwing
hoofdwegen en spoorwegen	overig
bebouwing in het buitengebied	bebouwing
gras in secundair bebouwd gebied	overig
kwelders	natuur
open zand in kustgebied	natuur
duinen met lage vegetatie	natuur
duinen met hoge vegetatie	natuur
duinheide	natuur

Label	Classificatie
open stuifzand en/ of rivierzand	natuur
heide	natuur
matig vergraste heide	natuur
sterk vergraste heide	natuur
hoogveen	natuur
bos in hoogveengebied	natuur
overige moerasvegetatie	natuur
rietvegetatie	natuur
bos in moerasgebied	natuur
natuurgraslanden	natuur
boomkwekerijen	landbouw
fruitkwekerijen	landbouw



BIJLAGE: UITGANGSPUNTENNOTITIE

NOTITIE

Onderwerp Geohydrologische uitgangspunten wandelend pompstation
Project NRD Schalkwijk
Opdrachtgever Vitens
Projectcode 125553
Status Definitief
Datum 9 mei 2022
Referentie 125553/22-006.858
Auteur(s) S.B. van Terwisga MSc

Gecontroleerd door drs. A. Biesheuvel
Goedgekeurd door dr.ir. W. Soepboer
Paraaf



Bijlage(n) I Boorprofielen

Aan Vitens M. Houdé (Muriël), B. Raaijmakers (Bernadette)
Kopie

1 INLEIDING

Voor het uitbreiden van de capaciteit van drinkwaterwinningen kijkt Vitens naar een mogelijke winlocatie op het Eiland van Schalkwijk. De capaciteit van deze winning moet 7 miljoen m³ per jaar worden. Voor een geschikte locatie is het van belang om te kijken naar de effecten van de winning. Hiervoor wordt voor een tiental locaties een eerste inschatting gemaakt van de effecten van een winning op het grondwater.

Het doel van deze notitie is:

- het geven van een beschrijving van het geohydrologische systeem rond het Eiland van Schalkwijk;
- een overzicht geven van de locaties waar een winning wordt gemodelleerd;
- het vastleggen van uitgangspunten voorafgaand aan de berekeningen.

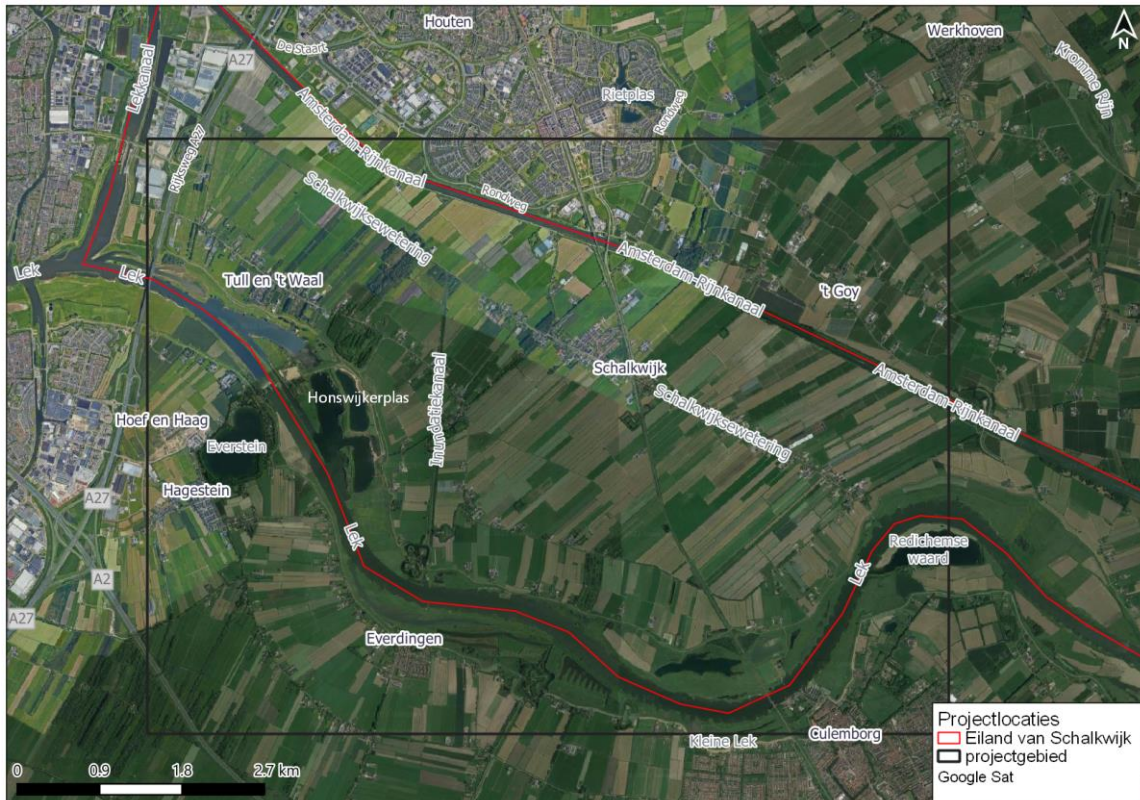
In hoofdstuk 2 wordt het projectgebied toegelicht, waarna in hoofdstuk 3 een analyse van het geohydrologisch systeem wordt geanalyseerd. Op basis hiervan wordt in hoofdstuk 4 een voorstel gedaan van de te modelleren puttenvelden. In hoofdstuk 5 wordt een globale vooruitblik gegeven over de modellering.

2 PROJECTGEBIED

Het projectgebied is gelegen op het Eiland van Schalkwijk en is weergegeven in afbeelding 2.1. Het eiland van Schalkwijk is een eiland dat ligt tussen de Lek in het zuiden en het Amsterdam-Rijnkanaal in het noorden. Midden in het projectgebied ligt het dorp Schalkwijk.

In het projectgebied ligt een spoorlijn tussen Houten en Culemborg. Daarnaast is het Eiland van Schalkwijk onderdeel geweest van de nieuwe waterlinie.

Afbeelding 2.1 Projectgebied



3 GEOHYDROLOGISCH SYSTEEM

3.1 Bodemopbouw

In deze paragraaf wordt de bodemopbouw rondom Schalkwijk besproken. Eerst zal hierbij gekeken worden naar vlakdekkende regionale modellen. Vervolgens zullen lokale boringen worden geanalyseerd. Hiermee wordt een beeld gevormd van de lokale bodemopbouw.

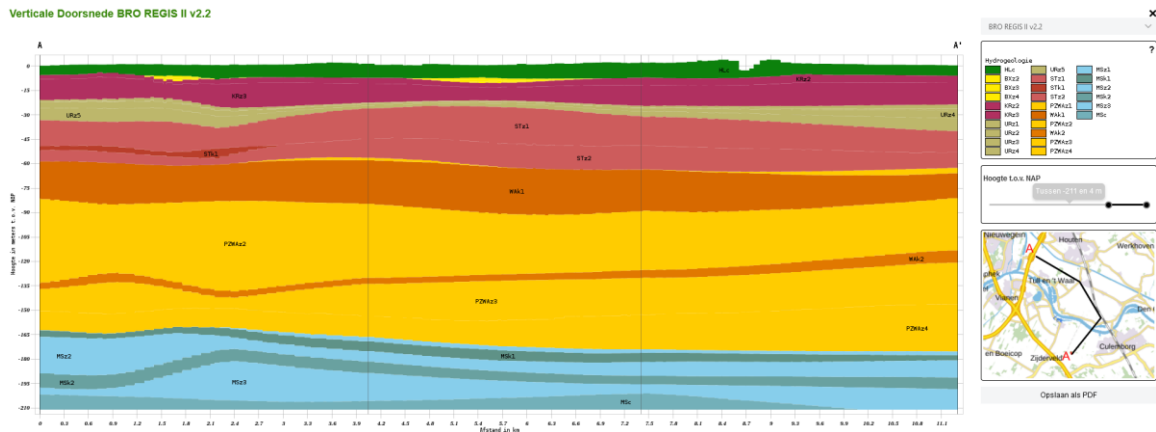
3.1.1 Regionale bodemopbouw

Doorsnede

Een doorsnede van het regionale model REGIS II is gegeven in afbeelding 3.1. Hierin is onder de Holocene deklaag een dik 1^{ste} watervoerend pakket aanwezig. Dit watervoerend pakket loopt ongeveer van NAP -10 tot NAP -60 m. Ten westen van het gebied wordt het 1^{ste} watervoerend pakket onderbroken door een dunne kleilaag van de formatie van Sterksel.

Onder het 1^{ste} watervoerend pakket is een dikke, ononderbroken slecht doorlatende laag (Waalre klei 1) aanwezig. Deze laag heeft een dikte van ongeveer 20 m. In het zuiden neemt de dikte iets af. Onder de Waalre klei-1 bevindt zich het 2^{de} watervoerend pakket, bestaande uit Peize/Waalre zanden. Tussen het 2^{de} en 3^{de} watervoerend pakket is een dunne scheidende laag aanwezig uit de formatie van Waalre. Deze laag heeft een dikte van maximaal enkele meters. Onder het 3^e watervoerend pakket bevinden zich kleien en zand van de Formatie van Maassluis met een bovenzijde op NAP -165 m en dieper.

Afbeelding 3.1 Verticale doorsnede REGIS II v2.2 [ref. 10]



De deklaag bestaat uit een combinatie van klei en veen. In deze deklaag zijn riviergeulen aanwezig. Een eerste beeld van de deklaag is gegeven in afbeelding 3.2. De onderzijde van de deklaag ligt volgens GeoTOP rond NAP -6 m.

Afbeelding 3.2 Doorsnede projectgebied uit GeoTOP [ref. 11]

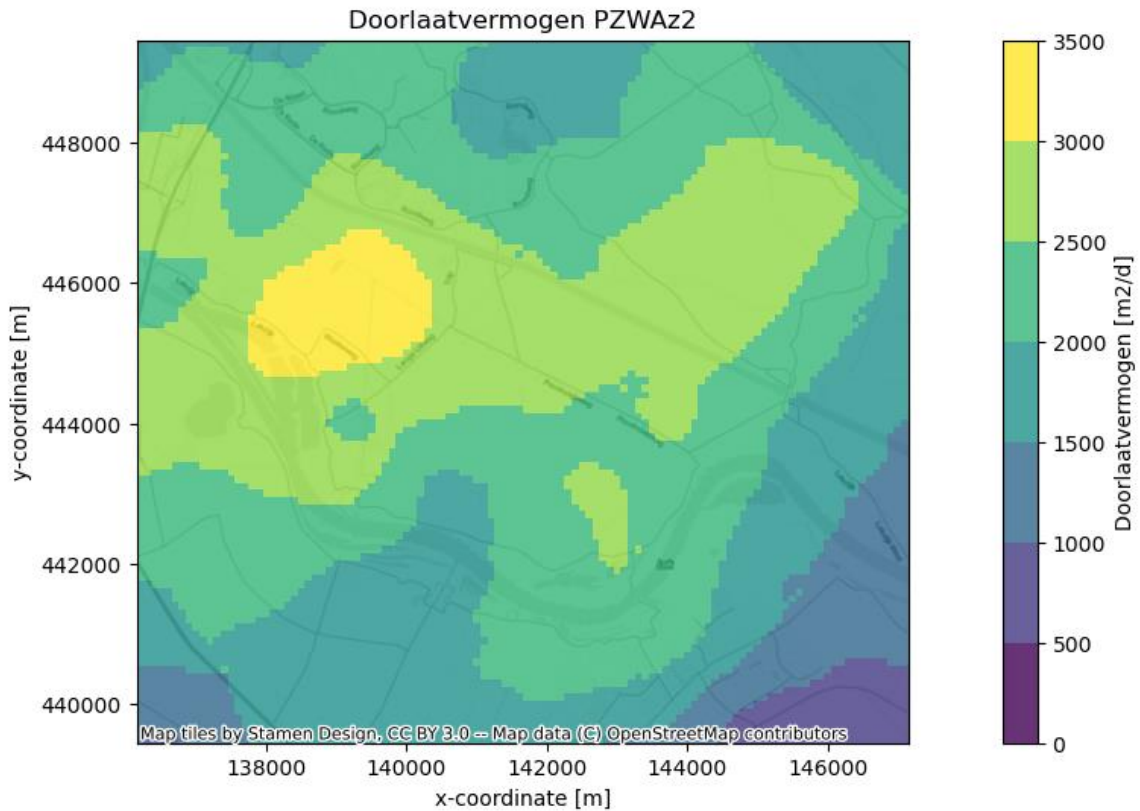


horizontale verbreiding 2^e WVP

Binnen de studie wordt winning uit het 2^e Watervoerend pakket beschouwd. Voor een vlakdekkend beeld is gekeken naar het 2^{de} watervoerend pakket en de omliggende afsluitende lagen. Deze lagen zijn PZWAz2, WAK1 en WAK2.

