

Hydrologische effecten aanleg visvijvers "Landgoed De Heihorsten"

Berekening van effecten op grondwaterstand door het aanleggen van
visvijvers

Definitief

Gebroeders Swinkels

Grontmij Nederland B.V.
Eindhoven, 16 februari 2010

Verantwoording

Titel : Hydrologische effecten aanleg visvijvers "Landgoed De Hei-
horsten"

Subtitel : Berekening van effecten op grondwaterstand door het aan-
leggen van visvijvers

Projectnummer : 282922

Referentienummer : 282922.ehv.219.R001

Revisie : 1

Datum : 16 februari 2010

Auteur(s) : ir. A. van der Tuin, ir. M.H. Kok

E-mail adres : alex.vandertuin@grontmij.nl

Gecontroleerd door : drs. A.C. Kanen

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : ing. D.J. Bolder

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Zernikestraat 17
5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265
5602 BG Eindhoven
T +31 40 265 12 11
F +31 40 244 37 97
zuid@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Leeswijzer	6
2	Gebiedsbeschrijving.....	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Topografische ligging	7
2.3	Hoogteligging	8
2.4	Klimatologie.....	8
2.5	Bodemopbouw	10
2.6	Geohydrologie.....	10
2.7	Waterhuishoudkundige situatie.....	10
2.7.1	Oppervlaktewater	10
2.7.2	Freatisch grondwater	11
2.7.3	Diep grondwater.....	11
2.8	Bodem- en grondwaterkwaliteit.....	12
2.9	Beleid	12
2.9.1	Provinciale milieuverordening	12
2.9.2	Verordening waterhuishouding	12
3	Uitgangspunten en modelopzet	13
3.1	Parametrisatie	13
3.1.1	Geohydrologische schematisatie	13
3.1.2	Oppervlaktewater en drainage.....	13
3.1.3	Modelgrenzen	14
3.2	Kalibratie en validatie basismodel	14
3.3	Modelleringswaterpartijen	14
3.4	Effectenstudie	15
4	Hydrologische effecten	16
4.1	Berekeningsresultaten	16
4.2	Effecten op de Kleine Aa	17
4.3	Effecten landbouw	17
4.4	Conclusie en aanbevelingen.....	18

Bijlage 1: Ontwerp visvijvers

Bijlage 2: Oppervlaktewatersysteem

Bijlage 3: Kaarten grondwaterdynamiek

Bijlage 4: Isohypsenpatroon en locatie TNO-peilbuizen

Bijlage 5: Verordening waterhuishouding

Bijlage 6: Modelresultaten

Bijlage 7: Theoretische achtergrond modellering

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gebroeders Swinkels hebben Grontmij Nederland B.V. opdracht gegeven voor het uitvoeren van een hydrologisch onderzoek ten behoeve van de aanleg van visvijvers op Landgoed De Heihorsten. Landgoed De Heihorsten is een nieuw te ontwikkelen landgoed ten westen van Someren. In figuur 1.1 is de ligging van het plangebied weergegeven.



Figuur 1.1 Plangebied Landgoed De Heihorsten (bron luchtfoto Google Maps).

Het doel van dit onderzoek is om de hydrologische effecten te bepalen ten gevolge van de aanleg van visvijvers. Dit vraagt extra aandacht, omdat de Kleine Aa door het plangebied stroomt en deze wordt opgewaardeerd tot Ecologische Verbindingszone (EVZ). De visvijvers worden door grondwater gevoed en mogen geen nadelig effect hebben op de Kleine Aa en de landbouw in de omgeving. Het ontwerp van de visvijvers is opgenomen in bijlage 1.

1.2 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt ingedeeld:

- In hoofdstuk 2 wordt het gebied beschreven.
- In hoofdstuk 3 worden de uitgangspunten van de modellering besproken.
- Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van de modelstudie en worden de effecten van de visvijvers op de omgeving nader toegelicht.
- Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en aanbevelingen.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Algemeen

Bij het beschrijven van het gebied is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN), Rijkswaterstaat, Geo- en ICT informatiediensten, Delft, 1997.
- Bodemkaart van Nederland, 1:50.000, Alterra, Wageningen, 2000.
- Data en Informatie Nederlandse Ondergrond (DINO-loket), TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht, 2009.
- Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (REGIS-I), TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht, 1995.
- Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (REGIS-II), TNO Bouw en Ondergrond, Utrecht, 2009.
- Klimaatgegevens van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), 2009 (<http://www.knmi.nl/klimatologie>).
- Wateratlas van de provincie Noord Brabant (<http://atlas.brabant.nl/wateratlas>), Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch, januari 2007.

2.2 Topografische ligging

De locatie ligt ten westen van de kern Someren in de gemeente Someren. Het gebied wordt omsloten door de volgende wegen: Hollestraat, Dellerweg, Heikantstraat en Vaarselstraat. De oppervlakte van het landgoed bedraagt circa 44 ha. Door het gebied stroomt de Kleine Aa.

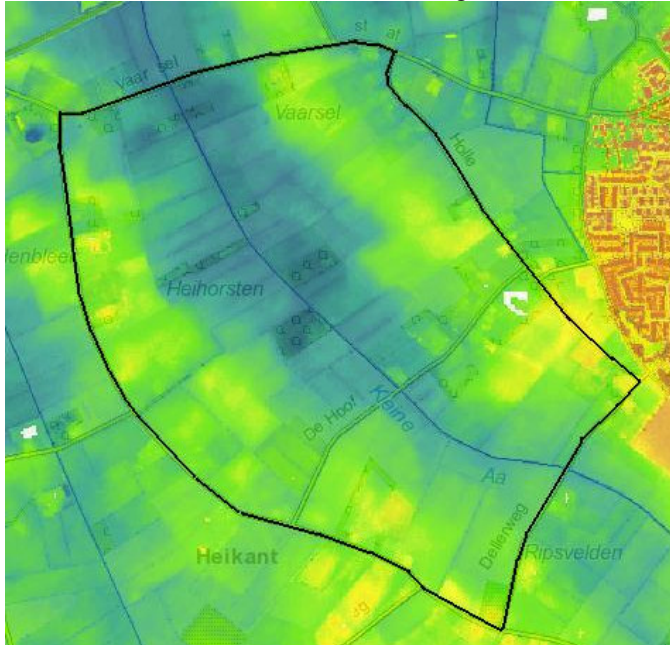


Figuur 2.1 Ontwerp Landgoed De Heihorsten

De oppervlakte van de aan te leggen visvijvers is ca 4 ha. In bijlage 1 zijn het ontwerp en de doorsneden van de visvijvers opgenomen.

2.3 Hoogteligging

In figuur 2.2 is een hoogtekkaart van het plangebied opgenomen. Op de kaart valt te zien dat de randen van het gebied hoger zijn en dat de Kleine Aa door het laagste deel van het plangebied stroomt. De hoogte van het gebied varieert van + 23 m NAP daar waar de Kleine Aa stroomt tot + 25,5 m NAP aan de randen van het gebied.



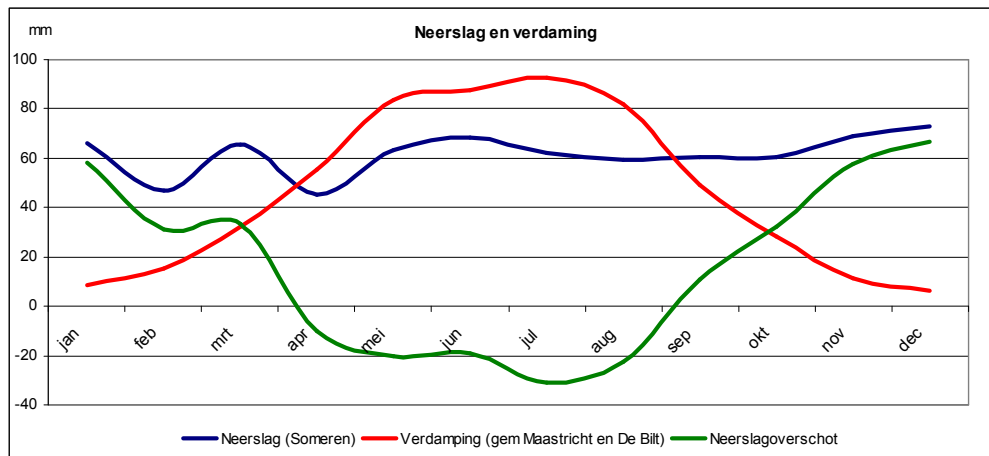
Figuur 2.2 Hoogteverloop van maaiveld plangebied (bron: AHN).

2.4 Klimatologie

In de omgeving van het plangebied ligt het weerstation Someren. Op dit station worden onder andere de neerslag en temperatuur gemeten. Voor dit onderzoek zijn alleen de neerslaggegevens van dit meetstation gebruikt.

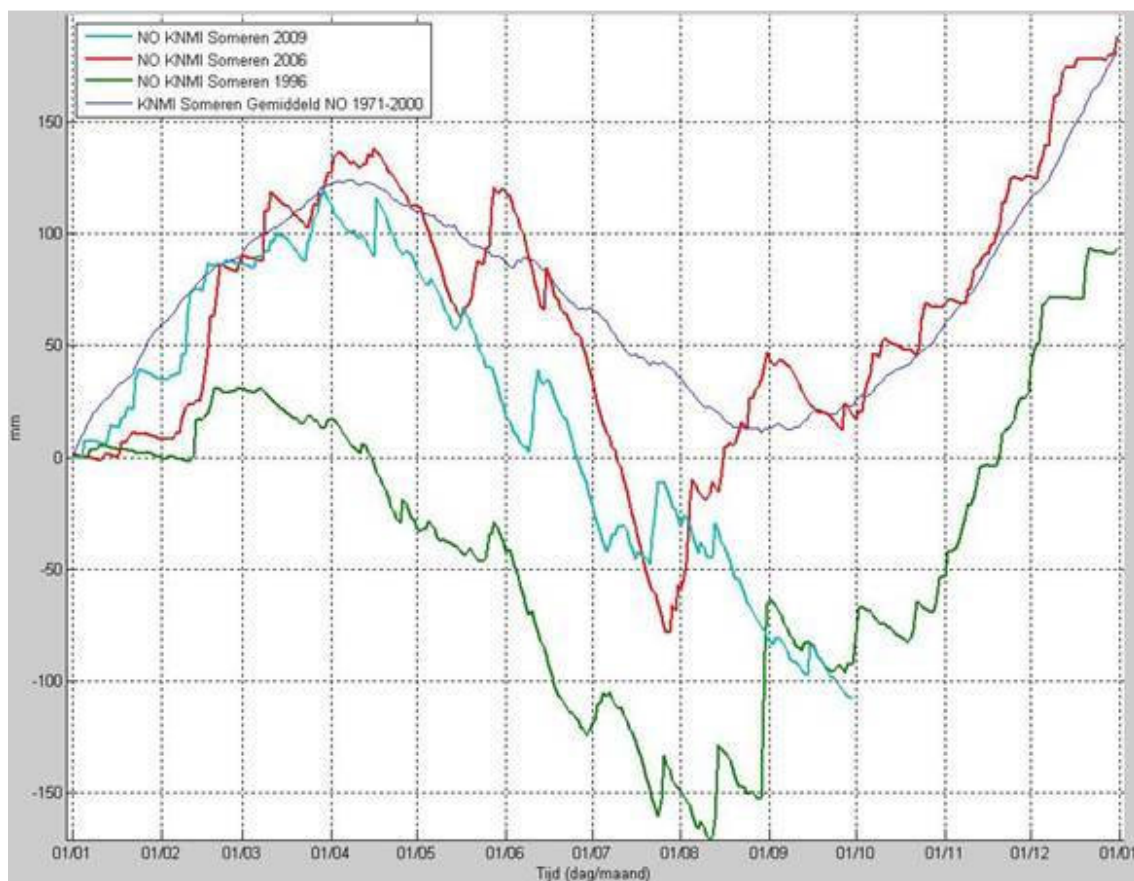
De verdamping wordt niet gemeten in Someren, deze wordt gemeten in De Bilt en Maastricht. Voor het verloop van de verdamping is gebruik gemaakt van de gemiddelde verdamping gemeten door de weerstations van Maastricht en De Bilt.

