

Hydrologisch onderzoek Elperstroom

verkennende berekeningen

Definitief

DLG noord

Grontmij Nederland bv
Assen, 28 januari 2009

Verantwoording

Titel : Hydrologisch onderzoek Elperstroom
Subtitel : verkennende berekeningen
Projectnummer : 265351
Referentienummer : 265351
Revisie : 01
Datum : 28 januari 2009

Auteur(s) : Sandra Schunselaar
E-mail adres : sandra.schunselaar@grontmij.nl
Gecontroleerd door : Jelle Zoetendal
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd door : Jelle Zoetendal
Paraaf goedgekeurd :
Contact : Stationsplein 12
9401 LB Assen
Postbus 29
9400 AA Assen
T +31 592 33 88 99
F +31 592 33 06 67
noord@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
2	Toelichting model.....	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Modelgrenzen.....	5
2.3	Schematisatie bodemopbouw.....	5
2.4	Grondwateraanvulling.....	6
2.5	Topsysteem.....	6
2.6	Onttrekkingen.....	8
2.7	Grondwaterstroming.....	8
3	Actualisatie model (0-scenario).....	10
4	Resultaten berekeningen.....	12
4.1	Algemeen.....	12
4.2	Werkwijze doorrekenen scenario's.....	12
4.3	Effecten op de grondwaterstanden en -stijghoogten.....	13
4.3.1	Algemeen.....	13
4.4	Effecten op de afvoer.....	15
5	Conclusies.....	17
6	Beperkingen model en aanbevelingen voor nader onderzoek.....	19

Bijlagen

1	Locaties deelgebieden
2	Modelgrens
3	Praktijkpeil winter 2005
4	Berekende grondwaterstroming GVG model 2005
5	Kaart recent uitgevoerde maatregelen Elperstroom
6	Wateraanvoer + minimum en maximum peilen
7	Peilgebieden met ontwateringsniveau 0-scenario
8	Huidige stijghoogten en kwel 0-scenario
9	Effecten 0-scenario tov model 2005
10	Effecten scenario B tov 0-scenario
11	Effecten scenario C tov 0-scenario
12	Effecten scenario D tov 0-scenario
13	Effecten scenario B+C+D tov 0-scenario
14	Toekomstige situatie stijghoogten +kwel scenario B+C+D
15	Effecten scenario B+C+D Peelo aangepast tov 0-scenario
16	Effecten scenario B+C+D Peelo aangepast zonder drain op mv tov 0-scenario
17	Effecten op de waterbalans
18	Overige figuren

1 Inleiding

DLG heeft aan Grontmij opdracht gegeven voor het uitvoeren van een hydrologisch onderzoek voor het gebied van de Elperstroom (brief met kenmerk N2000/2008/62920). Deze vraag is uitgezet in verband met het opstellen van een Beheerplan Natura 2000. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter, met als doel om een indruk te krijgen van de te behalen winst met maatregelen die (mogelijk) binnen de termijn van het beheerplan realiseerbaar zijn.

De voorgestelde maatregelen betreffen het dempen van alle sloten en watergangen in de volgende gebieden: (zie kaart bijlage 1):

1. Flankgebied oostelijk en zuidoostelijk van de Reitma (gebied B).
2. Noordoosthoek van Grevema (gebied C).
3. Flank ten westen van de Reitma (gebied D).

De voorgestelde maatregelen worden doorgerekend met een bestaand MicroFem model uit 2005. Sinds 2005 zijn er echter al verschillende andere maatregelen uitgevoerd in het oppervlaktewatersysteem in het gebied, waaronder het WOM-project Elperstroom en de recentelijk onder regie van Staatsbosbeheer gegraven slenk. Deze al uitgevoerde maatregelen hebben invloed op de voorgestelde maatregelen. Het model uit 2005 is daarom eerst geactualiseerd (0-scenario).

In het onderhavige rapport wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- H2. Toelichting op de modelopbouw en schematisatie van het model 2005
- H3. Actualisatie model (0-scenario)
- H4. Resultaten berekeningen
- H5. Conclusies
- H6. Beperkingen van het model + aanbevelingen.

2 Toelichting model

2.1 Algemeen

Het gebruikte MicroFem model van de Elperstroom is in 2005 door Grontmij gebouwd om effecten van de zandwinning Ellertshaar op de Elperstroom door te rekenen. Voor een uitgebreide beschrijving van de modelopbouw en calibratie wordt verwezen naar het rapport "Geohydrologisch onderzoek Ellertshaar; Modelstudie naar de effecten van de uitbreiding van de zandwinning te Ellertshaar op het reservaat de Elperstroom" (Grontmij, juni 2006). Een beknopte toelichting van dit model is in de onderstaande paragrafen opgenomen.

2.2 Modelgrenzen

Het model is als volgt begrensd (bijlage 2):

- westzijde = Zwiggelte;
- oostzijde = Ees;
- noordzijde = Grollo;
- zuidzijde = ca 2 km ten zuiden van Schoonoord.

Het modelgebied is ruimschoots voldoende groot om de bovengenoemde maatregelen door te rekenen. De modelrand is voldoende ver weg om effecten op de rand uit te sluiten.

2.3 Schematisatie bodemopbouw

De schematisatie van het model ter plaatse van het reservaat de Elperstroom en de aangrenzende flanken is samengevat in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Schematisatie modellen

Modellaag*	Schematisatie REGIS II	Reservaat Elperstroom*	Westflank*	Oostflank*
Topsysteem				
C1		0	0	0
kD1	Freatisch grondwater	1	1	1
C2	Deklaag (veen, beekleem)	1-15	1-40	1-15
kD2	WVP1 (ondiep WVP)	5-40	5-20	5-30
C3	SDL 1	1	1	1
kD3	WVP 2 (ondiep WVP)	1-100	1-10	1-100
C4	SDL 2 (keileem)	1-10	1-100	1-70
kD4	WVP3 (middeldiep WVP)	5-70	30-90	10-50
C5	SDL 3 (Peelo)	1-1.500	1-700	1-2.000
kD5	WVP 4 (diep WVP)	1-40	1-40	1-70
C6	SDL 4	5-25	5-15	5-30
	(omgerekende weerstand WVP)			
kD 6-9	WVP 5-8	1400-1600	1600-1700	1300-1600

* C in dagen en Kd in m²/etm.

2.4 Grondwateraanvulling

Het stationaire model is gebouwd voor een voorjaars situatie zoals die gemiddeld in de periode februari tot en met april gedurende de jaren 1995 tot en met 2004 is opgetreden. Dit levert de volgende grondwateraanvulling (tabel 2.2):

Tabel 2.2: Grondwateraanvulling

	Grondwateraanvulling (mm/d)
Gras	0,81
Bouwland	1,46
Loofbos	0,81
Naaldbos	0,58
Open water	0,47
Bebouwing	0,7
Overig natuur onbegroeid	1,46
Overig natuur begroeid	0,81
Schraalgrasland (reservaat Elperstroom)	0,92

2.5 Topsysteem

De kanalen en de hoofdwatergangen in het reservaatgebied de Elperstroom zijn expliciet als waterlopen in het model opgenomen (River-module). De overige waterlopen, sloten en greppels zijn verwerkt in een diffuus "drainagesysteem" (drain-module). Ter plaatse van het infiltratiegebied op de Hondsrug en de rug Sleen-Schoonloo is het topsysteem helemaal "uitgezet", en is aangenomen dat het neerslagoverschot in zijn geheel ten goede komt aan het grondwater.

De gehanteerde infiltratie en drainageweerstanden voor de kanalen en beken zijn in tabel 2.3 samengevat.

Tabel 2.3. Samenvatting Topsysteem (River-system)

Gebied	infiltratieweerstand sloten (dagen)	drainage weerstand sloten (dagen)
Stroetma	RI1=230*	RC1=30*
Oosterma	RI1=230*	RC1=30*
Reitma	RI1=230*	RC1=30*
Oranjekanaal	RI1= 700*	RC1= 30*

**De weerstanden ter plaatse van de sloten zijn gecorrigeerd voor het oppervlak van de watergangen in relatie tot het totale oppervlak van de knooppunten.*

De gehanteerde drainageweerstanden voor het diffuse ontwateringssysteem is samengevat in tabel 2.4.

Tabel 2.4. Samenvatting Topsysteem (Drain-system)

Gebied	drainage weerstand (dagen) (DC1)
Stroetma	300-500 (deels 0*)
Oosterma	300-400 (deels 0*)
Reitma	200
GT I- IV	300
GT V	400
GT VI-VIII (m.u.v. infiltratiegebieden)	500
Infiltratiegebied*	nvt

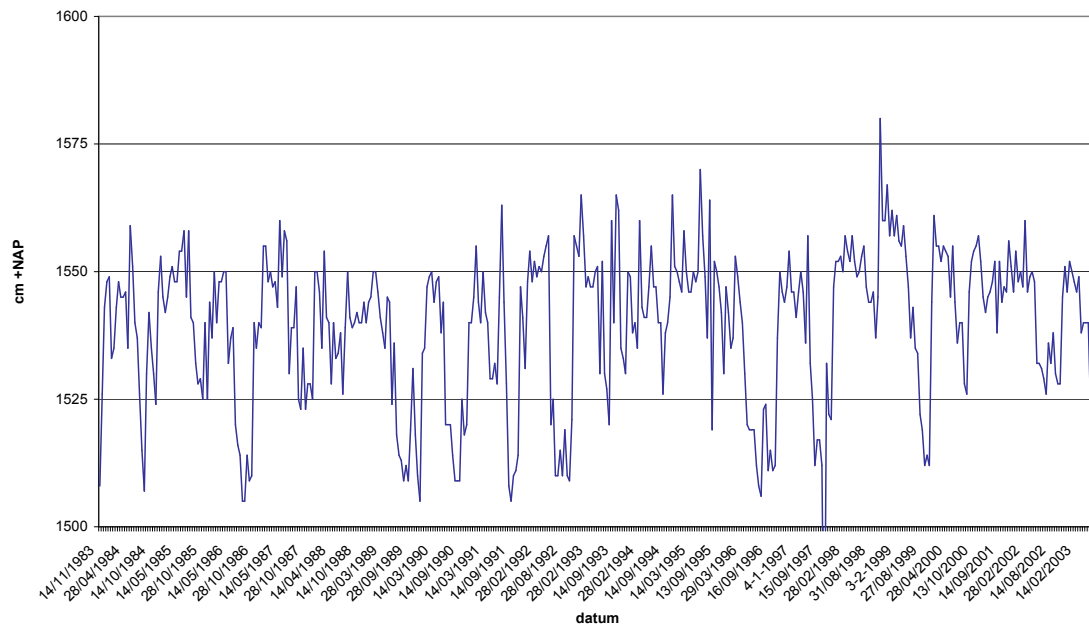
**Tpv de hogere delen op de flank is het topsysteem "uitgezet". Hier komt het neerslagoverschot geheel ten goede aan het grondwater en vindt geen afvoer plaats.*

Bovengenoemde drainageweerstanden zijn relatief hoog. Voor de berekende situatie in 2005 compenseert dit de in het diffuse topsysteem ingevoerde ontwateringniveaus. In het model is namelijk geen rekening gehouden met opstuwning, of hogere slootbodems, maar is voor het diffuse topsysteem het praktijkpeil van de hoofdwatgangen aangehouden. De relatief hoge weerstand voorkomt dat teveel water wordt afgevoerd het model uit. Het model is overigens niet gekalibreerd op deze afvoeren, wel op de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten in het beekdal.

De afgelopen jaren zijn flink wat maatregelen al uitgevoerd aan het oppervlaktewatersysteem in het beekdal van de Elperstroom. De waterpeilen (praktijkpeilen winter, 2005) en situering van de watgangen in het oorspronkelijk model zijn weergegeven in bijlage 3. Bij de calibratie in 2005 is het topsysteem op een deel van de stuwwal aangepast: de waterpeilen zijn hier vervangen voor een vrij afwaterend gebied (geen afvoer, het neerslagoverschot infiltreert) (bijlage 7).

De praktijkpeilen van 1993 t/m 2003 ter plaatse van stuw S5 zijn hieronder weergegeven (figuur 2.1).

Figuur 2.1. Gemeten stuwpeilen Stuw S5 (Reitma)



Vanaf juni 2003 wordt in het deelgebied de Reitma een proef gedaan met grondwatergestuurd peilbeheer. Het stuwpeil ter plaatse van de stuw (S5) wordt gereguleerd op de middeldiepe stijghoogte in peilbuis B17E0181, om de kwel vanuit het middeldiepe grondwater naar het freatisch grondwater te maximaliseren. (stuw S5 is 1 cm lager dan de stand in buis 018B). Hierbij geldt een maximum peil in de Elperstroom van NAP +15,40 m en een minimum van NAP +15,11 m. In het model van 2005 is een peil van NAP +15,40 m ingevoerd voor de GVG situatie.

2.6 Onttrekkingen

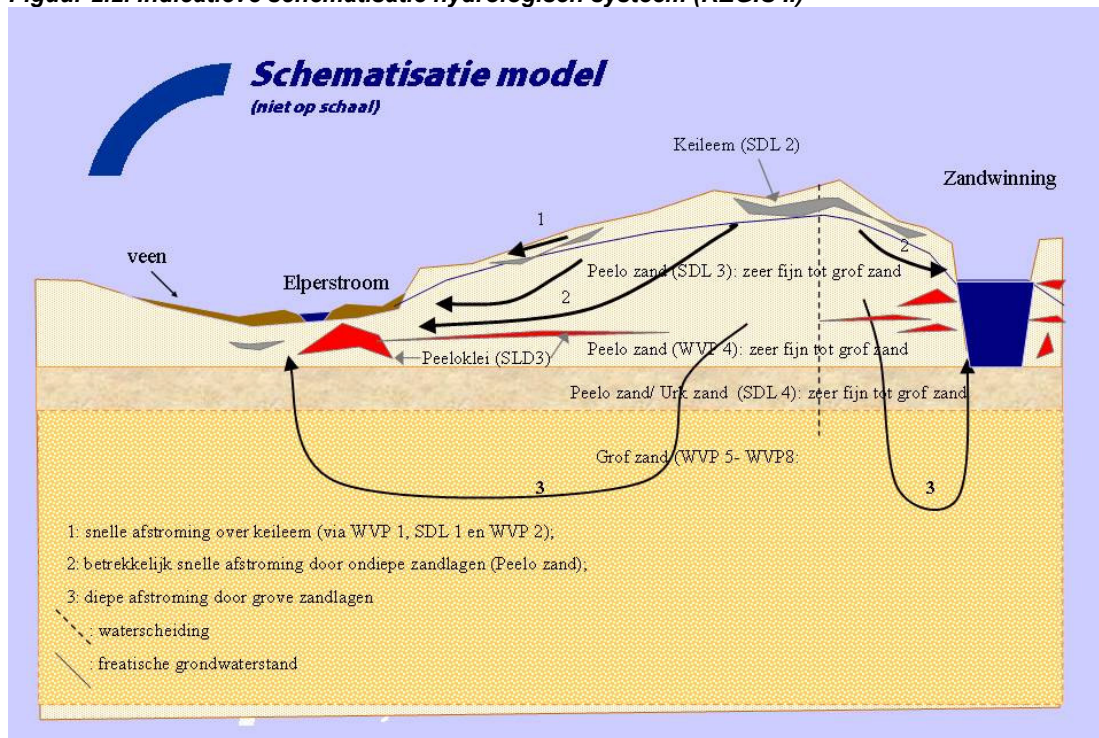
Direct ten zuiden van de Reitma is een landbouwkundige onttrekking opgenomen van 14 m³/dag.

2.7 Grondwaterstroming

Ter plaatse van de boswachterij Schoonloo is een waterscheiding. De westzijde van de stuwwal watert af in westelijke richting. Daarbij is sprake van een ondiepe, middeldiepe en diepe grondwaterstroming:

- Op de flanken komt ondiep keileem voor, wat resulteert in schijngrondwaterspiegels en een ondiepe afstroming van regenwater.
- Op grotere diepte komt in een deel van het beekdal en flank Peelo klei voor. Een deel van het grondwater stroomt over de Peelo klei af richting het beekdal.
- Onder de Peeloklei is een groot, goed watervoerend pakket (zie figuur 2.2). Dit diepe grondwater stroomt deels onder het beekdal door in westelijke richting en kwelt voor een deel op in het beekdal.

Figuur 2.2. Indicatieve schematisatie hydrologisch systeem (REGIS II)



De berekende grondwaterstanden en -stroming en de kwelwegzijing ter plaatse van het reservoir en de flanken is openomen in bijlage 4.

De kwel op de kaarten in de bijlagen is als volgt gedefinieerd:

- Diepe kwel: kwel vanuit het diepe grondwater (WVP 4-8), door eventueel aanwezige Peeloklei, naar het middeldiepe grondwater (WVP 3). (In model van h5 naar h4);
- Middeldiepe kwel: kwel vanuit het middeldiepe grondwater (WVP 3), door keileem, beekleem en veen naar het freatisch grondwater (In model van h4 naar h1);
- Ondiepe kwel: kwel van het freatisch grondwater naar het diffuse topsysteem (afvoer naar greppels). (In model: van h1 naar dh1).

3 Actualisatie model (0-scenario)

In overleg met Staatsbosbeheer en het Waterschap Reest en Wieden zijn alle recent (sinds de bouw van het model in 2005) uitgevoerde maatregelen geïnterpreteerd. Op basis hiervan is een voorstel gedaan voor de modelaanpassingen (0-scenario).

Alle recent uitgevoerde wijzigingen in het watersysteem zijn opgenomen in Bijlage 5. In bijlage 5a zijn alle gedempte en nieuw gegraven watergangen weergegeven en de aangepaste bodemhoogten. In bijlage 5b is apart aangegeven welke van de uitgevoerde maatregelen zijn uitgevoerd door Staatsbosbeheer in 2008.

In het reservaat worden momenteel minimum en maximum waterpeilen gehanteerd. In bijlage 6 zijn de locaties van de stuwen, met de bijbehorende waterpeilen weergegeven. Tevens is aangegeven waar wateraanvoer mogelijk is. De proef met grondwatergestuurd peilbeheer ter plaatse van de Reitma is inmiddels iets aangepast: het peil mag nog fluctueren van NAP +15,35 tot NAP +15,40 m.

In het model van het 0-scenario wordt uitgegaan van het gemiddelde peil, als zijnde representatief voor de GVG situatie (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand). De in het model ingevoerde gemiddelde waterpeilen zijn weergegeven in bijlage 7. Voor het diffuse topsysteem (drain-systeem) zijn de peilen (drainagehoogten) alleen aangepast voor de gebieden waar in het model uit 2005 ook een diffuus topsysteem is ingevoerd. In gebieden waar, in het model uit 2005 het hele neerslagoverschot infiltreert, is dit ook in het 0-scenario overgenomen.

Bij het dempen van de watergangen is gebruik gemaakt van zwarte grond uit het gebied en zand (deels aangevoerd). In gebieden waar keileem aanwezig was, is deze bij het dempen van de watergang niet hersteld. Ook de weerstand van de keileem in het model (C4) is hier dus niet "hersteld". De weerstand van de deklaag (C2) is bij het dempen van een watergang wel hersteld (door interpolatie van omliggende cellen).

De weerstanden ter plaatse van de (nog aanwezige) watergangen is niet aangepast (RI1 en RC1). Voor deze verkennende studie is aangenomen is dat het verondiepen van de watergangen met zand of zwarte grond geen noemenswaardige invloed heeft op de ingevoerde weerstanden. Ook de diffuse drainageweerstand in de omgeving (DC1) is in het model van het 0-scenario niet aangepast. In tabel 3.1 is een samenvatting opgenomen van de ingevoerde wijzigingen.

Tabel 3.1. Wijzigingen model 0-scenario

Maatregel:	RH1	DH1	C2 (deklaag)	C4 (keileem)
Gemodelleerde hoofdwatervangsten	Peil zie Bijlage 3	nvt	Ongewijzigd	Ongewijzigd
Diffuse ontwatering.	nvt	Peil zie Bijlage 3	Ongewijzigd	Ongewijzigd
Watergang verondiepen	Ongewijzigd	Ongewijzigd	Ongewijzigd	Ongewijzigd
Deelgebied zuidgrens Reitma: alle sloten+greppels dempen.	River-system uitzetten RC1=0	Drain-system uitzetten DC1=0.	Herstel door interpolatie omliggende cellen.	Ongewijzigd
Deelgebied A (+a) + Deelgebied Oosterma Alle sloten en greppels dempen. Afstroming over mv.	River-system uitzetten RC1=0	Drain-system DH1= mv+5 cm*. DC1= 30 dagen	Herstel door interpolatie omliggende cellen.	Ongewijzigd

* Waar "maaiveld plus 5 cm" lager is dan het waterpeil ter plaatse van de stuw waar het gebied op afwa-tert, wordt het waterpeil van de stuw aangehouden. Voor deelgebied A bedraagt het stuwpeil NAP +15,52 m. Voor deelgebied de Oosterma bedraagt het stuwpeil NAP +16,05 m. Daarnaast is het "gat" in de AHN in deelgebied A verwijderd door interpolatie uit de omgeving (AHN klopte vermoedelijk niet).

4 Resultaten berekeningen

4.1 Algemeen

In onderstaande hoofdstuk staat achtereenvolgens de werkwijze en de effecten van de berekeningen op de grondwaterstanden en de kwel/wegzijing beschreven.

4.2 Werkwijze doorrekenen scenario's

De locaties van de doorgerekende maatregelen zijn weergegeven in bijlage 1.

De volgende scenario's zijn doorgerekend:

- Deelgebied B ligt op de oost flank van het beekdal, en maakt onderdeel uit van het intrekgebied van de Elperstroom;
- Deelgebied C: Het onderbemalen gebied Beervoorten-Grevema. Het totale peilgebied is groter (tot aan de Meertenakkersweg). Omdat het westelijke deel echter niet binnen de begrenzing van het Natura 2000 gebied valt, is in overleg met de projectgroep besloten om alleen het begrensde deel mee te nemen. De hoofdwatgang op de grens van het deelgebied kan niet worden gedempt om de afwatering van de rest van het peilgebied te kunnen handhaven. Watgang c1 kan eveneens niet worden gedempt, maar krijgt een peil van maximaal NAP + 15,38 m (wellicht lager i.v.m. opstuwing). Aangenomen wordt dat de watgang wordt verondiept tot een slenkachtige laagte;
- Deelgebied D: is gesitueerd op de westflank van het beekdal. In het kader van het WOM project zijn hier de watgangen al verondiept en de peilen verhoogd. De watgang op de noord en west grens van deelgebied D heeft een functie voor de afwatering van het achterliggende landbouwgebied. Deze kan dus niet zonder meer worden gedempt. Watgang 'd' kan eveneens niet worden gedempt, maar alleen verondiept tot een slenkachtige laagte. Het waterpeil van respectievelijk NAP +16,05 m en NAP +15,45 m wordt gehandhaafd;
- Deelgebieden B + C+ D: het gecombineerde effect van het uitvoeren van alle maatregelen in de deelgebieden B, C en D;
- Deelgebieden B + C+ D Peelo: het gecombineerde effect van het uitvoeren van alle maatregelen in de deelgebieden B, C en D, maar dan met een aangepaste weerstand van de Peelo klei (huidige weerstand delen door 10).

Het effect van het dempen van alle ontwateringmiddelen wordt berekend ten opzichte van het 0-scenario.

Bij de berekeningen wordt per deelgebied het riviersysteem uitgezet ($RC1 = 0$). Aangenomen is dat na uitvoeren van de maatregelen in deze deelgebieden (dempen alle sloten en greppels) een deel van het water over maaiveld afstroomt naar de hoofdwatgangen. Hiervoor wordt een drain op 5 cm boven maaiveld ingevoerd. Een uitzondering hierop vormen de watgangen c1 en d (zie bijlage 1), deze worden gehandhaafd. De resulterende invoer is in tabel 4.1 samengevat.

Tabel 4.1. Wijzigingen model varianten

Maatregel:	RC1/ RH1	DC1/ DH1	C2 (deklaag)	C4 (keileem)
Te dempen hoofdwatergangen binnen deelgebied	RC1= 0 dagen; RH1= n.v.t.	DC1= 30 dagen* DH1= mv+5cm**	Herstel door interpolatie omliggende cellen.	Ongewijzigd
Dempen greppels binnen deelgebied	RC1= 0 dagen; RH1= n.v.t.	DC1= 30 dagen* DH1= mv+5cm**	Ongewijzigd	Ongewijzigd
Watergang c1	RC1: Ongewijzigd RH1: NAP +15,38 m (0-scenario = NAP +14,80 m)	n.v.t.	Herstel door interpolatie omliggende cellen	Ongewijzigd
Watergang d	Ongewijzigd	n.v.t.	Herstel door interpolatie omliggende cellen.	Ongewijzigd

*. Voor de gebieden waar watergangen worden gedempt, maar een oppervlakkige afwatering over maai-veld is ingevoerd, is uitgegaan van een drainageweerstand van 30 dagen.

** Waar "maai-veld plus 5 cm" lager is dan het waterpeil ter plaatse van de stuw waar het gebied op afwa-tert, wordt het waterpeil van de stuw aangehouden. Ook zijn ogenschijnlijke foutjes in de AHN verwijderd (geïsoleerde knooppunten met extreem lage NAP hoogte), zodat deze niet meer als onttrekking fungeren.

4.3 Effecten op de grondwaterstanden en -stijghoogten

4.3.1 Algemeen

Het effect van alle recent uitgevoerde maatregelen (0-scenario) is berekend ten opzichte van het oorspronkelijke model in 2005. De effecten van alle overige scenario's zijn berekend tov het 0-scenario. De kaarten met de resulterende effecten op de grondwaterstanden, diepe stijghoogten en kwel zijn per scenario weergegeven in de bijlage 9 t/m 13.

Per scenario zijn de volgende effecten weergegeven:

- verschil freatische grondwaterstand (h1) in meters;
- verschil stijghoogte middeldiep grondwater (h4) in meters;
- verschil stijghoogte diep grondwater (h5), onder Peelo in meters;
- verschil kwel h5 -> h4 (diepe kwel over Peelo klei) in mm/dag;
- verschil kwel h4 -> h1 (middeldiepe/ondiepe kwel) in mm/dag;
- verschil afvoer naar oppervlaktewater in m3/dag (rivers + drains);
- verschil ondiepe kwel h1 -> dh1 (kwel naar diffuse topsysteem) in mm/dag.

Voor de Natura 2000 doelstellingen in de Elperstroom is vooral de kwel in de Reitma van belang. De verandering van de kwel ter plaatse van de Reitma is weergegeven in de tabellen 4.2 en 4.3. In deze tabellen is tevens de door het model berekende absolute kwel weergegeven voor de situatie uit 2005, het 0-scenario en het eind scenario B+C+D. Benadrukt wordt dat deze absolute waarden met de nodige onzekerheden omgeven zijn: het model is namelijk niet specifiek voor deze studie nader geijkt (zie ook verder in dit rapport). De waarden zijn echter toch opgenomen om de lezer een indicatie te geven van de orde-grootte van de berekende toename, in verhouding tot de totaal al aanwezige kwel.

Tabel 4.2 kwel 0-scenario tov situatie 2005 ter plaatse van de Reitma.

	diepe kwel (mm/dag)	middeldiepe kwel (mm/dag)	kwel naar greppels (mm/dag)
Kwel model 2005*	0,05 à 0,2	-0,25 à 0,65	0,3 à 1,6
Huidige kwel 0-scenario*	0,05 à 0,35	-0,8 à 1,4	0 à 2,4
Effect 0-scenario:	-0,09 à 0,22**	-1,45 à 0,9**	-1,6 à 1,0**

*. Absolute waarden.

** Negatief effect = afname kwel of toename wegzijging in mm/dag.

In de Reitma is de kwel als gevolg van de al uitgevoerde maatregelen over het algemeen toegenomen. Uitzondering is het gebiedje aan de zuidoostkant van de Reitma, waar alle sloten zijn gedempt, en geen afvoer meer plaatsvindt (dit gebiedje inundeert geregeld). Hier is de kwel omgeslagen naar wegzijging.

Tabel 4.3. Effect scenario's B, C, D en B+C+D tov 0-scenario op de kwel ter plaatse van de Reitma.

	diepe kwel (mm/dag)	middeldiepe kwel (mm/dag)	kwel naar greppels (mm/dag)
Huidige kwel 0-scenario*	0,05 à 0,35	-0,8 à 1,4	0 à 2,4
Kwel scenario B+C+D*	0,05 à 0,45	-0,8 à 1,9	0 à 3,1
Effect Scenario B	-0,05 à 0,05**	0,0 à 0,9	0,1 à 1,0
Effect Scenario C	-0,1 à <0,05**	0,0 à 0,4	0 à 0,5
Effect Scenario D	-0,05 à <0,05**	0,0 à 0,2	0 à 0,2
Effect scenario B+C+D	-0,05 à 0,1**	0,0 à 0,9	0,3 à 1,1

*. Absolute waarden.

** Negatief effect = afname kwel of toename wegzijging in mm/dag.

Op de randen van Reitma is bij alle scenario's een lichte afname van de diepe kwel berekend. Dit komt omdat de diepe stijghoogte op de randen minder stijgt, dan de middeldiepe stijghoogte en ondiepe grondwaterstand. De "vernatting" komt immers van boven, en dempt naar de diepte toe, voor een deel uit. Naar het midden van de Reitma toe is dit effect andersom: Hier is overal een toename van de diepe kwel zichtbaar. Door het grote doorlaatvermogen van het diepe wervoerende pakket, werkt vernatting buiten het reservaat in het diepe pakket verder door het reservaat in, terwijl in het ondiepe en middeldiepe pakket, het effect uitdempt. De vernatting komt hier dus van onder.

De middeldiepe en ondiepe kwel neemt bij alle scenario's toe. Bij Scenario B is deze stijging relatief het grootst.

Voor het scenario B+C+D (alle maatregelen samen) zijn in bijlage 14 aanvullend kaarten van de resulterende stijghoogten (freatisch, middeldiep en diep), de diepe en ondiepe kwel, en de afvoer naar het diffuse topsysteem opgenomen. Ook is een kaart van de berekende freatische grondwaterstand ten opzichte van maaiveld opgenomen (op basis van de geïnterpoleerde AHN uit 2000 in MicroFem).

Omdat de samenstelling en de weerstand van de Peelo klei in het gebied onzeker is, is een extra scenario doorgerekend voor de situatie waarbij de Peelo klei een beperkte weerstand heeft. Hiervoor is de huidige weerstand gedeeld door 10. Met dit aangepaste model is het effect van alle maatregelen samen doorgerekend. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage 15. Het verschil in effect bij een hoge en een lage weerstand is samengevat in tabel 4.4.

Tabel 4.4 Verandering kwel ter plaatse van de Reitma tov 0-scenario met en zonder aangepaste weerstand van de Peelo klei.

	diepe kwel (mm/dag)	middeldiepe kwel (mm/dag)	kwel naar greppels (mm/dag)
kwel 0-scenario*	0,05 à 0,35	-0,8 à 1,4	0 à 2,4
kwel 0-scenario (Peelo aangepast)*	0,05 à 1,2	-0,8 à 1,7	0 à 2,7
Effect B+C+D	-0,05 à 0,1**	0,0 à 0,9	0,3 à 1,1
Effect B+C+D (Peelo aangepast)	-0,1 à 0,45**	0,0 à 0,6	0,3 à 0,7

*. Absolute waarden.

** Negatief effect = afname kwel of toename wegzijging in mm/dag.

Bij een aangepaste weerstand van de Peelo klei is de diepe kwel naar de Reitma bij het 0-scenario tot 3x zo groot als bij de huidige weerstand. Ook de toename van de diepe kwel bij scenario B+C+D is aanzienlijk groter. De middeldiepe en ondiepe kwel verandert minder significant bij een aangepaste Peelo weerstand. Mogelijk is echter juist deze diepe kwel van cruciaal belang voor de gewenste waterkwaliteit voor kalkmoeras.

Bij alle scenario's is in de deelgebieden (A t/m D), inclusief het gedempte deel van de Oosterma, een drain op 5 cm boven maaiveld ingevoerd, om overtollig water uit het gebied af te voeren. Reden hiervoor is dat anders de grondwaterstand in het model lokaal onrealistisch hoog boven maaiveld komt. Hierbij is aangenomen dat er in werkelijkheid ook afvoer over maaiveld plaatsvindt naar de greppels en sloten buiten het gebied. De vraag is of dit in werkelijkheid ook gebeurt. In het veld wordt dit namelijk maar in zeer beperkte mate waargenomen. Aanvullend is daarom nog een extra scenario doorgerekend, overeenkomstig scenario B+C+D met aangepaste Peelo, waarbij GEEN drain op maaiveld is gezet. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage 16. Het verschil tussen wel en geen drain op maaiveld is samengevat in tabel 4.5.

Tabel 4.5. Effect scenario's B+C+D Peelo tov 0-scenario met en zonder drain op maaiveld

	diepe kwel (mm/dag)	middeldiepe kwel (mm/dag)	kwel naar greppels (mm/dag)
MET drain op mv +5 cm:			
kwel 0-scenario (Peelo aangepast)*	0,05 à 1,2	-0,8 à 1,7	0 à 2,7
Effect B+C+D (Peelo aangepast)	-0,1 à 0,45**	0,0 à 0,6	0,3 à 0,7
ZONDER drain op mv +5 cm:			
kwel 0-scenario (Peelo aangepast)*	0,0 à 1,3	-0,8 à 1,8	0 à 2,8
Effect B+C+D (Peelo aangepast)	-0,2 à 0,55**	0,0 à 0,8	0,0 à 0,9

*. Absolute waarden.

** Negatief effect = afname kwel of toename wegzijging in mm/dag.

Het effect van het uitzetten van de drain is beperkt. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat een drain op maaiveld naar verwachting *meer* effect heeft bij een hoge Peelo weerstand, dan bij een aangepaste weerstand. Bij een hoge weerstand kan het water minder goed weg, waardoor de stijghoogte hoger oploopt. Het in tabel 4.5 weergegeven verschil kan bij scenario B+C+D (met hoge Peelo weerstand) dus iets groter zijn.

4.4 Effecten op de afvoer

Het effect op de afvoer (kwel naar het oppervlaktewatersysteem, het grondwatermodel uit) is opgenomen in bijlage 17.

Per scenario zijn de volgende posten weergegeven voor elk deelgebied:

- Afvoer naar drains (diffuse topsysteem);
- Afvoer naar Rivers (waterlopen);
- Totale afvoer in mm/dag.

De berekende afvoer naar in de verschillende deelgebieden is samengevat in tabel 4.6.

Tabel 4.6. Berekende afvoer naar oppervlaktewatersysteem in deelgebieden (m³/dag)

Scenario	Gedempte Oosterma	A	B	C	D	Reitma
	m ³ /dag	m ³ /dag	m ³ /dag	m ³ /dag	m ³ /dag	m ³ /dag
Model 2005	215	325	1490	541	167	435
0-scenario (mv+5 cm)	282	134	1015	495	160	584
B+C+D (mv +5 cm)	302	202	105	110	0	744
0-scenario Peelo (mv+5cm)	324	70	1032	507	159	743
B+C+D Peelo (mv + 5cm)	400	104	45	108	0	925
0-scenario Peelo zonder drain*	0	0	1061	512	167	766
B+C+D Peelo zonder drain*	0	0	0	13	0	983

* Zonder drain betekent dat er geen water wordt afgevoerd naar het topsysteem en al het water in de bodem infiltreert (of stagneert op maaiveld). Het topsysteem wordt volledig uitgezet.

5 Conclusies

Op basis van de berekeningen kunnen de volgende conclusies kunnen worden getrokken:

Ten aanzien van al uitgevoerde maatregelen (0-scenario):

- De al uitgevoerde maatregelen hebben een positief effect gehad op de kwel ter plaatse van de Reitma: de diepe stijghoogte ter plaatse van de Reitma is verhoogd met 15 tot 25 cm. Hierdoor is de kwel toegenomen. De toename in de middeldiepe kwel is het grootst in het oostelijk deel van de Reitma. De toename van de diepe kwel is juist het grootst in het zuidwestelijk deel van de Reitma (zie bijlagen 4 en 9).
- In het gebiedje op de zuidgrens van de Reitma, waar de watergangen en greppels volledig zijn gedempt, is de middeldiepe en ondiepe kwel omgeslagen naar wegzijging. Er is nog wel sprake van diepe kwel, maar ondiep en middeldiep is er sprake van wegzijging (het water stroomt dus van twee zijden toe). De diepe kwel bereikt dus niet de wortelzone maar wordt horizontaal in het middeldiepe pakket afgevoerd.
- De effecten van alle maatregelen op de freatische grondwaterstanden zijn het grootst in het noordelijk deel van het reservaat, waar de Peelo klei aanwezig is. In het zuiden ontbreekt deze. Hier werken de maatregelen meer door naar de diepe stijghoogten (met als gevolg een toename van de diepe kwel). Dit laatste is mogelijk vooral voor de toevoer van basenrijk grondwater van belang.
- De maatregelen in deelgebied A hebben volgens de berekeningen een groot effect op de ondiepe en middeldiepe stijghoogte (boven de Peelo klei). Hierdoor ontstaat een steile gradiënt op de oostflank van het beekdal. Water dat in de hogere delen infiltreert (inclusief deelgebied A) stroomt voor een belangrijk deel over de Peelo klei af naar het beekdal. Waar ondiepe leemlagen ontbreken, kan dit water gemakkelijk opkwellen in de Reitma.

Ten aanzien van de voorgestelde maatregelen:

- Het dempen van ontwateringmiddelen in alle drie de deelgebieden hebben een positief effect op de stijghoogten en kwel ter plaatse van de Reitma.
- De diepe kwel wordt echter niet in het hele gebied positief beïnvloed. De grondwaterstandverhoging drukt de diepe kwel op de randen van de Reitma weg. In het middendeel is wel een positief effect op de diepe kwel.
- De middeldiepe en ondiepe kwel neemt in de hele Reitma toe.
- Hydrologisch gezien is de meeste winst te behalen met deelgebied B. Dit gebied is gesitueerd bovenstrooms van de Reitma. In de huidige situatie vangt dit gebied veel kwel af. Na het dempen van alle ontwateringmiddelen komt het bovenstrooms geïnfilterde water ten goede aan de Reitma.
- Deelgebied C heeft hydrologisch gezien een beperkt positief effect op de Reitma. In het zuidwesten van de Reitma neemt de middeldiepe en ondiepe kwel toe. Deelgebied C is relatief klein, zowel in absolute zin, maar ook ten opzichte van het hele peilgebied waarin het ligt, waardoor ook het effect beperkt is.
- Deelgebied D (nog iets kleiner dan deelgebied C) heeft een gering positief effect op de Reitma. De grondwaterstanden stijgen wel in het westelijk deel van de Reitma. De ondiepe en middeldiepe kwel neemt in dit deel beperkt toe. De diepe kwel wordt nagenoeg niet beïnvloed. Door de al uitgevoerde maatregelen in dit gebied, is ook in de huidige situatie in het noordelijk deel al sprake van wegzijging. Alleen in het zuidelijk deel hebben de sloten nu nog een (beperkt) drainerende werking. Bovendien is de Peelo klei (in het model) hier aanwezig, waardoor het effect op de Reitma nog kleiner is.

- Cumulatief zijn de hydrologische effecten van alle voorgestelde maatregelen relatief groot. De ondiepe en middeldiepe kwel in de Reitma neemt significant toe. De diepe kwel neemt in het middendeel van de Reitma ook toe. De diepe kwel neemt echter op de randen van het gebied iets af.
- Het huidige deelgebied C is maar een klein deel van het totale peilgebied van NAP +14,8 m (alleen het deel binnen de natura 2000 begrenzing). Ook de hoofdwatgang op de grens van deelgebied C wordt bij dit scenario niet gedempt (om afvoer van water uit het aangrenzende landbouwgebied te kunnen handhaven). In de huidige situatie is er in dit hele peilgebied sprake van grote diepe en middeldiepe kwel (tot meer dan 2 mm/dag). In dit gebied ontbreekt de Peelo klei, waardoor de drainerende werking van de sloten tot grote diepte doorwerkt (en ook tot in de wijde omgeving). Gebied C, en verder in de Grevema (zie kwelkaartjes huidige situatie) is dus een belangrijk kwelgebied dat nadelig is voor de hydrologie in de Reitma (zie ook je waterbalansberekeningen afvoer 'rest peilgebied C' in bijlage 17). Het belang van de gebied C moet dan ook mede gezien worden als stap tot verdere optimalisatie van de waterhuishouding rond de Elperstroom (Reitma), waarbij grotere bufferzones betrokken zijn, waarbij ook slootpeilen verder verhoogd kunnen worden.
- Bij deelgebied D is eveneens de hoofdwatgang op de grens gehandhaafd met het huidige peil. In dit gebied zijn echter in het verleden al de nodige maatregelen getroffen. Zoals blijkt uit de in bijlage 17 opgenomen waterbalans, heeft deze watgang nog maar een heel beperkte drainerende werking (alleen het zuidelijk deel, het noordelijk deel infiltreert).
- De samenstelling en weerstand van de Peelo klei in dit gebied is onzeker. De huidige weerstand in het model ter plaatse van de Reitma varieert van circa 400 -1200 dagen. Verder naar het oosten, ter plaatse van deelgebied A, neemt de weerstand nog verder toe naar circa 2000 dagen. De weerstand van deze laag heeft invloed op de berekende effecten, met name op de diepe kwel. Hoe lager deze weerstand hoe meer de effecten doorwerken naar de diepe stijghoogte en daarmee op de diepe kwel in het gebied. Mogelijk dat juist deze diepe kwel zorgt voor de voor de natuur noodzakelijke aanrijking met baserijk water.
- Bij alle scenario's is in de deelgebieden (A t/m D) een drain op 5 cm boven maaiveld ingevoerd, om overtollig water uit het gebied af te voeren. Hierbij is aangenomen dat er in werkelijkheid ook afvoer over maaiveld plaatsvindt naar de greppels en sloten buiten het gebied. De vraag is of dit in werkelijkheid ook gebeurt. In het veld wordt dit namelijk maar in zeer beperkte mate waargenomen. Zonder drain op maaiveld worden de berekende effecten op zowel de diepe, middeldiepe als de ondiepe kwel in de Reitma groter.

6 Beperkingen model en aanbevelingen voor nader onderzoek

De samenstelling en weerstand van de Peelo klei is in het model onzeker. Deze weerstand is echter wel van belang voor de berekende effecten. Deze weerstand heeft namelijk vooral een effect op de diepe kwel ter plaatse van de Reitma. Er zijn aanwijzingen dat deze weerstand in het huidige model te hoog is, bijvoorbeeld de relatief hoge berekende afvoeren naar het oppervlaktewater. (Bij een lagere Peelo weerstand infiltreert er meer naar de diepte). Bij het nog uit te voeren lange termijn onderzoek dient de werkelijke weerstand en verbreiding van de Peelo klei nader te worden onderzocht, bijvoorbeeld door het plaatsen van enkele diepe boringen in het gebied tot onder de Peelo klei en het meten van de stijghoogten boven en onder de vermeende Peelo klei. In het model is grens van de Peelo klei precies onder het zuidelijk deel van de Reitma. Het is wenselijk om minimaal enkele diepe boringen/peilbuizen te plaatsen in dit "grensgebied" om de precieze begrenzing vast te stellen. Daarnaast is voor het bepalen van de weerstand van de Peelo klei een diepe boring/peilbuizen verder naar het noorden, waar volgens het model de Peelo relatief dik is, gewenst.

In hoeverre de kwel reikt tot in de wortelzone in het beekdal is mede afhankelijk van het voorkomen van ondiepe leem en veenlagen. De weerstand van deze lagen zijn in het huidige model alleen globaal (op basis van regionale gegevens) ingevoerd. De ingevoerde weerstanden in het model zijn vrij laag. De vraag is of dit klopt. Nader onderzoek (plaatsen en monitoren peilbuizen met een filter boven en onder de leemlaag) is nodig om de weerstanden te kunnen afleiden. Dit geldt in eerste instantie voor de beekleem in de Reitma zelf, maar ook voor de keileem op de flanken. Deze laatste bepaalt onder meer de verhouding tussen voeding naar het diepe grondwater en ondiepe afstroming over de flank in het intrekgebied.

In de Reitma komt volgens het huidige model zowel diepe kwel als middeldiepe kwel voor. De diepe kwel vindt plaats over de Peelo klei. De middeldiepe kwel is de kwel van boven de Peelo klei tot in het freatisch grondwater, over de lokale leem- en veenlagen. Onduidelijk is of de voor de vegetatie noodzakelijke basenaanrijking geschiedt via de diepe of middeldiepe kwel. Daarnaast is er nog de mogelijkheid dat basenaanrijking plaatsvindt via afstroming van middeldiepe grondwater van de oostelijke flank (intrekgebied) naar het reservaat. Nader onderzoek naar de grondwaterkwaliteit is gewenst, om de herkomst van het grondwater te achterhalen.

De grondwaterkwaliteit is verder van belang bij het bepalen van de snelheid waarmee een verbeterde waterhuishouding ook daadwerkelijk leidt tot een verbeterde ecologie. Een toename van de bakkerrijke kwel in een sterk verzuurd gebied resulteert veel minder direct in een toename van kwelsoorten (en vooral het gewenste kalkmoeras), dan wanneer de pH in de huidige situatie al nabij het optimum voor de betreffende vegetatie is.

Het model is alleen gekalibreerd op basis van gemeten stijghoogten, niet op basis van afvoeren/ fluxen. Een goede waterbalans van het gebied is met de huidige gegevens niet op te stellen. Niet duidelijk is in welke mate oppervlakkige afstroming over maaiveld plaatsvindt. Ook zijn weinig gegevens bekend met betrekking tot de mate waarin in natte perioden inundaties optreden. Ter plaatse van het gemaal worden wel draaiuren gemeten, maar een deel van de afvoer stroomt via een stuw over naar het Oranjekanaal.