Het doorlaatvermogen van het 2^{de} watervoerend pakket is gegeven in afbeelding 3.3. Het watervoerend pakket heeft bij het Eiland van Schalkwijk een doorlaatvermogen van 2.000 - 3.500 m²/d. Ten westen van het gebied is het doorlaatvermogen groter, terwijl dit afneemt richting het zuiden. Het 2^{de} watervoerend pakket is binnen het zoekgebied overall aanwezig.

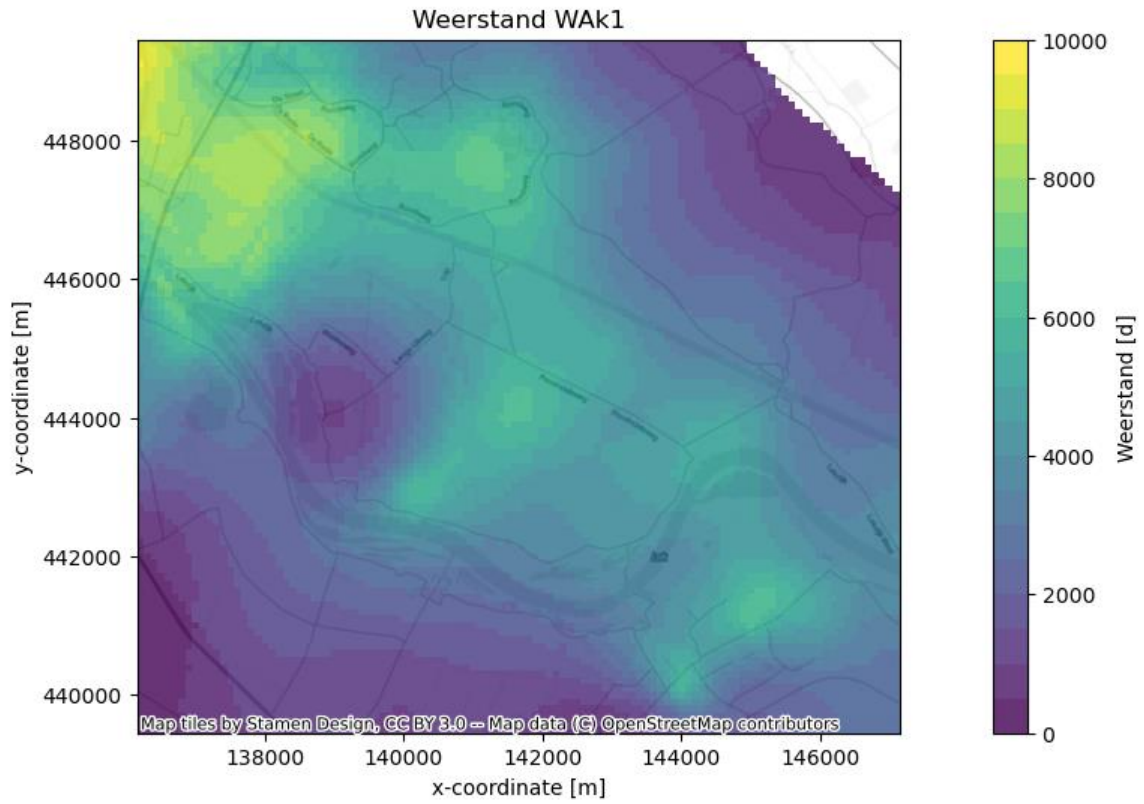
Afbeelding 3.3 Doorlaatvermogen van het 2^{de} watervoerend pakket



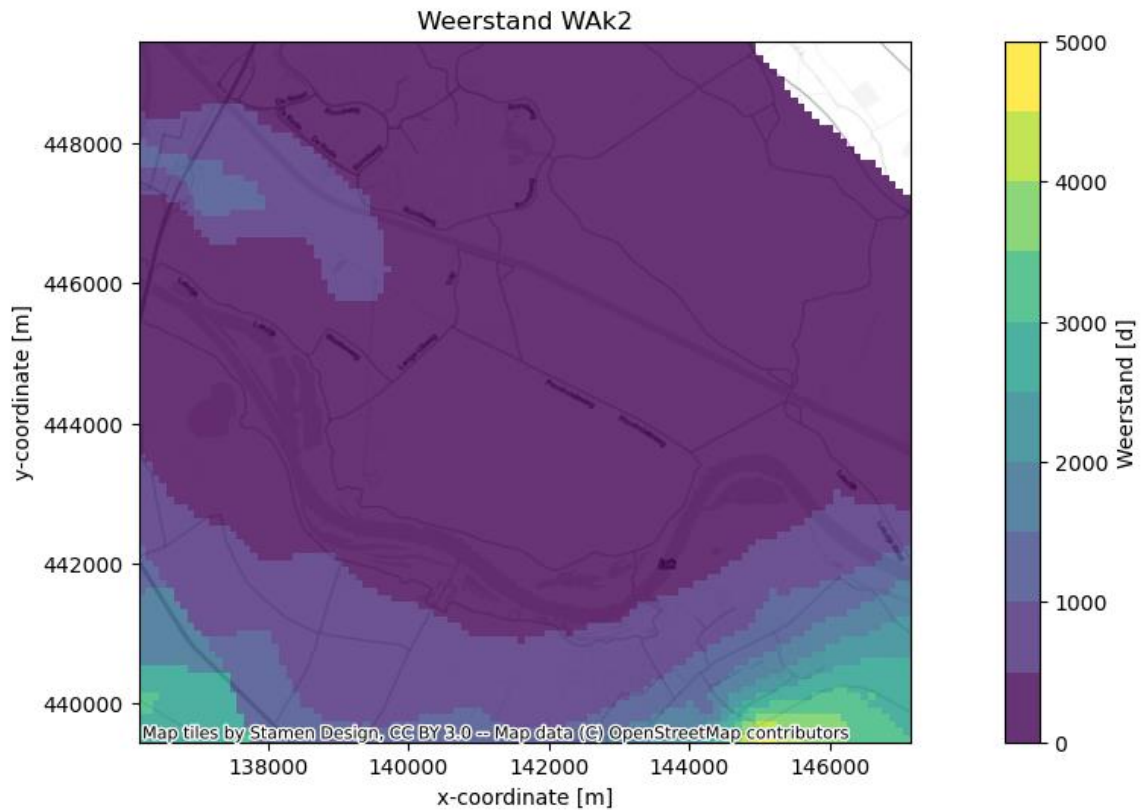
Het vlakdekkende beeld voor de weerstandbiedende lagen boven en onder het 2^{de} watervoerend pakket is gegeven in afbeelding 3.4 en afbeelding 3.5. Nabij de Honswijkerplas, in het westen van het gebied, lijkt er een gat te zitten in de 1^{ste} kleiige eenheid van de formatie van Waalre. Ten noordoosten van het gebied lijkt de Waalre Klei volledig afwezig. Bij het Eiland van Schalkwijk is de 1^{ste} kleiige eenheid van de formatie van Waalre wel aanwezig. De weerstand is hier groter dan 2.000 dagen.

De weerstand van de 2^{de} kleiige eenheid van de Waalre klei is in het hele projectgebied tussen de 0 en 500 dagen. Ten zuiden van het projectgebied is de weerstand hoger.

Afbeelding 3.4 Weerstand 1^{ste} kleiige eenheid formatie van Waalre



Afbeelding 3.5 Weerstand 2^{de} kleiige eenheid formatie van Waalre

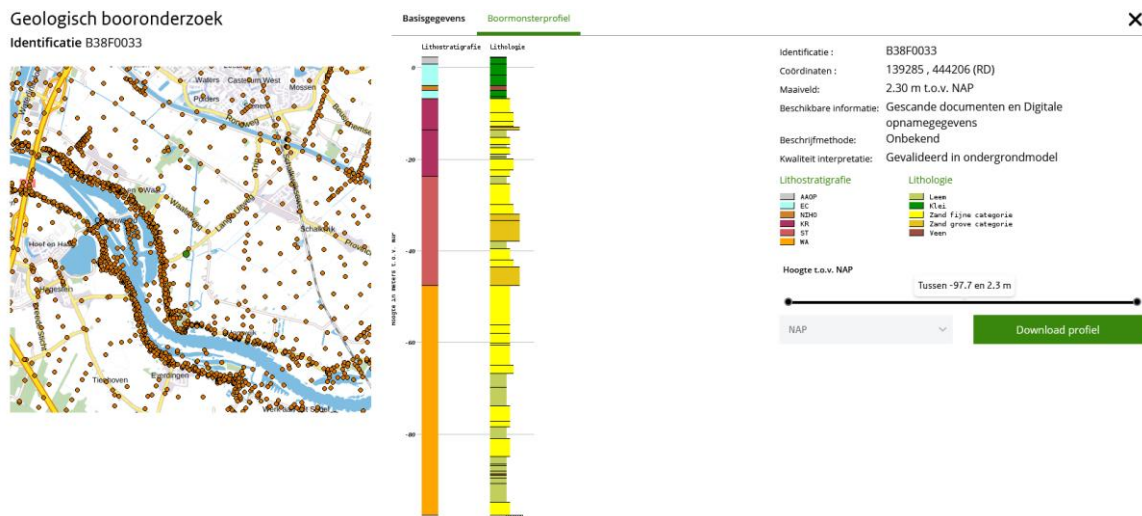


3.1.2 Boringen

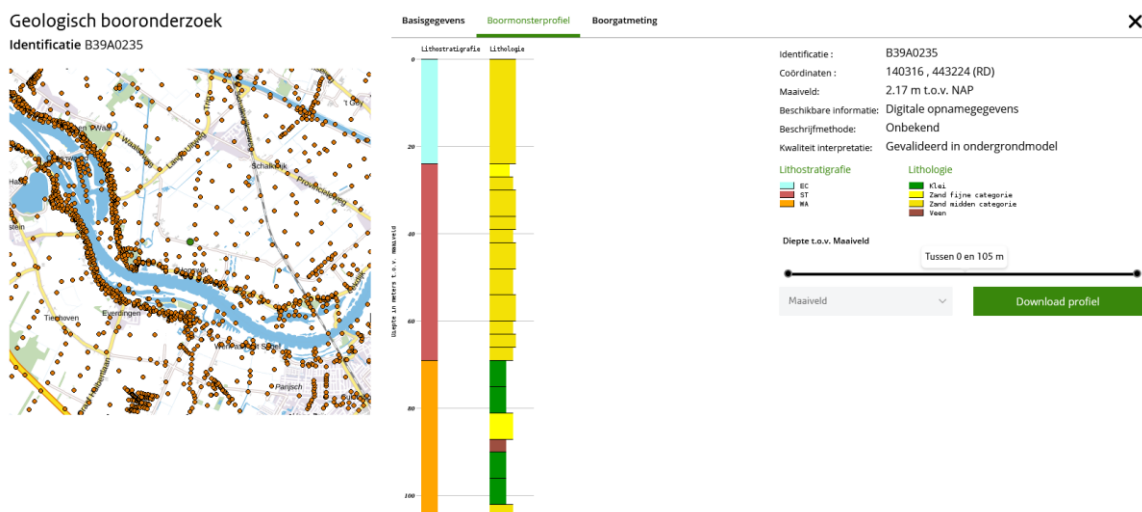
In afbeelding 3.6 en afbeelding 3.7 zijn 2 boringen in het projectgebied weergegeven. Deze boringen lopen tot de 1^{ste} zandige eenheid van de formatie van Peize en Waalre. Uit deze boring blijkt dat er bij de Honswijkerplas inderdaad geen dikke scheidende laag aanwezig is tussen het 1^{ste} en 2^{de} watervoerend pakket. Deze boring is een puls boring uit 1904. In de 2^{de} boring is wel een dikke kleilaag aanwezig. Deze laag heeft een dikte van ruim 20 m. Binnen deze laag is wel een tussenzandlaag aanwezig.