Om het gemiddelde neerslagoverschot per maand te bepalen is gebruik gemaakt van de normale van de periode 1971 – 2000 van het KNMI. Een normale geeft het langjarig gemiddelde weer voor de betreffende periode van 30 jaar. De normale van 1971 – 2000 is de meest recent beschikbare decade. In figuur 2.3 is het verloop van de neerslag, verdamping en het resulterend neerslagoverschot weergegeven.



Figuur 2.3 Gesommeerd maandgemiddelde neerslag van de normale 1971-2000. De verdamping is het gemiddelde van weerstation Maastricht en de Bilt. De neerslaggegevens zijn van station Someren. Het neerslagoverschot is het verschil van deze waarden

Op aanvraag van Waterschap Aa en Maas is tevens gekeken naar een hydrologisch droog jaar. In figuur 2.4 zijn de neerslagoverschotten van een aantal droge jaren weergegeven. Deze figuur is aangeleverd door het waterschap. Voor het verdere onderzoek wordt 1996 als droog jaar gebruikt.



Figuur 2.4 Neerslagoverschotten hydrologisch droge jaren © KNMI en Waterschap Aa en Maas

2.5 Bodemopbouw

De lokale bodemopbouw is afgeleid van de Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2003) en aan de hand van de boorbeschrijvingen uit REGIS. Op basis van de bodemkaart blijkt dat in het plangebied twee soorten bodemtypes voorkomen, te weten:

- Lage enkeerdgronden in lemig fijn zand (kaartenheid: EZg23). Deze komen in het lagere deel van het plangebied, langs de Kleine Aa, voor.
- Hoge zwarte enkeerdgronden in lemig fijn zand (kaartenheid: zEZ23). Deze komen in het hogere deel van het plangebied voor.

Ter plaatse van de toekomstige visvijvers komen overwegend Lage Enkeerdgronden voor.

Op basis van boringen uit het DINO-loket blijkt dat de bodemopbouw tot 4 m –mv (boordiepte) bestaat uit uiterst fijn tot matig fijn zand en dat leemlaagjes in de ondergrond voorkomen. Door de geringe kwaliteit (klasse D en E) is de diepte van het voorkomen van de leemlagen niet met zekerheid vast te stellen.

2.6 Geohydrologie

Landgoed De Heihorsten is gelegen in de Roerdalslenk op circa 10 km van de Peelrandbreuk. In de Roerdalslenk komen, door accumulatie van erosieproducten, dikke sedimentpakketten voor.

Bij een geohydrologische schematisatie worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden. In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op. Deze wordt beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m²/dag). Het doorlaatvermogen is het product van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Van scheidende lagen is de verticale of hydraulische weerstand van belang (c-waarde in dagen). De c-waarde is het quotiënt van de verticale doorlaatfactor (m/dag) en de dikte van de laag (m). In tabel 2.1 staat de geohydrologische schematisatie van het plangebied weergegeven. Deze is gebaseerd op REGIS- II.

Tabel 2.1 Geohydrologische beschrijving van Roerdalslenk (op basis van REGIS II)

Diepte (m NAP)	Formatie	Lithologie	kD-waarde (m ² /dag)	c-waarde (dagen)	Geohydrologische Eenheid
van +25 tot +7	Formatie van Boxtel	Zand, matig fijn tot grof	200 – 300		Freatisch watervoerend pakket
van + 7 tot -25	Formatie van Sterksel	Grindhoudend, grof zand, en grind-banken	1000 – 1500		Eerste watervoerend pakket
Van -25 Tot -26	Formatie van Sterksel ¹⁾	Klei		150 – 200	Eerste scheidende laag
van -26 tot -48	Formatie van Sterksel	Grindhoudend grof zand en grind-banken	900 – 1200		Tweede watervoerend pakket
van -48 tot -60	Formatie van Stramproy	Klei- en veenlagen en zeer fijn, sterk siltig zand.		750 – 800	Geohydrologische basis ²⁾

¹⁾ Deze scheidende laag komt gedeeltelijk voor. Waar de laag niet voorkomt is sprake van een gedeeld 1^e en 2^e watervoerend pakket.

²⁾ Vanwege de diepteligging kan deze laag in het kader van dit onderzoek als geohydrologische basis beschouwd worden.

2.7 Waterhuishoudkundige situatie

2.7.1 Oppervlaktewater

De locatie valt binnen het beheersgebied van Waterschap Aa en Maas. Door het plangebied stroomt de Kleine Aa. Tijdens grootscheepse ruilverkaveling in de 60-er jaren is de Kleine Aa rechtgetrokken. Het tracé van de Kleine Aa wordt door Waterschap Aa en Maas op het aan te leggen landgoed opnieuw ingericht. De beek wordt weer meanderend gemaakt en wordt een Ecologische VerbindingsZone (EVZ).

Op de Kleine Aa komen een aantal schouwsloten uit. In bijlage 2 is een kaart opgenomen met primaire waterwegen en schouwsloten.

2.7.2 Freatisch grondwater

De wisseling van de grondwaterstand in het ondiepere grondwater wordt gekarakteriseerd door de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). De GHG en GLG worden als volgt bepaald:

- Bepaling van de gemiddelden HG3 en LG3 van de drie hoogste en laagste grondwaterstanden die in een hydrologisch jaar (1 april t/m 31 maart) worden gemeten, uitgaande van een halfmaandelijke meetfrequentie.
- Bepaling van de gemiddelden van HG3 en LG3 over een aaneengesloten periode van ten minste 8 jaar waarin geen ingrepen hebben plaatsgevonden.

Naast GHG en GLG is ook de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) opgenomen in de Wateratlas van de provincie Noord-Brabant. De GVG is gebaseerd op het gemiddelde van de grondwaterstanden die gemeten zijn op 14 maart, 28 maart en 14 april in een kalenderjaar.

De GHG, GLG en GVG zijn afgeleid van de Wateratlas van Provincie Noord Brabant. In bijlage 3 zijn kaarten van de grondwaterdynamiek opgenomen. Op de kaarten is zichtbaar dat langs de Kleine Aa de meest ondiepe grondwaterstanden voorkomen. Dit geldt voor zowel de GHG als de GLG en GVG.

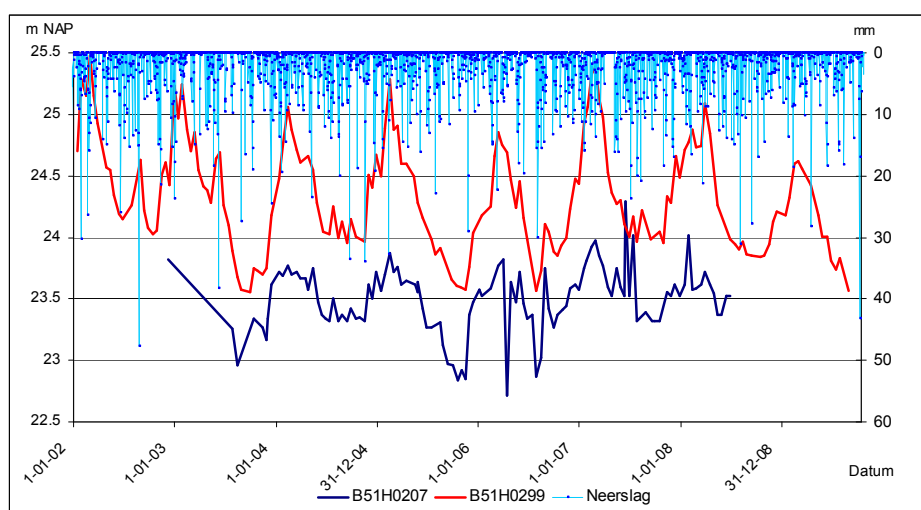
2.7.3 Diep grondwater

In de omgeving van De Heihorsten bevinden zich een aantal peilbuizen, welke zijn opgenomen in het DINO-loket. Twee van deze peilbuizen, te weten B51H0207 en B51H0299, zijn recentelijk nog gemeten. Peilbuis B51H0207 ligt circa 1500 m noordwesten van de locatie en peilbuis B51H0299 500 m ten zuidwesten van de toekomstige vijvers. Beide peilbuizen hebben één filter, waarvan de diepte onbekend is. In tabel 2.2 staan de gegevens van de twee peilbuizen.

Tabel 2.2 Gegevens TNO-peilbuizen B51H0207 en B51H0299

	B51H0207	B51H0299
Locatie (RD-coördinaten)	174925; 377227	176320; 376100
Meetpunthoogte (m –mv)	0,65	0,47
Filterdiepte	onbekend	onbekend
Meetperiode	09-12-2002 tot 30-06-2008	28-04-1972 tot 28-08-2009

In figuur 2.5 staan de fluctuaties van de grondwaterstanden van beide peilbuizen weergegeven. Tevens zijn de dagsommen van het neerslagstation Someren weergegeven.



Figuur 2.5 Fluctuaties in grondwaterstand in de omgeving van de aan te leggen visvijvers.

De stromingsrichting van het grondwater in het eerste en tweede watervoerend pakket in de omgeving van De Heihorsten is noordwestelijk. Lokaal zal de richting van de grondwaterstroming in het freatisch pakket afwijken. Langs de Kleine Aa zal het freatisch grondwater richting de Kleine Aa stromen. In bijlage 4 is een overzichtskaart opgenomen met hierin de isohypsen van eerste watervoerend pakket en de locaties van de TNO-peilbuizen.

Wanneer de fluctuaties van de peilbuizen vergeleken wordt met de grondwaterdynamiekkarten blijkt dat de fluctuatie in de GHG en GLG overeenkomen met de fluctuaties in de gemeten waterstanden. Door de toepassingsschaal van de grondwaterdynamiekkarten ($<1:50.000$) kunnen geen betrouwbaardere uitspraken gedaan worden over de grondwaterstanden.

2.8 Bodem- en grondwaterkwaliteit

De kwaliteit van de bodem en het grondwater is bepaald in het Verkennend Bodemonderzoek. De resultaten van het bodemonderzoek zijn ten tijde van schrijven van dit geohydrologisch onderzoek nog niet bekend.

2.9 Beleid

2.9.1 Provinciale milieuverordening

Het plangebied wordt niet vermeld in de provinciale milieuverordening (Provincie Noord-Brabant, 2004).

2.9.2 Verordening waterhuishouding

Een aantal percelen langs de Kleine Aa vallen volgens de Verordening Waterhuishouding Noord-Brabant 2005 in een beschermd gebied. In beschermde gebieden mogen geen negatieve effecten op de waterhuishouding optreden door aanpassingen in het watersysteem. Het overige deel van het plangebied valt niet in een attentie- of beschermd gebied. In bijlage 5 is een kaart met de Verordeningengebieden Waterhuishouding ter plaatse van de onderzoekslocatie opgenomen.

