N2000 externe werking buisdrainage Drentsche Aa

Scenario berekeningen



27 januari 2020

Opgesteld door:

Erik Querner
Querner Consult
Tel: 06 402 005 27
erik@querner.eu

Sandra Schunselaar
SWECO
Tel: 06 129 912 61
Sandra.schunselaar@sweco.nl

Op verzoek van de Provincie Drenthe

A pilot study in the framework of Interreg Project Topsoil and is subsidized by the Interreg North Sea Region Programme

Inhoud

Samenvatting 4

Summary 9

1 Inleiding 15
1.1 Aanleiding 15
1.2 Doelstelling 15
1.3 Leeswijzer 16

2 Beknopte gebiedsbeschrijving 17
2.1 Algemeen 17
2.2 Aanpassing model Formatie van Peelo 18
2.2 Huidige grondwaterstanden 19
2.3 Kwel- wegzijging huidige situatie 20
2.4 Uitwerking raaien Drentsche Aa 23

3 Aanpak effectberekeningen buisdrainage 25
3.1 Het grond- en oppervlaktewatermodel SIMGRO 25
3.2 Onderzoekszone 26
3.3 Buisdrainage in onderzoekszone en modelgebied 27
3.4 Bufferzones rond N2000 30
3.5 Keuze weerjaren en maatgevende situaties 32
3.6 Uitgangspunten klimaat scenario W_H 32
3.7 Toets criteria effecten aanleg buisdrainage 32

4 Resultaten berekeningen 33
4.1 Overzicht scenario's 33
4.2 Effecten op grondwaterstanden en stijghoogten 33
4.3 Effecten op kwel-wegzijging 45

5 Conclusies en aanbevelingen 46
5.1 Conclusies 46
5.2 Aanbevelingen 47

Literatuur 49

Bijlage 1 Weersgegevens winter en zomer over 30 jaar voor station Eelde 50

Bijlage 2 Uitwerking raaien huidige situatie 51

Bijlage 3 Uitwerking raaien scenario's 57

Bijlage 4 Samenvatting resultaten scenario berekeningen 64

Samenvatting

De aanleg van drainage en beregening in de landbouw zijn ingrepen die significante effecten kunnen hebben, met name op grondwaterstanden en verandering van de kwel. De provincie Drenthe heeft samen met LTO Noord en natuur- en milieuorganisaties daarom afspraken gemaakt over drainage en beregening in en rondom Natura 2000-gebieden in Drenthe. Per Natura 2000 gebied wordt een door de landbouw en natuur gedragen verbeterpakket ontwikkeld en uitgevoerd om de hydrologische toestand van het Natura 2000 gebied verder te verbeteren. Onderdeel van het verbeterpakket is een nader te bepalen overgangszone met algemene regels voor drainage en beregening, zodat vergunningsprocedures in de toekomst niet meer nodig zijn.

In 2005 is een SIMGRO-model gebouwd voor de Noordwest Drentsche Beken (Querner e.a., 2005). Dit model beschrijft de processen in het grondwater en het oppervlaktewater. Daarbij is de neerslag en de gewasverdamping onderdeel van het model. Hierdoor kan een reeks van verschillende maatregelen en klimaat scenario's worden doorgerekend en de verschillen tussen scenario's worden vergeleken. Het modelgebied heeft een omvang van 120.000 ha, met daarbinnen gelegen het stroomgebied van de Drentsche Aa van ca. 31.000 ha. Het laagste punt ligt op ongeveer 1 m-NAP. Het zuidelijk deel bestaat uit langgerekte zandruggen en beekdalen op het Drents Plateau. Het hoogste punt ligt op iets meer dan 24 m+NAP.

De provincie Drenthe wil bovengenoemde model nu toepassen bij de uitwerking van de effecten van buisdrainage op de Natura 2000 gebieden als onderdeel van het Interreg VB-project Topsoil. Om het model hiervoor geschikt te maken is eerst de ondergrond schematisatie verder geactualiseerd. Op basis van REGIS v2.2 is de ondergrond opnieuw geschematiseerd in 19 lagen en opnieuw gevalideerd (SWECO en Querner Consult, 2018).

Het doel van dit project is inzicht te krijgen in de effecten van buisdrainage op de Natura 2000 gebieden in het stroomgebied van de Drentsche Aa. Daarbij dient niet alleen de huidige onderzoekszone doorgerekend te worden, maar ook het effect van een smallere zone eventueel in combinatie met het verondiepen van bestaande drainage. Ook het effect van klimaatverandering wordt met het model in beeld gebracht.

Huidige grondwaterstanden
Met het aangepaste SIMGRO-model is de huidige situatie in beeld gebracht (scenario 0) voor de periode 1998 t/m 2005, met ook de kwel en wegzijging in beeld voor- en najaar. Algemeen beeld is het grote potentiaalverschil tussen het ondiepe en diepe grondwater. Ter plaatse van de beekdalen (en de grondwatergevoelige habitattypen) bedraagt dit potentiaalverschil over het algemeen meer dan 1 meter.

Uitwerking raaien Drentsche Aa
Om de werking van het complexe hydrologisch systeem in het onderzoeksgebied inzichtelijk te maken zijn op drie locaties raaien uitgewerkt: 1) ter plaatse van het Balloërveld en over het beekdal van het Gasterensche Diep; 2) vanaf de spoorlijn van Assen, over Loon en het beekdal van het Looner Diep en 3) vanaf Ekehaar en tot slot over het beekdal van het Amerdiep naar het Westerveld van Grolloo.

Uit de resultaten in de raaien blijkt dat het hoogteverschil tussen de beekdalen en de tussenliggende ruggen lokaal meer dan 6 meter bedraagt. In de noordelijke raaien 1 en 2 ter hoogte van het Balloërveld is daarbij sprake van een steile beekdalflank en een smal dal. Het meer zuidelijk gesitueerde beekdal van het Amerdiep kent een flauwer verhang. Waar ondiep potklei voorkomt op de flanken is dit verhang steil en komt het grondwater ook hoger op de flank nog dicht bij het maaiveld. In gebieden met keileem is de situatie vergelijkbaar, tenzij het grondwater in de huidige situatie al intensief wordt ontwaterd door bestaande buisdrainage.
De diepe stijghoogte onder de Peelo formatie (modellagen 11 en 13) laat juist een heel vlak verloop zien en volgt nauwelijks het maaiveld. Het gevolg is dat de stijghoogte in de hogere landbouwgebieden diep onder maaiveld zit, maar in de beekdalen (soms fors) boven het maaiveld uit komt. De grondwatergevoelige habitattypen in de beekdalen betreffen met name overgangs- en trilveen (H7140A). Lokaal komt daarnaast Hoogveenbos (H91D0) en Vochtig beek begeleidend bos (H91E0C) voor. De situatie hierboven geschetst voor de raaien wordt nog complexer door de regionale grondwaterstroming die van zuid naar noord loopt. In de diepere lagen is de stromingsrichting naar het noorden gericht. In de ondiepere lagen is de beïnvloeding van de beken merkbaar en buigt de stromingsrichting af naar de grotere waterlopen.

Onderzoekszone, buisdrainage en bufferzones
Voor het Natura 2000 gebied in de Drentsche Aa is een onderzoekszone vastgesteld (Prov. Drenthe, 2015). Binnen deze overgangszone dienen de mogelijkheden van buisdrainage nog nader te worden onderzocht. Uitgangspunt is dat de hydrologische toestand van het Natura 2000 gebied niet verder vermindert, in samenhang met het realiseren van goede omstandigheden voor landbouwkundig gebruik.
Voor de huidige situatie (scenario 0) is uitgegaan van de aanwezige buisdrainage uit de Provinciale inventarisatie (Provincie Drenthe, 2017). In het deel van het modelgebied buiten de onderzoekzone is gebruik gemaakt van de gegevens uit het MIPWA-model v3.0. Voor dat deel is uitgegaan van een “worst case” scenario: buiten de onderzoekszone zal alle land- en tuinbouwgronden op termijn worden gedraineerd.
Rond het Natura 2000 gebied in de Drentsche Aa zijn voor de scenario berekeningen een drietal bufferzones gedefinieerd van 200 m; van 500 m en de gehele huidige onderzoekzone.

Keuze weerjaren en klimaat scenario W_H
Voor de berekening van effecten buisdrainage is uitgegaan van een gemiddelde winter en voorjaarssituatie. Hiervoor is de neerslag en verdamping van station Eelde voor een 30 jaar periode geanalyseerd. Op basis van deze analyse is besloten om de effecten van buisdrainage te bepalen voor 1 april 2001 (voorjaarsituatie) en 2 september 2001 (zomersituatie). Met het SIMGRO-model wordt daarvoor de jaren 1998 t/m 2005 doorgerekend, 8 jaar om daarmee ook de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand te berekenen (GHG en GLG).
Het klimaatscenario W_H is gekozen als de worst case situatie voor de Drentsche Aa. Dit scenario is in de winter veel natter en in de zomer veel droger. De meteorologische reeks voor het modelgebied is aangepast om hiermee de klimaatomstandigheden rond het jaar 2050 te simuleren.

Toets criteria effecten aanleg buisdrainage
Bij verschillen tussen de scenario’s worden de verlagingen van 2 en 5 cm in het voorjaar 2001 en verlaging van 1 cm aan het eind van de zomer getoetst. Het effect op de kwel wordt beoordeeld voor zowel het voorjaar (gehele maand maart) als het najaar (half aug t/m half sept).

Scenario’s
De huidige situatie (scenario 0) met alle buisdrainage in het modelgebied, is gebaseerd op de Provinciale inventarisatie voor de onderzoekzone en daarbuiten van MIPWA.

In Scenario 1 zijn ook alle overige landbouwgronden buiten de onderzoekszone gedraineerd en is hiermee een worst case situatie gedefinieerd. In Scenario 2 en 3 wordt de zone waarin geen uitbreiding van drainage is toegestaan verkleind tot 500 en 200 meter.
In Scenario 11 is aangenomen dat in de hele onderzoekszone alle drainage wordt gelegd op 0,80 m-mv. In scenario 12 en 13 is het ondieper draineren van de bestaande drainage alleen in de zone van 500 en 200 m.
In scenario 15 is de bestaande drainage in de onderzoekszone verondiept naar 0,8 m en in scenario 16 is de bestaande drainage in het hele stroomgebied van de Drentsche Aa verondiept naar 0,8 m.
In scenario 17 is het klimaatscenario W_H opgenomen en de drainage situatie uit scenario 16.

Effecten drainage op grondwaterstanden en stijghoogten
De veranderingen in grondwaterstanden en kwel worden weergegeven voor de Natura 2000 gebieden. In bijlage 4 is de set met scenario's aangegeven en bovendien alle resultaten.

Alle landbouwgronden buiten onderzoekszone gedraineerd (scenario 1)
In het N2000 gebied dalen de grondwaterstanden overwegend tussen de 2 en 5 cm. Heel lokaal aan de randen is dat iets meer dan 5 cm. Buiten het N2000 gebied, ter plaatse van de gedraineerde percelen wordt de grondwaterstand door de aanleg van buisdrainage verlaagd met meer dan 20 cm. De grootste effecten worden berekend op de oostrand van het N2000 gebied nabij Schipborg in het natuurgebied De Strubben. Dat geld zowel voor het voorjaar als voor het najaar. Het gaat hier om de hogere delen van het N2000 gebied met alleen droge natuur. Hier is sprake van een wegzijgingssituatie.
De effecten van buisdrainage werken op twee manieren door tot in het N2000 gebied. Ondiep: met name direct aangrenzend aan de nieuw te draineren percelen treden relatief grote effecten op. De reikwijdte van deze effecten is echter beperkt. Diep: wanneer drainage plaatsvindt over een groot gebied, dan werkt het effect gedempt door tot in het onderliggende grote watervoerende pakket. Dit pakket krijgt dan minder voeding van boven. De reikwijdte van effecten in dit watervoerende pakket is veel groter, waardoor deze effecten tot diep in het N2000 gebied kunnen doorwerken. De bovenliggende weerstand zorgt echter dat deze effecten in het algemeen naar boven toe weer grotendeels uitdempen. Waar de bovenliggende weerstand beperkt is (de zogeheten kwelvensters) zien we echter toch lokaal een effect ontstaan.

De verandering in grondwaterstanden voor 2 sept 2001 (GLG-moment) geven een verlaging te zien van 1 tot 2 cm en her en der langs de randen van het N2000 gebied tot 5 cm. Ook hier geldt dat de grootste effecten optreden in de hogere gronden waar met name wegzijging optreedt.

Stijghoogte in de 3 raaien
Voor het gemiddelde jaar 2001 is zijn de stijghoogten weergegeven in 3 raaien. Hieruit blijkt dat de grootste effecten optreden in het diepe watervoerende pakket onder de potklei (modellaag 11). Ook hier blijven de effecten echter beperkt tot maximaal 3 cm in het beekdal ter plaatse van de overgangs- en trilvenen. Door de tussenliggende weerstand is het freatische effect nog kleiner.
Bij alle drie de raaien zien we vergelijkbare effecten.

Zone versmallen naar 500 en 200 meter (scenario 2 en 3)
De extra effecten van deze 2 scenario's op de grondwaterstand ten opzichte van scenario 1 geeft geringe effecten weer tot ca 3 cm. Geconcludeerd wordt dat de effecten weliswaar iets toenemen bij een smallere bufferzone, maar dat dit met name optreedt aan de randen van het N2000 gebied ter plaatse van de hoger gelegen gronden.

Ondieper draineren (scenario 11 – 13)
In scenario 11-13 is uitgegaan van ondieper draineren van de bestaande drainage binnen de bufferzones voor respectievelijk de huidige zone, 500 meter en 200m. Waar drainage wordt verondiept wordt het natter, waar nieuwe drainage is aangebracht wordt het droger. Hierdoor ontstaat een complex ruimtelijk patroon van vernatting (tot 20 cm) en verdroging (tot 10 cm).

Huidige drainage ondieper (scenario 15 en 16)
In scenario 15 is de drainage alleen verondiept in de huidige onderzoekzone; in scenario 16 in het hele stroomgebied van de Drentsche Aa. Beide scenario's zijn vergeleken met scenario 0 (huidige situatie). In scenario 15 geeft dit op 1 april 2001 tot ca. 15 cm hogere grondwaterstanden en op 2 sept is dat iets minder tot 10 cm verhoging. In scenario 16 zijn deze veranderingen min of meer gelijk.

Klimaatscenario en huidige drainage (scenario 17)
De effecten van klimaatverandering voor het N2000 gebied zijn aanzienlijk groter zijn dan het effect van het verondiepen van de buisdrainage, of het effect van een smallere bufferzone. Door de nattere winter stijgt de grondwaterstand op 1 april 2001 tot ca. 0,13 m in grote delen van het N2000 gebied. Door de drogere zomer zakt de grondwaterstand op 2 sept 2001 tot ca. 0,3 m uit.

Effecten op kwel-wegzijging
Uitgaande van de huidige onderzoekszone - is bufferzone - blijven de effecten in het diepe watervoerende pakket onder de potklei in het beekdal beperkt tot circa 3 tot 7 cm. Het totale potentiaalverschil ter plaatse van de habitattypen bedraagt algemeen meer dan 1 meter. De procentuele afname van de diepe kwel druk bedraagt daarmee maximaal 3 tot 7%. Bij een smallere bufferzone, de scenario's 2 en 3, neemt het effect op de diepe stijghoogte toe met 2 - 5 cm.

Conclusies
Het SIMGRO-model is geschikt bevonden om daarmee de relatieve effecten van scenario's, zoals de aanleg van buisdrainage en klimaat scenario's, te bepalen. Het model beschrijft de processen in het grondwater en het oppervlaktewater goed. Ook de weersinvloeden (neerslag en de gewasverdamping) worden meegenomen in de modellering.

Met het doorrekenen van de huidige situatie (scenario 0) en de worst case (scenario 1) wordt een beeld gegeven van de effecten door maximale aanleg van nieuwe buisdrainage, buiten de huidige onderzoekszone. Als de onderzoekszone wordt verkleind tot 500 m worden de freatische effecten in het voorjaar iets groter (tot 3 cm) en bij een onderzoekszone van 200 m tot ca 5 cm groter. In het najaar neemt de freatische verlaging iets af. Her en der langs de flanken bedraagt het freatische effect (ten opzichte van scenario 1) nog 2 cm bij een bufferzone van 500 m en 5 cm bij een bufferzone van 200 m. Het totale effect binnen het N2000 gebied (ten opzichte van scenario 0, de huidige situatie) bedraagt circa 10 cm. Bovengenoemde effecten treden vooral op aan de randen van het gebied, buiten het beekdal, op de hoger gelegen gronden.

Bij het verondiepen van de bestaande buisdrainage (tot 80 cm-mv) in scenario 11 t/m 13 wordt de grondwaterstand lokaal verhoogd. Deze maatregel is echter niet afdoende om het effect van nieuwe buisdrainage op alle nog niet gedraineerde percelen buiten de bufferzone te mitigeren. In plaats daarvan ontstaat een complex ruimtelijk patroon van vernatting en verdroging.

Bij het verondiepen van de buisdrainage (scenario 15 en 16) zien we vooral lokale effecten ter plaatse van de gedraineerde percelen. Met deze twee scenario's wordt wel meer water vastgehouden in de landbouwgronden. De effecten stralen echter maar beperkt uit naar de

omgeving. Alleen waar de buisdrainage is gesitueerd dicht bij de beek, raken de freatische effecten (tot 2 cm) de aanwezige habitattypen.

Bij het klimaatscenario W_H zijn de effecten voor het N2000 gebied aanzienlijk groter dan het effect van het verondiepen van de buisdrainage, of het effect van een smallere bufferzone. In het voorjaar wordt het tot circa 10 cm natter in de beekdalen. In de zomer zakt de grondwaterstand tot circa 30 cm dieper uit.

Aanbevelingen
Voor het Natura 2000 gebied in de Drentsche Aa is in 2015 een overgangszone/onderzoekszone vastgesteld. Daarbij was afgesproken om nader te onderzoeken of deze zone nog verder verkleind kan worden. Conclusie is dat hoewel er wel enige effecten optreden binnen de N2000 grens, deze met name optreden hoger op de flank, buiten de aanwezige grondwatergevoelige habitattypen. Het verkleinen van de zone naar 500 m heeft hier nauwelijks invloed op. Berekende effecten ter plaatse van de grondwatergevoelige habitattypen zijn maximaal circa 2 cm, en daarmee kleiner dan de modelnauwkeurigheid. Bij een nog kleinere zone van 200 m werken de effecten wel door tot de rand van de beekdalen. Aanbevolen wordt daarom om de zone te verkleinen naar 500 m.

Daarnaast wordt aanbevolen om in het gehele Drentsche Aa gebied toe te werken naar het verondiepen van de buisdrainage. Hoewel de effecten van het verondiepen van alleen de bestaande drainage maar beperkt uitstraalt, wordt daarmee wel meer water vastgehouden op de hogere gronden. Dit heeft niet alleen voordeel voor natuur, maar met een toenemende kans op droge zomers door klimaatverandering, beperkt dit ook droogteschade voor de landbouw. Bovendien hoeft dan minder snel beregend te worden.

Summary

The construction of drainage and irrigation systems in agriculture are interventions that can have significant effects, in particular on groundwater levels and seepage. The Province of Drenthe has therefore made agreements with the farmers' organisation LTO Noord, as well as nature and environmental organizations about drainage and irrigation in and around Natura 2000 areas in Drenthe. With this stakeholder support, a set of measures has been developed and implemented in each Natura 2000 area, to further improve the hydrological status of each area. Part of the improvement package is a buffer zone, to be determined with general rules for drainage and irrigation, so that no licensing procedures are necessary in the future.

In 2005, a SIMGRO model was built for the brooks in the northwest of Drenthe (Querner and Rakhorst, 2006). This model describes the processes in groundwater and surface water. Precipitation and crop evaporation are also part of the model. This allows a series of different measures and climate scenarios to be calculated and compared. The model area covers 120,000 hectares and is located within the Drentsche Aa catchment area of approximately 31,000 ha. The ground levels in this catchment range between approx. 1 m-NAP (*Normaal Amsterdams Peil*) in the north to 24 m+NAP in the south.

The Province of Drenthe now wants to apply the above model to estimate the effects of tube drainage on the Natura 2000 areas as part of the Interreg VB project Topsoil. To make the model suitable for such simulations, the hydrogeological schematization had to be updated. Based on the Dutch database REGIS II, the substrate has been re-schematized in 19 layers and re-validated using measured groundwater levels (SWECO and Querner Consult, 2018).

The aim of this project is to gain insight into the effects of tube drainage on the Natura 2000 areas in the Drentsche Aa catchment. Not only the current research zone must be calculated, but also the effect of a narrower buffer zone, possibly in combination with the deepening of existing drainage. The effects of climate change and drainage are also estimated with the model.

Current groundwater levels
With the adjusted SIMGRO model, the current situation has been calculated for the years 1998 to 2005, including the seepage flux in spring and autumn. The general result shows a large potential difference between the shallow and deep groundwater. At the location of the stream valleys (with groundwater sensitive habitat types), this potential difference is, on average, more than 1 meter.

To provide insight into the complex hydrological system in the research area, cross-sections have been presented for three locations:
1) across the Balloërveld and the valley of the Gasterensche Diep;
2) from the railway line to Assen, across Loon and the Looner Diep valley
3) from Ekehaar and across the Amerdiep valley to Grolloo Westerveld.

The results in the cross-sections show that the difference in height between the stream valleys and the intermediate ridges is more than 6 meters Locally. For the cross-sections 1 and 2 at the Balloërveld, there is a steep slope towards the narrow brook valley. The more southerly located brook valley of the Amerdiep has a gentler slope. Where shallow melt water till occurs on the edge

of the valley, it results in shallow groundwater levels. In areas with boulder clay, the situation is comparable, unless in the current situation the groundwater is already drained heavily by existing tube drainage.
The hydraulic heads in deeper layers below the Peelo formation (model layers 11 and 13) show a very smooth pattern and hardly follow the ground level. The result is that the hydraulic heads in the agricultural areas are deep below ground level, but well above ground level in the stream valleys. The groundwater-sensitive habitat types in the stream valleys mainly exists of transitional and floating fens (H7140A). In addition, peatland forests (H91D0) and wetland woods (H91E0C) also occur locally. The situation for the 3 cross-sections outlined above becomes even more complex due to the regional groundwater flowing from south to north. In the deeper layers, the flow is towards the north. The influence of the streams is noticeable in the shallow layers and the direction of flow deflects towards the brooks and larger watercourses.

Research zone, tube drainage and buffer zones
A research zone has been established around the Natura 2000 area in the Drentsche Aa (Prov. Drenthe, 2015). Within this zone, the possibilities of tube drainage still need to be investigated further. The aim is to prevent the hydrological conditions in the Natura 2000 area from diminishing further, while also maintaining the conditions for agricultural land use.
The current situation (scenario 0) is based on the existing tube drainage from the Provincial inventory (Prov. Drenthe, 2017). The data from the MIPWA model v3.0 was used in that part of the model area outside the research zone. For that part, a "worst case" scenario was assumed: outside the research zone all agricultural and horticultural land will be drained over time.
Three buffer zones have been defined around the Natura 2000 area in the Drentsche Aa for the scenario calculations: being 200 m; 500 m and the current research zone.

Choice of meteorological years and climate scenario W_H
For the calculation of the effects of tube drainage, an average winter and spring situation had to be considered. Therefore, the precipitation and evaporation of the Eelde meteorological station was analysed for a 30-year period. Based on this analysis, it was decided to determine the effects of tube drainage for the 1st of April 2001 (spring situation) and 2nd September 2001 (end of summer situation). Therefore, the SIMGRO model simulates the years 1998 through 2005, this is 8 years in order to also estimate the average highest and lowest groundwater levels (GHG and GLG).

The W_H climate scenario has been chosen as the worst-case situation for the Drentsche Aa. This scenario is wetter in winter and much drier in summer. The meteorological series for the model area has been adjusted to simulate the climate conditions around the year 2050.

Test criteria effects construction tube drainage
In the event of differences between the scenarios, the 2 cm and 5 cm reductions in spring 2001 and the 1 cm reduction at the end of the summer are considered. The effect on the seepage is assessed for both the spring (entire month of March) and the autumn (mid-August to mid-September) situations.

Scenarios
The current situation (scenario 0) considers the existing tube drainage in the model area and is based on the Provincial inventory for the research zone and outside from the MIPWA model.
In Scenario 1, all other agricultural land outside the research zone is considered to be drained as a worst-case situation. In Scenario 2 and 3, the zone where no extension of drainage is allowed is reduced to 500 and 200 meters.

In Scenario 11, it is assumed that all drainage in the entire research zone is laid shallower at 0.80 m-gl. In scenarios 12 and 13, the shallower drainage of the existing drainage is only in the 500 and 200 m zone.
In scenario 15, only the existing drainage in the research zone was considered at a level of 0.8 m-gl and in scenario 16 the existing drainage in the entire catchment area of the Drentsche Aa was set at 0.8 m-gl.
Scenario 17 includes the climate scenario W_H and the drainage situation from scenario 16.

Effects of tube drainage on groundwater levels and seepage
The changes in groundwater levels and seepage are shown for the Natura 2000 areas. Appendix 4 shows the list of scenarios and also all the results.

All agricultural land drained outside the research zone (scenario 1)
In the N2000 area, the change in groundwater levels mainly fall between 2 and 5 cm. Very locally - on the edges - it is just over 5 cm. Outside the N2000 area, at the drained plots, the groundwater level will be lowered by more than 20 cm. The largest effects are calculated on the eastern edge of the N2000 area near Schipborg in the De Strubben nature reserve. This applies to both spring and autumn and is situated in the higher parts of the N2000 area with only dry nature.
The effects of tube drainage have an impact on the N2000 area in two ways.

- Shallow: particularly immediately adjacent to the new plots to be drained, relatively large effects occur. However, the scope of these effects is limited.
- Deep: when drainage takes place over a large area, this results in a dampened effect on the underlying large water-bearing layers (aquifers). These layers receive less downward seepage. The change in groundwater levels in these deeper aquifers is much larger, so that these effects can spread out over the entire N2000 area. However, the resistance layers, ensures that these effects are generally small. Where the overlying resistance layer is limited (the so-called seepage windows), we do see a larger effect locally.

The change in groundwater levels for 2 Sept 2001 (GLG moment) shows a reduction of 1 to 2 cm and up to 5 cm in some places along the edge of the N2000 area. Here too, the greatest effects occur on the higher grounds where downward seepage occurs.

Hydraulic heads in 3 cross-sections
For the average year 2001, the hydraulic heads are shown in the 3 cross-sections. This shows that the greatest effects occur in the deep aquifers under the melt water till (model layer 11), to a maximum of 3 cm.

Narrowing the zone to 500 and 200 meters (scenarios 2 and 3)
The extra effects of these 2 scenarios on the groundwater levels as compared to scenario 1 shows minor effects up to approximately 3 cm. It is concluded that although the effects increase slightly with a narrow buffer zone, this mainly occurs at the edges of the N2000 area where the ground level is higher than in the valley.

Shallower drainage (scenarios 11 - 13)
In scenarios 11-13, the existing drainage within the different buffer zones is assumed to be shallower. Where drainage is laid shallower, the conditions becomes wetter, where new drainage is applied, it becomes drier. This creates a complex spatial pattern of higher groundwater levels (up to 20 cm) and deeper levels (up to 10 cm).

Current drainage shallower (scenarios 15 and 16)
In scenario 15 the existing drainage in the research area is considered at a level of 0,8 m-gl; in scenario 16 it is considered in the entire catchment area of the Drentsche Aa. Both scenarios were compared with scenario 0 (current situation). In scenario 15, this gives on April 1, 2001 up to about 15 cm higher groundwater levels and on 2 Sept that is slightly less (up to 10 cm shallower). In scenario 16, these changes are more or less the same.

Climate scenario and current drainage (scenario 17)
The effects of climate change for the N2000 area are considerably greater than the effect of deepening the tube drainage, or the effect of a narrow buffer zone. Due to the wet winter, the groundwater level rises to approximately 0.13 m in large parts of the N2000 area on 1 April 2001. Due to the drier summer, the groundwater level drops as much as 0.3 m at the end of summer (2nd Sept 2001).

Effects on seepage
Starting from the current research zone - which is the buffer zone - the effects in the deep aquifer under the melt water till in the stream valley is limited to approximately 3 to 7 cm. The potential difference at the location of the habitat types is generally more than 1 meter in total. The decrease in deep seepage pressure is therefore a maximum of 3 to 7%. With a narrower buffer zone (scenarios 2 and 3) the effect on the hydraulic head in deeper layers increases by 2 - 5 cm.

Conclusions
The SIMGRO model has been found suitable for determining the relative effects of scenarios, such as the installation of tube drainage and climate scenarios. The model describes well the processes in groundwater and surface water.

Simulations of the current situation (scenario 0) and the worst case (scenario 1), provide a picture of the extreme effects resulting from installed tube drainage in all agricultural land outside the current research zone. If the research area is reduced to 500 m, the phreatic effects become slightly greater in spring (up to 3 cm) and up to about 5 cm in a buffer zone of 200 m. The groundwater levels decrease slightly in autumn. At some places along the edge of the valley the effect (compared to scenario 1) is still 2 cm with a buffer zone of 500 m, and 5 cm with a buffer zone of 200 m. The total effect within the N2000 area (compared to scenario 0) is approximately 10 cm. The above effects mainly occur on the edges of the N2000 area, outside the stream valley, where the ground level is higher.

In scenarios 11 to 13, when the existing tube drainage is shallower (0.8 m-gl), the groundwater level is raised locally. However, this measure is not sufficient to mitigate the effect of new tube drainage outside the buffer zone. Instead, a complex spatial pattern of higher water levels and dry conditions occur.

When the existing tube drainage (scenarios 15 and 16) is laid shallower, we mainly see local effects at the drained plots. With these two scenarios, more water is retained in the farmland. However, the effects radiate only to a limited extent to the environment. Only where the tube drainage is situated close to the stream, do the phreatic effects (up to 2 cm) affect the habitat types.

In the W_H climate scenario, the effects for the N2000 area are considerably greater than the effect of changing the depth of the tube drainage, or the effect of a narrower buffer zone. In the stream valleys the groundwater levels rise up to about 10 cm in spring. In the summer, the groundwater level drops about 30 cm.

Recommendations

In 2015, a research zone was established for the Natura 2000 area in the Drentsche Aa. It was agreed to investigate whether this zone could be further reduced. The conclusion is that although there are some effects within the N2000 area, these occur in particular at higher places on the edge of the area, which is outside the area with groundwater sensitive habitat types. Reducing the zone to 500 m has hardly any influence on the groundwater levels. Changes in groundwater levels at the sites with groundwater-sensitive habitat types are at maximum approx. 2 cm, and therefore smaller than the model accuracy. With an even smaller zone of 200 m, the effects increase to the edge of the stream valleys. It is therefore recommended to reduce the buffer zone to 500 m.

In addition, it is recommended to replace the tube drainage at a shallower level in the entire Drentsche Aa basin. Although the effects are limited, more water is retained on the higher grounds. This not only benefits nature, but with an increasing chance of dry summers due to climate change, it also reduces drought damage to agriculture. Moreover, it is less necessary to use sprinkler irrigation.

Reference:

Querner, E.P. and M. Rakhorst, 2006. Impact assessment of measures in the upstream part of Dutch basins to reduce flooding. In: S. Demuth, A. Gustard, E. Planos, F Scatena, E. Servat (Eds), Climate Variability and Change – Hydrological Impacts (Proc Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, Nov. 2006). IAHS Publ. 308, IAHS Press, Wallingford, UK, pp.180-186.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Ingevolge artikel 19d van de Natuurbeschermingswet is het verboden zonder vergunning projecten of andere handelingen te realiseren die de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben. De aanleg van drainage en beregening zijn ingrepen die significante effecten kunnen hebben, zoals verlaging van grondwaterstanden en verandering van de kwel. De provincie Drenthe heeft samen met LTO Noord en natuur- en milieuorganisaties daarom afspraken gemaakt over drainage en beregening in en rondom Natura 2000-gebieden in Drenthe. Onderdeel van de afspraak is een invulling voor de lange termijn waar de landbouw en natuur beter van worden. Per Natura 2000 gebied wordt een door de landbouw en natuur gedragen verbeterpakket ontwikkeld en uitgevoerd om de hydrologische toestand van het Natura 2000 gebied verder te verbeteren in samenhang met het realiseren van goede omstandigheden voor landbouwkundig gebruik. Onderdeel van het verbeterpakket is een nader te bepalen overgangszone met algemene regels voor drainage en beregening, zodat vergunningsprocedures in de toekomst niet meer nodig zijn.

In 2005 is een SIMGRO-model gebouwd voor de Noordwest Drentsche Beken (Querner e.a., 2005). Dit model is in de periode 2015 t/m 2017 aangepast met actuele weersgegevens; grondwater-winningen en recente informatie over verbreiding keileem en buisdrainage. Bovendien is anisotropie toegevoegd (Querner, 2018). Met dit model is in opdracht van Waterschap Hunze en Aa's het effect van beregening op omliggende natuur in beeld gebracht.

De provincie Drenthe wil bovengenoemde model nu toepassen bij de uitwerking van de effecten van buisdrainage op de Natura 2000 gebieden als onderdeel van het Interreg VB-project Topsoil. Daarbij wordt het effect van drainage niet alleen getoetst aan de bestaande situatie, een worst case drainage situatie, maar wordt ook rekening gehouden met het effect van klimaatverandering, uitgaande van het meest extreme W_H-scenario.

Om het model hiervoor geschikt te maken is eerst de ondergrond schematisatie verder geactualiseerd. Het oude SIMGRO-model was namelijk gebaseerd op de inmiddels gedateerde REGIS v2.0. Bovendien was de ondergrond geschematiseerd in 7 modellagen, waarbij met name de bovenste slecht doorlatende- en zandlagen waren samengevoegd. Voor het modelleren van de effecten van ondiepe buisdrainage is dit minder geschikt. In 2018 is daarom op basis van REGIS v2.2 de ondergrond opnieuw geschematiseerd in 19 lagen. Dit nieuwe model is gevalideerd met een uitgebreide set van grondwaterstandsmetingen (SWECO en Querner Consult, 2018). Het resulterende model is, na aanpassing van de doorlatendheid van Peelozand (PEZ2), geschikt bevonden om de hydrologische effecten van drainage op het N2000 gebied Drentsche Aa in beeld te brengen.

1.2 Doelstelling

Het doel van dit project is inzicht te krijgen in de effecten van buisdrainage op de Natura 2000 gebieden in het stroomgebied van de Drentsche Aa. Daarbij dient niet alleen de huidige

onderzoekszone doorgerekend te worden, maar ook het effect van een smallere zone eventueel in combinatie met het verondiepen van bestaande drainage. Ook het effect van klimaatverandering dient met het model in beeld te worden gebracht.

1.3 **Leeswijzer**

De volgende stappen zijn uitgevoerd:

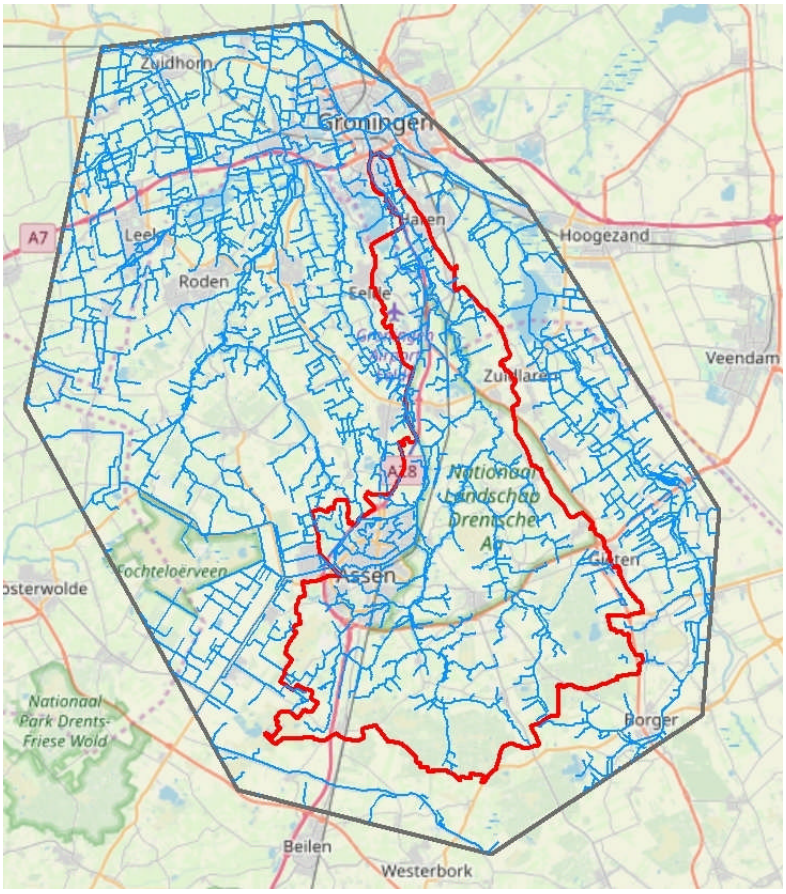
- Hoofdstuk 2: Beknopte gebiedsbeschrijving
- Hoofdstuk 3: Aanpak effectberekeningen met model; keuze weerjaren en invulling van de randvoorwaarden buisdrainage;
- Hoofdstuk 4: Uitgangspunten berekeningen en scenario's;
- Hoofdstuk 5: Conclusies en aanbevelingen

2 Beknopte gebiedsbeschrijving

2.1 **Algemeen**

Het onderzoeksgebied is gelegen in het noordwesten van de Provincie Drenthe, op de grens met Groningen (zie figuur 2.2). Het modelgebied heeft een omvang van 120.000 ha, met daarbinnen het stroomgebied van de Drentsche Aa. Op basis van het landschap kan het stroomgebied worden ingedeeld in twee gebiedstypen. Het noordelijk deel wordt gekenmerkt door een laaggelegen vlak landschap waarin de benedenloop van de beek ligt. Het laagste punt ligt op ongeveer 1 m-NAP. Het zuidelijk deel bestaat uit langgerekte zandruggen en beekdalen op het Drents Plateau, waar de beken ontspringen. Het hoogste punt ligt op iets meer dan 24 m+NAP.

Van de beken (figuur 2.1) in de Drentsche Aa dragen vooral het Amerdiep, Anreeperdiep en het Gasterensediep bij aan de afvoer, die benedenstrooms bij Groningen uitkomt. In het bovenstroomse deel van deze beken is keileem aanwezig. Alleen in de beekdalen is het keileem geërodeerd. De ondiepe ligging van het keileem zorgt samen met een intensieve ontwatering voor een snelle afvoer van het neerslagoverschot en een geringere voeding van het diepe grondwater.

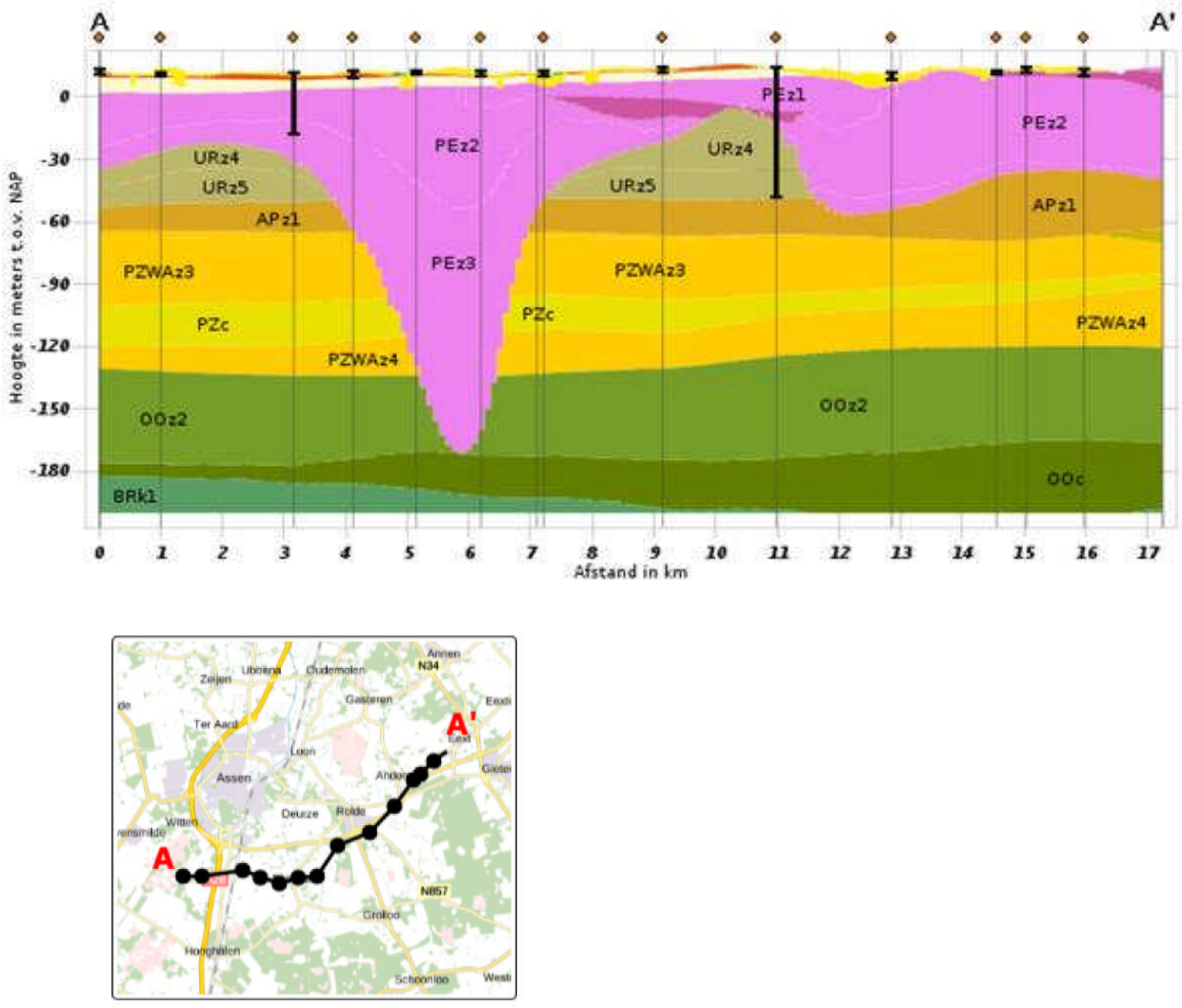


Figuur 2.1 Het modelgebied Noordwest Drentse beken.

Naast keileem (Formatie van Drenthe) komt in het onderzoeksgebied ook de Formatie van Peelo voor. Deze formatie heeft een grote invloed op het functioneren van het hydrologisch systeem. In deze formatie komen potklei, fijne slibhoudende zanden, maar ook grovere zanden voor. Zowel de potklei als de fijne slibhoudende zanden hebben een relatief hoge stromingsweerstand. Het gevolg is dat er tussen de beekdalen een grote opbolling in de freatische grondwaterstand plaats vindt. Maar door het grote maaiveld verschil over het stroomgebied (van zuid naar noord) is de hoofdstroom van het grondwater noordwaarts gericht met ondiep een stroming richting het beekdal. Daarnaast ontstaat over de potkleilaag een potentiaalverschil richting het noorden, met als gevolg in de beekdalen lokaal grote kweldrukken.

2.2 Aanpassing model Formatie van Peelo

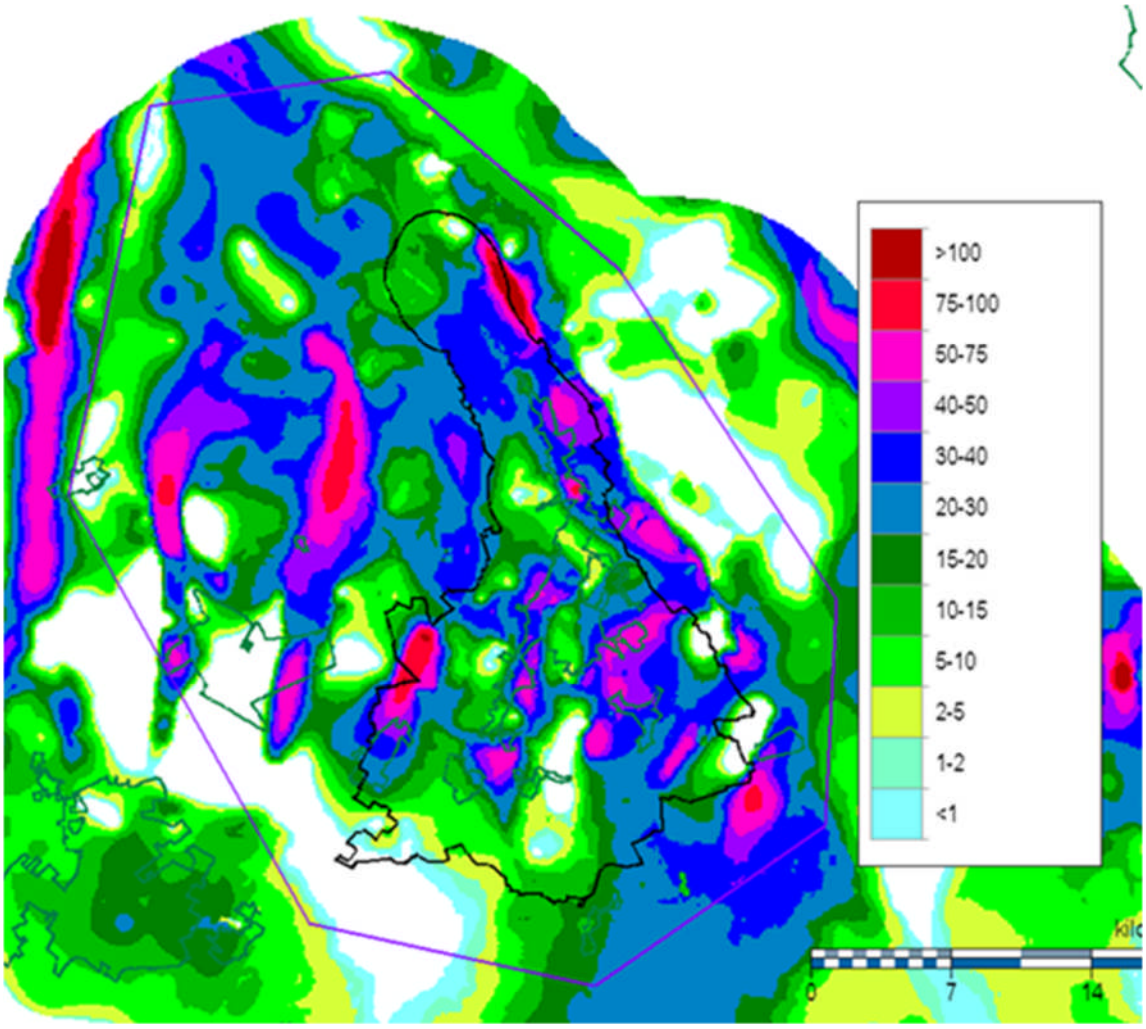
De formatie van Peelo bestaat uit in totaal 3 zandlagen (PEZ1 t/m PEZ3) en 2 kleilagen (PEK1 en PEK2), zie de west- oost doorsnede door het zuidelijke deel van de Drentsche Aa (van Witterveld naar Gieten) in figuur 2.2. Met name de Peelozanden 1 en 2 zijn in dit gebied overwegend fijnzandig met slibbijmenging. In de literatuur worden wel horizontale doorlatendheden genoemd van 2,5 m/ dag en verticale doorlatendheden van 0,1 – 0,02 m dag (Gieske, 1988; Grontmij, 2009). PEZ3 betreft met name de tunneldalen: deze zijn lokaal wel opgevuld met grof tot zeer grof zand.



Figuur 2.2 Doorsnede REGIS v2.2 West- Oost over zuidelijk deel Drentsche Aa.

De verbreiding en dikte van PEZ2 is weergegeven in figuur 2.3. Lokaal loopt de dikte op tot meer dan 50 m, resulterende in een weerstand tot wel 250 dagen.

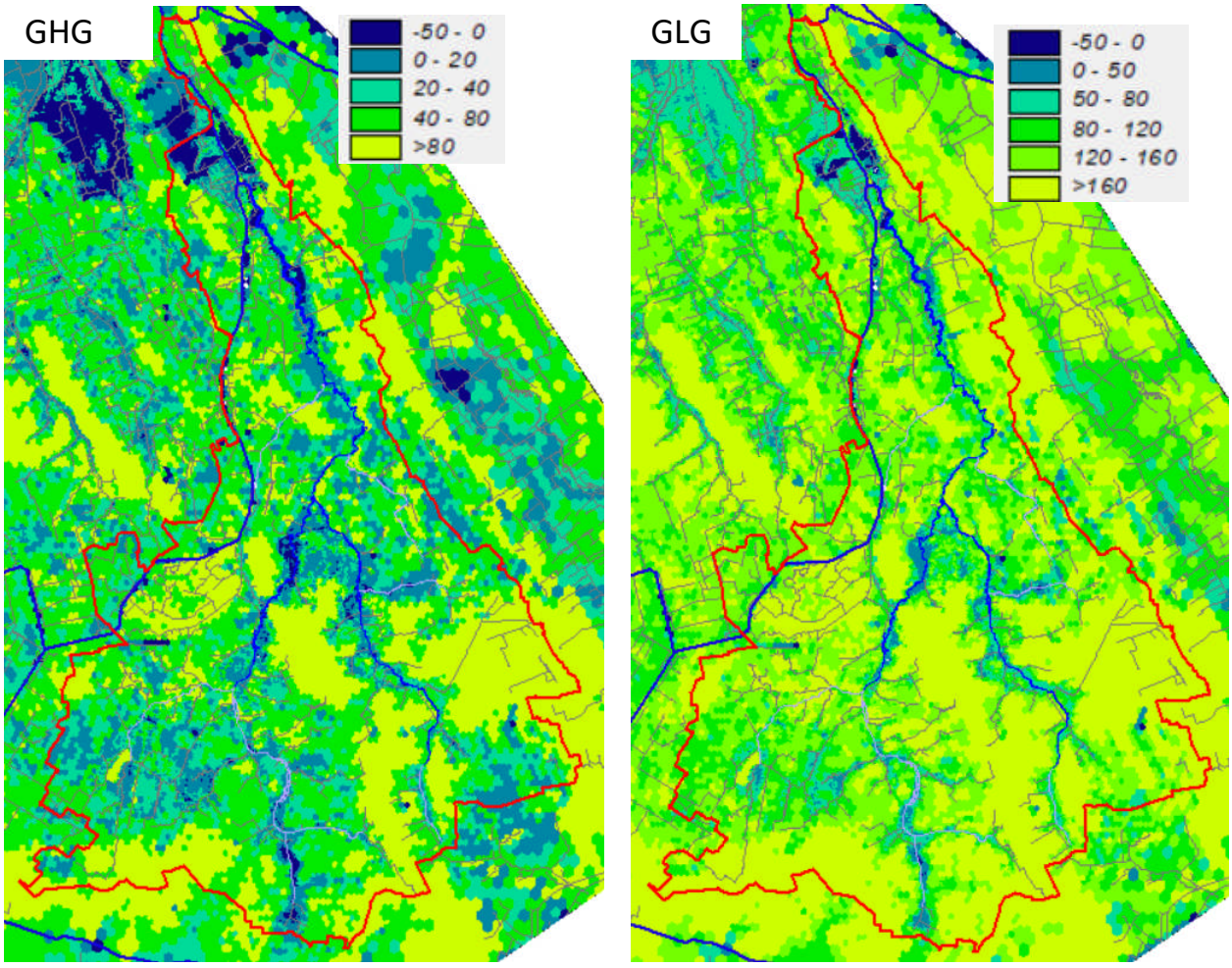
In het SIMGRO-model is het Peelo zand, conform REGIS v2.2 geschematiseerd als watervoerende laag, zonder verticale weerstand. In SIMGRO wordt namelijk standaard geen verticale anisotropie meegenomen. In werkelijkheid is er echter sprake van een aanzienlijke verticale weerstand. Zonder deze weerstand werden de stijghoogten, en met name de opbolling tussen de beekdalen, niet goed gesimuleerd met het model. Besloten is daarom om voor PEZ2, die het grootste deel van de bovenste Peelozanden bestrijkt, alsnog een weerstand in te voeren. Daarbij is uitgegaan van een horizontale doorlatendheid (Kh) voor Peelozand van ca. 4 m/d (was oorspronkelijk ca. 8 m/d) en een verticale anisotropie voor Peelozand invoegen (Kv = 0,04 m/d). In het SIMGRO-model wordt voor laag 11 de horizontale doorlatendheid gehalveerd en in laag 10 is de verticale weerstand verdisconteerd.



Figuur 2.3 Dikte PEz2 volgens REGIS v2.2 in meters.

2.2 **Huidige grondwaterstanden**

Met het aangepaste SIMGRO-model is de huidige situatie in beeld gebracht (scenario 0). In figuur 2.2 zijn de berekende GHG en GLG weergegeven voor de periode 1998 t/m 2005.



Figuur 2.2 Weergave GHG en GLG (m-mv) voor de berekeningsperiode 1998 t/m 2005.

2.3 **Kwel- wegzijging huidige situatie**

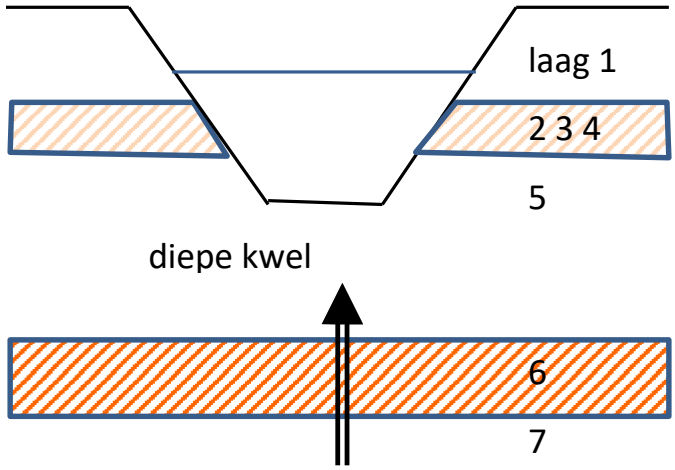
Voor de grondwaterafhankelijke natuur in de beekdalen is het van belang dat er basenrijk diep grondwater via een opwaartse flux reikt tot in de wortelzone van de vegetatie.

Om een beeld te geven van de kwel en wegzijging is deze uitgerekend voor een periode in het voor- en najaar. Omdat in de geohydrologische opbouw her en der lagen heel dun zijn of niet aanwezig zijn, is de flux over de keileem laag genomen als kwelflux naar het oppervlaktewater (laag 6 in de schematisering geohydrologie) zoals weergegeven in figuur 2.3. Voor grondwater afhankelijke natuur is het daarnaast belangrijk hoeveel diepe kwel de wortelzone van de vegetatie kan bereiken.

Deze kwelflux vindt in het nieuwe lagenmodel echter plaats over in totaal 10 modellagen van onder de Peeloklei (modellaag 11) tot aan de onverzadigde zone (wortelzone) boven modellaag 1. Met het SIMGRO-model en nabewerkingsprogramma's kan per laag een verticale flux worden bepaald. Daar komt wel bij dat in de modelschematisatie slechtdoorlatende modellagen niet altijd vlak dekkend voorkomen. Waar de slecht doorlatende laag ontbreekt is in het model een dummy laag ingevoerd met een minimale dikte en een minimale weerstand. Het berekenen van de flux over deze dummy laag/lagen is eigenlijk niet zinvol, maar wordt door de waterbalans van de daarboven en onder

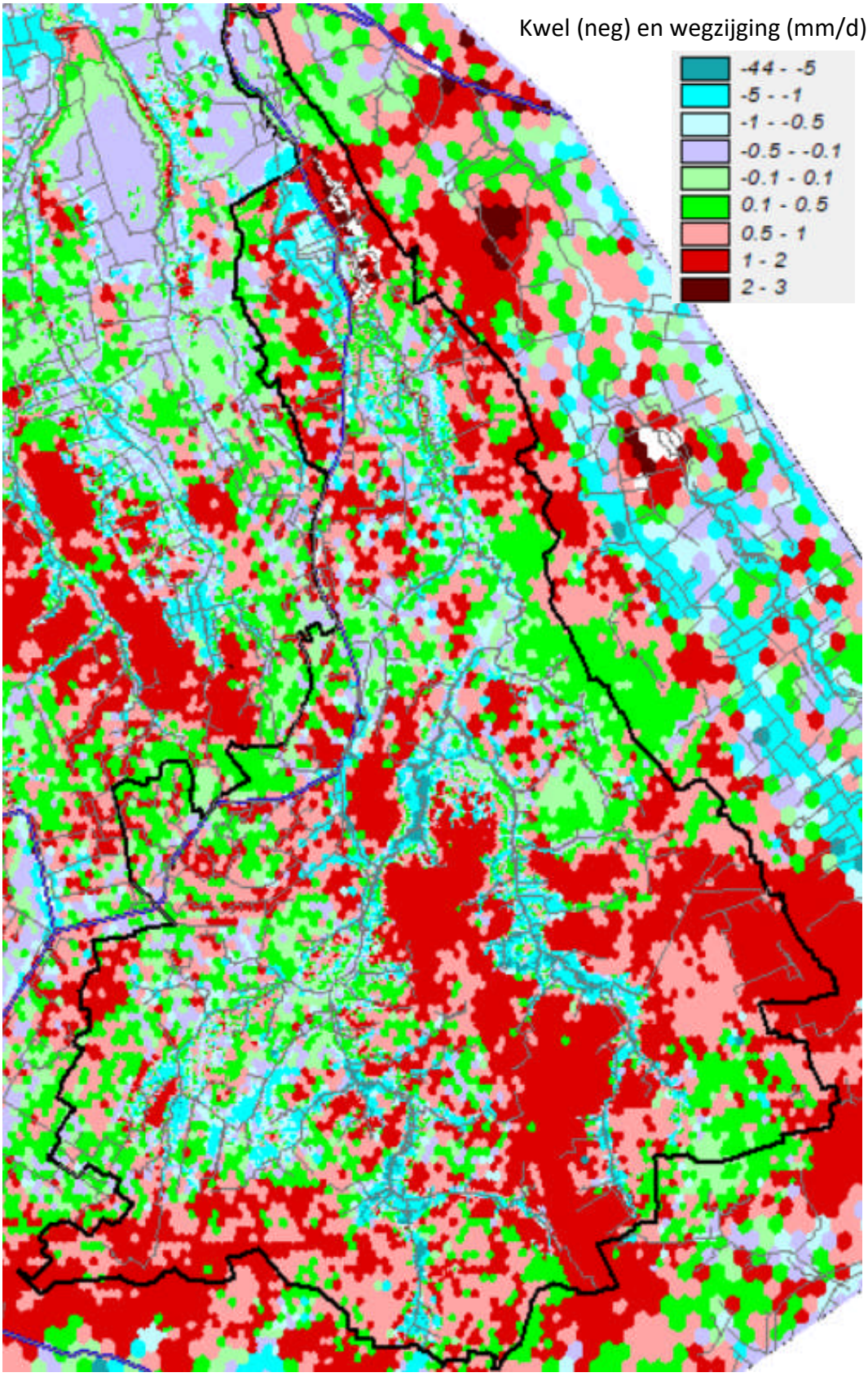
gelegen watervoerende lagen toch goed uitgevoerd. Uit het lagenmodel blijkt ook dat dummylagen zijn geïntroduceerd die niet nodig zijn, bijv. SDL4 is een scheidende laag die alleen aanwezig is bij het Leekstermeer en in de rest van het modelgebied niet voorkomt, dan kun je dus 3 modellagen samenvoegen.

Om een beeld te geven van de kwel en wegzijging is deze uitgerekend in voor- en najaar voor modellaag 5, de zandlaag boven de keileem, zie figuur 2.3. Omdat in SIMGRO de drainage naar de waterlopen wordt berekend naar de watervoerende pakketten die deze aansnijden is ervoor gekozen om voor laag 5 de kwel/wegzijging te berekenen. De resulterende figuur 2.4 maakt zodoende inzichtelijk waar kwel optreedt en waar wegzijging.



Figuur 2.3 Diepe kwel over de keileem laag. Voor de presentatie geeft dit de berekende kwel uit laag 6 en de wegzijging uit laag 4. Drainage naar een waterloop wordt in SIMGRO per watervoerend pakket uitgerekend, dus in dit figuur naar de lagen 1, 3 en 5.

Algemeen beeld is dat er sprake is van kwel in de beekdalen en wegzijging in de hogere landbouwgebieden. Over het algemeen is er sprake van een significante weerstand in de ondergrond. Dit blijkt zowel uit de grote opbolling tussen de beekdalen, als ook het grote potentiaalverschil tussen het ondiepe en diepe grondwater. Ter plaatse van de beekdalen (en de grondwatergevoelige habitattypen) bedraagt dit potentiaalverschil over het algemeen meer dan 1 meter. Dit potentiaalverschil kan het beste in beeld worden gebracht in raaien, zie bijlage 2 en paragraaf 2.4.



Figuur 2.4 Kwel-wegzijging voor de periode 1 maart – 1 april 2002 voor modellaag 5 (zie par. 2.3 en fig. 2.3 voor toelichting op de berekening kwel).

2.4 Uitwerking raaien Drentsche Aa

Om de werking van het complexe hydrologisch systeem in het onderzoeksgebied inzichtelijk te maken zijn op drie locaties raaien uitgewerkt:

- Raai 1: Zuidwest – Noordoost van het Balloërveld, over het beekdal van het Gasterensche Diep naar de Zuidesch van Gasteren.
- Raai 2: Noordwest – Zuidoost vanaf de spoorlijn van Assen, over Loon en het beekdal van het Looner Diep, naar het Koebroekveld
- Raai 3: Noordwest – Zuidoost vanaf Ekehaar, over het beekdal van het Amerdiep naar het Westerveld van Grolloo.