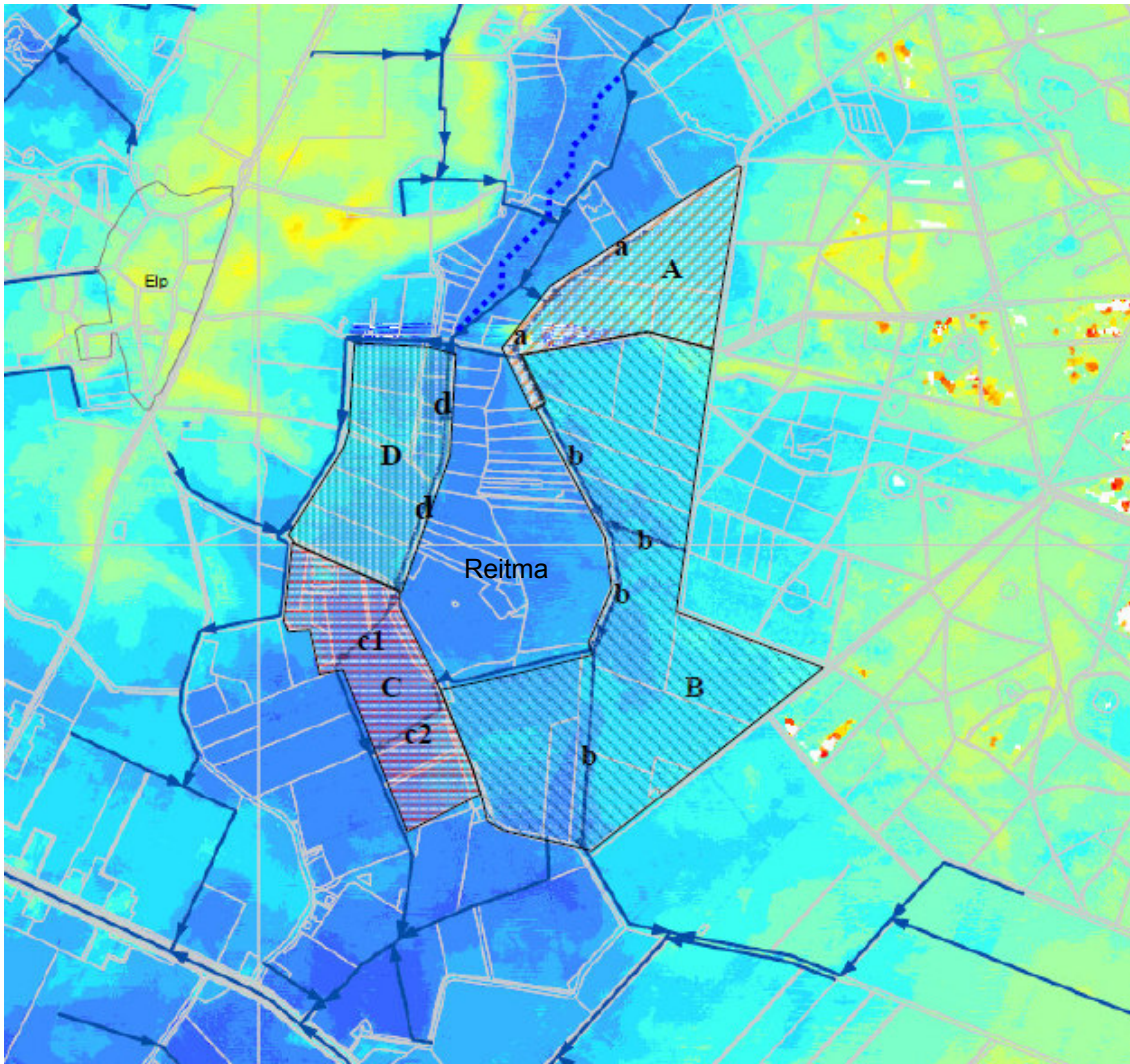
Nader veldonderzoek is noodzakelijk om een goede waterbalans van het gebied op te kunnen stellen (bij voorkeur per deelgebied: Reitma, Oosterma, Stroetma, etc.). Deze waterbalans is nodig om het topsysteem in het model goed te kunnen kalibreren (drainageniveau en drainage-weerstand).

Stijghoogteverschillen tussen lagen (middeldiep-ondiep) zijn soms erg klein, als gevolg van het ontbreken van een slecht doorlatende laag, waardoor de berekende kwel/wegzijing (in mm/dag) zeer gevoelig is. Met name de berekende middeldiepe/ondiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) is bepaald over een lage weerstand. In het model is de berekende kwel op veel plaatsen "kwel" over een fictieve "slecht doorlatende laag" met een tussenliggende weerstand van 1 dag. In werkelijkheid is dit de stroming door een watervoerend pakket (dat in het model in 2 lagen is geknipt). Ook voor de diepe kwel is dit aan de orde in gebieden waar de Peelo klei ontbreekt. De berekende absolute kwel/wegzijing is dus met de nodige onzekerheden omgeven. De berekende relatieve effecten van de verschillende scenario's zijn naar verwachting wel redelijk betrouwbaar.

Het model is een berekening van de gemiddelde GVG situatie. Effecten op kwel/wegzijing en grondwaterstanden zijn seizoensafhankelijk. Met name in een droge zomersituatie kunnen de berekende effecten afwijken. Ingeschat wordt dat de effecten in de zomer tenminste even groot zijn, of zelfs groter. Het neerslag overschot is kleiner en de freatische grondwaterstand zakt over het algemeen meer uit dan de diepe stijghoogte, waardoor de kwel toeneemt. Ook is in de zomer het effect van het aftoppen van de drain op maaiveld naar verwachting niet aanwezig. Wel is het voor de vegetatie van belang dat deze kwel dan nog wel tot in de wortelzone reikt. Niet stationair modelonderzoek is echter noodzakelijk om dit te onderbouwen. Bij het nog uit te voeren lange termijnonderzoek wordt daarom een niet-stationair modelonderzoek geadviseerd. (Dit is echter alleen zinvol als ook bovenstaande leemten in kennis middels veldonderzoek zijn aangevuld).

Bijlage 1

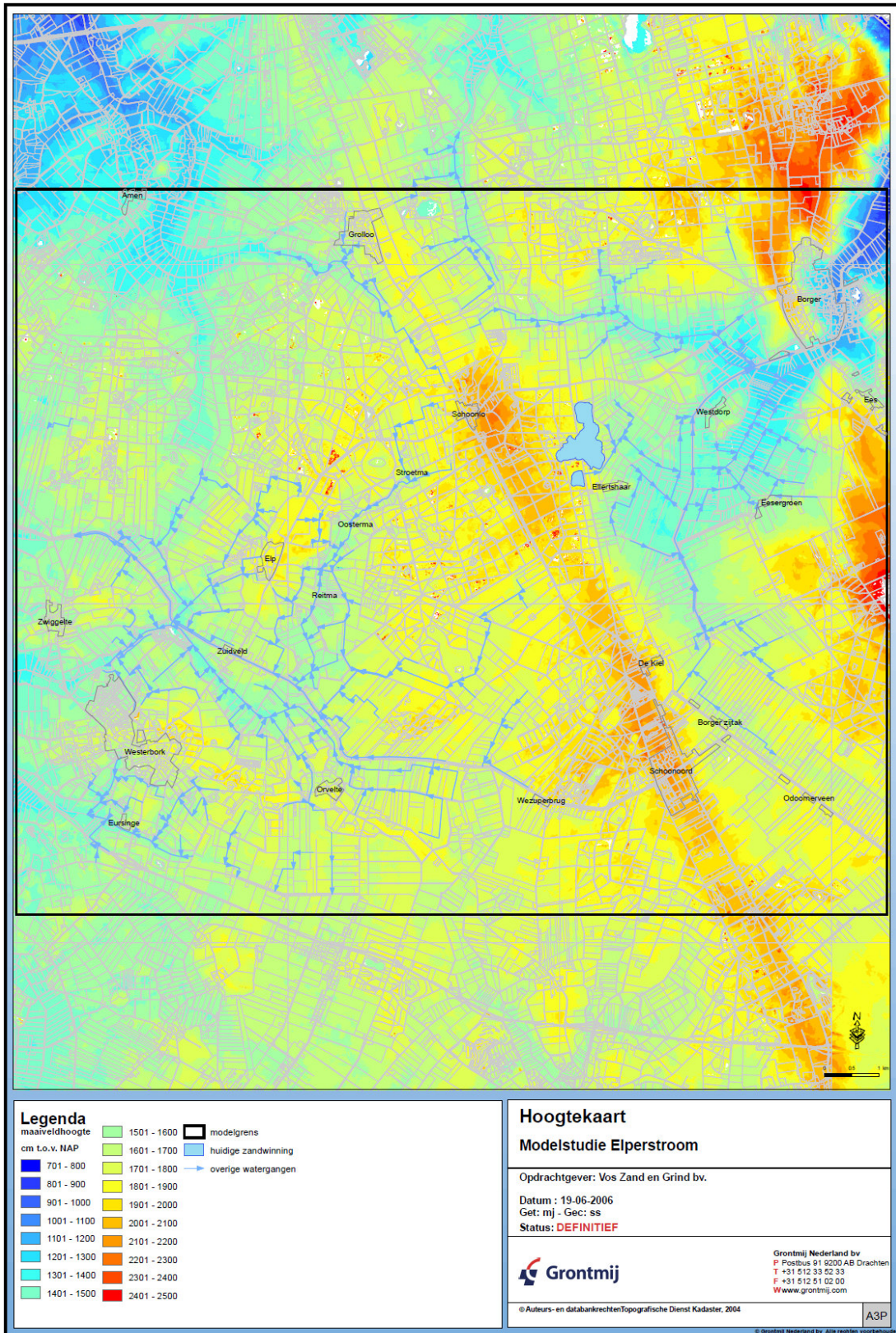
Locaties deelgebieden.



Deelgebieden A, B, C en D. Met kleine letters zijn de expliciet gemodelleerde (hoofd)watergangen binnen het betreffende deelgebied gemarkeerd.

Bijlage 2

Modelgrens.



Legenda

maaieldhoogte	1501 - 1600	modelgrens
cm t.o.v. NAP	1601 - 1700	huidige zandwinning
701 - 800	1701 - 1800	overige watergangen
801 - 900	1801 - 1900	
901 - 1000	1901 - 2000	
1001 - 1100	2001 - 2100	
1101 - 1200	2101 - 2200	
1201 - 1300	2201 - 2300	
1301 - 1400	2301 - 2400	
1401 - 1500	2401 - 2500	

Hoogtekaart

Modelstudie Elperstroom

Opdrachtgever: Vos Zand en Grind bv.

Datum : 19-06-2006

Get: mj - Gec: ss

Status: **DEFINITIEF**



Grontmij Nederland bv
 P Postbus 91 6200 AB Drachten
 T +31 512 33 62 33
 F +31 512 51 02 00
 W www.grontmij.com

© Auteurs- en databankrechten Topografische Dienst Kadaster, 2004

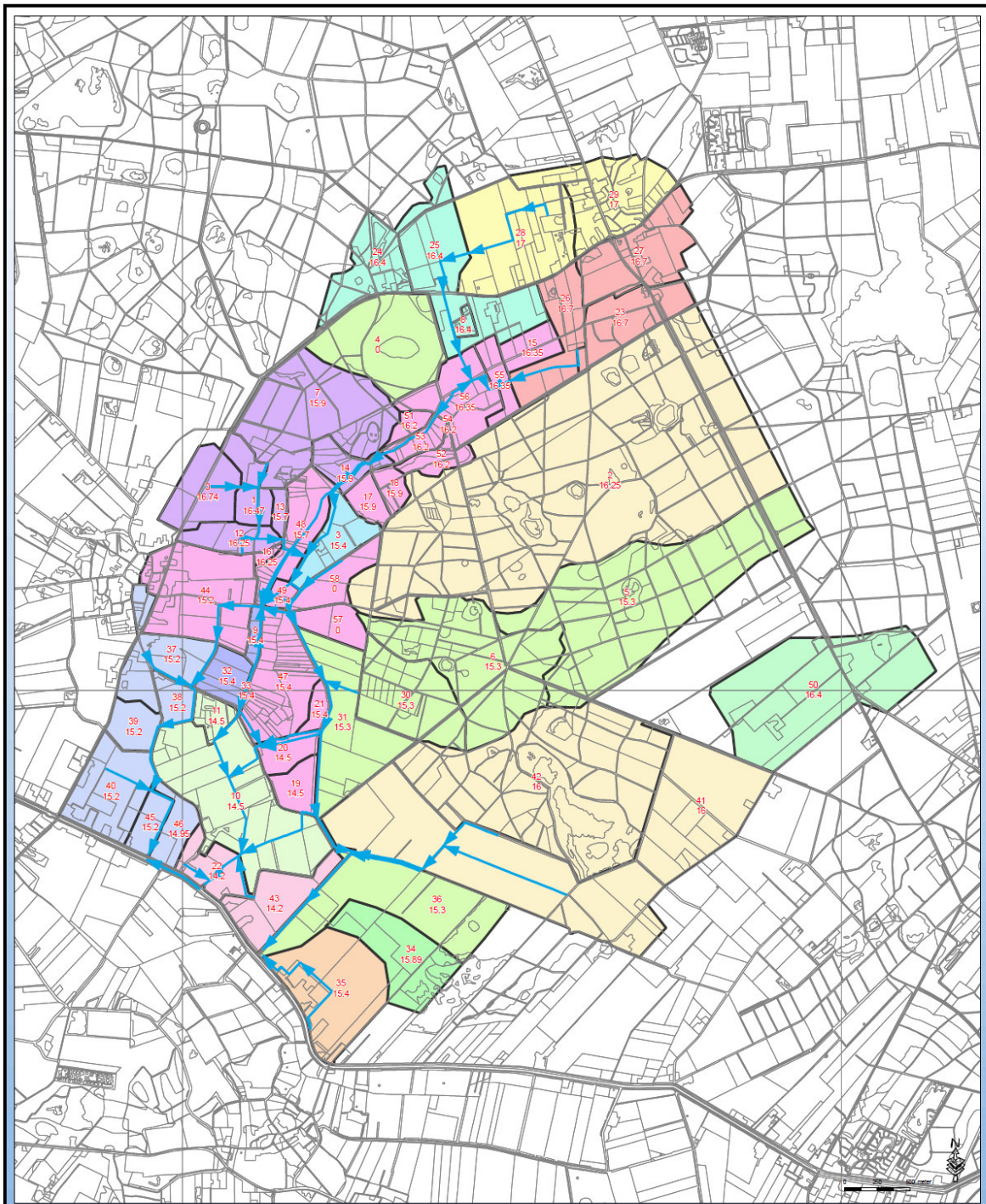
A3P

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.

M:\Bouwen\2006\2006-06-19\2006-06-19\Hoogtekaart (definitief).mxd

Bijlage 3

Praktijkpeil winter 2005.



Legenda

Afvoergebied (GPG_ID)

	0		728		1349
	723		729		1350
	724		730		1351
	726		1337		1353
	727		1338		Watergang + stroomrichting
			1339		

Praktijkpeilen winter 2005 met bijbehorende afvoergebieden
Beheerplan Elperstroom

Opdrachtgever: Dienst Landelijk Gebied

Datum : 15 december 2008
 Get: RR - Ge: SS
 Status: **CONCEPT**



Grontmij Nederland bv
 P Postbus 91 9200 AB Drachten
 T +31 512 33 52 33
 F +31 512 51 02 00
 W www.grontmij.com

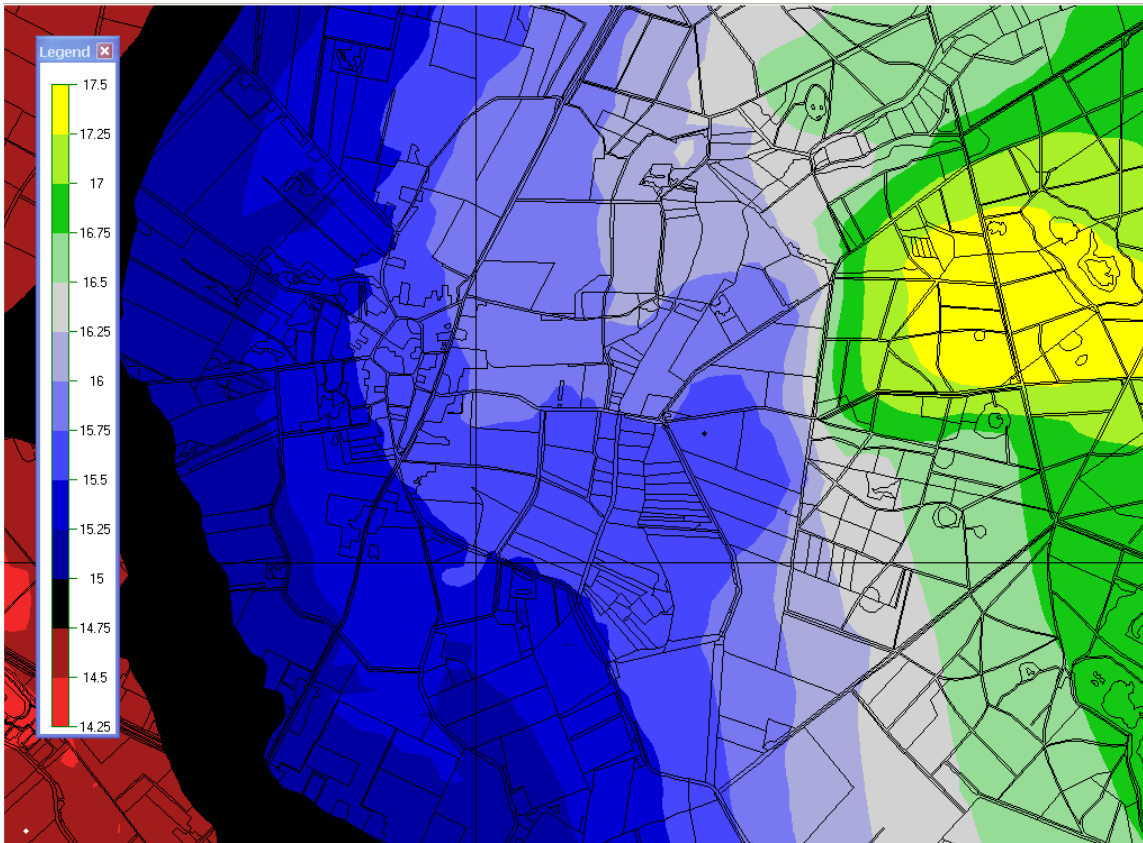
© Auteurs- en databankrechten: Topografische Dienst Kadaster, 2004

A3P

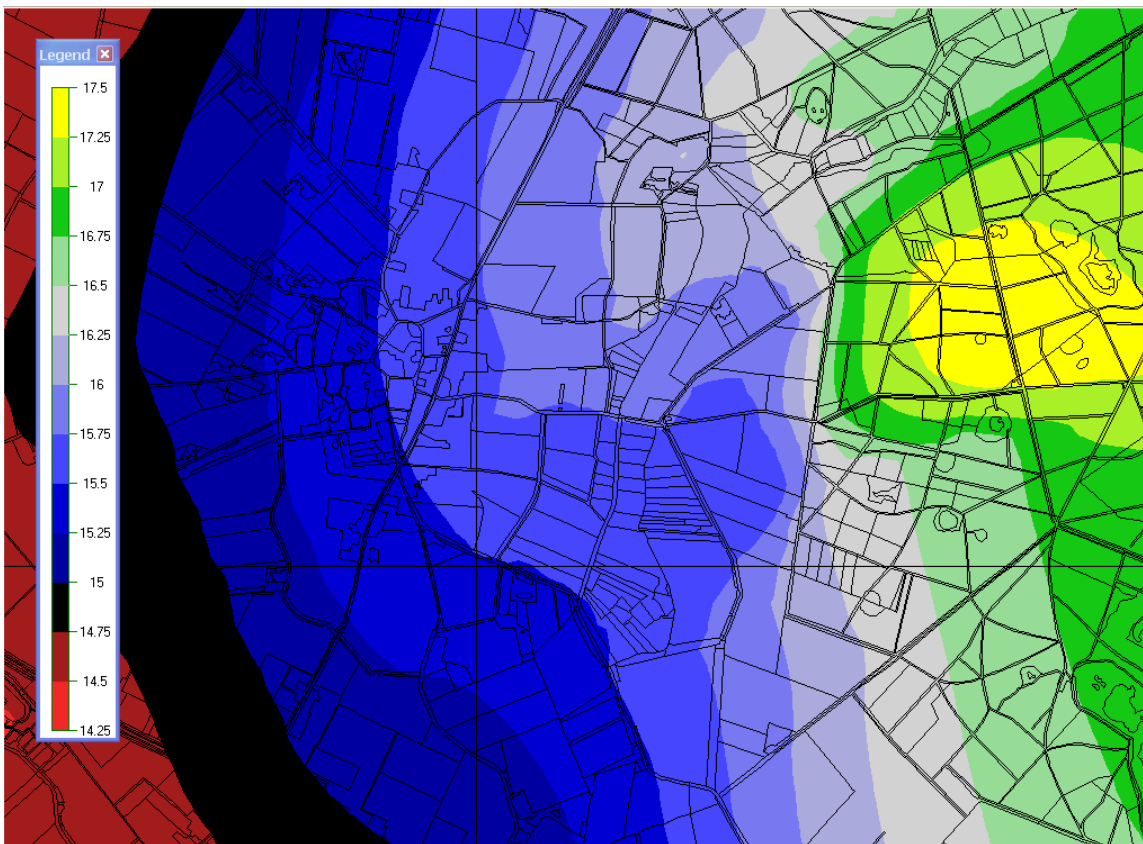
Map Document: C:\Data\GIS\BNA\KOR\BNA\afvoergebieden.mxd
 09/12/2008 - 17:24:18

Bijlage 4

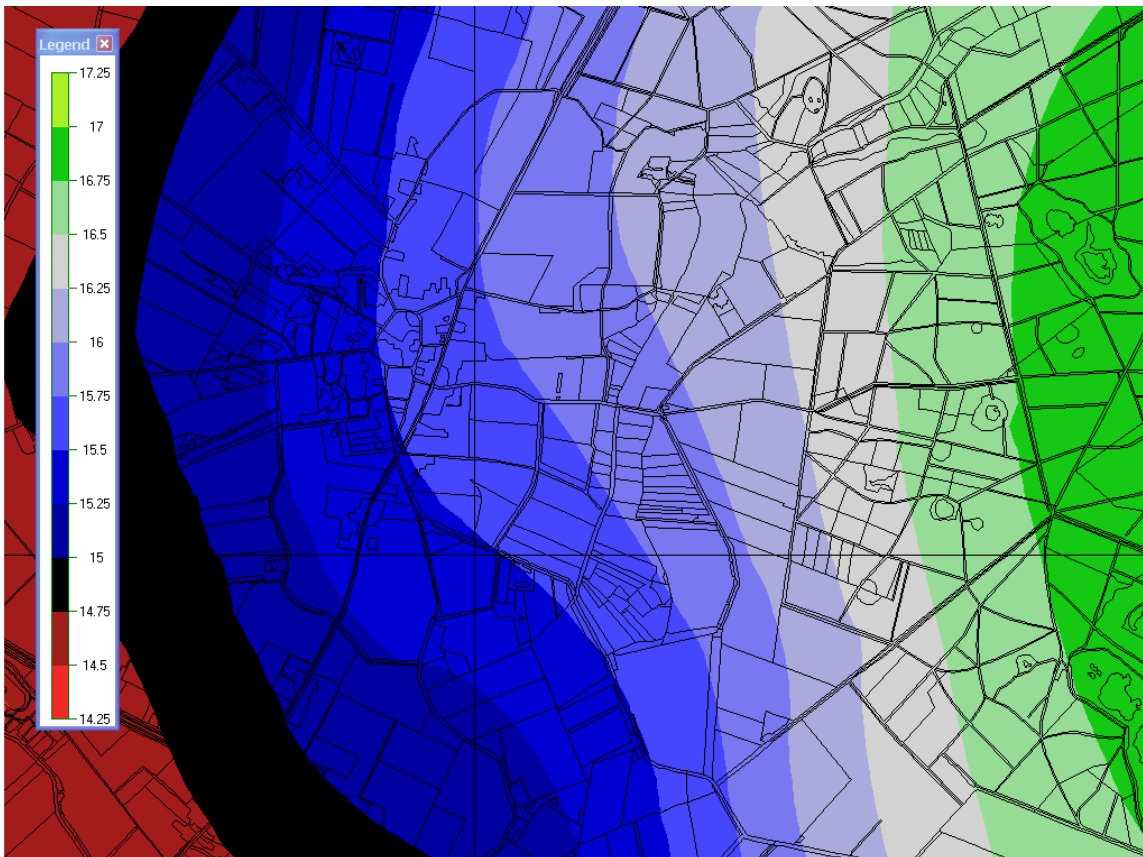
Berekende grondwaterstroming GVG model 2005.



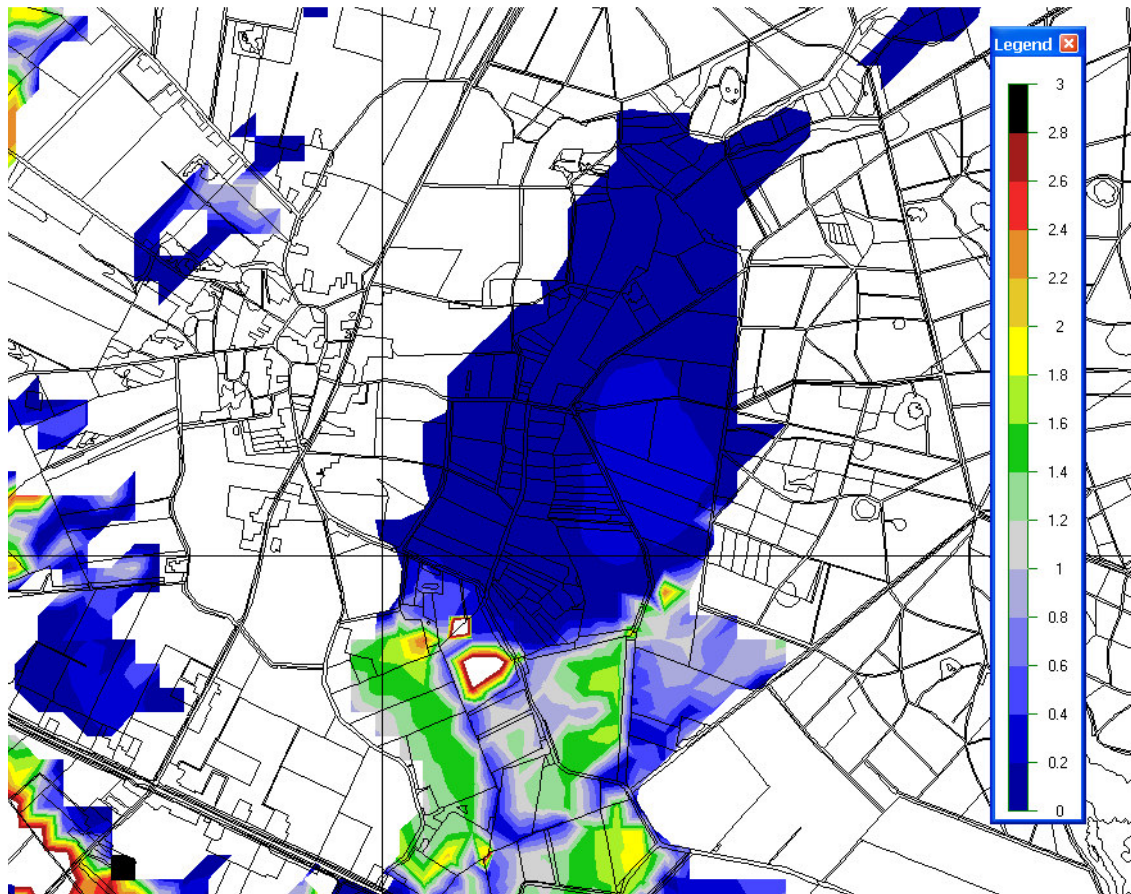
Figuur B4.1. Berekende freatische grondwaterstand (h1) GVG situatie model 2005 (m +NAP).



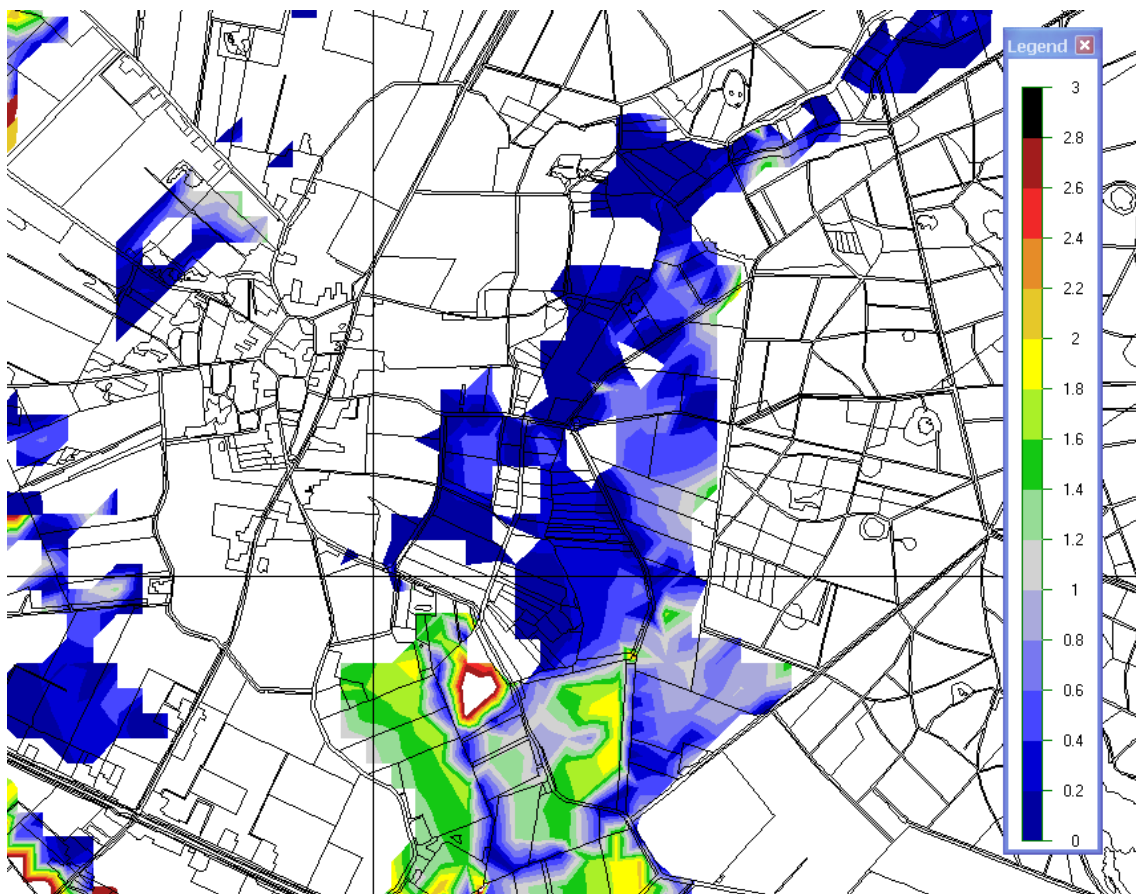
Figuur B4.2. Berekende stijghoogte middeldiep grondwater (h4) GVG situatie model 2005 (m +NAP).



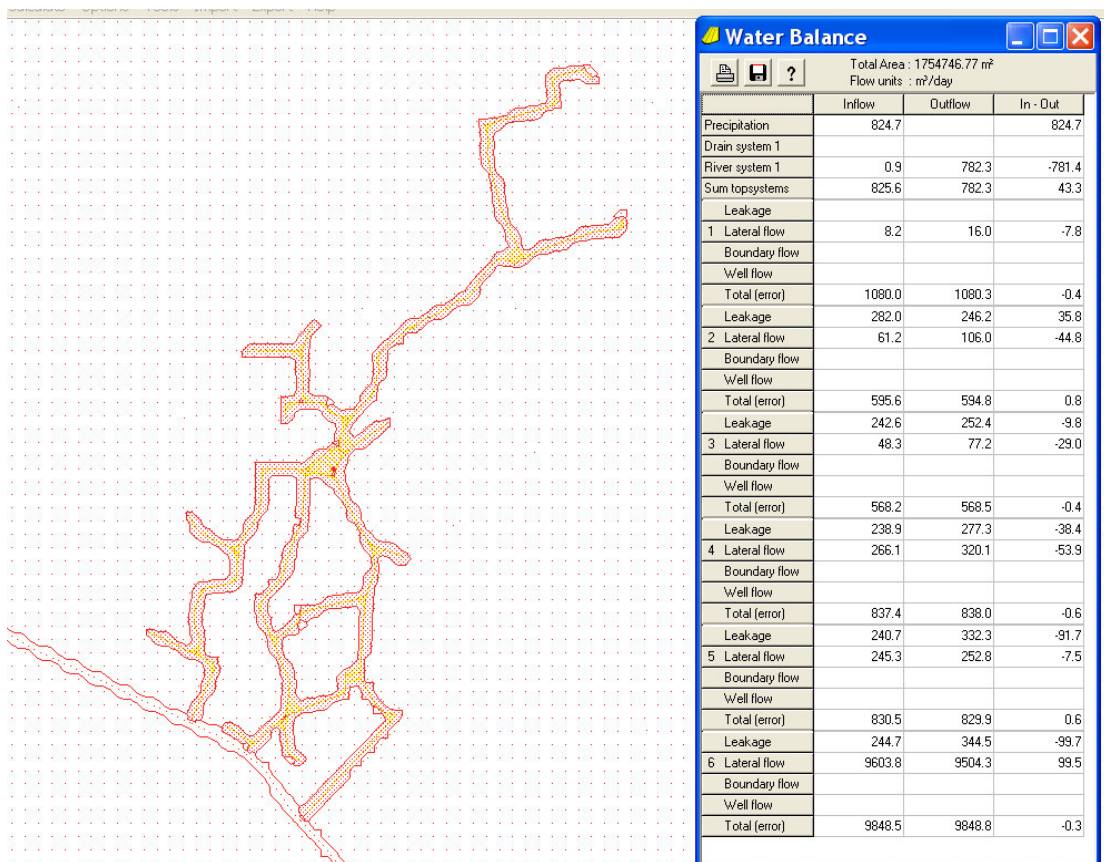
Figuur B4.3. Berekende stijghoogte diep grondwater (h_5) in meters +NAP GVG situatie model 2005.



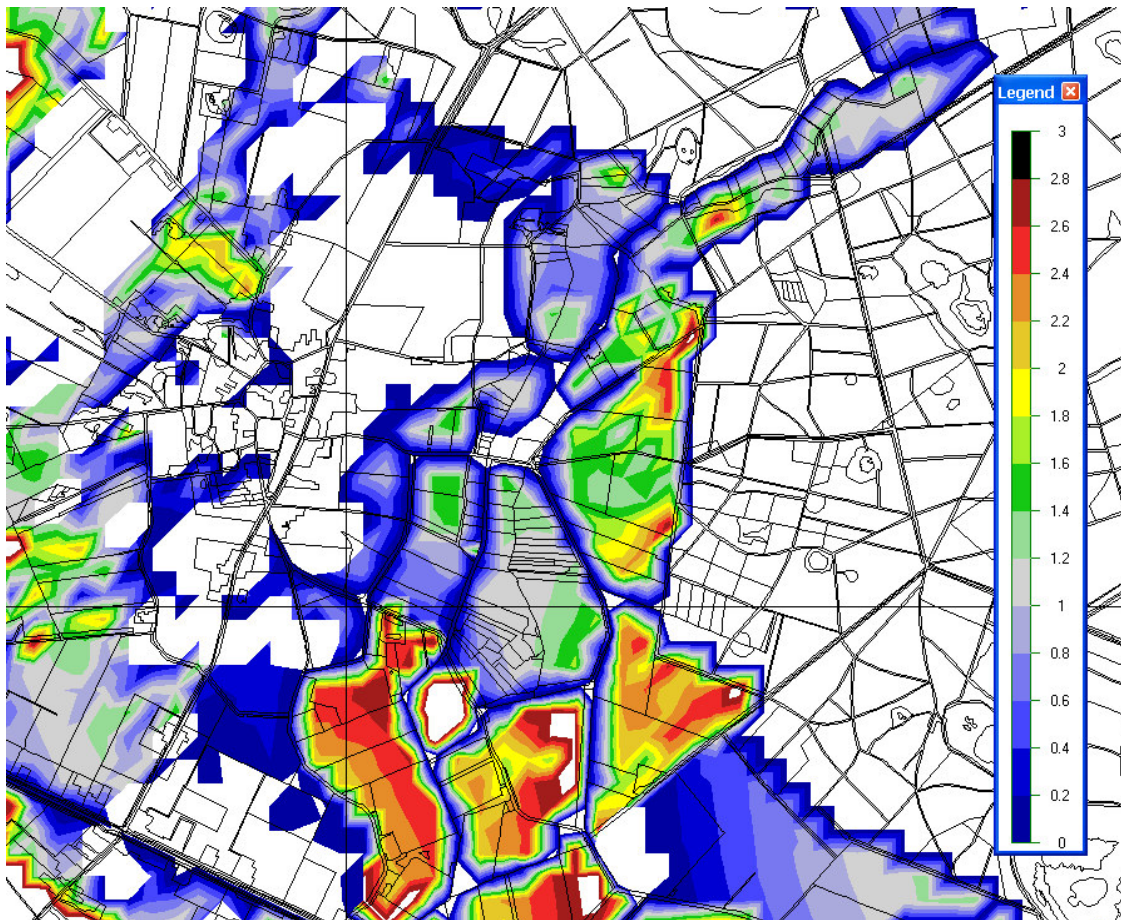
Figuur B4.4. Berekende diepe kwel ($h_5 - h_4$) over de Peelo klei in mm/dag. GVG situatie model 2005.



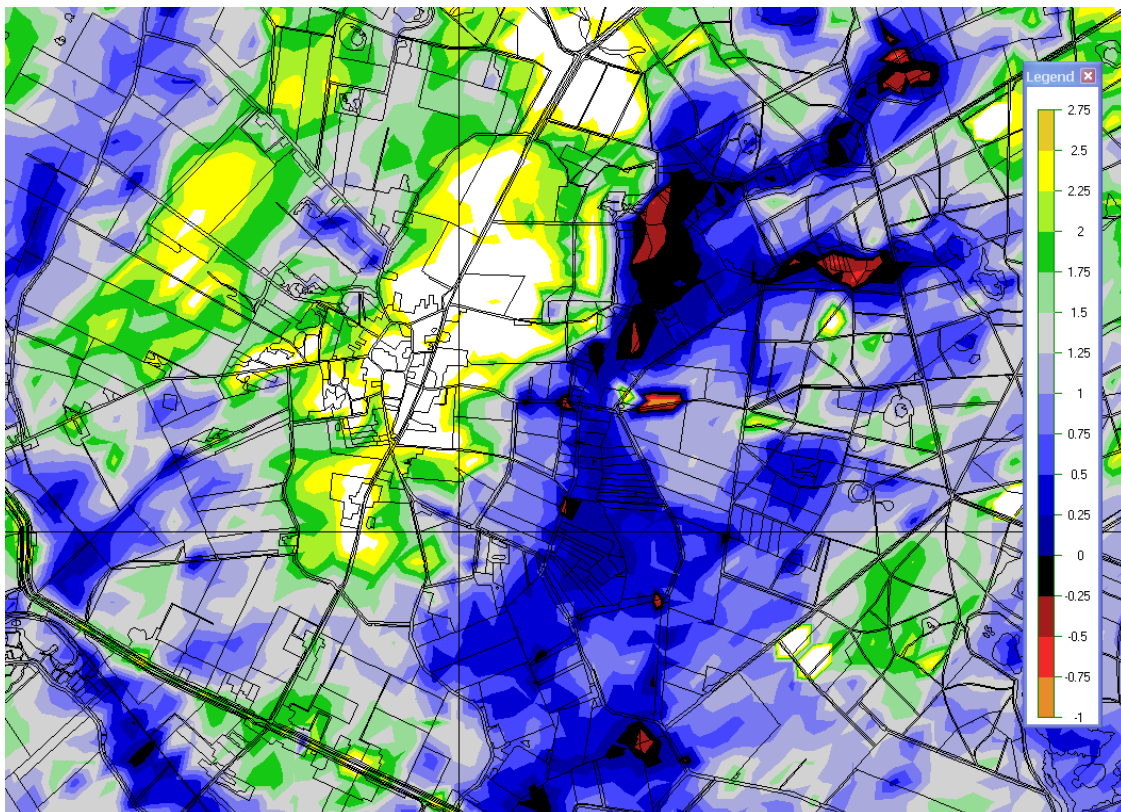
Figuur B4.5. Berekende middeldiepe kwel (h4-h1) in mm/dag. GVG situatie model 2005.



Figuur B4.6. Afvoer uit beekdal Elperstroom GVG-situatie model 2005 = 780 m³/dag



Figuur B4.7. Berekende ondiepe kwel (h_1-dh_1) naar diffuse topsysteem in mm/dag. GVG situatie 2005.

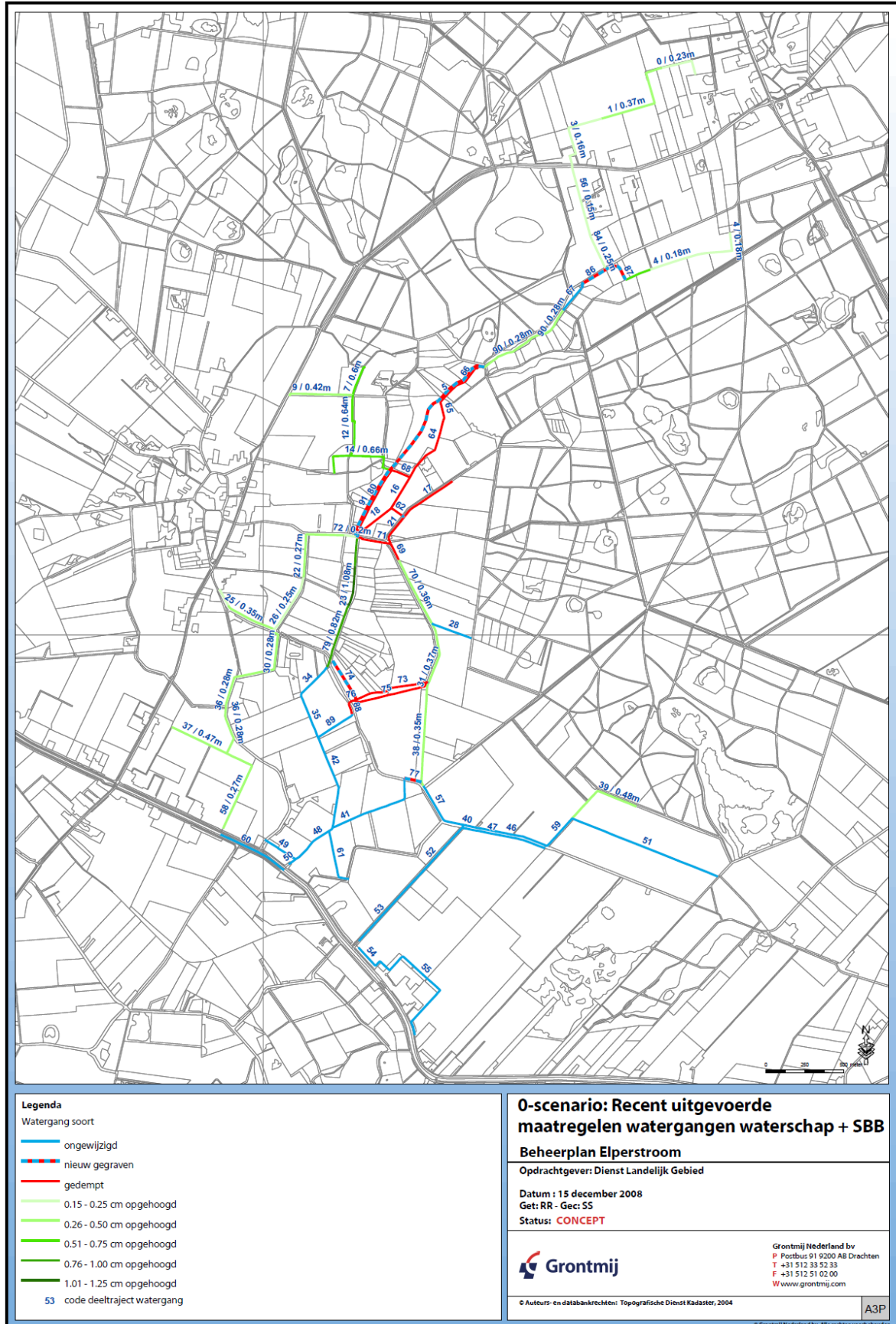


Figuur B4.8. Berekende freatische grondwaterstand in m-mv. GVG situatie 2005.

Bijlage 5

Kaart recent uitgevoerde maatregelen Elperstroom.

Bijlage 5a. Alle recent uitgevoerde maatregelen beekdal Elperstroom.