3 Uitgangspunten en modelopzet

Om de hydrologische effecten van de aanleg van de visvijvers inzichtelijk te krijgen, is een grondwatermodel gemaakt in MicroFEM. In dit hoofdstuk zijn de uitgangspunten besproken welke gehanteerd zijn voor de modellering. Bij de modellering is uitgegaan van twee stationaire situaties om de mogelijke effecten inzichtelijk te krijgen:

- Situatie geldend voor de periode maart/april; dus aan het begin van het groeiseizoen.
- Situatie geldend voor de periode juli/augustus; dus ten tijde van de GLG.
- Situatie geldend voor een droge zomer. Als uitgangspunt is de zomer van 1996 genomen. De berekeningen zijn uitgevoerd voor het totale neerslag tekort ten tijde van 1996.

3.1 Parametrisatie

Deze paragraaf behandelt achtereenvolgens de volgende uitgangspunten, welke gebruikt zijn voor de modellering

- Geohydrologische schematisatie.
- Oppervlaktewater en drainagepeilen.
- Modelgrenzen.

De volgende uitgangspunten zijn voor de modellering gehanteerd:

3.1.1 Geohydrologische schematisatie

Het model is opgebouwd uit 7 modellen en een topsysteem (bovenste modellaag). In tabel 3.1 staat de opbouw vermeld:

Tabel 3.1 Parametrisatie grondwatermodel

Modellaag	Dikte	Omschrijving	Parameter
Topsysteem	nvt	Neerslagoverschot ¹⁾	0,3 à 1,0 mm/d (wintersituatie) 0,2 à 0,5 mm/d (zomersituatie)
		Riviersysteem	0,1 à 0,3 mm/d (droge zomer)
		Drainagesysteem	zie §3.2.2
			zie §3.2.2
1	1	freatisch deel	kD = 1 m ² /dag
2	1	freatisch deel	kD = 2 m ² /dag
3	1	freatisch deel	kD = 2 m ² /dag
4	3	basis diepste punt vijvers	kD = 6 m ² /dag
5	15 – 25	rest F. v Boxtel	kD = 200 – 300 m ² /dag
6	25 – 35	1 ^e zandpakket F v Sterksel	kD = 1000 – 1500 m ² /dag
7	0 – 1	kleilaag F. V Sterksel	c = 150 – 200 dagen
	15 – 25	2 ^e zandpakket F. v Sterksel	kD = 900 – 1200 m ² /dag

¹⁾ Het neerslagoverschot is afhankelijk van het landgebruik. In stedelijk gebied is gesteld dat 50% van de neerslag afgevoerd wordt door het riool.

3.1.2 Oppervlaktewater en drainage

In het te modelleren gebied komen diverse watergangen voor. In het model zijn de waterpeilen, drainage- en infiltratieweerstanden ingevoerd. Tevens is in het model een drainagepeil en – weerstand ingevoerd. In tabel 3.2 staan deze waarden weergegeven. Bijlage 7 beschrijft de werking van oppervlaktewatersysteem op een grondwatermodel.

Tabel 3.2 Waterpeilen, drainage- en infiltratieweerstanden

Omschrijving	Waterpeil / Ontwateringsdiepte			Drainageweerstand (dagen)	Infiltratieweerstand (dagen)
	Wintersituatie	Zomersituatie	Droge zomer		
Kleine Aa	0,7 m –mv	2,0 m –mv	2,3 m –mv	25	50
Peelrijt	0,7 m –mv	2,0 m –mv	2,3 m –mv	25	50
Zuid-Willemsvaart (zuiden van sluis)	NAP +25,08 m	NAP +25,08 m	NAP +25,08 m	250	500
Zuid-Willemsvaart (noorden van sluis)	NAP +22,58 m	NAP +22,58 m	NAP +22,58 m	250	500
Overige waterlopen	0,5 m –mv	2,0 m –mv	2,3 m –mv	10	20
Drainage stedelijk gebied	0,7 m –mv	0,7 m –mv	0,7 m –mv	50	nvt
Drainage landbouw	0,6 m –mv	0,6 m –mv	0,6 m –mv	150	nvt
Drainage natuur	0,3 m –mv	0,3 m –mv	0,3 m –mv	500	nvt

3.1.3 Modelgrenzen

De modelgrenzen zijn minimaal op 2,5 km vanaf de visvijvers gelegen, om zeker te zijn dat eventuele randeffecten geen invloed op de visvijvers hebben. Deze grenzen liggen op een afstand van circa driemaal de spreidingslengte vanaf de visvijvers. In bijlage 7 staat de theorie van de spreidingslengte nader toegelicht.

Voor de noord- en zuidgrens van het model is gekozen voor een vaste stijghoogte. Deze is afgeleid van het isohypsenpatroon uit REGIS I (bijlage 4).

De zuidgrens heeft een stijghoogte van NAP +25,2 m. De stijghoogte van de noordgrens is NAP +22,5 m.

Als oostgrens is de Zuid-Willemsvaart aangehouden. Als waterpeilen zijn de streefpeilen van de stuwvakken aangehouden. Het zuidelijk deel heeft een stuwpeil van NAP +25,08 m, het noordelijk deel NAP + 22,58 m. De stuwpeilen zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat. In het freatisch pakket zijn deze waarden aangegeven als vaste stijghoogtes. De westgrens heeft als randvoorwaarde dat het water niet over deze grens het model kan verlaten (flux = 0 m³/dag).

3.2 Kalibratie en validatie basismodel

Op basis van bovengenoemde uitgangspunten is het basismodel doorgerekend: Eenmaal voor de wintersituatie en eenmaal voor de zomersituatie. De berekening is uitgevoerd op basis van de beschikbare literatuurgegevens. Waar geen gegevens bekend zijn, is uitgegaan van aannames.

Door het ontbreken van voldoende grondwatermetingen, is gekeken of het isohypsenpatroon van het eerste watervoerende pakket overeenkomt met de door TNO vervaardigde kaarten. Dit blijkt het geval. Omdat het superpositiebeginsel geldt voor deze modellering en omdat de resultaten als verschilkaarten worden getoond, wordt gesteld dat het model voldoende nauwkeurig is voor de berekeningen van de grondwaterstanden.

In de natuurkunde stelt het superpositiebeginsel dat voor een lineair systeem het resultaat van twee onafhankelijke verschijnselen die tegelijk optreden de som is van de resultaten van elk verschijnsel afzonderlijk (Wikipedia, 2009). Aangezien een grondwatermodel een lineair model is, geldt dus het superpositiebeginsel.

3.3 Modelleren waterpartijen

De waterpartijen zijn gemodelleerd door de basismodellen aan te passen aan de nieuwe situatie. Ter plaatse van de vijvers zijn de doorlatendheid en weerstand aangepast. De doorlatendheid is verhoogd naar 100.000 m²/dag en de weerstand verlaagd naar 1,0 x 10⁻⁵ dagen. In de vijvers zal immers geen stijghoogte verschil aanwezig zijn. De bovengenoemde waarden zijn ingevoerd tot circa 6 m –mv, de basis van de waterpartijen.

Tevens is ter plaatse van de vijvers het maximale neerslagoverschot respectievelijk –tekort in het model ingevoerd (winter- en zomersituatie). Deze zijn gecorrigeerd voor de verdampings-

factoren van Makkink voor oppervlaktewater (factor 1,3). De Makkink waarde is een correctie naar het landgebruik voor de berekende verdamping van plaatse van de KNMI-meetstations. Oppervlaktewater verdampt een factor 1,3 meer dan bijvoorbeeld een grasland (factor 1,0).

3.4 Effectenstudie

De effecten van de waterpartijen worden inzichtelijk gemaakt door middel van verschilkaarten: De nieuwe situatie wordt vergeleken met de bestaande situatie, om zo inzichtelijk te krijgen wat de effecten van de waterpartij zijn. Drie situaties worden doorgerekend:

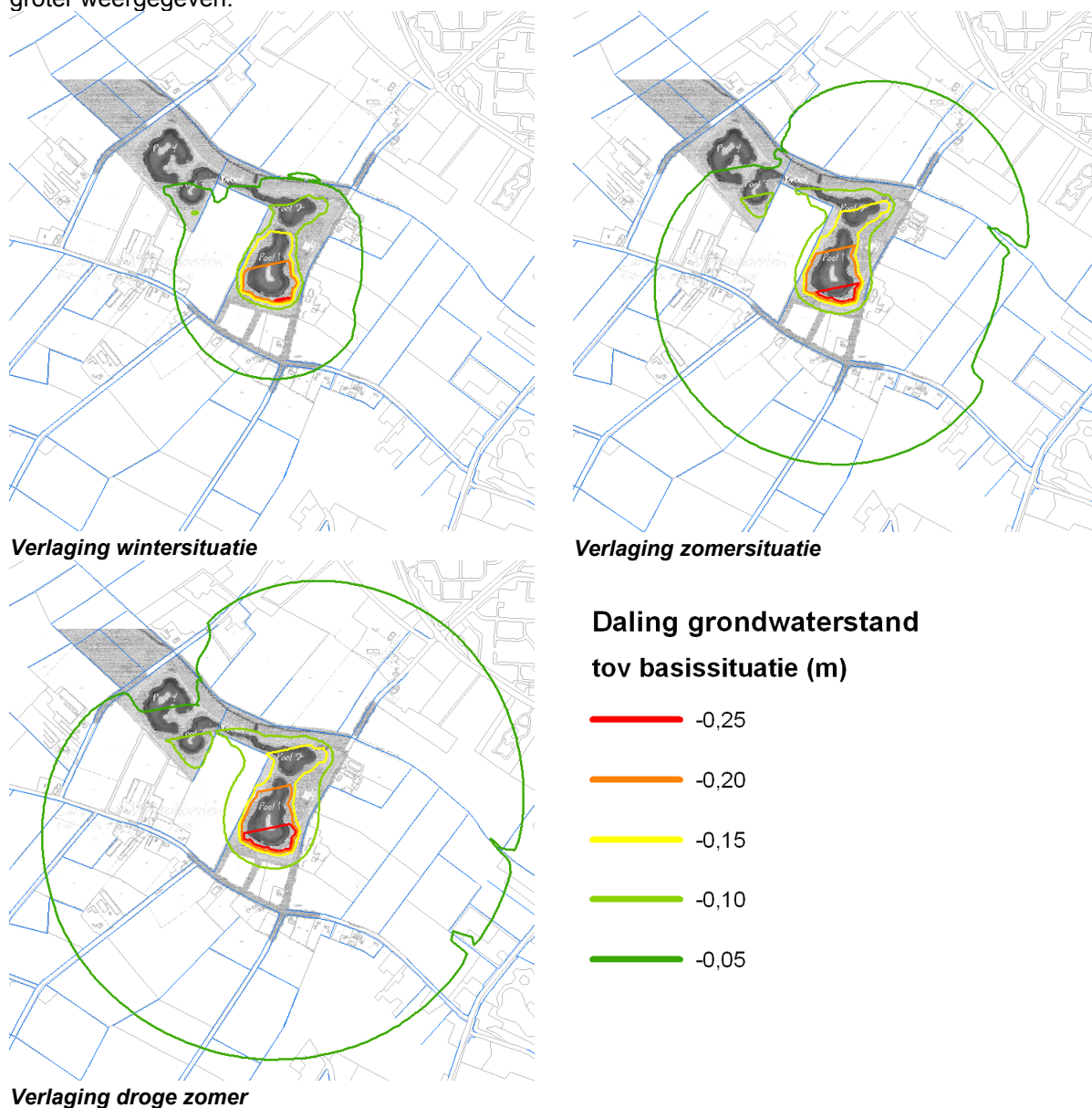
- Wintersituatie: de oppervlaktewaterpeilen en drainagepeilen zijn geschat voor de wintersituatie. Tevens is het neerslagoverschot in de winter gemodelleerd, gecorrigeerd voor de verdamping van oppervlaktewater (factor 1,3 volgens de Makkink gewasverdampingsfactoren).
- Zomersituatie: de oppervlaktewaterpeilen zijn aangepast aan de zomersituatie. Tevens is de maximale verdamping in de waterpartijen gemodelleerd, gecorrigeerd aan de Makkink verdamping.
- Droge zomer: De maximale verdamping van 1996 is ingevoerd als scenario om het effect van een droge zomer te modelleren.

