

Effectberekeningen

Aanleg kolk plangebied De Kolk in Wapenveld

Definitief

Gemeente Heerde
Postbus 175
8180 AD Heerde

Grontmij Nederland B.V.
Arnhem, 12 juni 2009

Verantwoording

Titel : Effectberekeningen
Subtitel : Aanleg kolk plangebied De Kolk in Wapenveld
Projectnummer : 274518
Referentienummer : 99048814
Revisie :
Datum : 12 juni 2009

Auteur(s) : drs. ing. J.G. van Uden
E-mail adres : jeroen.vanuden@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ir. T.M. Kruidhof
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd door : ing. R.J.C. Vink
Paraaf goedgekeurd :
Contact : Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 26 355 83 55
F +31 26 445 92 81
oost@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Doelstelling.....	4
1.2	Opbouw rapport	4
2	Achtergrondinformatie.....	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Maaiveldhoogten.....	5
2.3	Bodemopbouw	5
2.4	Grondwater	7
2.5	Oppervlaktewater	9
3	Effecten	10
3.1	Algemeen.....	10
3.2	Uitgangspunten.....	10
3.3	Grondwatermodel	10
3.4	Effecten	11
4	Conclusies en aanbeveling	15

1 Inleiding

In het plangebied De Kolk is men voornemens een waterpartij aan te leggen. Rondom de waterpartij (kolk) zullen woningen worden gebouwd. Het peil in de kolk zal met de grondwaterstand mee fluctueren.

Grontmij is gevraagd de effecten (grondwaterstandsverandering) te berekenen van de aanleg van de kolk op de omgeving en de kwel.

1.1 Doelstelling

Om de effecten van de kolk op de omgeving te bepalen is een grondwatermodel opgesteld. Doelstelling van het grondwatermodel is tweeledig:

- bepalen van het effect van de waterpartij op de grondwaterstand in de omgeving;
- bepalen van het effect van de waterpartij op de kwel (zowel regionale als lokale kwel).

1.2 Opbouw rapport

In het volgende hoofdstuk wordt achtergrondinformatie gegeven ten aanzien van de bodemopbouw en geohydrologie. Daarna is ingegaan op de modellering en het bepalen van de effecten. In hoofdstuk 4 zijn de conclusies beschreven.

2 Achtergrondinformatie

2.1 Algemeen

Dit hoofdstuk is gebaseerd op de gegevens zoals vermeld in het (concept)rapportage water-toets De Kolk. In dit rapport is gebruik gemaakt van de volgende informatiebronnen:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN), 5 x 5, zie <http://www.ahn.nl>;
- Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, kaartblad 27 Oost, Stiboka, 1983;
- REgionaal Geohydrologisch Informatie Systeem (REGIS), TNO;
- Grondwatergegevens uit DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond), TNO;
- Geohydrologische boringen, Grontmij, april 2009;
- Peilvakkenkaart Waterschap Veluwe;
- Wateratlas van de Provincie Gelderland, zie <http://www.gelderland.nl>.

2.2 Maaiveldhoogten

Op basis van het AHN blijkt dat het maaiveld in het westelijke deel van plangebied op circa 2,8 m +NAP tot 3,1 m +NAP ligt. In het noordwesten en in het uiterste zuidwesten liggen hoger gelegen delen waar het maaiveld tot 3,3 m +NAP komt. Naar het oosten toe loopt het maaiveld af naar circa 2,7 m +NAP. In het midden van het plangebied ligt een wat ondieper gedeelte dat van west naar oost loopt van 2,8 m +NAP naar 2,5 m +NAP.

2.3 Bodemopbouw

2.3.1 Ondiepe bodemopbouw

De ondiepe bodem in de omgeving van het plangebied bestaat uit laarpodzolgronden (kaarteenheden cHn23), dit zijn matig dikke (30-50 cm) humuspodzolgronden zonder ijzerhuidjes, bestaande uit kalkloos lemig fijn zand. Ten zuidoosten van het projectgebied ligt een gebied met hoge zwarte enkeerdgronden (kaarteenheden zEZ21) met kalkloos, leemarm en zwak lemig fijn zand.

2.3.2 Diepe bodemopbouw

De diepere ondergrond bestaat uit matig fijn zand behorende tot de formatie van Boxtel (tot circa 0,5 m -NAP). Hieronder bevindt zich een grover pakket behorende tot de formatie van Kreftenheye. Onder de formatie van Kreftenheye bevindt zich een gestuwd pakket van circa 22 m -NAP tot 75 m -NAP. De formatie van Peize bevindt zich onder het gestuwde pakket en bestaat uit overwegend matig tot grof zand.

