

Hydrologisch onderzoek brakwaternatuurgebied Deikum

Het Groninger Landschap

31 maart 2014

Definitief rapport

BC6954-101-100



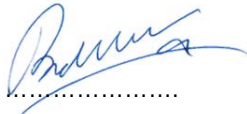
HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.
RIVERS, DELTAS & COASTS

Chopinlaan 12
Postbus 8064
9702 KB Groningen
+31 50 521 42 14 Telefoon
Fax
info@groningen.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoningdhv.com Internet
Amersfoort 56515154 KvK

Documenttitel Hydrologisch onderzoek
brakwaternatuurgebied Deikum

Verkorte documenttitel

Status Definitief rapport
Datum 31 maart 2014
Projectnaam Hydrologisch onderzoek
brakwaternatuurgebied Deikum
Projectnummer BC6954-101-100
Opdrachtgever Het Groninger Landschap
Referentie BC6954-101-100/R00002/901440/Gron

Auteur(s) Erik Bakker, Martijn van Houten
Collegiale toets Ben van der Wal 
Datum/paraaf 31-3-2014
Vrijgegeven door Martijn van Houten
Datum/paraaf 31-3-2014 

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	6
1.1 Aanleiding	6
1.2 Doel	6
1.3 Leeswijzer	7
2 OPZET GRONDWATERMODELERING	8
2.1 Modelaanpassingen	8
2.1.1 Bodemopbouw en Schematisatie	8
2.1.2 Oppervlaktewater en afwatering	9
2.2 IJking	11
2.3 Huidige zomer en wintersituatie (referentiesituatie)	14
2.3.1 Huidige wintersituatie	14
2.3.2 Huidige zomersituatie	15
3 EFFECTBEREKENINGEN	18
3.1 Inrichtingsplan	18
3.2 Scenario's	19
3.3 Effect grondwaterstanden en kwel/infiltratie, Scenario 1	20
3.3.1 Scenario 1, wintersituatie	20
3.3.2 Scenario 1, zomersituatie	24
3.3.3 Scenario 1, wintersituatie met inundatie	27
3.3.4 Scenario 1, voorjaarsituatie	31
3.3.5 Scenario 1, Effecten op landbouw	32
3.4 Effect grondwaterstanden en kwel/infiltratie, Scenario 2	34
3.4.1 Scenario 2, wintersituatie	35
3.4.2 Scenario 2, zomersituatie	36
3.4.3 Conclusies effecten grondwaterstanden Inrichtingsplan zonder doorspoelplan	38
4 WATERBALANSEN EN CHLORIDE GEHALTES	39
4.1 Waterbalans en chloride, Scenario 1	40
4.1.1 Scenario 1, Wintersituatie	40
4.1.2 Scenario 1, Zomersituatie	41
4.1.3 Scenario1, 1 maart na inundatie toekomstige situatie	42
4.2 Chloride gehalten omliggende sloten en dijksloot Negenboerenpolder	42
4.2.1 Chloride gehalten omliggende sloten en dijksloot Negenboerenpolder, Scenario 1	43
4.2.2 Chloride gehalten omliggende sloten en dijksloot Negenboerenpolder, Scenario 2	44
5 MITIGERENDE MAATREGELEN	45
5.1 Effecten mitigerende maatregelen	45

5.2	Conclusie mitigerende maatregelen	49
6	VOORSTEL MEETNET	51
6.1	Voorstel meetnet	51
7	CONCLUSIES	53

BIJLAGEN

1. Inrichtingsplan
2. Modelparameters
3. Uitgangspunten chloride

FIGUURBIJLAGE

Figuur 1	Grondwaterstand ijsituatie
Figuur 2	Kwel en infiltratie over de deklaag ijsituatie
Figuur 3	Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage ijsituatie
Figuur 4	Grondwaterstand huidige wintersituatie
Figuur 5	Kwel en infiltratie over de deklaag huidige wintersituatie
Figuur 6	Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage huidige wintersituatie
Figuur 7	Grondwaterstand huidige zomersituatie
Figuur 8	Kwel en infiltratie over de deklaag huidige zomersituatie
Figuur 9	Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage huidige zomersituatie
Figuur 10	Overzicht balansgebieden en systeem
Figuur 11	Maaiveldkaart toekomstige situatie
Figuur 12	Grondwaterstand toekomstige wintersituatie
Figuur 13	Kwel en infiltratie over de deklaag toekomstige wintersituatie
Figuur 14	Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage toekomstige wintersituatie
Figuur 15	Verandering grondwaterstand toekomstige wintersituatie t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 16	Verandering kwel en infiltratie over deklaag toekomstige wintersituatie t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 17	Grondwaterstand toekomstige zomersituatie
Figuur 18	Kwel en infiltratie over de deklaag toekomstige zomersituatie
Figuur 19	Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage toekomstige zomersituatie
Figuur 20	Verandering grondwaterstand toekomstige zomersituatie t.o.v. huidige zomersituatie
Figuur 21	Verandering kwel en infiltratie over deklaag toekomstige zomersituatie t.o.v. huidige zomersituatie
Figuur 22	Grondwaterstand op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie
Figuur 23	Kwel en infiltratie over de deklaag op 1 maart wintersituatie na inundatie
Figuur 24	Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie
Figuur 25	Verandering grondwaterstand op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 26	Verandering kwel en infiltratie over deklaag op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 27	Huidige voorjaarsgrondwaterstand
Figuur 28	Toekomstige voorjaarsgrondwaterstand
Figuur 29	Verandering voorjaarsgrondwaterstand
Figuur 30	Voorstel monitoringsmeetnet

Figuur 31	Effect mitigerende maatregelen op grondwaterstand zomersituatie
Figuur 31a	Verandering grondwaterstand toekomstige zomersituatie met mitigerende maatregelen t.o.v. huidige zomersituatie
Figuur 32	Gebied met grondwaterstand onder buisdrainage toekomstige zomersituatie met mitigerende maatregelen
Figuur 33	Effect mitigerende maatregelen op kwel in infiltratie zomersituatie
Figuur 33a	Verandering kwel en infiltratie over deklaag toekomstige zomersituatie met mitigerende maatregelen t.o.v. huidige zomersituatie
Figuur 34	Effect mitigerende maatregelen op grondwaterstand wintersituatie
Figuur 34a	Verandering grondwaterstand toekomstige wintersituatie met mitigerende maatregelen t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 35	Effect mitigerende maatregelen op kwel in infiltratie wintersituatie
Figuur 35a	Verandering kwel en infiltratie over deklaag toekomstige wintersituatie met mitigerende maatregelen t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 36	Verandering grondwaterstand toekomstige wintersituatie zonder zoetwateraanvoer t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 37	Verandering kwel en infiltratie over deklaag toekomstige wintersituatie zonder zoetwateraanvoer t.o.v. huidige wintersituatie
Figuur 38	Verandering grondwaterstand toekomstige zomersituatie zonder zoetwateraanvoer t.o.v. huidige zomersituatie
Figuur 39	Verandering kwel en infiltratie over deklaag toekomstige zomersituatie zonder zoetwateraanvoer t.o.v. huidige zomersituatie
Figuur 40	Peilenkaart huidige situatie

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Door uitvoering van het 'zoetwaterplan' zijn brakwatervegetaties in het gebied gelegen tussen het Lauwersmeer en de Eemshaven verloren gegaan. Om het verlies aan brakwaternatuur te compenseren hebben Waterschap Noorderzijlvest, Natuurmonumenten en de Stichting Het Groninger Landschap (SGL) afgesproken om brakwatergebieden aan te leggen en in te richten als natuurgebied. In dit kader is door SGL o.a. het gebied Deikum aangekocht.

Het brakwaternatuurgebied Deikum is een gebied van ca. 41 ha. groot gelegen in de gemeente De Marne. Het gebied is momenteel in gebruik als agrarisch gebied. Het Groninger Landschap is voornemens het gebied in te richten als brakwatergebied. Daartoe dienen de waterstanden in het gebied aanzienlijk te worden verhoogd. Daarnaast wil het waterschap Noorderzijlvest een zoetwateraanvoerleiding langs de zuidkant van het gebied aanleggen.

Stichting Groninger Landschap heeft Royal HaskoningDHV gevraagd de effecten van de maatregelen te onderzoeken.

1.2 Doel

Het doel van het onderzoek is inzicht te verkrijgen in de effecten op de omgeving van het natuurgebied in termen van chloride, grondwaterstandsveranderingen en kwel en infiltratie. Specifiek moet het onderzoek antwoord geven op de volgende vragen:

1. Hoe veranderen de grondwaterstanden in de agrarische percelen die aan het natuurgebied grenzen (zowel voor de winter, het voorjaar en in de zomer/herfst)?
2. Wat zijn de effecten zullen bij verhoging van de waterstand in de voorraadvijver van nominale NAP 0,00 tot NAP 0,60 gedurende een maand in de winterperiode?
3. Wat betekenen de mogelijke effecten op de teelt van gewassen en welke maatregelen genomen moeten worden om deze veranderingen te voorkomen.
4. Hoe ziet de waterbalans voor het natuurgebied er uit?
5. Wat wordt het chloridegehalte van het water in de omliggende sloten als gevolg het voorziene waterbeheer in het natuurgebied?
6. Welke veranderingen treden op in het chloridegehalte van de dijkslot in de Negenboerenpolder als gevolg van de aanvoer van extra zoet water via gemaal De Slikken?
7. Omdat het mogelijk kan zijn dat de extra aanvoer van het gemaal De Slikken niet tot het gewenste resultaat leidt moet bij vraag 1 ook worden aangegeven wat de veranderingen in de omgeving zullen zijn als leidingvak 110-120 niet wordt aangelegd.

Daarnaast is aanvullend gevraagd om een voorstel te doen voor het definiëren van peilbuislocaties. Monitoring heeft als doel de effecten te van de toekomstige inrichting te kunnen bepalen.

1.3 Leeswijzer

De rapportage is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 beschrijft de modelaanpassingen, ijking en de referentiesituatie. Hoofdstuk 3 gaat in op de verandering van de grondwaterstanden als gevolg van de inrichting van het gebied en wat dit betekent voor de landbouw. De waterbalansen en de gevolgen voor de chloridegehaltes staan beschreven in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 beschrijft de overwegingen voor het treffen van mitigerende maatregelen. Hoofdstuk 6 gaat in op het meetnet en hoofdstuk 7 sluit af met conclusies en de beantwoording van de onderzoeksvragen.

2 OPZET GRONDWATERMODELERING

In 2007 is door Royal Haskoning een onderzoek uitgevoerd naar brakwatergebied Deikum. Tijdens dit onderzoek zijn effecten op grondwaterstanden en chloridegehaltes van de inrichting van het gebied bepaald. Nu, ca. 6 jaar later, zijn de uitgangspunten voor de inrichting van het gebied veranderd. Om de effecten van de nieuwe inrichting te modelleren is het grondwatermodel uit 2007 geactualiseerd. Anderzijds de bodemopbouw en het oppervlaktewater en drainagesysteem is op basis van nieuw beschikbare gegevens aangepast. Dit hoofdstuk beschrijft de aanpassingen grondwatermodel en de resultaten van de ijking. Met het geijkte model is vervolgens de referentiesituatie vastgesteld.

2.1 Modelaanpassingen

Ten opzichte van de rapportage uit 2007 is er een aantal nieuwe gegevens beschikbaar. In deze paragraaf worden de nieuwe gegevens en modelaanpassingen beschreven.

2.1.1 Bodemopbouw en Schematisatie

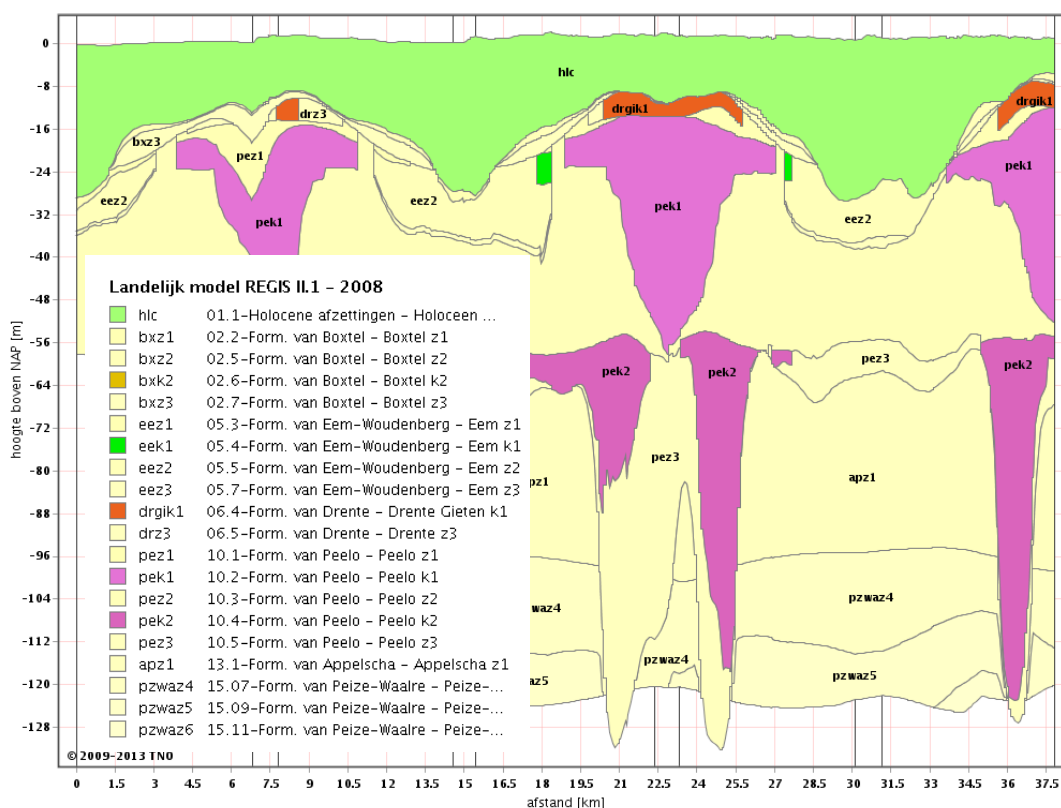
De schematisatie van het model is afgeleid van de bodemopbouw. Ten behoeve van deze studie zijn nieuwe gegevens met betrekking tot de bodemopbouw beschikbaar die hebben geleid tot een aangepaste schematisatie van het model.

Sondering Grondwaterteam ADVIES & ONTWERP

Door Grondwaterteam ADVIES & ONTWERP is een sondering geplaatst tot op een diepte van NAP -27,5 m. Uit deze sondering blijkt dat ter plaatse van de sondering de ondergrond bestaat uit een deklaag van ca. 1 meter klei. Onder de deklaag komt een zandlaag naar voren van ca. 4,5 m. Op een diepte van NAP -3,2 tot 4,75 bevindt zich een kleilaag. Onder deze kleilaag is een zandpakket aanwezig van ongeveer 9 meter. Op een diepte van NAP -14 m wordt een kleine kleilaag aangetroffen van 1 meter dik. Vanaf NAP -17,75 m tot aan einde sondering (NAP – 27 m) wordt een aaneengesloten kleilaag aangetroffen.

REGISII.1

Ten tijde van het opstellen van het grondwatermodel in 2007-2008 was geen REGIS II.1 data beschikbaar in het gebied. Destijds is gekozen om op basis van enkele boringen die geïnterpoleerd werden de schematisatie vast te stellen van het gebied. Sinds 2008 is in dit gebied de data wel beschikbaar gekomen. In Afbeelding 2.1 staat de schematisatie rondom de locatie weergegeven. De schematisatie van REGISII.1 komt goed overeen met de sondering. Dit is daarmee een goede schematisatie om te hanteren voor het grondwatermodel.



Afbeelding 2.1 schematisatie ondergrond basis REGIS II.1

Uit de vergelijking tussen de schematisatie van het model uit 2007 en de schematisatie vanuit REGIS II.1 blijkt dat deze niet met elkaar overeenkomen. Op basis van bovenstaande gegevens is de schematisatie van het grondwatermodel aangepast. De schematisatie van REGISII.1 is overgenomen. Hiermee bevat het model 4 watervoerende pakketten. Naast de schematisatie zijn ook de doorlatendheden en weerstanden van scheidende lagen afkomstig uit REGISII.1 overgenomen. De weerstanden van de deklaag zijn overgenomen uit MIPWA v2.

2.1.2 Oppervlaktewater en afwatering

Het oppervlaktewater en drainagesysteem zijn als afzonderlijke elementen opgenomen in het grondwatermodel. Er zijn ten opzichte van het model van 2007 zowel nieuwe gegevens beschikbaar over de drainage als het watersysteem.

Buisdrainage

De aanwezigheid van buisdrainage is door Het Groninger Landschap geïnventariseerd. In onderstaande afbeelding is de ligging van de buisdrainage weergegeven.



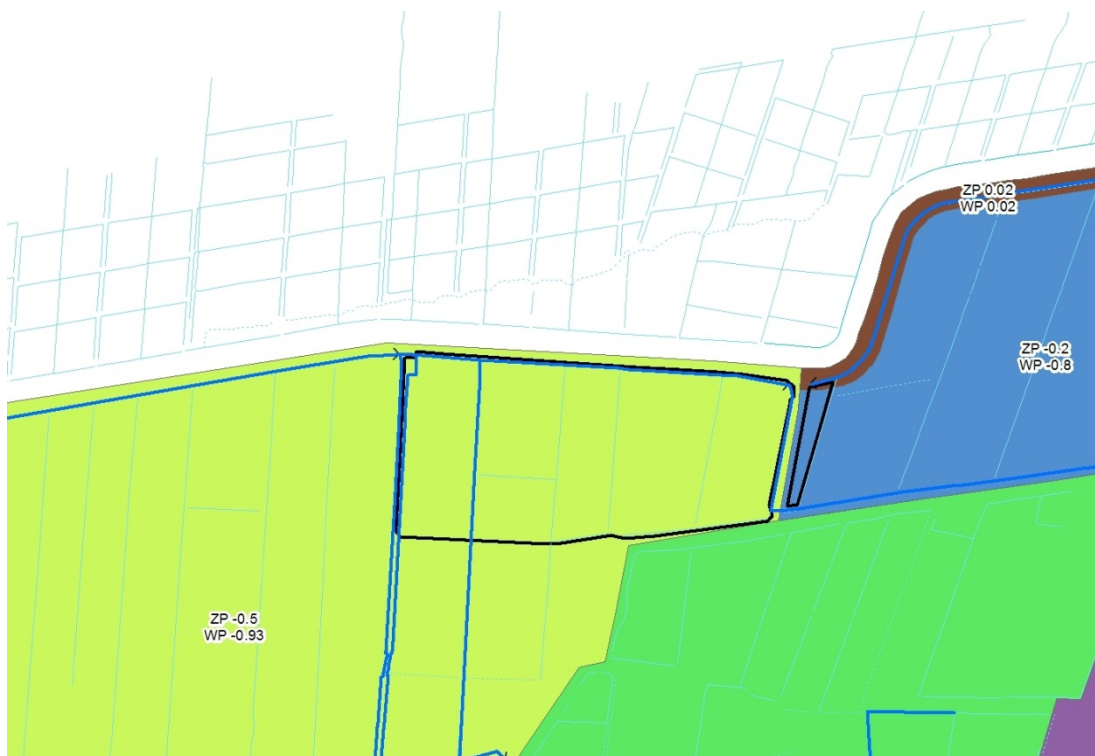
Afbeelding 2.2 Ligging huidige buisdrainage

De ligging van de buisdrainage (afbeelding 2.2) is als apart drainageniveau verwerkt in het grondwatermodel. De diepteligging van de buisdrainage is in overleg met SGL vastgesteld op 1,5 m-maaiveld, met een maximum van 0,2 m boven winterpeil.

Het tweede drainageniveau omvat de maaiveldhoogte, deze is ingevoerd op basis van de Algemene Hoogtekaart Nederland 2 (AHN2). Grondwaterstanden worden op deze manier afgetopt aan maaiveld.

Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem is aangepast op basis van de nieuwe peilenkaart, de legger en de TOP10. De verschillende waterlopen zijn afzonderlijk in het rekengrid opgenomen. Daarbij is op basis van een slootbodemanalyse beoordeeld of watergangen alleen een drainerende of ook infiltrerende functie hebben. De peilen zijn afgeleid van de peilenkaart van Noorderzijlvest. In het gebied is er sprake van een zomerpeil van -0,5 m NAP en een winterpeil van -0,93 m NAP (zie afbeelding 2.3).



Afbeelding 2.3 peilenkaart huidige situatie

Bronnering

Ten behoeve van de leveringszekerheid van voldoende brak water is een bron gepland aan de zuidzijde van de voorraadvijver. Deze bron, met een maximale capaciteit van 40m³/uur wordt ingezet indien de brakwatervoorraad onvoldoende is om het natuurgebied te inunderen en bevindt zich op een diepte van ca 10 m-mv. De bron is opgenomen in het model.

2.2 IJking

Het model is geijkt op basis van een gemiddelde situatie. Dit betekent dat uit is gegaan van gemiddelde peilen en een gemiddelde grondwateraanvulling van 0,7 mm/dag (gemiddelde over de periode 1992 – 2013).

De ijking heeft plaatsgevonden door berekende grondwaterstanden te vergelijken met gemeten grondwaterstanden en de grondwatertrappenkaart. Er zijn zeer weinig grondwaterstandsgegevens beschikbaar. Voor de ijking is gebruik gemaakt van enkele grondwaterstanden die eenmalig zijn gemeten bij het plaatsen van boringen in 2006 in het plangebied zelf. Daarnaast is er een meetreeks ten oosten van het plangebied ter plaatse van 2 grondwaterpeilbuizen gemeten over de periode 1967-1969 beschikbaar.

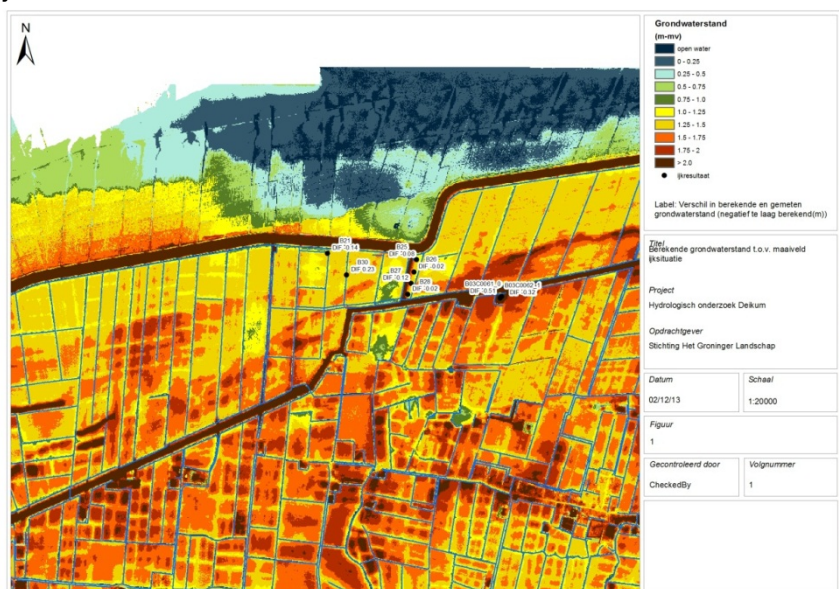
Aanpassen parameters

Tijdens het ijkingsproces is de maaiveldkaart aangepast. In de kaart hebben sommige locaties met bebouwing of open water, ook in de kwelders, geen waarde. De cellen zonder waarde hebben een waarde gekregen door interpolatie van de maaiveldwaarde in de omgeving.

Om het verschil tussen diepe en ondiepe stijghoogten goed te kunnen berekenen is ter hoogte van Pieterburen de weerstand van de deklaag verhoogd naar maximaal 1000 dagen. Uit grondwatermeetreeksen (peilbuis B03C0051) volgt dat er een groot stijghoogte verschil aanwezig is tussen freatische grondwaterstanden en diepere stijghoogten.

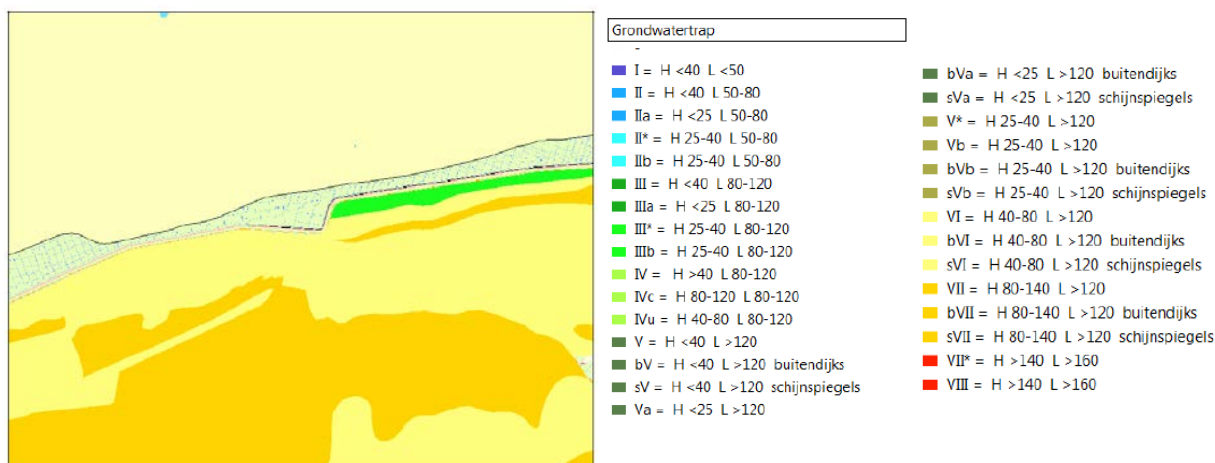
IJkresultaten

Uit de vergelijking van de berekende grondwaterstanden met de in 2006 gemeten grondwaterstanden blijken de verschillen gering. Het verschil tussen berekende en gemeten grondwaterstand varieert tussen 0,23 en -0,12 meter (afbeelding 2.4). Uit de vergelijking met de reeks uit de periode 1964-1967 volgt dat er de berekende grondwaterstanden in de juiste orde grootte zitten. De reeks is te oud om echt op te ijken.



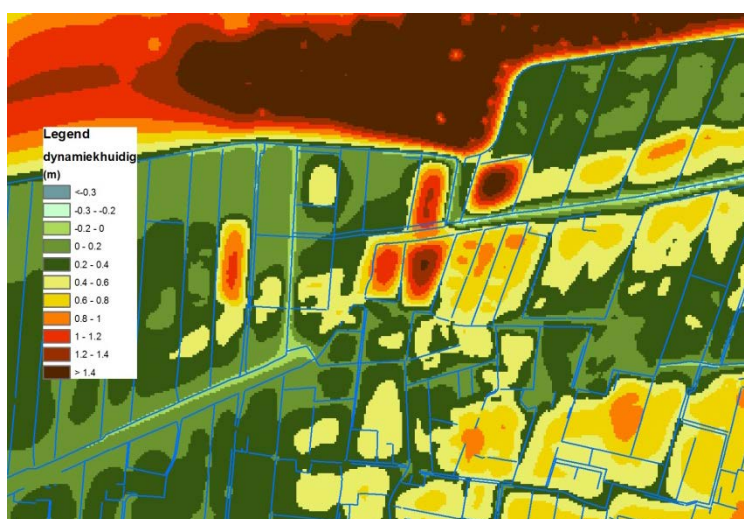
Afbeelding 2.4, berekende grondwaterstand t.o.v. maaiveld (zie ook figuurbijlage 1)

Vanwege het beperkte aantal meetgegevens is voor de ijking tevens gebruik gemaakt van de grondwatertrappenkaart (afbeelding 2.5). Uit de vergelijking tussen de berekende grondwaterstanden en de GT-kaart blijkt dat de berekeningsresultaten redelijk overeen komt met de grondwatertrappen uit de bodemkaart. Uitzondering hierop betreffen de natte percelen in de noordoostelijke hoek (GT III). Deze komen niet naar voren in de berekeningen. De droge percelen met diepe grondwaterstanden worden grofweg op dezelfde locatie aangetroffen als de bodemkaart (GT VII).



Afbeelding 2.5 Grondwatertrappen

Een laatste controle van de betrouwbaarheid van de berekeningsresultaten heeft plaats gevonden door de berekende dynamiek te controleren. Hieruit blijkt dat het verschil tussen de stationaire berekende winter- en zomersituatie binnen ligt de marge van het verschil dat de bodemkaart geeft (GT VI 40 tot >80 cm; GT VII 20 tot >40 en GT III < 40 tot 80cm). Zie ook afbeelding 2.6.



Afbeelding 2.6 Verschil tussen stationaire winter en zomersituatie (m)

Ondanks het ontbreken van uitgebreide grondwatermeetreeksen kan op basis van bovenstaande ijkresultaten worden vastgesteld dat het model de grondwaterstanden voldoende betrouwbaar voorspelt. Deze ijkresultaten zijn besproken met SGL en Waterschap Noorderzijlvest. In het overleg is vastgesteld dat de ijkresultaten een goed startpunt vormt voor de scenario berekeningen.

2.3 Huidige zomer en wintersituatie (referentiesituatie)

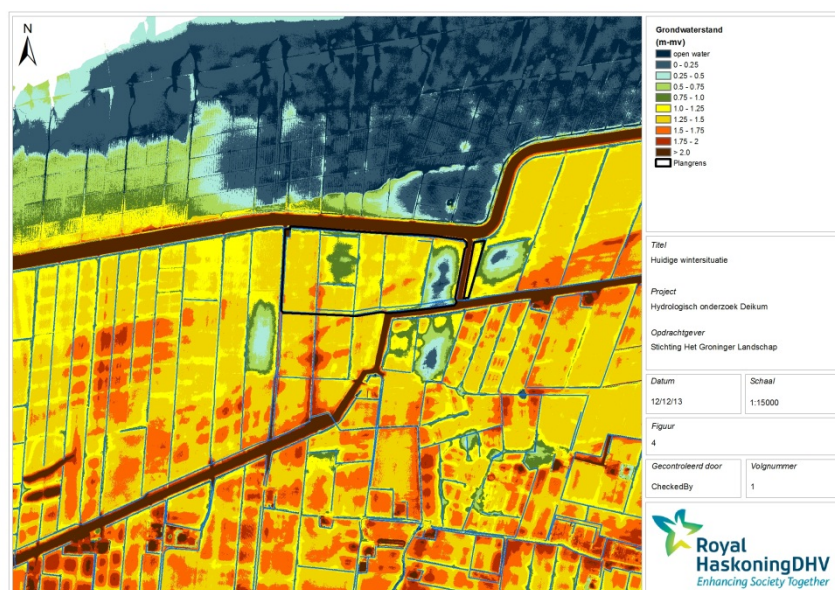
Op basis van het geijkte grondwatermodel voor de gemiddelde situatie zijn de huidige winter en zomersituatie uitgerekend. Deze dienen als referentie voor de scenarioberekeningen.

2.3.1 Huidige wintersituatie

Voor de berekening van de huidige wintersituatie is uitgegaan van een nuttige neerslag van 2 mm/dag (gemiddelde over november t/m februari 1992-2013). Voor de oppervlaktewaterpeilen is het winterpeil gehanteerd. In het plangebied bedraagt het winterpeil -0,93 m NAP in de omgeving van het plangebied is dit -0,8 tot -0,93 m NAP.

Grondwaterstanden

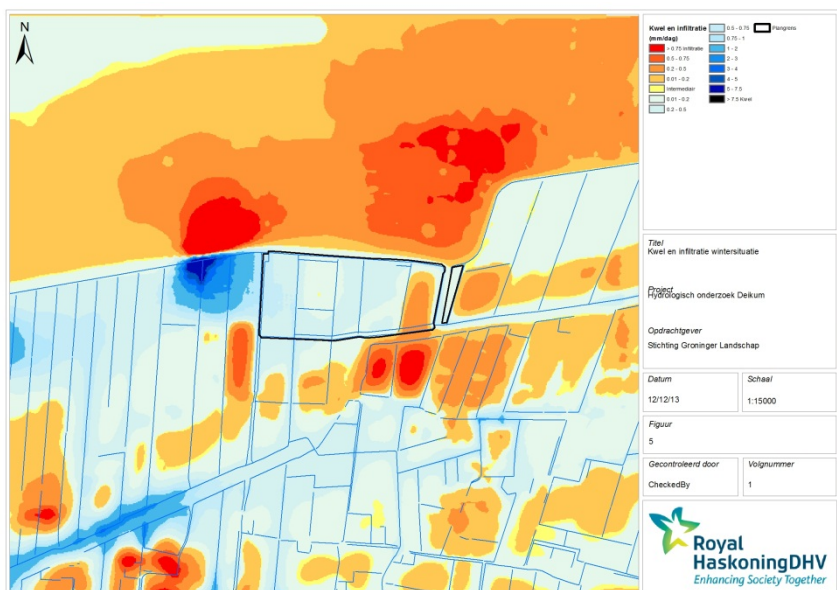
Uit de berekeningen volgt (afbeelding 2.7) dat de grondwaterstanden zich aan maaiveld bevinden in het deel van het plangebied waar geen sprake is van drainage. Door de beperkte drainage vanuit de watergangen en de weerstand van de deklaag treedt een grote opbolling op die reikt tot aan maaiveld. In die delen waar zich buisdrainage in de ondergrond bevindt worden diepere grondwaterstanden berekend, ordegrootte1 tot 1,5 m-mv. De buisdrainage zorgt er voor dat het neerslag wordt afgevoerd.



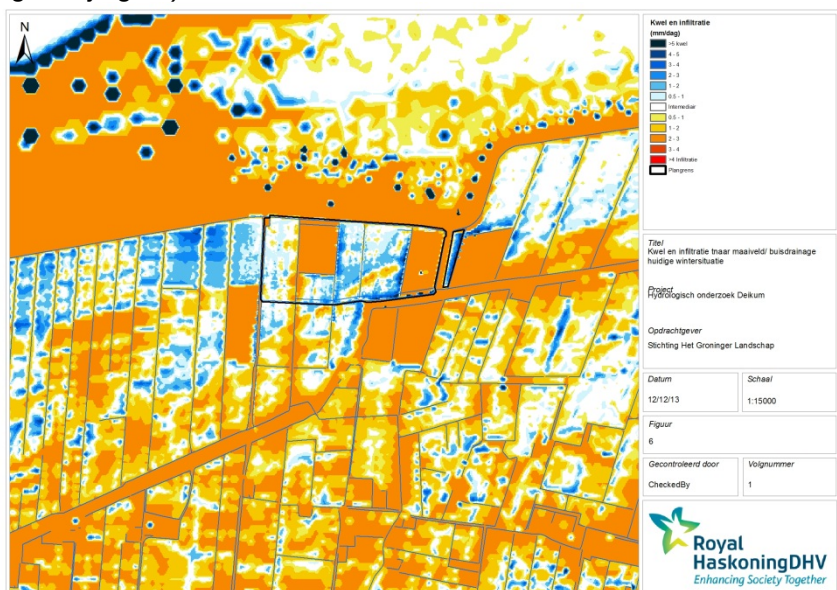
Afbeelding 2.7 Grondwaterstand t.o.v. maaiveld huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 4)

Kwel/infiltratie

In het plangebied waar sprake is van drainage heerst een kwelsituatie en op de overige delen infiltratie (zie afbeelding 2.8 en 2.9). In de laaggelegen gebieden langs de kustzone treedt veelal kwel op. De berekende diepe stijghoogte bevindt zich op ca. NAP +0,1 m, terwijl de berekende grondwaterstanden ter plaatse van het plangebied waar geen sprake is van drainage zich op ca. NAP +0,8 m bevinden en het deel waar wel sprake is van drainage op NAP -0,5.



Afbeelding 2.8 Kwel en infiltratie over de deklaag huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 5)



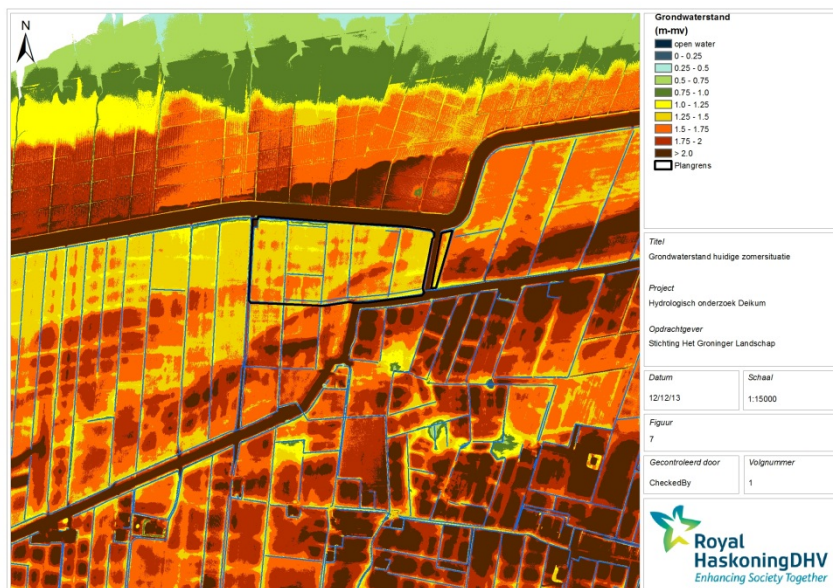
Afbeelding 2.9 Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 6)

2.3.2 Huidige zomersituatie

Voor de berekening van de zomersituatie is uitgegaan van een nuttige neerslag van 0 mm/dag. Daarnaast zijn de zomerpeilen gehanteerd. In het plangebied bevinden deze zich op -0,5 m NAP en in de omgeving op -0,2 tot -0,93 m NAP. Er is sprake van infiltrerende watergangen door wateraanvoer, met uitzondering van de watergangen die droogvallen bij zomerpeil. In afbeelding 2.10 t/m 2.12 zijn de berekeningsresultaten van de huidige zomer situatie weergegeven (zie ook figuurbijlagen).

Grondwaterstanden

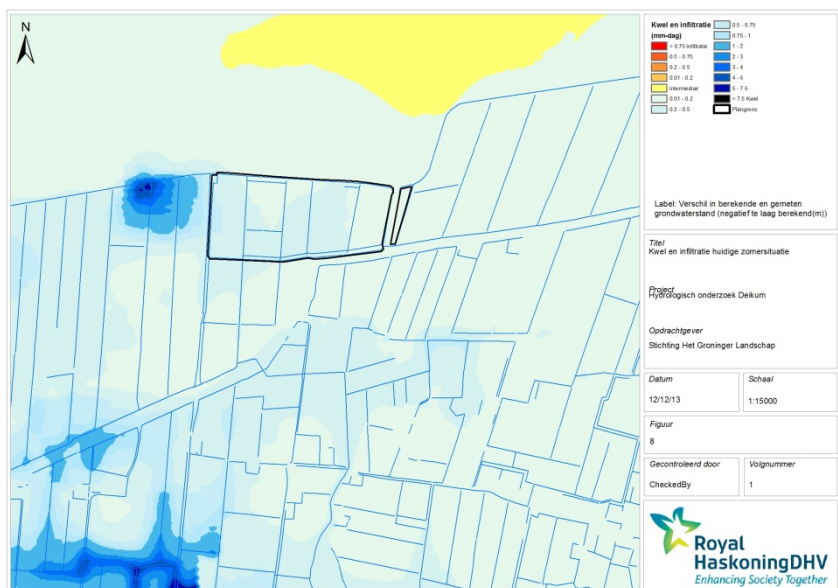
Uit de berekeningen volgt (afbeelding 2.10) dat in de zomersituatie de grondwaterstand diep weg zakt in het plangebied en de omgeving. Op hoger gelegen gebieden in het plangebied zakt de grondwaterstand tot ca. 2 m-mv. De laaggelegen delen van het plangebied bedraagt de grondwaterstand ca. 1,25 m-mv. In de omgeving van het plangebied zakken de grondwaterstanden op hoger gelegen gebieden diep weg tot lokaal meer dan 2 m-mv.