4 Hydrologische effecten

Dit hoofdstuk beschrijft de modelresultaten. Zoals vermeld is uitgegaan van het superpositiebeginsel en worden alleen verschilkaarten getoond van de nieuwe situatie ten opzichte van de huidige situatie.

4.1 Berekeningsresultaten

In figuur 4.1 zijn de resultaten van de modellering weergegeven. In bijlage 6 zijn de kaarten groter weergegeven.



Figuur 4.1 Verlaging grondwaterstand ten gevolge van de aanleg van de vijver

Uit figuur 4.1 blijkt dat de vijvers een beperkte invloed hebben op de omgeving. De maximaal optredende verlaging bedraagt maximaal 10 cm, net buiten het plangebied van de Heihorsten.

De (stationaire) verlagingen zijn als volgt:

- Wintersituatie: verlaging van 5 cm tot 200 m vanaf de visvijvers.
- Zomersituatie: verlaging van 5 cm tot 400 m vanaf de visvijvers.
- Droge zomer: verlaging van 5 cm tot 550 m vanaf de visvijvers.

De weergegeven verlagingen zijn een overschatting van de effecten. De modellen zijn stationair doorgerekend, zodat het dynamische karakter van de grondwaterfluctuaties niet meegenomen is. Tevens is in het model geen drainage- en of infiltratieweerstand meegenomen ter plaatse van de vijvers. Er is dus uitgegaan dat in de vijvers geen sliblaag wordt gevormd op de bodem. Als er wel een sliblaag ontstaat, worden de effecten geringer. De vorming van een sliblaag is onder andere afhankelijk van bladval en de frequentie van het opschonen van de vijvers.

In het zuidoosten van het plangebied zijn de effecten het grootst. Dit is te verklaren door het horizontale waterpeil in de vijvers. De stromingsrichting van het grondwater is immers noord-west gericht, zodat de grootste verlagingen in het zuidoosten optreden.

4.2 Effecten op de Kleine Aa

Zoals te zien is in figuur 4.1, zijn ter plaatse van de Kleine Aa geen veranderingen in de grondwaterstand te verwachten. De weergegeven verlagingen zullen afgevangen worden door de Kleine Aa, door de drainerende werking van de beek. De drainage van de Kleine Aa zal groter zijn dan de verdamping door de visvijvers.

4.3 Effecten landbouw

De verandering in de grondwaterstand ten gevolge van de landbouw zijn gering. Om de droogteschade te bepalen is gebruik gemaakt van de helptabellen van Alterra en Stowa (<http://help200x.alterra.nl>). In de directe omgeving van het plangebied komen maïsakkers voor en graslanden. Voor deze twee gewassen is de droogteschade vastgesteld.

De uitgevoerde berekeningen zijn slechts indicatieve berekeningen. Om de droogteschade ten gevolge van de vijvers vast te stellen, is eerst de huidige droogteschade vastgesteld, op basis van het gewas, bodemtype, de GHG en de GLG. In tabel 4.1 is de droogteschade weergegeven.

Tabel 4.1 *Droogteschade ten gevolge*

Verlaging grondwaterstand	Bodemcode	Gewas	Huidige droogteschade	Droogteschade door vijvers	Toename droogteschade
10 cm	EZg23	Maïs	1 %	1 %	0 %
		Grasland	2 %	3 %	1 %
	zEZ23	Maïs	1 %	1 %	0 %
		Grasland	2 %	3 %	1 %
5 cm	EZg23	Maïs	1 %	1 %	0 %
		Grasland	2 %	3 %	1 %
	zEZ23	Maïs	1 %	1 %	0 %
		Grasland	2 %	3 %	1 %

Uit de bovenstaande berekening volgt dat de droogteschade zeer gering is. Bij een verlaging van 10 cm neemt de droogteschade slechts met 1% toe. Dit is verwaarloosbaar.

4.4 Conclusie en aanbevelingen

Bij het opstellen van het model is gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens. De modeluitkomsten van de basissituatie zijn vergeleken met de huidige situatie. Met behulp van dit basismodel zijn de verschillende situaties doorgerekend.

De vijvers worden geïsoleerde waterpartijen, die niet in directe verbinding staan met het oppervlaktewater. Door de geïsoleerde ligging zal het waterpeil nagenoeg gelijk zijn aan de grondwaterstand. Een geringe verlaging is te verwachten, doordat in het waterpeil van de vijver geen verhang aanwezig is. Tevens zorgt de toenemende verdamping voor een zeer geringe daling in de waterstand. Deze extra daling heeft geen nadelige invloed op landbouw in de omgeving.