2.3.3 Bodemschematisatie

De opbouw van de bodem wordt geschematiseerd in goed doorlatende watervoerende pakketten en slecht doorlatende, scheidende lagen. In een watervoerend pakket treedt een overwegend horizontale grondwaterstroming op en in een scheidende laag een hoofdzakelijk verticale grondwaterbeweging. Watervoerende pakketten worden beschreven aan de hand van het doorlaatvermogen (kD). Dit is het product van de horizontale doorlatendheid (k_h) en de verzadigde dikte van het pakket (D). Waterscheidende of slecht doorlatende lagen worden beschreven door middel van de hydraulische weerstand (C) en uitgedrukt in dagen. Deze weerstand is het quotiënt van de dikte van de scheidende laag (D) en de verticale doorlatendheid (k_v).

Op basis van de grondwaterkaart van Nederland en REGIS kan de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie geohydrologisch als volgt worden geschematiseerd.

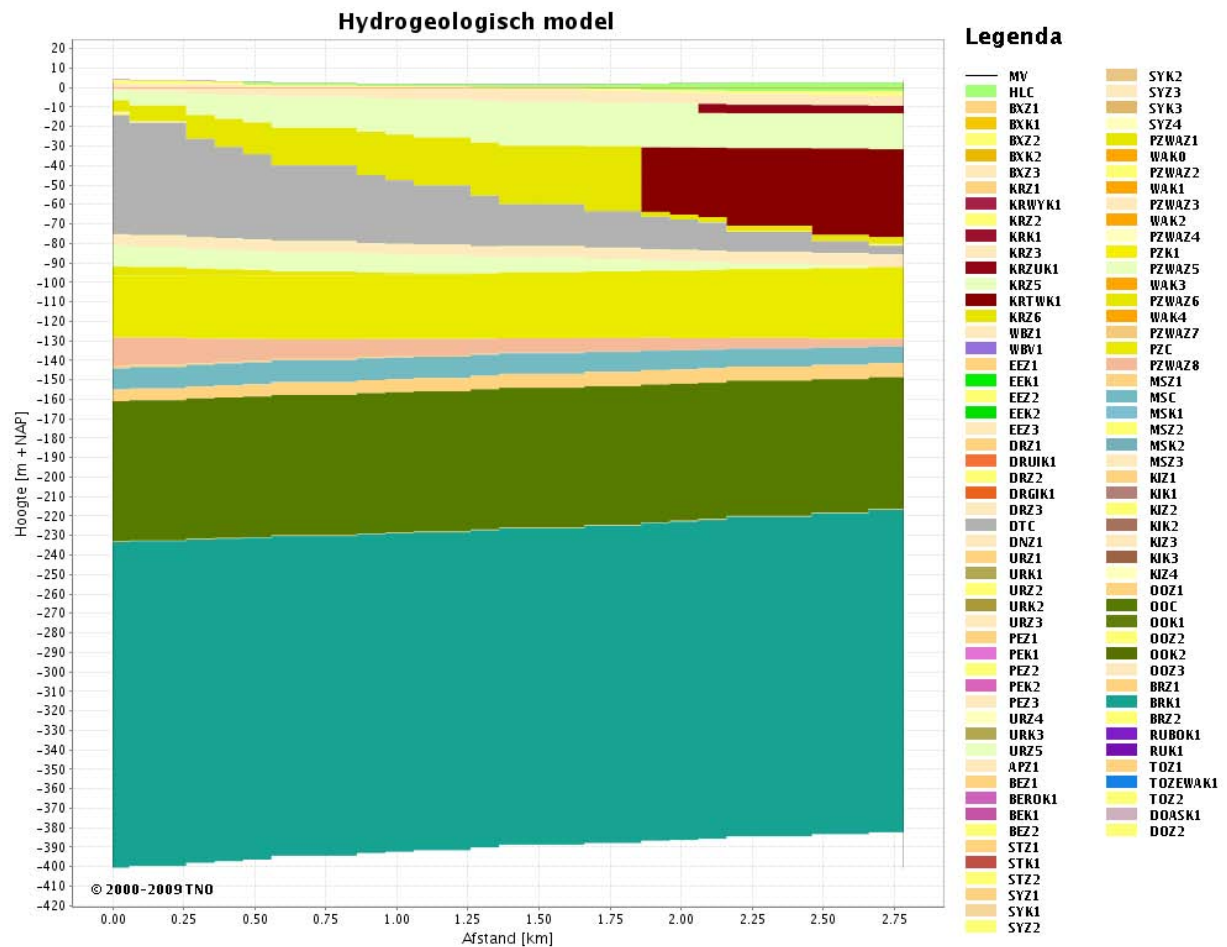
Tabel 2.1 Geohydrologische schematisatie