De situering van de raaien en de huidige situatie zoals berekend met model (scenario 0) is weergegeven in bijlage 2. Raai 2 is ter illustratie ook weergegeven in onderstaande figuur 2.5.
In de raaien is de volgende informatie weergegeven:

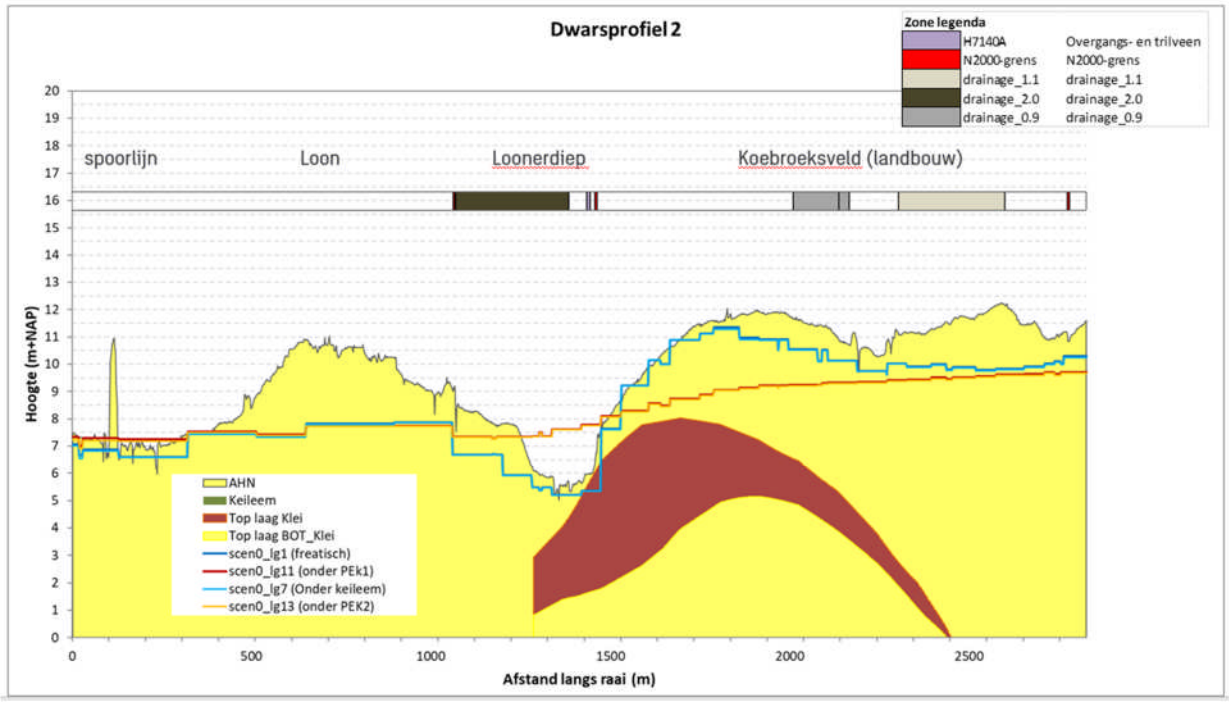
- Het verloop van de maaiveldhoogte, met in kleuren de bodemopbouw weergegeven: zandlagen zijn geel; keileem= groen en potklei=bruin;
- De uitschieters in de maaiveldhoogte geven de ligging van de grotere aanwezige sloten weer (met bodemhoogte op de waterlijn);
- De gekleurde lijnen geven de grondwaterstanden en stijghoogten weer ten opzichte van NAP in de verschillende scenario's;
- De balk boven de figuur geeft weer welke delen van de raai in de huidige situatie gedraineerd zijn d.m.v. buisdrainage (inclusief de draindiepte). Ook is in rood de begrenzing van het N2000 gebied weergegeven, met daarbinnen de voorkomende grondwatergevoelige habitattypen.

Uit de raaien blijkt het volgende:

- Het hoogteverschil tussen de beekdalen en de tussenliggende ruggen bedraagt lokaal meer dan 6 meter. In de noordelijke raaien 1 en 2 ter hoogte van het Balloërveld is daarbij sprake van een steile beekdalflank en een smal dal. Het meer zuidelijk gesitueerde beekdal van het Amerdiep kent een flauwer verhang.
- In alle drie de beekdalen volgt de *freatische* grondwaterstand (modellaag 1) het maaiveld verhang. Waar ondiep potklei voorkomt op de flanken (toplaag klei onder de figuren) is dit verhang steil en komt het grondwater ook hoger op de flank nog dicht bij het maaiveld, zie onderstaande figuur. Het overtollige regenwater kan hier slecht wegstromen en stagneert boven de kleilaag. In gebieden met keileem is de situatie vergelijkbaar, tenzij het grondwater in de huidige situatie al intensief wordt ontwaterd door bestaande buisdrainage (zie raai 3 in bijlage 3).
- Waar geen weerstandbiedende lagen voorkomen op de flank, en de Peelozanden wat grover zijn (minder weerstand), zal de opbolling van de grondwaterstand op de flank een vlakker verloop hebben. De drainerende werking van de beek werkt dan verder door de flank omhoog. In raai 1 is dit deels zichtbaar, maar het verhang wordt ook hier beïnvloed door reeds aanwezige buisdrainage op de flank.
- De diepe stijghoogte onder de Peelo formatie (modellagen 11 en 13) laat juist een heel vlak verloop zien en volgt nauwelijks het maaiveld. Het gevolg is dat de stijghoogte in de hogere landbouwgebieden diep onder maaiveld zit, maar in de beekdalen (soms fors) boven het maaiveld uit komt (artesisch grondwater). In alle drie de beekdalen is sprake van een sterke kweldruk.
- De grondwatergevoelige habitattypen in de beekdalen betreffen met name overgangs- en trilveen (H7140A). Lokaal komt daarnaast Hoogveenbos (H91D0) en Vochtig beek begeleidend bos (H91E0C) voor. Alle deze grondwatergevoelige habitattypen bevinden zich

uitsluitend in de lage delen van het beekdal, direct grenzend aan de beek. Hoger op de flanken en in het Balloërveld komen ook nog vochtige heiden voor.

- Wat verder opvalt is dat in de *huidige* situatie de flanken op veel plaatsen al buisdrainage aanwezig is. De diepte van de buisdrainage varieert van 0,7 m-mv tot 2,0 m-mv. (Op de kaarten in bijlage 2 is de draindiepte zowel in meters onder maaiveld, maar lokaal ook in centimeters onder maaiveld weergegeven). Opvallend is dat ook *binnen* de N2000 grens buisdrainage aanwezig is (o.a. beekdal Loonerdiep, maar ook ten noorden van het Balloërveld).



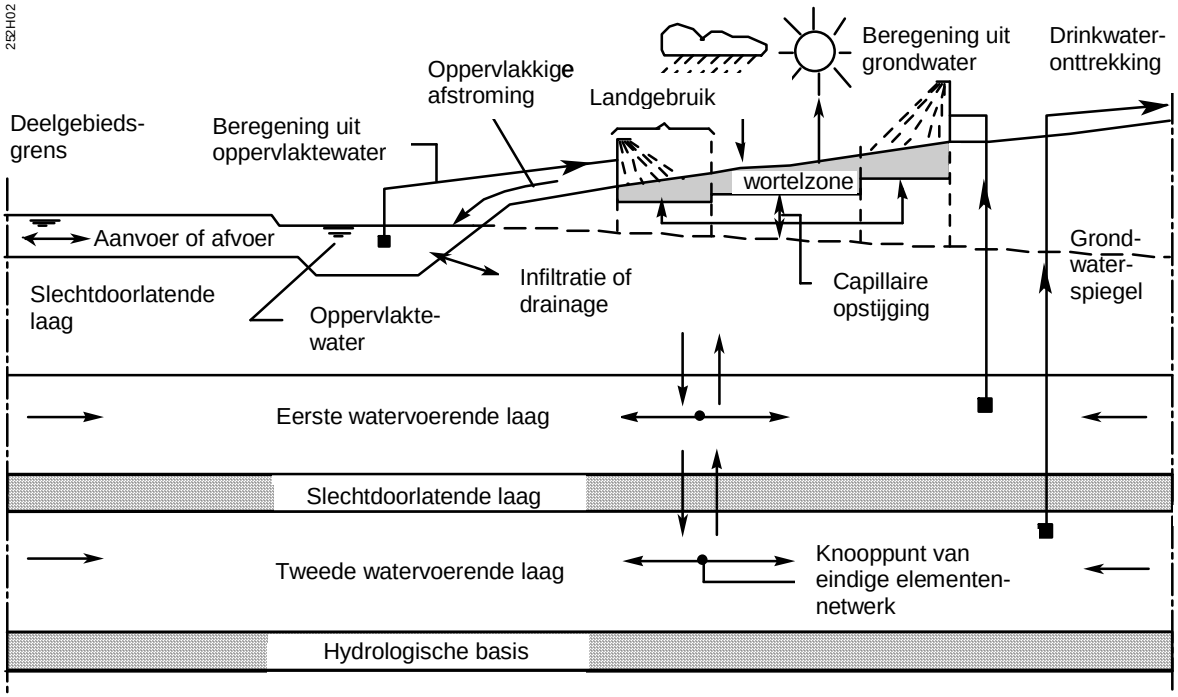
Figuur 2.5 Raai 2 over Loonerdiep.

De situatie hierboven geschetst voor de raaien wordt nog complexer door de regionale grondwaterstroming die van zuid naar noord loopt. In de diepere lagen is de stromingsrichting naar het noorden gericht. In de ondiepere lagen is de beïnvloeding van de beken in het stroomgebied merkbaar en zie je stromingsrichting afbuigen naar de grotere waterlopen.

3 Aanpak effectberekeningen buisdrainage

3.1 Het grond- en oppervlaktewatermodel SIMGRO

In deze studie is gebruik gemaakt van het programma SIMGRO (**SIM**ulatie van **GRO**ndwaterstroming en oppervlaktewaterstanden). Het programma is ontwikkeld om regionale grondwaterstroming in relatie tot drainage, beregening, irrigatie en peilbeheer te simuleren (Querner, 1993; Van Walsum et al. 2004). Het programma SIMGRO wordt aangestuurd met behulp van een Arcview applicatie genaamd AlterrAqua. In figuur 2.1 is een schematisch beeld gegeven van het model. Het niet-stationaire karakter van dit model, waarin de interactie tussen de hydrologische processen in grond- en oppervlaktewater van belang zijn, maakt het mogelijk de variaties binnen het hydrologische systeem door veranderende randvoorwaarden, zoals de weersomstandigheden, te beschrijven.



Figuur 2.1 Schematische weergave van de hydrologische processen en systemen in SIMGRO.

Voor het beschrijven van de grondwaterbeweging in de verzadigde zone is een schematisatie toegepast in watervoerende en weerstand biedende lagen. In een watervoerende laag treedt horizontale stroming op en in een weerstand biedende laag alleen verticale stroming. Op deze wijze wordt de verzadigde grondwaterstroming quasi-driedimensionaal beschreven. Voor de berekening van het vochttransport in de onverzadigde zone worden twee reservoirs beschouwd, één voor de wortelzone en één voor de ondergrond. Toevoeging aan of onttrekking uit het systeem van de wortelzone zijn neerslag, beregening, evapotranspiratie, capillaire flux en percolatie. Als de vochtvoorraad in de wortelzone behorende bij het evenwichtsprofiel wordt overschreden, zal het overtollige vocht als percolatie naar de ondergrond gaan. Dit is de grondwateraanvulling voor de

verzadigde zone. Als er minder vocht dan behorende bij het evenwichtsprofiel in de wortelzone aanwezig is, kan er een capillaire flux optreden.

Een ontwateringmiddel is actief als de grondwaterstand en/of de oppervlaktewaterstand hoger is dan de bodem van het ontwateringmiddel. Afhankelijk van de omstandigheden is er sprake van drainage of infiltratie.

De waterbalans van het oppervlaktewater wordt voor een afwateringseenheid berekend met één reservoir voor het geheel van grotere en kleinere waterlopen. Voor ieder reservoir wordt een relatie afgeleid tussen berging en peil, de zogenaamde bergingsrelatie, en tussen afvoer en peil, de afvoerrelatie. De afwatering van een gebied wordt gesimuleerd met een netwerk van reservoirs. De netwerkstructuur definieert de wijze waarop de reservoirs een cascade vormen.

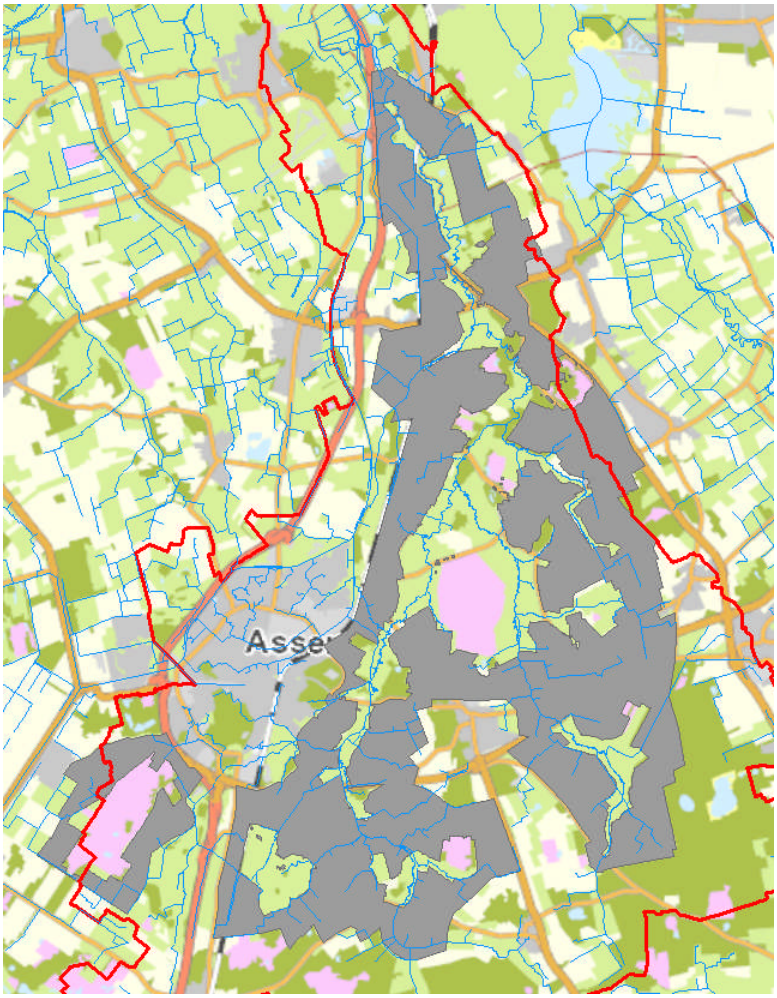
Met het SIMGRO-model konden geen schijngrondwaterstanden worden gesimuleerd, zodat op veel plaatsen met keileem veel te lage grondwaterstanden werden berekend. Om dit te verbeteren is het proces van schijngrondwaterstanden toegevoegd aan de modelcode. Op basis van de stijghoogte boven en onder het keileem, wordt de verticale weerstand van de keileem laag gecorrigeerd, om zo de flux door deze laag goed te laten berekenen. Ook de bergingscoëfficiënt boven en onder de keileem laag verandert daardoor en is afhankelijk van de grondwaterstand. Op deze manier kunnen schijngrondwaterstanden met het model worden berekend.

Het modelgebied van de Noordwest Drentsche beken is opgedeeld in 49.050 knooppunten met elk een invloedsgebied. In het stroomgebied van de Drentsche Aa bedraagt elk invloedsgebied ca. 4 ha, maar in de beekdalen is dit teruggebracht naar 0,5 ha. Langs de rand van het modelgebied is een zone waarin elk invloedsgebied ca. 16 ha groot. Het modelgebied is zo gekozen dat effecten van foutieve randvoorwaarden op het stroomgebied te verwaarlozen zijn.

3.2 **Onderzoekszone**

Voor het Natura 2000 gebied in de Drentsche Aa is een overgangszone/onderzoekszone vastgesteld (Prov. Drenthe, 2015). Binnen deze overgangszone dienen de mogelijkheden van buisdrainage nog nader te worden onderzocht. Uitgangspunt is dat de hydrologische toestand van het Natura 2000 gebied niet verder vermindert, in samenhang met het realiseren van goede omstandigheden voor landbouwkundig gebruik. De uiteindelijke breedte van de overgangszone (waar aanvullende regels gelden voor buisdrainage) is afhankelijk van de locatie en kwetsbaarheid van de aanwezige habitattypen in het Natura 2000 gebied en de geohydrologie. Op basis van modelberekeningen is onderzocht of een smallere overgangszone mogelijk is, eventueel in combinatie met het verondiepen van bestaande drainage.

Bovenstaande aanpak heeft het karakter van een passende beoordeling voor het gebied. Op basis daarvan worden voor de overgangszone algemene regels gesteld voor het aanleggen en vervangen van drainage. Als voldaan wordt aan de algemene regels is het aanleggen en vervangen van drainage niet langer vergunning plichtig in het kader van de NB-wet. Het aanleggen en vervangen van drainage buiten de onderzoekszones worden geacht geen verslechterend of significant verstorend effect in de zin van art. 19d van de Natuurbeschermingswet te hebben en zijn daarmee ook nu al niet vergunning plichtig.



Figuur 2.3 Overzichtskaart van de onderzoekszone (grijs) rond het N2000 gebied in de Drentsche Aa.

3.3 Buisdrainage in onderzoekszone en modelgebied

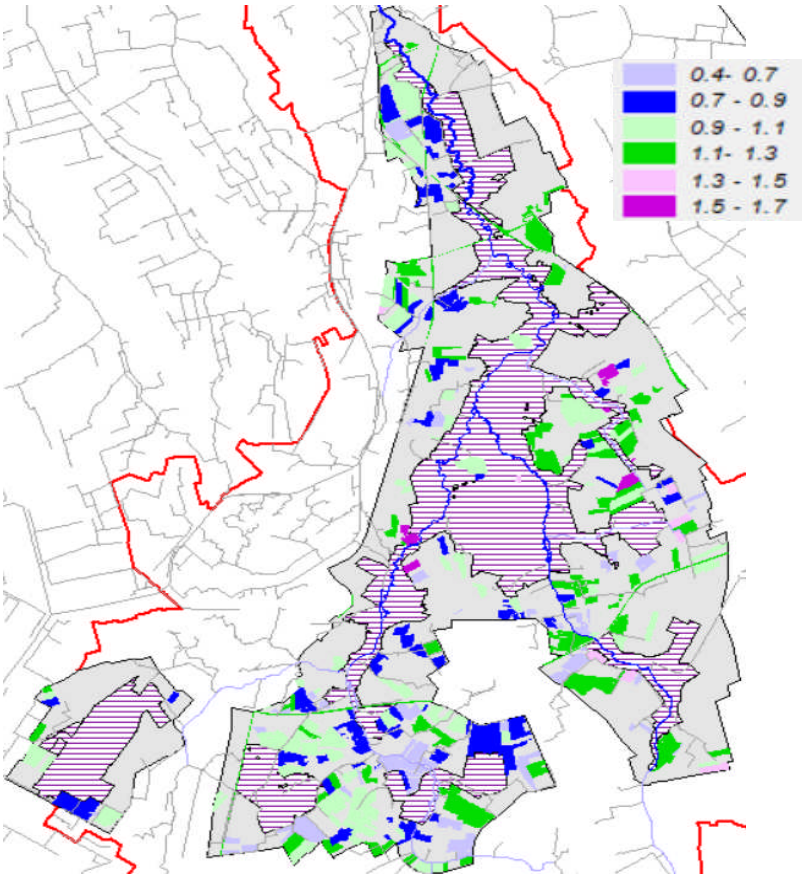
Voor de huidige situatie (scenario 0) is uitgegaan van de volgende aanwezige buisdrainage:

- Door de Provincie Drenthe is een inventarisatie uitgevoerd van de aanwezige buisdrainage op basis van de aangemelde percelen door de agrariërs (Provincie Drenthe, 2017). De aangemelde percelen met drainage in de onderzoekszone zijn weergegeven in figuur 2.4 met daarbij de aanlegdiepte (aangepast op reële waarden; drainage dieper dan 1,7 m -mv wordt als niet realistisch beschouwd). In de onderzoekszone waren geen gegevens bekend over drainage in stedelijk gebied en onder wegen en spoorlijnen. Deze gegevens zijn overgenomen uit het MIPWA-model v3.0.
- In het deel van het modelgebied buiten de onderzoekzone is eveneens gebruik gemaakt van de gegevens uit het MIPWA-model v3.0. Deze gegevens zijn gebaseerd op de meitelling van 2012 (Massop en Schuiling, 2016) en weergegeven in figuur 2.5. Ook de drainage diepte is uit MIPWA overgenomen.

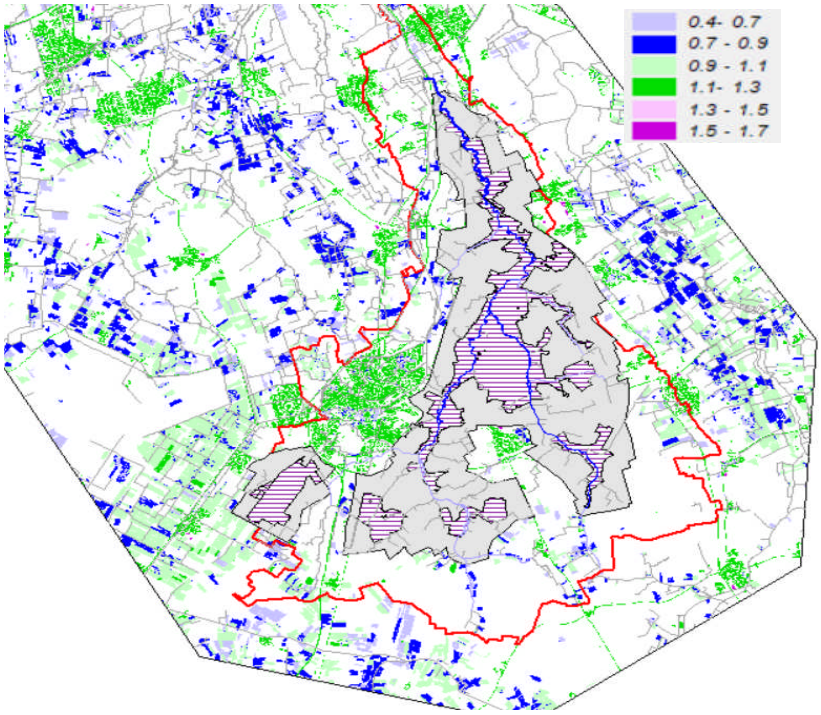
Voor de scenario berekeningen is niet overal uitgegaan van de huidige situatie, maar voor een deel ook van een “worst case” scenario. Hierbij is aangenomen dat buiten de onderzoekszone alle land- en tuinbouwgronden op termijn worden gedraineerd (hiervoor is namelijk geen

vergunning nodig). De nu nog niet gedraineerde percelen zijn weergegeven in figuur 2.6 (licht roze kleur). Voor deze drainage is een vaste diepte van 1.10 m-mv aangehouden.

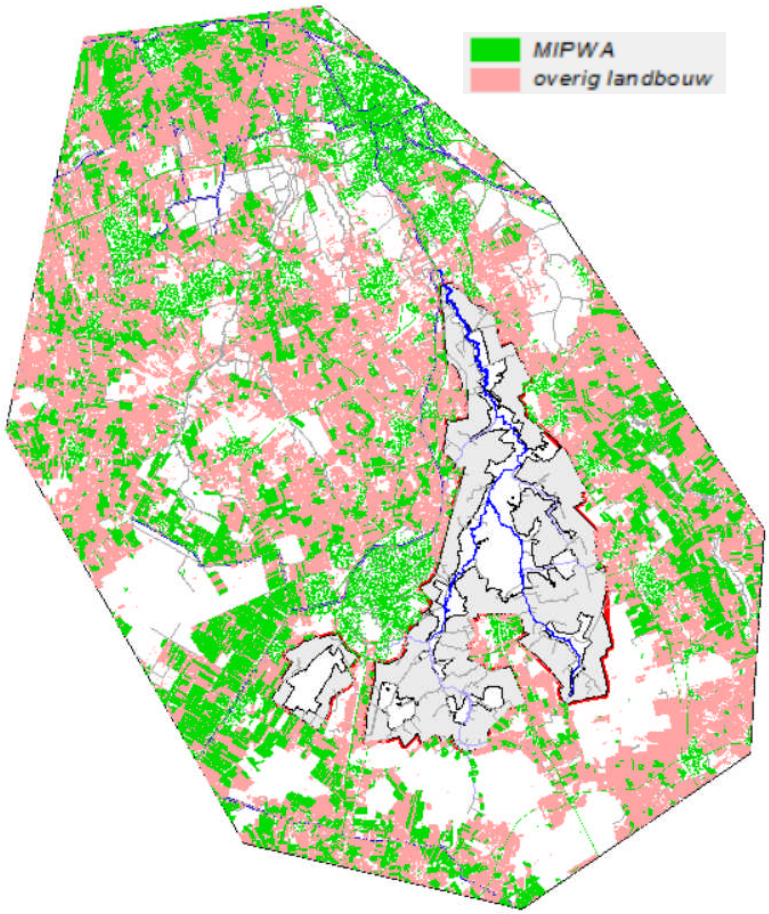
In het SIMGRO-model worden de vlakken met drainage toegekend per cel. Figuur 2.7 geeft als voorbeeld de verschillende drainage vlakken weer. Elke cel kan meerdere drainage vlakken bevatten met een diepte die ieder apart wordt opgenomen in het invoerbestand met buisdrainage. Per drainagevlak (Fig. 2.7) wordt er in SIMGRO, per tijdstap, een drainageflux uitgerekend.



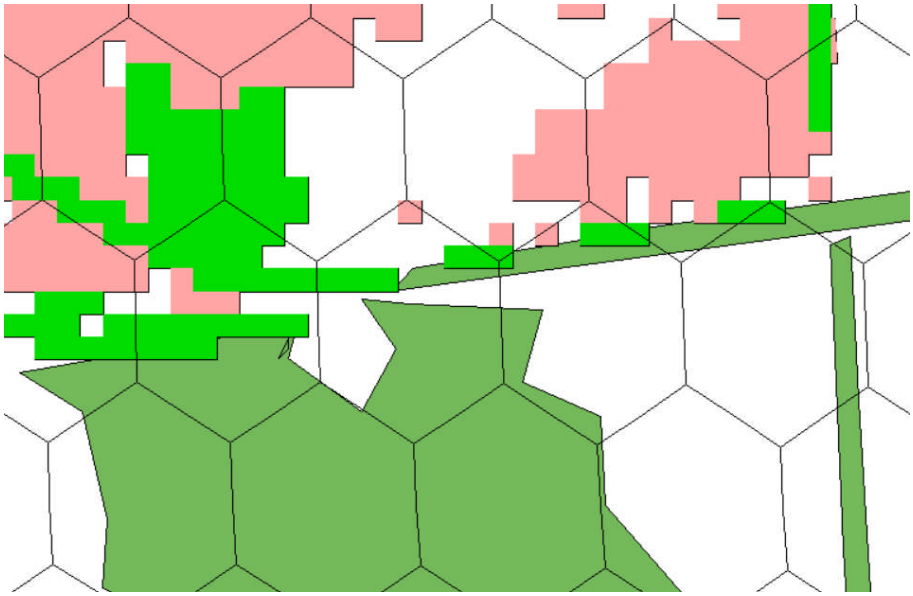
Figuur 2.4 Geïnventariseerde buisdrainage in de onderzoekzone en de aanlegdiepte in meters (aangepast op reële waarden).



Figuur 2.5 Buisdrainage in deel van modelgebied buiten de onderzoekzone (Bron: MIPWA v3.0).



Figuur 2.6 Buisdrainage in deel modelgebied buiten de onderzoekzone uit MIPWA en de overige land- en tuinbouwgronden gedraineerd als worst case situatie.



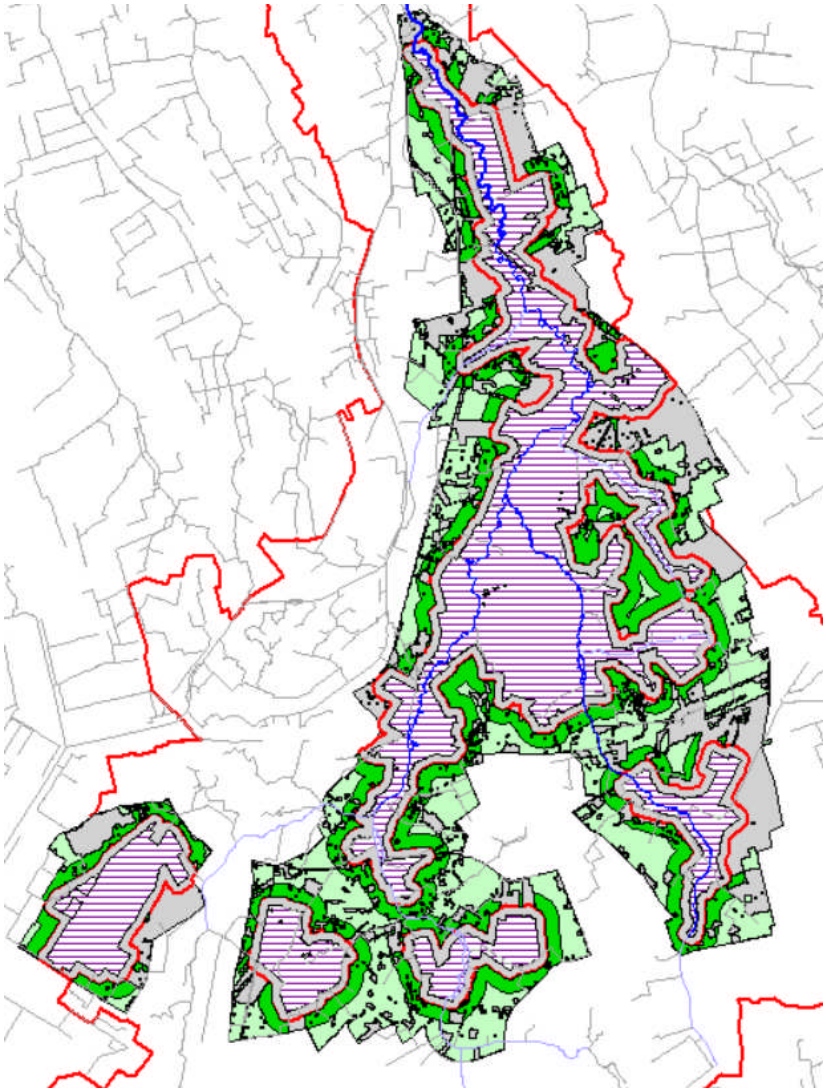
Figuur 2.7 Netwerk van SIMGRO-cellen en de buisdrainage. Per cel kunnen meerdere drainage vlakken elk met een diepte aangegeven met verschillende kleuren in het model worden opgenomen.

3.4 **Bufferzones rond N2000**

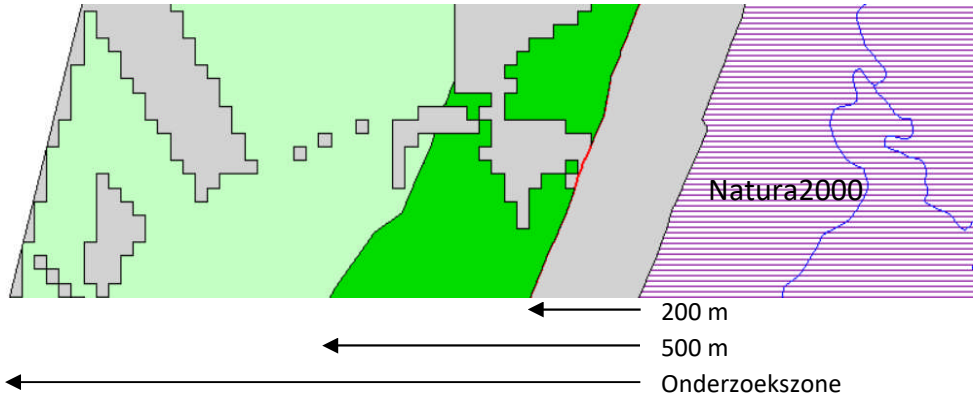
Rond het Natura 2000 gebied in de Drentsche Aa zijn voor de scenario berekeningen een drietal bufferzones gedefinieerd van 200 m; van 500 m en de gehele huidige onderzoekzone (ook wel huidige bufferzone genoemd). De huidige aanwezige (geïnventariseerde) buisdrainage (figuur 2.4) blijft in alle scenario berekeningen gehandhaafd.

In figuur 2.8 zijn de zones weergegeven rond het N2000 gebied. Buiten de 500 m zone geeft de licht groene kleur de landbouwgronden weer en donkergroen is landbouwgrond in de zone tussen 200 en 500 m. De grijze kleuren hebben een andere functie dan landbouw (bijvoorbeeld NNN) en doen dus niet mee in de scenario berekeningen. Bij het versmallen van de onderzoekszone naar 500 of 200 m is aangenomen dat alle *landbouwgrond* gedraineerd wordt.

Een detail van de zones is opgenomen in figuur 2.9.



Figuur 2.8 Bufferzones rond het N2000 gebied (licht grijs: onderzoekzone; licht groen landbouwgrond buiten de 500 m zone; donkergroen landbouwgrond tussen de 200 en 500 m zone).



Figuur 2.9 Detail van de verschillende bufferzones (licht grijs: onderzoekzone; licht groen landbouwgrond buiten de 500 m zone; donkergroen landbouwgrond tussen de 200 en 500 m zone).

3.5 Keuze weerjaren en maatgevende situaties

Met het SIMGRO-model worden de jaren 1998 t/m 2005 doorgerekend, 8 jaar om daarmee ook de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand te berekenen (GHG en GLG).

Voor de berekening van de effecten van de buisdrainage is overeengekomen om dit voor een gemiddelde voorjaarsituatie te bepalen, wanneer de grootste effecten zijn te verwachten. Om te bepalen welke datum representatief is voor deze situatie is de neerslag en verdamping van het station Eelde geanalyseerd voor de periode 1982 t/m 2010 (zie bijlage 1). Voor het winterhalfjaar over die periode is de neerslag gemiddeld 421 mm. Het winterhalfjaar 2000/2001 is ca. 22 mm natter dan het gemiddelde en is dus representatief voor een gemiddelde neerslagsituatie. In het zomerhalfjaar ervoor is het neerslagtekort (neerslag min de gewasreferentieverdamping) ca. 46 mm (bijlage 1), dus geen extreem droge of natte zomer. Op basis van deze analyse is besloten om de effecten van buisdrainage te bepalen voor 1 april 2001 (voorjaarsituatie) en 2 september 2001 (zomersituatie). Voor enkele scenario's zijn aanvullend ook de effecten op 2 september 2003 bepaald: dit om te beoordelen of het effect van buisdrainage nog doorwerkt tot in een extreem droge zomersituatie.

3.6 Uitgangspunten klimaat scenario W_H

Het klimaatscenario W_H heeft een temperatuurstijging 'Warm' en verandering luchtstroom 'Hoge waarde'. Dit scenario is gekozen als de worst case situatie voor de Drentsche Aa. Het W_H is in de winter veel natter en in de zomer veel droger.

De beschikbare meteorologische reeks voor het modelgebied over de jaren 1998-2005, zijn aangepast om hiermee de klimaatomstandigheden rond het jaar 2050 te simuleren, op basis van kengetallen voor scenario W_H. Zie hiervoor de rapportage Klimaatbestendig Stroomgebied Drentsche Aa (Querner, 2018). Ook de veranderingen in de verdamping zijn in dat rapport opgenomen.

Voor het klimaatscenario W_H zijn ook de stijghoogten op de modelrand aangepast. Immers ook buiten het modelgebied wordt de grondwaterstand anders. Met name lagere grondwaterstanden in de zomer en hogere in de winter. Op basis van modelberekeningen huidig en W_H-scenario zijn deze verschillen per grondwatertrap bepaald. Bij dit klimaatscenario is op de modelrand (modellaag 3 t/m 19) de stijghoogte in de winter 4 cm hoger dan bij het huidige klimaat en in de zomer 9 cm lager (Querner, 2018).

3.7 Toets criteria effecten aanleg buisdrainage

Bij verschillen tussen de scenario's worden de verlagingen van 2 en 5 cm in het voorjaar en verlaging van 1 cm aan het eind van de zomer getoetst. Bovendien wordt ook gekeken of het najaar van 2003 geen grotere veranderingen geeft dan het najaar van 2001.

Het effect op de kwel wordt beoordeeld voor zowel het voor- als najaar. Voor het berekenen van de kwel flux is afgesproken om in het voorjaar de gehele maand maart 2001 te nemen en in het najaar de periode 15 aug tot 15 sept 2001. Het effect op de kwel is daarbij beschouwd als de verandering van de diepe stijghoogte ten opzichte van het totale potentiaalverschil.

4 Resultaten berekeningen

4.1 Overzicht scenario's

De huidige situatie met alle buisdrainage in het modelgebied, op basis van de Prov. inventarisatie voor de onderzoekzone en daarbuiten van MIPWA, is opgenomen in scenario 0. Tabel 4.1 geeft een overzicht van de scenario's, maar ook met welk scenario deze is vergeleken.

Tabel 4.1 Overzicht van de doorgerekende scenario's

Scenario	Toelichting	Vergelijk t.o.v. scenario
0	Huidige situatie	-
1	Alle landbouwgronden buiten onderzoekszone gedraineerd (1.10 –mv)	0
2	Zone versmallen naar 500 meter	1
3	Zone versmallen naar 200 meter	1
11	Ondieper (80 cm) draineren in gehele onderzoekszone	1
12	Ondieper (80 cm) draineren in 500 m zone, daarbuiten onbeperkt	1
13	Ondieper (80 cm) draineren in 200 m zone, daarbuiten onbeperkt	1
15	Bestaande drains onderzoekzone ondiep (0.8 m – mv)	0
16	Bestaande drains stroomgebied Drentsche Aa ondiep	0
17	Klimaat scenario W_H en drains zoals scenario 16	0

- In Scenario 1 zijn ook alle overige landbouwgronden buiten de onderzoekszone gedraineerd. Hiermee is een worst case situatie gedefinieerd met potentieel nog te draineren gebieden.
- In Scenario 2 en 3 wordt de zone waarin geen uitbreiding van drainage is toegestaan verkleind tot 500 en 200 meter. Het effect is weergegeven ten opzichte van scenario 1.
- In Scenario 11 is aangenomen dat in de hele onderzoekszone de drainage wordt gelegd op 0,80 m-mv. Dit geldt zowel voor bestaande drainage als ook voor nog aan te leggen drainage in alle overige landbouwgronden in die zone.
- In scenario 12 is het ondieper draineren van de bestaande drainage alleen in de zone van 500 meter. Daarbuiten alle nieuwe drainage op 1,10 m-mv.
- In scenario 13 is dit in een zone van 200 meter.
- In scenario 15 is de bestaande drainage in de onderzoekszone verondiept naar 0,8 m, er wordt geen nieuwe drainage aangelegd.
- In scenario 16 is de bestaande drainage in het hele stroomgebied van de Drentsche Aa verondiept naar 0,8 m, er wordt geen nieuwe drainage aangelegd.
- In scenario 17 is het klimaatscenario W_H opgenomen en de drainage situatie uit scenario 16.

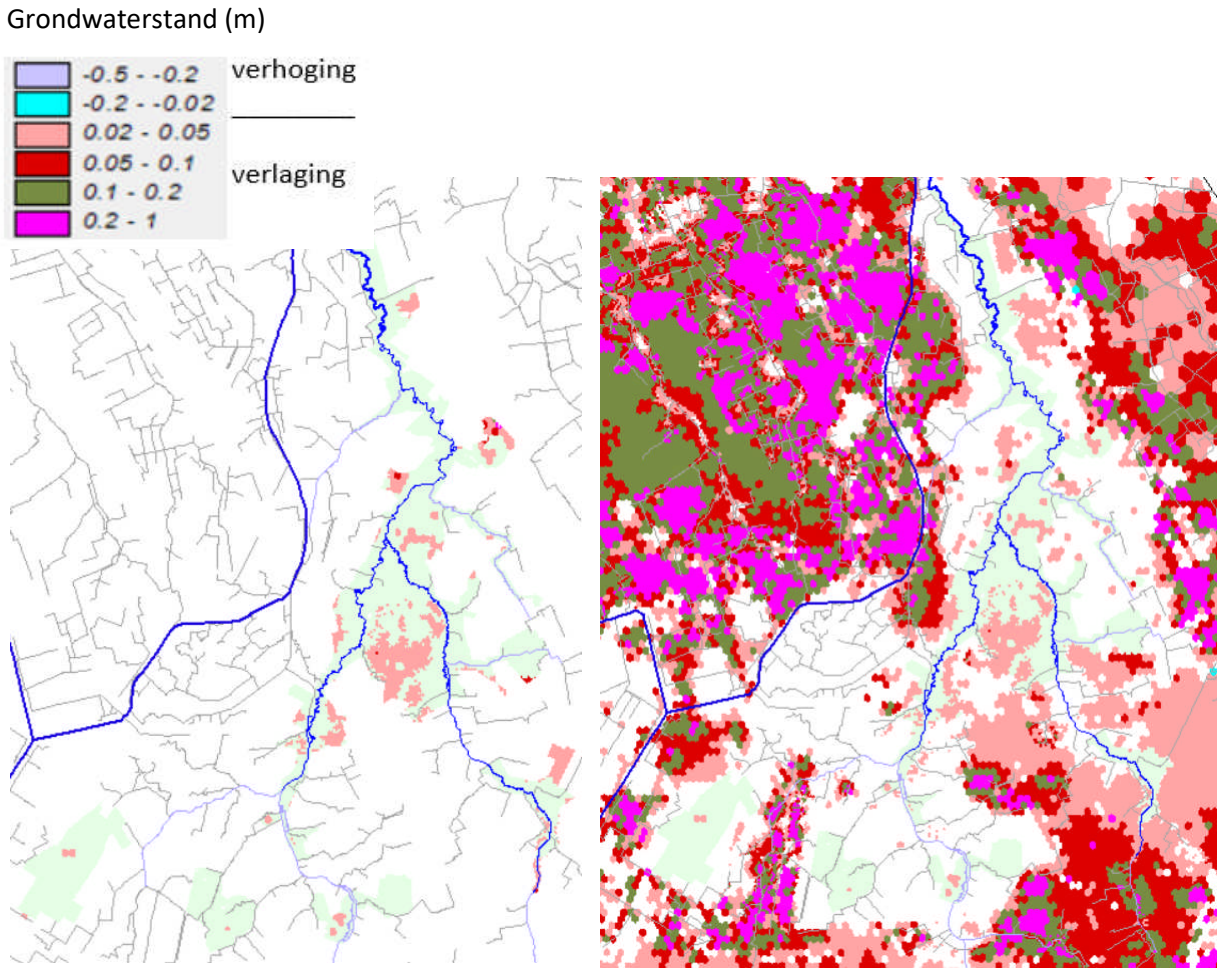
4.2 Effecten op grondwaterstanden en stijghoogten

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen besproken. De veranderingen in grondwaterstanden en kwel worden weergegeven voor de Natura 2000 gebieden. In bijlage 4 is op blz. 17 de set met scenario's aangegeven en alle aannames. Voor de verwijzing naar een scenario in bijlage 4 wordt gebruik gemaakt van bladzijde nummers.

4.2.1 Alle landbouwgronden buiten onderzoekszone gedraineerd (scenario 1)

Met behulp van scenario 1 is een beeld gegeven van de situatie als alle landbouwgrond buiten de onderzoekzone wordt gedraineerd op een diepte van 1,1 m-mv (is worst case situatie). De verandering in de grondwaterstand tussen scenario 0 en 1 op 1 april 2001 (GVG-moment) is weergegeven in figuur 4.1. Het linker kaartbeeld geeft de veranderingen in alleen het N2000 gebied weer en rechts de veranderingen ook daarbuiten. In het N2000 gebied dalen de grondwaterstanden overwegend tussen de 2 en 5 cm (roze kleur). Heel lokaal aan de randen is dat iets meer dan 5 cm (rood). Buiten het N2000 gebied, ter plaatse van de gedraineerde percelen wordt de grondwaterstand door de aanleg van buisdrainage verlaagd met meer dan 20 cm (paarse kleur).

Met deze zeer kleine effecten komen we (als gevolg van het complexe lagenmodel) binnen de nauwkeurigheidsgrenzen van het Simgro model. De verschillende rasterbestanden worden bijvoorbeeld afgerond op hele centimeters. Een combinatie van verschillende bestanden, samen met de rekennauwkeurigheid van het model zelf, kan een modelruis opleveren tot enkele centimeters. Dit verklaart waarom we lokaal een modelcel aantreffen waar een verhoging wordt berekend.



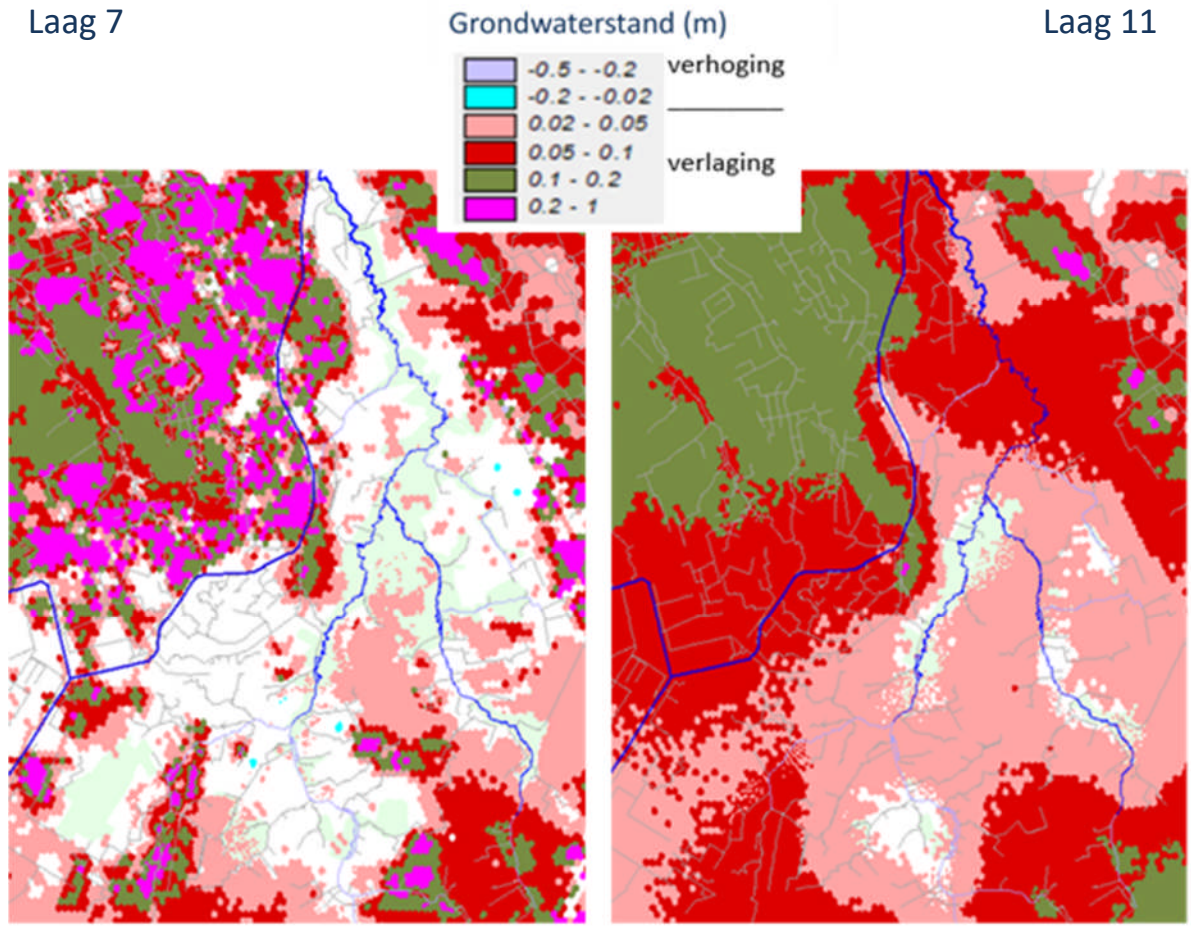
Figuur 4.1 Verandering grondwaterstand op 1 april 2001 als alle landbouwgrond buiten onderzoekszone wordt gedraineerd (verschil scenario 0 en 1). Linker kaartbeeld geeft verandering in N2000 gebied en rechts ook daarbuiten.

De grootste effecten worden berekend op de oostrand van het N2000 gebied nabij Schipborg in het natuurgebied De Strubben. Dat geld zowel voor het voorjaar als voor het najaar (zie ook Figuur 4.3). Het gaat hier om de hogere delen van het N2000 gebied met alleen droge natuur. Hier is sprake van een wegzijgingssituatie.

In figuur 4.2 is de verandering in grondwaterstanden voor laag 7 en 11 weergegeven. Voor laag 7 (onder eventueel aanwezige keileem) is de verlaging min of meer gelijk aan de verandering van de freatische grondwaterstand, in die gebieden waar de keileem ontbreekt. Aanwezigheid van lokale keileemschollen verklaren de verschillen. Voor laag 11 (onder PEK1) is de verlaging afgevlakt als gevolg van de relatief hoge weerstanden van de Peeloklei, maar ook het fijne slibhoudende Peelozand.

Uit deze figuur wordt duidelijk dat de effecten van buisdrainage op twee manieren doorwerken tot in het N2000 gebied:

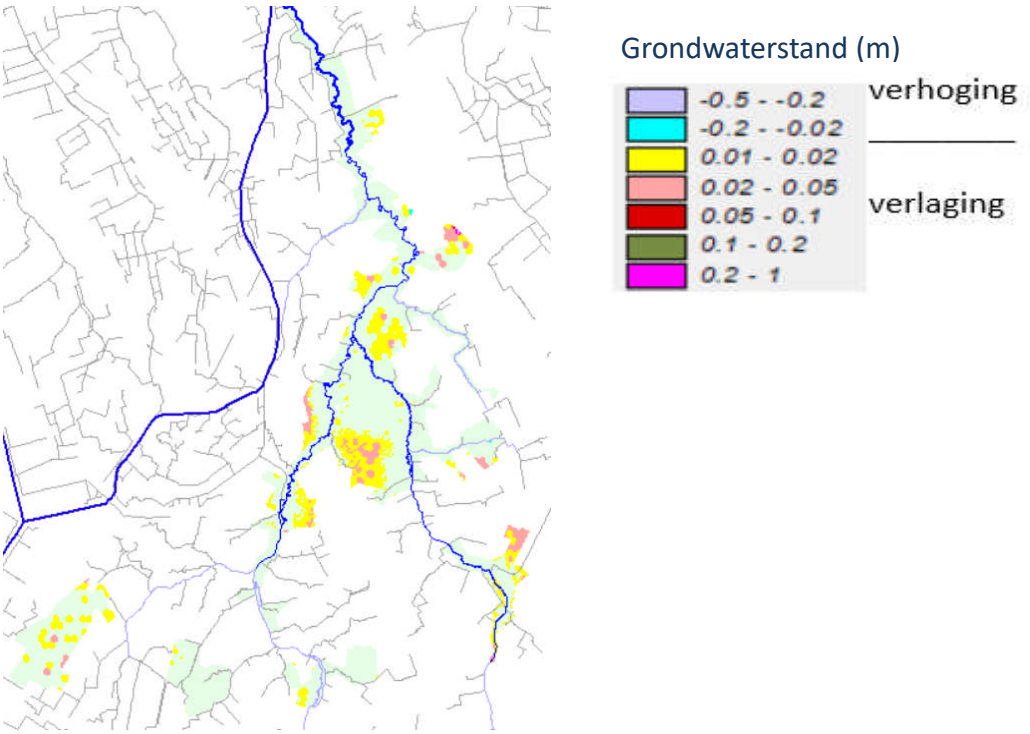
1. Ondiep: met name direct aangrenzend de nieuw te draineren percelen treden relatief grote effecten op. De reikwijdte van deze effecten is echter beperkt;
2. Diep: wanneer drainage plaatsvindt over een groot gebied, dan werkt het effect gedempt door tot in het onderliggende grote watervoerende pakket. Dit pakket krijgt dan minder voeding van boven. De reikwijdte van effecten in dit watervoerende pakket is veel groter, waardoor deze effecten tot diep in het N2000 gebied kunnen doorwerken. De bovenliggende weerstand zorgt echter dat deze effecten in het algemeen naar boven toe weer grotendeels uitdempen. Waar de bovenliggende weerstand beperkt is (de zogeheten kwelvensters) zien we echter toch lokaal een effect ontstaan.



Figuur 4.2 Verandering stijghoogten op 1 april 2001 (verschil scenario 0 en 1). Linker kaartbeeld geeft verandering in laag 7 (onder kleileem) en rechts voor laag 11 (onder PEK1).

In figuur 4.3 is de verandering in grondwaterstanden weergegeven voor 2 sept 2001 (GLG-moment). De verlaging is dan in de orde van 1 tot 2 cm en her en der langs de randen van het N2000 gebied tot 5 cm. Ook hier geldt dat de grootste effecten optreden in de hogere gronden waar met name wegzijging optreedt.

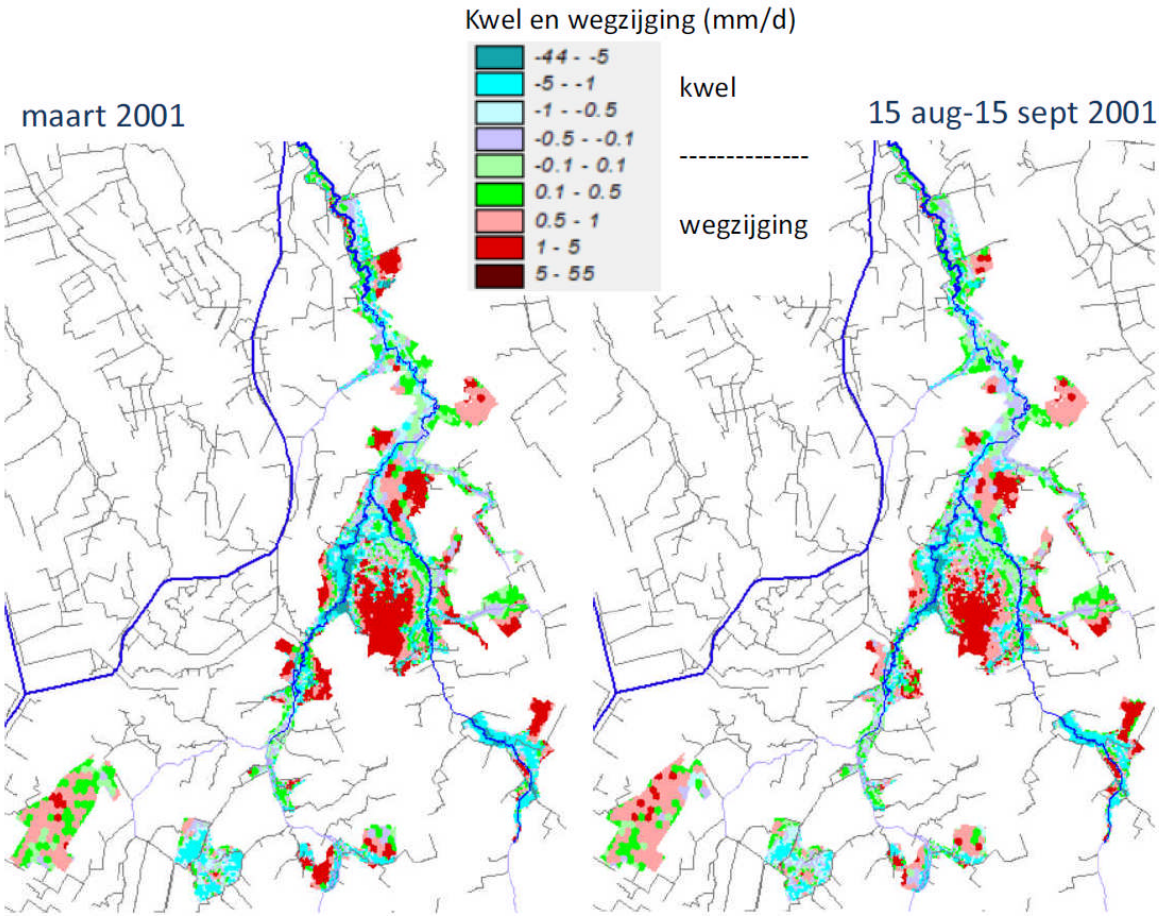
Wordt gekeken naar het 10% droge najaar van 2003, dan blijkt dat de verlagingen iets zijn afgenomen ten opzichte van het meer gemiddelde jaar 2001 (zie bijlage 4: blz. 29). De veranderingen in het najaar van 2001 zijn dus iets groter dan op hetzelfde moment 2003.



Figuur 4.3 Verandering grondwaterstand op 2 september 2001 als alle landbouwgrond buiten onderzoekszone wordt gedraineerd (verschil scenario 0 en 1).

Kwel/wegzijging

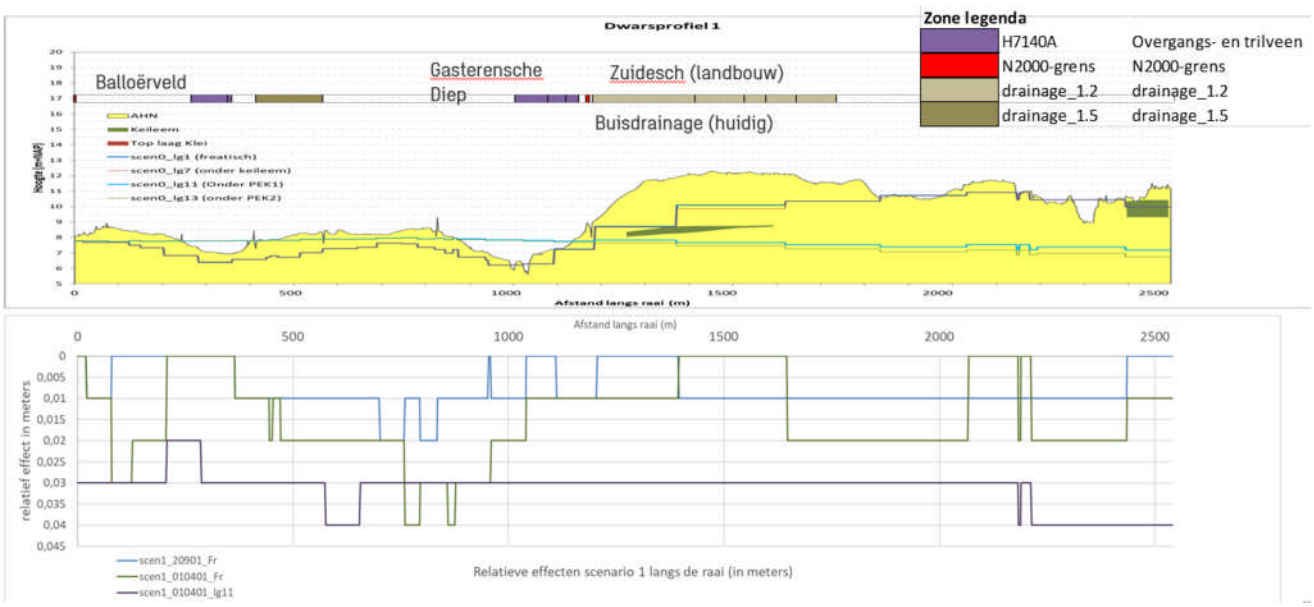
In figuur 4.4 is de kwel en wegzijging van scenario 1 voor de maand maart 2001 en van half augustus tot half september 2001 weergegeven. De verschillen tussen deze 2 perioden zijn in het algemeen gering, maar aan de randen van het N2000 gebied worden er verschillen berekend waar met name wegzijging of een geringe kwel optreedt. Daardoor zijn voor die gebieden ook de effecten uit figuur 4.1 en 4.3 te verklaren.



Figuur 4.4 Kwel en wegzijging van scenario 1 berekend voor de maand maart en half aug. tot half sept (zie par. 2.3 voor toelichting berekende kwel voor modellaag 5).

Stijghoogte in raai 1

De effecten van de huidige onderzoekszone (scenario 1) voor zowel het voorjaar en zomer van het gemiddelde jaar 2001 als het extreem droge jaar 2003 zijn weergegeven in bijlage 3. Voor het gemiddelde jaar 2001 is deze samengevat in onderstaande raai 1 (figuur 4.5). Hieruit blijkt dat de grootste effecten optreden in het diepe watervoerende pakket onder de potklei (modellaag 11). Ook hier blijven de effecten echter beperkt tot maximaal 3 cm in het beekdal ter plaatse van de overgangs- en trilvenen. Door de tussenliggende weerstand is het freatische effect nog kleiner. Bij de overige 2 uitgewerkte raaien zien we vergelijkbare effecten.

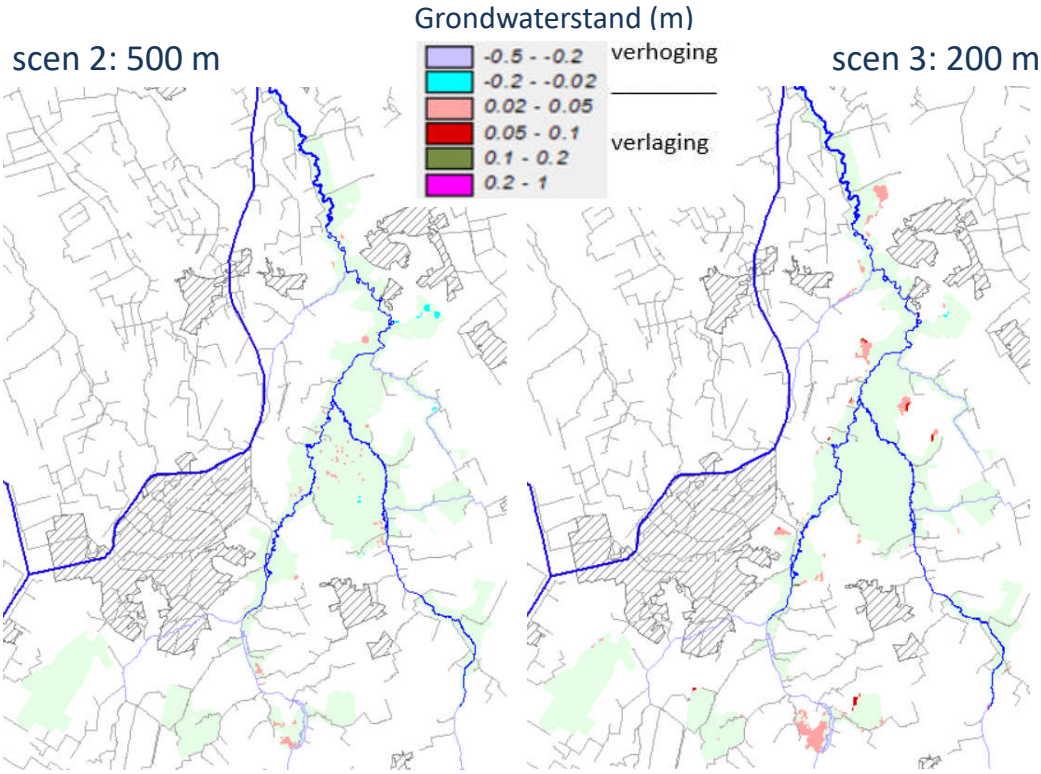


Figuur 4.5 Berekende verlagingen scenario 1 ter plaatse van raai 1 (grotere figuur in bijlage 3).