- Legenda**
- Watergang soort
- ongewijzigd
 - nieuw gegraven
 - gedempt
 - 0.15 - 0.25 cm opgehoogd
 - 0.26 - 0.50 cm opgehoogd
 - 0.51 - 0.75 cm opgehoogd
 - 0.76 - 1.00 cm opgehoogd
 - 1.01 - 1.25 cm opgehoogd
 - 53 code deeltraject watergang

0-scenario: Recent uitgevoerde maatregelen watergangen waterschap + SBB

Beheerplan Elperstroom

Opdrachtgever: Dienst Landelijk Gebied

Datum : 15 december 2008

Get: RR - Gec: SS

Status: **CONCEPT**



Grontmij Nederland bv
 P: Postbus 91 9200 AB Drachten
 T +31 512 33 52 33
 F +31 512 51 02 00
 W www.grontmij.com

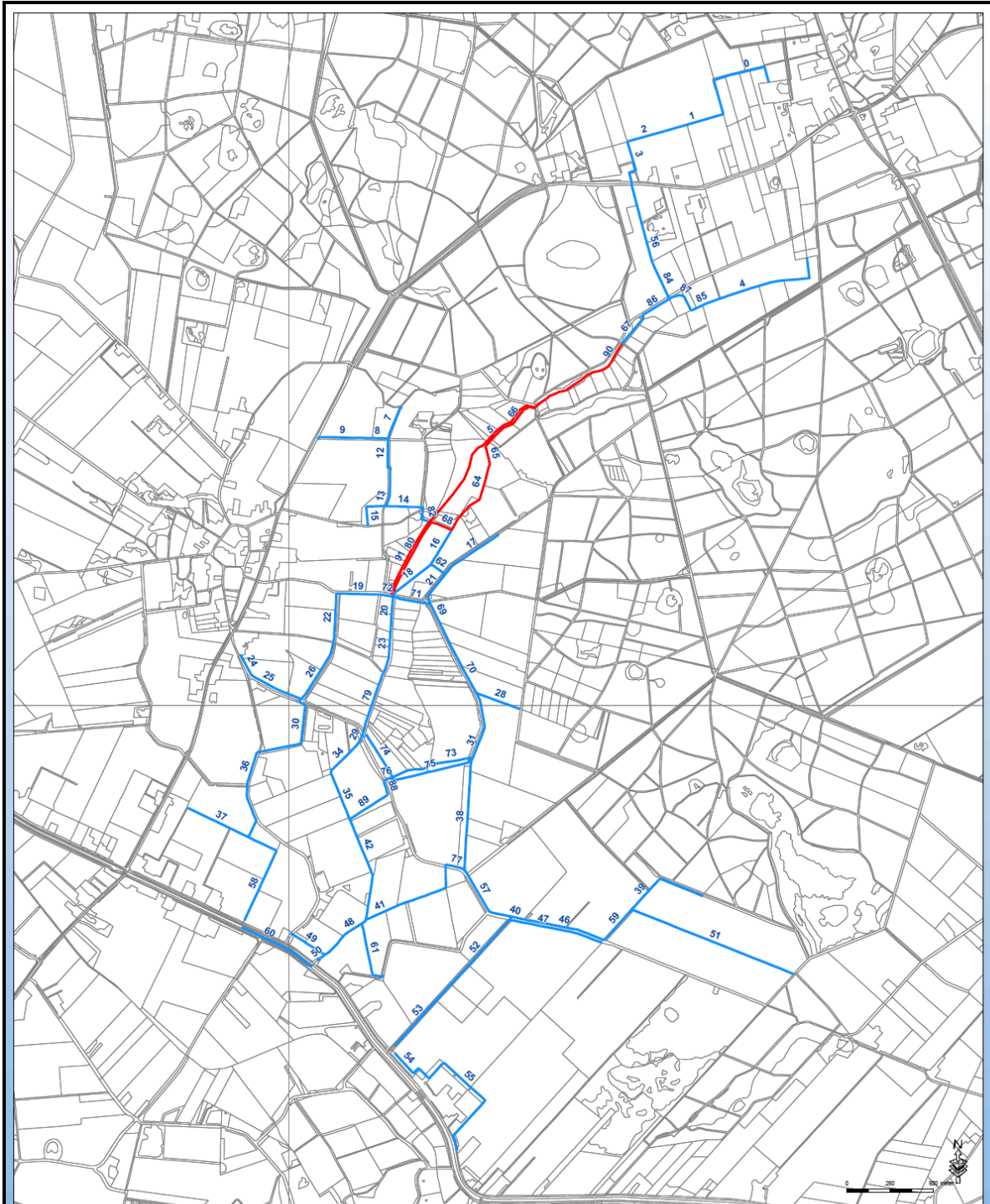
© Auteurs- en databankrechten: Topografische Dienst Kadaster, 2004

A3P

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.

Map Document: C:\Data\GIS\2008\Beheerplan\Beheerplan\Beheerplan.mxd

Bijlage 5b. Selectie maatregelen uitgevoerd door SBB in 2008 (in rood)



Legenda

- Overig
- SBB aug 2008
- 53 code deeltraject watergang

**0-scenario: Datum uitvoering
maatregelen watergangen waterschap + SBB**

Beheerplan Elperstroom

Opdrachtgever: Dienst Landelijk Gebied

Datum : 15 december 2008

Get: RR - Ge: S5

Status: **CONCEPT**



Grontmij Nederland bv
 P Postbus 91 9200 AB Drachten
 T +31 512 33 52 33
 F +31 512 51 02 00
 W www.grontmij.com

© Auteurs- en databankrechten: Topografische Dienst Kadaster, 2004

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden

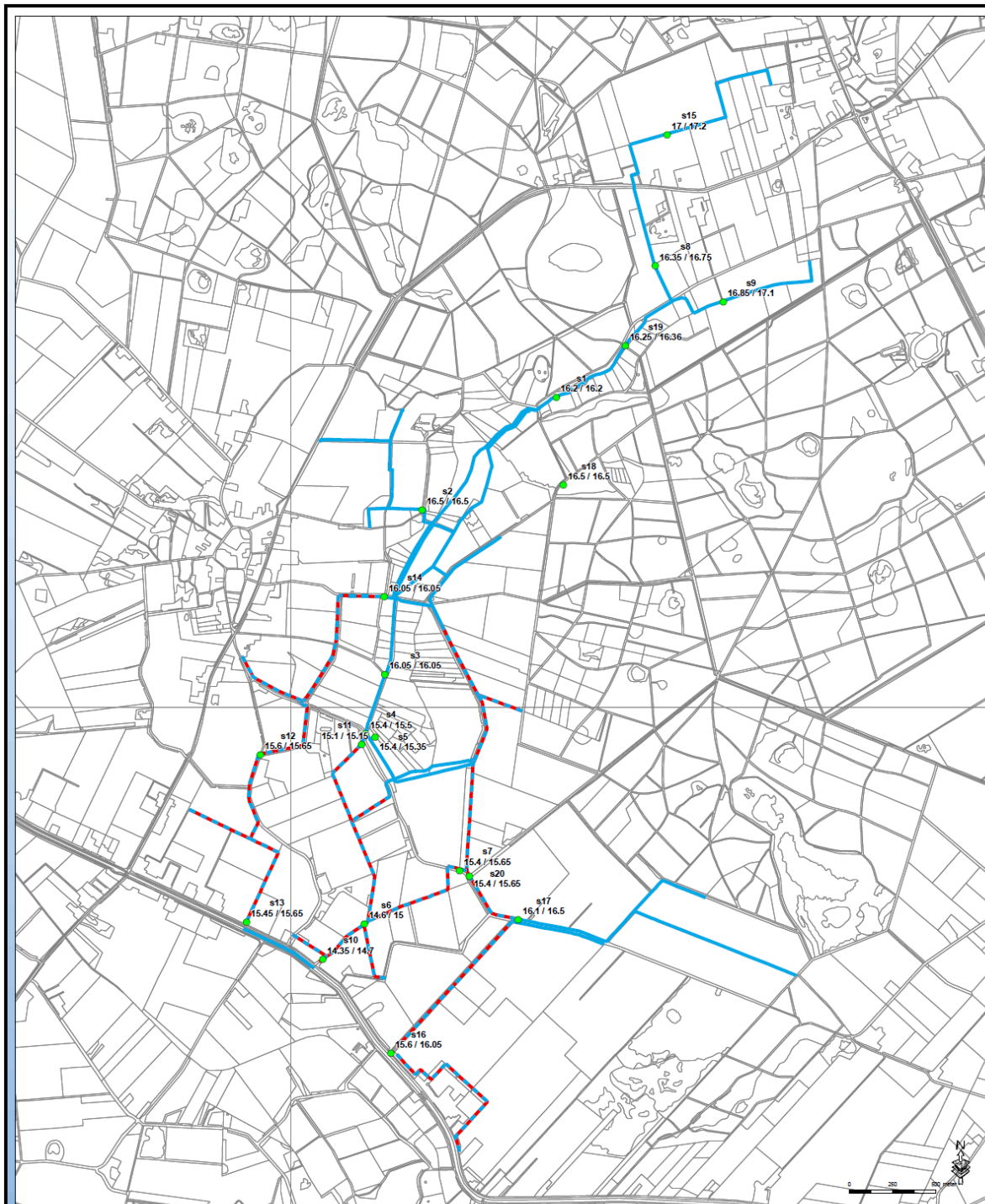
A3P

Map Document: C:\Data\GIS\2008\Waterschap\datum_maatregelen.mxd
15/12/2008 - 17:42:22

Bijlage 6

WATERAANVOER + MINIMUM EN MAXIMUM PEILEN

Bijlage 6a. Waterpeilen min/max ter plaatse van stuwen



Legenda

- Stuw - min/max peil 0-scenario (min/max)
- Wateraan- en afvoer
- Alleen waterafvoer

**0-scenario: Waterpeilen (min/max) tpu
stuwen, incl. mogelijkheden wateraanvoer
Beheerplan Elperstroom**

Opdrachtgever: Dienst Landelijk Gebied

Datum : 15 december 2008

Get: RR - Gec: SS

Status: **CONCEPT**



Grontmij Nederland bv
P Postbus 91 9200 AB Drachten
T +31 512 33 52 33
F +31 512 51 02 00
W www.grontmij.com

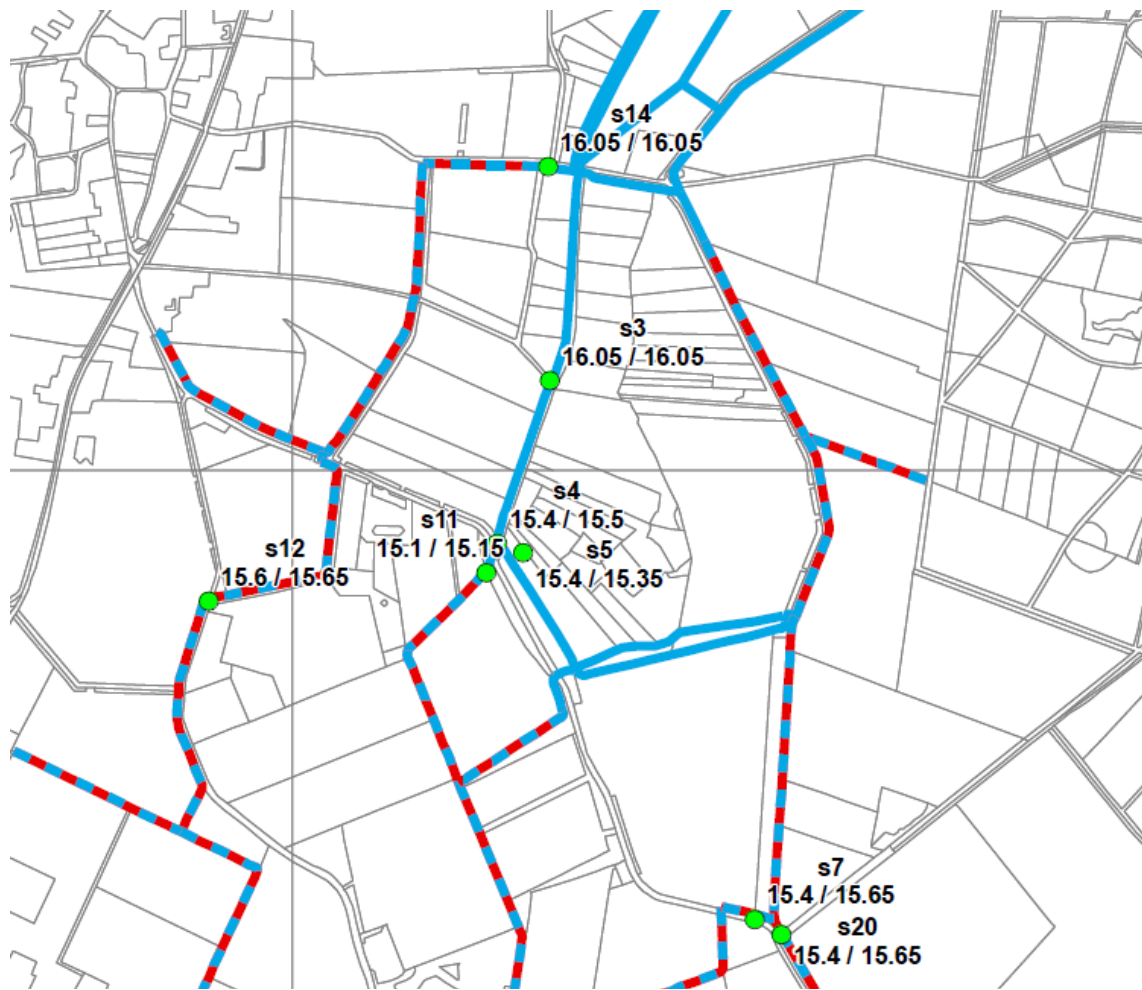
© Auteurs- en databankrechten: Topografische Dienst Kadaster, 2004

A3P

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden

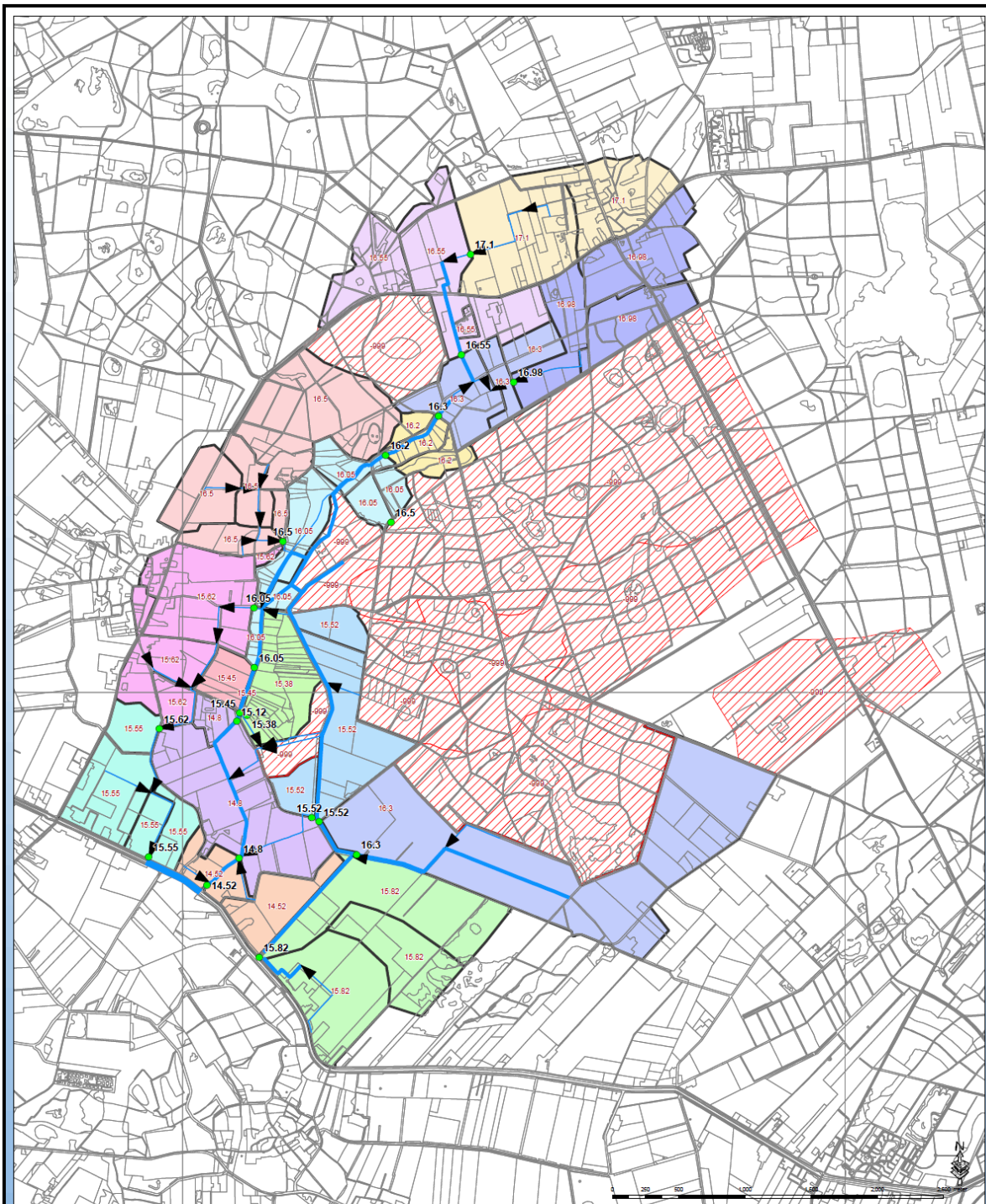
Map Document: C:\Data\GIS\Map\Waterpeilen_0-scenario.mxd

Bijlage 6b. Stuwpeilen ingezoomd ter plaatse van de Reitma. (groene bolletje S4 is weggefallen achter de tweede "15" van peil NAP +15.15 m..)



Bijlage 7

Peilgebieden met ontwateringsniveau 0-scenario



Legenda

Gemiddeld peil

	15.38		15.55		16.5
	15.12		15.62		16.55
	14.52		15.82		16.98
	14.8		16.05		17.1
	15.45		16.2		geen afwatering, neerslagoverschot infiltreert
	15.52		16.3		Stuw

**0-scenario:
Peilen GVG-situatie model
Beheerplan Elperstroom**

Opdrachtgever: Dienst Landelijk Gebied

Datum : 15 december 2008

Get: RR - Gec: 55

Status: **CONCEPT**



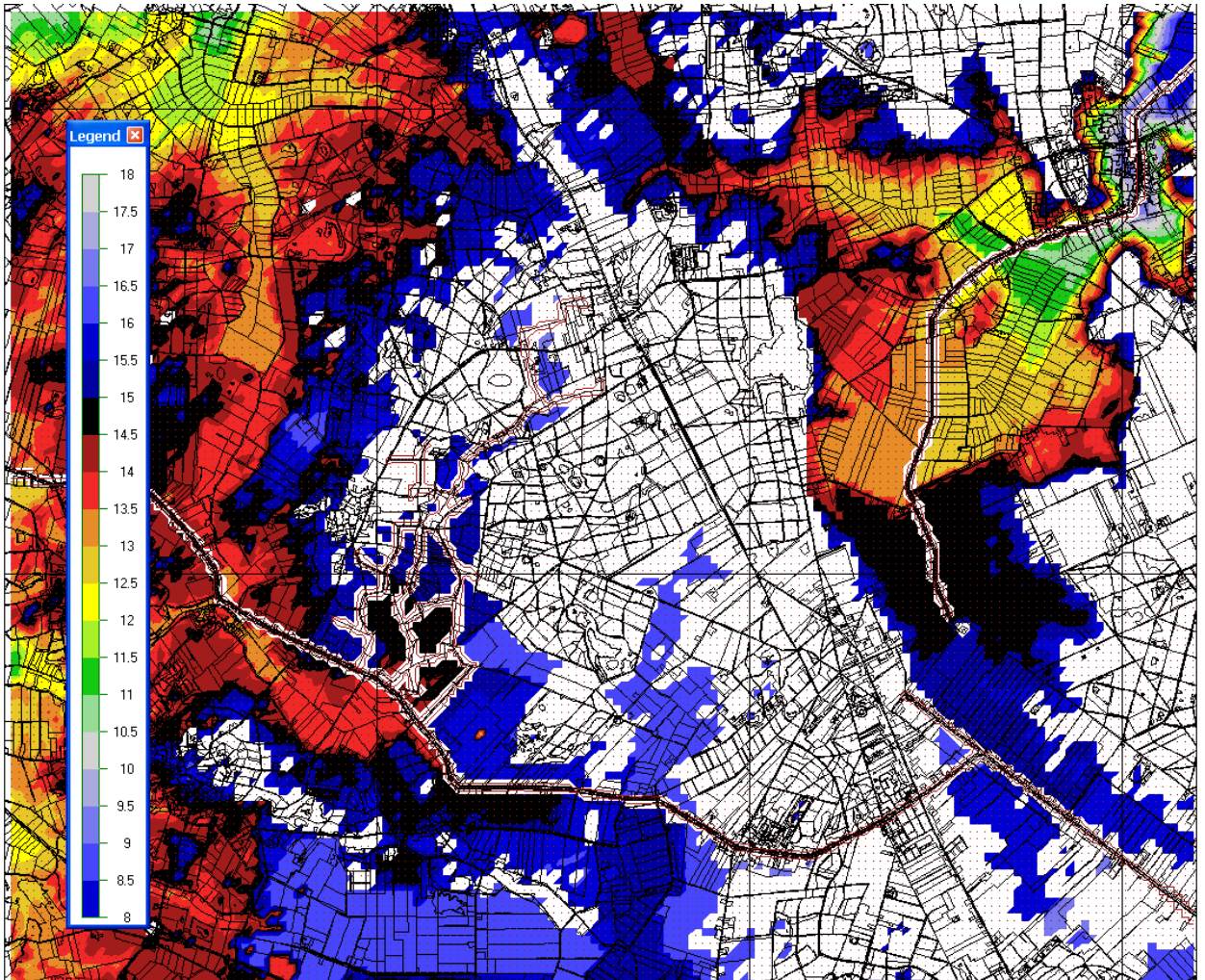
Grontmij Nederland bv
P Postbus 91 9200 AB Drachten
T +31 512 33 52 33
F +31 512 51 02 00
W www.grontmij.com

© Auteurs- en databankrechten: Topografische Dienst Kadaster, 2004

A3P

© Grontmij Nederland bv. Alle rechten voorbehouden.

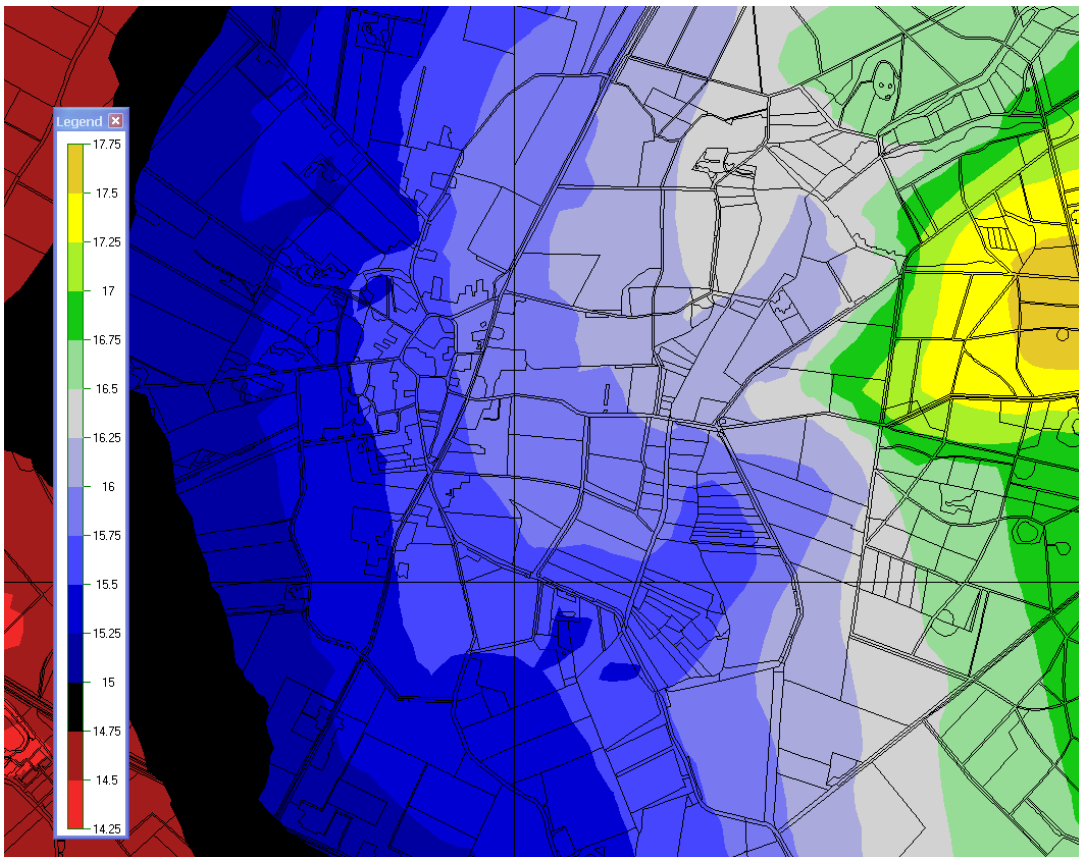
Map Document: C:\Data\GIS\Map\02\000000.mxd
15/12/2008 - 17:15:01



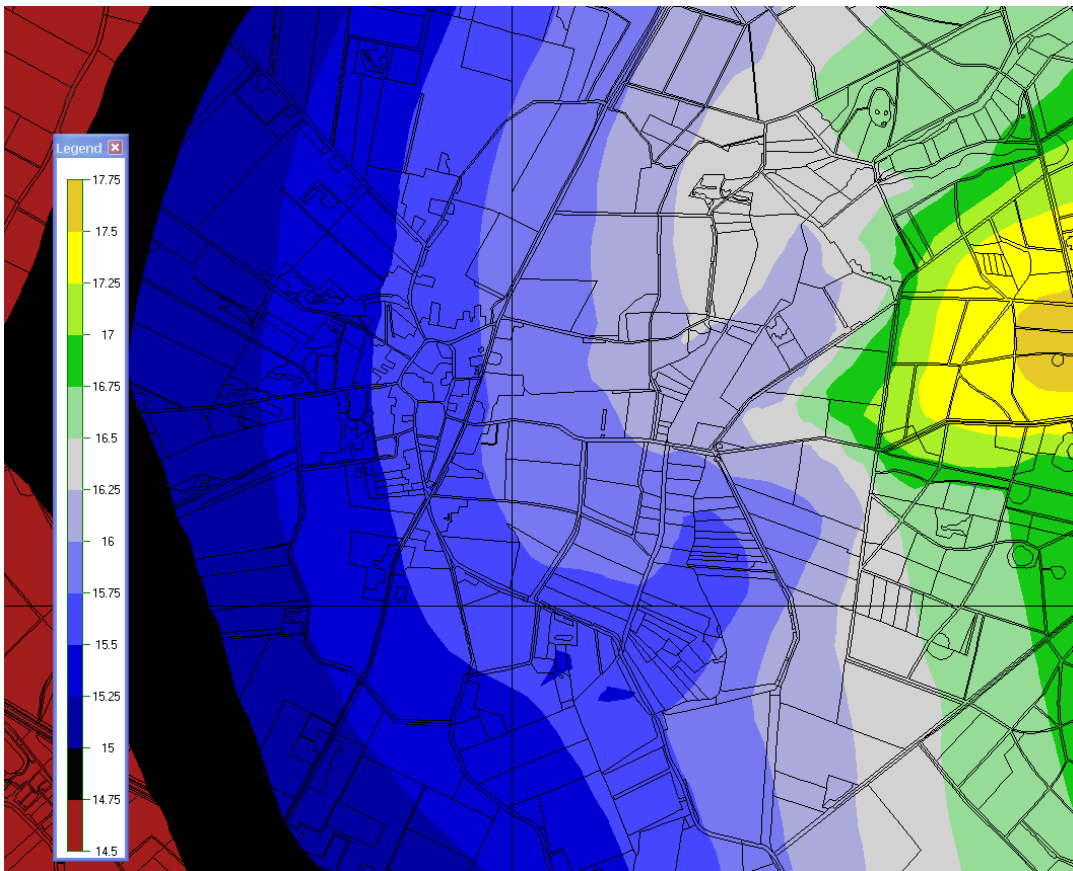
Gebieden zonder "topstelsysteem" in model: het neerslagoverschot infiltreert volledig (witte gebieden met rode stippen).

Bijlage 8

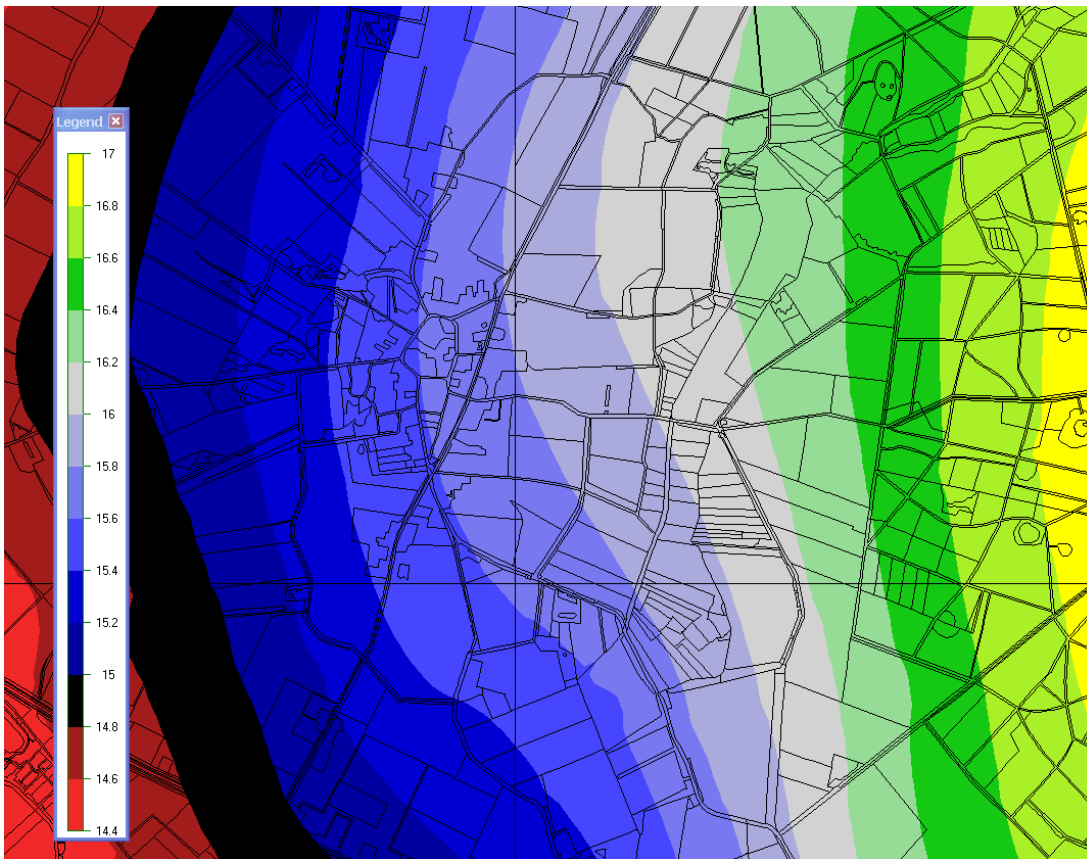
Huidige stijghoogten met kwel 0-scenario



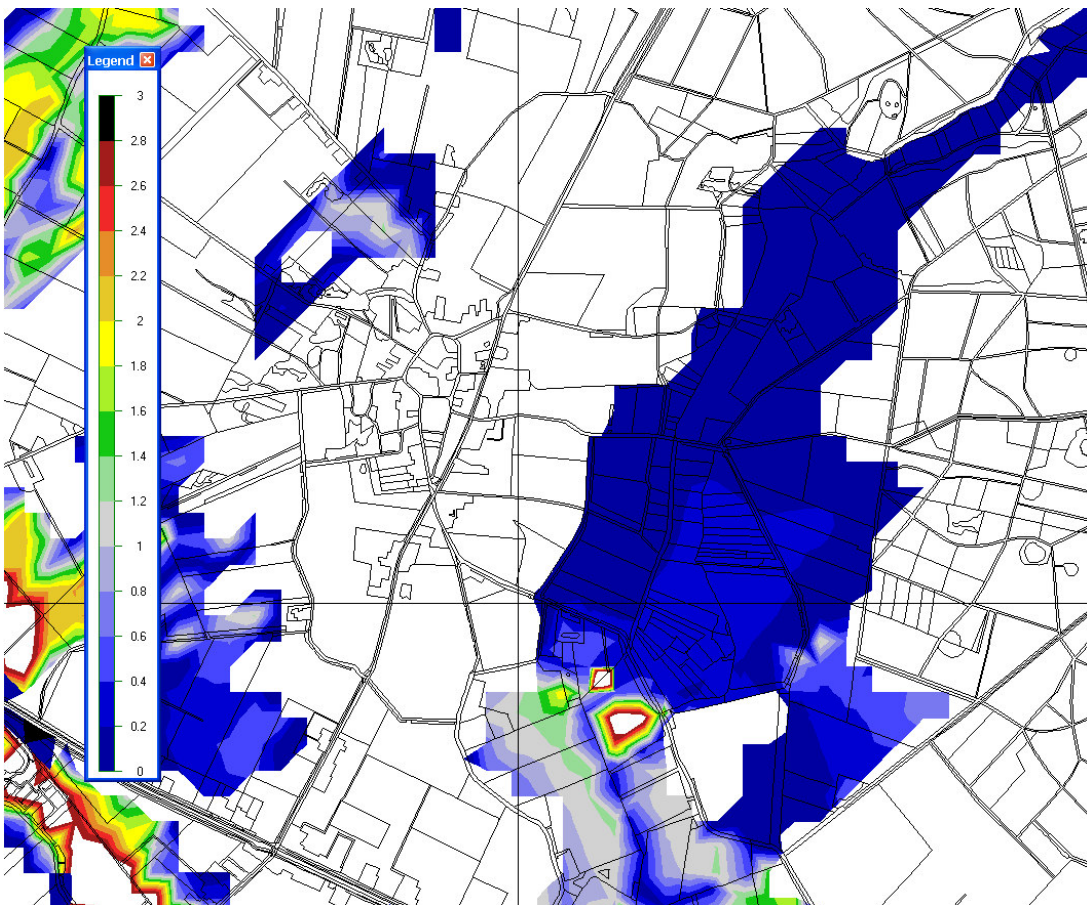
Figuur B8.1. Berekende freatische grondwaterstand (h1) 0-scenario model (m +NAP).



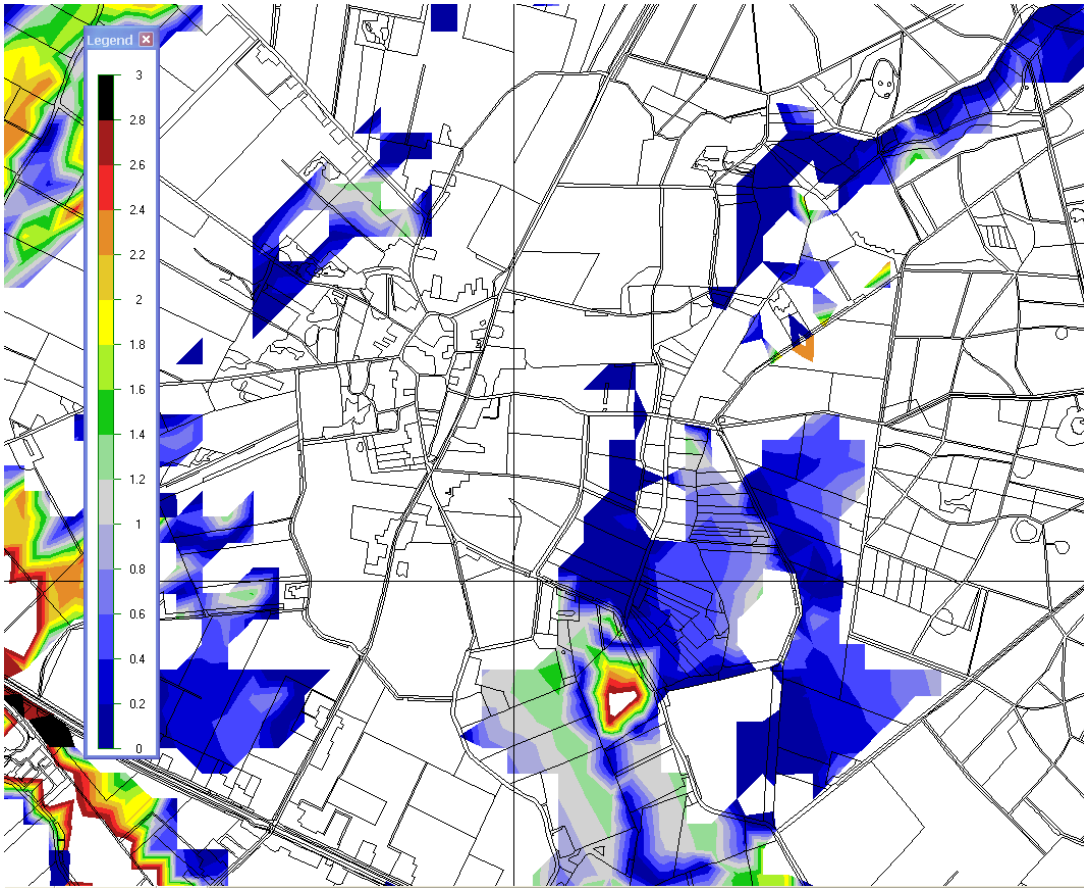
Figuur B8.2. Berekende stijghoogte middeldiep grondwater (h4) 0-scenario model (m +NAP).



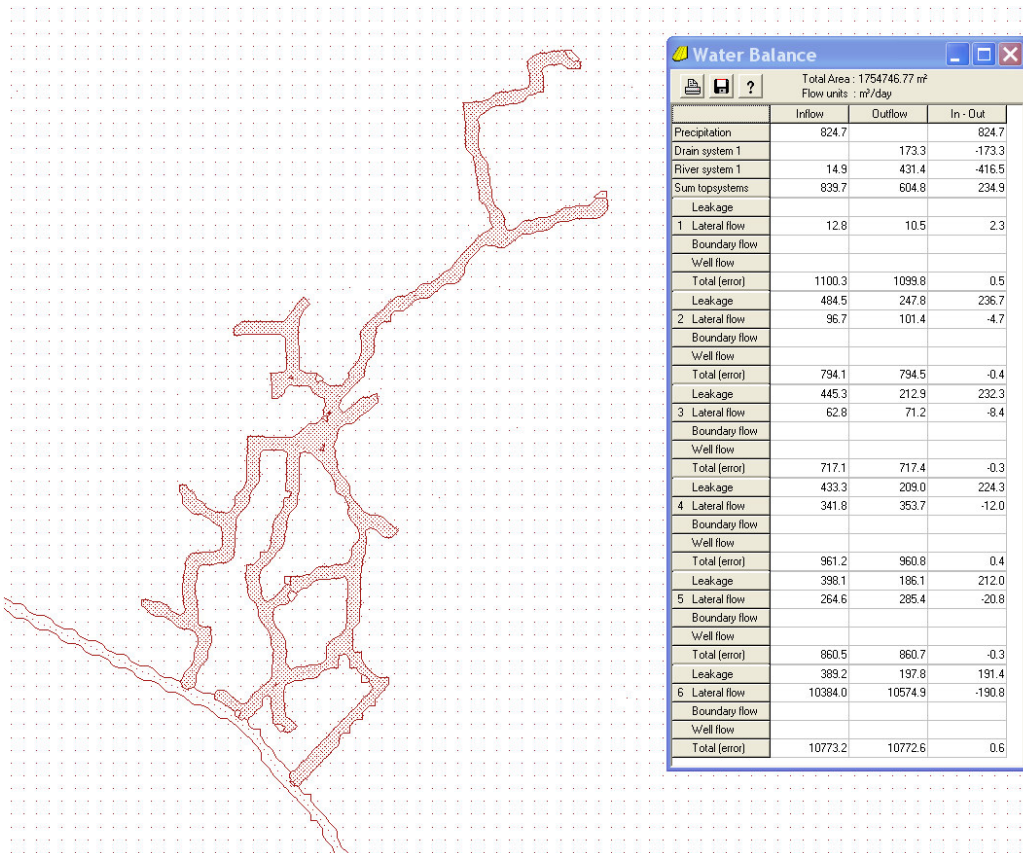
Figuur B8.3. Berekende stijghoogte diep grondwater (h_5) in meters +NAP. 0-scenario model.



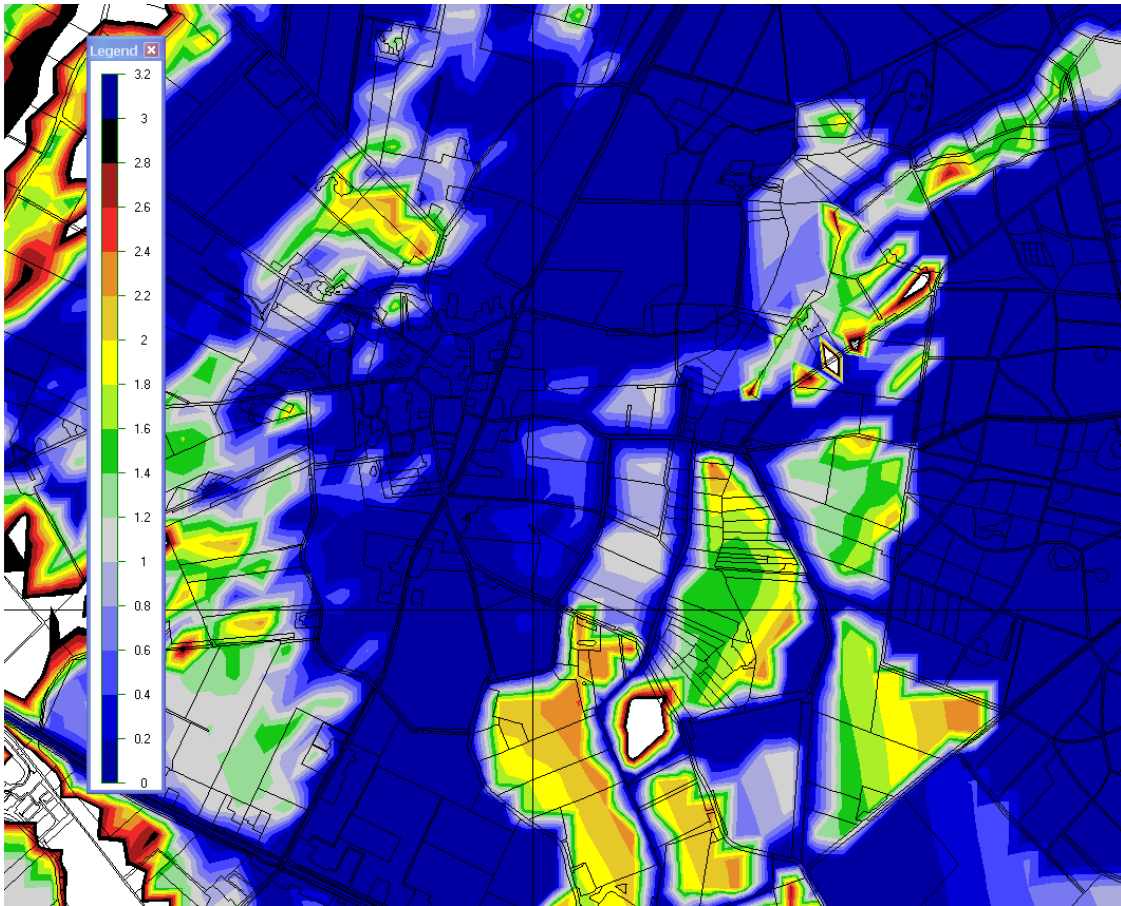
Figuur B8.4. Berekende diepe kwel (h_5-h_4) over de Peelo klei in mm/dag. 0-scenario model.



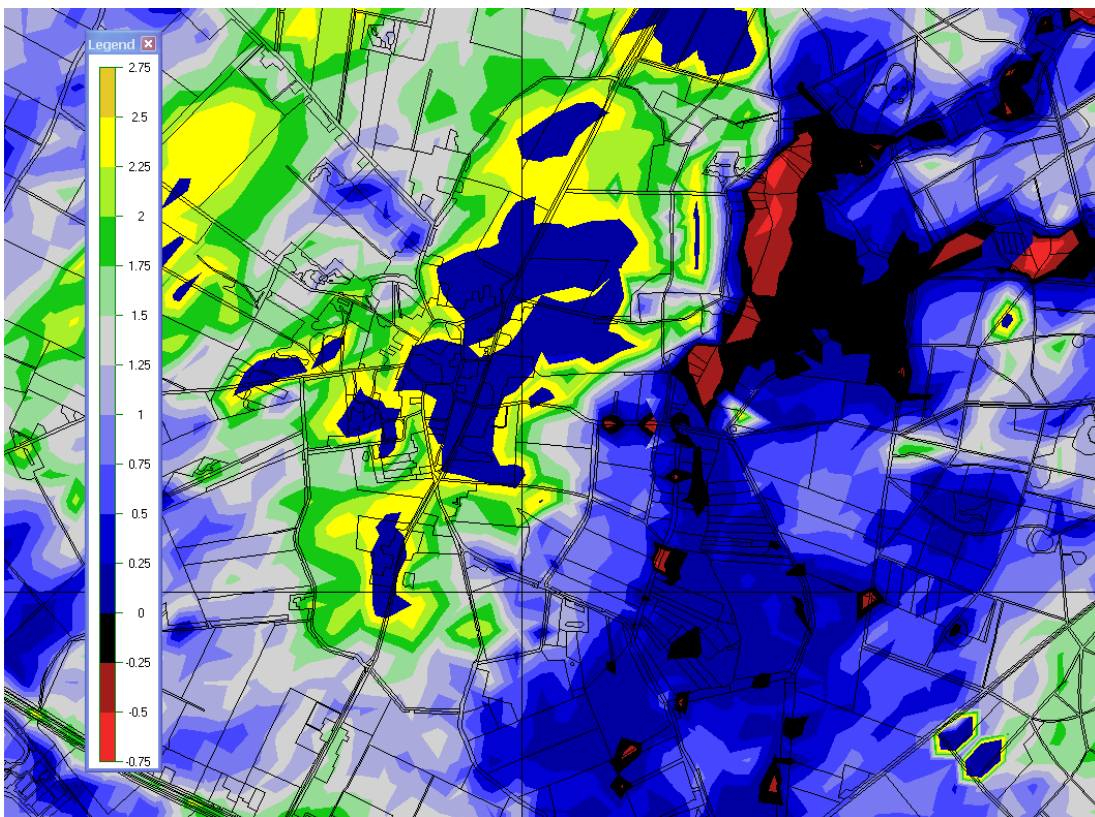
Figuur B8.5. Berekende middeldiepe kwel (h4-h1) in mm/dag. 0-scenario model.



