

## Rapport

---

Projectnummer: 362187  
Referentienummer: SWNL0229503  
Datum: 23-07-2018

---

## Grondwatermodellering De Bruuk

Geohydrologische effectberekening Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018



Definitief

Opdrachtgever:  
Provincie Gelderland  
Postbus 9090  
6800 GX Arnhem

## Verantwoording

Titel	Grondwatermodellering De Bruuk
Subtitel	Geohydrologische effectberekening Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018
Projectnummer	362187
Referentienummer	SWNL0229503
Revisie	Definitief
Datum	23-07-2018
Auteur(s)	Henk van den Berg
E-mailadres	henk.vandenberg@sweco.nl
Gecontroleerd door	Pim Dik pim.dik@sweco.nl
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Ron Buitelaar
Paraaf goedgekeurd	

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
1.1	Aanleiding .....	4
1.2	Doel .....	4
1.3	Uitgangspunten.....	4
1.4	Leeswijzer .....	5
<b>2</b>	<b>Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Modellering</b> .....	<b>6</b>
3.1	Algemeen.....	6
3.2	Referentiemodel .....	6
3.3	Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018.....	7
<b>4</b>	<b>Rekenresultaten</b> .....	<b>7</b>
4.1	Uitgangspunten.....	7
4.2	Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018.....	9
4.3	Effecten Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018 .....	12
4.4	Effecten peilbuizen bij bebouwing .....	16
<b>5</b>	<b>Conclusie</b> .....	<b>17</b>
Bijlage 1.	MORIA-modelaanpassingen Maatregelenpakket 2018	
Bijlage 2.	Peilwaarnemingen Oostelijke Leigraaf huidige situatie	
Bijlage 3.	Resultaten Maatregelenpakket 2018	
Bijlage 4.	Resultaten referentie-AGOR	
Bijlage 5.	Effecten Maatregelenpakket 2018 – referentie	

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

Provincie Gelderland en Waterschap Rivierenland (WSRL) werken samen aan natuurdoelen in De Bruuk in het kader van de PAS. Sweco ondersteunt hierbij met het doorrekenen en ontwerpen van een nieuw oppervlaktewatersysteem bij De Bruuk. Dit nieuwe watersysteem bestaat uit een peilopzet en de beleming van enkele watergangen. Van dit nieuwe oppervlaktewatersysteem dienen de geohydrologische effecten in kaart te worden gebracht.

Het watersysteemontwerp van De Bruuk, waar op dit moment aan gewerkt wordt, wordt aangeduid als Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018 (of: Maatregelenpakket 2018). Het is een aanpassing van een eerder gemaakt ontwerp: de PAS-gebiedsanalyse uit 2013. Het aangepaste ontwerp is noodzakelijk, omdat niet alle aspecten van de PAS-gebiedsanalyse in praktijk uitvoerbaar bleken te zijn. De geohydrologische effecten van het Maatregelenpakket 2018 dienen in kaart te worden gebracht.

### 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de geohydrologische effecten van het Maatregelenpakket 2018 voor De Bruuk en omgeving. De te analyseren geohydrologische effecten bestaan uit effecten op de GHG/GLG/GVG, kwel naar maaiveld, kwel naar watergangen en de verandering in de doelrealisatie landbouw. De implementatie van het Maatregelenpakket heeft als doel om de grondwaterstanden en kwel naar maaiveld binnen De Bruuk toe te laten nemen én om te voorkomen dat de watergangen binnen De Bruuk te veel grondwater afvangen. Buiten De Bruuk dienen de geohydrologische effecten van het Maatregelenpakket zo klein mogelijk te zijn.

De geohydrologische effecten van het Maatregelenpakket 2018 dienen in een rapportage verantwoord te worden naar de belanghebbenden. Daarnaast dient de rapportage een onderbouwing te zijn voor de Waterwet, Streefpeilbesluit en het Provinciaal Inpassingsplan De Bruuk.

### 1.3 Uitgangspunten

De geohydrologische effecten worden berekend met behulp van het grondwatermodel MORIA (Modellering Ondergrond Rivierenland Interactief en Actueel). Het grondwater modelinstrumentarium MORIA is ontwikkeld voor het beheergebied van Waterschap Rivierenland. Het modelinstrumentarium is bedoeld voor toepassing in het GGOR-proces en als basis voor gedetailleerde modelstudies waarin o.a. gekoppeld kan worden met oppervlaktewater en kwaliteitsmodules. MORIA is ontwikkeld in opdracht van Waterschap Rivierenland, provincie Gelderland en Waterbedrijf Vitens door Deltares, Alterra, TAUW en Royal Haskoning.

Voor het referentie model wordt gedeeltelijk uitgegaan van hetzelfde model als het referentiemodel dat is gebruikt door Witteveen+Bos in de grondwatermodellering van de PAS-gebiedsanalyse voor De Bruuk in 2013. Witteveen+Bos heeft in hun onderzoek een controle en verbetering van het referentiemodel uitgevoerd, dit is beschreven in [W+B, 2013a]<sup>1</sup>.

In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de rekenresultaten van dat referentie model nauwkeurig genoeg zijn voor gebruik in dit onderzoek. Er wordt niet opnieuw een uitgebreide validatie en/of kalibratie uitgevoerd. De (resultaten van) de aangeleverde modellen worden wel globaal gecontroleerd op logica en consistentie. Aan dit oorspronkelijke referentiemodel uit 2013 is nog een aantal aanpassingen gedaan om tot het referentiemodel te komen dat in dit project en deze rapportage gebruikt wordt.

<sup>1</sup> Zie 'W+B 2013a - PAS - Geohydrologische effectberekening MORIA De Bruuk.pdf'



## 1.4 Leeswijzer

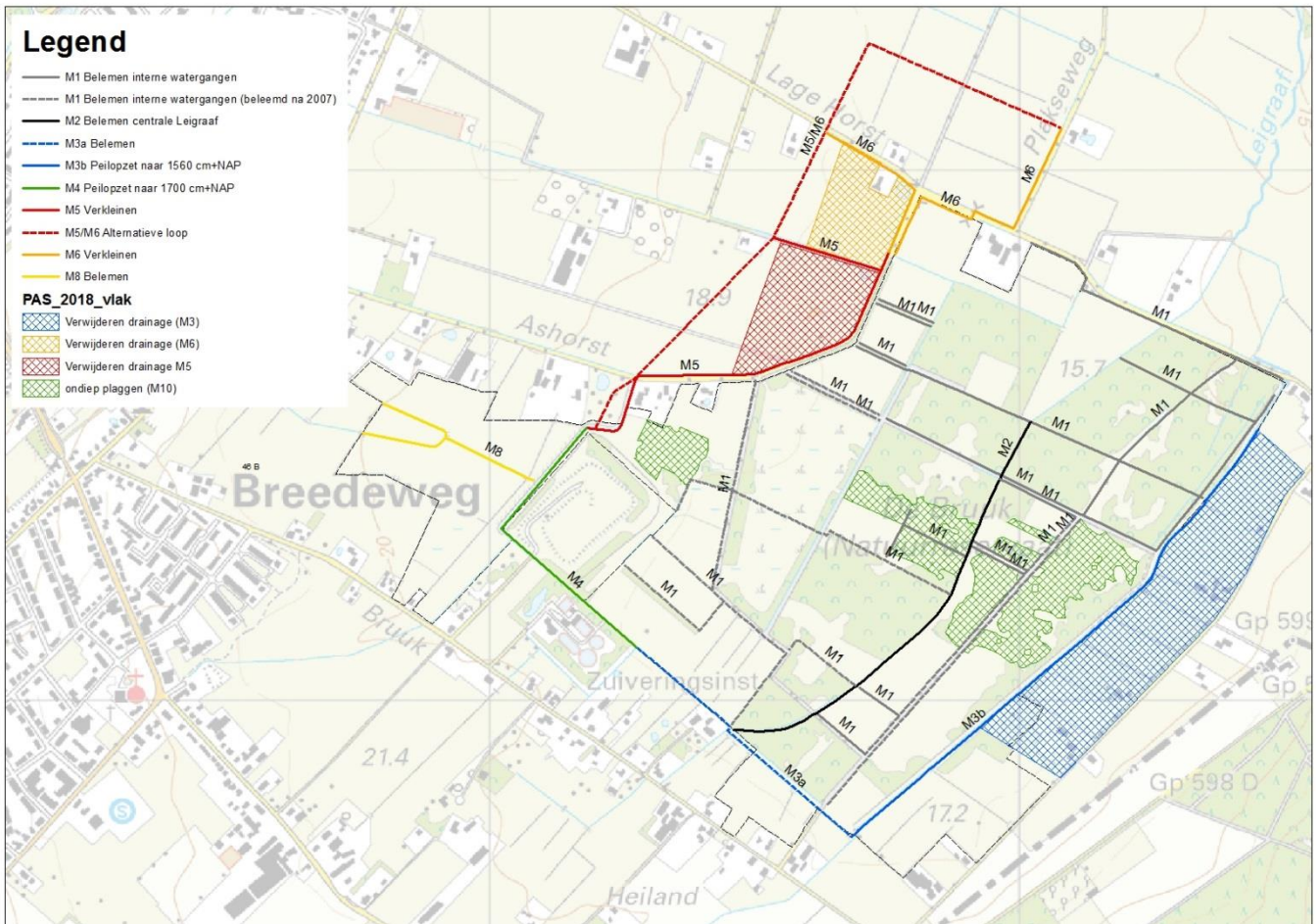
In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de maatregelen van het Maatregelenpakket 2018. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens de modellering van deze maatregelen in het MORIA model besproken. Ook worden in hoofdstuk 3 de controle en aanpassingen aan het referentiemodel besproken. Daarna worden in hoofdstuk 4 de rekenresultaten en effecten van het Maatregelenpakket 2018 gepresenteerd. Tot slot volgen in hoofdstuk 5 de conclusie en eventuele aanbevelingen. Voor een uitgebreide beschrijving van de kalibratie en validatie van het oorspronkelijke referentiemodel wordt verwezen naar W+B, 2013a. Voor de beschrijving van de modellering van de maatregelen uit het Maatregelenpakket 2018 wordt verwezen naar bijlage 1.

## 2 Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018

De maatregelen in het ontwerp Maatregelenpakket 2018 zijn aangepast ten opzichte van de oorspronkelijke PAS-gebiedsanalyse. Enkele maatregelen blijven gelijk, maar de beleming van veel van de externe watergangen wordt niet meer uitgevoerd. Daarnaast wordt er ten noordwesten van De Bruuk een nieuwe tracé toegevoegd. Onderstaande tabel geeft het overzicht van het Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018. In figuur 2.1 zijn de maatregelen uit het Maatregelenpakket 2018 op kaart weergegeven. De peilopzet zal doorwerken naar de zijwatergangen, deze peilverhoging in de zijwatergangen wordt meegenomen in de modellering.

**Tabel 2.1 PAS-gebiedsanalyse en Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018**

		PAS-gebiedsanalyse	Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018
Intern	M1	Verondiepen en belemen interne sloten in De Bruuk	Idem
	M2	Verondiepen en belemen Centrale Leigraaf	Idem
Extern	M3	Verondiepen, verbreden en belemen Oostelijke Leigraaf	Peilopzet
	M3	Verwijderen perceelsdrainage	Idem
	M4	Peilverhoging Ashorstersloot langs de Ashorst naar NAP +17,0 m	Noordelijke gedeelte peilopzet; zuidelijke gedeelte vanaf waterzuivering wordt beleemd
	M5a	Verondiepen, verbreden en belemen sloot Ashorst	Verkleinen watergang
	M5a	Verwijderen perceelsdrainage	Idem
	M5b	Verondiepen, verbreden en belemen Sloot Ashorst bovenstrooms	Verkleinen watergang
	M5b	Verwijderen perceelsdrainage	Idem
	M6	Verondiepen, verbreden en belemen Ashorstersloot bij de Lage Horst	Verkleinen watergang;
	M6	Verwijderen perceelsdrainage	Gedeeltelijke verwijdering perceelsdrainage, niet alle drainage is aanwezig in huidige situatie (referentie model)
	M7	Verondiepen, verbreden en belemen Leigraaf noordzijde	Vervalt
	M7	Verwijderen perceelsdrainage	Drainage niet aanwezig in huidige situatie (referentie model)
	M8	Verondiepen en belemen watergang westelijk deelgebied	Idem
	Alternatief M5/M6	-	Aanleggen nieuw tracé



Figuur 2.1 Maatregelenpakket 2018

### 3 Modelling

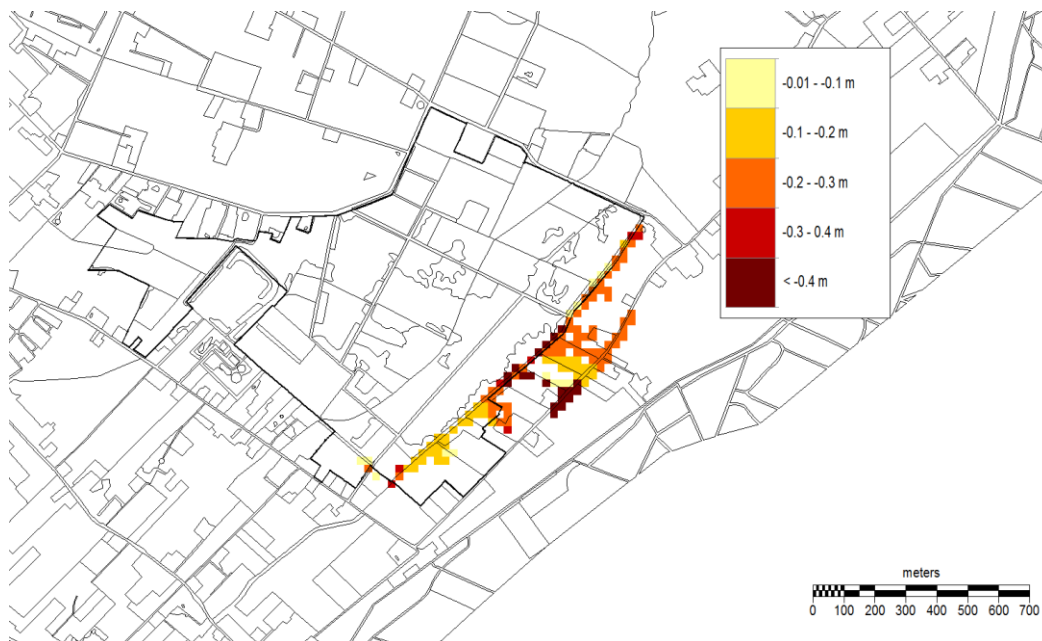
#### 3.1 Algemeen

Er wordt gebruikt gemaakt van versie 2.01 van MORIA. De rekenkern die gebruikt wordt is versie iMODFLOW\_2615\_MS WP7211\_BR\_x32.exe. Het MORIA model wordt tijdsafhankelijk doorgerekend voor de periode 1994-2011, met een resolutie van 25x25 m.

#### 3.2 Referentiemodel

Voor de controle van het referentie MORIA model wordt verwezen naar W+B, 2013a. Het bleek dat de oppervlaktewaterpeilen van de Oostelijke Leigraaf in het originele MORIA-model niet overeen kwamen met waarnemingen in het veld (zie bijlage 2). In het referentiemodel is daarom het peil van de Oostelijke Leigraaf aangepast. Het peil wat hiervoor gebruikt is het Q25-oppervlaktewaterpeil uit de Sobek-modellering<sup>2</sup>. Dit Sobek-peil blijkt goed overeen te komen met de waargenomen oppervlaktewaterpeilen, zie bijlage 2.

<sup>2</sup> Zie: SWNL0228452 rapp 030718.pdf (Hydraulisch onderzoek oppervlaktewatersysteem 'de Bruuk' Sweco rapport uit 2018)



Figuur 3.1 Peilcorrectie in het referentiemodel (langs de Oostelijke Leigraaf)

### 3.3 Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018

De uitgebreide beschrijving van de modelaanpassingen voor het Maatregelenpakket 2018 staat in bijlage 1.

De ligging van het nieuwe tracé en de nieuwe oppervlaktewaterpeilen (inclusief uitdijend effect van de peilopzet op omliggende watergangen) zijn overgenomen uit het Sobek-model dat opgesteld is om het nieuwe tracé te dimensioneren. Hiervoor zijn de waterpeilen voor het Q25-scenario gebruikt.

De maatregelen staan beschreven in tabel 2.1 en figuur 2.1. In hoofdlijnen zijn onderstaande punten aangepast in het MORIA-model:

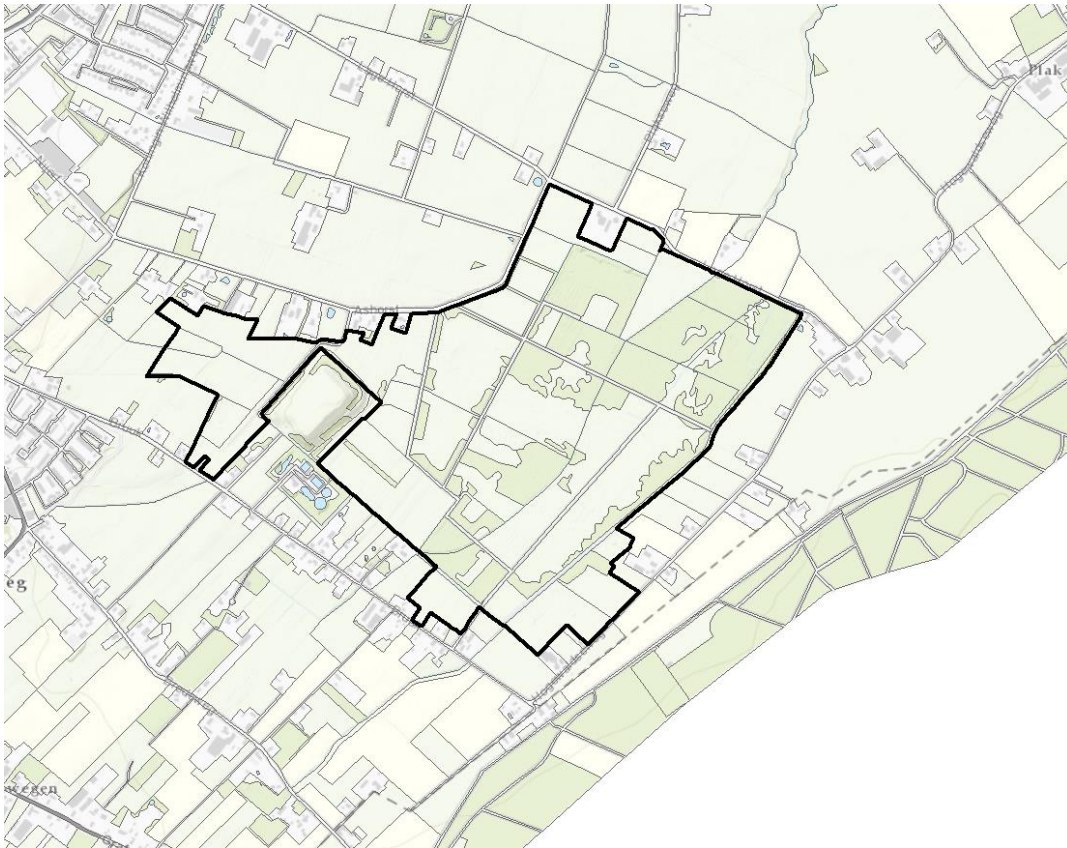
- verwijderen perceelsdrainage;
- peilopzet;
- belemen interne watergangen (en westelijk deelgebied);
- verkleinen sloot Ashorst;
- toevoegen nieuw trace (op basis van Sobek-model gebruikt in oppervlaktewaterstudie);
- verbreden gedeelte Ashorstersloot bij Biezekamp.

## 4 Rekenresultaten

### 4.1 Uitgangspunten

Figuur 4.1 geeft de begrenzing van De Bruuk aan, deze begrenzing wordt ook aangegeven in de kaarten met rekenresultaten. In figuur 4.1 zijn de Top10 lijnvlakken weergegeven, deze lijnen worden ook geplot in de resultaatkaarten.





Figuur 4.1 Gebiedsgrens De Bruuk met Top10

De GxG's zijn gebaseerd op de rekenresultaten voor de periode 14-04-2002 tot en met 28-03-2010.

De weergegeven kwelkaarten zijn de rekenresultaten voor 28-03-2008, deze datum is een representatieve datum voor een gemiddelde voorjaars situatie. Er wordt van uitgegaan dat er kwel naar maaiveld (wortelzone) is wanneer de berekende grondwaterstand voor die dag ondieper is dan 70 cm -mv en er een flux van modellaag 2 naar modellaag 1 berekend wordt (bdgflf\_20080328\_I1).

De doelrealisatie landbouw is bepaald met de RO-tool in IMOD. Hiervoor is de landgebruik- en maaiveldkaart gebruikt die hoort bij MORIA-versie 2.01. De Bodemkaart van Nederland-2000 is omgezet naar HELP-tabel eenheden. De berekende droogte- en natschade zijn met de volgende formules omgezet naar de totale doelrealisatie (alle in de eenheid %):

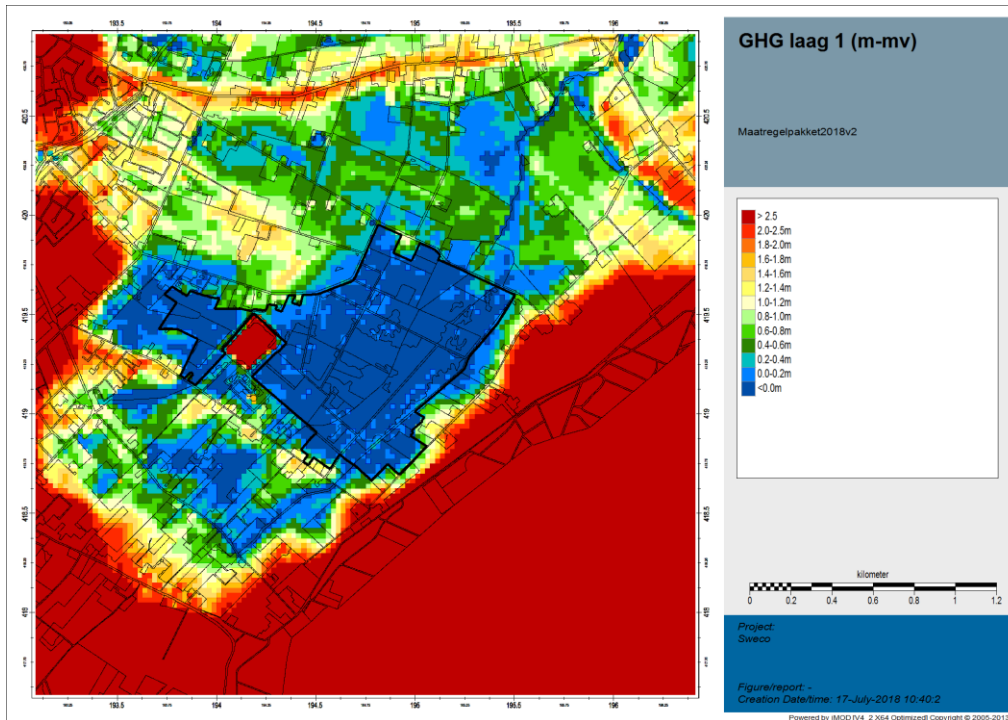
$$\text{Totale schade} = (1 - ((100 - \text{natschade}) / 100)) * ((100 - \text{droogschade}) / 100) * 100$$

En:

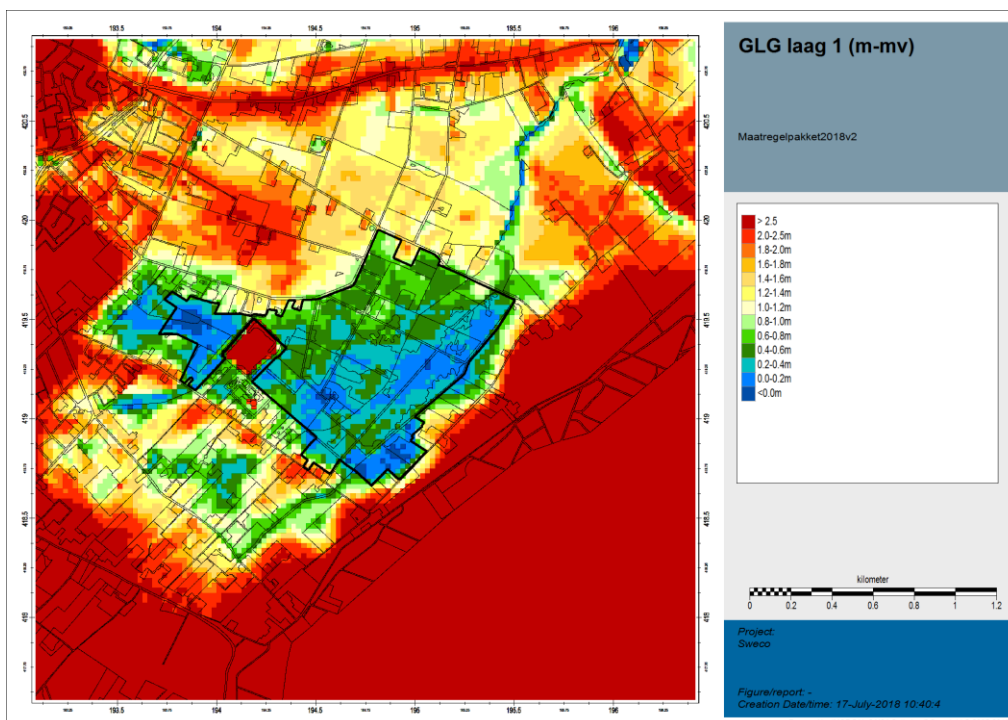
$$\text{Doelrealisatie} = 100 - \text{Totale schade}$$

#### 4.2 Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018

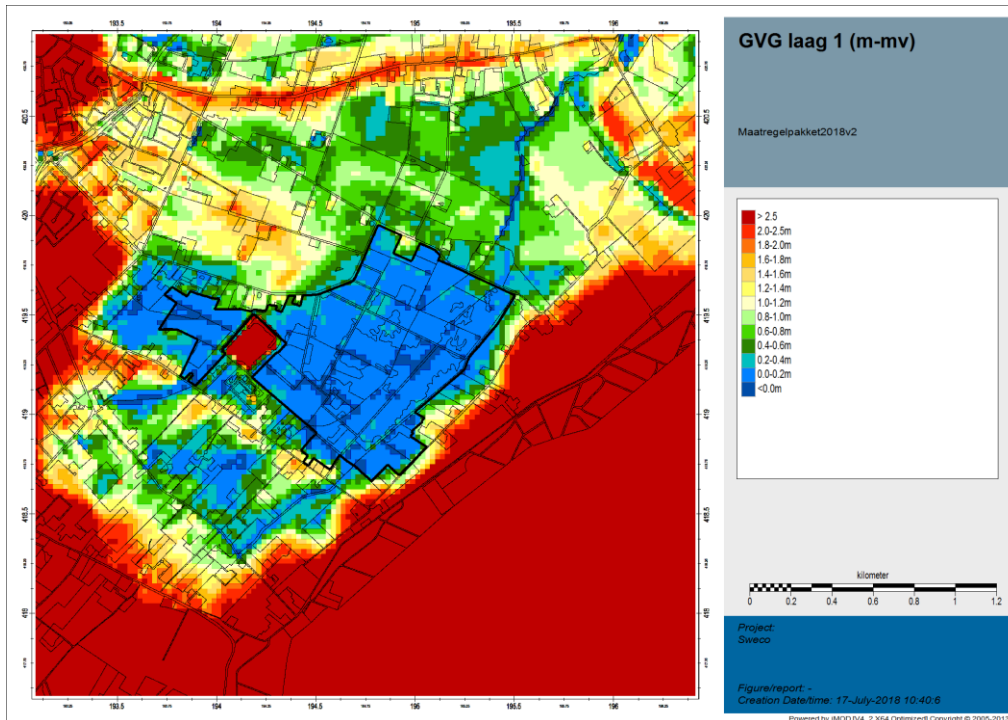
Onderstaande kaarten geven de berekende GHG, GLG, GVG, kwel naar watergangen en kwel naar maaiveld. Deze kaarten zijn ook toegevoegd in bijlage 3. De resultaten van het referentiemodel zijn bijgevoegd in bijlage 4.