Vanwege de afwijkende resultaten van boring B38F0033 is er gekeken naar diepe boringen in de omgeving die rond dezelfde tijd zijn uitgevoerd. Hieruit volgt dat er in enkele puls boringen uit het begin van de 20^{ste} eeuw wel klei aanwezig is. De afwezigheid van klei lijkt dus geen gevolg te zijn van de boormethode. De boorprofielen zijn weergegeven in bijlage I.

Afbeelding 3.6 Boring nabij Honswijkerplas



Afbeelding 3.7 Boorprofiel Eiland van Schalkwijk

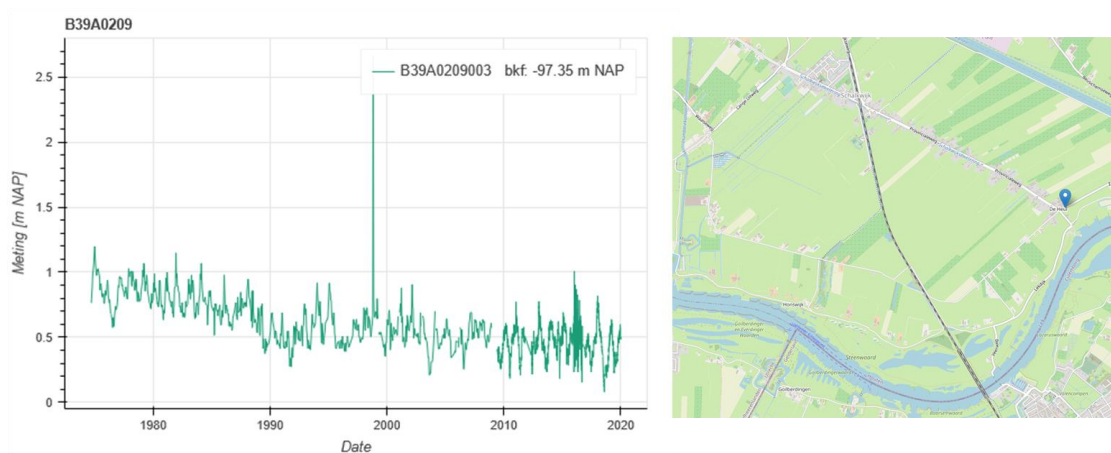


3.2 Grondwaterstanden

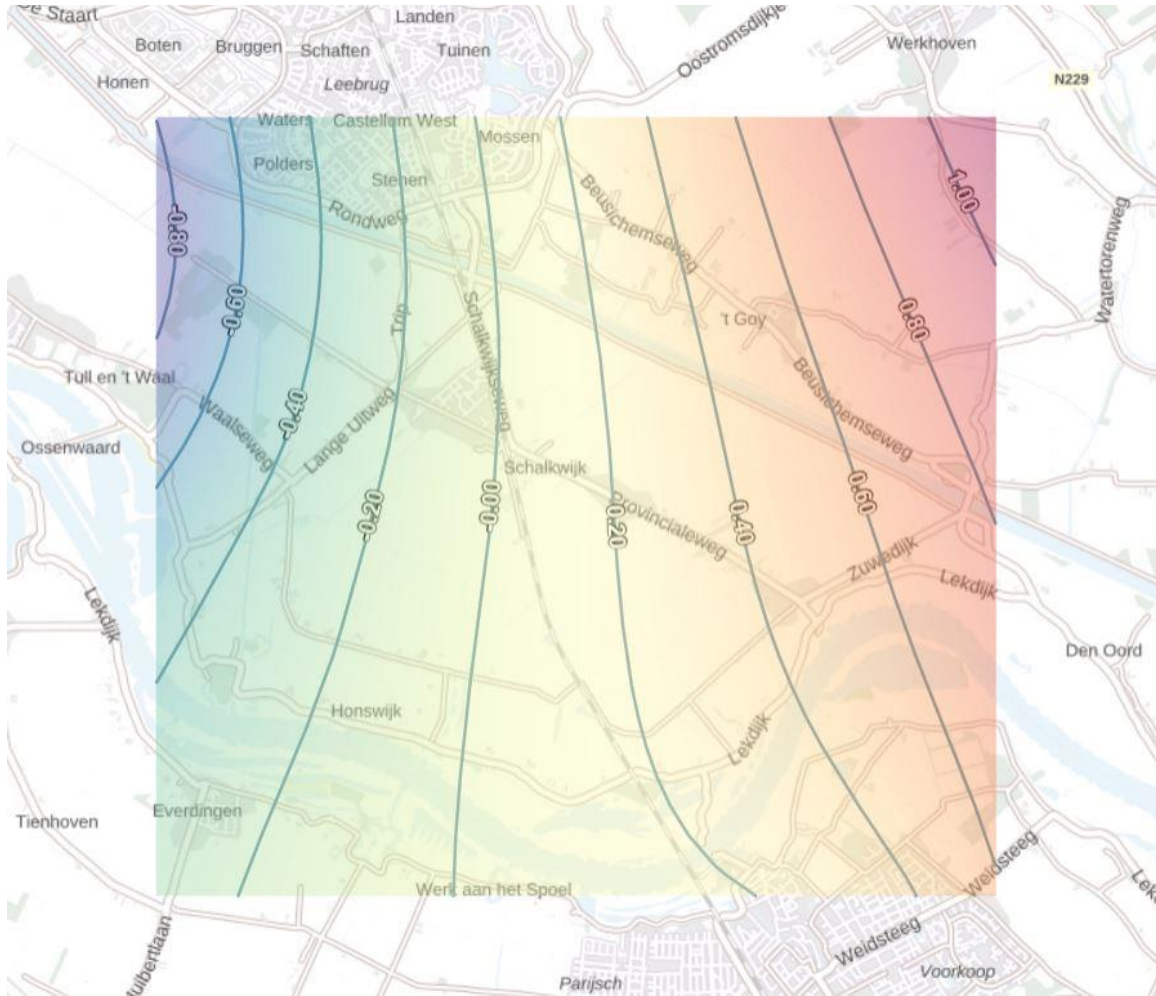
Op DINOloket is 1 meting aanwezig van de stijghoogte in het 2^{de} watervoerend pakket. Deze meting bevindt zich in het oosten van het projectgebied, nabij de Heulse Waard. De meetreeks die hoort bij deze peilbuis is weergegeven in afbeelding 3.8. Op deze locatie worden waarden gemeten tussen NAP +0,00 m en NAP +1,20 m. De waarde boven NAP +2,50 m wordt gezien als uitschieter en is daarom niet meegenomen.

Op DINOloket en het dataportaal van Vitens [ref. 12] zijn aanvullend metingen beschikbaar van hoger gelegen watervoerende pakketten. Omdat de winning dieper gaat zijn, zijn deze niet weergegeven.

Afbeelding 3.8 Stijghoogtes in het 2^{de} watervoerend pakket [ref. 3]



Afbeelding 3.9 Isohypsens 2^e WVP (Peize/Waalre) [ref. 2]



De grondwaterstroming in het 2^{de} watervoerend pakket is globaal gericht van oost naar west.

3.3 Winningen in omgeving

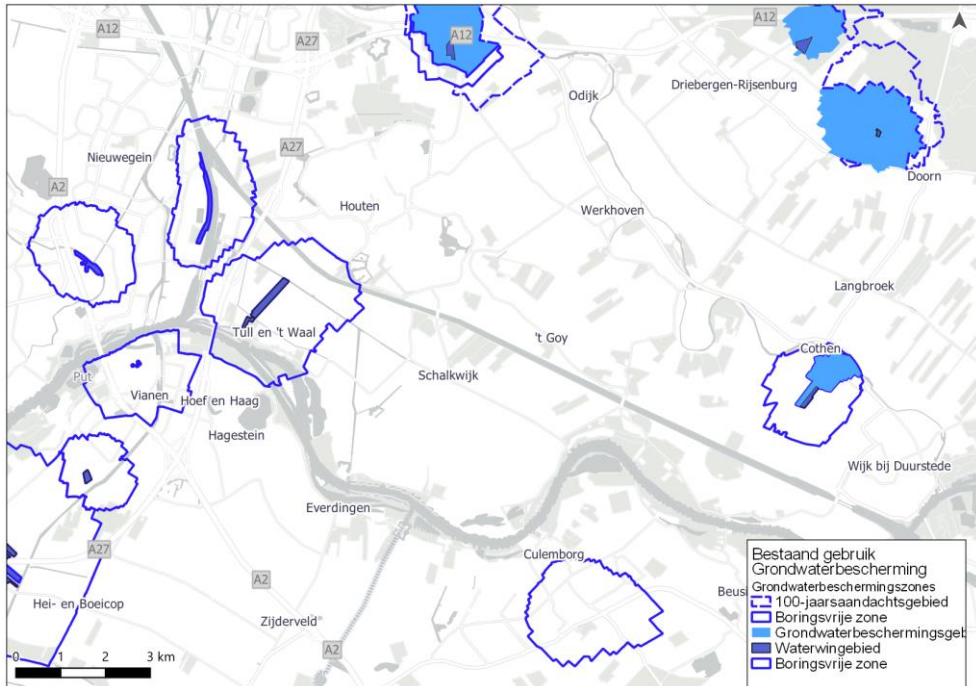
De bestaande winningen in de omgeving zijn weergegeven in afbeelding 3.10. Nabij het projectgebied zijn 3 bestaande winningen. Deze winningen zijn aanwezig bij Tull en 't Waal, Cothen en Culemborg. De vergunde debieten voor de verschillende winningen zijn weergegeven in tabel 3.1.

De bestaande winningen zijn aanwezig in het 2^{de} watervoerend pakket. Daardoor is er een beperkte beschermingszone met een grotere boringsvrije zone.

