

HERINRICHTING VAN DE RHEEZERWATERLEIDING

AFSTUDEERONDERZOEK NAAR HYDROLOGISCHE MAATREGELEN VOOR DE
HERINRICHTING VAN HET STROOMGEBIED VAN DE RHEEZERWATERLEIDING.



HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN

04-03-2016

R. NIJHOFF EN W. TEUNIS

HERINRICHTING VAN DE RHEEZERWATERLEIDING

ONDERTITEL

Afstudeeronderzoek naar hydrologische maatregelen voor de herinrichting van het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding.

TREFWOORDEN

SOBEK, MIPWA, gebruiksfuncties

Vrijdag 4 maart

R. Nijhoff en W. Teunis

Waterschap Vechtstromen

COLOFON:

AFSTUDEERPERIODE

21 september tot 4 maart

DATUM

Maart 2016

ONDERDEEL

Afstudeerstage Vechtstromen

AUTEURS

Nijhoff, Rick

T: 06 43473145

Email: rick.nijhoff@wur.nl

Teunis, Wouter

T: 06 42263514

Email: wouter.teunis@wur.nl

INSTANTIE

Hogeschool Van Hall Larenstein

Larensteinselaan 26 A

6882 CT Velp

BEGELEIDER VAN HALL LARENSTEIN

Dhr. Hans van den Dool

T: 026 3695717

Email: hans.vandendool@wur.nl

IN OPDRACHT VAN

Waterschap Vechtstromen

Kooikersweg 1

7609 PZ Almelo

BEGELEIDER WATERSCHAP VECHTSTROMEN

Dhr. Bernie ter Steege

T: 06 21882563

Email: b.tersteeg@Vechtstromen.nl

VOORWOORD

Voor u ligt het onderzoeksrapport: 'herinrichting van de Rheezerwaterleiding'. Dit rapport beschrijft het onderzoek naar hydrologische maatregelen voor de herinrichting van de Rheezerwaterleiding. Het onderzoeksrapport is het resultaat van onze afstudeerstage bij Waterschap Vechtstromen. Deze is geschreven in het kader van de opleiding land- en watermanagement aan de hogeschool Van Hall Larenstein te Velp. In de afgelopen vijf maanden hebben wij bij Waterschap Vechtstromen met veel plezier aan dit onderzoek gewerkt.

Het onderzoek naar de Rheezerwaterleiding is een complexer en uitdagender onderzoek gebleken dan in eerste instantie verwacht. Hierbij was de mogelijkheid het onderzoek aan de hand van modellen uit te voeren een mooie ervaring, maar bracht dit ook stressvolle situaties met zich mee. Daarom willen wij een aantal mensen bedanken voor hun samenwerking en geduld. In eerste instantie de mensen van de klankbordgroep die ons hebben voorzien van informatie en ons hebben bij gebracht over het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding. We hebben jullie inbreng als zeer waardevol ervaren. Graag willen wij de volgende drie personen bedanken: Jeroen van de Scheer, Linda van Toorn en Harmen van de Werfhorst, zonder jullie was het een lastig verhaal geworden. In het bijzonder willen we onze begeleiders Bernie ter Steege en Hans van den Dool bedanken voor hun feedback en goede begeleiding! Tot slot nog een woord van dank aan onze kamergenoten Erik Steen en Hugo Stamsnieder, bedankt voor de prettige werksfeer en Otte Verbeek bedankt voor de gastvrije ontvangst in het mooie Coevorden.

Rick Nijhoff en Wouter Teunis.

Almelo, 4 maart 2016.

SAMENVATTING

De vraag die in dit onderzoek centraal staat is: Wat zijn de meest geschikte hydrologische maatregelen om de gestelde vermesting en verdrogingsproblematiek in het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding op te lossen? In de huidige situatie mondt, de uit het landbouwgebied afkomstige, Rheezerwaterleiding uit in een oude meander van de Vecht gelegen in het beschermde natuurgebied de Karshoek en Natura2000 gebied Vecht en beneden Regge. De veronderstelling is dat nutriënten uit het landbouwgebied de natuur in de oude meander beïnvloeden. Daarnaast snijdt de leiding diep door de omringende oeverwal van de oude meander. Het is onduidelijk welke invloed dit heeft op de grondwatersituatie. Ondanks het ontbreken van een natura-2000 opgave heeft het Waterschap Vechtstromen besloten om de Rheezerwaterleiding aan een onderzoek te onderwerpen.

In de systeemanalyse is het watersysteem van de Rheezerwaterleiding onderzocht. Waterkwaliteitsmetingen in de Rheezerwaterleiding en de Vecht tonen aan dat het stikstofgehalte van het water niet voldoet aan de KRW-norm. In de praktijk zijn delen van het stroomgebied gevoelig voor vernatting. De SOBEK-analyse toont aan dat tijdens extreme afvoersituatie delen van het stroomgebied inunderen. Het belangrijkste probleemgebied bevindt zich rond de Moskuilen/t-splitsing. Ook de grondwatersituatie voldoet voor een groot deel van het projectgebied niet aan de optimale situatie. Op basis van de analyse is er een onderzoek gestart naar mogelijke afkoppeltracés. Er zijn drie afkoppeltracés opgesteld. Tracé 1: is gelegen langs het Bentinacksbosch waar de leiding wordt aangekoppeld op de bestaande sloot langs de Esweg. Tracé 2: Moskuilen bestaat uit twee tracés, een natuurlijke variant door het bos of een tracé langs de Oldemeijerweg. Beide tracés monden uit in de meander Uilenkamp. Tracé 3: is een combinatie van de eerste twee tracés. Binnen het tracé wordt er in varianten geëxperimenteerd met extensief beheer en demping van delen van de watergang.