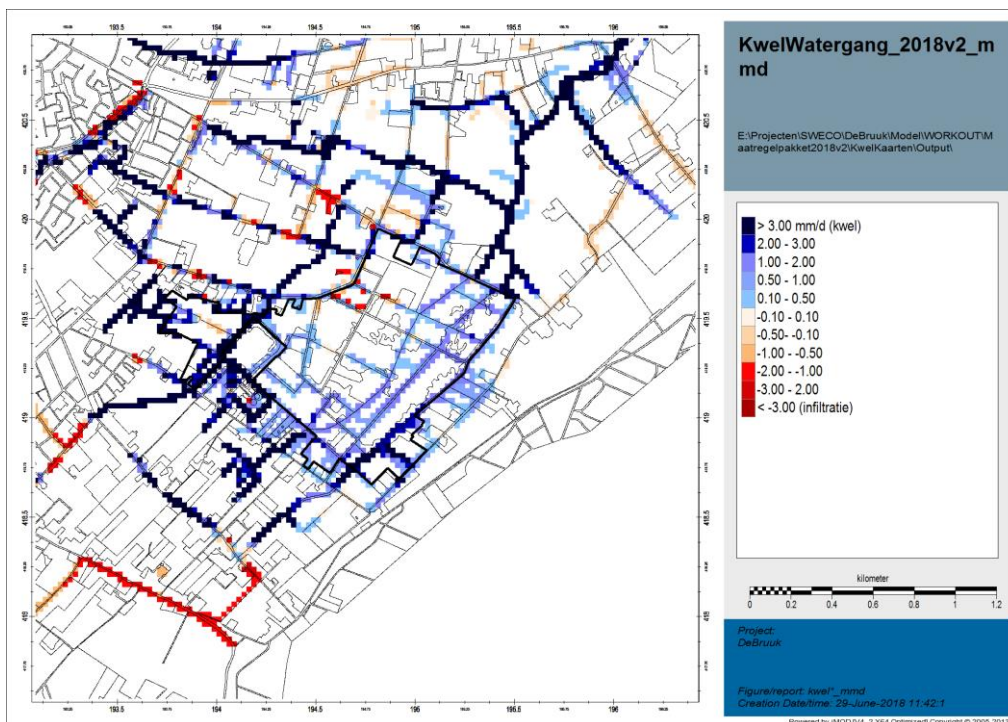
Figuur 4.2 GHG Maatregelenpakket 2018 [m -mv]



Figuur 4.3 GLG Maatregelenpakket 2018 [m -mv]

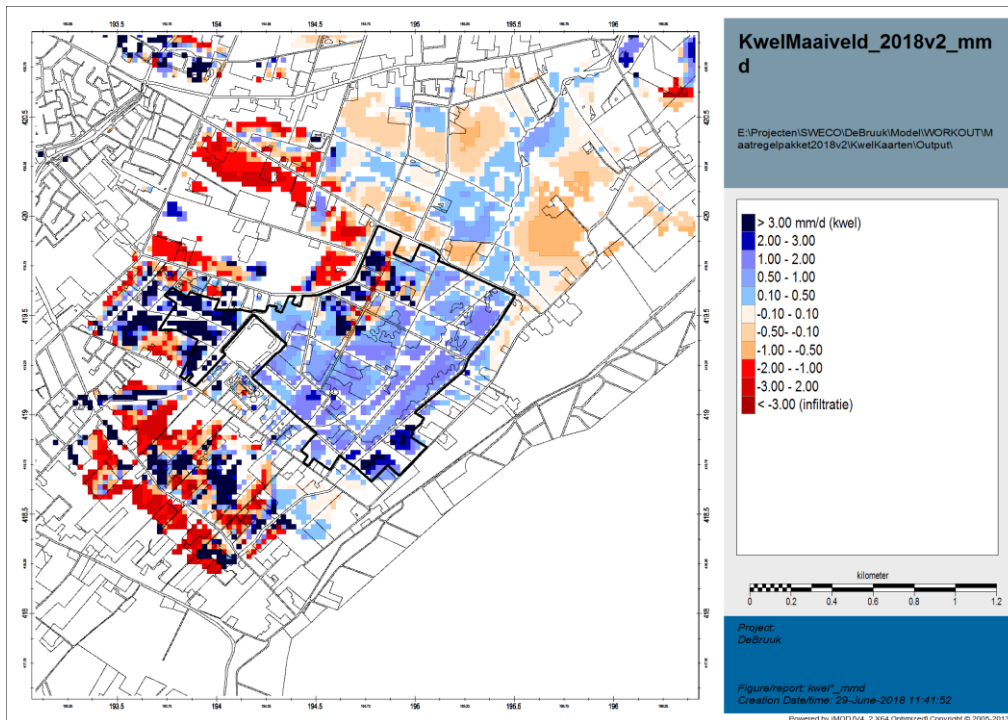


Figuur 4.4 GVG Maatregelenpakket 2018 [m -mv]



Figuur 4.5 Kwel naar watergangen Maatregelenpakket 2018 [mm/d]

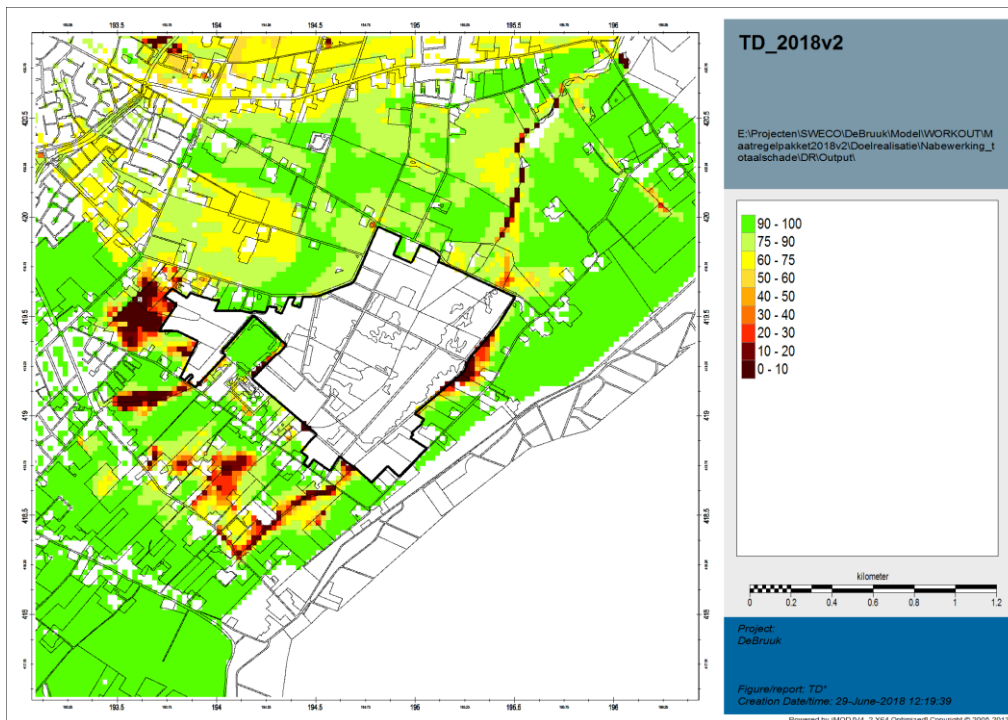




Figuur 4.6 Kwel naar maaiveld Maatregelenpakket 2018 [mm/d]

Onderstaande figuur geeft de berekende doelrealisatie landbouw. De filtering voor de berekening van de doelrealisatie is gedaan op basis van de landgebruik (LGN) kaart. Dit betekent dat voor iedere cel met een waarde gras, aardappelen, suikerbieten, granen, tuinbouw, snijmais of boomteelt de doelrealisatie wordt uitgerekend. Het is goed mogelijk dat niet al het gras in de LGN kaart agrarisch gras is, terwijl hier wel een doelrealisatie landbouw voor is berekend. Dit zal per perceel bekeken moeten worden.

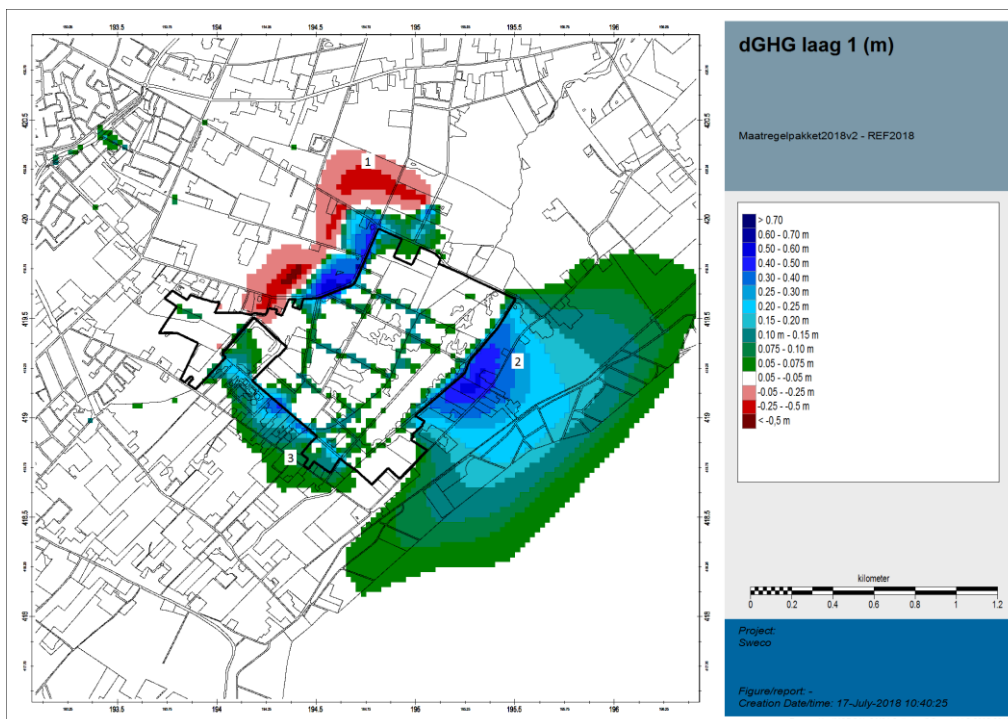
De kaart geeft een aantal donker rode locaties met een lage doelrealisatie. De lage doelrealisatie wordt veroorzaakt doordat op deze locaties de berekende GHG boven het maaiveld ligt. Hier is het volgens de berekening te nat voor landbouw.



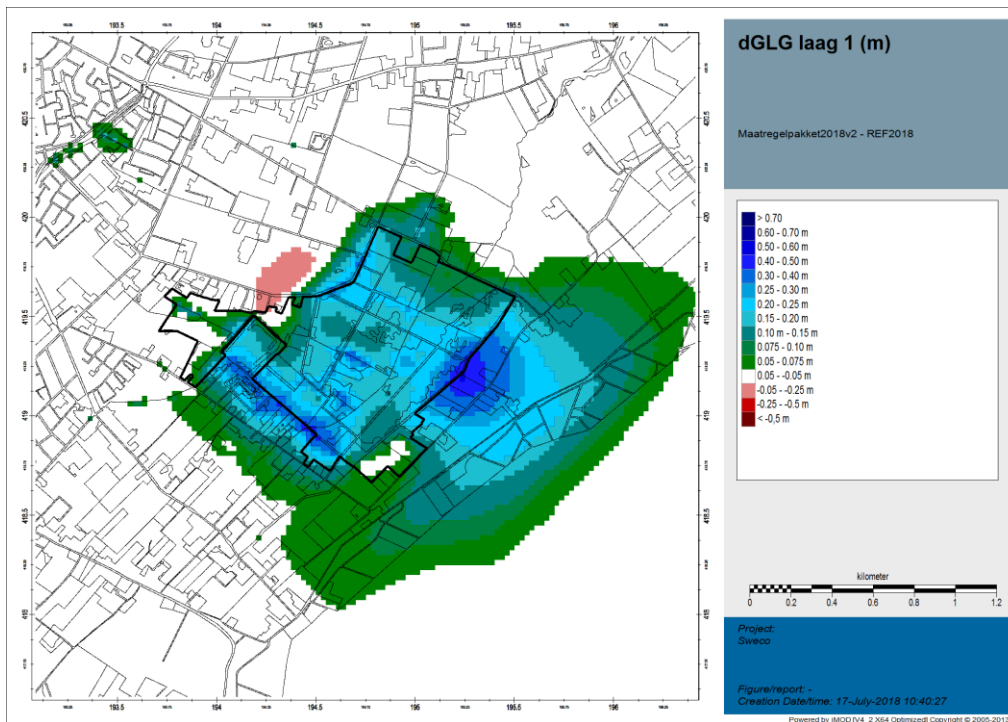
Figuur 4.7 Doelrealisatie landbouw Maatregelenpakket2018 [%]

### 4.3 Effecten Maatregelenpakket PAS De Bruuk 2018

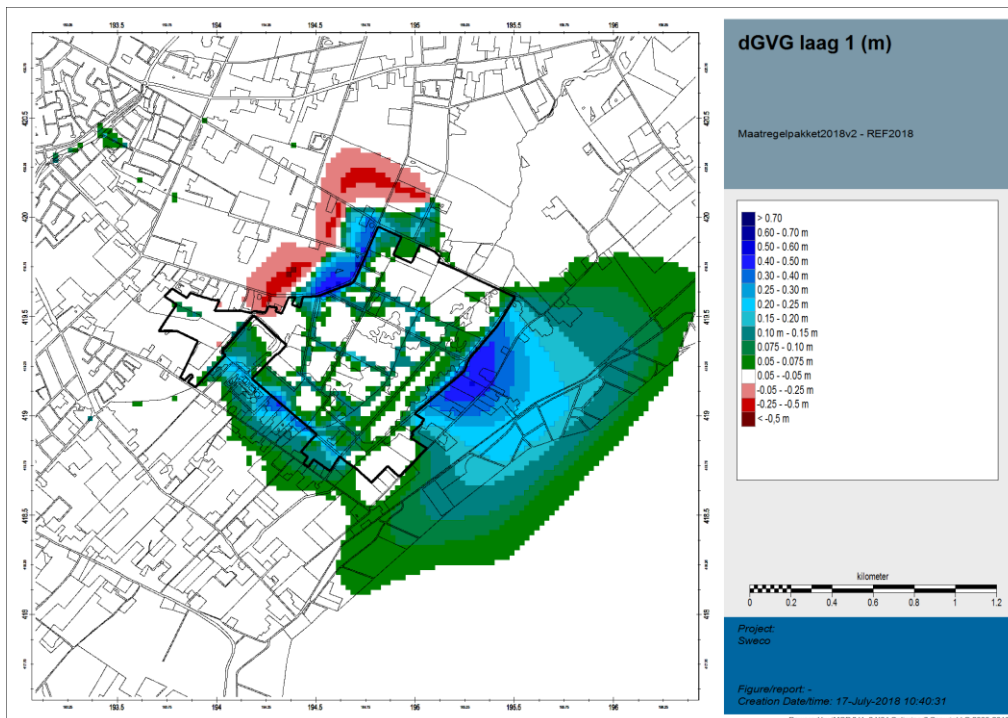
Onderstaande kaarten geven het berekende effect van het Maatregelenpakket 2018 ten opzichte van het referentiemodel (AGOR). De resultaten van het referentiemodel zijn toegevoegd in bijlage 4. De genummerde locaties in figuur 4.8 langs de randen van De Bruuk geven de locaties met de voornaamste effecten. De effecten op deze locaties worden hieronder besproken. Onderstaande effectkaarten zijn ook bijgevoegd in bijlage 5.



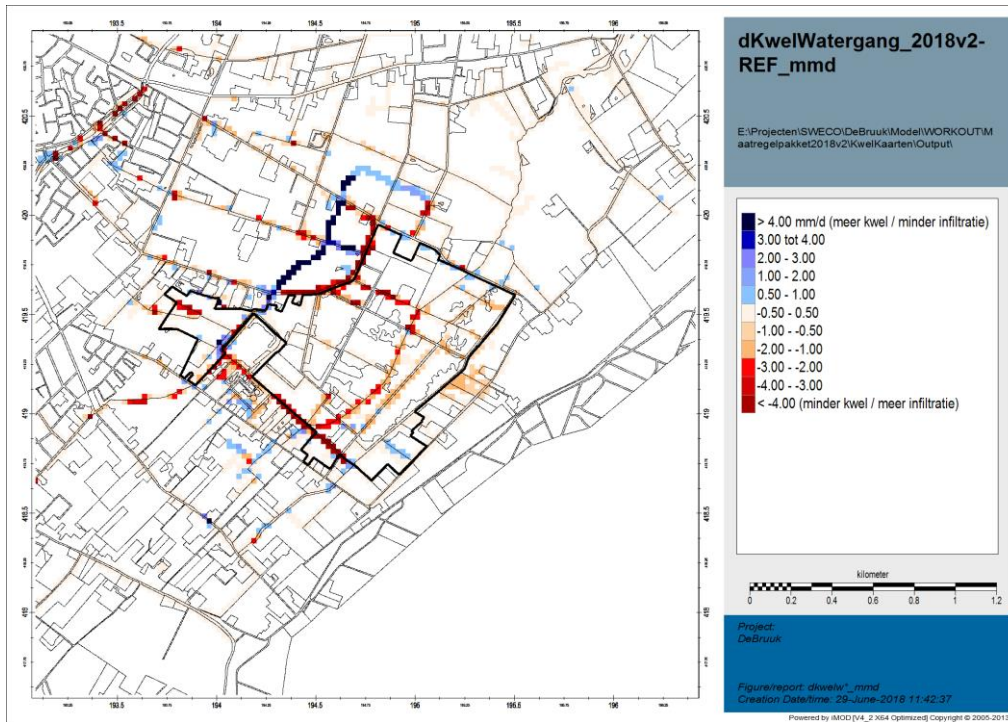
Figuur 4.8 Verandering GHG Maatregelenpakket 2018 t.o.v. referentie [m]



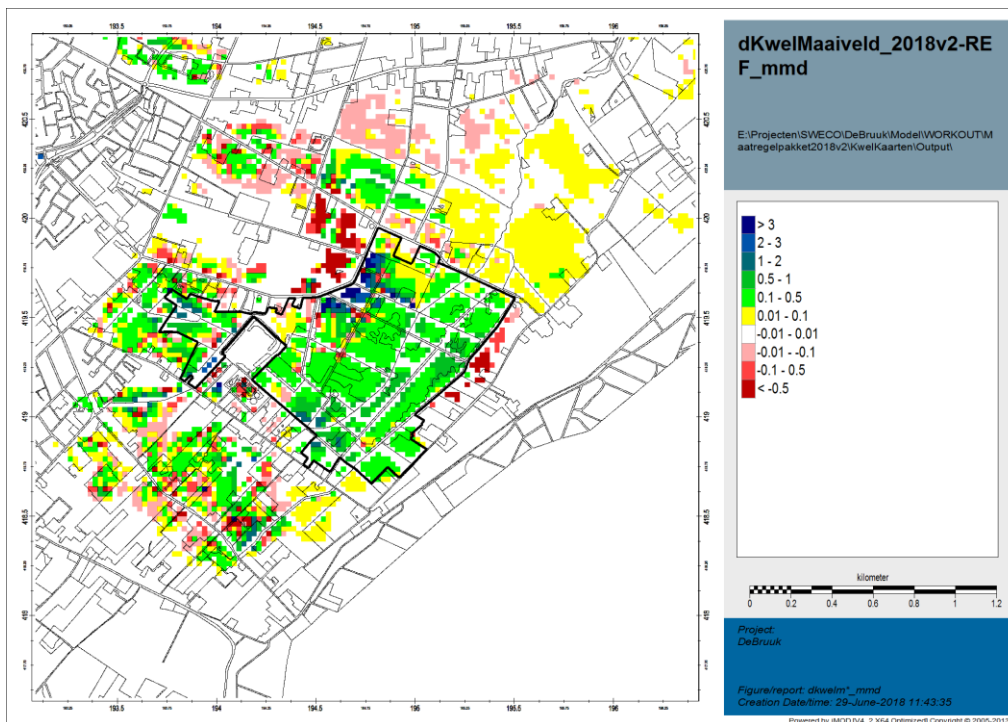
Figuur 4.9 Verandering GLG Maatregelenpakket 2018 t.o.v. referentie [m]



Figuur 4.10 Verandering GVG Maatregelenpakket 2018 t.o.v. referentie [m]

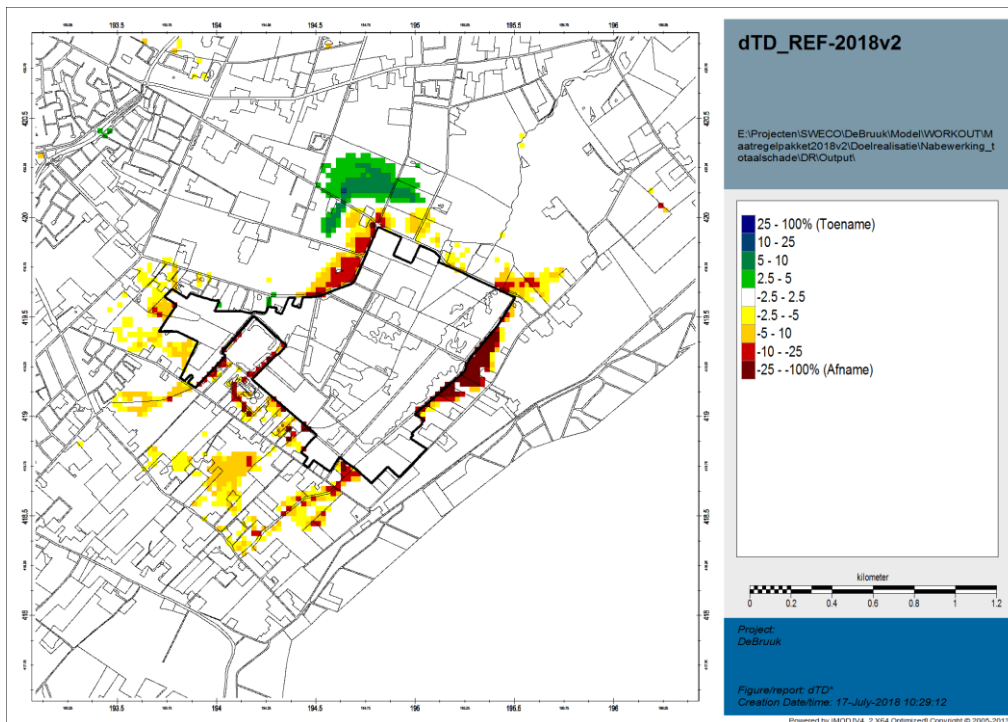


Figuur 4.11 Verandering kwel naar watergangen Maatregelenpakket 2018 t.o.v. referentie [mm/d]



Figuur 4.12 Verandering kwel naar maaiveld Maatregelenpakket 2018 t.o.v. referentie [mm/d]





Figuur 4.13 Verandering doelrealisatie landbouw Maatregelenpakket 2018 t.o.v. referentie [% punt]

Effectlocatie 1 (zie figuur 4.8) is de locatie van het nieuwe tracé. Hier is te zien dat de GHG tot ongeveer 50 cm verlaagd wordt ter plaatse van het nieuw aan te leggen tracé. Dit komt doordat het oppervlaktewaterpeil van het nieuwe tracé lager ligt dan de huidige GHG op deze locatie. Het nieuwe tracé werkt dus drainerend bij GHG. Het drainerende effect werkt niet door tot in De Bruuk. De drainerende werking van het nieuwe tracé is ook goed te zien aan de effecten op de kwel in figuur 4.11 en 4.12. Figuur 4.11 laat zien dat er veel kwel optreedt in de nieuwe watergang. De rode vlekken in figuur 4.12 rondom het tracé laten zien dat er een stuk minder kwel (of meer infiltratie) rondom het tracé optreedt. De kwel stroomt dus vanuit het omliggende gebied richting het nieuwe tracé. Omdat de GHG ter plaatse van het nieuw aan te leggen tracé daalt neemt de berekende natschade af. Dit zorgt voor een toename in de doelrealisatie landbouw ter plaatse van het nieuwe tracé.

Net ten zuiden van het nieuwe tracé neemt langs de Ashorstersloot de GxG toe. Dit wordt veroorzaakt doordat de watergang hier verkleind is. Figuur 4.11 en 4.12 laten zien dat door het verkleinen van deze watergang de kwel naar maaiveld in De Bruuk toeneemt. Doordat de GHG langs de Ashorst stijgt, zal de doelrealisatie landbouw langs de rand van De Bruuk hier afnemen (figuur 4.12).

Effectlocatie 2, oostelijk van de Oostelijke Leigraaf, laat een verhoging van de GHG van meer dan 30 cm zien, ook de GLG wordt meer dan 30 cm hoger berekend. De verhoging komt doordat de drainage langs de Oostelijke Leigraaf is verwijderd. De kwel rondom deze effectlocatie laat enerzijds een toename en anderzijds een afname zien. Op de locatie buiten De Bruuk, waar de drainage wordt verwijderd, neemt de kwel af. In De Bruuk zal juist de kwel toenemen. Deze verschuiving in kwel komt doordat het grondwater, dat eerst afgevangen werd door de drains, nu richting De Bruuk kan stromen. Doordat de GHG langs de Oostelijke Leigraaf stijgt neemt de doelrealisatie landbouw langs de rand van De Bruuk hier af (figuur 4.13).

De peilopzet in het zuidelijke gedeelte van de Oostelijke Leigraaf is kleiner dan de peilopzet in het centrale en noordelijke deel van de Oostelijke Leigraaf (respectievelijk 10 en 50 cm peilopzet). Hierdoor is de stijging van de GxG rond het zuidelijke deel van de Oostelijke Leigraaf ook minder dan de GxG stijging elders langs de Oostelijke Leigraaf.

Effectlocatie 3 ligt langs de Ashorstersloot ter hoogte van de vuilstort en afvalwater-zuivering. In het Maatregelenpakket 2018 wordt een deel van dit traject beleemd en wordt het oppervlaktewaterpeil verhoogd. De effectkaarten laten een verhoging van de GHG zien. Deze verhoging treedt echter op in een beperkt areaal en ligt meer buiten dan binnen De Bruuk. De maatregelen zorgen voor toename van de kwel richting het maaiveld in De Bruuk, en voor vermindering van de kwel naar de Ashorstersloot zelf. Buiten De Bruuk langs de Ashorstersloot neemt door de verhoging van de GHG lokaal de doelrealisatie landbouw met 5% tot 10% af.

Binnen De Bruuk zullen de GHG en GVG niet erg veel stijgen, de GLG zal wel met ongeveer 10 cm door de gehele Bruuk stijgen. Door de beleming van de interne watergangen zullen de watergangen binnen De Bruuk een stuk minder kwel gaan afvangen. Op een aantal losse locaties na zal de kwel naar het maaiveld binnen de gehele Bruuk stijgen. De toename in kwel naar maaiveld is ongeveer 0,1-0,5 mm/d, met een uitschieter naar 2,0-3,0 mm/d in het noordwesten van De Bruuk langs de Ashorst.

#### 4.4 Effecten peilbuizen bij bebouwing

In tabel 4.1 zijn de peilbuizen bij woningen weergegeven rondom De Bruuk, waarbij de GHG zal veranderen als gevolg van het Maatregelenpakket 2018. Alleen peilbuizen waarbij de gemeten of berekende GHG in de geplaatste peilbuis natter dan 80 cm -mv is en waarbij de berekende verandering meer dan 5 cm is zijn weergegeven in onderstaande tabel. Kleinere veranderingen vallen buiten de zekerheidsmarges van het model.

**Tabel 4.1 Effect op GHG in peilbuizen bij woningen rond De Bruuk (oranje is kritische ontwateringsdiepte; rood is drogere GHG; blauw is nattere GHG)**

Adres	Functie	GHG m-mv		GHGm- mv_REF2018	GHGm- mv_PAS2018	Effect GHG PAS2018
		Gemeten	AHN			
Ashorst 20	huis	0.79	18.43	0.94	1.04	-0.10
Ashorst 22A	huis	0.12	17.94	0.40	0.54	-0.14
Lage Horst 5	huis	0.94	16.91	0.48	0.37	0.12
Bruuk 111	huis	0.13	18.30	0.64	0.56	0.08
Bruuk 71	huis	0.22	19.15	0.95	0.87	0.08
Bruuk 77	?	0.25	18.28	0.98	0.73	0.24
Bruuk 81	huis	0.11	18.79	0.98	0.86	0.12
Bruuk 87	huis	0.22	18.37	0.71	0.57	0.14
Bruuk 89	huis	0.22	18.37	0.52	0.40	0.11
Bruuk 91	huis	-0.02	18.04	0.42	0.33	0.10
Bruuk 93	huis / tuin	0.09	17.32	0.16	0.00	0.16
Bruuk 93A	huis	0.09	16.86	0.21	-0.06	0.27
Bruuk 95	huis	0.18	18.04	0.42	0.33	0.10
Bruuk 95	Huis?	0.18	18.04	0.42	0.33	0.10
Dukenburg 110	huis	0.28	18.24	0.14	0.07	0.06
Hogewaldseweg 11	huis	0.37	17.46	1.24	0.92	0.32
Hogewaldseweg 15	huis	0.07	16.56	0.78	0.32	0.46
Hogewaldseweg 9/9A	huis	0.04	16.98	0.77	0.65	0.12
Lage Horst 20	huis	0.01	17.72	0.61	0.70	-0.10
Lage Horst 20	Huis?	0.01	17.72	0.61	0.70	-0.10
Lage Horst 22/22A	huis	0.70	18.38	0.98	1.21	-0.22
Bruuk 110	huis	1.22	18.93	0.82	0.74	0.08
Lage Horst 26/26A	huis	0.34	16.35	0.72	0.66	0.06
Lage Horst 26/26A	Huis?	0.34	16.35	0.72	0.66	0.06
Lage Horst 28	huis	0.71	16.23	0.86	0.73	0.13
Waterzuivering / Bruuk 69	huis	0.10	18.18	0.13	0.05	0.08



Bij de meeste peilbuizen zal de GHG met ongeveer 10 cm stijgen. Op een aantal locaties bedraagt de stijging van de GHG 30-40 cm. Deze locaties liggen langs de Oostelijke Leigraaf en de stijging wordt veroorzaakt door de verwijdering van de drainage langs de Oostelijke Leigraaf. Bruuk 77 bevindt zich nabij de waterzuivering.