Figuur B8.6. Afvoer uit beekdal Elperstroom 0-scenario = 605 m³/dag



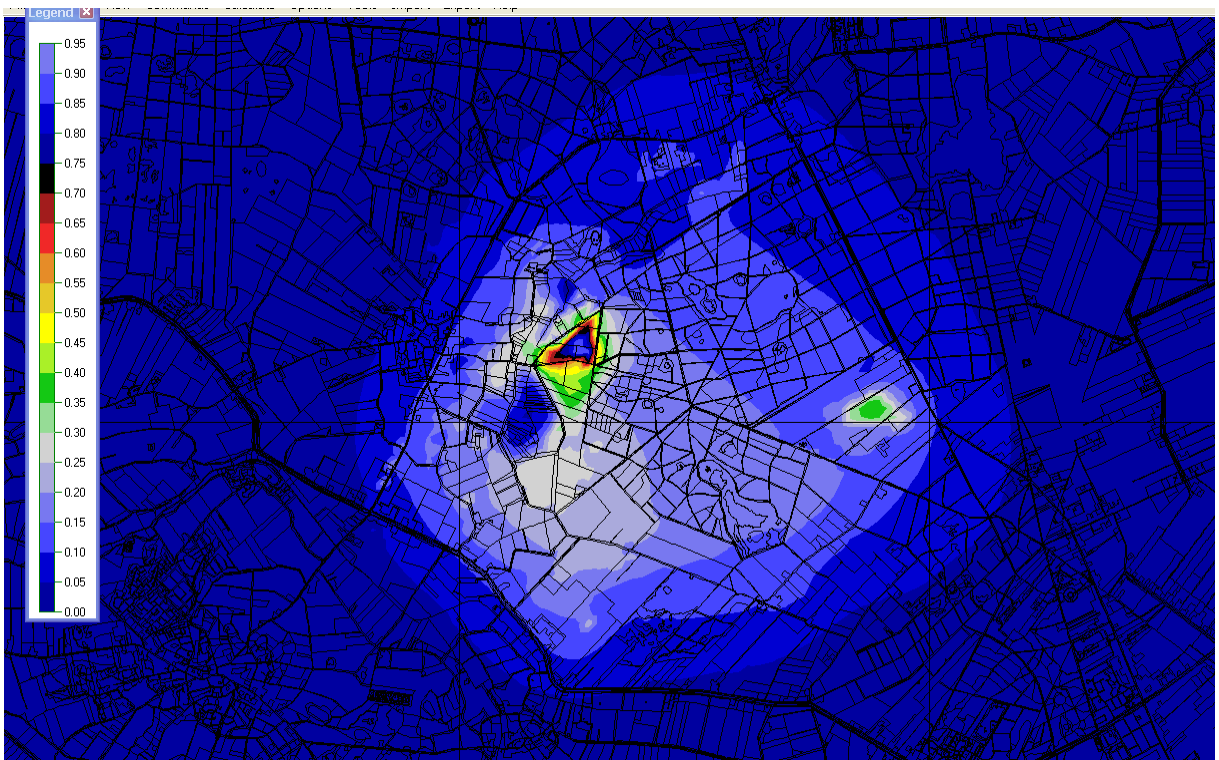
Figuur B8.7. Berekende ondiepe kwel (h_1-dh_1) naar diffuse topsysteem in mm/dag. 0-scenario model.



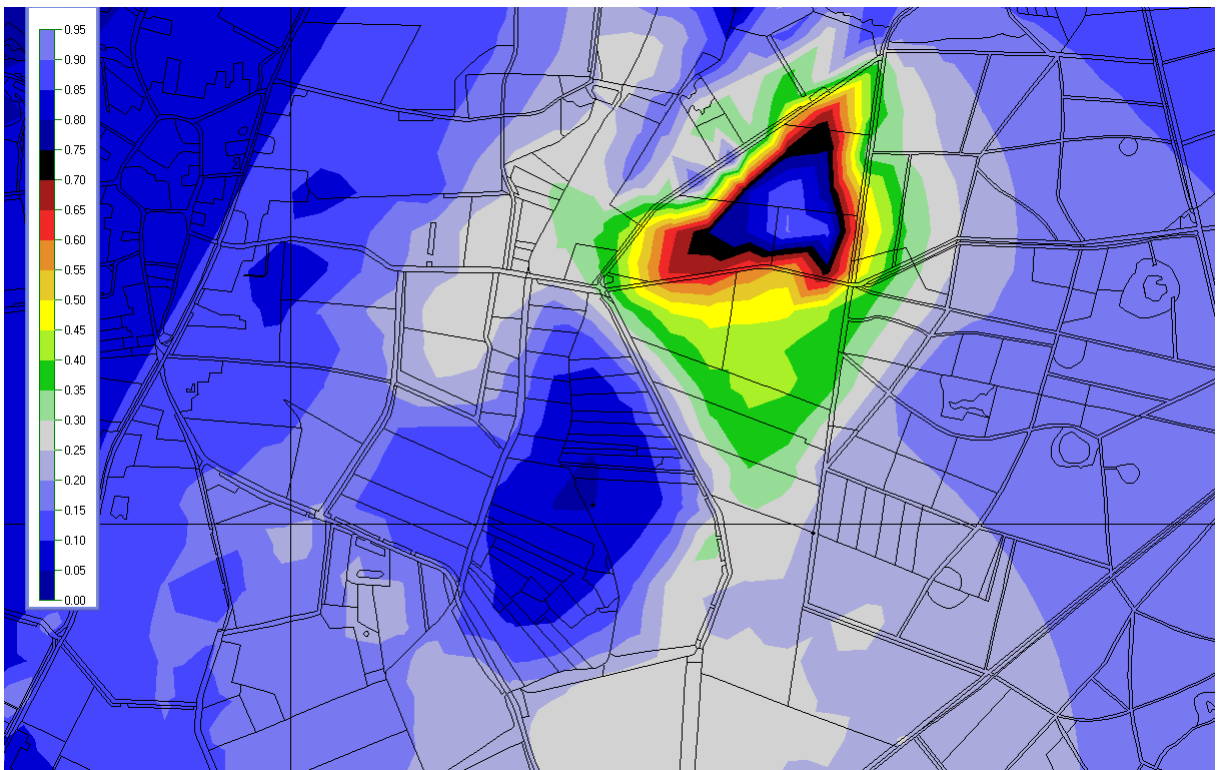
Figuur B8.8. Berekende freatische grondwaterstand in m-mv. 0-scenario

Bijlage 9

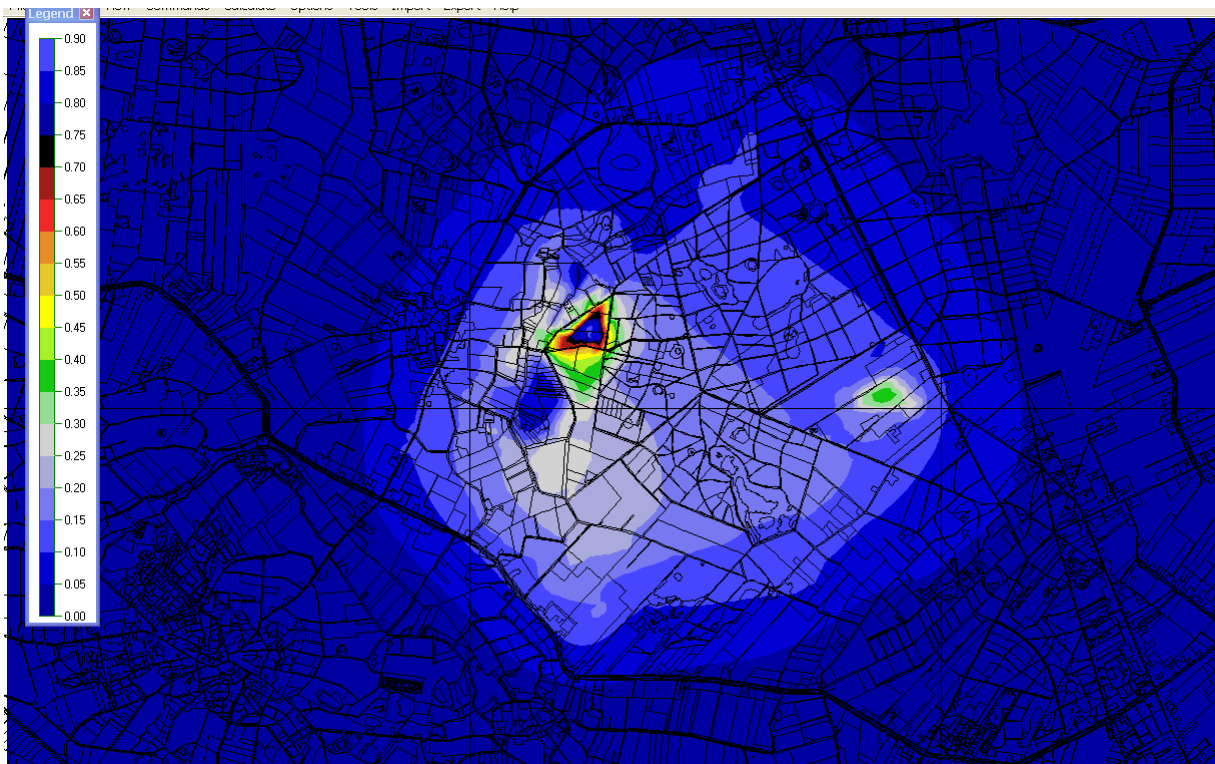
Effecten 0-scenario t.o.v. model 2005



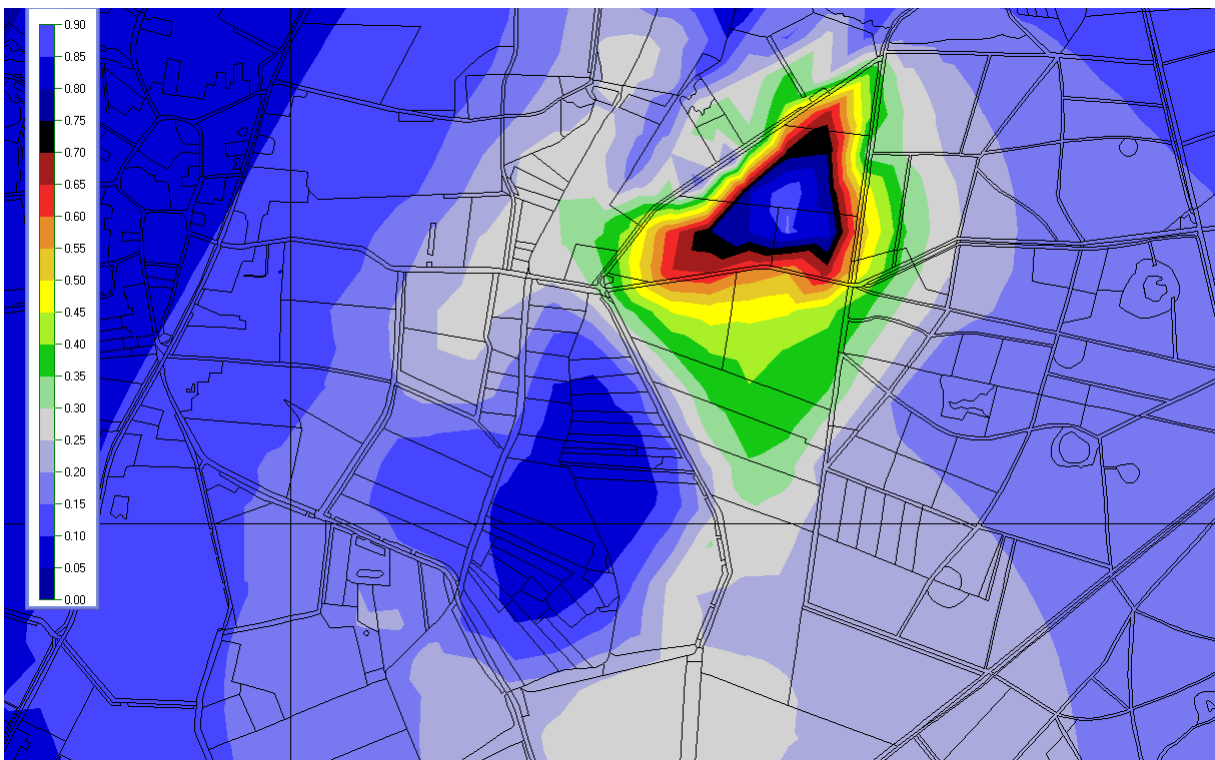
Figuur B9.1 Effect 0-scenario (tov model 2005): verhoging freatisch grondwater (m)



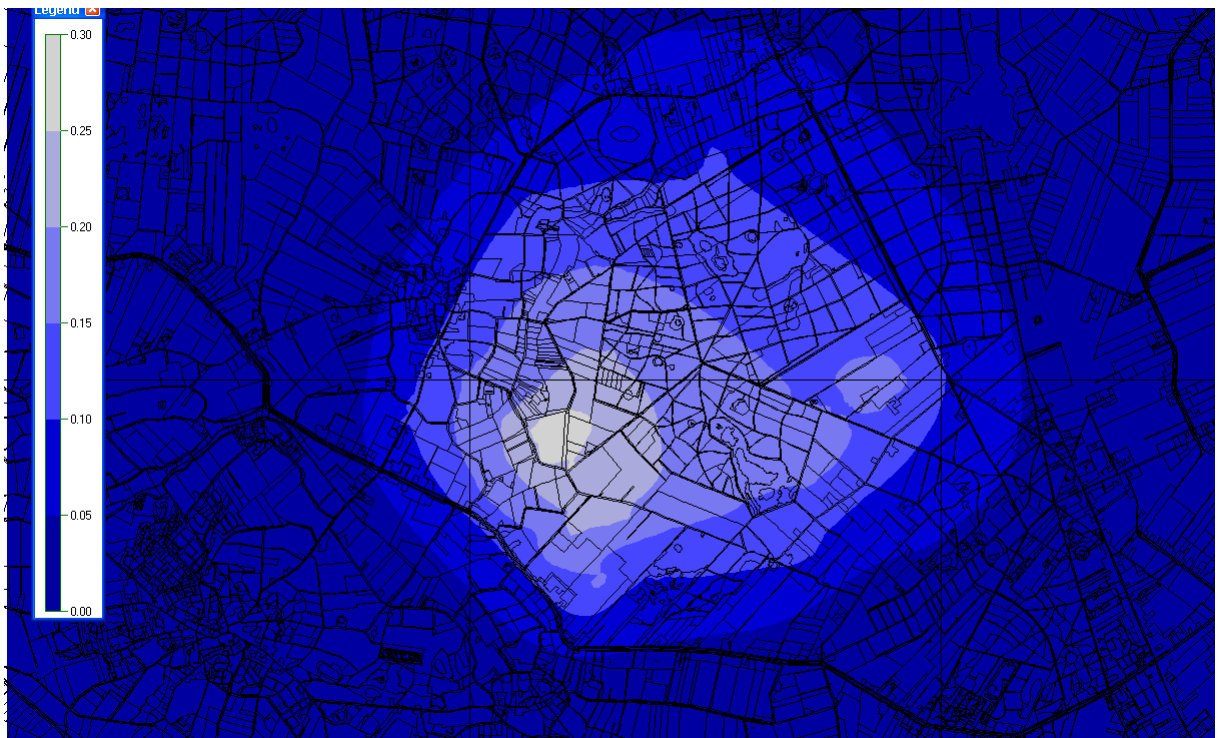
Figuur B9.2. Effect 0-scenario (tov model 2005): verhoging freatisch grondwater (m) ingezoomd voor Reitma.



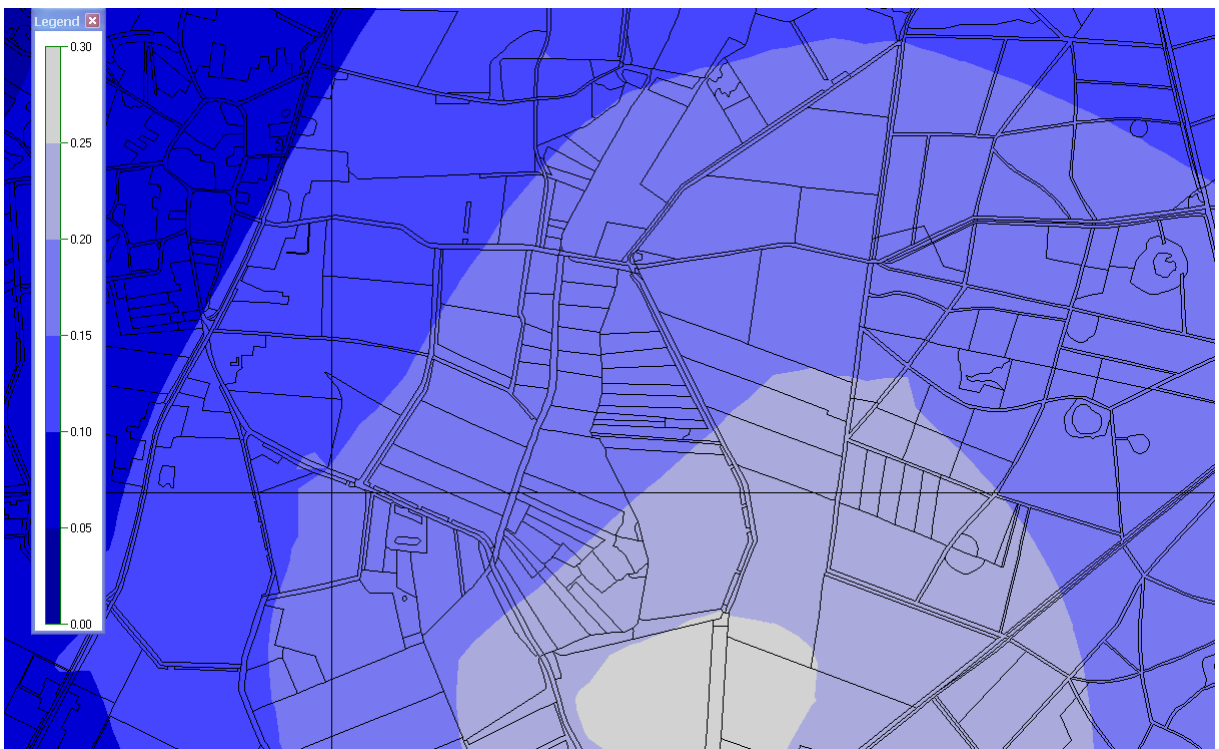
Figuur B9.3. Effect 0-scenario (tov model 2005): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



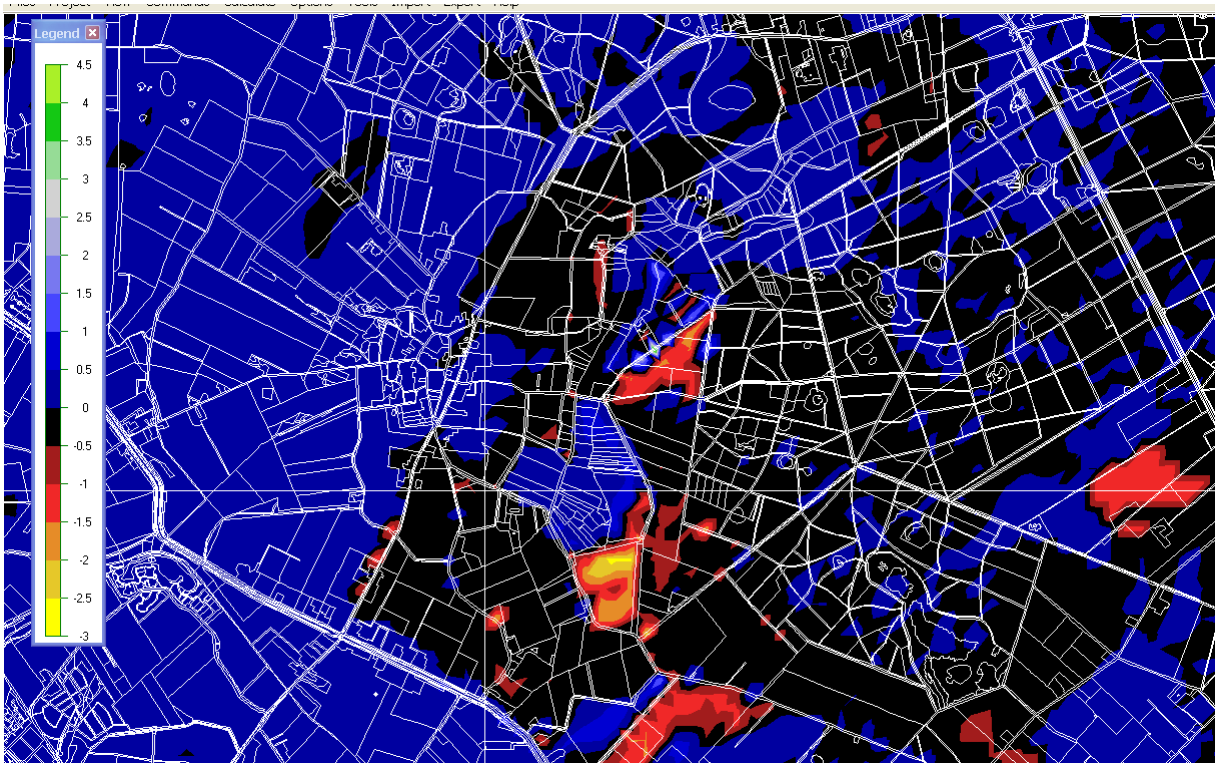
Figuur B9.4. Effect 0-scenario: verhoging middeldiep grondwater (h4) ingezoomd voor Reijndijk (m).



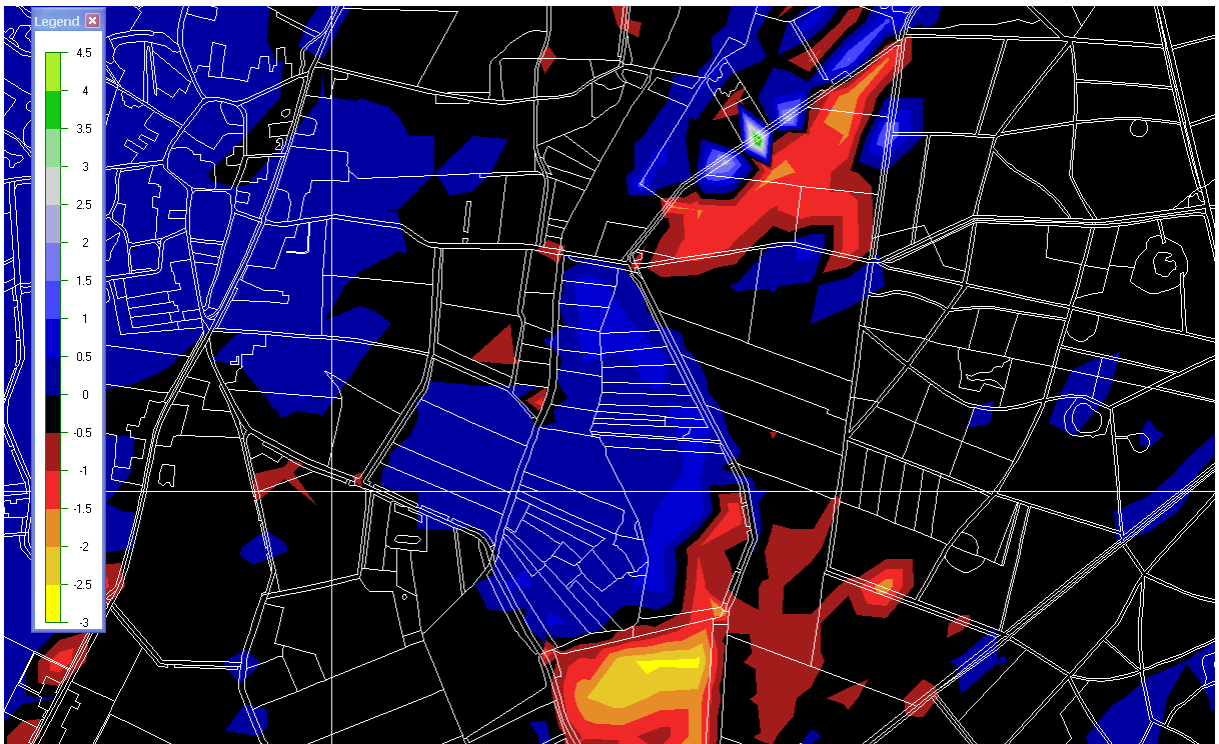
Figuur B9.5. Effect 0-scenario (tov model 2005): verhoging diepe grondwater (h_5) (m)



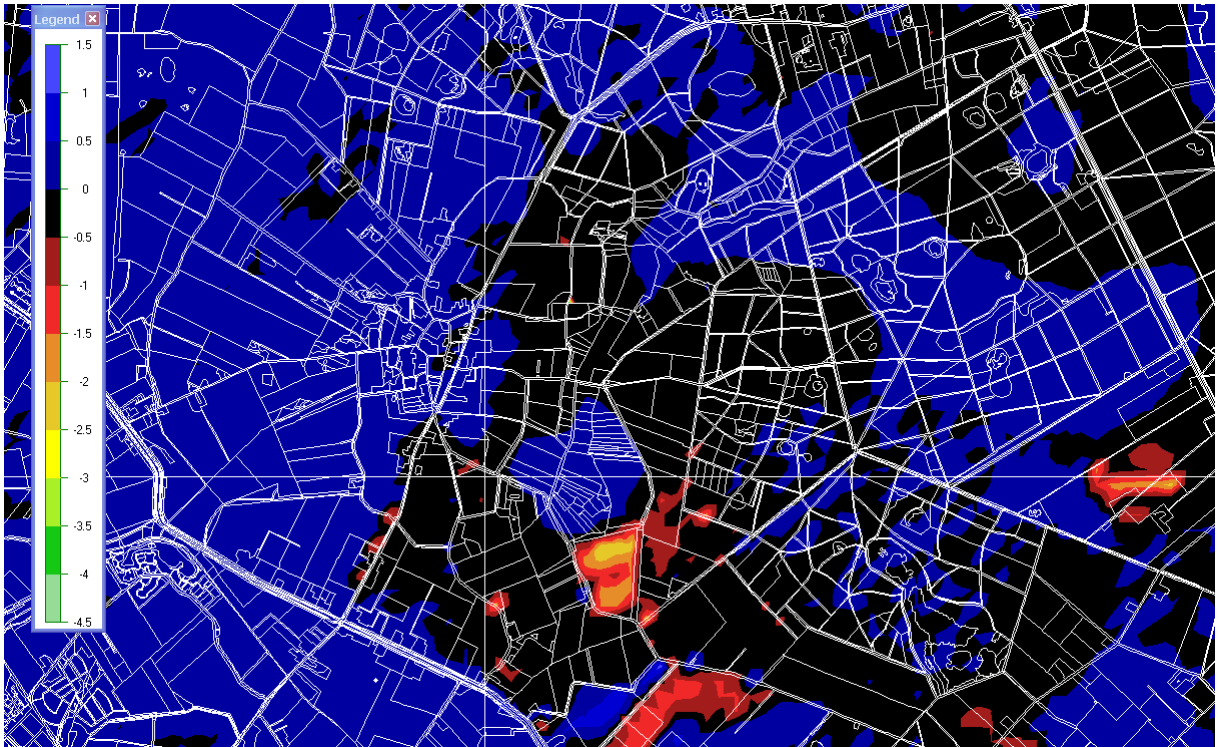
Figuur B9.6. Effect 0-scenario: verhoging diepe grondwater (h_5) ingezoomd voor Reitma (m).



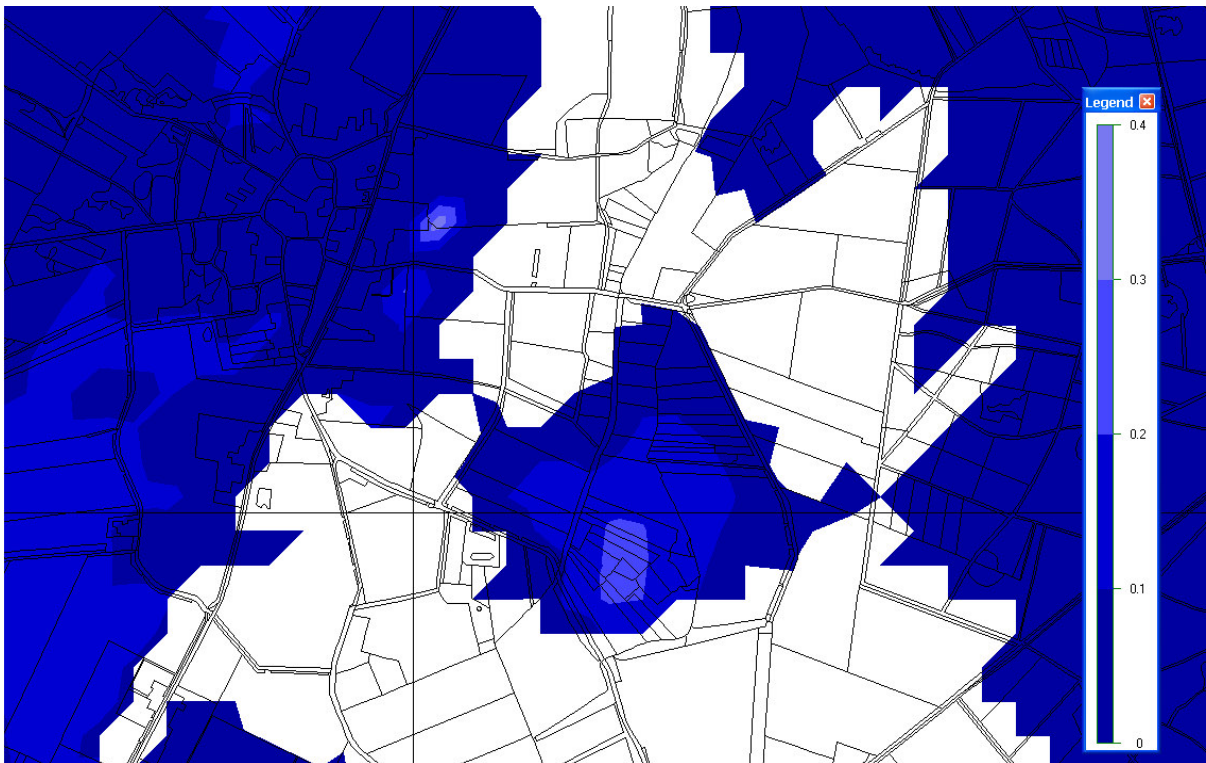
Figuur B9.7 Effect 0-scenario: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) (mm/dag).



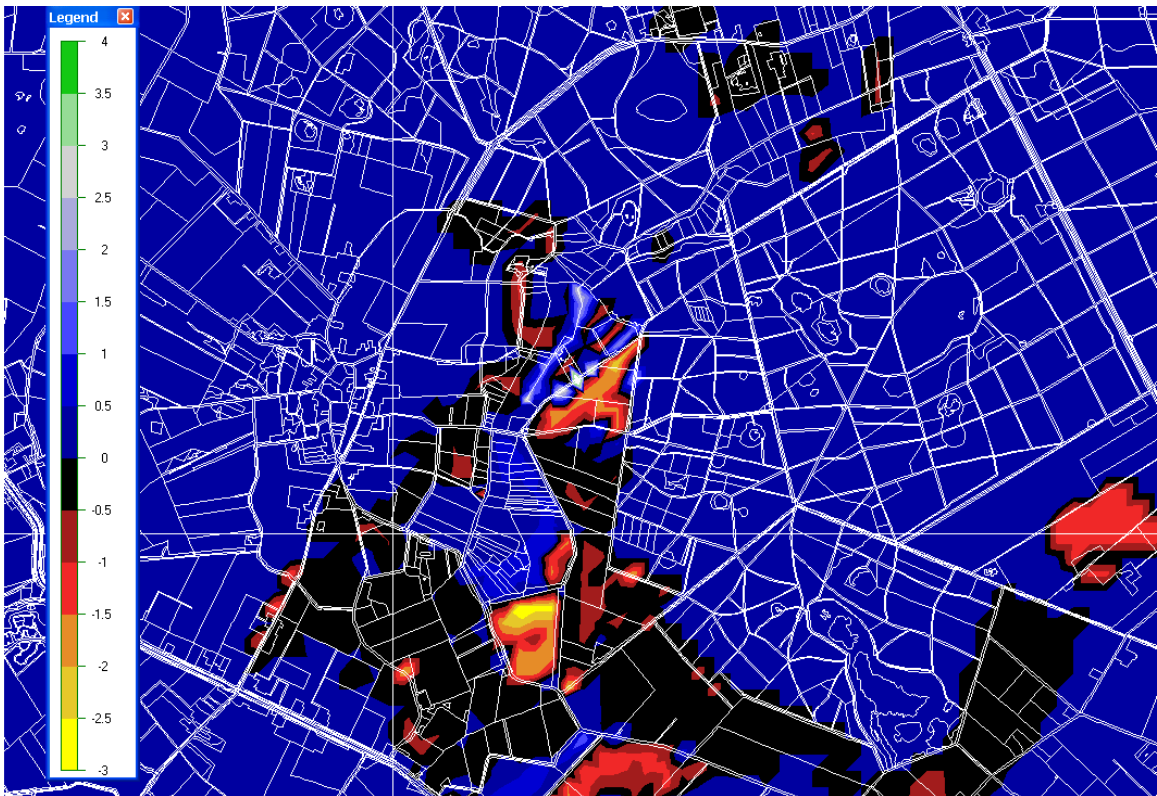
Figuur B9.8. Effect 0-scenario: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag).



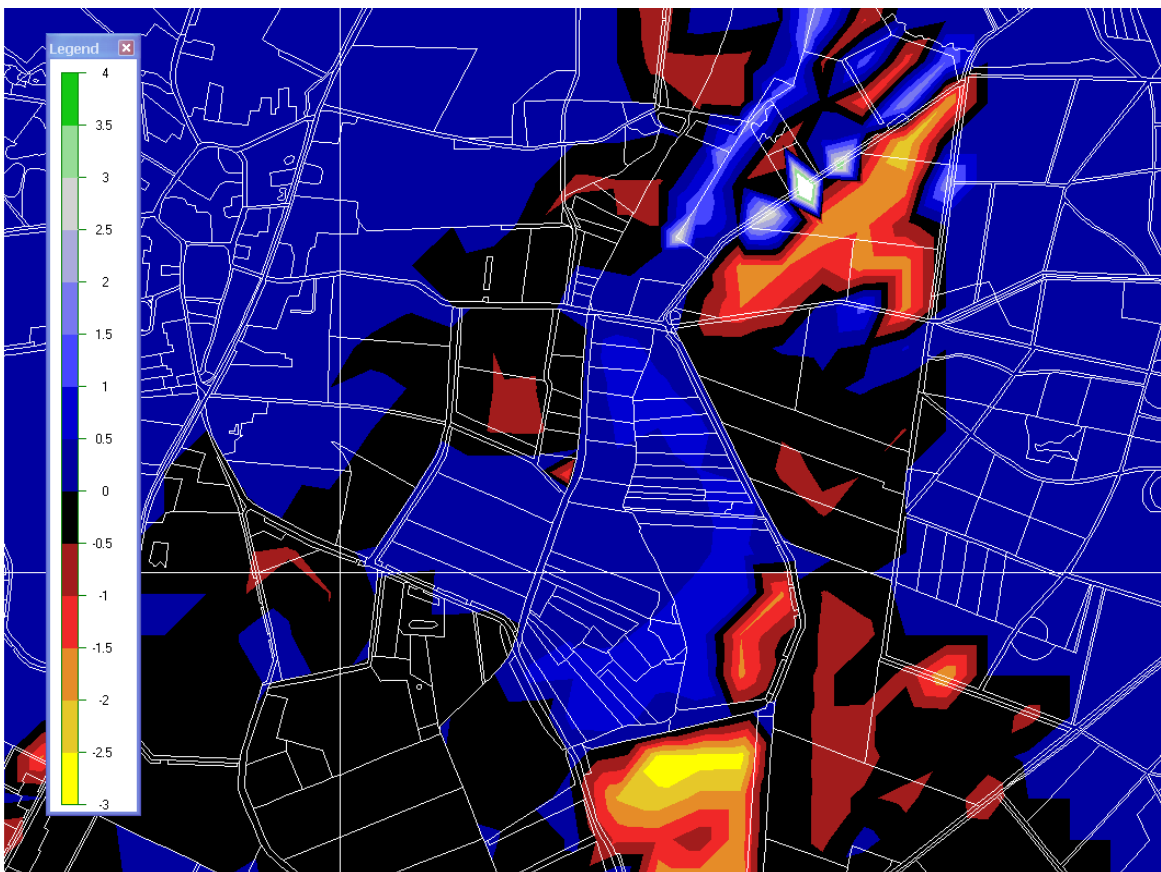
Figuur B9.9. Effect 0-scenario: toename diepe kwel ($h_5 \rightarrow h_4$) (mm/dag).



Figuur B9.10. Effect 0-scenario: toename diepe kwel ($h_5 \rightarrow h_4$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag).



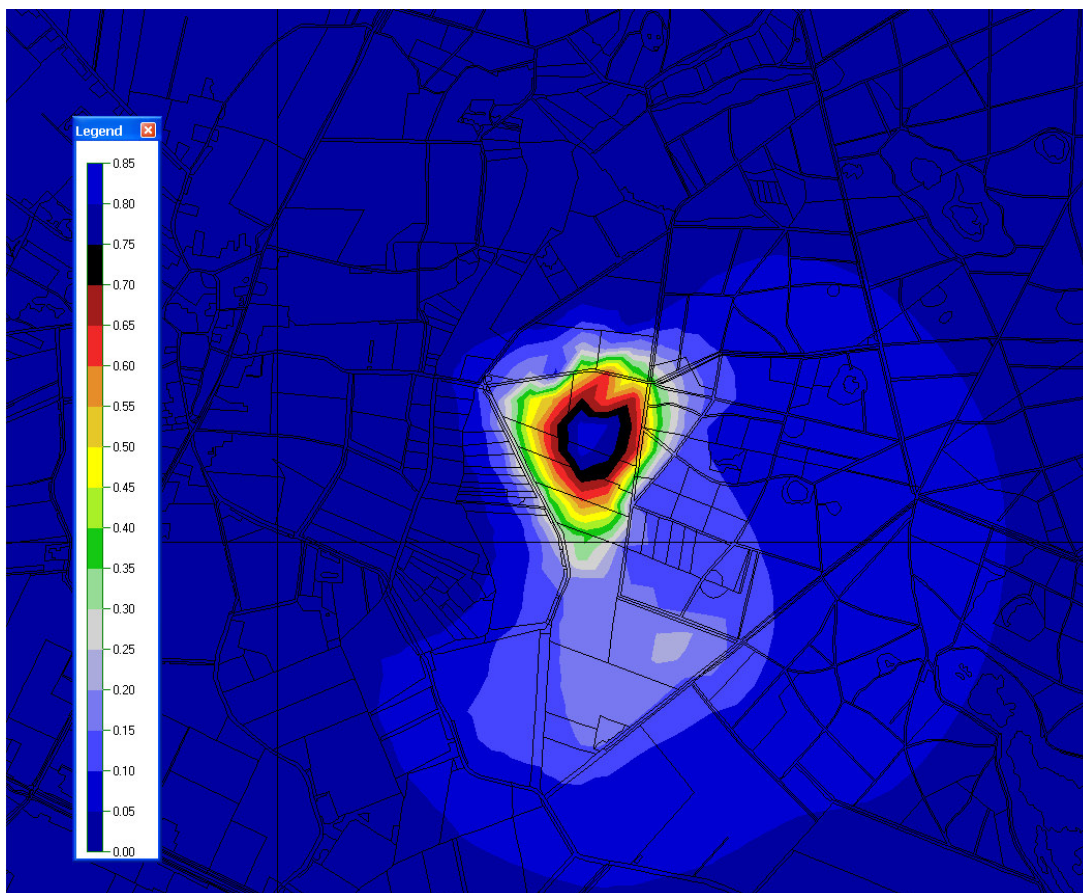
Figuur B9.11. Effect 0-scenario: toename ondiepe kwel ($h_1 \rightarrow dh_1$) naar diffuus topsysteem (mm/dag).



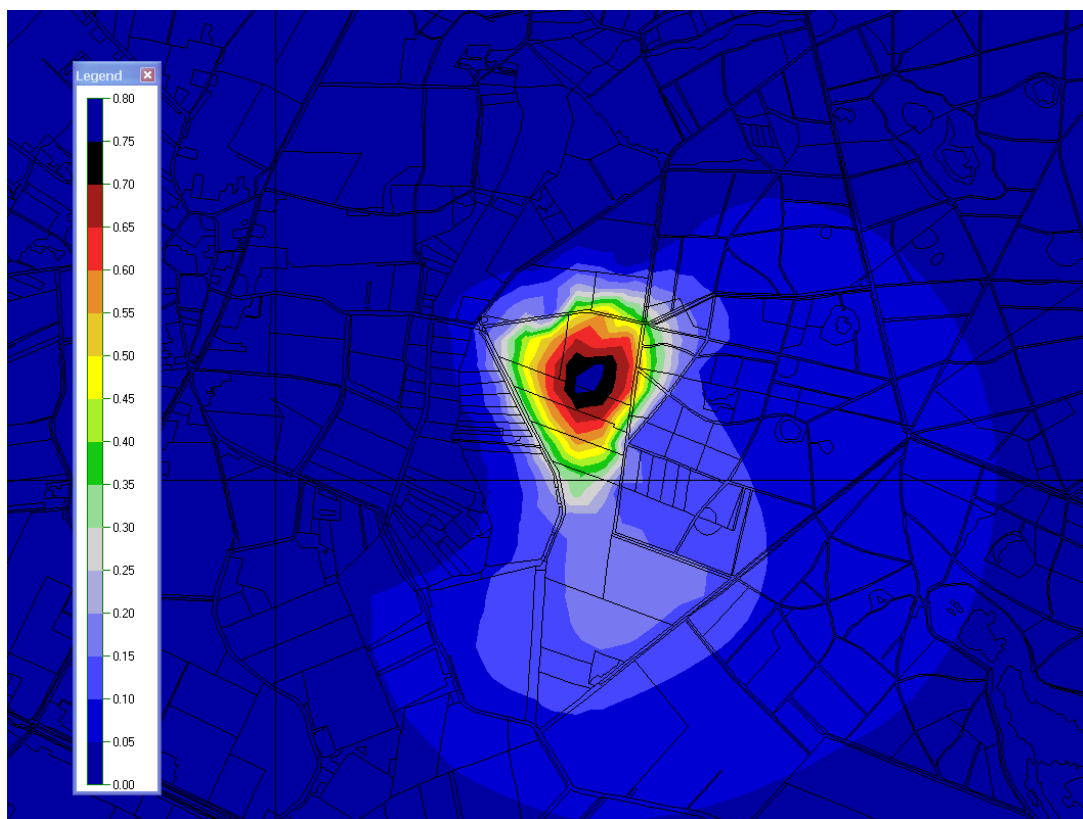
Figuur B9.12. Effect 0-scenario: toename ondiepe kwel ($h_1 \rightarrow dh_1$) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.