Afbeelding 2.10 grondwaterstand t.o.v. maaiveld huidige zomersituatie (zie ook figuurbijlage 7)

Kwel/infiltratie

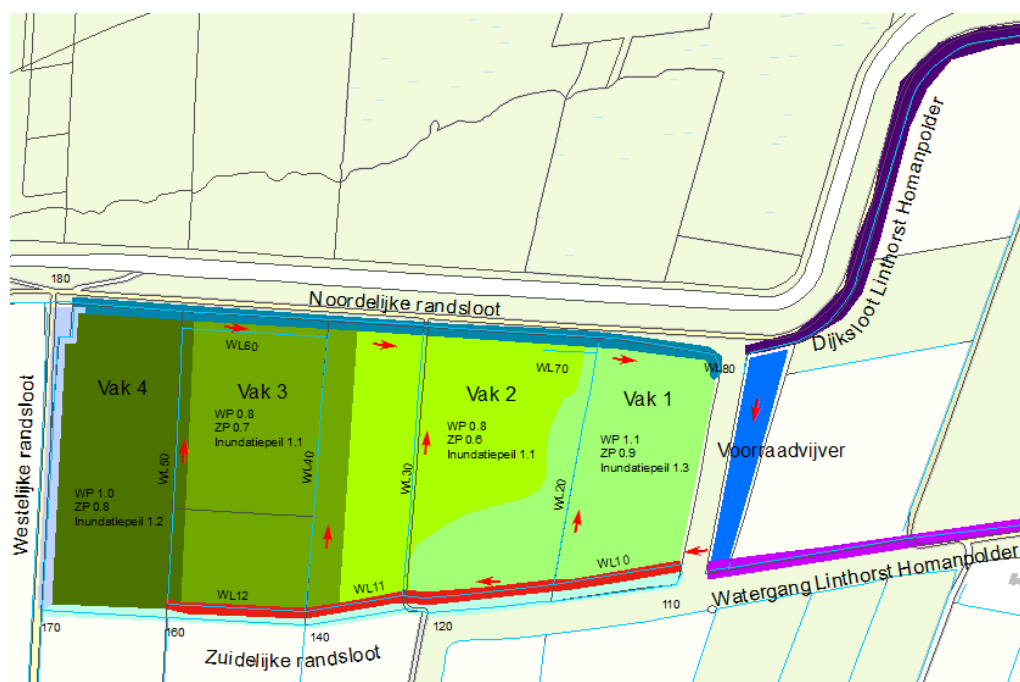
Door het dieper wegzakken van de grondwaterstanden ontstaat er een situatie waarin de diepe stijghoogte boven de grondwaterstand uit komt, waarmee een kwelsituatie ontstaat. De stijghoogte ten westen van het plangebied langs de kustzone is ongeveer NAP -0,15m. De grondwaterstanden liggen hier op ongeveer NAP -0,5 m. De kwel die hierdoor optreedt, is het sterkst op locaties waar een beperkte weerstand van de deklaag aanwezig is. Dit treedt onder andere op in de Negenboerenpolder (afbeelding 2.11). De kwel en infiltratie in de zomersituatie is het sterkst langs de randen van De Waddenzee. Hier worden sterke kwelcomponenten berekend richting de buisdrainage of maaiveld (afbeelding 2.12).



3 EFFECTBEREKENINGEN

3.1 Inrichtingsplan

Het inrichtingsplan (Brakwatergebied Deikum inrichtingsplan Augustus 2012) voorziet in het isoleren van het natuurgebied en het creëren van brakke omstandigheden door de aanvoer van brak/zout (grond)water (zie bijlage 1). Om brakke/zoute omstandigheden in de bodem te kunnen handhaven en vervuiling tegen te gaan dient het gebied regelmatig geïnundeerd te kunnen worden met brak/zout water.



Afbeelding 3.1 overzicht waterlopen toekomstige inrichting (zie ook figuurbijlage 10)

Het toekomstige brakwater natuurgebied wordt opgesplitst in vier compartimenten vanaf nu vakken genoemd (zie afbeelding 3.1). Deze vakken hebben ieder een eigen streefpeil (zie tabel 3.1) dat aanmerkelijk hoger ligt dan de huidige zomer- en winterpeilen (-0,93/-0,5 m NAP). De peilen zijn zo gekozen dat er een plas-dras situatie in delen van het gebied ontstaat.

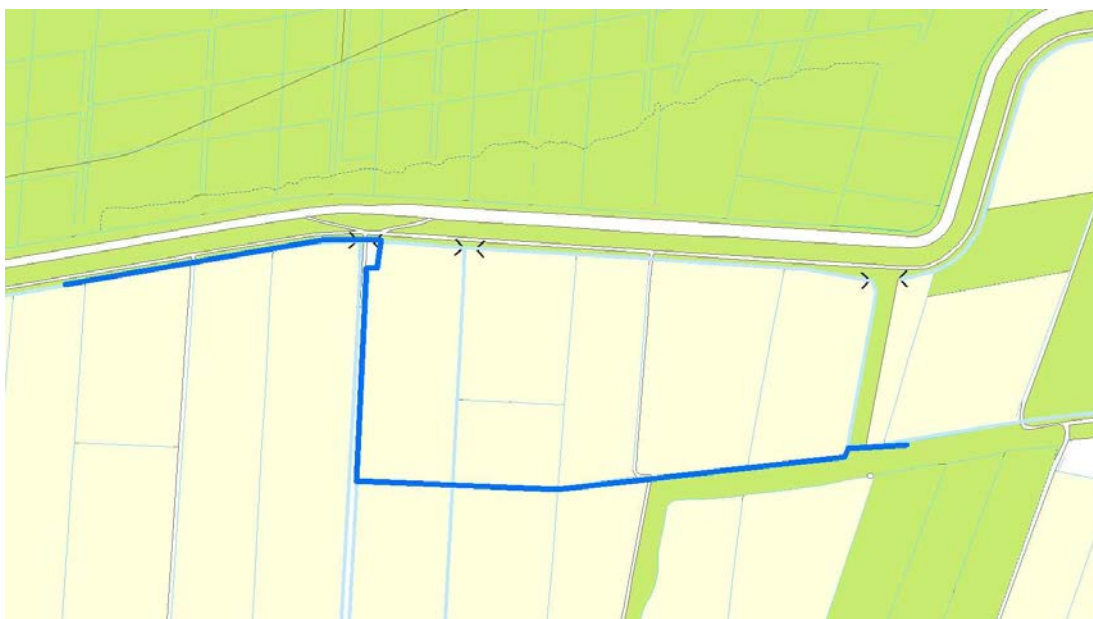
De aanvoer van brak/zout water vindt plaats vanuit een nieuw aan te leggen voorraadvijver. Deze zal worden gevoed door grondwater en brak water uit de Dijksloot van de Linthorst Homan polder. Indien nodig kan nog grondwater worden onttrokken met een maximale capaciteit van 40 m³/uur.

Vak nummer	Streefpeil zomer (NAP +/-m)	Streefpeil winter (NAP +/-m)	Peil bij inundatie natuurgebied (NAP +/-m)
1	0,90	1,10	1,30
2	0,60	0,80	1,10
3	0,70	0,80	1,10
4	0,80	1,00	1,20
Voorraadvijver	0,00	0,00	Afwisselend van +0,60 tot -2,00

Tabel 3.1 samenvatting streefpeilen toekomstige inrichting.

Zoetwateraanvoerplan

Waterschap Noorderzijlvest wil mogelijk gelijktijdig met de inrichting van Deikum een deel van het doorspoelplan realiseren. Hierbij vindt extra aanvoer plaats vanaf gemaal de Slikken. Dit betekent dat ten zuiden van het plangebied een watergang wordt gerealiseerd en ten westen van het gebied de watergang op wordt gewaardeerd. De peilen blijven gelijk aan de huidige peilen in het oppervlaktewatersysteem. In onderstaande figuur staat het plan weergegeven.



Afbeelding 3.2 watergangen zoetwateraanvoerplan

De inrichting van het gebied betekent dat de peilen op worden gezet, wat mogelijk veranderingen van grondwaterstanden tot gevolg heeft maar mogelijk ook dat er een verandering van afvoeren en daarmee chloride gehalten optreedt in het oppervlaktewatersysteem. Dit hoofdstuk gaat in op de verandering van de grondwaterstanden bij de verschillende situaties (winter/zomer). En geeft daarmee antwoord op de vragen 1, 2 en 3 en vraag 7.

3.2 Scenario's

Om de effecten te bepalen en de vragen te beantwoorden worden 2 scenario's doorgerekend voor verschillende situaties.

Scenario 1. Inrichtingsplan inclusief doorspoelplan voor de volgende situaties

- Toekomstige wintersituatie (stationair)
- Toekomstige zomersituatie (stationair)
- Toekomstige wintersituatie met tijdelijke inundatie en opzetten waterpeil (Semi-stationair)

Scenario 2. Inrichtingsplan exclusief de realisatie van het doorspoelplan

- Toekomstige wintersituatie (stationair)
- Toekomstige zomersituatie (stationair)

Scenario 1

Dit scenario brengt de effecten van de gelijktijdige aanleg van het plan en het doorspoelplan in beeld. Scenario 1 wordt doorerekend voor 3 situaties, de zomer-, winter en inundatiesituatie. In de winter en zomer periode wordt uitgegaan van de dan geldende peilen. In beide situaties is er sprake van plas dras en plasvorming in het gebied.

Het inundatiescenario gaat uit van stapsgewijze inundatie, waarbij eerst het peil 20 cm wordt verlaagd en vervolgens het peil trapsgewijs wordt opgehoogd. In bijlage 2 staat uitgebreid aangegeven hoe de verschillende situaties in het grondwatermodel zijn verwerkt

Scenario 2

Dit scenario brengt de effecten van alleen het plan in beeld. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat het effect is indien er geen watergang ten behoeve van de zoetwater aanvoer worden aangelegd. Er wordt ingegaan op 2 situaties, de zomer-, winter situatie. In de winter en zomer periode wordt uitgegaan van dan geldende peilen. In bijlage 2 staat uitgebreid aangegeven hoe de verschillende situaties in het grondwatermodel zijn verwerkt

3.3 Effect grondwaterstanden en kwel/infiltratie, Scenario 1

In deze paragraaf worden de berekeningsresultaten van Scenario 1 weergegeven. Allereerst wordt de toekomstige wintersituatie behandeld. Er wordt ingegaan op grondwaterstanden, kwel en infiltratie en de verandering ten opzichte van de huidige wintersituatie. Hierna worden de toekomstige zomer situatie en toekomstige wintersituatie met inundatie op eenzelfde manier omschreven. Vervolgens wordt beoordeeld wat de verandering van de grondwaterstanden betekent voor de landbouw en specifiek voor de neerslaglenzen in het gebied. Daarmee worden vragen 1,2 en 3 beantwoord.

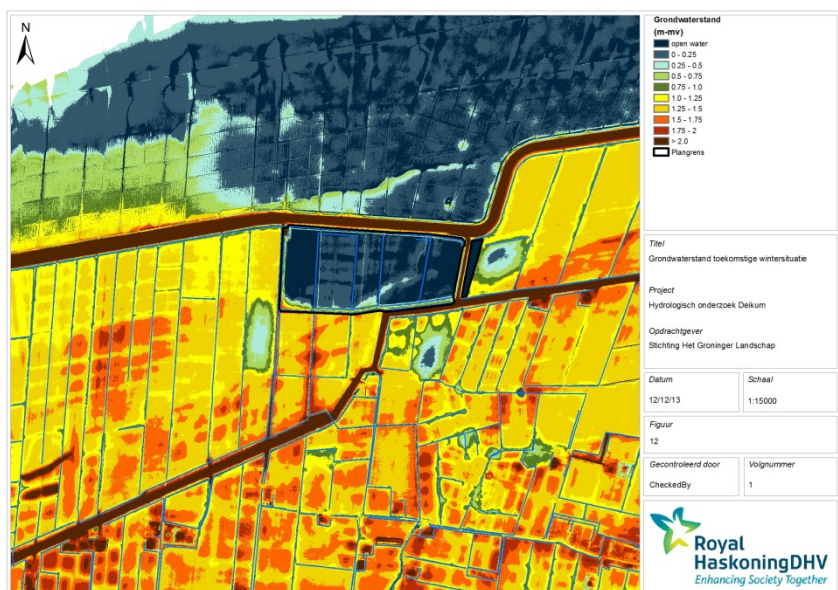
3.3.1 Scenario 1, wintersituatie

In de wintersituatie verandert het peil in het plangebied van nu -0,93 m NAP naar peilen variërend van 0,8 tot 1 m NAP. Hierdoor is er in een groot deel van het gebied sprake van water op maaiveld. Het peil in de voorraadvijver komt op 0,0 m NAP. Daarnaast wordt het peil in de noordelijke randsloot verhoogd van -0,93 m NAP naar 0,6 m NAP. De watergang van het zoetwateraanvoerplan wordt op het huidige peil aangelegd (-0,93

m NAP). Afbeeldingen 3.3 tot en met 3.7 geven de resultaten van de berekende toekomstige situatie weer.

Grondwaterstanden

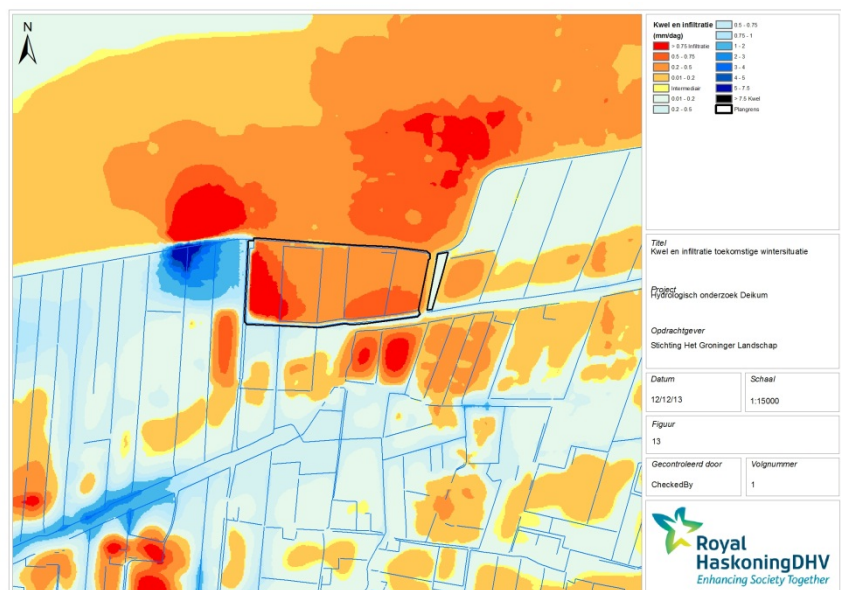
Uit de berekeningen volgt dat in het gebied in de wintersituatie een plas-dras situatie ontstaat. In het zuidelijke deel van het natuurgebied, het gebied waar het maaiveld hoger ligt, worden grondwaterstanden berekend van ca. 0,25 tot 0,5 m-mv. Buiten het plangebied worden lokaal ook hoge grondwaterstanden berekend, o.a. ten oosten van de voorraadvijver worden hoge grondwaterstanden van 0 tot 0,25 m-mv berekend.



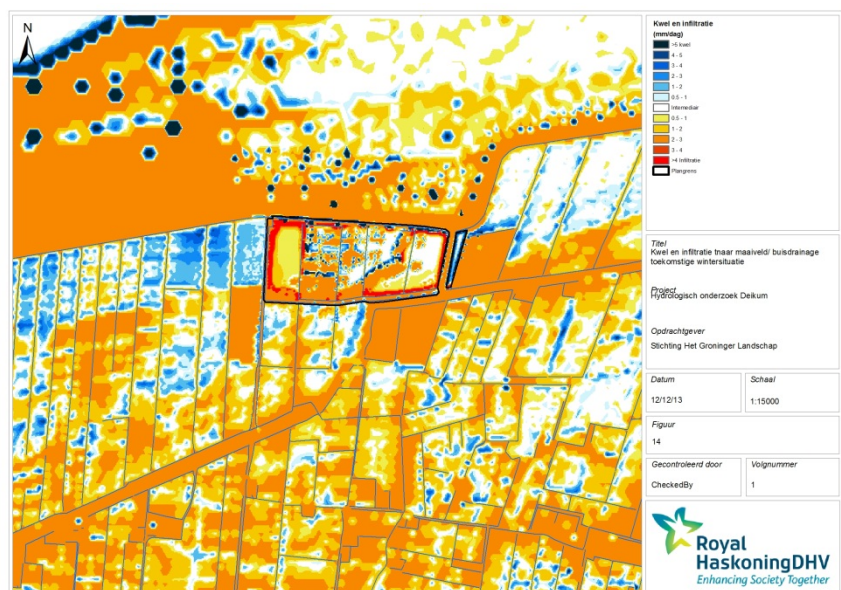
Afbeelding 3.3 Berekende grondwaterstand toekomstige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 12)

Kwel/infiltratie

Afbeelding 3.4 en 3.5 laat voor de toekomstige wintersituatie een sterke infiltratiecomponent zien aan de randen van het natuur gebied. Vooral ter plaatse van de zuidelijke en westelijke ringsloot (op een peil van NAP -0,93 m) die direct langs het gebied ligt wordt infiltratie vanuit het natuurgebied berekend.



Afbeelding 3.4 Berekende kwel en infiltratie over de deklaag toekomstige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 13)



Afbeelding 3.5 Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage toekomstige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 14)

Verandering grondwaterstanden

De inrichting van het gebied heeft tot gevolg dat de grondwaterstanden ten noorden en ten oosten van het gebied stijgen (afbeelding 3.6). Direct bij de noordelijke sloot bedraagt dit ca. 1 tot 1,5 m tot ca. 5 cm op 200 m uit het gebied. Deze verhogingen worden voornamelijk veroorzaakt door het opzetten van het peil van de noordelijke dijsloot.

Aan de oostzijde van het gebied is tot ca. 90 m buiten het plangebied een verhoging van de grondwaterstand te verwachten in de wintersituatie. De grondwaterstandsstijging

bedraagt ter plaatse van de vijver nog ca. 5 cm. Deze is minder hoog doordat het peil aan de oostzijde van het gebied minder wordt verhoogd (tot 0,0 m NAP) dan aan de noordzijde.

De effecten in zuidelijke richting worden afgevangen door de aanleg van de aanvoersloot van het zoetwaterplan en deels door de aanwezige buisdrainage in de landbouwpercelen. Er is zelfs sprake van een geringe verlaging. De opwaardering van de westelijke aanvoersloot zorgt er voor dat er geen uitstraling van effecten te verwachten is aan de westzijde van het plangebied. Hier zal ook een deel van de uitstraling op worden gevangen door de aanwezige buisdrainage.



Afbeelding 3.6 Verandering grondwaterstand toekomstige wintersituatie t.o.v. huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 15).

Verandering kwel/infiltratie

Door de drainerende werking van de zuidelijke watergang worden de grondwaterstanden langs de zuidrand verlaagd. Hierdoor neemt de kwelintensiteit hier toe met ongeveer 0,5 tot 0,75 mm-dag. Door het opzetten van het peil van het natuurgebied neemt de infiltratie naar de ondergrond toe. Hierdoor stijgt de diepere stijghoogte direct onder het natuurgebied met ca. 5 tot 15 centimeter.

In het landbouwgebied ten westen van het natuurgebied is de verandering van de stijghoogte beperkt, maar aanwezig. De deklaagweerstand is hier beperkt (50 tot 200 dagen) waardoor, door een kleine verandering van de stijghoogte een toename van de kwelintensiteit berekend wordt van maximaal 0,1 tot 0,25 mm/dag.



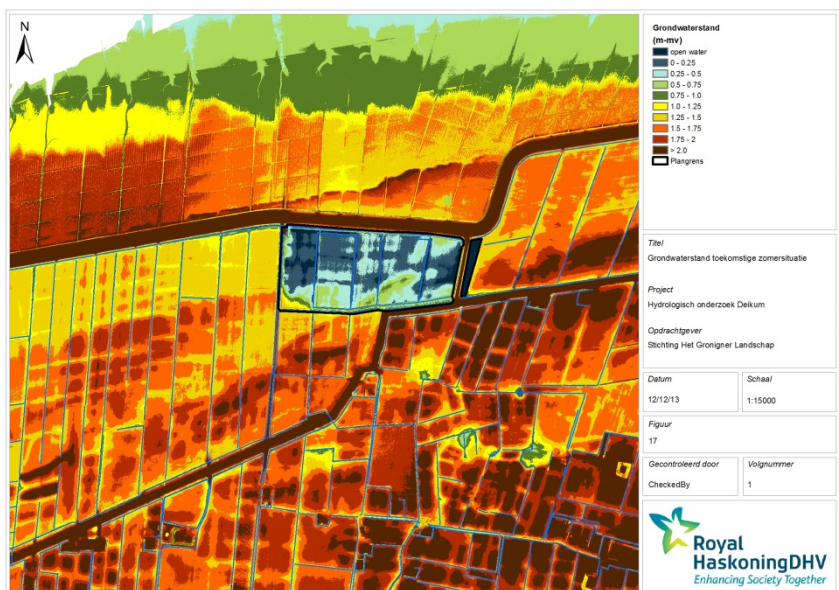
Afbeelding 3.7 Verandering kwel en infiltratie toekomstige wintersituatie t.o.v. huidige wintersituatie (zie figuurbijlage 16).

3.3.2 Scenario 1, zomersituatie

In de zomersituatie verandert het peil in het plangebied van nu -0,5 m NAP naar peilen variërend van 0,6 tot 0,8 m NAP. Ook in deze situatie is er nog sprake van plas-dras. Daarnaast wordt het peil in de noordelijke randsloot verhoogd van -0,5 m NAP naar 0,6 m NAP. De voorraadvijver heeft ook in de zomersituatie een peil van -0,0 m NAP. De watergang van het zoetwateraanvoerplan wordt op een peil van -0,3 m NAP aangelegd. Afbeeldingen 3.8 tot en met 3.12 geven de resultaten van de berekende toekomstige zomersituatie weer.

Grondwaterstanden

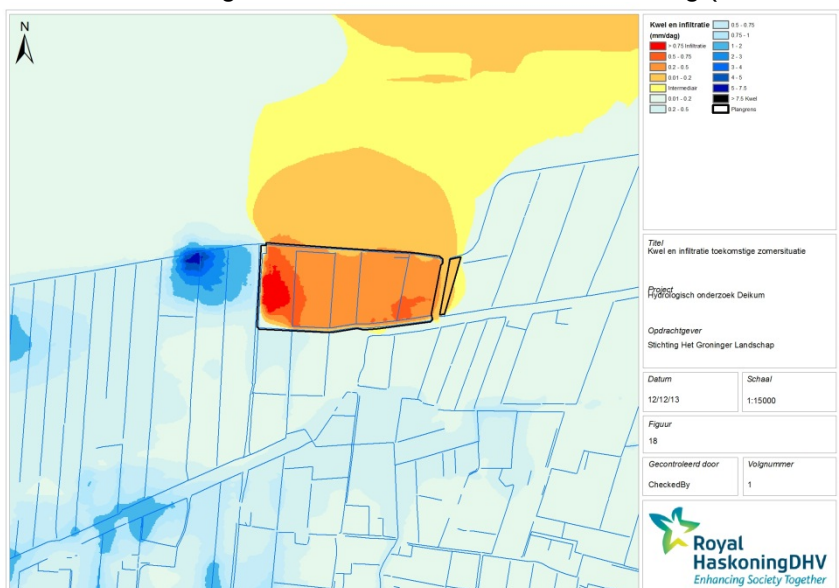
Uit de berekeningsresultaten (afbeelding 3.8) volgt dat het gebied ook in de zomersituatie hoge grondwaterstanden zal krijgen. De grondwaterstanden zullen in vergelijking met de wintersituatie, op de hoger gelegen delen van het gebied verder wegzakken tot ca. 0,5 tot 1 m-mv). De grondwaterstanden in de laaggelegen delen reiken tot aan maaiveld.



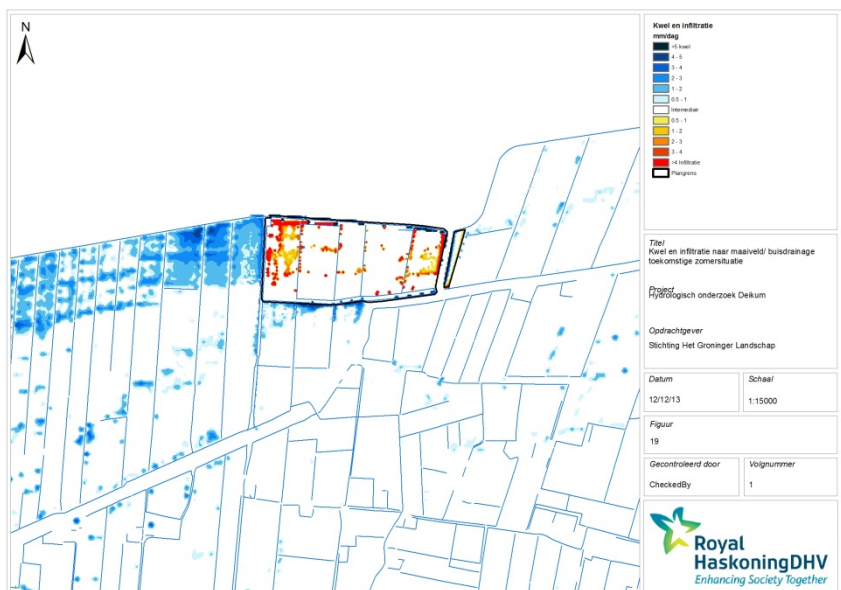
Afbeelding 3.8 Berekende grondwaterstand (m-mv) Scenario, zomersituatie (zie ook figuurbijlage 17)

Kwel/infiltratie

Het natuurgebied heeft in de toekomstige situatie hogere waterpeilen dan in de huidige situatie. Daarnaast wordt water aangevoerd om het gebied op peil te houden. De waterpeilen liggen hoger dan de diepe stijghoogte waardoor infiltratie van grondwater naar het dieper gelegen pakket optreedt. Dit grondwater wordt gevoed door de watergangen en de gebieden die inunderen. De meeste infiltratie wordt verwacht vanuit vak 4, hier bedraagt de infiltratie maximaal ca. 1 mm/dag (zie afbeeldingen 3.9 en 3.10).



Afbeelding 3.9 Berekende kwel en infiltratie over de deklaag toekomstige zomersituatie (zie ook figuurbijlage 18)

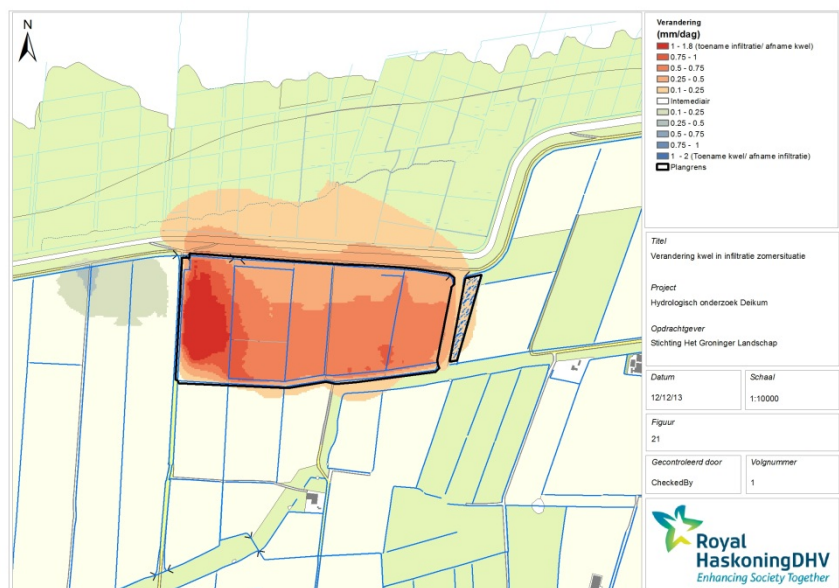


Deze verandering in grondwaterstanden worden ten westen van het gebied niet aangetroffen. Reden hiervoor is de aanwezigheid van de buisdrainage in het perceel. De drainage en de watergang aan de westzijde zorgt ervoor dat de verhoging van grondwaterstanden afgevangen wordt.

De verandering van de grondwaterstanden in zuidelijke richting bedraagt ca. 40 cm tot 5 cm op ca. 210 m uit het plangebied. De verandering worden deels veroorzaakt door de aanwezigheid van de zoetwataanvoerleiding die op een iets hoger peil ligt dan in de huidige situatie en deels door de inrichting van het gebied. Deze buisdrainage in de zuidelijk gelegen percelen werkt in de huidige zomersituatie grotendeels niet omdat de grondwaterstanden dieper weg zakken dan de hoogte ligging van de drainage.

Verandering kwel/infiltratie

De grondwaterstanden in de toekomstige zomer situatie liggen hoger dan de diepe stijghoogte waardoor er ten opzichte van de huidige zomersituatie een sterke toename van infiltratie en/of afname van kwel plaats vindt in het gebied zelf. Alleen in het landbouwgebied ten westen van natuurgebied neemt de kweldruk toe door een (beperkte) verhoging van de diepe stijghoogte. Dit heeft tot gevolg dat in de landbouwgebieden een toename van kwel met 0,25 tot 0,5 mm/dag berekend wordt (afbeelding 3.12).



Afbeelding 3.12 Verandering kwel en infiltratie toekomstige zomersituatie t.o.v. huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 21)

3.3.3 Scenario 1, wintersituatie met inundatie

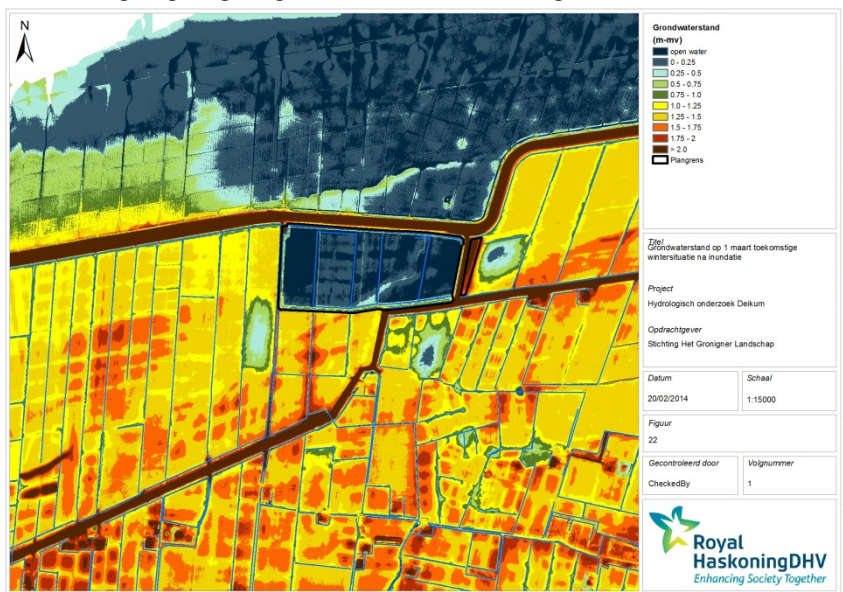
In de situatie met inundatie wordt op 15 januari het peil in het natuurgebied 20 cm verlaagd ten opzichte van de nominale winterpeilen. Dit wordt gedaan ten behoeve van de afvoer van zoet water, zodat er ruimte ontstaat voor brak/zout water dat kan infiltreren. Hierna wordt op 1 februari vak 1 opgezet en voorraadvijver op NAP +0,60m gezet. Binnen één maand wordt het peil van de voorraadvijver in totaal 2 keer opgezet en leeggepompt (laagpeil NAP -2,0 m, hoog peil NAP +0,60). Hierna wordt de bemaling

uitgezet en het peil van de voorraadvijver gezet op nominaal peil van NAP 0 m. In bijlage 2 is het schema met de vakken in de verschillende peilen in detail weergegeven. Daarnaast wordt de onttrekkingsbron ingezet die een maximale capaciteit van 40 m³/uur heeft. Het maximale debiet van deze bron wordt echter beperkt door het doorlaatvermogen van de bodem. Uit verkennende berekeningen volgt dat het maximaal haalbare debiet in de orde grootte van 10 m³/uur ligt.

Dit scenario wordt met name doorgerekend om de effecten van het verlagen van het peil van de voorraadvijver te kunnen beoordelen en om daarmee vraag 2 te kunnen beantwoorden.

Grondwaterstanden

Met het grondwatermodel wordt ook daadwerkelijk de inundatie van het gebied berekend (afbeelding 3.13). Uit de berekeningsresultaten is af te leiden dat de grondwaterstanden in het gebied reiken tot boven maaiveld. Op 1 maart (1 dag na instellen nominale wintersituatie) is een lage grondwaterstand nabij de onttrekkingsvijver te zien. Vak 4, dat als laatste is opgezet in waterpeil, staat nog in zijn geheel onder water. Hoger gelegen gebieden hebben een grondwaterstand van ca. 0,25 – 0,5 m-mv.



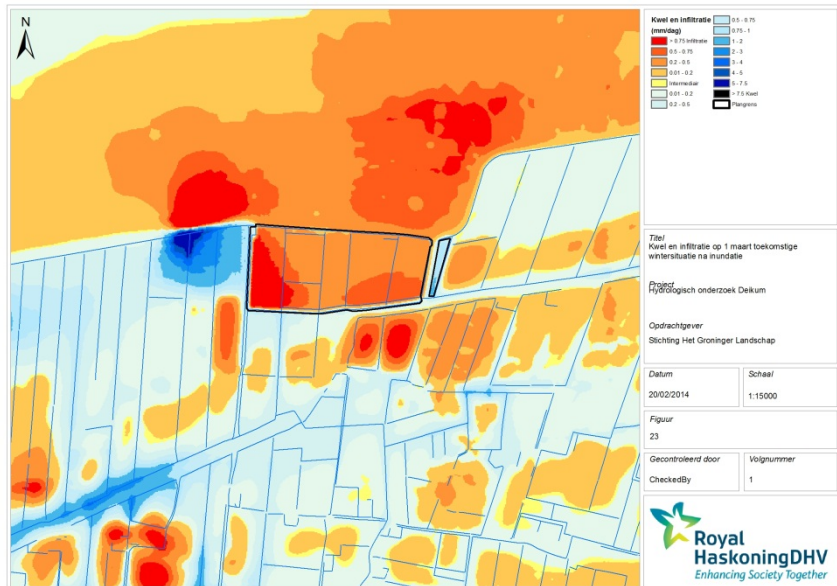
Afbeelding 3.13 Berekende grondwaterstand op 1 maart toekomstige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 22)

Kwel/infiltratie

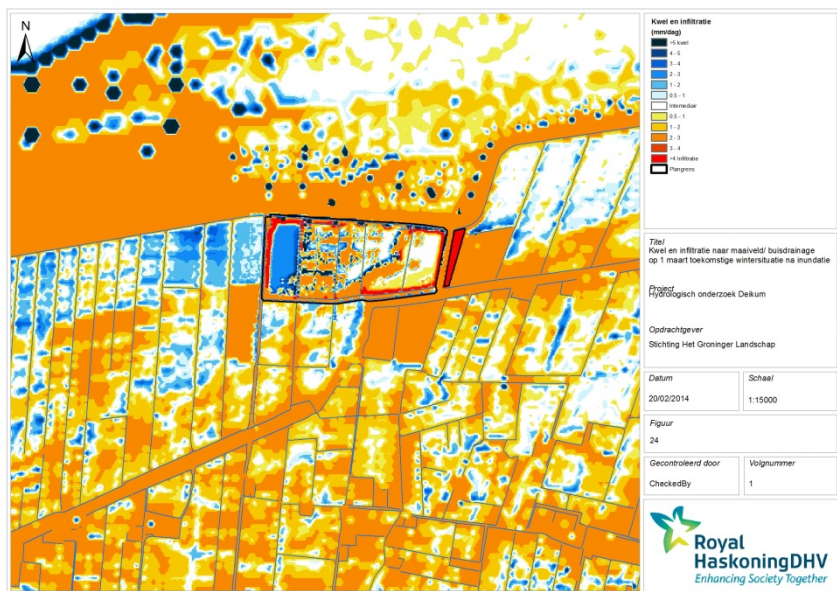
Afbeelding 3.14 laat zien dat de kweldruk over de deklaag in de voorraadvijver nog aanwezig is. In het gehele natuurgebied vindt juist infiltratie plaats, waarbij Vak 4 op 1 maart de sterkste infiltratie geeft in het natuurgebied.

In afbeelding 3.15 is te zien dat een dag na het inunderen van vak 4 tijdelijke veel afvoer berekend wordt. Dit is te verklaren doordat het systeem nog niet in evenwicht is (grondwaterstanden liggen tijdelijk boven gehanteerde peil waardoor drainage aan maaiveld berekend wordt). Hetzelfde geldt voor de onttrekkingsvijver. Op 1 maart is de waterstand van de onttrekkingsvijver nog laag. Het waterpeil dat gehanteerd wordt is op

dit tijdstip weer NAP 0 m. Dit heeft als gevolg dat op deze dag een sterke infiltratie berekend wordt ter hoogte van de voorraadvijver.



Afbeelding 3.14 Berekende kwel en infiltratie op 1 maart over de deklaag toekomstige wintersituatie na inundatie(zie ook figuurbijlage 23)



Afbeelding 3.15 Kwel en infiltratie naar maaiveld of buisdrainage op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie(zie ook figuurbijlage 24).

Verandering grondwaterstanden

De verandering op grondwaterstanden zijn vergelijkbaar met de stationaire winter situatie (afbeelding 3.16). Het verschil zit in met name de verlaging van de grondwaterstanden in de directe omgeving van de voorraadvijver. Hier wordt op 1 maart een verlaging berekend die oploopt tot meer dan 1 m doordat het waterpeil in de voorraadvijver tijdelijk zakt met 2 meter. Daarnaast heeft de bronnering ook een

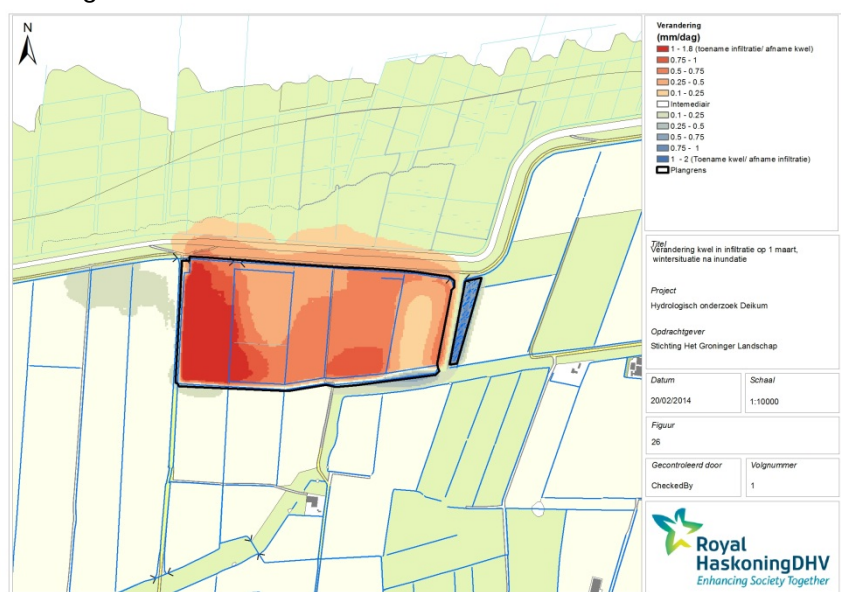
verlaging van de grondwaterstand tot gevolg. Op het perceel ten oosten van het natuurgebied wordt (lokaal) een verhoging van 5 tot 10 cm berekend. Deze effecten zijn echter zeer tijdelijk van aard en daardoor alleen in de directe omgeving van de voorraadvijver.



Afbeelding 3.16 Verandering grondwaterstand op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie t.o.v. huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 25).

Verandering kwel/infiltratie

De verandering van de infiltratie is vergelijkbaar met die van de stationaire winter situatie. Met uitzondering van de verandering ter hoogte van de voorraadvijver. Op deze locatie neemt door het lage peil van de voorraadvijver ook de kwel toe (afbeelding 3.17). De uitstraling van de effecten is echter beperkt door de geringe doorlatendheid van de deklaag.



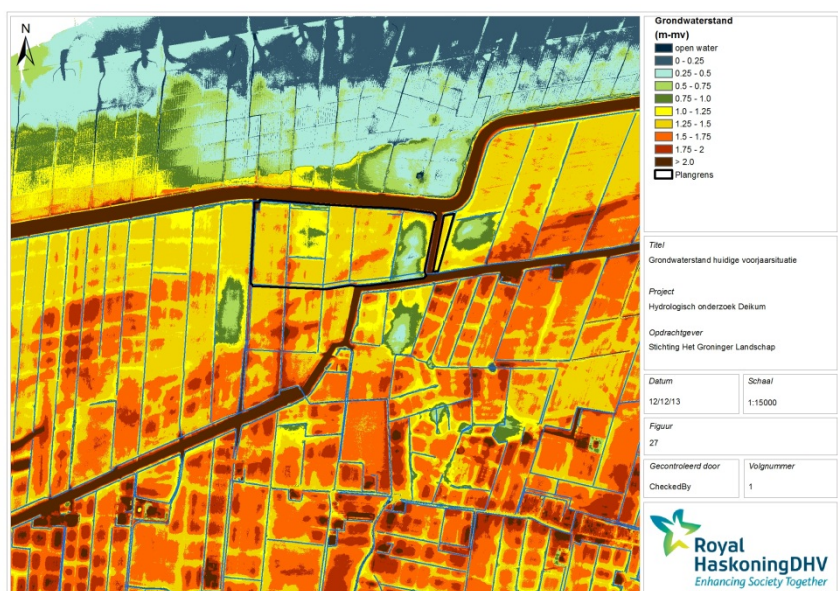
Afbeelding 3.17 Verandering kwel en infiltratie op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie t.o.v. huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 26).