## 5 Conclusie

De implementatie van het Maatregelenpakket 2018 voor De Bruuk leidt tot de gewenste geohydrologische effecten binnen De Bruuk. De GxG's en de kwel naar het maaiveld nemen toe. Ook zullen de interne watergangen minder kwel gaan afvangen. Buiten De Bruuk zal er over het algemeen een stijging van de GxG's zijn. Dit kan leiden tot ongewenste effecten, zo zal de doelrealisatie landbouw mogelijk enigszins afnemen langs randen van De Bruuk. Bij enkele woningen, die in de huidige GHG-situatie een kritische drooglegging hebben, zal door het Maatregelenpakket 2018 de GHG natter worden. Daarentegen daalt de GHG rond het nieuwe tracé, wat op deze locatie tot een kleine toename van de doelrealisatie landbouw leidt.

Bijlage 1. MORIA-modelaanpassingen Maatregelenpakket 2018

# BIJLAGE 1

11-07-2018

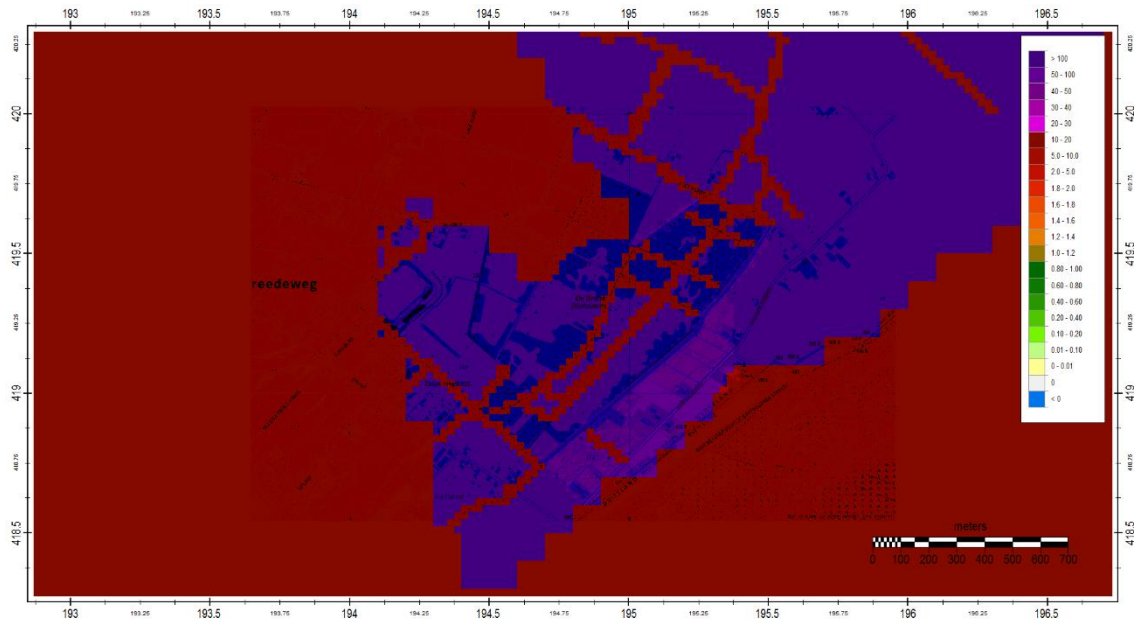
## Aanpassing MORIA model

### 1 C-waarde leemlaag

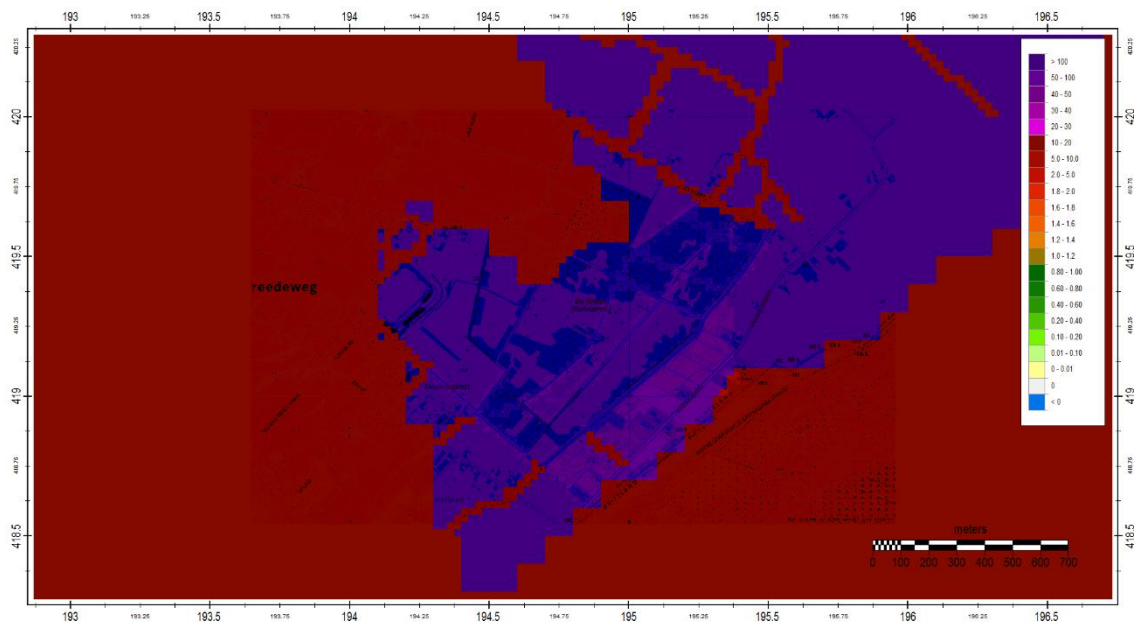
In de huidige situatie snijden enkele watergangen in in de leemlaag, waardoor de weerstand van de leemlaag ter plaatste van de watergang is gereduceerd. Deze insnijding is opgenomen in het referentie model. Doordat enkele van deze insnijdende lagen worden beleemd zullen deze watergangen niet meer insnijden in de leemlaag. Hierom wordt onder deze watergangen de c-waarde van de leemlaag weer hersteld naar de omliggende waarde (100 dagen).



Figuur B1.1 Locaties waar de insnijding in de leemlaag wordt opgeheven



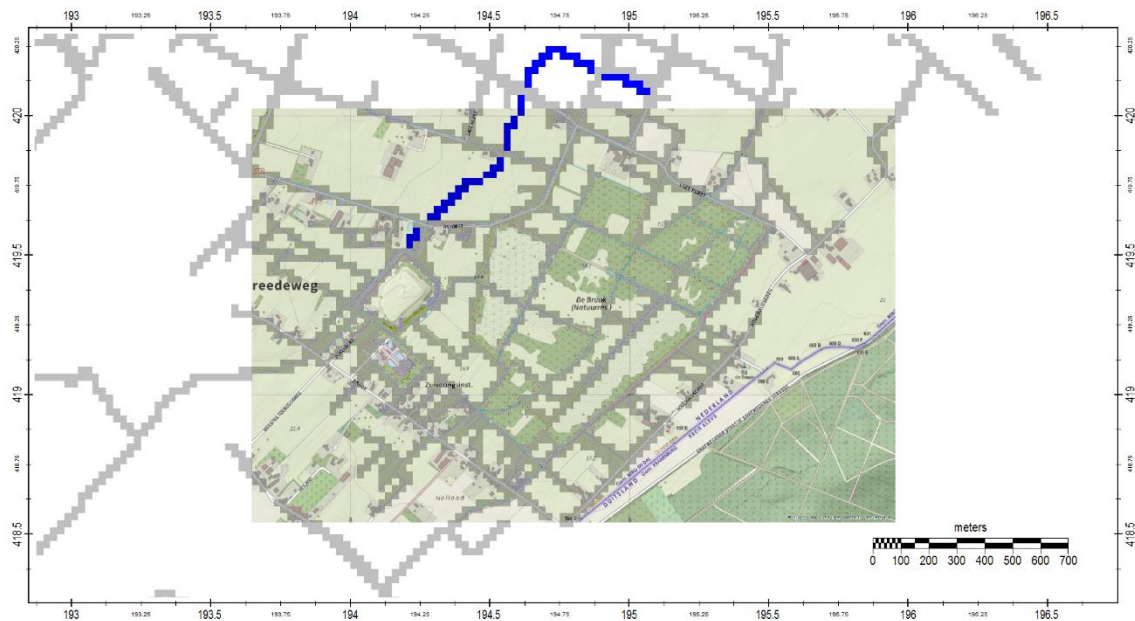
Figuur B1.2 Weerstand leemlaag referentie model (paars is 100-250 dagen; rood is 10 dagen)



Figuur B1.3 Weerstand leemlaag na beleming (paars is 100-250 dagen; rood is 10 dagen)

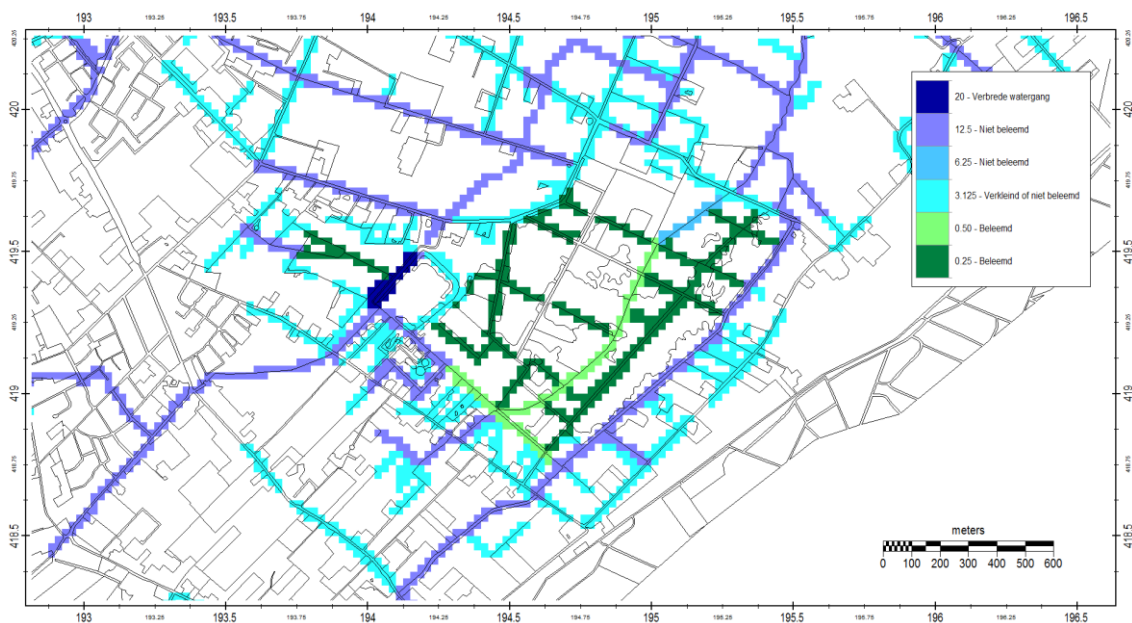
## 2 Watergangen (RIV package)

De ligging van het nieuwe trace is weergegeven in figuur B1.4. Het nieuwe trace een conductiviteit van 12,5 m<sup>2</sup>/d en een infiltratiefactor van 0,5 gekregen, deze waarden zijn gelijk aan die van de omliggende watergangen.



Figuur B1.4 Ligging nieuw trace (blauw)

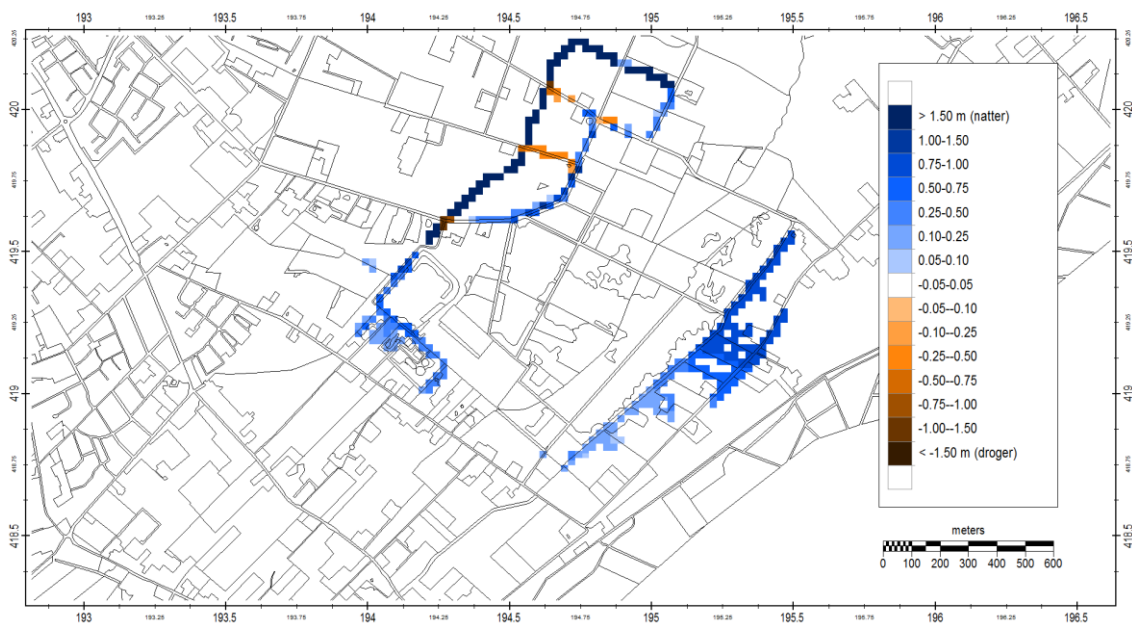
Een deel van de Centrale Leigraaf, alle interne watergangen, een gedeelte van de Ashorstersloot en de watergangen in het Westelijk Deelgebied zullen worden beleemd. Beleming wordt in het model geschematiseerd door de conductiviteit (is de doorlatendheid van de bodem) te verlagen. De groene watergangen in figuur B1.5 geven de nieuwe conductiviteit en de ligging van de beleemde watergangen weer. De blauwe watergangen met een conductiviteit van 3,125 en 12,5 m<sup>2</sup>/d worden niet beleemd en behouden hun oorspronkelijke waarde. Uitzondering hierop is de Ashorsterloot langs de Ashorst, deze watergang wordt verkleind en hierom is de conductiviteit verlaagd van 12,5 naar 3,125 m<sup>2</sup>/d. Het noordwestelijke gedeelte van de Ashorstersloot wordt verbreed en krijgt een hoger waterpeil. Hierom is de conductiviteit van deze watergang verhoogd van 12,5 naar 20,0 m<sup>2</sup>/d.



Figuur B1.5 Conductiviteit watergangen Maatregelenpakket2018

Het peil van enkele watergangen rondom De Bruuk zal verhoogd worden. Deze peilopzet is doorgerekend met Sobek en de resulterende waterstanden, in m +NAP, zijn geëxporteerd naar het MORIA model. Figuur B1.6 geeft de peilwijziging voor het Maatregelenpakket2018 weer. In deze peilwijziging is het effect van de peilopzet richting de omliggende watergangen mee genomen.

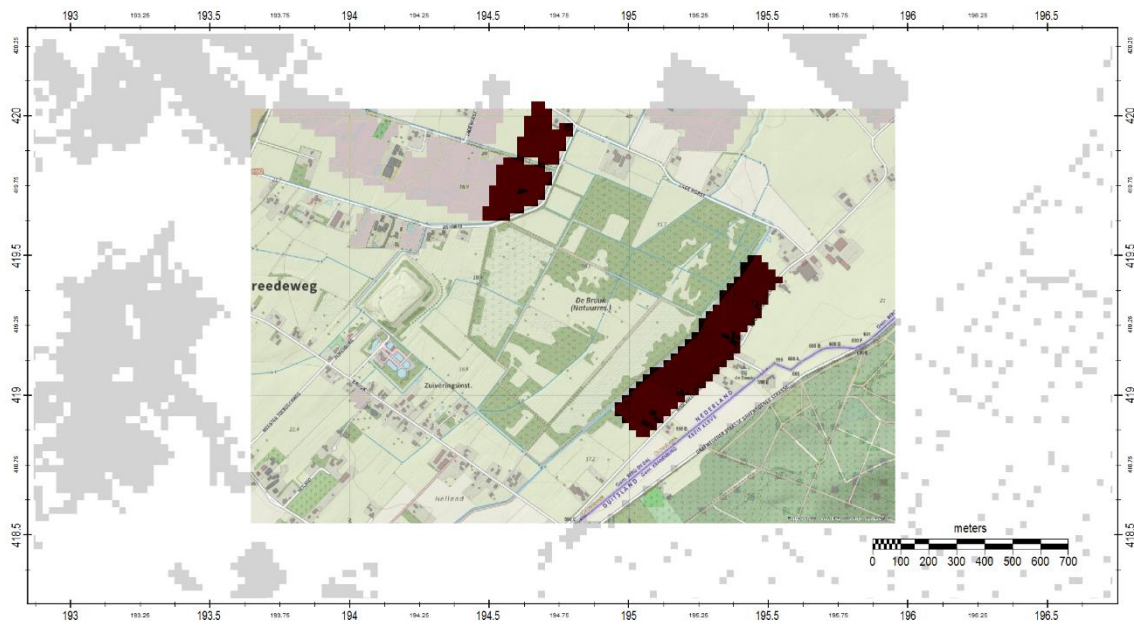




Figuur B1.6 Peilwijziging in MORIA voor het Maatregelenpakket2018

### 3 Drainage (DRN package)

In het maatregelenpakket2018 wordt er op twee locaties de drainage verwijderd. Dit is aangegeven met de bruine plekken in figuur B1.7. De lichtgrijze locaties geven de drainage aan die blijft behouden.



Figuur B1.7 Verwijdering drainage Maatregelenpakket2018 (bruin)

Bijlage 2. Peilwaarnemingen Oostelijke Leigraaf huidige situatie



Bruuk Oostelijk Leigraaf Huidige situatie

Opname Huijskes, 4 dec 2018: regenachtig weer, water stroomde 5 tot 10 cm over de stuwen heen ook verhang in peilvakken te verwachten.



Geen stuw wel peilschaal: 1550



Stuw, peil 1490 (10 cm water over de stuw)



stuw bovenstrooms 1510  
benedenstrooms 1500



Stuw bovenstrooms 1540  
benedenstrooms 1510

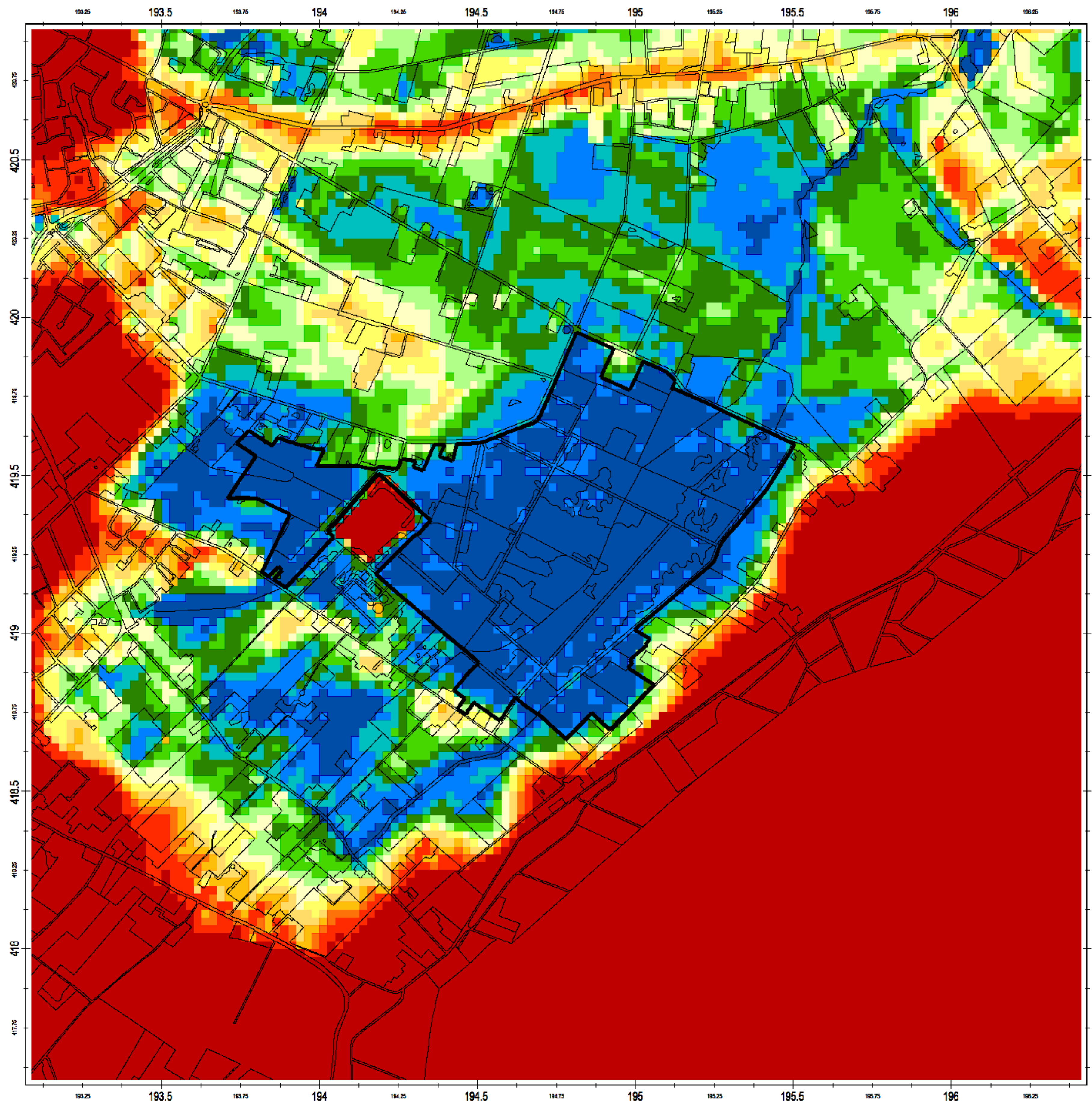


stuw met peilschaal  
bovenstrooms 1550  
benedenstrooms 1540



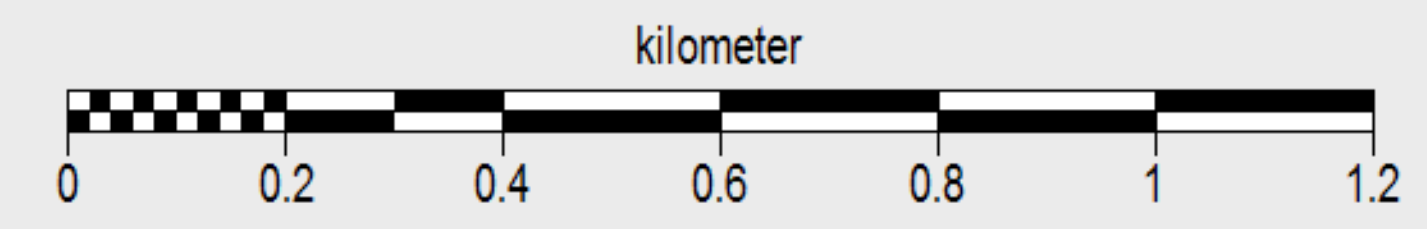
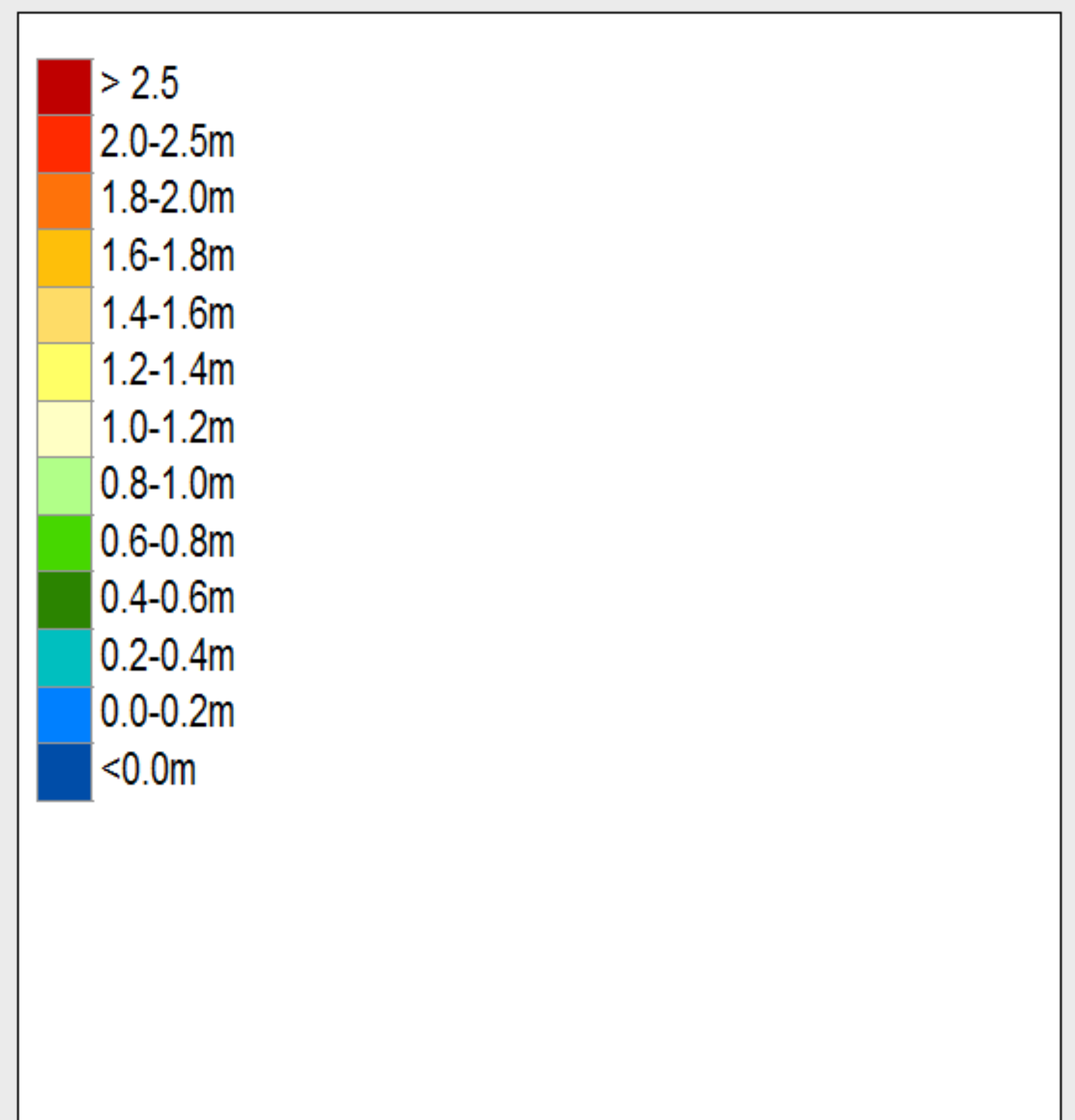