Tabel 3.1 Vergunde debieten van bestaande winningen in de omgeving van Schalkwijk

Winning	Vergund debiet [miljoen m ³]	Onttrekkingsdiepte
Culemborg	2,0 [ref. 1]	WVP 4
Cothen	3,0 [ref. 6]	WVP 2 en WVP 3
Tull en 't Waal	6,0 [ref. 7]	WVP 2 en WVP 3

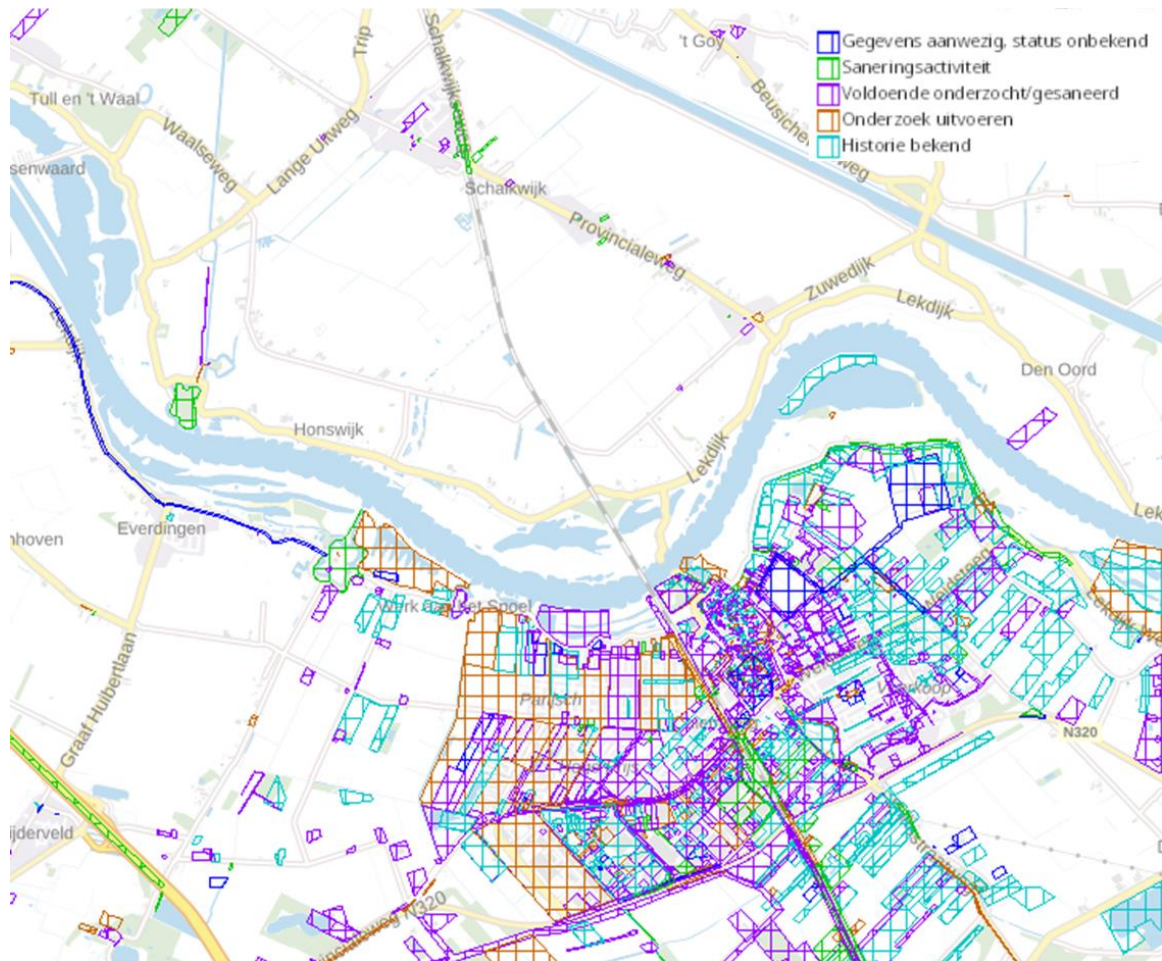
Afbeelding 3.10 Boringsvrije zones met grondwaterbeschermingsgebieden nabij Schalkwijk



3.4 Bodemvervuiling

Bekende bodemverontreinigingen zijn gegeven in afbeelding 3.11. Binnen het gebied worden enkele saneringsactiviteiten uitgevoerd. Ook zijn er enkele locaties welke al zijn gesaneerd, of waar nader onderzoek benodigd is. Deze locaties liggen voornamelijk bij de provincialeweg.

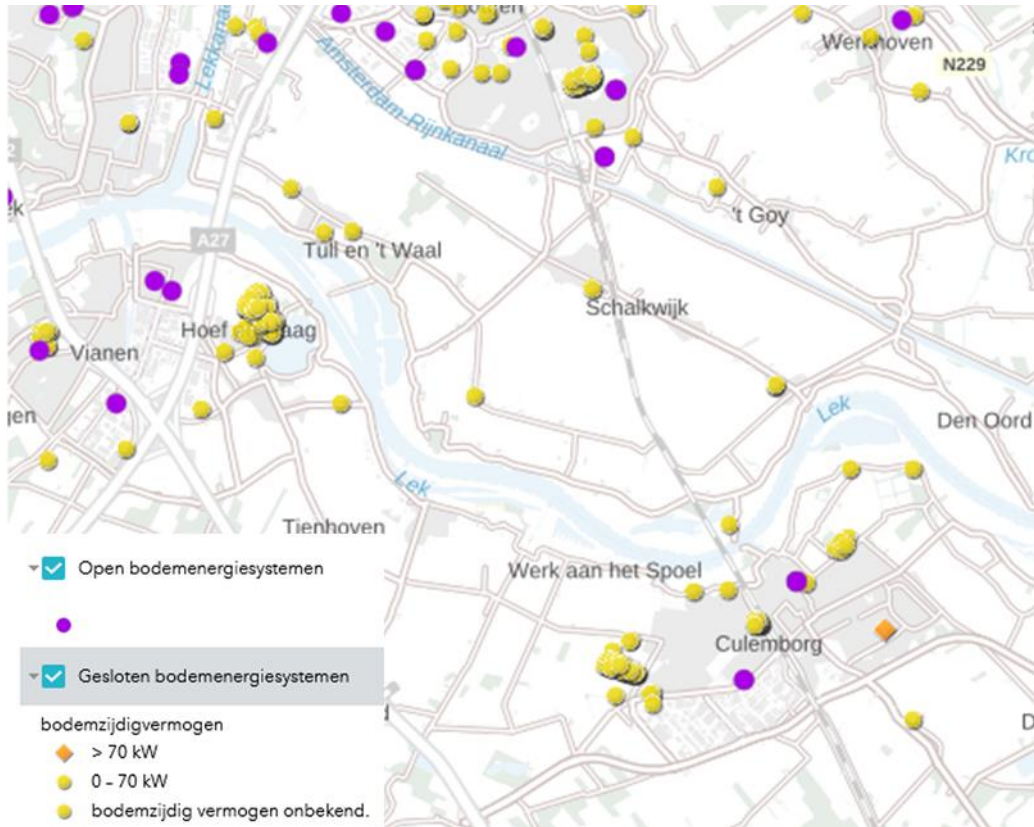
Afbeelding 3.11 Bekende verontreinigingen bij het Eiland van Schalkwijk



3.5 WKO-installaties

Bekende WKO-installaties zijn weergegeven in afbeelding 3.12. In het projectgebied zijn enkele gesloten bodemenergiesystemen aanwezig. Open bodemenergiesystemen zijn hier niet aanwezig.

Afbeelding 3.12 Bodemenergiesystemen rond het projectgebied

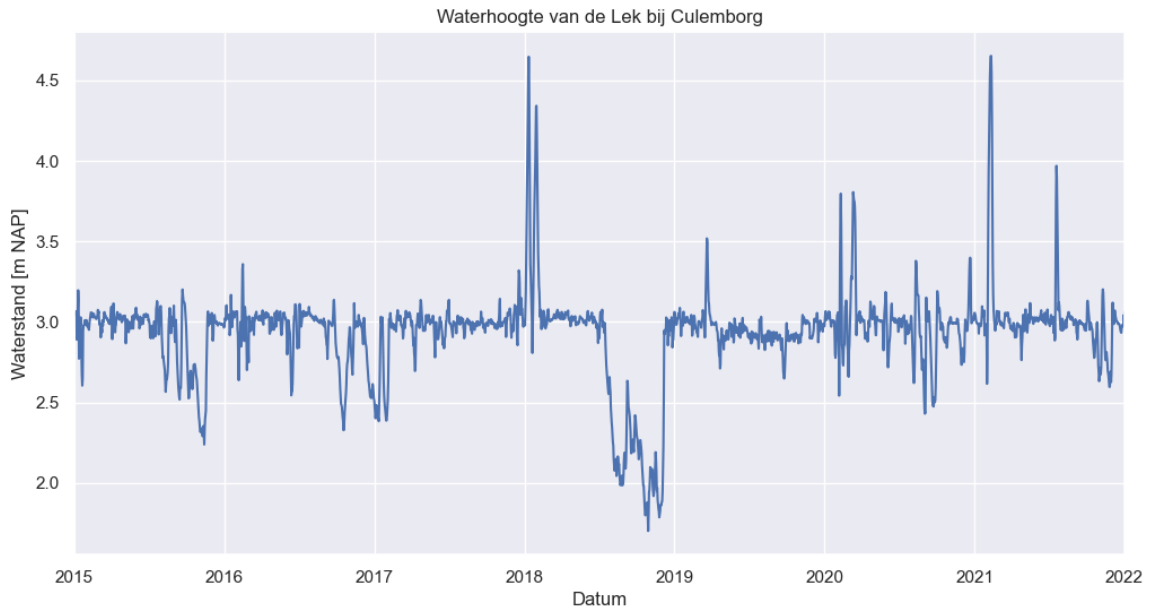


3.6 Oppervlaktewater

3.6.1 Lek

Ten zuiden van het projectgebied stroomt de Lek. De waterhoogte van de Lek bij Culemborg is gegeven in afbeelding 3.13. Over het algemeen is de waterstand van de Lek ongeveer NAP +3,0 m. Tijdens natte en droge periodes kan dit afwijken. Zo zijn er na de droge zomer van 2018 waterstanden gemeten onder NAP +2,0 m. De maximale gemeten waterstand is NAP +4,65 m (binnen de meetperiode in afbeelding 3.13).

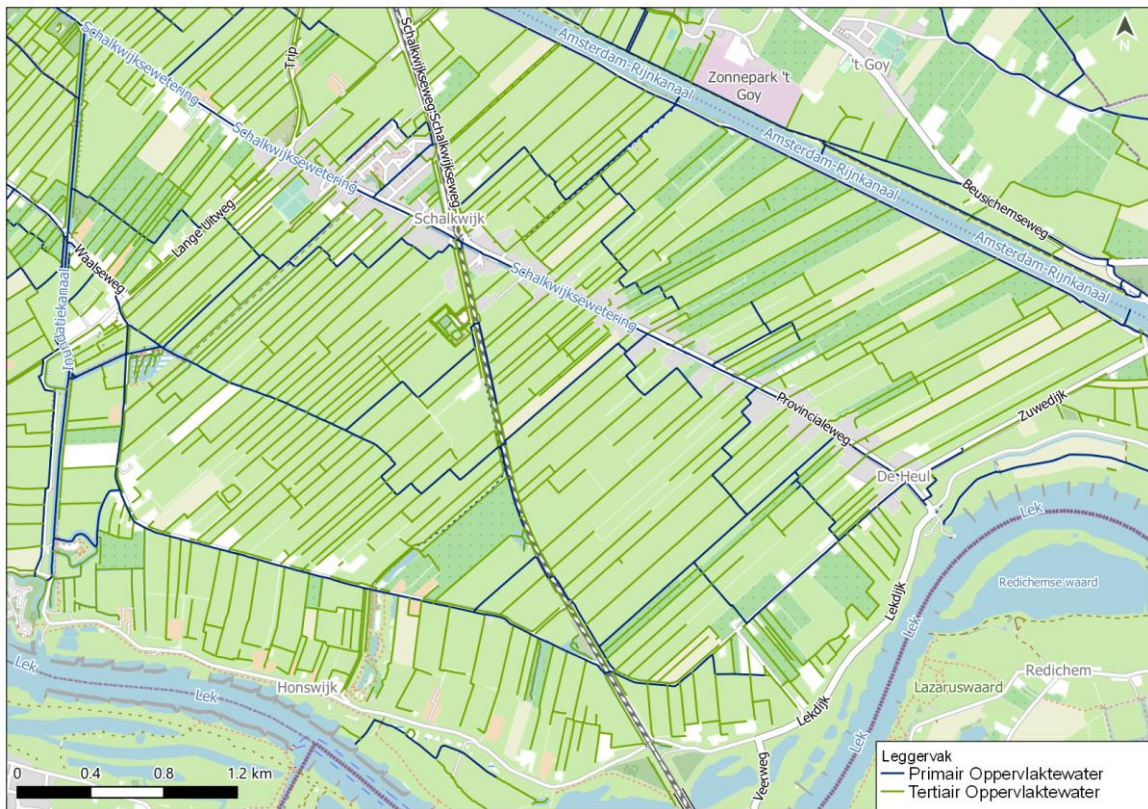
Afbeelding 3.13 Waterstand van de Lek ter hoogte van Culemborg