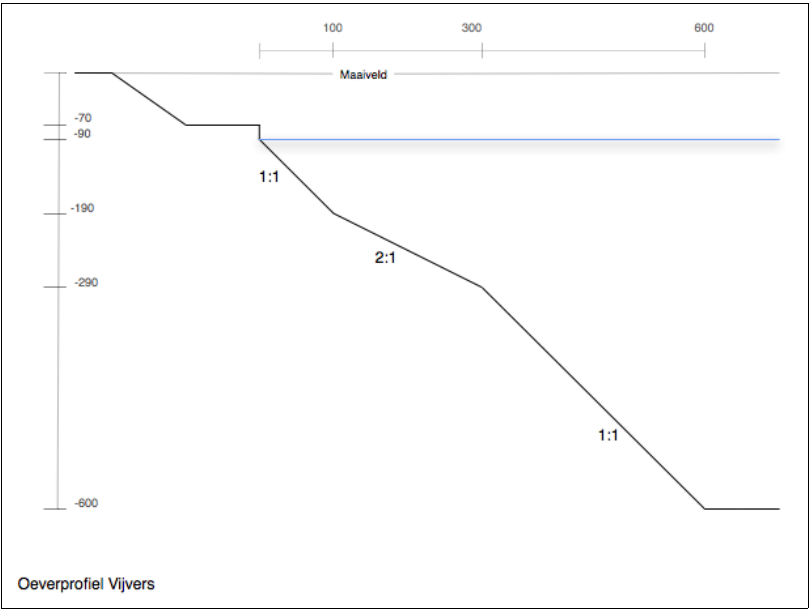
Bijlage 1

Ontwerp visvijvers

Landgoed De Heihorsten - Visvijvers



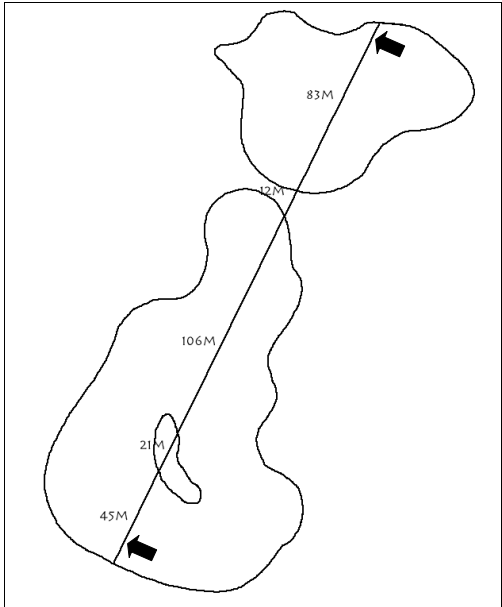
Vijvers - Oeverprofiel



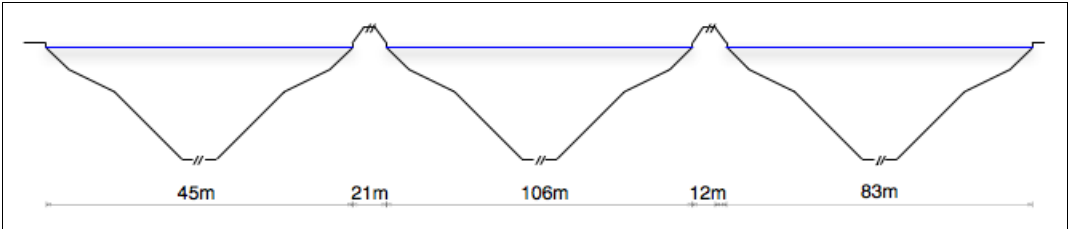
Vijver 1 & 2



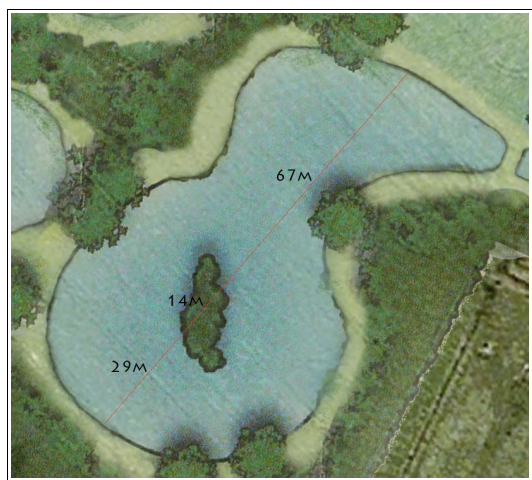
Doorsnede



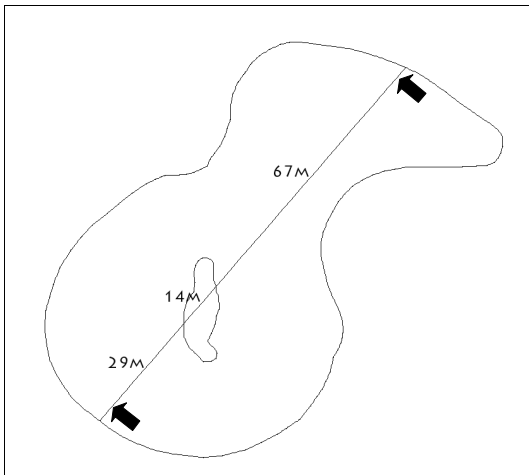
Profiel



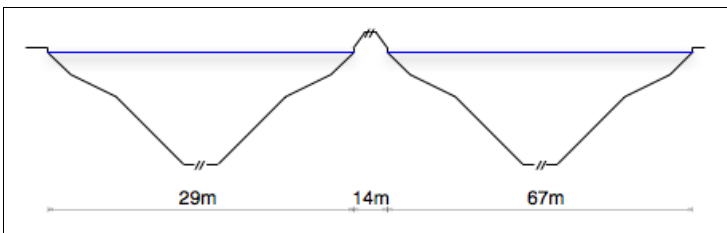
Vijver 3



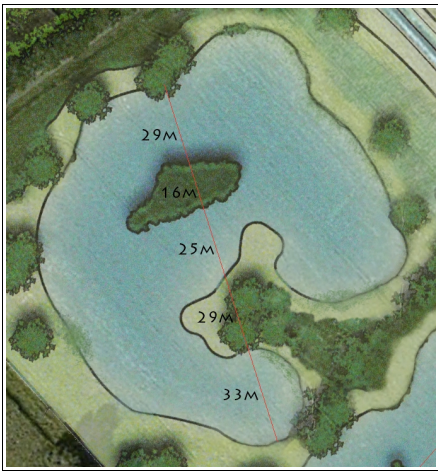
Doorsnede



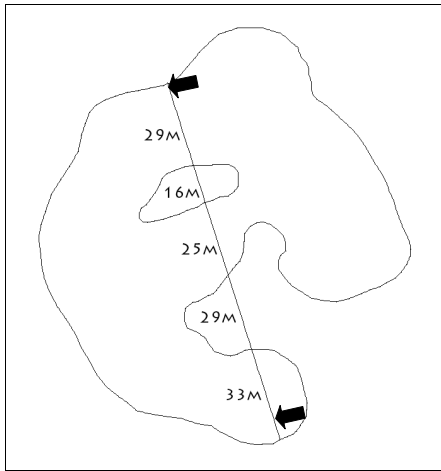
Profiel



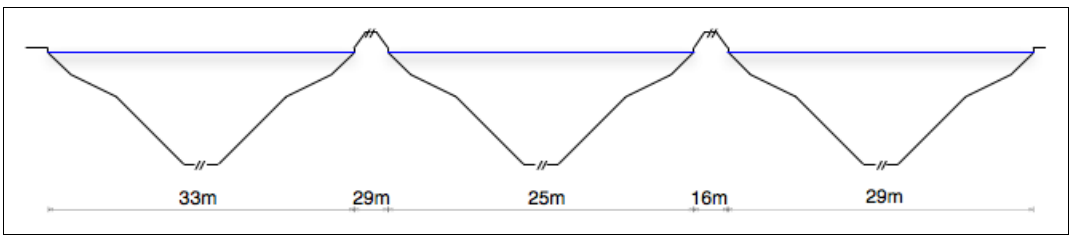
Vijver 4



Doorsnede

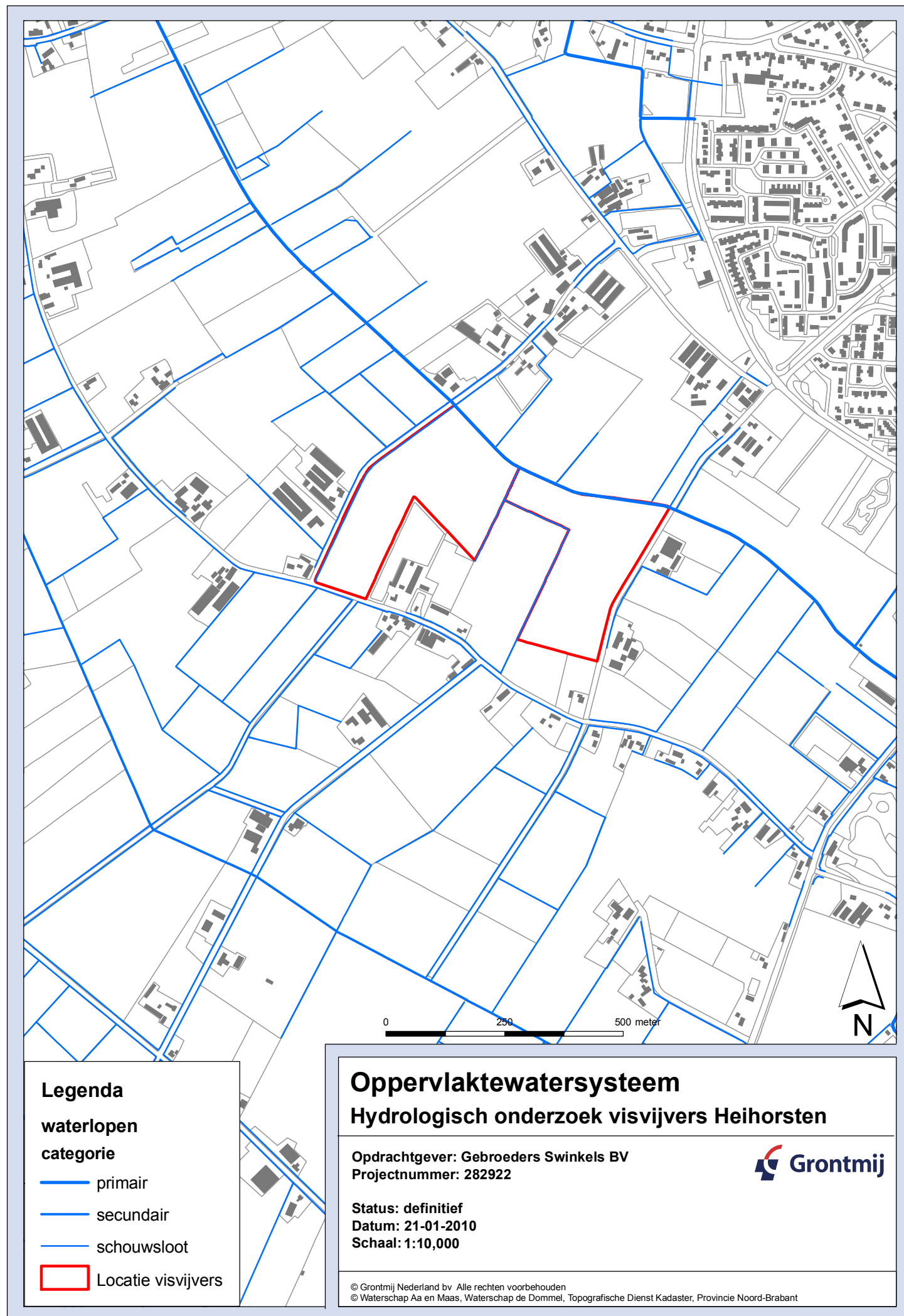


Profiel



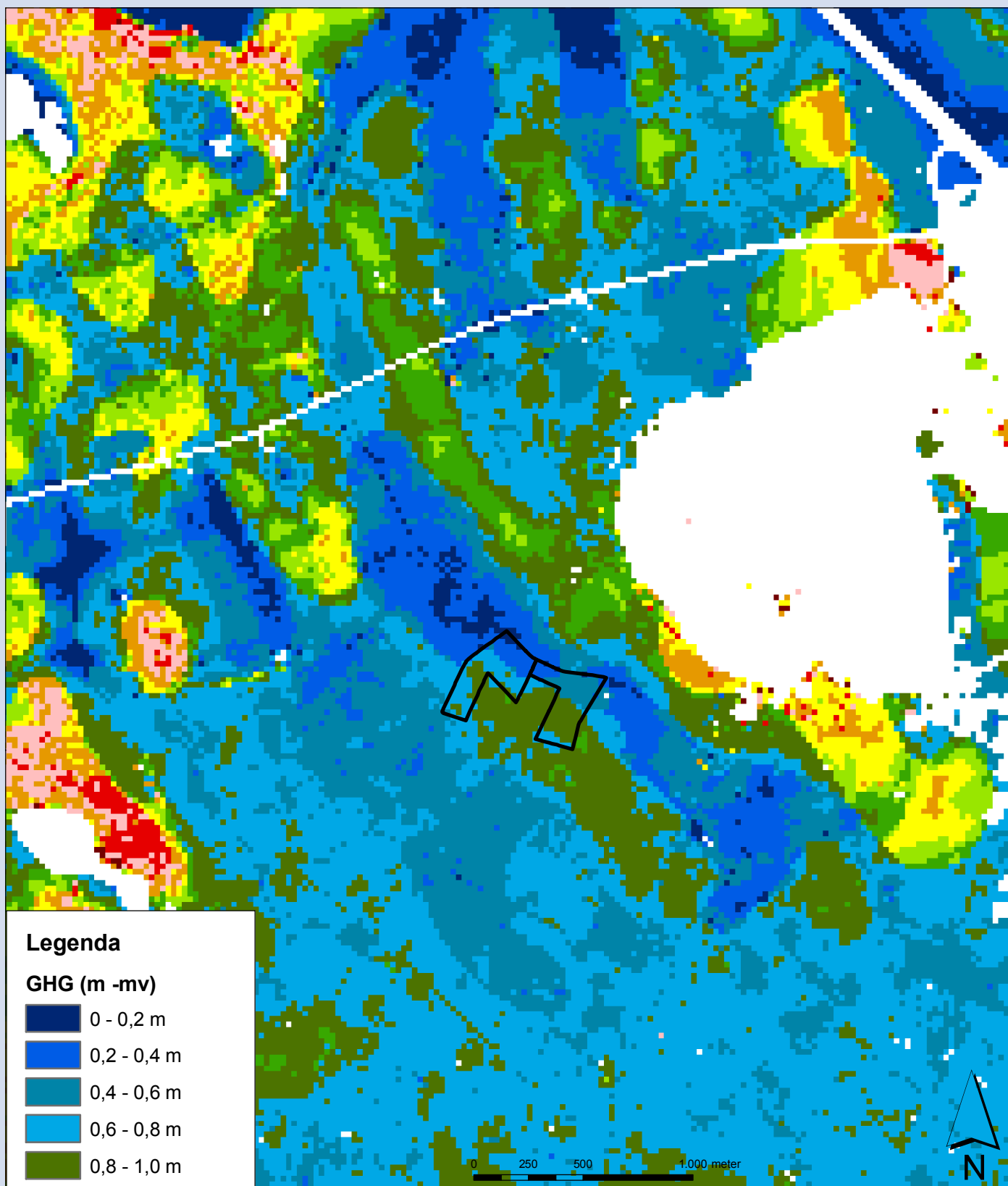
Bijlage 2

Oppervlaktewatersysteem



Bijlage 3

Kaarten grondwaterdynamiek



Legenda

GHG (m -mv)

	0 - 0,2 m
	0,2 - 0,4 m
	0,4 - 0,6 m
	0,6 - 0,8 m
	0,8 - 1,0 m
	1,0 - 1,2 m
	1,2 - 1,4 m
	1,4 - 1,6 m
	1,6 - 1,8 m
	1,8 - 2,0 m
	2,0 - 2,5 m
	meer dan 2,5 m
	Locatie visvijvers

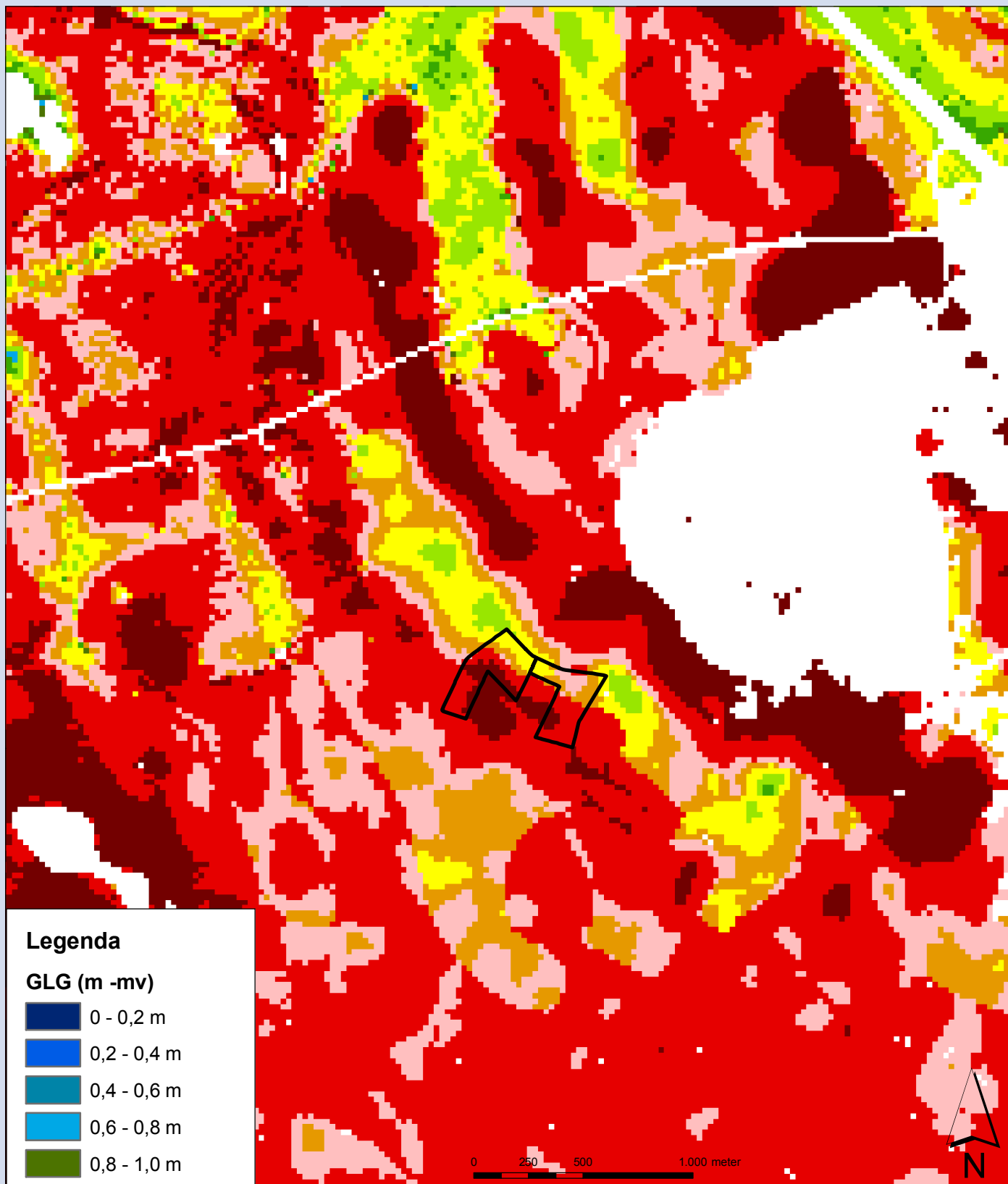
Gemiddeld hoogste grondwaterstand Hydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels BV
Projectnummer: 282922