Geohydrologische eenheid (REGIS)	Diepte m + NAP	Formatie	Samenstelling	kD m ² /dag	c dagen
Deklaag	-	-	-	-	-
wvp1	2,9 tot 2,5	Boxtel	Zand, matig fijn, (klei)	5	-
wvp2	2,5 tot 2,1	Boxtel	Zand	21	-
wvp3	1,1 tot -0,5	Boxtel	Zand	24	-
wvp4	-0,5 tot -3	Kreftenheye	Zand, matig grof	53	-
wvp8	-3 tot -12	Kreftenheye	Zand, matig grof	153	-
Wvp9	-12 tot -22,3	Kreftenheye	Zand, matig grof	173	-
DTC	-22 tot -75	Gestuwde Afzettingen Complex	Zand, klei	-	-
Wvp14	-75 tot -76	Peize	Zand, matig tot uiterst grof	6	-
Wvp15	-76 tot -81	Peize	Zand, matig tot uiterst grof	114	-
Wvp17	-81 tot -92	Peize	Zand, matig tot uiterst grof	240	-
Wvp18	-92 tot -98	Peize	Zand, matig tot uiterst grof	145	-
Sdl18	-98 tot -130	Peize	Klei	-	1029
Wvp19	-130 tot -140	Peize	Zand, matig tot uiterst grof	158	-
Sdl19	-140 tot -154	Maassluis	Klei	-	699
Wvp21	-154 tot -161	Oosterhout	Zand, zeer fijn tot zeer grof	54	-
Hydrologische basis	-	Tertiair	klei	-	-

wvp = watervoerend pakket; sdl = slecht doorlatende laag

In figuur 2.1 is de bodemschematisatie weergegeven volgens REGIS II in een west-oost-doorsnede.

Figuur 2.1 Bodemschematisatie



2.4 Grondwater

2.4.1 Freatische grondwaterstanden

Als gevolg van seizoensfluctuaties fluctueert de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De combinatie van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft de range weer, waartussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt.

Volgens de Bodemkaart Nederland komt in het hele plangebied grondwatertrap VI voor. Opgemerkt moet worden dat de Bodemkaart van Nederland gedateerd kan zijn (uitgave 1983). De Wateratlas laat echter grondwatertrap VII* zien. Beide watertrappen wijzen op gronden waar de grondwaterstanden flink kunnen fluctueren. In onderstaande tabel zijn de kenmerken van deze grondwatertrappen weergegeven.

Tabel 2.2 Grondwatertrappen

Grondwatertrap	GHG (m-mv)	GLG (m -mv)
VI	0,40-0,80	> 1,20
VII	> 0,80	(> 1,60)
VII*	>1,40	(> 1,60)

Op basis van de Wateratlas van de Provincie Gelderland blijkt dat de GHG van west naar oost varieert van 1,8 m –mv tot 1,6 m –mv. De GLG varieert volgens de Wateratlas in hetzelfde traject van 2,3 tot 2,10 m –mv. Uit uitgevoerde boringen blijkt dat de GHG zich voornamelijk op 0,50 tot 0,60 m –mv bevindt, corresponderend met 2,4 m +NAP tot 2,7 m +NAP. In het midden van het plangebied is een GHG van 0,30 tot 0,40 m –mv aangetroffen en aan de oostelijke rand van het plangebied is een GHG van 1,10 m –mv aangetroffen. De GLG is voornamelijk aangetroffen op 1,20 tot 1,40 m –mv, corresponderend met 1,7 m +NAP tot 1,5 m +NAP. Aan de oostelijke rand van het plangebied is de GLG ook een stuk lager, namelijk 1,90 m –mv.

De lage grondwaterstand aan de oostelijke rand kan worden verklaard door de drainerende werking van de Nieuwe Wetering. De GLG komt overeen met het streefpeil van de Nieuwe Wetering, 1,40 m +NAP (minimum peil) en 1,60 m +NAP (maximum peil). In droge periodes kan de Nieuwe Wetering droogvallen. Het leggerprofiel geeft aan dat het bodempeil op circa 0,60 m +NAP ligt. De GLG aan de oostzijde ligt op circa 0,60 m +NAP. Deze lagere GHG en GLG zijn waarschijnlijk langs de hele oostelijke rand te vinden is.

Op circa 500 meter ten zuidwesten en ten noordoosten van het plangebied staan peilbuizen die opgenomen zijn in het meetnet van TNO, waarin langjarige grondwaterstanden worden bijgehouden.

De peilbuizen ten noordoosten van het plangebied schommelen gedurende de meetperiode redelijk rondom het gemiddelde. De peilbuis ten zuidwesten van het plangebied vertoont meer variatie.