Bijlage 3. Resultaten Maatregelenpakket 2018



# GHG laag 1 (m-mv)

Maatregelpakket2018v2

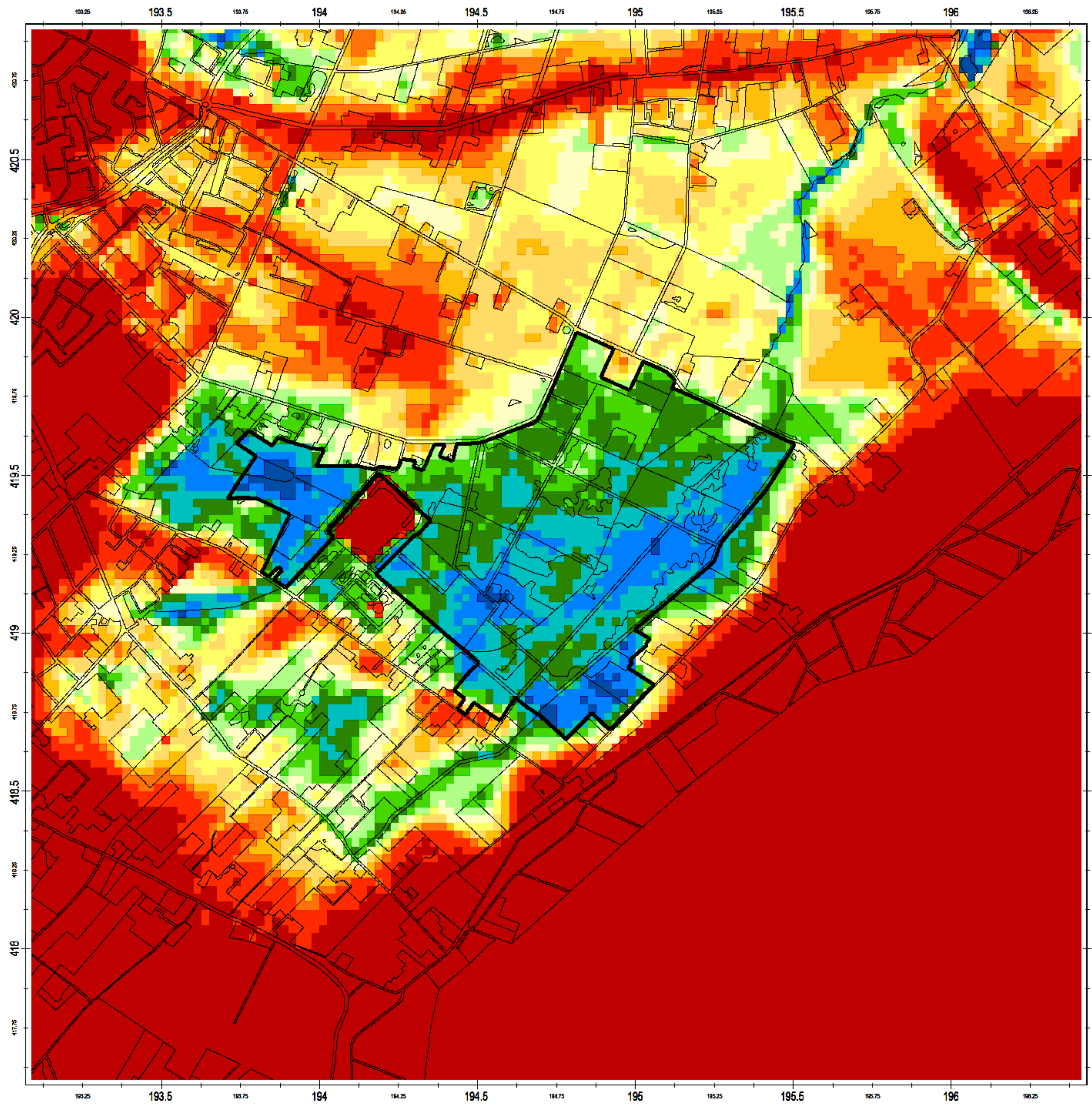


Project:  
Sweco

Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:40:2

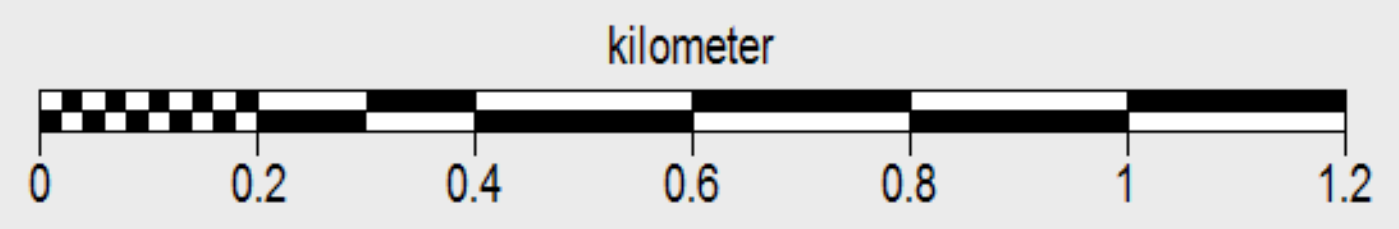
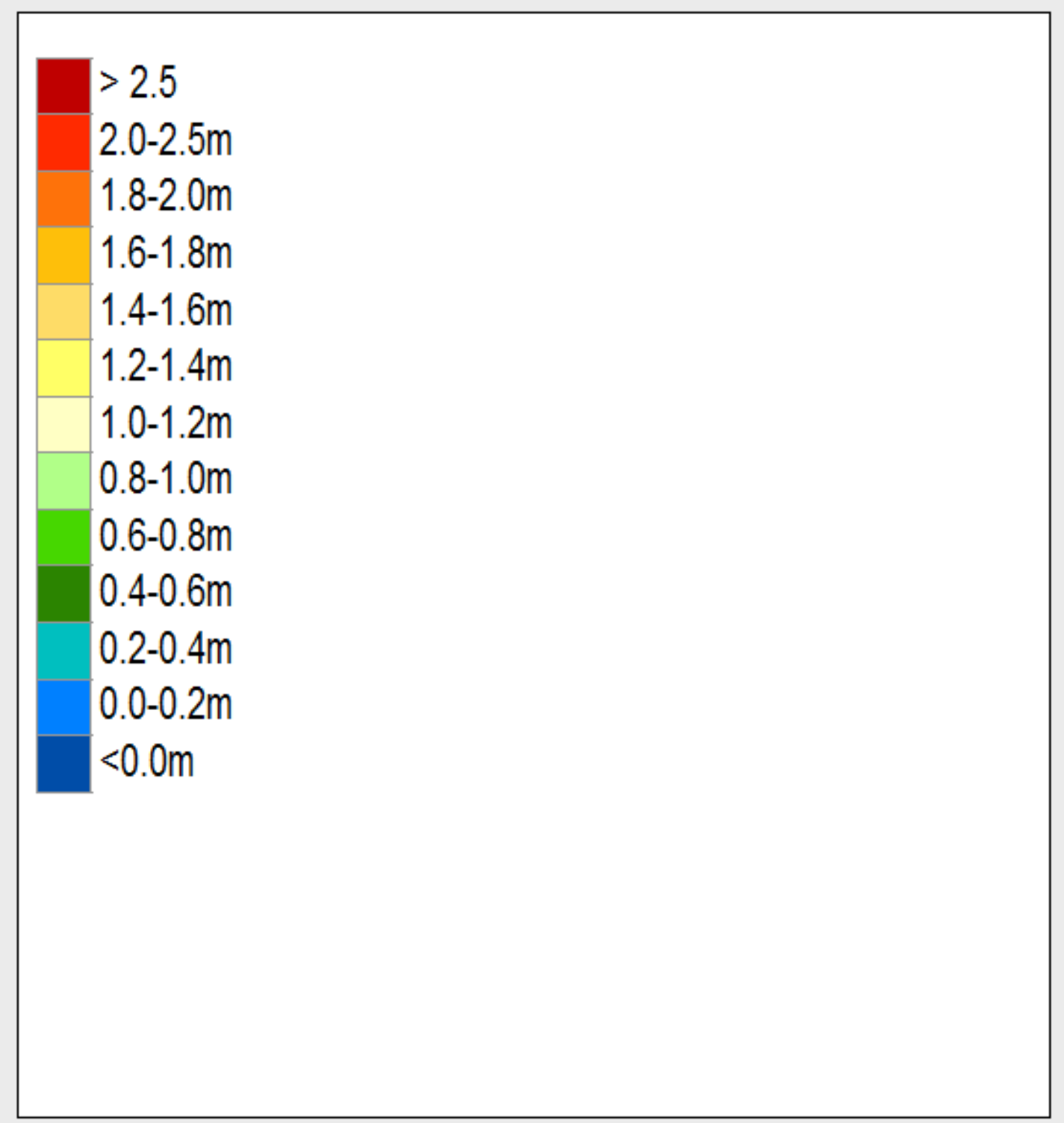
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# GLG laag 1 (m-mv)

Maatregelpakket2018v2

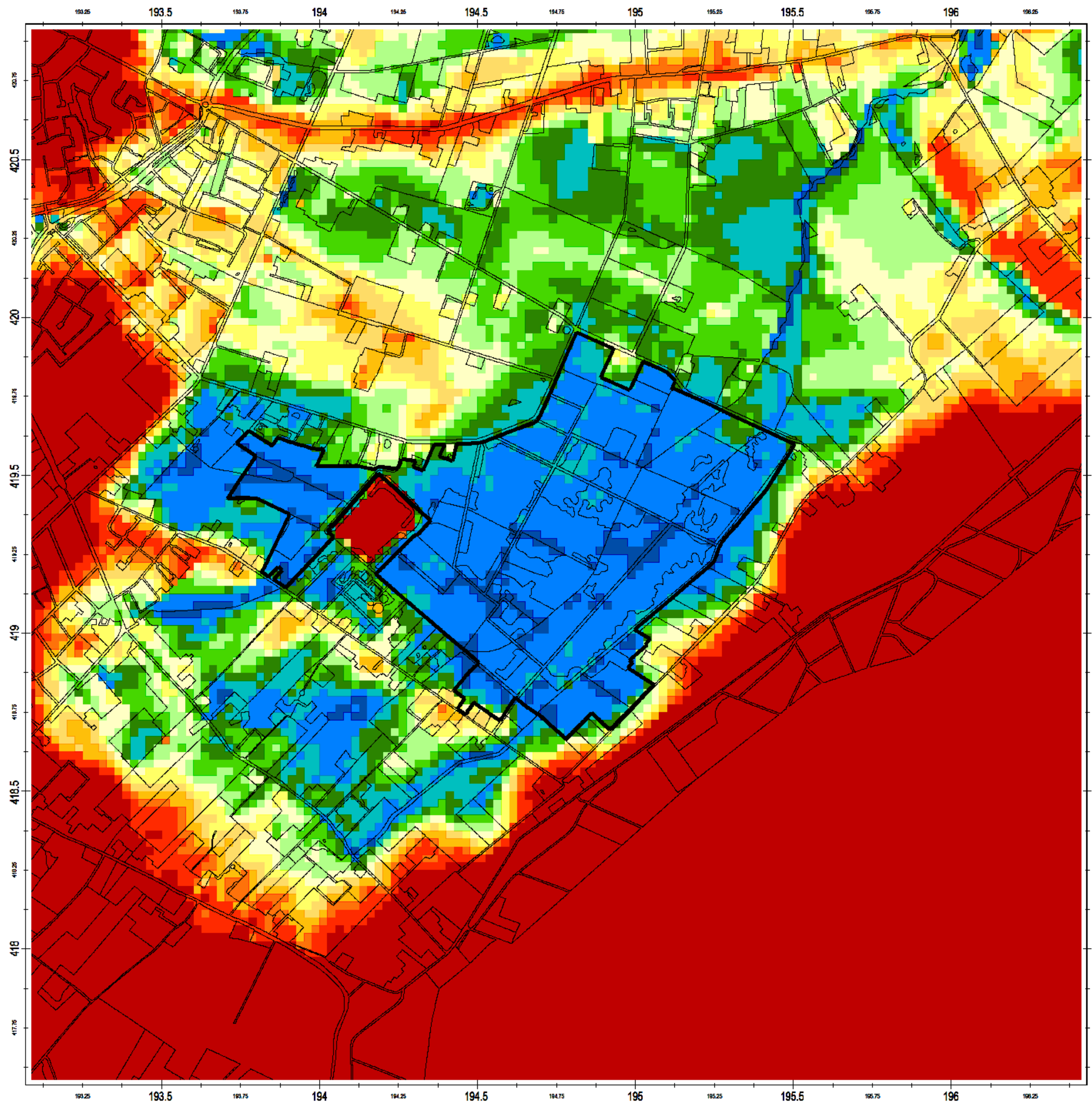


Project:  
Sweco

Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:40:4

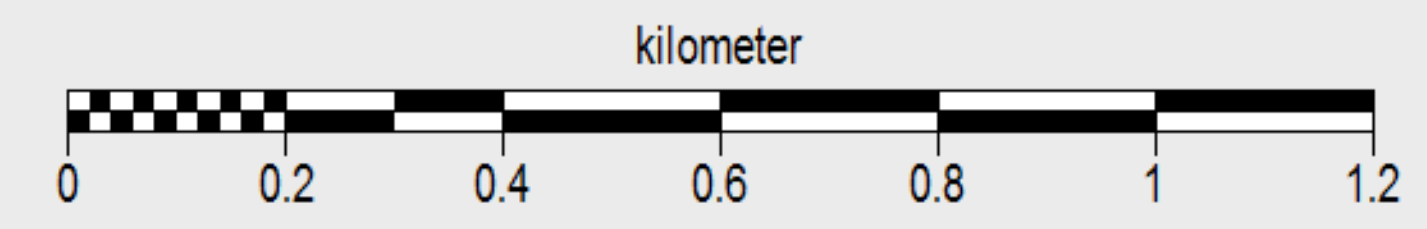
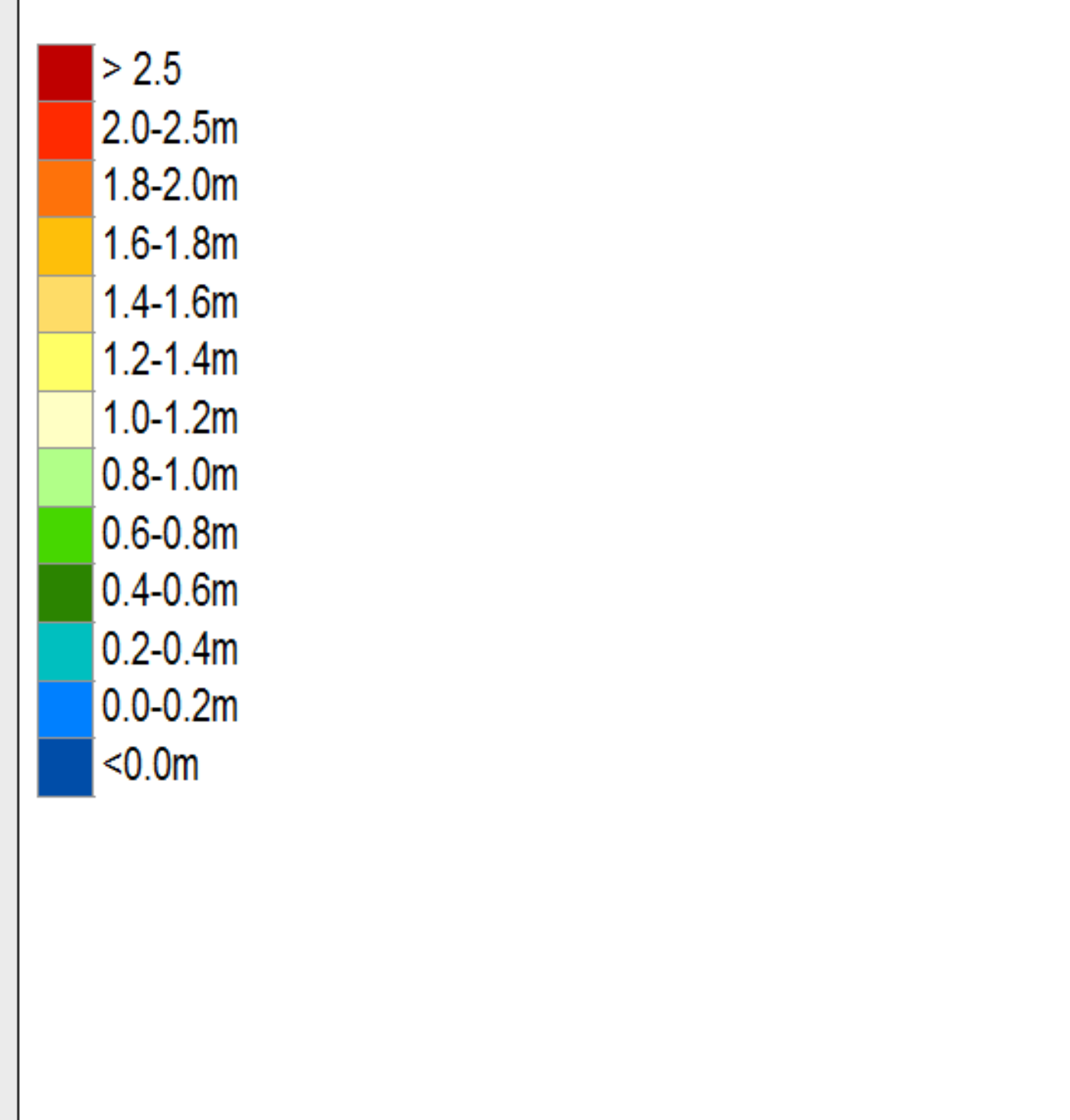
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# GVG laag 1 (m-mv)

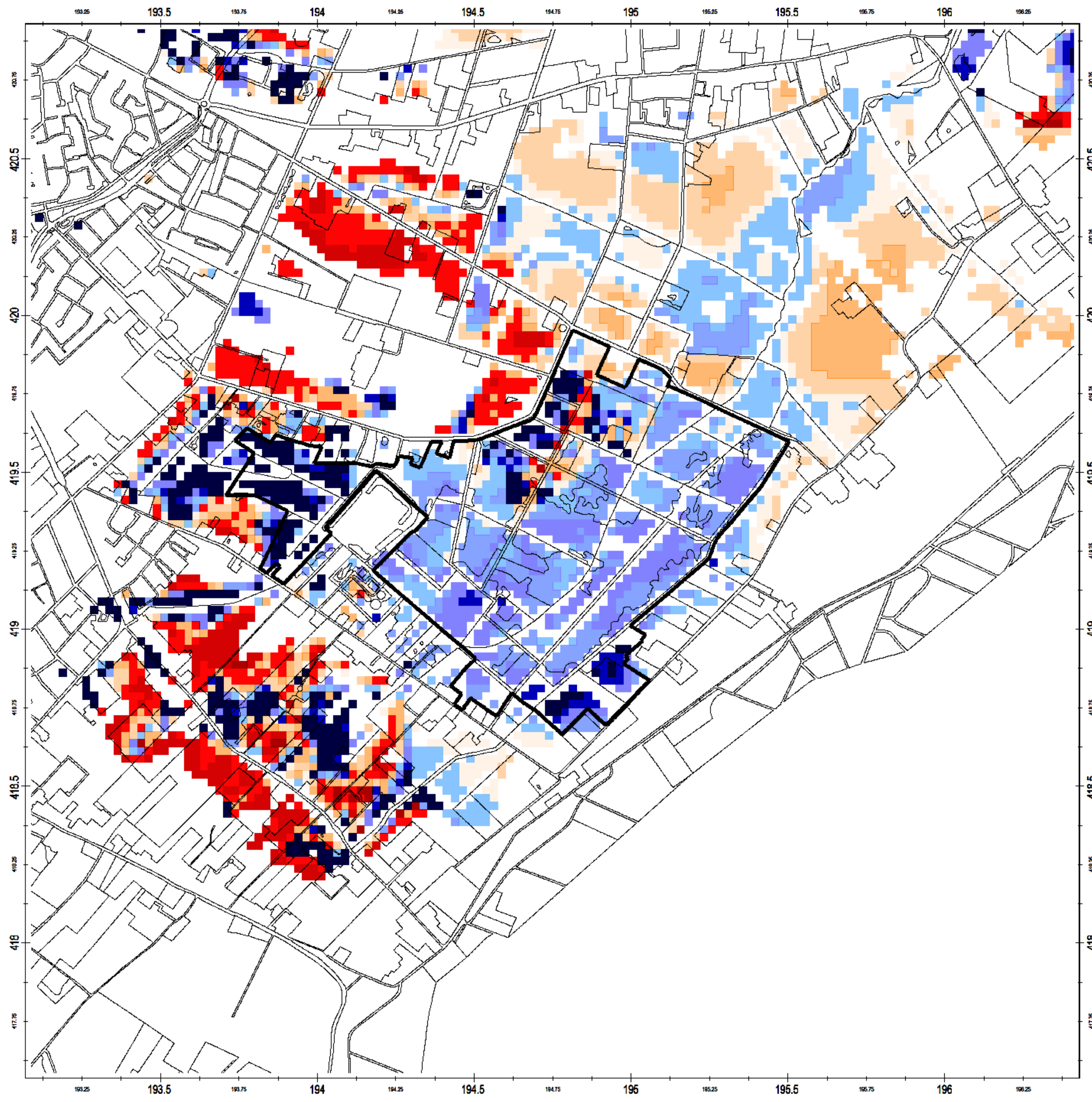
Maatregelpakket2018v2



Project:  
Sweco

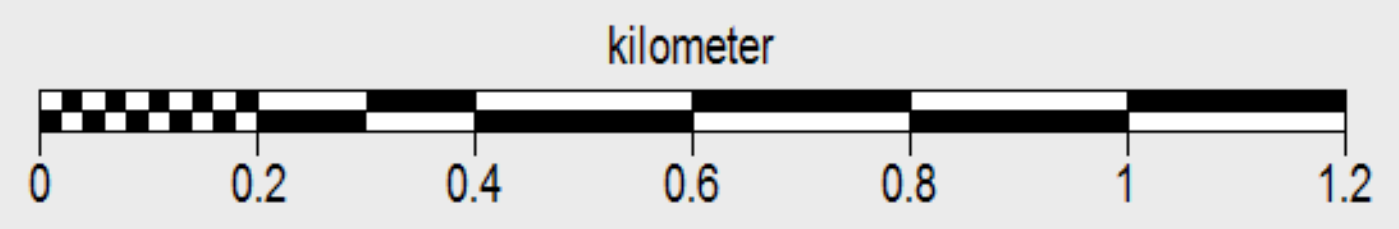
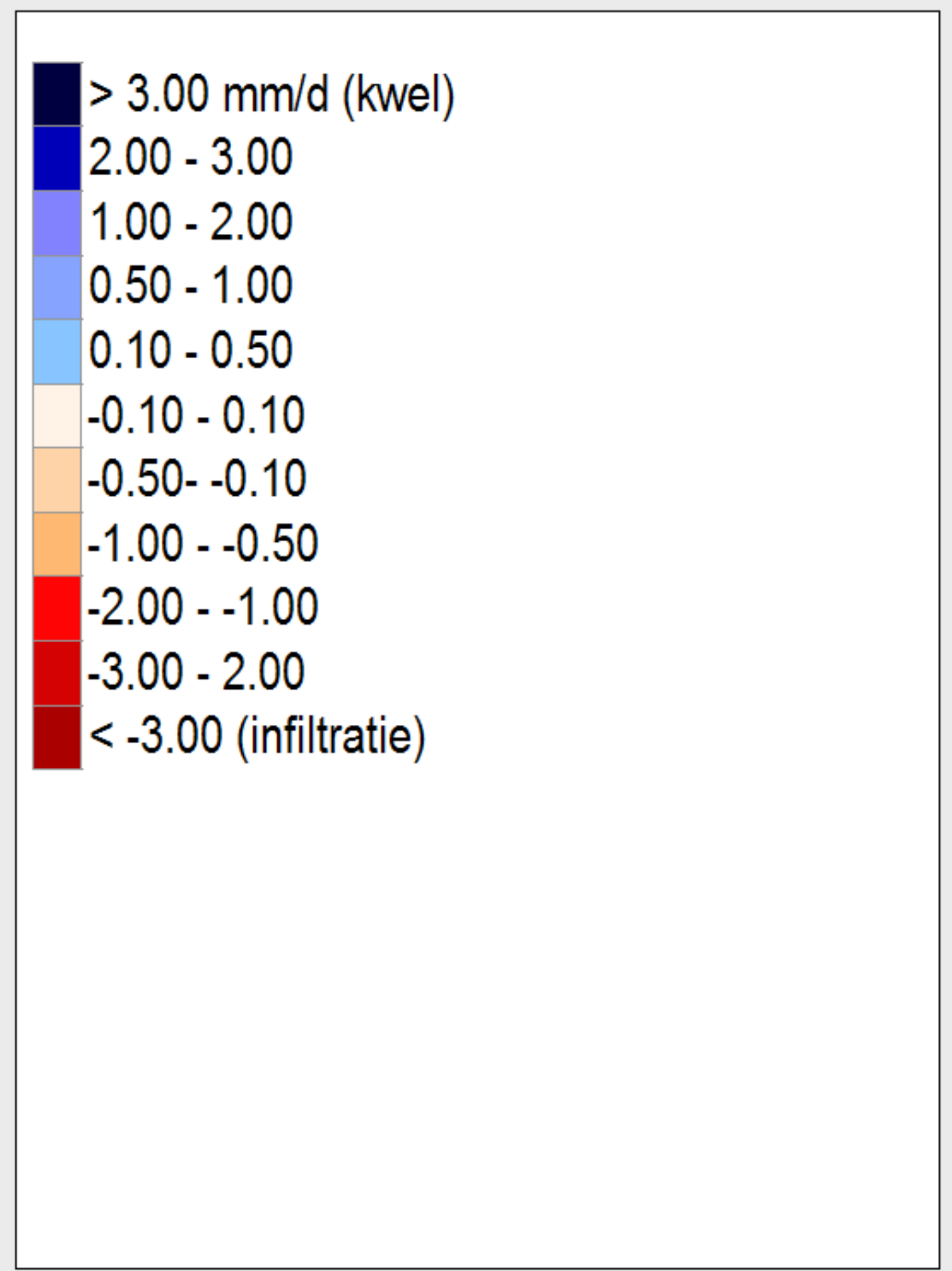
Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:40:6





**KwelMaaiveld\_2018v2\_mm  
d**

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelpakket2018v2\KwelKaarten\Output\