Status: definitief
Datum: 21-01-2010
Schaal: 1:25.000

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.
© Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Topografische Dienst Kadaster, Provincie Noord-Brabant



Legenda

GLG (m -mv)

	0 - 0,2 m
	0,2 - 0,4 m
	0,4 - 0,6 m
	0,6 - 0,8 m
	0,8 - 1,0 m
	1,0 - 1,2 m
	1,2 - 1,4 m
	1,4 - 1,6 m
	1,6 - 1,8 m
	1,8 - 2,0 m
	2,0 - 2,5 m
	meer dan 2,5 m
	Locatie visvijvers

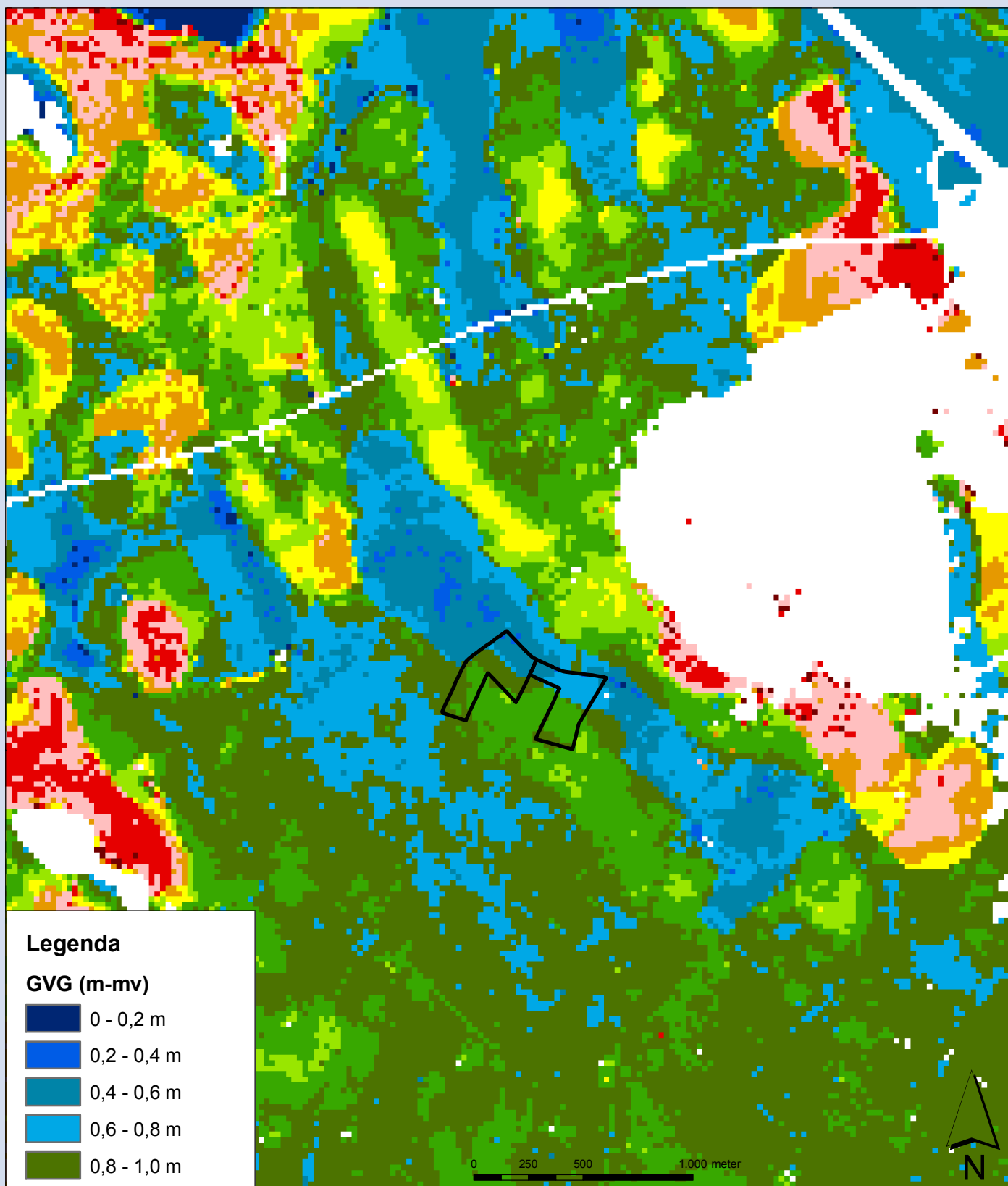
Gemiddeld laagste grondwaterstand Hydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels BV
Projectnummer: 282922



Status: definitief
Datum: 21-01-2010
Schaal: 1:25.000

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.
© Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Topografische Dienst Kadaster, Provincie Noord-Brabant



Legenda

GVG (m-mv)

	0 - 0,2 m
	0,2 - 0,4 m
	0,4 - 0,6 m
	0,6 - 0,8 m
	0,8 - 1,0 m
	1,0 - 1,2 m
	1,2 - 1,4 m
	1,4 - 1,6 m
	1,6 - 1,8 m
	1,8 - 2,0 m
	2,0 - 2,5 m
	meer dan 2,5 m
	Locatie visvijvers

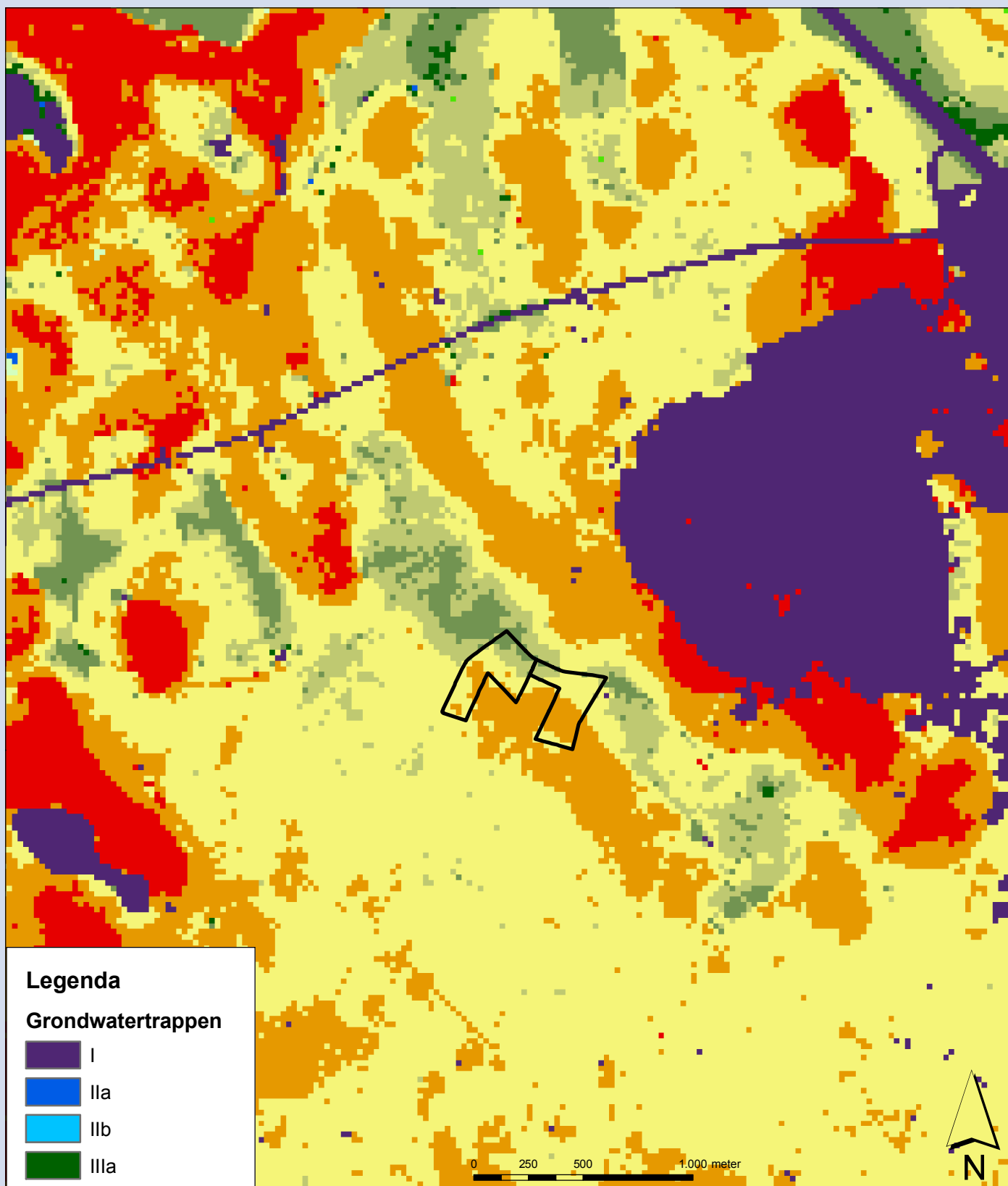
Gemiddeld voorjaarsgrondwaterstand Hydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels BV
Projectnummer: 282922



Status: definitief
Datum: 21-01-2010
Schaal: 1:25.000

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.
© Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Topografische Dienst Kadaster, Provincie Noord-Brabant



Legenda

Grondwatertrappen

- I
- IIa
- IIb
- IIIa
- IIIb
- IV
- Va
- Vb
- VI
- VII
- VIII

 Locatie visvijvers

Grondwatertrappen

Hydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels BV
Projectnummer: 282922