2.4.2 Kwel

De opbouw van het watersysteem tussen Veluwe en IJssel is complex. Bepalend is de neerslag die inziigt op hogere delen, zoals het Veluwemassief en de hogere zandgronden (dekzandruggen en oeverwallen). In de lager gelegen komgebieden tussen de Veluwe en IJssel treedt kwel op. Dit kan diepe kwel zijn, komende vanaf het Veluwemassief of het kan gaan om lokale kwel, afkomstig uit dekzandruggen en oeverwallen.

Met name rondom de nieuw te graven kolk is het belangrijk of en hoeveel kwel er aanwezig is. Uit de Wateratlas van de Provincie Gelderland zijn gegevens hierover verkregen voor een aantal locaties nabij de kolk. Volgens de Wateratlas komt kwel in een deel van het gebied voor.

De kaart 'Watersysteem, Geohydrologie, Kwel-infiltratie' geeft matige kwel aan. Volgens de kaart 'Waterbeleid WHP3, Thema, Watersysteem, Kwelgebieden (STONE)' uit de Wateratlas is er in het projectgebied 0,83 – 1,34 mm/d kwel. Ter hoogte van de geplande kolk wordt ongeveer 0,9 mm/d aangegeven.

2.4.3 Regionale grondwaterstroming

Uit de isohypsenlijnen voor de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket kan worden geconcludeerd, dat de regionale grondwaterstroming oostelijk gericht is. Het is mogelijk dat lokaal een afwijkende grondwaterstroming optreedt als gevolg van aanwezige watergangen en/of drainage.

2.5 Oppervlaktewater

Ten westen van het plangebied ligt het Apeldoorns Kanaal. Direct ten oosten van het plangebied ligt de Nieuwe Wetering, wat verder naar het oosten ligt de Grote Wetering. Wapenveld ligt in het 5^{de} pand van het Apeldoorns Kanaal waar een peil van 3,85 m +NAP wordt aangehouden. Op de bodem van het kanaal bevindt zich een dikke sliblaag, waardoor een hoge weerstand aanwezig is. De streefpeilen in de Nieuwe Wetering zijn 1,40 m +NAP (minimum peil) en 1,60 m +NAP (maximum peil). Beide streefpeilen kunnen niet altijd worden gehaald. In droge perioden kan het waterpeil aanzienlijk onder het streefpeil wegzakken, in natte perioden kunnen af en toe hogere peilen optreden.

Het plangebied ligt binnen een peilvak met zomerstreefpeil 1,6 m +NAP en winterstreefpeil 1,4 m +NAP. Peilvakken direct ten oosten hebben zomerpeil 1,0 m +NAP en 1,2 m +NAP.

3 Effecten

3.1 Algemeen

Om de effecten van aanleg van de kolk inzichtelijk te maken, is een stationair grondwatermodel gebouwd met het programma MicroFem. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de modelbouw en de effecten berekend met het model.

3.2 Uitgangspunten

- De bodemopbouw en bodemparameters zijn afgeleid uit gegevens van TNO (REGIS II).
- De berekening zijn uitgevoerd bij een gemiddelde waterstand in de IJssel (waterstand 0,8 m +NAP).
- De berekende grondwaterstanden zijn vergeleken met de gemiddelde grondwaterstanden in de TNO-peilbuizen.

3.3 Grondwatermodel

3.3.1 Modelopbouw

Voor deze studie is een stationair grondwatermodel MicroFem gebouwd. Het modelgrid is ter plaatse van het aandachtsgebied verfijnd. Het model heeft een totaal oppervlak van circa 19,4 km².

Het model bestaat uit totaal zes modellagen met gedeeltelijk een bovenrand (polderpeilen). De westrand is gelegen op kilometerring 199.690 (conform RD). Het model wordt aan de oostrand begrensd door de IJssel. In tabel 3.1 is de modelschematisatie weergegeven.

Tabel 3.1 Modelschematisatie

Modellaag	Hydrologische eenheid	REGIS	Weerstand (dagen)	Doorlaatvermogen (m ³ /dag)
0	polderpeilen	-	-	-
1	Freatisch pakket	-	0 – 50	1
2	Holoceen	Deklaag*	1 – 549	
	Boxtel	Wvp01, 02 en 03		1 – 187
3	Kreftenhye/Wijchen (klei)	SDL07*	0,1 – 1437	
	Kreftenheye	Wvp 04 en 08		1 – 419
4	Kreftenheye/Twente (klei)	SDL08*	0,1 - >10.000	
	Kreftenheye	Wvp09		1 – 620
5	DTC	DTC	5 – 2305	
	Peize	Wvp 14, 15, 17 en 18		237 – 1733
6	Peize (klei)	SDL18	680 – 1520	
	Peize	Wvp19		2 – 539
	Maassluis	SDL19	177 – 1650	
	Oosterhout	Wvp21		10 – 124

* niet in gehele modelgebied aanwezig

De stijghoogten op de westrand is vastgelegd op het isohypsenpatroon uit REGIS en varieert van 8,5 m +NAP tot 12,0 m +NAP. De stijghoogten in het eerste watervoerend pakket aan de oostrand komen overeen met het oppervlaktewaterpeil (0,8 m +NAP).