3.3.4 Scenario 1, voorjaarssituatie

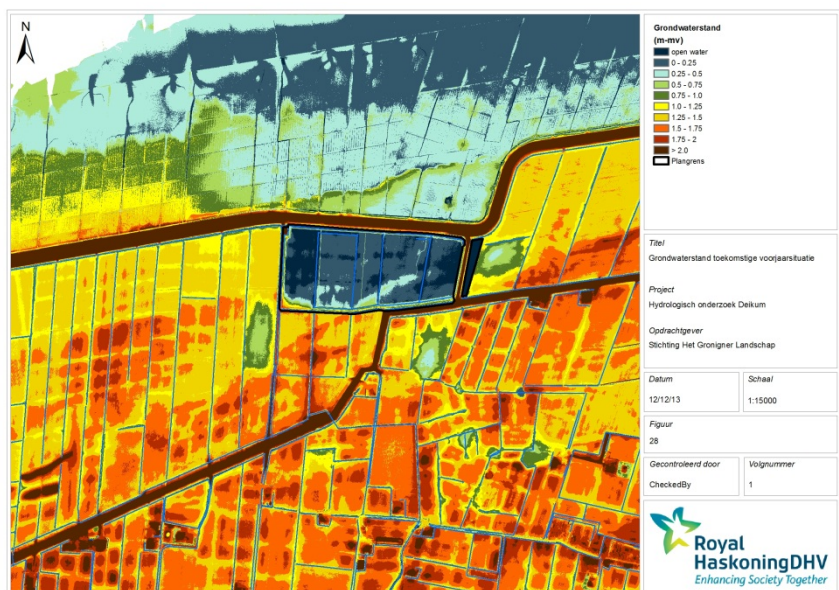
De voorjaarsgrondwaterstanden zijn rechtstreeks berekend maar afgeleid van de berekende winter- en zomersituatie.

Grondwaterstanden

Afbeeldingen 3.18 en 3.19 laten de berekende voorjaarsgrondwaterstanden voor de huidige en toekomstige situatie zien. Uit de afbeeldingen 3.20 komt naar voren dat de voorjaars grondwaterstand toeneemt van ca. 1,25 m beneden maaiveld tot een voorjaars-grondwaterstand aan maaiveld. De verandering van de voorjaarsgrondwaterstanden zijn iets kleiner dan de verandering in de wintersituatie (afbeelding 3.6). De uitstraling van de verandering is ongeveer gelijk aan die van de stationaire wintersituatie.



Afbeelding 3.18 Berekende huidige voorjaarssituatie (zie figuurbijlage 27)



Afbeelding 3.19 Berekende toekomstige voorjaarsituatie (zie figuurbijlage 28)



Afbeelding 3.20 verandering voorjaarsgrondwaterstand (zie figuurbijlage 29)

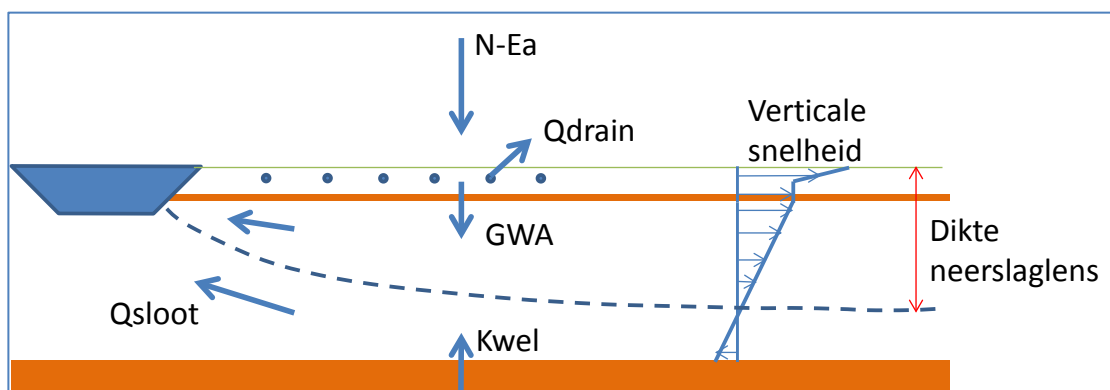
3.3.5 Scenario 1, Effecten op landbouw

Uit de berekeningen volgt dat de grondwaterstanden in de directe omgeving van het gebied veranderen. In de wintersituatie is er vooral sprake van een verhoging van de grondwaterstanden in noordelijke en oostelijke richting. De uitstraling in westelijke en zuidelijke richting wordt afgevangen door de watergangen die deel uit maken van het zoetwateraanvoerplan. In de zomersituatie is naast de noordelijke en oostelijke richting ook uitstraling in zuidelijke richting te verwachten. Op het moment dat deze veranderingen leiden tot een verandering van de kwelintensiteit kan dit invloed hebben de zoet op de zoetwaterbeschikbaarheid in de bodem en daarmee voor de landbouw.

Een toename van de kwel treedt op ten zuiden van het gebied en ten westen van het gebied.

Neerslaglenzen

Aangezien de kwel in en rond het natuurgebied zout is, is het van belang voor de landbouw dat zich een zoete neerslaglens vormt van voldoende grootte. De dikte van de neerslaglens hangt af van verschillende factoren (zie afbeelding 3.21). Door kwel, ondiepe afvoer in drains of aan maaiveld en 's zomers door verdamping wordt de vorming van een neerslaglens beperkt. Bij een geringe grondwateraanvulling (GWA) en veel kwel zal er veel zout kwelwater richting de sloten stromen en is de dikte van de neerslaglens gering. In het algemeen neemt de dikte van de neerslaglens in natte perioden toe en de dikte neemt af in de zomer onder invloed van de verdamping.



Afbeelding 3.21 Vorming neerslaglens.

Op percelen met veel kwel kunnen diepe drains juist de zoute kwel wegvangen. In dat geval is de neerslaglens met zoet water alleen aanwezig boven de drains. Dit is vaak voldoende voor de landbouw.

Op basis van de berekende kwel en de grondwateraanvulling (GWA) is globaal beoordeeld waar zich neerslaglenzen van enige betekenis kunnen ontwikkelen op basis van de verticale. In afbeelding 3.22 zijn de zones waar zich slechts geringe neerslaglenzen vormen weergegeven. Dit zijn in ieder geval de met drains gedraineerde percelen. In de zomer blijven deze percelen vaak "zoet" door beregening.



Afbeelding 3.22 Berekende zones met geringe neerslaglensdikte. (1) horizontale verplaatsing brak grondwater in de toekomstige situatie

In de zone ten westen van het natuurgebied is er naar verwachting ten gevolge van de aanwezigheid van drains slechts een geringe zoete laag boven de drains aanwezig juist door de aanwezigheid van deze drains. De extra kwel zal door de drains worden afgevoerd en de zoete neerslaglens (in de zomer door beregening) zal er nauwelijks door worden beïnvloed.

Aan de zuidkant en de oostkant komen percelen voor waar geen drainage aanwezig is. Hier bestaat de verwachting dat er zich in de natte maanden een zoete neerslaglens ontwikkelt. Door de toename van de kwel (enkele procenten) zal de neerslaglens hier enigszins kleiner worden maar van voldoende dikte blijven voor de landbouw.

Mogelijk stroomt er ook brak water horizontaal in de deklaag af ten gevolge van de hogere grondwaterstanden van het natuurgebied naar de landbouwpercelen. Dit brakke water wordt in de winter afgevangen door de randsloten en de drains. In de zomer gebeurt dat ook behalve ter plaatse van oostelijke percelen aan de zuidkant van het natuurgebied (zie pijlen in afbeelding 3.21). In de zomer is de grondwaterstand redelijk diep (ca. 2 meter onder maaiveld) waardoor er geen problemen voor de landbouw zijn te verwachten.

Op basis van bovenstaande wordt verwacht dat de veranderingen van de grondwaterstanden en de daarmee samenhangende verandering van de kwel/infiltratie geen negatieve effecten hebben op het omringende landbouw gebied.

3.4 Effect grondwaterstanden en kwel/infiltratie, Scenario 2

Scenario 2 geeft inzicht in de situatie dat het zoetwateraanvoerplan niet wordt aangelegd. Dit betekent dat er aan de zuidzijde van het plan geen randsloot wordt aangelegd en de westelijke randsloot niet vergroot.

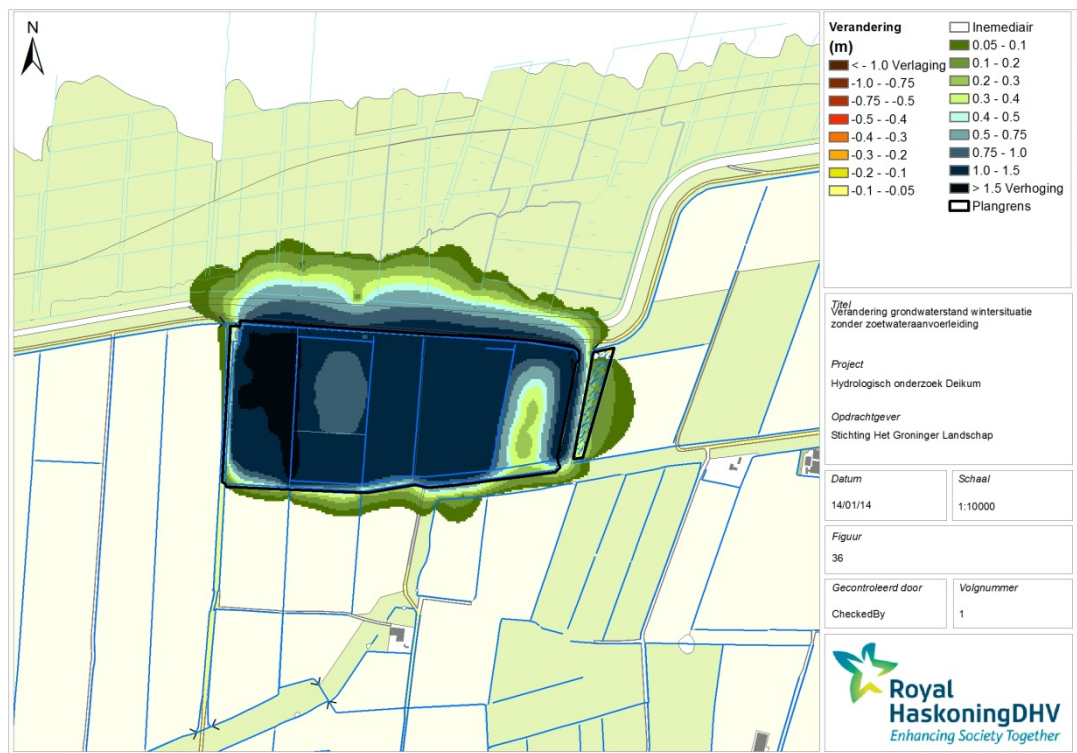
In deze paragraaf worden de berekeningsresultaten van Scenario 2 weergegeven. Allereerst wordt de toekomstige wintersituatie behandeld. Er wordt alleen ingegaan op de verandering van grondwaterstanden, kwel en infiltratie en de verandering ten opzichte van de huidige wintersituatie. Hierna worden de toekomstige zomer situatie omschreven. Met dit scenario wordt vraag 7 beantwoord.

3.4.1 Scenario 2, wintersituatie

Dit scenario is gelijk aan Scenario 1, alleen is de zoetwateraanvoerleiding niet actief. In de wintersituatie verandert het peil in het plangebied van nu -0,93 m NAP naar peilen variërend van 0,8 tot 1 m NAP. Het peil in de voorraadvijver komt op 0,0 m NAP. Daarnaast wordt het peil in de noordelijke randsloot verhoogd van -0,93 m NAP naar 0,6 m NAP.

Verandering grondwaterstanden

De verandering van de grondwaterstand is weergegeven in afbeelding 3.23. Hieruit is af te leiden dat dat in vergelijking met de situatie met zoetwateraanvoer (Scenario 1) er nu wel sprake is van een grondwaterstandsstijging in zuidelijke richting in plaats van een verlaging. Direct aan de grens van het natuurgebied is een grondwaterstandsstijging ca. 40 cm te verwachten. Op een afstand van ca. 100 m bedraagt dit nog 5 cm. Het verschil wordt verklaard doordat de zoetwateraanvoergang in Scenario 1 een drainerende werking heeft die nu wegvalt.



Afbeelding 3.23 Verandering grondwaterstand toekomstige wintersituatie zonder zoetwateraanvoerleiding t.o.v. huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 36).

Verandering kwel en infiltratie

Uit de verandering van de kwel en infiltratie blijkt dat enkel ter plaatse van de zoetwateraanvoer watergang een verandering optreedt ten opzichte van de toekomstige wintersituatie met zoetwater aanvoer. De grondwaterstand wordt nu niet gedraineerd en is hoger. Hierdoor treedt er ter plaatse van de zoetwateraanvoerwatergang nu een toename van infiltratie op (afbeelding 3.24), in plaats van een afname van infiltratie of toename van kwel (afbeelding 3.7).



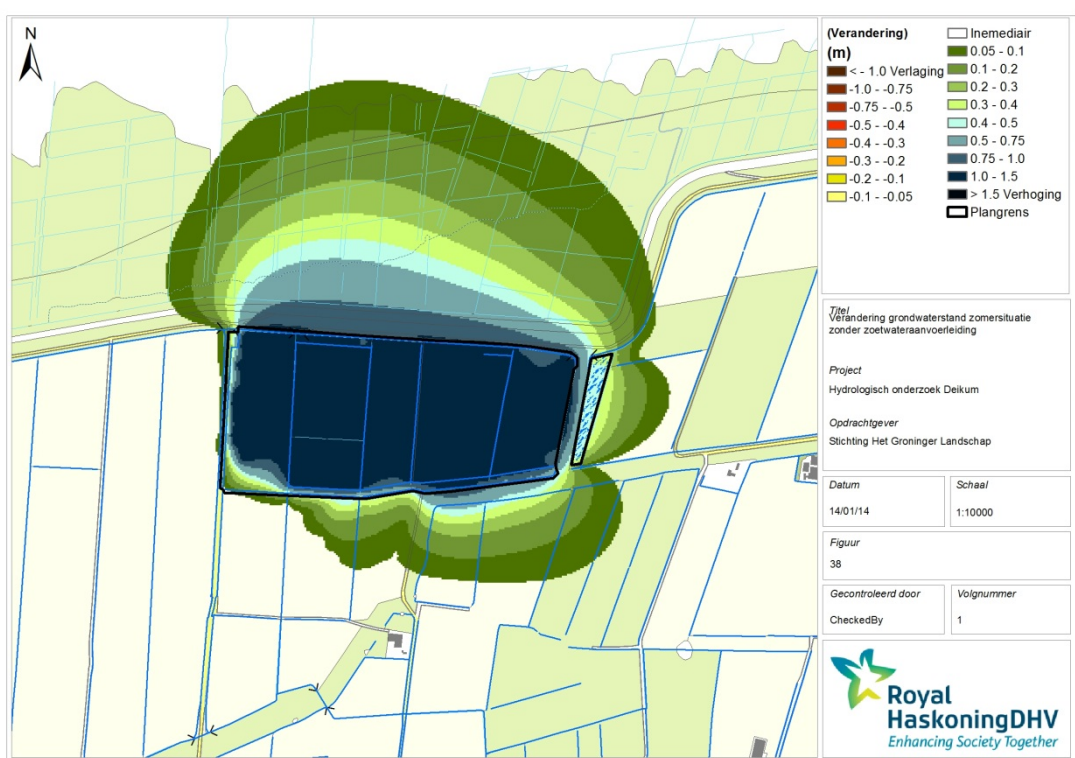
Afbeelding 3.24 Verandering kwel en infiltratie toekomstige wintersituatie zonder zoetwateraanvoerwatergang t.o.v. huidige wintersituatie (zie ook figuurbijlage 37).

3.4.2 Scenario 2, zomersituatie

In de zomersituatie verandert het peil in het plangebied van nu -0,5 m NAP naar peilen variërend van 0,6 tot 0,8 m NAP. Daarnaast wordt het peil in de noordelijke randsloot verhoogd van -0,5 m NAP naar 0,6 m NAP. De voorraadvijver heeft ook in de zomersituatie een peil van -0,0 m NAP.

Verandering grondwaterstanden

Afbeelding 3.25 laat de verandering van de grondwaterstand zien. In noordelijk een oostelijk richting is de uitstraling van de grondwaterstandsstijging vergelijkbaar met die Scenario 1. De uitstraling in zuidelijke richting bedraagt ca. 280 m en is daarmee ca. 70 m groter dan in de situatie waarbij wel een zoetwater aanvoer watergang aanwezig is (afbeelding 3.11). De veranderingen in de directe omgeving van het natuurgebied bedragen ca. 0.5 tot 0.75 m (afbeelding 3.25). In de situatie met wateraanvoer watergang bedraagt hier de toename van de grondwaterstand maximaal 0,4m.

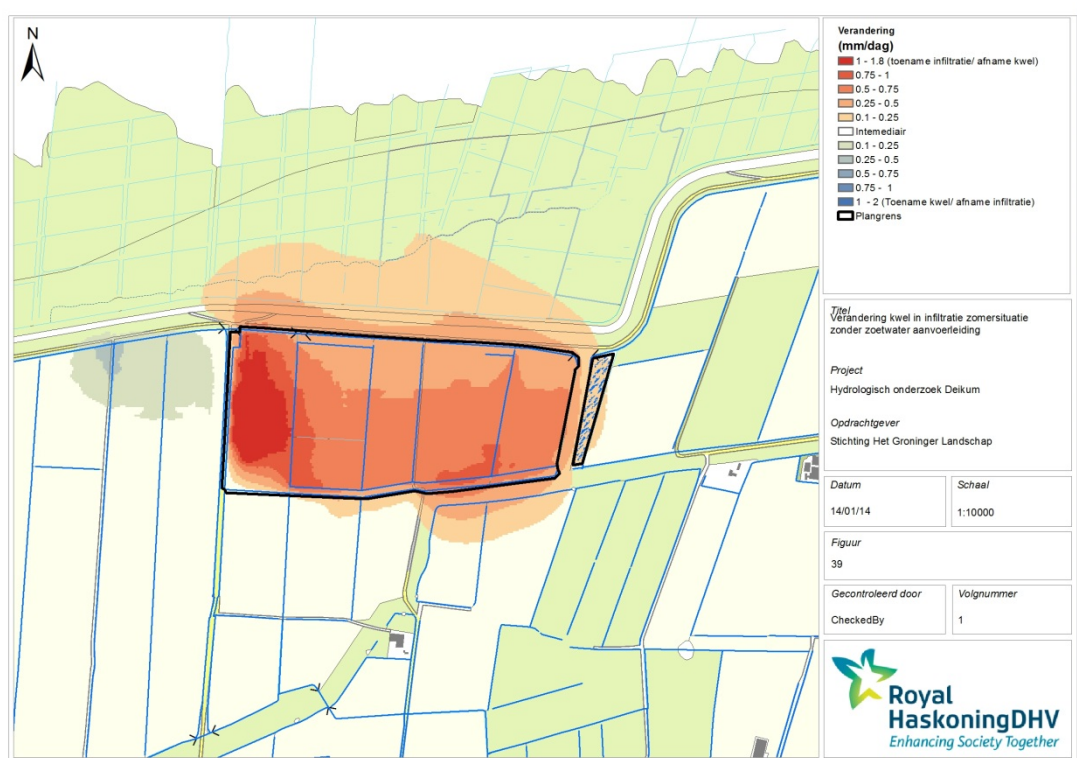


Afbeelding 3.25 Verandering grondwaterstand toekomstige zomersituatie zonder zoetwateraanvoerleiding t.o.v. huidige zomersituatie (zie ook figuurbijlage 38).

Zomersituatie kwel en infiltratie

Uit de verandering van de kwel en infiltratie blijkt dat enkel ter plaatse van de zoetwateraanvoer watergang een verandering is opgetreden ten opzichte van de toekomstige zomersituatie met zoetwater aanvoer (afbeelding 3.26).

Grondwaterstanden worden nu niet gedraineerd en zijn hoger. Hierdoor treedt er ter plaatse van de zoetwateraanvoerwatergang nu een toename (ca. 0,5 mm) van infiltratie/afname van kwel op, in plaats van een afname van infiltratie/toename van kwel (afbeelding 3.12). De uitstraling naar de omgeving in zuidelijke richting is groter dan wanneer de zoetwateraanvoerwatergang wel wordt aangelegd en reikt tot op ongeveer 150 m vanaf het natuurgebied.



Afbeelding 3.26 Verandering kwel en infiltratie toekomstige zomersituatie zonder zoetwateraanvoerwatergang t.o.v. huidige zomersituatie (zie ook figuurbijlage 39).

3.4.3 Conclusies effecten grondwaterstanden Inrichtingsplan zonder doorspoelplan

Indien er geen zoetwateraanvoergang aan de zuidzijde van het gebied wordt aangelegd zullen de effecten van de inrichting van het gebied richting de zuidelijke gelegen landbouwpercelen uitstralen. In de winter bestaat het verschil uit geen effect of een verhoging van de grondwaterstanden tot ca. 100 m uit het gebied. Ook in de zomersituatie stralen de effecten verder uit. De toename bedraagt ca. 70 m. De aan te leggen zoetwateraanvoer watergang heeft daarmee een drainerende functie voor het gebied.

4 WATERBALANSEN EN CHLORIDE GEHALTES

Het is de bedoeling om door middel van aanvoer van zout water verbrakking van het natuurgebied tot stand te brengen. Het aangevoerde water zal door inundatie in de ondiepe ondergrond worden gebracht. De modelresultaten moeten een indicatie geven van de te verwachten hoeveelheid aan en af te voeren water. Hiermee wordt antwoord gegeven op vraag 4.

Door de aanvoer van brak oppervlaktewater naar het natuurgebied veranderen ook de chloridgehaltes van het oppervlaktewater in de omgeving van het natuurgebied. Op basis van de waterbalansen wordt een inschatting gemaakt van de chloridgehaltes in het natuurgebied zelf en wordt gekeken naar de effecten op de omliggende sloten en het verwachte chloridgehalte in het zoetwateraanvoerplan, waarmee vraag 5 en 6 worden beantwoord. Voor de berekeningen van de chloridgehaltes is gebruik gemaakt van gemeten chloride gehalten ter hoogte van De Slikken en Wierhuizerklief. De gehanteerde uitgangspunten staan verwoord in bijlage 3.



Afbeelding 4.1 balansgebieden (zie ook figuurbijlage 10)

4.1 Waterbalans en chloride, Scenario 1

Voor een aantal zones is daartoe de waterbalans bepaald. De zones zijn weergegeven in afbeelding 4.1. Het betreft 4 vakken in het natuurgebied, de voorraadvijver en de waterlopen rond het natuurgebied. Tabel 4.1 geeft een samenvatting weer van de belangrijkste waterbalansposten, benodigd voor de bepaling van de aan te voeren hoeveelheid water.

balanstermen [m3/dag]	gemiddelde		gemiddelde		wintersituatie	
	wintersituatie		zomersituatie		na inundatie	
vak 1 t/m 4						
neerslagoverschot	657		-660*		657	
infiltratie vanuit oppervlaktewatersysteem	-25		-384			
drainage naar oppervlaktewatersysteem	16		0		442	
totale netto infiltratie/drainage	-9		-1044		442	
aanvoerwatergang						
netto infiltratie	-167		-157			
voorraadvijver						
neerslagoverschot	24		0			
kwel	56		8			
beschikbaar	80		8			
dijksloot Linthorst Homanpolder						
drainage	97		15			
tekort/overschot	1		-1178		442	

Tabel 4.1 Waterbalansen toekomstige situaties (infiltratie is negatief)

* Het gemiddelde neerslag tekort in de zomer is ca. 2 mm/dag. De modelberekeningen zijn stationair uitgevoerd. Om de grondwaterstanden bij een gemiddelde zomersituatie stationair te simuleren is het neerslagtekort gekozen te worden waarbij de GLG berekend wordt. In het huidige model benadert een neerslagtekort van 0 mm/dag de GLG. Voor de waterbalans is wel het neerslag tekort meegenomen.

4.1.1 Scenario 1, Wintersituatie

Uit de waterbalans volgt dat er in de wintersituatie water aan dient te worden gevoerd om de voorgestelde peilen te handhaven. In de gemiddelde wintersituatie wordt in vak 1 t/m 4 een netto infiltratie 9 m3/dag vanuit het oppervlaktewatersysteem berekend. In de aanvoerwatergang is er wel sprake van een significante infiltratiehoeveelheid, 167 m3/dag. In totaal dient er 176 m3/dag aan te worden gevoerd om het natuurgebied op peil te houden. In de winter vindt daarmee geen afvoer plaats naar de Negenboerenpolder.

Hiertoe kan worden geput uit de voorraadvijver en vanuit de dijksloot Linthorst Homanpolder. Volgens het model is er voldoende water beschikbaar om de infiltratie in vak 1 t/m 4 en de aanvoerwatergang mogelijk te maken. Er is geen water tekort.

Opgemerkt wordt dat de aanvoer van 9 m3/d aan zout water niet zal leiden tot verbraking van het natuurgebied. Bij een gemiddelde neerslag van 2 mm/dag (657 m3/dag) ontstaan namelijk al hoge grondwaterstanden waardoor er geen ruimte meer is

voor infiltratie van aangevoerd zout water. Dit betekent dat er alleen een substantiële infiltratie vanuit inundatie mogelijk is na een drogere periode. Een alternatief is het inzetten van de bestaande drains in het gebied te gebruiken om in de periode voor de inundatie het gebied “leeg” te draineren en daarmee ruimte te creëren voor brak water. Er zijn echter niet in het gehele gebied drains aanwezig.

Ook uit de globale inschatting van het chloridegehalte in tabel 4.2 volgt dat het te verwachten chloridegehalte in het natuurgebied in de winter zeer laag is en wordt verzoet. Er kan slechts een kleine hoeveelheid zout/brak aanvoerwater infiltreren (9 m3/dag) en er is sprake van een grote hoeveelheid zoet neerslag water (657 m/dag).

Gemiddelde toekomstige wintersituatie	Hoeveelheid (m3/dag)	Chloridegehalte (mg/l)
Aanvoer uit voorraadvijver neerslag	24	0
Aanvoer uit voorraadvijver kwel	56	5000
Aanvoer Dijkslot Linthorst Homanpolder	97	5000
<i>Chloride gehalte wateraanvoerleiding</i>		4333
Aanvoer t.b.v. op peil houden vakken	9	4333
Neerslag	657	0
Chloride gehalte natuurgebied		7

Tabel 4.2 globale inschatting chloridegehalte scenario 1, winter

4.1.2 Scenario 1, Zomersituatie

Om het gebied in de zomer op peil te houden dient in totaal volgens de berekening 1180 m3/dag worden aangevoerd. Om het natuurgebied in de zomer op peil te houden moet naast het natuurgebied zelf, ook de aanvoerwatergang op peil gehouden worden. In de zomer infiltreert in het model vanuit deze watergang 157 m3/dag naar de omgeving. In vak 1 t/m 4 in wordt totaal 384 m3/dag aan infiltratie berekend. In de zomer vindt daarmee geen afvoer plaats naar de Negenboerenpolder.

Slechts een klein deel om dit tekort aan te vullen is beschikbaar in de voorraadvijver en in de dijkslot Linthorst Homanpolder. Voor het tekort van 1180 m3/dag zal naar alternatieven moeten worden gekeken of het tekort moet worden geaccepteerd. Bij alternatieven kan worden gedacht aan het onttrekken van grondwater of door aanvoer van zoet water via de zoetwateraanvoerwatergang Linthorst Homanpolder. Uit de verkennende berekeningen volgt dat naar verwachting met de bron maximaal 10 m3/uur kan worden onttrokken (240 m3/dag), hier zal dan ook nog extra zoet water moeten worden aangevoerd om het gebied op peil te houden.

Waterschap Noorderzijlvest geeft aan dat het gemaal de Kluten in de zomer gemiddeld ca. 300-350 m3/dag afvoert vanuit de dijkslot. Dit is meer dan de 15 m3/dag die door het model wordt berekend. Indien dit water ook daadwerkelijk in de praktijk beschikbaar is, is het een goede bron voor het aanvullen van het tekort. Het mogelijke verschil

tussen modelresultaat de afvoer wordt verklaard doordat het model alleen de berekende kwel weergeeft en het gemaal tevens nog regenwater of een groter gebied afvoert.

Uit een globale inschatting van het chloride gehalte volgt dat in de zomer afhankelijk van de beschikbare en te gebruiken bronnen het chloridegehalte kan variëren van ca. 1130 mg/l bij extra aanvoer van zoet water tot ca. 1935 mg/l bij combinatie van grondwater en zoet water aanvoer (zie tabel 4.3).

In tabel 4.3 zijn de waterbalansposten omgerekend naar chloridegehalten.

Gemiddelde toekomstige zomersituatie	Hoeveelheid (m3/dag)	Chloridegehalte (mg/l)
Aanvoer uit voorraadvijver	8	5000
Aanvoer uit Dijkslot Linthorst Homanpolder	15	5000
Aanvoer vanuit bron	240	5000
Aanvoer vanuit zoetwateraanvoergang Linthorst Homanpolder	917-1180	1057
Chloride gehalte natuurgebied bij extra aanvoer vanuit beschikbare brakwatermiddelen (263) en zoetwater aanvoergang (917)	1180	1936
Chloride gehalte natuurgebied bij extra aanvoer vanuit zoetwateraanvoer watergang Linthorst Homan polder (1154)	1180	1134

Tabel 4.3 chloridegehalte oppervlaktewater gemiddelde toekomstige zomersituatie

4.1.3 Scenario1, 1 maart na inundatie toekomstige situatie

Na de inundatieperiode zal door het lagere peil in de sloten het overtollige water (442 m3/dag) afgevoerd dienen te worden. In deze situatie zal het gebied ten gevolge van de neerslag weer langzaam verzoeten. De afvoer zal plaatsvinden op het watersysteem van de Negenboerenpolder. Hierbij mag de afvoer de geldende norm van 1,3 l/s/ha niet overschrijden.

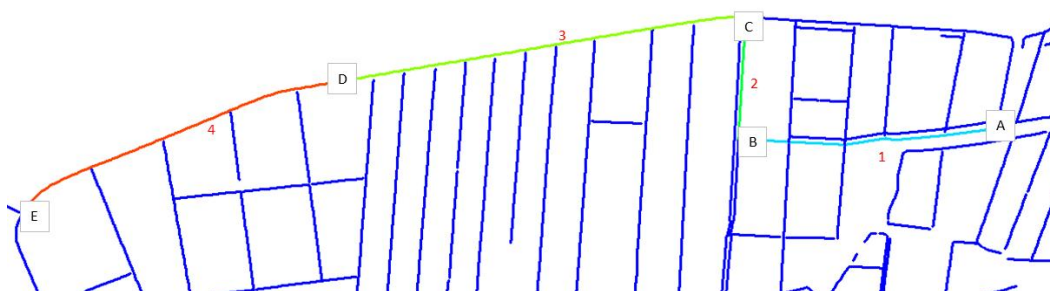
Op 1 maart, direct na inundatie is de afvoer van neerslagwater in het gebied is 442 m3/dag. Dit is zoet water met een chloridegehalte van 0 mg/l. Er is geen ruimte voor aanvoer van brakwater.

4.2 Chloride gehalten omliggende sloten en dijkslot Negenboerenpolder

Naast de chloride gehalten in het natuurgebied is beoordeeld wat het te verwachten effect is op de chloridegehalten in de aanliggende sloten. Doordat de waterpeilen in het natuurgebied worden opgezet neemt de infiltratie van chloriderijk water naar de zuidelijke en westelijke randsloten toe wat mogelijk effect heeft op het chloride gehalte in de huidige sloten.

Het chloride gehalte is voor drie situaties vastgesteld. De huidige situatie, de situatie na inrichting en realisatie van het zoetwateraanvoerplan (Scenario 1) en de situatie na inrichting zonder de realisatie van het zoetwateraanvoerplan (Scenario 2). Scenario 1 geeft hierbij antwoord op vraag 5 en Scenario 2 op vraag 6.

Het chloride gehalte is op meerdere punten berekend waarbij over het traject tussen de punten de toename van kwel en daarmee het chloridegehalte in de watergangen is vastgesteld. In afbeelding 4.2 staan de watergangen en de punten waarvan de chloridegehalten zijn vastgesteld weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt in de westelijke sloot (2) en de dijksloot in de Negenboerenpolder (verdeeld over 2 trajecten (3 en 4)). Daarnaast is ook de aan te leggen zuidelijke wateraanvoergang opgenomen (1).



Afbeelding 4.2 locaties berekening Chloride gehalten

Locatie	Huidig		Scenario 1		Scenario 2	
	m3/d	mg/l	m3/d	mg/l	m3/d	mg/l
A	n.v.t.	n.v.t.	8640	1057	n.v.t.	n.v.t.
Zuidelijke watergang (1)	n.v.t.	n.v.t.	126	2500	n.v.t.	n.v.t.
B	11775	973	8766	1077	11775	973
Westelijk watergang (2)	-6	973	50	2500	71	2500
Aanvoer vanuit Wierhuizerklief			11775	973		
C	11769	973	20591	1021	11846	982
Dijksloot Negenboerenpolder (3)	66	5000	83	5000	83	5000
D	11835	996	20674	1037	11929	1010
Dijksloot Negenboerenpolder (4)	78	5000	79	5000	79	5000
E	11913	1022	20753	1052	12007	1036

Tabel 4.4 Chloridegehalten scenarioberekeningen

4.2.1 Chloride gehalten omliggende sloten en dijksloot Negenboerenpolder, Scenario 1

Uit de tabel is af te leiden dat de kwel die optreedt als gevolg van de inrichting van het gebied in combinatie met de aanvoer van water vanaf de Slikken leidt tot een beperkte verandering van het Chloride gehalte in de Westelijk randsloot van ca. 970 mg/l naar ca. 1020 mg/l. Ook is een beperkte verandering van het Chloridegehalte in de Dijksloot van

de Negenboerenpolder berekend van ca. 1020 mg/l naar ca. 1050 mg/l. De chloridegehaltes blijven daarmee in dezelfde ordegrootte bij aanvoer vanuit de Slikken en inrichting van het natuurgebied.

4.2.2 Chloride gehalten omliggende sloten en dijksloot Negenboerenpolder, Scenario 2

In de situatie zonder aanvoer vanaf de Slikken en dus alleen de inrichting van het natuurgebied is een geringe toename van het Chloridegehalte in de Westelijke aanvoersloot berekend. Deze neemt toe van ca. 970 mg/l naar ca. 980 mg/l. Het chloridegehalte in de Negenboerenpolder neemt beperkt toe van ca. 1010 naar ca. 1035 mg/l en blijft daarmee in dezelfde ordegrootte.

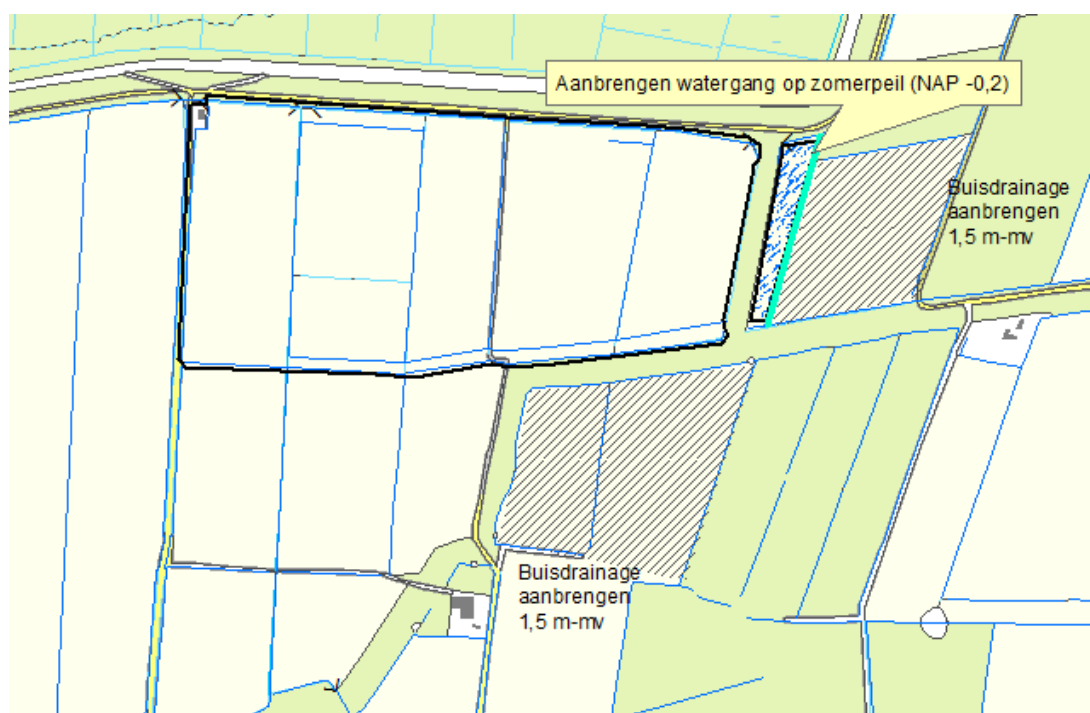
Opgemerkt wordt dat de noordelijke dijksloot in het inrichtingsplan geen zout kwelwater meer afvoert naar de Negenboerenpolder. Dit heeft een positief effect op het chloridegehalte in de Negenboerenpolder. Het effect is echter niet doorgerekend.

5 MITIGERENDE MAATREGELEN

Uit de effect berekeningen volgde dat de te verwachten effecten op de landbouw zeer beperkt zijn. De grootste uitstralingseffecten treden op in de zomersituatie. In de wintersituatie blijven de veranderingen van de grondwaterstanden beperkt en vooral in de variant dat ook de zoetwataanvoergang wordt aangelegd. Daarmee is het niet direct noodzakelijk om compenserende maatregelen te treffen. Indien het toch gewenst is vanuit de omgeving of bevoegd gezag om maatregelen te treffen dan kan worden gedacht aan de volgende maatregelen:

- Aanbrengen van buisdrainage in percelen die niet gedraineerd zijn.
- Het graven van een watergang aan de oostzijde van de voorraadvijver.

Om een beeld te geven van het effect van deze maatregelen is Scenario 1 inclusief mitigerende maatregelen met het grondwatermodel doorgerekend. In afbeelding 5.1 zijn de mogelijke mitigerende maatregelen weergegeven.

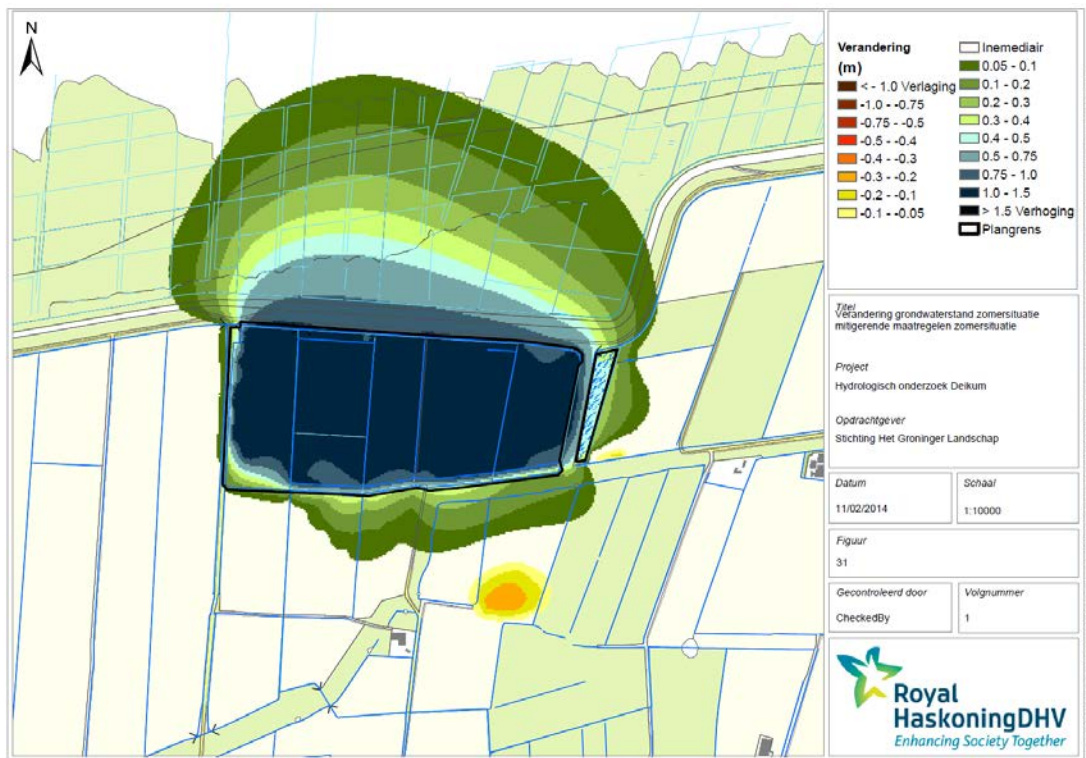


Afbeelding 5.1 Overzicht mitigerende maatregelen.