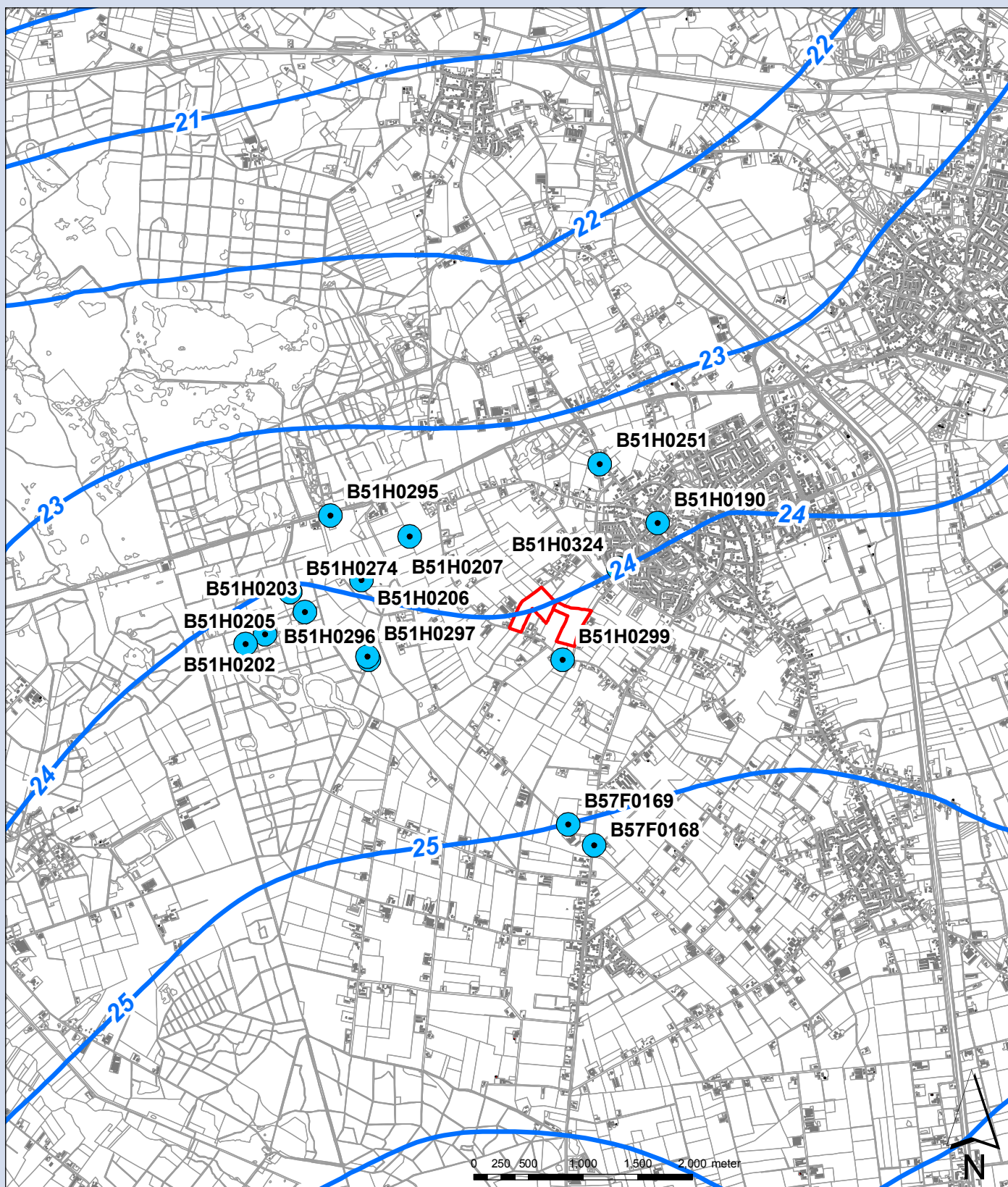
Status: definitief
Datum: 21-01-2010
Schaal: 1:25.000



© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.
© Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Topografische Dienst Kadaster, Provincie Noord-Brabant

Bijlage 4

Isohypsenpatroon en locatie TNO-peilbuizen



Legenda

- Peilbuizen
- Isohypsens WVP1
- Locatie visvijvers

Situering TNO-peilbuizen & isohypsen Hydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels BV
Projectnummer: 282922

Status: definitief
Datum: 21-01-2010
Schaal: 1:50,000



© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.
© Waterschap Aa en Maas, Waterschap de Dommel, Topografische Dienst Kadaster, Provincie Noord-Brabant

Bijlage 5

Verordening waterhuishouding

0 250 500 meter



Legenda

-  Locatie visvijvers
- Verordening Waterhuishouding
-  attentie gebied
-  beschermd gebied

Verordening Waterhuishouding (2005) Hydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels BV
Projectnummer: 282922

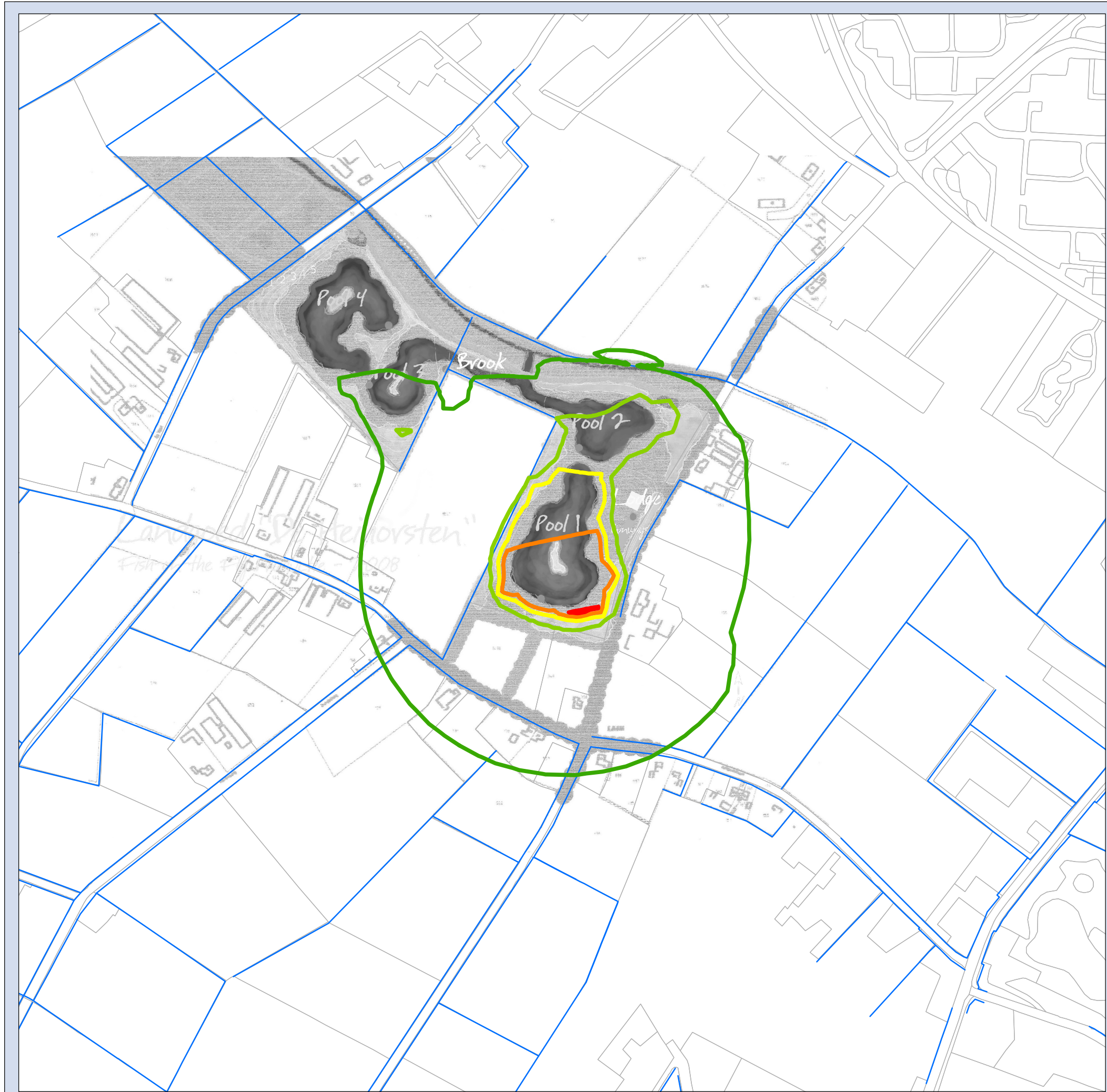


Status: definitief
Datum: 21-01-2010
Schaal: 1:10,000

© Grontmij Nederland bv Alle rechten voorbehouden

Bijlage 6

Modelresultaten



Legenda

**Daling grondwaterstand
wintersituatie (m)**

- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05

0 50 100 200 300 400 meter



Verandering grondwater, wintersituatie
Geohydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

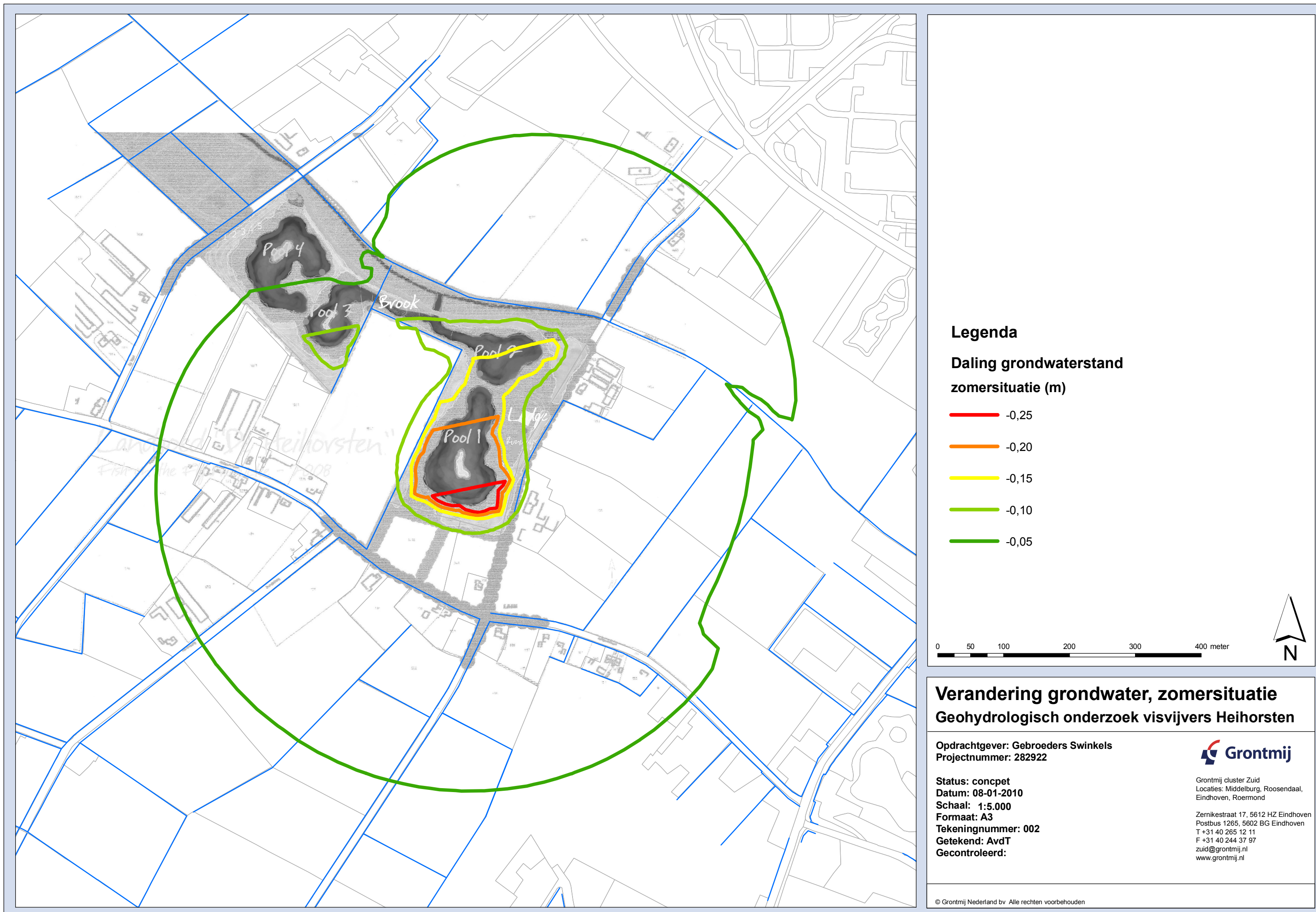
Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels
Projectnummer: 282922