Er is rekening gehouden met kweldruk vanuit de Veluwe door een hogere stijghoogte in de diepere watervoerend pakketten op te geven (op basis van isohypsen uit REGIS).

3.3.2 Kalibratie

Binnen het modelgebied bevinden zich een paar peilbuizen, waardoor het niet mogelijk is om het model uitgebreid (automatisch) te kalibreren. In tabel 3.2 zijn de berekende en gemiddelde stijghoogten weergegeven.

Tabel 3.2 *gemeten en berekende stijghoogten*

peilbuis	Gemiddelde stijghoogte (m +NAP)	Berekend (m +NAP)	Verskil (m)
B27E0354	1,63	1,71	-0,08
B27E0355	1,20	1,11	0,09
B27E0356	1,47	1,02	0,45
B27E0171	0,80	0,88	-0,08
B27E0227	1,09	0,98	0,11
B27E0020	2,50	2,84	-0,34

De berekende stijghoogte in het plangebied komen overeen met de waargenomen grondwaterstanden (circa 1,7 m +NAP tot 1,6 m +NAP).

Gelet op de doelstelling (inzichtelijk maken van de effecten (veranderingen)) wordt het model als betrouwbaar geacht.

3.3.3 Conclusie grondwatermodel

Geconcludeerd kan worden dat gelet op de gestelde doelstelling, rekening houdend met de onzekerheden ten aanzien van het ontbreken van gegevens van lokale grondwaterstanden, de effecten in voldoende mate van nauwkeurigheid inzichtelijk kunnen worden gemaakt.

3.4 Effecten

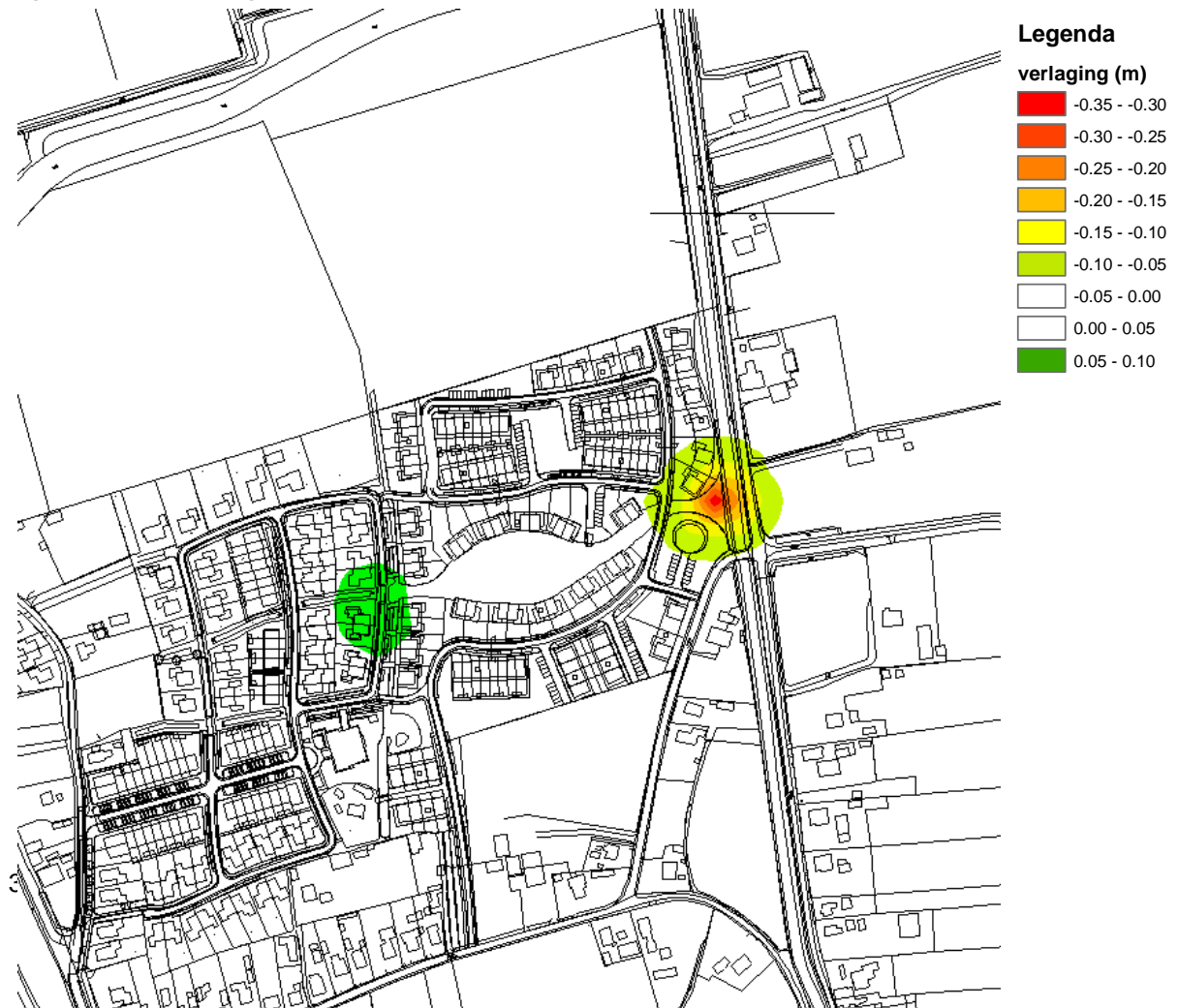
Het waterpeil in de kolk zal met de grondwaterstand mee fluctueren. Dit is in het model berekend door ter plaatse van de kolk een extreem hoge doorlaatvermogen op te geven in combinatie met een lage weerstand. MicroFem berekent daardoor het oppervlaktewaterpeil in de kolk. Door de huidige situatie van de toekomstige af te halen kan de invloed van de kolk worden bepaald.