5.1 Effecten mitigerende maatregelen

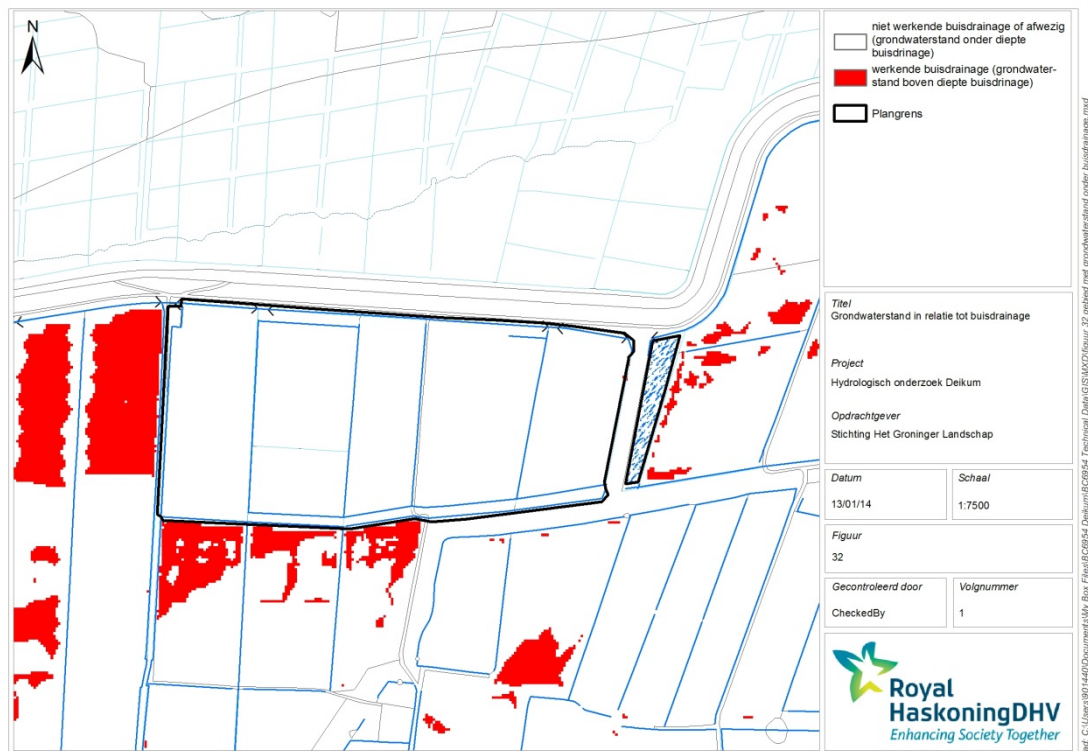
Verandering grondwaterstanden

Afbeelding 5.2 geeft de verandering van de grondwaterstanden ten opzichte van de huidige grondwaterstanden in de zomer weer. In afbeelding 5.2 is dit ten opzichte van de wintersituatie gedaan. De effecten van het opzetten van de waterpeilen in het natuurgebied leidt in de zomer tot een beperkte verbeterde situatie wanneer de effecten vergeleken worden met die van de toekomstige inrichting zonder mitigerende maatregelen.

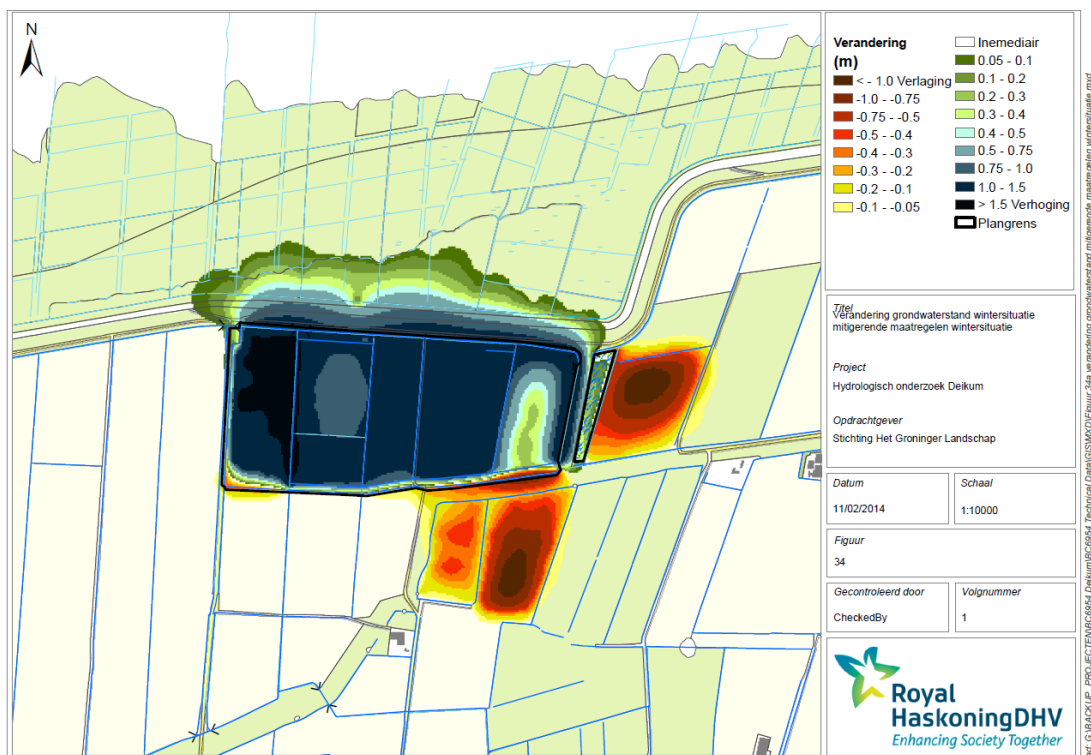


Afbeelding 5.2 Verandering op grondwaterstanden zomersituatie met mitigerende maatregelen

Afbeelding 5.3 geeft de gebieden weer waar in de zomersituatie buisdrainage actief is. De uitstraling in zuidelijke en oostelijke richting worden met mitigerende maatregelen minder, maar zijn nog niet weggenomen. Dit komt omdat een groot gedeelte van het gebied de grondwaterstand onder de buisdrainage ligt en dus verlaagd wordt. Door het graven van de watergang ten oosten van de voorraadvijver worden de grondwaterstandsverhogingen deels beperkt.



Afbeelding 5.3 actieve buisdrainage in zomersituatie met mitigerende maatregelen (zie ook figuurafbeelding 32).



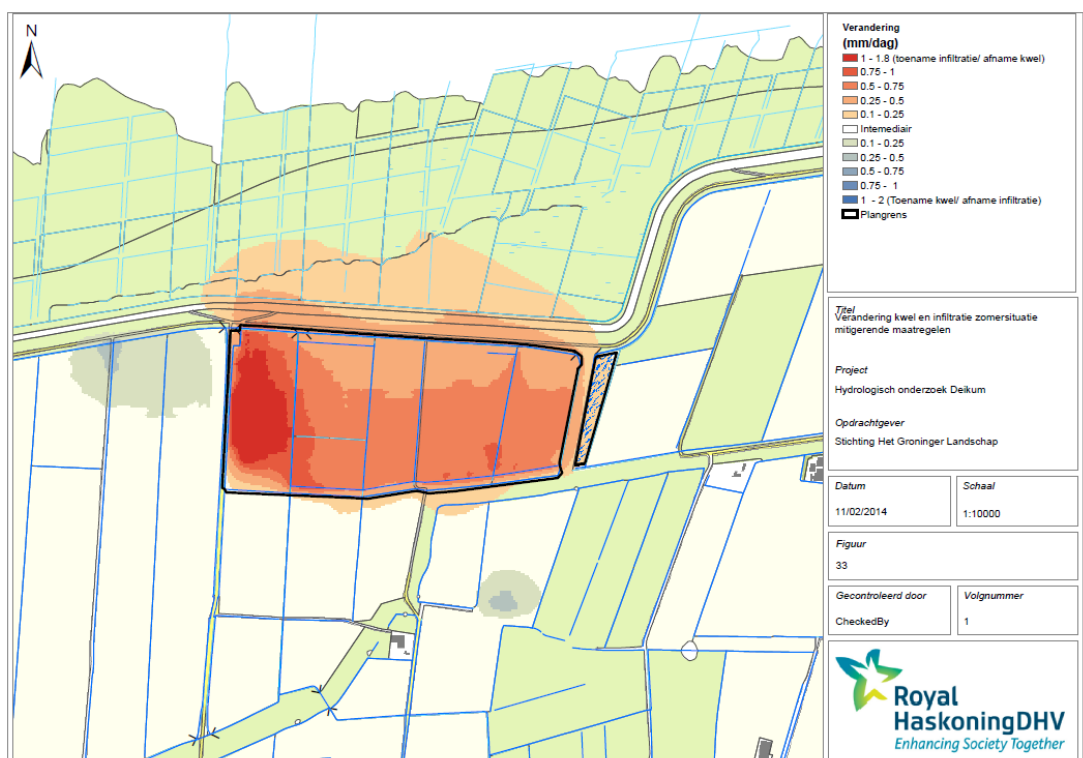
Afbeelding 5.4 Verandering op grondwaterstanden wintersituatie met mitigerende maatregelen

In de winter werkt de buisdrainage wel. Door de aanleg van de buisdrainage in percelen die voorheen niet gedraineerd waren wordt in een gemiddelde wintersituatie in de percelen de grondwaterstand verlaagd. De verlaging van de grondwaterstand varieert van ca. 5 cm aan de rand van de percelen oplopend tot ca. 1,2 m in het midden van het perceel (afbeelding 5.4). Verder heeft de aanleg van de buisdrainage tot gevolg dat de zoet waterlens die zich opbouwt in de winterperiode wordt afgevoerd en daarmee minder groot zal zijn.

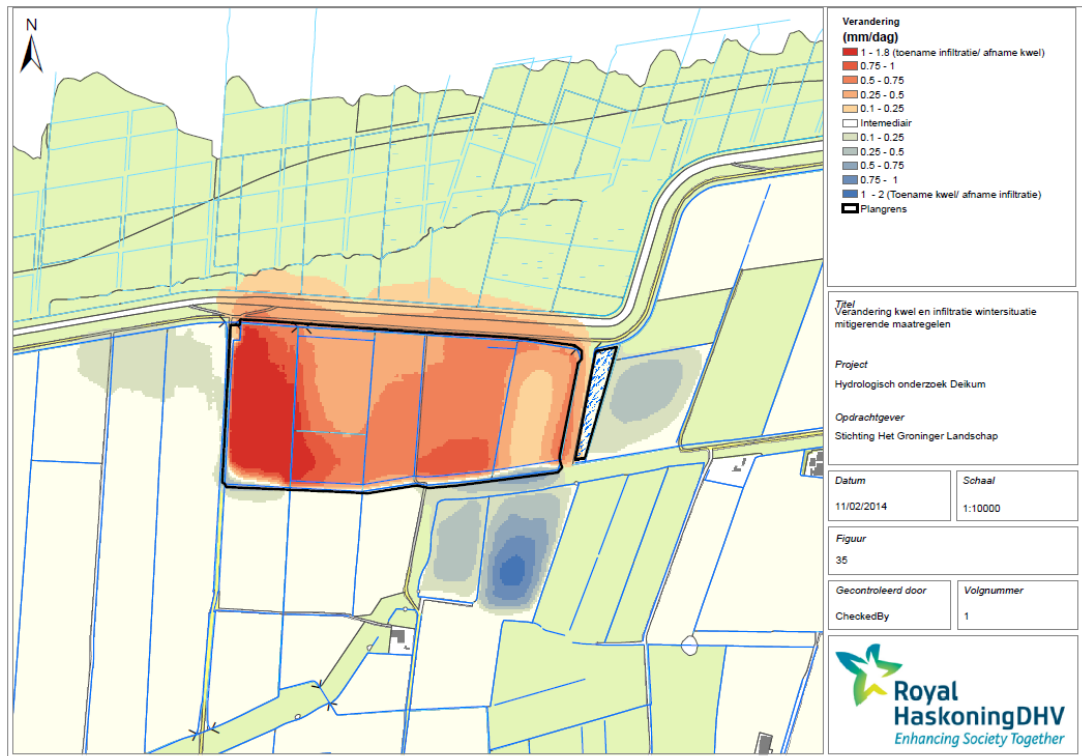
Verandering kwel en infiltratie

De verandering van kwel en infiltratie in de zomer met mitigerende maatregelen ten opzichte van de toekomstige situatie zonder mitigerende maatregelen laat slechts een kleine verandering kwel en infiltratiefluxen zien. Enkel in de zuidelijke percelen neemt de infiltratie af/ kwel toe. Deze verandering bedraagt hier ongeveer 0,5 mm/dag (afbeelding 5.5)

De verandering van kwel en infiltratie in de winter situatie met mitigerende maatregelen is met uitzondering van de percelen die gedraineerd worden, nagenoeg gelijk aan die van de toekomstige wintersituatie zonder mitigerende maatregelen. In de percelen die gedraineerd worden zal de infiltratie afnemen/ kwel toenemen met maximaal 1,1 mm/dag. De verandering in kwel en infiltratie die optreden zijn weergegeven in afbeelding 5.6.



Afbeelding 5.5 Verandering kwel en infiltratie zomersituatie met mitigerende maatregelen



Afbeelding 5.6 Verandering kwel en infiltratie wintersituatie met mitigerende maatregelen

5.2 Conclusie mitigerende maatregelen

Uit de scenarioberekening met mitigerende maatregelen komt naar voren dat de effecten op grondwaterstanden slechts deels beperkt kunnen worden door middel van de aanleg van buisdrainage en het graven van een watergang aan de oostzijde van de voorraadvijver. De effecten worden voornamelijk beperkt in de winter. In de zomer is het effect van de mitigerende maatregelen zeer beperkt. Dit is verklaarbaar doordat in de zomer veelal de grondwaterstanden zich bevinden onder de drainagediepte.

Het aanleggen van buisdrainage heeft hierbij zowel een voor- als een nadeel. Door de aanleg van buisdrainage zal het zoute kwel water onder het drainageniveau blijven, waarmee effecten op de landbouw niet op zullen treden. De aanleg van drainage zorgt er ook voor dat het zoete water in natte tijden wordt afgevoerd, waardoor de neerslaglens aanmerkelijk kleiner zal worden.

6 VOORSTEL MEETNET

In voorgaande hoofdstukken is naar voren gekomen dat grondwaterstandsverhogingen in de directe omgeving van het natuurgebied te verwachten zijn. Om de grondwaterstandveranderingen, en mogelijk waterkwaliteitsveranderingen te kunnen monitoren wordt in dit hoofdstuk een voorstel voor het monitoringsmeetnet gedaan.

6.1 Voorstel meetnet

Uit de scenario berekeningen komt naar voren dat grondwaterstandveranderingen zich reiken tot op ca. 400 m afstand van het natuurgebied zelf. De zomersituatie geeft de grootste verandering en weer. Deze zomersituatie heeft als basis gediend voor het ontwerpen van het monitoringsmeetnet. Naast de berekende effecten heeft de locatiebepaling van peilbuizen ook plaats gevonden op basis van de topografische ondergrond, met in het achterhoofd de indeling van de toekomstige peilvakken. Zodoende worden niet twee peilbuizen in één toekomstig peilvak geplaatst. De peilbuizen moeten voldoende ver van de sloot worden geplaatst.

Voorgesteld wordt om op 14 locaties freatische peilbuizen in 4 raaien te plaatsen (afbeelding 6.1). Ter plaatse van locatie DK2_10 wordt voorgesteld om een diepere peilbuis te plaatsen tot in het eerste watervoerende pakket. De grondwaterstanden in deze peilbuizen moeten handmatig of automatisch opgenomen worden op in ieder geval de 14^e en 28^e van elke maand.



Afbeelding 6.1: voorstel peilbuismeetnet Deikum (zie ook figuurbijlage 30)

7 CONCLUSIES

1. Hoe veranderen de grondwaterstanden in de agrarische percelen die aan het natuurgebied grenzen (zowel voor de winter, het voorjaar en in de zomer/herfst)?

Uit de berekeningen volgt dat de grondwaterstanden in de directe omgeving van het gebied veranderen. In de wintersituatie is er vooral sprake van een verhoging van de grondwaterstanden in noordelijke en oostelijke richting die uitstraalt tot maximaal 200 m in noordelijke richting en ca. 100 m in oostelijk richting. De uitstraling in westelijke en zuidelijke richting wordt afgevangen door de watergangen die deel uit maken van het zoetwateraanvoerplan. In de zomersituatie is naast de noordelijke en oostelijke richting ook uitstraling in zuidelijke richting te verwachten van ca. 100 m

2. Wat zijn de effecten zullen bij verhoging van de waterstand in de voorraadvijver van nominale NAP 0,00 tot NAP 0,60 gedurende een maand in de winterperiode?

De verandering op grondwaterstanden zijn vergelijkbaar met de veranderingen in winter situatie. Het verschil zit in met name de verlaging van de grondwaterstanden in de directe omgeving van de voorraadvijver. Hier wordt op 1 maart een verlaging berekend die oploopt tot meer dan 1 m doordat het waterpeil in de voorraadvijver tijdelijk zakt met 2 meter. Daarnaast heeft de bronnering ook een verlaging van de grondwaterstand tot gevolg. Op het perceel ten oosten van het natuurgebied wordt (lokaal) een verhoging van 5 tot 10 cm berekend. Deze effecten zijn echter zeer tijdelijk van aard en daardoor alleen in de directe omgeving van de voorraadvijver.

3. Wat betekenen de mogelijke effecten op de teelt van gewassen en welke maatregelen genomen moeten worden om deze veranderingen te voorkomen?

Op het moment dat de grondwaterstandsveranderingen leiden tot een verandering van de kwelintensiteit kan dit invloed hebben de zoet op de zoetwaterbeschikbaarheid in de bodem en daarmee voor de landbouw. Een toename van de kwel treedt op ten zuiden van het gebied en ten westen van het gebied.

In de zone ten westen van het natuurgebied is er naar verwachting ten gevolge van de aanwezigheid van drains slechts een geringe zoete laag boven de drains aanwezig juist door de aanwezigheid van deze drains. De extra kwel zal door de drains worden afgevoerd en de zoete neerslaglens (in de zomer door beregening) zal er nauwelijks door worden beïnvloed.

Aan de zuidkant en de oostkant komen percelen voor waar geen drainage aanwezig is. de oostelijke percelen. Hier bestaat de verwachting dat er zich in de natte maanden een zoete neerslaglens ontwikkelt. Door de toename van de kwel (enkele procenten) zal de neerslaglens hier enigszins kleiner worden maar van voldoende dikte blijven voor de landbouw.

Uit de effect berekeningen volgde dat de te verwachten effecten op de landbouw zeer beperkt zijn. Daarmee is het niet direct noodzakelijk om compenserende maatregelen te treffen. Indien het toch gewenst is vanuit de omgeving of bevoegd gezag om maatregelen te treffen dan kan worden gedacht aan de volgende maatregelen:

- Aanbrengen van buisdrainage in percelen die niet gedraineerd zijn.
- Het graven van een watergang aan de oostzijde van de voorraadvijver.

Het aanleggen van buisdrainage heeft hierbij zowel een voor- als een nadeel. Door de aanleg van buisdrainage zal het zoute kwel water onder het drainageniveau blijven, waarmee effecten op de landbouw niet op zullen treden. De berekende zomergrondwaterstand blijven overigens onder dit peil ook na inrichting van het gebied. De aanleg van drainage zorgt er ook voor dat het zoete water in natte tijden wordt afgevoerd, waardoor de neerslaglens aanmerkelijk kleiner zal worden.

4. Hoe ziet de waterbalans voor het natuurgebied er uit?

De waterbalans is bepaald voor 3 situaties. De wintersituatie, de zomersituatie en de situatie na inundatie van het gebied. Uit de balansberekeningen volgt dat zowel in de winter als in de zomer er sprake is van een aanvoersituatie. In de winter is een aanvoer van ca. 180 m³/dag nodig om het gebied op peil te houden. In de zomer is dit groter en dient ca. 540 m³/dag aan te worden gevoerd. In deze situaties water het gebied niet af op de aanliggende polder.

Na inundatie is er wel sprake van een overschot dan wordt vanuit het gebied ca. 440 m³/dag afgevoerd. Deze afvoer mag de 1,3 l/s/ha niet overschrijden.

Opgemerkt wordt dat er in de winter door de hoge grondwaterstanden er geen ruimte meer is voor infiltratie van aangevoerd zout water. In deze periode wordt het gebied dus verzoet. Dit betekent dat er alleen een substantiële infiltratie vanuit inundatie mogelijk is na een drogere periode. Een alternatief is het inzetten van de bestaande drains in het gebied te gebruiken om in de periode voor de inundatie het gebied “leeg” te draineren en daarmee ruimte te creëren voor brak water. Er zijn echter niet in het gehele gebied drains aanwezig.

5. Wat wordt het chloridegehalte van het water in de omliggende sloten als gevolg het voorziene waterbeheer in het natuurgebied?

In de situatie zonder aanvoer vanaf de Slikken en dus alleen de inrichting van het natuurgebied is een geringe toename van het Chloridegehalte in de Westelijke aanvoersloot berekend. Deze neemt toe van ca. 970 mg/l naar ca. 980 mg/l. Het chloridegehalte in de Negenboerenpolder neemt beperkt toe van ca. 1010 naar ca. 1035 mg/l en blijft daarmee in dezelfde ordegrrootte.

Opgemerkt wordt dat de noordelijke dijsloot in het inrichtingsplan geen zout kwelwater meer afvoert naar de Negenboerenpolder. Dit heeft een positief effect op het chloridegehalte in de Negenboerenpolder. Het effect is echter niet doorgerekend.

6. Welke veranderingen treden op in het chloridegehalte van de dijsloot in de Negenboerenpolder als gevolg van de aanvoer van extra zoet water via gemaal De Slikken?

Indien de inrichting van het gebied wordt gecombineerd met de extra aanvoer van water via Gemaal De Slikken wordt een geringe verandering berekend van het Chloride

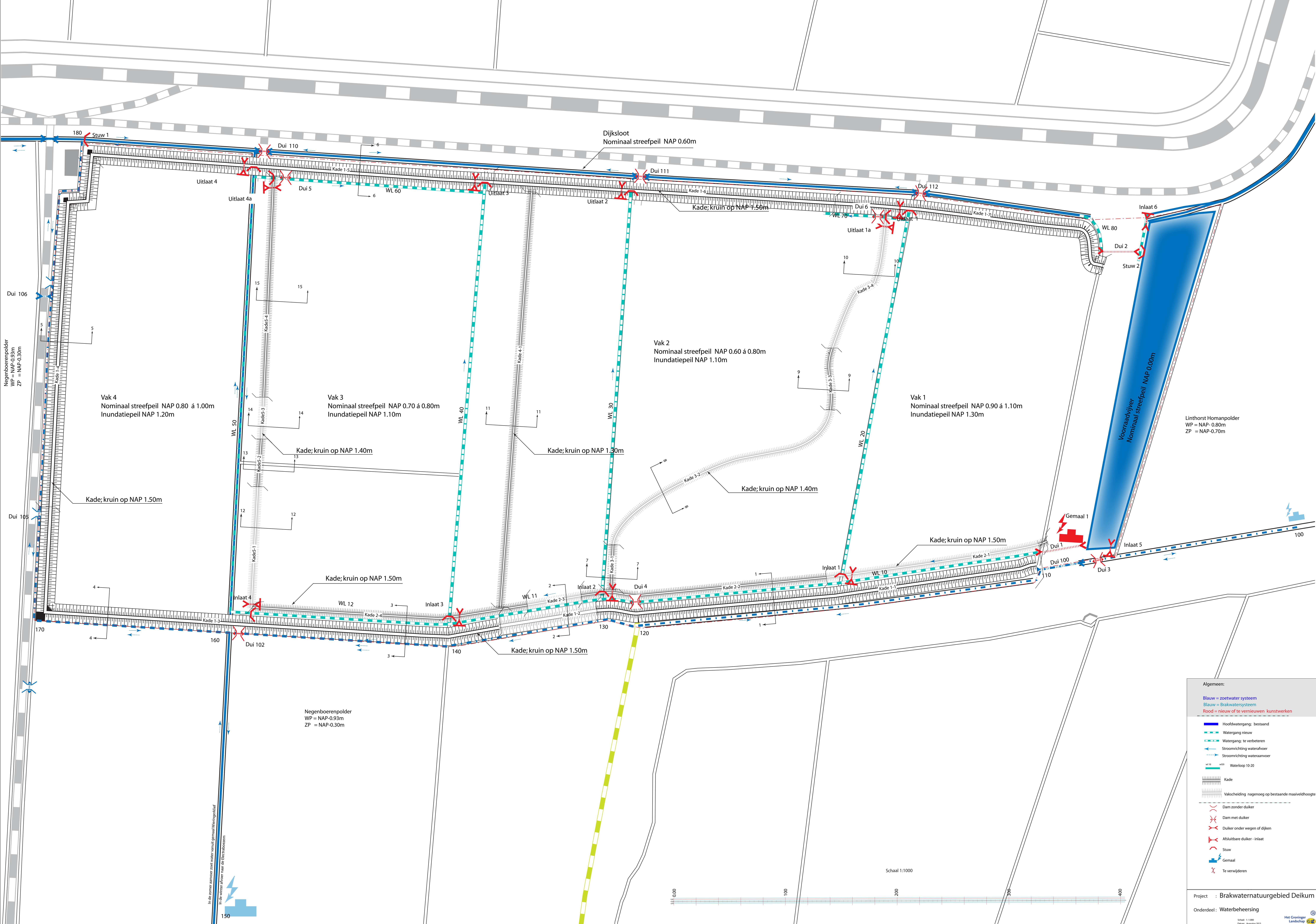
gehalte in de Westelijk randsloot van ca. 970 mg/l naar ca. mg/l. Ook is een geringe verandering van het Chloridegehalte in de Dijkssloot van de Negenboerenpolder berekend van ca. 1020 mg/l naar ca. 1050 mg/l. Dit betekent dat de chloridegehaltes in de zelfde orde grootte blijven.

7. Omdat het mogelijk kan zijn dat de extra aanvoer van het gemaal De Slikken niet tot het gewenste resultaat leidt moet bij vraag 1 ook worden aangegeven wat de veranderingen in de omgeving zullen zijn als leidingvak 110-120 niet wordt aangelegd.

Indien er geen zoetwateraanvoergang aan de zuidzijde van het gebied wordt aangelegd zullen de effecten van de inrichting van het gebied richting de zuidelijke gelegen landbouwpercelen uitstralen. In de winter bestaat het verschil uit geen effect of een verhoging van de grondwaterstanden tot ca. 100 m uit het gebied. Ook in de zomersituatie stralen de effecten verder uit. De toename bedraagt ca. 70 m. De aan te leggen zoetwateraanvoer watergang heeft daarmee een drainerende functie voor het gebied.

=0=0=0=

Bijlage 1 Inrichtingsplan



Algemeen:

Blauw = zoetwater systeem
Blauw = brakwatersysteem
Rood = nieuw of te vernieuwen kunstwerken

Hoofdwatengang: bestaand
Watengang nieuw
Watengang: te verbeteren
Stroomrichting waterafvoer
Stroomrichting wateraanvoer
Waterloop 10-20

Kade
Vakscheiding: nagenoeg op bestaande maaiveldhoogte

Dam zonder duiker
Dam met duiker
Duiker onder wegen of dijken
Afsluitbare duiker - inlaat
Stuw
Gemaal
Te verwijderen

Project : Brakwaternatuurgebied Deikum

Onderdeel : Waterbeheersing

Schaal: 1:1.000
Datum: Augustus 2013

Het Groeninger Landschap

Bijlage 2

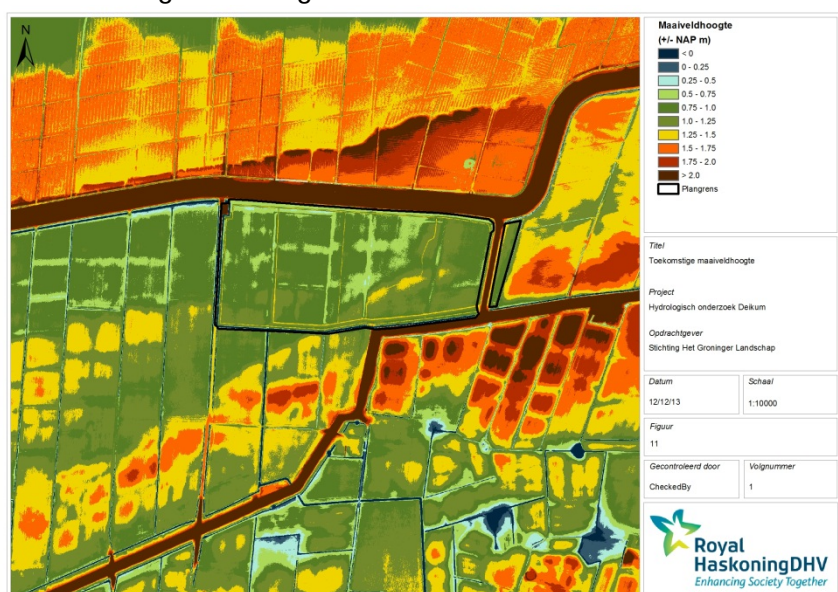
Modelparameters

Scenario 1, wintersituatie

Ten behoeve van het scenario toekomstige wintersituatie zijn de volgende modelaanpassingen doorgevoerd ten opzichte van de huidige wintersituatie.

1) Aanpassingen drainage

Ten behoeve van de drainage via maaiveld is een nieuwe maaiveldkaart gemaakt. Afbeelding B2.1 geeft een beeld van de toekomstige maaiveld hoogte. Deze maaiveldkaart is gemaakt op basis van de huidige AHN2. De huidige waterlopen zijn er uit gefilterd en de toekomstige waterlopen zijn er in verwerkt. Daarnaast zijn de kaden in het gebied aangebracht.



Afbeelding B2.1 toekomstige maaiveldhoogte (zie ook figuurbijlage 11)

2) Buisdrainage

In de huidige situatie zijn een aantal percelen van het toekomstige gebied gedraineerd. Deze buisdrainage is verwijderd ten behoeve van het natuurgebied.

3) Waterpeilen

In het natuurgebied worden ten opzichte van de huidige wintersituatie andere waterpeilen gehanteerd. In tabel B2.1 is een overzicht weergegeven van de ingevoerde gemiddelde winterpeilen in het gebied.

Vak nummer	Streefpeil winter (NAP +/-m)
1	1,10
2	0,80
3	0,80
4	1,00
Voorraadvijver	0,00

Tabel B2.1 gemiddelde winterpeilen in het gebied.

4) De toekomstige inrichting heeft tot gevolg dat parameters van de watergangen in het gebied veranderen. Tabel B2.2 geeft een samenvatting weer van de

parameterisering van de waterlopen in het gebied voor de wintersituatie. De watergangnummers zijn weergegeven in afbeelding 3.1 zie ook figuurbijlage 10.

Watergang	talud	Waterdiepte (m)	Bodembreedte (m)	Bodemhoogte: nominaal zomerpeil – 0.5m (NAP)	Nominaal winterpeil (NAP)	Natte omtrek winter (m)
WL20	1:10	0.7	0.7	0.9-0.5=0.4	1.1	14.77
WL30	1:10	0.7	0.7	0.6-0.5=0.1	0.8	14.77
WL40	1:10	0.6	0.7	0.7-0.5=0.2	0.8	12.76
WL50	1:10	0.7	0.7	0.8-0.5=0.3	1	14.77
WL70	1:10/1:1,5	0.7	0.7	0.6-0.5=0.1	0.8	8.99
WL60	1:10/1:1,5	0.8	0.7	0.7-0.5=0.2	1	10.18
Noordelijk randsloot	1:1,5	1.9	1.2	-1.3	0.6	8.05
WL80	1:1,5	1.9	1.2	-1.3	0.6	8.05
WL10	1:1,5	1.05	0.7	0.05	1.1	4.29
WL11	1:1,5	1.05	0.7	0.05	1.1	4.29
WL12	1:1,5	1.05	0.7	0.05	1.1	4.29
Westelijke randsloot	1:1,5	1	1	-1.93	-0.93	4.61
Zuidelijke randsloot (traject 170-140)	1:1,5	1	1	-1.93	-0.93	4.61
Zuidelijke randsloot (traject 140-110)	1:1,5	0.36	0.7	-1.25	-0.93	2.0

Tabel B2.2 Overzicht parametrisering waterlopen toekomstige wintersituatie

5) In de toekomstige situatie wordt een voorraadvijver aangelegd. Door het aanbrengen van de voorraadvijver zal een deel van de deklaag afgegraven worden. De totale dikte aan kleilagen in de deklaag is ongeveer 6 meter. Ca. 3 meter hiervan wordt afgegraven. In de berekeningen is ervan uitgegaan dat de helft van de weerstand wordt verwijderd.

Scenario 1, zomersituatie

Ten behoeve van het scenario toekomstige zomersituatie zijn de volgende modelaanpassingen doorgevoerd ten opzichte van de toekomstige wintersituatie.

- 1) In het natuurgebied worden ten opzichte van de huidige zomersituatie andere waterpeil gehanteerd. In tabel B2.3 is een overzicht weergegeven van de ingevoerde gemiddelde zomerpeilen in het gebied.

Vak nummer	Streefpeil zomer (NAP +/-m)
1	0,90
2	0,60
3	0,70
4	0,80
Voorraadvijver	0,00

Tabel B2.3 gemiddelde zomerpeilen in het gebied.

2) De toekomstige inrichting heeft voor de zomersituatie tot gevolg dat parameters van de watergangen in het gebied veranderen. Tabel B2.4 geeft een samenvatting weer van de parametrisering van de waterlopen in het gebied voor de zomersituatie weer. De watergangnummers zijn weergegeven in afbeelding 3.1 zie ook figuurbijlage 10.

Watergang	Talud	Waterdiepte (m)	Bodembreedte (m)	Bodemhoogte: nominaal zomerpeil – 0.5m (NAP)	Nominaal zomerpeil (NAP)	Natte omtrek zomer (m)
WL20	1:10	0.5	0.7	0.9-0.5=0.4	0.9	10.75
WL30	1:10	0.5	0.7	0.6-0.5=0.1	0.6	10.75
WL40	1:10	0.5	0.7	0.7-0.5=0.2	0.7	10.75
WL50	1:10	0.5	0.7	0.8-0.5=0.3	0.8	10.75
WL70	1:10/1:1,5	0.5	0.7	0.6-0.5=0.1	0.6	6.62
WL60	1:10/1:1,5	0.5	0.7	0.7-0.5=0.2	0.7	6.62
Noordelijk randsloot	1:1,5	1.9	1.2	-1.3	0.6	8.05
WL80	1:1,5	1.9	1.2	-1.3	0.6	8.05
WL10	1:1,5	0.85	0.7	0.05	0.9	3.76
WL11	1:1,5	0.85	0.7	0.05	0.9	3.76
WL12	1:1,5	0.85	0.7	0.05	0.9	3.76
Westelijke randsloot	1:1,5	1.63	1	-1.93	-0.30	8.79
Zuidelijk randsloot(traject 170- 140)	1:1,5	1.63	1	-1.93	-0.30	8.79
Zuidelijk randsloot(traject 140- 110)	1:1,5	0.95	0.7	-1.25	-0.30	4.13

Tabel B2.4 Overzicht parameterisering waterlopen toekomstige wintersituatie

- 2) Voor de zomersituatie wordt een grondwateraanvulling van 0 mm/dag aangehouden.

Scenario 1, wintersituatie met tijdelijke inundatie

Om een beeld te schetsen van de tijdelijke effecten van het inunderen van het natuurgebied op een hoger peil, waarbij de voorraadvijver tijdelijk op laag peil gezet wordt, is een semi-stationaire berekening uitgevoerd. Deze berekening is identiek aan de stationaire toekomstige wintersituatie waarbij enkele parameters tijdsafhankelijk zijn gemaakt. Hierbij wordt op 15 januari het peil in het natuurgebied 20 cm verlaagd ten opzichte van de nominale winterpeilen. Dit wordt gedaan ten behoeve van de afvoer van zoet water.

Hierna wordt op 1 februari vak 1 opgezet en voorraadvijver op NAP +0,60m gezet. De onttrekkingsbron wordt ingezet met een debiet van 10 m³/uur. Binnen één maand wordt het peil van de voorraadvijver in totaal 2 keer opgezet en leeggepompt (laagpeil NAP - 2,0 m, hoog peil NAP +0,60). Hierna wordt de bemaling uitgezet en het peil van het voorraadvijver gezet op nominaal peil van NAP 0 m. In tabel B2.5 is een overzicht van het schakelschema weergegeven.

Tijdstap	01/jan	15/jan	01/feb	08/feb	15/feb	22/feb	28/feb
Voorraadvijver (NAP +/- m)	0.00	+0.00	+0.60	-2.00	+0.60	-2.00	0.00
Vak 1 (NAP +/- m)	+1.10	+0.90	+1.30	+1.10	+1.10	+1.10	+1.10
Vak 2 (NAP +/- m)	+0.80	+0.60	+0.80	+1.10	+0.80	+0.80	+0.80
Vak 3 (NAP +/- m)	+0.80	+0.60	+0.80	+0.80	+1.10	+0.80	+0.80
Vak 4 (NAP +/- m)	+1.00	+0.80	+1.00	+1.10	+1.00	+1.20	+1.00
Wateraanvoerleiding (NAP +/- m)	+1.10	+1.10	+1.30	+1.30	+1.30	+1.30	+1.10
Debiet bron (m ³ /D)	0	0	40	40	40	0	0

Tabel B2.5 Schakelschema waterpeilen en onttrekkingspomp semi-stationaire berekening

Scenario 2

Onduidelijk is of de toekomstige zoetwateraanvoerleiding doorgang kan krijgen. Om inzichtelijke te krijgen wat de effecten zijn van de inrichting van het natuurgebied zonder zoetwateraanvoerleiding zijn twee berekeningen uitgevoerd, één conform scenario toekomstige wintersituatie waarbij de zoetwateraanvoerwatergang niet in gebruik is. Daarnaast is een tweede scenario doorgerekend conform toekomstige zomersituatie waarbij de zoetwateraanvoerwatergang niet in gebruik is doorgerekend.

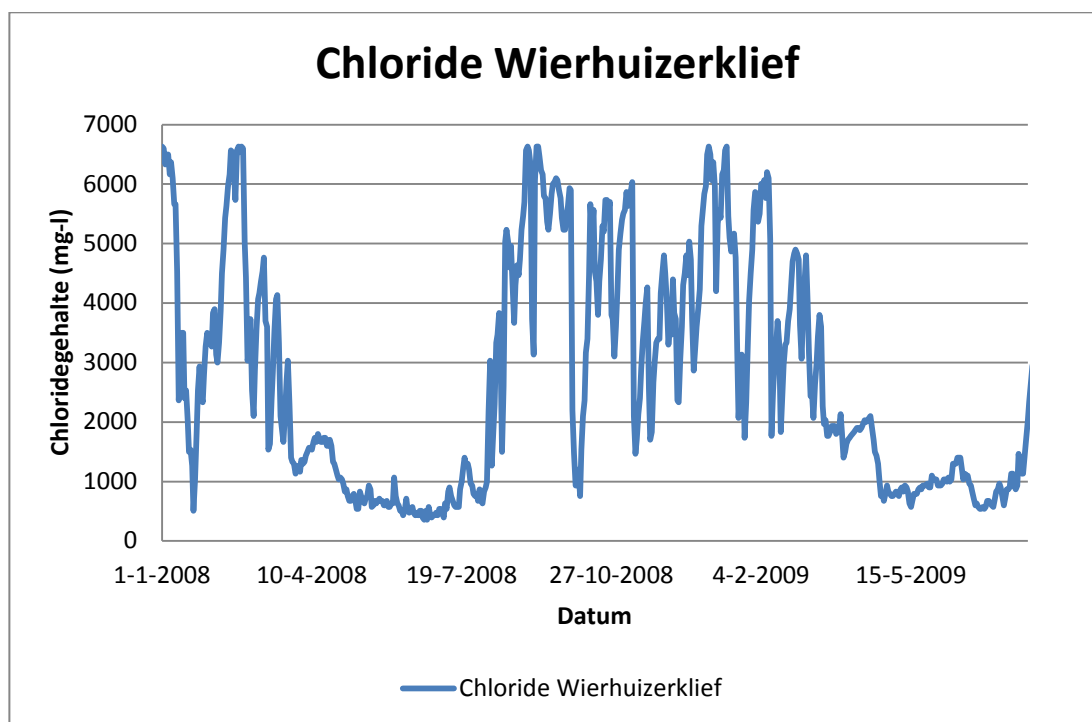
Bijlage 3

Uitgangspunten chloride

Verzilting van oppervlaktewater en grondwater wordt gemeten door middel van de geleidbaarheid (EC). Om de gemeten EC-waarden om te rekenen naar een chloridegehalte is gebruikt gemaakt van een vertaaltabel van Waterschap Noorderzijlvest. Uit deze tabel volgt dat bij een EC groter dan 2,5 mS/cm het chloridegehalte nagenoeg lineair verdeeld is (per 0,1 EC 33-34 mg chloride)

Westelijke randsloot

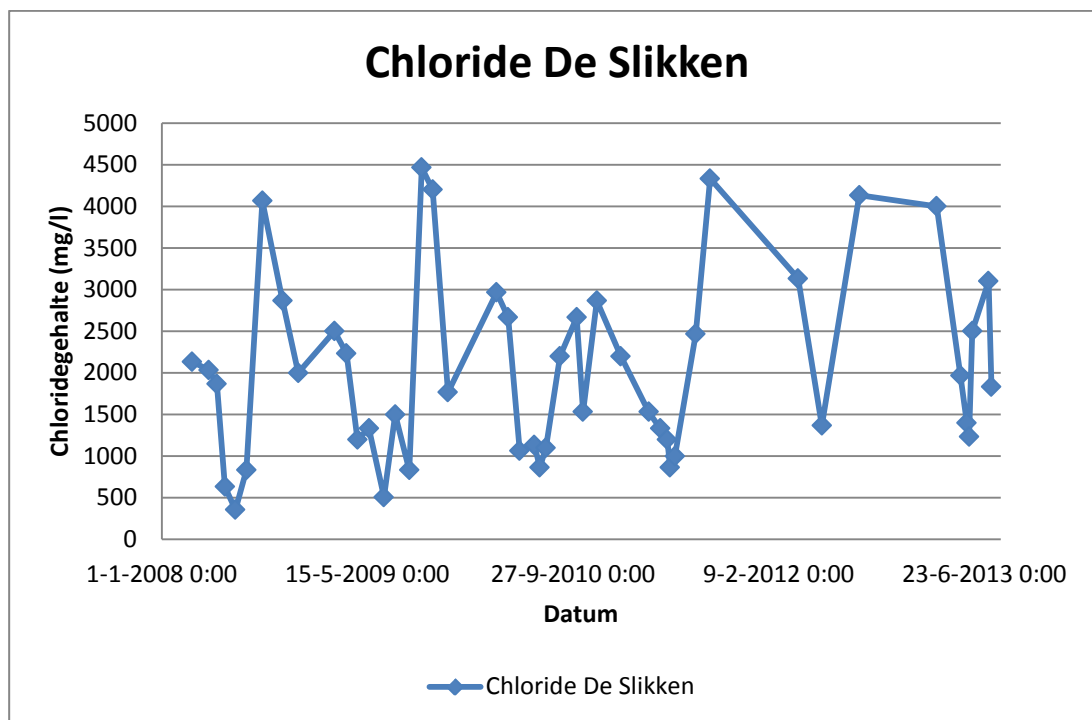
Het chloride gehalte in de zomer in de Westelijke randsloot is afgeleid uit de gemeten EC waarden van gemaal Wierhuizerklief over de periode van april t/m juli 2008 en 2009). Afbeelding B3.1 geeft het berekende chloridegehalte uit gemeten EC van gemaal Wierhuizerklief (hoogwaterzijde) weer. Het Chloride gehalte in de zomer is gelijk gesteld aan 973 mg/l. Het chloridegehalte in de wintersituatie is vastgelegd op 4441 mg/l (gemiddelde december t/m februari 2008-2009).