Bijlage 10

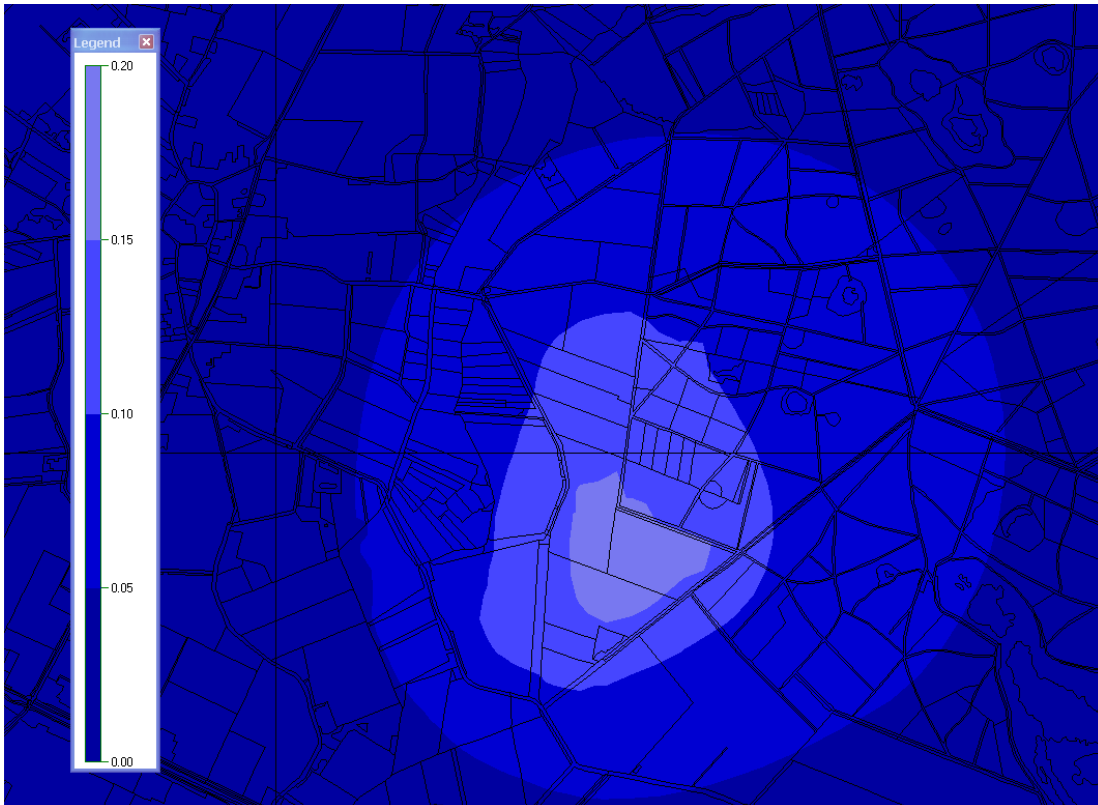
Effecten scenario B t.o.v. 0-scenario



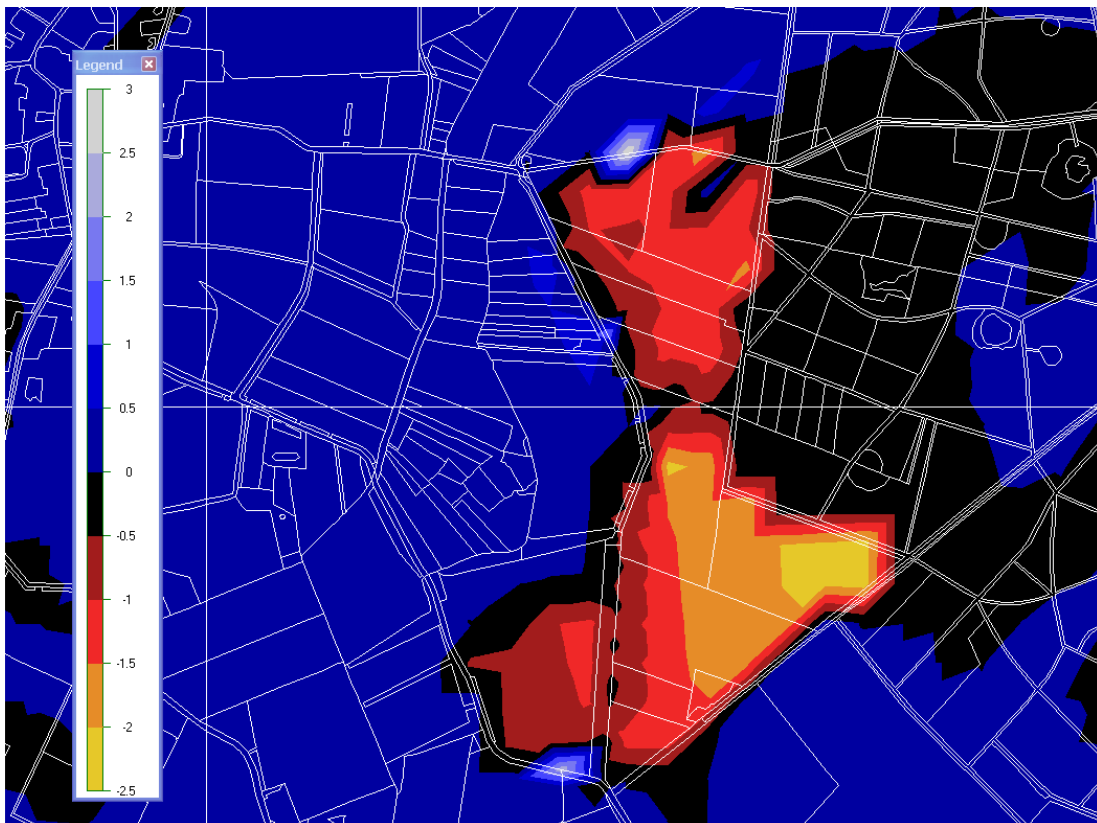
Bijlage 10.1. Effect scenario B (tov 0-scenario): verhoging freatisch grondwater (m)



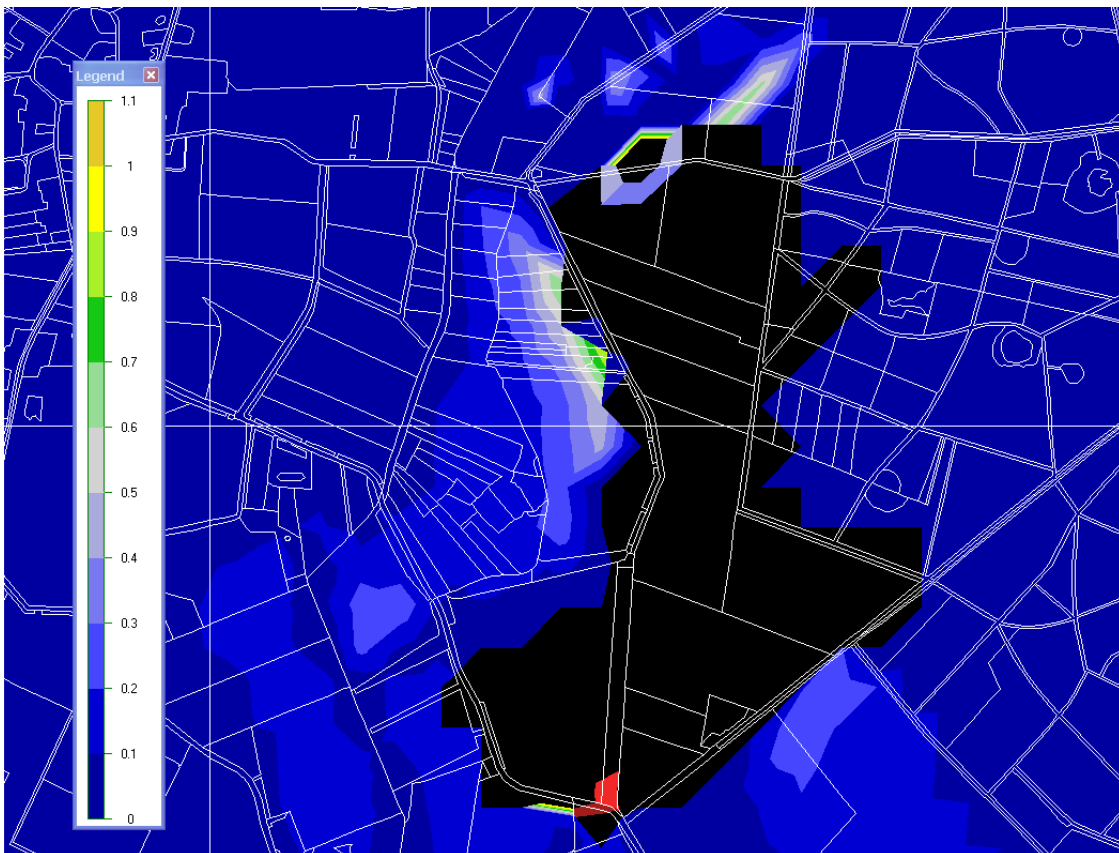
Bijlage 10.2. Effect scenario B (tov 0-scenario): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



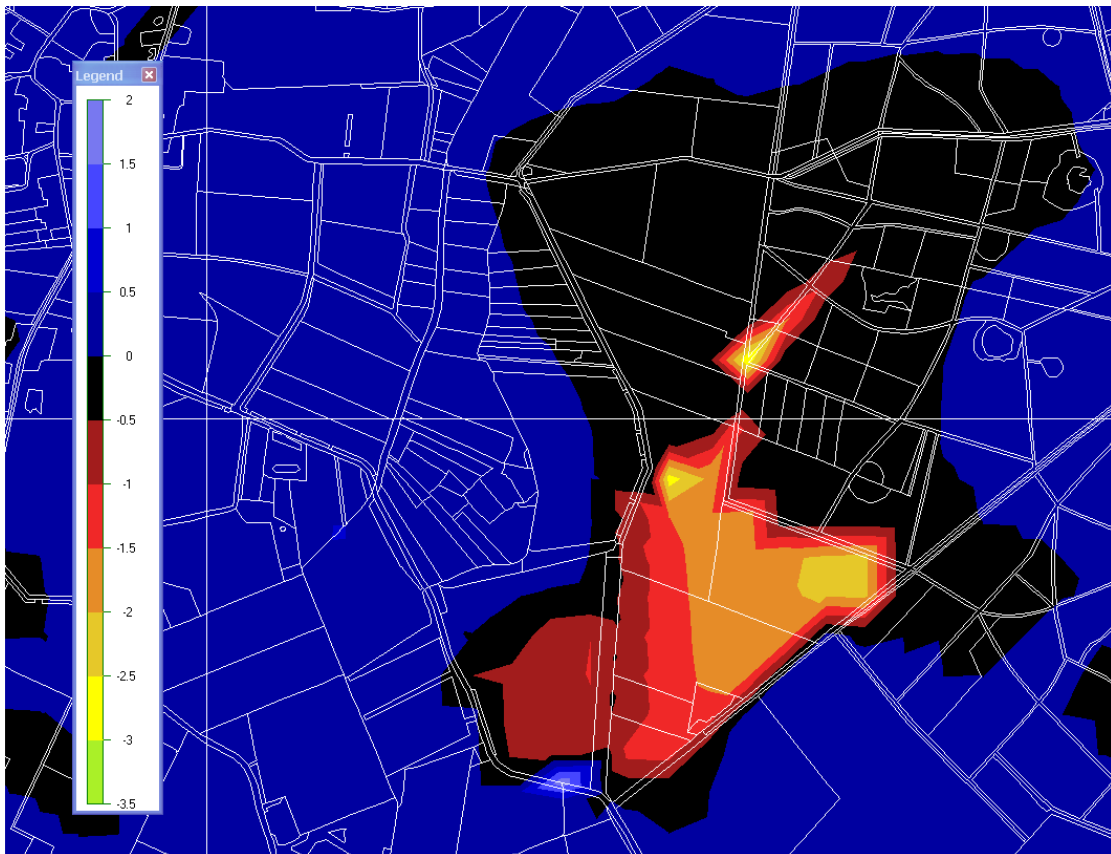
Bijlage 10.3. Effect scenario B (tov model 2005): verhoging diepe grondwater (h5) (m)



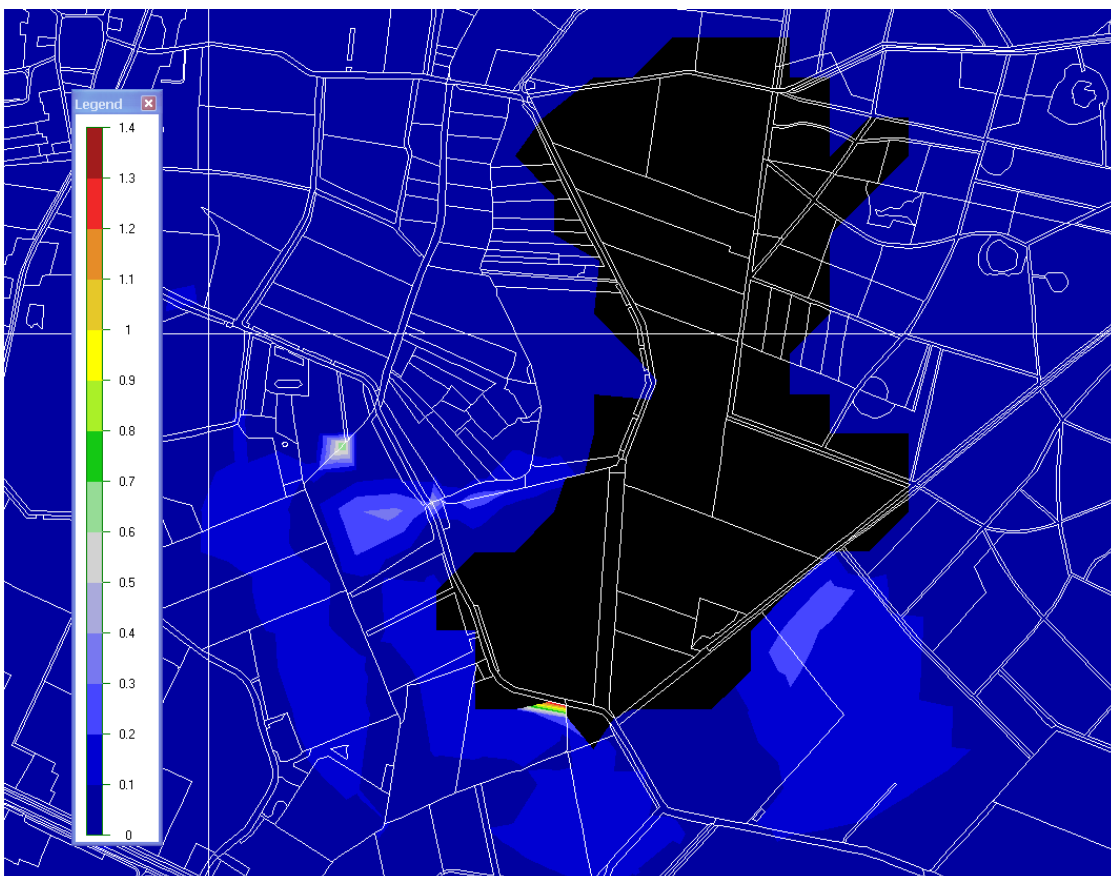
Bijlage 10.4. Effect scenario B: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) (mm/dag).



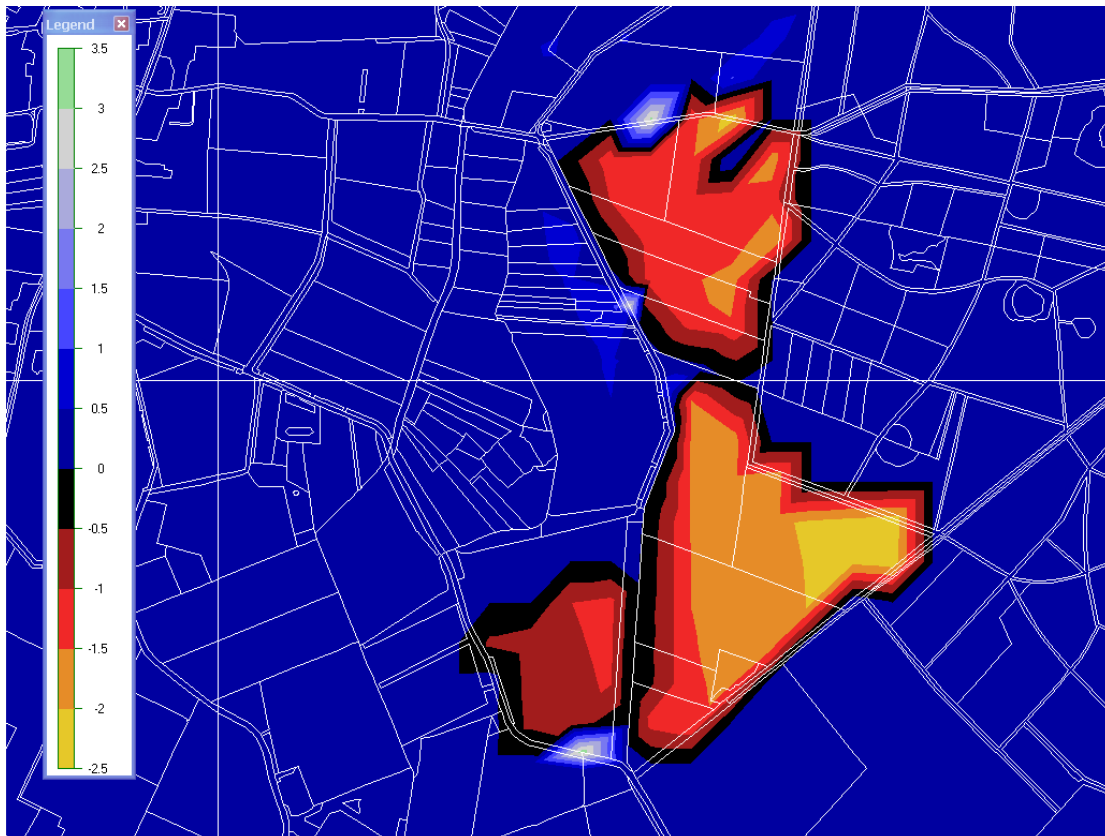
Bijlage 10.5. Effect scenario B: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag). (zwart = wegzijging).



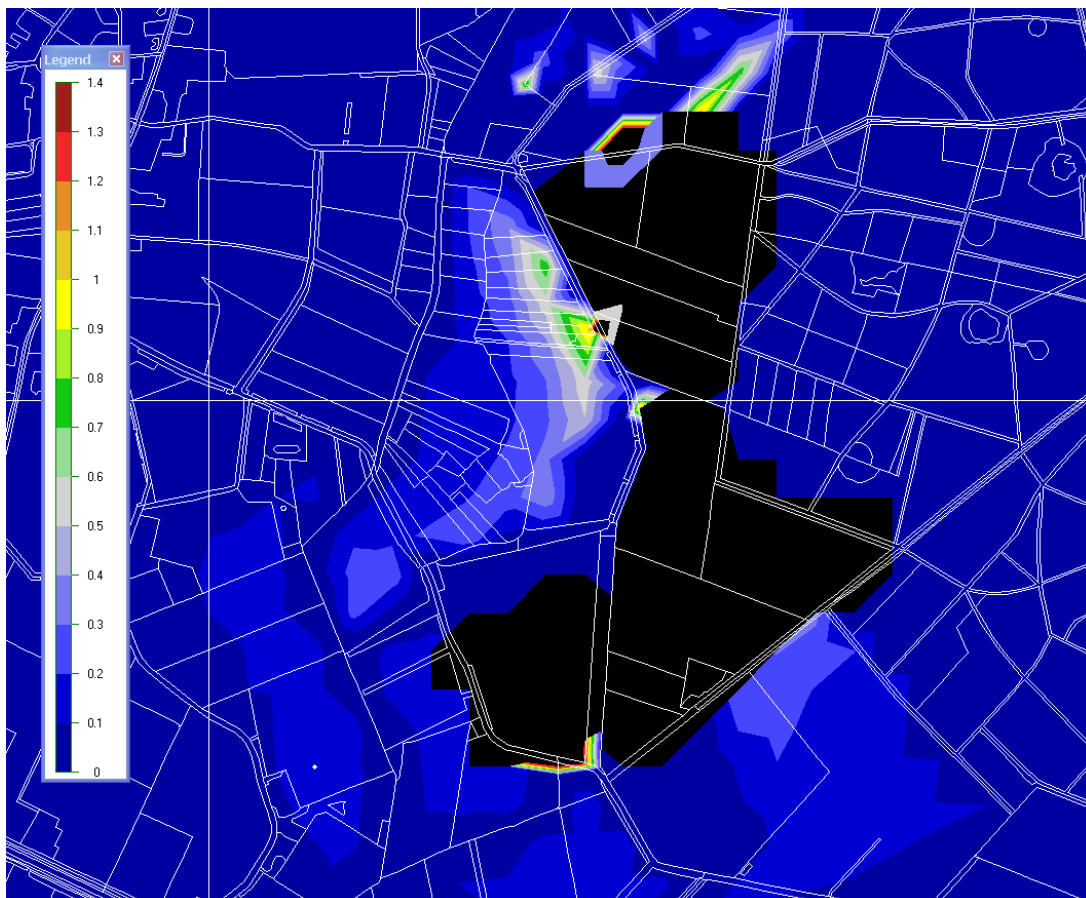
Bijlage 10.6. Effect scenario B: toename diepe kwel ($h_5 \rightarrow h_4$) (mm/dag).



Bijlage 10.7. Effect scenario B: toename diepe kwel ($h_5 \rightarrow h_4$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag).



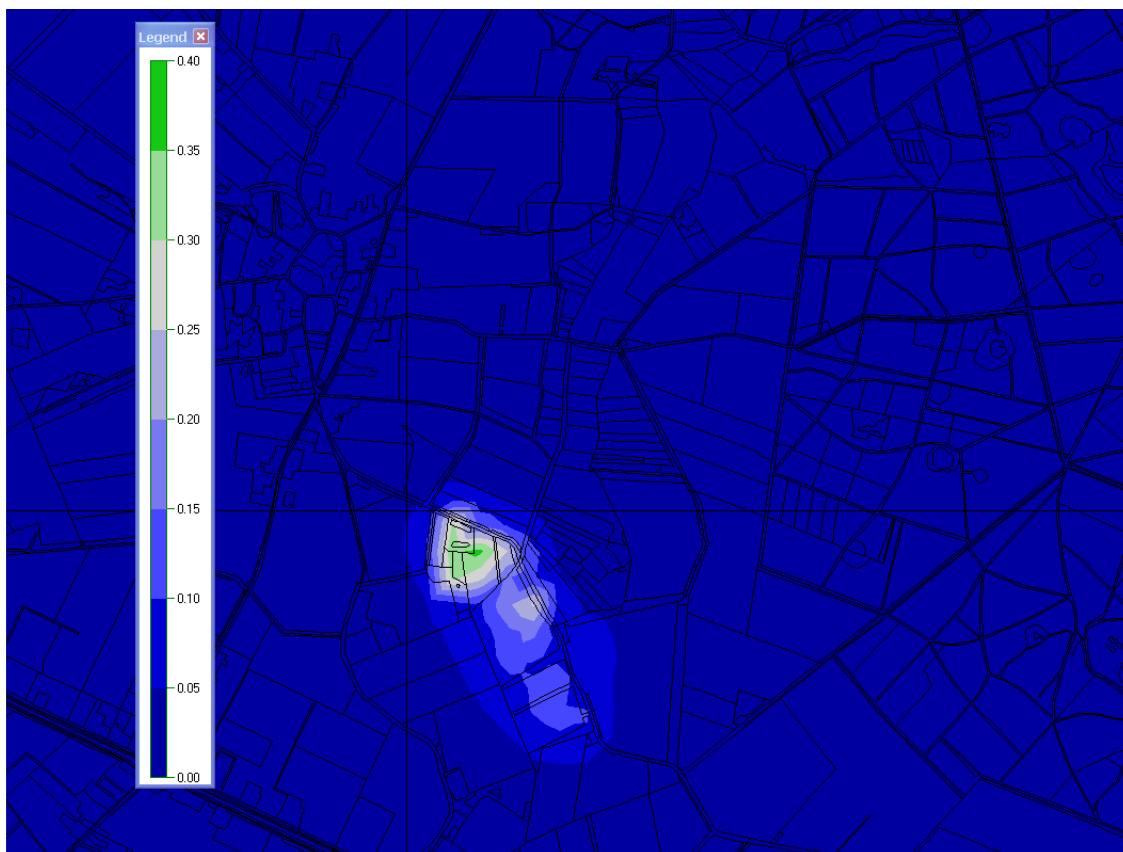
Bijlage 10.8. Effect scenario B: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag).



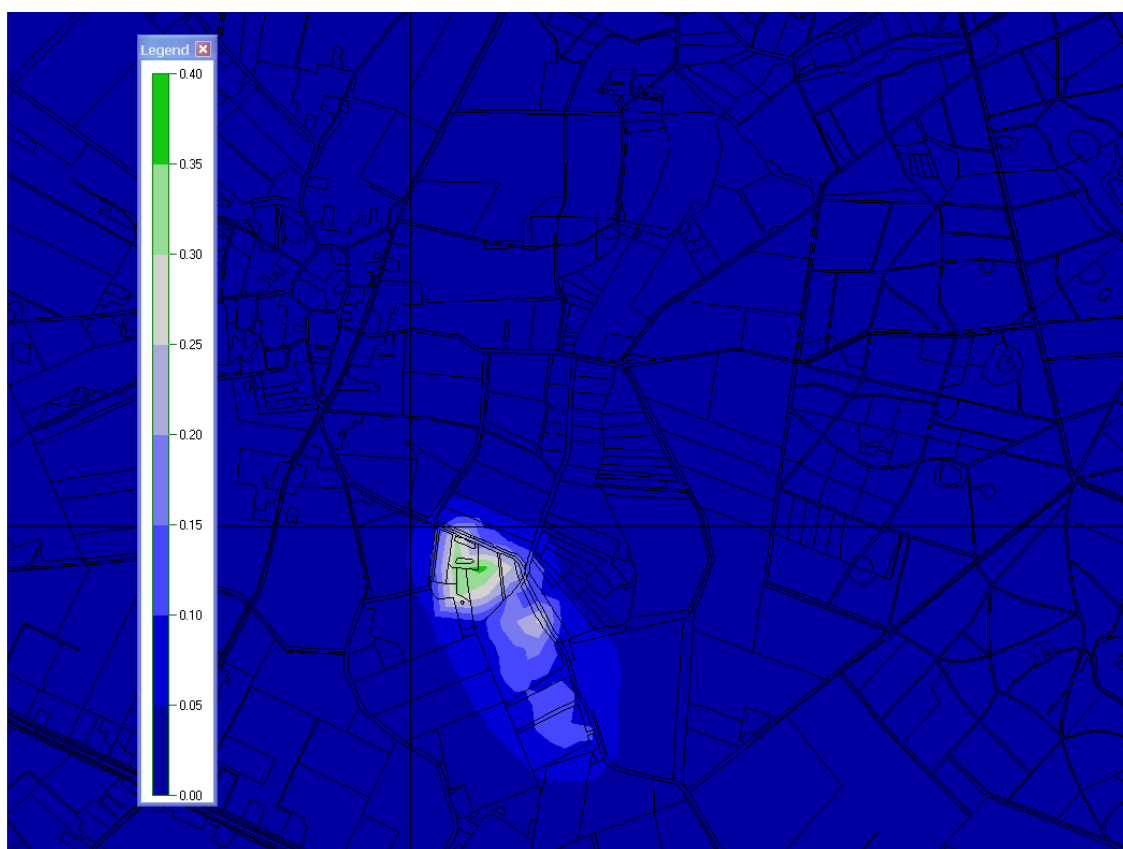
Bijlage 10.9. Effect scenario B: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.

Bijlage 11

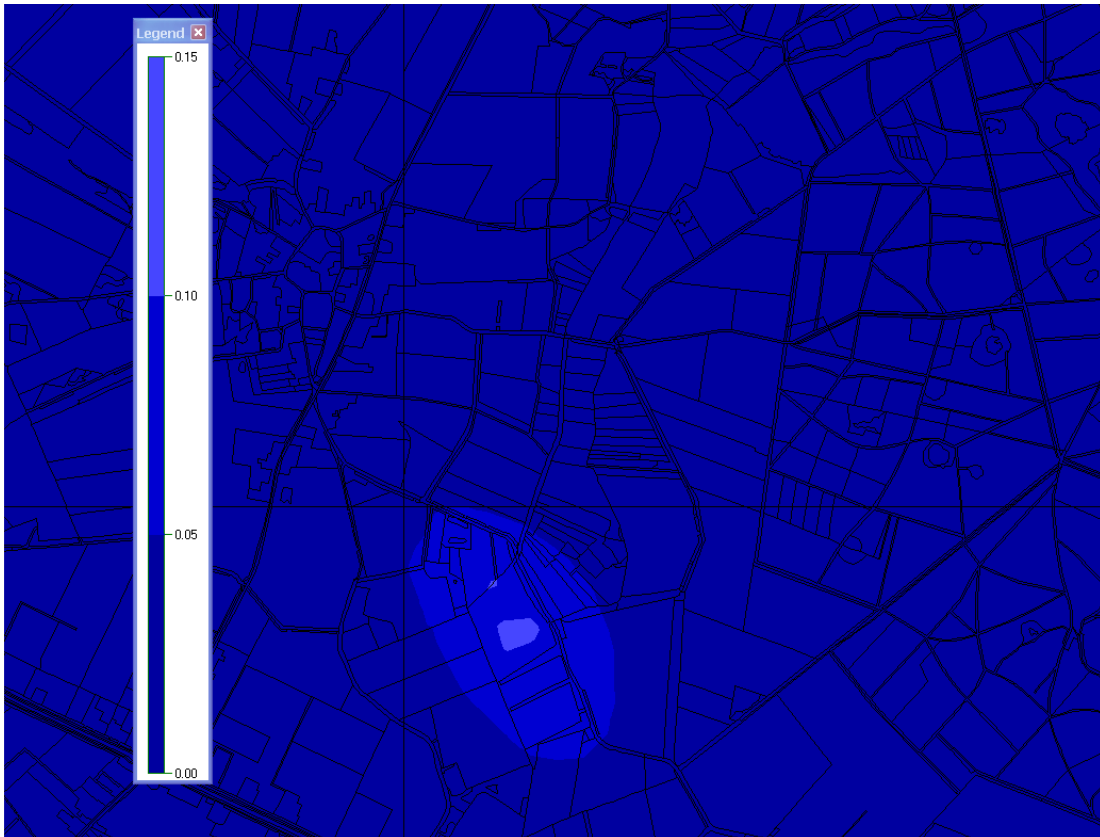
Effecten scenario C t.o.v. 0-scenario



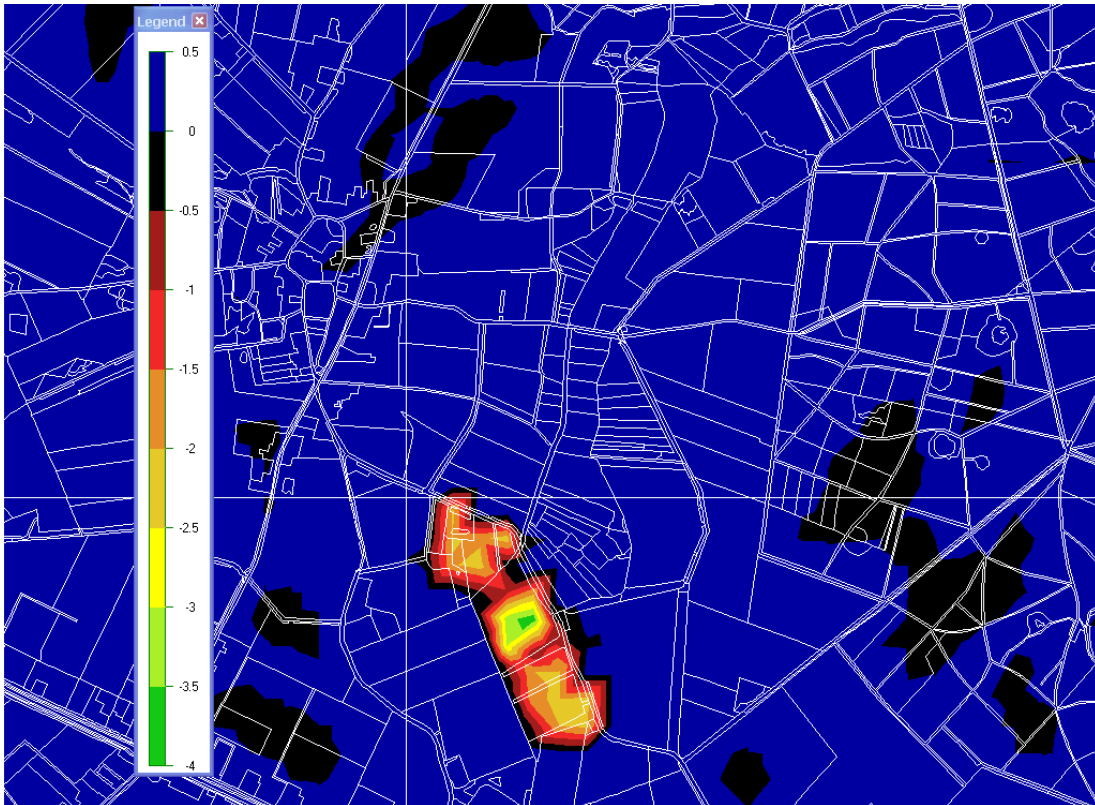
Effect scenario C (tov 0-scenario): verhoging freatisch grondwater (m)



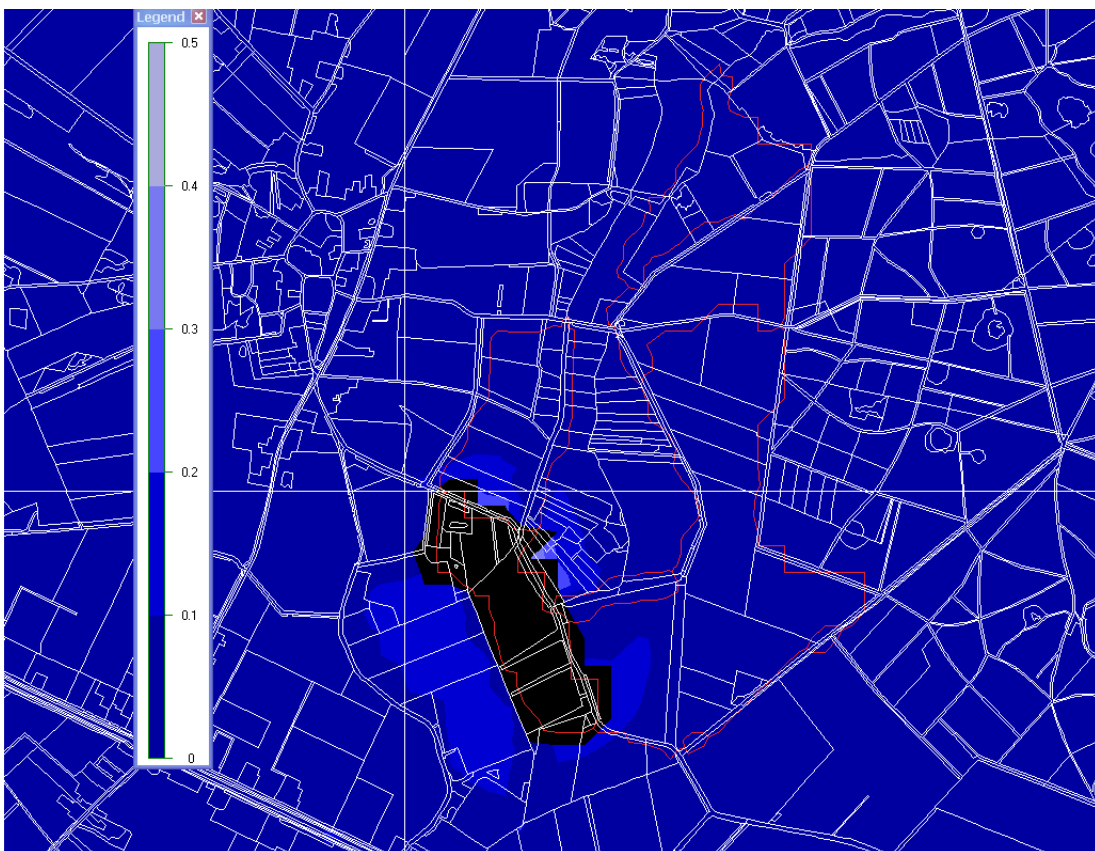
Effect scenario C (tov 0-scenario): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



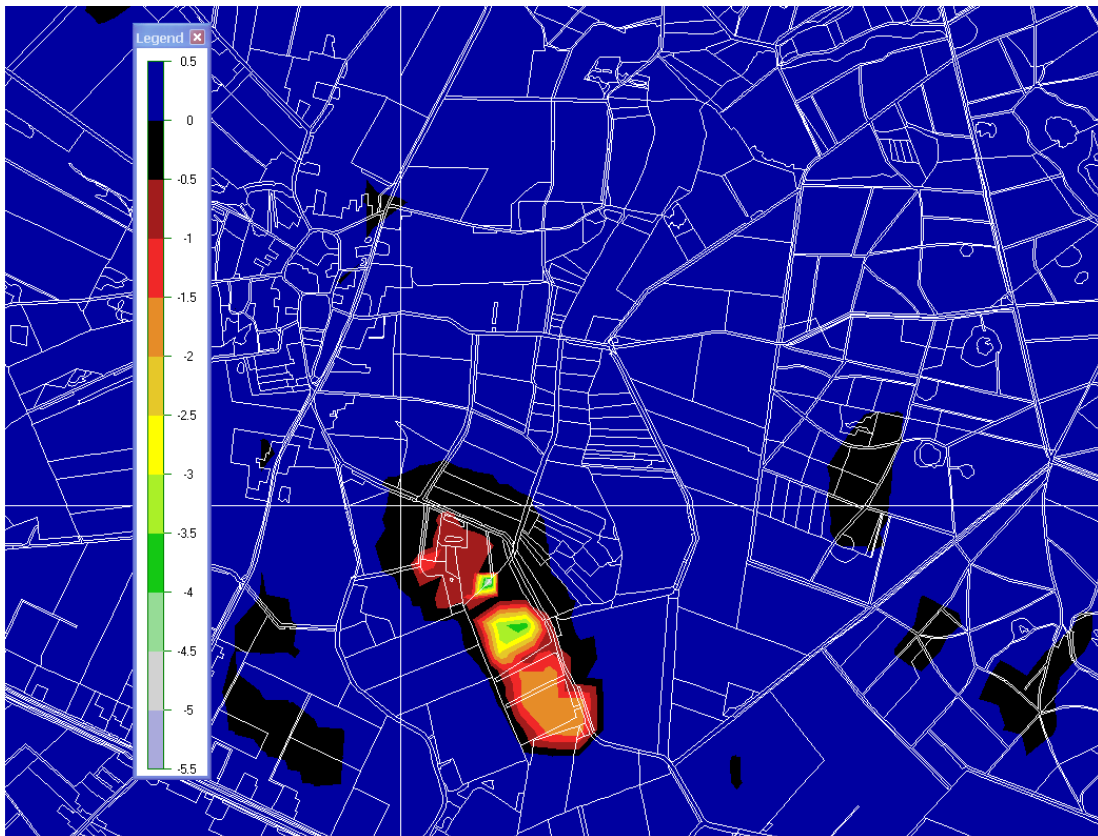
Effect scenario C (tov 0-scenario): verhoging diepe grondwater (h5) (m)



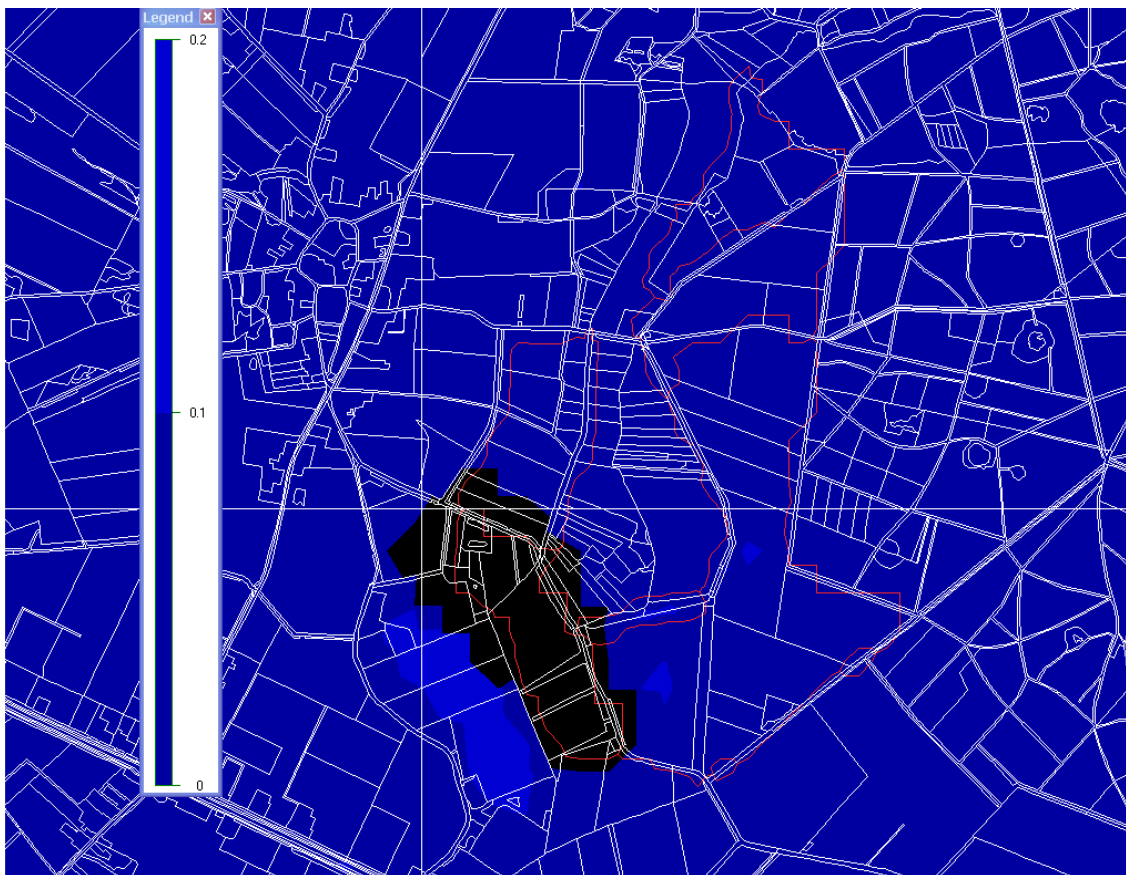
Effect scenario C: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) (mm/dag).



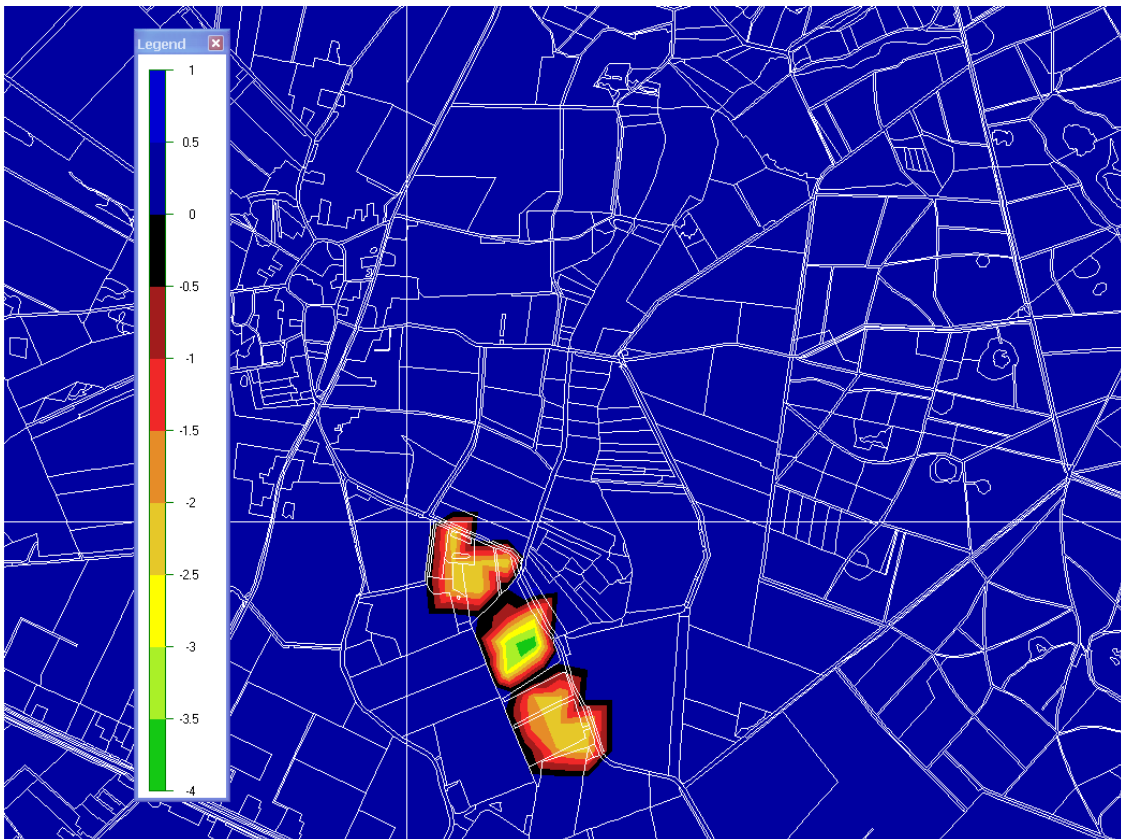
Effect scenario C: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag). (zwart = wegzijging).



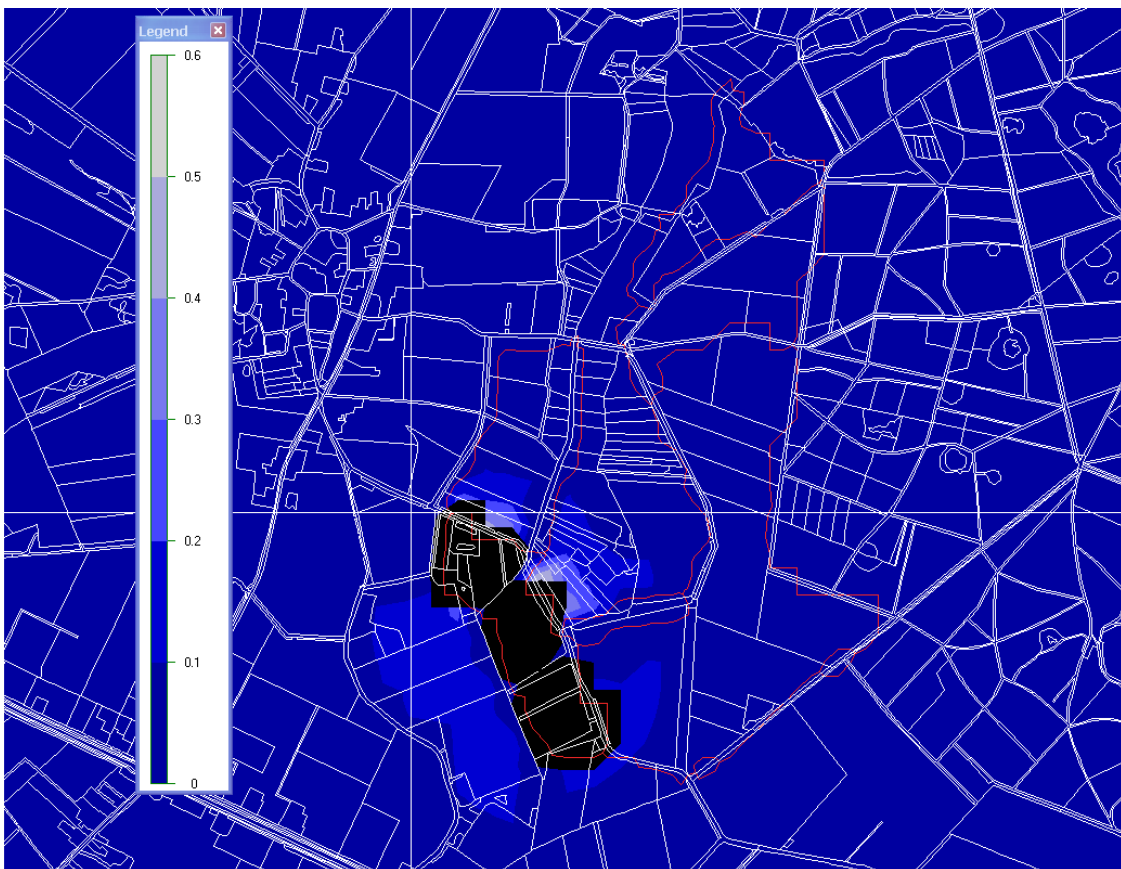
Effect scenario C: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag).



Effect scenario C: toename diepe kwel (h5-> h4) ingezoomd voor Reitma (mm/dag).



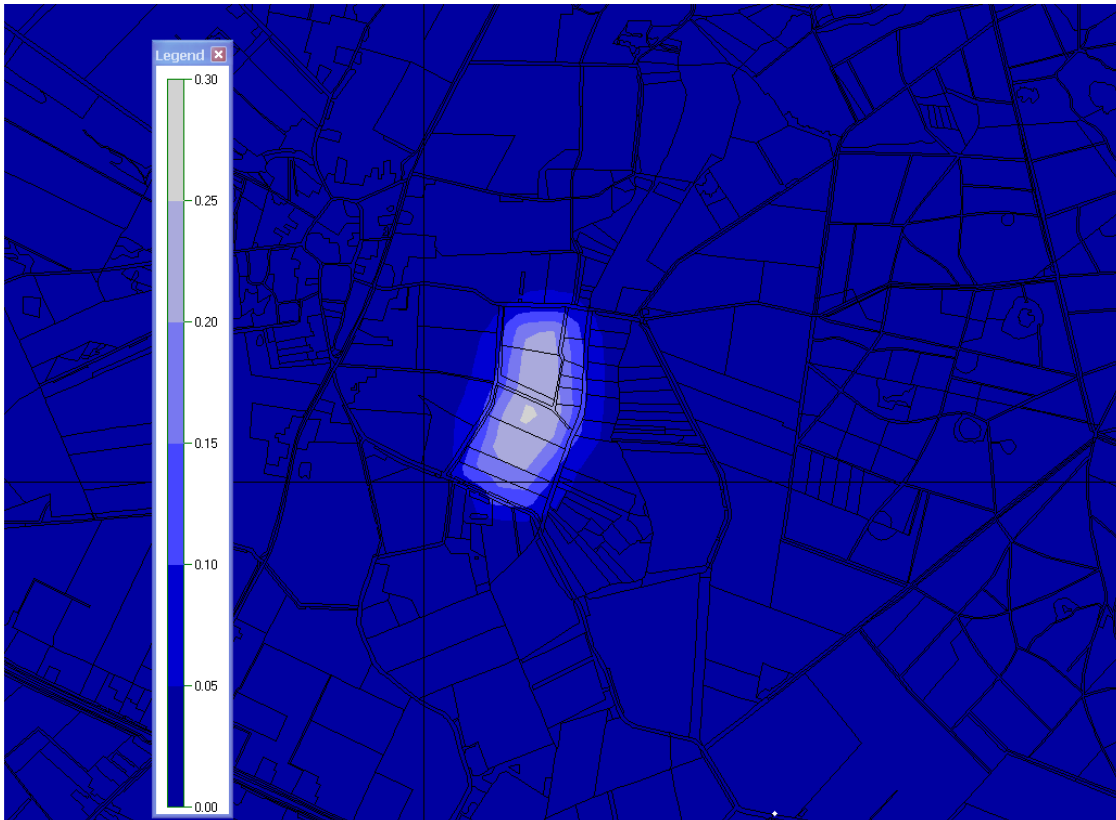
Effect scenario C: toename ondiepe kwel ($h_1 \rightarrow dh_1$) naar diffuus topsysteem (mm/dag).