Status: concpet
Datum: 08-01-2010
Schaal: 1:5.000
Formaat: A3
Tekeningnummer: 002
Getekend: AvdT
Gecontroleerd:

Grontmij cluster Zuid
Locaties: Middelburg, Roosendaal,
Eindhoven, Roermond

Zernikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven
T +31 40 265 12 11
F +31 40 244 37 97
zuid@grontmij.nl
www.grontmij.nl



Legenda

Daling grondwaterstand zomersituatie (m)

- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05

0 50 100 200 300 400 meter



Verandering grondwater, zomersituatie Geohydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

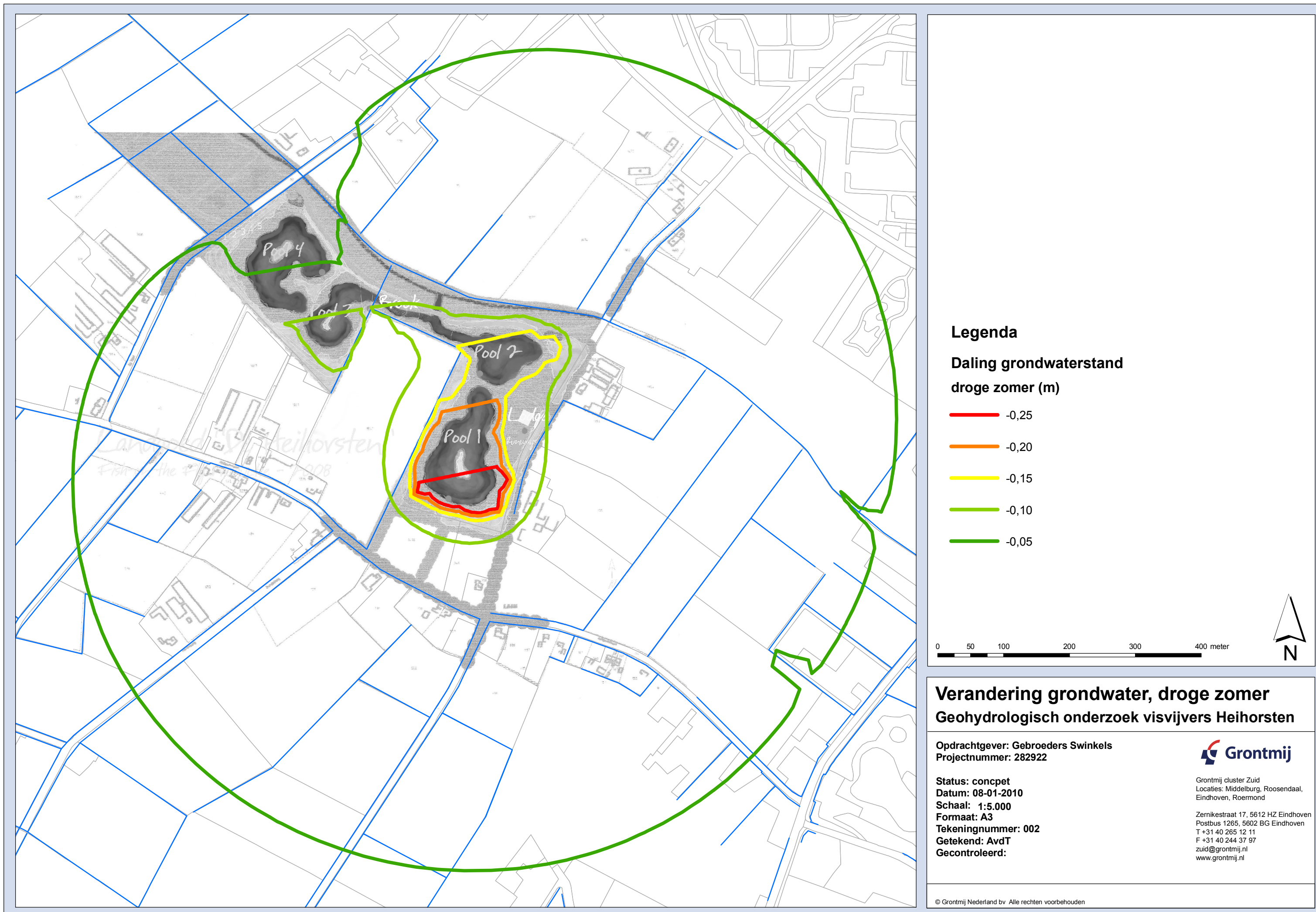
Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels
Projectnummer: 282922



Status: concept
Datum: 08-01-2010
Schaal: 1:5.000
Formaat: A3
Tekeningnummer: 002
Getekend: AvdT
Gecontroleerd:

Grontmij cluster Zuid
Locaties: Middelburg, Roosendaal,
Eindhoven, Roermond

Zernikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven
T +31 40 265 12 11
F +31 40 244 37 97
zuid@grontmij.nl
www.grontmij.nl



Legenda

Daling grondwaterstand
droge zomer (m)

- 0,25
- 0,20
- 0,15
- 0,10
- 0,05

0 50 100 200 300 400 meter



Verandering grondwater, droge zomer Geohydrologisch onderzoek visvijvers Heihorsten

Opdrachtgever: Gebroeders Swinkels
Projectnummer: 282922



Status: concept
Datum: 08-01-2010
Schaal: 1:5.000
Formaat: A3
Tekeningnummer: 002
Getekend: AvdT
Gecontroleerd:

Grontmij cluster Zuid
Locaties: Middelburg, Roosendaal,
Eindhoven, Roermond

Zernikestraat 17, 5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265, 5602 BG Eindhoven
T +31 40 265 12 11
F +31 40 244 37 97
zuid@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Bijlage 7

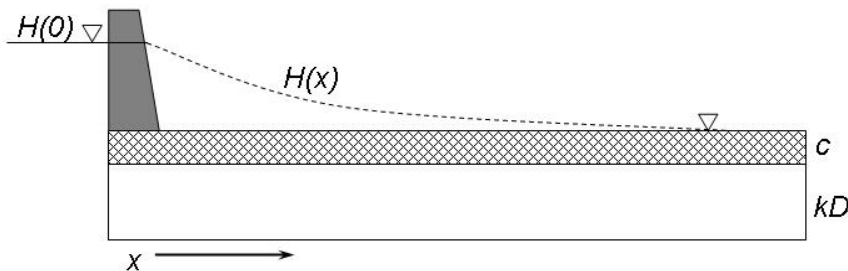
Theoretische achtergrond modellering

Horizontale modelbegrenzing

Om de randeffecten zo klein mogelijk te houden in een onderzoeksgebied, dient een groot genoeg mee gemodelleerd te worden. Een manier om het stroomdomein te begrenzen is met behulp van de spreidingslengte. De spreidingslengte is een lengtemaat voor de invloed van peilverandering op grondwaterstroming. Eén van de methodes om de spreidingslengte te kunnen berekenen bij meerde lagen staat in onderstaande vergelijking en in figuur B7.1:

$$\lambda = \sqrt{\sum kD \cdot c_{afdekkend}}$$

Waarin: λ de spreidingslengte is in m.
 $\sum kD$ de opgetelde transmissiviteit van de onderliggende lagen is in m^2/d .
 $c_{afdekkend}$ de weerstand van de bovenliggende afdekkende laag is in d.



Figuur B7.1 schematische voorstelling van het verloop van de grondwaterstand in een polder

In figuur B7.1 staat schematisch weergegeven hoe de grondwaterstand verloopt in een polder. Aan de hand van dit voorbeeld wordt duidelijk gemaakt hoe de spreidingslengte uitgerekend kan worden. $H(0)$ is de grondwaterstand is het boezempeil, $H(x)$ is de stijghoogte op locatie x in de polder. Voor $H(x)$ en x gelden onderstaande vergelijkingen:

$$H(x) = H(0)e^{(-x/\lambda)} \quad \text{en} \quad x = -\lambda \cdot \ln\left(\frac{H(x)}{H(0)}\right)$$

Wanneer gesteld wordt dat de invloed van $H(0)$ nog maar 5% is op de locatie x , geldt voor $H(x)$:

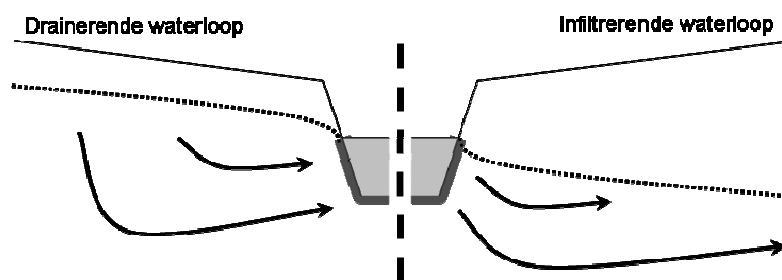
$$\left(\frac{H(x)}{H(0)}\right) \cong 0,05 \Rightarrow \ln\left(\frac{H(x)}{H(0)}\right) \cong 3$$

Uit het bovenstaande blijkt dat de horizontale grenzen van een modelgebied op een afstand van minimaal drie maal de spreidingslengte komt te liggen. Als randvoorwaarde kunnen randen met een vaste stijghoogte genomen worden of randen met een vaste flux.

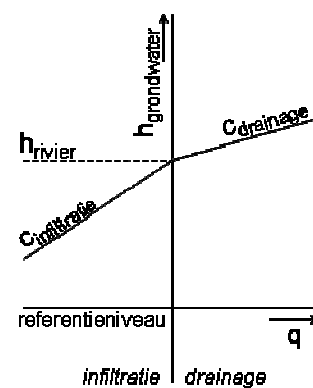
Oppervlaktewater

De invloed van een rivier of beek op het grondwatersysteem is schematisch weergegeven in figuur B7.2. Wanneer het beekpeil lager is dan de grondwaterstand, draineert de beek, bij een hoger beekpeil infiltreert water vanuit de beek in het grondwater. Voor de hoeveelheid water die het grondwatermodel in- of uitgaat gelden de vermelde vergelijking. De bijbehorende Q-h relatie staat in figuur B7.3.

$q_{uit} = \frac{h_{grondwater} - h_{rivier}}{c_{drain}}$	q_{uit}	de hoeveelheid water is die het grondwater verlaat als drainage (m^3/d)
$q_{in} = \frac{h_{rivier} - h_{grondwater}}{c_{infiltratie}}$	q_{in}	de hoeveelheid water die het model inkomt door infiltratie (m^3/d)
	$h_{grondwater}$	het grondwaterpeil is (m)
	h_{rivier}	het waterpeil van het oppervlaktewater is (m)
	c_{drain}	de drainageweerstand is (d)
	$c_{infiltratie}$	de infiltratieweerstand is (d)



Figuur B7.2 Interactie tussen waterloop en grondwater



Figuur B7.3 Q-h-relatie