Afbeelding B3.1 Grafiek chloride gehalte Wierhuizerklief

Zuidelijke randsloot

Onzeker is welk chloride gehalte het zoete water zal hebben indien gemaal De Slikken ingezet wordt voor de wateraanvoer. Om een inschatting te maken van het toekomstige chloridegehalte in de Negenboerenpolder is in de chloride berekening uit gegaan van het gemiddelde van een bandbreedte. De ondergrens van de bandbreedte wordt gevormd door het chloride gehalte van het huidige zoetwatercircuit (Wierhuizerklief) met een chloridegehalte van 973mg/l. De bovengrens van de bandbreedte is afkomstig van de huidige chloride gehalten in de zomer nabij gemaal De Slikken (zie afbeelding B3.2) en bedraagt 1140 mg/l. Gemiddeld is dit 1057 mg/l in de winter is het chloridegehalte gelijk gesteld aan 4000 mg/l.



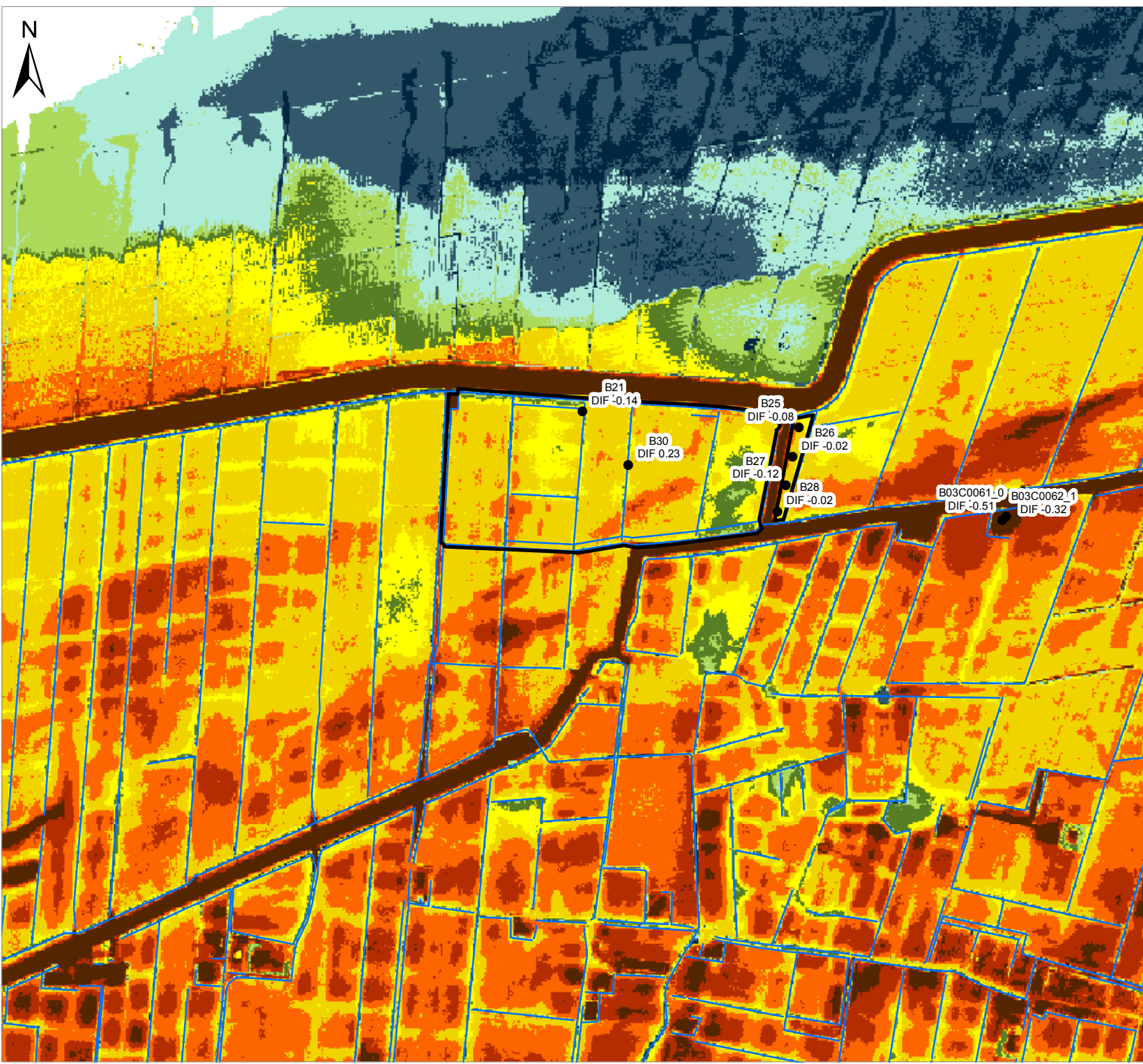
Afbeelding B3.2 Grafiek chloridegehalte gemaal De Slikken (handmetingen)

Overige initiële chloridegehalten

Het chloride gehalte van de dijsloot van de Linthorst Homanpolder alsook het kwelwater in de voorraadvijver is gebaseerd op de rapportage uit 2007 en is gesteld op 5000 mg/l in de zomer- en wintersituatie. Er is geen chloridegehalte beschikbaar van het lokale grondwater. Voor de berekeningen is uitgegaan van 5000 mg/l, gelijk aan het chloridegehalte van de kwel van de voorraadvijver.

=0=0=0=

Figuurbijlagen



Grondwaterstand

(m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens
- ijkresultaat

Label: Verschil in berekende en gemeten
grondwaterstand (negatief te laag berekend(m))

Titel
Berekende grondwaterstand t.o.v. maaiveld
ijksituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

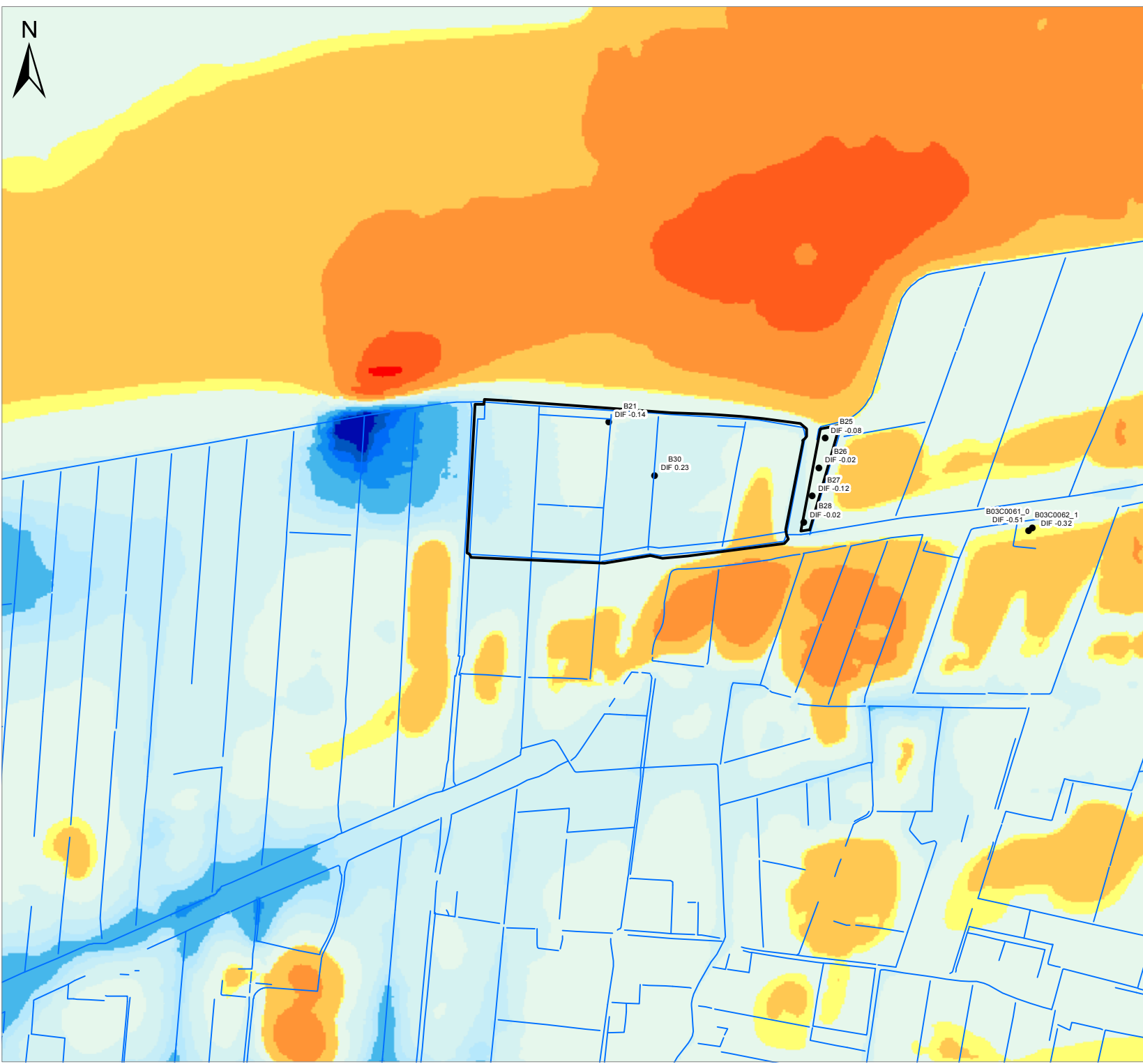
1

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Kwel en infiltratie (mm/dag)

> 0.75 Infiltratie

0.5 - 0.75

0.2 - 0.5

0.01 - 0.2

Intermediair

0.01 - 0.2

0.2 - 0.5

0.5 - 0.75

0.75 - 1

1 - 2

2 - 3

3 - 4

4 - 5

5 - 7.5

> 7.5 Kwel

● ijkresultaat

□ Plangrens

Label: Verschil in berekende en gemeten grondwaterstand (negatief te laag berekend(m))

Titel
Kwel en infiltratie ijsituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

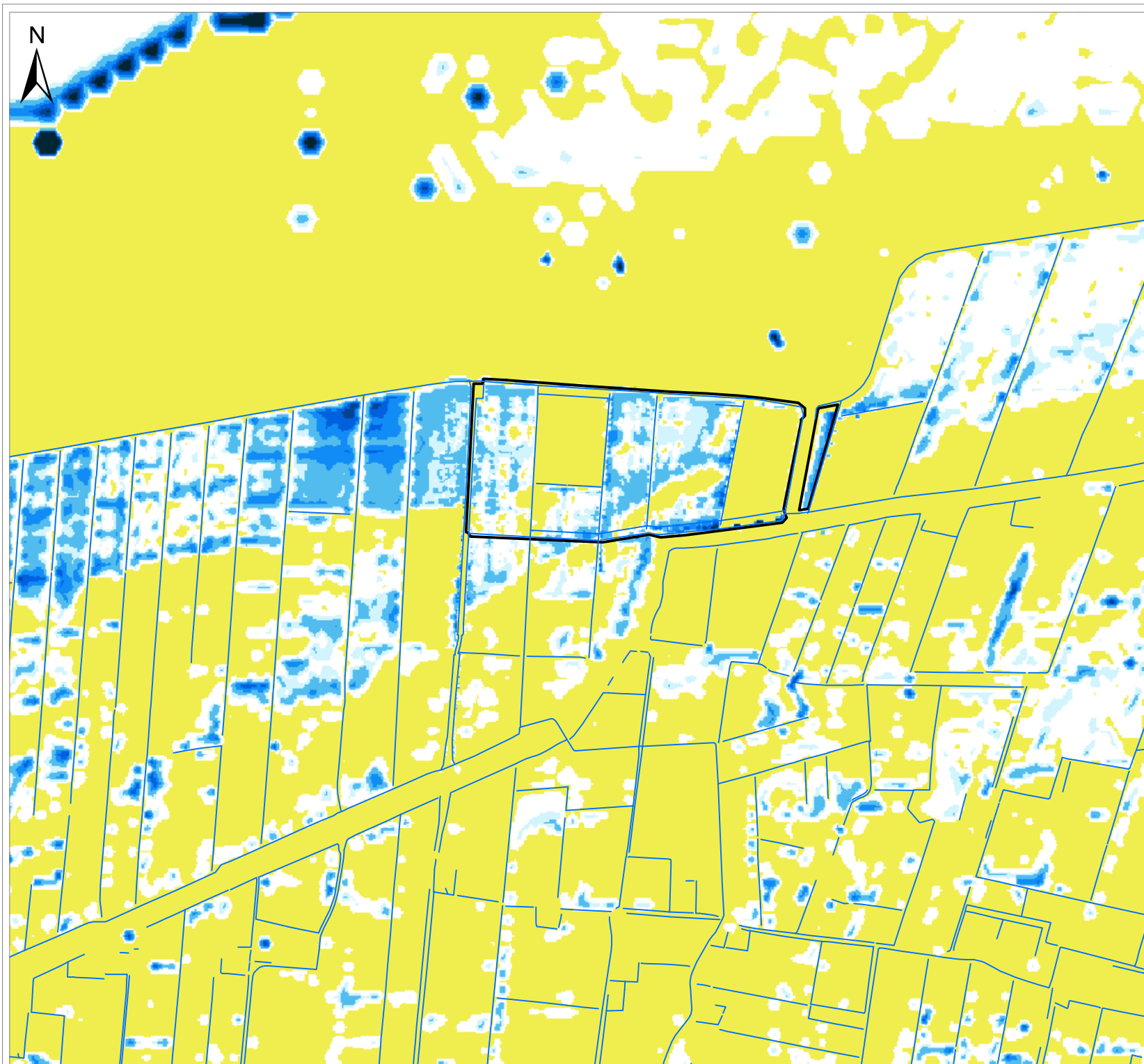
Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

<i>Datum</i>	<i>Schaal</i>
12/12/13	1:15000

Figuur
2

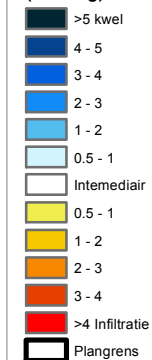
<i>Gecontroleerd door</i>	<i>Volgnummer</i>
CheckedBy	1





Kwel en infiltratie

(mm/dag)



Titel

Kwel en infiltratie naar maaiveld/ buisdrainage
ijksituatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

3

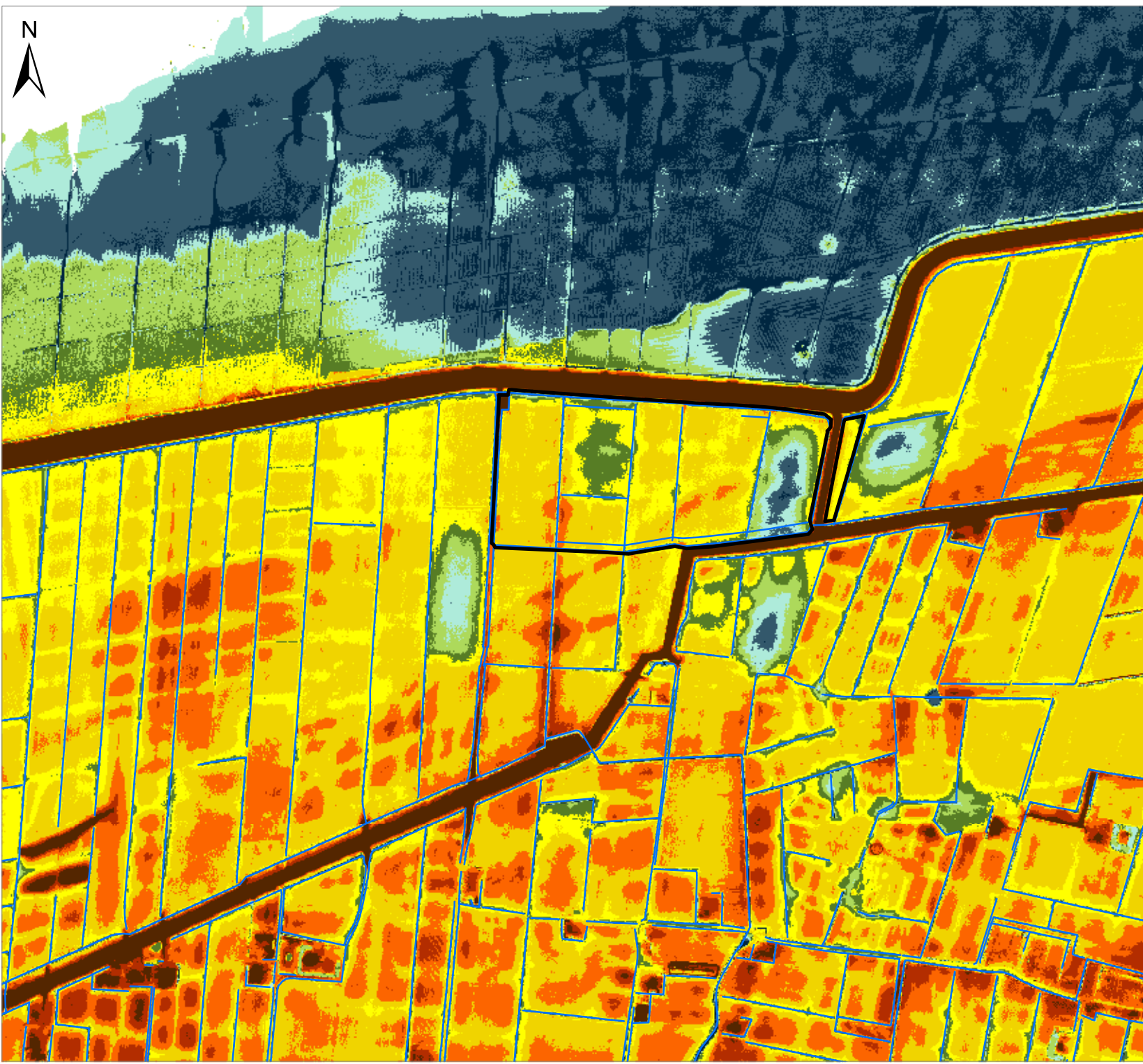
Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Grondwaterstand (m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens

Titel
Huidige wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

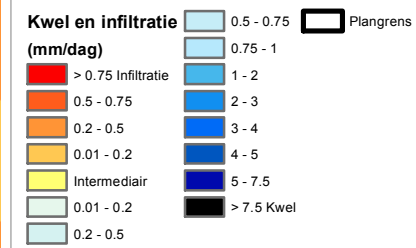
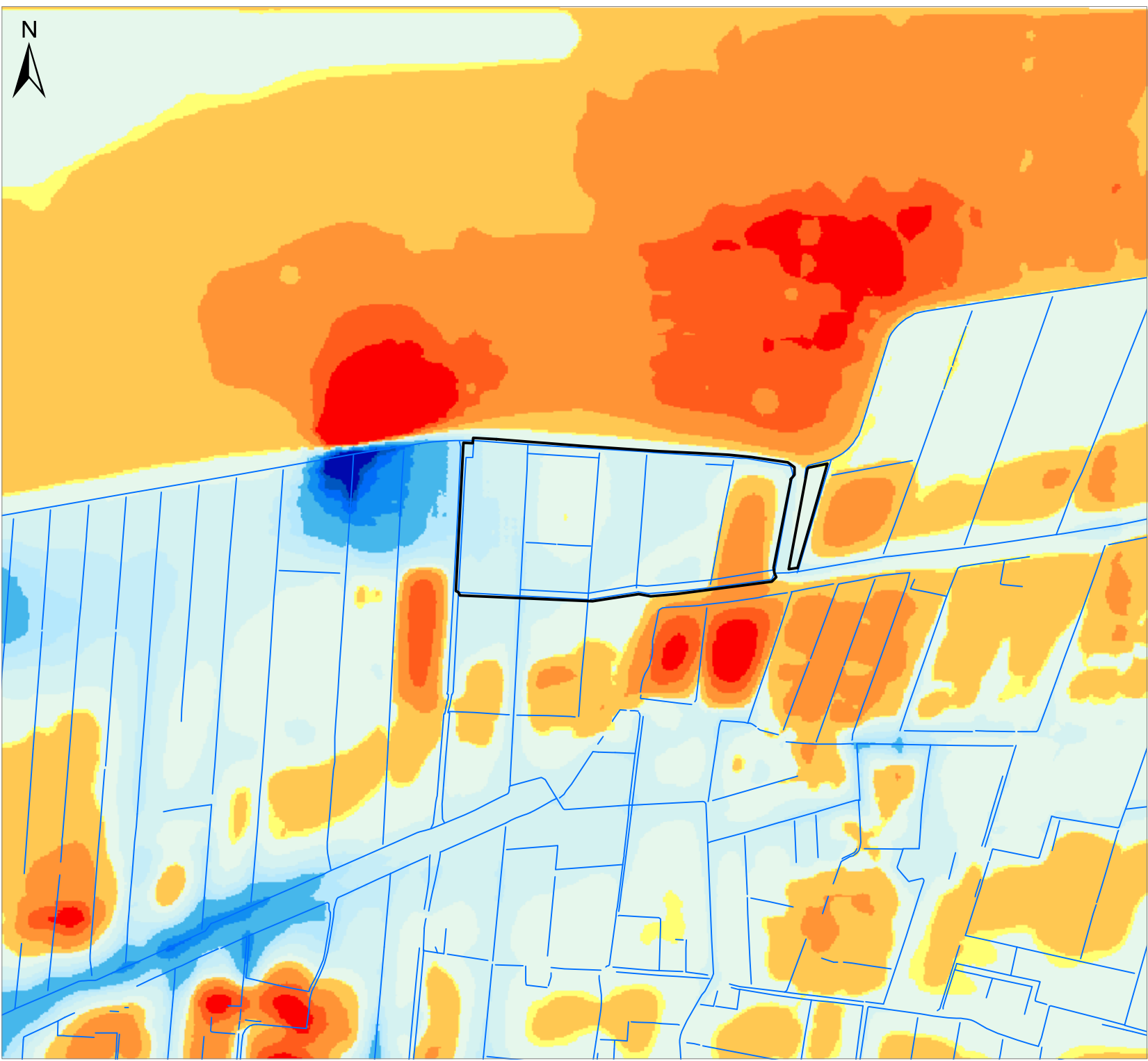
Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum	Schaal
12/12/13	1:15000

Figuur
4

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1





Titel
Kwel en infiltratie wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

5

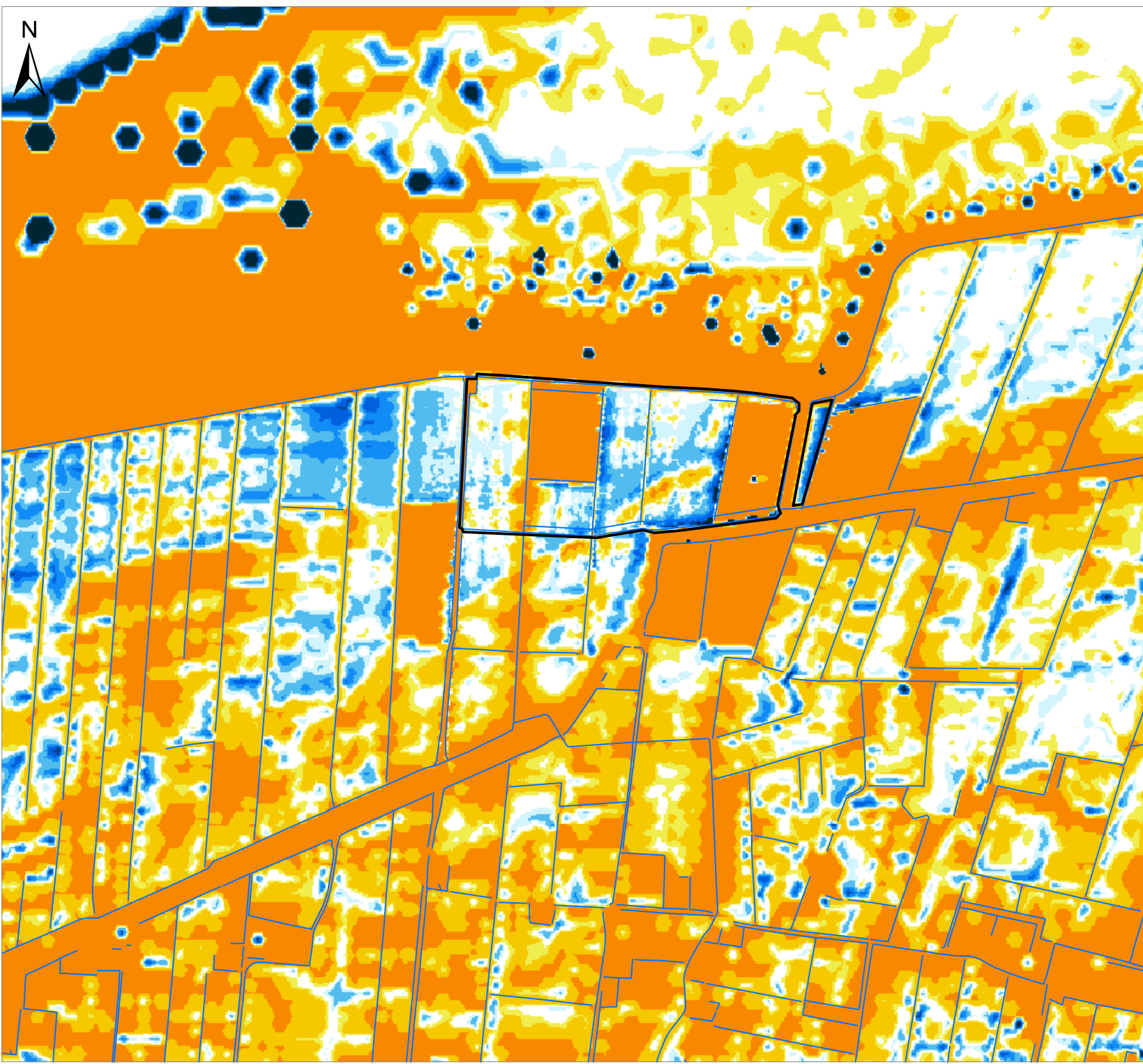
Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

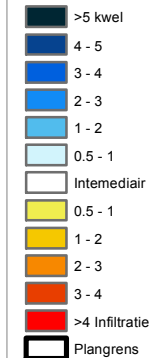
1





Kwel en infiltratie

(mm/dag)



Titel
Kwel en infiltratie tnaar maaiveld/ buisdrainage
huidige wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

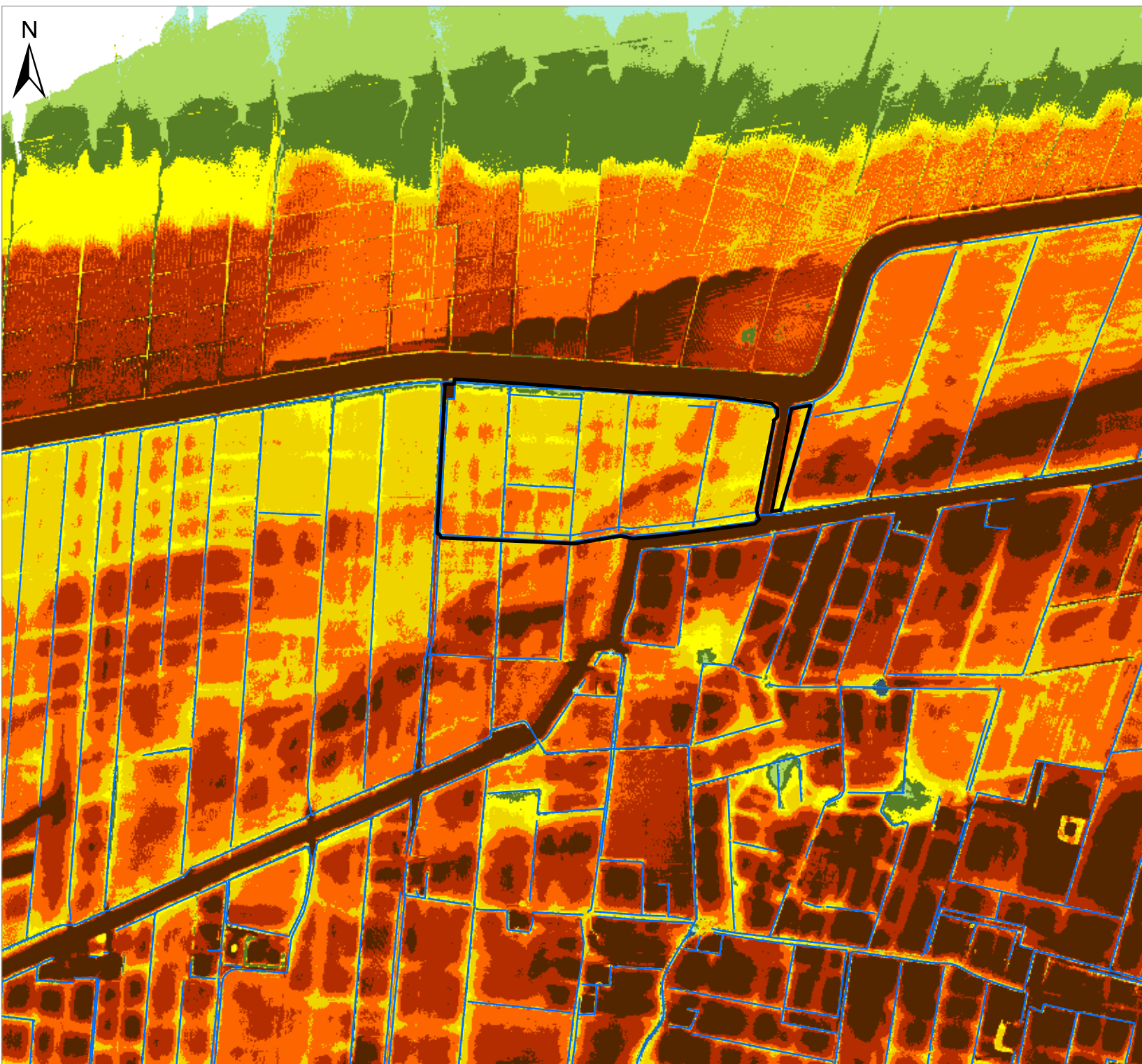
6

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Grondwaterstand

(m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens

Titel

Grondwaterstand huidige zomersituatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

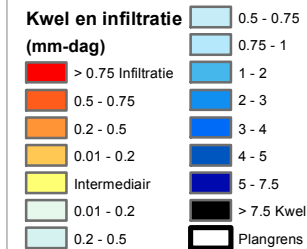
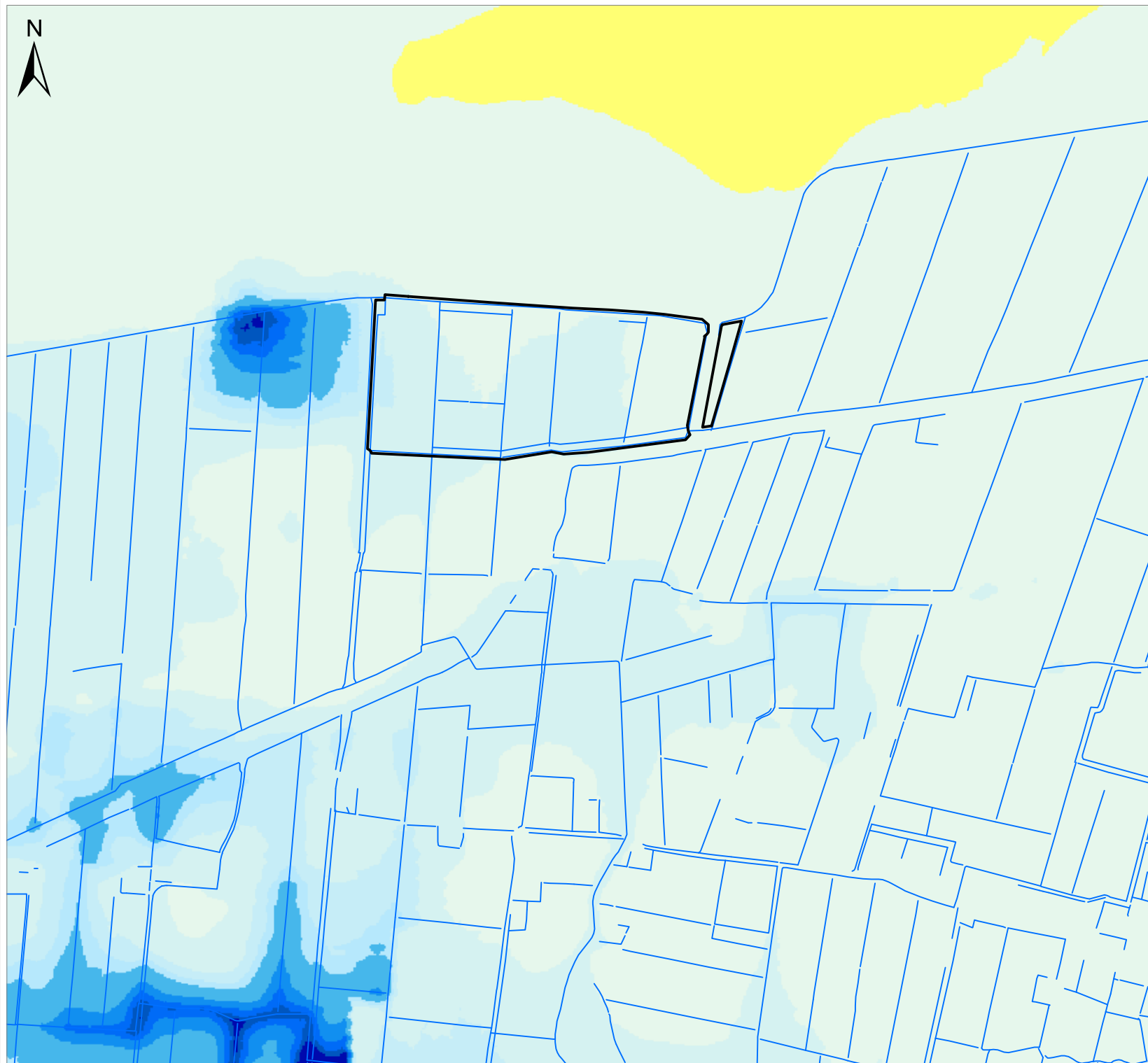
7

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Label: Verschil in berekende en gemeten
grondwaterstand (negatief te laag berekend(m))

Titel
Kwel en infiltratie huidige zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

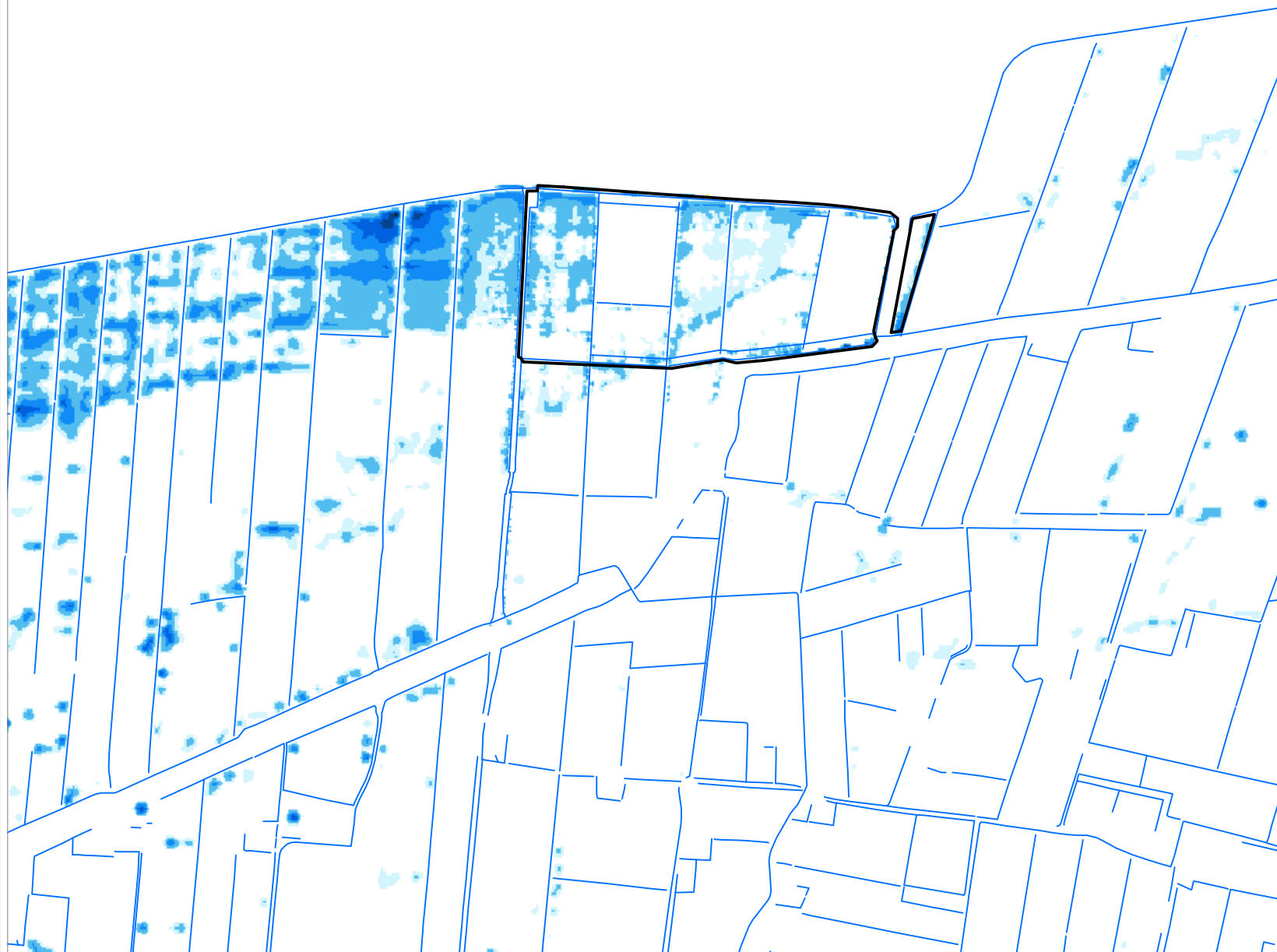
8

Gecontroleerd door

CheckedBy

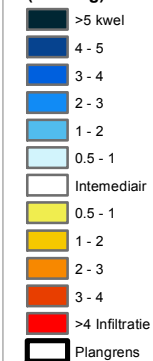
Volgnummer

1



Kwel en infiltratie

(mm/dag)



Titel
Kwel en infiltratie naar maaiveld/ buisdrainage
huidige zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

9

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Balansgebieden
Omschrijving

- Watergang Lohmanpolder (enkel beschikbaar in de winter bij NAP -2m)
- Dijkslot Lohmanpolder (beschikbaar zomer en winter bij NAP 0)
- Aanvoerwatergang
- Vak 1
- Vak 2
- Vak 3
- Vak 4
- Vijver
- Noordelijke randslot
- Westelijke randslot
- Zuidelijke randslot