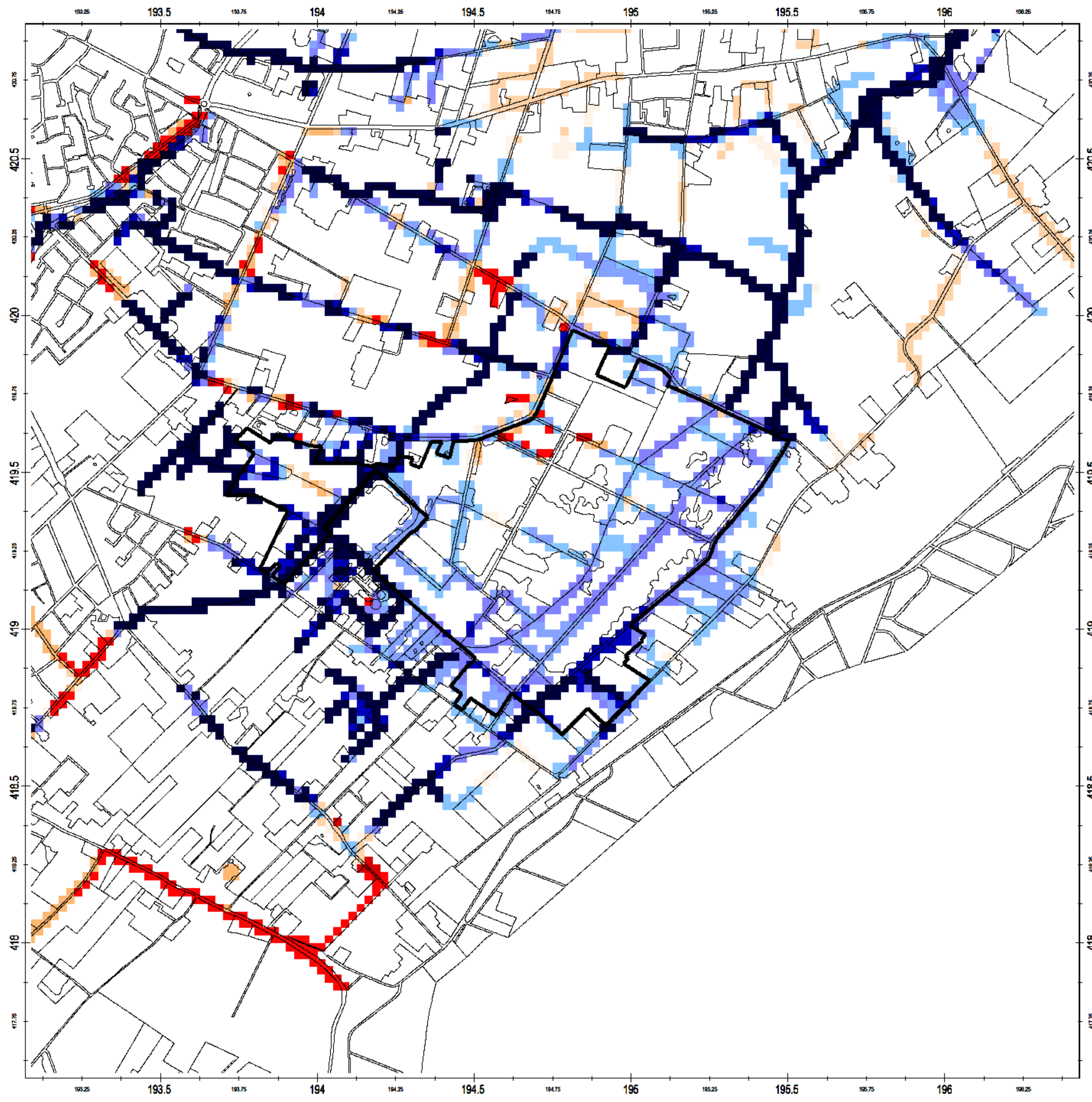


Project:  
DeBruuk

Figure/report: kwel\*\_mmd  
Creation Date/time: 29-June-2018 11:41:52

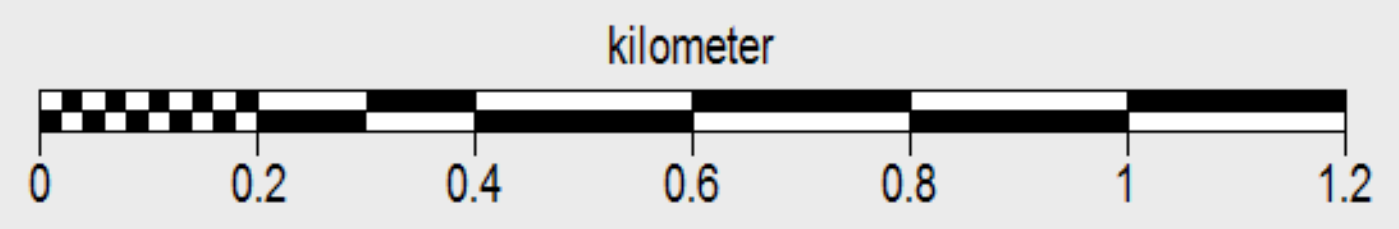
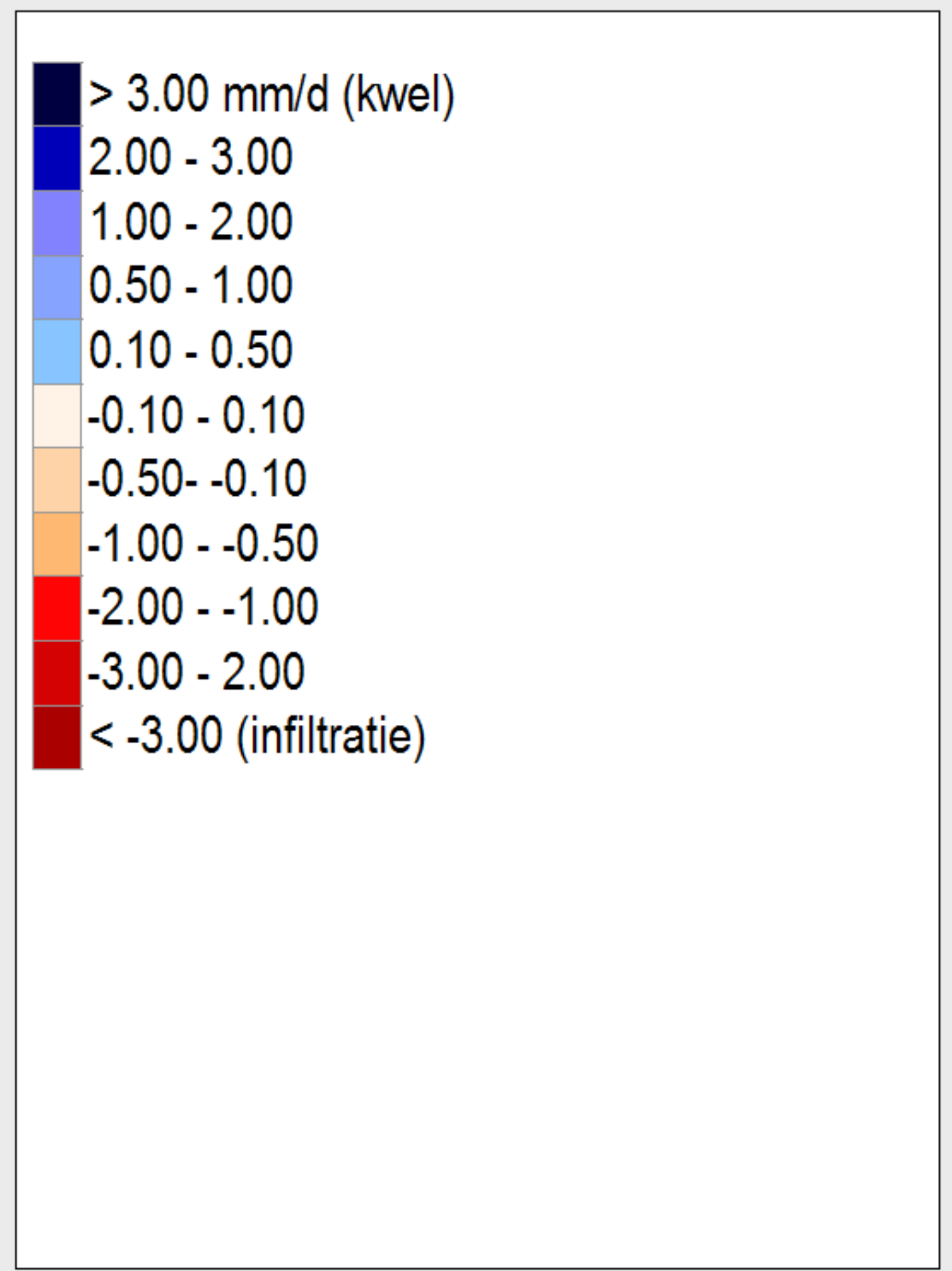
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# KwelWatergang\_2018v2\_m md

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelpakket2018v2\KwelKaarten\Output\

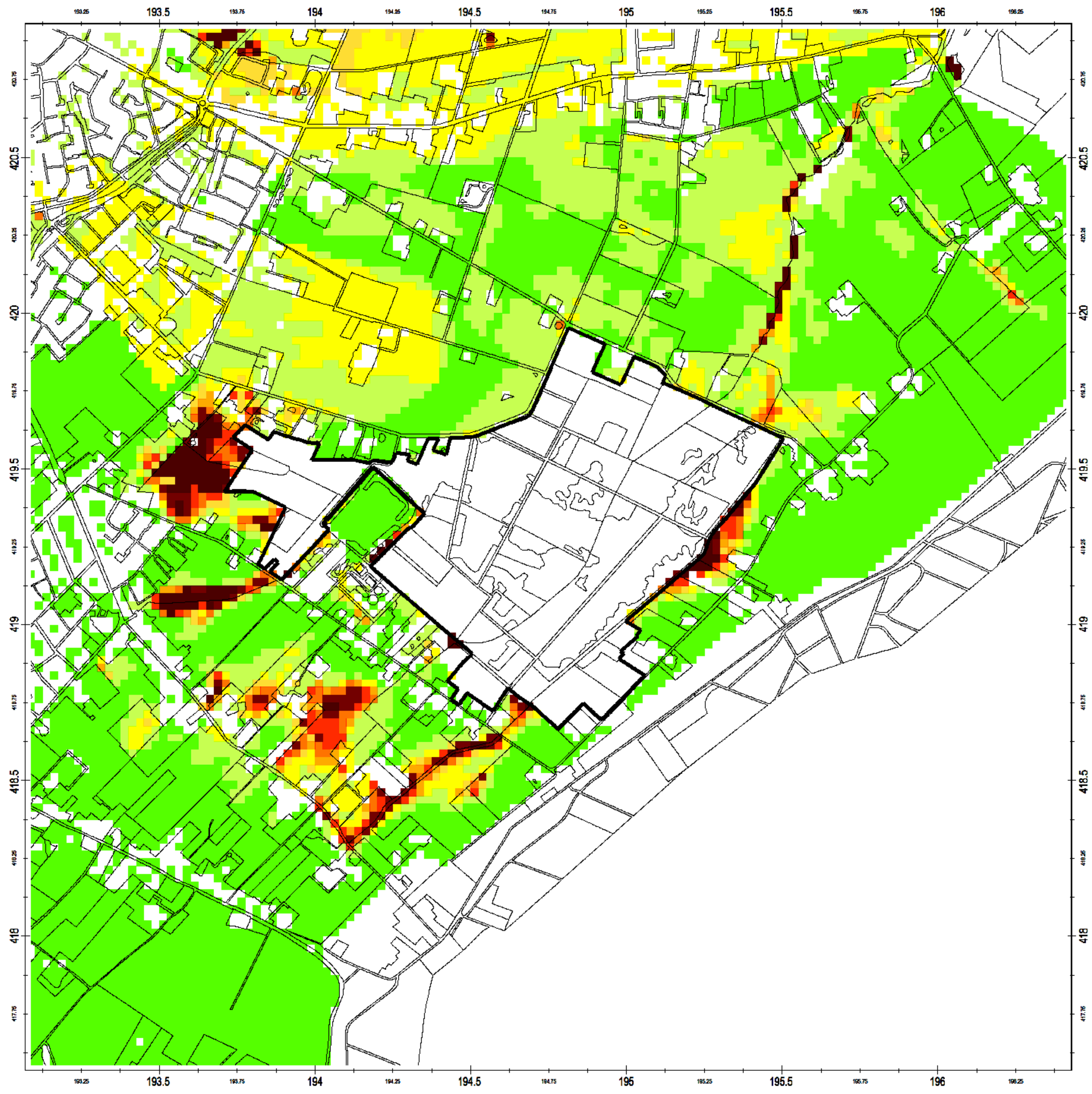


Project:  
DeBruuk

Figure/report: kwel\*\_mmd  
Creation Date/time: 29-June-2018 11:42:1

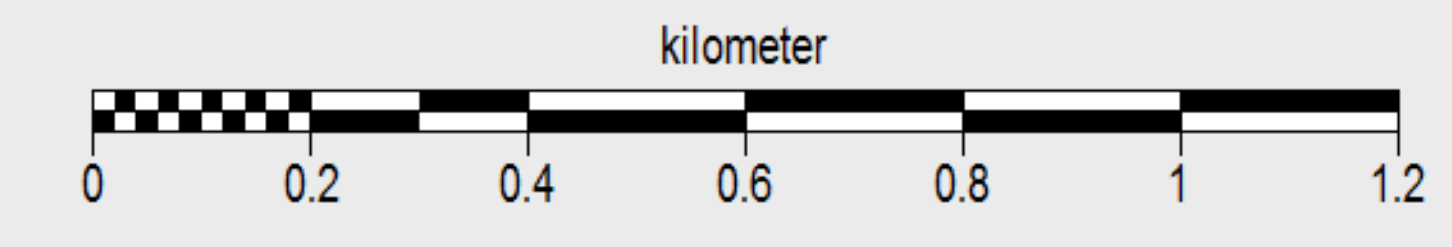
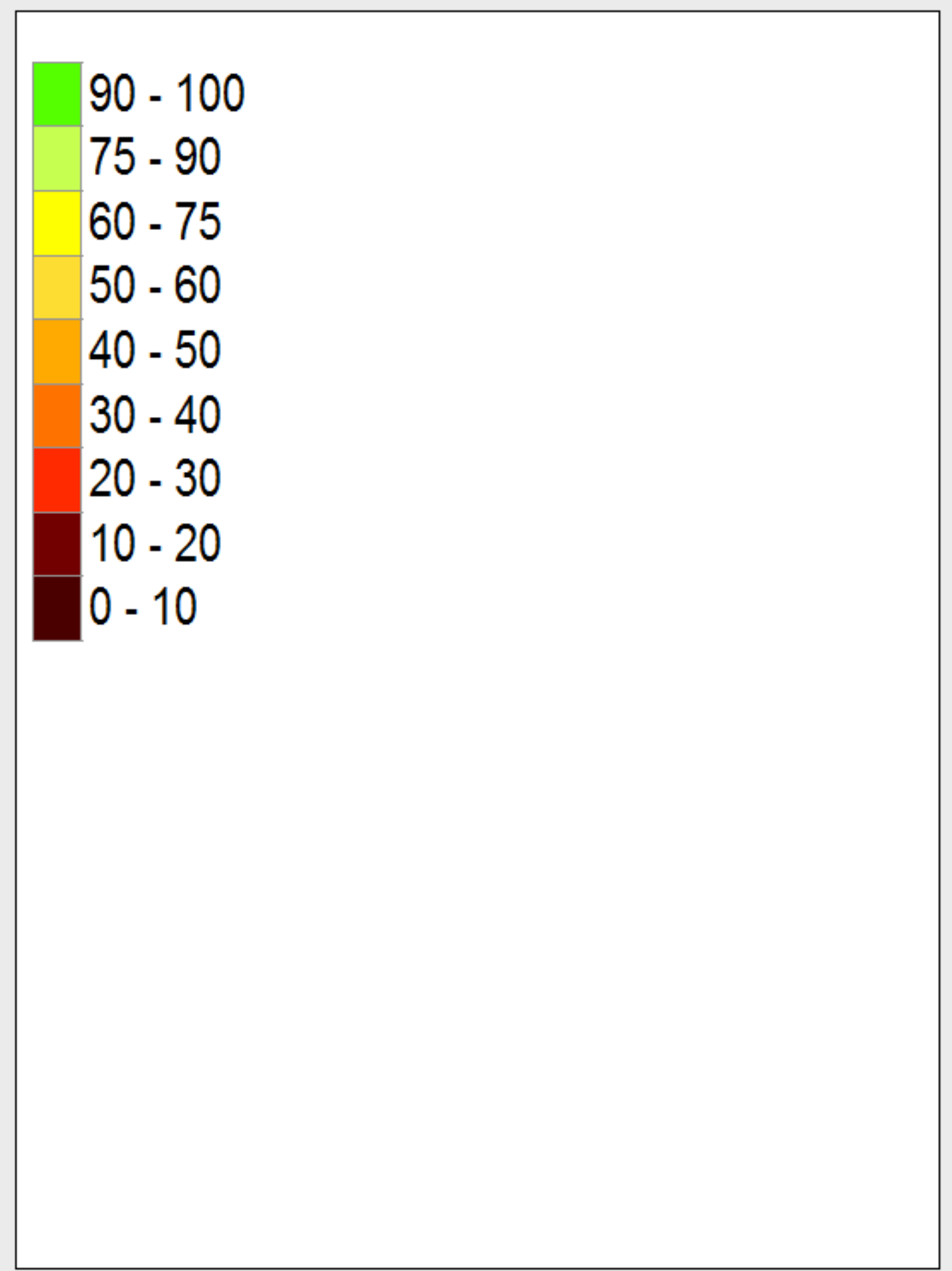
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# TD\_2018v2

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelenpakket2018v2\Doelrealisatie\Nabewerking\_totaalschade\DR\Output\



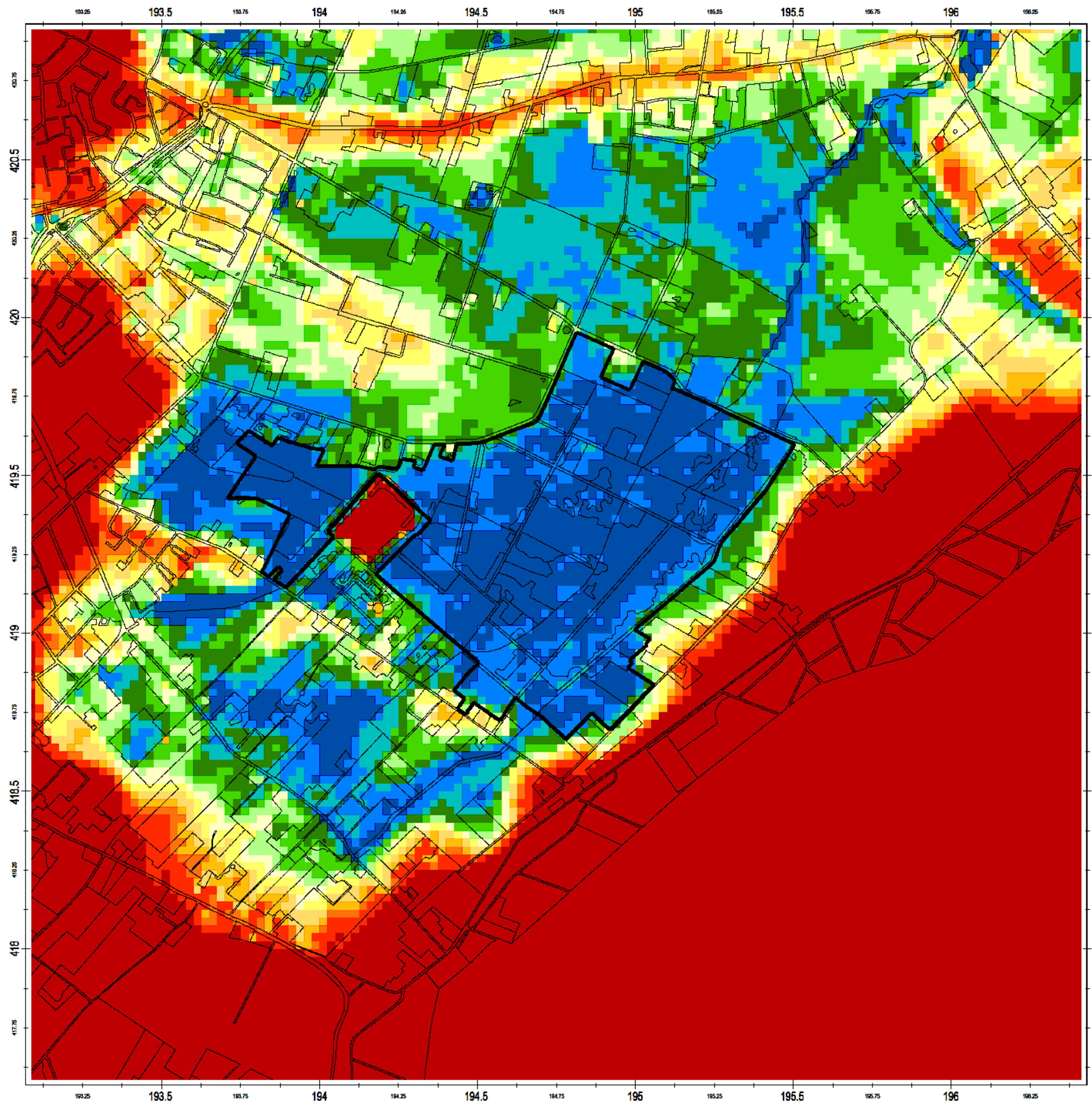
Project:  
DeBruuk

Figure/report: TD\*  
Creation Date/time: 29-June-2018 12:19:39

Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013

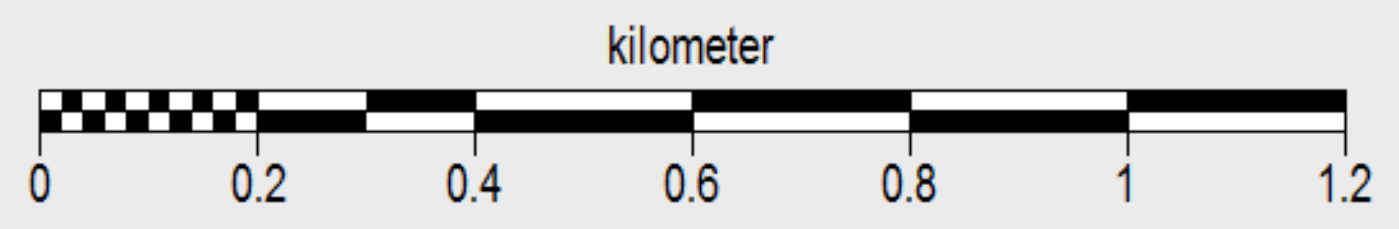
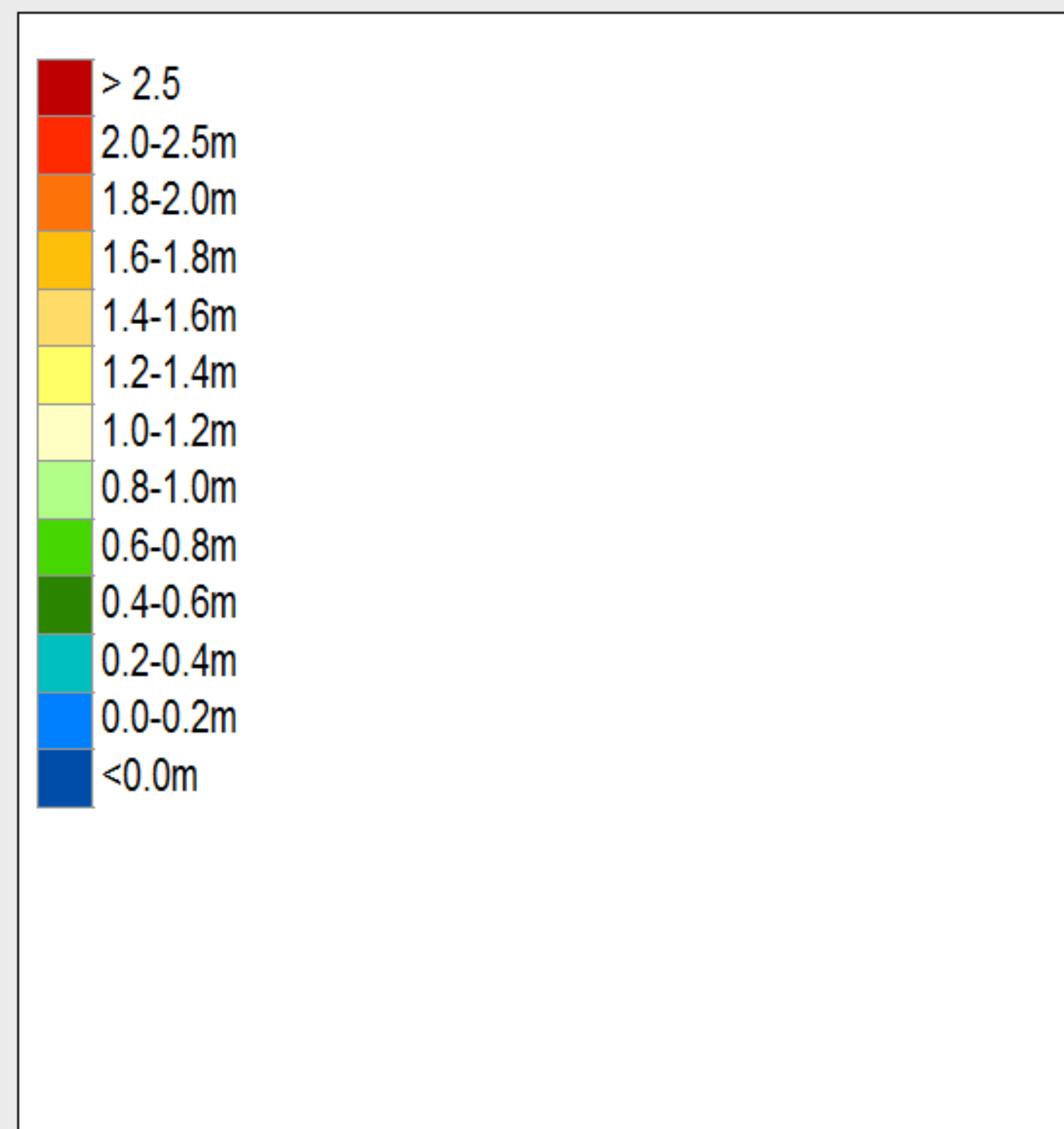


Bijlage 4. Resultaten referentie-AGOR



# GHG laag 1 (m-mv)

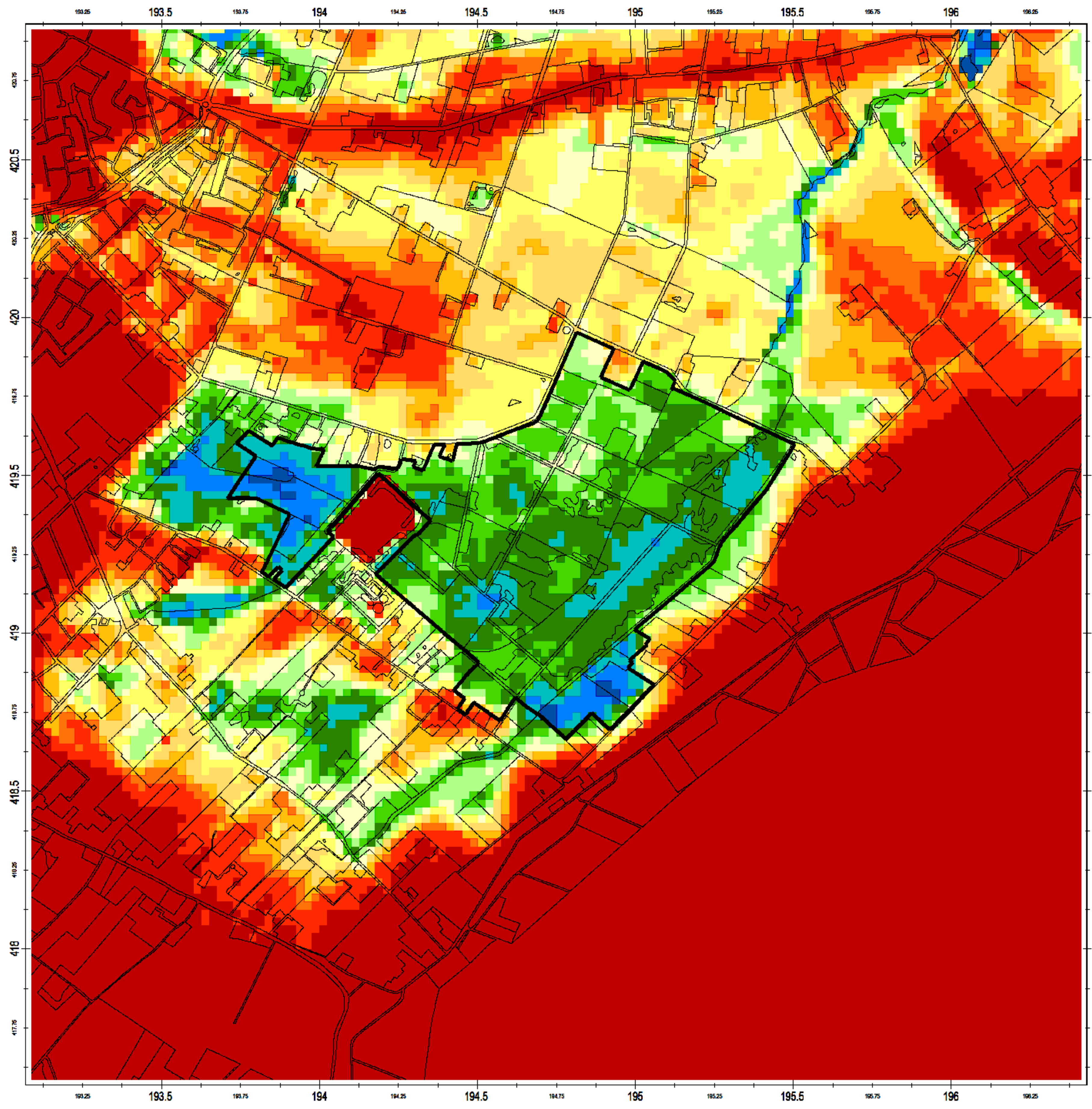
REF2018



Project:  
Sweco

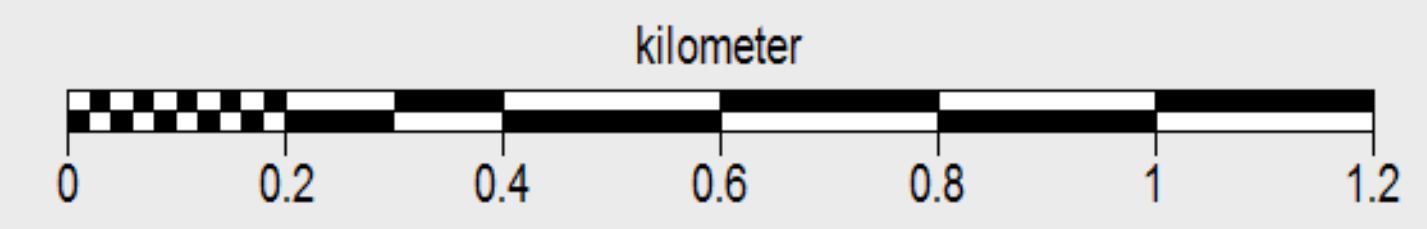
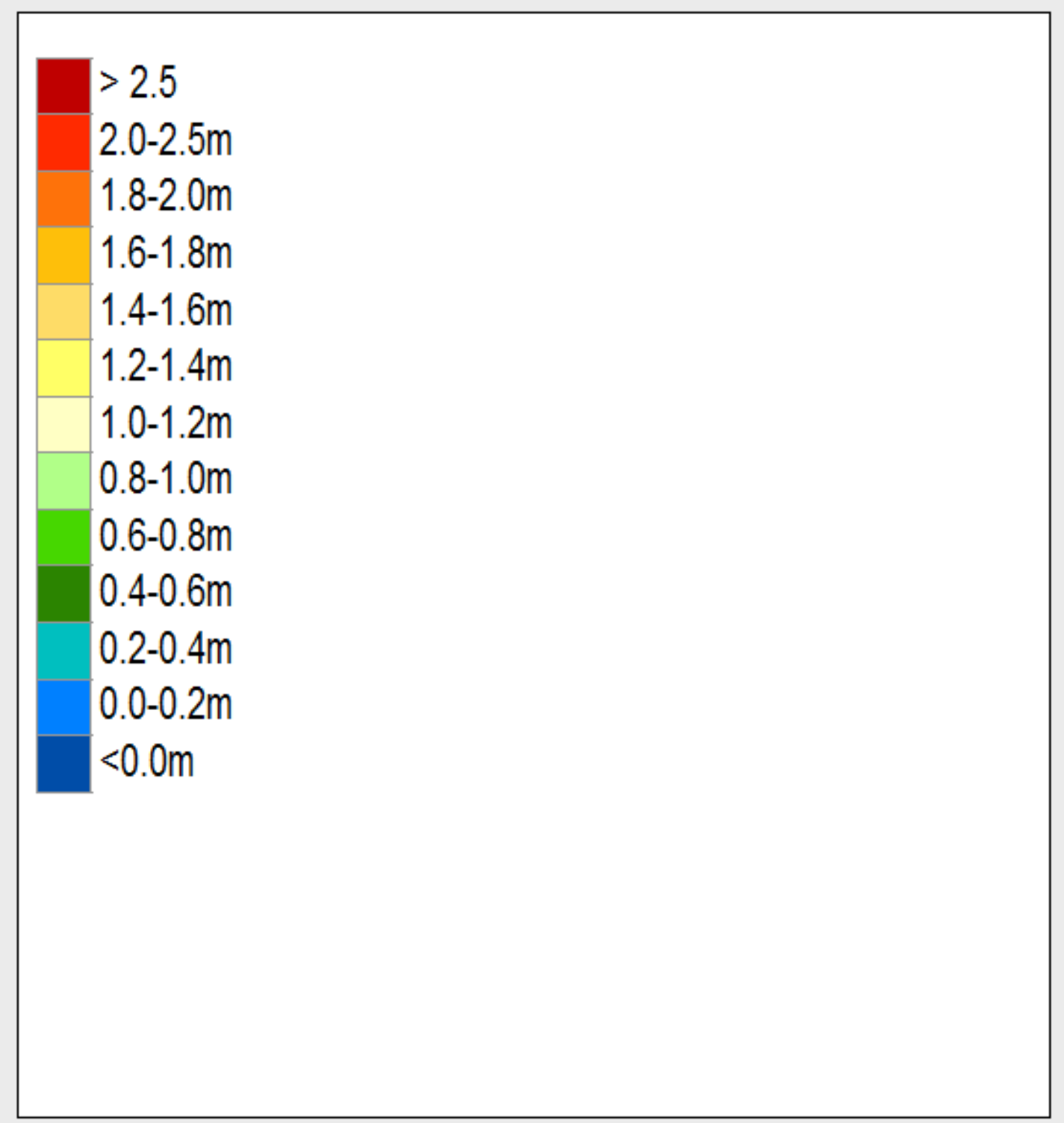
Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:39:54