3.4.1 Effecten in freatisch pakket/deklaag

In de kolk zal een oppervlaktewaterpeil ontstaan op een niveau van de gemiddelde grondwaterstand. Dit betekent dat naar verwachting de effecten aan de west- en oostzijde het grootst zullen zijn omdat het verschil tussen de gemiddelde grondwaterstand en de grondwaterstand ter plaatse van de uiteindes van de kolk het grootste is. In figuur 3.1 zijn de invloedsgebieden van de kolk weergegeven in het freatisch pakket.

Uit figuur 3.1 kan worden opgemaakt dat aan de westzijde relatief weinig invloed optreedt. Dit kan worden verklaard doordat hier geen deklaag aanwezig is en eventuele wijzingen in de grondwaterstand direct worden 'vereffend'. Het invloedsgebied is beperkt tot enkele meters. Aan de oostzijde is het invloedsgebied groter. Door de Nieuwe Wetering is de grondwaterstand hier relatief laag. De kolk zorgt voor een voedende werking naar de ondergrond/Nieuwe Wetering waardoor de effecten hier het grootst zijn. Er zal een grondwaterstroming richting Nieuwe Wetering optreden.

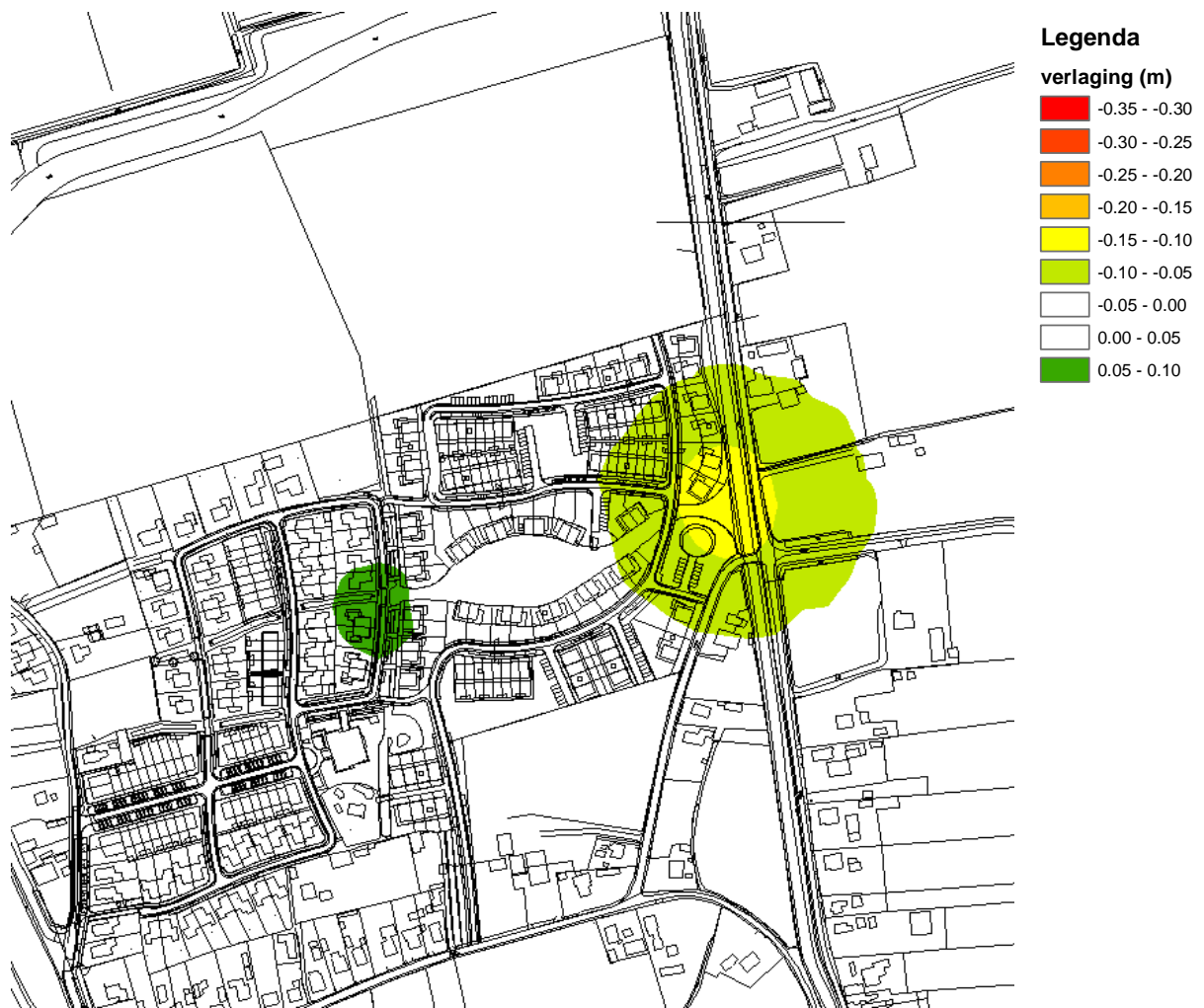
Figuur 3.1 Invloedsgebied (>0,05 m) freatisch pakket