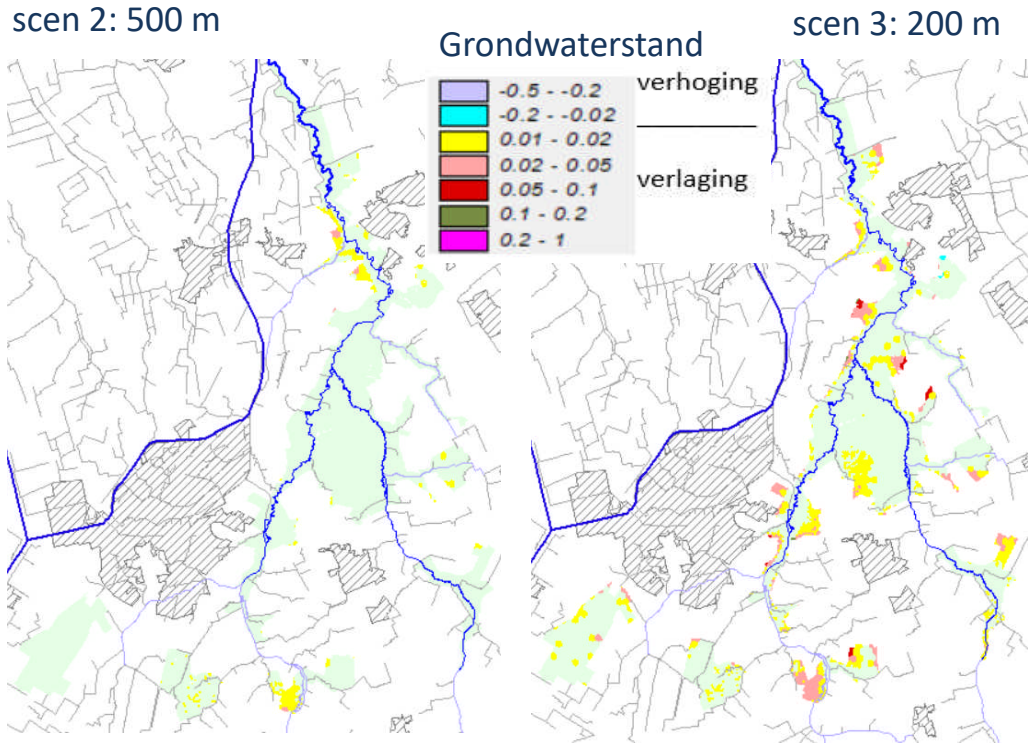
4.2.2 Zone versmallen naar 500 en 200 meter (scenario 2 en 3)

In figuur 4.6 zijn de extra effecten op de grondwaterstand ten opzichte van scenario 1 weergegeven voor de situatie op 1 april 2001 wanneer de bufferzone wordt verkleind tot respectievelijk 500 en 200 m. De blauwe vlekjes zijn “modelruis” (tot ca 3 cm effect), dit geldt ook voor de losse roze spikkels in het Balloërveld (ook tot ca 3 cm). In deze cellen wordt het model instabiel. Omdat het N2000 gebied ook buiten het beekdal ligt op de flanken, wordt daar ook her en een verlaging berekend. Meestal is er dan sprake van wegzijging of een zeer geringe kwel.

In figuur 4.7 zijn de effecten op de grondwaterstand weergegeven op 2 sept 2001. De gele en de meeste roze vlakken in deze figuur geven een verlaging te zien op de flanken van het beekdal waar er sprake is van wegzijging of een zeer geringe kwel.



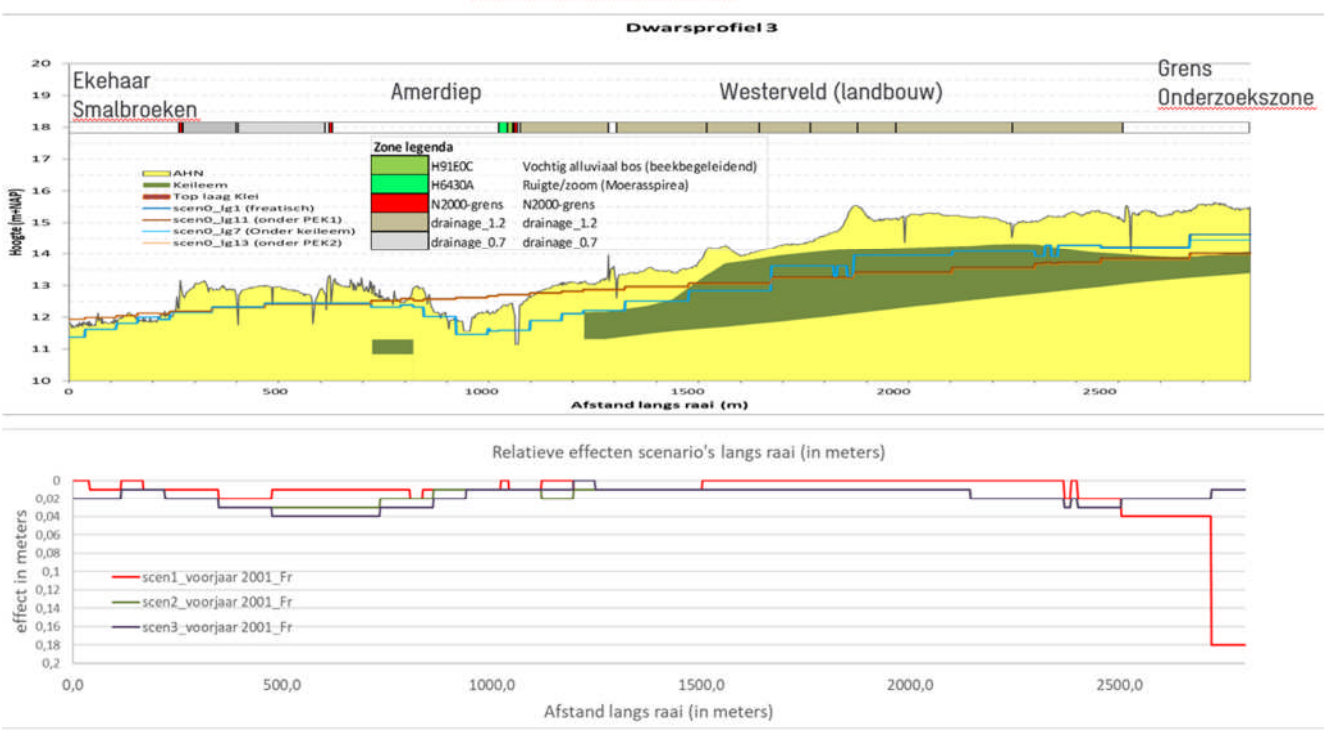
Figuur 4.6 Verandering grondwaterstand op 1 april 2001 als alle landbouwgrond buiten de bufferzone van 500 m of 200 m rond het N2000 gebied wordt gedraineerd (verschil tussen scenario 1 en 2/3).



Figuur 4.7 Verandering grondwaterstand op 2 september 2001 als alle landbouwgrond buiten de bufferzone van 500 m of 200 m rond het N2000 gebied wordt gedraineerd (verschil tussen scenario 1 en 2/3).

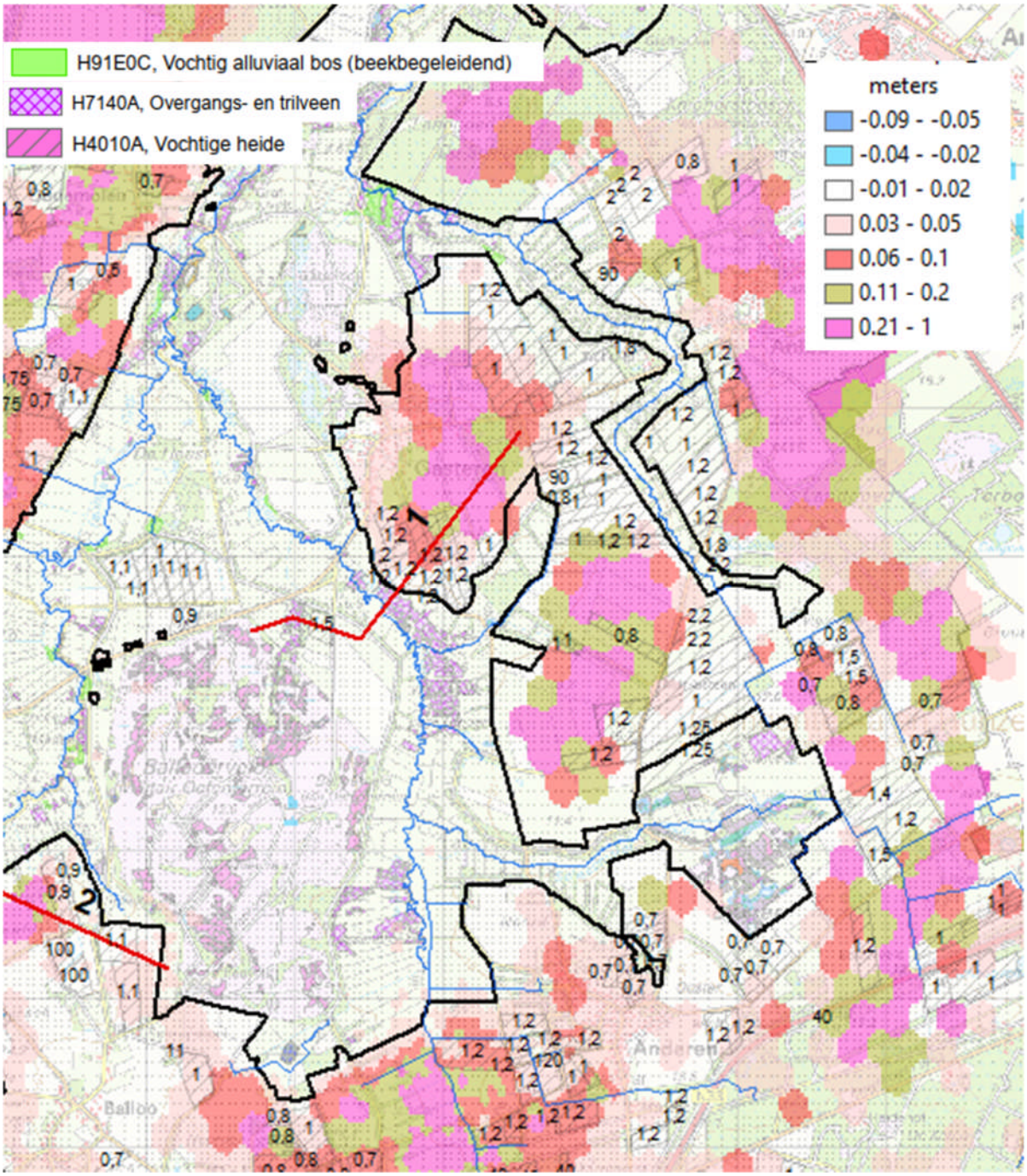
Geconcludeerd wordt dat de effecten weliswaar iets toenemen bij een smallere bufferzone, maar dat dit met name optreedt aan de randen van het N2000 gebied ter plaatse van de hoger gelegen gronden. Hier komen over het algemeen geen grondwatergevoelige habitattypen voor.
De grootte van de effecten is daarbij zo gering dat deze lokaal nauwelijks van “modelruis” te onderscheiden zijn (Wanneer we grondwaterstandsreeksen plotten van deze cellen zien we waar het model instabiel geworden is).

De effecten van scenario 1 en de relatieve effecten van scenario 2 en 3 ten opzichte van scenario 1, ter plaatse van het Amerdiep (raai 3) zijn weergegeven in onderstaande figuur 4.8. Een grotere afbeelding van deze figuur is opgenomen in bijlage 3. Duidelijk wordt dat het hier gaat om zeer kleine verschillen tussen de scenario’s in de ordegrootte van enkele centimeters. Buiten het gedraineerde gebied (en buiten de bufferzones) treden wel grote effecten op oplopend tot enkele decimeters. De effecten werken echter maar over een korte afstand door, waardoor ook bij een zone van 200m (scenario 3) de effecten binnen het N2000 gebied relatief beperkt blijven. Door de in de huidige situatie al aanwezige buisdrainage op de flank dempen effecten in onderstaande raai extra snel uit.



Figuur 4.8. Relatieve effecten van kleinere bufferzones van respectievelijk 500 m (scenario 2) en 200 m (scenario 3) ten opzichte van scenario 1 (huidige bufferzone) (voor grotere afbeelding zie bijlage 3)

Ook wanneer er geen bestaande buisdrainage aanwezig is in het tussenliggende gebied, reiken de effecten nog steeds niet tot aan de habitattypen in de beekdalen, zie figuur 4.9 voor een uitsnede van de Drentsche Aa ten noorden en oosten van het Balloërveld. De extra effecten treden vooral op ter plaatse van de nieuw gedraineerde percelen en dempen over korte afstanden uit.



Figuur 4.9. Extra effecten van kleinere bufferzone van 200 m (scenario 3) ten opzichte van scenario 1 (huidige bufferzone). De labels geven de diepte van de bestaande drainage weer in het gebied.

4.2.3 Ondieper draineren (scenario 11 – 13)

In scenario 11-13 is uitgegaan van ondieper draineren van de bestaande drainage binnen de bufferzones voor respectievelijk de huidige zone, 500 meter en 200 m. Daarbuiten gelden geen restricties. Voor de berekening is daarbij uitgegaan van alle bestaande drainage op basis van MIPWA-model en de inventarisaties N2000, plus alle nog resterende landbouwpercelen

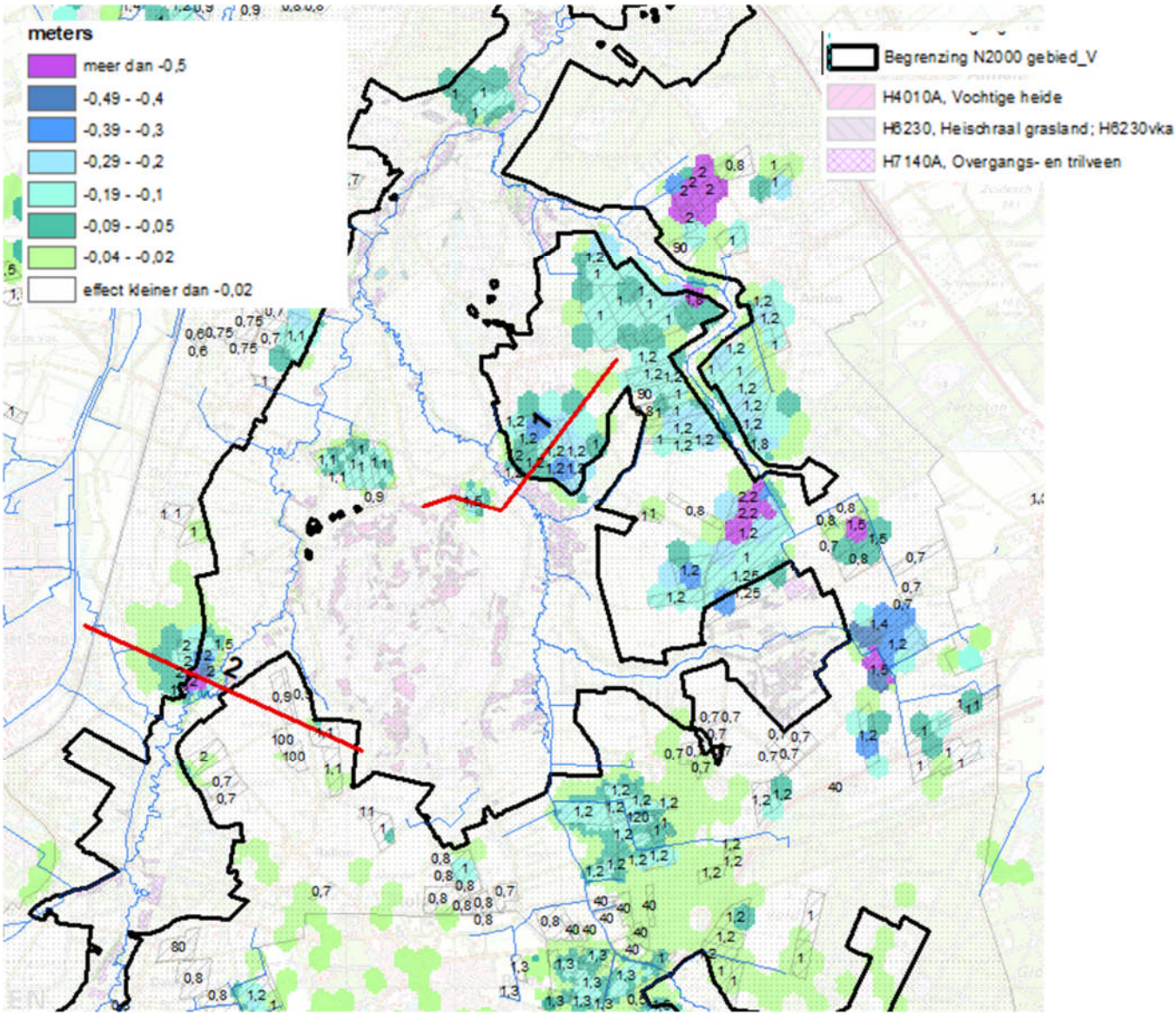
gedraineerd op 1,10 m-mv (ook par. 3.3 en veranderingen “ontwateringsbasis” van de buisdrainage in bijlage 4 – blz. 22 en 23). Om een beeld te krijgen van het effect zie bijlage 4 blz. 41 tot 44. Waar drainage wordt verondiept wordt het natter, waar nieuwe drainage is aangebracht wordt het droger. In plaats van een “bufferzone” die effecten van nieuwe drainage mitigeert, ontstaat een complex ruimtelijk patroon van vernatting en verdroging. In het N2000 gebied zien we tot ca. 20 cm vernatting waar bestaande drainage wordt verondiept; her en der treden echter ook geringe verlagingen op tot ca. 10 cm door de aanleg van nieuwe drainage (1 april 2001: blz. 43 en 2 sept blz. 44).

4.2.4 Huidige drainage ondieper leggen (scenario 15 en 16)

Omdat de scenario’s 12 en 13 complex waren om te interpreteren, is het effect van het verondiepen van de bestaande drainage tot 0,8 m-mv ook nog afzonderlijk doorgerekend. Die complexiteit wordt onder andere veroorzaakt doordat uitgegaan wordt dat de niet gedraineerde landbouwgronden buiten het Drentsche Aa gebied alsnog worden gedraineerd. In de praktijk is een dusdanige uitbreiding van drainage niet te verwachten (worst case).

In scenario 15 is de drainage alleen verondiept in de huidige onderzoekzone; in scenario 16 in het hele stroomgebied van de Drentsche Aa. Beide scenario’s zijn vergeleken met scenario 0 (huidige situatie). In bijlage 4 blz. 51 is aangegeven hoeveel de drainage ondieper wordt gelegd.
In scenario 15 geeft dit op 1 april 2001 tot ca. 15 cm hogere grondwaterstanden (blz. 52) en op 2 sept is dat iets minder tot 10 cm verhoging (blz. 53). In scenario 16 zijn deze veranderingen min of meer gelijk (blz. 57).

Ter illustratie is in figuur 4.10 het effect van het verondiepen (scenario 16) weergegeven voor het centrale deel van de Drentsche Aa. Ook voor het verondiepen geldt dat effecten vooral lokaal optreden en maar beperkt uitstralen naar de omgeving toe. Alleen waar de buisdrainage is gesitueerd dicht bij de beek, raken de freatische effecten (tot 2 cm) de aanwezige habitattypen.



Figuur 4.10. Effect van het verondiepen van alle bestaande drainage (scenario 16, 1 april 2001) ten opzichte van scenario 0 (huidige situatie). De labels geven de huidige diepte van de drainage weer.

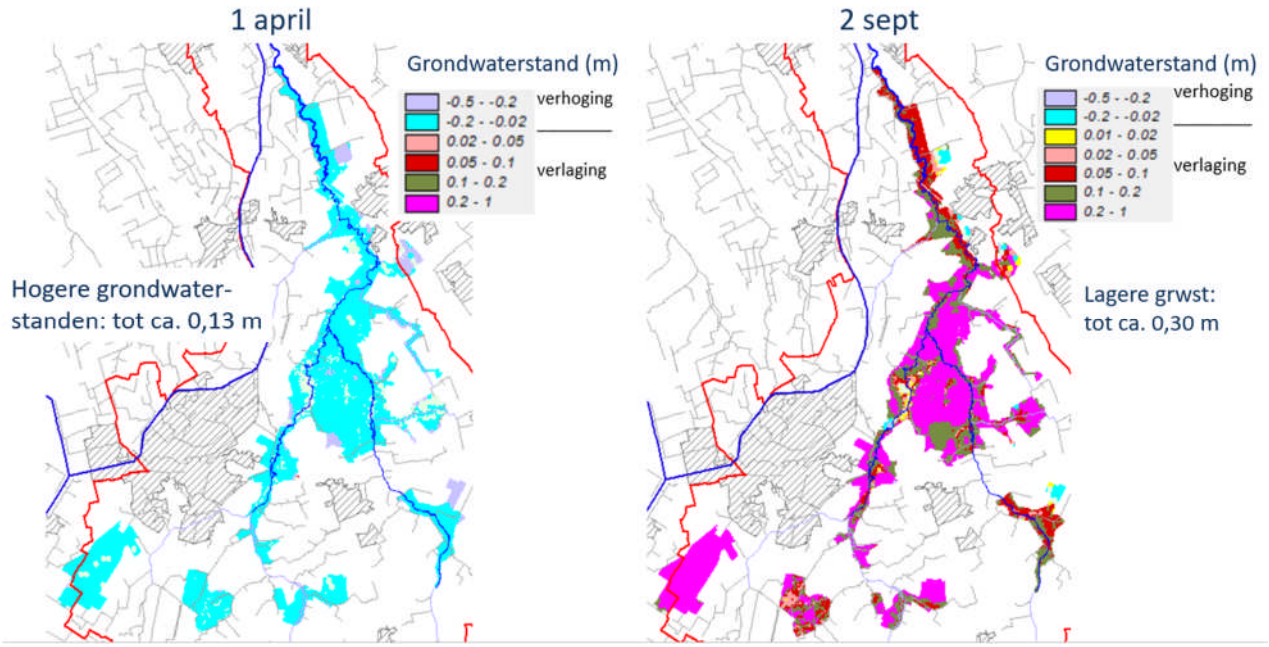
Het maximaal te realiseren effect van het ondieper draineren (scenario 16) is tevens uitgewerkt in de drie raaien. Het resultaat is weergegeven in bijlage 3.

4.2.5 Klimaatscenario en huidige drains (scen 17)

Het effect van het verondiepen van de buisdrainage is doorgerekend voor zowel het huidige klimaat (scenario 16) als voor de situatie na klimaatverandering (scenario 17). Hiervoor is uitgegaan van het klimaat scenario W_H. In dit klimaat scenario worden de winters natter en de zomers droger (hogere verdamping en minder neerslag).

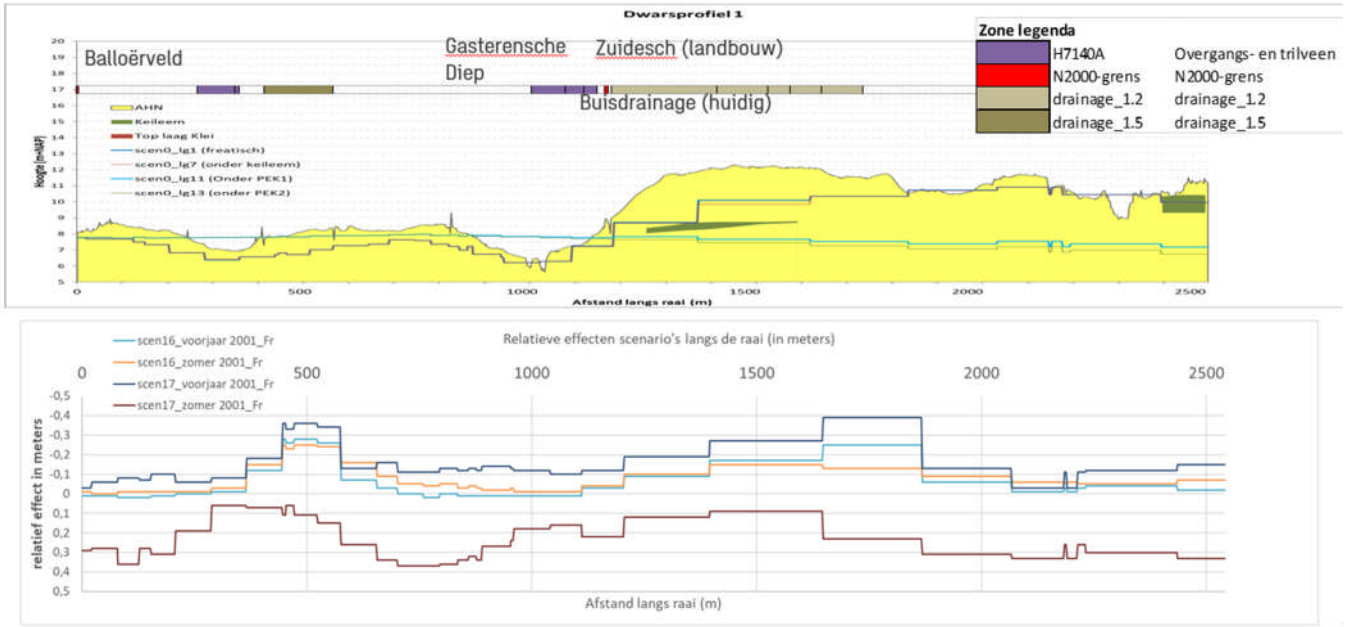
De effecten van klimaatverandering voor het N2000 gebied zijn aanzienlijk groter zijn dan het effect van het verondiepen van de buisdrainage, of het effect van een smallere bufferzone.
Door de nattere winter stijgt de grondwaterstand op 1 april 2001 tot ca. 0,13 m in grote delen van het N2000 gebied (lichtblauwe kleuren in linker figuur 4.11. Door de drogere zomer zakt de

grondwaterstand op 2 sept 2001 tot ca. 0,3 m uit (zie roze kleuren in rechter figuur 4.11). Deze effecten treden ook op in het beekdal, ter plaatse van de grondwatergevoelige habitattypen



Figuur 4.11 Resultaten klimaatscenario 17 waarbij alle bestaande drains ondieper zijn gelegd.

De effecten van zowel scenario 16 als scenario 17 zijn ook weergeven voor raai 1, zie figuur 4.12. Deze is als grotere afbeelding ook weergegeven in bijlage 3. De effecten van het ondieper draineren (oranje en lichtblauwe lijnen in de figuur), blijven ruim binnen de bandbreedte van de klimaatverandering (donkerblauw en bruine lijn). De effecten van klimaatverandering zijn daarmee zo groot, dat deze niet gecompenseerd kunnen worden door het ondieper draineren. Het ondieper draineren kan het effect hooguit verzachten.



Figuur 4.12. Effect van het verondiepen van alle bestaande drainage bij huidig klimaat (scenario 16) en na klimaatverandering (scenario 17)

4.3 **Effecten op kwel-wegzijging**

De effecten van de scenario's op de diepe kwel kunnen het beste in beeld worden gebracht in de raaien, zie bijlage 3. Uitgaande van de huidige onderzoekszone is bufferzone, blijven de effecten in het diepe watervoerende pakket onder de potklei in het beekdal van de Drentsche Aa beperkt tot circa 3 tot 7 cm (zie figuur 4.2).
Het totale potentiaalverschil ter plaatse van de habitattypen bedraagt algemeen meer dan 1 meter. De procentuele afname van de diepe kwel druk bedraagt daarmee maximaal 3 tot 7%.
Bij een smallere bufferzone, de scenario's 2 en 3, zijn de veranderingen in stijghoogte vergeleken met scenario 1. Bij deze smallere bufferzones neemt dit effect op de diepe stijghoogte toe met 2 tot 5 cm.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 **Conclusies**

Het SIMGRO-model voor de Noordwest Drentse beken heeft als gecombineerd oppervlakte- en grondwaterstromingsmodel een groot aantal invoerparameters. De complexe ondergrond in de Drentsche Aa is daarbij geschematiseerd in 19 modellagen (watervoerend en weerstand biedend). De uitkomsten van het model zullen te maken hebben met een bepaalde mate van onzekerheid als gevolg van aannames, vereenvoudigingen in de schematisatie en de (on)nauwkeurigheid van de invoergegevens.

Ondanks deze nuancering is het model geschikt bevonden om de *relatieve* effecten van scenario's, zoals de aanleg van buisdrainage en klimaat scenario's, mee te bepalen. Het model beschrijft de processen in het grondwater en het oppervlaktewater goed. Ook de weersinvloeden (neerslag en de gewasverdamping) worden meegenomen in de modellering.

De kaarten met daarop de bestaande drainage (MIPWA en inventarisatie) in combinatie met de potentieel nog te draineren gebieden geven daarbij een goed beeld van de impact van de verschillende scenario's.

De conclusies ten aanzien van de effecten van de scenario's op het Natura 2000 gebied zijn hieronder samengevat.

Met het doorrekenen van de huidige situatie (scenario 0) en de worst case (scenario 1) wordt een beeld gegeven van de effecten door maximale aanleg van nieuwe buisdrainage, buiten de huidige onderzoekszone. Als de onderzoekszone wordt verkleind tot 500 m worden de freatische effecten in het voorjaar iets groter (tot 3 cm) en bij een onderzoekszone van 200 m tot ca 5 cm groter. In het najaar neemt de freatische verlaging iets af. Her en der langs de flanken bedraagt het freatische effect (ten opzichte van scenario 1) nog 2 cm bij een bufferzone van 500 m en 5 cm bij een bufferzone van 200 m. Het totale effect binnen het N2000 gebied (ten opzichte van scenario 0, de huidige situatie) bedraagt circa 10 cm.

Bovengenoemde effecten treden vooral op aan de randen van het gebied, buiten het beekdal, op de hoger gelegen gronden. Hier komen geen grondwatergevoelige habitattypen voor. Het extra effect van het versmallen van de onderzoekszone tot 200 m bedraagt minder dan 2 cm ter plaatse van de huidige habitattypen. Dit effect is kleiner dan de rekennauwkeurigheid van het model.

Bij het verondiepen van de bestaande buisdrainage (tot 80 cm-mv) in scenario 11 t/m 13 wordt de grondwaterstand lokaal verhoogd. Deze maatregel is echter niet afdoende om het effect van nieuwe buisdrainage op alle nog niet gedraineerde percelen buiten de bufferzone te mitigeren. In plaats daarvan ontstaat een complex ruimtelijk patroon van vernatting en verdroging. In het N2000 gebied zien we tot ca. 20 cm vernatting waar bestaande drainage wordt verondiept; her en der treden echter ook geringe verlagingen op tot ca. 10 cm binnen de onderzoekszone.

Ook wanneer we alleen kijken naar het effect van het verondiepen van de buisdrainage (scenario 15 en 16) zien we vooral lokale effecten ter plaatse van de gedraineerde percelen. Met deze twee

scenario's wordt wel meer water vastgehouden in de landbouwgronden. De effecten stralen echter maar beperkt uit naar de omgeving toe. Alleen waar de buisdrainage is gesitueerd dicht bij de beek, raken de freatische effecten (tot 2 cm) de aanwezige habitattypen.

Het effect van het verondiepen van de buisdrainage is doorgerekend voor zowel het huidige klimaat als voor de situatie na klimaatverandering. Hiervoor is uitgegaan van het klimaat scenario W_H. In dit klimaat scenario worden de winters natter en de zomers droger (hogere verdamping en minder neerslag). Bij dit klimaatscenario zijn de effecten voor het N2000 gebied aanzienlijk groter dan het effect van het verondiepen van de buisdrainage, of het effect van een smallere bufferzone.
In het voorjaar wordt het tot circa 10 cm natter in de beekdalen (dus ook t.p.v de grondwater-gevoelige habitattypen). In de zomer zakt de grondwaterstand tot circa 30 cm dieper uit.

5.2 **Aanbevelingen**

Voor het Natura 2000 gebied in de Drentsche Aa is in 2015 een overgangszone/onderzoekszone vastgesteld. Daarbij was afgesproken om nader te onderzoeken of deze zone nog verder verkleind kan worden. Conclusie is dat hoewel er wel enige effecten optreden binnen de N2000 grens, deze met name optreden hoger op de flank, buiten de aanwezige grondwatergevoelige habitattypen. Het verkleinen van de zone naar 500 m heeft hier nauwelijks invloed op. Berekende effecten ter plaatse van de grondwatergevoelige habitattypen zijn maximaal circa 2 cm, en daarmee kleiner dan de modelnauwkeurigheid. Bij een nog kleinere zone van 200 m werken de effecten wel door tot de rand van de beekdalen. Aanbevolen wordt daarom om de zone te verkleinen naar 500 m.

Daarnaast wordt aanbevolen om in het gehele Drentsche Aa gebied toe te werken naar het verondiepen van de buisdrainage. Hoewel de effecten van het verondiepen van alleen de bestaande drainage maar beperkt uitstraalt, wordt daarmee wel meer water vastgehouden op de hogere gronden. Dit heeft niet alleen voordeel voor natuur, maar met een toenemende kans op droge zomers door klimaatverandering, beperkt dit ook droogteschade voor de landbouw. Bovendien hoeft dan minder snel beregend te worden.

Afgelopen 2 jaar is verder gewerkt aan een nieuwe kartering van de Peeloklei op basis van de met een helikopter gemeten elektrische weerstand van de bodem.
De elektrische weerstand van de bodem wordt bepaald door drie aspecten:

- Klei (lage weerstand) en zand (hoge weerstand);
- Zout (lage weerstand) of zoet (hoge weerstand);
- Cementatie (compact dan lage weerstand, minder compact/meer water dan lagere weerstand).

Met die kennis kunnen op basis van de weerstand lagen in de ondergrond worden onderscheiden. De universiteit van Aarhus heeft een grove schematisatie gemaakt op basis van een "smooth inversion". Aangezien de Peeloklei in het Drentsche Aa gebied duidelijk begrensd is heeft TNO de schematisatie, gebruik makend van aanvullende regionale gegevens met een "layered inversion" verder geschematiseerd. Met deze resultaten is voor het noordelijke deel van de Drentsche Aa het GEOTOP-model verbeterd. Dat zijn ongeveer de bovenste 50 meter van de bodem (uiteindelijk tot 50 meter benden NAP). Helaas is nog geen eenduidige methode gevonden om ook de slibhoudende Peelo zanden te karteren met deze dataset. Hier wordt nog aan gewerkt.

Aanbevolen wordt om na oplevering van de definitieve karteringen van TNO nog een controle slag uit te voeren om te beoordelen of de Potklei begrenzing nu wezenlijk anders is geworden ten opzichte van REGIS v2.2, en of dit consequenties heeft voor de uitgevoerde effectberekeningen.

Mocht het noodzakelijk blijken om in de toekomst het model hiervoor aan te passen, kan tevens overwogen worden om een aantal voor de Drentsche Aa niet relevante modellagen samen te voegen. Dit komt de stabiliteit en rekennauwkeurigheid van het model ten goede.

Literatuur

Gieske, J.M.J., 1988). Hydrologische systeemanalyse van de Reitma. Studiecommissie Waterbeheer Natuur Bos en Landschap.

Massop, H.Th.L. en C. Schuiling, 2016. Buisdrainagekaart 2015; Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmeitellingen van 2012. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport 2700. 54 blz.

Provincie Drenthe, 2015. Drainage en beregening rond Natura 2000-gebieden. Website: https://www.provincie.drenthe.nl/onderwerpen/natuur-milieu/diversen/drainage-beregening/

Provincie Drenthe, 2017. Overzicht metagegevens gedraineerde percelen. Versie: 20-06-2017.

Querner, E.P., 2018. Klimaatbestendig Stroomgebied Drentsche Aa; een balans vinden tussen landbouw en natuur. In opdracht van WS Hunze & Aa's. 28 dec 2018. 57 blz.

Grontmij (2009); Aanvullend hydrologisch onderzoek Elperstroom, nadere calibratie grondwatermodel; rapport 273363, Grontmij Assen.

SWECO en Querner Consult, 2018. Actualisatie SIMGRO model Drentsche Aa; Inpassing REGIS-v2.2. In opdracht van Provincie Drenthe. 6 dec 2018.

Van Walsum, P.E.V., A.A. Veldhuizen, P.J.T. van Bakel, F.J.E. van der Bolt, P.E. Dik, P. Groenendijk, E.P. Querner & M.F.R. Smit, 2004. SIMGRO 5.0.1, Theorie and model implementation. Wageningen, Alterra. Alterra-Report 913.1. 96 pp.

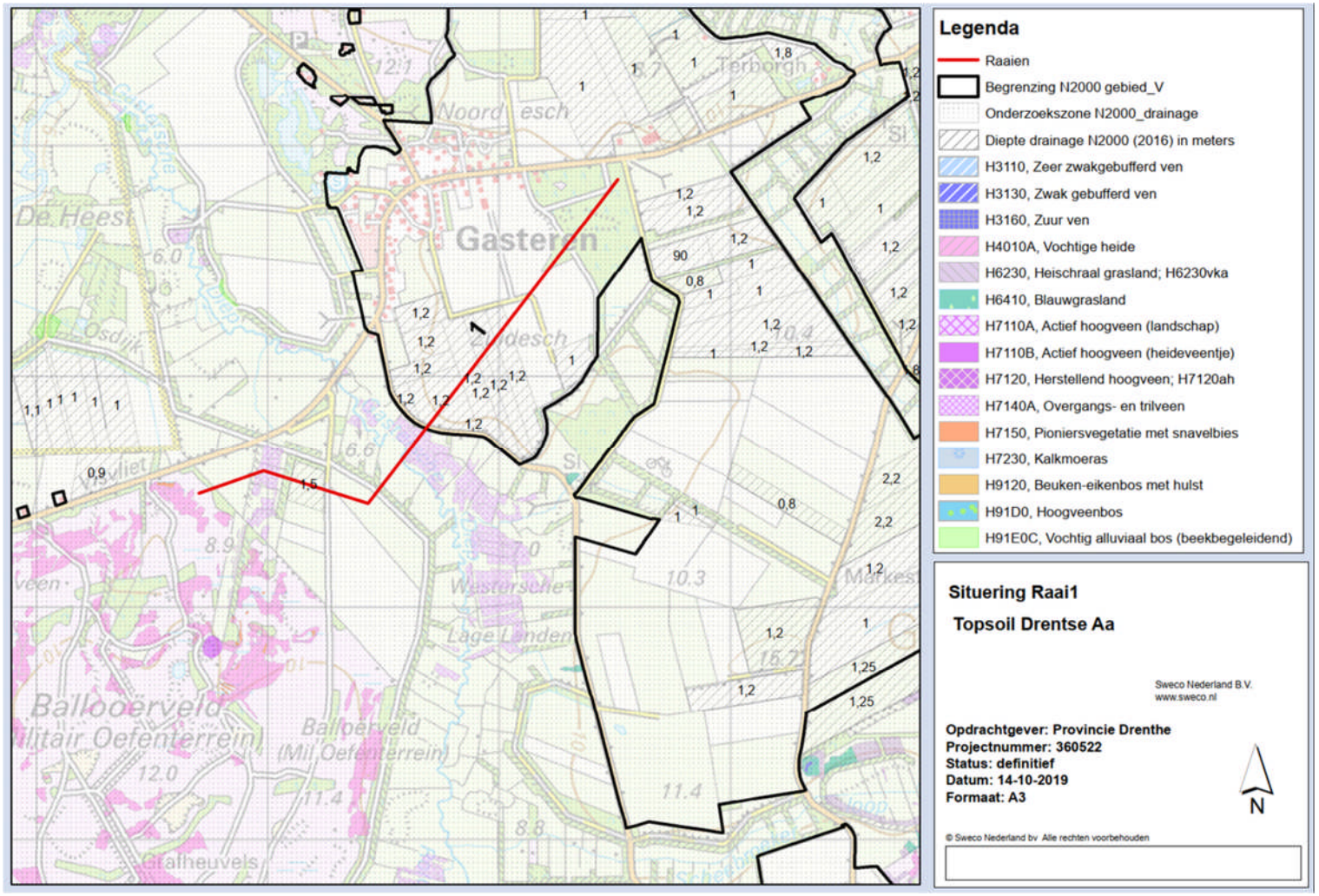
Bijlage 1 Weersgegevens winter en zomer over 30 jaar voor station Eelde

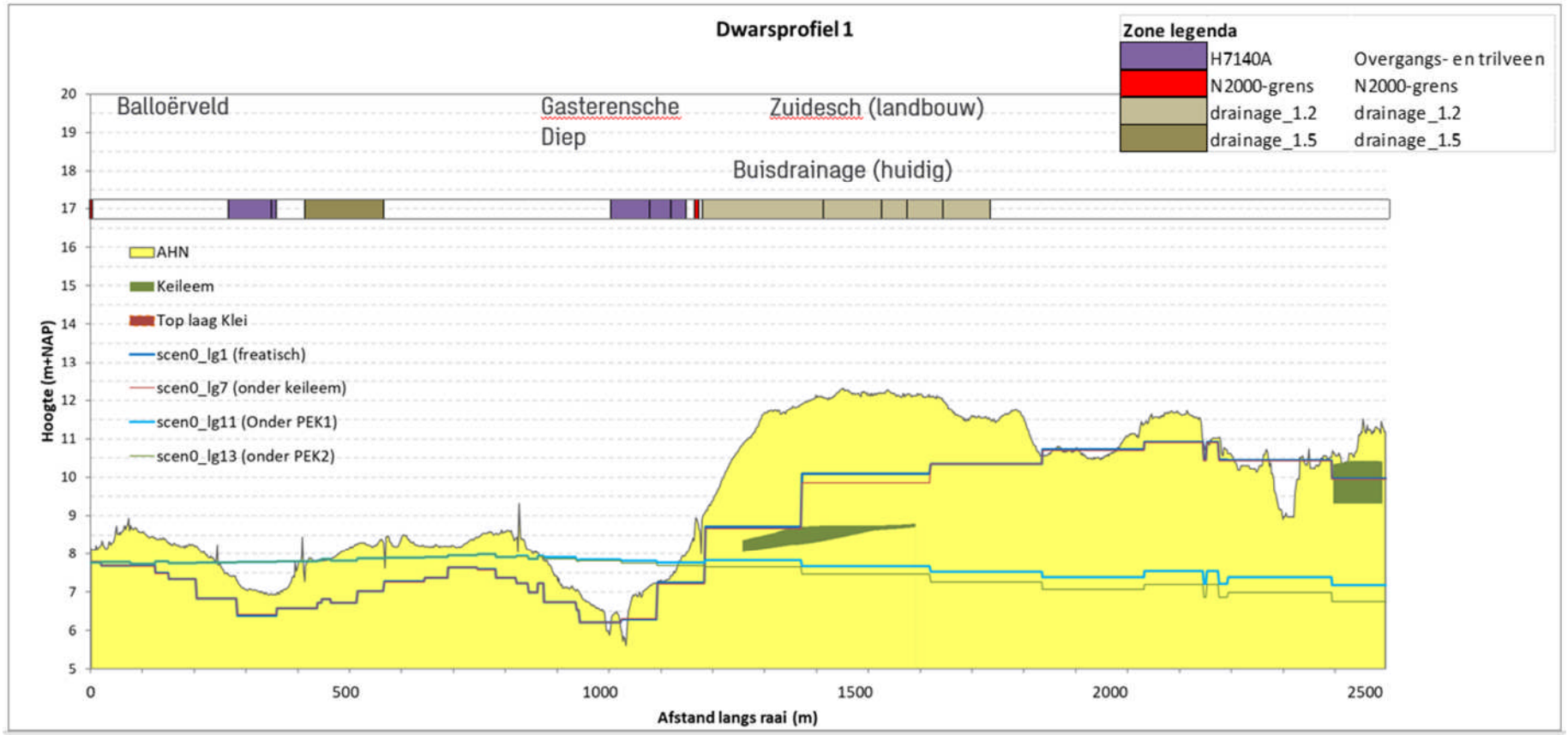
Gegevens van station Eelde 1981 t/m 2010:

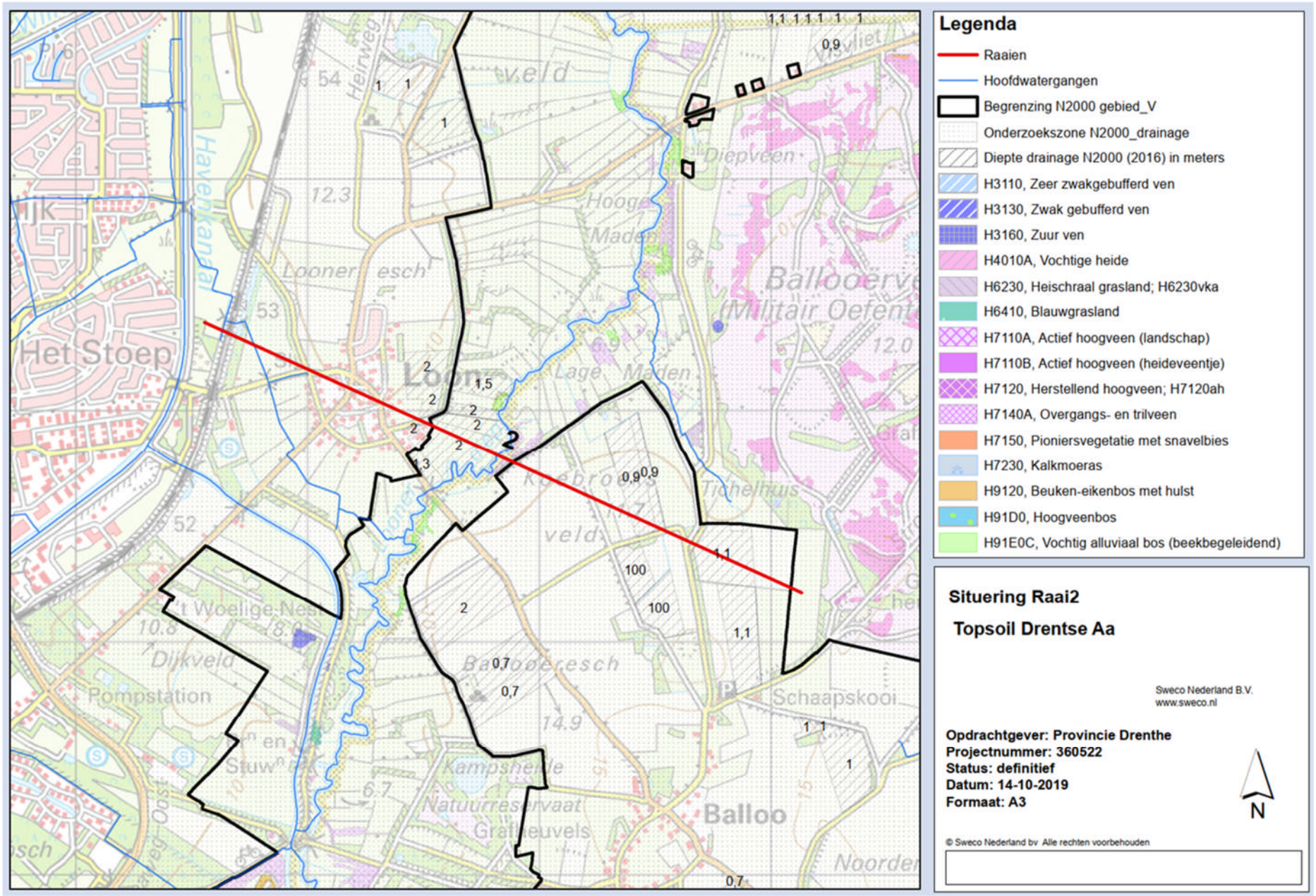
			Neerslag afwijking gem.					
Winterhalfj.	Neerslag	ETp ref	mm	%	Zomerhalfj.	Neerslag	ETp ref	N - Etp
1981/1982	378.8	99.7	-41.9	-10.0	1982	306.2	471.3	-165.1
1982/1983	420.7	97.9	0.0	0.0	1983	401.6	451.8	-50.2
1983/1984	421.2	103.6	0.5	0.1	1984	320.8	378.9	-58.1
1984/1985	351.2	88.8	-69.5	-16.5	1985	458.7	396.2	62.5
1985/1986	373.6	93.4	-47.1	-11.2	1986	301.5	442.5	-141.0
1986/1987	461.5	97.1	40.8	9.7	1987	431.3	394.9	36.4
1987/1988	534.0	89.5	113.3	26.9	1988	408.4	404.3	4.1
1988/1989	384.8	96.2	-35.9	-8.5	1989	323.5	469.2	-145.7
1989/1990	367.4	105.7	-53.3	-12.7	1990	380.8	437.0	-56.2
1990/1991	338.3	105.7	-82.4	-19.6	1991	355.0	429.9	-74.9
1991/1992	351.7	95.0	-69.0	-16.4	1992	326.7	483.0	-156.3
1992/1993	390.8	99.1	-29.9	-7.1	1993	469.4	405.3	64.1
1993/1994	511.9	87.6	91.2	21.7	1994	447.1	442.5	4.6
1994/1995	615.7	99.8	195.0	46.4	1995	445.8	469.1	-23.3
1995/1996	164.4	94.6	-256.3	-60.9	1996	238.9	416.9	-178.0
1996/1997	360.9	96.0	-59.8	-14.2	1997	356.9	460.0	-103.1
1997/1998	375.9	97.5	-44.8	-10.6	1998	550.2	394.4	155.8
1998/1999	559.1	92.4	138.4	32.9	1999	370.3	476.8	-106.5
1999/2000	521.4	97.2	100.7	23.9	2000	375.2	423.7	-48.5
2000/2001	442.6	92.1	21.9	5.2	2001	611.9	453.9	158.0
2001/2002	517.8	114.8	97.1	23.1	2002	390.7	436.4	-45.7
2002/2003	385.6	109.0	-35.1	-8.3	2003	324.9	500.8	-175.9
2003/2004	485.8	101.2	65.1	15.5	2004	476.4	468.2	8.2
2004/2005	360.0	103.1	-60.7	-14.4	2005	416.8	455.8	-39.0
2005/2006	313.2	103.0	-107.5	-25.5	2006	362.2	488.4	-126.2
2006/2007	479.8	111.4	59.1	14.1	2007	430.9	458.7	-27.8
2007/2008	529.1	93.9	108.4	25.8	2008	281.0	475.8	-194.8
2008/2009	432.5	91.5	11.8	2.8	2009	367.2	508.2	-141.0
2009/2010	369.6	94.7	-51.1	-12.1	2010	504.1	475.5	28.6
Gemiddeld 1981 - 2010	420.7	98.3			gem.	394.3	447.2	

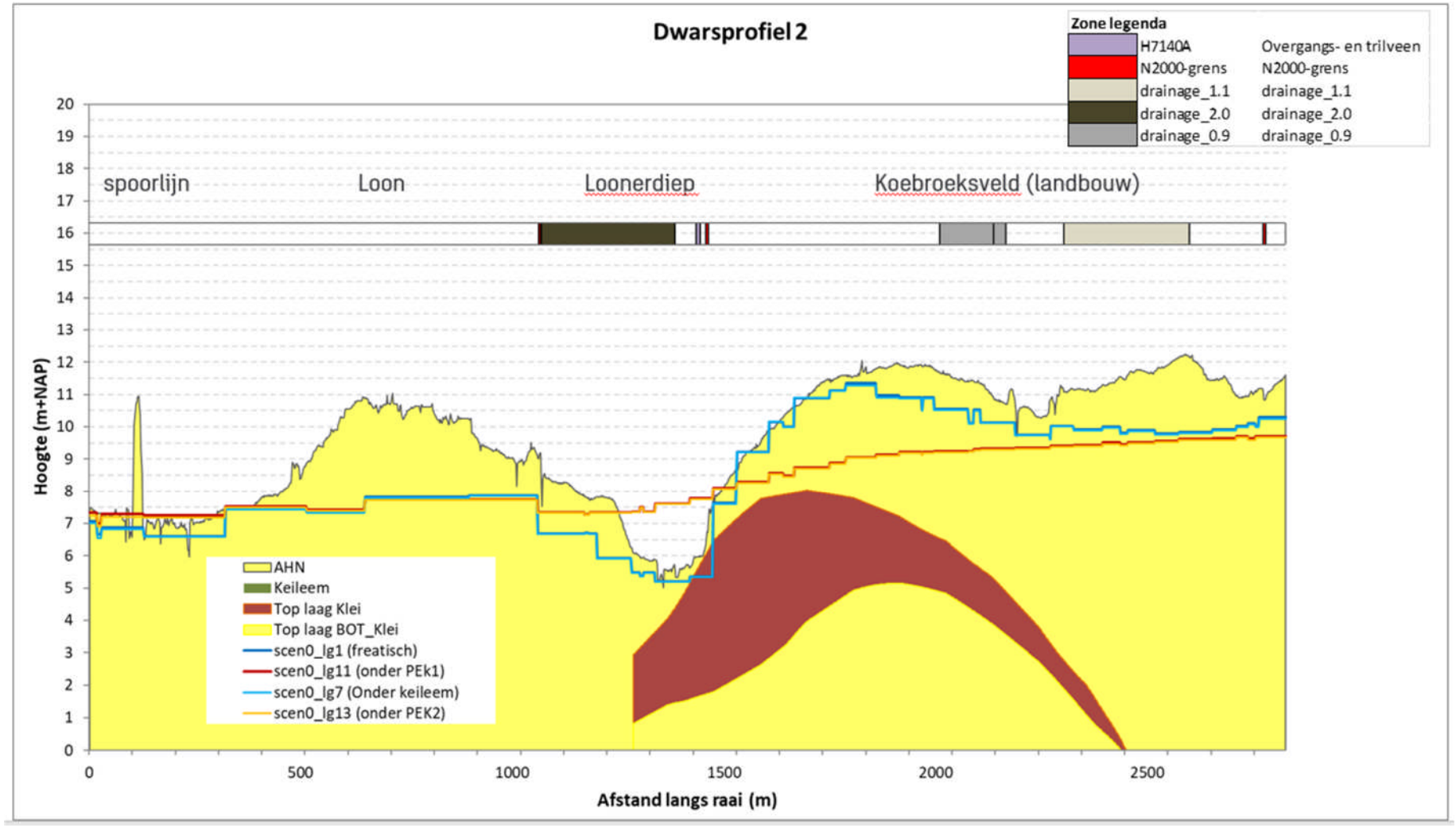
10 <> -10%
natter
droger

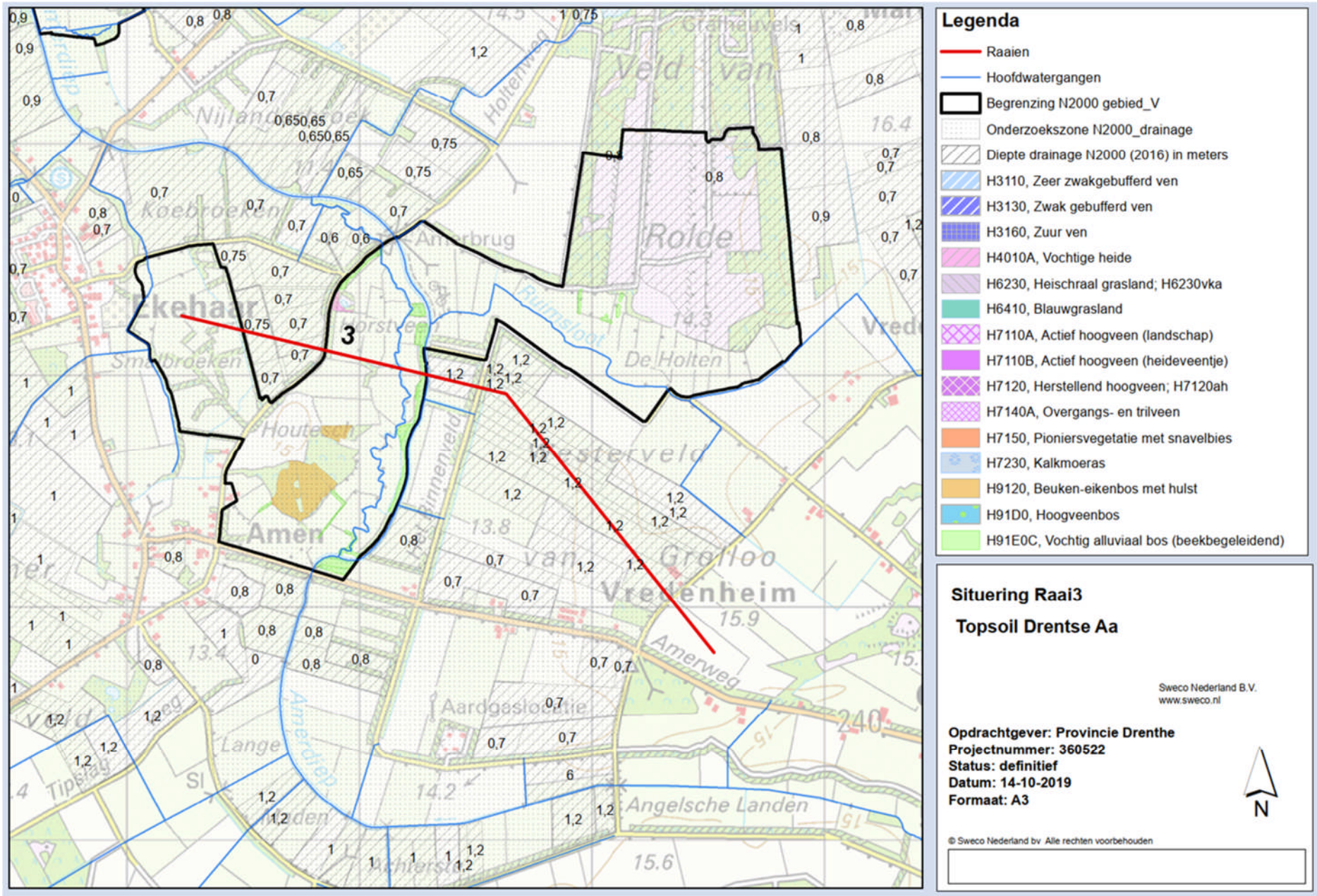
Bijlage 2 Uitwerking raaien huidige situatie

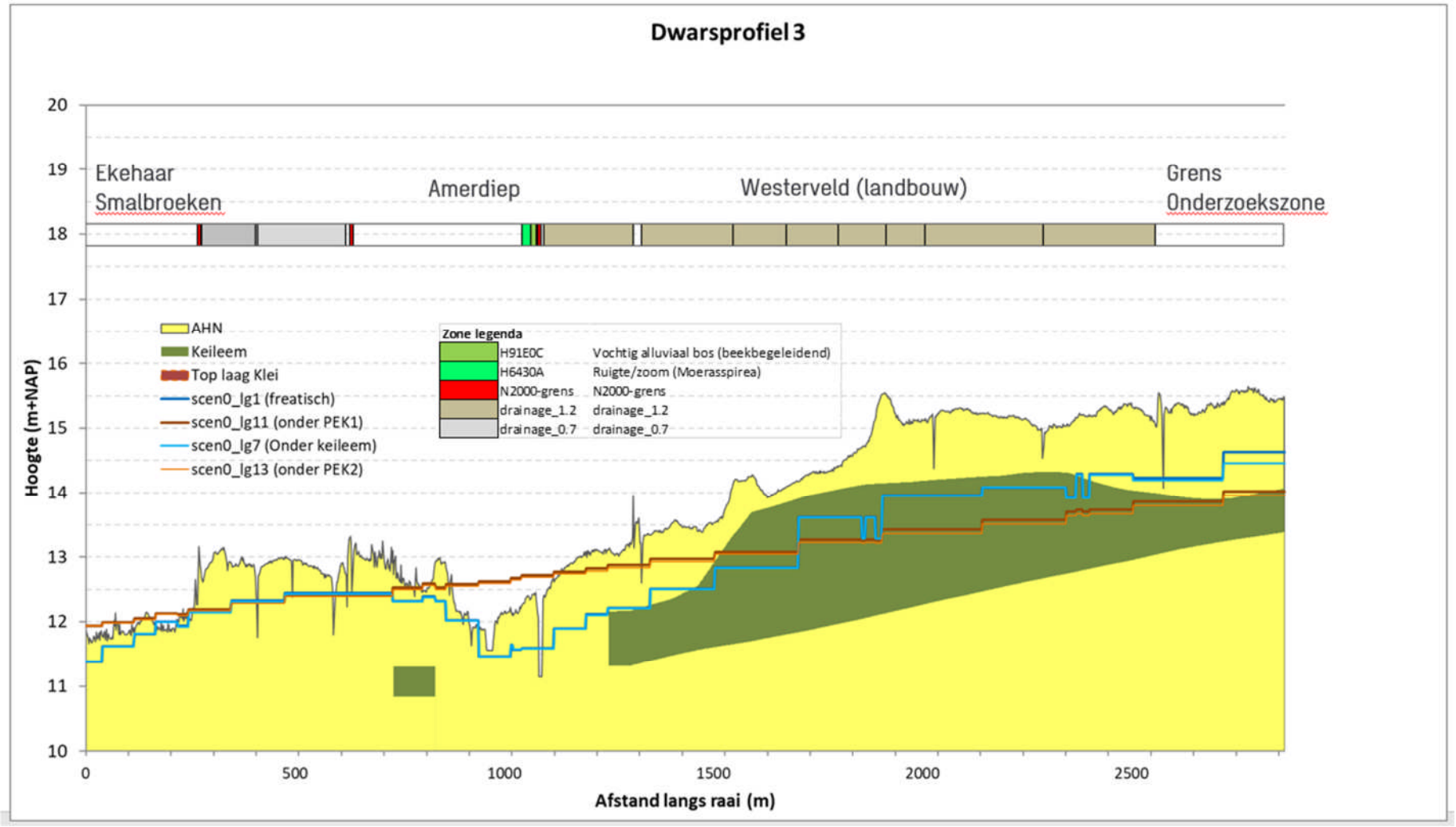



Dwarsprofiel 1
Zone legenda
H7140A
Overgangs- en trilveen
N2000-grens
N2000-grens
drainage_1.2
drainage_1.2
drainage_1.5
drainage_1.5
Balloërveld
Gasterensche Diep
Zuidesch (landbouw)
Buisdrainage (huidig)
AHN
Keileem
Top laag Klei
scen0_lg1 (freatisch)
scen0_lg7 (onder keileem)
scen0_lg11 (Onder PEK1)
scen0_lg13 (onder PEK2)
Hoogte (m+NAP)
Afstand langs raai (m)
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
0
500
1000
1500
2000
2500