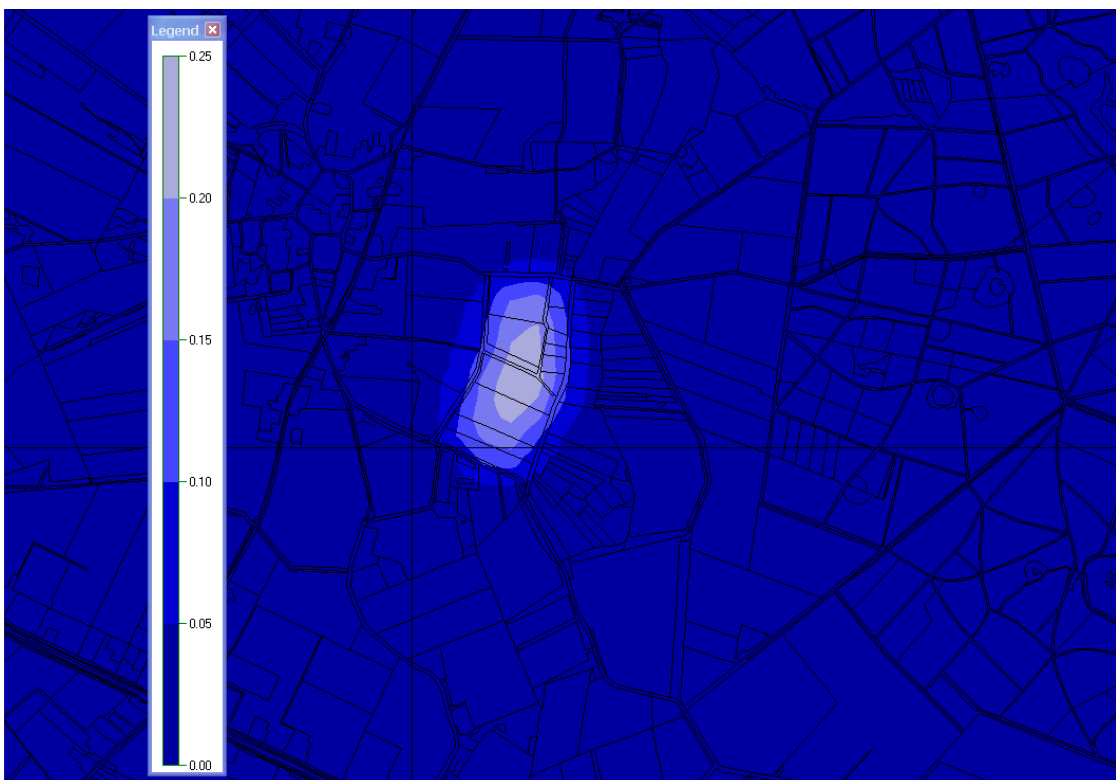
Effect scenario C: toename ondiepe kwel ($h_1 \rightarrow dh_1$) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.

Bijlage 12

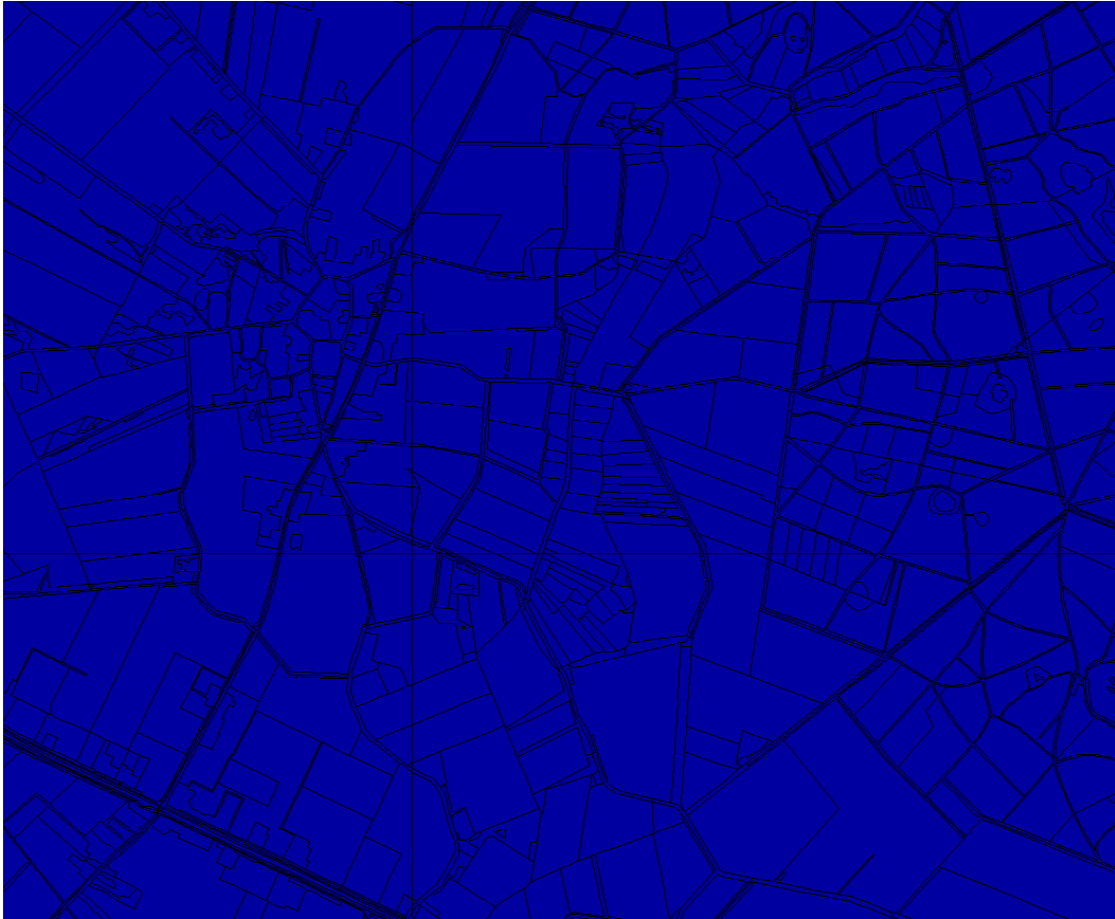
Effecten scenario D t.o.v. 0-scenario



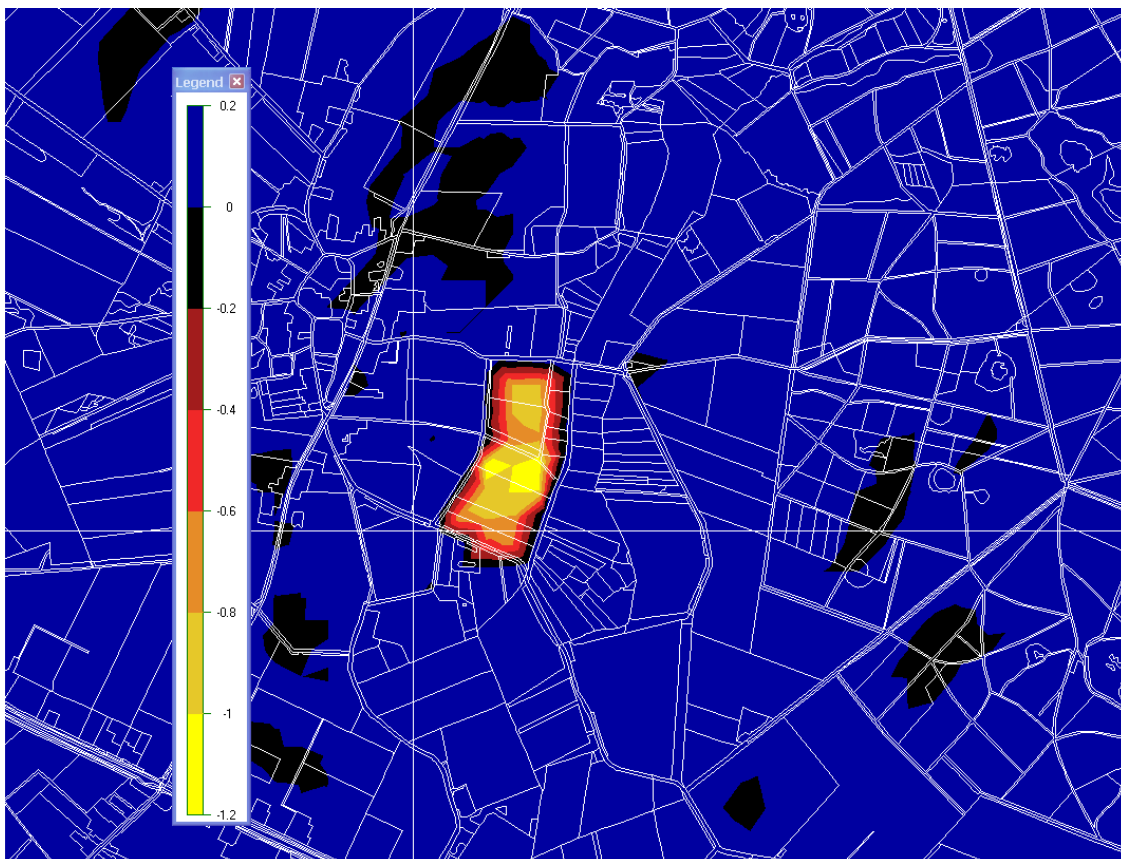
Effect scenario D (tov 0-scenario): verhoging freatisch grondwater (m)



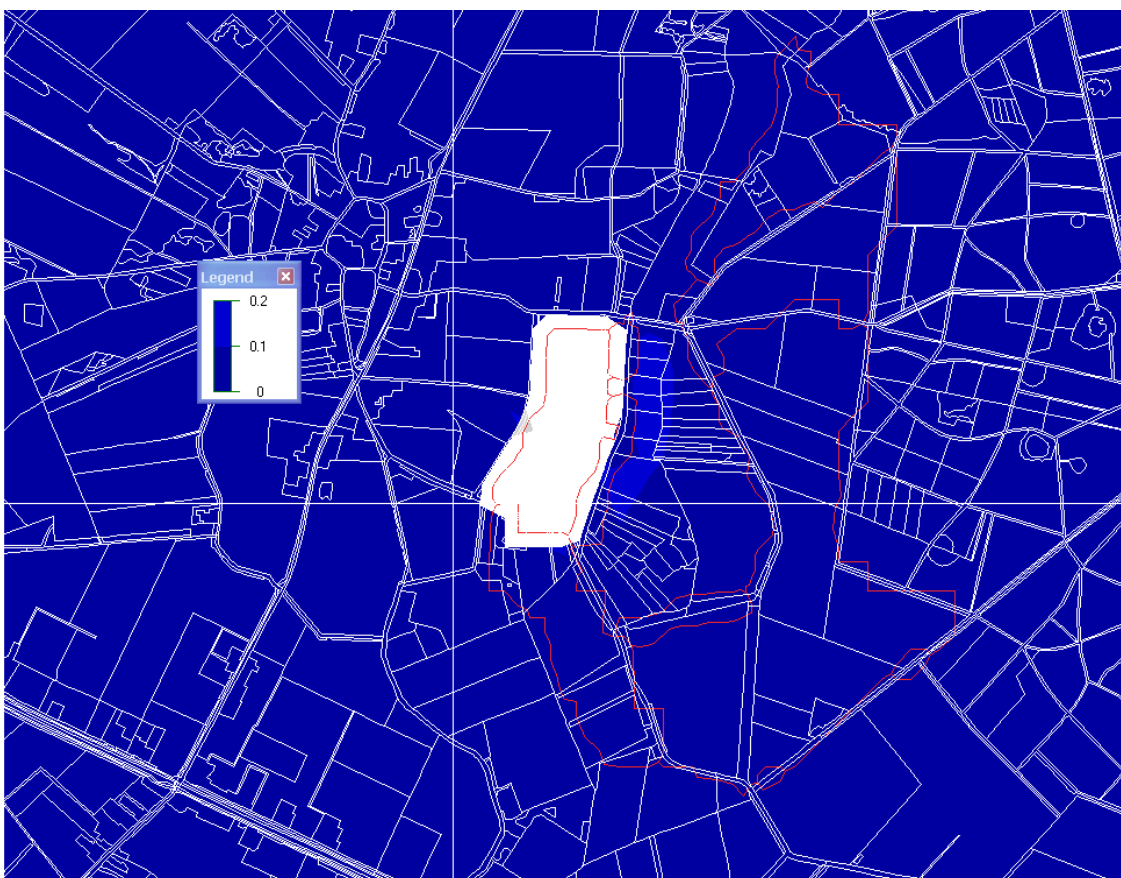
Effect scenario D (tov 0-scenario): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



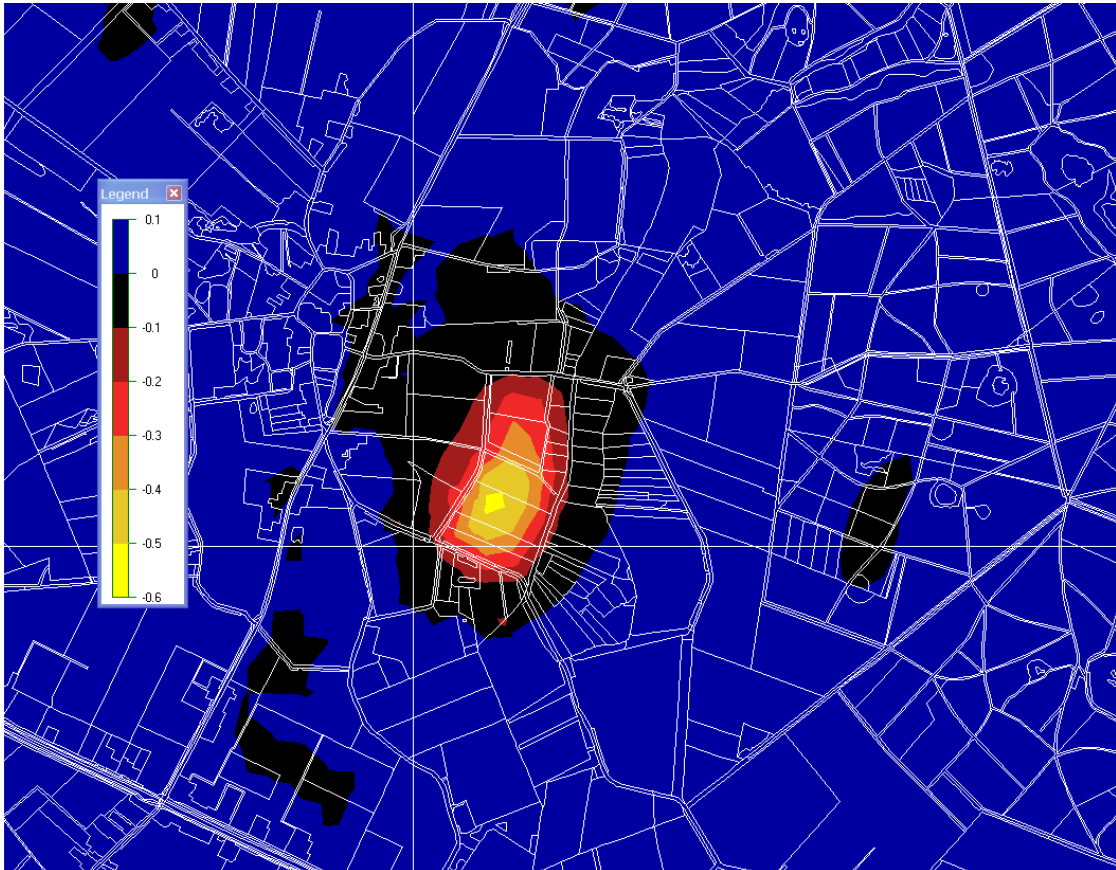
*Effect scenario D (tov 0-scenario): verhoging diepe grondwater (h_5) (m)
(effect kleiner dan 5 cm).*



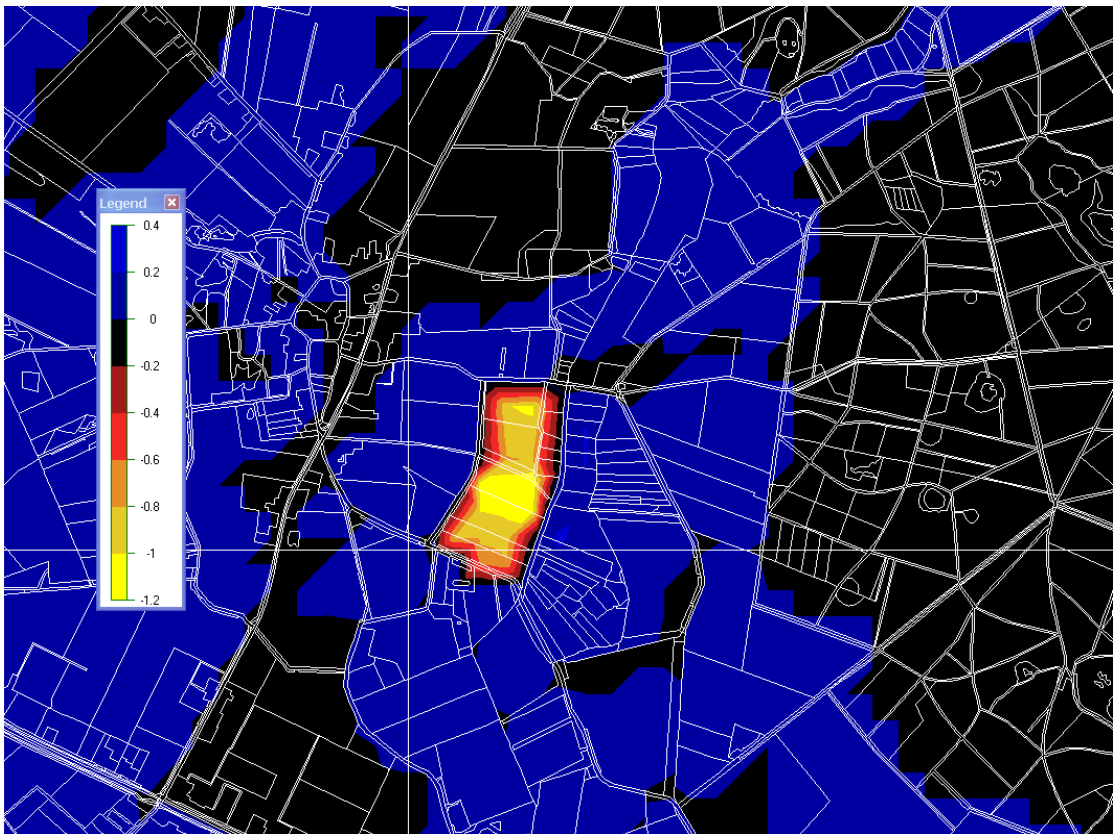
Effect scenario D: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) (mm/dag).



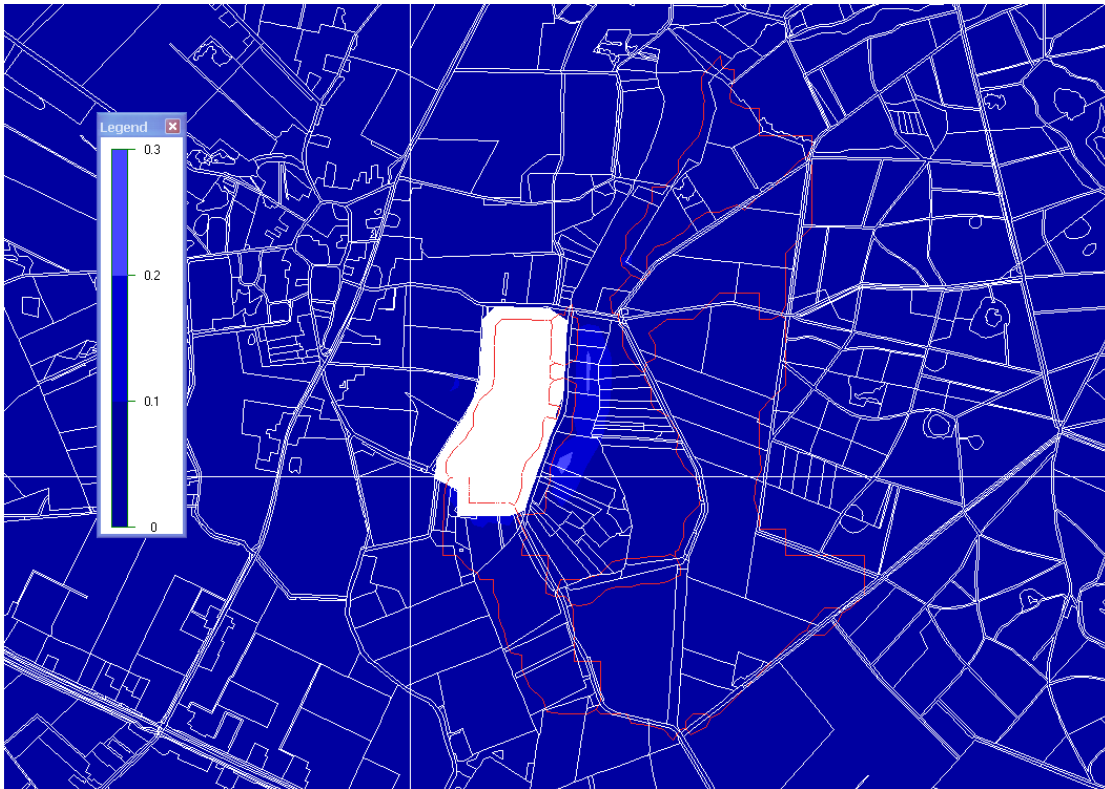
Effect scenario D: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag). (zwart = wegzijging).



Effect scenario D: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag).



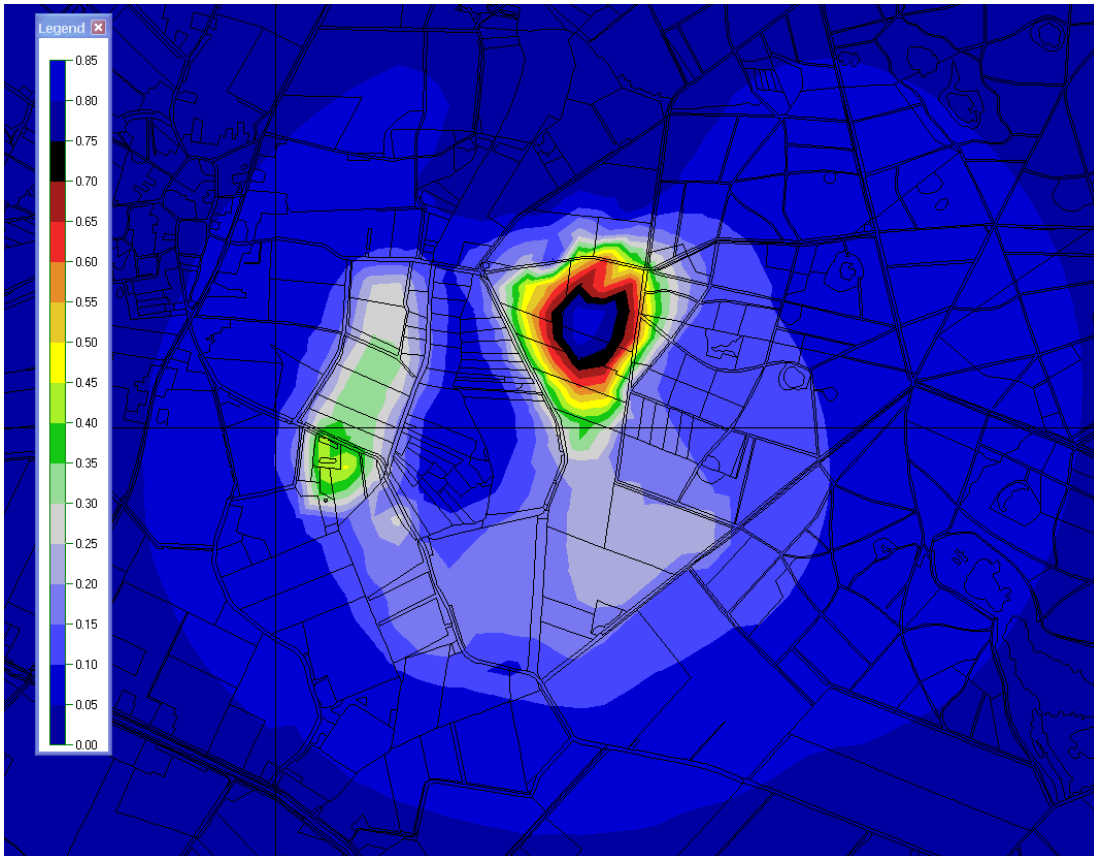
Effect scenario D: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag).



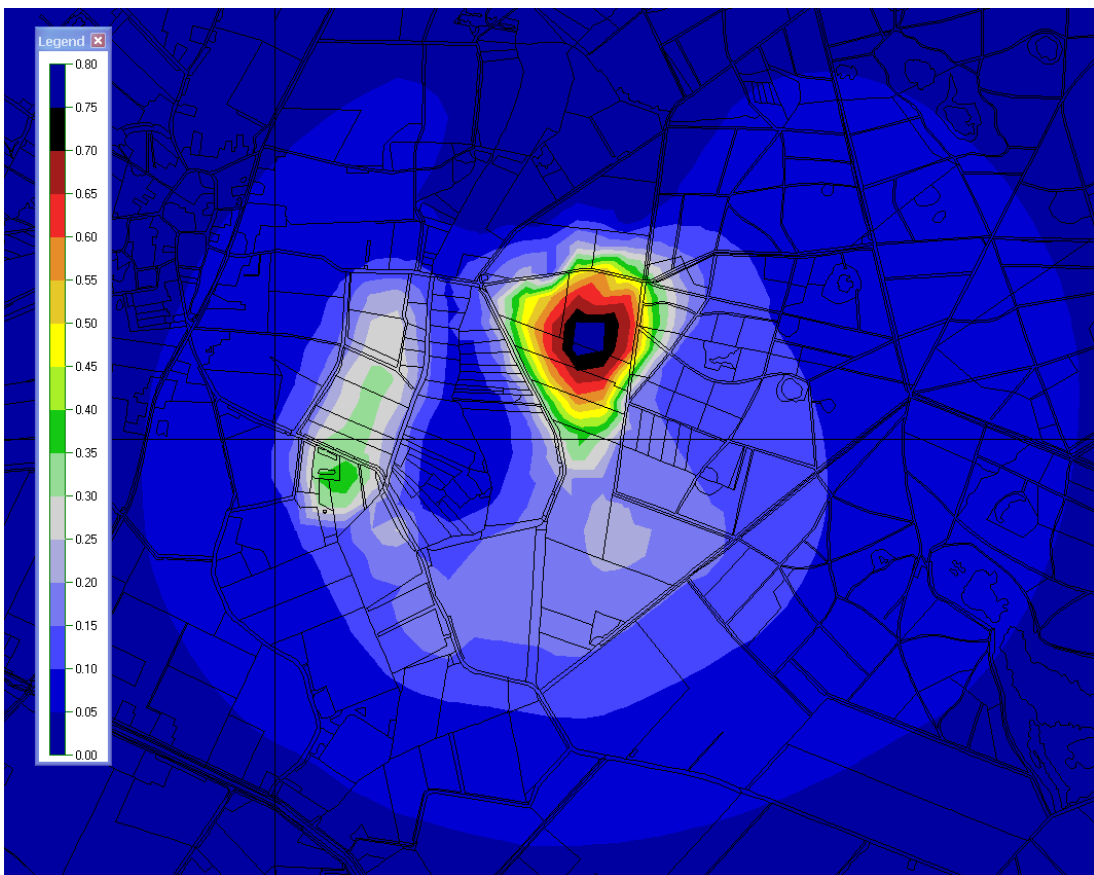
Effect scenario D: toename ondiepe kwel ($h_1 \rightarrow dh_1$) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.

Bijlage 13

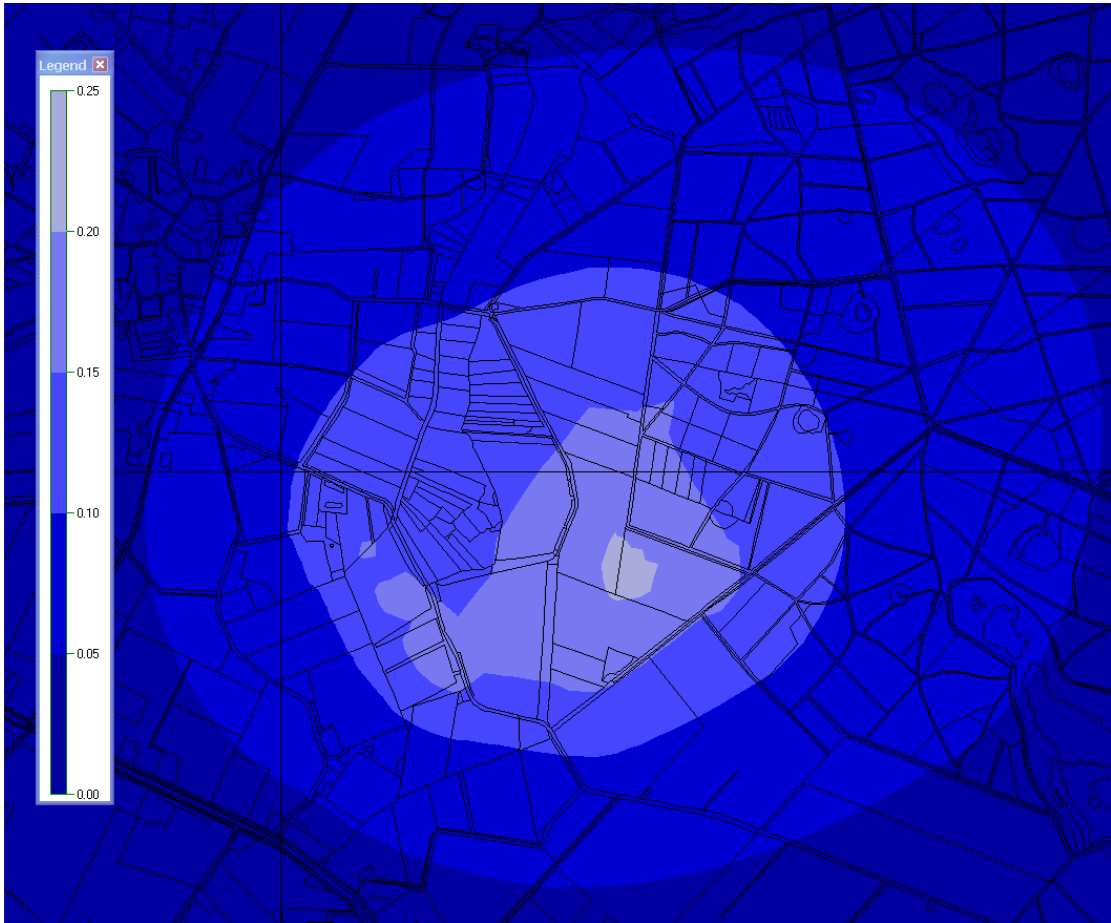
Effecten scenario B+C+D t.o.v. 0-scenario



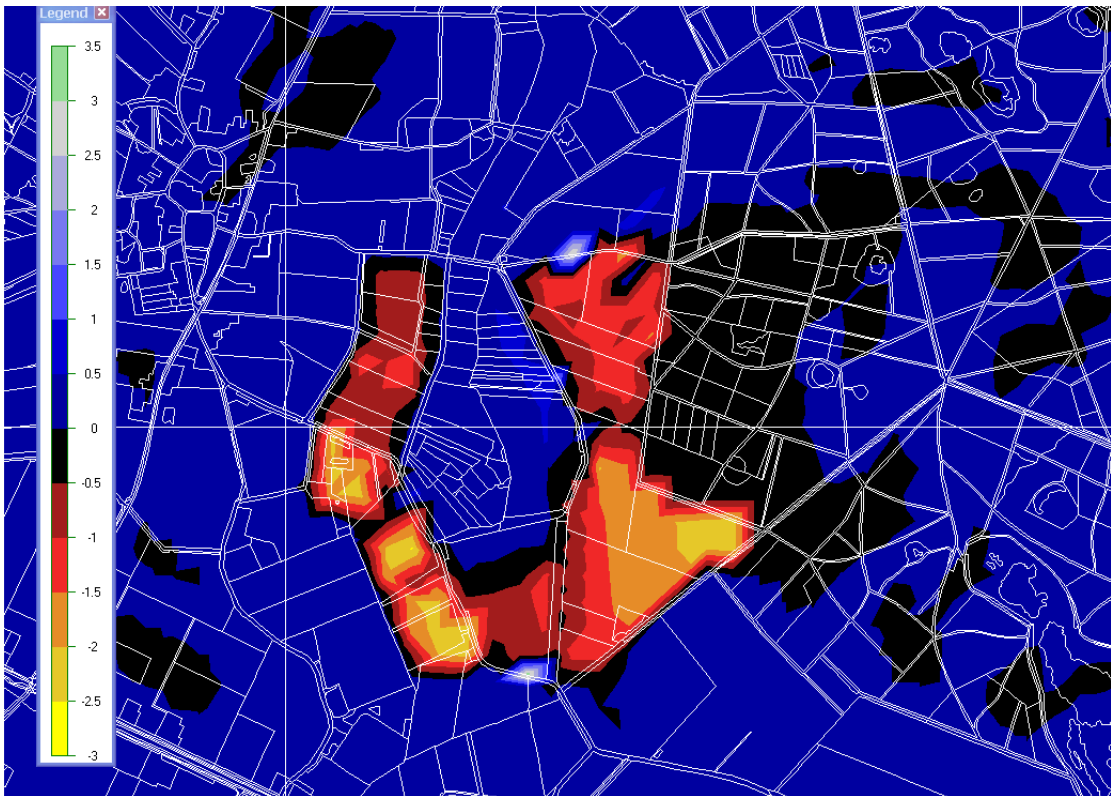
Effect scenario B+C+D (tov 0-scenario): verhoging freatisch grondwater (m)



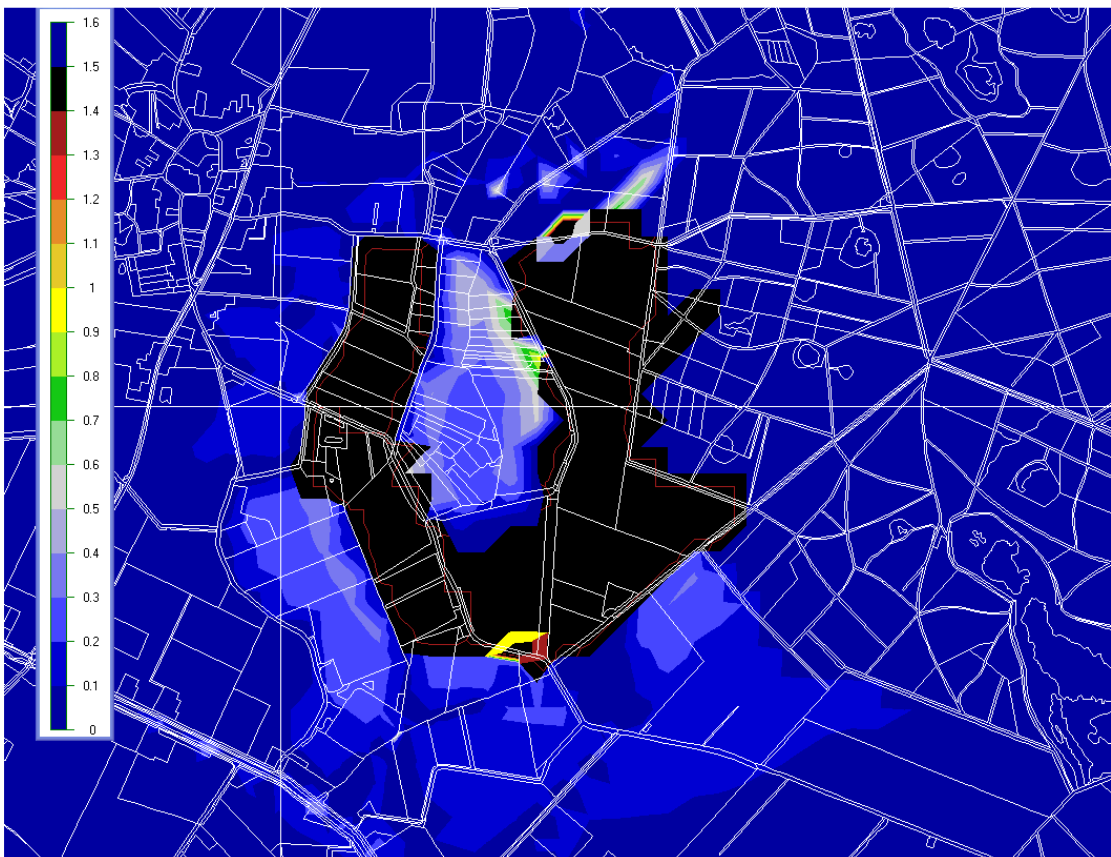
Effect scenario B+C+D (tov 0-scenario): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



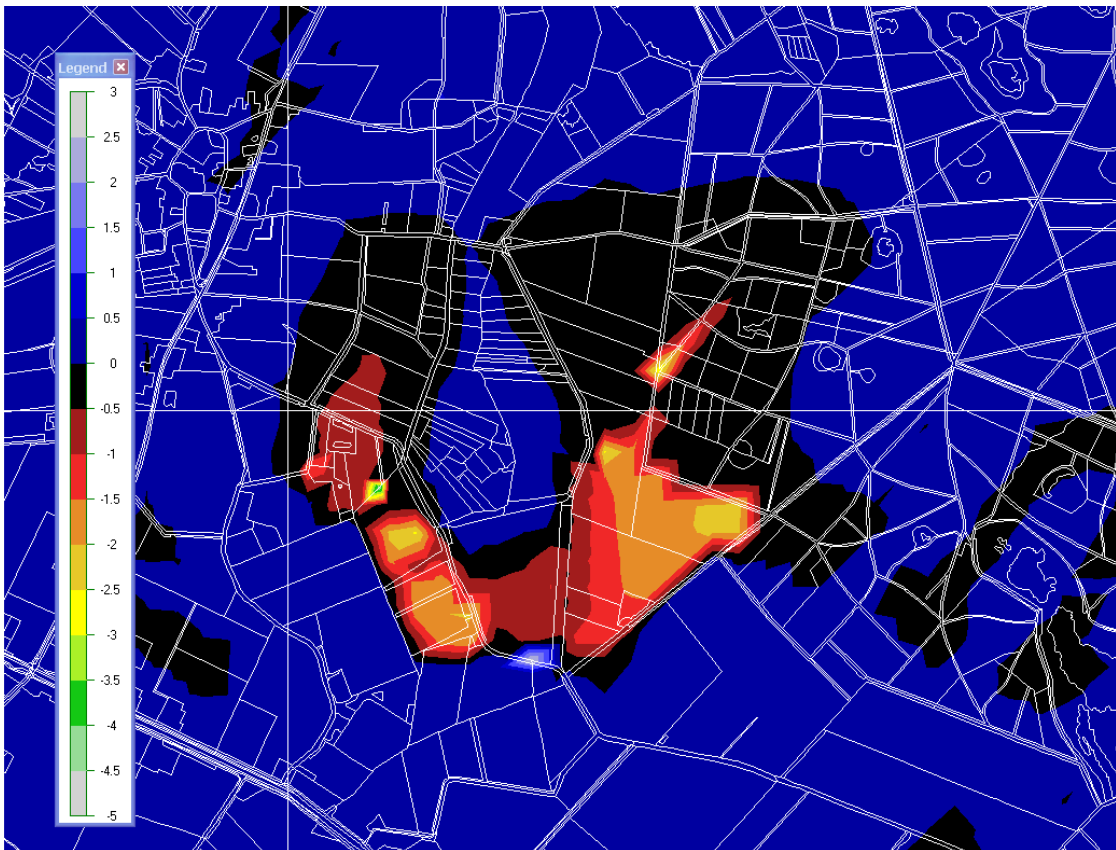
Effect scenario B+C+D (tov 0-scenario): verhoging diepe grondwater (h5) (m)



Effect scenario B+C+D: toename middeldiepe kwel (h4-> h1) (mm/dag).



Effect scenario B+C+D: toename middeldiepe kwel (h4-> h1) ingezoomd voor Reitma (mm/dag). (zwart = wegzijging).



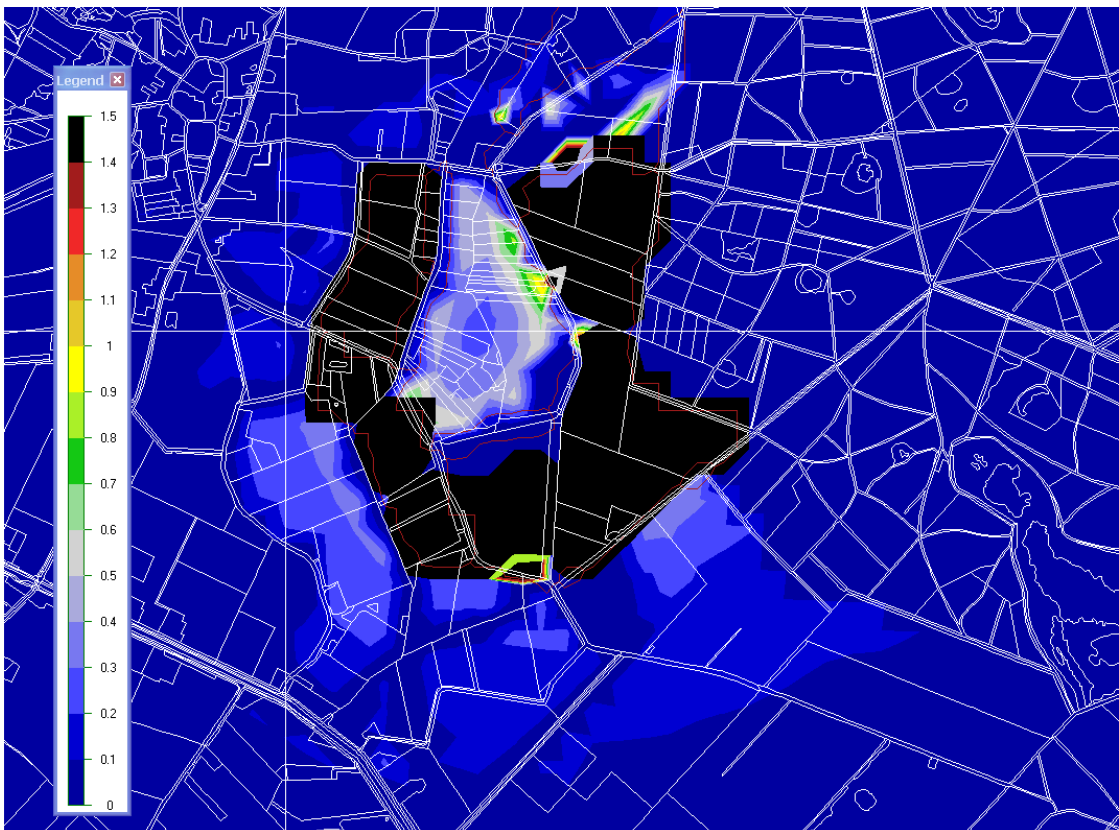
Effect scenario B+C+D: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag).



Effect scenario B+C+D: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.



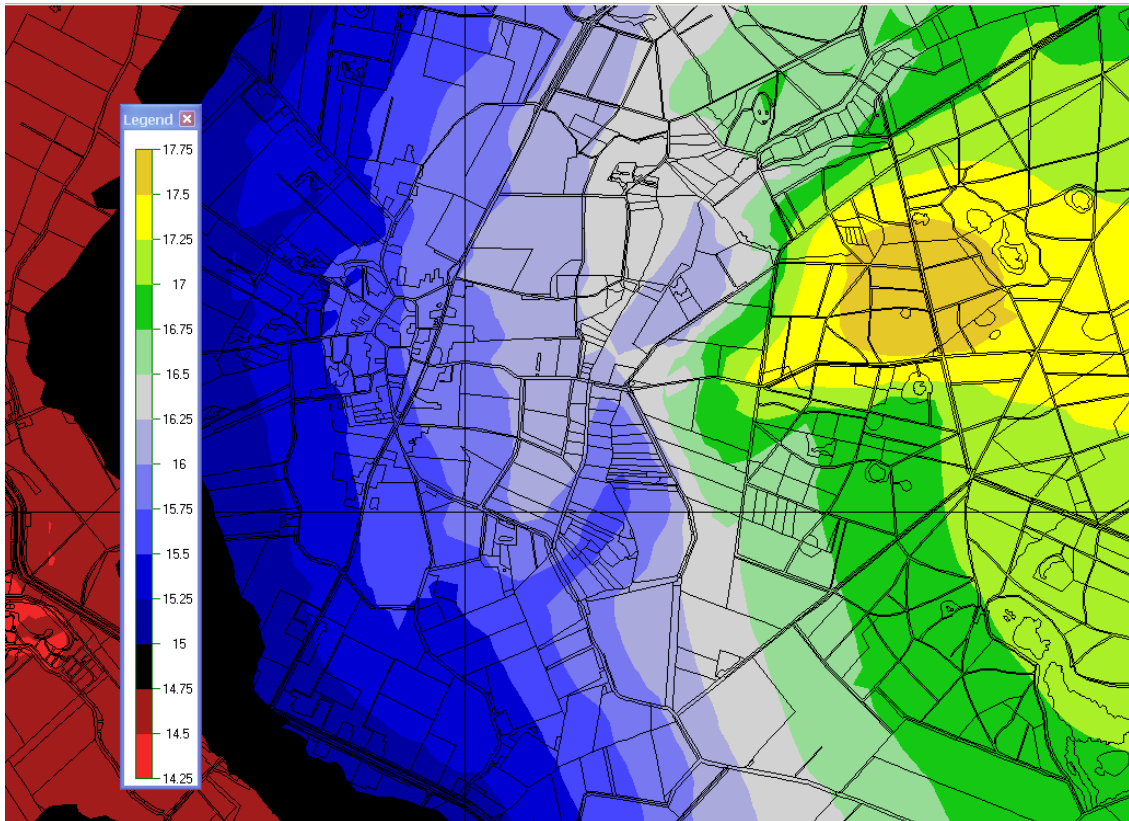
Effect scenario B+C+D: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag).