Titel

Ligging balansgebieden

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

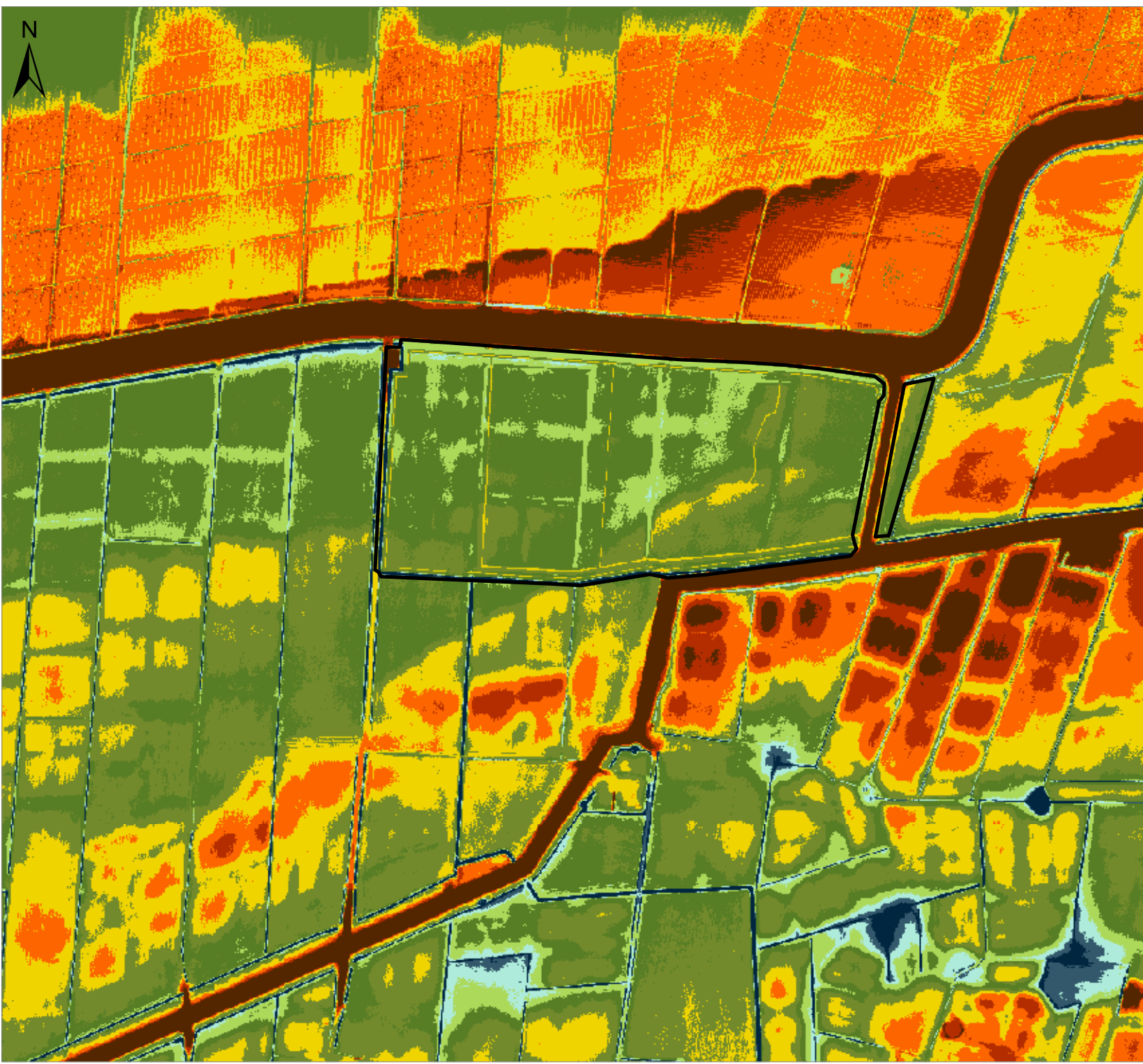
Datum	Schaal
10/12/13	1:25000

Figuur
10

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Maaiveldhoogte

(+/- NAP m)

- < 0
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2.0
- > 2.0
- Plangrens

Titel

Toekomstige maaiveldhoogte

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:10000

Figuur

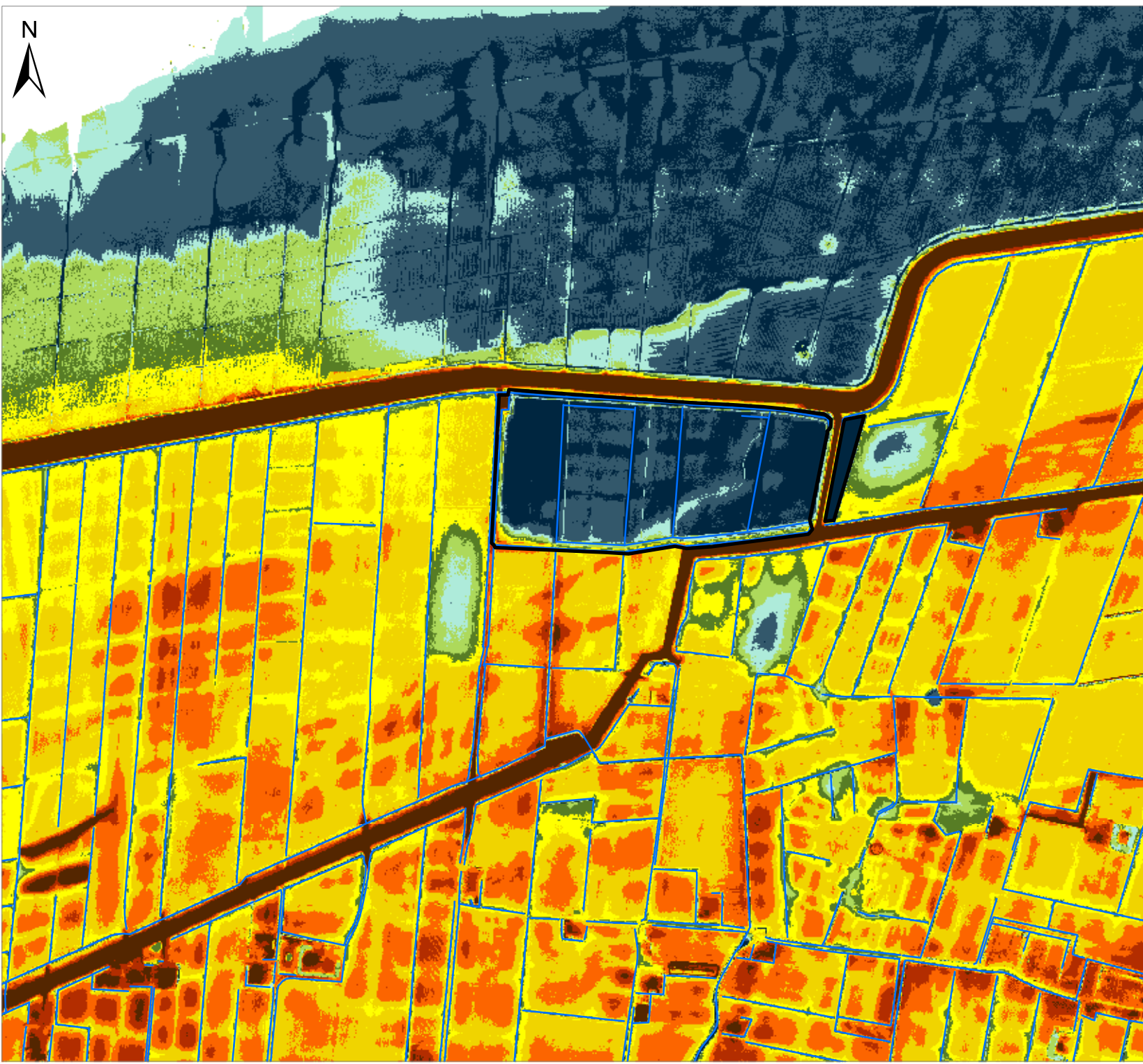
11

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Grondwaterstand

(m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens

Titel

Grondwaterstand toekomstige wintersituatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

12

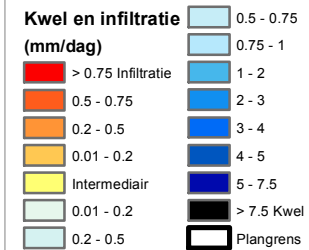
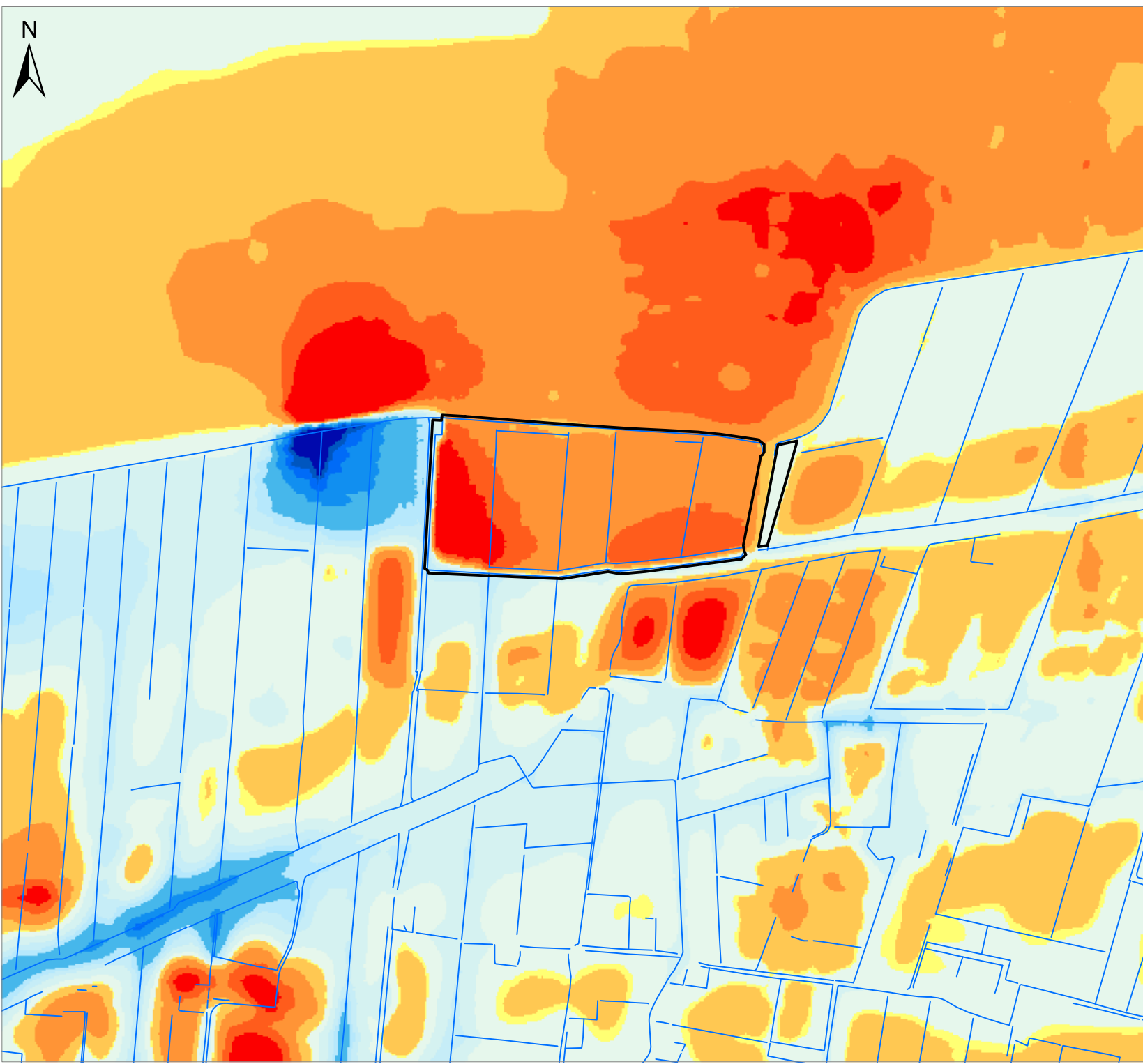
Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Titel
Kwel en infiltratie toekomstige wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

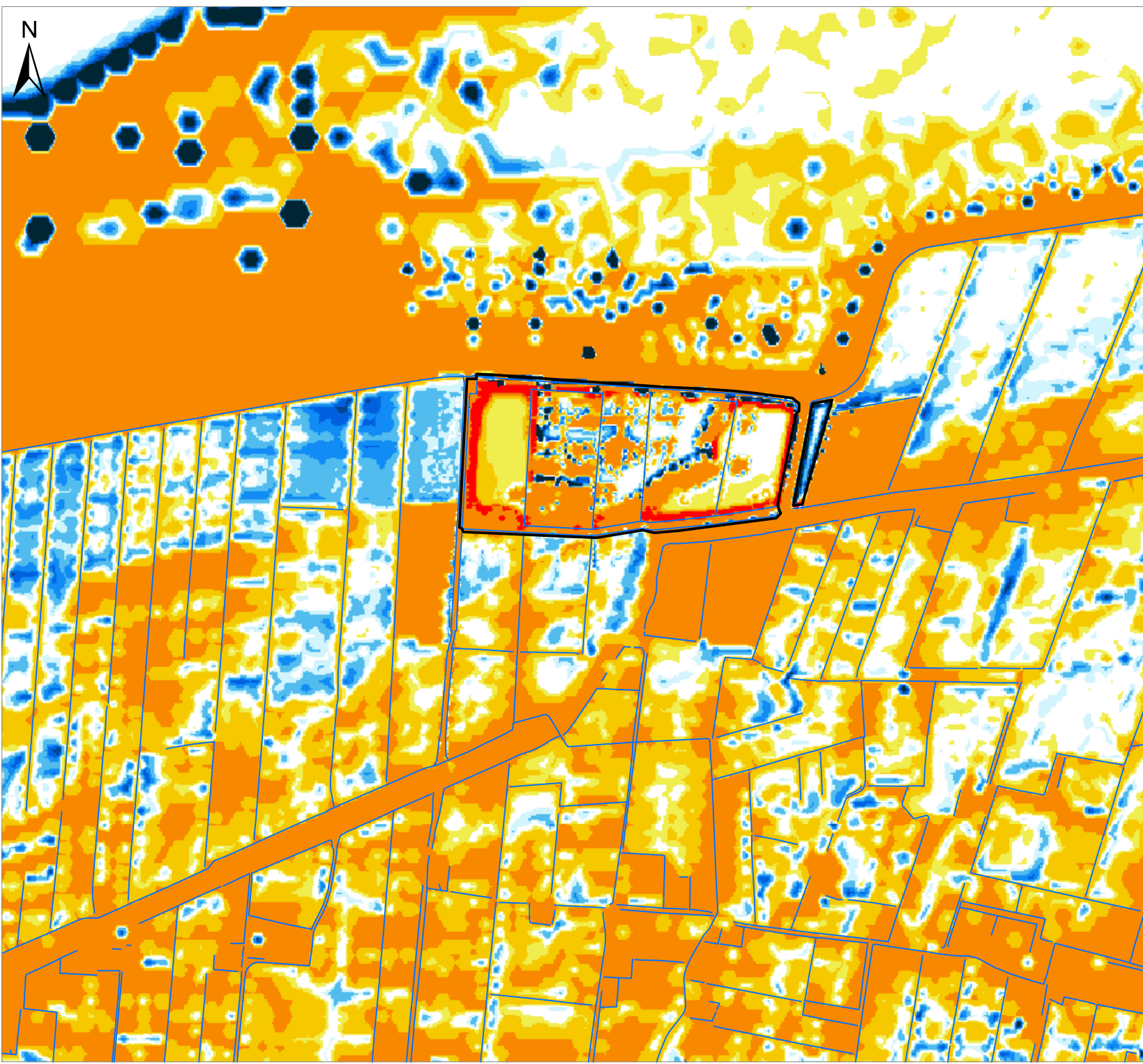
13

Gecontroleerd door

CheckedBy

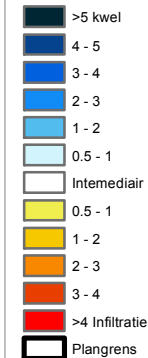
Volgnummer

1



Kwel en infiltratie

(mm/dag)



Titel
Kwel en infiltratie tnaar maaiveld/ buisdrainage
toekomstige wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

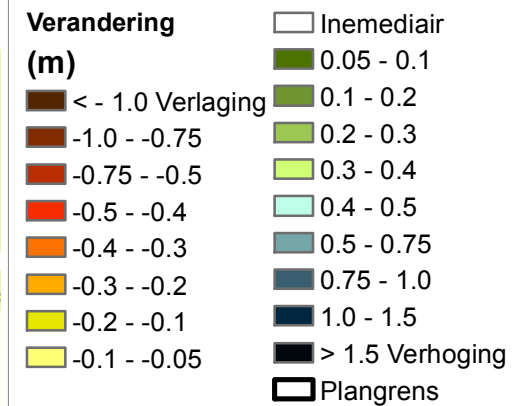
14

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Titel
Verandering grondwaterstand wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

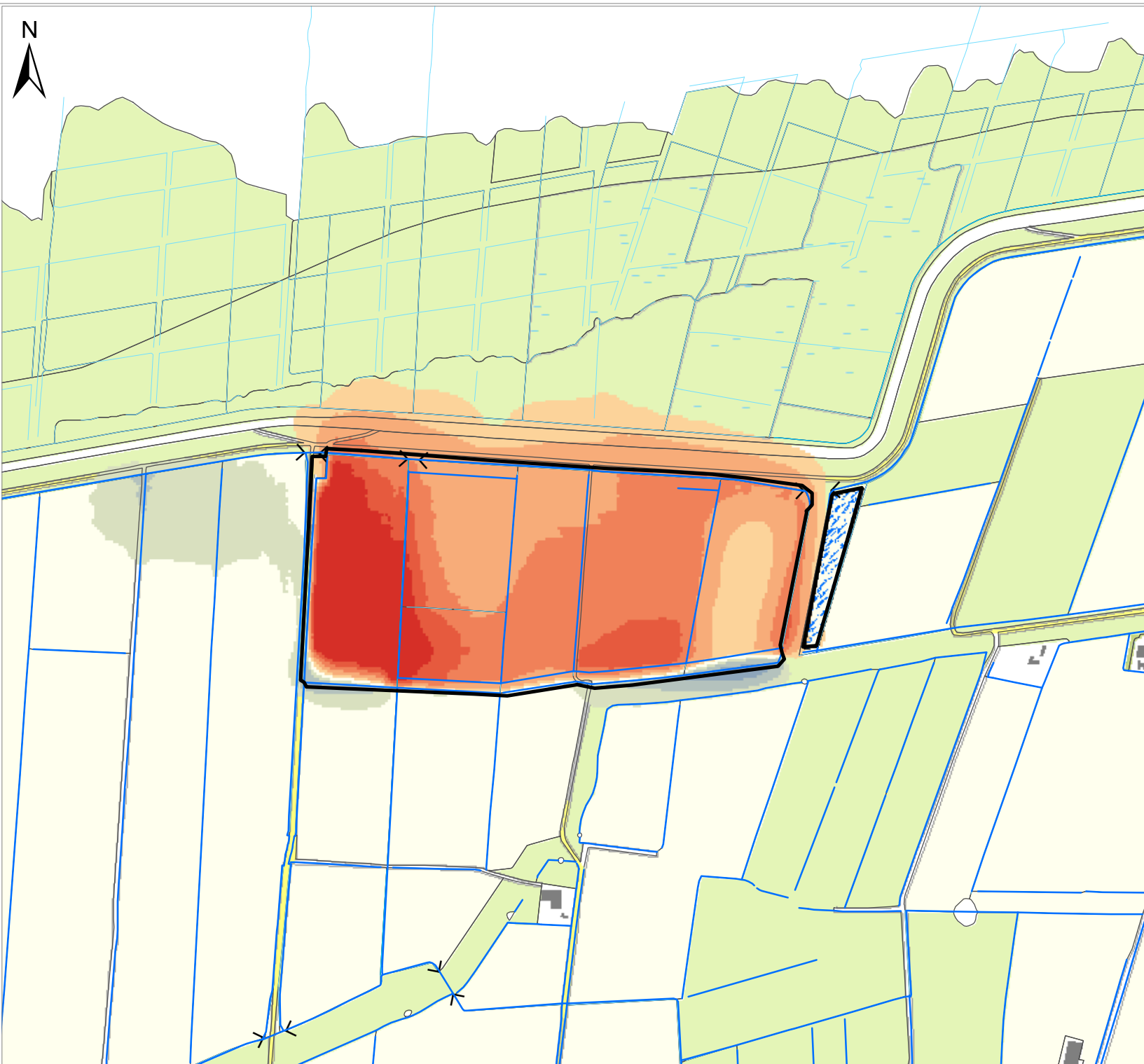
Datum
12/12/13

Schaal
1:10000

Figuur
15

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel

Verandering kwel in infiltratie wintersituatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:10000

Figuur

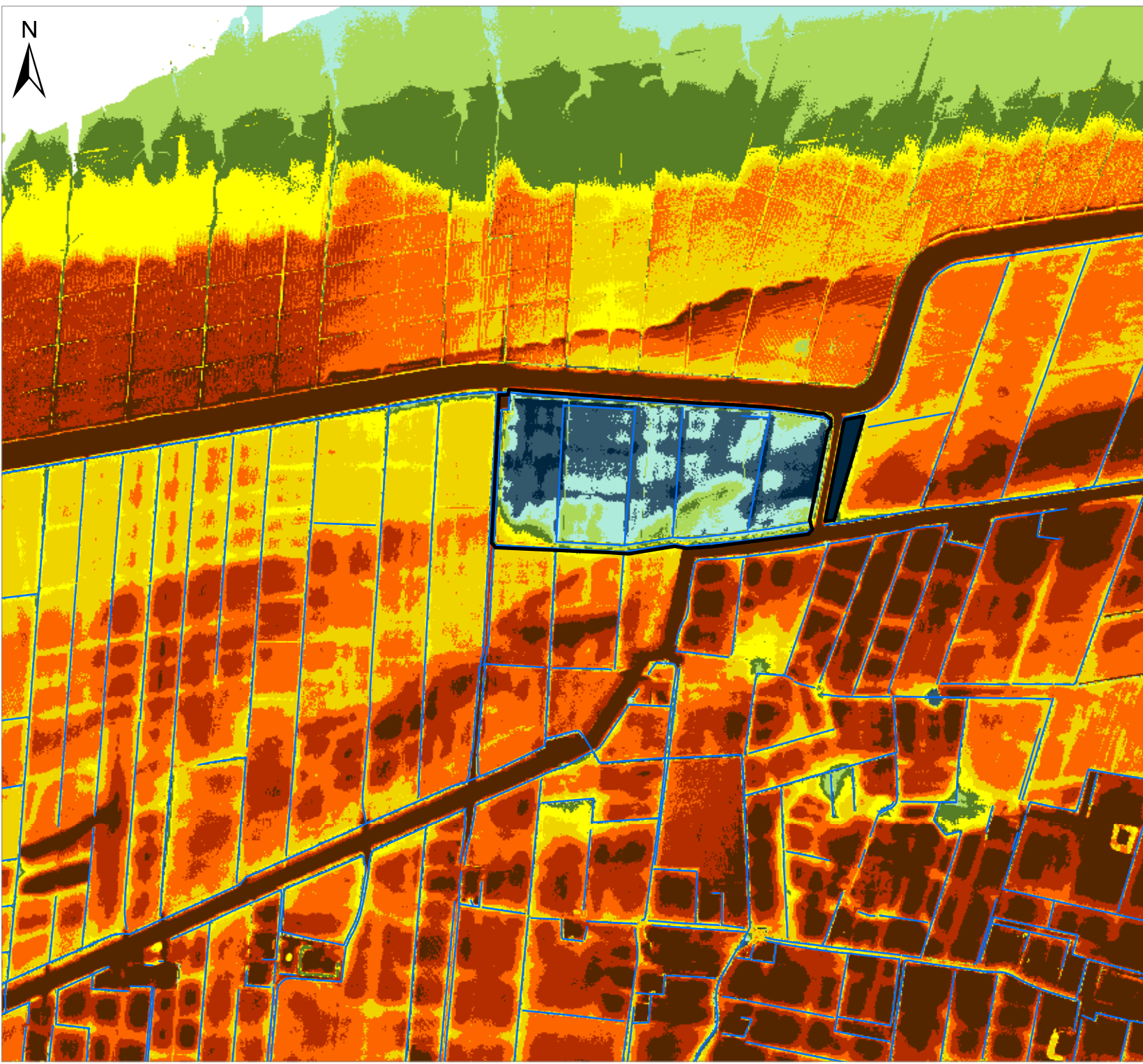
16

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Grondwaterstand

(m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens

Titel

Grondwaterstand toekomstige zomersituatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Gronigner Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

17

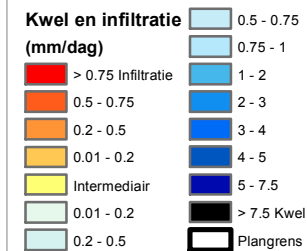
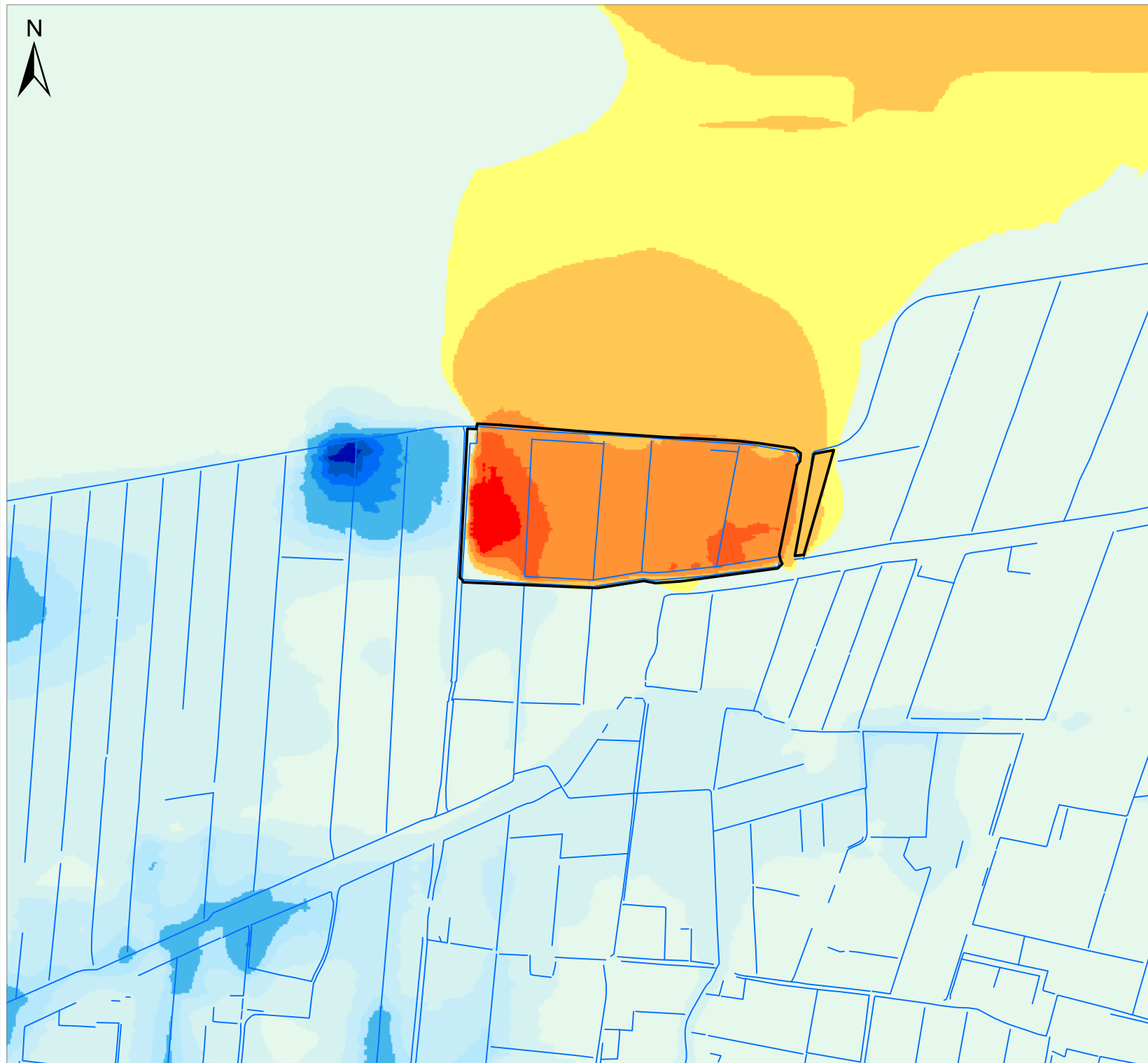
Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Titel
Kwel en infiltratie toekomstige zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

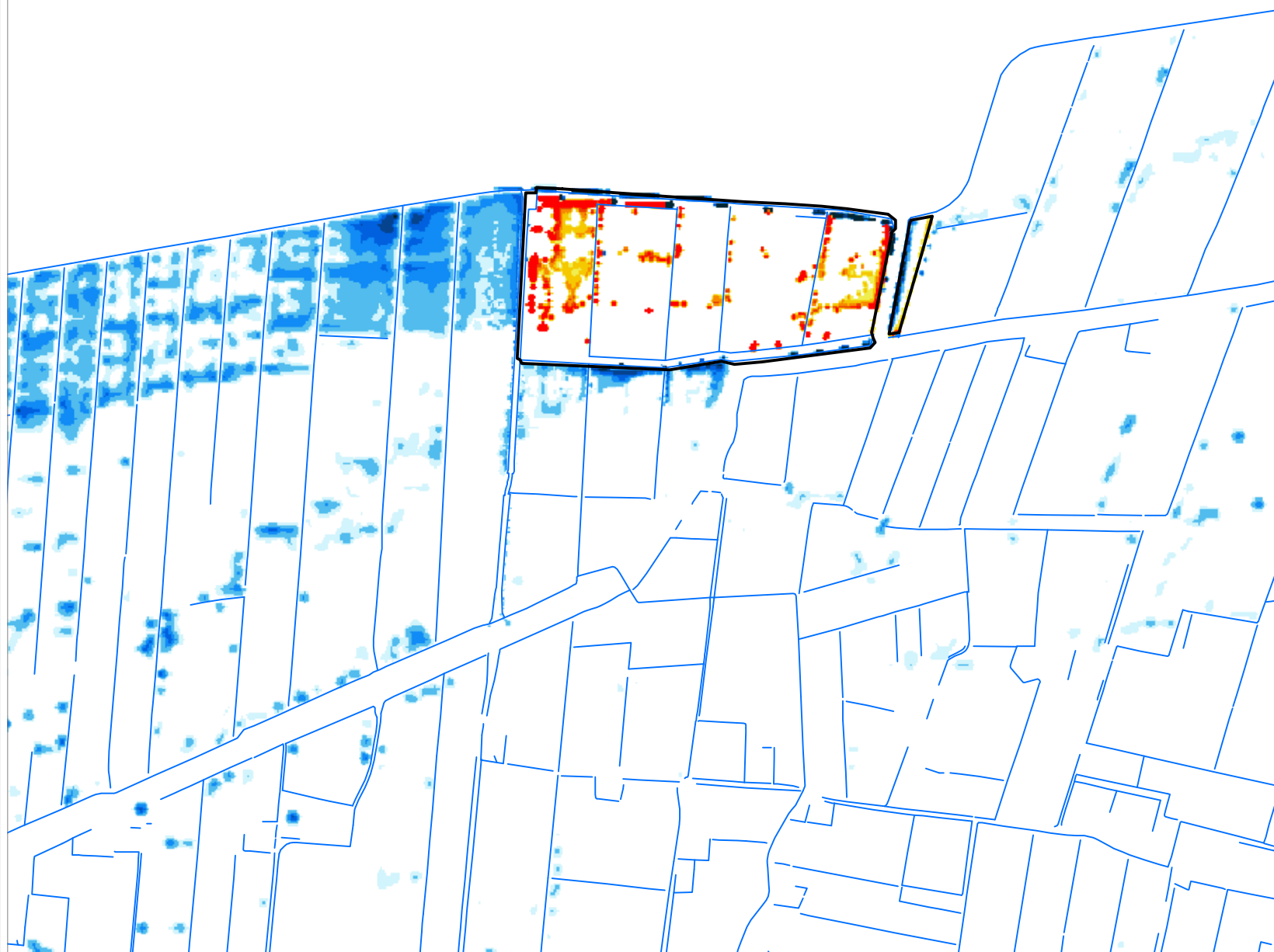
18

Gecontroleerd door

CheckedBy

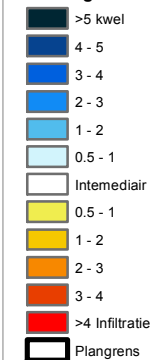
Volgnummer

1



Kwel en infiltratie

mm/dag



Titel
Kwel en infiltratie naar maaiveld/ buisdrainage
toekomstige zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

19

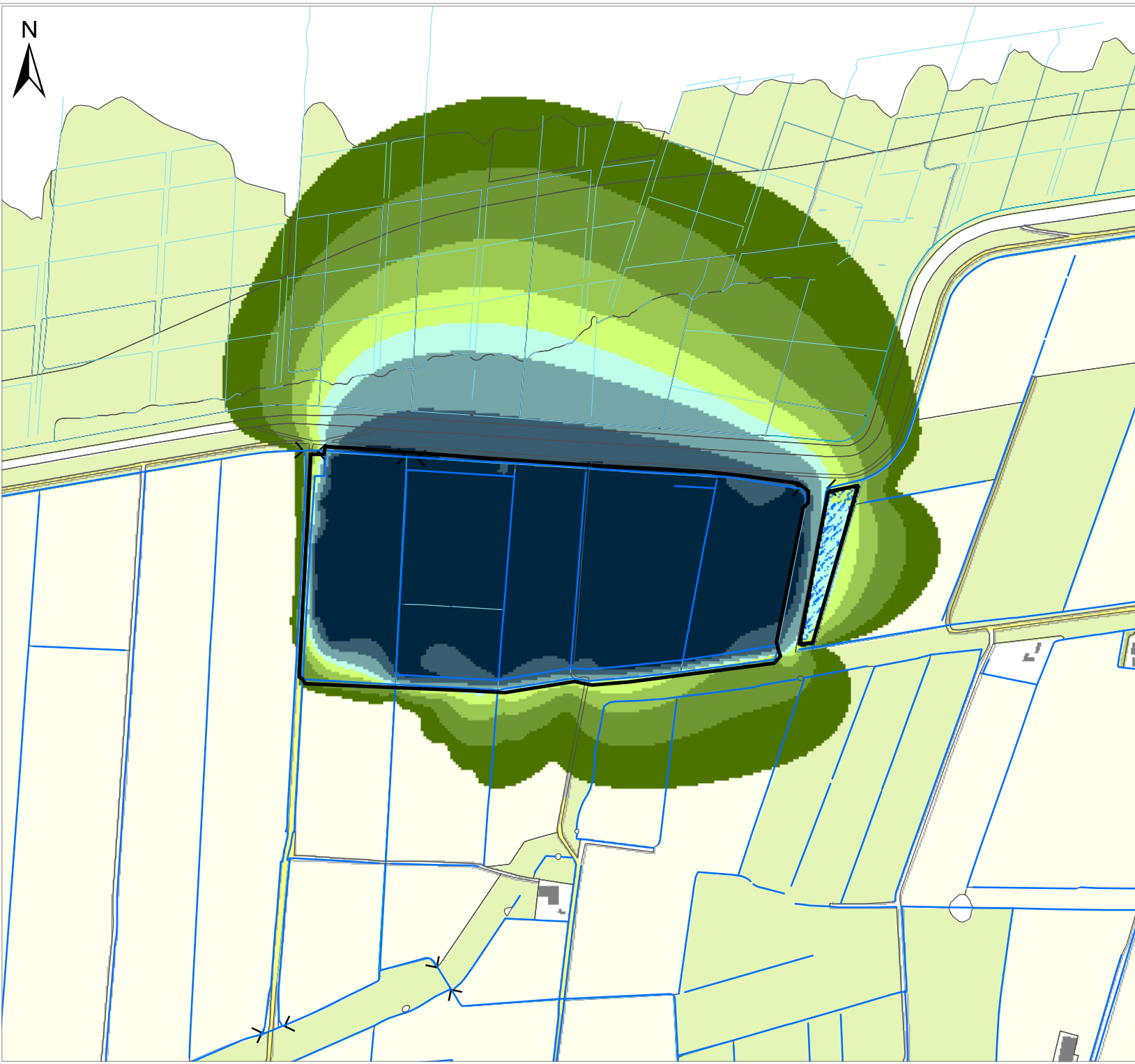
Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Verandering (m)

< - 1.0 Verlagings

-1.0 - -0.75

-0.75 - -0.5

-0.5 - -0.4

-0.4 - -0.3

-0.3 - -0.2

-0.2 - -0.1

-0.1 - -0.05

0.05 - 0.1

0.1 - 0.2

0.2 - 0.3

0.3 - 0.4

0.4 - 0.5

0.5 - 0.75

0.75 - 1.0

1.0 - 1.5

> 1.5 Verhoging

Inemediair

Plangrens

Titel
Verandering grondwaterstand zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum
12/12/13

Schaal
1:10000

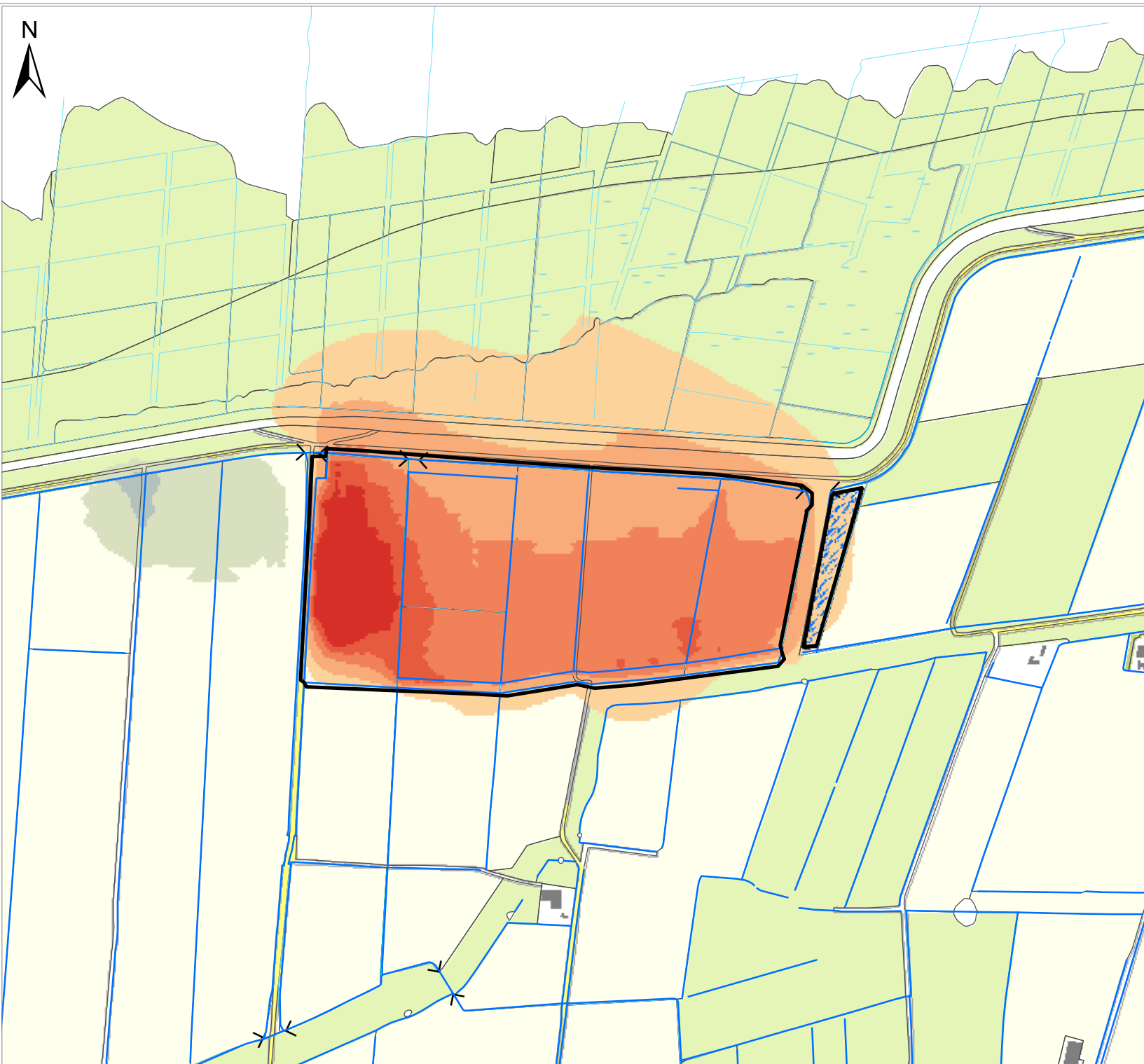
Figuur
20

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel

Verandering kwel in infiltratie zomersituatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:10000