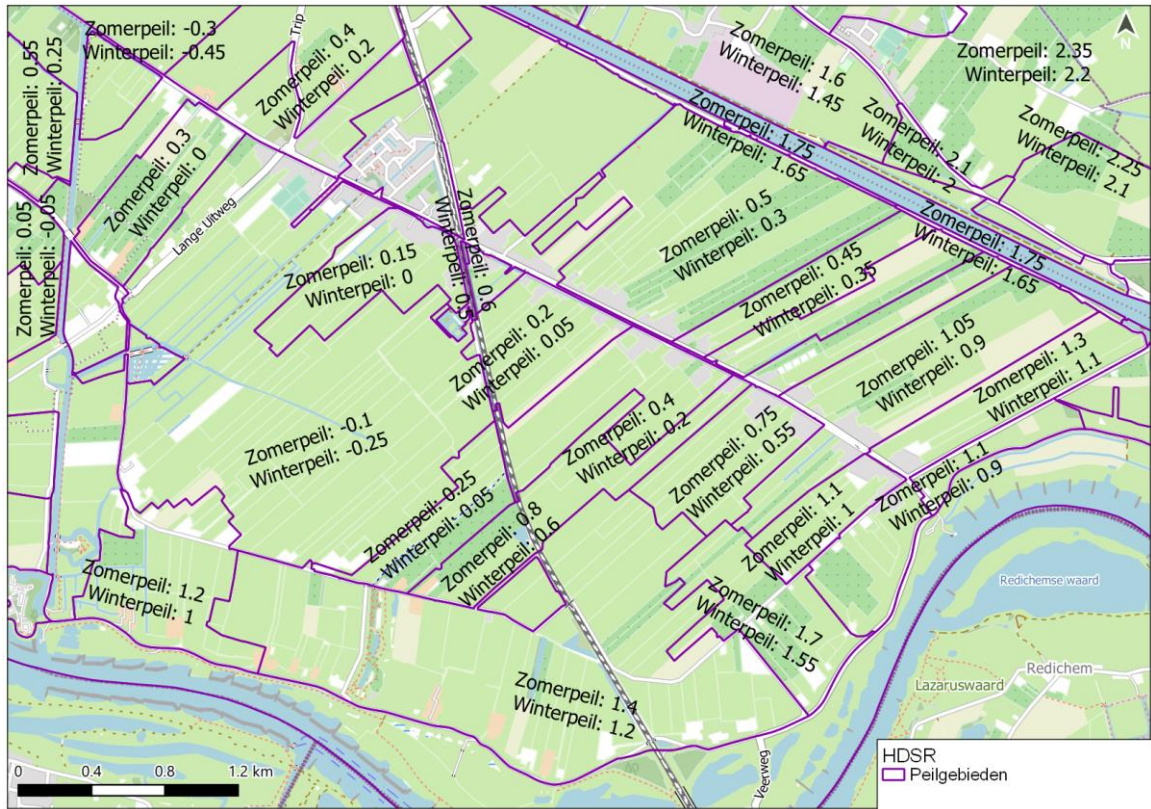
3.6.2 Binnendijks

Het binnendijkse peil wordt beheerd door hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. De watergangen en bijbehorende peilgebieden zijn weergegeven in afbeelding 3.14 en afbeelding 3.15. Het waterpeil binnen het projectgebied varieert van NAP -0,05 m tot NAP +1,70 m.

Afbeelding 3.14 Oppervlaktewater binnen het projectgebied



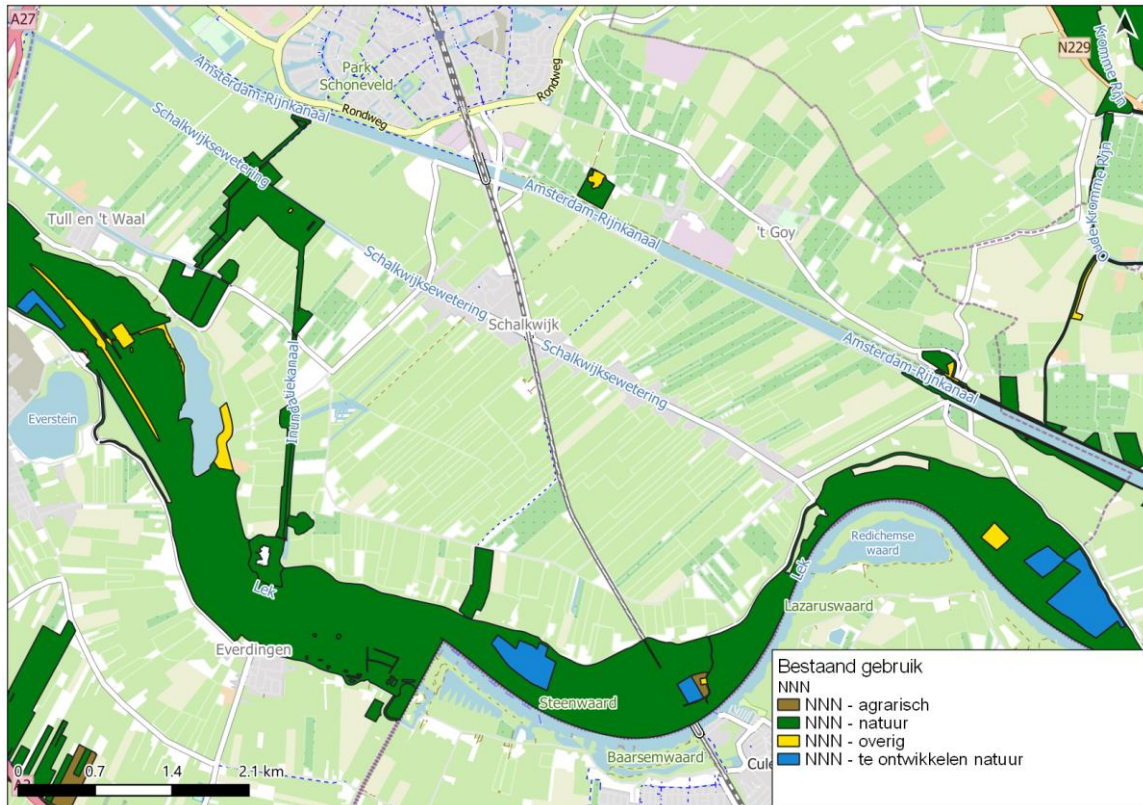
Afbeelding 3.15 Peilgebieden binnen het projectgebied



3.7 Natuurgebieden

De gebieden uit Natuurnetwerk Nederland zijn weergegeven in afbeelding 3.16. De gebieden van het Natuurnetwerk bevinden zich voornamelijk aan de randen van het projectgebied bij de Lek. Binnen het gebied is er rond het inundatiekanaal ook nog een gebied onderdeel van Natuurnetwerk Nederland.

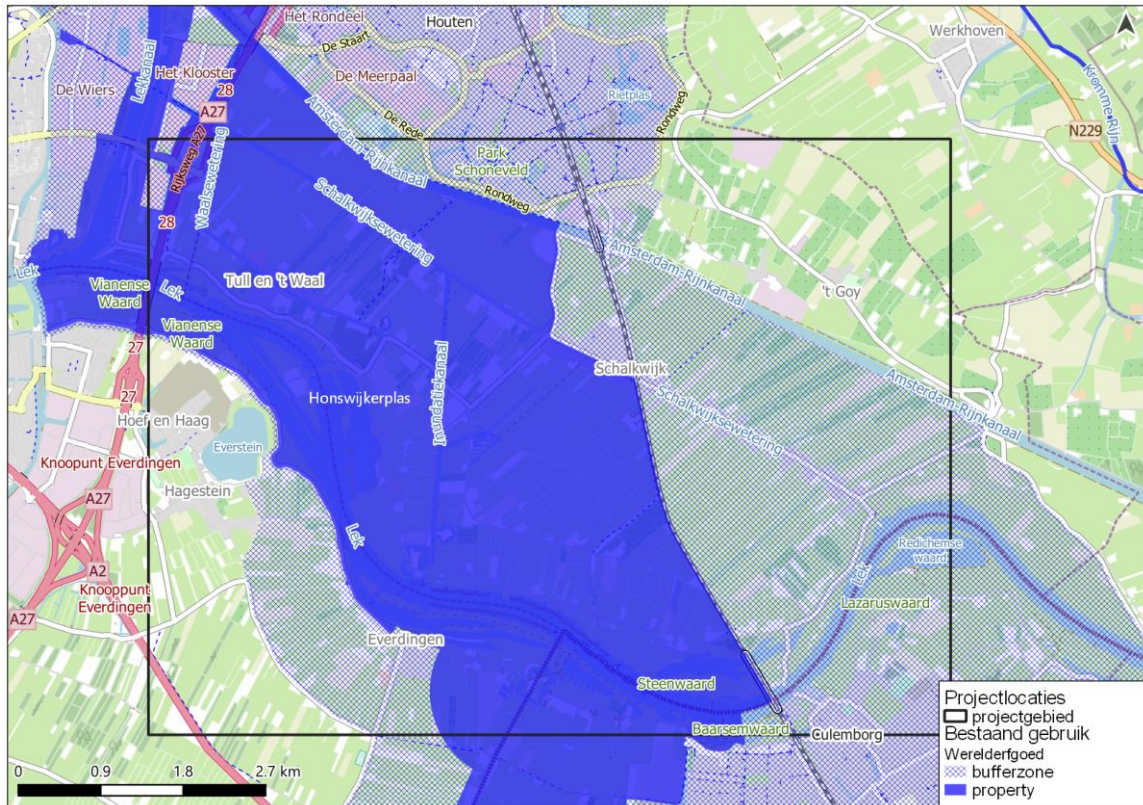
Afbeelding 3.16 Natuurnetwerk Nederland bij het Eiland van Schalkwijk [ref. 8]



3.8 UNESCO werelderfgoed

Het eiland van Schalkwijk is onderdeel geweest van de Hollandse Waterlinie. De Hollandse Waterlinie is UNESCO werelderfgoed. Dit heeft als gevolg dat een groot deel van het projectgebied is gelegen binnen UNESCO werelderfgoed, zoals is weergegeven in afbeelding 3.17.