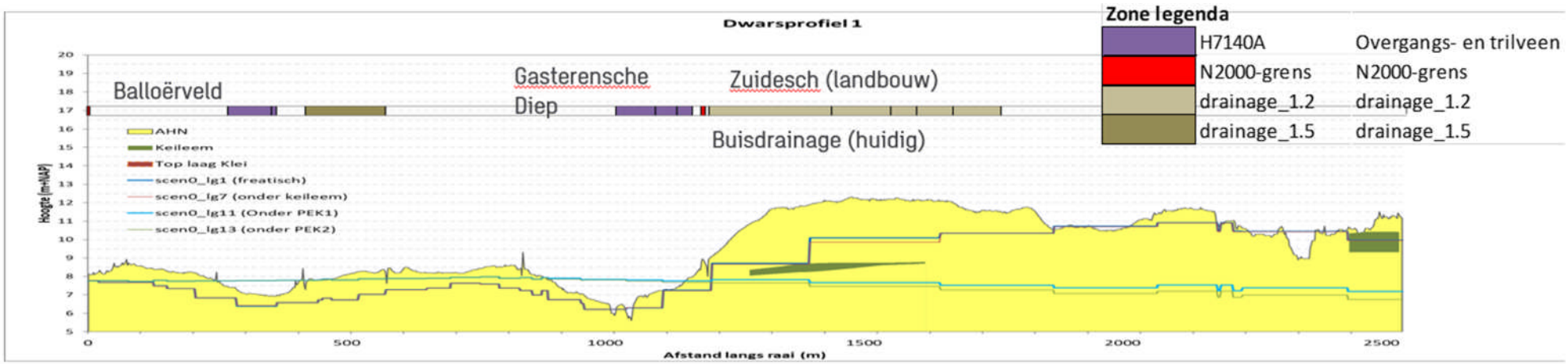

Legenda
Raaien
Hoofdwatergangen
Begrenzing N2000 gebied_V
Onderzoekszone N2000_drainage
Diepte drainage N2000 (2016) in meters
H3110, Zeer zwakgebufferd ven
H3130, Zwak gebufferd ven
H3160, Zuur ven
H4010A, Vochtige heide
H6230, Heischraal grasland; H6230vka
H6410, Blauwgrasland
H7110A, Actief hoogveen (landschap)
H7110B, Actief hoogveen (heideveentje)
H7120, Herstellend hoogveen; H7120ah
H7140A, Overgangs- en trilveen
H7150, Pioniersvegetatie met snavelbies
H7230, Kalkmoeras
H9120, Beuken-eikenbos met hulst
H91D0, Hoogveenbos
H91E0C, Vochtig alluviaal bos (beekbegeleidend)
Situering Raai2
Topsoil Drentse Aa
Sweco Nederland B.V.
www.sweco.nl
Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 360522
Status: definitief
Datum: 14-10-2019
Formaat: A3
N
© Sweco Nederland bv Alle rechten voorbehouden
Het Stoep
Looner esch
Balooërveld
Militair Oefenterrein
Diepveen
Dijkveld
Pompstation
Schaapskooi
Balloo
Natuurreservaat
Graafheuvels
Kampsheide
Stuwwal
Tichelhuis
Lage Maten
Hoogmaten
Havenkanaal
Oosterhesselerdiep
Herlweg

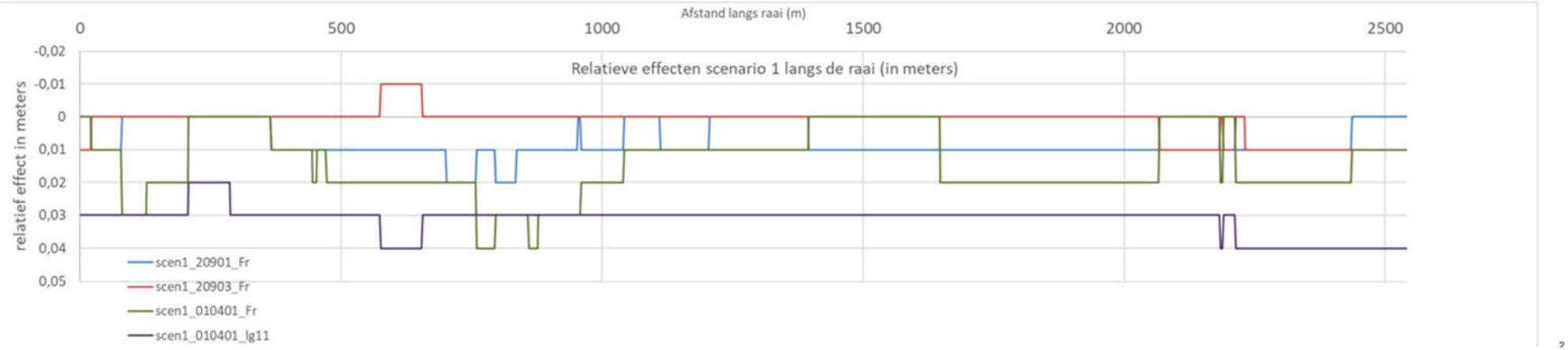

Dwarsprofiel 2
Zone legenda
H7140A
Overgangs- en trilveen
N2000-grens
N2000-grens
drainage_1.1
drainage_1.1
drainage_2.0
drainage_2.0
drainage_0.9
drainage_0.9
spoorlijn
Loon
Loonerdiep
Koebroeksveld (landbouw)
Hoogte (m+NAP)
Afstand langs raai (m)
AHN
Keileem
Top laag Klei
Top laag BOT_Klei
scen0_lg1 (freatisch)
scen0_lg11 (onder PEk1)
scen0_lg7 (Onder keileem)
scen0_lg13 (onder PEK2)

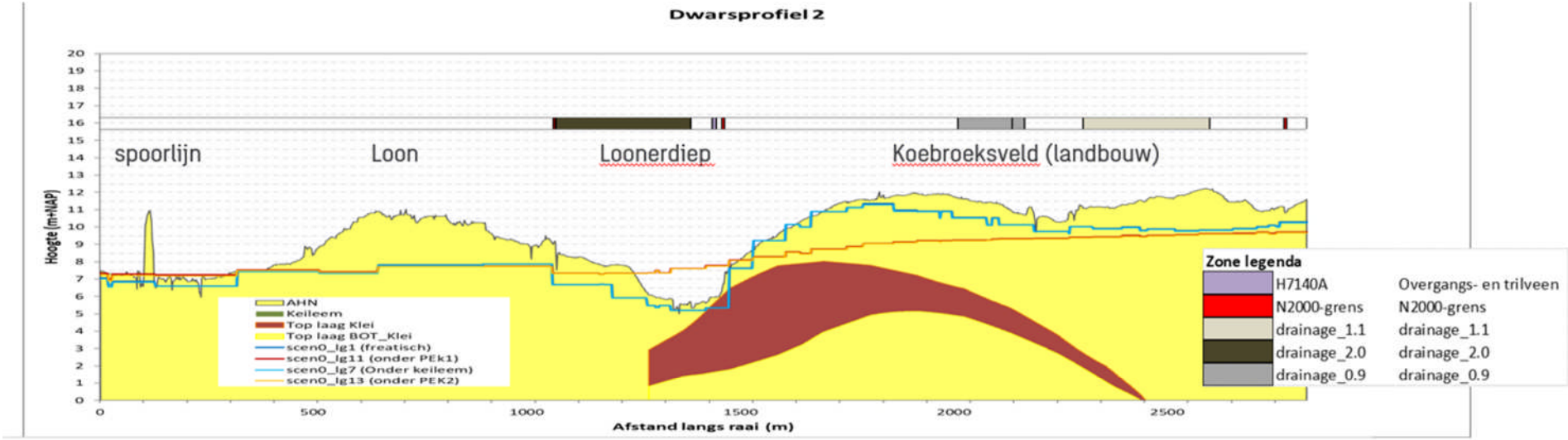

Legenda
Raaien
Hoofdwatergangen
Begrenzing N2000 gebied_V
Onderzoekszone N2000_drainage
Diepte drainage N2000 (2016) in meters
H3110, Zeer zwakgebufferd ven
H3130, Zwak gebufferd ven
H3160, Zuur ven
H4010A, Vochtige heide
H6230, Heischraal grasland; H6230vka
H6410, Blauwgrasland
H7110A, Actief hoogveen (landschap)
H7110B, Actief hoogveen (heideveentje)
H7120, Herstellend hoogveen; H7120ah
H7140A, Overgangs- en trilveen
H7150, Pioniersvegetatie met snavelbies
H7230, Kalkmoeras
H9120, Beuken-eikenbos met hulst
H91D0, Hoogveenbos
H91E0C, Vochtig alluviaal bos (beekbegeleidend)
Situering Raai3
Topsoil Drentse Aa
Sweco Nederland B.V.
www.sweco.nl
Opdrachtgever: Provincie Drenthe
Projectnummer: 360522
Status: definitief
Datum: 14-10-2019
Formaat: A3
N
© Sweco Nederland bv Alle rechten voorbehouden
3
Ekehaar
Amen
Rolde
De Holten
Vredenheim
Grolloo
Amerweg
Angelsche Landen

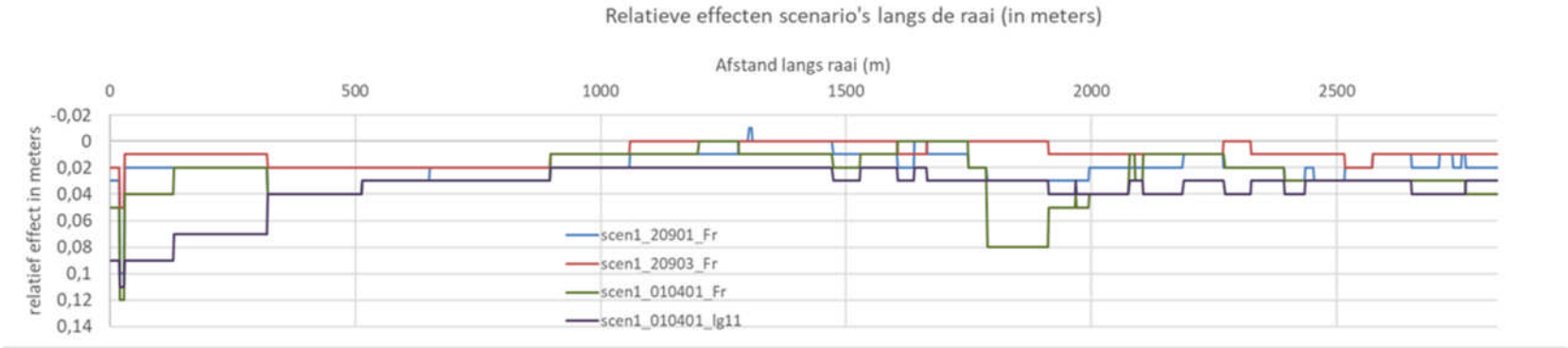

Dwarsprofiel 3
Ekehaar
Smalbroeken
Amerdiep
Westerveld (landbouw)
Grens
Onderzoekszone
AHN
Keileem
Top laag Klei
scen0_lg1 (freatisch)
scen0_lg11 (onder PEK1)
scen0_lg7 (Onder keileem)
scen0_lg13 (onder PEK2)
Zone legenda
H91E0C Vochtig alluviaal bos (beekbegeleidend)
H6430A Ruigte/zoom (Moerasspirea)
N2000-grens N2000-grens
drainage_1.2 drainage_1.2
drainage_0.7 drainage_0.7
Hoogte (m+NAP)
Afstand langs raai (m)
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
0
500
1000
1500
2000
2500

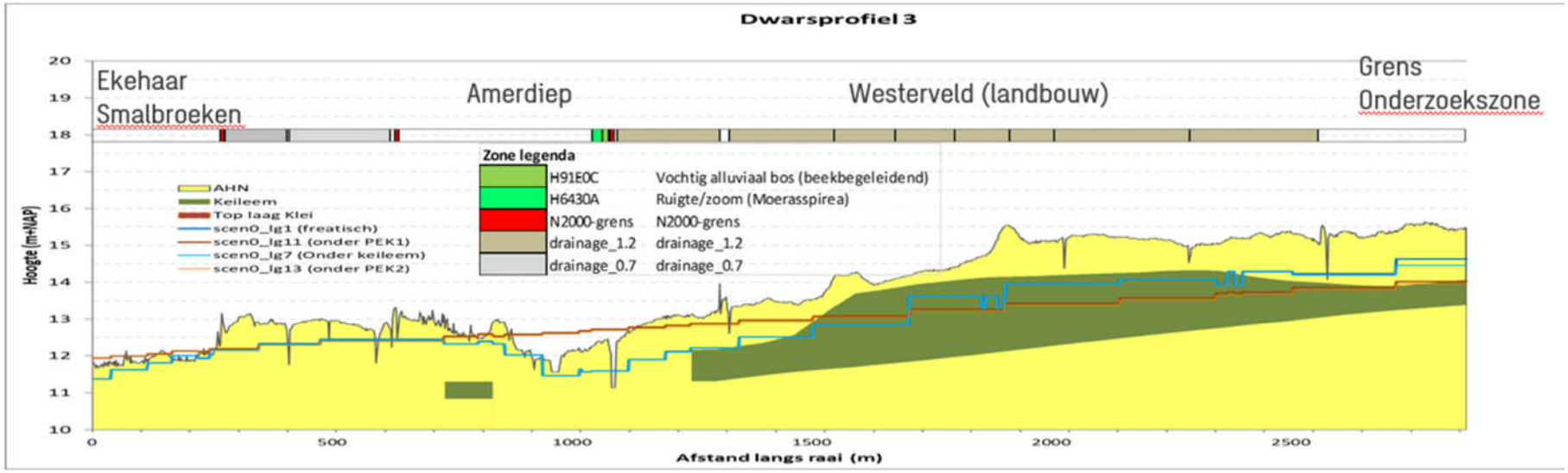
Bijlage 3 Uitwerking raaien scenario's

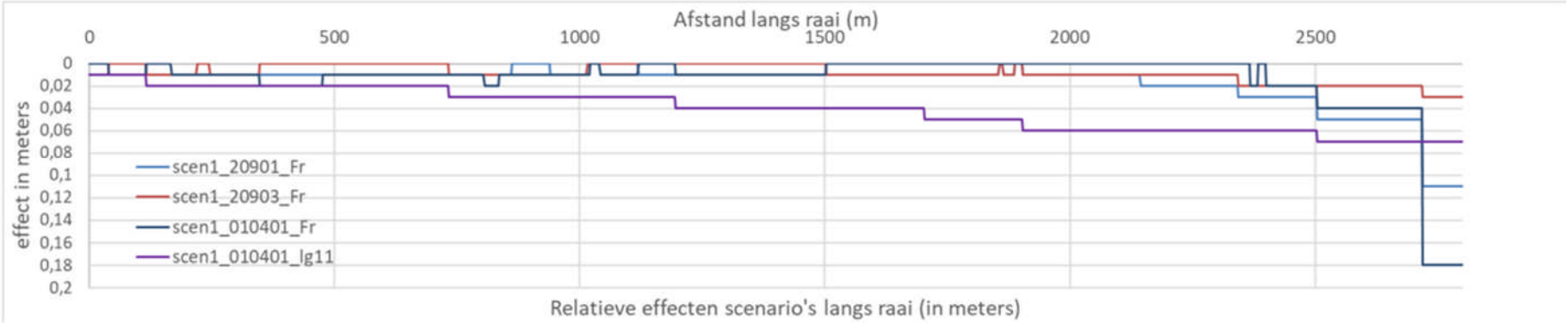


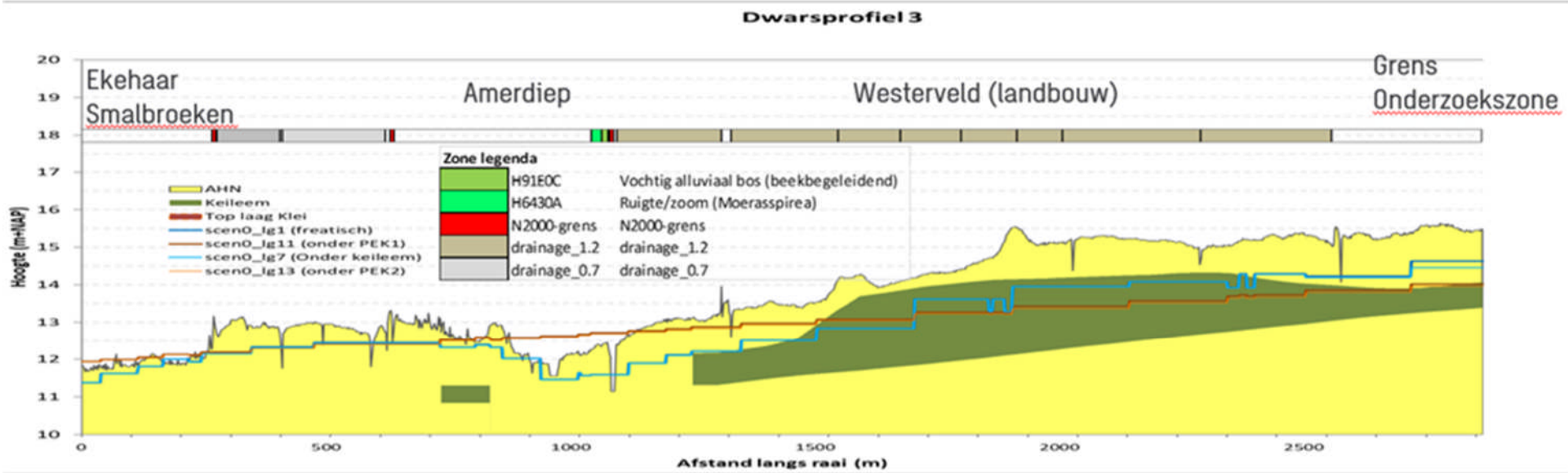


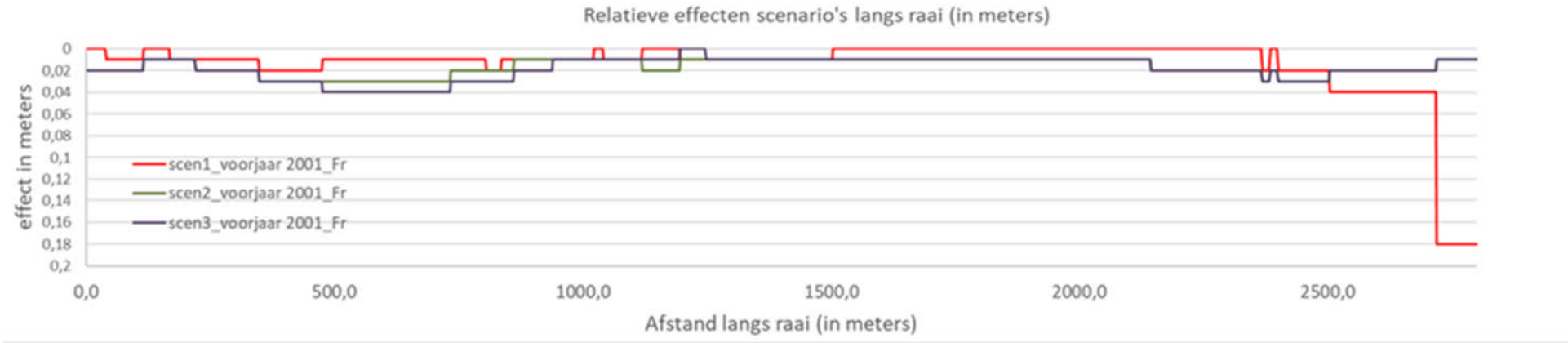

Dwarsprofiel 2
spoorlijn
Loon
Loonerdiep
Koebroeksveld (landbouw)
Hoogte (m+NAP)
Afstand langs raai (m)
AHN
Keileem
Top laag Klei
Top laag BOT_Klei
scen0_lg1 (freatisch)
scen0_lg11 (onder PEk1)
scen0_lg7 (Onder keileem)
scen0_lg13 (onder PEK2)
Zone legenda
H7140A
Overgangs- en trilveen
N2000-grens
N2000-grens
drainage_1.1
drainage_1.1
drainage_2.0
drainage_2.0
drainage_0.9
drainage_0.9

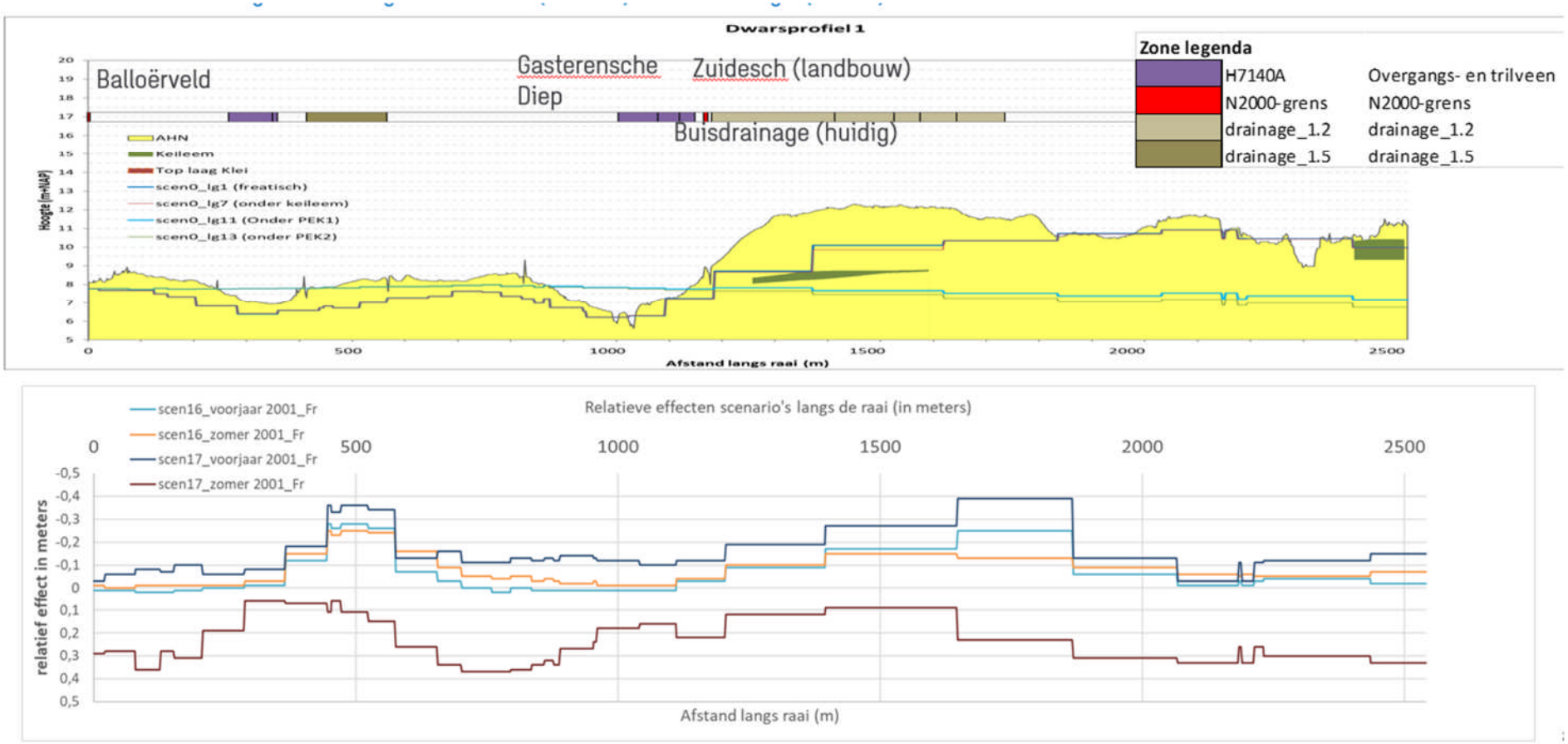

Relatieve effecten scenario's langs de raai (in meters)
Afstand langs raai (m)
relatief effect in meters
scen1_20901_Fr
scen1_20903_Fr
scen1_010401_Fr
scen1_010401_lg11


Dwarsprofiel 3
Ekehaar
Smalbroeken
Amerdiep
Westerveld (landbouw)
Grens
Onderzoekszone
Zone legenda
H91E0C Vochtig alluviaal bos (beekbegeleidend)
H6430A Ruigte/zoom (Moerasspirea)
N2000-grens N2000-grens
drainage_1.2 drainage_1.2
drainage_0.7 drainage_0.7
AHN
Keileem
Top laag Klei
scen0_lg1 (freatisch)
scen0_lg11 (onder PEK1)
scen0_lg7 (Onder keileem)
scen0_lg13 (onder PEK2)
Hoogte (m+NAP)
Afstand langs raai (m)

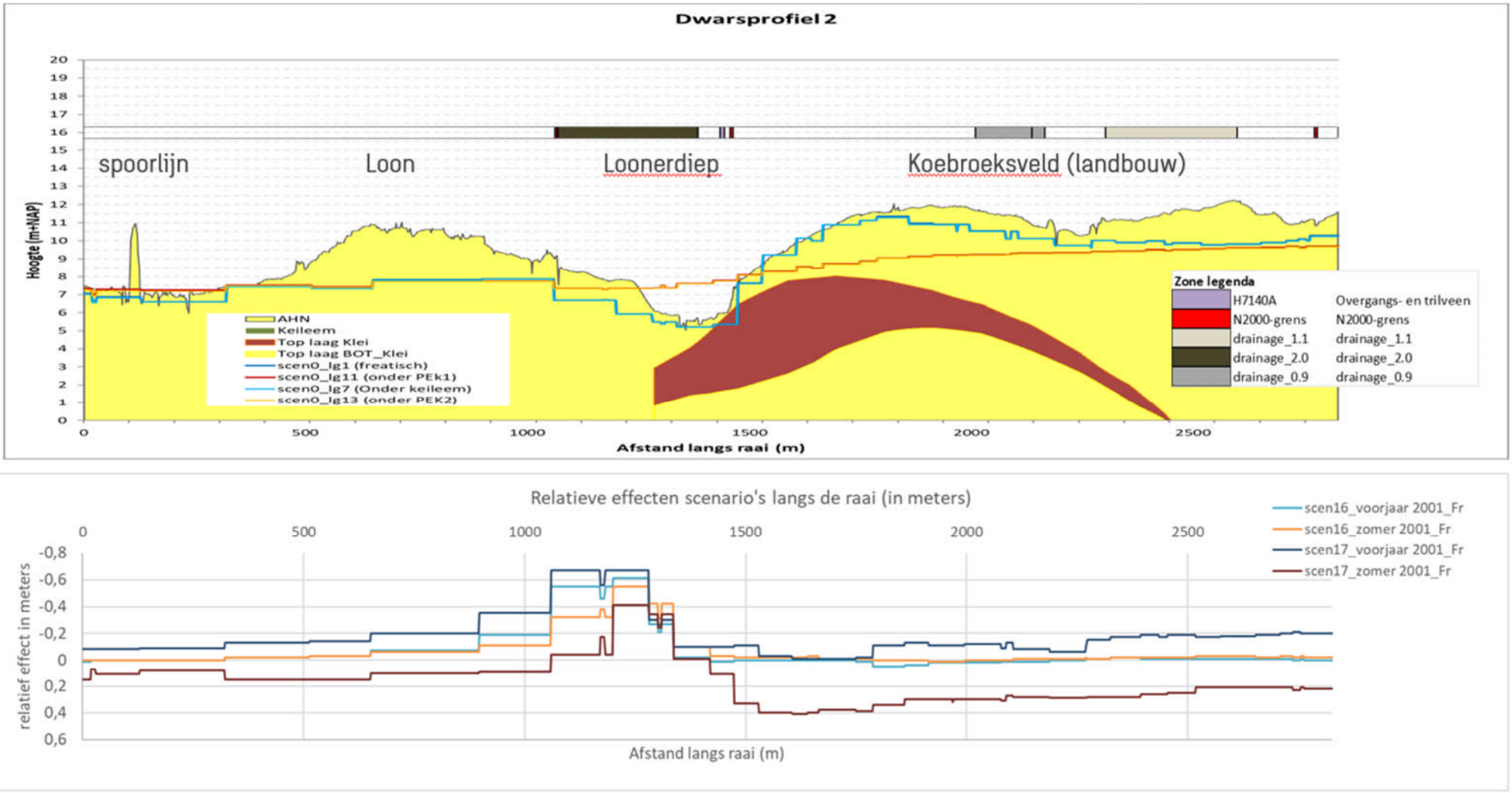

Afstand langs raai (m)
effect in meters
scen1_20901_Fr
scen1_20903_Fr
scen1_010401_Fr
scen1_010401_lg11
Relatieve effecten scenario's langs raai (in meters)


Dwarsprofiel 3
Ekehaar
Smalbroeken
Amerdiep
Westerveld (landbouw)
Grens
Onderzoekszone
Zone legenda
H91E0C
Vochtig alluviaal bos (beekbegeleidend)
H6430A
Ruigte/zoom (Moerasspirea)
N2000-grens
N2000-grens
drainage_1.2
drainage_1.2
drainage_0.7
drainage_0.7
AHN
Keileem
Top laag Klei
scen0_lg1 (freatisch)
scen0_lg11 (onder PEK1)
scen0_lg7 (Onder keileem)
scen0_lg13 (onder PEK2)
Hoogte (m+NAP)
Afstand langs raai (m)

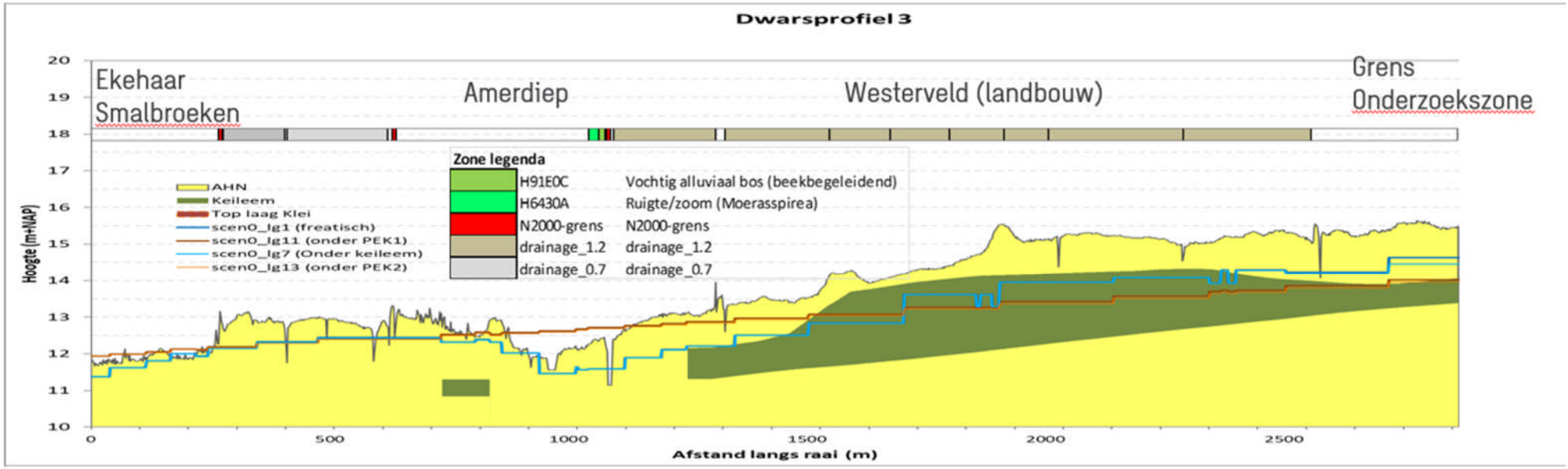

Relatieve effecten scenario's langs raai (in meters)
effect in meters
scen1_voorjaar 2001_Fr
scen2_voorjaar 2001_Fr
scen3_voorjaar 2001_Fr
Afstand langs raai (in meters)

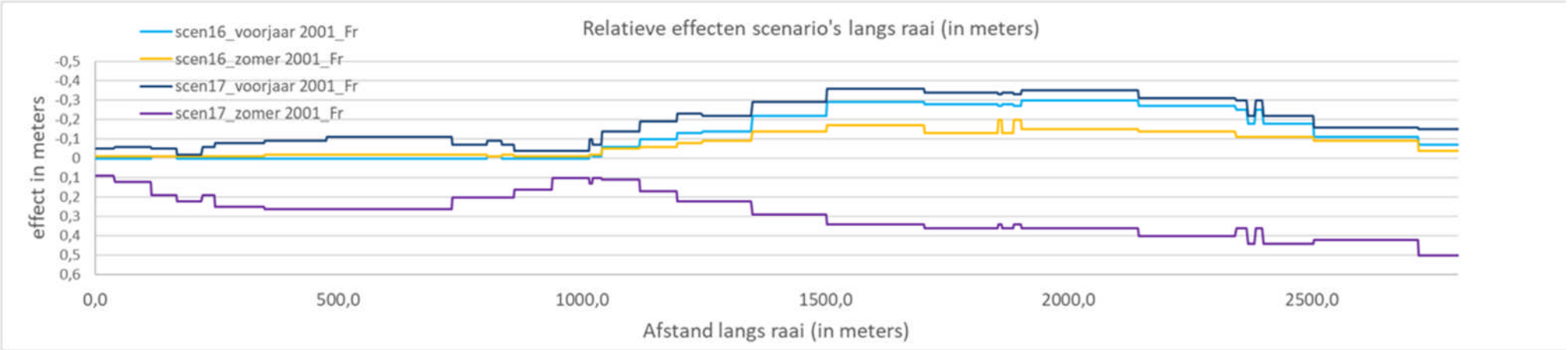


Dwarsprofiel 1. Effect verondiepen buisdrainage tot 80 cm in hele stroomgebied Drentsche Aa bij huidig klimaat (scen 16) en na klimaatverandering (Wh klimaat scenario) (scen 17)



Dwarsprofiel 2. Effect verondiepen buisdrainage tot 80 cm in hele stroomgebied Drentsche Aa bij huidig klimaat (scen 16) en na klimaatverandering (Wh klimaat scenario) (scen 17)





Dwarsprofiel 3. Effect verondiepen buisdrainage tot 80 cm in hele stroomgebied Drentsche Aa bij huidig klimaat (scen 16) en na klimaatverandering (Wh klimaat scenario) (scen 17)

Bijlage 4 Samenvatting resultaten scenario berekeningen

Overzicht naar bladzijde nummers in de PowerPoint presentatie.

Onderwerp	blz. nr
Buisdrainage	3
Diepte drainage MIPWA en in onderzoek zone	11
Analyse weerjaren	13
Het SIMGRO-model	14
Overzicht scenario's	17
Bufferzone van 500 en 200 m	20
Diepte buisdrainage (scen 1 – 3)	21
Diepte buisdrainage (scen 11 –13)	22
Verandering diepte buisdrainage (scen 11 – 13)	23
Effecten scenario 1 (t.o.v. scen 0)	25
Effecten scenario 2 en 3 (t.o.v. scen 1)	33
Kwel naar wortelzone (scen 1 – 3)	37
Effecten scenario 11 - 13 (t.o.v. scen 1)	41
Kwel en wegzijging laag 5 (scen 1 – 3)	45
Effecten scenario 15 en 16 (t.o.v. scen 1)	51
Effecten scenario 17 (t.o.v. scen 1)	58

TOPSOIL: onderzoek buisdrainage

Presentaties

februari – juni 2019



De onderwerpen

- Verspreiding en diepte buisdrainage (modelgebied en onderzoek zone)
- Analyse weerjaren
- Model SIMGRO
- Lijst met scenario's
- Resultaten

    Onderzoekszone is bufferzone, zone 500 m en 200 m (scenario 1-3)

    Ondiep draineren vergeleken met scenario 1 (scenario 12 en 13)

    Ondiep draineren vergeleken met scenario 0 (scenario 15 en 16)

Buisdrainagekaart 2015

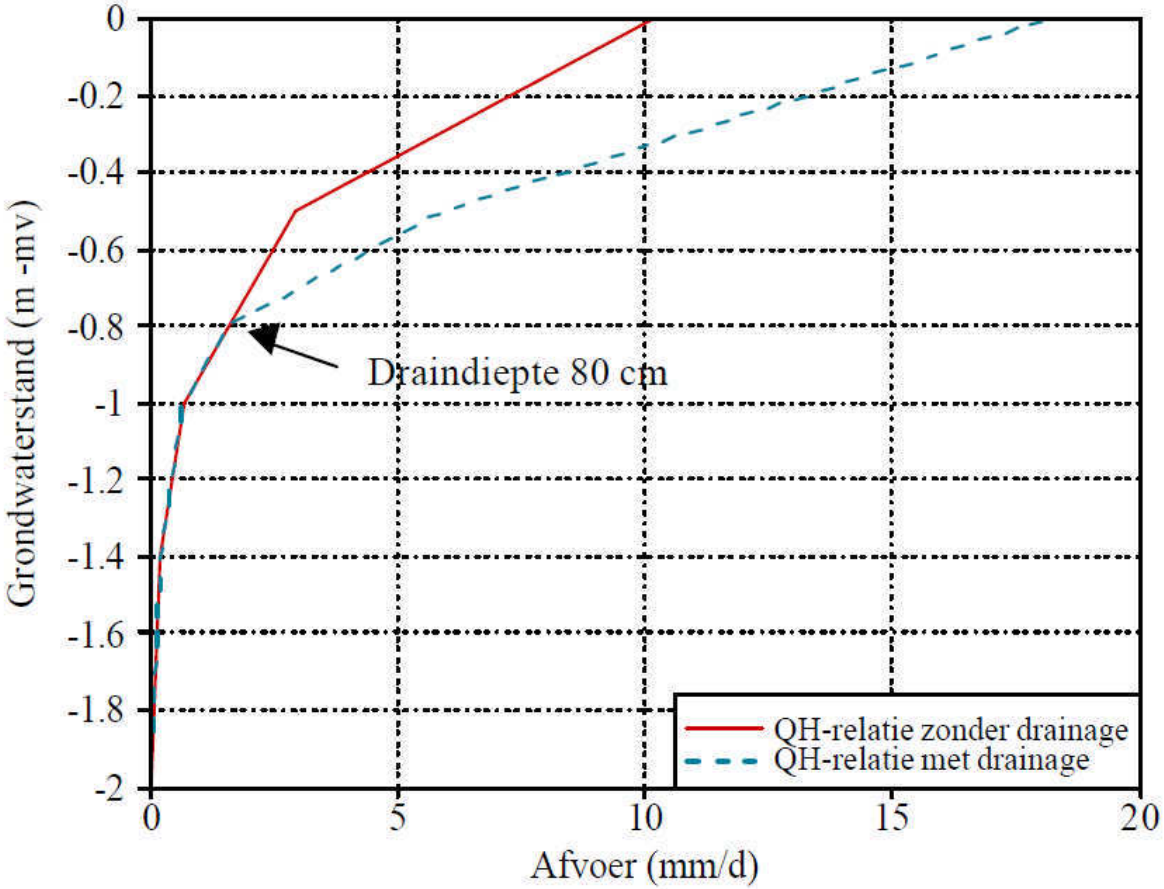
Update landelijke buisdrainagekaart op basis van de landbouwmeitellingen van 2012
H.Th.L. Massop en C. Schuiling (feb 2016)

Draindiepte onderscheiden naar landgebruik en bodem.

Landgebruik	Bodem	Draindiepte in cm-mv
Grasland	Veen	80[1]
	Zand	80[1]
	Klei	80[1]
Akkerbouw/tuinbouw	Veen	95[2]
	Zand	100
	Klei	110
Stedelijk	nvt	120

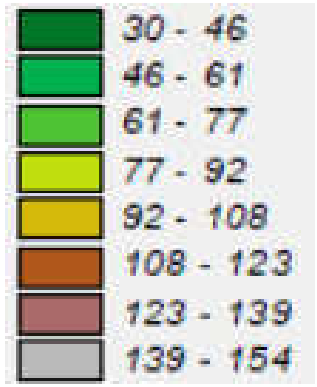
Ontwateringskarakteristiek in een hellend gebied

Voorbeeld afvoerrelatie
zonder en met buisdrainage



Buisdrainage in MIPWA 3.x

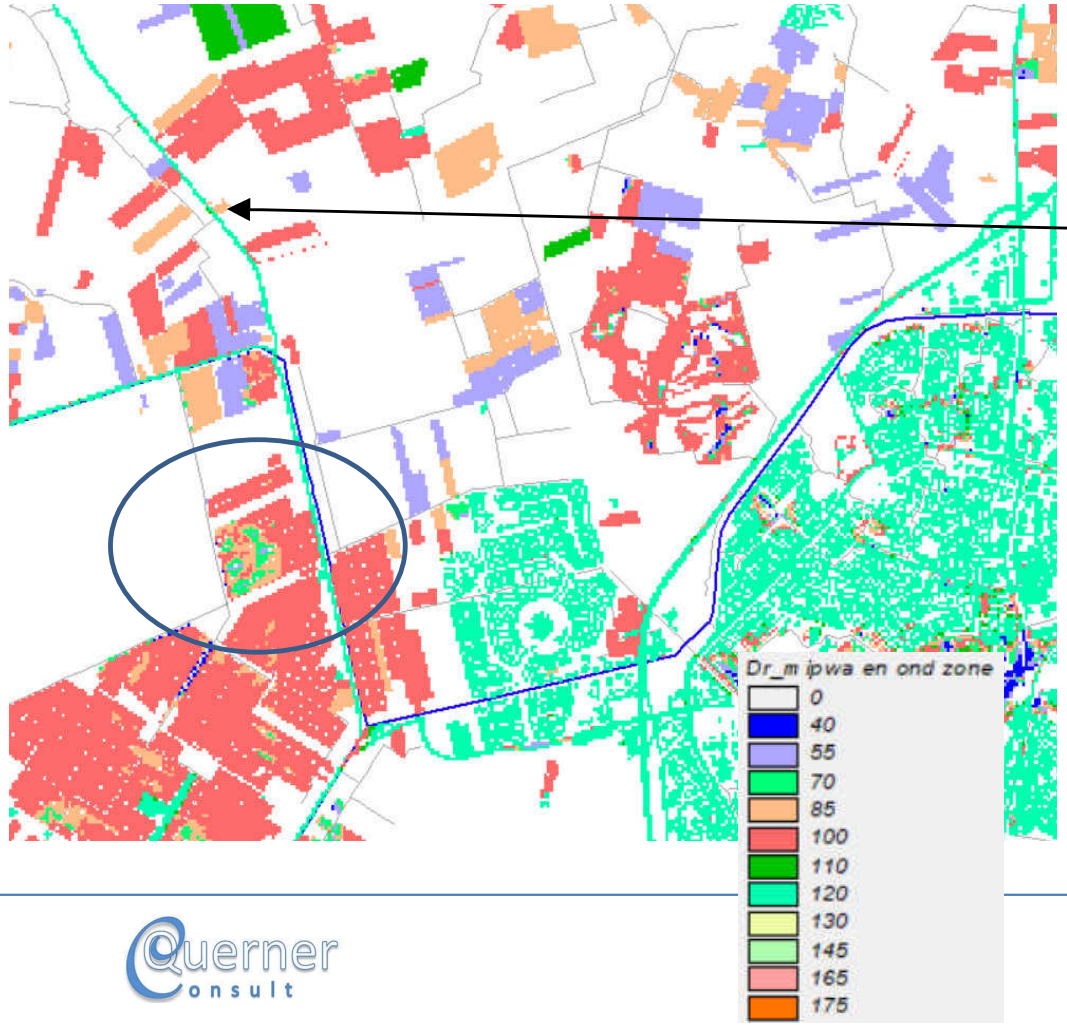
Diepte in cm-mv



Herkenbaar zijn de stedelijke gebieden met diepte van 120 cm-mv

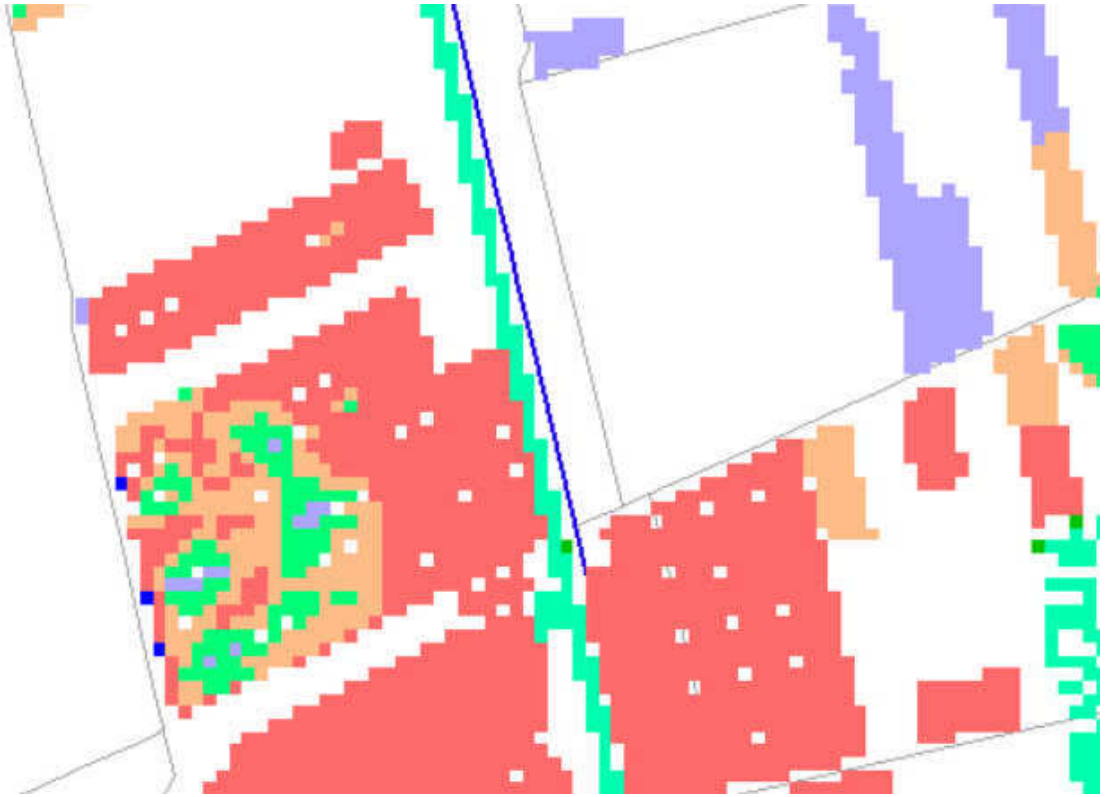


MIPWA data buisdrainage

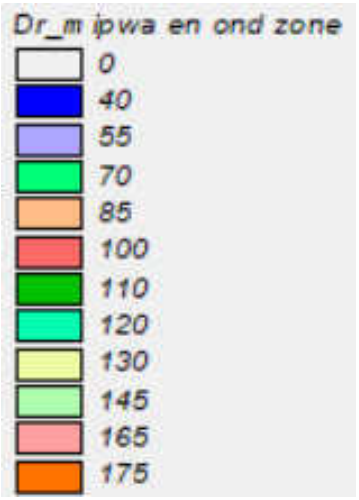




Variatie in de diepte van de drainage



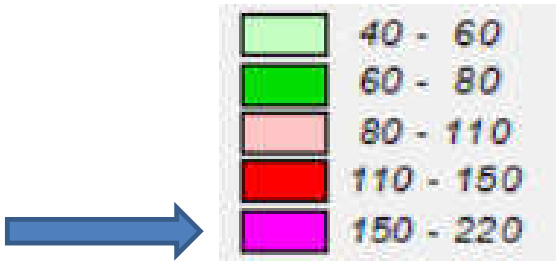
Diepte op basis van de bodemsoort



Buisdrainage in onderzoek zone

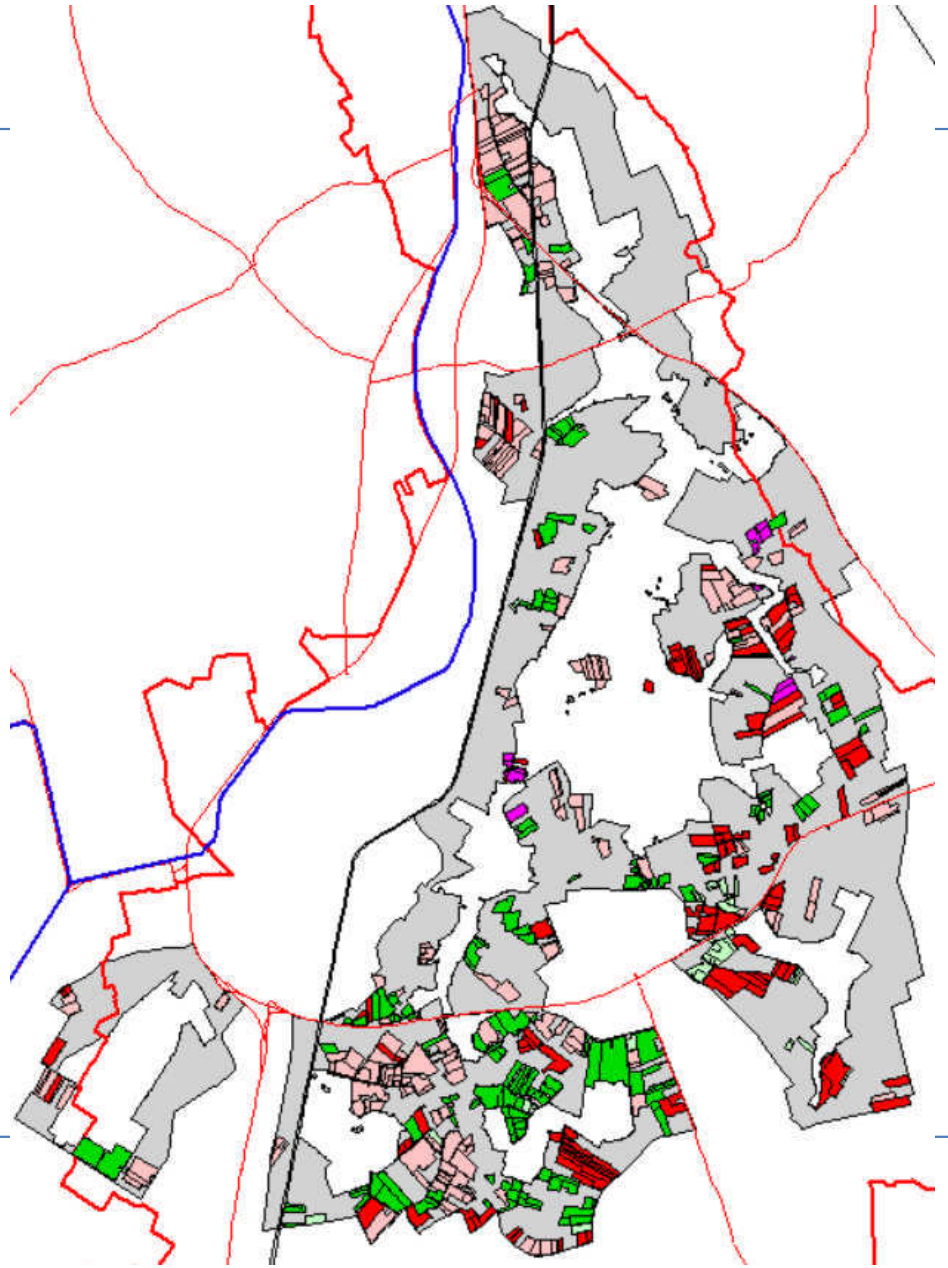
Gecorrigeerd op waarneembare fouten in de diepte

Diepte drainage (cm – mv)



Grote variatie in diepte over korte afstand

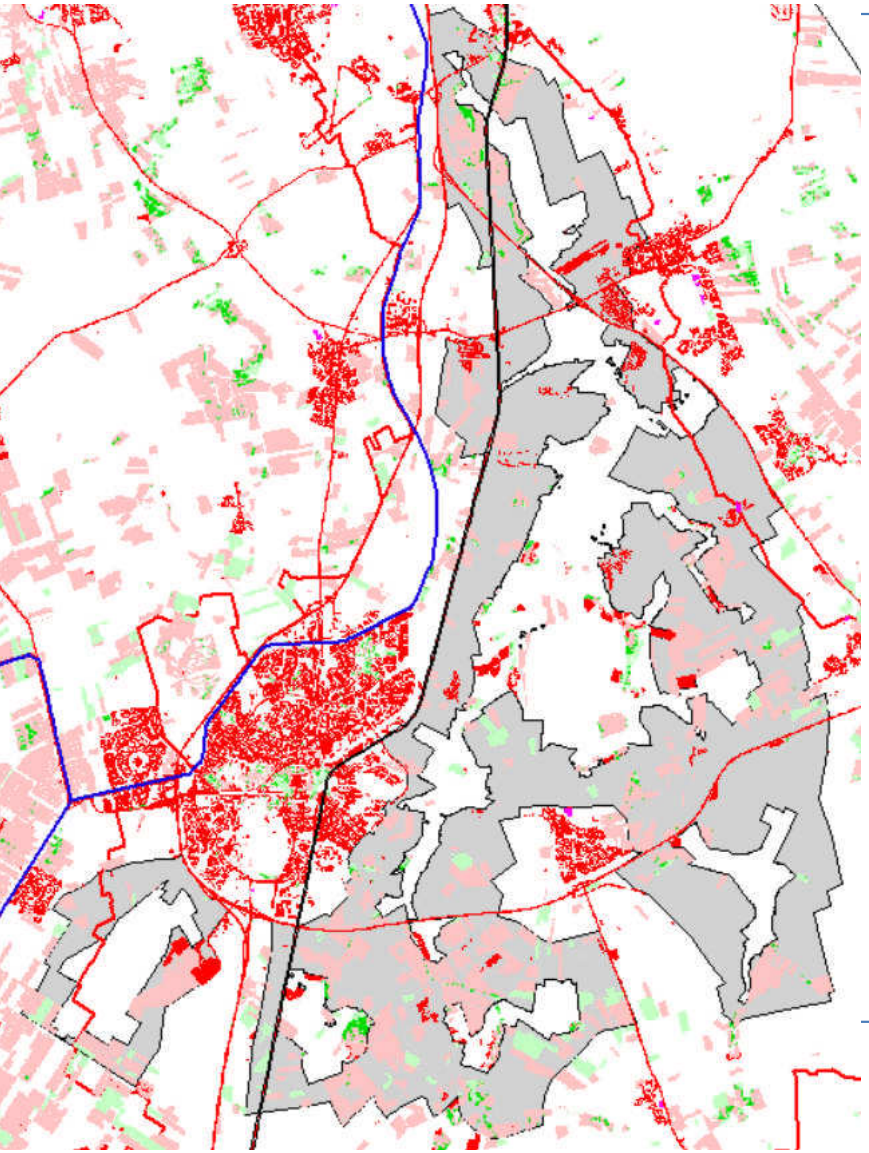
Diepte van max. 1,70 m aanhouden (zie ook MIPWA data)



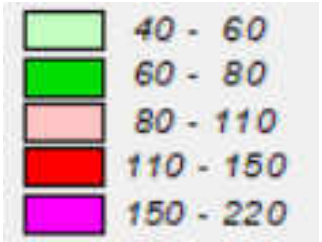
Buisdrainage in MIPWA

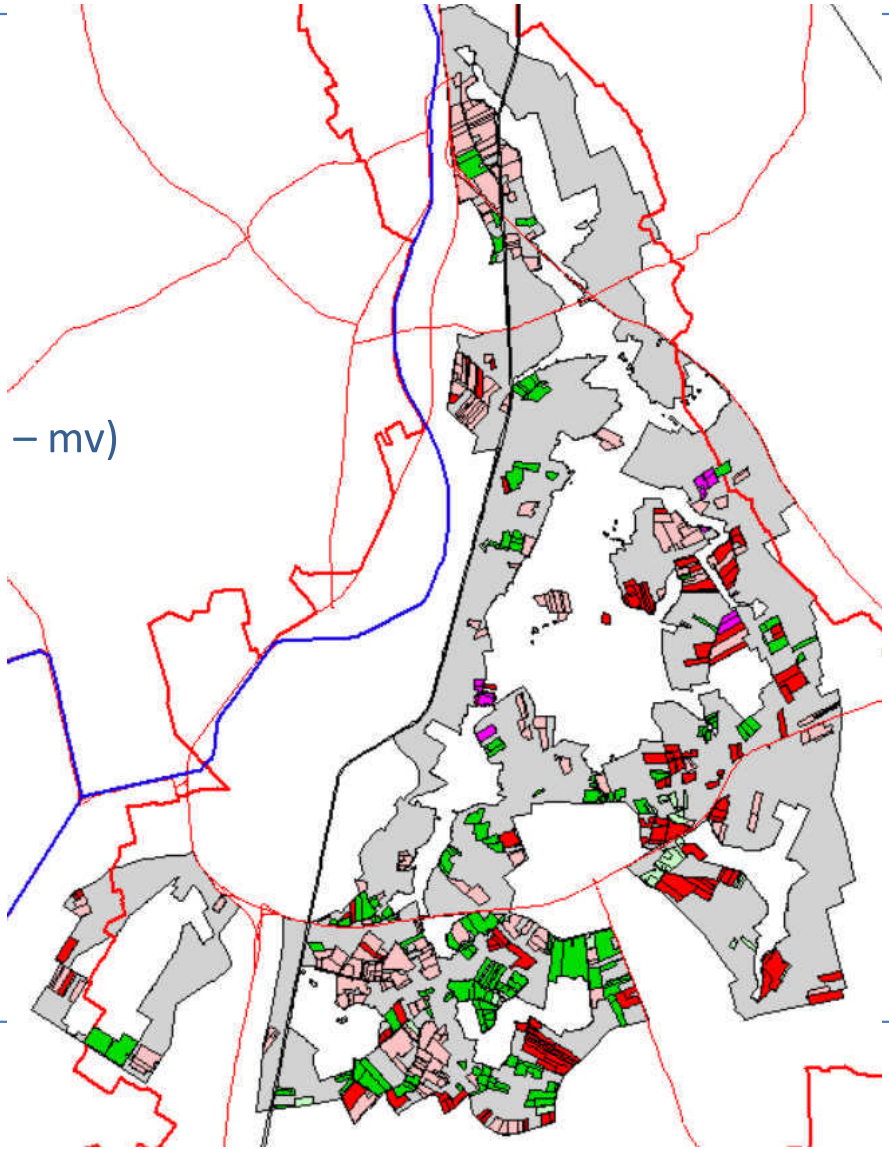
Groot verschil in de diepte

Prov. Inventarisatie



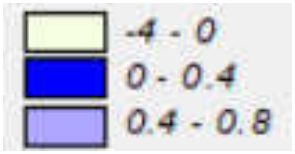
Diepte drainage (cm – mv)

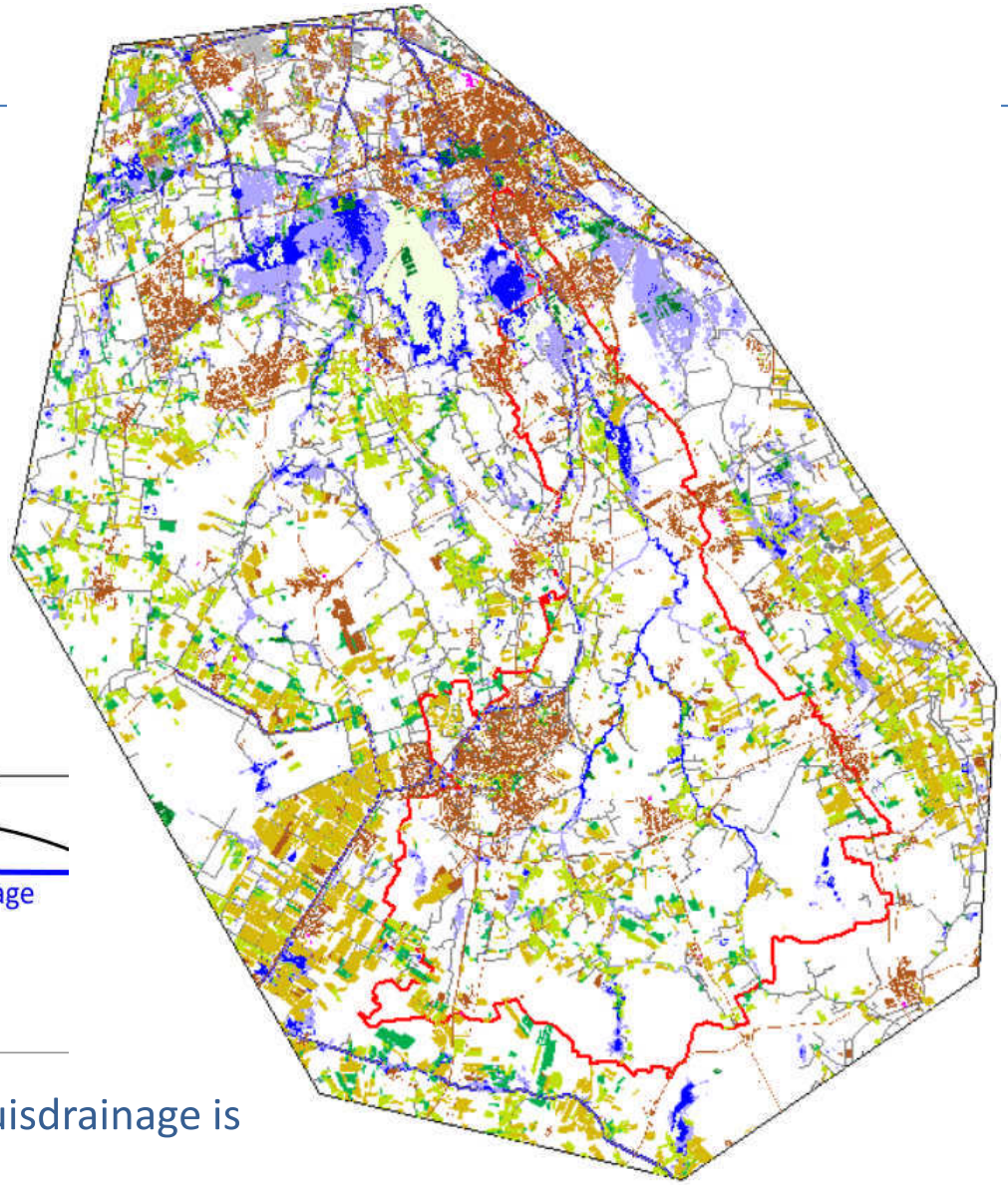




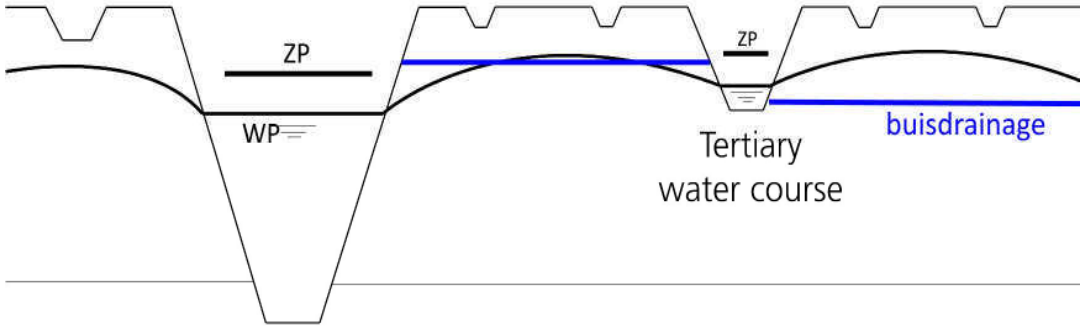
Buisdrainage en oppervlaktewaterstanden

Oppervlaktewater (m – mv)





Consequenties bij infiltratie via de drainage



De infiltratieweerstand van de buisdrainage is aangepast: 99990,0 dagen

Diepte drainage MIPWA en in onderzoek zone

Diepte (cm-mv)	Aantal cellen (25x25 m)	% modelgebied	
40	10563	0.6	
55	34152	1.8	
70	18603	1.0	
85	100192	5.3	
100	140867	7.4	<<<< meest voorkomend
110	8498	0.4	
120	131219	6.9	met name stedelijk gebied
130	5942	0.3	
145	10185	0.5	
160	871	0.0	
170	862	0.0	
totaal gedr.	461954	24.2	%
geen drainage	1444987		
Modelgebied	1906941	119184	ha

Buisdrainage – enkele kanttekeningen

- Stedelijk gebied, onder N-wegen en snelwegen altijd gedraineerd. Is dit realistisch?
- Grote boerderijen met stallen zijn soms ook gedraineerd (data LGN7)

- Variatie in buisdrainage (0,4 tot 1,75 m-mv) ook soms binnen één perceel

- Oppervlaktewaterpeil (soms ondieper dan 0,8 m), dus bij een standaard draindiepte van bijv. 1,1 m, geeft dit in SIMGRO soms infiltratie via de drains (zoals onderwaterdrainage). Is dit gewenst? Verhogen intreeweerstand naar 99990 dagen.