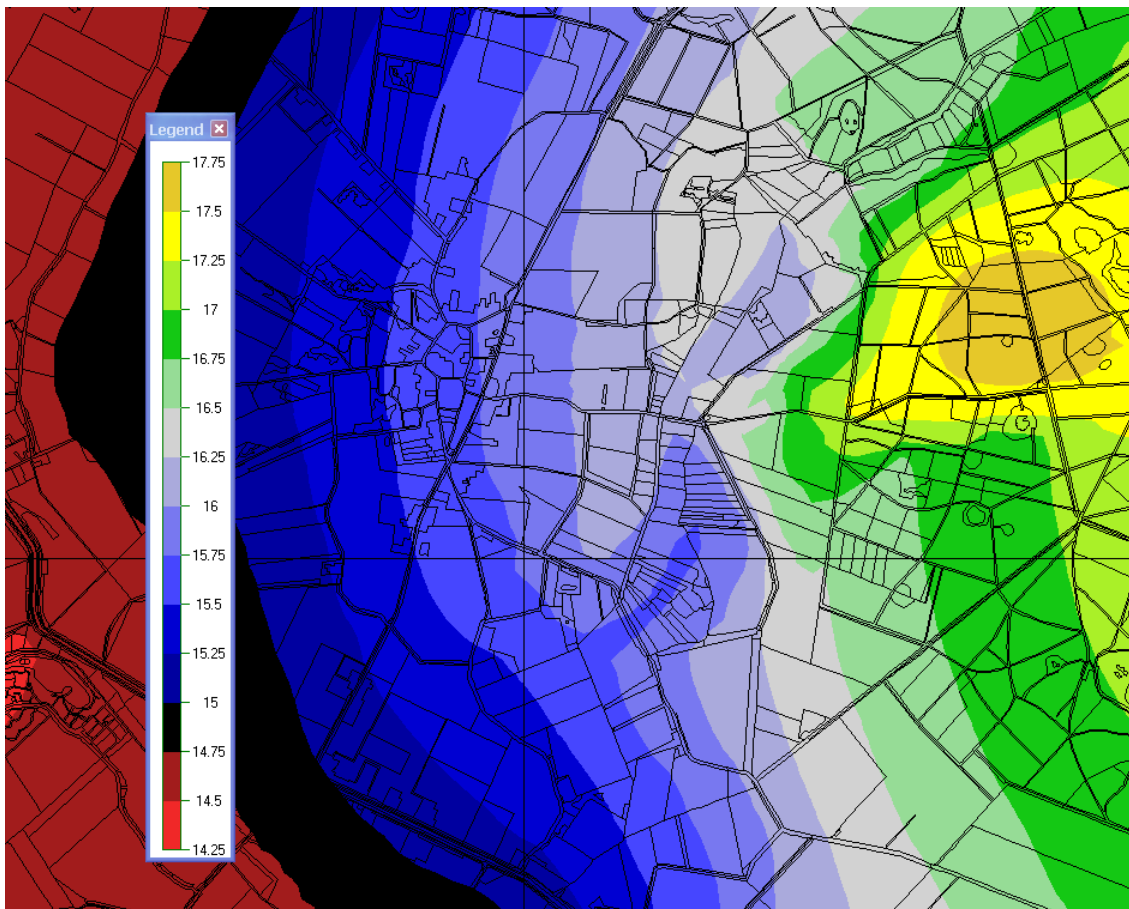
Effect scenario B+C+D: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.

Bijlage 14

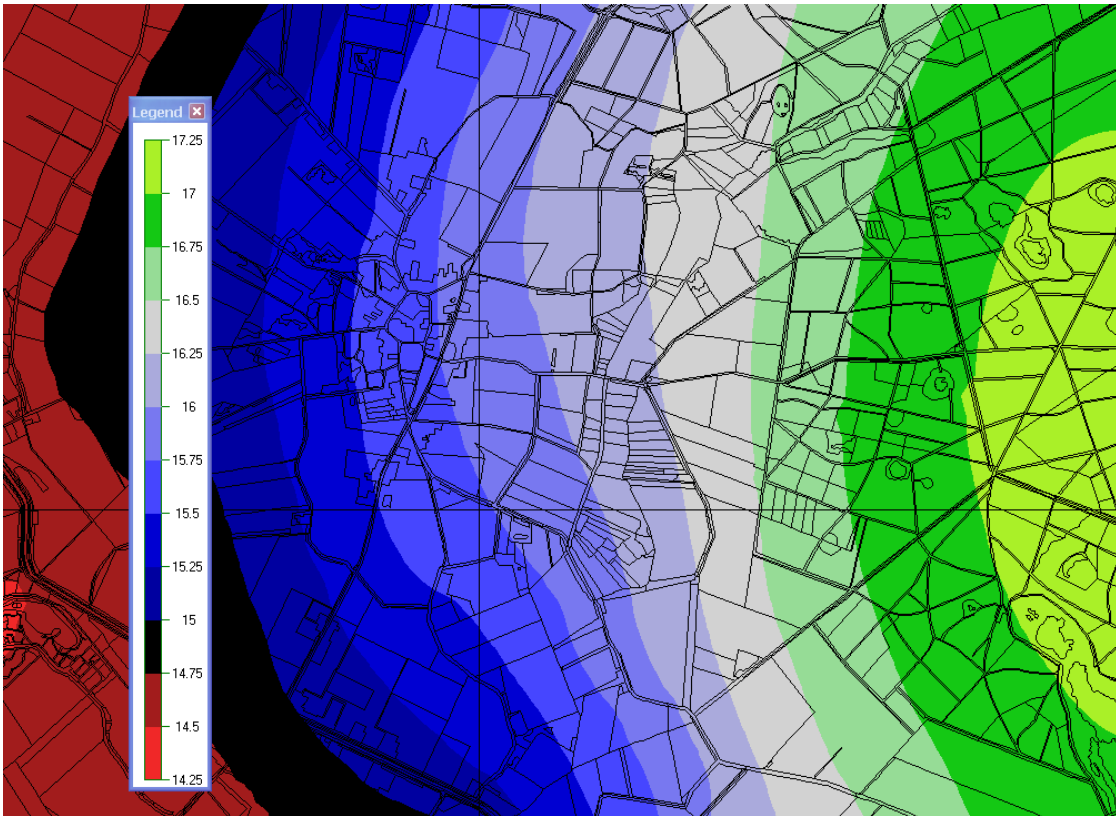
Toekomstige situatie stijghoogten + kwel scenario
B+C+D.



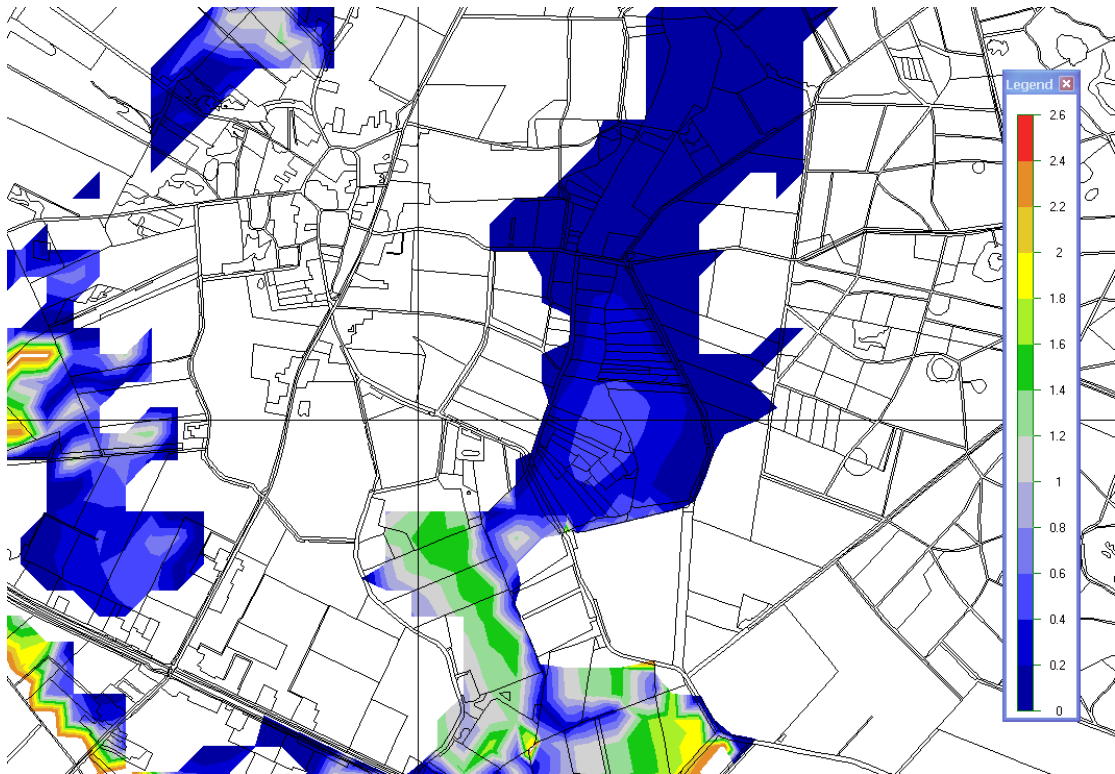
Scenario B+C+D: Berekende freatische grondwaterstand (h1) GVG situatie model.



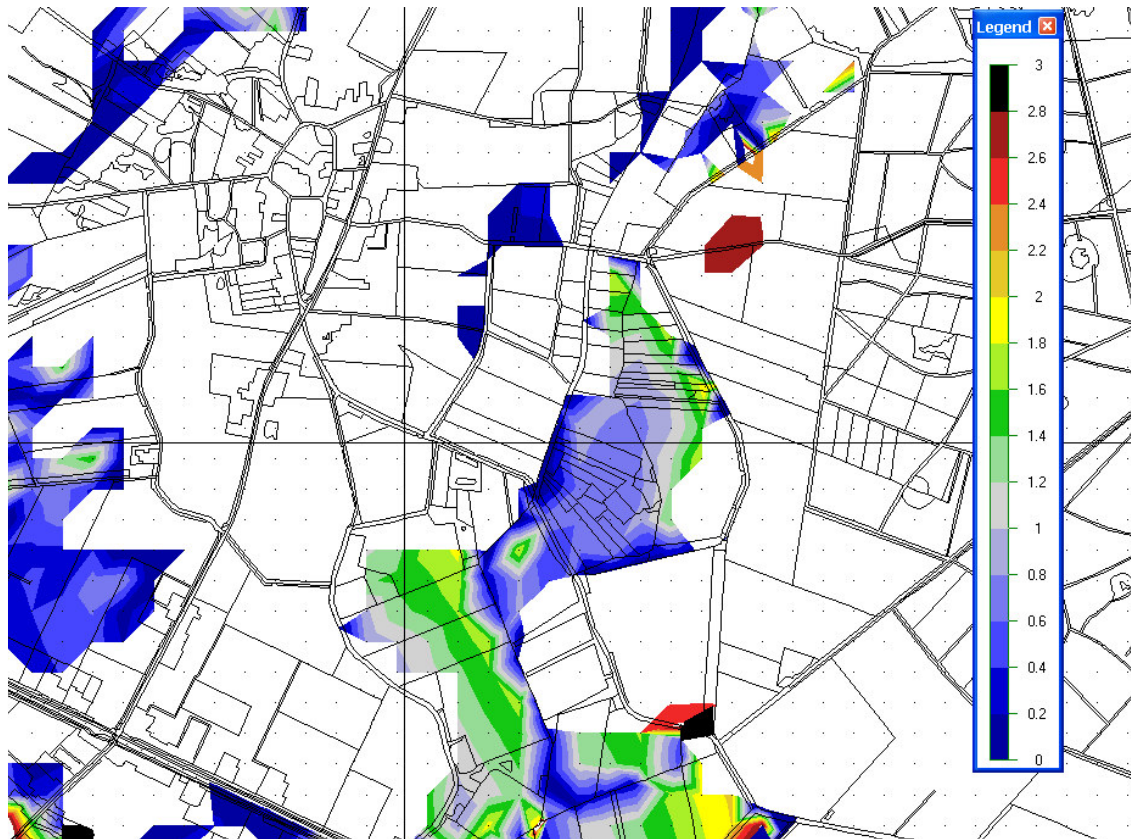
Scenario B+C+D: Berekende stijghoogte middeldiep grondwater (h4) GVG situatie model.



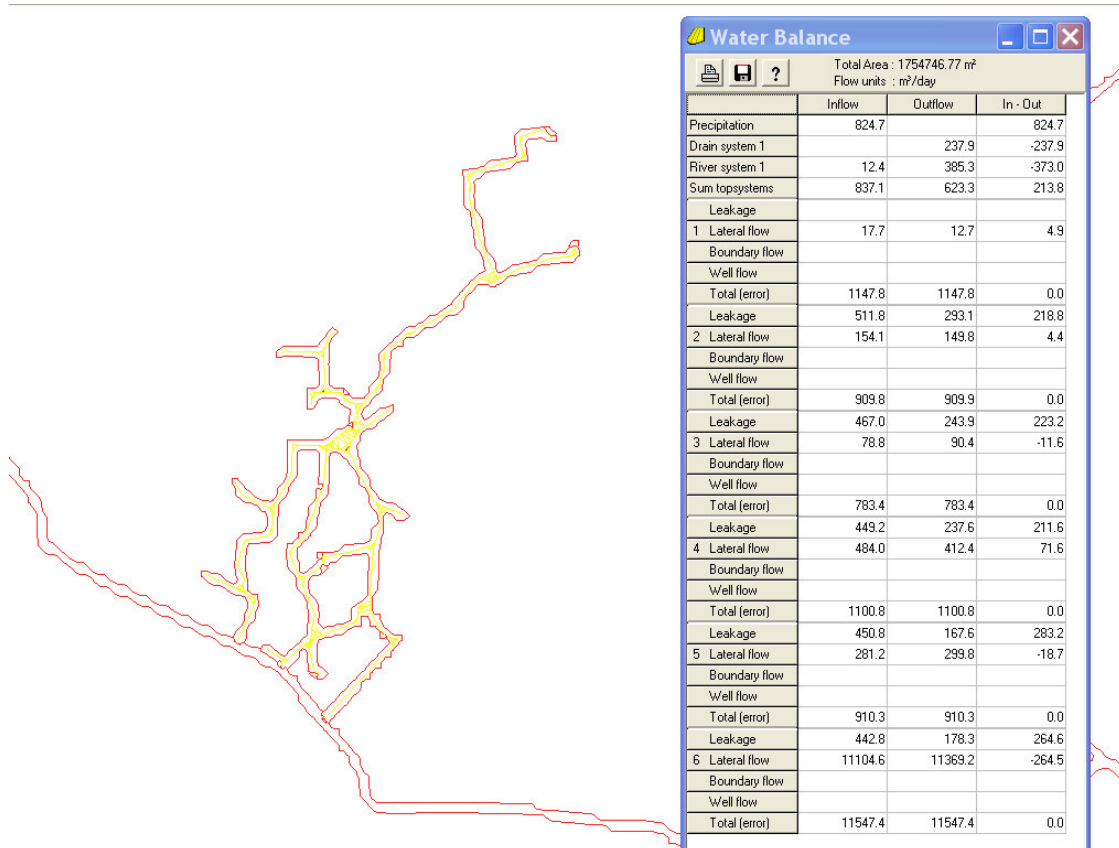
Scenario B+C+D: Berekende stijghoogte diep grondwater (h5) in meters GVG situatie model.



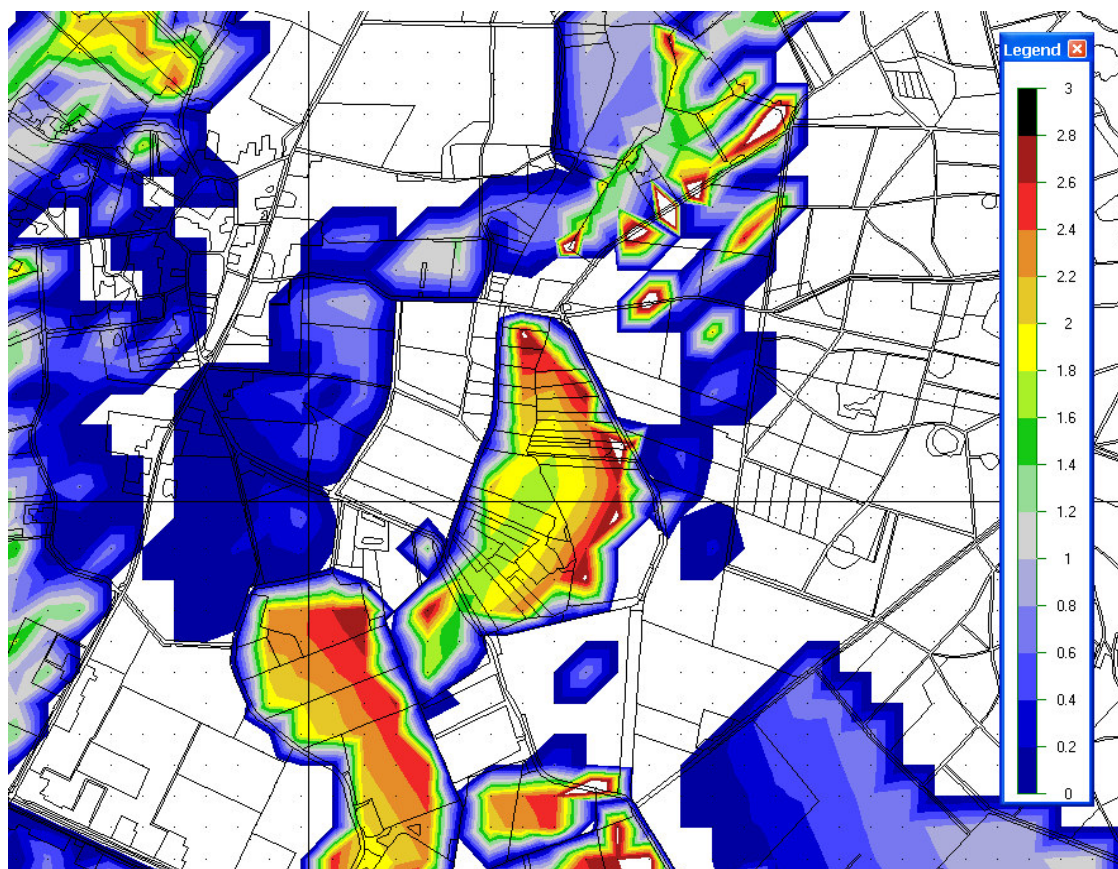
Scenario B+C+D: Berekende diepe kwel (h5-h4) over de Peelo klei in mm/dag GVG situatie model. (wit=wegzijing)



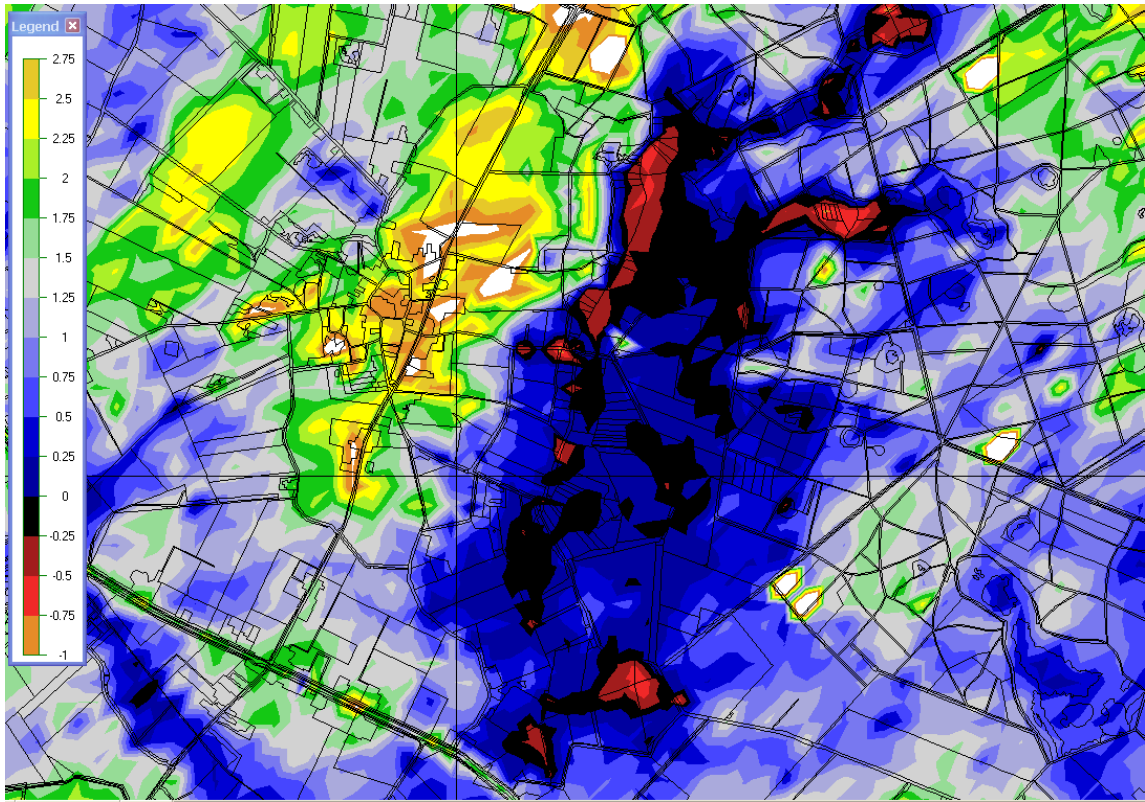
Scenario B+C+D: Berekende middeldiepe kwel (h4-h1) in mm/dag. GVG situatie model. (wit=wegzijing)



Scenario B+c+D. Afvoer uit beekdal Elperstroom GVG-situatie = 611 m³/dag



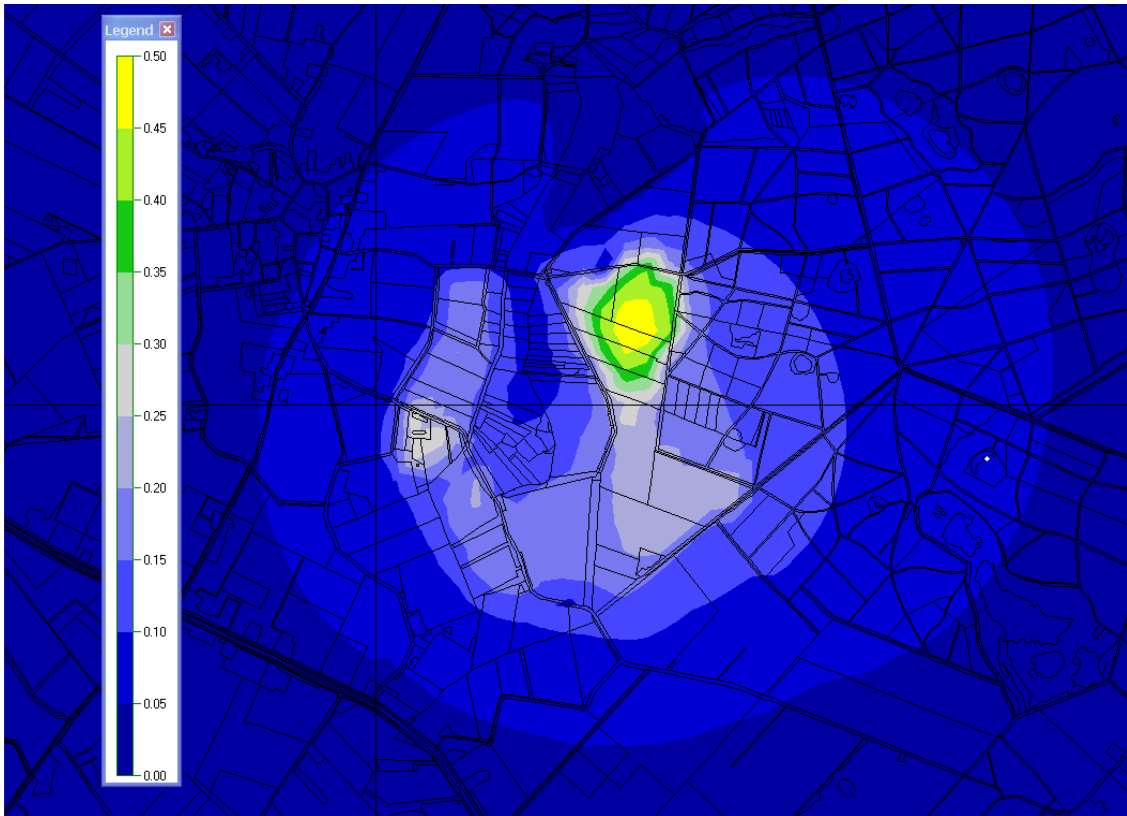
Scenario B+C+D. Berekende ondiepe kwel (h1-dh1) naar diffuse topsysteem in mm/dag. GVG situatie model.



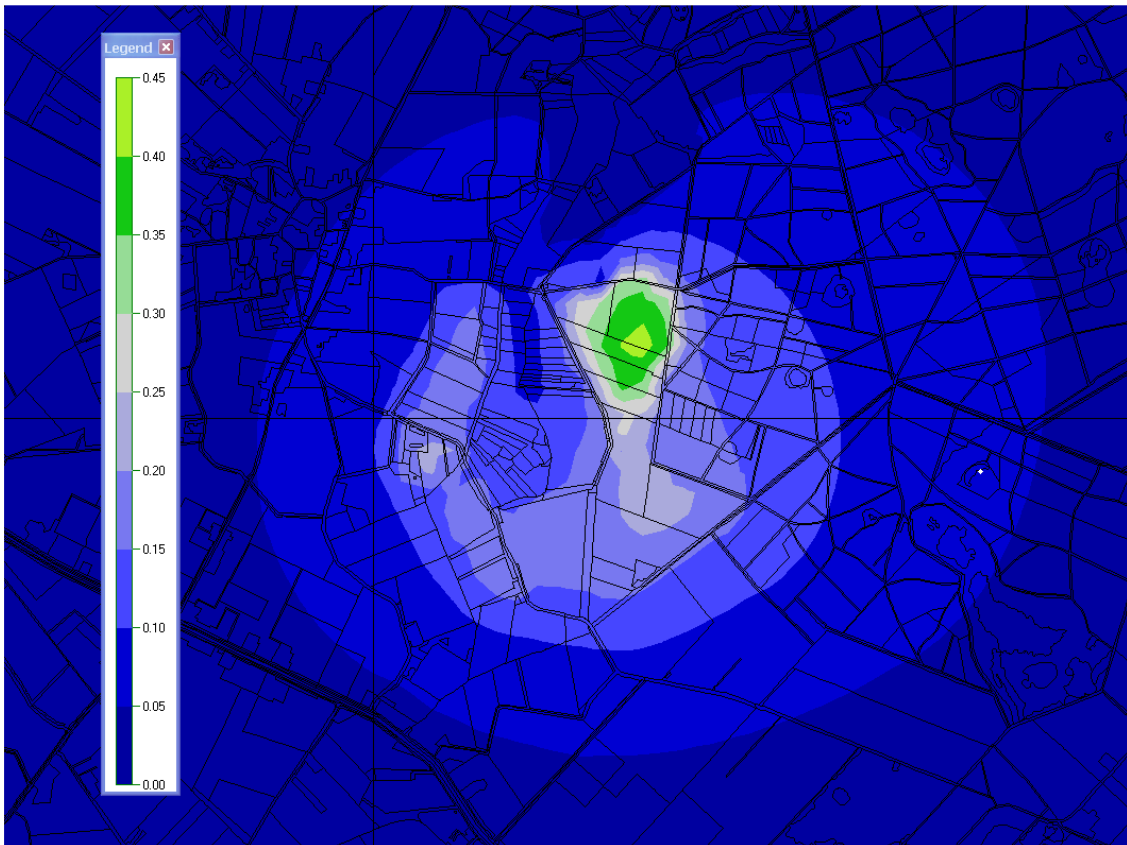
Scenario B+C+D. Berekende freatische grondwaterstand in m-mv. GVG situatie model.

Bijlage 15

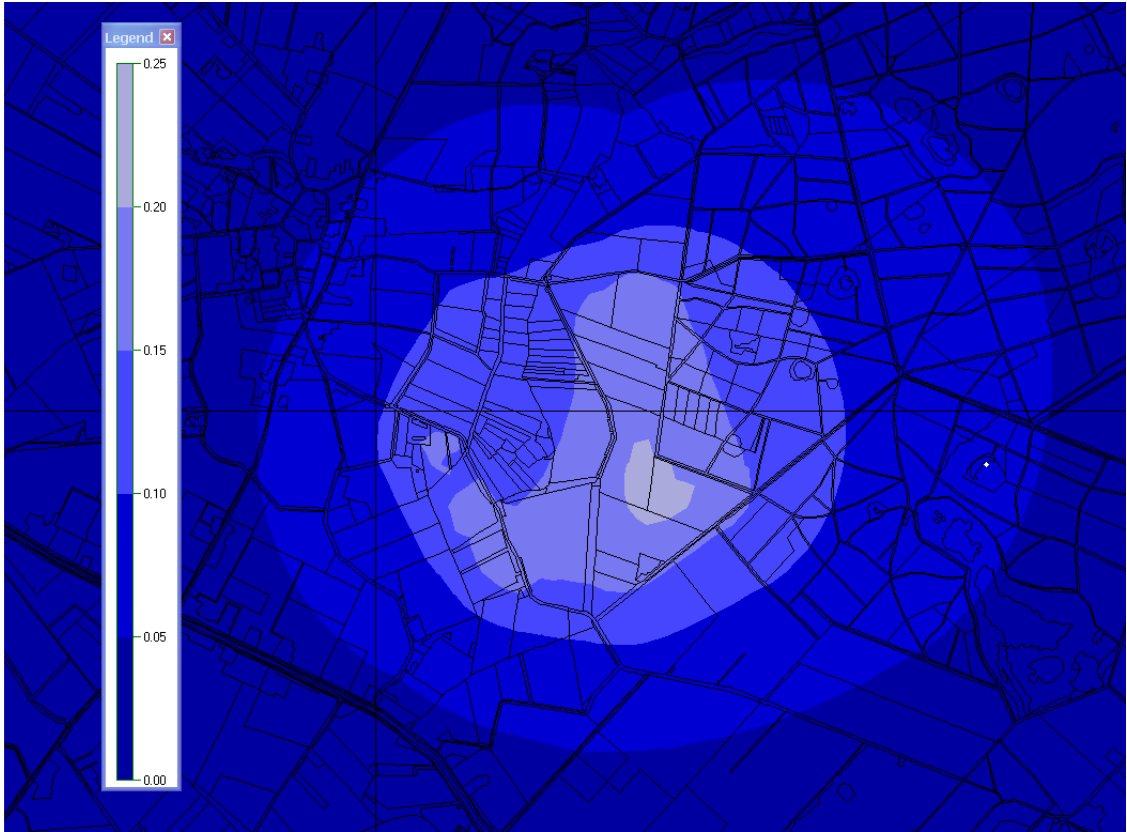
Effecten scenario B+C+D Peelo aangepast t.o.v. 0-
scenario.



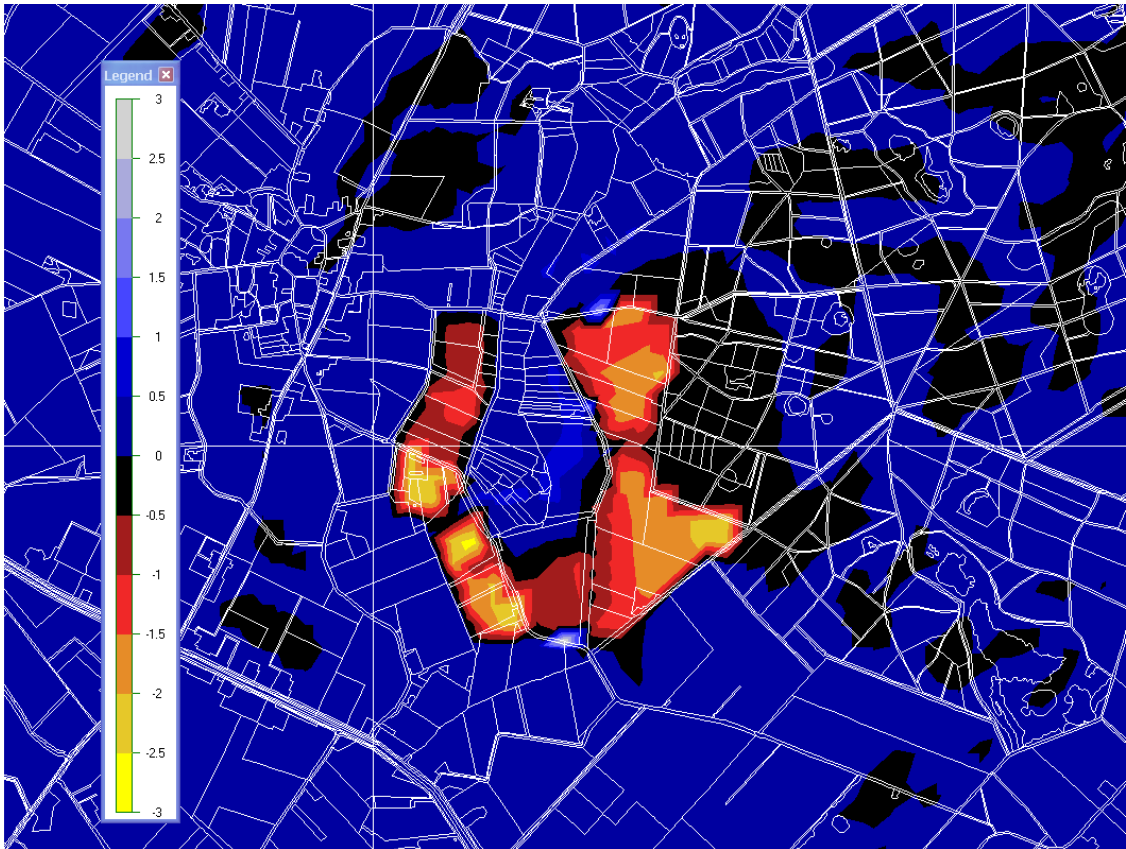
Effect scenario B+C+D Peelo (tov 0-scenario): verhoging freatisch grondwater (m)



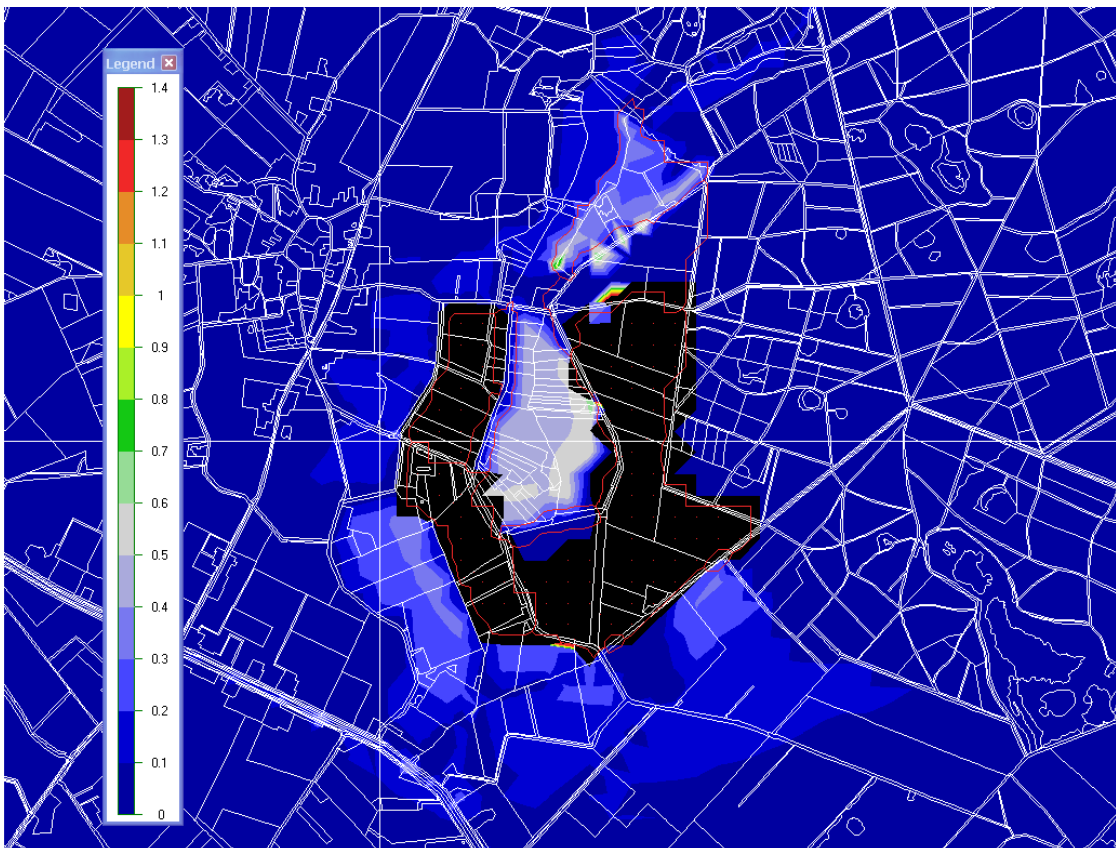
Effect scenario B+C+D Peelo (tov 0-scenario): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



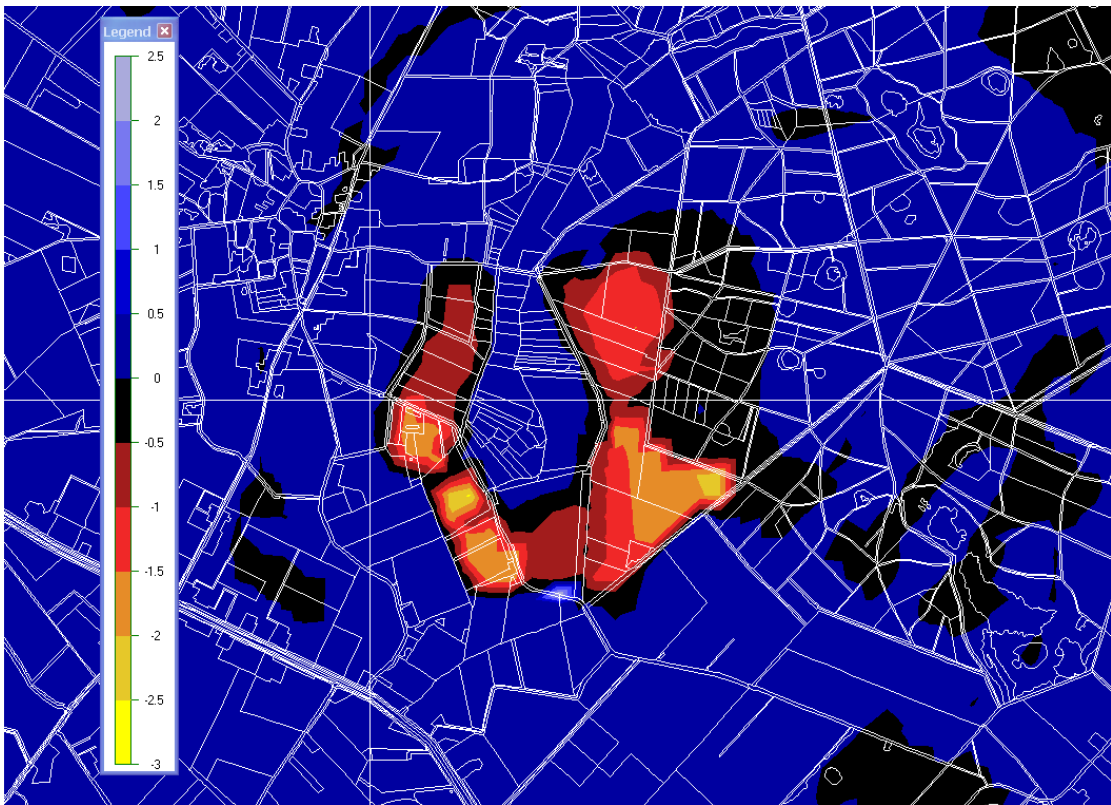
Effect scenario B+C+D Peelo (tov 0-scenario): verhoging diepe grondwater (h5) (m)



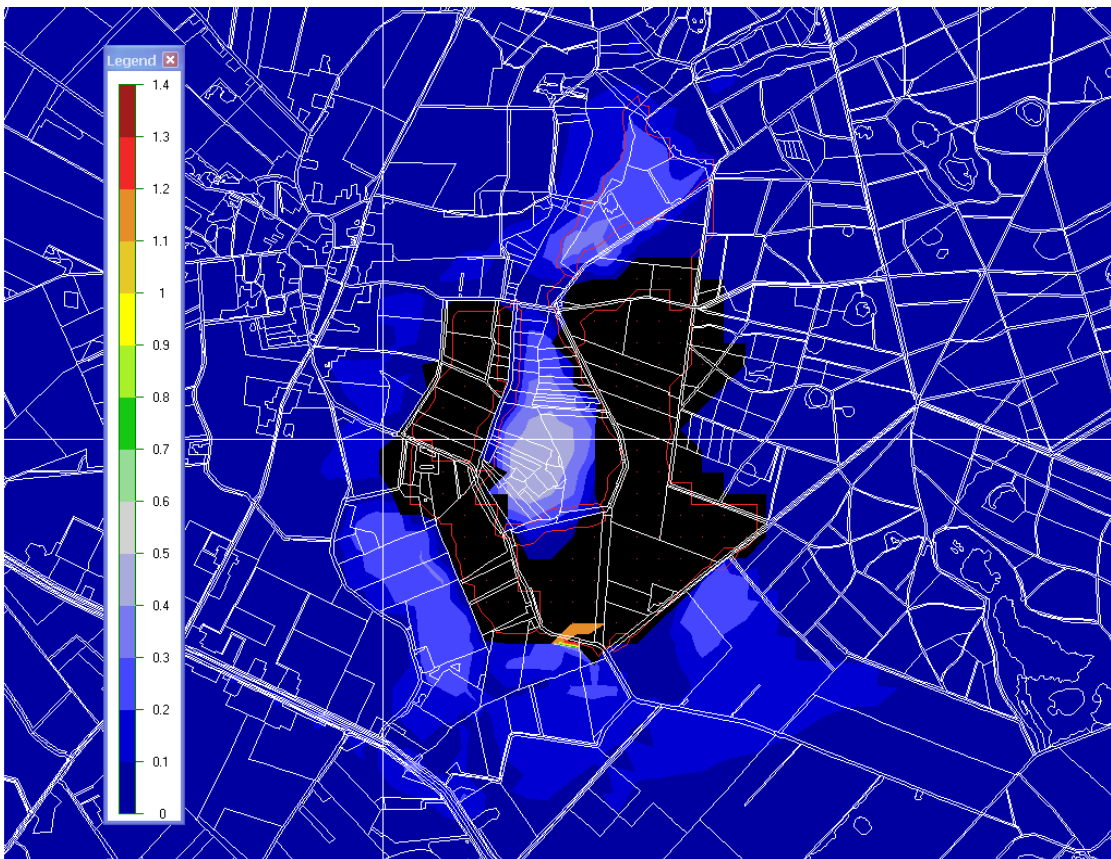
Effect scenario B+C+D Peelo: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) (mm/dag).



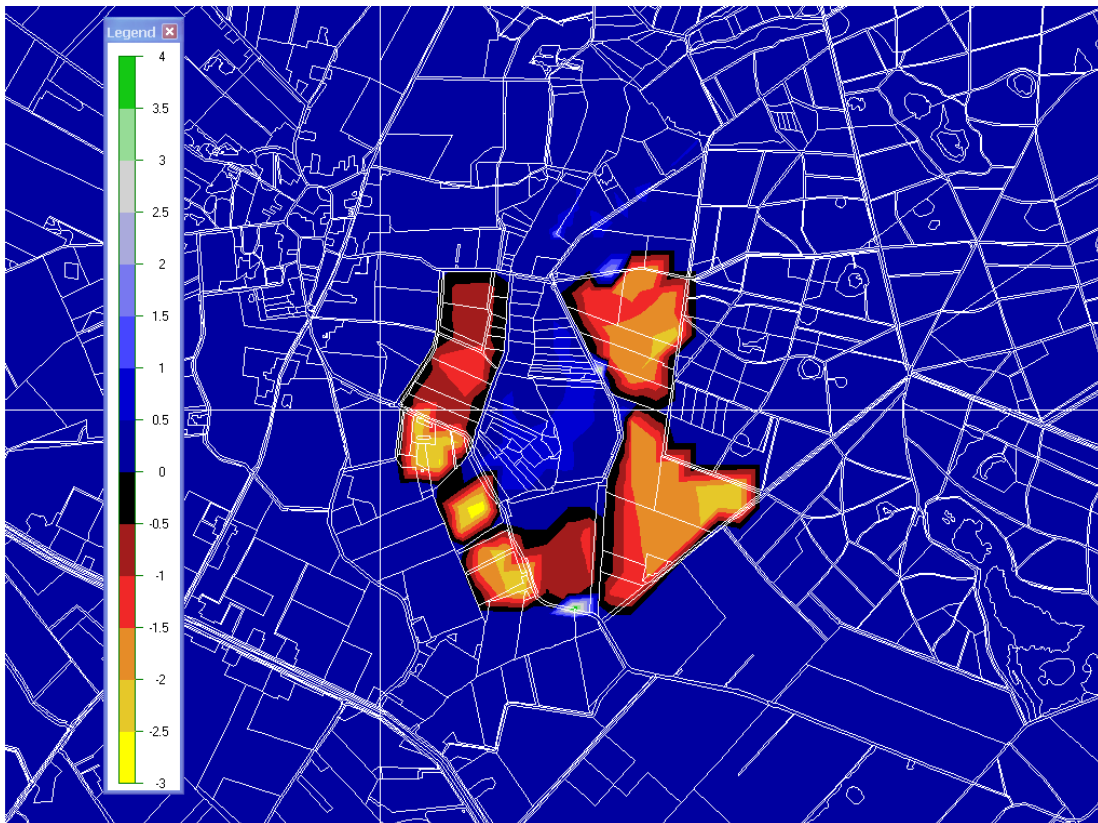
Effect scenario B+C+D Peelo: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag).
(zwart = wegzijing).