Afbeelding 3.17 UNESCO werelderfgoed bij het projectgebied [ref. 9]



4 PUTTENVELDEN

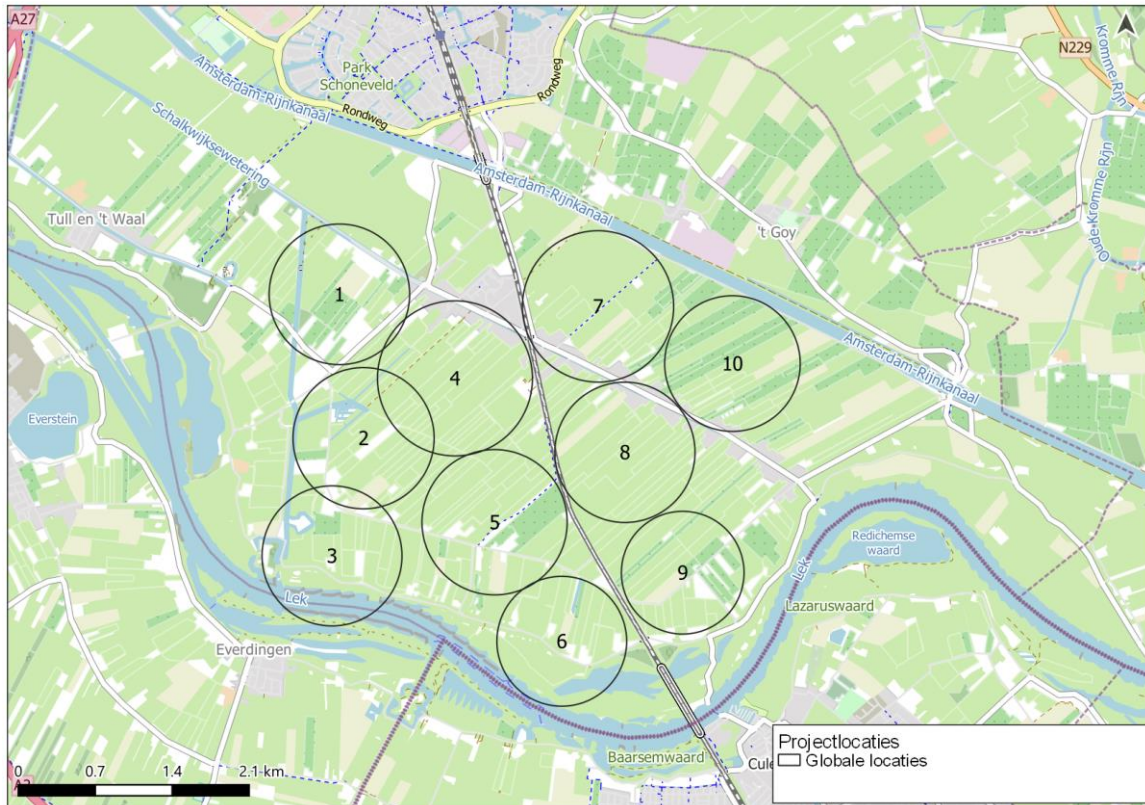
4.1 Globale locaties en verfijningscriteria

Vitens heeft 10 indicatieve zoekgebieden voor een potentieel winveld aangewezen binnen het Eiland van Schalkwijk. Daarnaast is er nog 1 puttenveld aangewezen bij de bestaande winning Tull en 't Waal. Voor deze locaties wordt met behulp van berekeningen inzicht gegeven in effecten op het grondwater. De globale locaties zijn weergegeven in afbeelding 4.1. In deze afbeelding heeft elke potentiële winlocatie een nummer gekregen. In de gebieden bevinden zich voornamelijk agrarische percelen. Voor elk van deze winlocaties is een preciezere locatie voor de individuele uitgewerkt voor het modelleren van de effecten van de winning op het grondwater.

Om een keuze te maken voor de locaties is er rekening gehouden met enkele criteria. De criteria die hiervoor zijn gebruikt zijn als volgt:

- zo veel mogelijk volgen van perceelsgrenzen;
- toegankelijkheid, nabijheid bij een weg;
- niet gelegen in een NNN gebied;
- niet op een saneringslocatie;
- nabijheid bij Rijksmonumenten (niet te nabij);
- niet te dicht bij de aanwezige spoorweg.

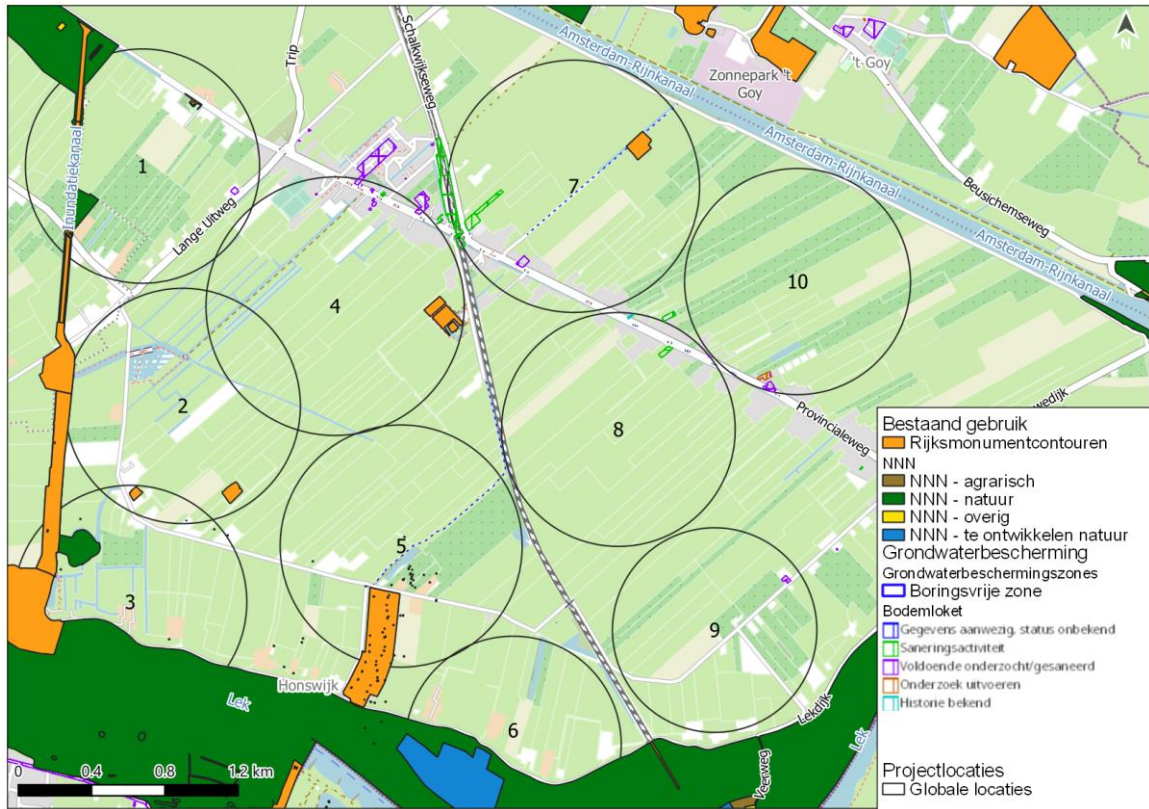
Afbeelding 4.1 Zoekgebieden winlocatie (globale locaties)



Om inzicht te krijgen voor verfijning van de puttenvelden is een zeefanalyse uitgevoerd, waarbij binnen de zoekgebieden de plekken zijn aangegeven die niet (of minder) geschikt zijn voor plaatsing. Deze analyse is weergegeven in afbeelding 4.2.

Voornamelijk in de zuidelijke zoekgebieden is er sprake van gebieden gelegen in Natuurnetwerk Nederland en Rijksmonumenten.

Afbeelding 4.2 Zeeanalyse voor de zoekgebieden



4.2 Aantal putten

Een winveld zal uit meerdere putten moeten bestaan, om de gevraagde doelstelling (onttrekking 7 miljoen m³/jaar, 2^{de} watervoerend pakket). Het aantal winputten hangt samen met de karakteristieken van het 2^{de} watervoerend pakket en de bovenliggende slecht doorlatende laag.

Uit de analyse van de doorlaatvermogen van het watervoerend pakket volgt dat deze tussen de 2.000 en 3.500 m²/d ligt. Voor een benadering van de hoeveelheid putten, wordt uitgegaan van een vaste transmissiviteit van 2.500 m²/d. Voor de weerstand van de bovenliggende kleilaag (Wak1) is uitgegaan van 2.000 dagen.

Uitgaande van een afpompings van 2 m en een diameter van 300 mm, wordt de functie als volgt:

$$Q = \frac{2\pi * kD * S_m}{2.30 * \ln(1,12 \frac{\lambda}{r})}$$

Hierin zijn:

- Q - debiet [m³/d];
- kD - transmissiviteit [m²/d];
- S_m - afpompings [m];
- λ - spreidingslengte (\sqrt{kDc}) [m];
- r - radius van de boorput [m].

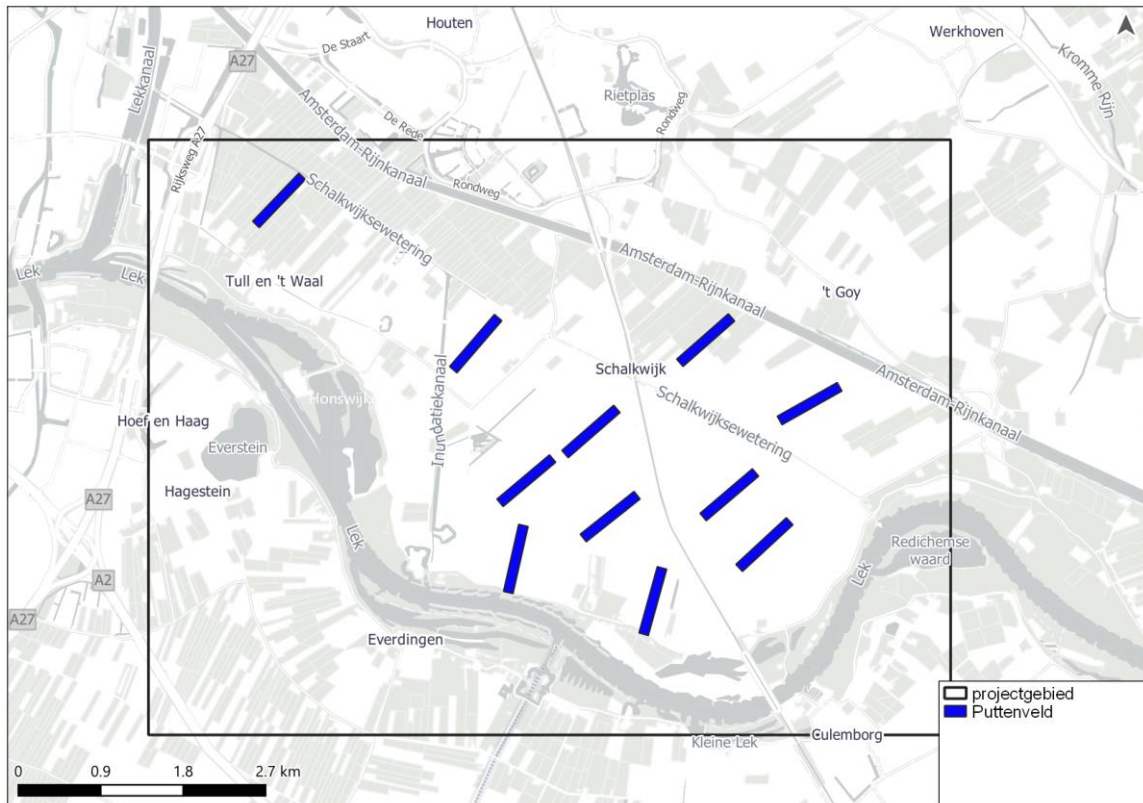
Hieruit volgt een debiet per put van 1.400 m³/d. Uitgaande van het debiet van 7 miljoen m³ per jaar, zijn er in dit geval minstens 14 pompen nodig. Om redundantie mee te nemen, wordt er uitgegaan van 16 pompputten per winveld. Dit zal in eerste instantie voor alle puttenvelden hetzelfde zijn. Het debiet per put zal in dit geval gelijk zijn aan 1.200 m³/d.

4.3 Locaties om door te rekenen

Zoals besproken in paragraaf 4.2 worden er 16 putten per puttenveld geplaatst. Er wordt uitgegaan van een afstand tussen de putten van ongeveer 70 m en dat de putten verdeeld worden over 2 rijen. Dit houdt in dat de afmeting van het puttenveld ongeveer 500 m bij 70 m is. Een overzichtsaftbeelding van de winlocaties is gegeven in afbeelding 4.3.

De locaties van winvelden en individuele putten zijn indicatief en dienen als uitgangspunt voor de vergelijkende effectberekeningen op het grondwater.

Afbeelding 4.3 Overzicht locaties puttenvelden



4.3.1 Locatie 1

Het voorstel voor de locatie van het puttenveld is gegeven in afbeelding 4.4. Het Inundatiekanaal is een monument en nabij de wegen staat verspreid bebouwing. Vandaar dat het voorstel is om het puttenveld op een agrarisch perceel te plaatsen.

Afbeelding 4.4 Voorstel puttenveld voor locatie 1



4.3.2 Locatie 2

Het voorstel voor het puttenveld bij locatie 2 is gegeven in afbeelding 4.5. Langs de Achterdijk bevindt zich bebouwing. Er is voor gekozen om het puttenveld zo ver mogelijk van deze bebouwing af te zetten.