Analyse weerjaren

Gegevens van station Eelde:

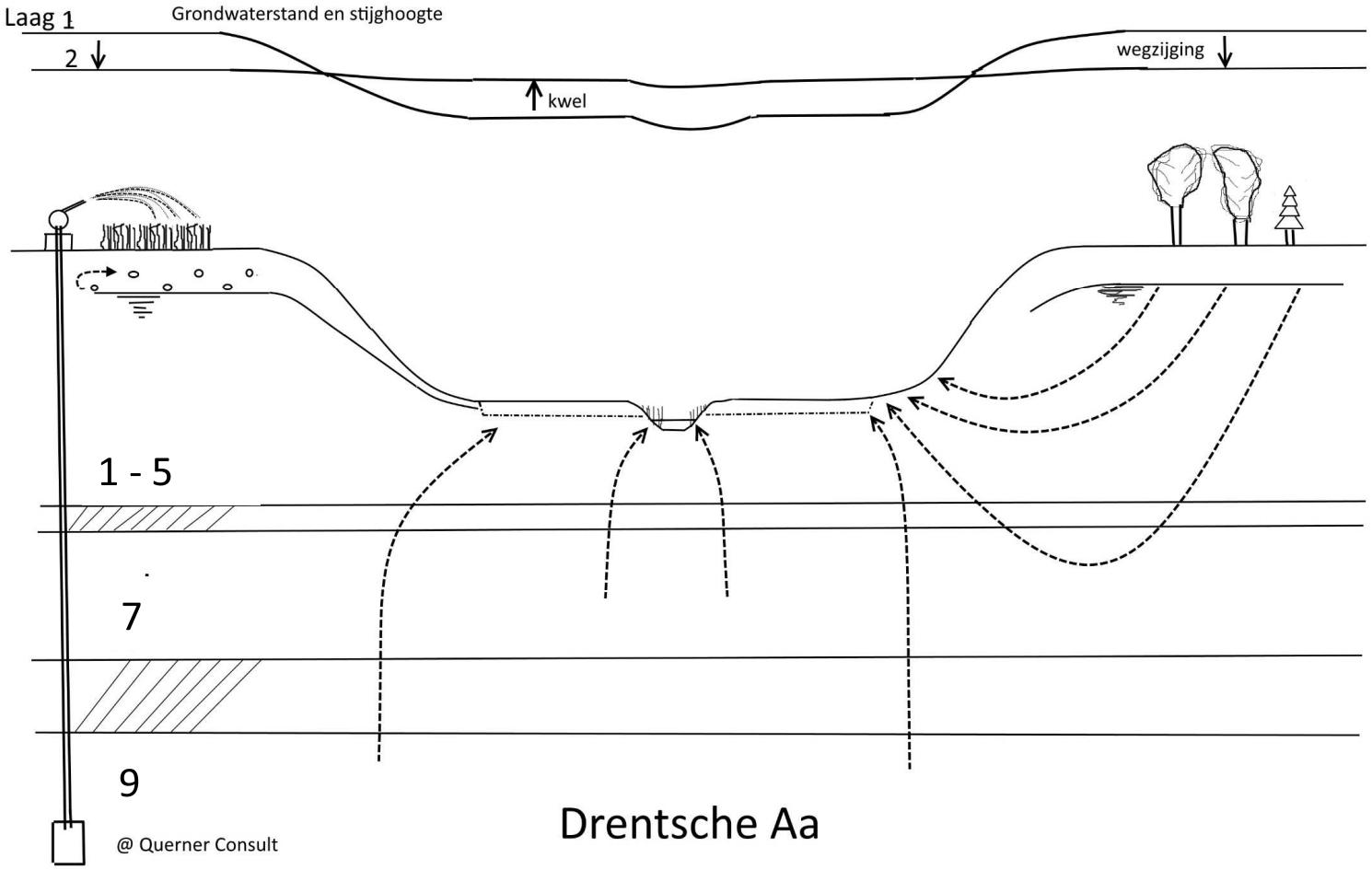
Winterhalfj.	Neerslag	ETp ref	Neerslag afwijking gem. mm	Neerslag afwijking gem. %
1981/1982	378.8	99.7	-41.9	-10.0
1997/1998	375.9	97.5	-44.8	-10.6
1998/1999	559.1	92.4	138.4	32.9
1999/2000	521.4	97.2	100.7	23.9
2000/2001	442.6	92.1	21.9	5.2
2001/2002	517.8	114.8	97.1	23.1
2002/2003	385.6	109.0	-35.1	-8.3
2003/2004	485.8	101.2	65.1	15.5
2004/2005	360.0	103.1	-60.7	-14.4
2006	313.2	103.0	-107.5	-25.5
2007	479.8	111.4	59.1	14.1
2008	529.1	93.9	108.4	25.8
2009	432.5	91.5	11.8	2.8
2010	369.6	94.7	-51.1	-12.1
gemiddeld	420.7	98.3		

Zomerhalfj.	Neerslag	ETp ref	N - Etp
1982	306.2	471.3	-165.1
1998	550.2	394.4	155.8
1999	370.3	476.8	-106.5
2000	375.2	423.7	-48.5
2001	611.9	453.9	158.0
2002	390.7	436.4	-45.7
2003	324.9	500.8	-175.9
2004	476.4	468.2	8.2
2005	416.8	455.8	-39.0
2006	362.2	488.4	-126.2
2007	430.9	458.7	-27.8
2008	281.0	475.8	-194.8
2009	367.2	508.2	-141.0
2010	504.1	475.5	28.6
gem.	394.3	447.2	

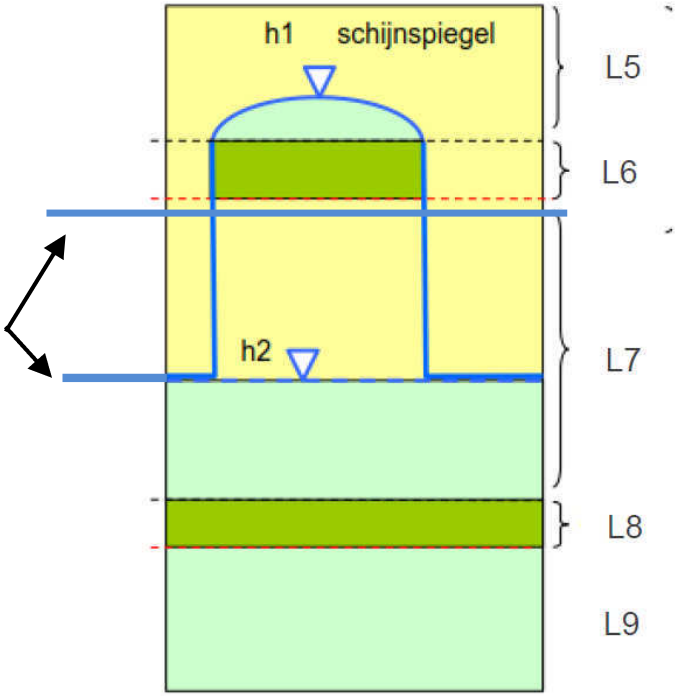
10 <> -10%
natter
droger

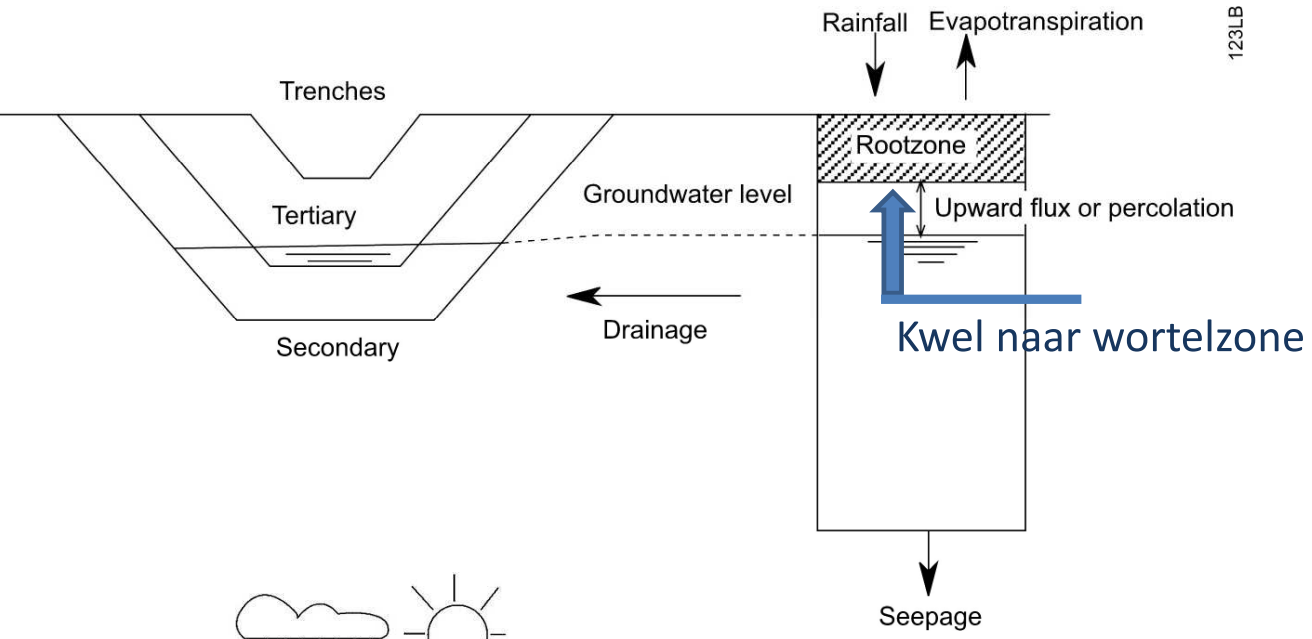
Conclusie: gemiddelde winter 2000/2001 aangehouden voor de berekeningen

SIMGRO – een regionaal grondwaterstromingsmodel

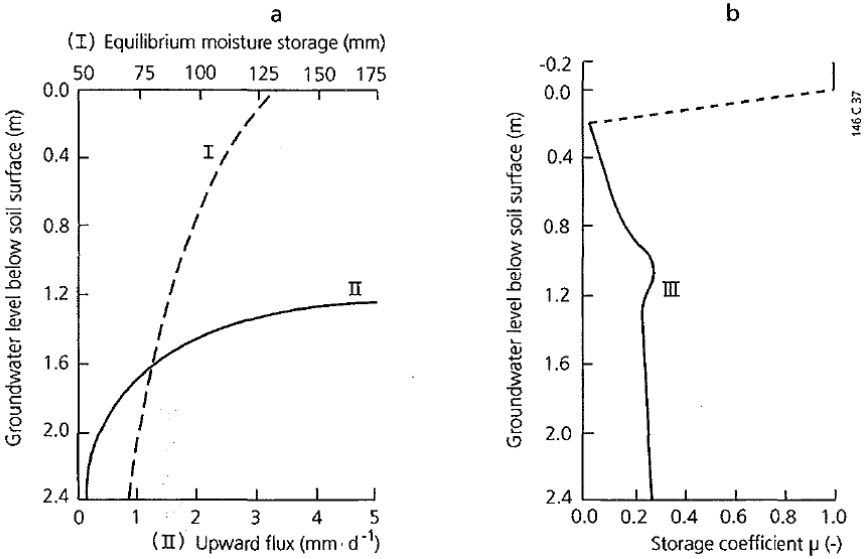


Schijnspiegels (complex)

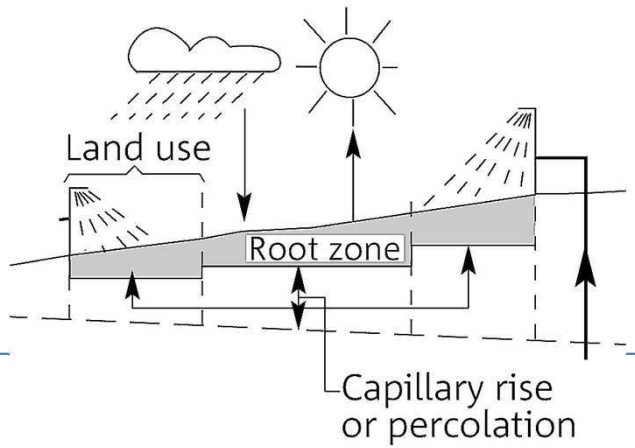


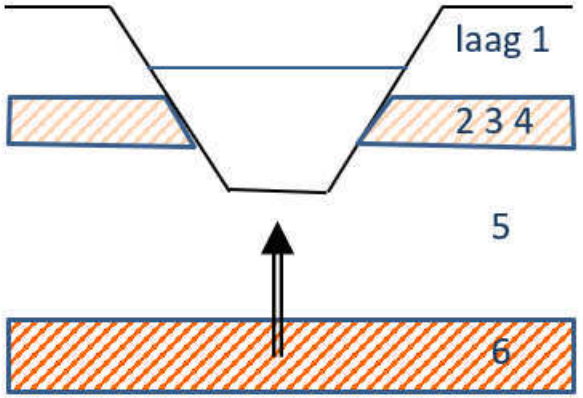


Kwel naar wortelzone



Kwel laag 5





diepe kwel 7

Berekeningen met Simgro en presentatie resultaten

Gemiddelde winter: **2000/2001**

Berekeningen:
1998 t/m 2005 (8 jaar) (*Klimaat bestendig project: 2000 t/m 2007)*

Verandering GVG – 1 april 2001 delta GHG, GVG en GLG over 8 jaar
Verandering GLG – 2 sept 2002
Toetsen aan verlagingen van 2 en 5 cm in het voorjaar (GVG)
Verlaging van 1 cm aan het eind van de zomer (GLG)

Kwel beoordelen in voor- en najaar: toelaatbaar maximaal 0,1 mm/d
perioden: GVG: 1 maart – 31 maart 2001
GLG: 15 aug – 15 sept 2001 en/of 15 aug – 15 sept 2003
effecten in 2003 zijn iets minder groot zie resultaten

Scenario's

Scenario	Omschrijving	Overige landbouwgebied	Onderzoekszone	Bufferzone	Toelichting
scen 0	huidige situatie	Drainage MIPWA 3.x	Drains Prov. Invent.	-	diepte variabel
scen 1	Buffer onderz. zone	Alle landb. gronden drains	Drains Prov. Invent.	Onderz-zone	bestaande variabel; nieuw op 1.1 m-mv
scen 2	Buffer 500 m	,,	,, + landb. gr drains	Buffer 500 m	,,
scen 3	Buffer 200 m	,,	,, + landb. gr drains	Buffer 200 m	,,
scen 11	Ondieper onderz. zone	Alle landb. gronden drains	Gehele zone 0.8 m-mv *)		
scen 12	Ondieper 500 m	,,	Prov. Invent + landb 1.1 m	500 m op 0.8 m*)	
scen 13	Ondieper 200 m	,,	,,	200 m op 0.8 m*)	

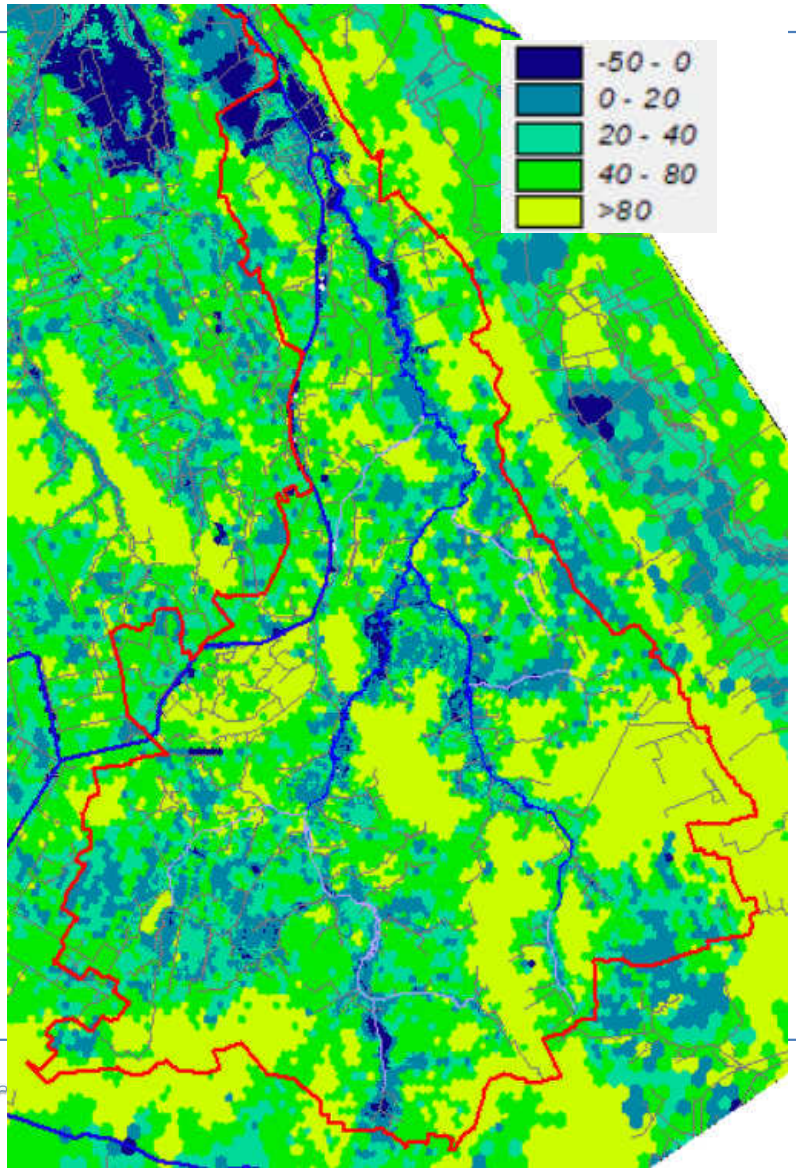
*) aanwezige drains ondieper dan 0.8 m, is de diepte niet aangepast

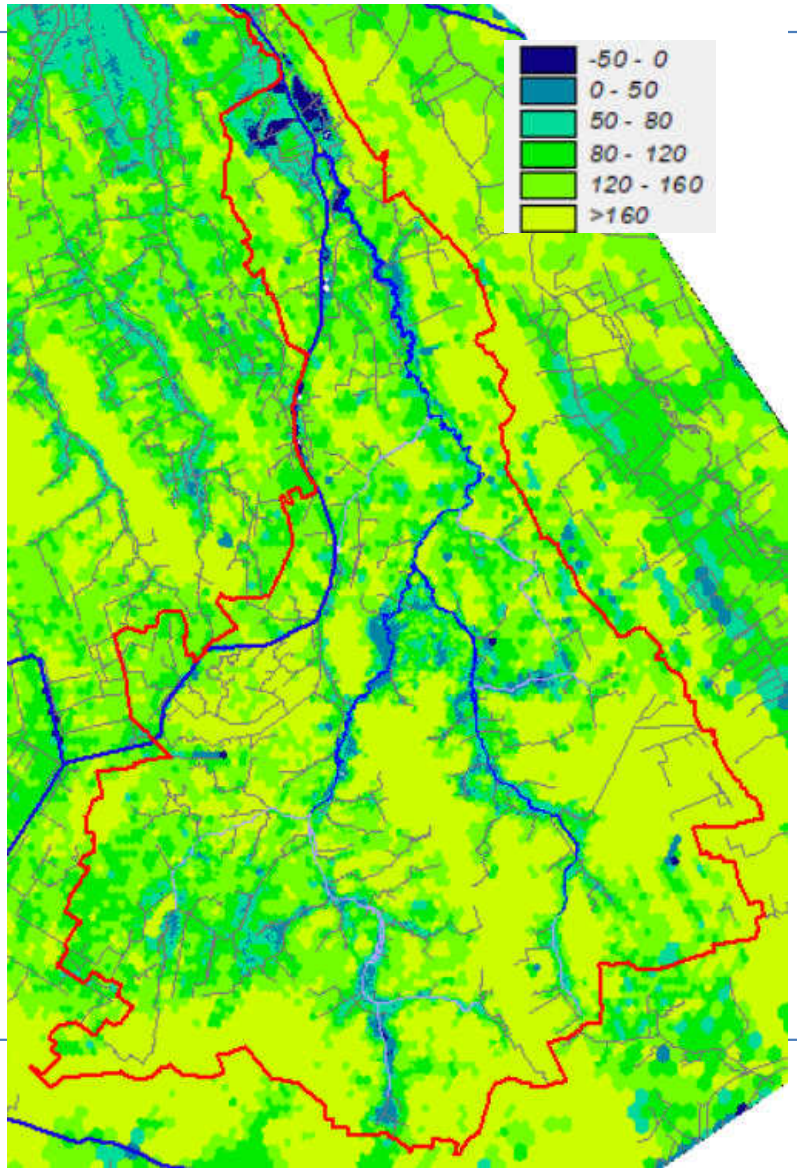
scen 15 Bestaande drains onderzoekzone ondiep (0.8 m – mv) en vergelijk met scenario 0

scen 16 Bestaande drains stroomgebied Drentsche Aa ondiep en vergelijk met scenario 0

scen 17 Klimaat scenario W_H en drains zoals scenario 16

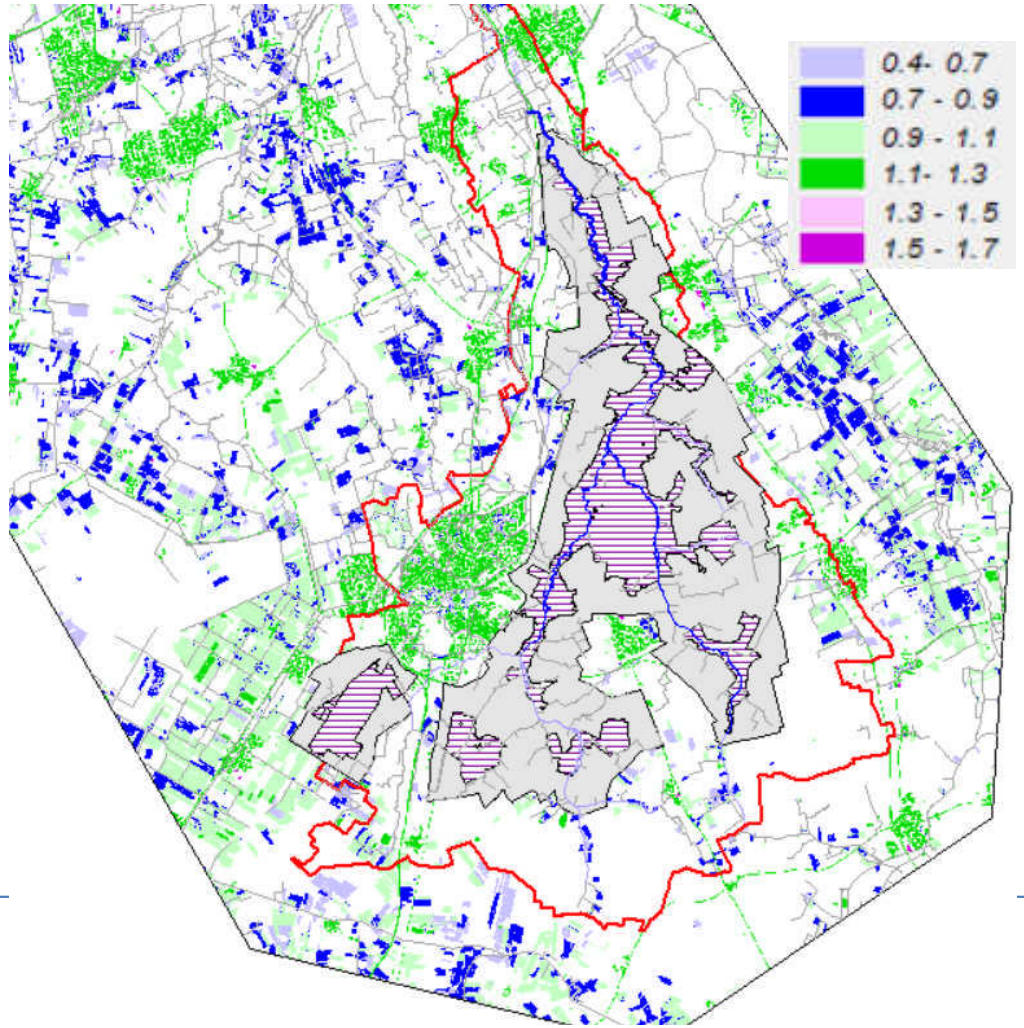
Huidige situatie (scen0) GHG (1998 t/m 2005) GLG



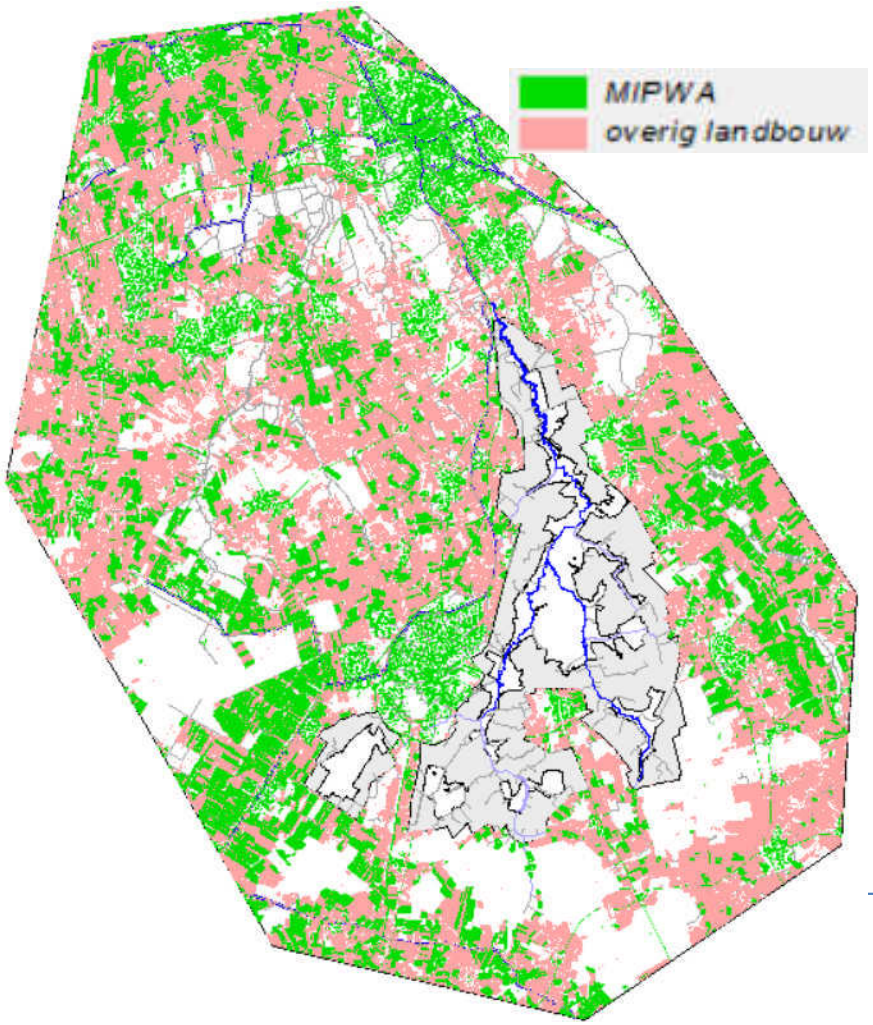


Buisdrainage buiten de onderzoekszone

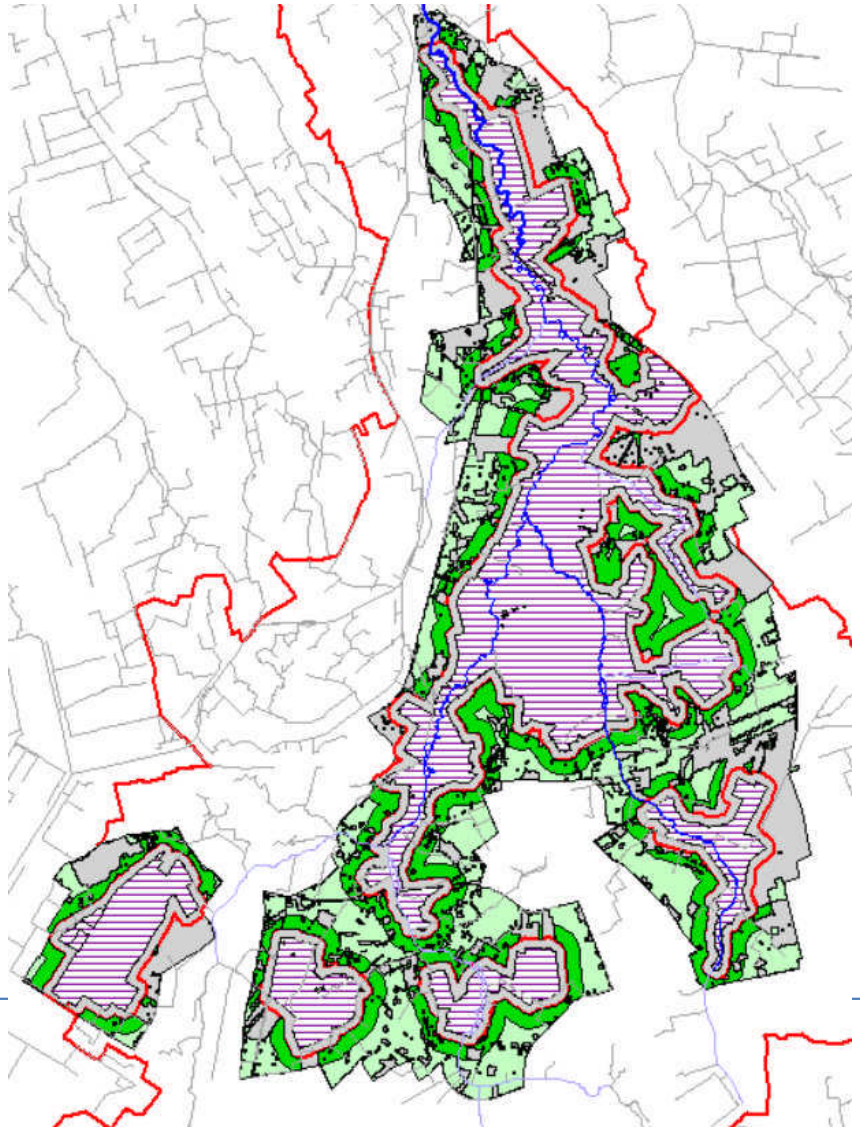
Huidige situatie (data MIPWA 3.x)

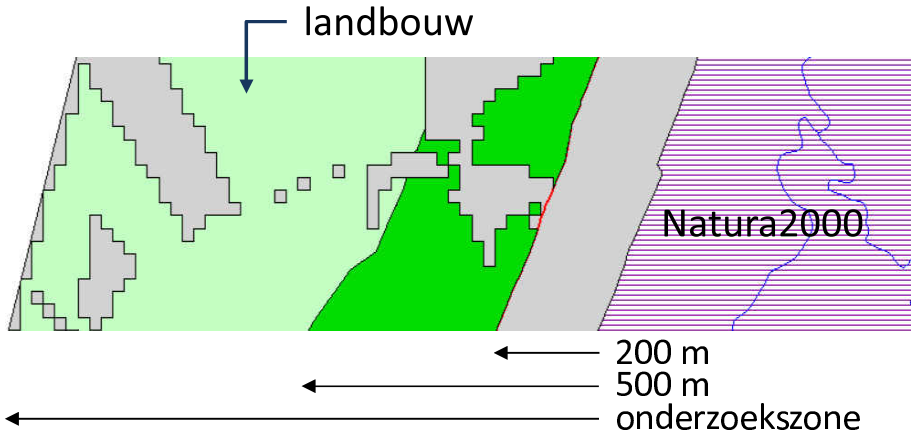


Worst case alle landbouw



Onderzoekszone met bufferzone van 500 m en 200 m

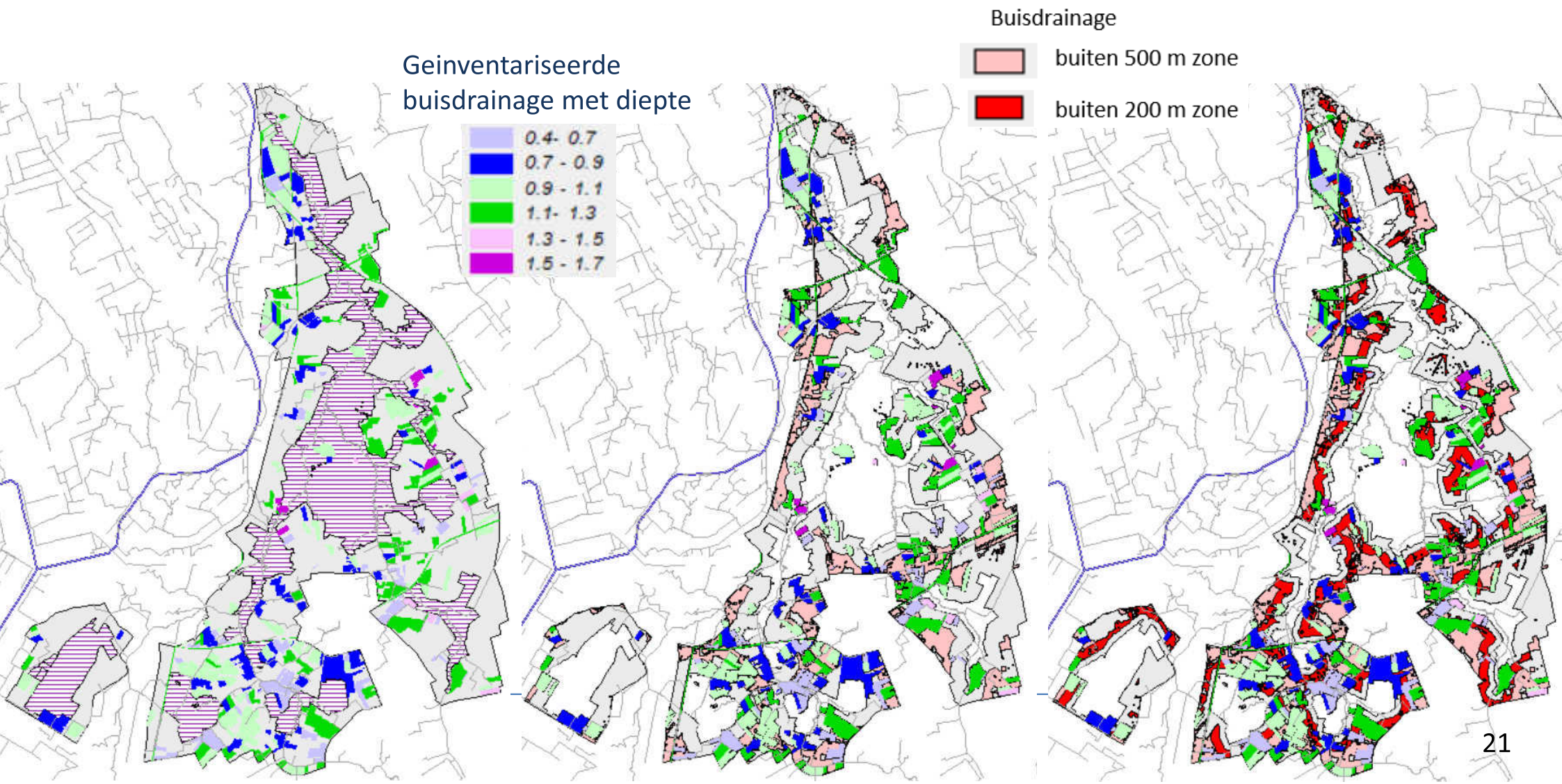




Buffer = onderzoekszone (scen1)

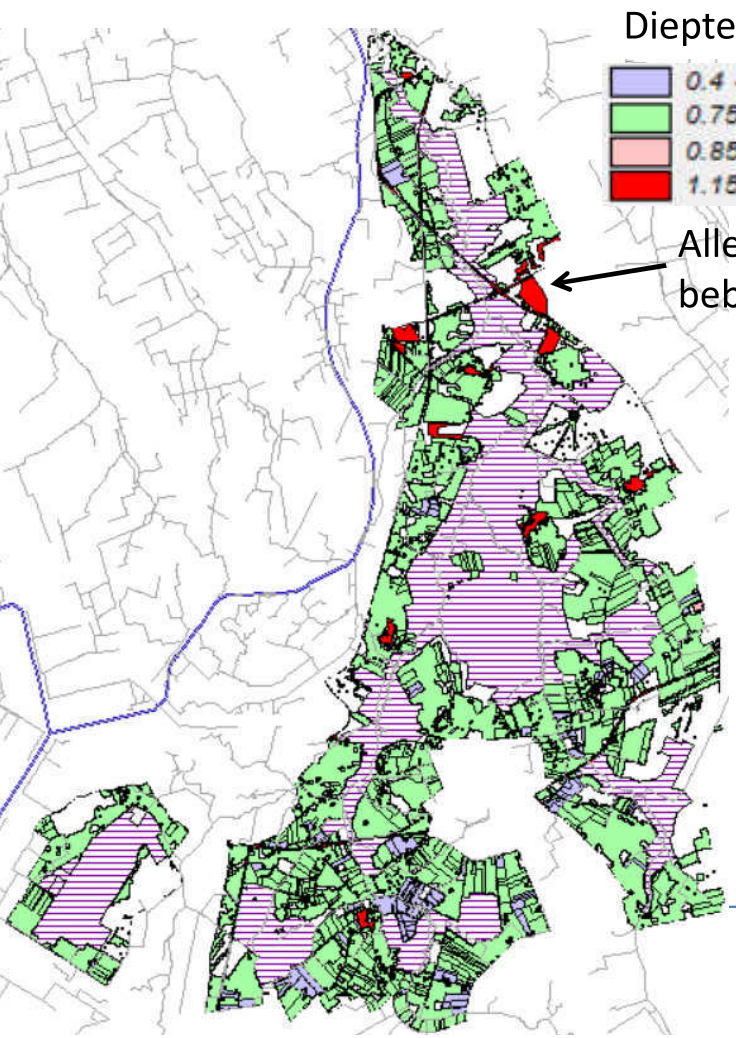
buffer 500 m (scen2)

buffer 200 m (scen3)

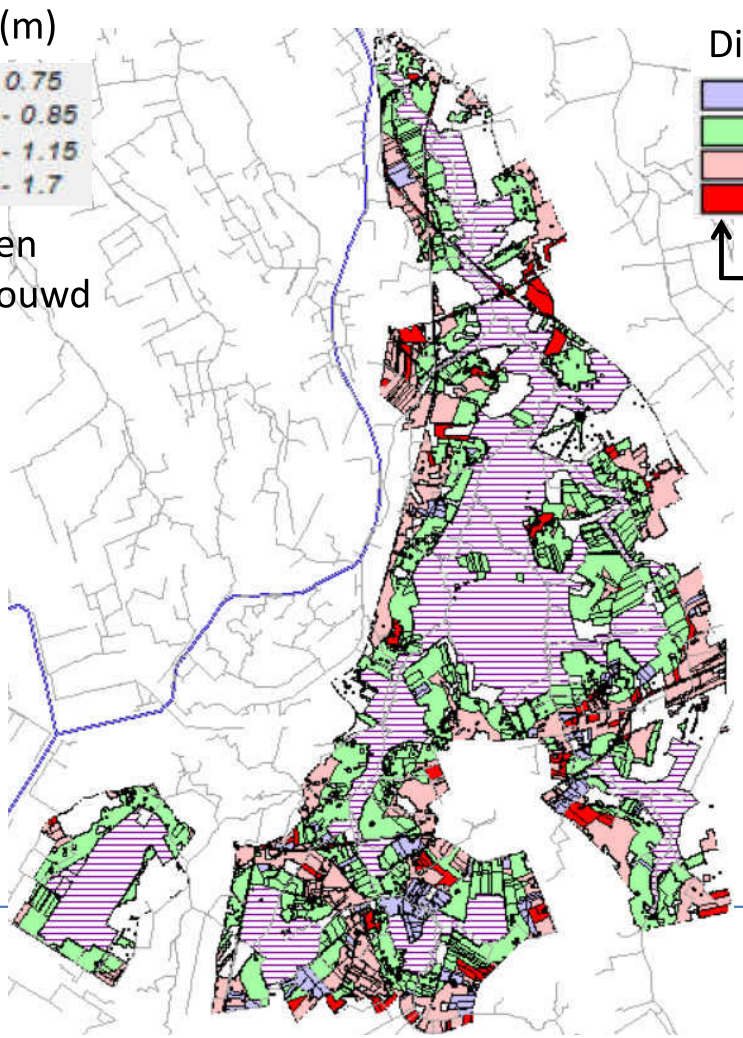


Ondiep draineren

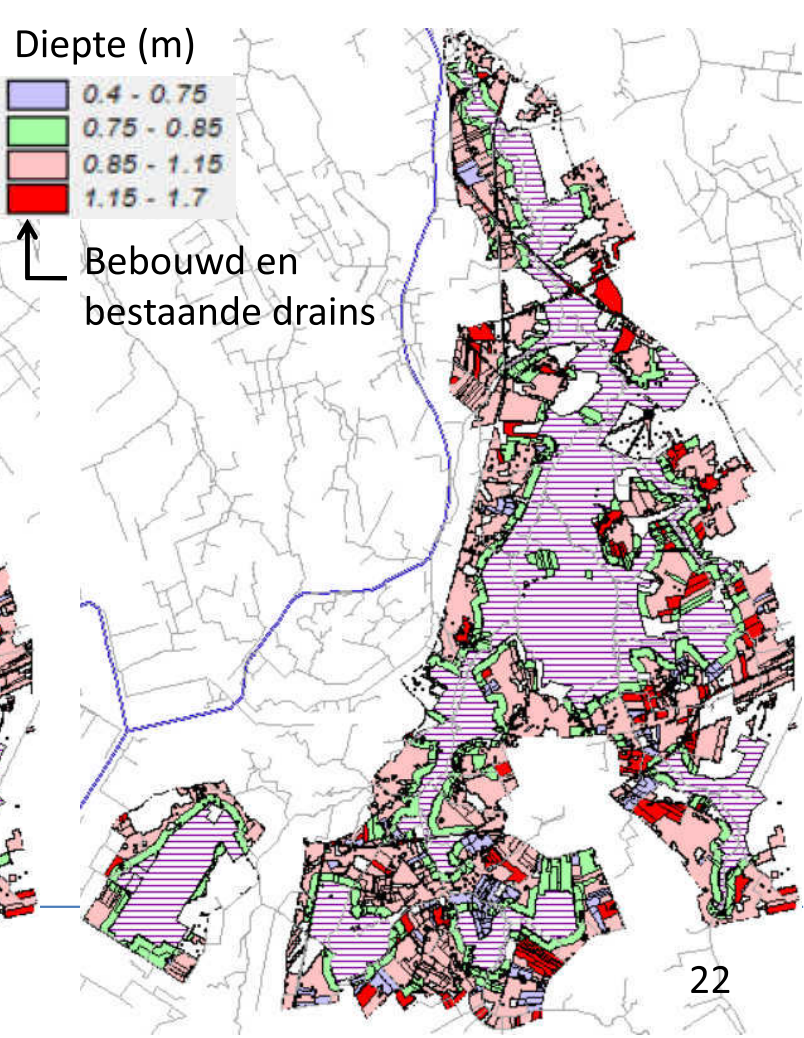
Onderzoekszone (scen 11)



zone 500 m (scen 12)

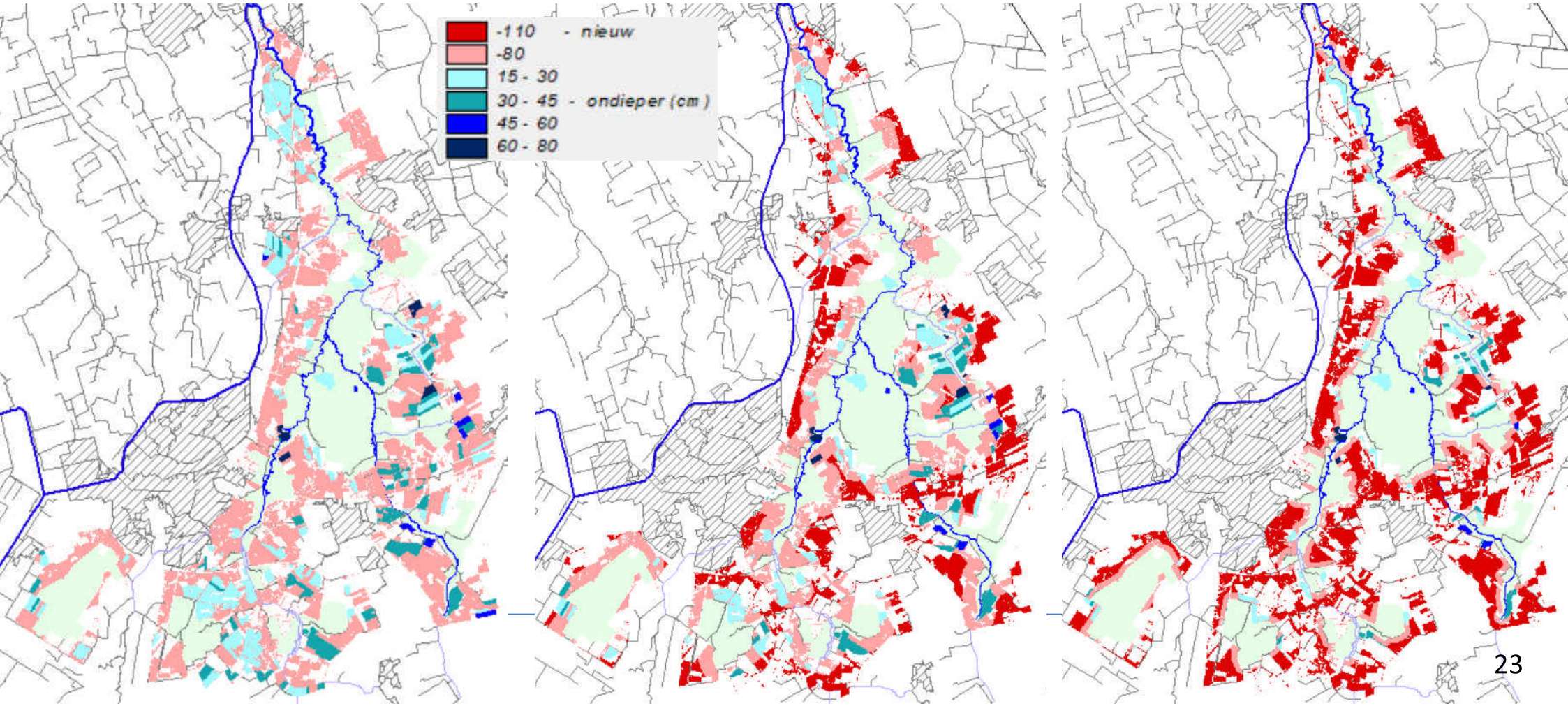


zone 200 m (scen 13)

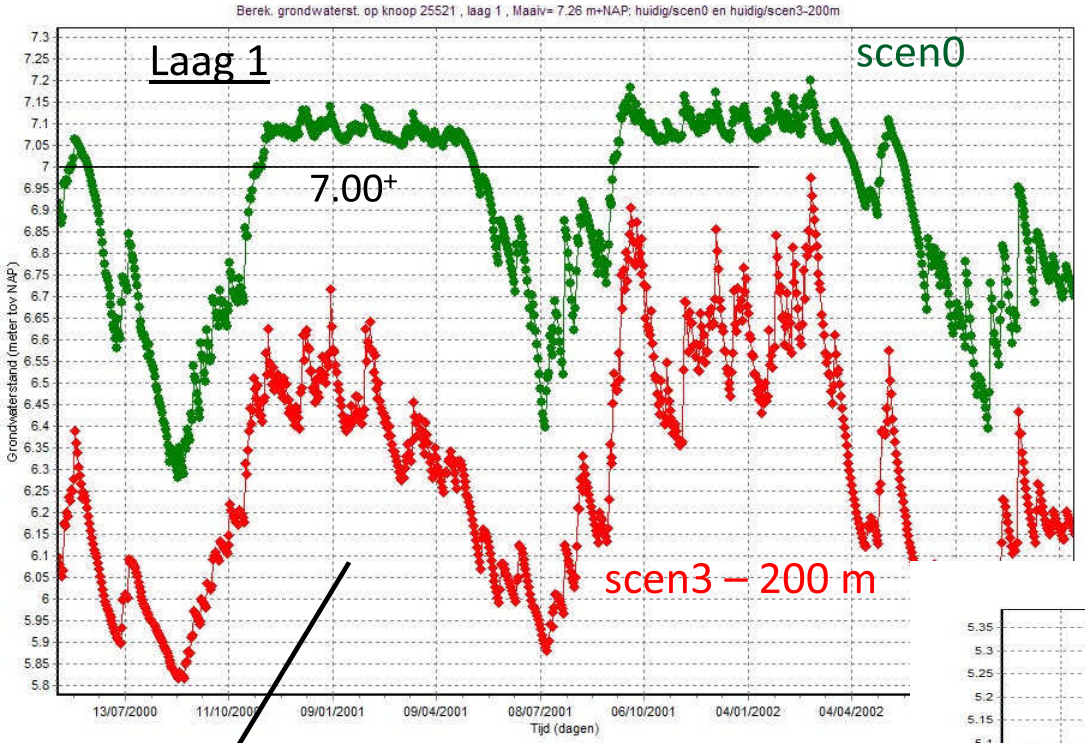


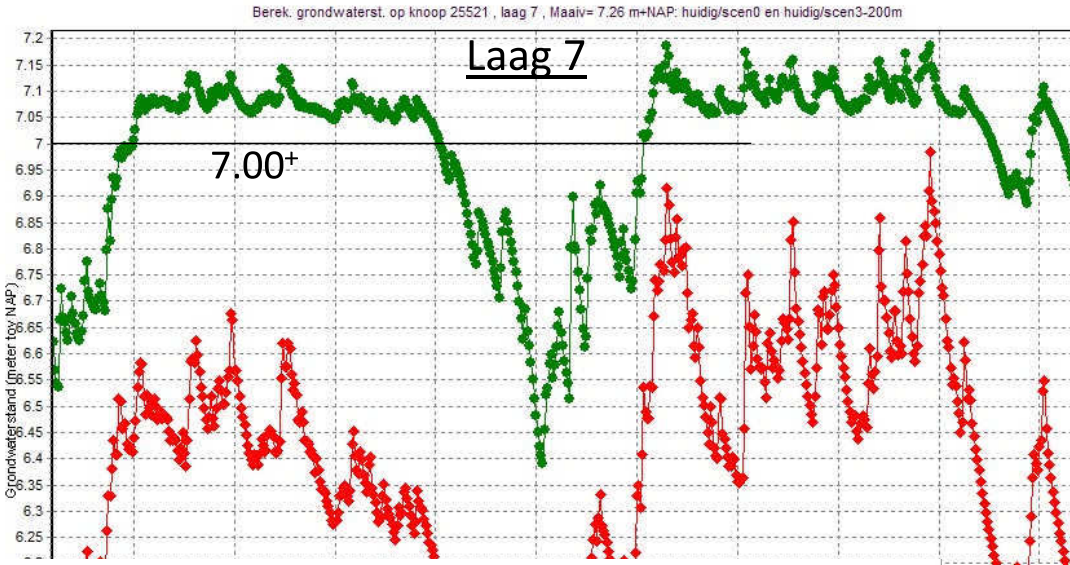
Ondiep draineren - nieuwe drainage en bestaande ondieper leggen

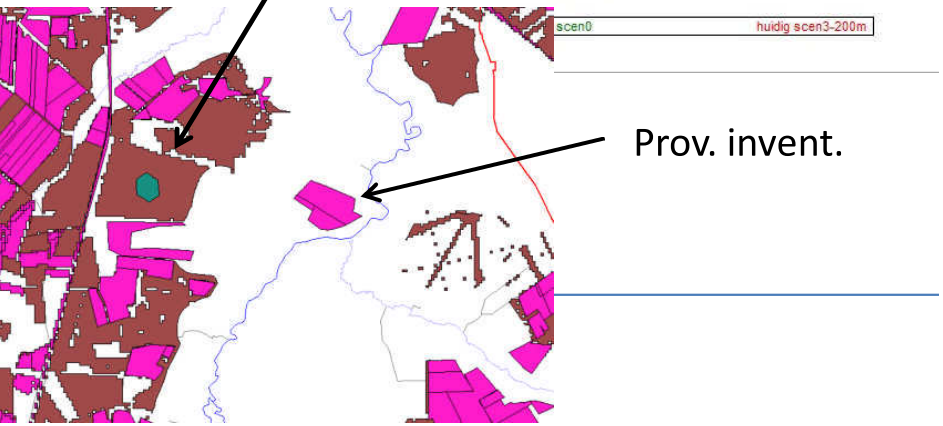
Onderzoekszone (scen 11) zone 500 m (scen 12) zone 200 m (scen 13)

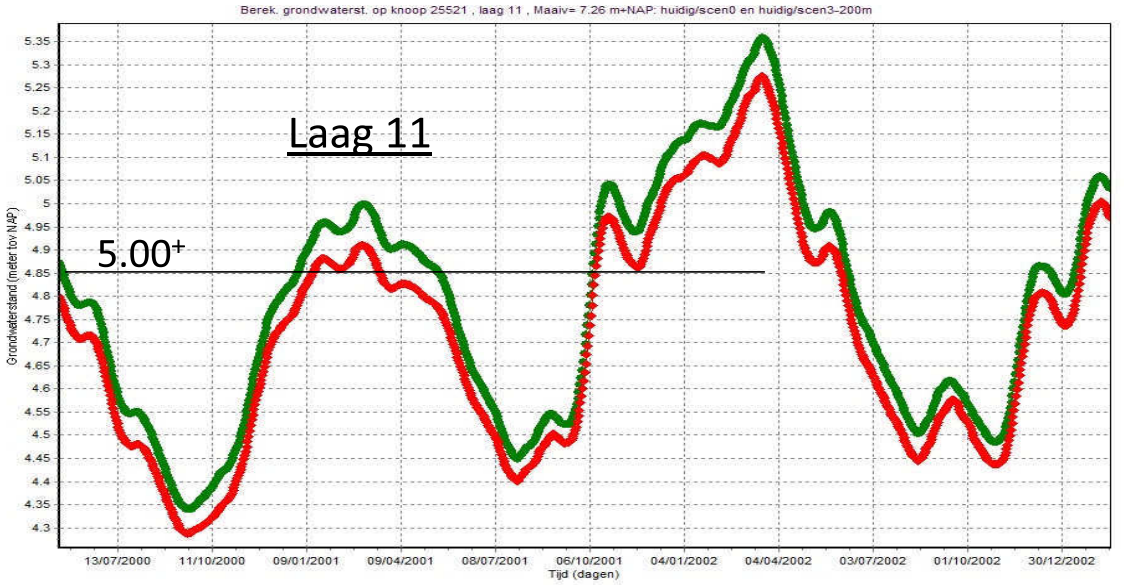


Groen – scen0 – geen drainage rood – scen3 (bufferzone 200 m)





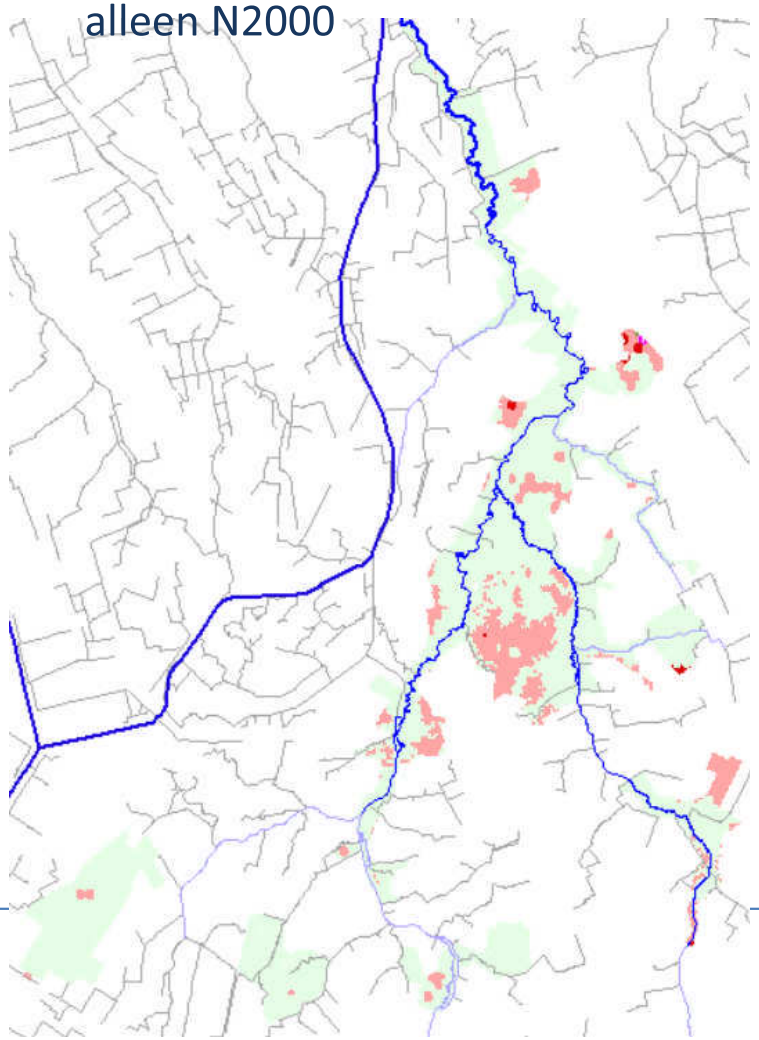




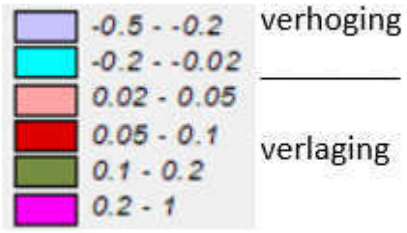
Resultaten 1 april 2001 (verschil met huidige situatie – scen0) - freatisch

Bufferzone: onderzoekszone (scenario 1) - alle landbouwgrond buiten onderzoekzone is gedraineerd