3.4.3 Effecten watervoerend pakket

De stijghoogteverschillen in het watervoerend pakket zijn eveneens berekend. In figuur 3.2 zijn de stijghoogteverschillen grafisch weergegeven. De effecten in het watervoerend pakket zijn geringer (in absolute waarden), maar hebben een groter invloedsgebied (met name aan de oostzijde). Dit kan worden verklaard door de aanwezigheid van de deklaag in aan de oostzijde van het plangebied.

Figuur 3.2 Invloedsgebieden (>0,05 m) watervoerend pakket



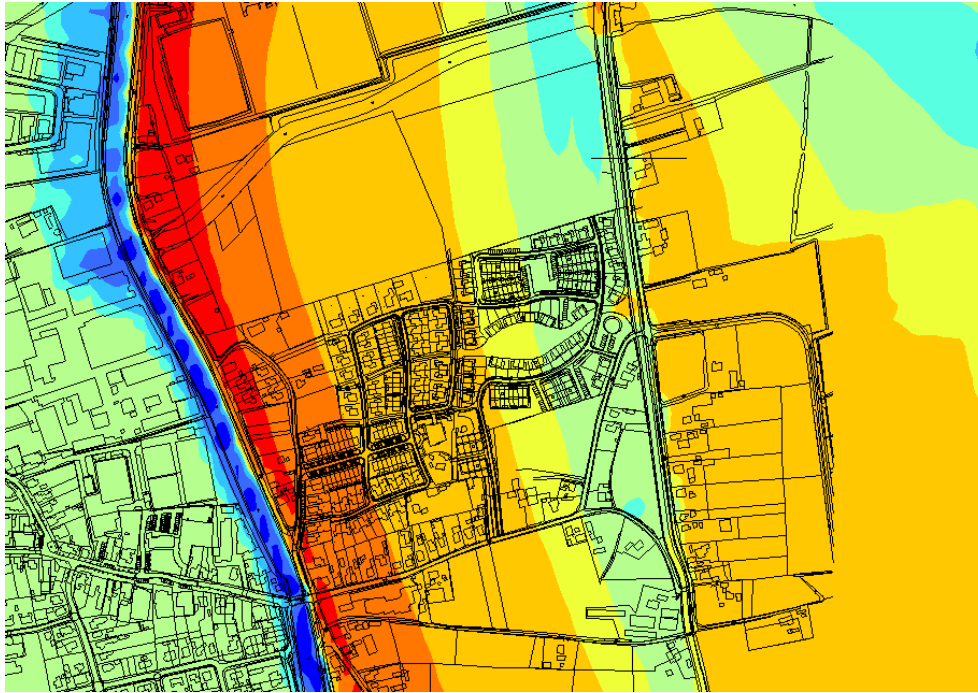
3.4.4 Kwel

Uit de kwelberekeningen blijkt dat met name ten oosten van het Apeldoorns Kanaal water opkwelt. Binnen het plangebied varieert de berekende kwel van circa 4 mm/dag tot 0,15 mm/dag. Bij de Nieuwe Wetering infiltreert het water, richting Nieuwe Wetering. In de toekomstige situatie infiltreert het water vanuit de kolk naar de ondergrond (circa 0,2 tot 5 mm/dag). De verandering van de kwel is beperkt tot de directe omgeving van het plangebied. De effecten op de regionale kwel is verwaarloosbaar.