# GLG laag 1 (m-mv)

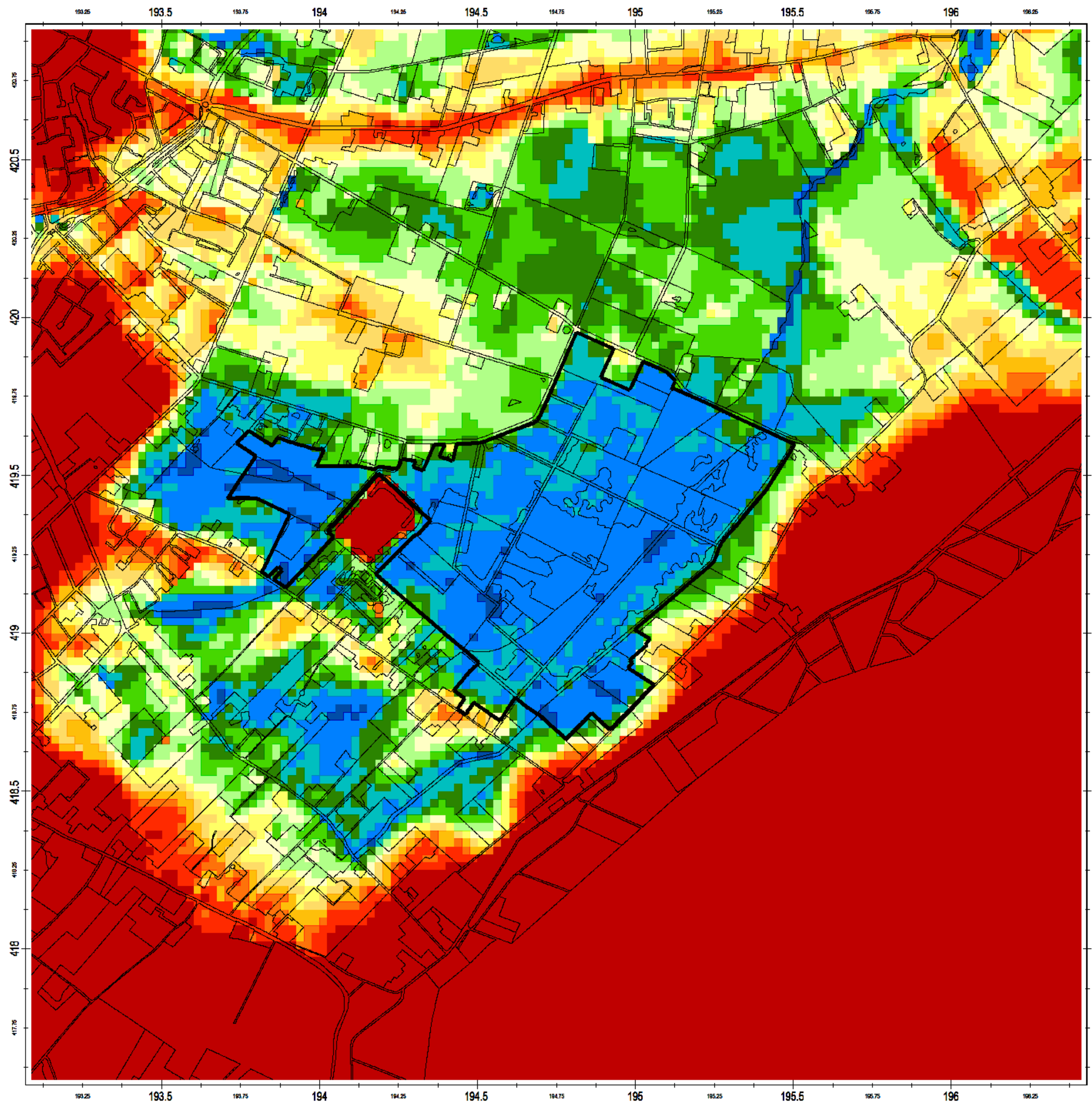
REF2018



Project:  
Sweco

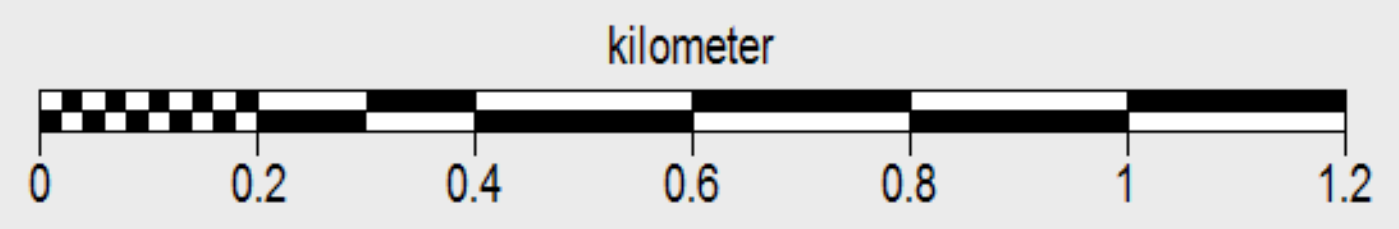
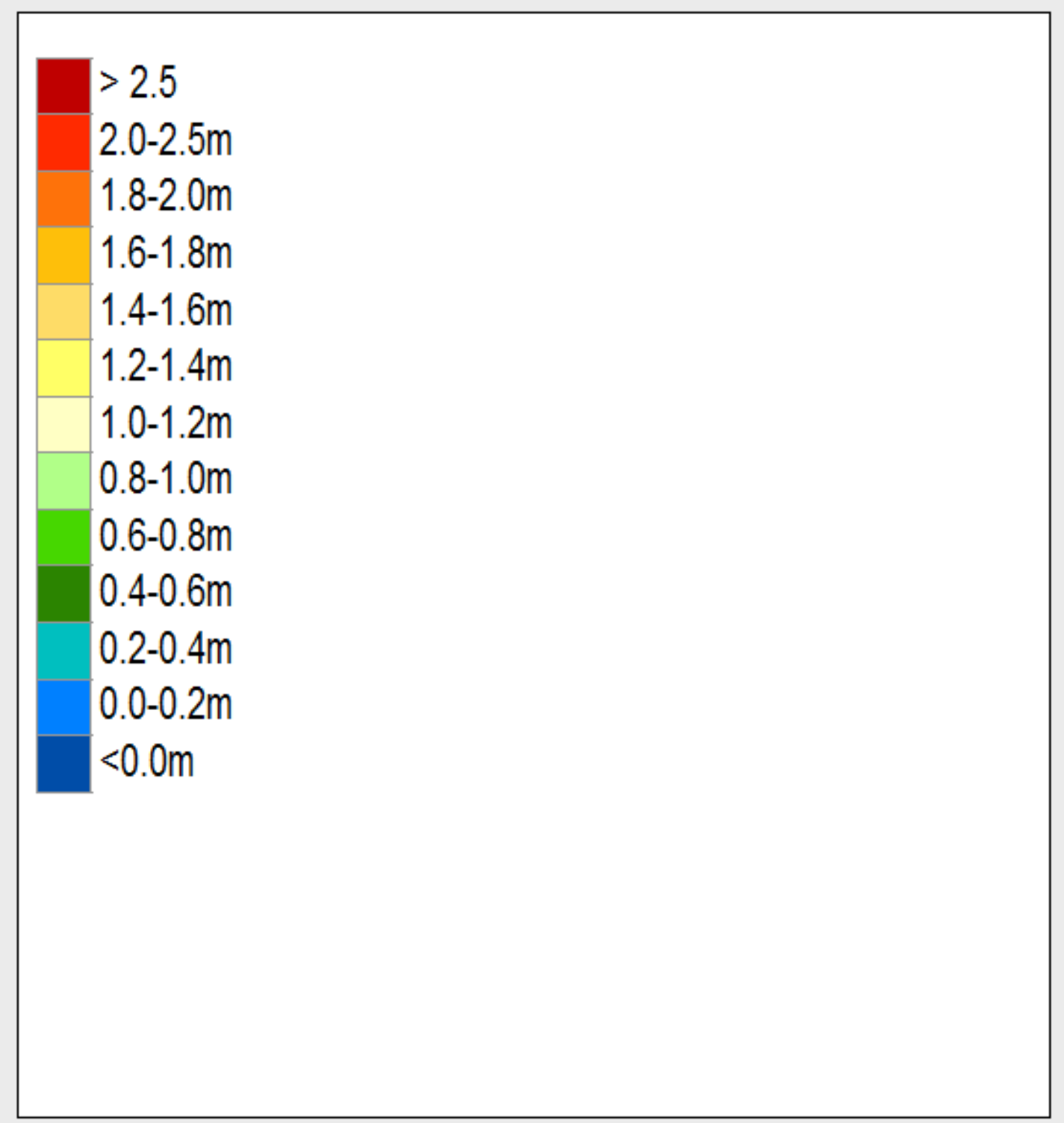
Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:39:56





# GVG laag 1 (m-mv)

REF2018



Project:  
Sweco

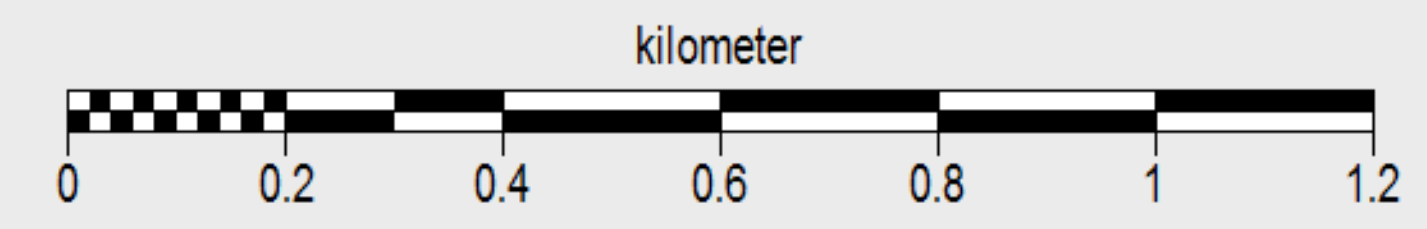
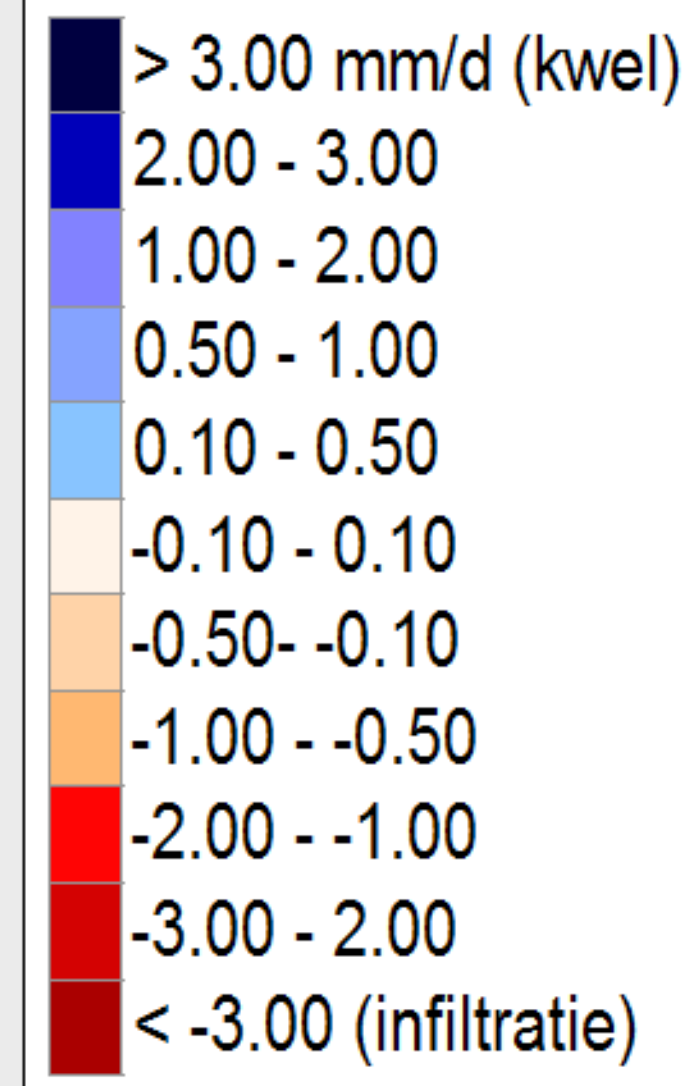
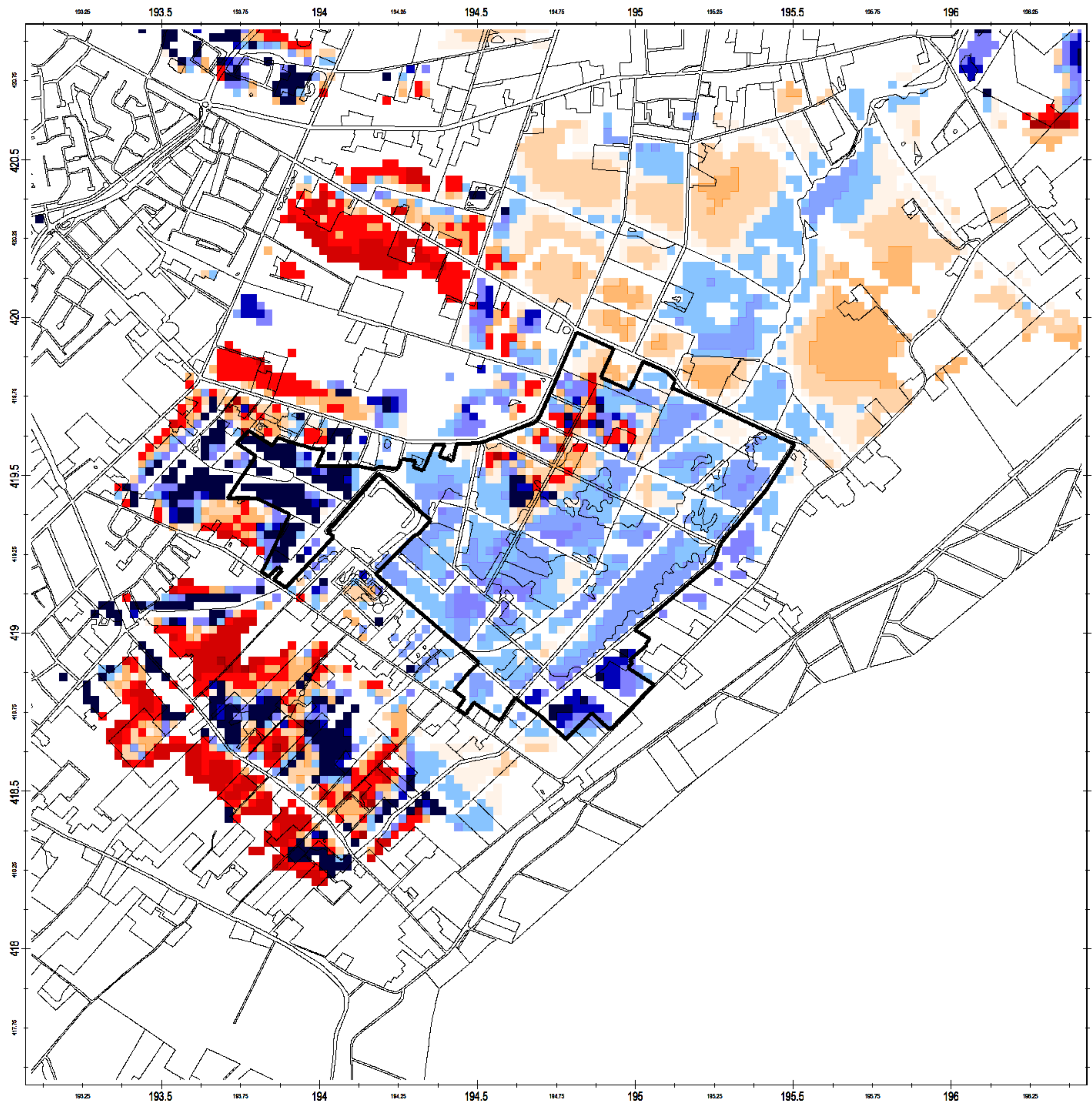
Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:39:58

Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013



# KwelMaaveld\_REF\_mmd

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelenpakket2018v2\KwelKaarten\Output\

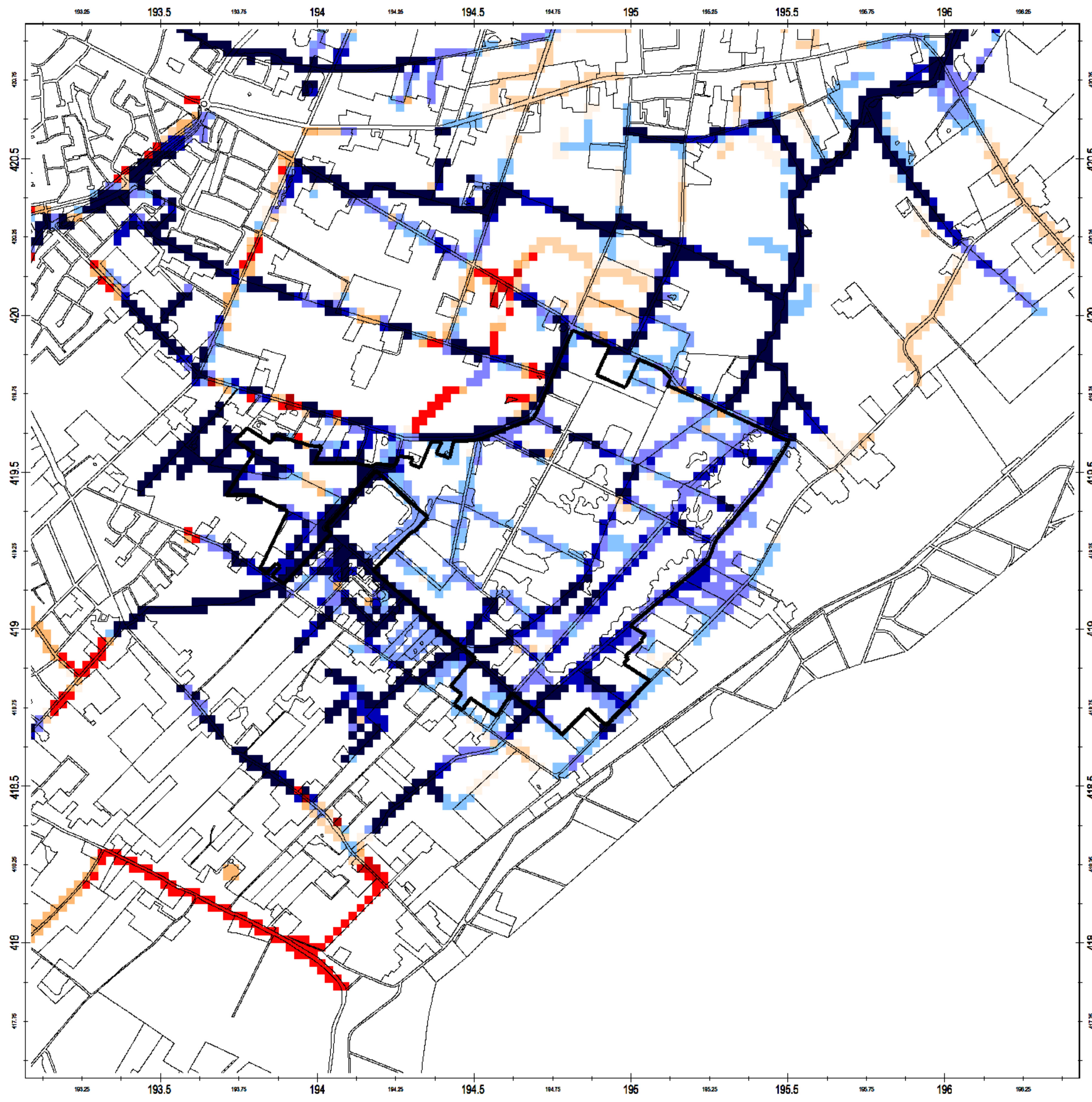


Project:  
DeBruuk

Figure/report: kwel\*\_mmd  
Creation Date/time: 29-June-2018 11:41:59

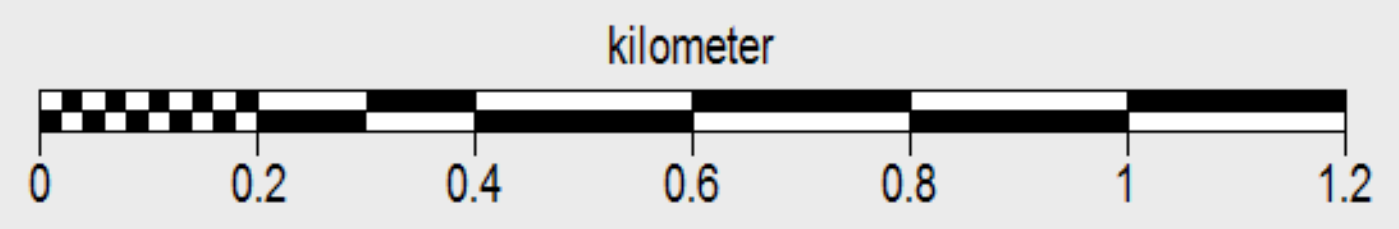
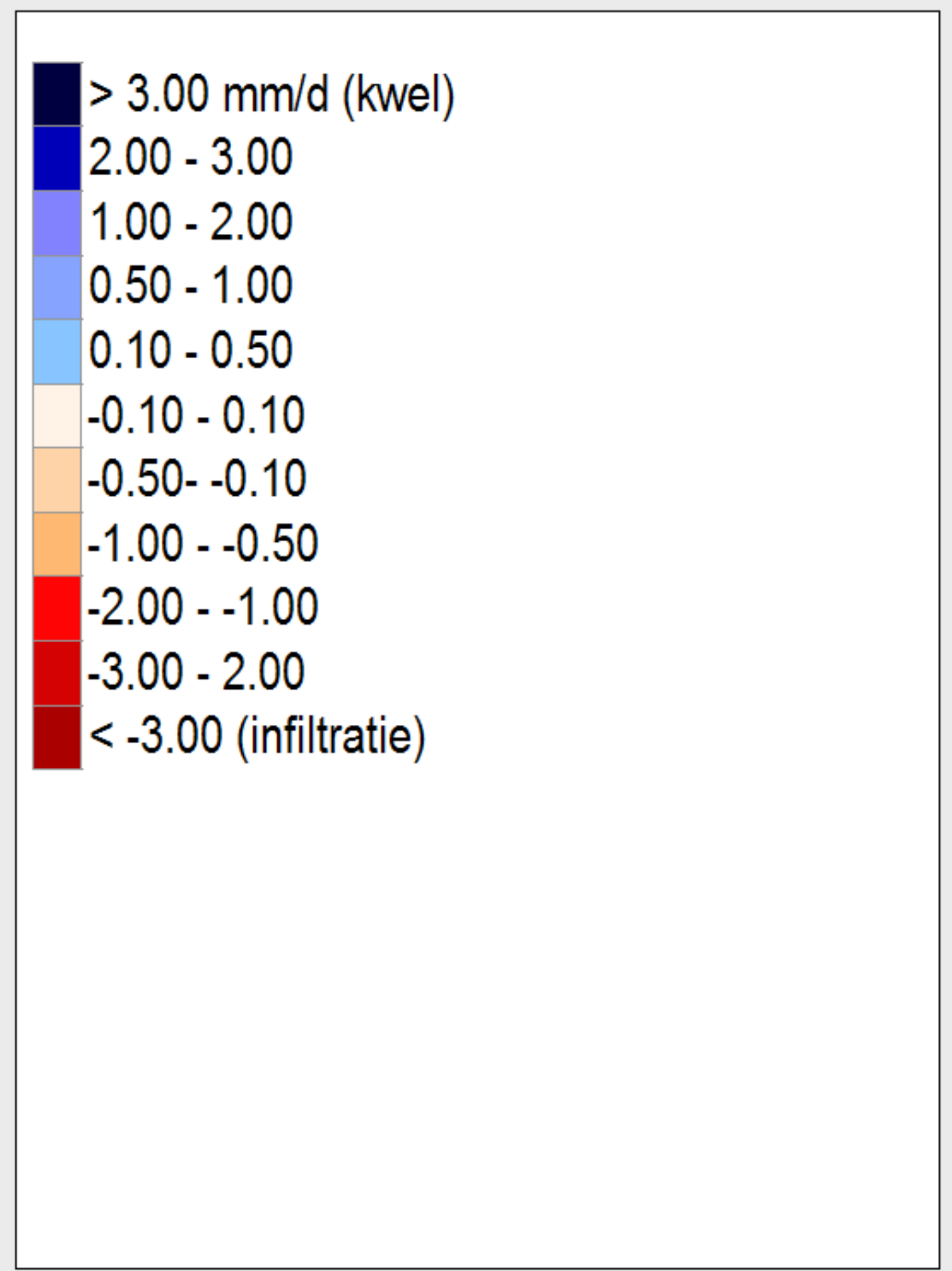
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# KwelWatergang\_REF\_mmd

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelpakket2018v2\KwelKaarten\Output\