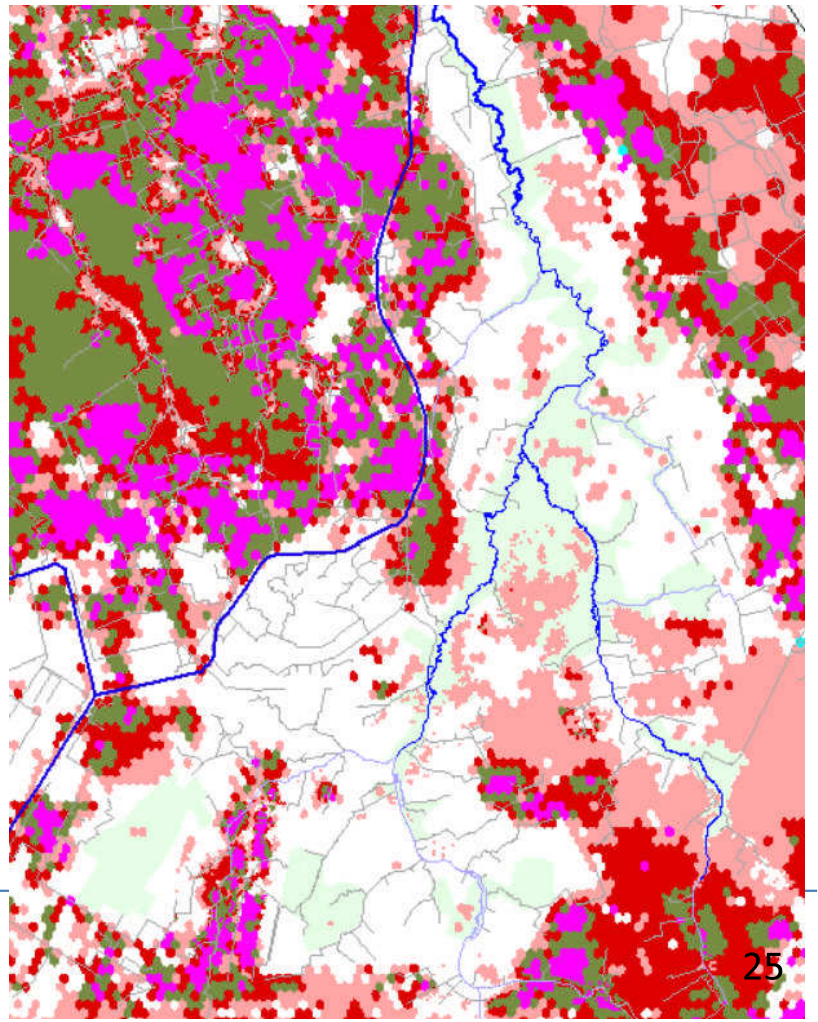
alleen N2000



Grondwaterstand (m)



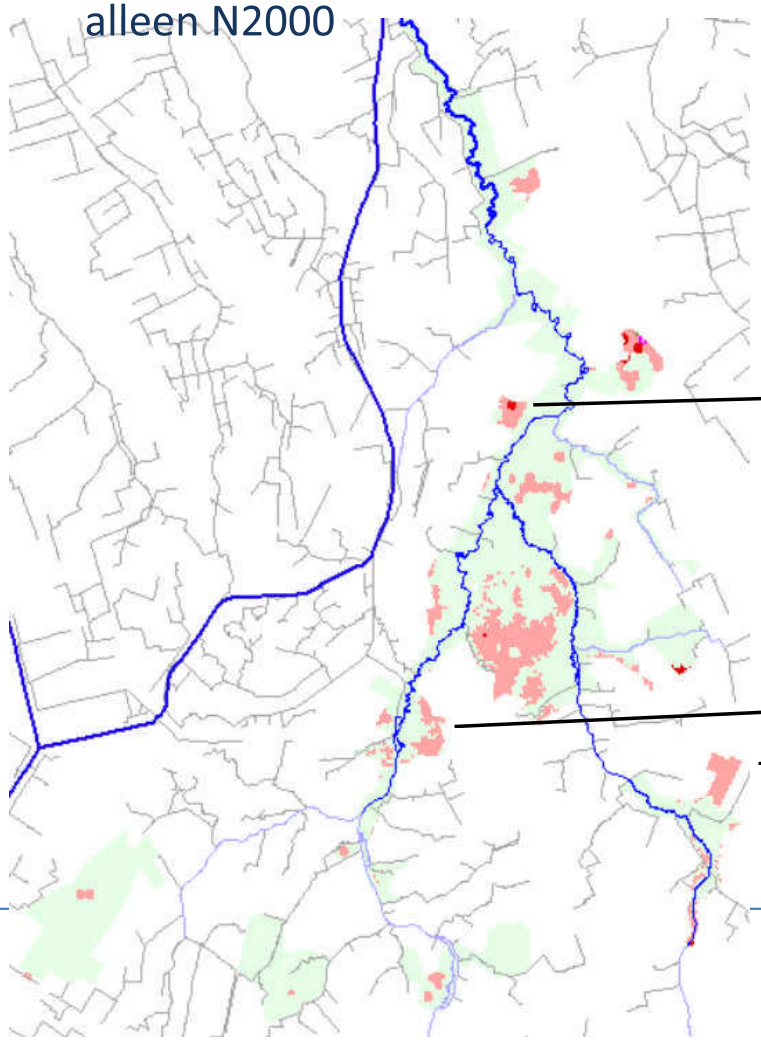
zonder masker



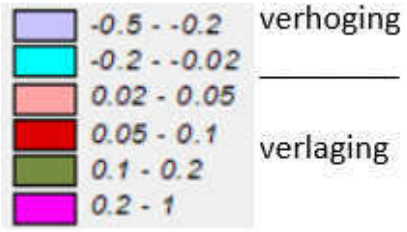
Resultaten 1 april 2001 (verschil met huidige situatie – scen0) - freatisch

Bufferzone: onderzoekszone (scenario 1) - alle landbouwgrond buiten onderzoekzone is gedraineerd

alleen N2000



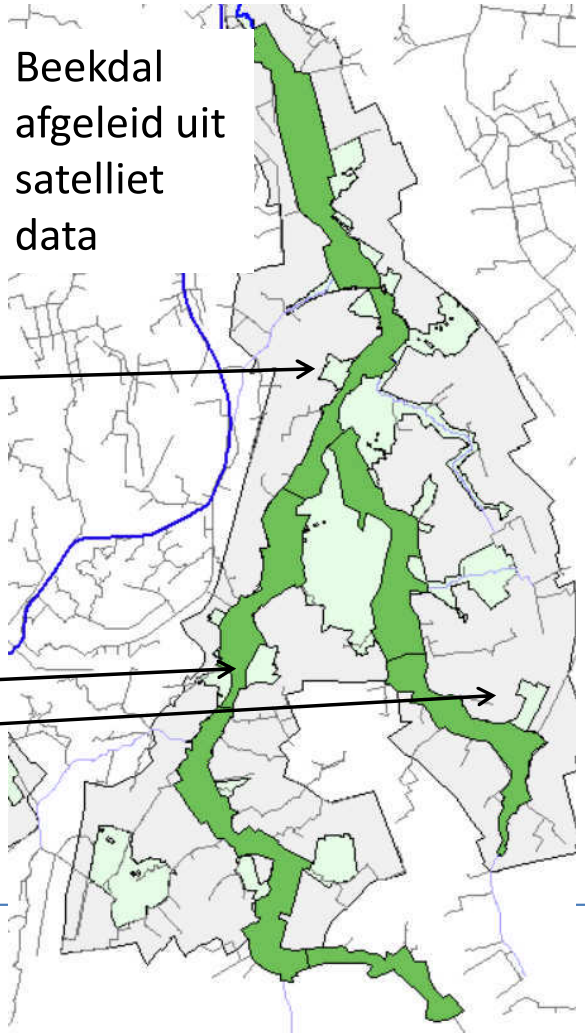
Grondwaterstand (m)



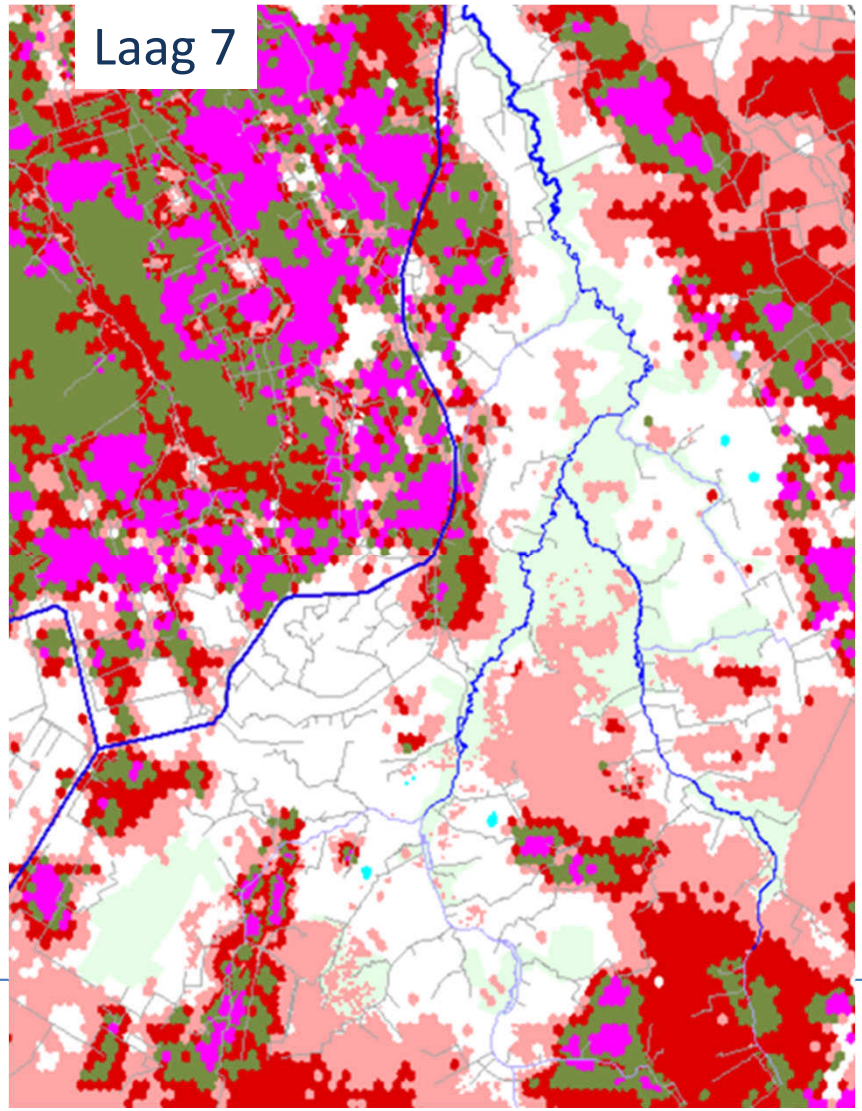
flanken van beekdal

zie ook dia 45 kwel/wegz.

Beekdal afgeleid uit satelliet data

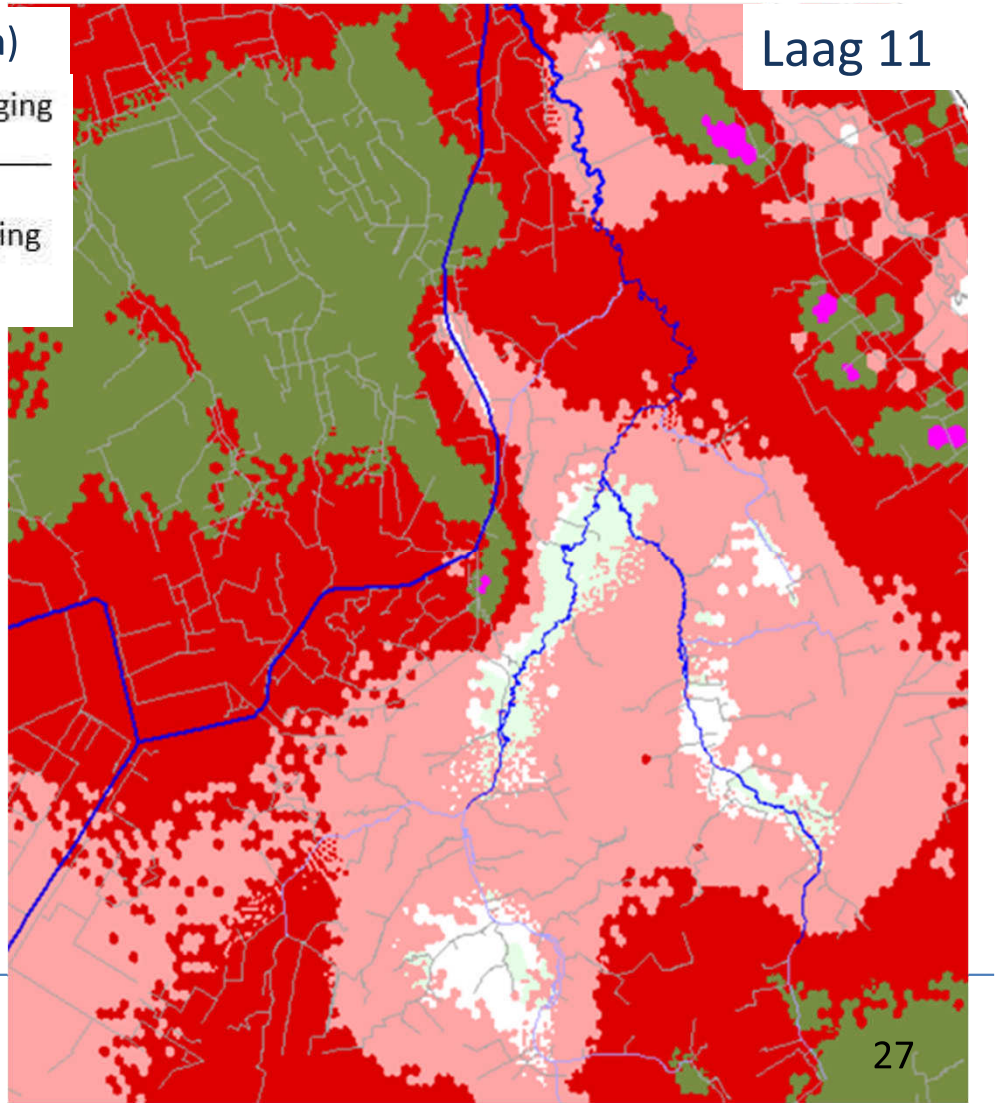


Resultaten 1 april 2001 scenario 1 (verschil met huidige situatie – scen0)



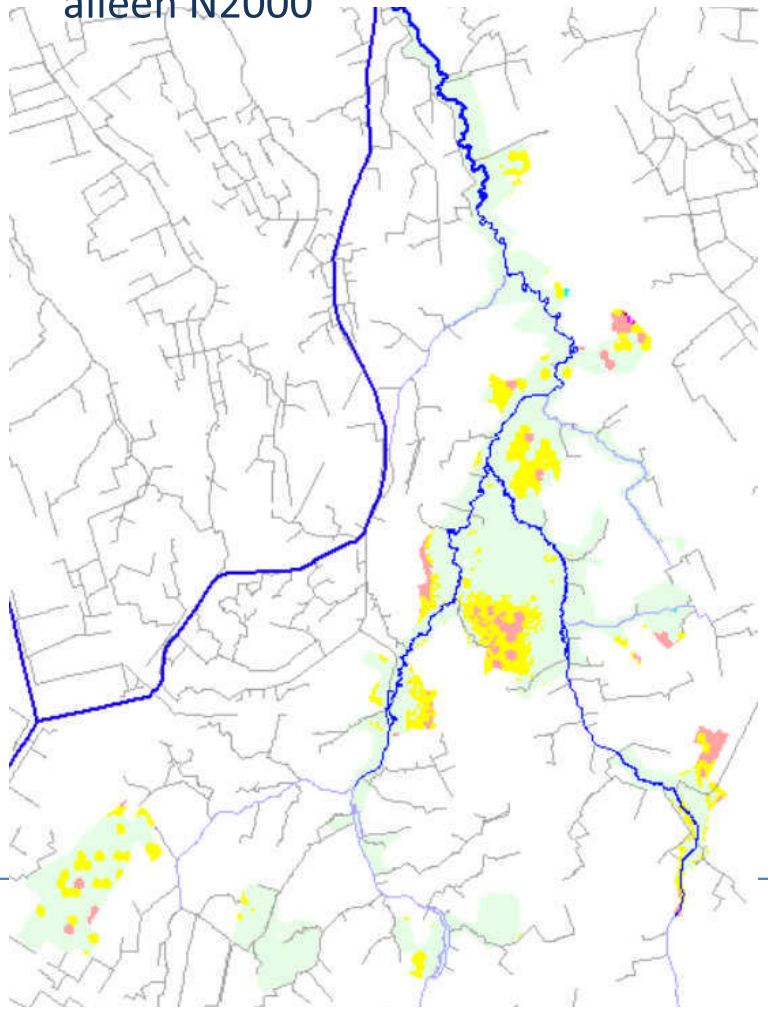
Grondwaterstand (m)

-0.5 - -0.2	verhoging
-0.2 - -0.02	
0.02 - 0.05	
0.05 - 0.1	verlaging
0.1 - 0.2	
0.2 - 1	



Resultaten 2 sept 2001 (verschil met huidige situatie) - freatisch

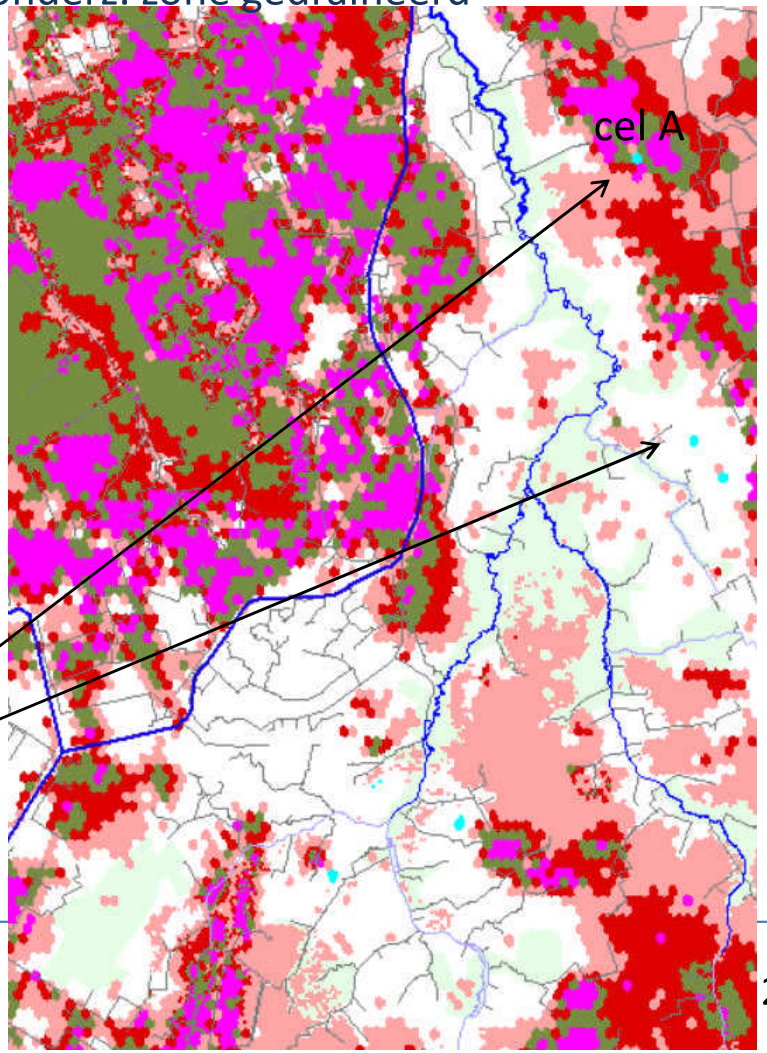
Bufferzone: onderzoekszone (scenario 1) - alle landbouw grond buiten onderz. zone gedraineerd alleen N2000



Grondwaterstand (m)

-0.5 - -0.2	verhoging
-0.2 - -0.02	
0.01 - 0.02	
0.02 - 0.05	verlaging
0.05 - 0.1	
0.1 - 0.2	
0.2 - 1	

Er kan ook een schijnspiegel in deze cellen optreden

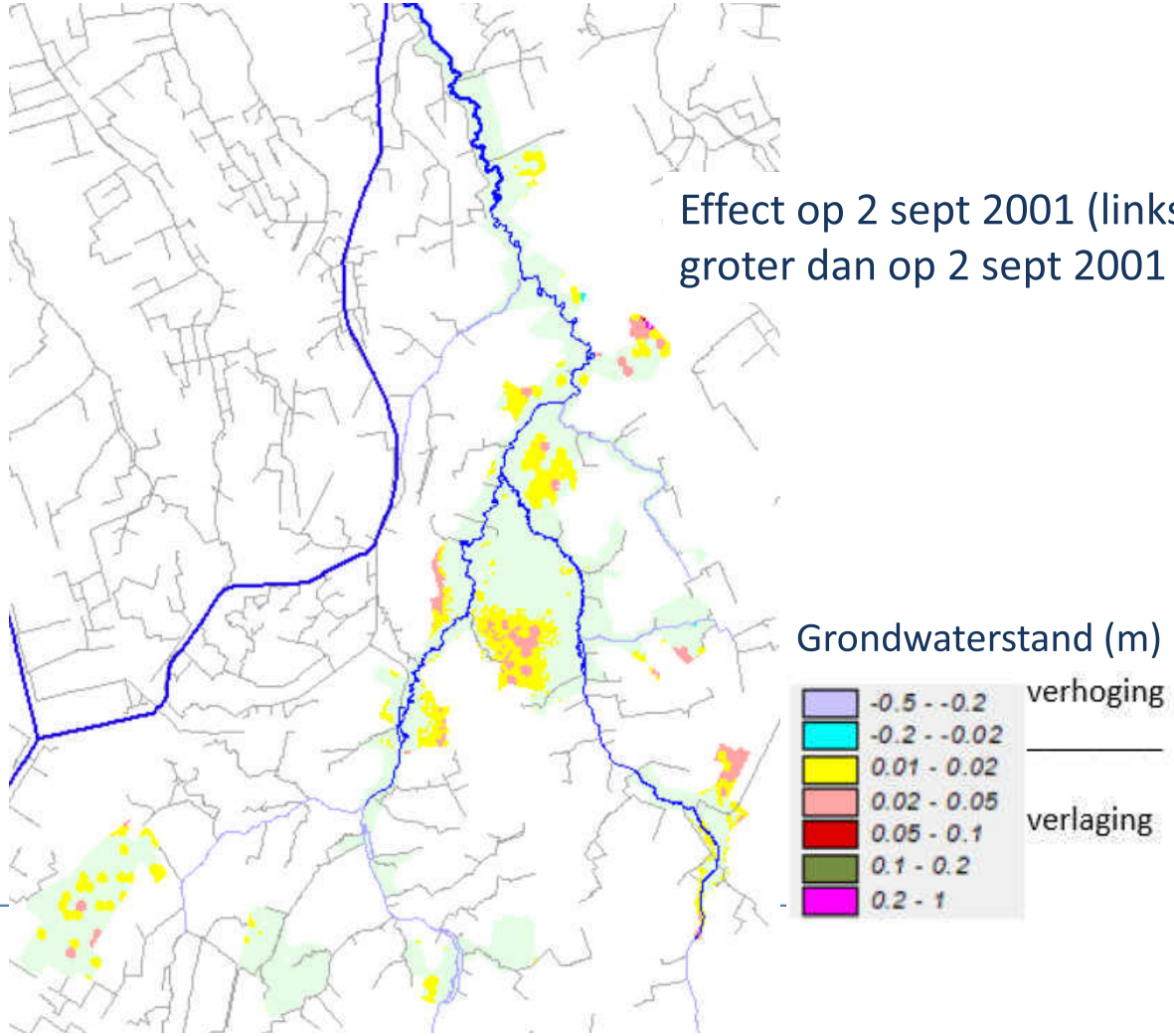


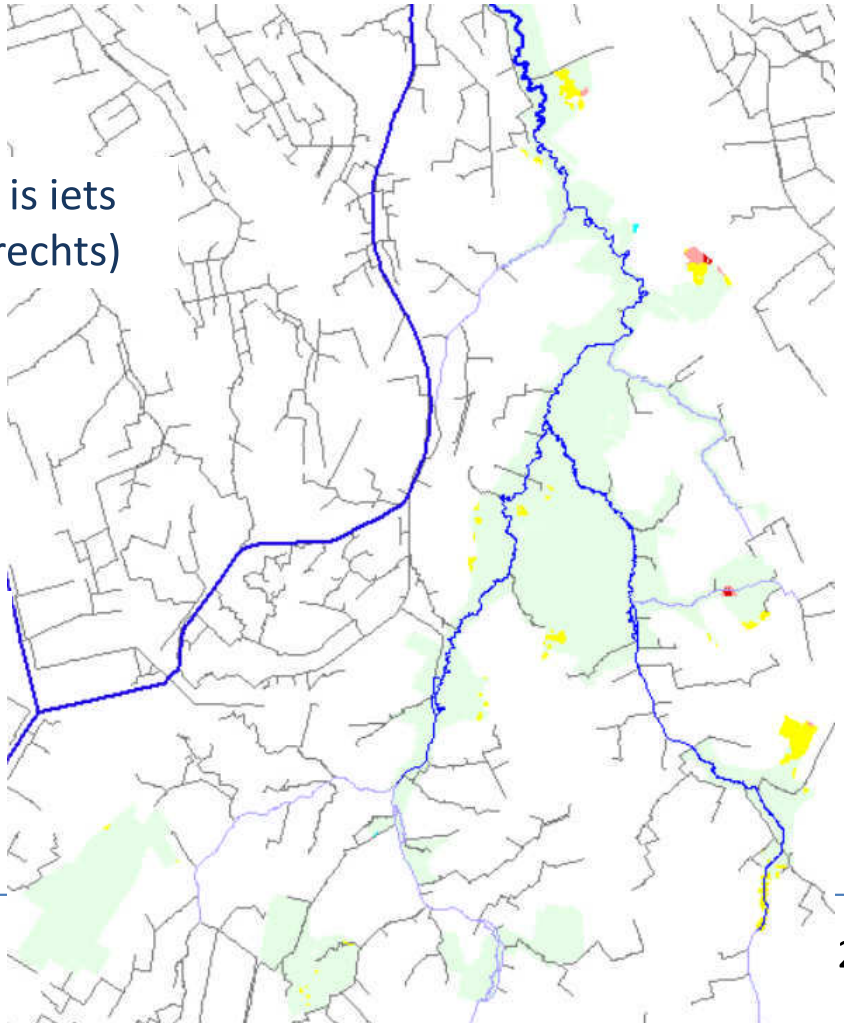
Verschil najaar 2001 of 2003 bij scenario 1

2 sept 2001

2 sept 2003

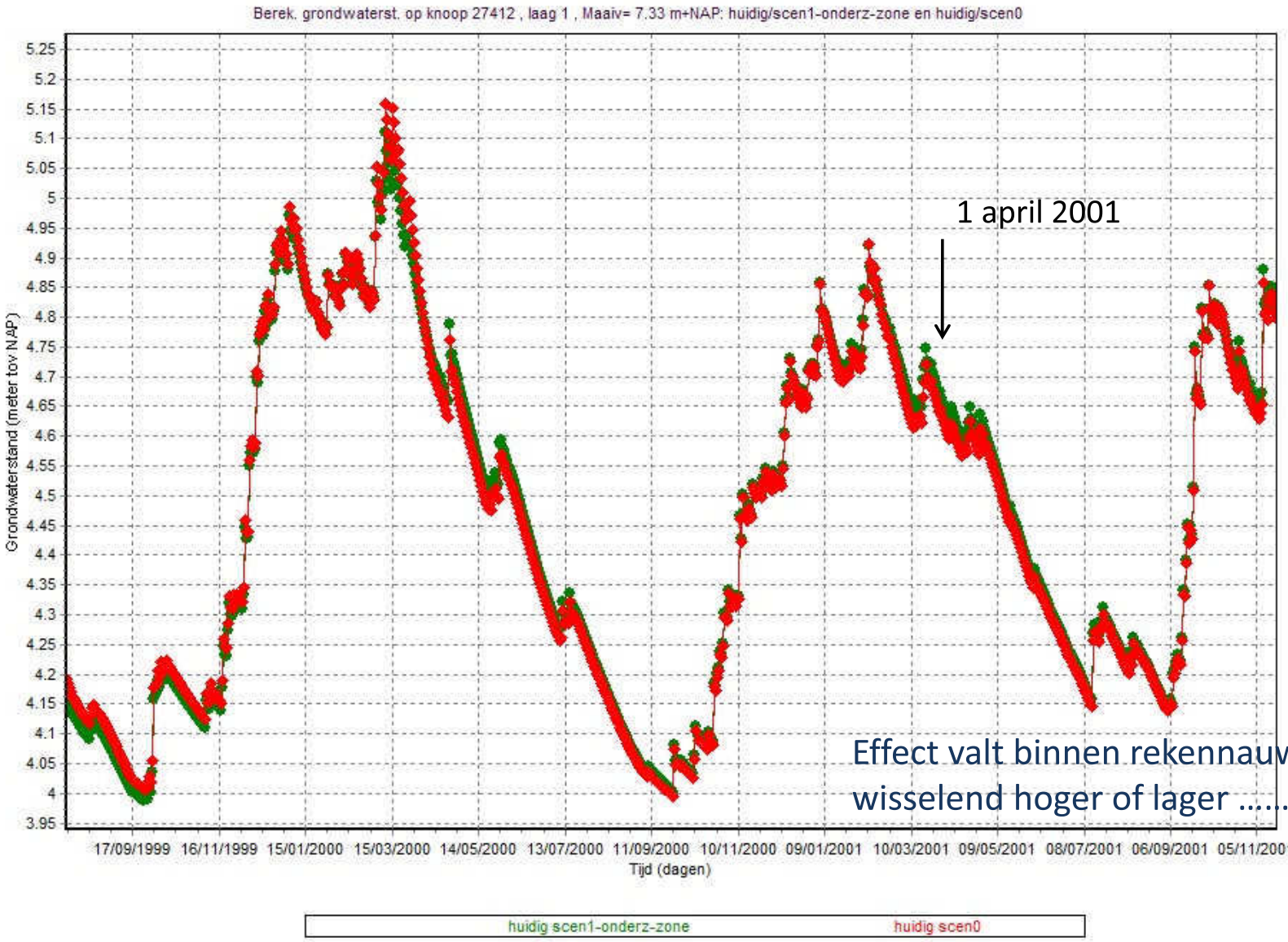
Effect op 2 sept 2001 (links) is iets groter dan op 2 sept 2001 (rechts)





Grondwaterstand (m)

cel A: laag 1



Effect valt binnen rekennauwkeurigheid:
wisselend hoger of lager …….

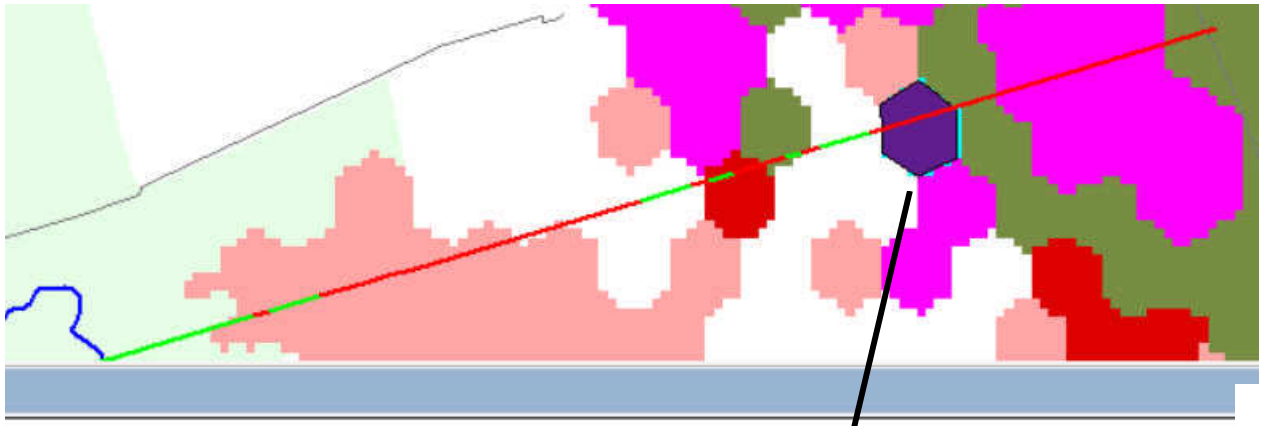
MV 7.33 m+NAP

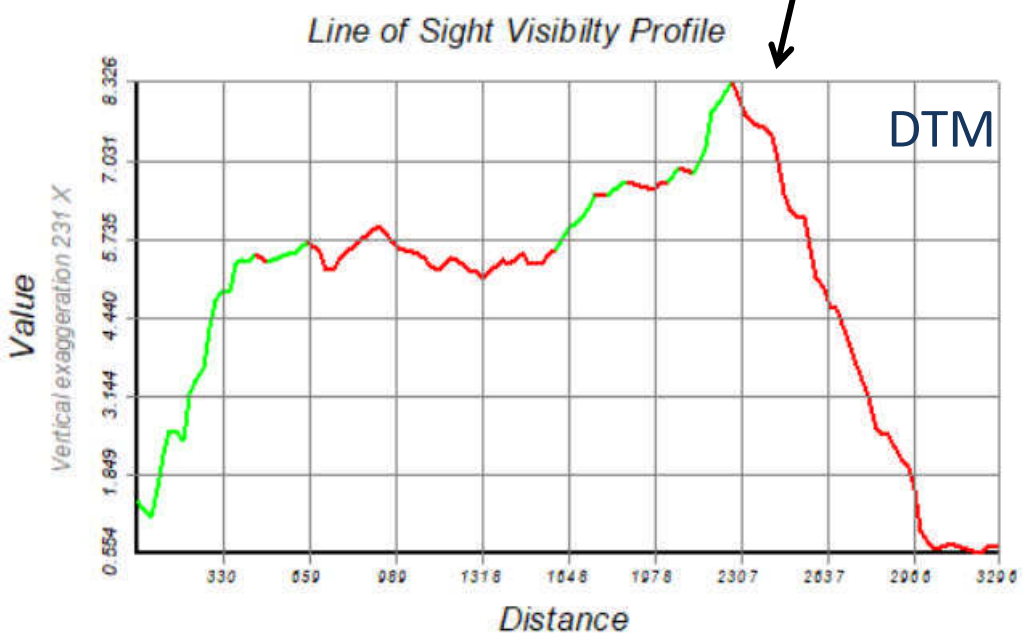
Diepe grondwaterstanden

Dicht bij flank beekdal – reageert verschillend op drainage?

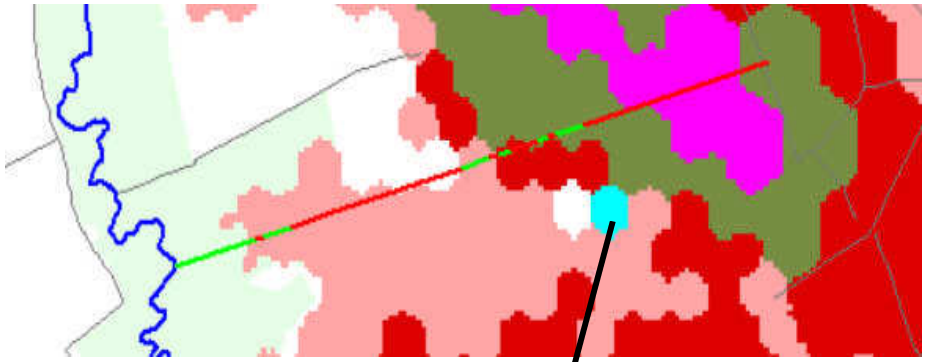
Er kan ook een schijnspiegel in deze cel optreden

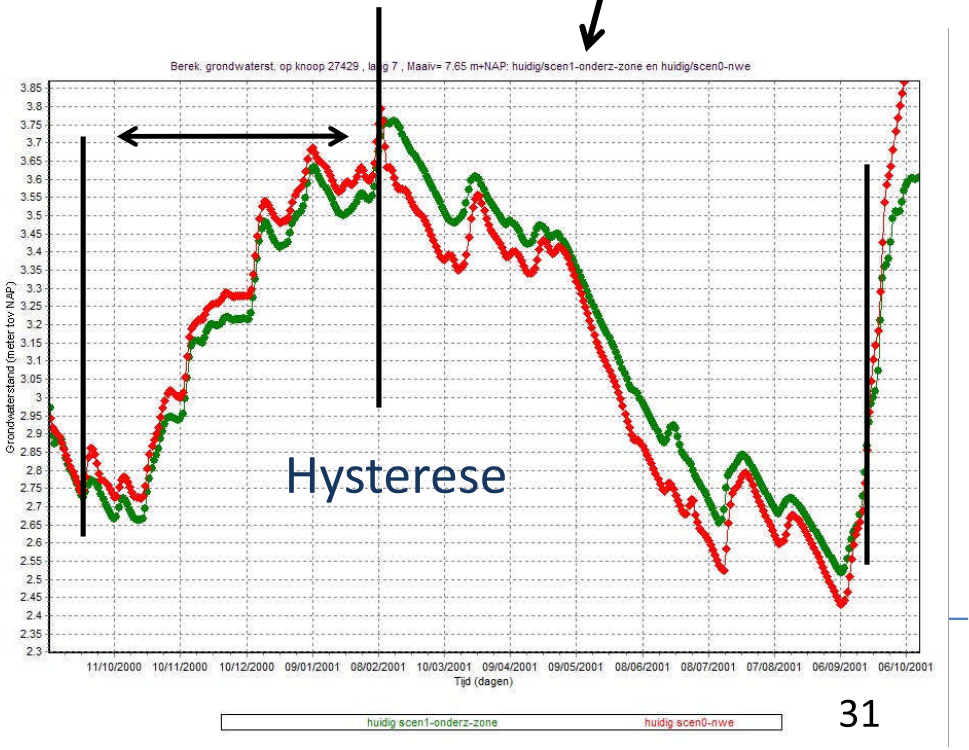
Cel A: laag 1 (verschil 3 cm)



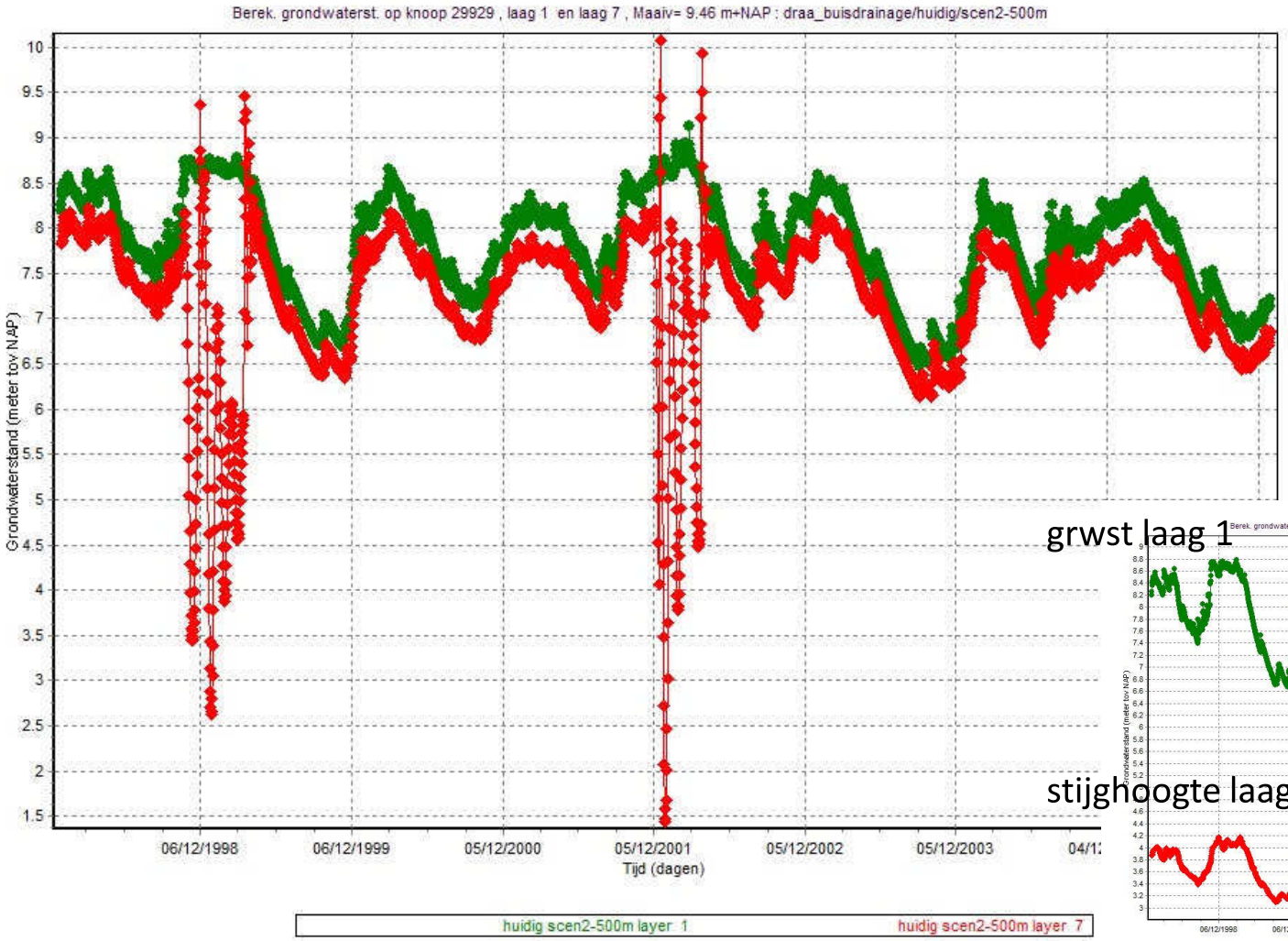


Cel B: laag 7 (verschil 9 cm)





Cel C: Numerieke instabiliteit treedt op enkele cellen (laag 7 en 9)

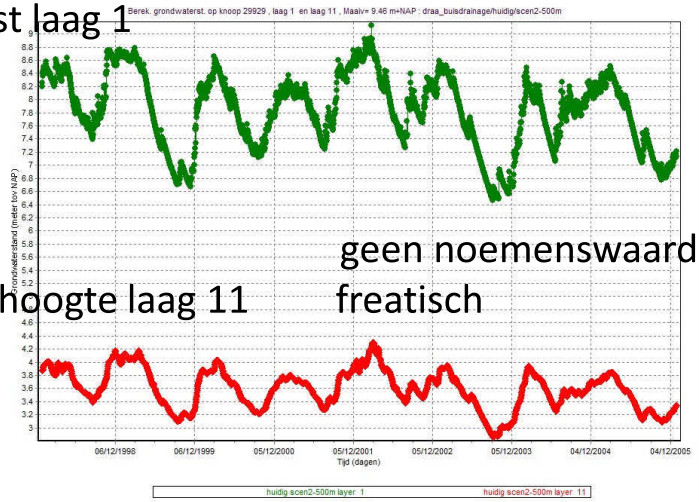


Betreft 8 cellen:



Verticale weerstand laag 6 is 337 d en van laag 10 is dit 3500 d.
Laag 7 en 8 hebben een dummy laagdikte en weerstanden.

grwst laag 1

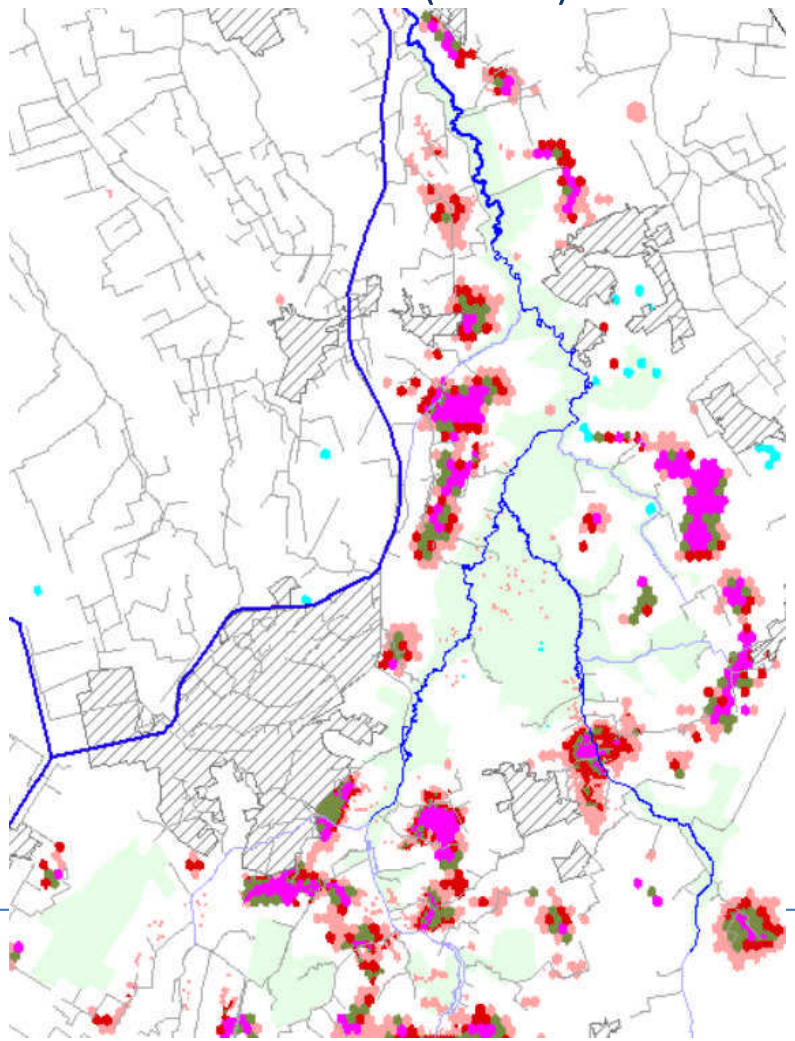


geen noemenswaardig effect

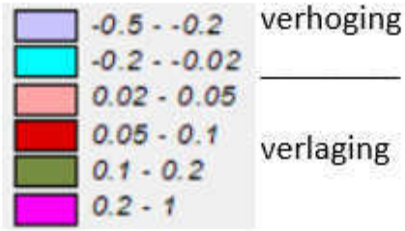
stijghoogte laag 11 freatisch

Resultaten 1 april 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

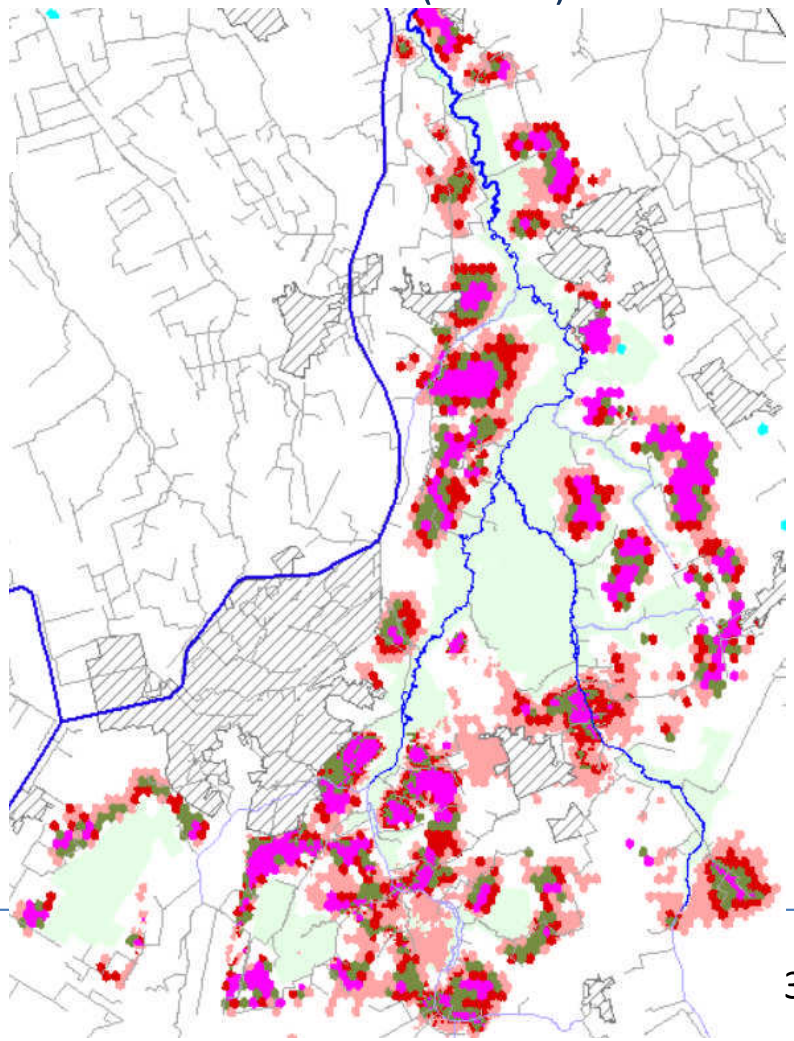
Bufferzone: 500 m (scen 2)



Grondwaterstand (m)

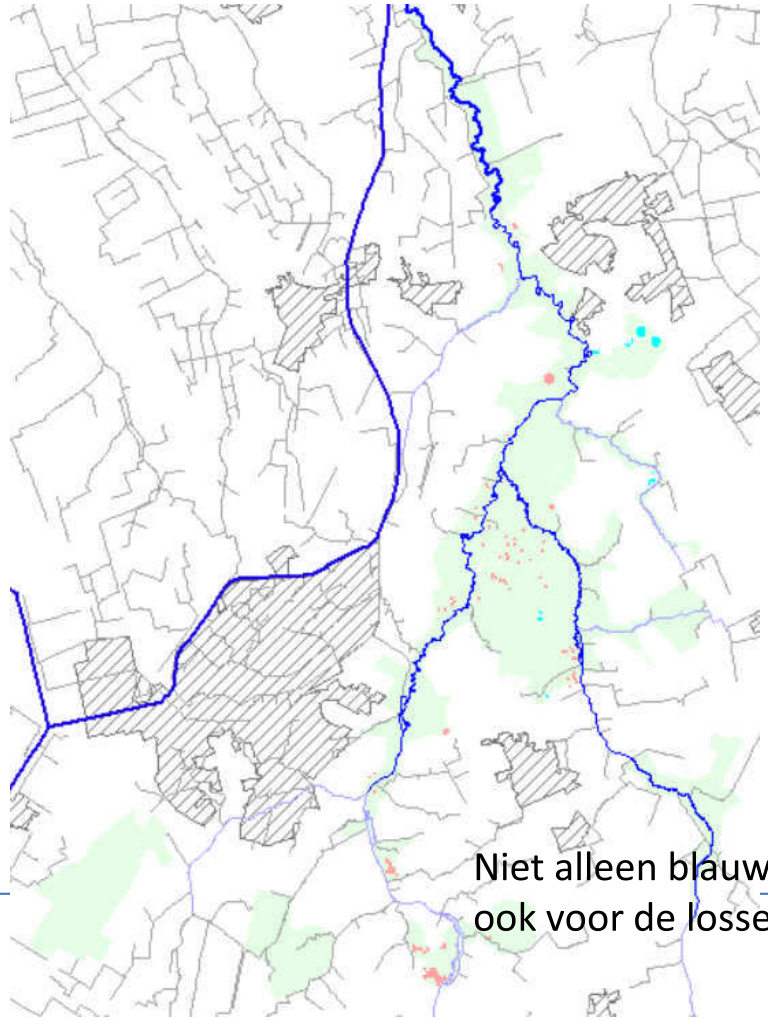


200 m (scen 3)

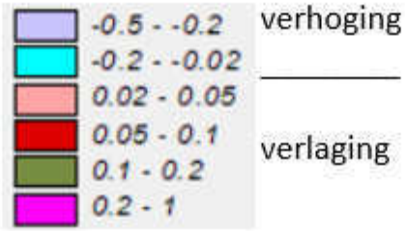


Resultaten 1 april 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

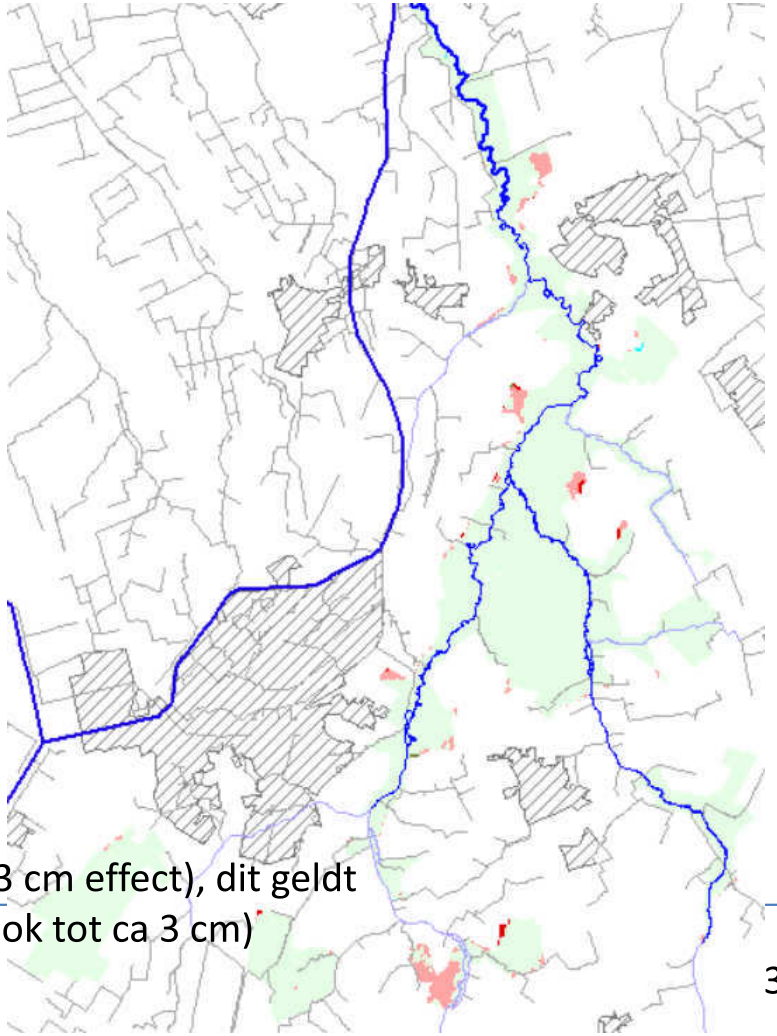
Bufferzone: 500 m (scen 2)



Grondwaterstand (m)



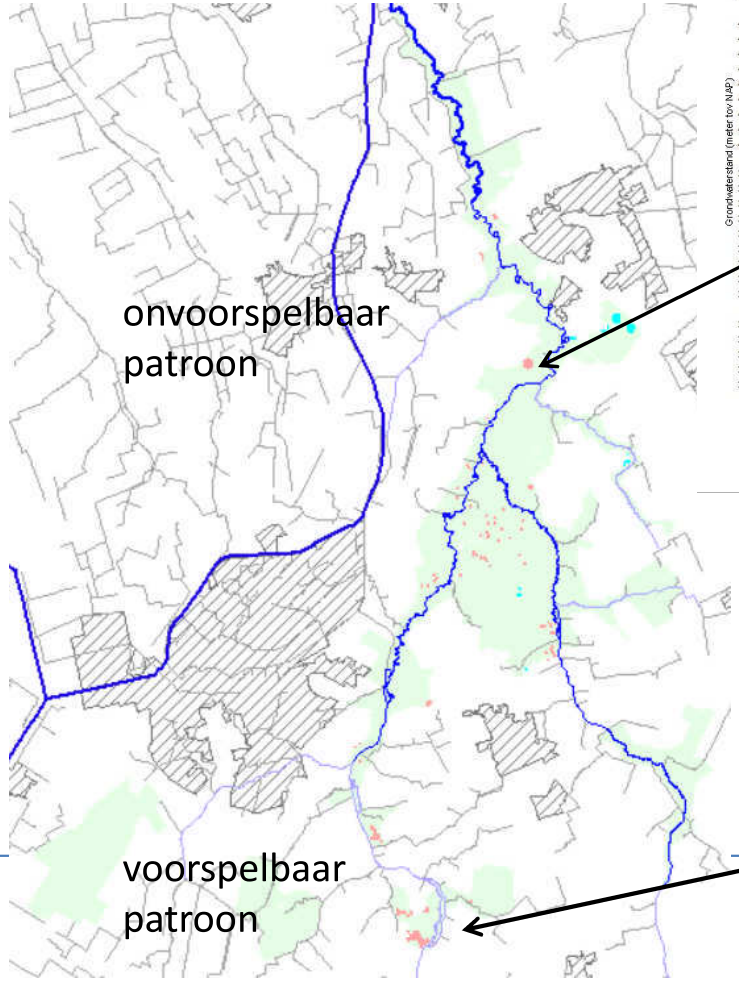
200 m (scen 3)

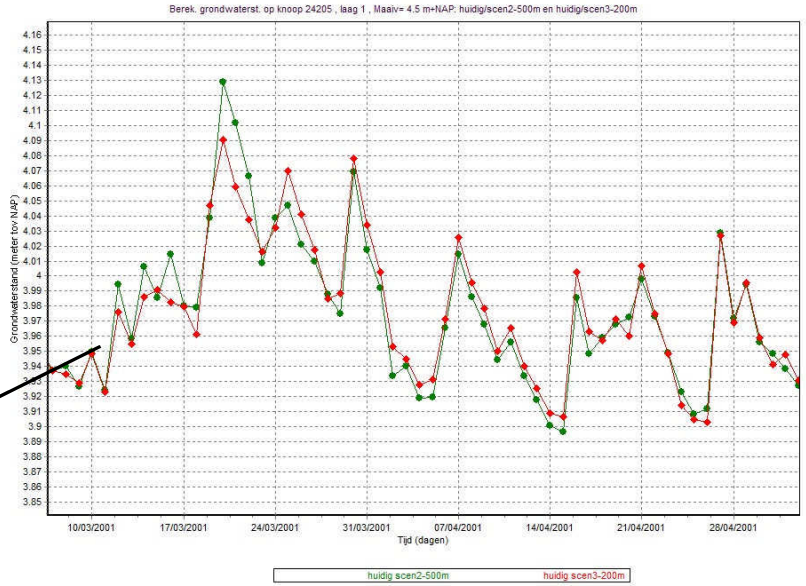


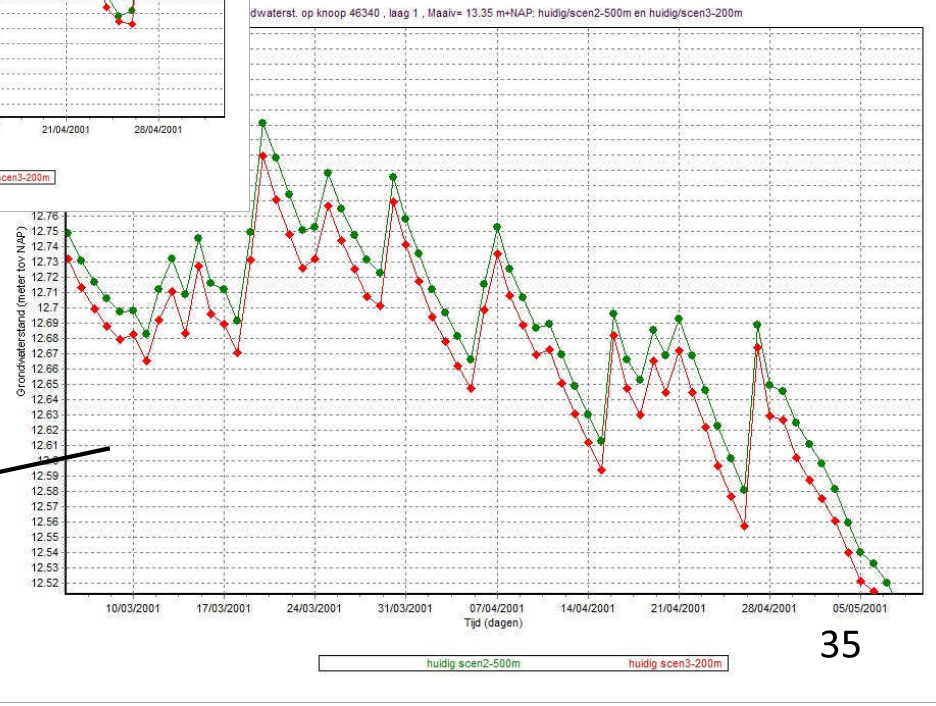
Niet alleen blauwe vlekjes zijn “modelruis” (tot ca 3 cm effect), dit geldt ook voor de losse rode spikkels in bv Balloërveld (ook tot ca 3 cm)

Resultaten 1 april 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

Bufferzone: 500 m (scen 2)

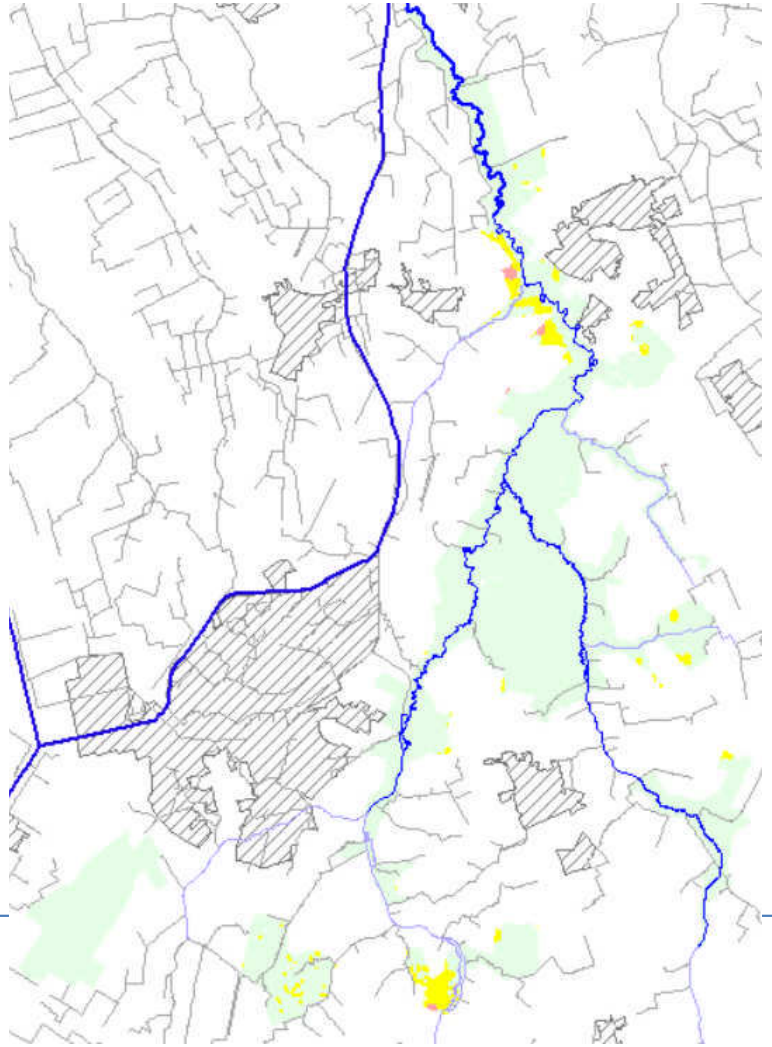




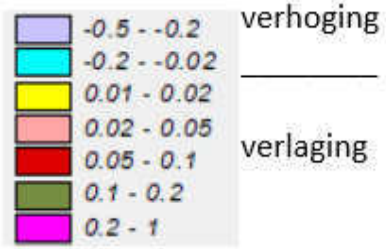


Resultaten 2 sept 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

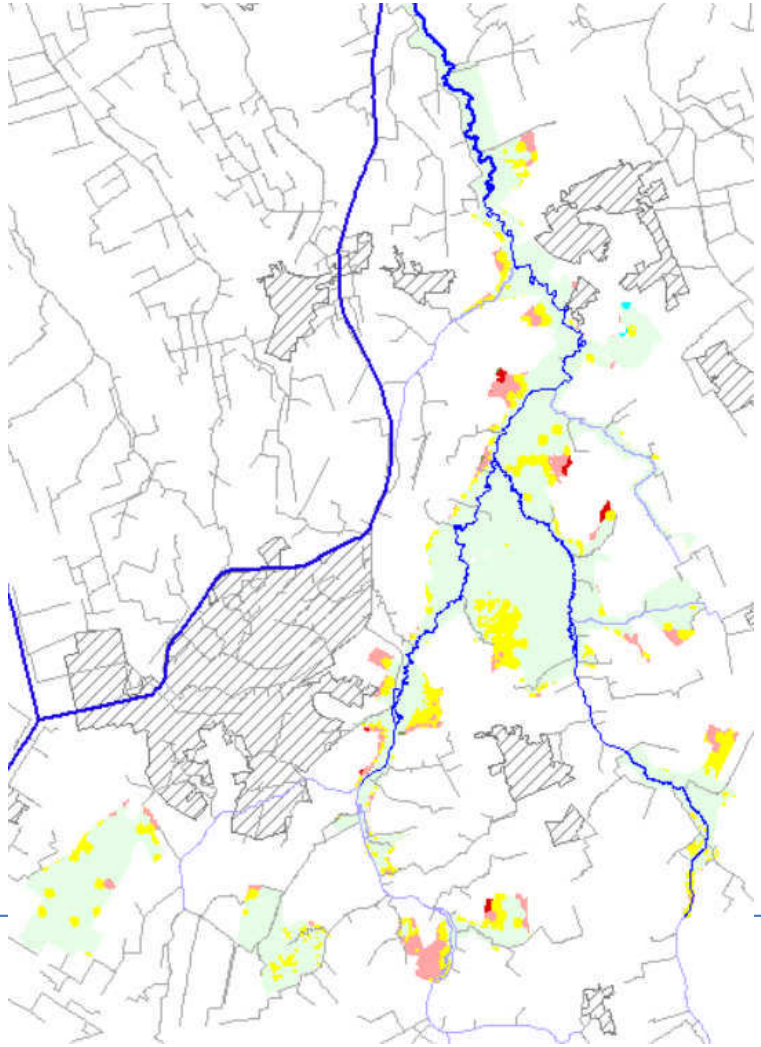
Bufferzone: 500 m (scen 2)