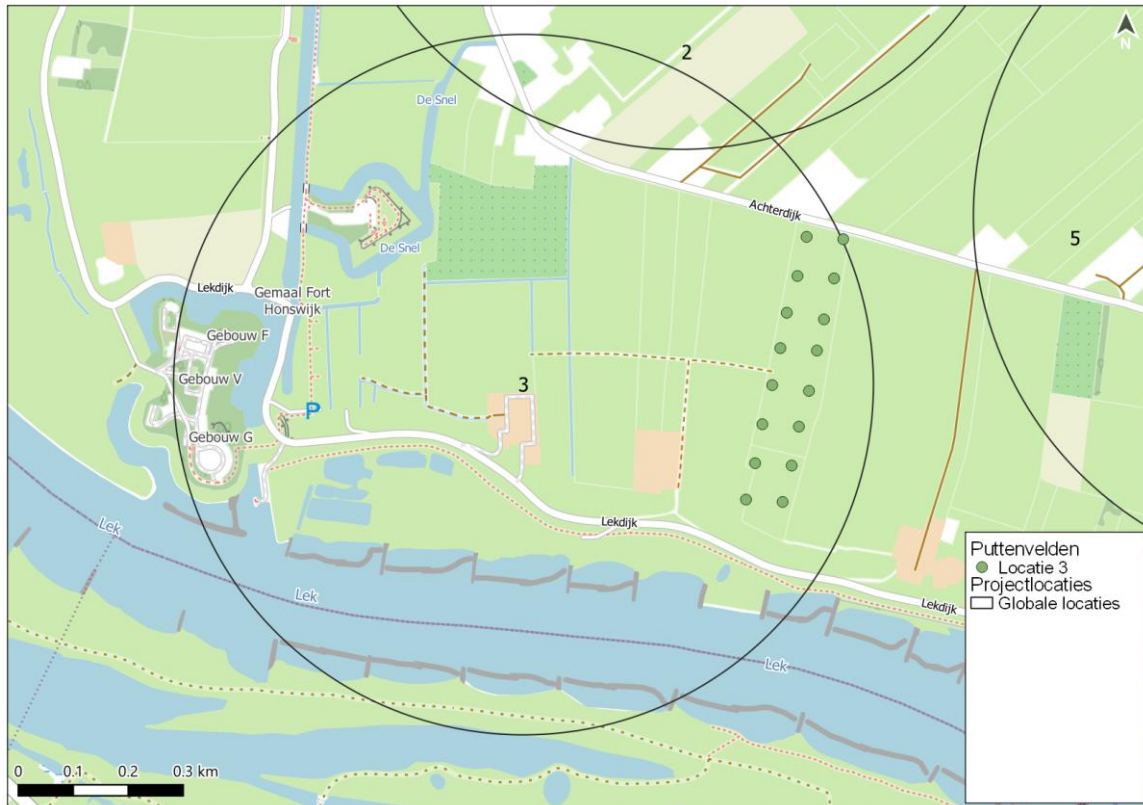
Afbeelding 4.5 Voorstel puttenveld voor locatie 2



4.3.3 Locatie 3

Het voorgestelde puttenveld voor locatie 3 is weergegeven in afbeelding 4.6. Locatie 3 bevat zowel monumenten, natuurgebieden en de Lekdijk. De voorgestelde locatie ligt zo ver mogelijk weg van al deze elementen. Daarnaast is het puttenveld gelegen aan de Achterdijk, voor goede bereikbaarheid.

Afbeelding 4.6 Voorstel puttenveld voor locatie 3



4.3.4 Locatie 4

Het voorstel voor het puttenveld bij locatie 4 is gegeven in afbeelding 4.7. Er is er voor gekozen om het voorstel voor het puttenveld langs een bestaande weg te leggen.

Afbeelding 4.7 Voorstel puttenveld voor locatie 4



4.3.5 Locatie 5

Het voorstel voor het puttenveld op locatie 5 is weergegeven in afbeelding 4.8. Langs de Achterdijk bevindt zich op sommige plekken bebouwing. Daarom is er voor gekozen om het puttenveld ten noorden van de Achterdijk te plaatsen.

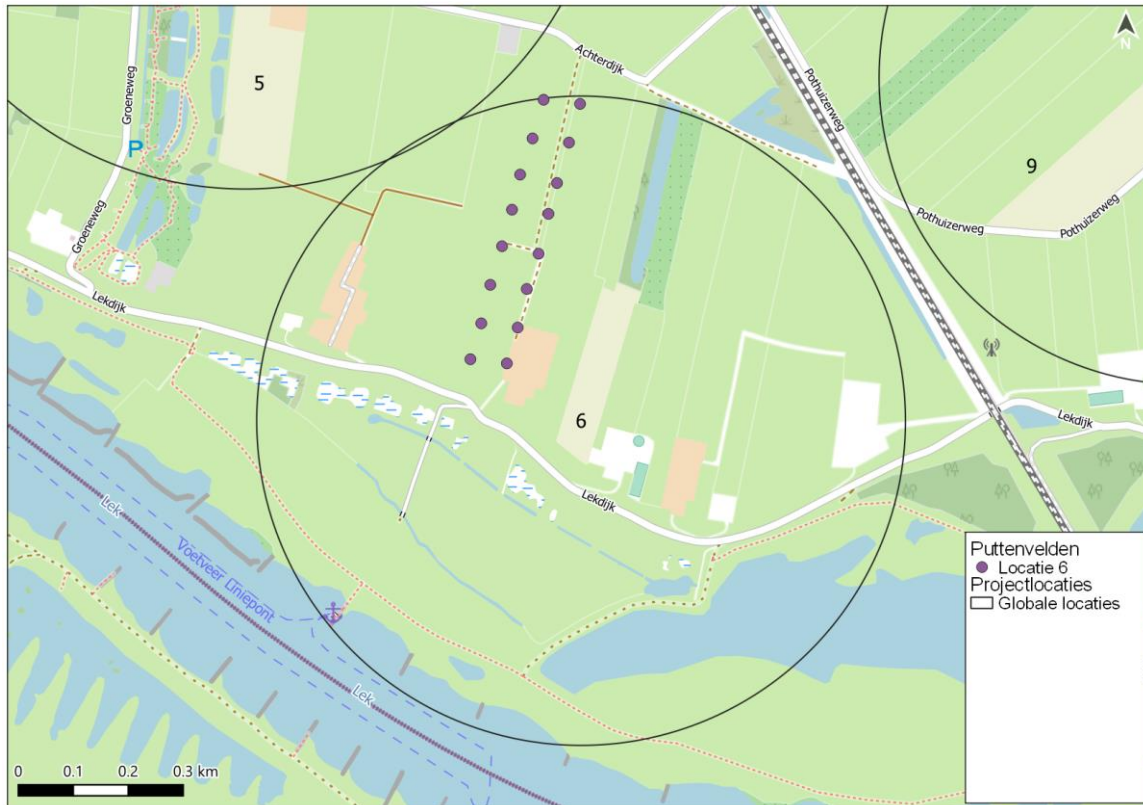
Afbeelding 4.8 Voorstel puttenveld voor locatie 5



4.3.6 Locatie 6

Het voorstel voor het puttenveld voor locatie 6 is weergegeven in afbeelding 4.9. In het zuiden van het gebied bevindt zich de Lekdijk. Langs de Lekdijk bevindt zich ook op sommige locaties bebouwing. Zo ook direct ten oosten van het voorgestelde puttenveld.

Afbeelding 4.9 Voorstel puttenveld voor locatie 6



4.3.7 Locatie 7

Het voorstel voor het puttenveld bij locatie 7 is gegeven in afbeelding 4.10. Ten oosten van het puttenveld bevindt zich een pad, welke mogelijk kan worden gebruikt voor de toegang. Verder bestaat het gebied voornamelijk uit agrarische percelen.

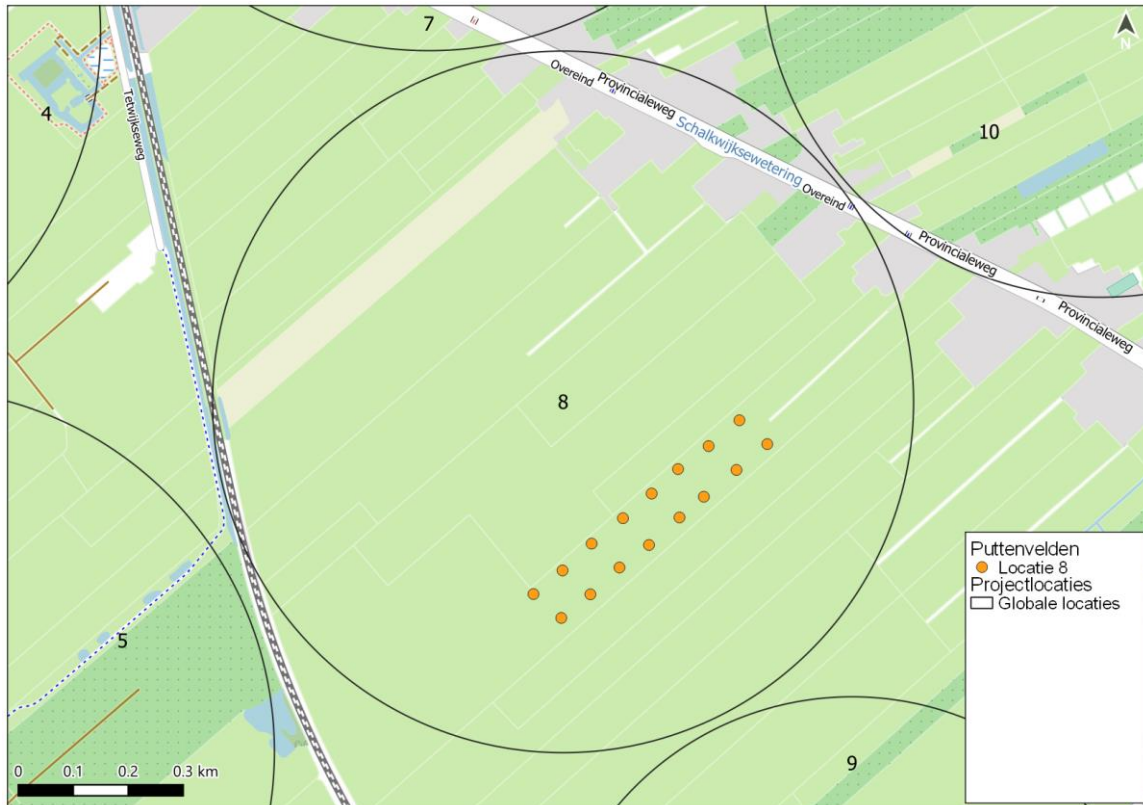
Afbeelding 4.10 Voorstel puttenveld voor locatie 7



4.3.8 Locatie 8

Een voorstel voor het puttenveld bij locatie 8 is gegeven in afbeelding 4.11. Langs het Overeind bevinden zich woningen. Ten zuiden hiervan zijn voornamelijk agrarische percelen. Bij de locatiebepaling van de individuele putten zijn zoveel mogelijk de perceelsgrenzen gevolgd.

Afbeelding 4.11 Voorstel puttenveld voor locatie 8



4.3.9 Locatie 9

Een voorstel voor het puttenveld bij locatie 9 is gegeven in afbeelding 4.12. Hierbij is voorgesteld het puttenveld zo ver mogelijk van de spoorlijn in het westen te plaatsen. Het puttenveld is geplaatst parallel aan de Pothuizenweg. Daarnaast is geprobeerd de perceelscontouren te volgen.

Afbeelding 4.12 Voorstel puttenveld voor locatie 9



4.3.10 Locatie 10

Het voorstel voor het puttenveld bij locatie 10 is weergegeven in afbeelding 4.13. Langs de provincialeweg bevinden zich bebouwing. Daarom is gekozen voor plaatsing bij agrarische percelen. Hierbij is geprobeerd zoveel mogelijk de perceelscontouren te volgen.