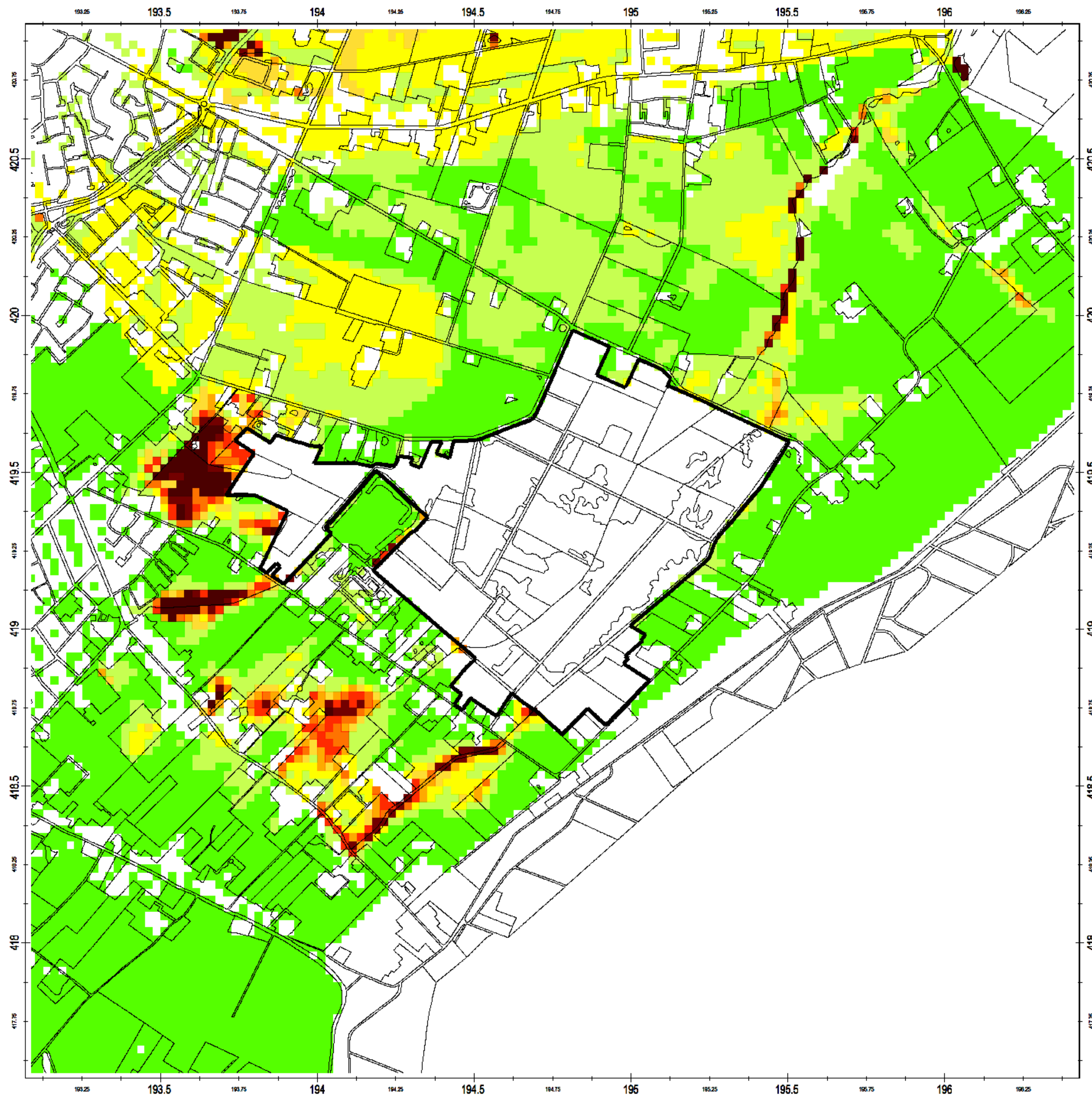


Project:  
DeBruuk

Figure/report: kwel\*\_mmd  
Creation Date/time: 29-June-2018 11:42:7

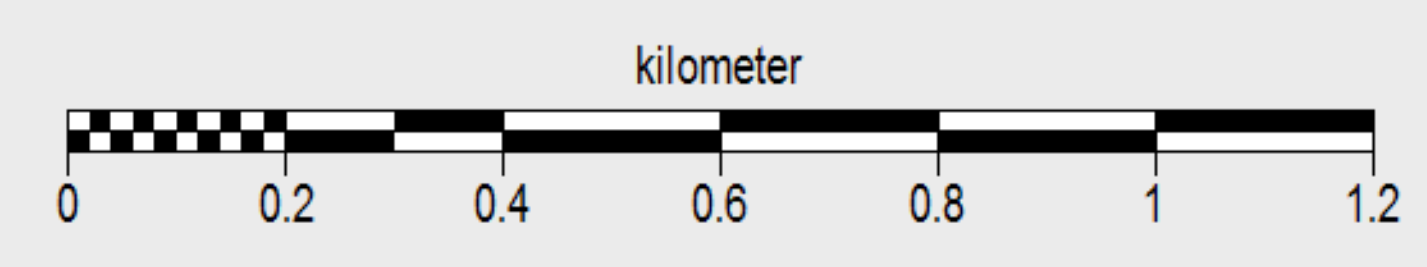
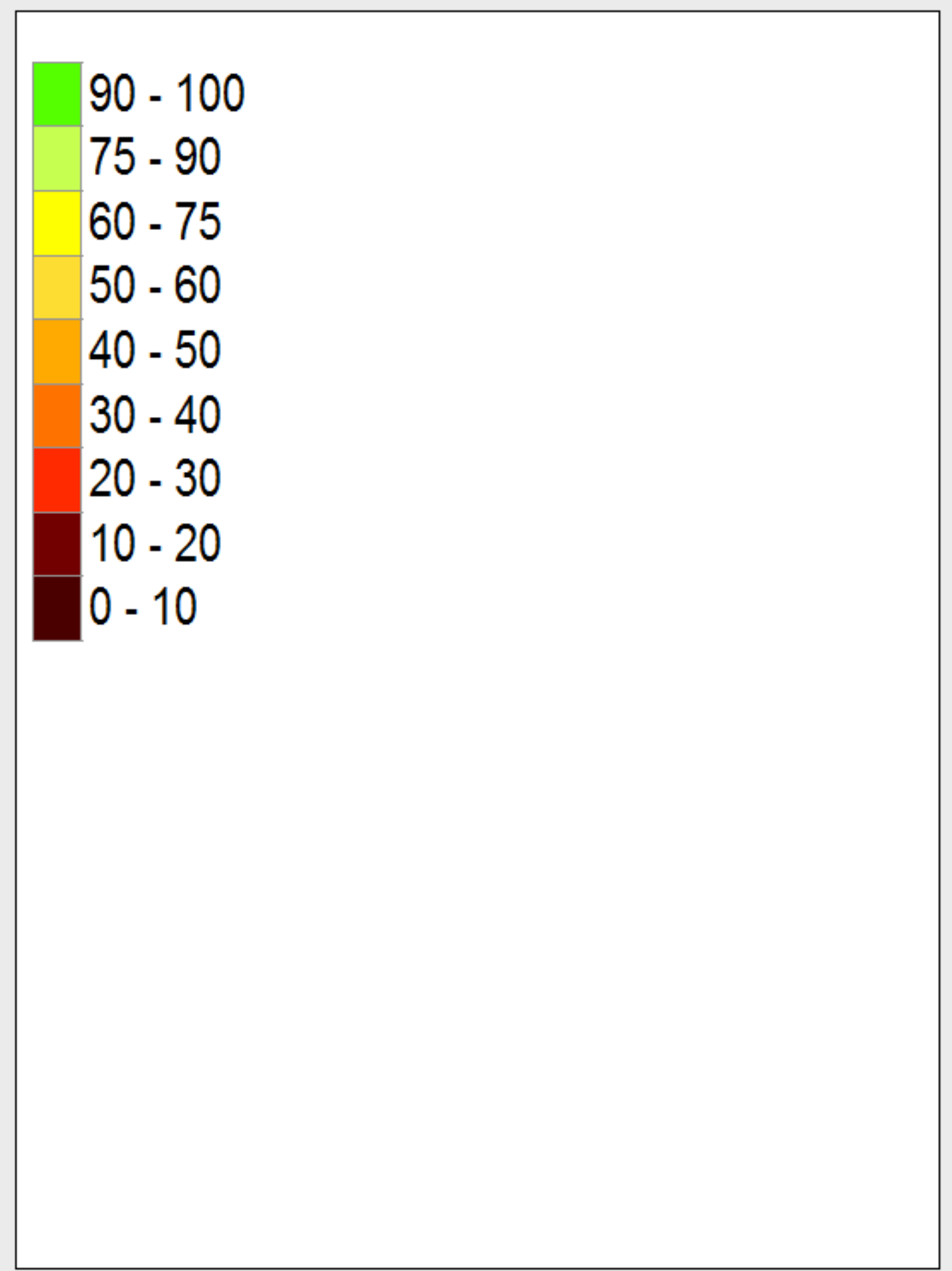
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# TD\_REF

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelenpakket2018v2\Doelrealisatie\Nabewerking\_totaalschade\DR\Output\



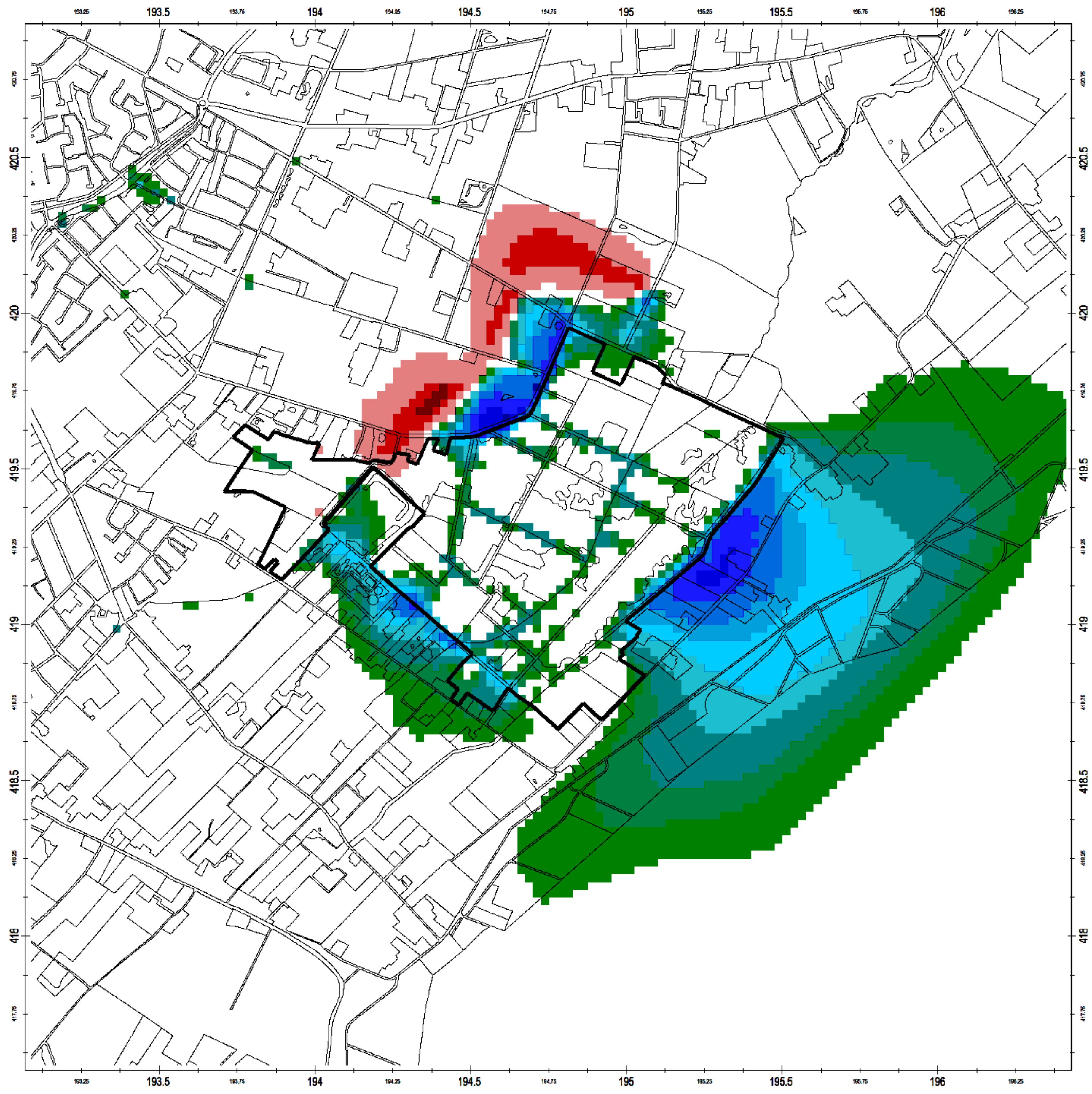
*Project:*  
DeBruuk

*Figure/report:* TD\*  
*Creation Date/time:* 29-June-2018 12:19:43

Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013

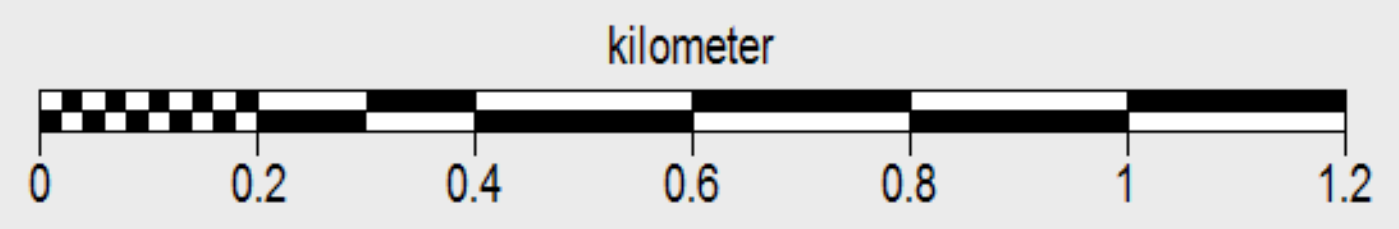
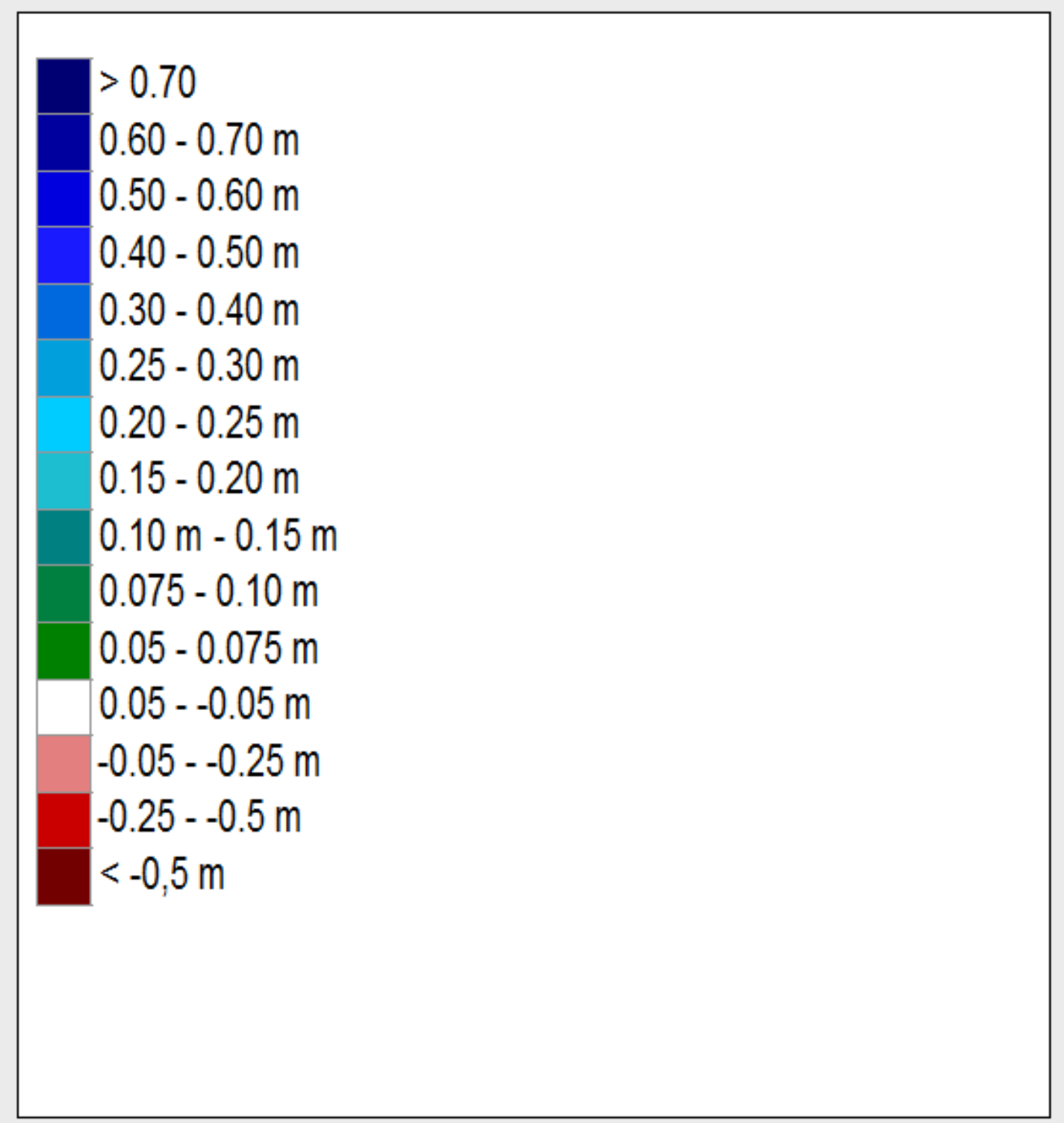
Bijlage 5. Effecten Maatregelenpakket 2018 – referentie





# dGHG laag 1 (m)

Maatregelpakket2018v2 - REF2018

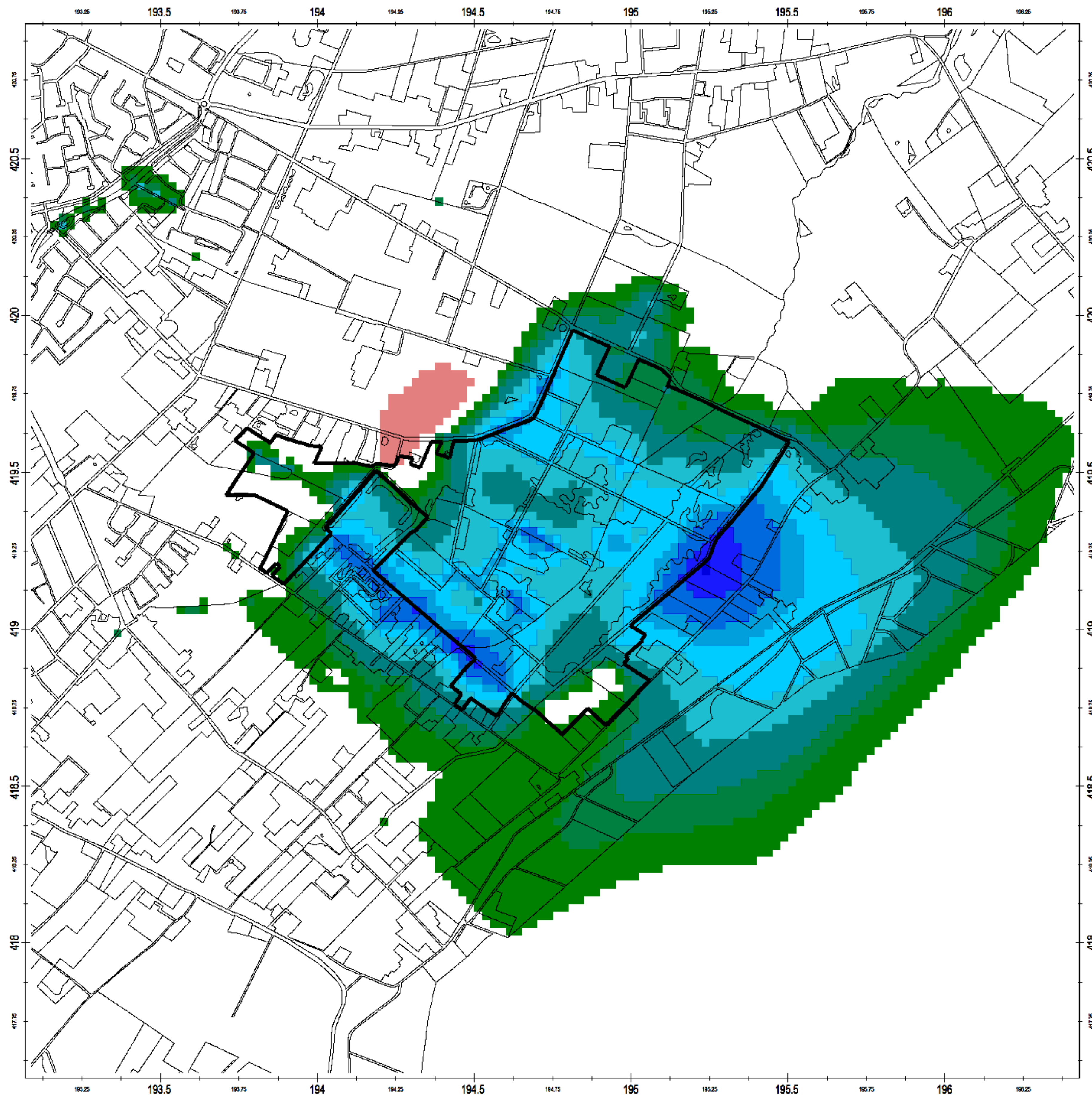


Project:  
Sweco

Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:40:25

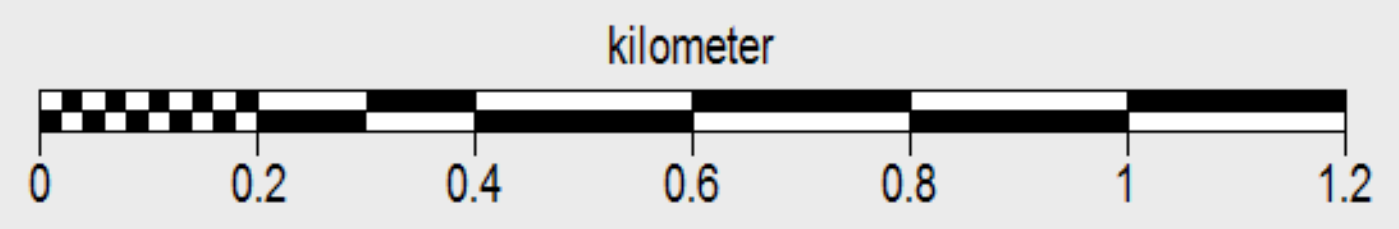
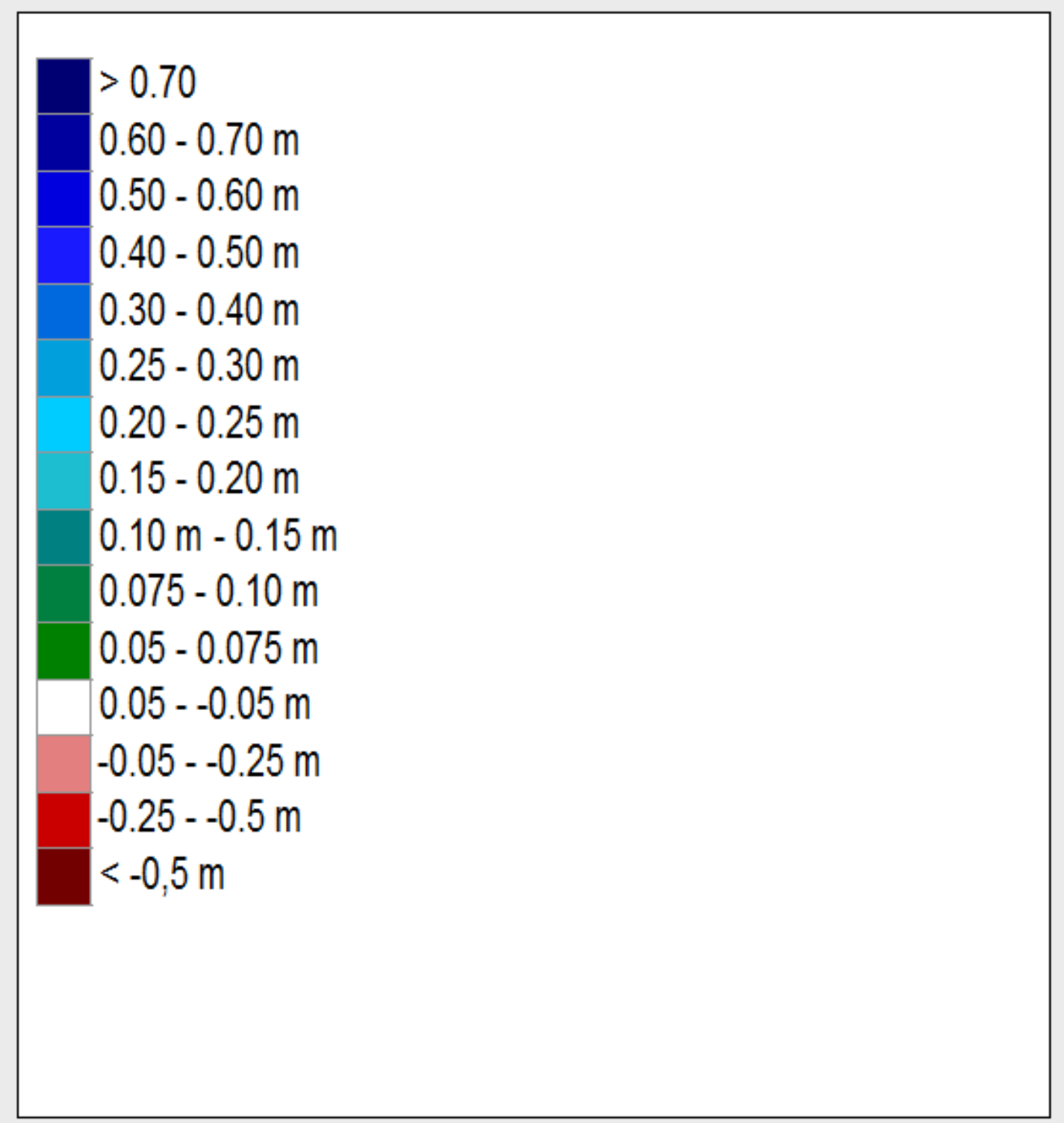
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# dGLG laag 1 (m)

Maatregelpakket2018v2 - REF2018

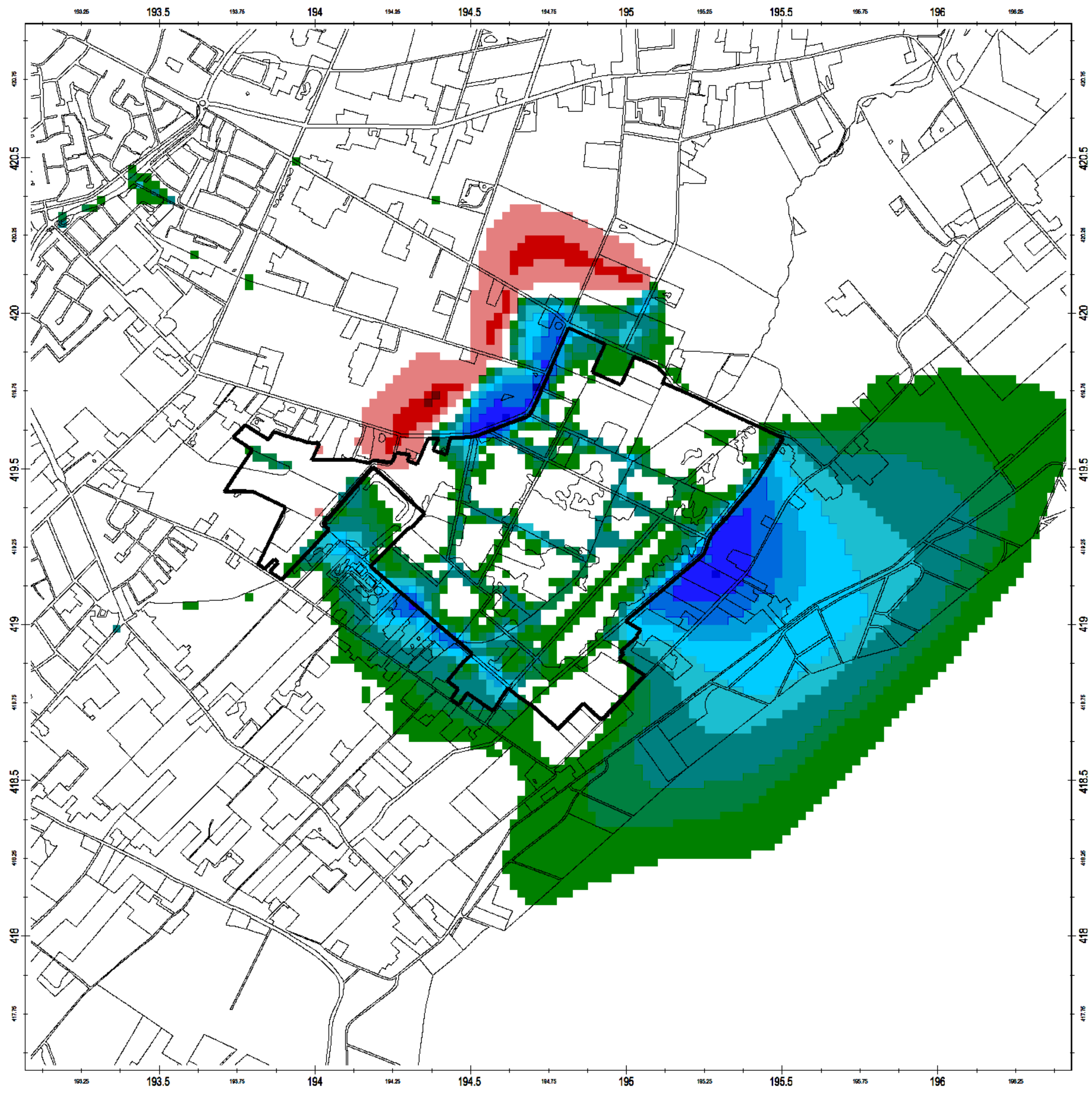


Project:  
Sweco

Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:40:27

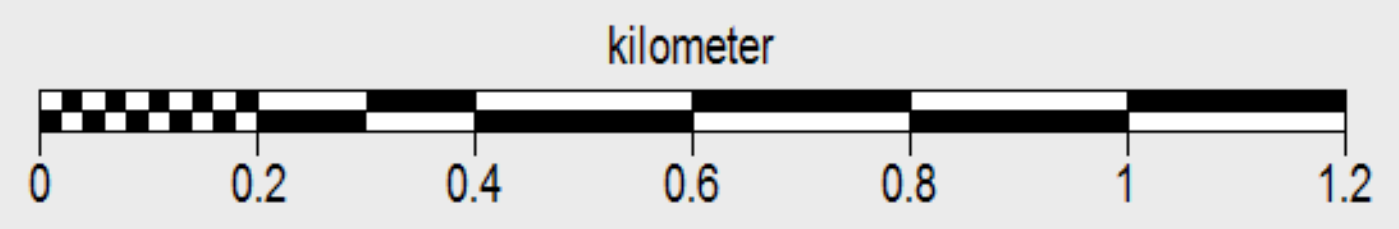
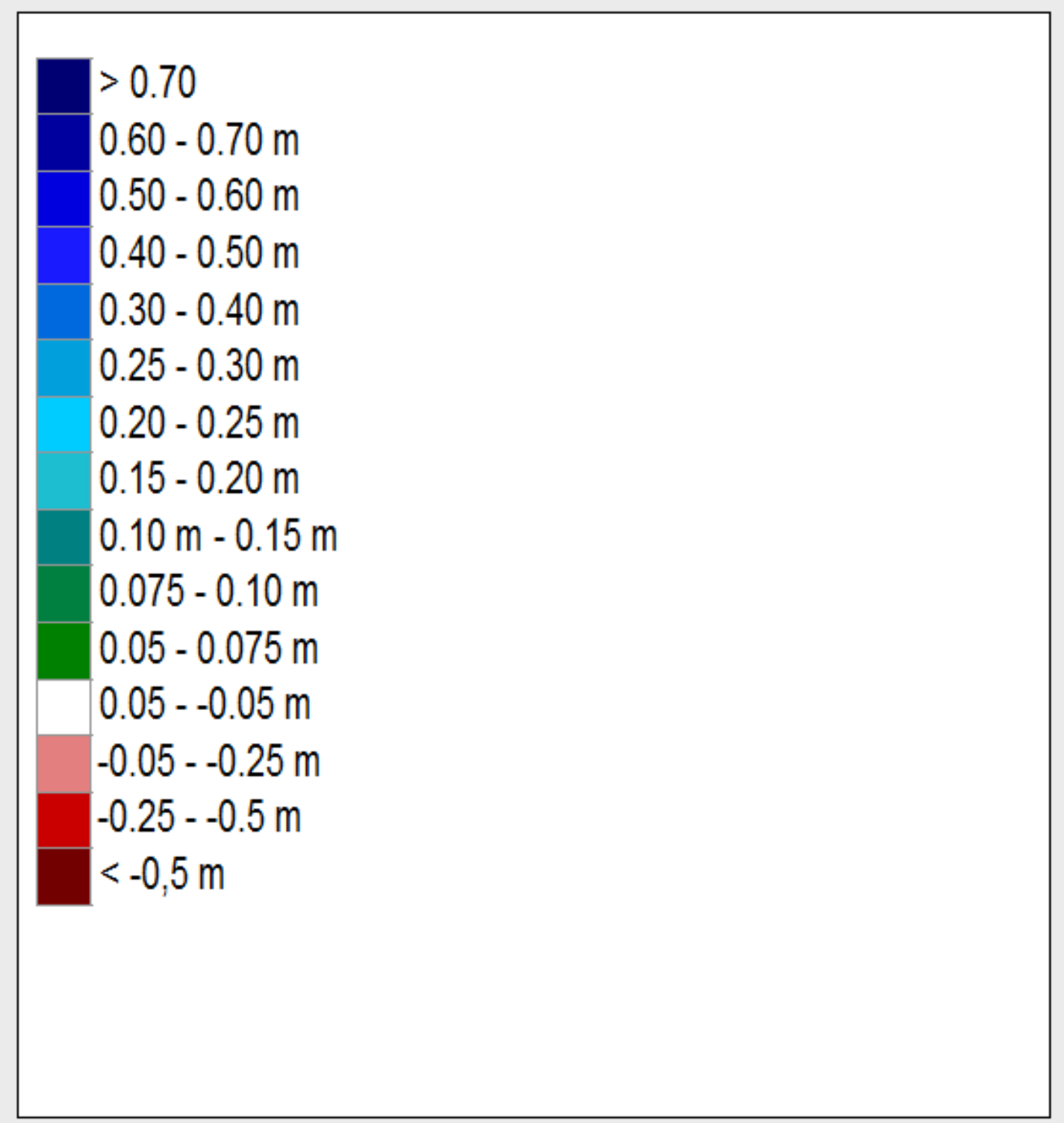
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# dGVG laag 1 (m)