Grondwaterstand (m)



200 m (scen 3)

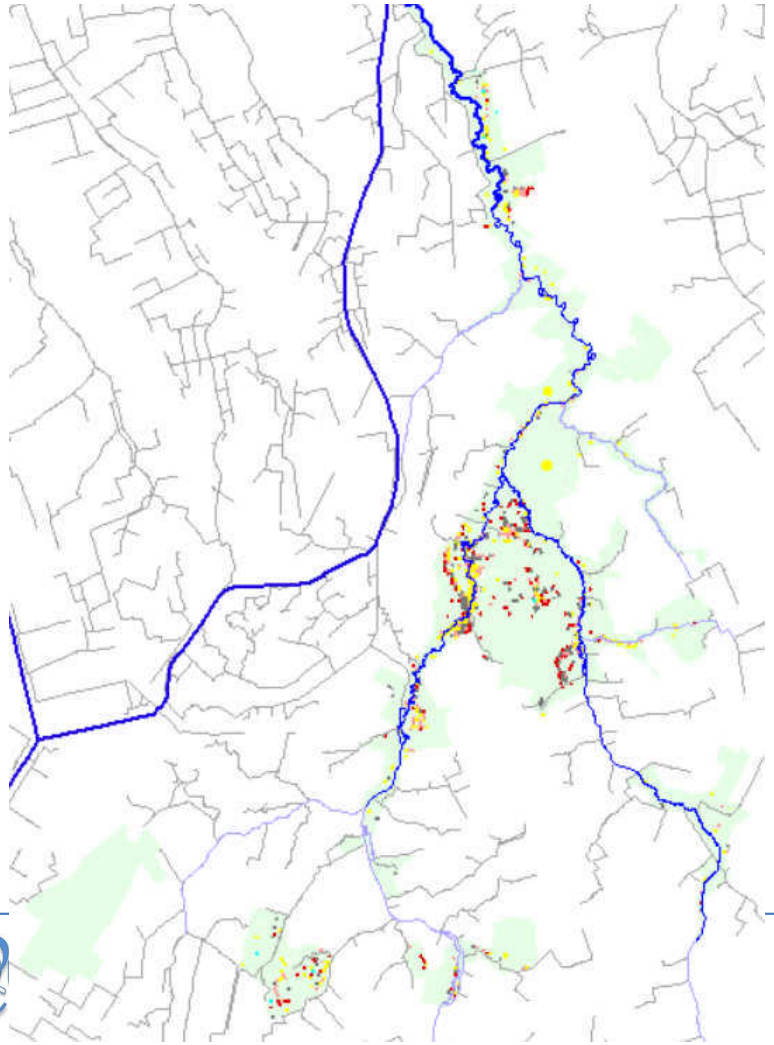


Resultaten kwel wortelzone - t.o.v. huidige situatie (scen 0)

Buffer is onderzoekszone: maart 2001

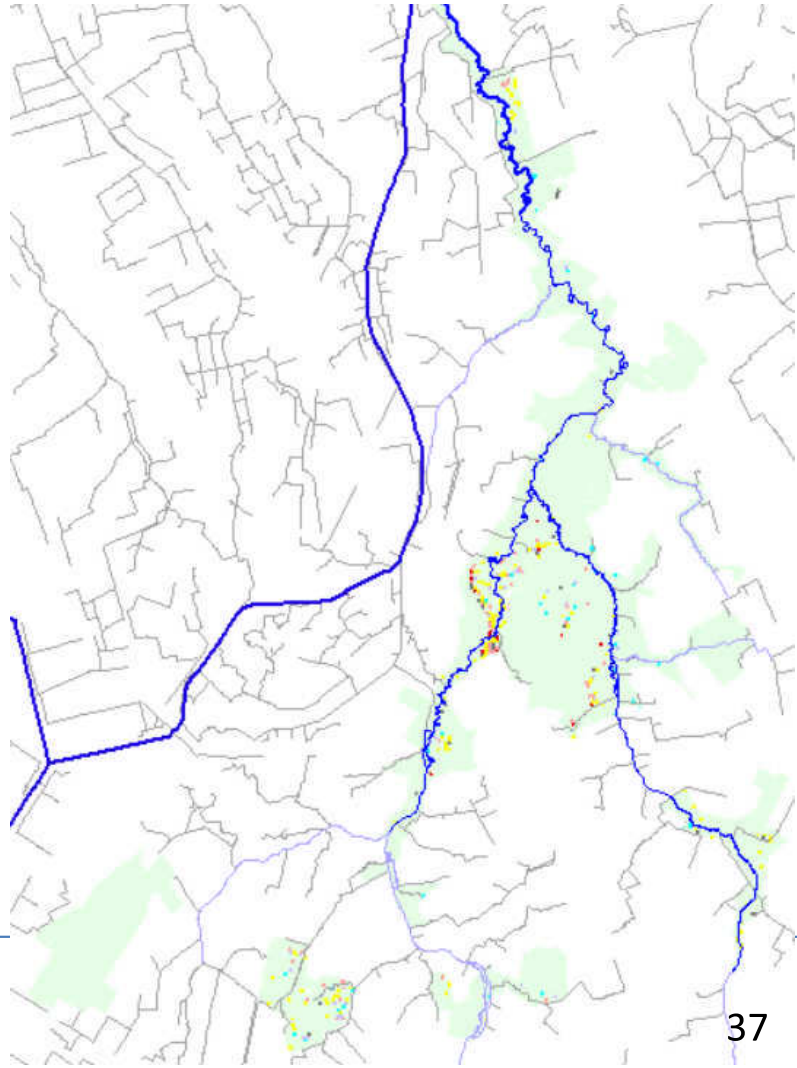
scen 1

15 aug - sept 2001

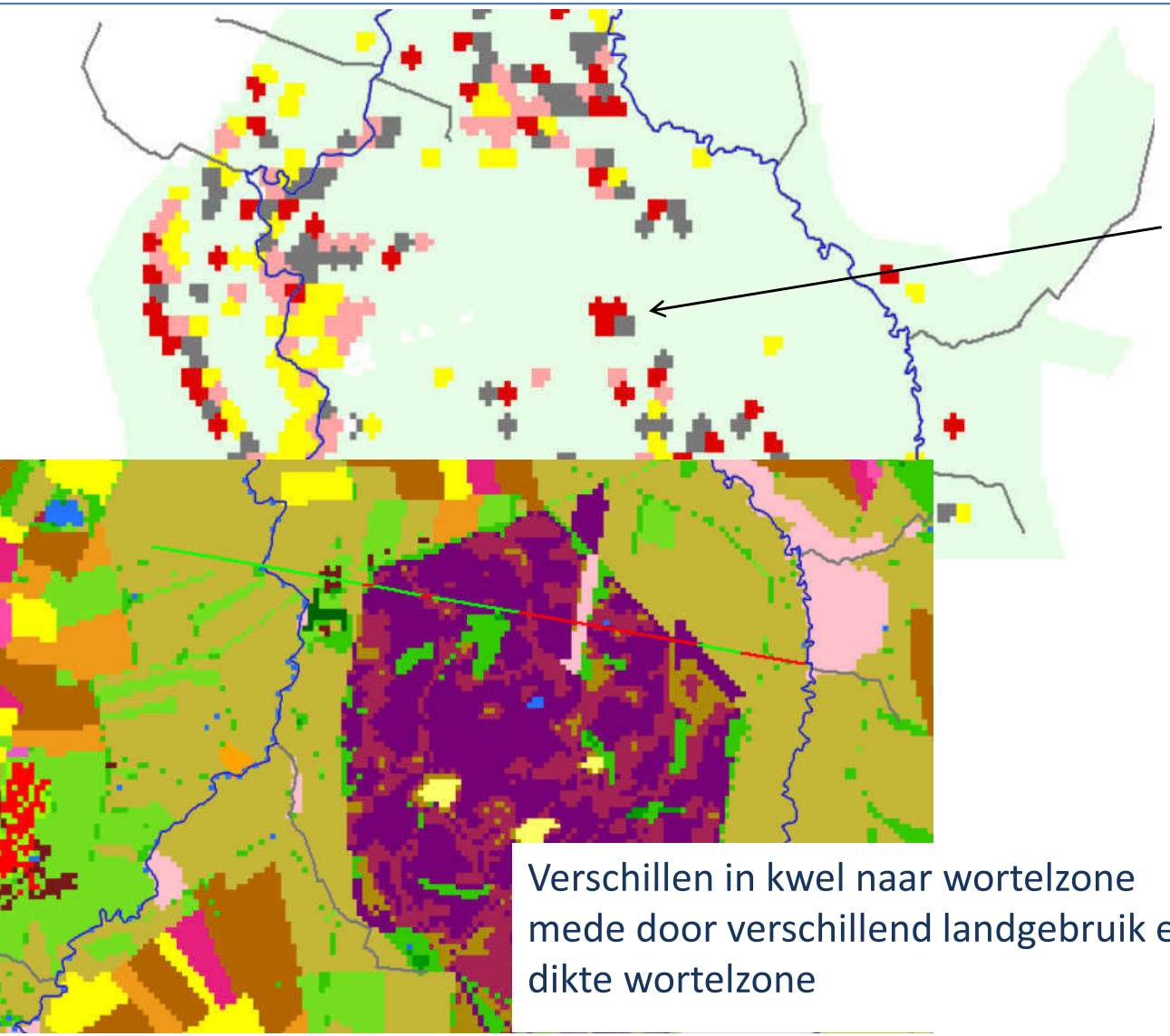


Verandering kwel naar wortelzone mm/d

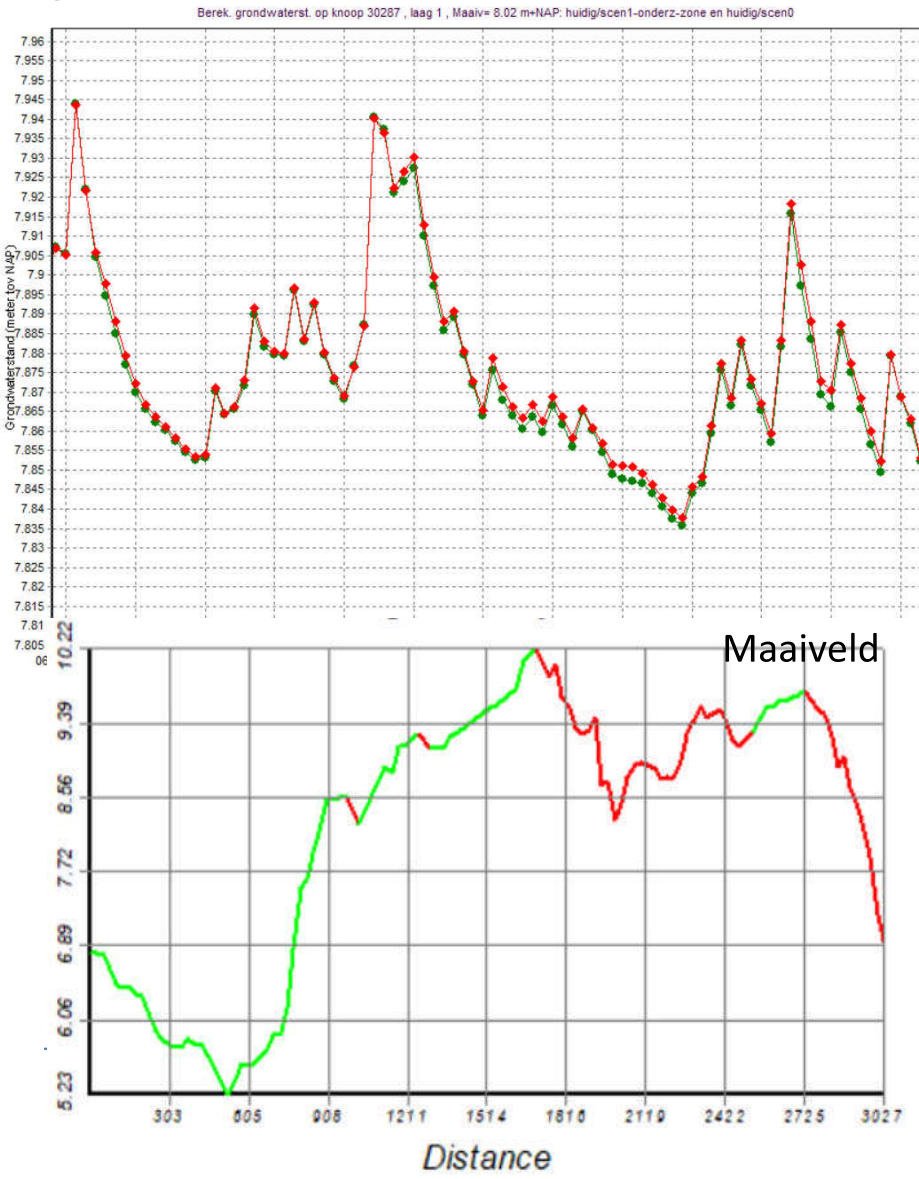
-0.75 - -0.1	toename
-0.1 - -0.05	
0.05 - 0.1	
0.1 - 0.15	afname
0.15 - 0.25	
0.25 - 2	



Kwel wortelzone maart 2001: bufferzone is onderzoekszone



Verschillen in kwel naar wortelzone mede door verschillend landgebruik en dikte wortelzone

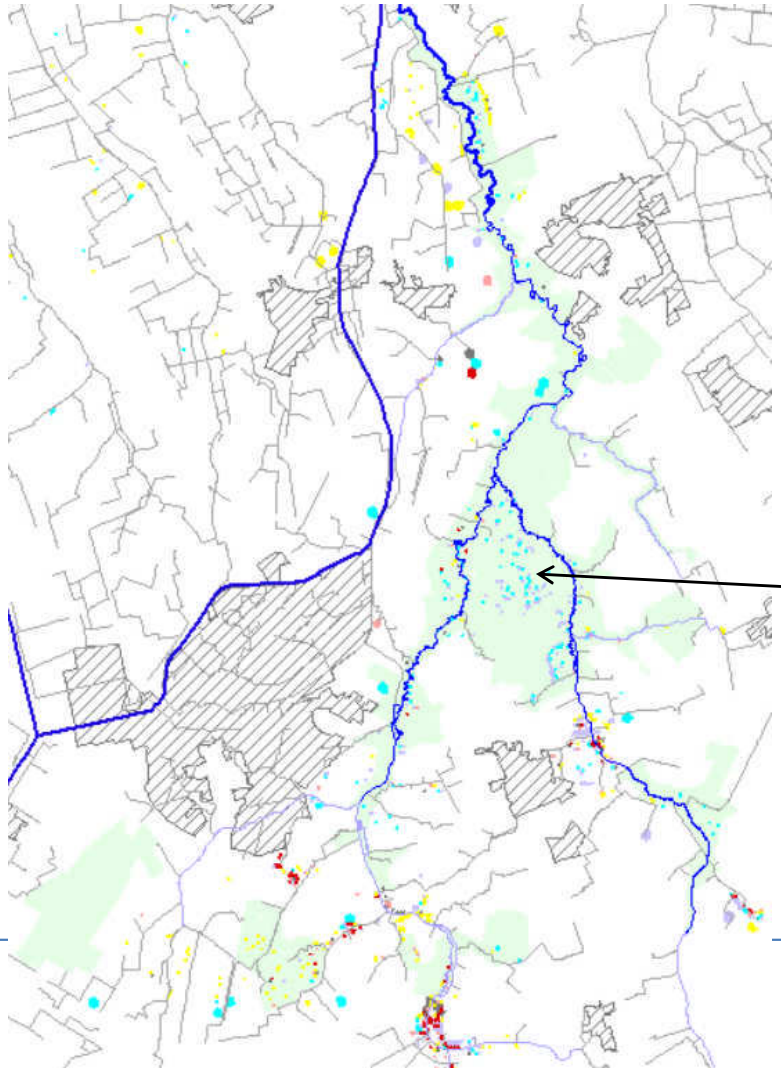


Resultaten kwel wortelzone – scen 2 t.o.v. bufferzone is onderz. zone (scen 1)

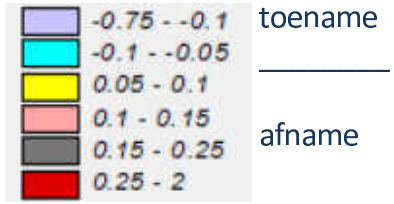
Bufferzone: 500 m maart 2001

geen masker

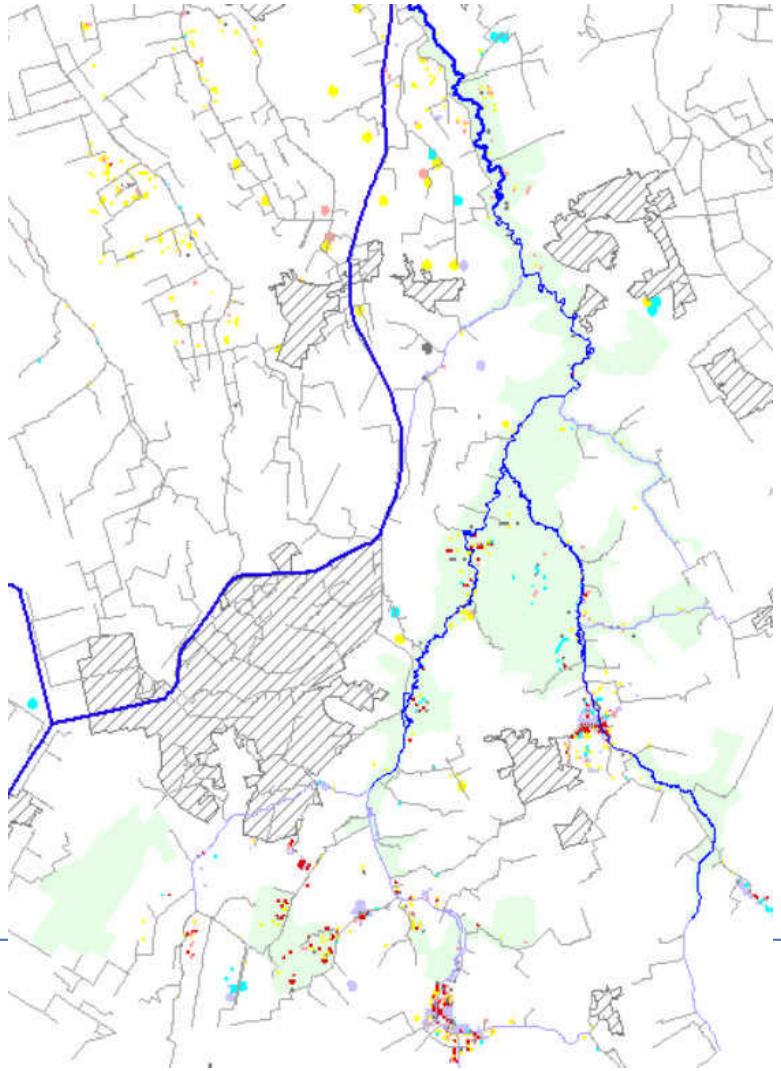
15 aug - sept 2001



Verandering kwel naar wortelzone mm/d



-0,06 tot -0,07 mm/d

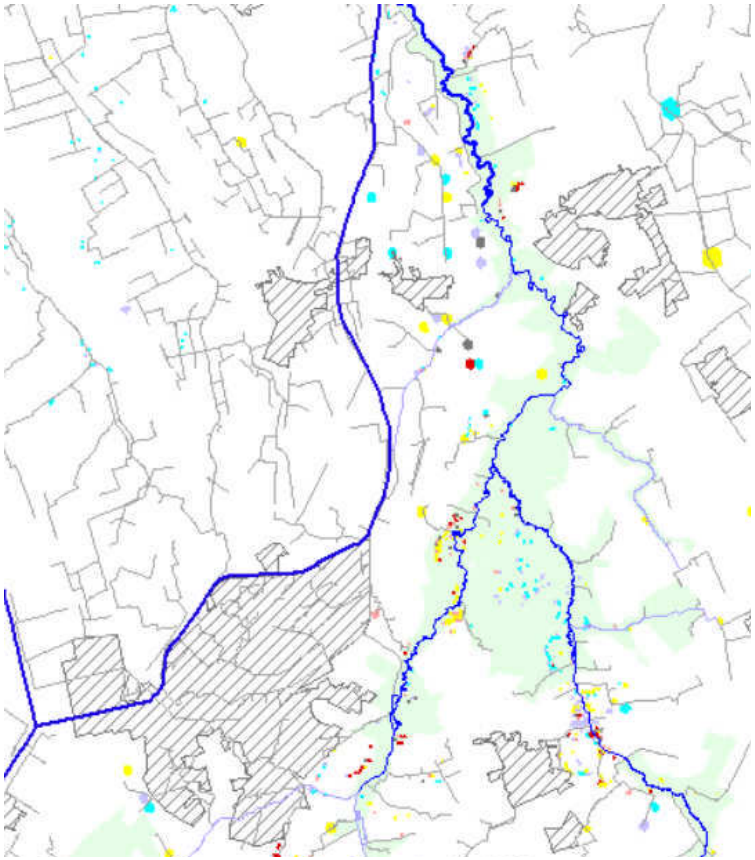


Resultaten kwel wortelzone – scen 3 in mm/d t.o.v. bufferzone is onderz. zone (scen 1)

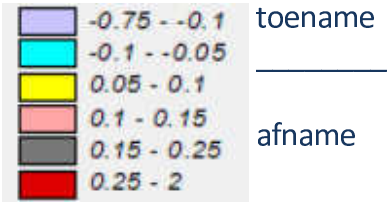
Bufferzone: 200 m maart 2001

geen masker

15 aug - sept 2001

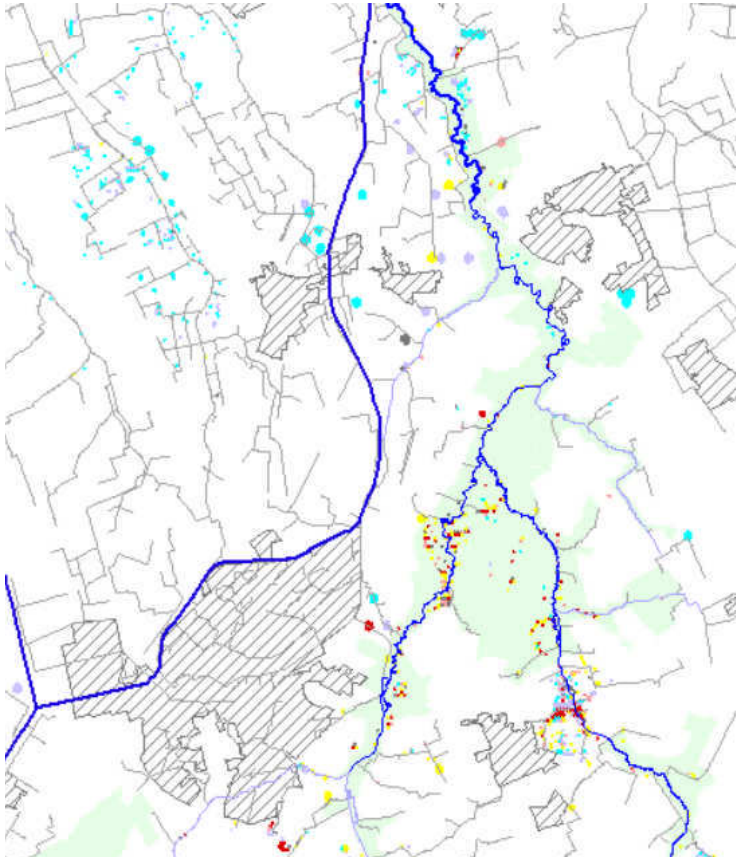


Verandering kwel naar wortelzone mm/d



toename

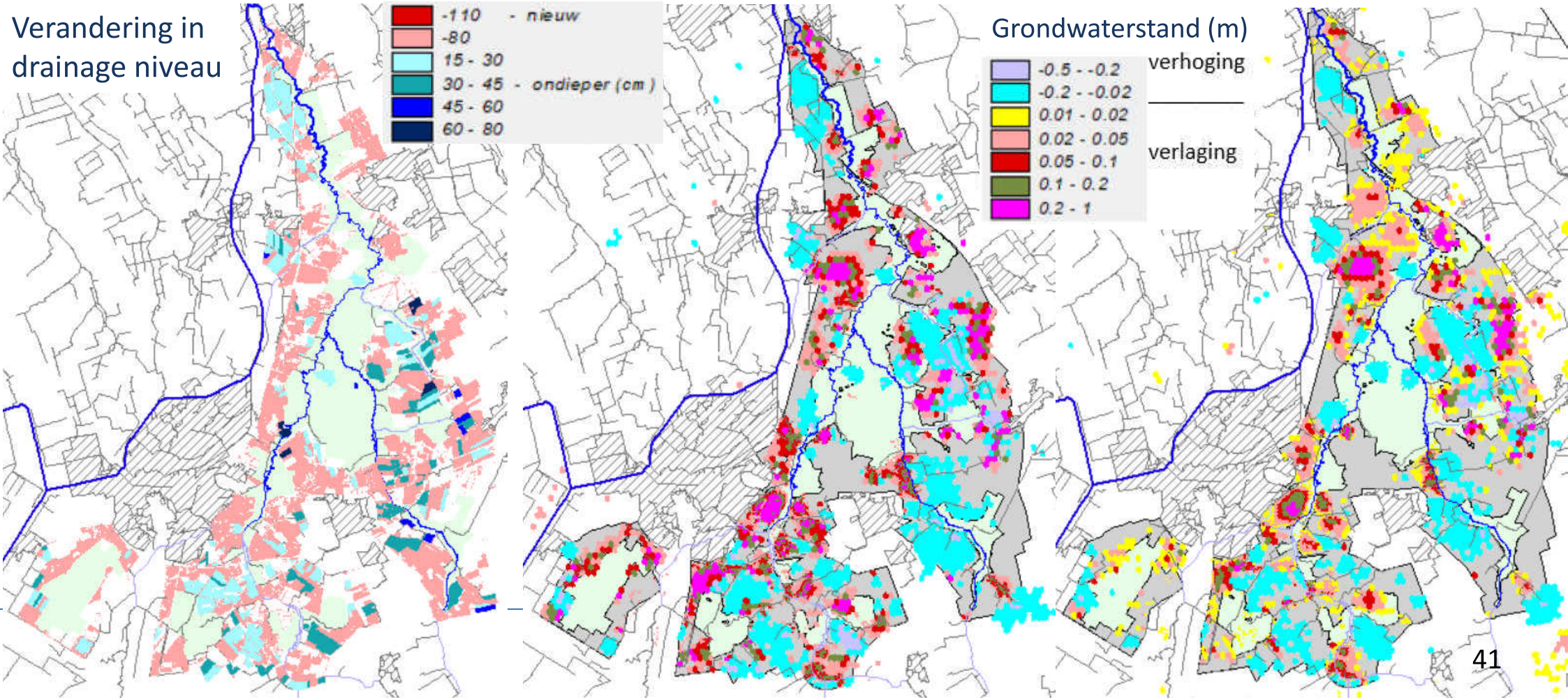
afname



Dias 23-26?: Variatie kwel naar wortelzone is lastig te interpreteren. Effecten vallen grotendeels binnen rekennauwkeurigheid. Veel “ruis” pixels… diverse oorzaken: zowel minimale stijghoogteverschillen en diverse modelinvoer zoals: max vochtinhoud wortelzone (functie van grwst diepte), bodemtype, landgebruik, ….. etc.

Ondiep draineren - nieuwe drainage en ondieper leggen

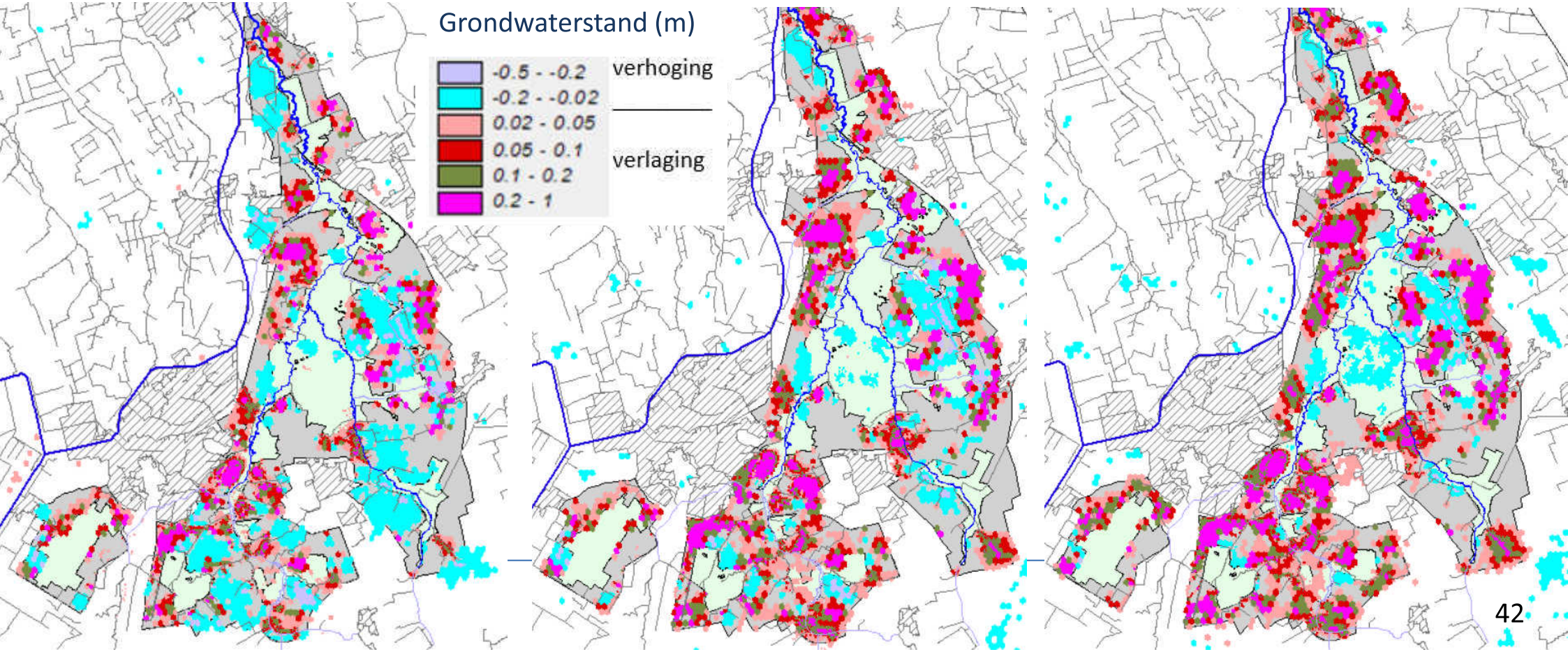
Onderzoekszone (scen 11) grwst 1 april 2001 2 sept 2001



Resultaten 1 april 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

Ondiep: onderz. zone (scen 11) 500 m (scen 12) 200 m (scen 13)

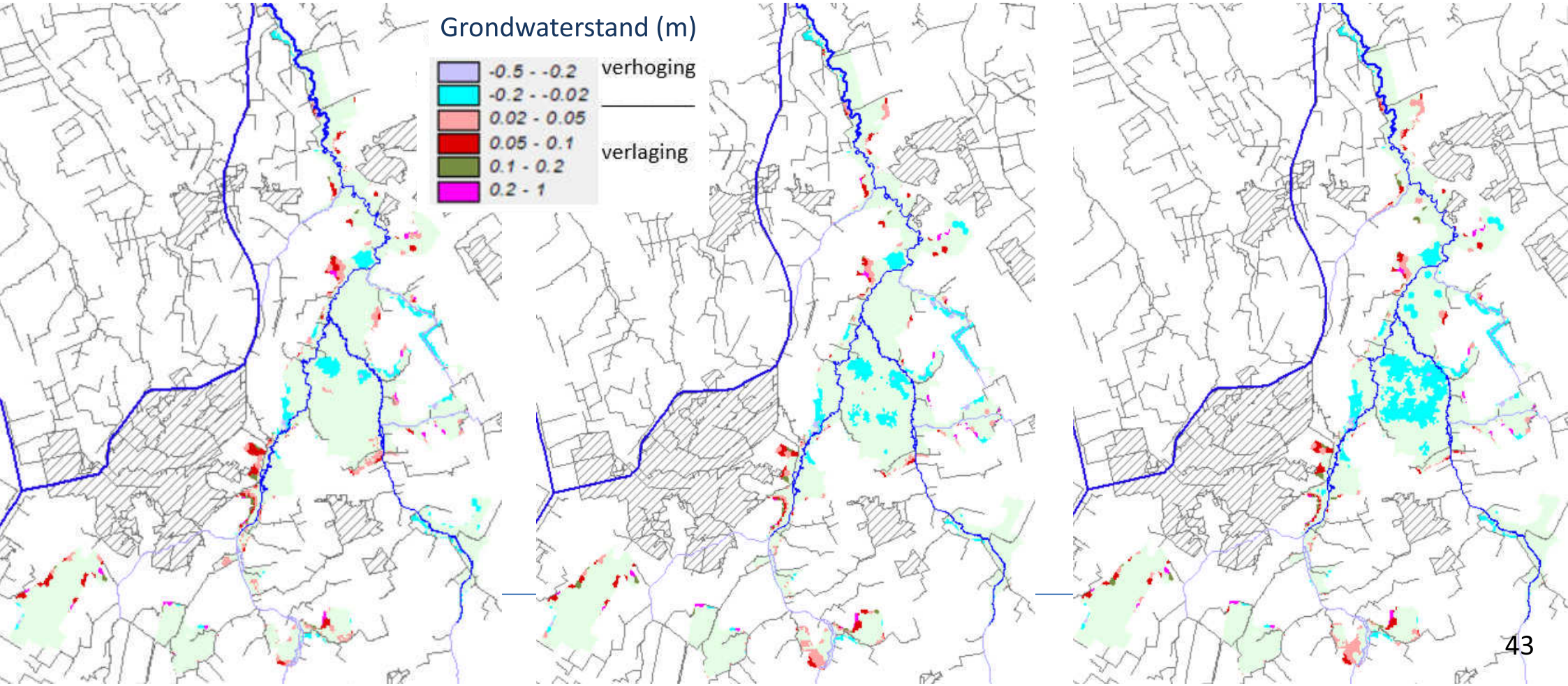
geen masker



Resultaten 1 april 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

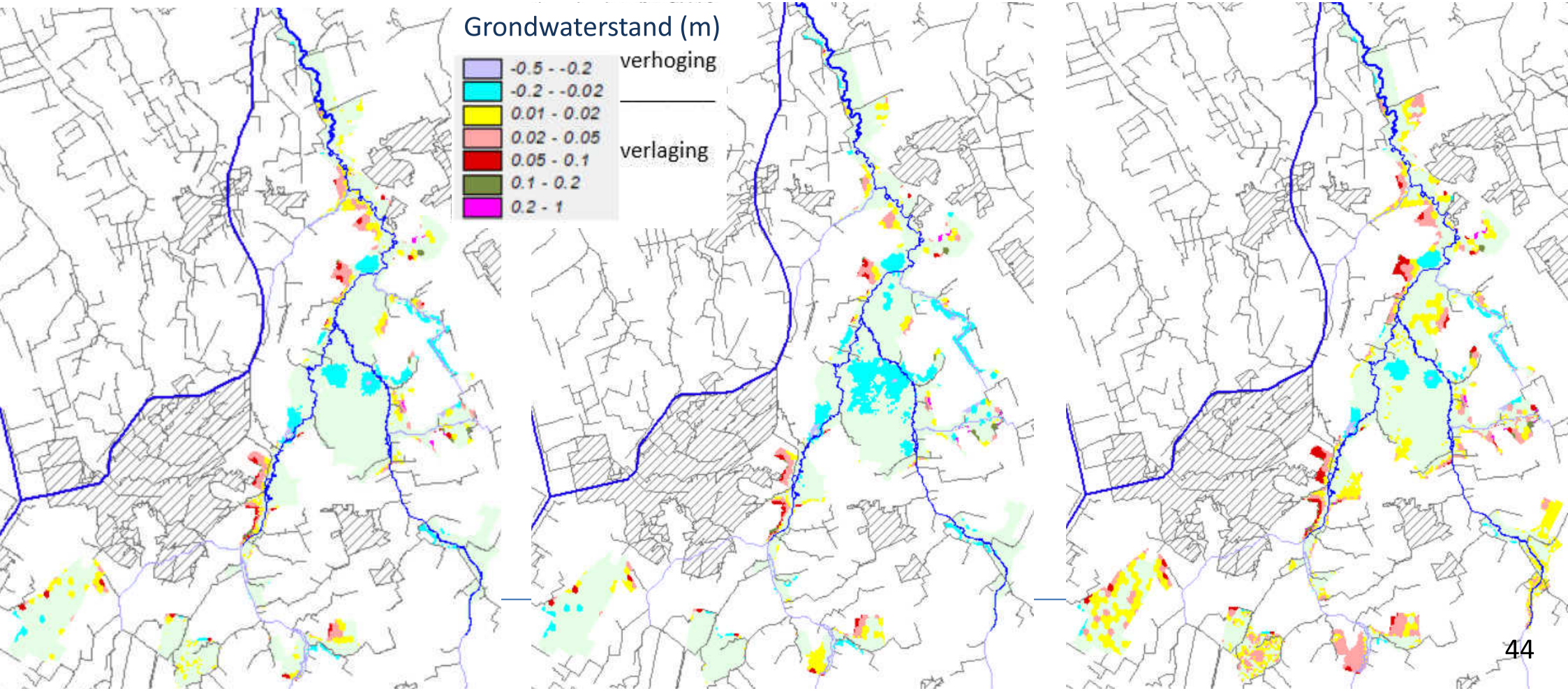
Ondiep: onderz. zone (scen 11) 500 m (scen 12) 200 m (scen 13)

met masker



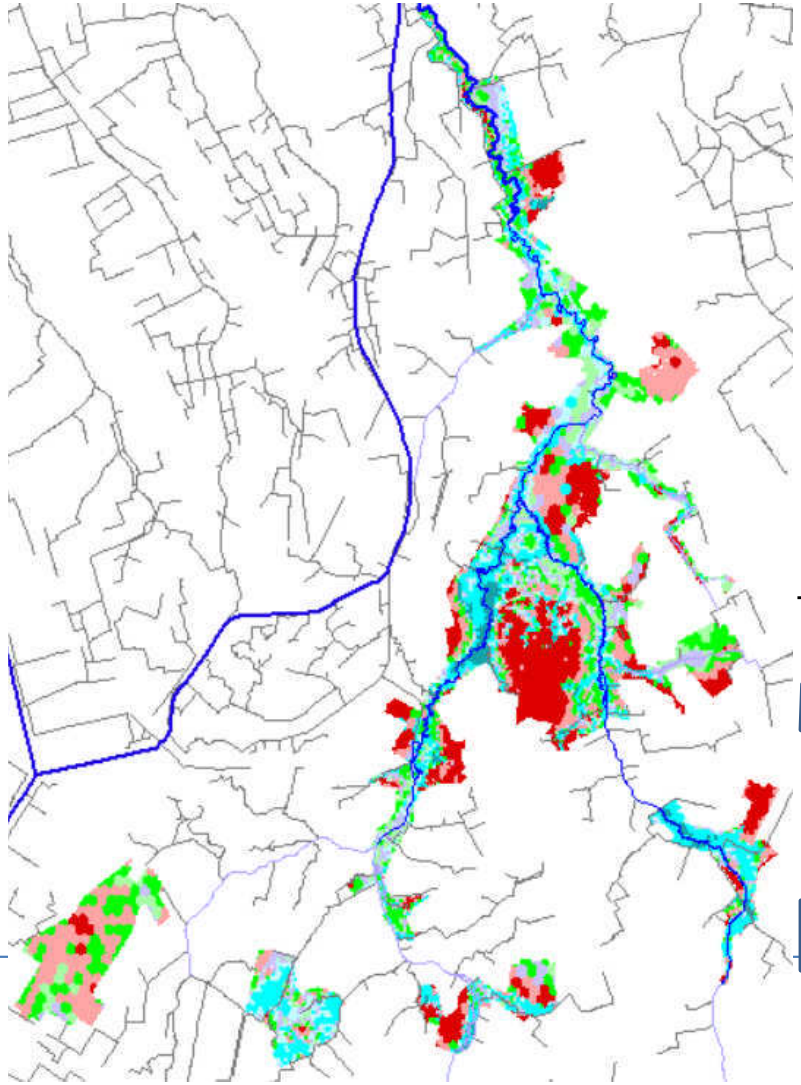
Resultaten 2 sept 2001 (verschil met buffer is onderzoekzone – scen 1) - freatisch

Ondiep: onderz. zone (scen 11) 500 m (scen 12) 200 m (scen 13)



Kwel en wegzijging scenario 1: laag 5 (kwel uit laag 6 en wegzijging uit laag 4)

Maart 2001



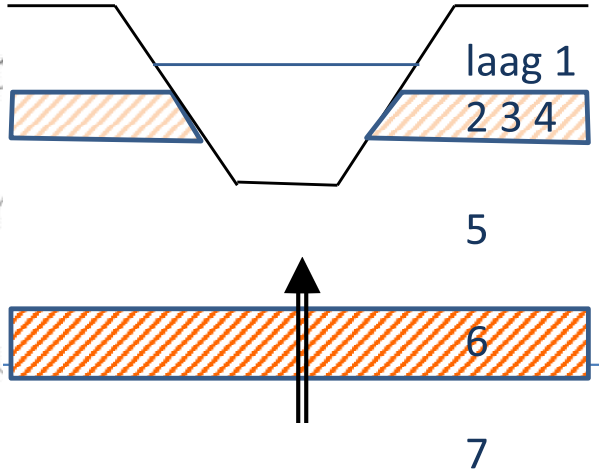
Kwel en wegzijging (mm/d)



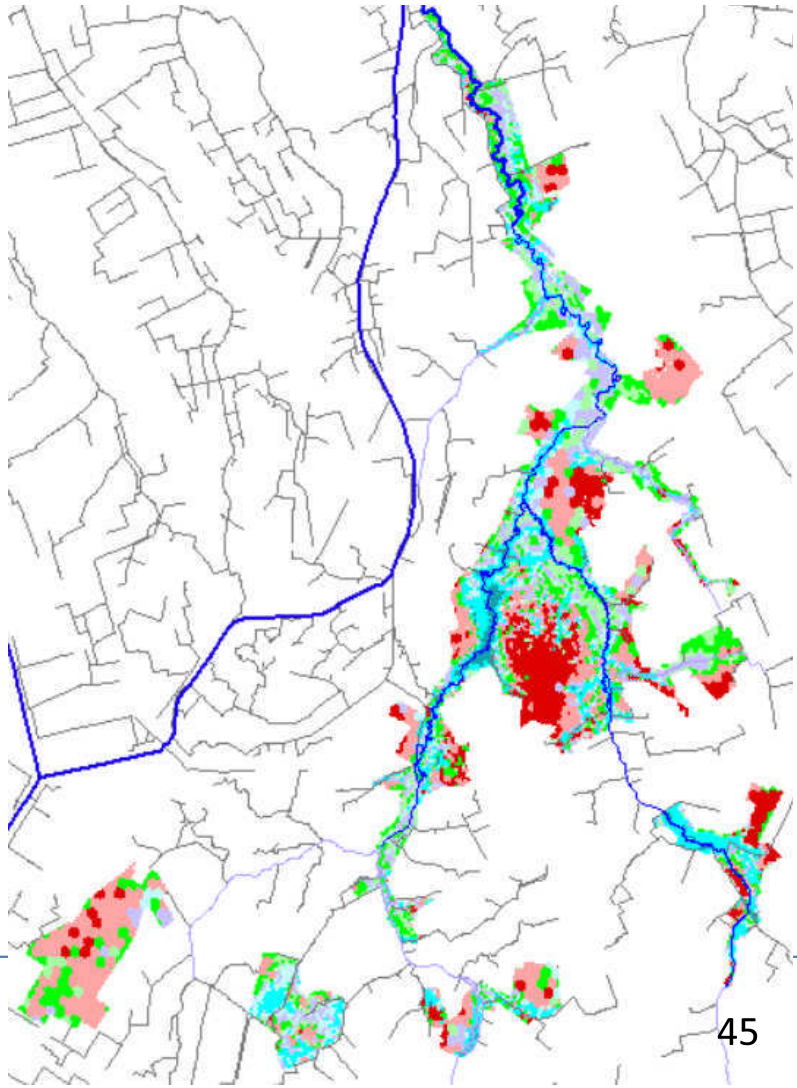
kwel

---

wegzijging



15 aug-15 sept 2001

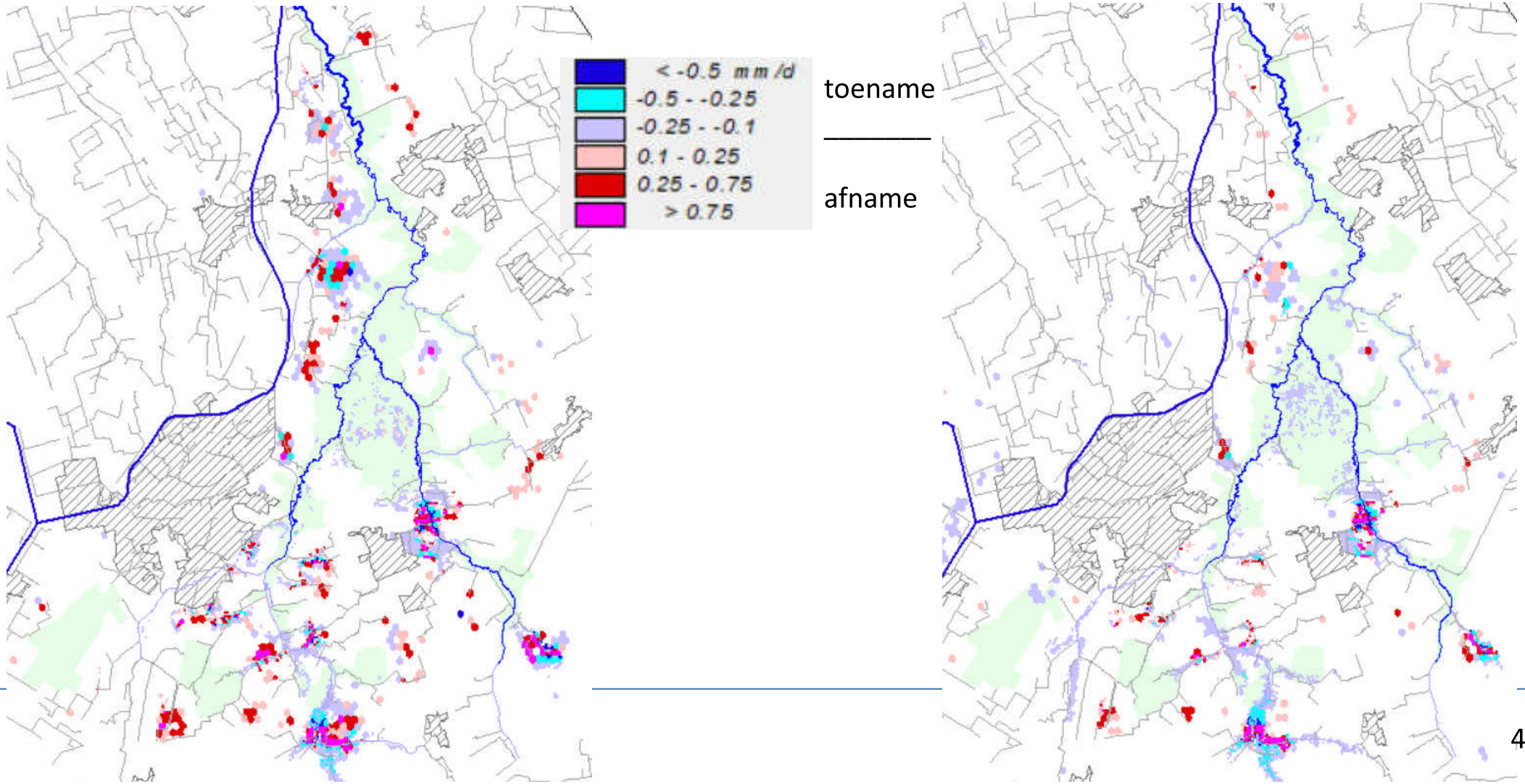


Verandering kwel en wegzijging scenario 2 (t.o.v. scen1): laag 5

Maart 2001

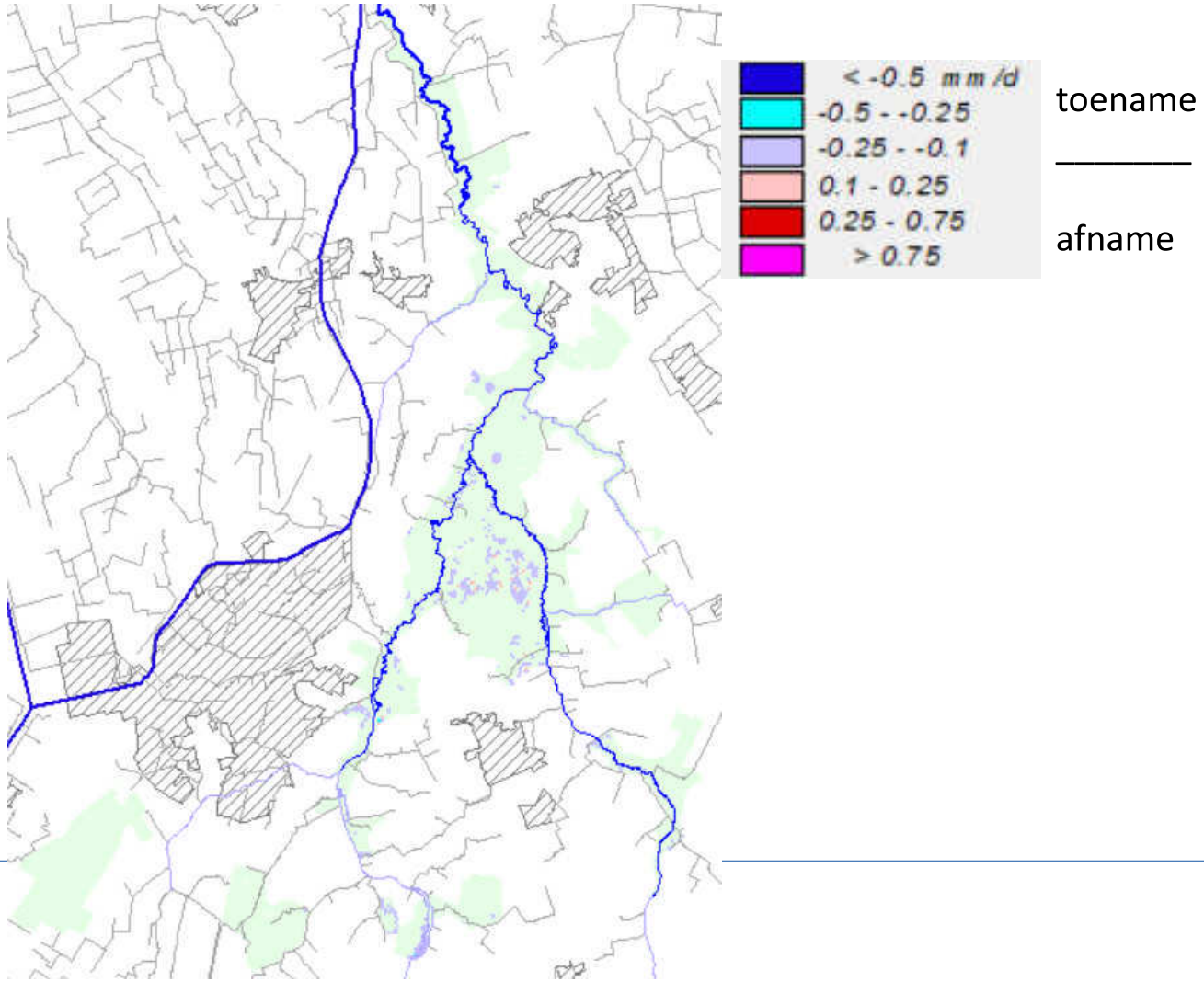
geen masker

15 aug-15 sept 2001

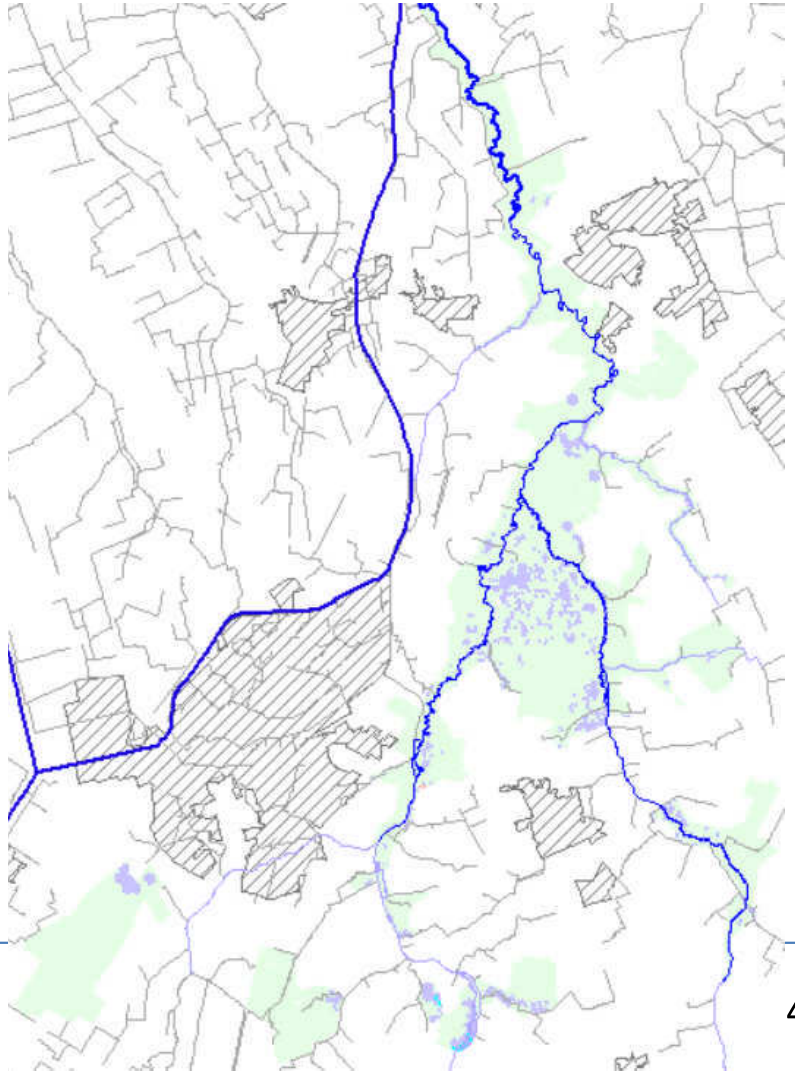


Verandering kwel en wegzijging scenario 2 (t.o.v. scen1): laag 5

Maart 2001

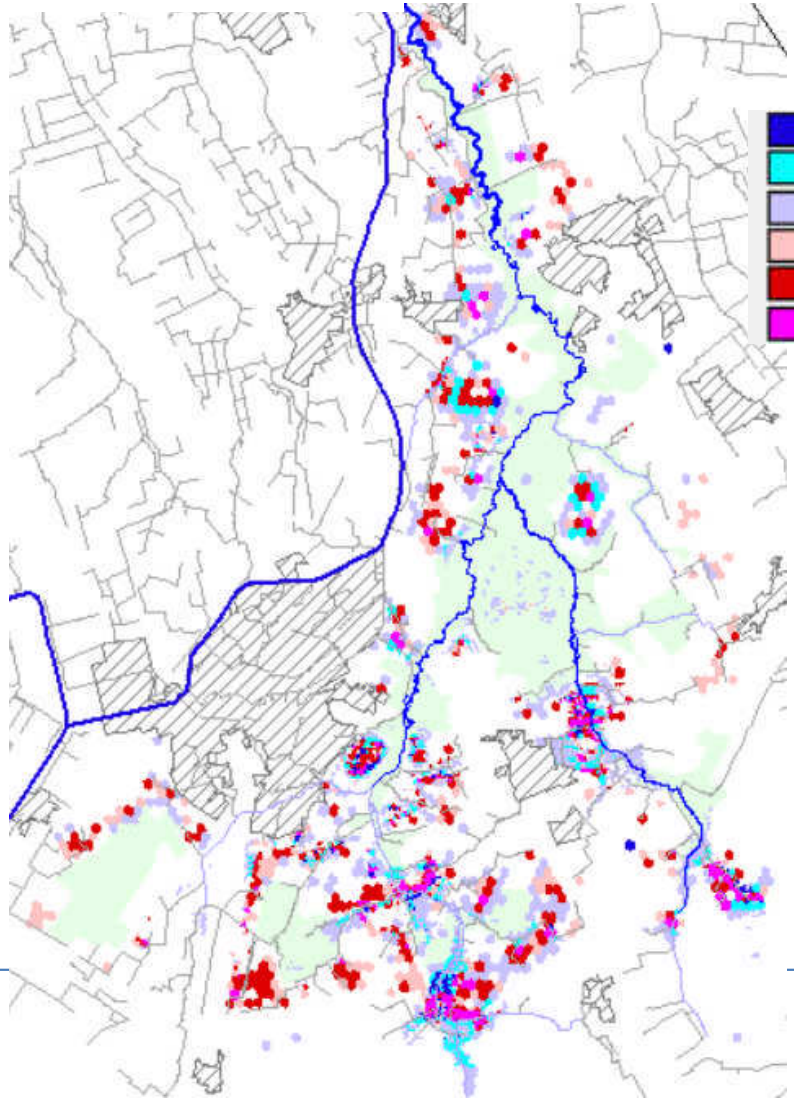


15 aug-15 sept 2001



Verandering kwel en wegzijging scenario 3 (t.o.v. scen1): laag 5

Maart 2001



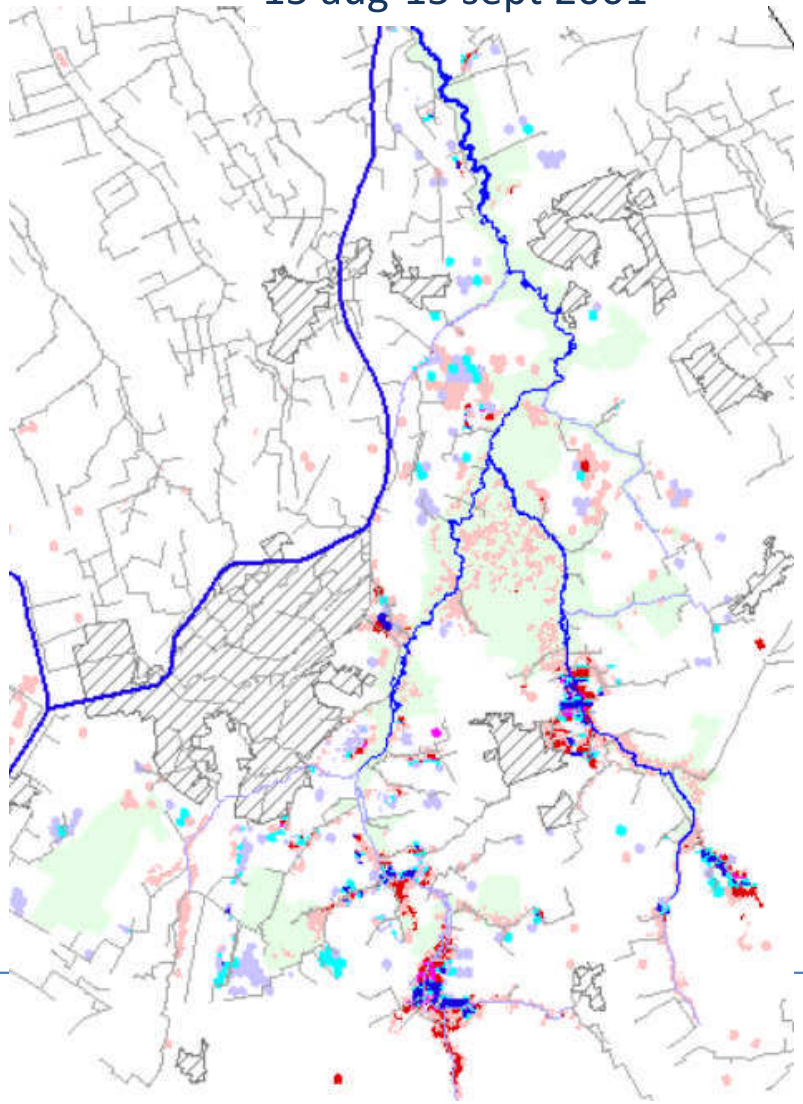
geen masker

< -0.5 mm/d
-0.5 - -0.25
-0.25 - -0.1
0.1 - 0.25
0.25 - 0.75
> 0.75

toename

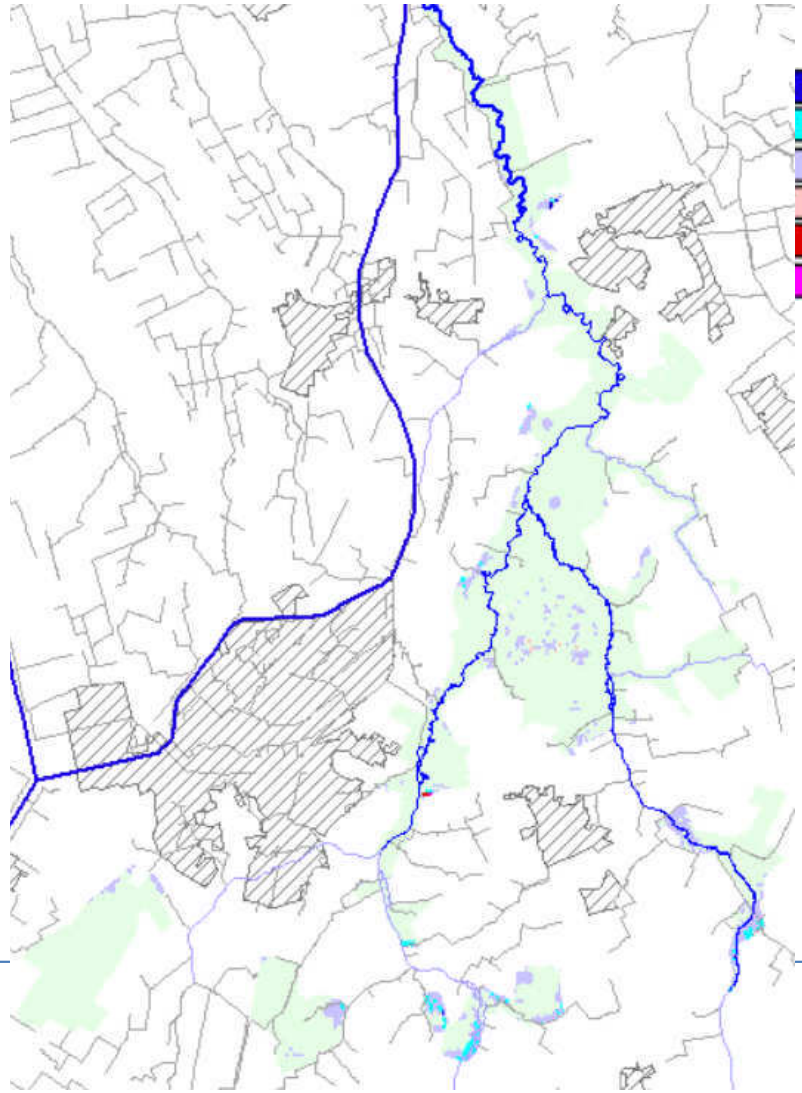
afname

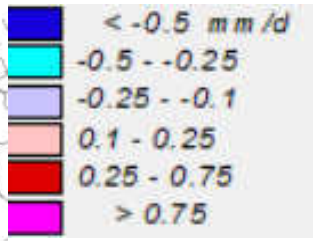
15 aug-15 sept 2001



Verandering kwel en wegzijging scenario 3 (t.o.v. scen1): laag 5

Maart 2001

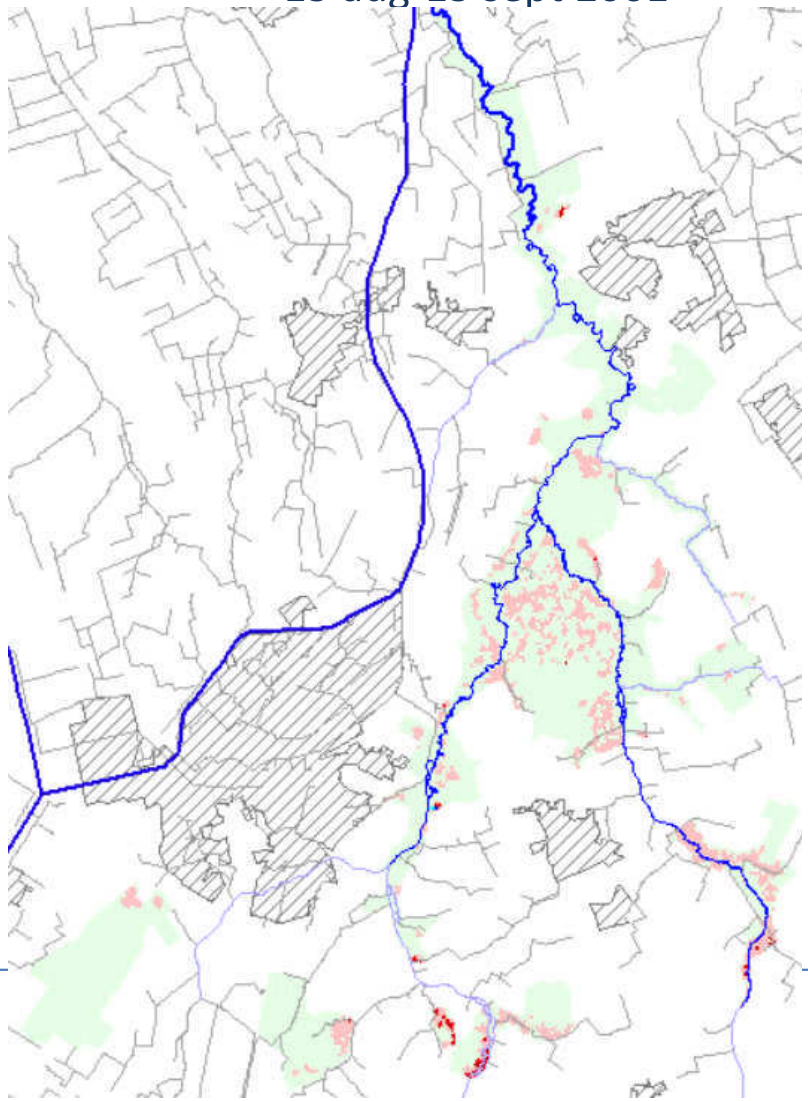




toename

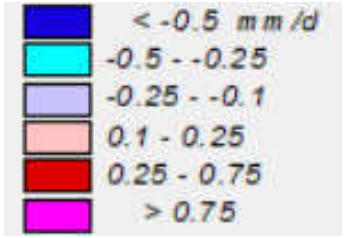
afname

15 aug-15 sept 2001



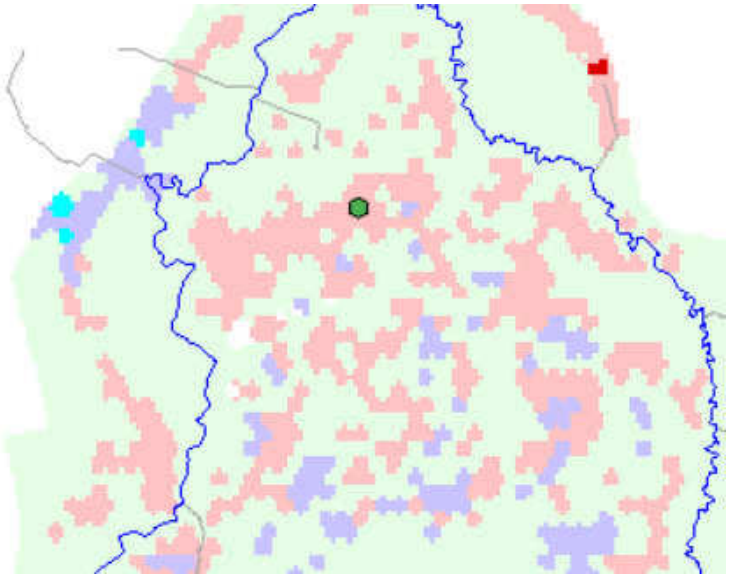
Verandering kwel en wegzijging scenario 3 (t.o.v. scen1): laag 5