Figuur

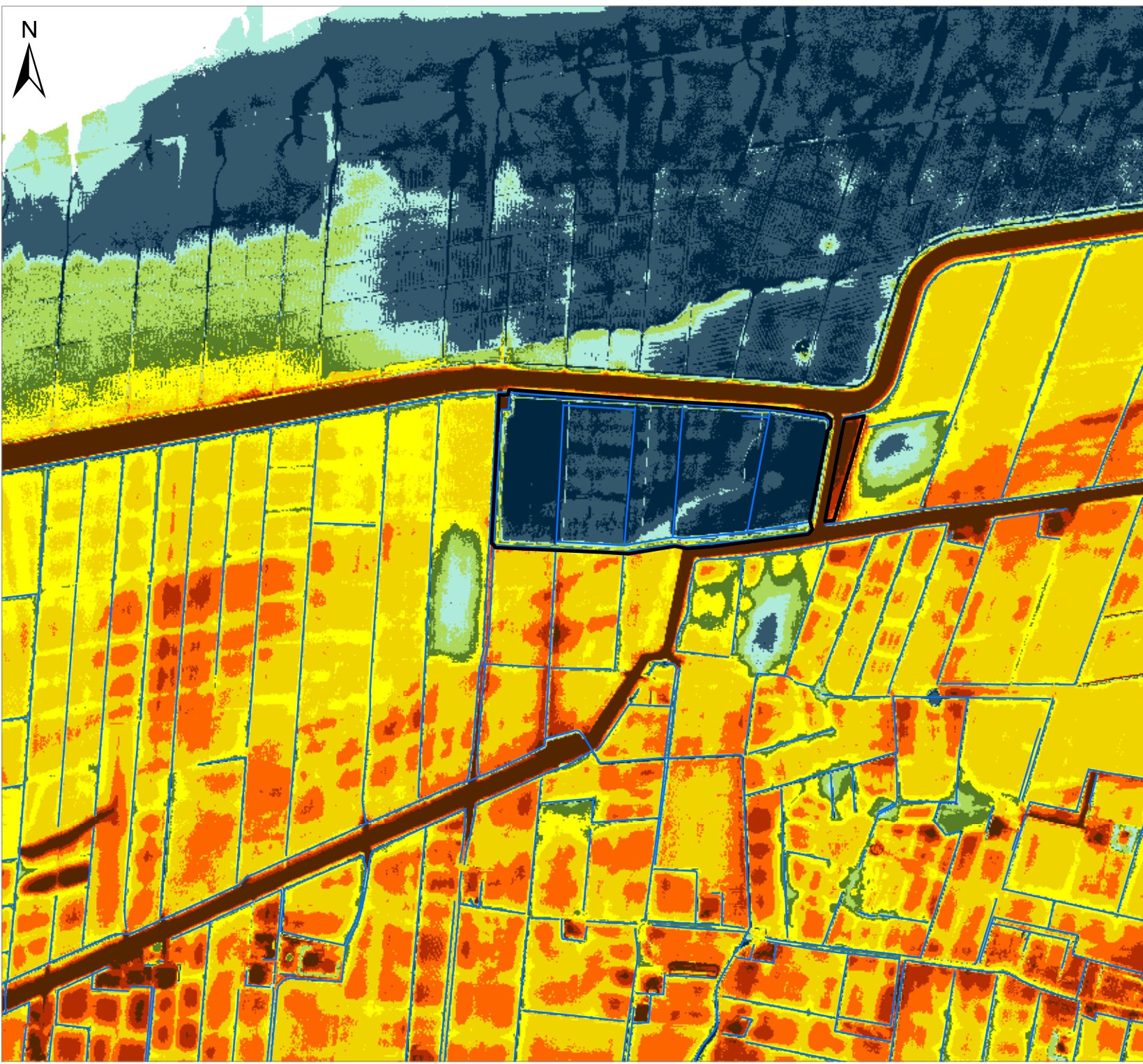
21

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Grondwaterstand

- (m-mv)
- open water
 - 0 - 0.25
 - 0.25 - 0.5
 - 0.5 - 0.75
 - 0.75 - 1.0
 - 1.0 - 1.25
 - 1.25 - 1.5
 - 1.5 - 1.75
 - 1.75 - 2
 - > 2.0
 - Plangrens

Titel
Grondwaterstand op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

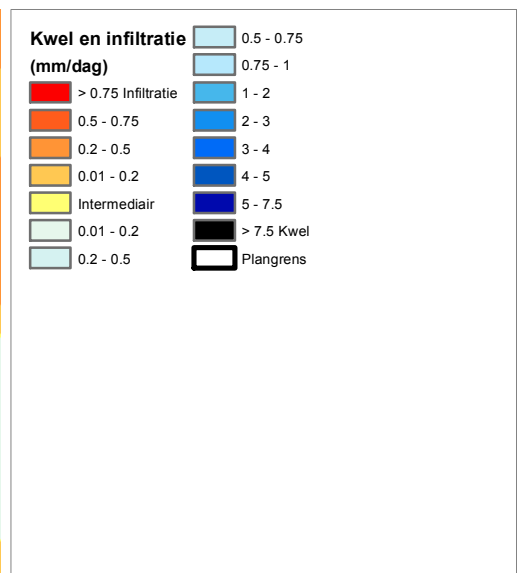
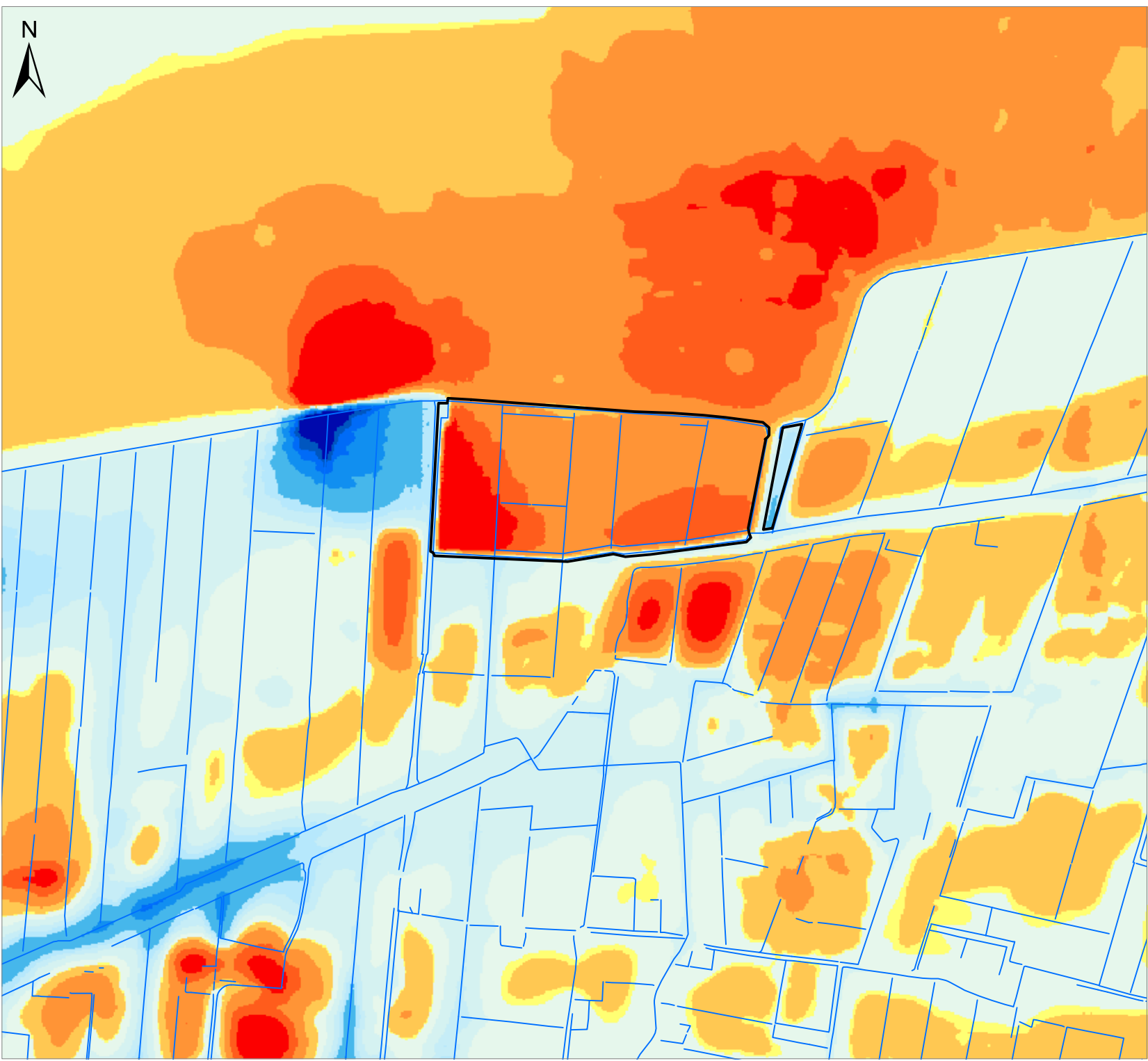
Opdrachtgever
Stichting Het Gronigner Landschap

Datum	Schaal
20/02/2014	1:15000

Figuur
22

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1





Titel
Kwel en infiltratie op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

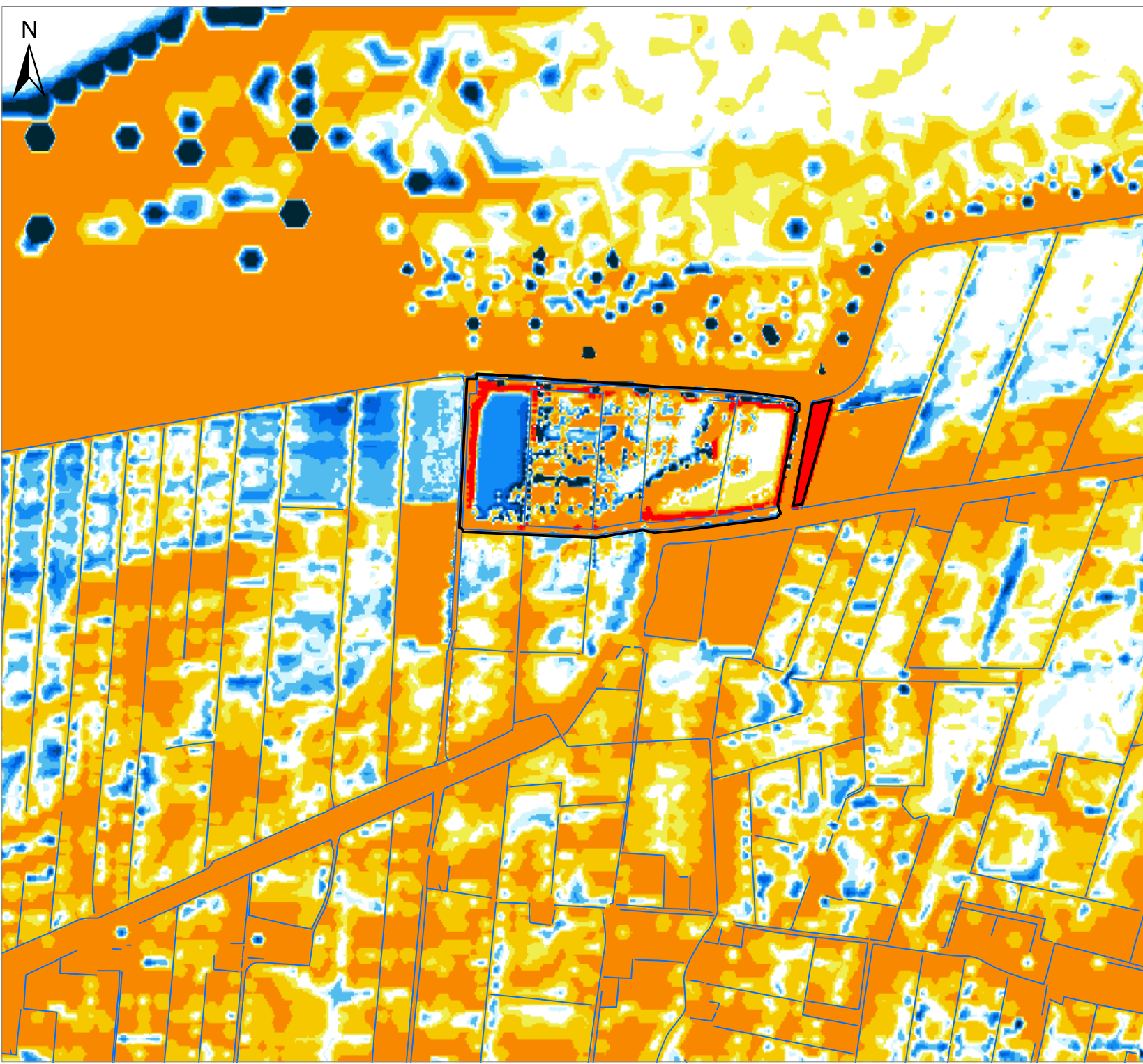
Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum	Schaal
20/02/2014	1:15000

Figuur
23

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1





Kwel en infiltratie

(mm/dag)

- >5 kwel
- 4 - 5
- 3 - 4
- 2 - 3
- 1 - 2
- 0.5 - 1
- Intermediair
- 0.5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- >4 Infiltratie
- Plangrens

Titel

Kwel en infiltratie naar maaiveld/ buisdrainage
op 1 maart toekomstige wintersituatie na inundatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

20/02/2014

Schaal

1:15000

Figuur

24

Gecontroleerd door

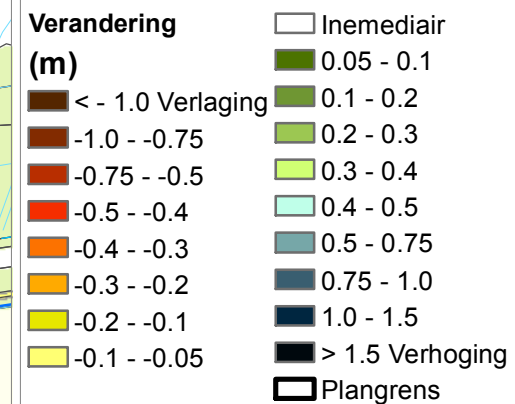
CheckedBy

Volgnummer

1



**Royal
HaskoningDHV**
Enhancing Society Together



Titel
Verandering grondwaterstand op 1 maart, wintersituatie na inundatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

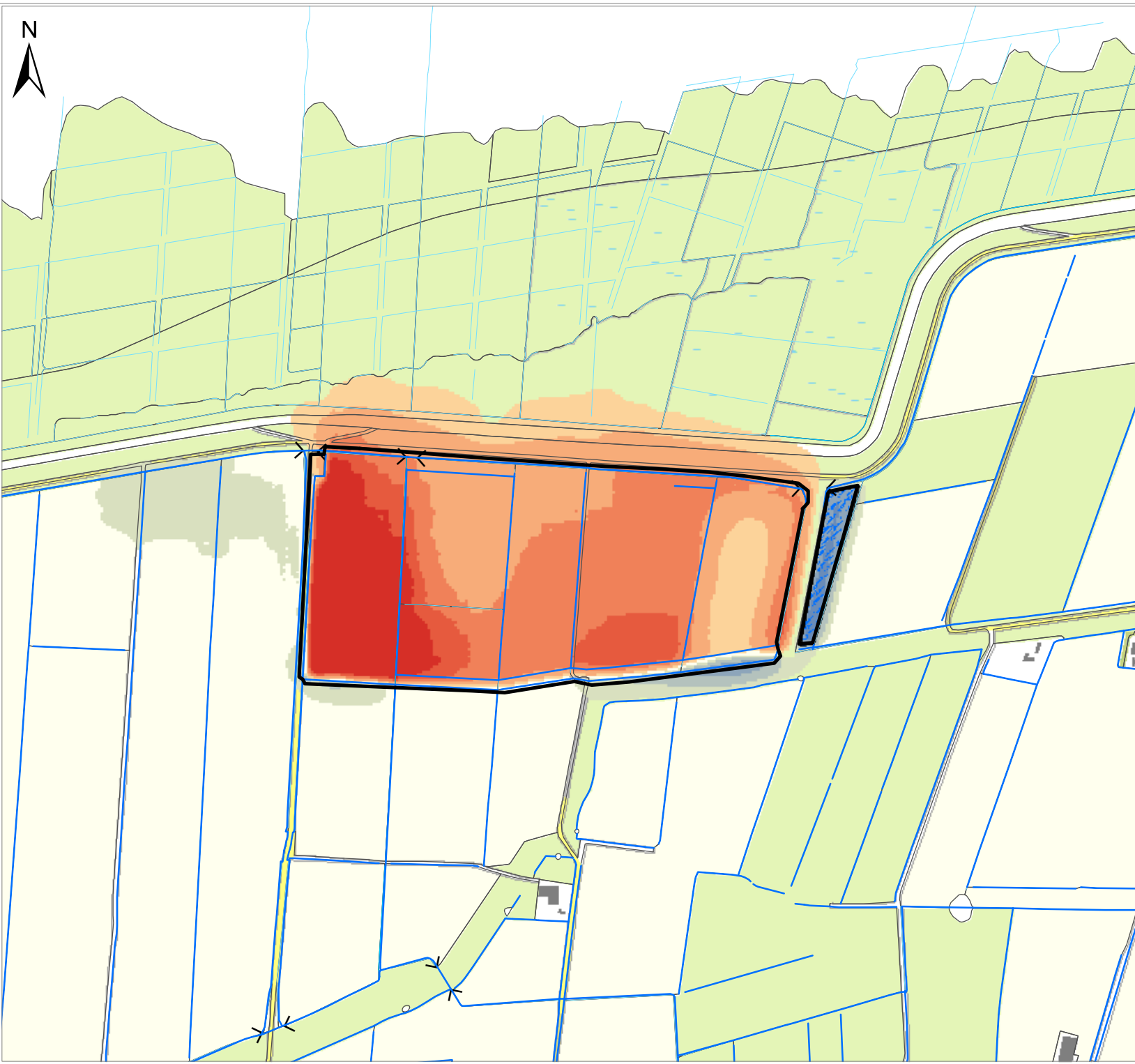
Datum
20/02/2014

Schaal
1:10000

Figuur
25

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



- Verandering (mm/dag)**
- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
 - 0.75 - 1
 - 0.5 - 0.75
 - 0.25 - 0.5
 - 0.1 - 0.25
 - Intermediair
 - 0.1 - 0.25
 - 0.25 - 0.5
 - 0.5 - 0.75
 - 0.75 - 1
 - 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
 - Plangrens

Titel
Verandering kwel in infiltratie op 1 maart, wintersituatie na inundatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum
20/02/2014

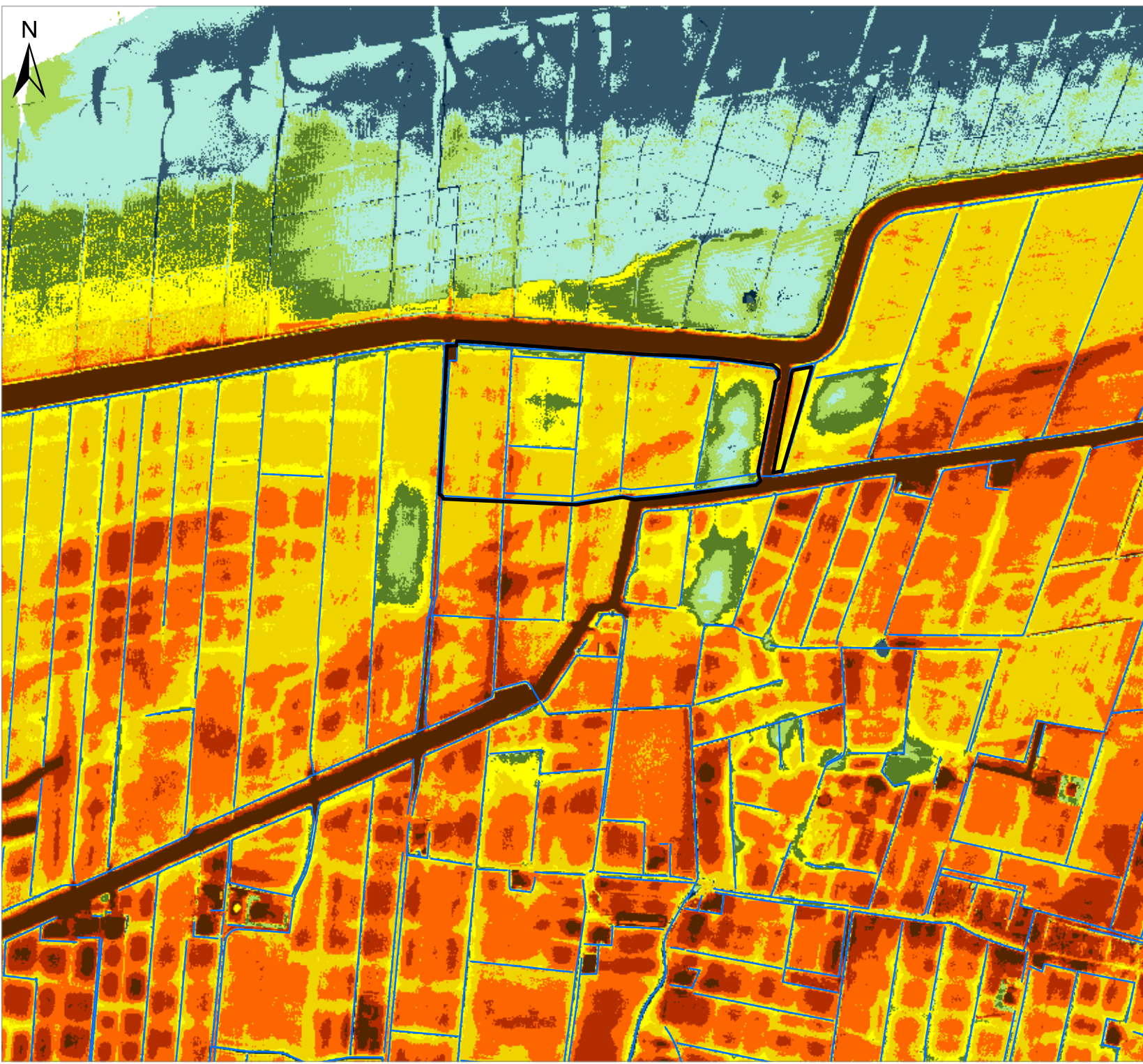
Schaal
1:10000

Figuur
26

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1





Grondwaterstand (m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens

Titel

Grondwaterstand huidige voorjaars situatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Groninger Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

27

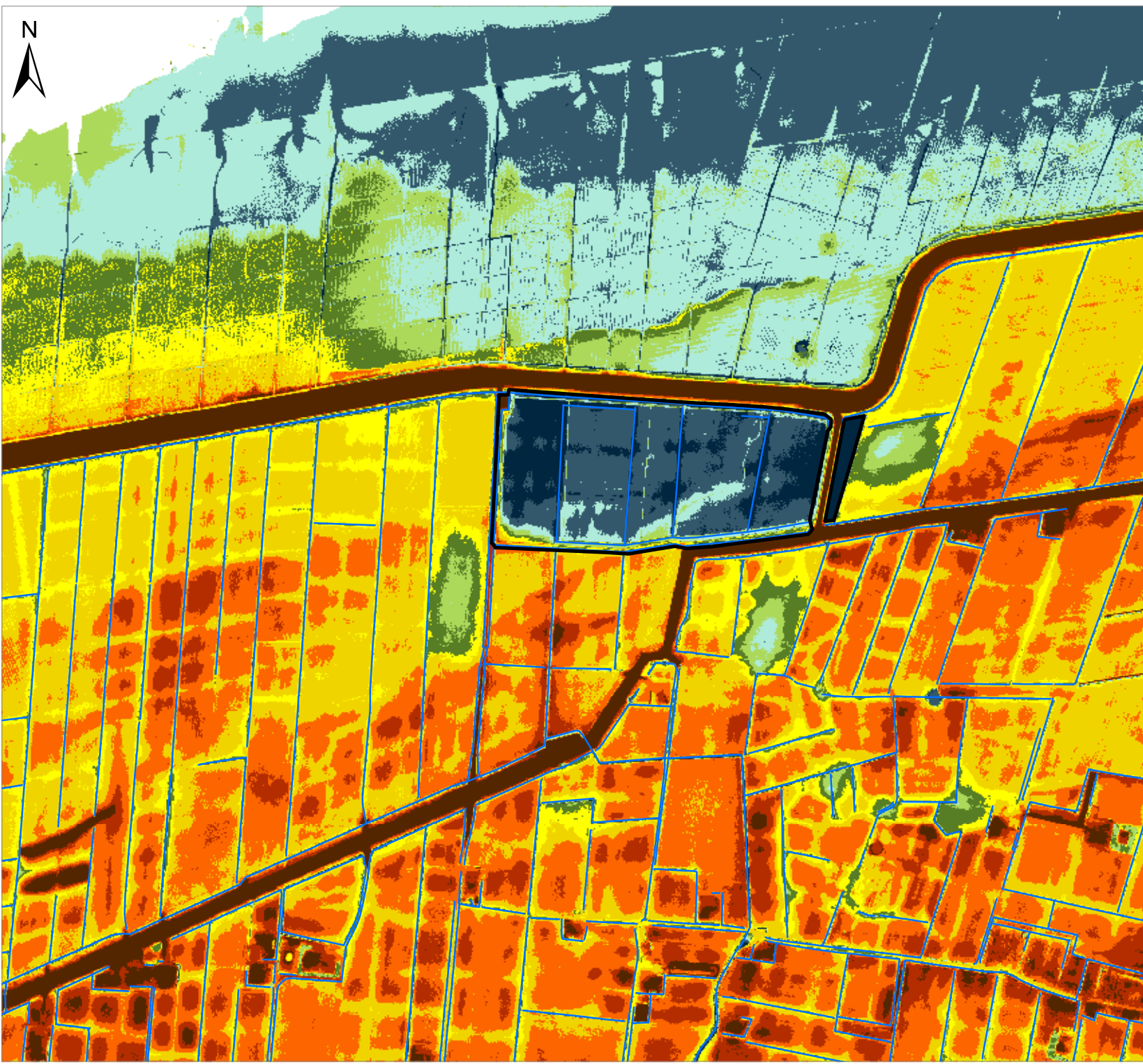
Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Grondwaterstand

(m-mv)

- open water
- 0 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1.0
- 1.0 - 1.25
- 1.25 - 1.5
- 1.5 - 1.75
- 1.75 - 2
- > 2.0
- Plangrens

Titel

Grondwaterstand toekomstige voorjaars situatie

Project

Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever

Stichting Het Gronigner Landschap

Datum

12/12/13

Schaal

1:15000

Figuur

28

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1





Verandering (m)	Inmediair
< - 1.0 Verlaging	0.05 - 0.1
-1.0 - -0.75	0.1 - 0.2
-0.75 - -0.5	0.2 - 0.3
-0.5 - -0.4	0.3 - 0.4
-0.4 - -0.3	0.4 - 0.5
-0.3 - -0.2	0.5 - 0.75
-0.2 - -0.1	0.75 - 1.0
-0.1 - -0.05	1.0 - 1.5
	> 1.5 Verhoging
	Plangrens

Titel
Verandering grondwaterstand wintersituatie

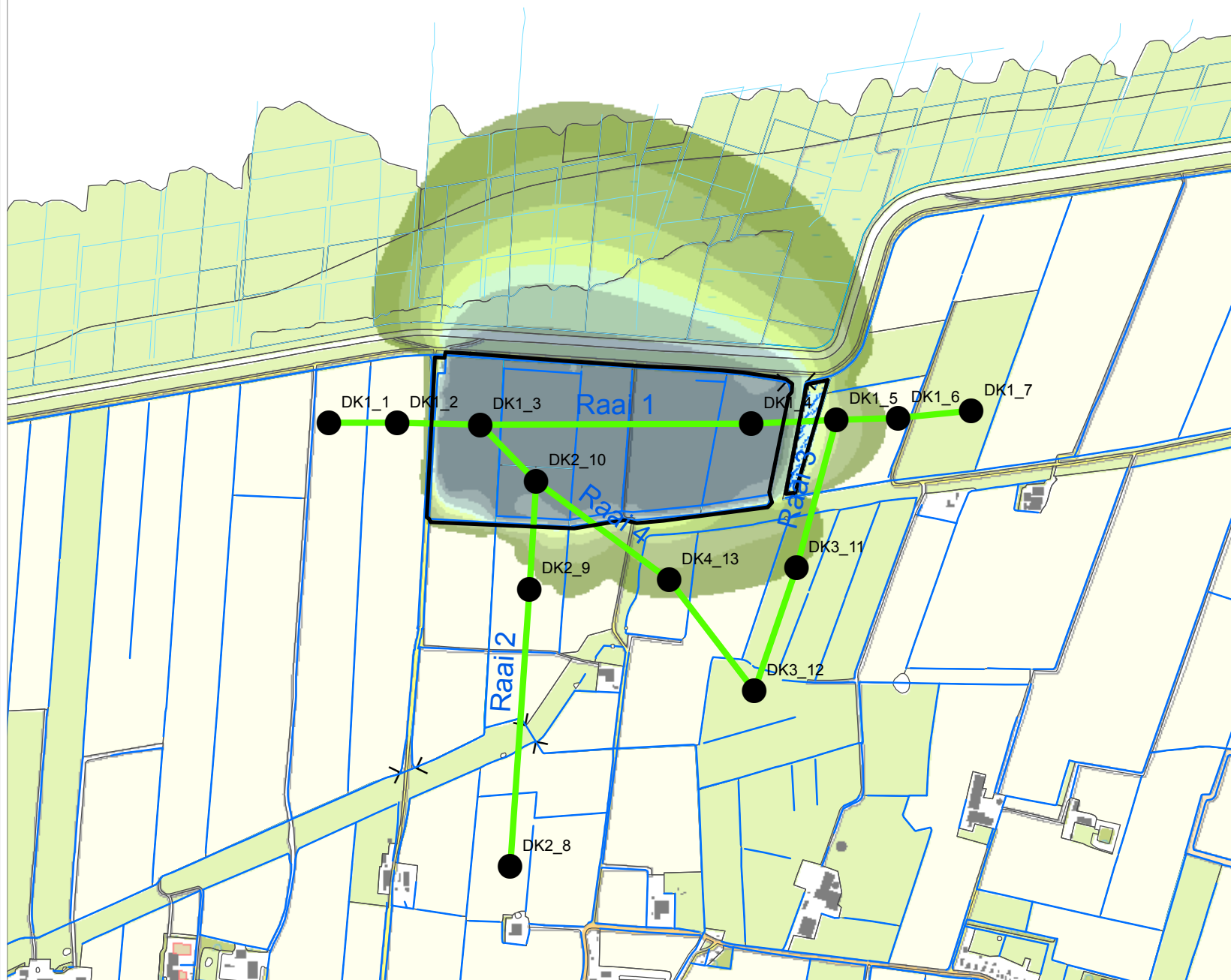
Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum	Schaal
12/12/13	1:10000

Figuur
29

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1



Verandering (m)		Inediair
< - 1.0 Verlaging	0.05 - 0.1	
-1.0 - -0.75	0.1 - 0.2	
-0.75 - -0.5	0.2 - 0.3	
-0.5 - -0.4	0.3 - 0.4	
-0.4 - -0.3	0.4 - 0.5	
-0.3 - -0.2	0.5 - 0.75	
-0.2 - -0.1	0.75 - 1.0	
-0.1 - -0.05	1.0 - 1.5	
	> 1.5 Verhoging	
	Raaien	
	Voorstel peilbuizen	
	Plangrens	

Titel
Voorstel monitoringsmeetnet

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum	Schaal
12/12/13	1:15000

Figuur
30

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1





Verandering

(m)

- > 1.0 Verlaging
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.4 - 0.5
- 0.3 - 0.4
- 0.2 - 0.3
- 0.1 - 0.2
- 0.05 - 0.1
- Intermediair
- Plangrens

Titel
Effect mitigerende maatregelen op de
grondwaterstand zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

17/01/14

Schaal

1:10000

Figuur

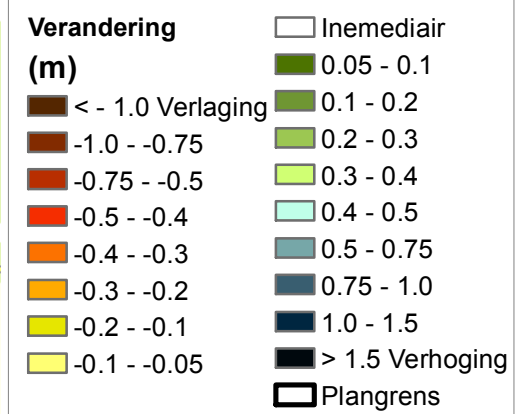
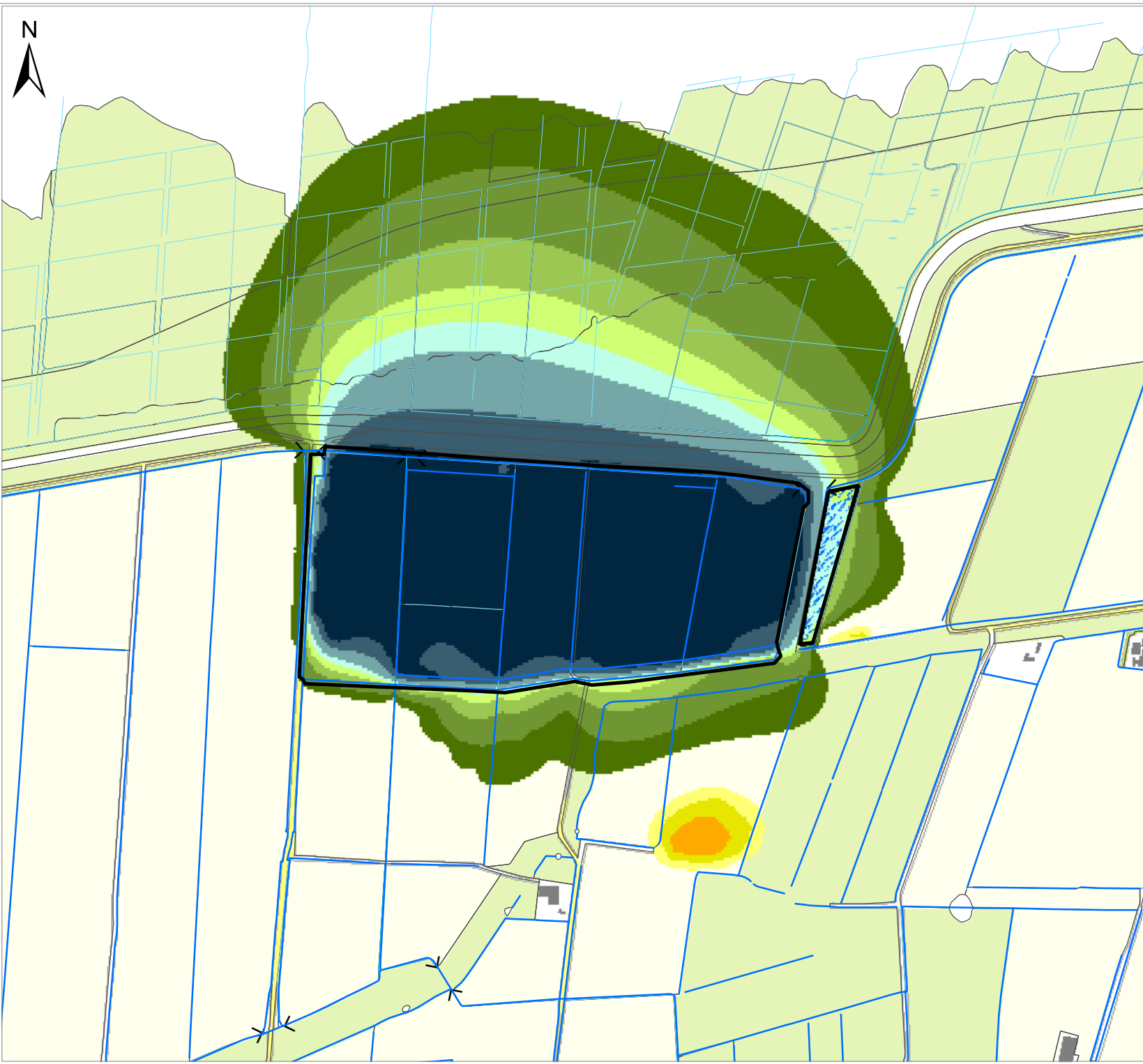
31

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Titel
Verandering grondwaterstand zomersituatie mitigerende maatregelen zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

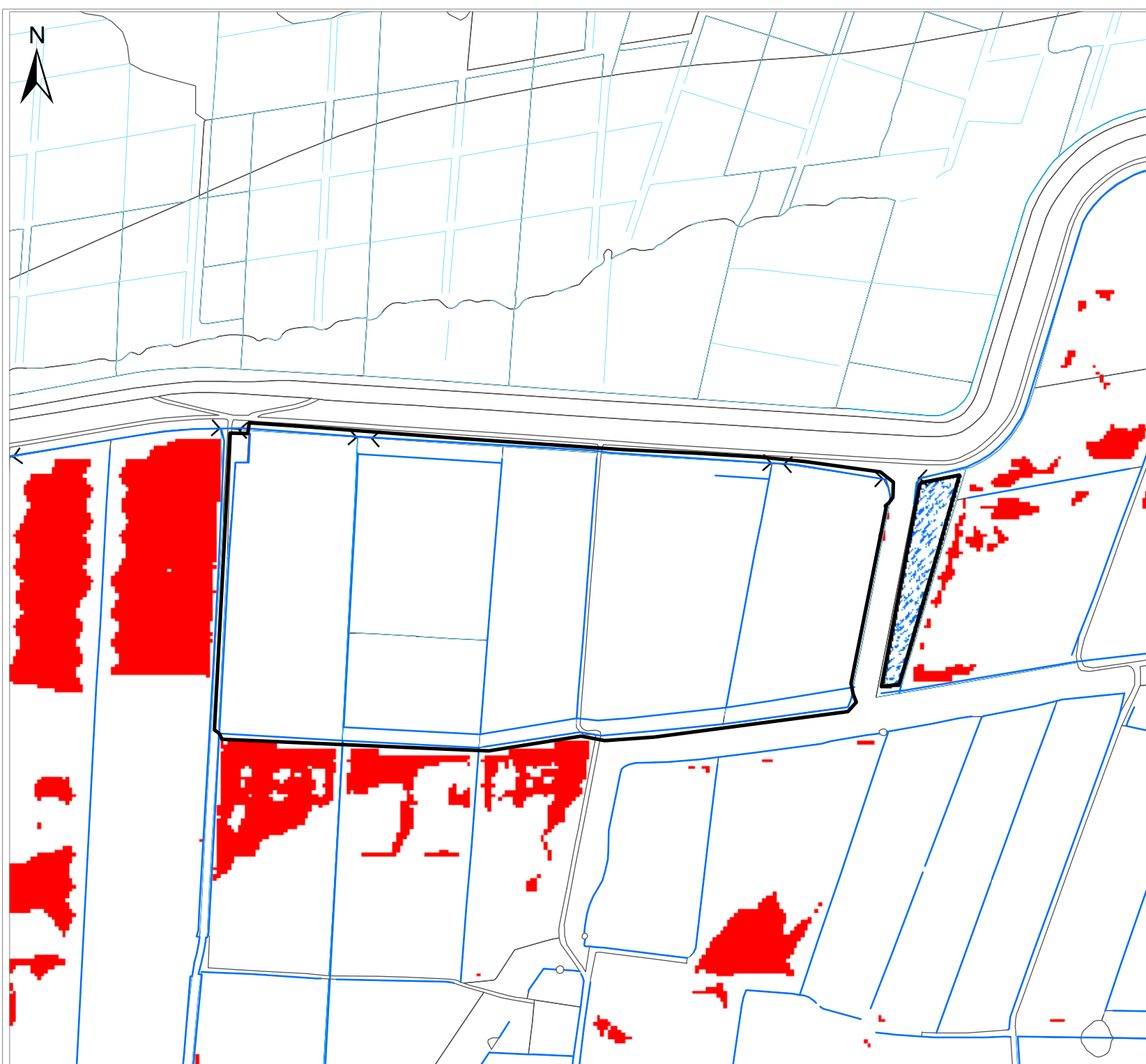
Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum	Schaal
11/02/2014	1:10000

Figuur
31

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1





-  niet werkende buisdrainage of afwezig (grondwaterstand onder diepte buisdrainage)
-  werkende buisdrainage (grondwaterstand boven diepte buisdrainage)
-  Plangrens