Maatregelpakket2018v2 - REF2018

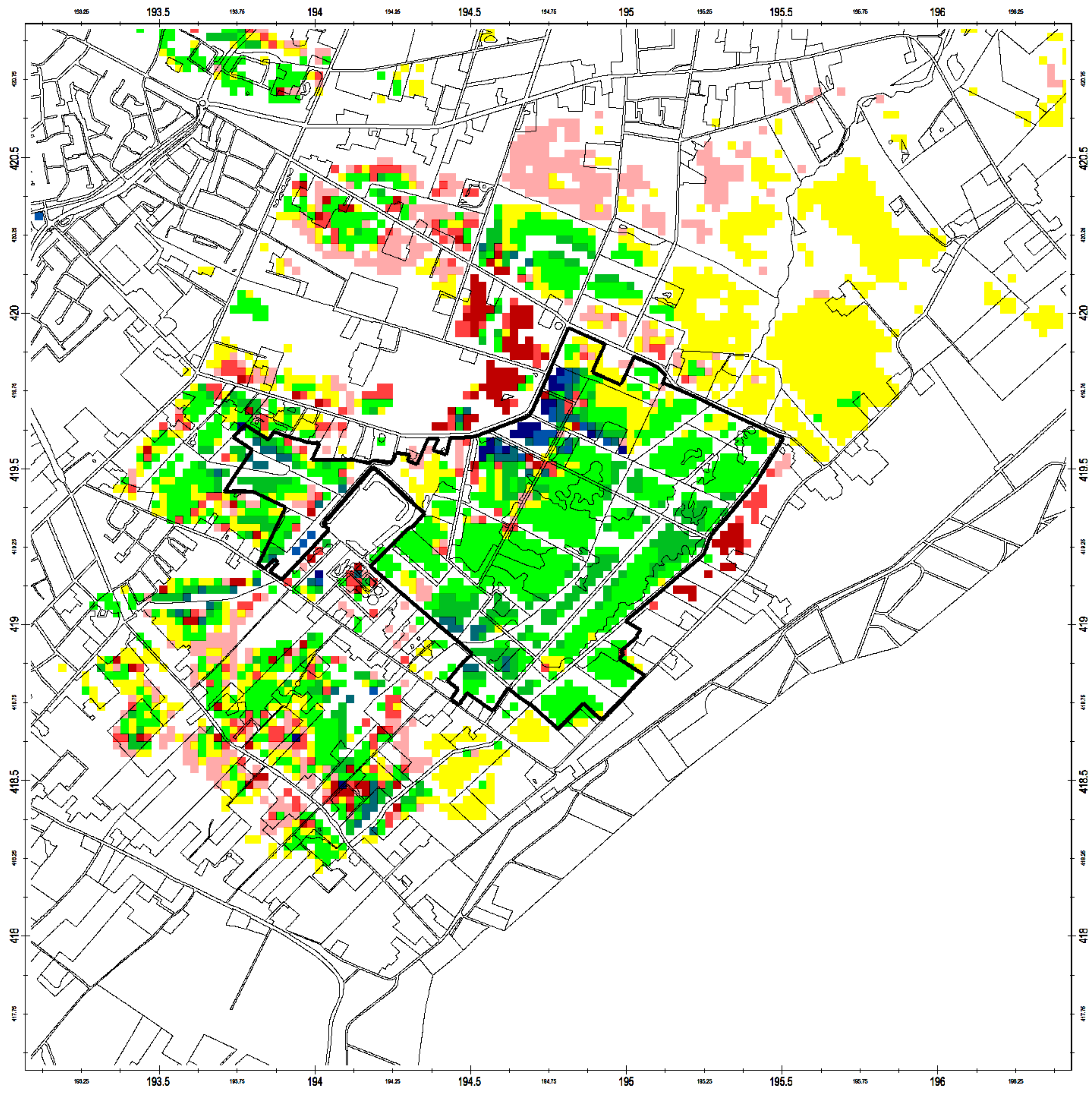


Project:  
Sweco

Figure/report: -  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:40:31

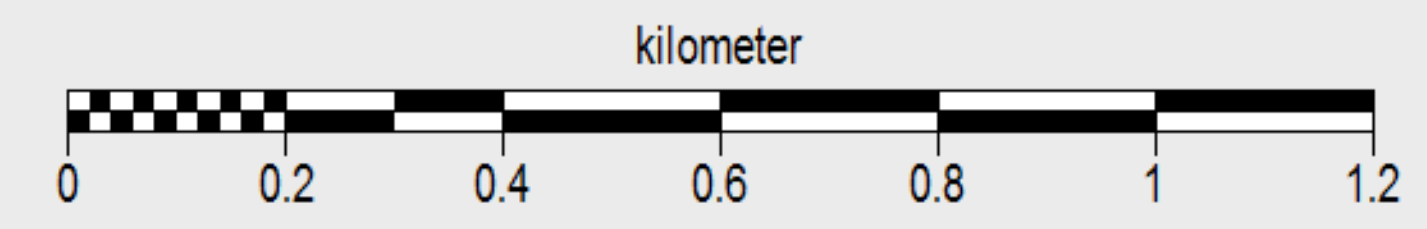
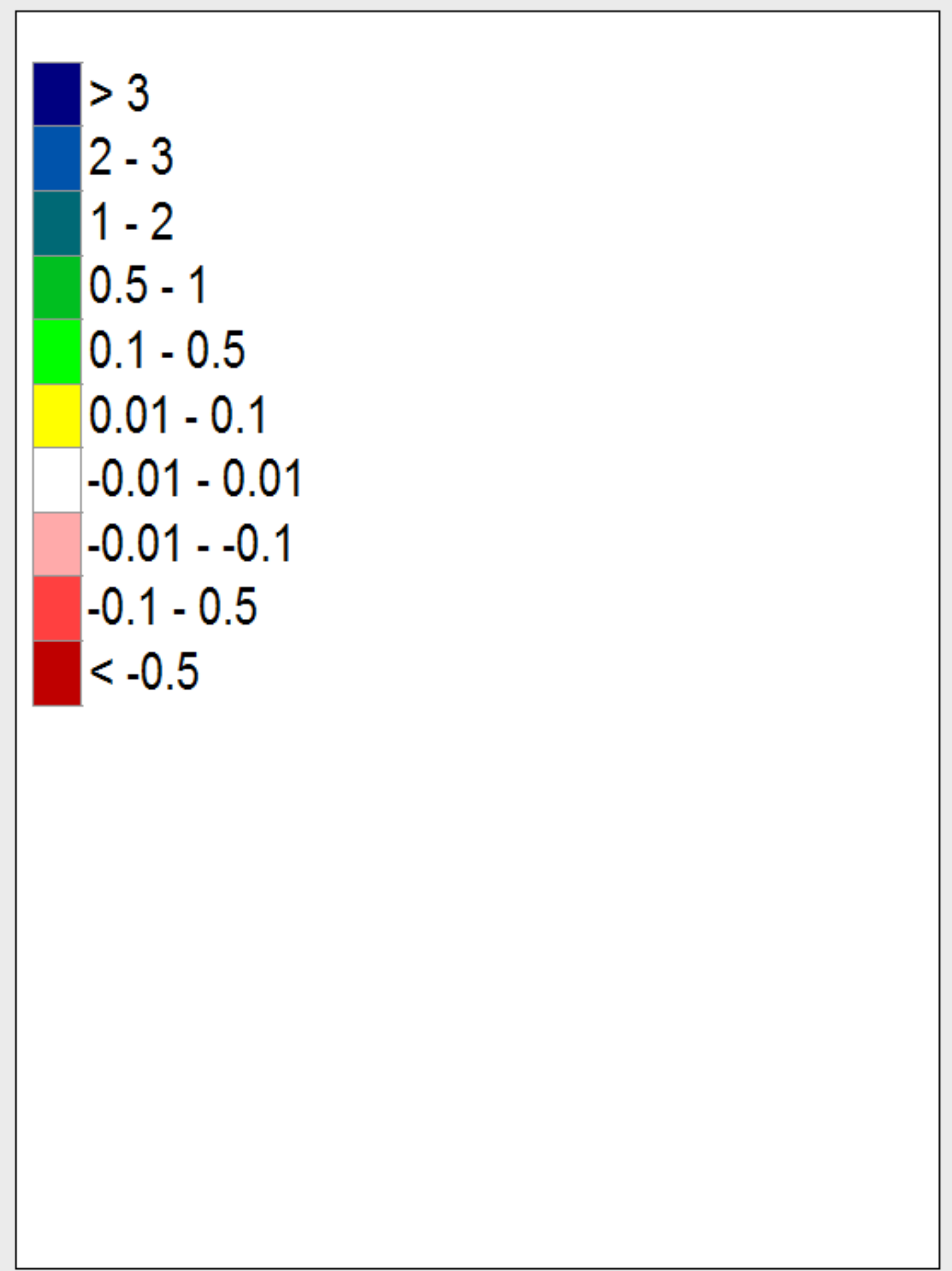
Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013





# dKwelMaaiveld\_2018v2-RE F\_mmd

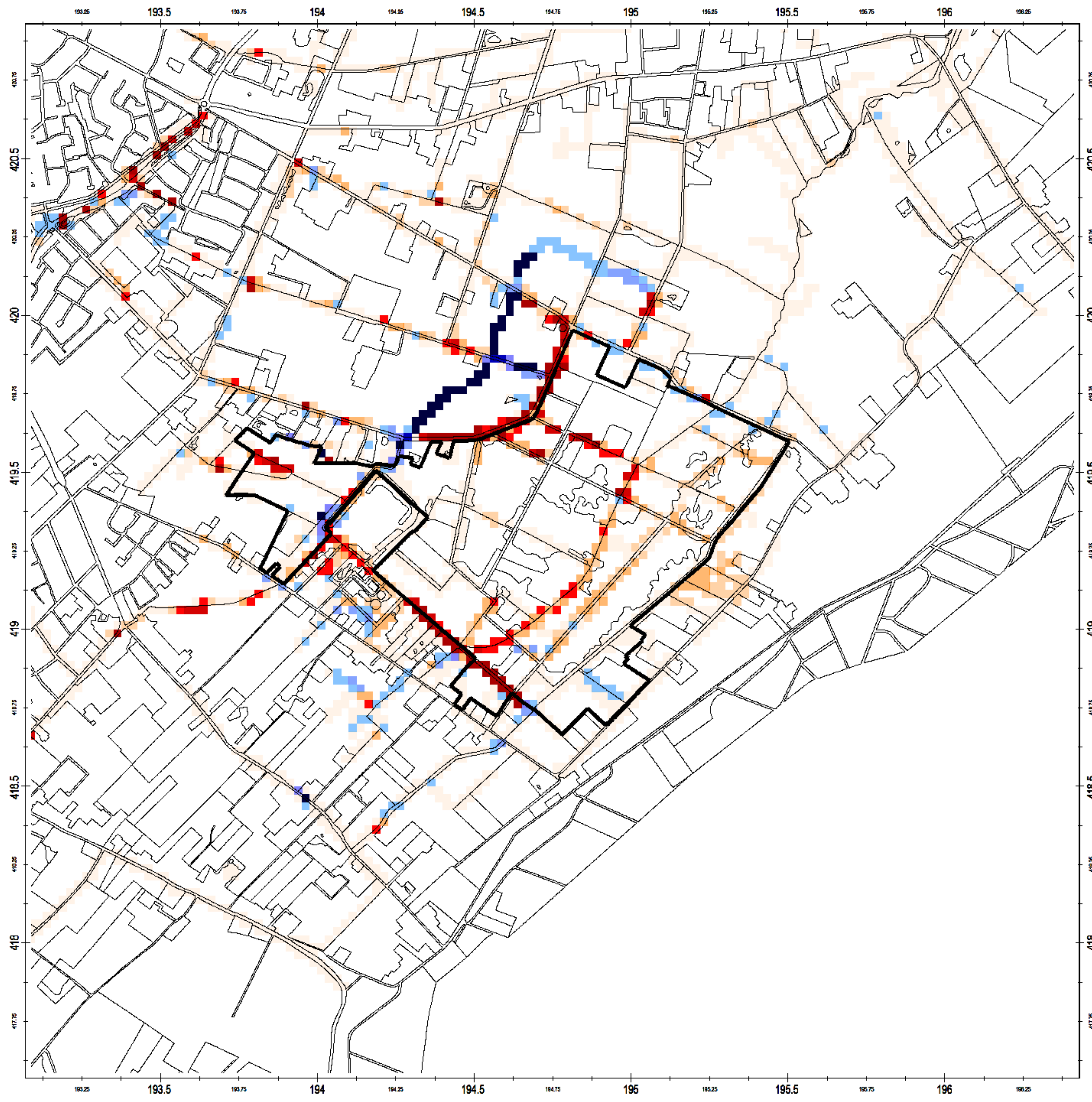
E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelenpakket2018v2\KwelKaarten\Output\



Project:  
DeBruuk

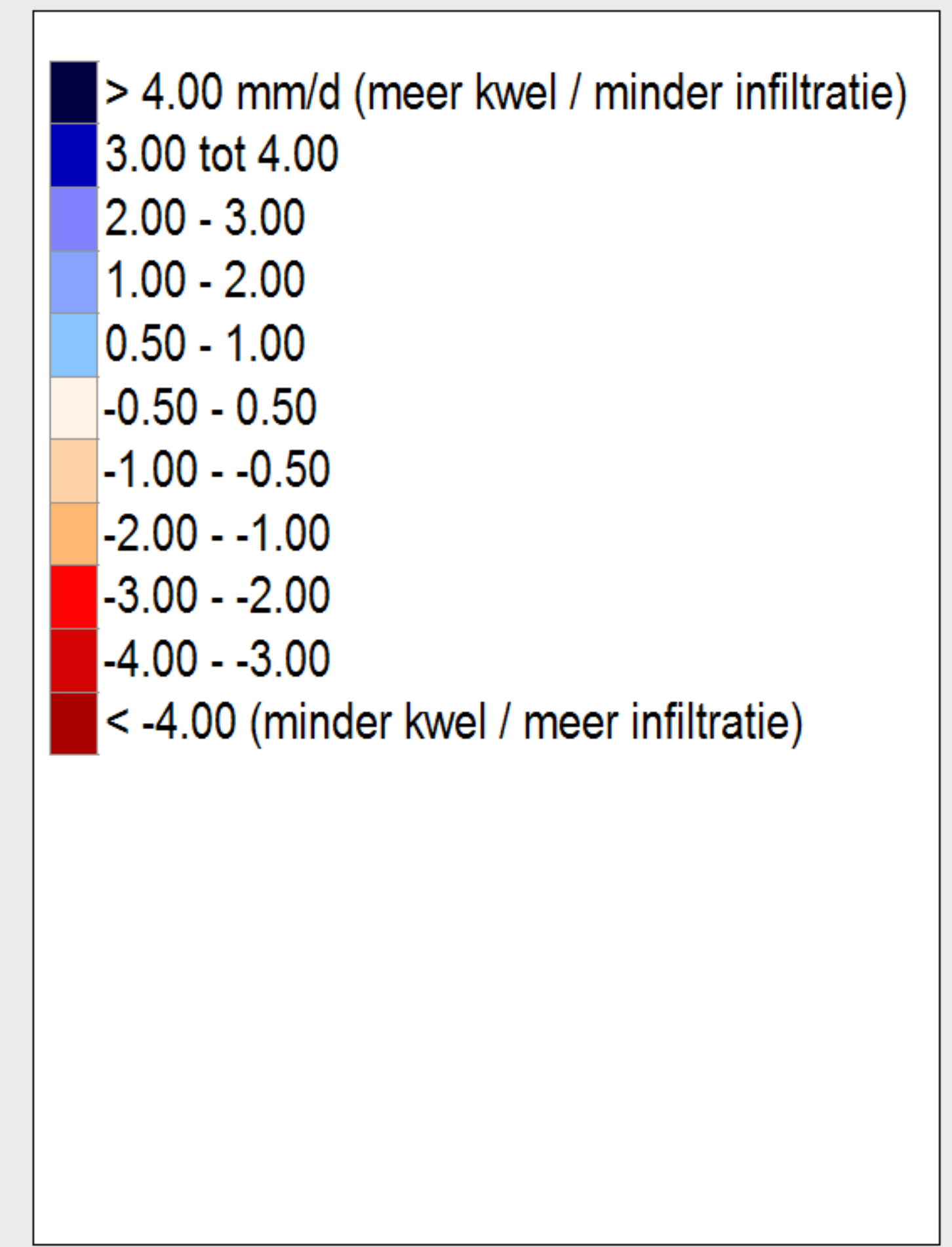
Figure/report: dkwelm\*\_mmd  
Creation Date/time: 29-June-2018 11:43:35





# dKwelWatergang\_2018v2-REF\_mmd

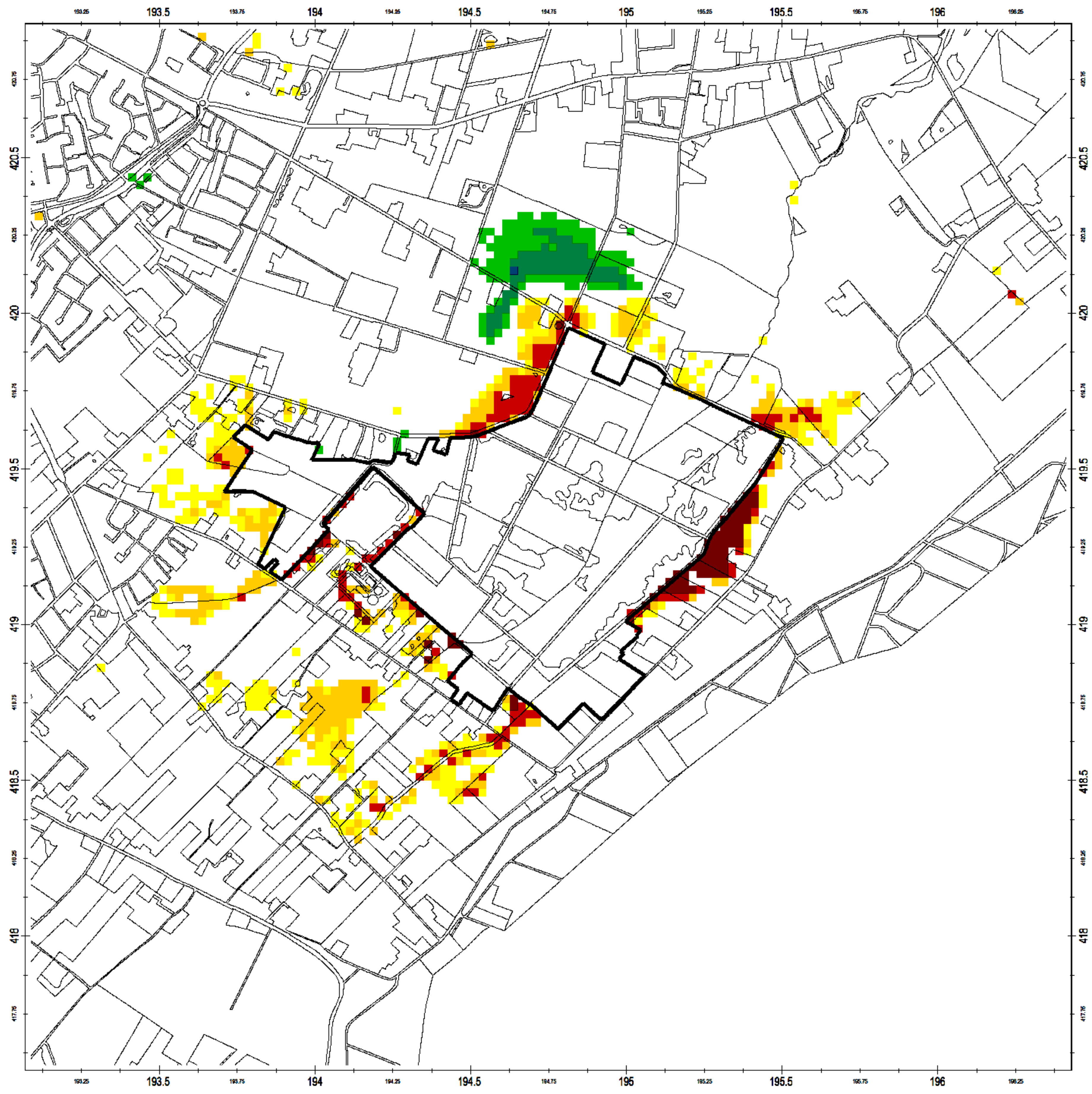
E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelenpakket2018v2\KwelKaarten\Output\



Project:  
DeBruuk

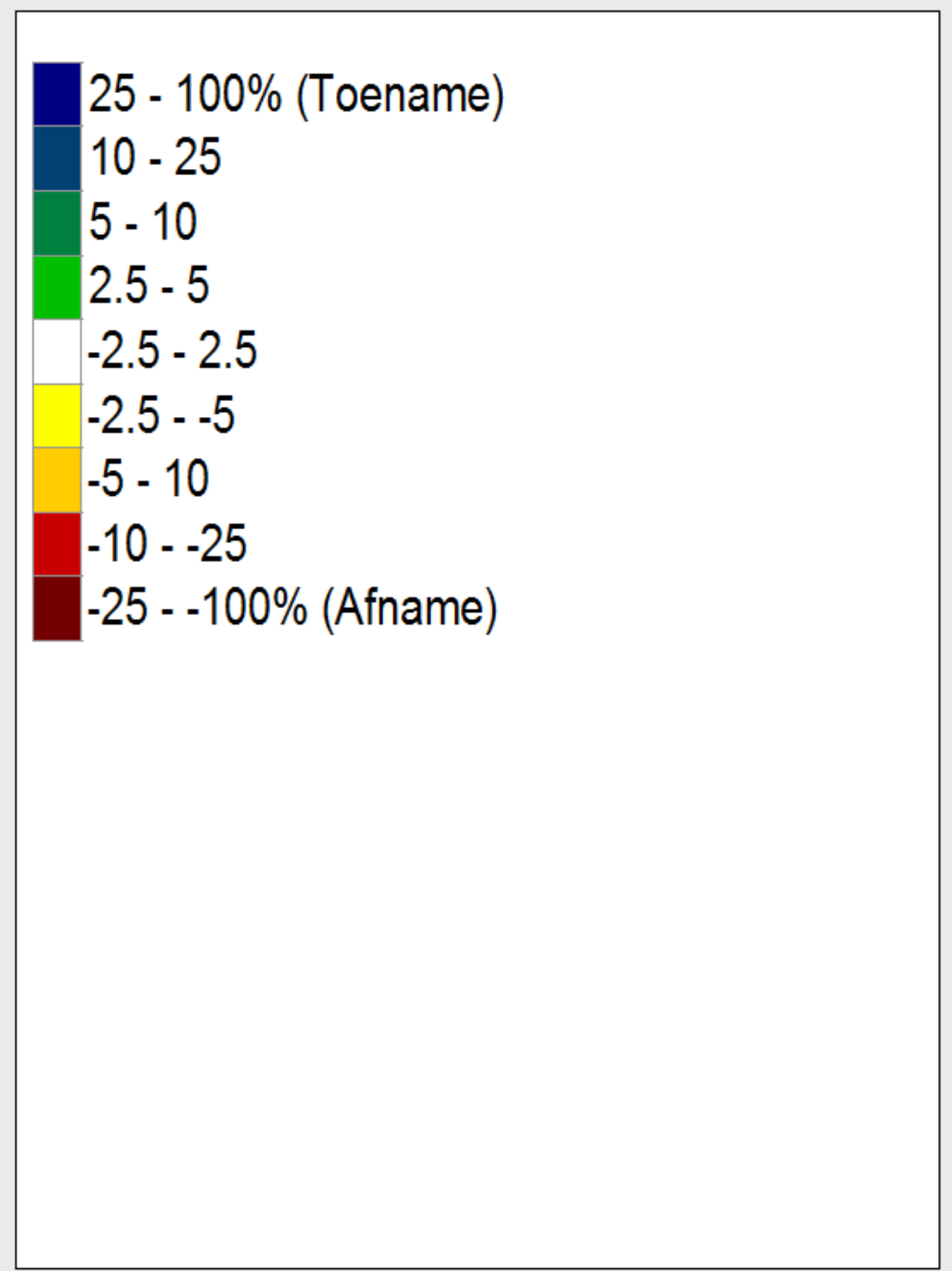
Figure/report: *dkwel\*\_mmd*  
Creation Date/time: 29-June-2018 11:42:37





# dTD\_REF-2018v2

E:\Projecten\SWECO\DeBruuk\Model\WORKOUT\Maatregelenpakket2018v2\Doelrealisatie\Nabewerking\_totaalschade\DR\Output\



Project:  
DeBruuk

Figure/report: dTD\*  
Creation Date/time: 17-July-2018 10:29:12

Powered by iMOD [V4\_2 X64 Optimized] Copyright © 2005-2013