In een zomersituatie kan door verdamping een beperkte kwelstroom naar de kolk ontstaan. Hierdoor zal het peil in de kolk af kunnen nemen tot beneden een GLG in het grondwater.

In figuur 3.3 en 3.4 is de kwelsituatie weergegeven in huidige en toekomstige situatie.

Figuur 3.3 Huidige kwelsituatie

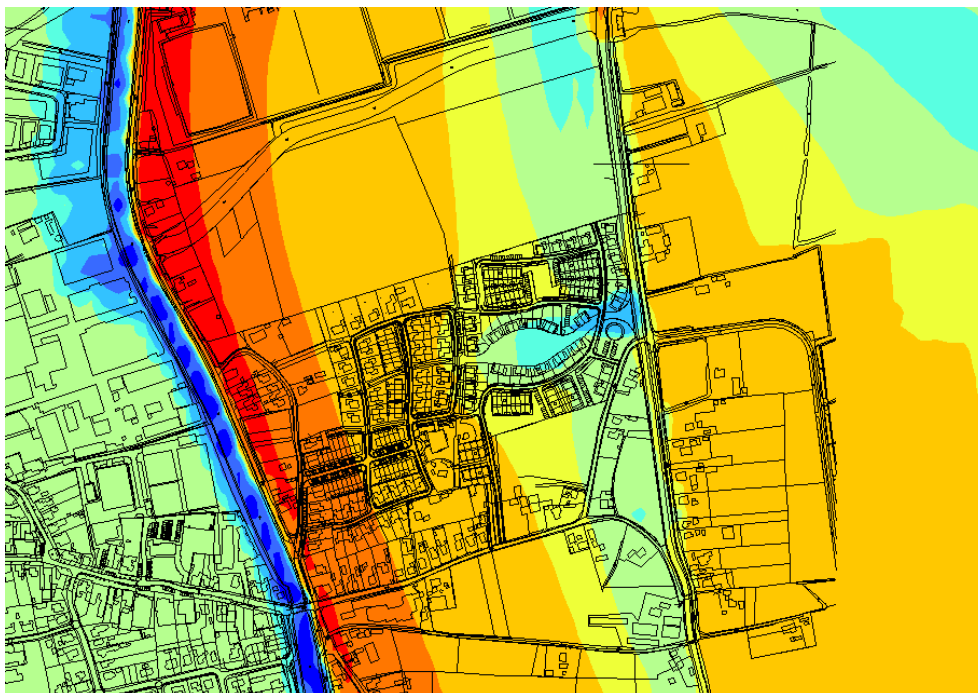


Legenda

kwel in mm/dag (negatief)

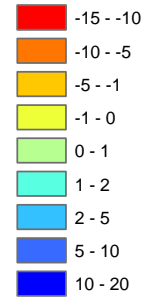


Figuur 3.4 Toekomstig kwelsituatie



Legenda

kwel in mm/dag (negatief)



4 Conclusies en aanbeveling

In het plangebied De Kolk is men voornemens een waterpartij aan te leggen. Rondom de waterpartij (kolk) zullen woningen worden gebouwd.

Om de effecten van de aanleg van de kolk te bepalen is een grondwatermodel opgesteld. Op basis van de modelberekeningen kan het volgende worden geconcludeerd:

- de verandering van de stijghoogten zijn in het watervoerend pakket (onder de deklaag) groter dan in het freatisch pakket;
- de effecten op de grondwaterstand zijn nabij de Nieuwe Wetering het grootst;
- het invloedsgebied van de kolk reikt tot circa 80 m ten oosten van de Nieuwe Wetering;
- de kwelsituatie zal ter plaatse van de kolk wijzigen. Met name in het oosten van de kolk zal water in de bodem infiltreren en in de Nieuwe Wetering uitstromen;
- in een zomersituatie kan de waterstand in de kolk mogelijk uitzakken tot beneden GLG (in het grondwater).

Het waterverlies richting Nieuwe Wetering kan beperkt worden door een (gedeeltelijke) onderafdichting en een stuw/dam nabij de oostelijk gelegen weg. Hierdoor zullen de effecten op de omgeving verder afnemen.