Titel
Grondwaterstand in relatie tot buisdrainage

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

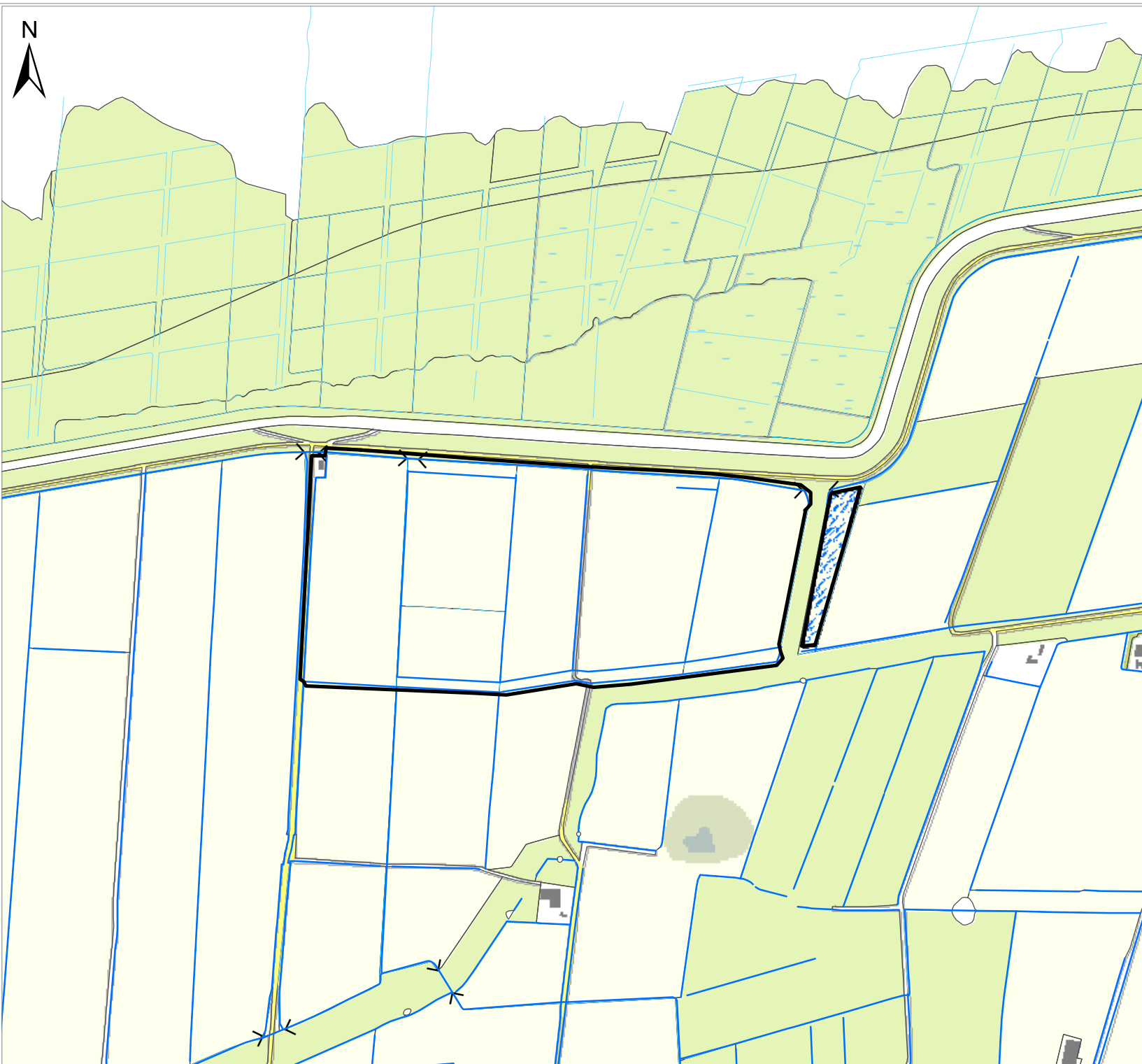
Datum
13/01/14

Schaal
1:7500

Figuur
32

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel
Effect miigerende maatregelen op kwel en infiltratie zomersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

17/01/14

Schaal

1:10000

Figuur

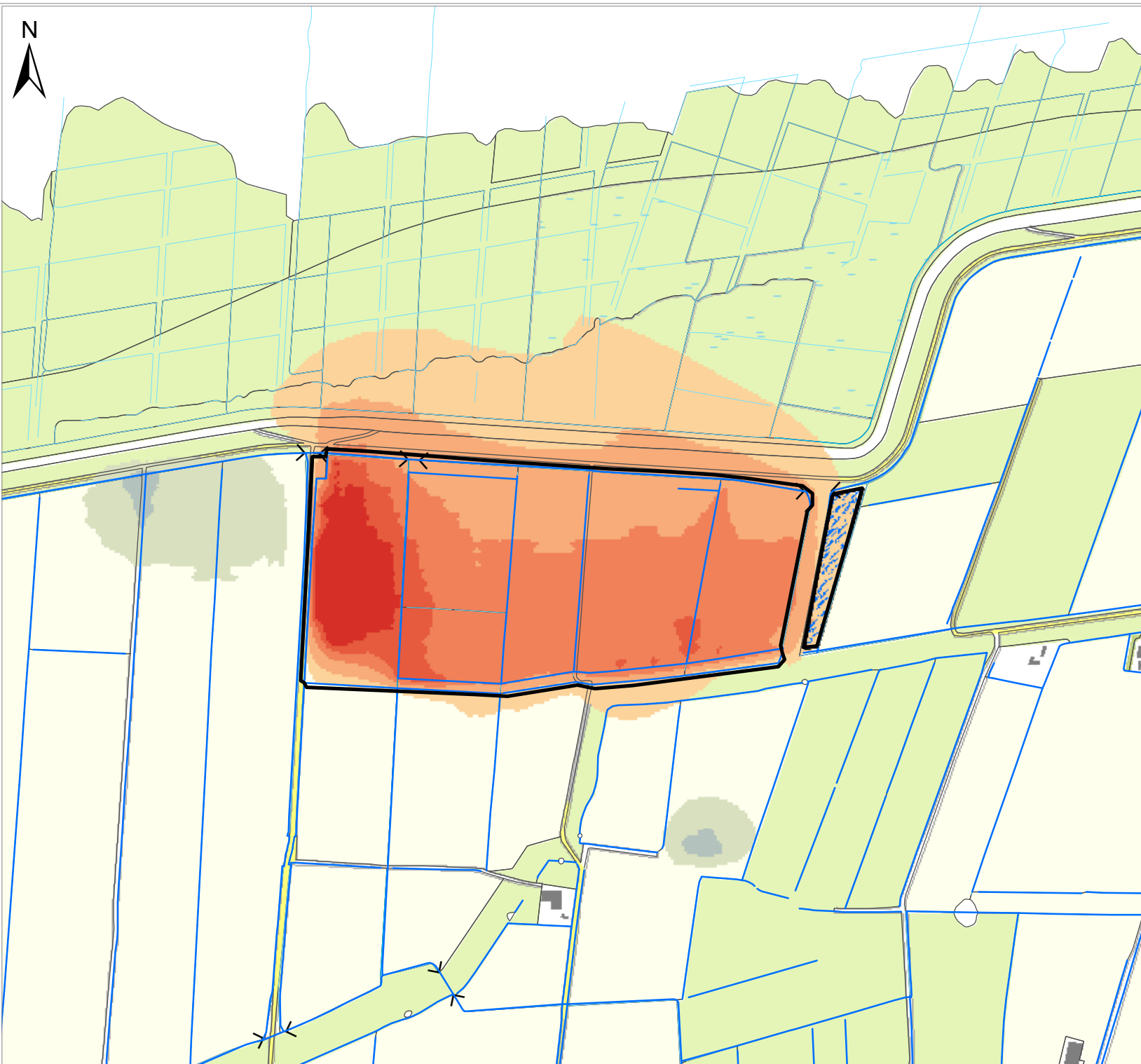
33

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel
Verandering kwel en infiltratie zomersituatie mitigerende maatregelen

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

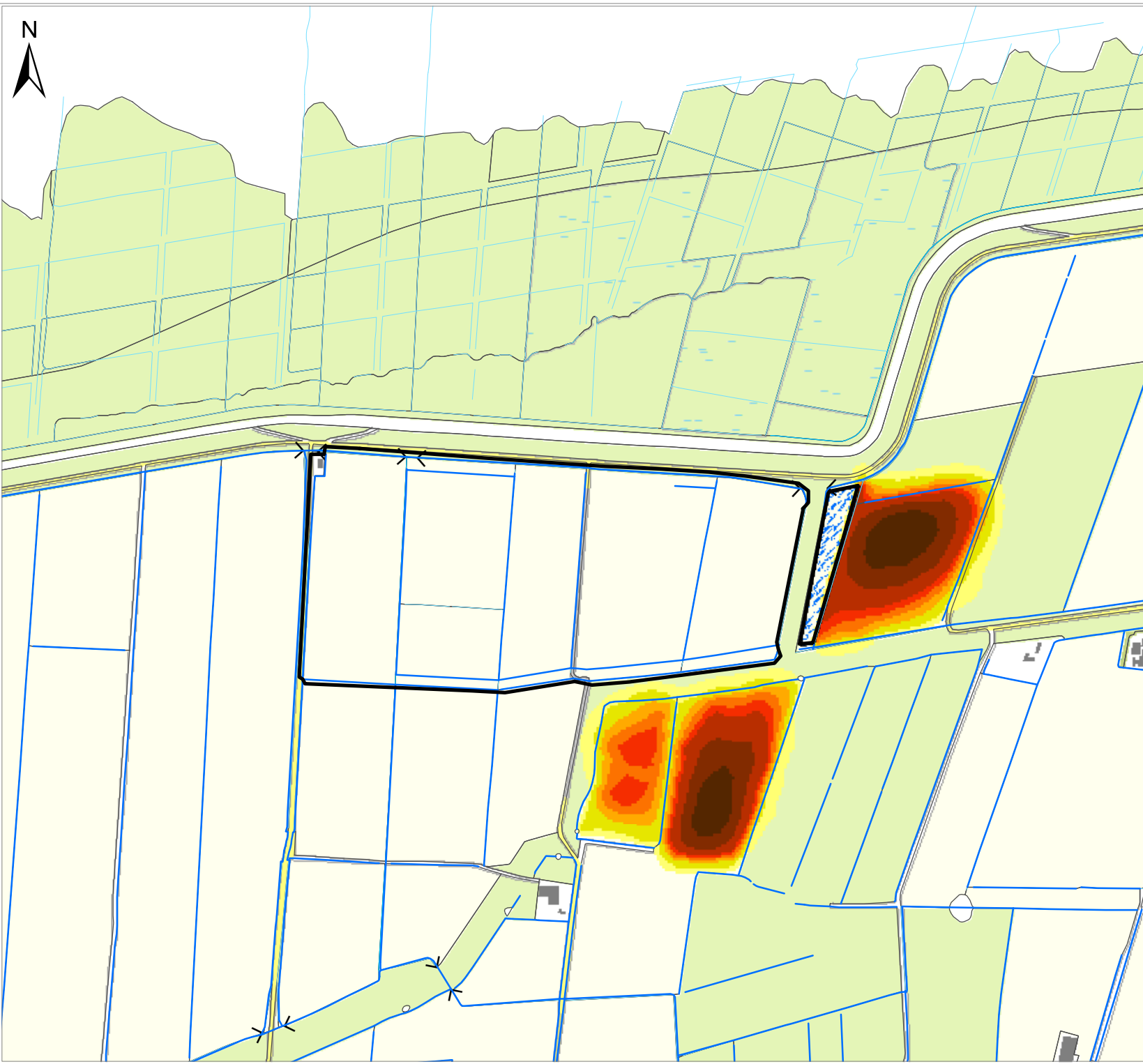
Datum	Schaal
11/02/2014	1:10000

Figuur
33

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



**Verandering
(m)**

- > 1.0 Verlagend
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.4 - 0.5
- 0.3 - 0.4
- 0.2 - 0.3
- 0.1 - 0.2
- 0.05 - 0.1
- Intemediair
- Plangrens

Titel
Effect mitigerende maatregelen op de
grondwaterstand wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

17/01/14

Schaal

1:10000

Figuur

34

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Verandering (m)

< - 1.0 Verlagng

-1.0 - -0.75

-0.75 - -0.5

-0.5 - -0.4

-0.4 - -0.3

-0.3 - -0.2

-0.2 - -0.1

-0.1 - -0.05

Inemediair

0.05 - 0.1

0.1 - 0.2

0.2 - 0.3

0.3 - 0.4

0.4 - 0.5

0.5 - 0.75

0.75 - 1.0

1.0 - 1.5

> 1.5 Verhogng

Plangrens

Titel
Verandering grondwaterstand wintersituatie mitigerende maatregelen wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum
11/02/2014

Schaal
1:10000

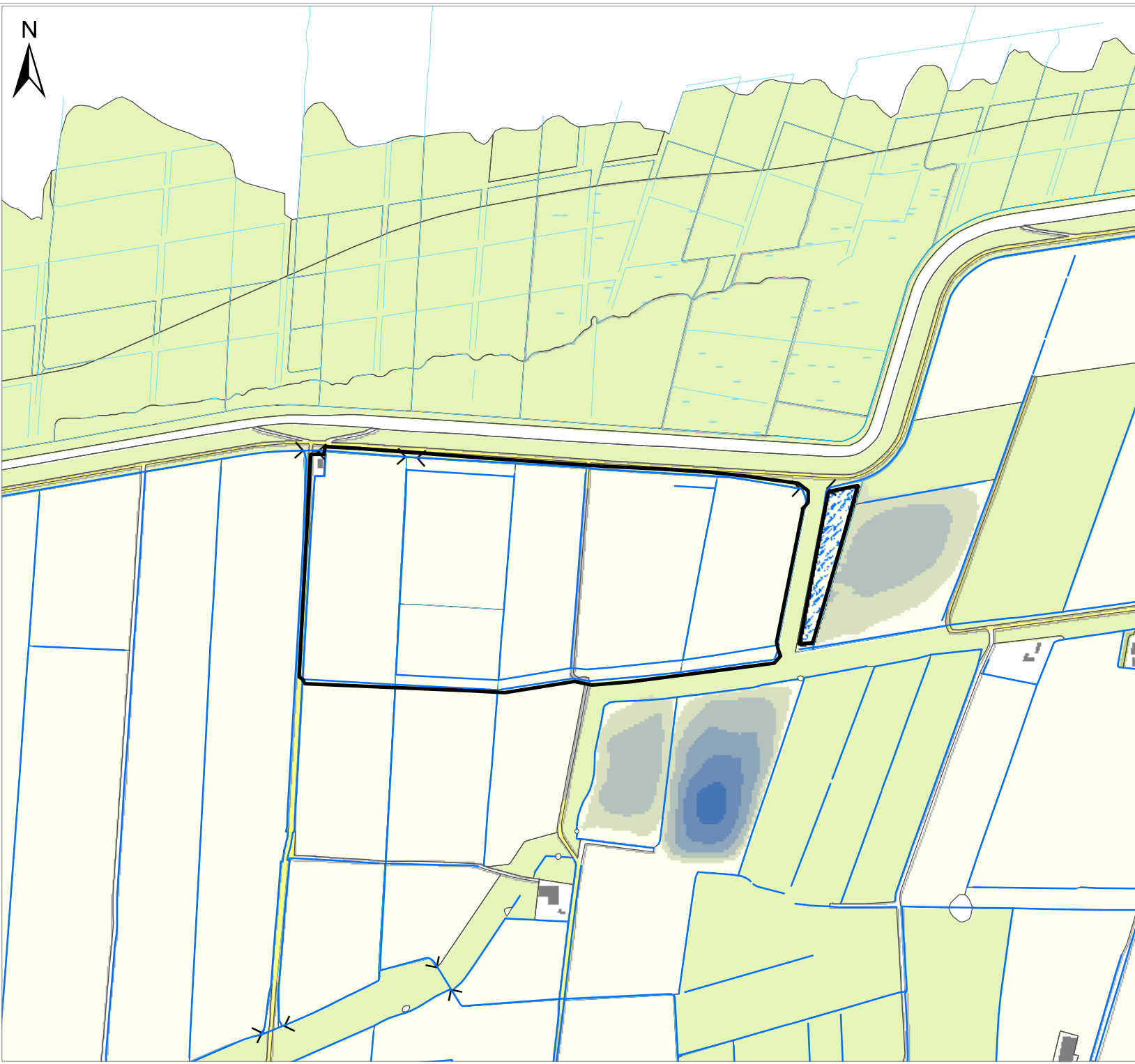
Figuur
34

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel
Effect miigerende maatregelen op kwel en infiltratie wintersituatie

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum

17/01/14

Schaal

1:10000

Figuur

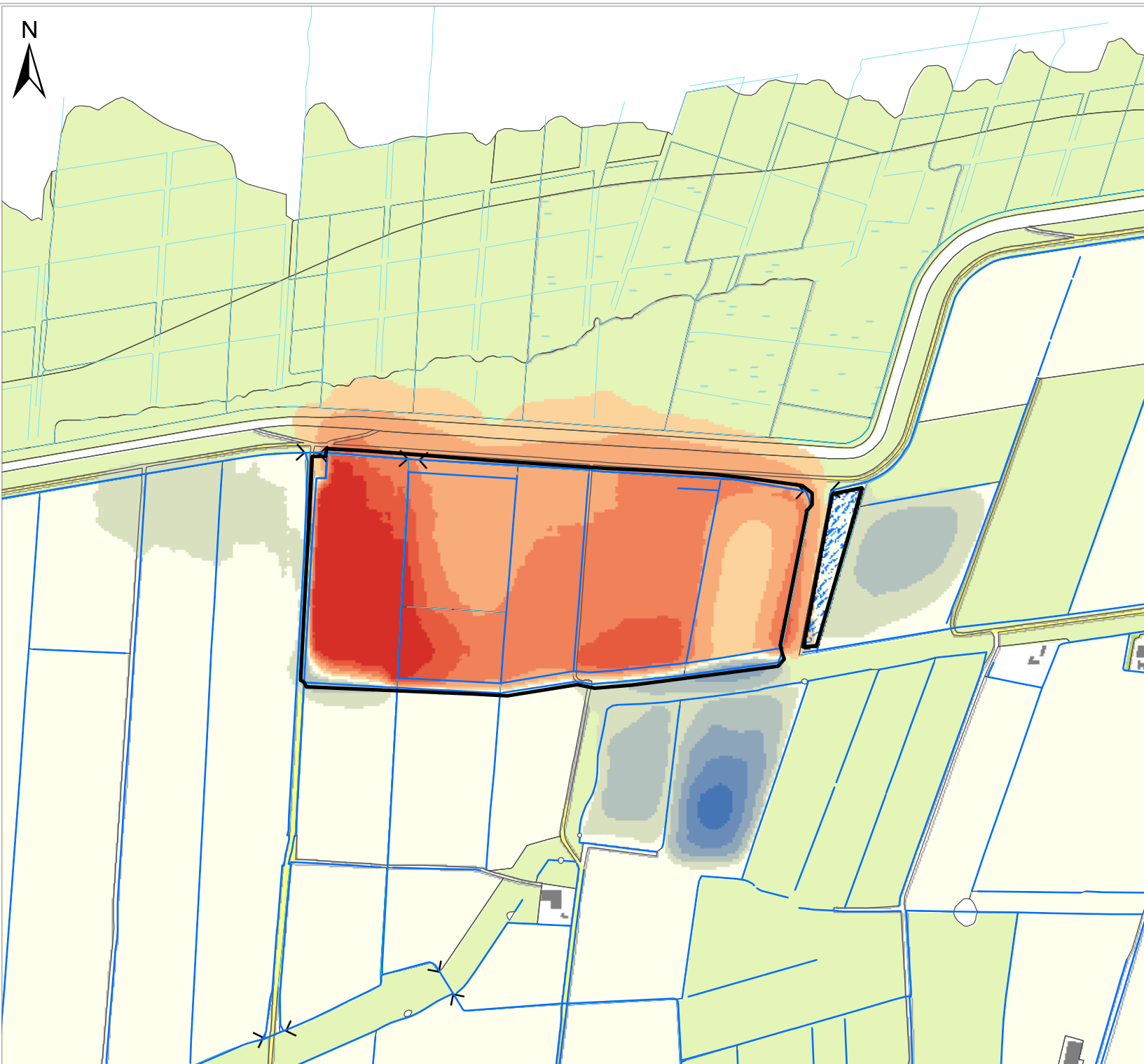
35

Gecontroleerd door

CheckedBy

Volgnummer

1



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel
Verandering kwel en infiltratie wintersituatie
mitigerende maatregelen

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

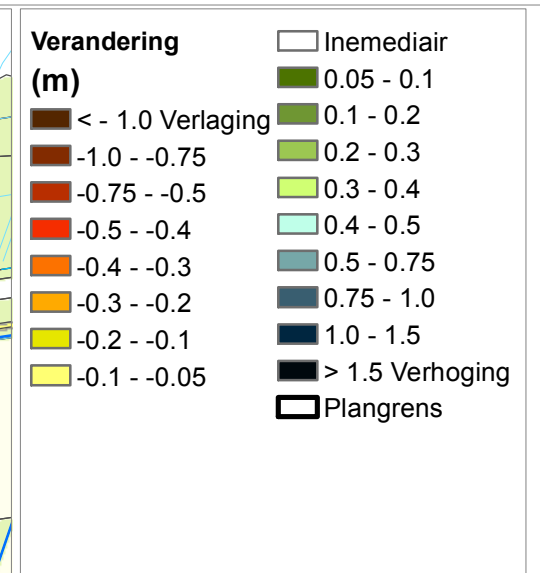
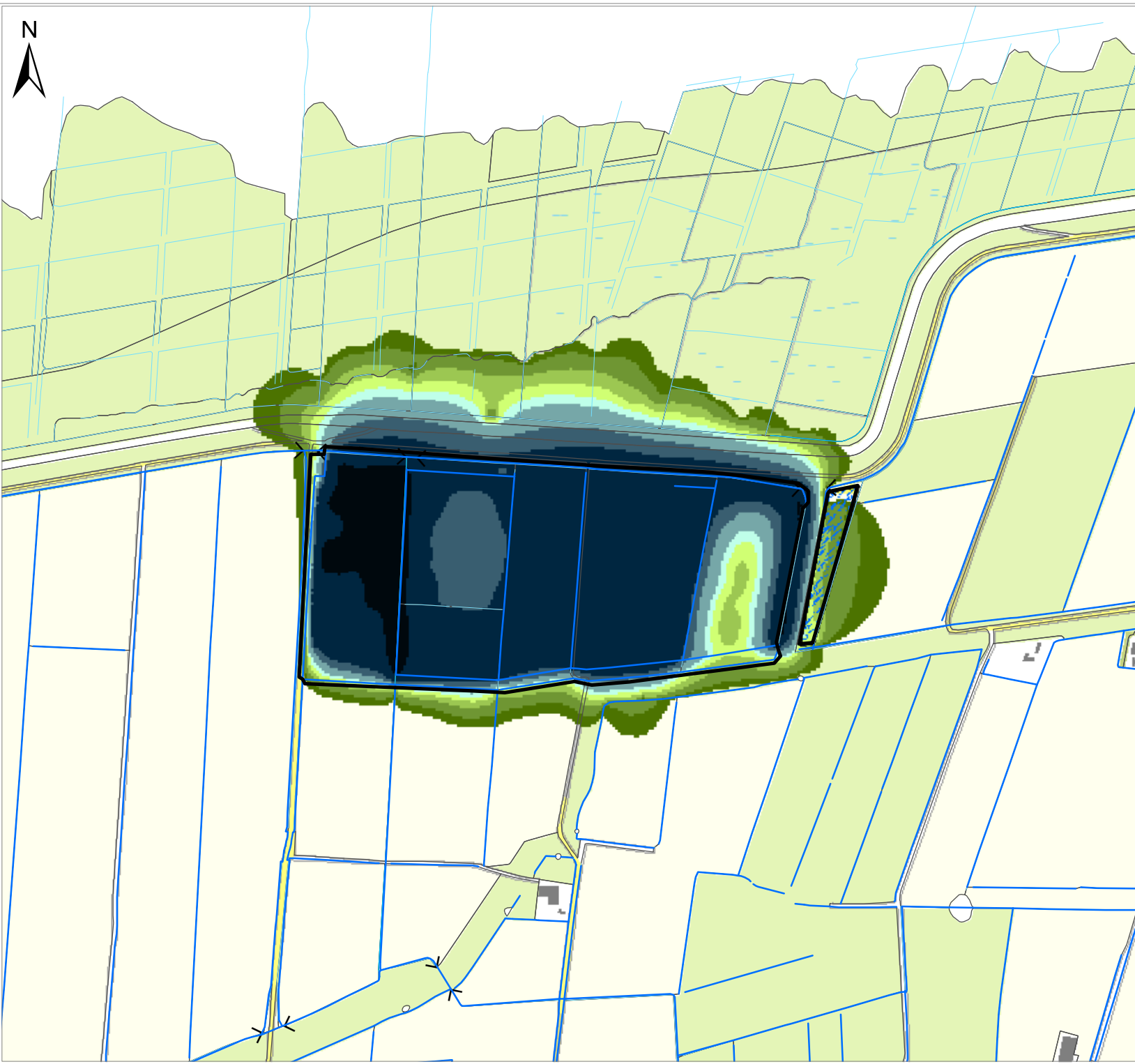
Datum
11/02/2014

Schaal
1:10000

Figuur
35

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



Titel
Verandering grondwaterstand wintersituatie zonder zoetwateraanvoerleiding

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

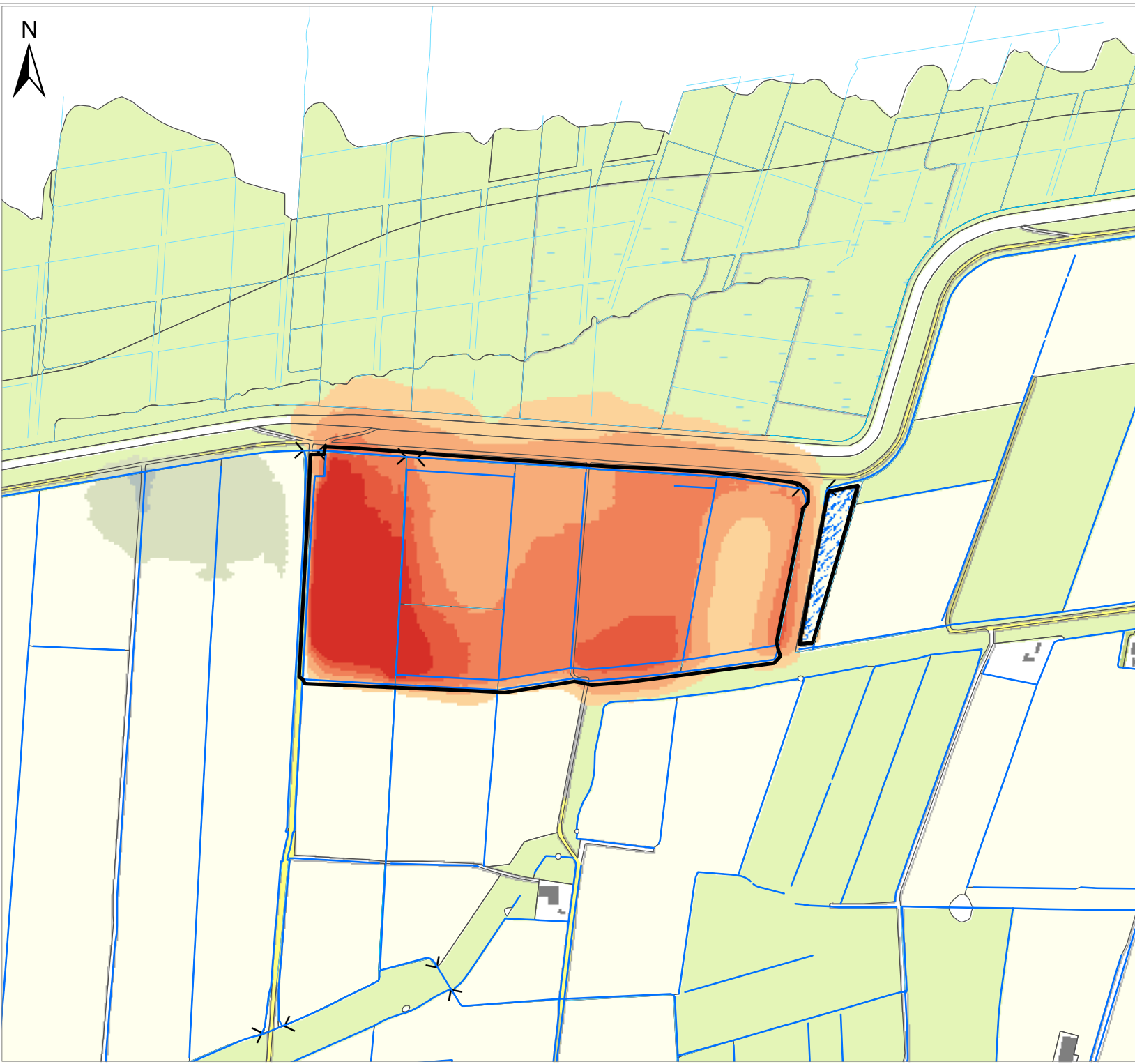
Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum	Schaal
14/01/14	1:10000

Figuur
36

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1





- Verandering (mm/dag)**
- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
 - 0.75 - 1
 - 0.5 - 0.75
 - 0.25 - 0.5
 - 0.1 - 0.25
 - Intermediair
 - 0.1 - 0.25
 - 0.25 - 0.5
 - 0.5 - 0.75
 - 0.75 - 1
 - 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
 - Plangrens

Titel
Verandering kwel in infiltratie wintersituatie zonder zoetwater aanvoerleiding

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum
14/01/14

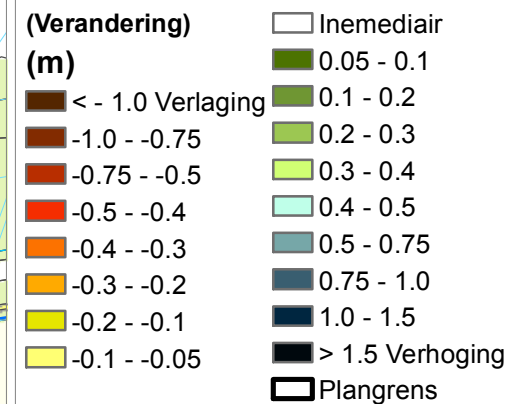
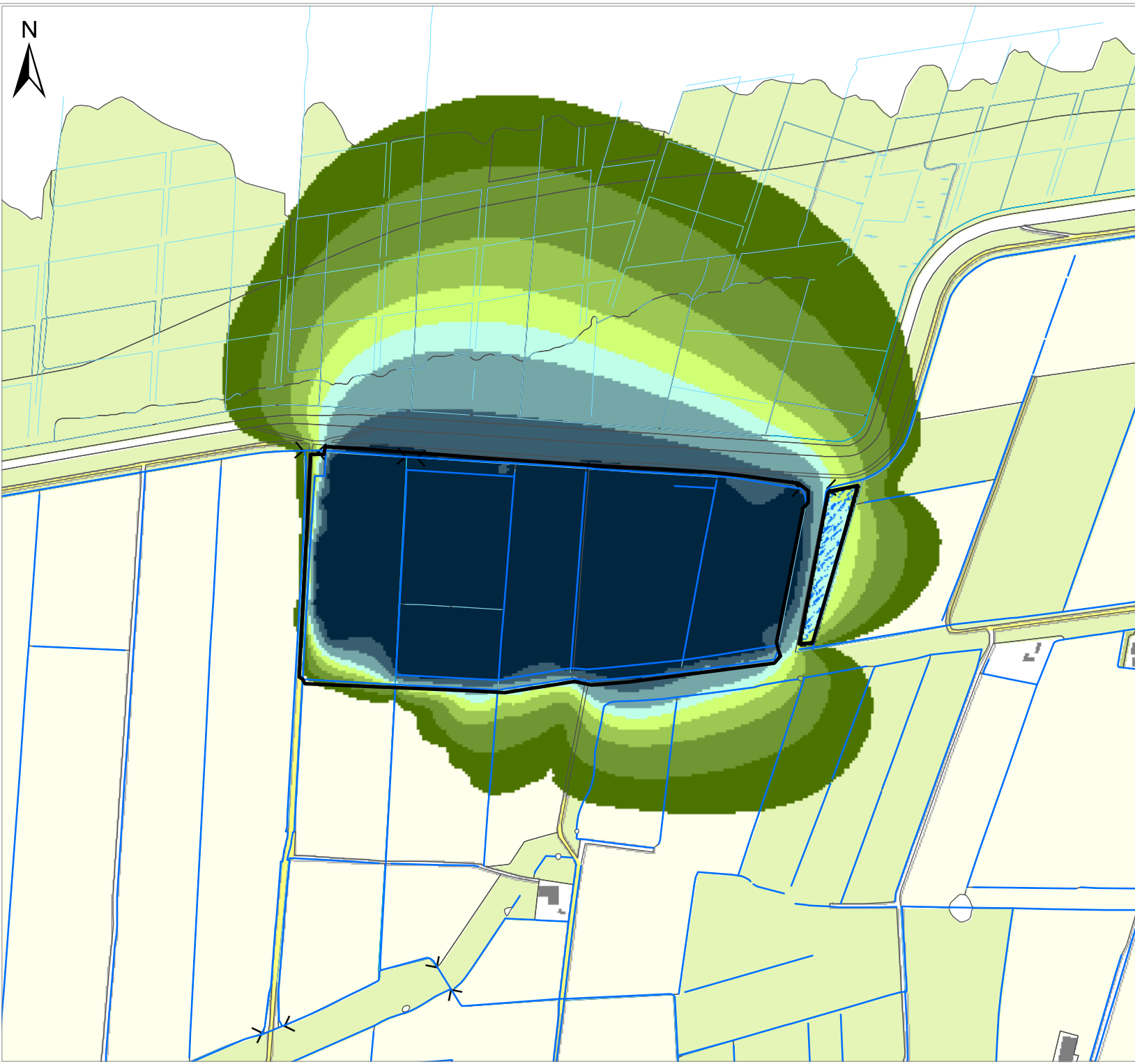
Schaal
1:10000

Figuur
37

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1





Titel
Verandering grondwaterstand zomersituatie zonder zoetwateraanvoerleiding

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

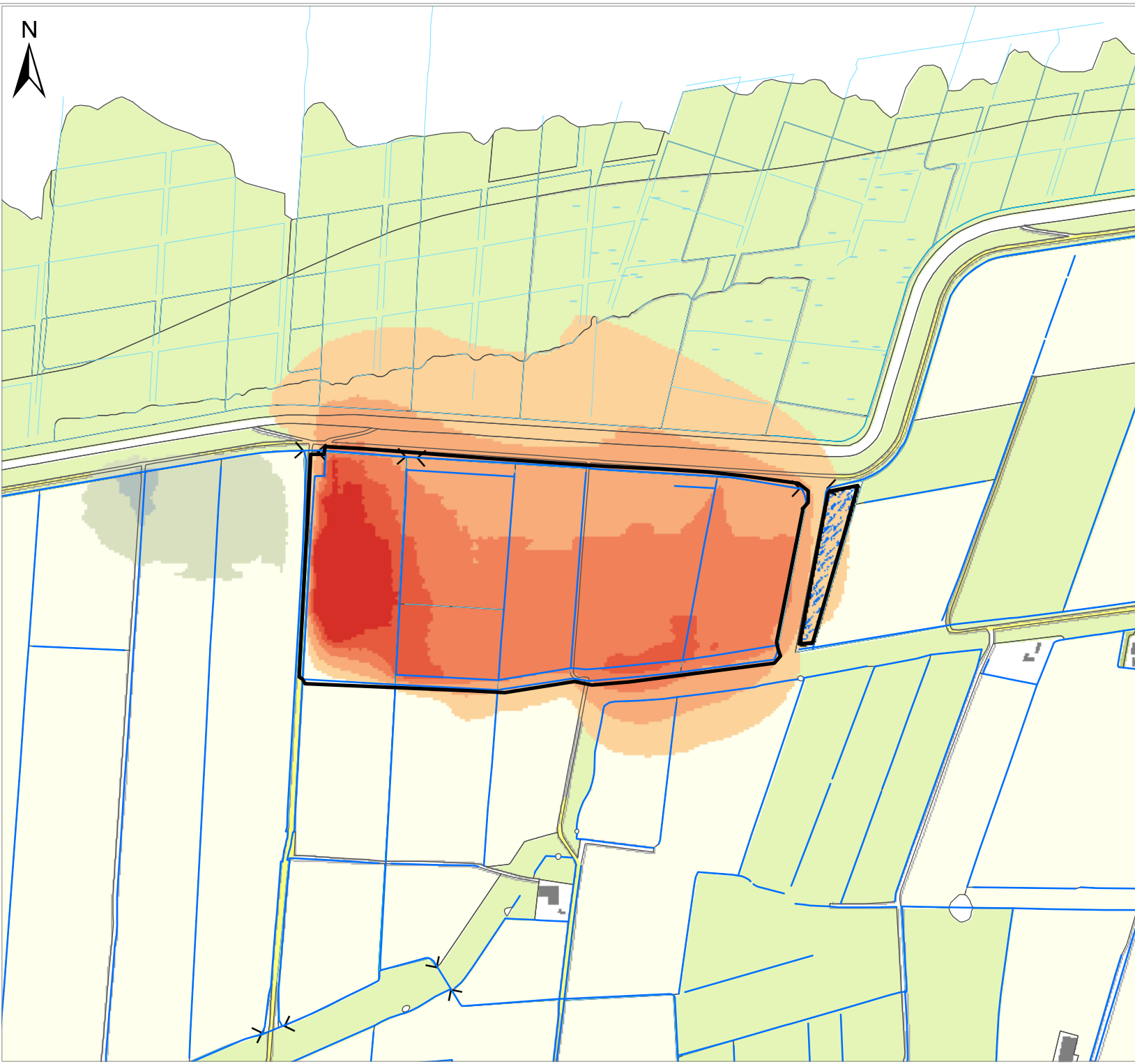
Datum
14/01/14

Schaal
1:10000

Figuur
38

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1



Verandering (mm/dag)

- 1 - 1.8 (toename infiltratie/ afname kwel)
- 0.75 - 1
- 0.5 - 0.75
- 0.25 - 0.5
- 0.1 - 0.25
- Intermediair
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- 0.5 - 0.75
- 0.75 - 1
- 1 - 2 (Toename kwel/ afname infiltratie)
- Plangrens

Titel
Verandering kwel in infiltratie zomersituatie zonder zoetwater aanvoerleiding

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

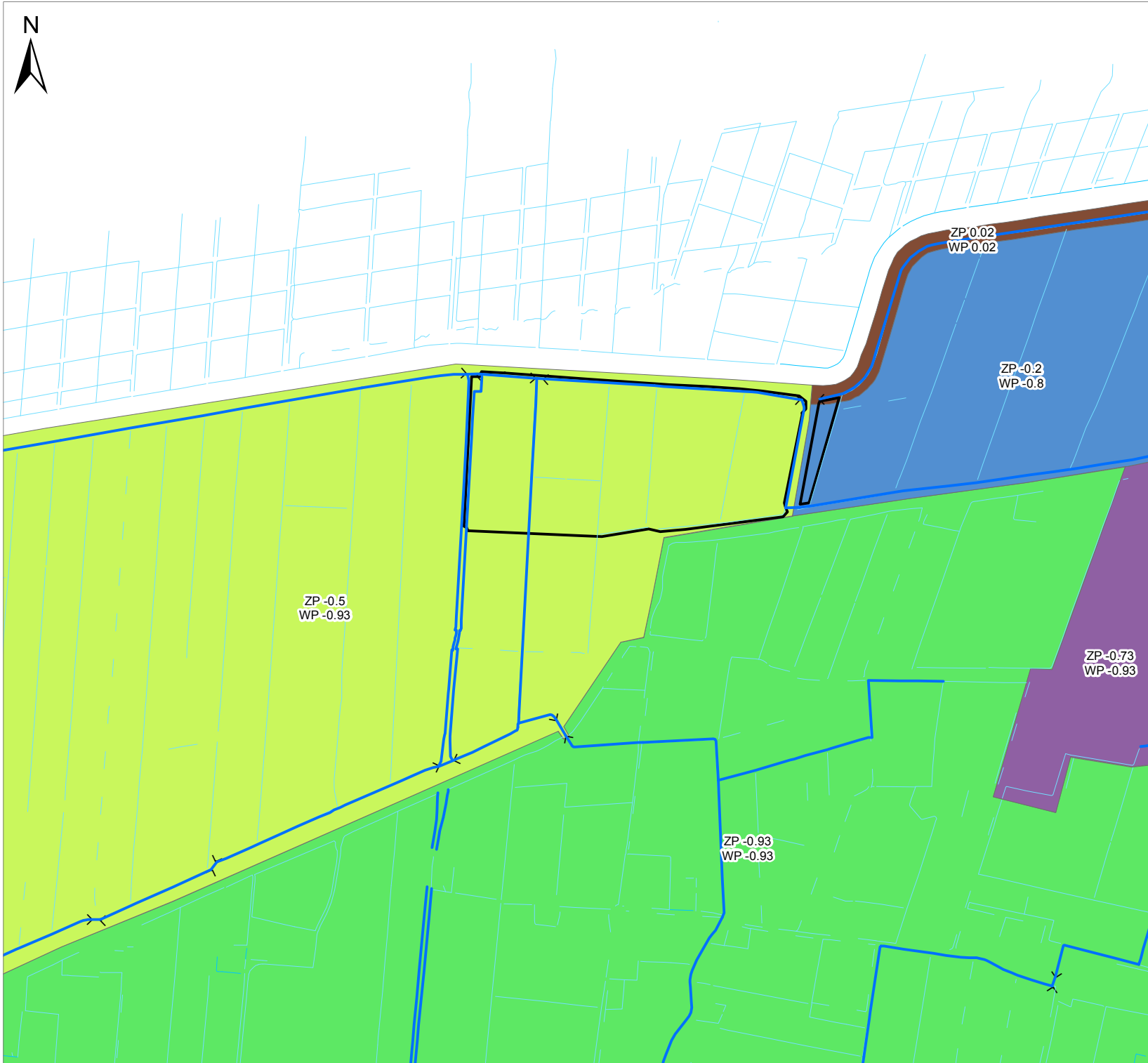
Datum	Schaal
14/01/14	1:10000

Figuur
39

Gecontroleerd door	Volgnummer
CheckedBy	1



Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together



Titel
Peilenkaart huidige situatie
bron: Waterschap Noorderzijlvest

Project
Hydrologisch onderzoek Deikum

Opdrachtgever
Stichting Het Groninger Landschap

Datum
20/02/2014

Schaal
1:15000

Figuur
40

Gecontroleerd door
CheckedBy

Volgnummer
1