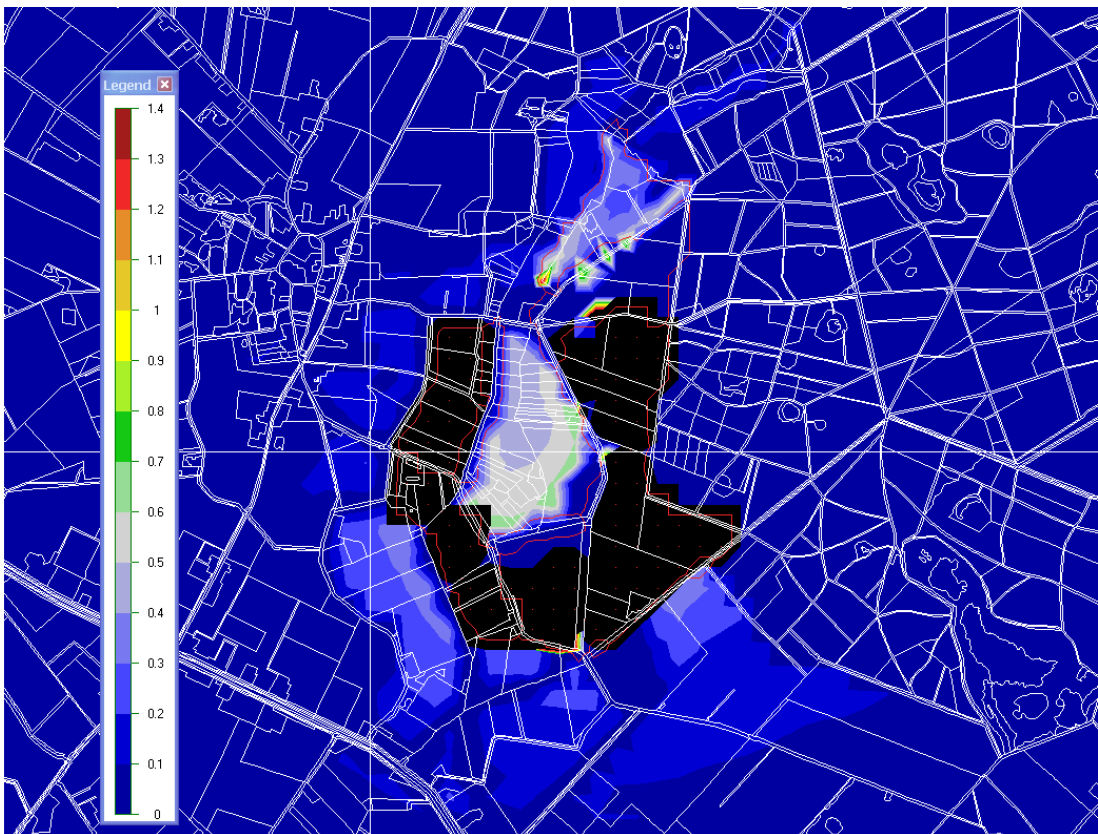
Effect scenario B+C+D Peelo: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag).



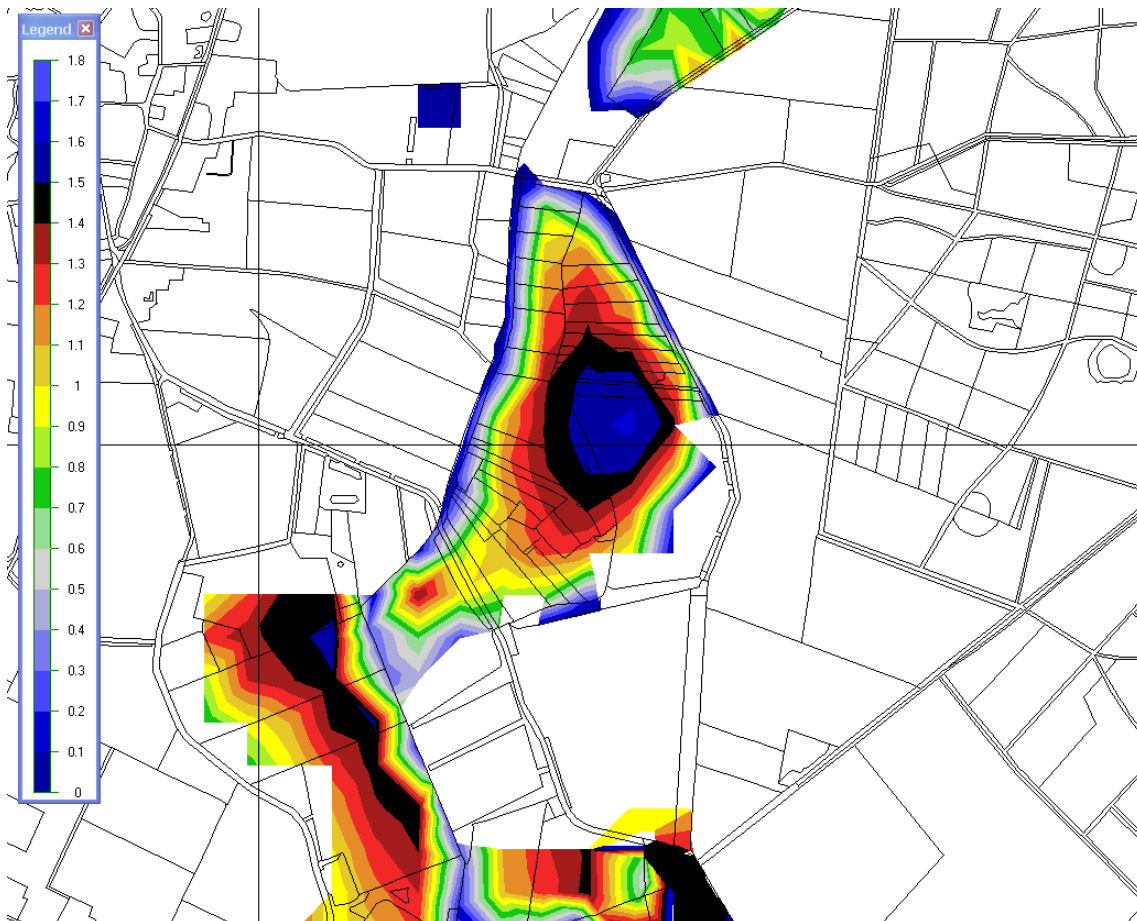
Effect scenario B+C+D Peelo: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.



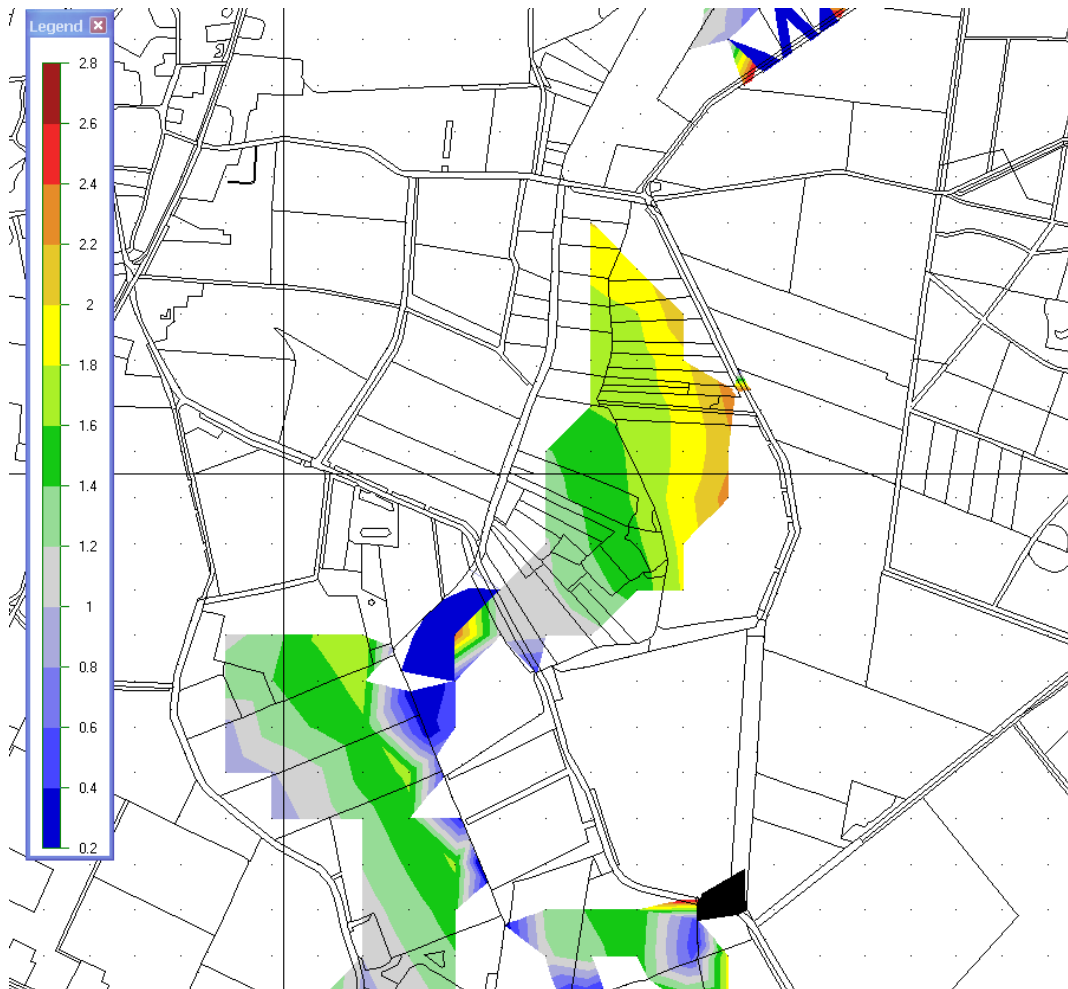
Effect scenario B+C+D Peelo: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag).



Effect scenario B+C+D Peelo: toename ondiepe kwel (h1-> dh1) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.



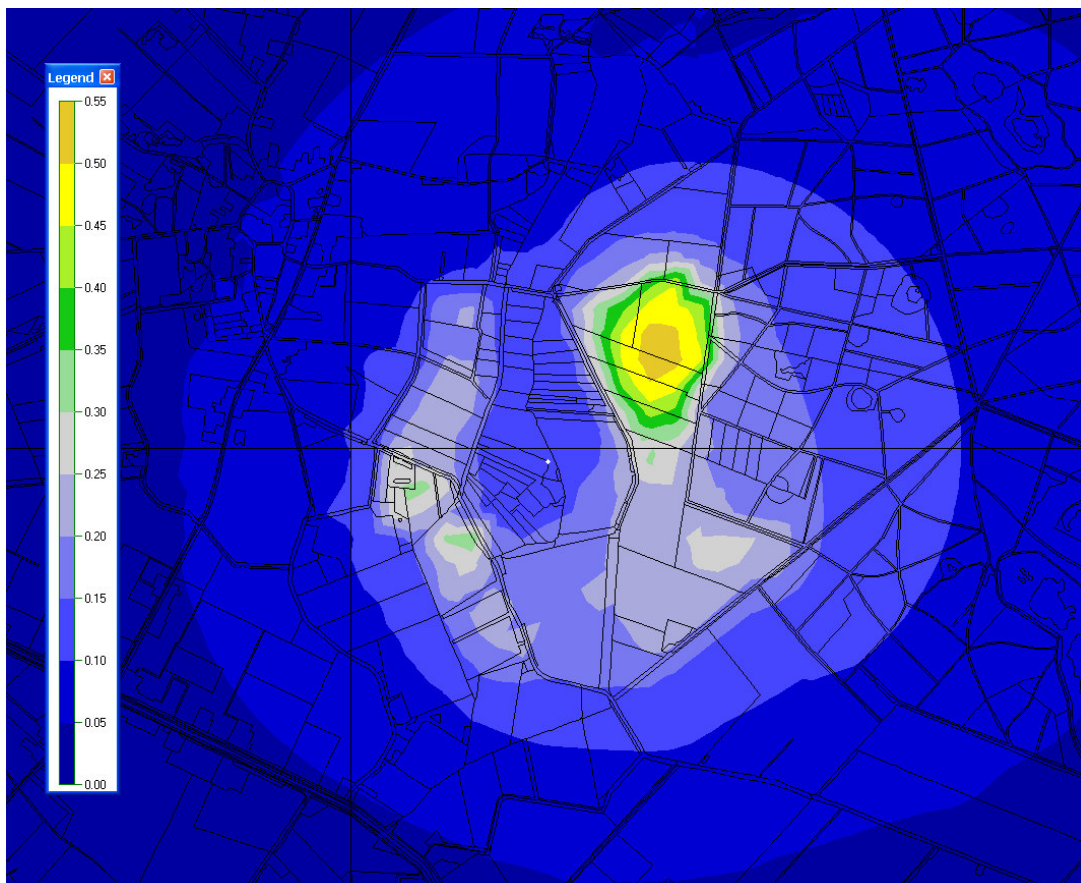
Scenario B+C+D Peelo. Toekomstige diepe kwel (mm/dag). (maximum waarde= 1,62 in centrum Reitma)
 LET OP: het witte gebied (geen kwel) lijkt groter dan het is. Microfem kleurt alleen tot het knooppunt in,
 i.p.v. het hele oppervlak van het gridcelletje (grens halverwege 2 punten).



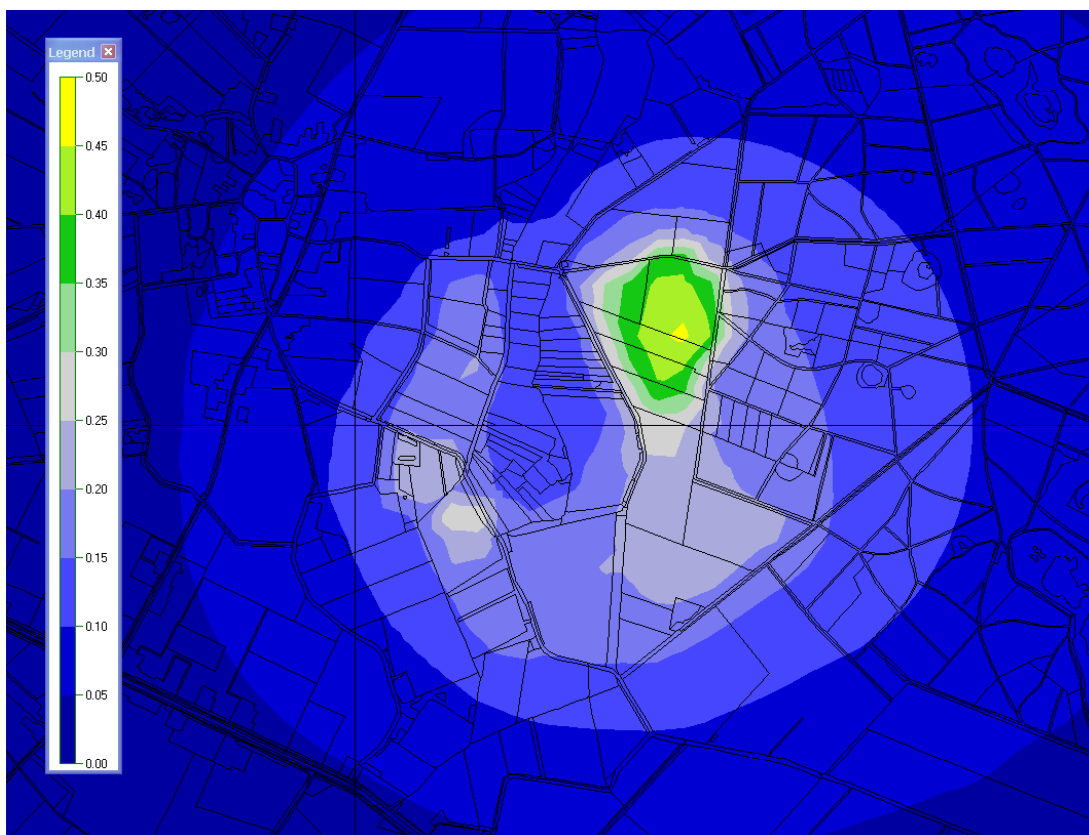
Scenario B+C+D Peelo. Middeldiepe kwel (mm/dag). (maximum waarde= 2,31 oostelijk deel Reitma). LET OP: het witte gebied (geen kwel) lijkt groter dan het is. Microfem kleurt alleen tot het knooppunt in, i.p.v. het hele oppervlak van het gridcelletje (grens halverwege 2 punten).

Bijlage 16

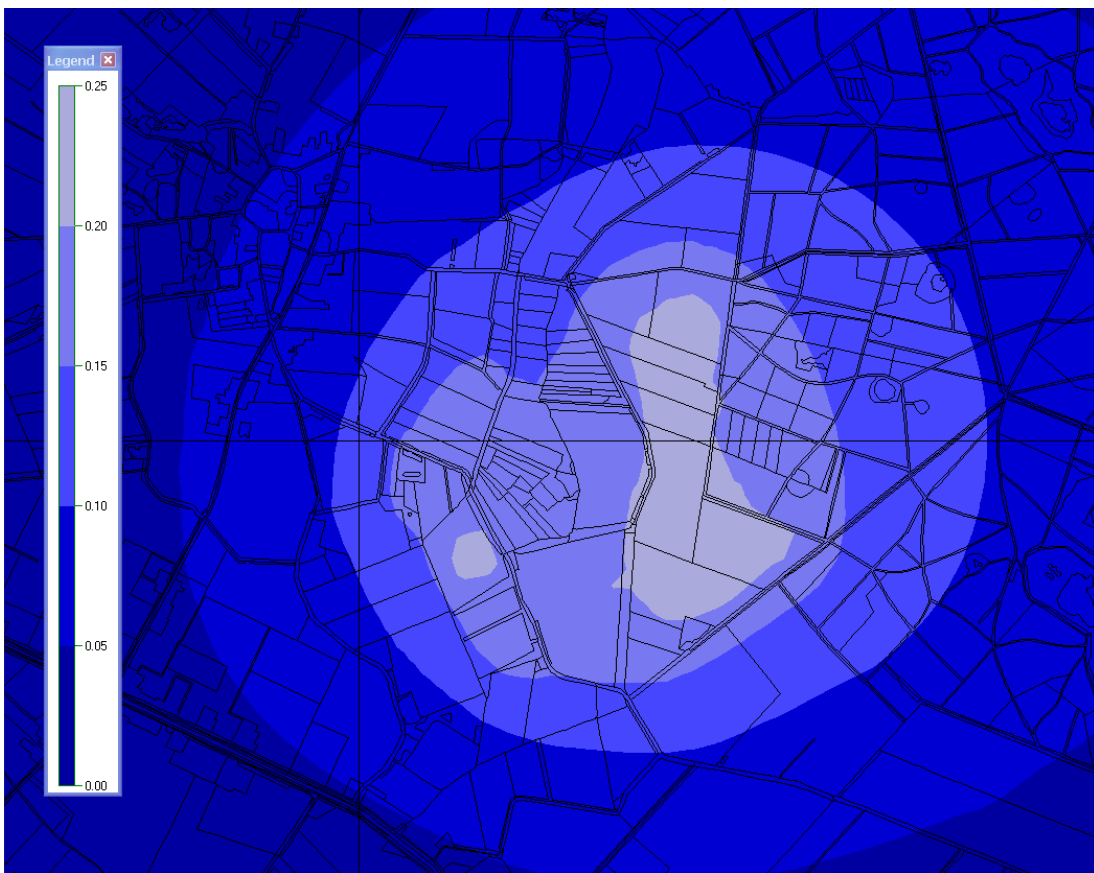
Effecten scenario B+C+D Peelo aangepast zonder
drain op mv t.o.v. 0-scenario.



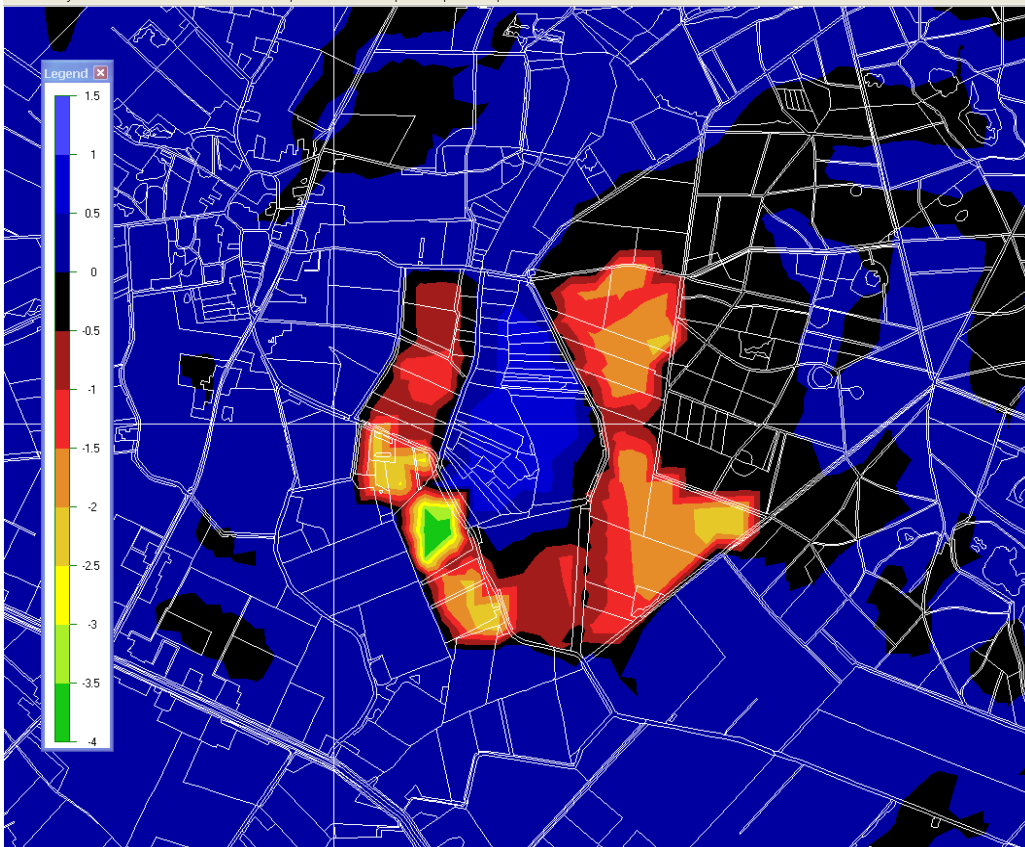
Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv (tov 0-scenario): verhoging freatisch grondwater (m)



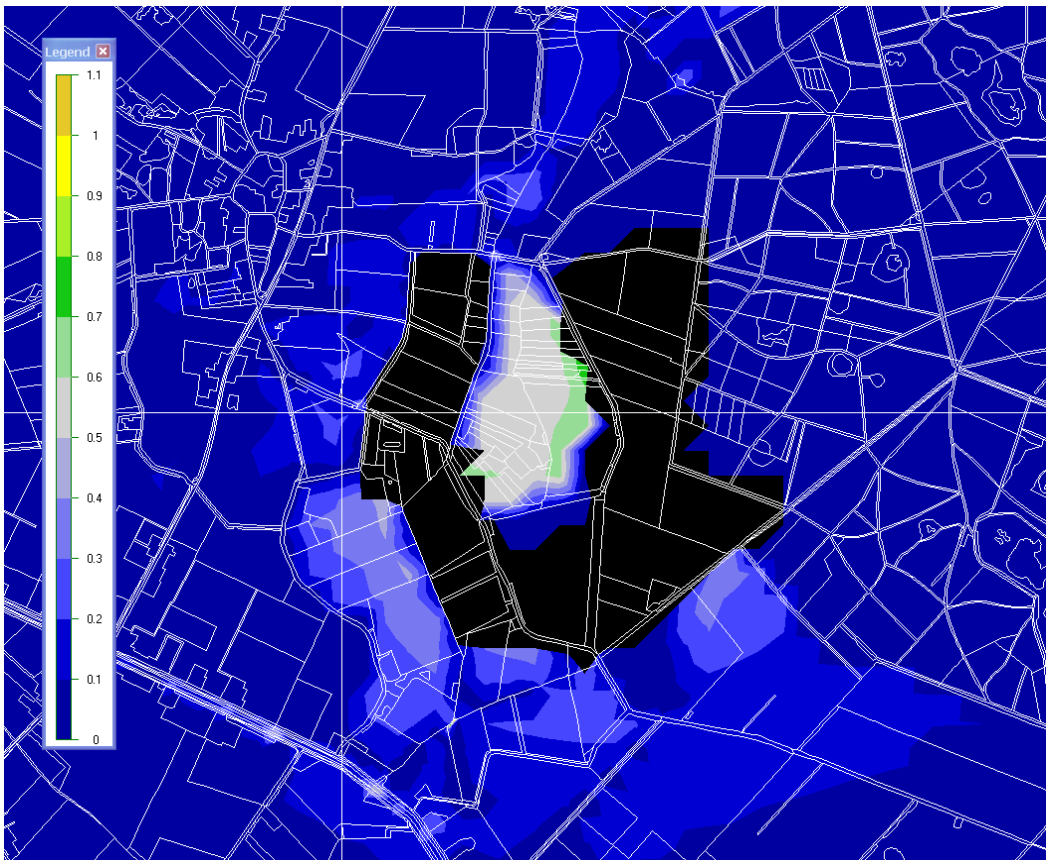
Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv (tov 0-scenario): verhoging middeldiep grondwater (h4) (m)



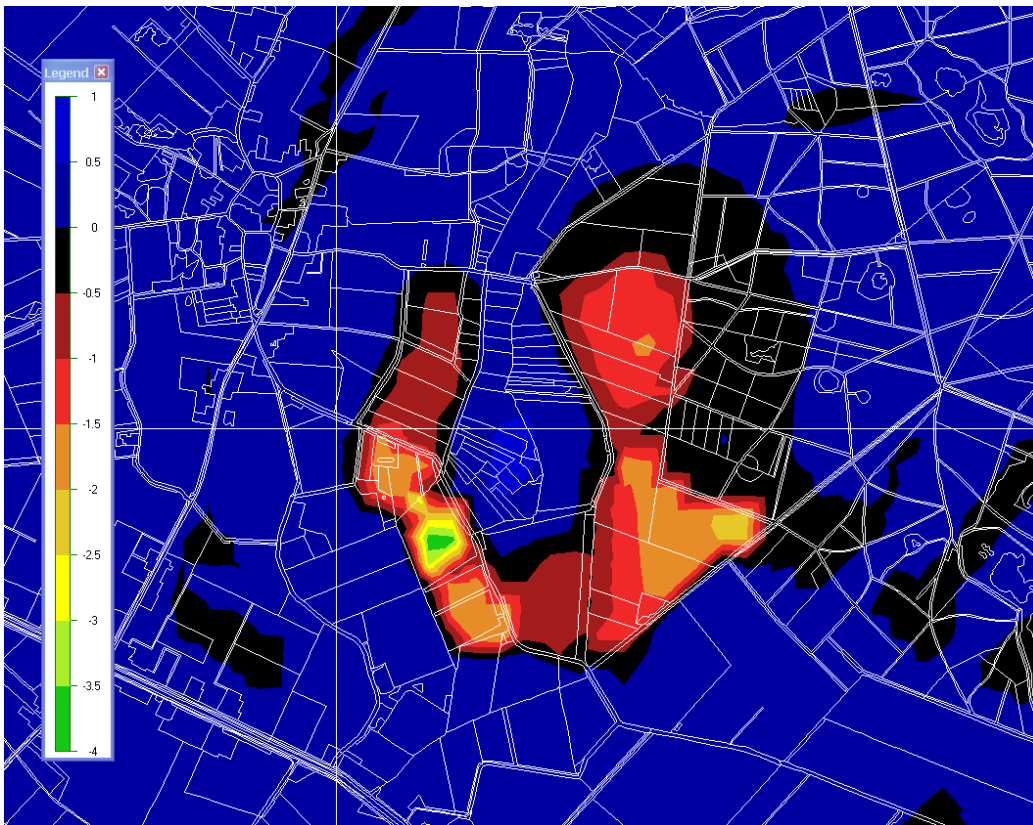
Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv (tov 0-scenario): verhoging diepe grondwater (h5) (m)



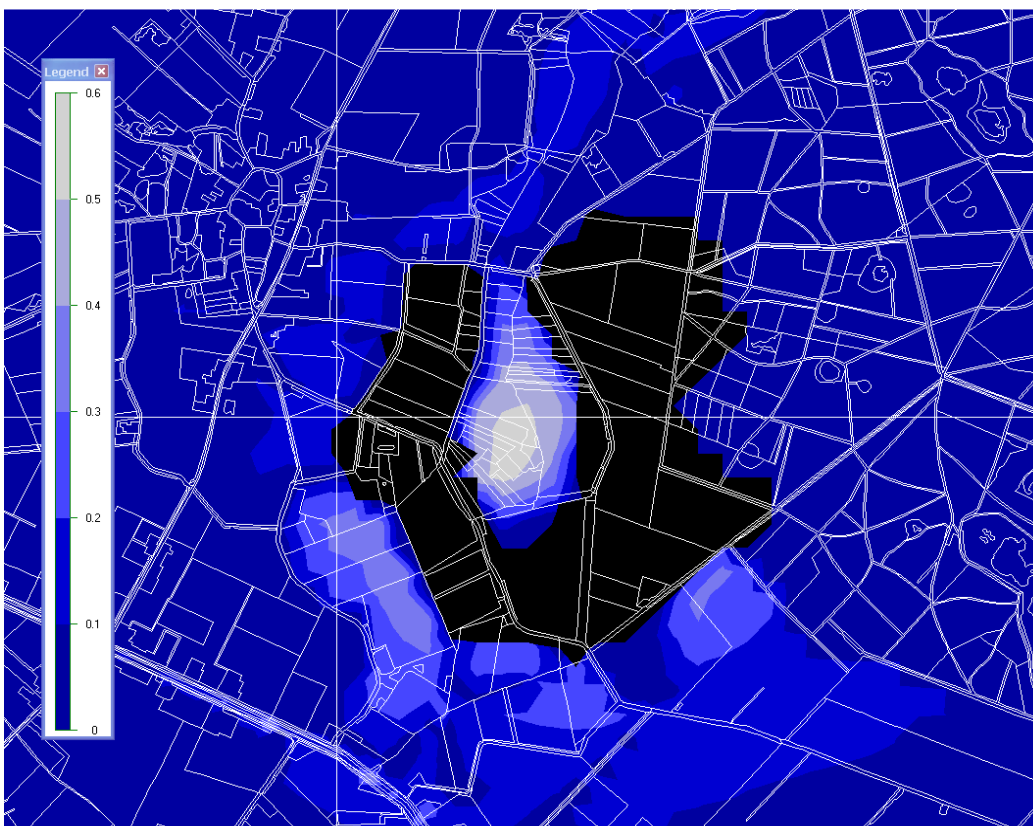
Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) (mm/dag).



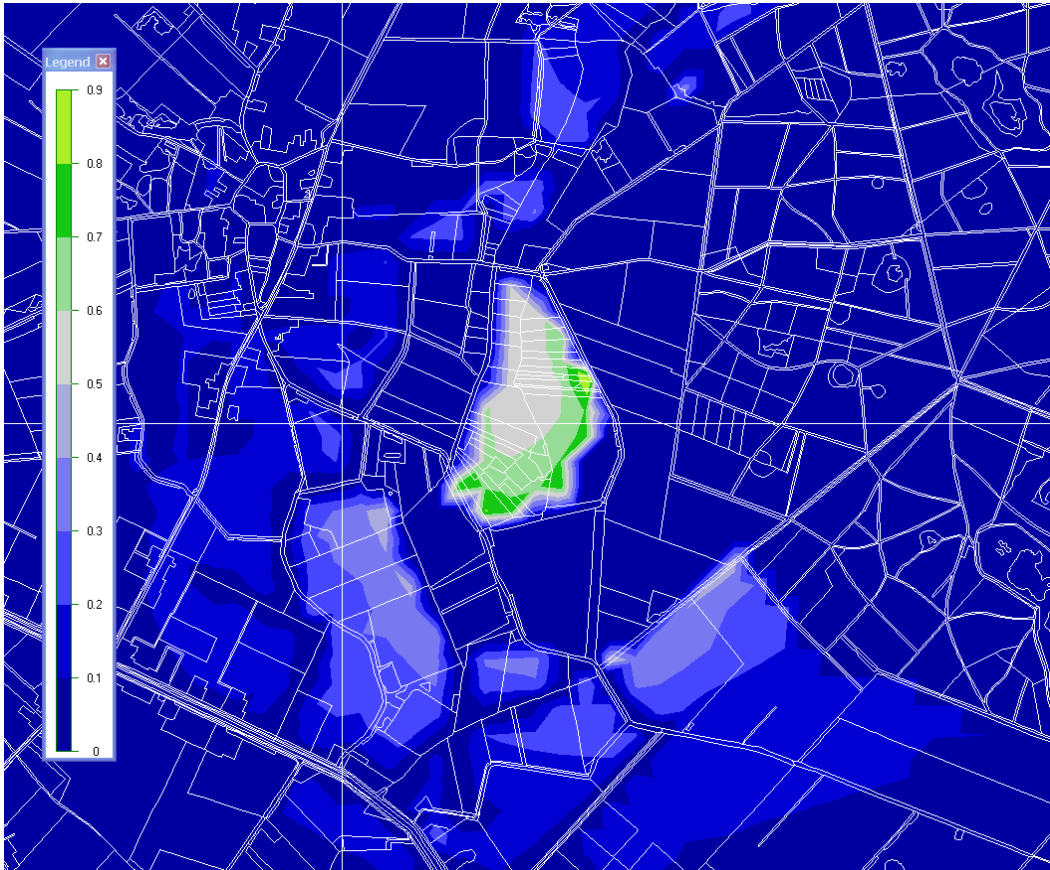
Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv: toename middeldiepe kwel ($h_4 \rightarrow h_1$) ingezoomd voor Reitma (mm/dag). (zwart = wegzijging).



Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag).



Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv: toename diepe kwel (h5-> h4) (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.



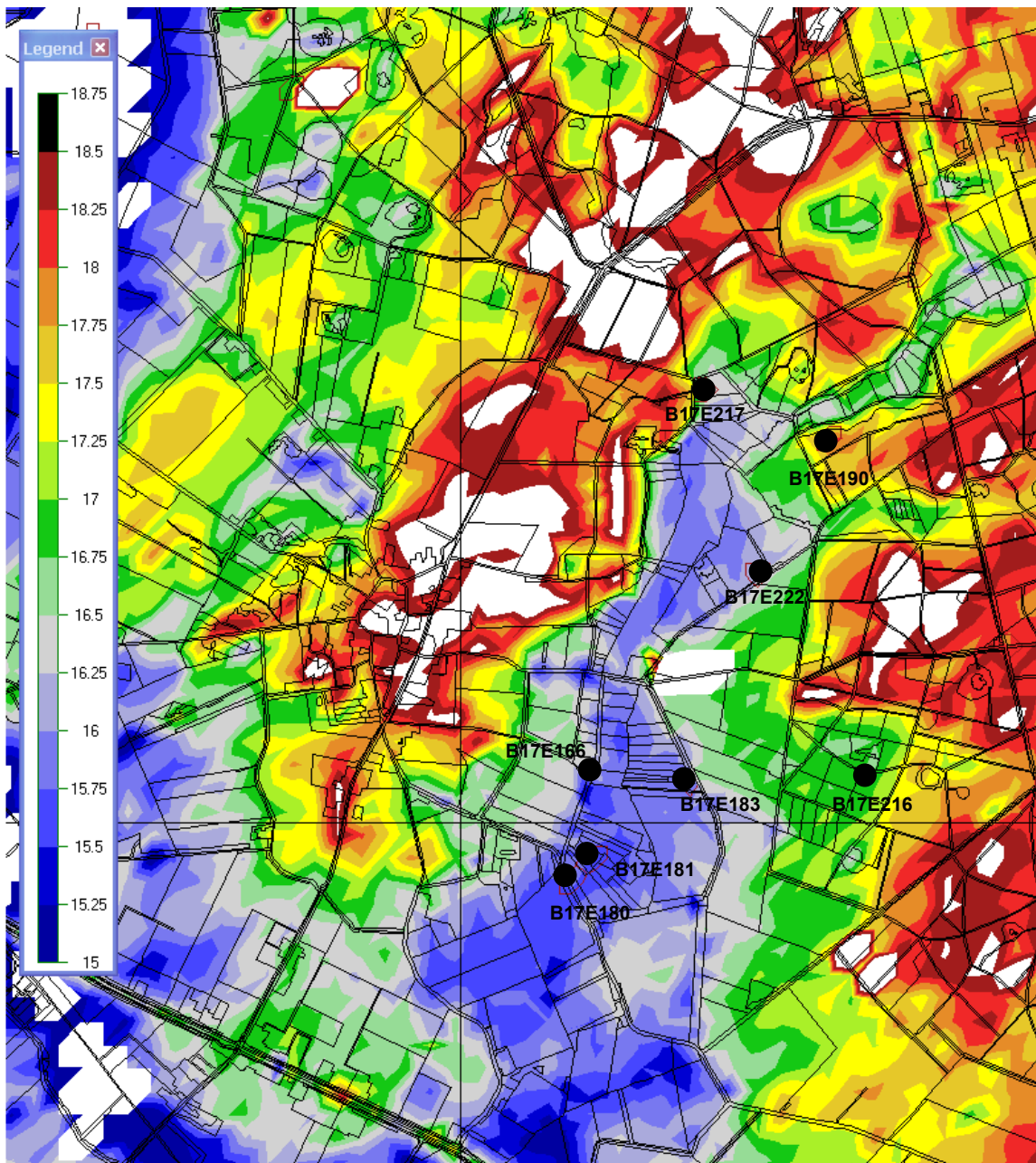
Effect scenario B+C+D Peelo zonder drain op mv: toename ondiepe kwel ($h_1 \rightarrow dh_1$) naar diffuus topsysteem (mm/dag) ingezoomd voor Reitma.

Bijlage 17

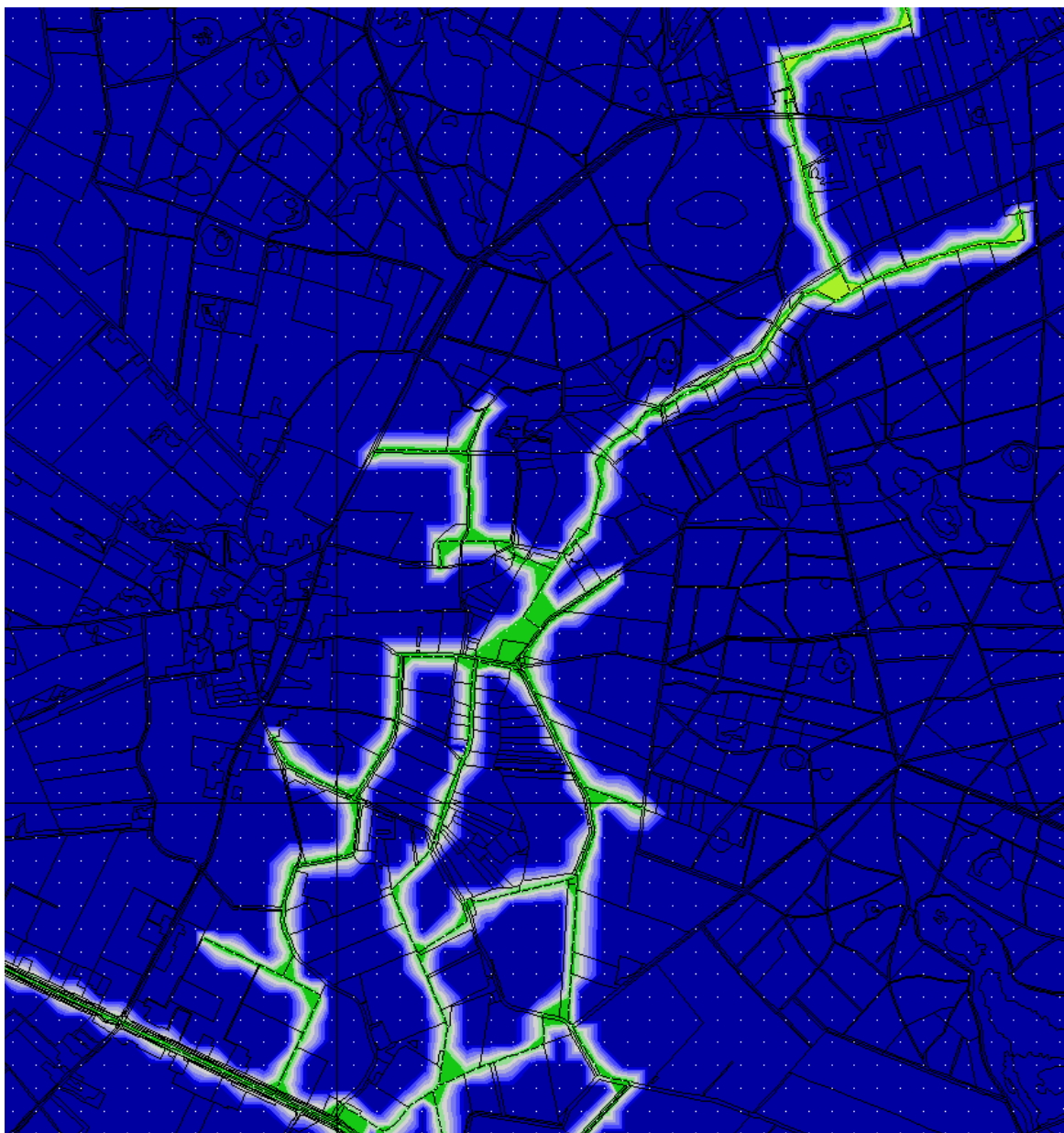
Effecten op de waterbalans

Bijlage 18

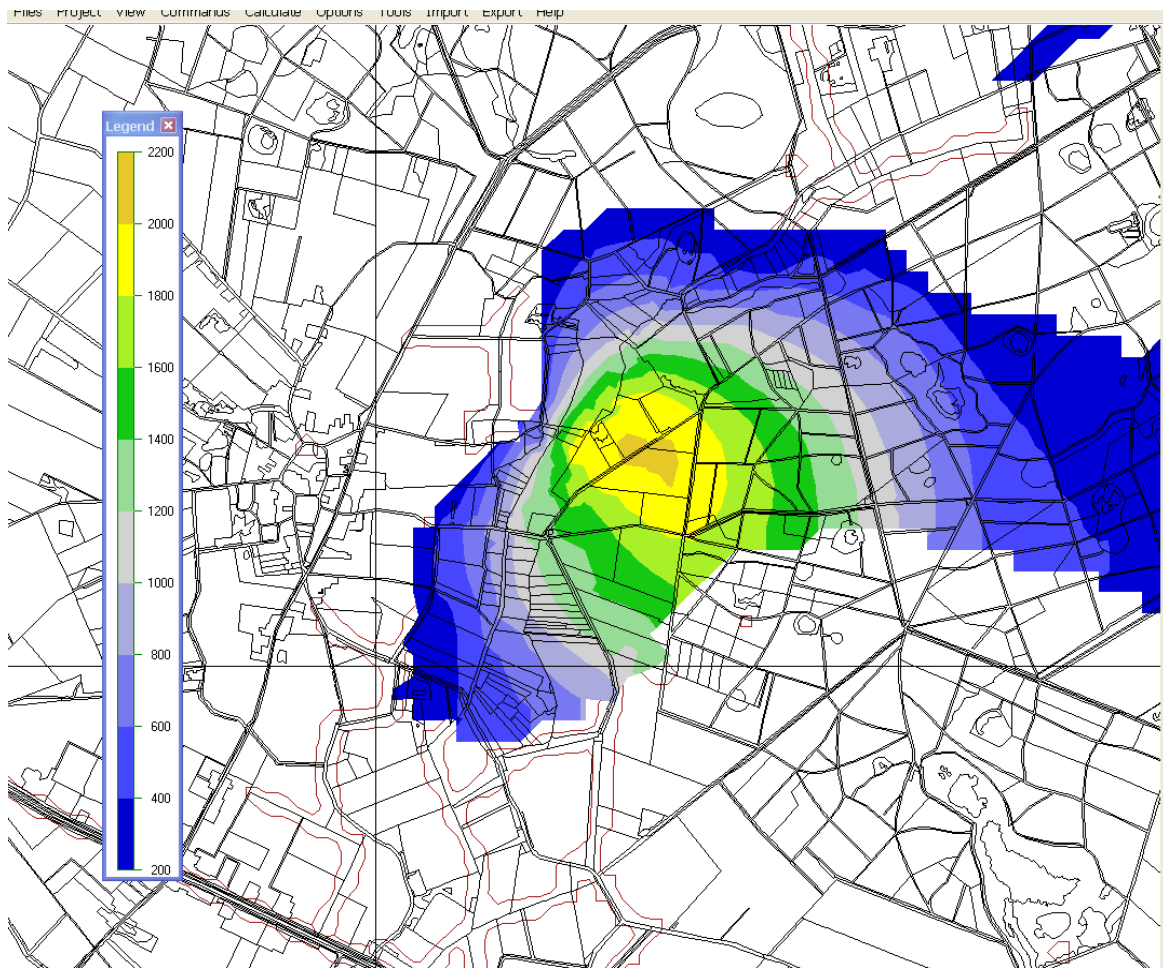
Overige figuren.



Hoogtekaart (m +NAP) + peilbuislocaties (in model).



Gemodelleerde watergangen model 2005.



Voorkomen + weerstand Peelo Klei (dagen).