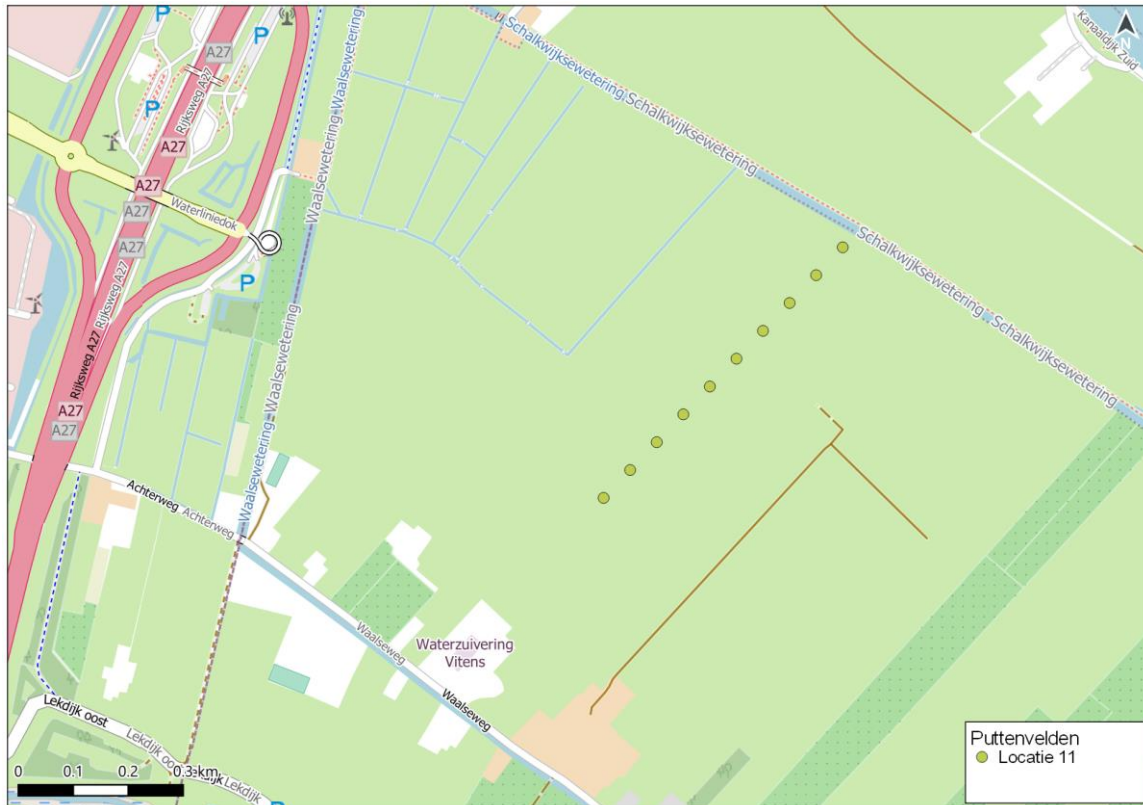
Afbeelding 4.13 Voorstel puttenveld voor locatie 10



4.3.11 Locatie 11

Locatie 11 is gelegen bij de bestaande winning Tull en 't Waal. Dit puttenveld bestaat uit 10 putten en is weergegeven in afbeelding 4.14.

Afbeelding 4.14 Voorstel puttenveld voor locatie 11



5 MODELLERING

In onze aanbieding hebben we voorgesteld om de effectberekeningen met MORIA uit te voeren. MORIA is een regionaal model gebaseerd op MODFLOW. De afmeting van de gridcellen van MORIA zijn 25 bij 25 m. De individuele putten van de verschillende winveld kunnen hierbij nauwkeurig worden ingevoerd in het model. Voor de effectberekeningen wordt uitgegaan van het gekalibreerd, stationair model.

Voor details ten aanzien van de modelwerkzaamheden wordt verwezen naar onze offerte.

6 VERVOLG

Na vastlegging van de uitgangspunten, zoals zijn opgenomen in onderhavige notitie, wordt in overleg met de provincie, Vitens en het waterschap een keuze gemaakt voor het te gebruiken modelinstrumentarium. Opgemerkt moet worden dat wij in onze aanbieding zijn uitgegaan van het gebruik van MORIA voor de effectberekeningen. Inzet van een ander model kan meer tijd vergen.

7 REFERENTIES

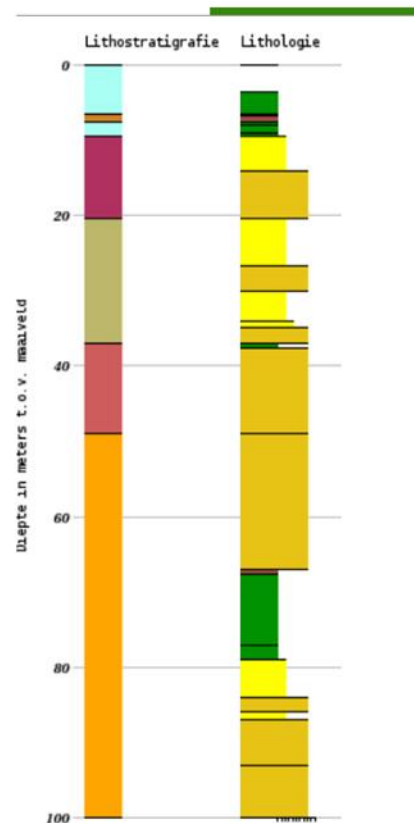
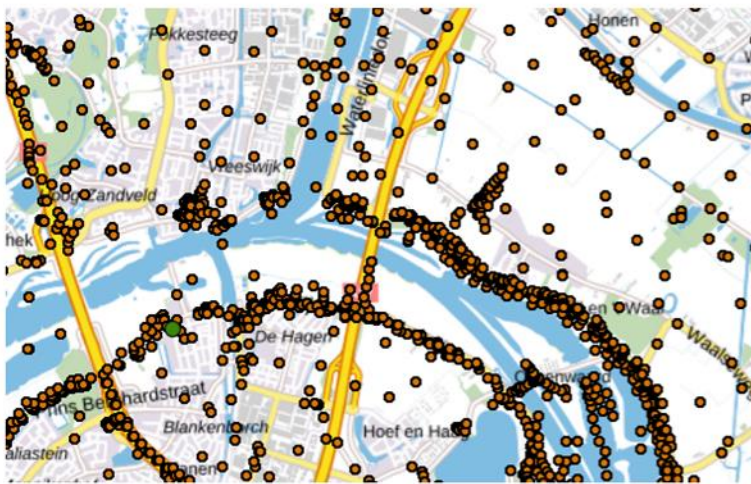
- 1 Provincie Gelderland, 2015, Grondwaterbeschermingsgebieden. Beschikbaar via https://gldanders.planoview.nl/planoview/proxy/NL.IMRO.9925.PVOmgverordeningGC-gc01/doc/b_NL.IMRO.9925.PVOmgverordeningGC-gc01_5.pdf.
- 2 TNO, nd, Grondwaterstanden in beeld. LHM 4e modellaag. Beschikbaar via <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>.
- 3 TNO, nd, DINOLOket - ondergrondgegevens. Beschikbaar via: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>, geraadpleegd op 12 april 2022.

- 4 Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, nd, Bodemloket. Beschikbaar via: <https://www.bodemloket.nl>, geraadpleegd op 31 maart 2022.
- 5 NHI, nd, NHI data portaal. Beschikbaar via: <https://data.nhi.nu/>, geraadpleegd op 12 april 2022.
- 6 Provincie Utrecht, nd, Gebiedsdossier Cothen.
- 7 Provincie Utrecht, nd, Gebiedsdossier Tull en 't Waal.
- 8 Provincie Utrecht, 2021, Omgevingsvisie Provincie Utrecht.
- 9 Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, nd, Kaart Werelderfgoed in Nederland. Geraadpleegd op 26 april 2022, beschikbaar via: <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht/kaart-werelderfgoed-in-nederland>.
- 10 TNO, 2017, REGIS II v2.2.
- 11 TNO, 2022, GeoTOP v1.4.1.
- 12 Vitens, nd, Lizard Viewer. Beschikbaar via: <https://vitens.lizard.net/viewer/nl/map/topography>. Geraadpleegd op 20 april 2022

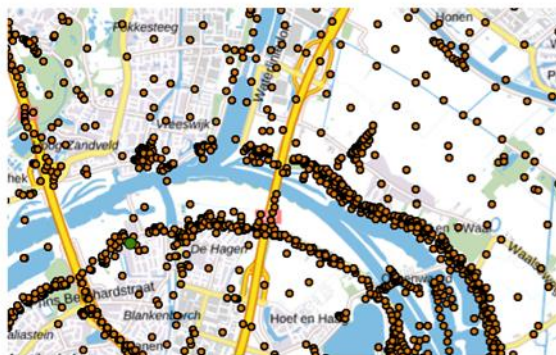
BIJLAGE: BOORPROFIELEN

Afbeelding I.1 Boorprofiel B38F0038 - Boring is gelegen ten westen van projectgebied

Identificatie B38F0038



Identificatie B38F0038



Identificatie: B38F0038
Coördinaten: 134565, 445270 (RD)
Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 100.00 m
Datum van boren: 01-01-1909
Datatype/resultaat: Boormonsterprofiel: 1
Boormethode(n): Pulsboring

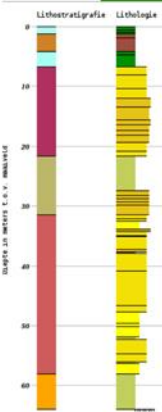
Afbeelding I.2 Boorprofiel B38F0102 - Boring is gelegen ten westen van projectgebied

Geologisch booronderzoek

Identificatie B38F0102



Basisgegevens Boormonsterprofiel



Identificatie : B38F0102
 Coördinaten : 136038 , 447430 (RD)
 Maaiveld: 0.25 m t.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Gescande documenten en Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie
 EC
 ND90
 KR
 UR
 ST
 RA

Lithologie
 Leem
 Klei
 Zand fijne categorie
 Zand midden categorie
 Zand grove categorie
 Veer

Diepte t.o.v. Maaiveld

Tussen 0 en 64 m

Maaiveld

Download profiel

Geologisch booronderzoek

Identificatie B38F0102



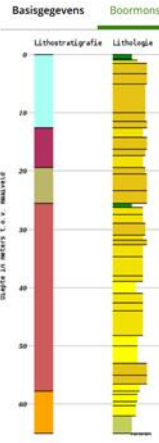
Basisgegevens Boormonsterprofiel

Identificatie: B38F0102
 Coördinaten: 136038, 447430 (RD)
 Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 64.00 m
 Datum van boren: 29-03-1932
 Datatype/resultaat: Boormonsterprofiel: 1
 Boormethode(n): Pulsboring

Afbeelding I.3 Boorprofiel B39A0090032 - Boring is gelegen ten oosten van projectgebied

Geologisch booronderzoek

Identificatie B39A0092



Identificatie: B39A0092
 Coördinaten: 146243, 444018 (RD)
 Maaiveld: 3.30 m L.o.v. NAP
 Beschikbare informatie: Digitale opnamegegevens
 Beschrijfmethode: Onbekend
 Kwaliteit interpretatie: Gevalideerd in ondergrondmodel

Lithostratigrafie: EC, KR, UN, ST, WA
 Lithologie: Leem, klei, Zand fijne categorie, Zand midden categorie, Zand grove categorie

Diepte t.o.v. Maaiveld: Tussen 0 en 65 m
 Maaiveld:
[Download profiel](#)

Geologisch booronderzoek

Identificatie B39A0092



Basisgegevens Boormonsterprofiel

Identificatie: B39A0092
 Coördinaten: 146243, 444018 (RD)
 Dieptetraject t.o.v. Maaiveld/Waterbodembodem: 65,00 m
 Datum van boren: 11-11-1931
 Datatype/resultaat: Boormonsterprofiel: 1
 Boormethode(n): Pulsboring