15 aug-15 sept 2001



toename

afname



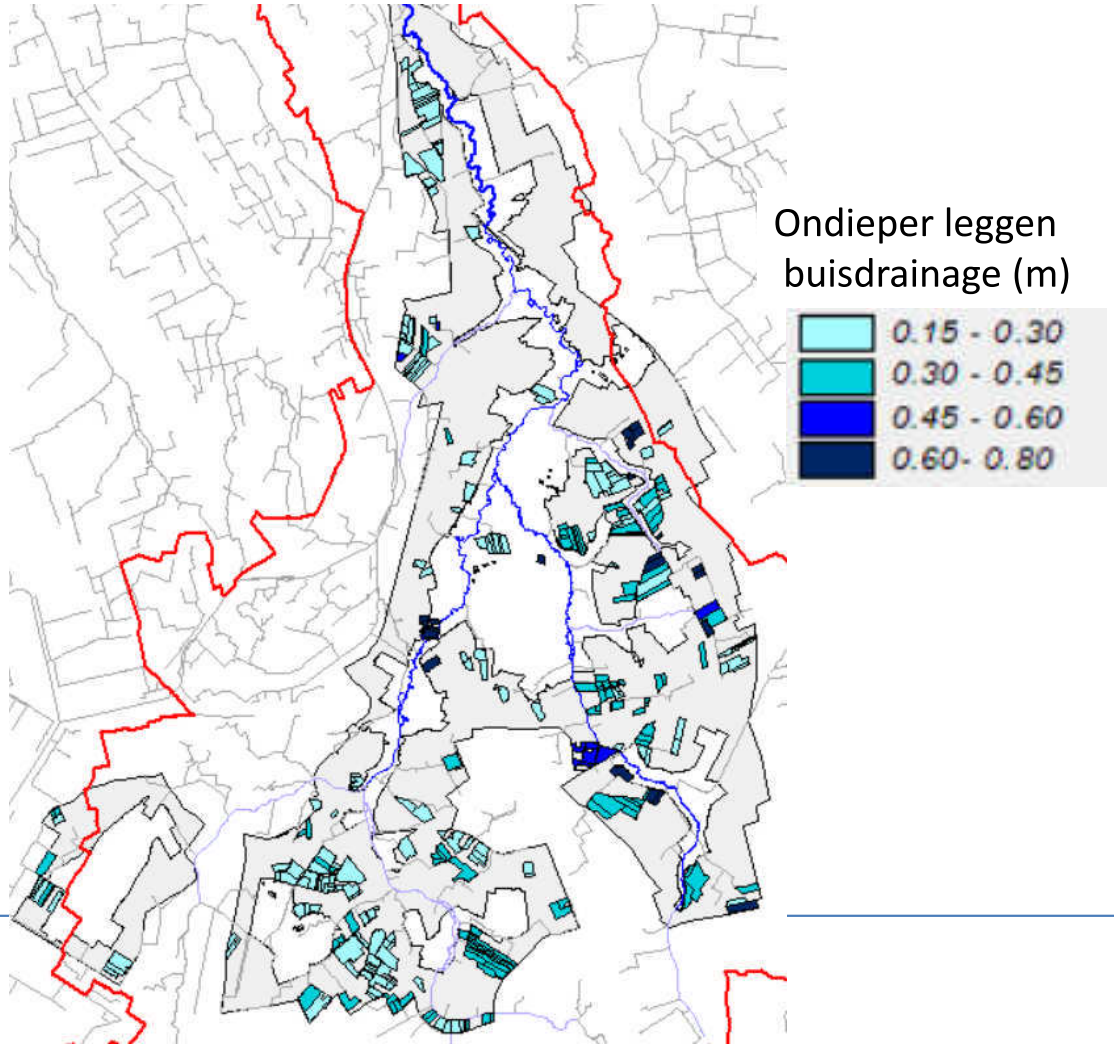
Node: 28309

Groundlevel	7.69								
Layers		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Thickness		0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	4.1
kD or c		0.5	5.0	0.5	5.0	1.2	5.0	0.5	5.0	1.3
Bottom ly		7.7	7.7	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.4	3.4

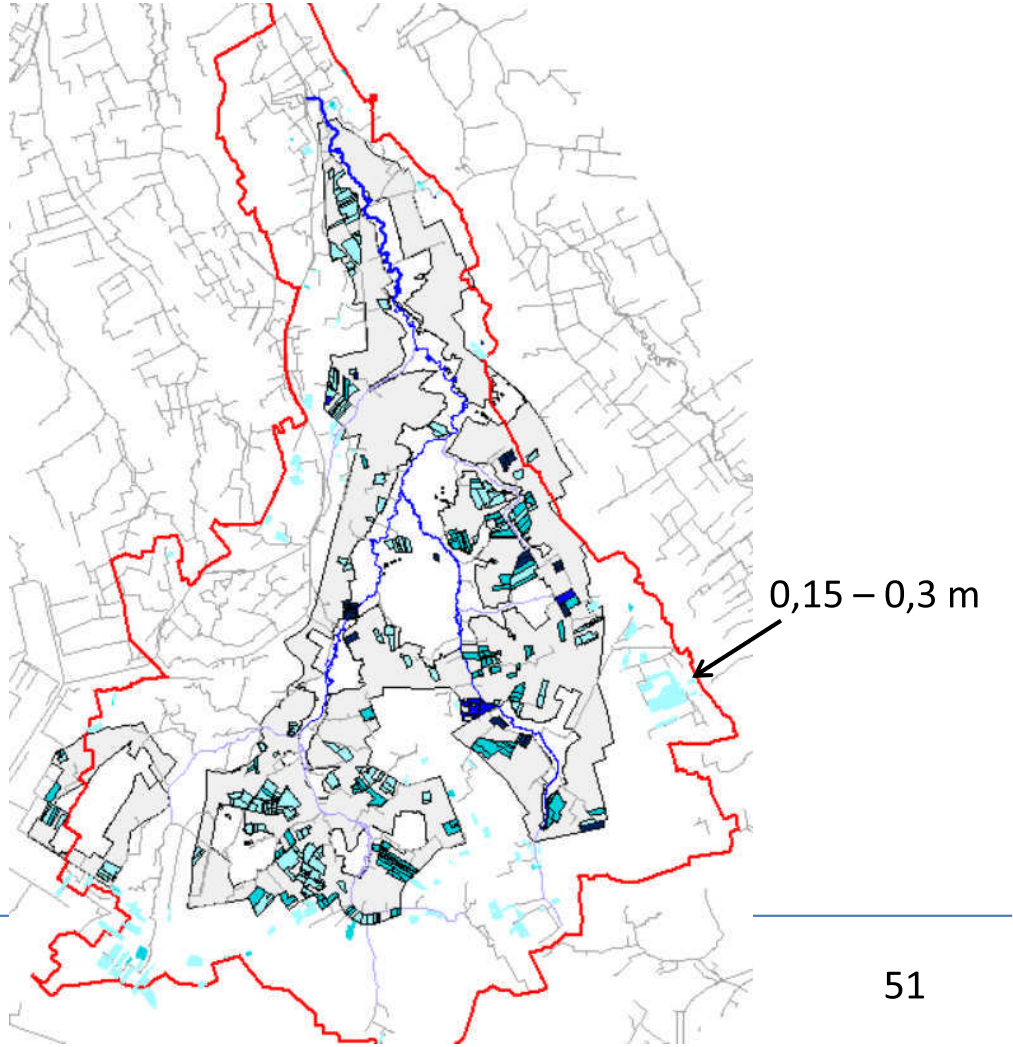
In gehele Balloërveld is tot en met laag 8 de laagdikte minimaal

Ondiep draineren - alleen de bestaande drains ondieper leggen

Onderzoekszone (scen 15)

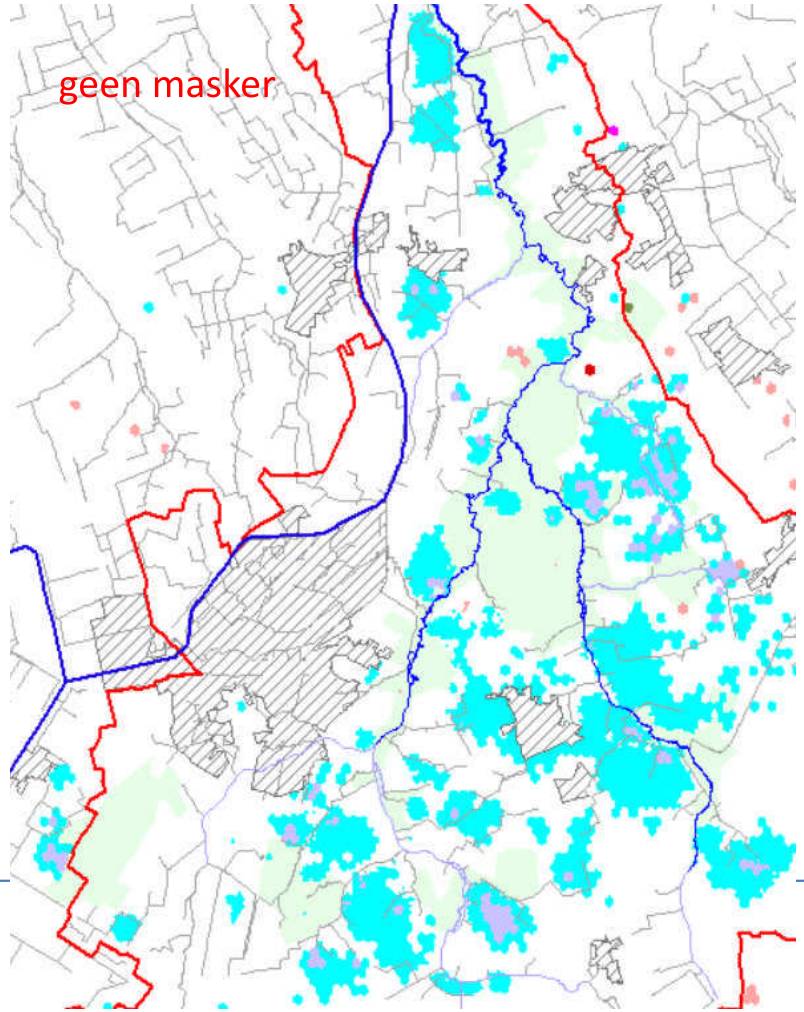


Stroomgebied Dr. Aa (scen 16)



Resultaten 1 april 2001 (alle bestaande drains ondieper leggen: 0,8 m) - vergelijk scenario 0

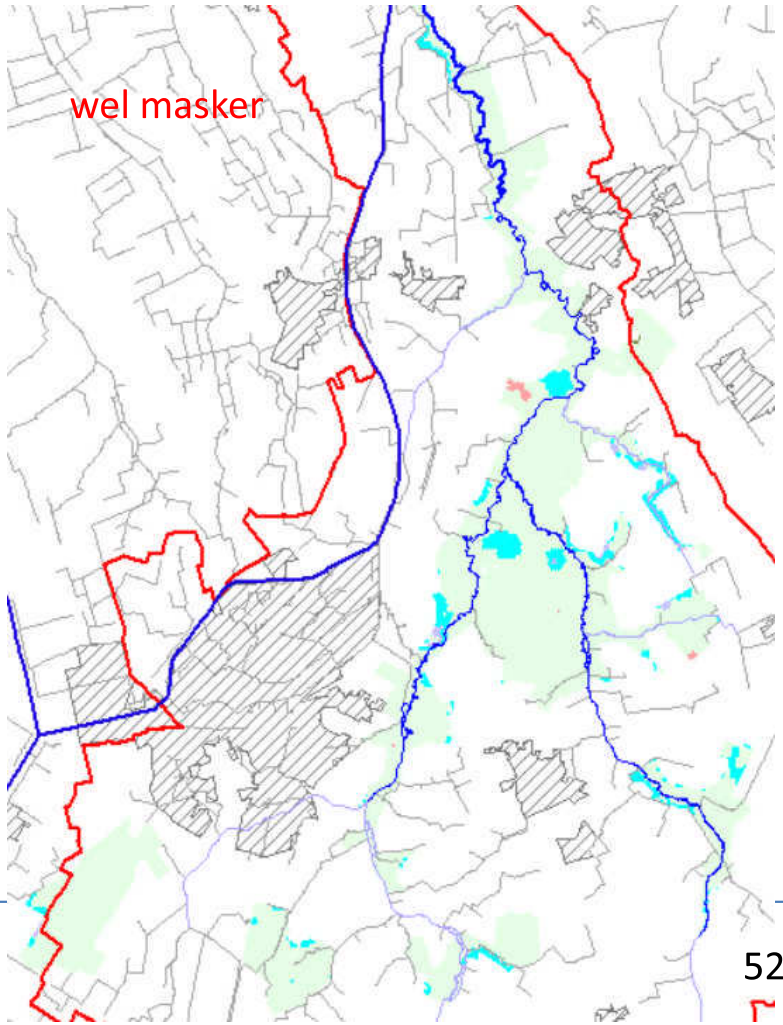
Scenario 15



Grondwaterstand (m)

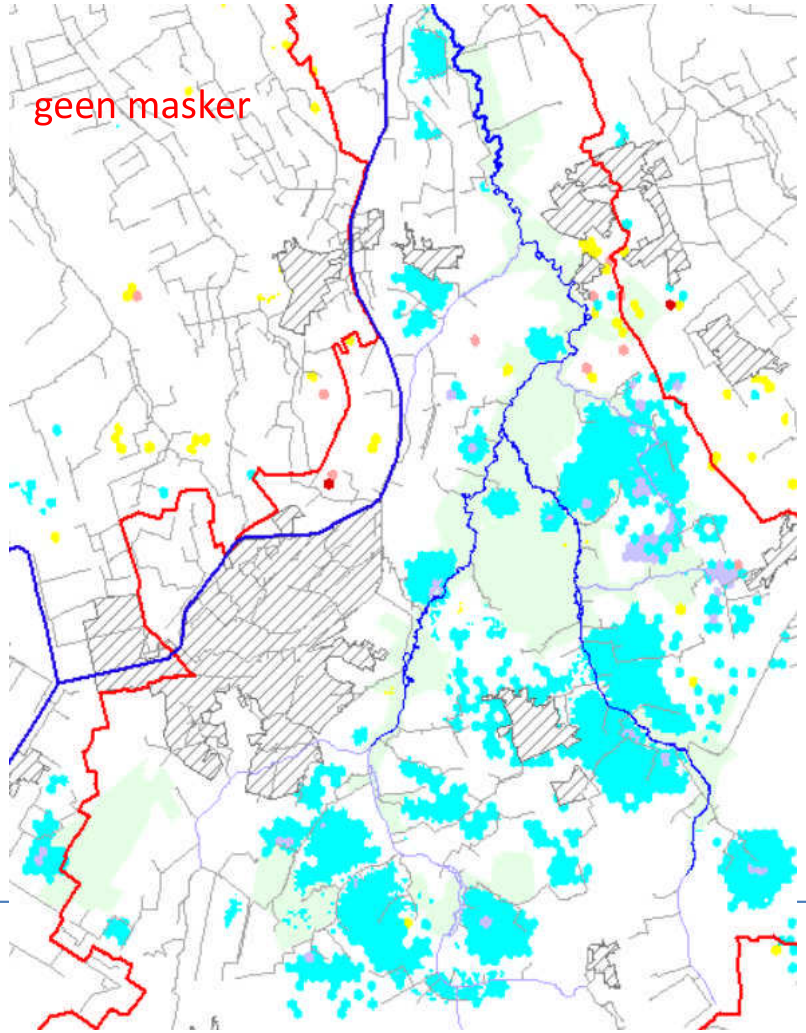
-0.5 - -0.2	verhoging
-0.2 - -0.02	
0.02 - 0.05	
0.05 - 0.1	verlaging
0.1 - 0.2	
0.2 - 1	

Hogere grondwater-standen: tot ca. 0,15 m



Resultaten 2 sept 2001 (alle bestaande drains ondiep leggen: 0,8 m) - vergelijk scenario 0

Scenario 15

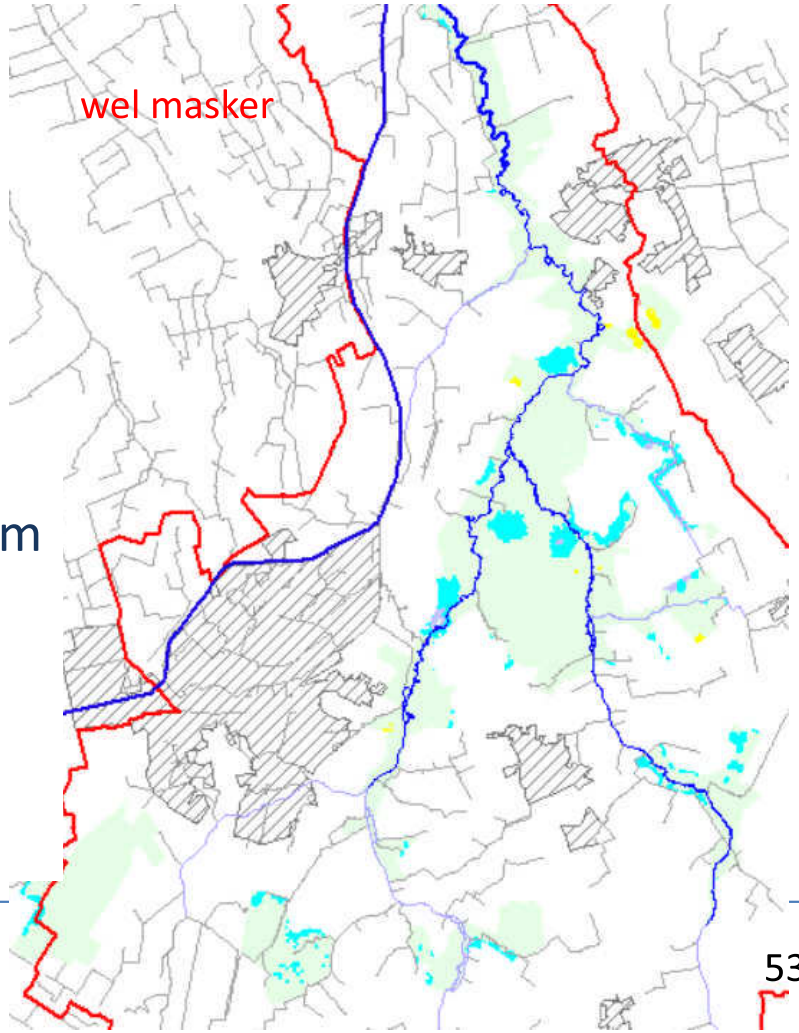


Grondwaterstand (m)

-0.5 - -0.2	verhoging
-0.2 - -0.02	
0.01 - 0.02	
0.02 - 0.05	verlaging
0.05 - 0.1	
0.1 - 0.2	
0.2 - 1	

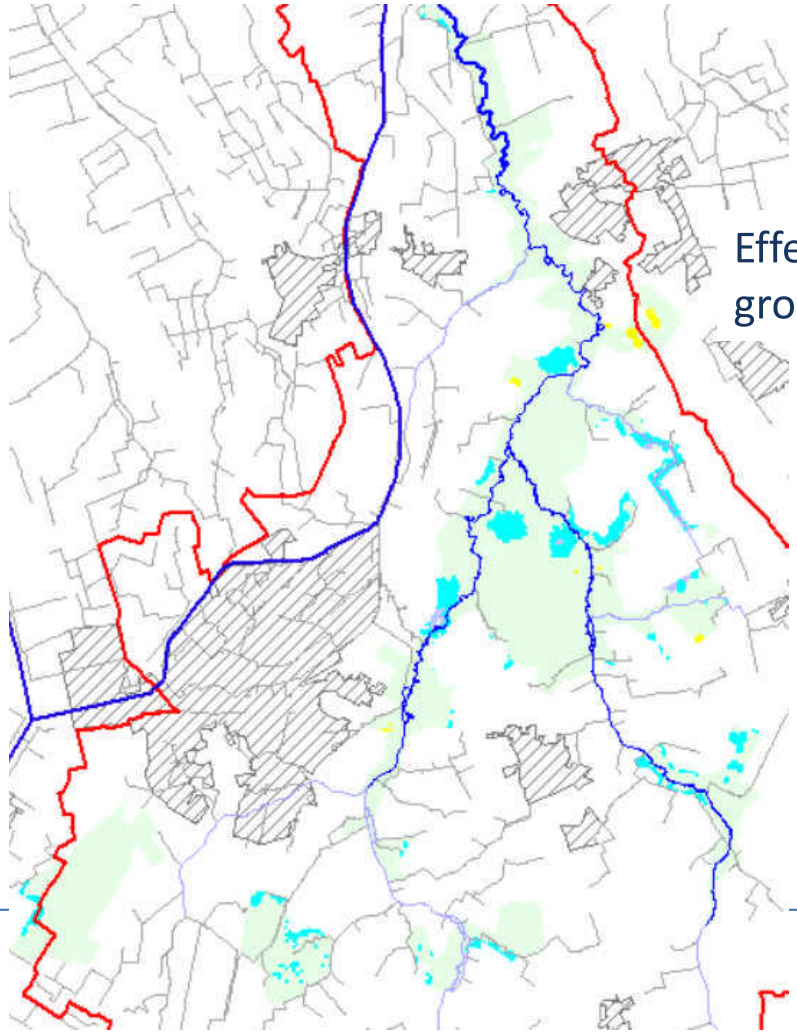
Hogere grondwater-standen: tot ca. 0,10 m

In N2000 gebied blijft verhoging op 1 april en 2 sept nagenoeg gelijk



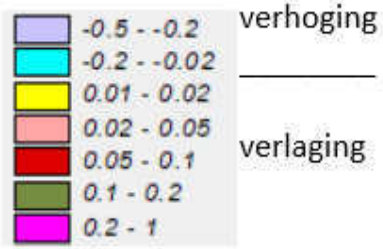
Verschil najaar 2001 of 2003 bij scenario 15

2 sept 2001

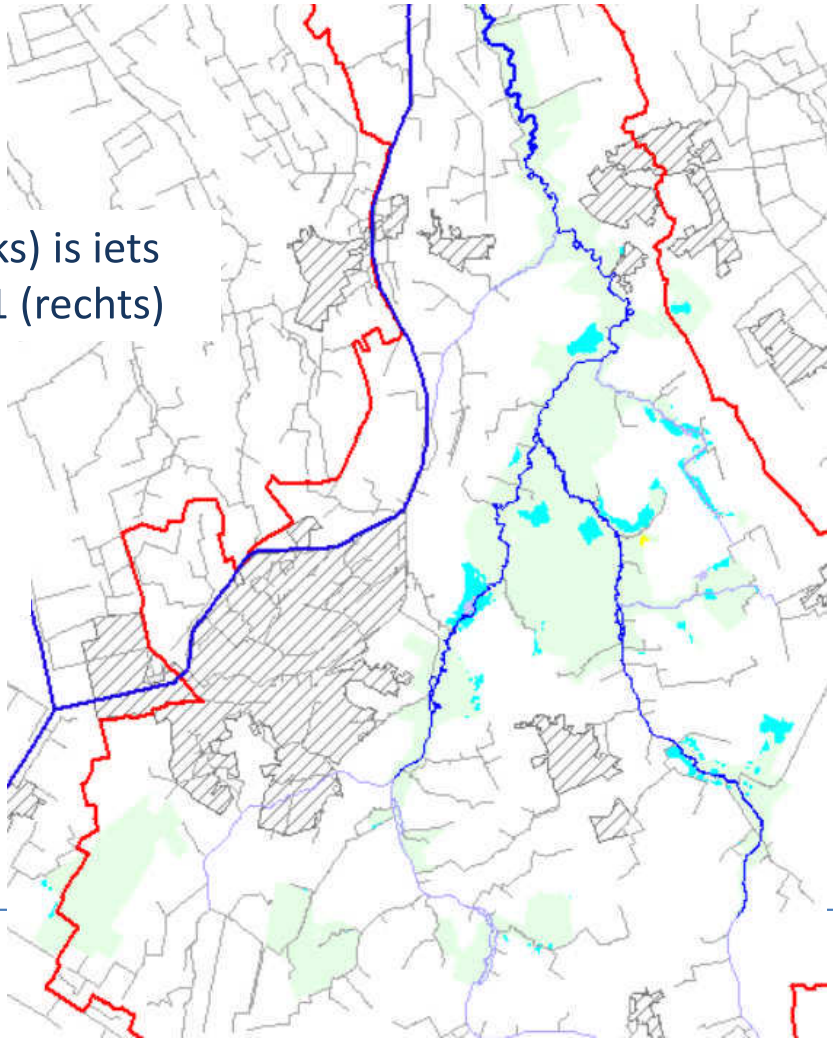


Effect op 2 sept 2001 (links) is iets groter dan op 2 sept 2001 (rechts)

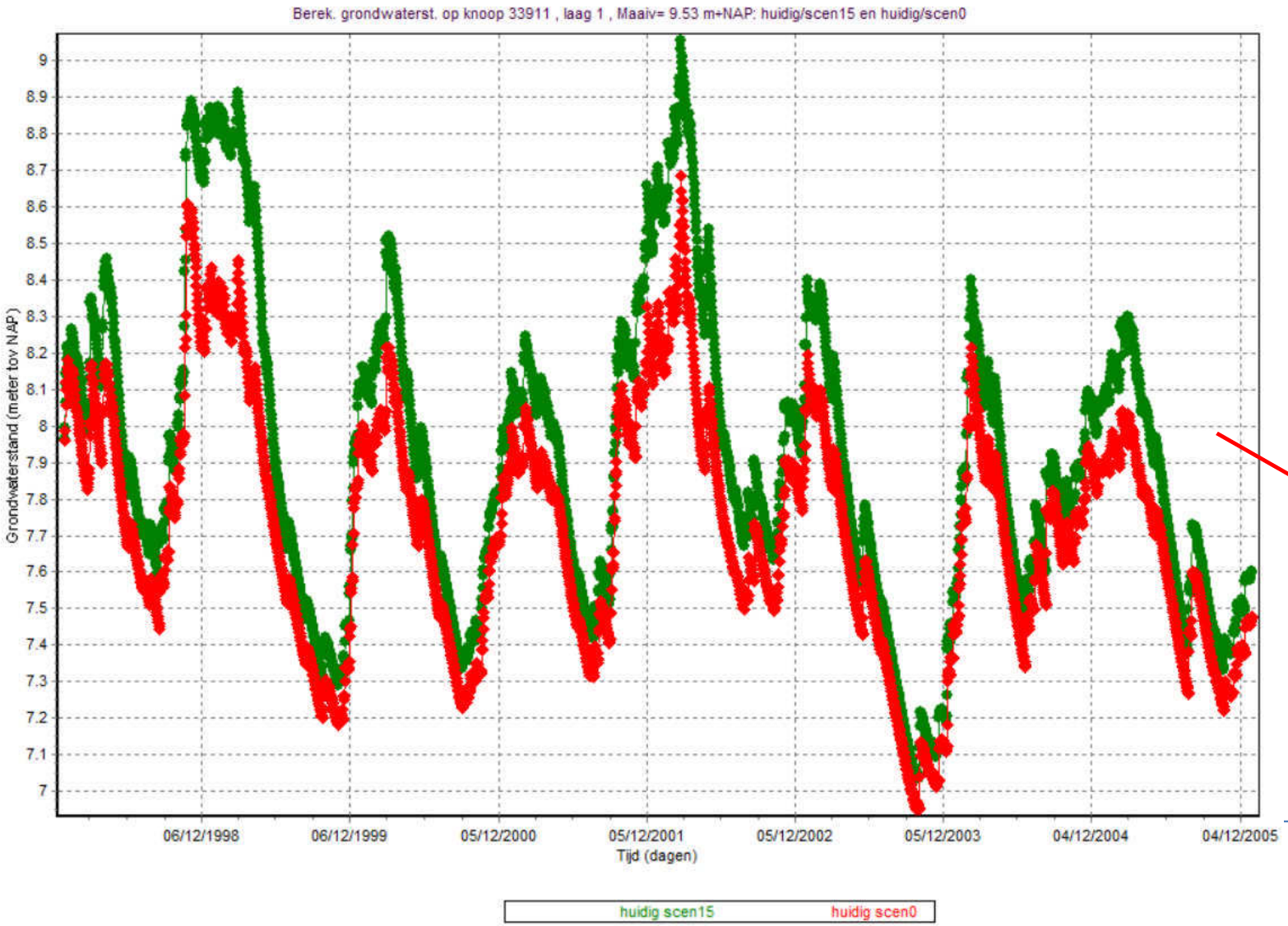
Grondwaterstand (m)



2 sept 2003

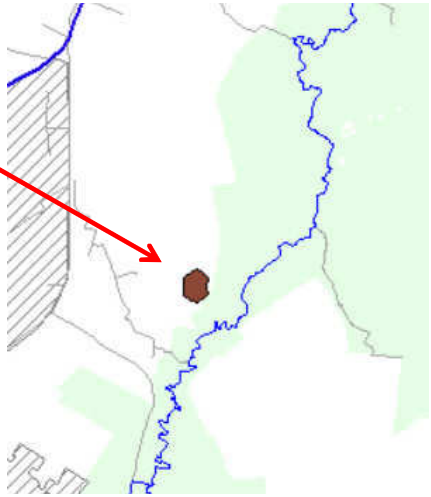


Stijghoogteverloop scenario 15 en 0



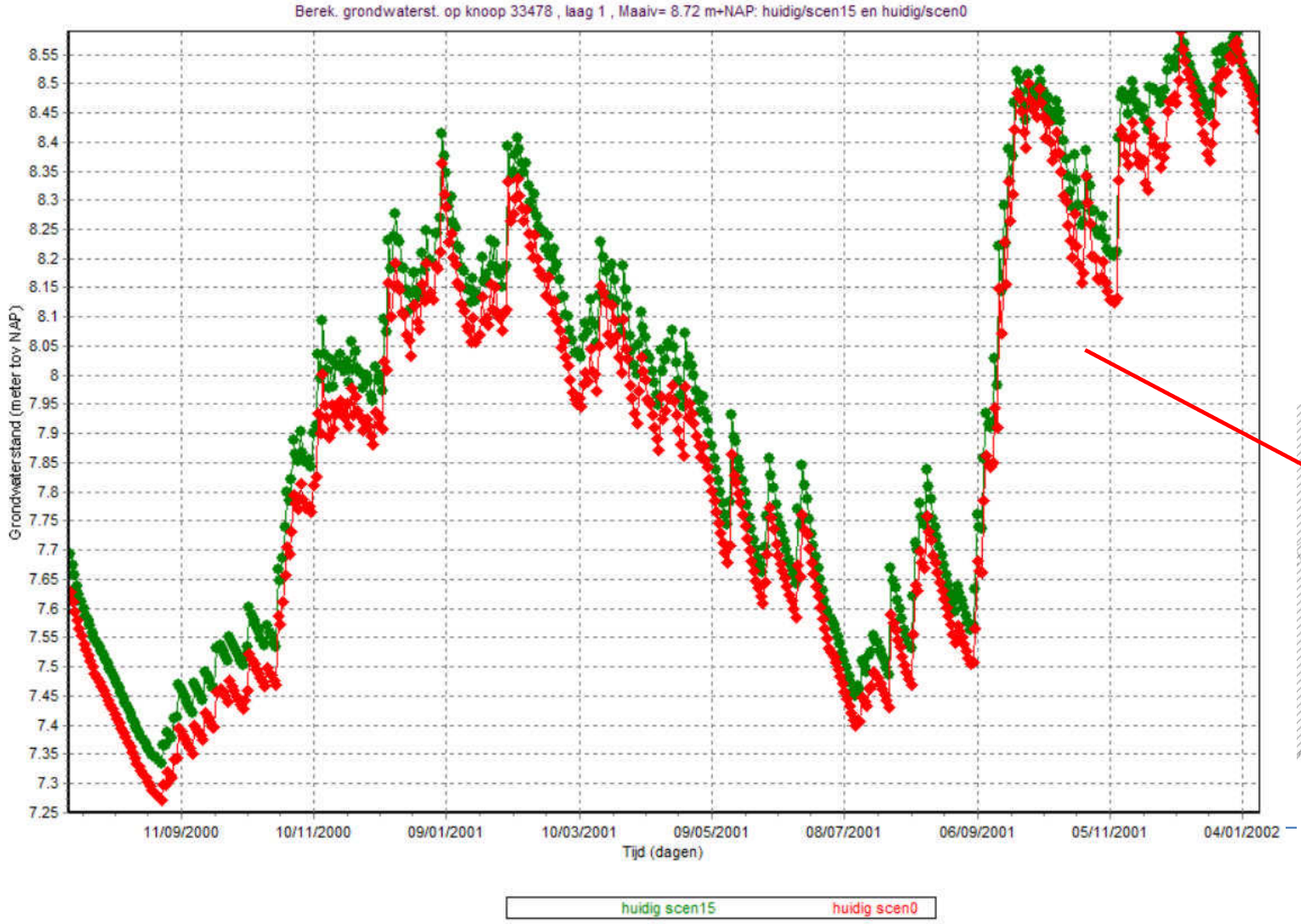
Voorbeeld van verhoging grwst door verondiepen drains in winter ca. 30 cm en in zomer ca. 10 cm

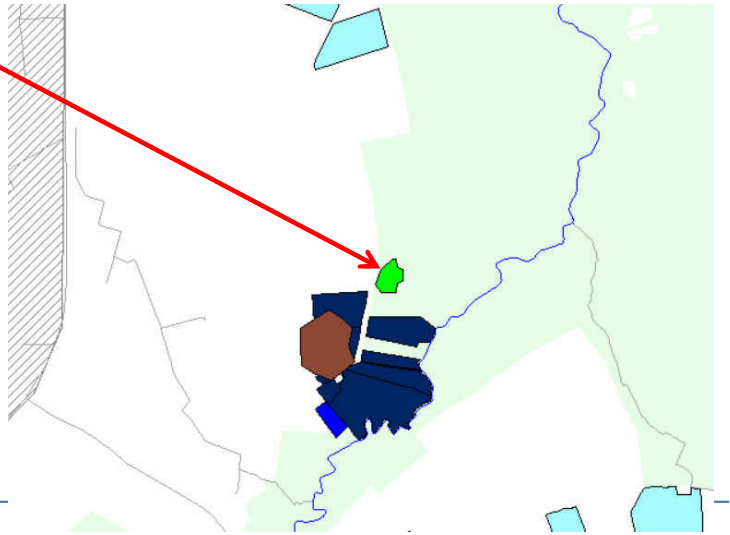
Cel met resultaten deels gedraineerd



Voorbeeld van verhoging grwst door verondiepen drains in winter en zomer ca. 5 cm

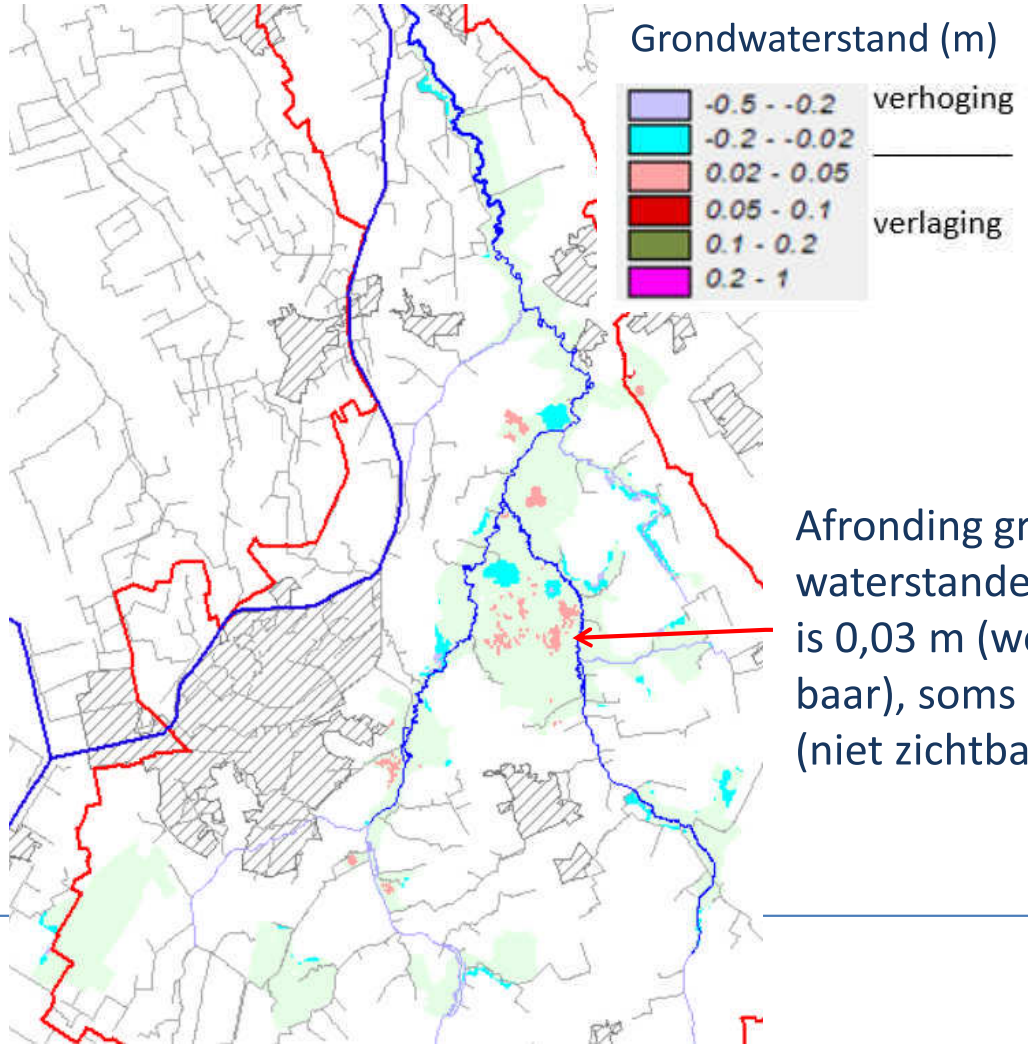
Cel met resultaten niet gedraineerd





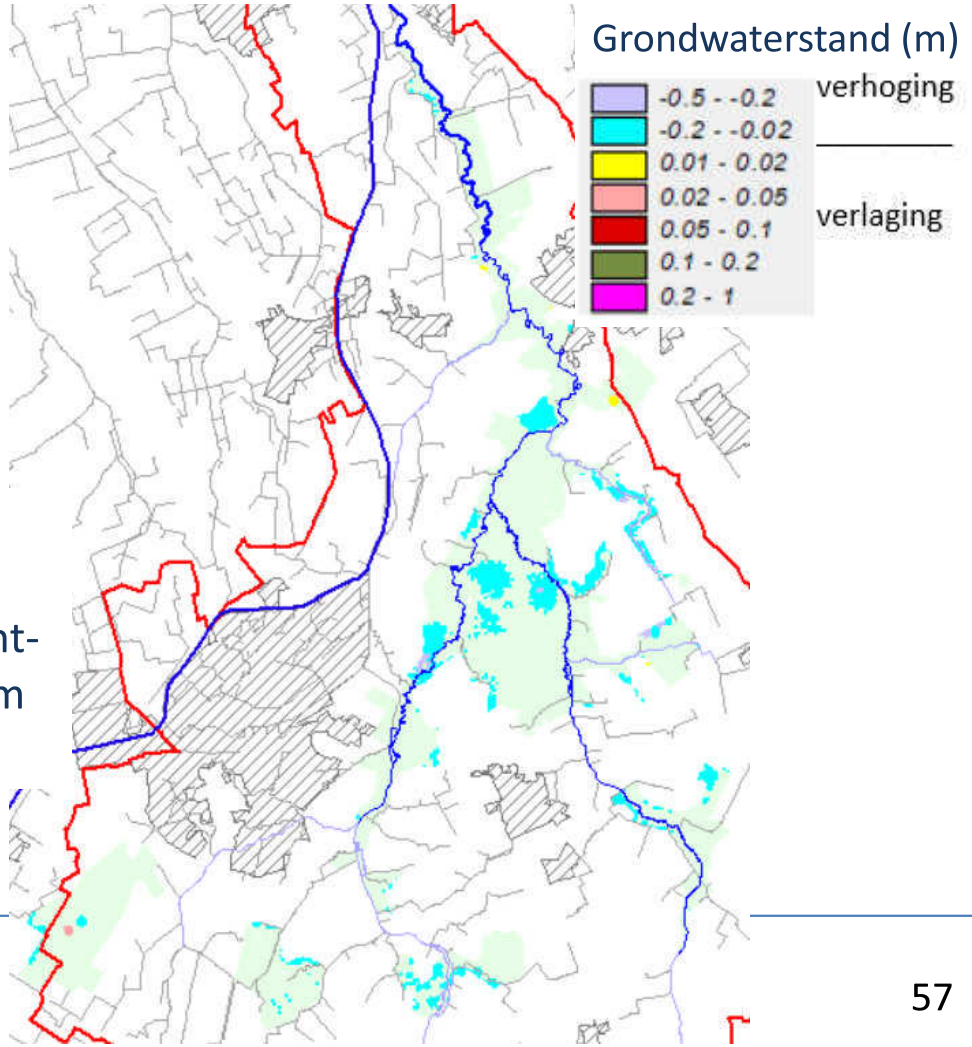
Resultaten scenario 16 (alle bestaande drains ondieper leggen: 0,8 m) - vergelijk scenario 0

1 april (scen 16)

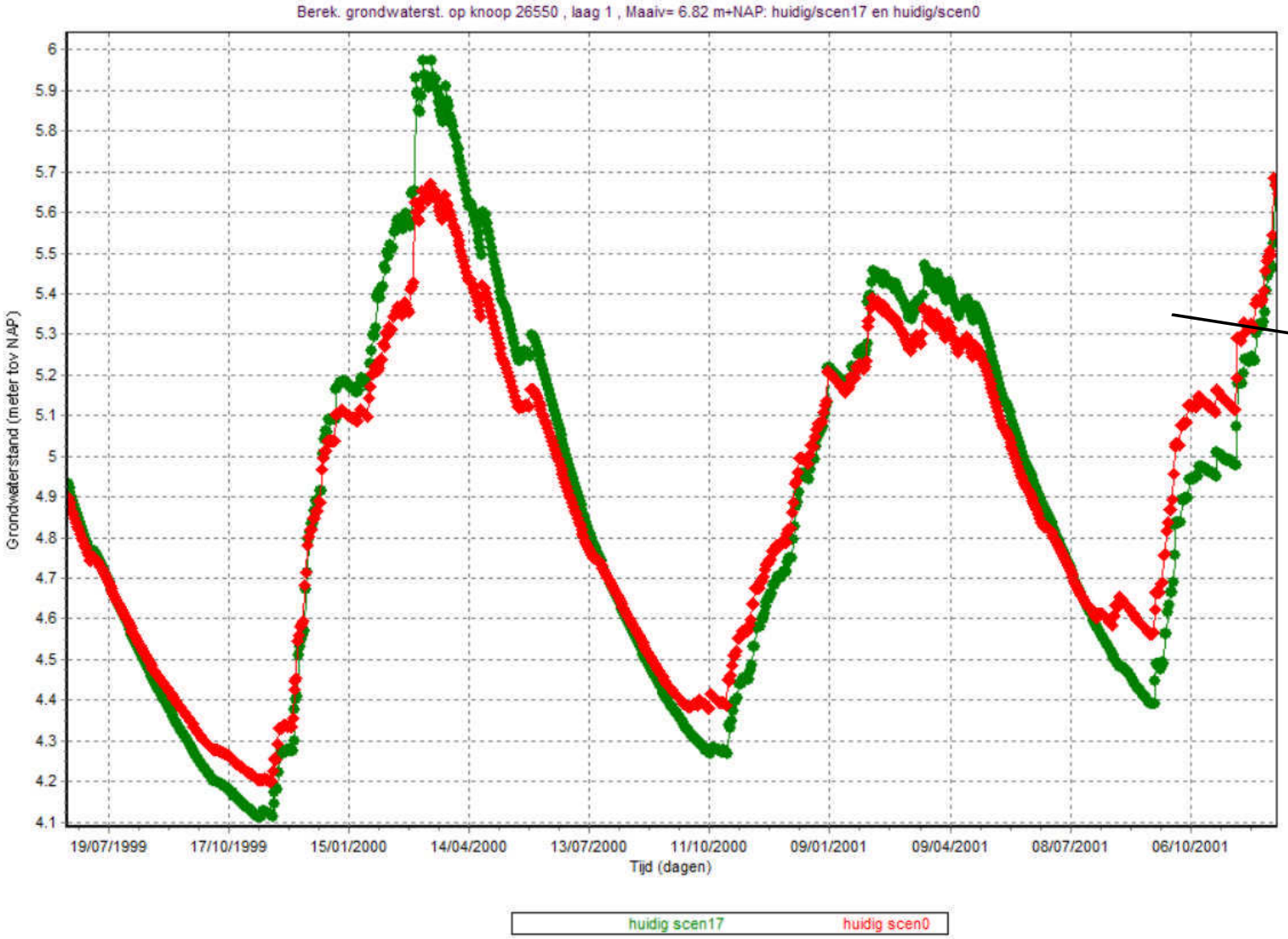


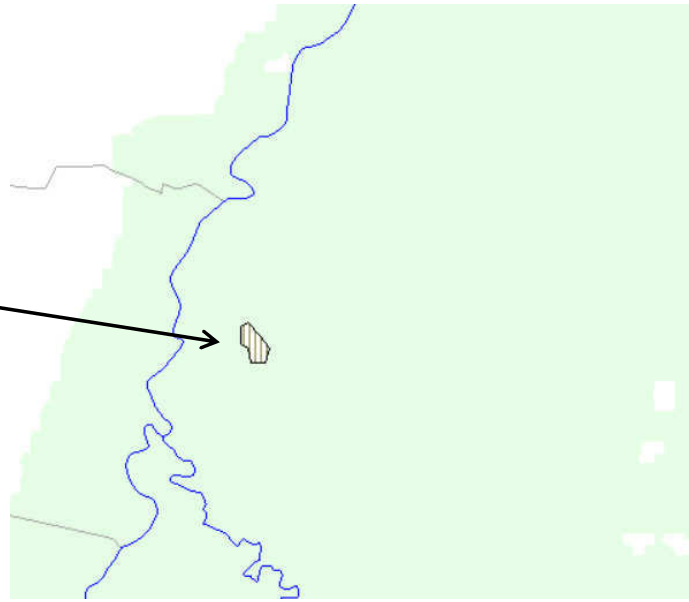
Afronding grond-waterstanden: is 0,03 m (wel zicht-baar), soms 0,01 m (niet zichtbaar)

2 sept (scen 16)



Scenario 17 (=scen 16 en klimaat W_H): voorbeeld dynamiek grondwaterstand (t.o.v. scen 0)

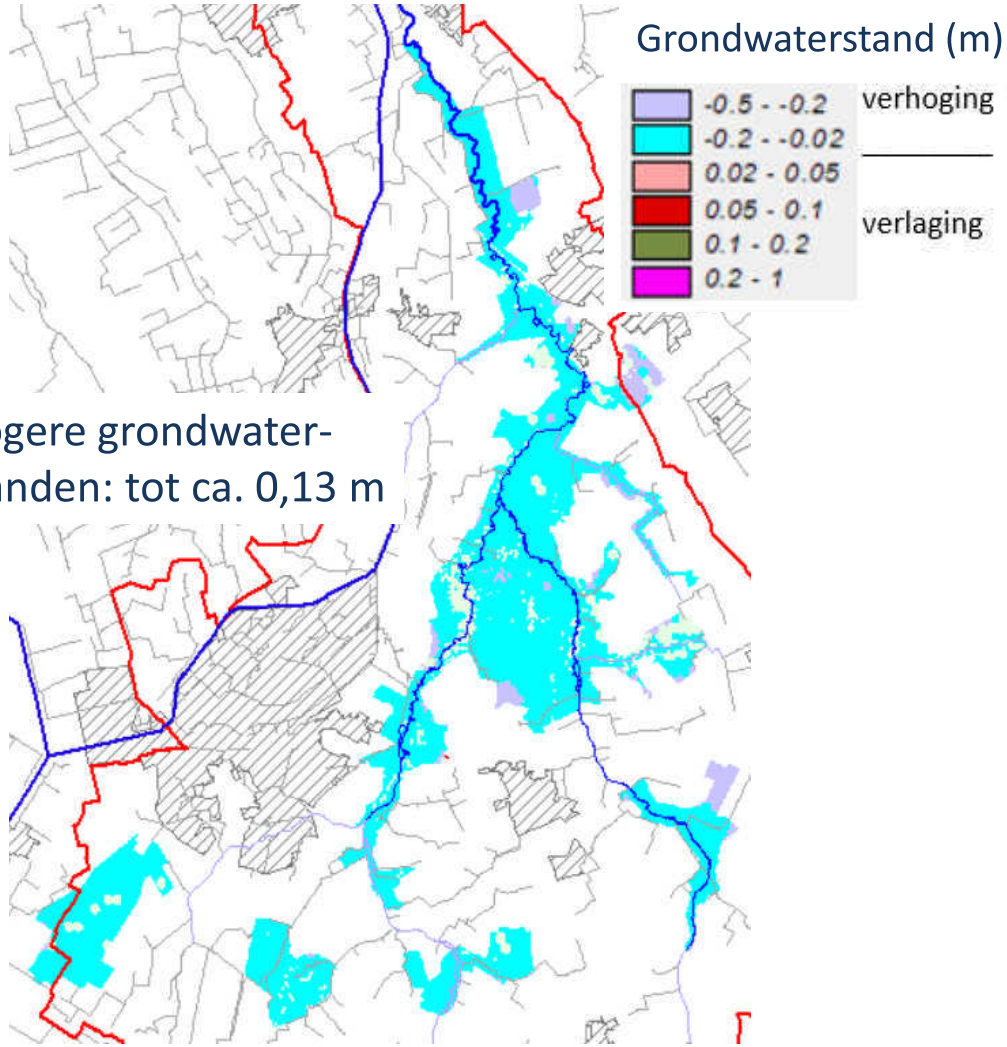




WH: meer neerslag winter en minder neerslag zomer, maar ook meer verdamping

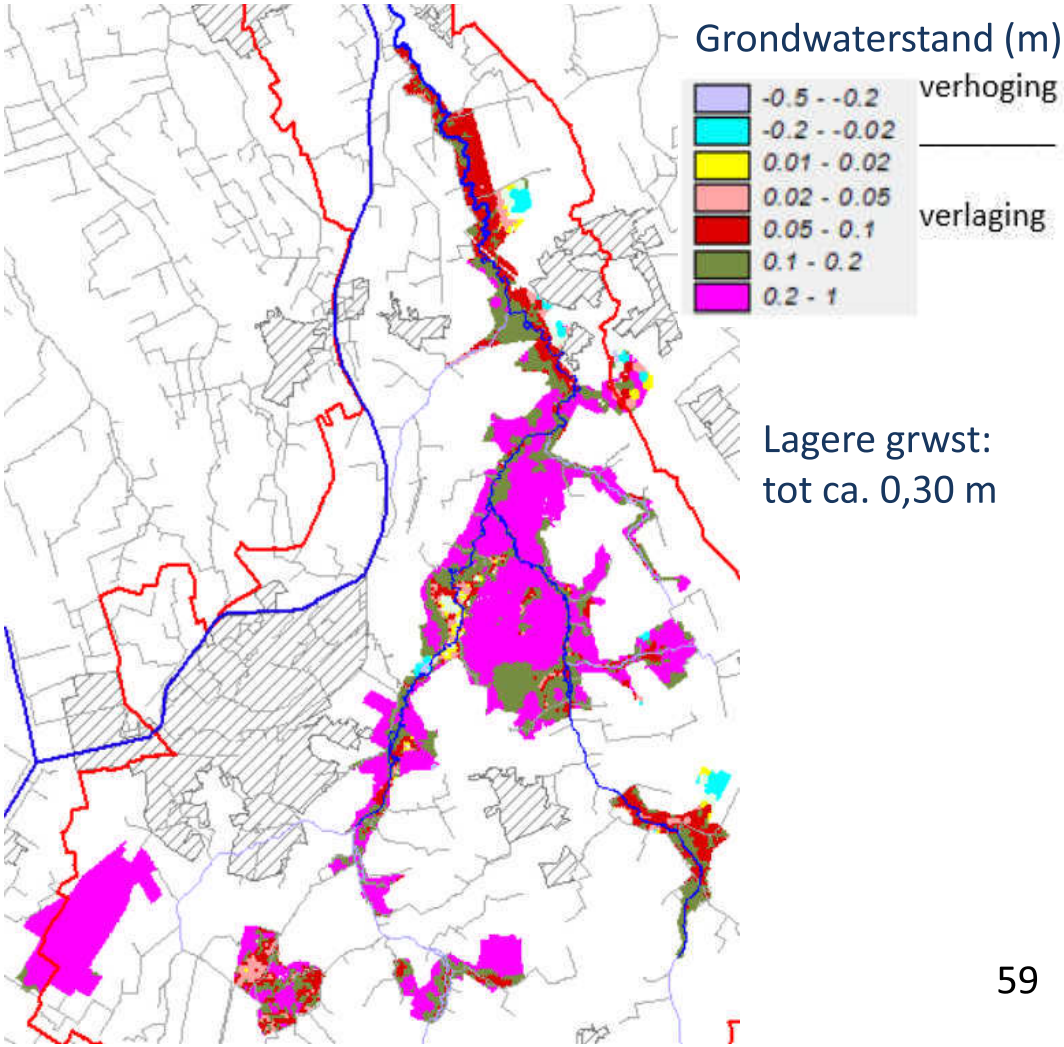
Resultaten scenario 17 (alle bestaande drains ondieper leggen: 0,8 m) - klimaat W_H

1 april



Hogere grondwater-standen: tot ca. 0,13 m

2 sept



Lagere grwst: tot ca. 0,30 m