De effecten van de afkoppeltracés zijn inzichtelijk gemaakt door een modelstudie met MIPWA en SOBEK. De invloed van de Vecht is een belangrijke factor binnen de effecten op het oppervlaktewater. In de afkoppeltracés is er een directe verbinding met de Vecht. Hierdoor zorgt de hoge waterstand in de extreme afvoersituaties $T=10$ en $T=25$ ervoor dat de afvoerpiek niet goed kan worden afgevoerd. In het tracé Bentinacksbosch vertaalt zich dit naar vergrote inundaties ten opzichte van de huidige situatie. In de tracés bij de Moskuilen is er ten opzichte van de huidige situatie een verbetering geconstateerd. De mogelijkheid om het water eerder af te voeren naar de Vecht zorgt ervoor dat er minder opstuwing plaats vindt. Voor beide afkoppelmogelijkheden geldt dat in de variant met extensief beheer van deze watergang een toename van inundaties is te zien. In de gedempte variant is het inunderende oppervlak nog groter. In de dubbele afkoppelvarianten is verbetering waar te nemen. De inundaties zijn van dezelfde orde van grootte als in de tracés van de Moskuilen. In de oude meander is in alle varianten een verlaging van de grondwaterstand. De verminderde toevoer van water zorgt voor een waterstandsverlaging met een daling in de grondwaterstand tot gevolg. Ook in de bosgebieden vindt er in de meeste varianten een verlaging van de GHG en GVG plaats. Voor het landbouwgebied hebben de meeste varianten een verlagend in GLG. Alleen in het tracé langs het Bentinacksbosch is er een verhoogde GLG waar te nemen.

Het meest gewenste afkoppeltracé is bepaald op basis van een Multi criteria-analyse(MCA). De keuze ten aanzien van het meest geschikte tracé is niet eenvoudig. Uit de MCA komen twee varianten als meest geschikt naar voren. Beide varianten verlagen het grondwater in de oude meander. De eenvoudig te realiseren Variant 1A Bentinacksbosch verbetert de grondwatersituatie voor landbouw maar verslechtert de afvoer van extremen. Bij variant 3A combinatie Bentinacksbosch en de Klashorst wordt de afvoer verbeterd maar verslechtert de grondwatersituatie. Er moet een keuze gemaakt tussen verdroging in beheer of vernatting in extremen. Aanvullende maatregelen uit het keuzemodel, landbouw op peil of DAW-projecten hierbij uitkomst kunnen geven. Variant 3A heeft de meeste potentie in het stroomgebied.

INHOUD

1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding	8
1.2	Projectgebied	8
1.3	Probleemstelling	9
1.4	Doelstelling	9
1.5	Methode	10
1.6	Afbakening	10
1.7	Leeswijzer	10
2	Methode	11
2.1	Overzicht methode	11
2.2	Systeemanalyse	11
2.3	Hydrologisch onderzoek	15
2.4	Meest gewenste maatregel	17
3	Huidige situatie	18
3.1	Rheezewaterleiding	18
3.2	Knelpunten huidige systeem	22
3.3	Eisen en wensen	25
4	Afkoppeltraces	26
4.1	Overzicht afkoppeltracés	26
5	Hydrologische analyse	29
5.1	Afkoppeltracé 1: Bentincksbosch	29
5.2	Afkoppeltracé 2: Moskuilen	33
5.3	Afkoppeltracé 3: Dubbele afkoppeling	37
6	Multicriteria analyse	42
6.1	Voorselectie	42
6.2	Toetsingscriteria	42
6.3	Multicriteria analyse	44
6.4	Meest gewenst afkoppeltracé	46
7	Aanvullende maatregelen	47
7.1	Projecten agrarische sector	47
7.2	Keuzemodel	48
8	Conclusies	50
9	Discussie	52
10	Aanbeveling	54
	Bronnenlijst	55
	Bijlagen	56

Bijlage I.	Systeemanalyse	57
Bijlage II.	Deelgebieden	61
Bijlage III.	Doelrealisatie	68
Bijlage IV.	Gespreksverslagen	71
Bijlage V.	Afkoppeltraces	76
Bijlage VI.	Resultaten huidige situatie	82
Bijlage VII.	Resultaten Variant 1A	85
Bijlage VIII.	Resultaten Variant 3A	88
Bijlage IX.	Keuzemodel	91

1 INLEIDING

In dit document worden de resultaten van het onderzoek naar de maatregelen voor de Rheezerwaterleiding gepresenteerd. In onderstaande paragrafen is de aanleiding en de opbouw van het onderzoek nader toegelicht.

1.1 Aanleiding

Het waterschap Vechtstromen is op dit moment druk bezig met het transformeren van de Vecht in het kader van het project 'Ruimte voor de Vecht'. Onderdeel van dit project is het traject Hardenberg-Junne. In dit traject worden verschillende deelprojecten ontwikkeld en tot uitvoer gebracht. In voorgaand onderzoek zijn de effecten van de transformatie en klimaatverandering op gebruiksfuncties inzichtelijk gemaakt. Daarin wordt het gebied van de Karshoek als problematisch aangestipt (Schrijver & Paalhaar, 2015).

De Karshoek is een beschermd gebied gelegen in het Natura 2000 gebied 'Vecht en beneden Regge'. In de Karshoek ligt een oude Vechtmeander, welke bovenstrooms is gedempt. De meander wordt gevoed door de uit het landbouwgebied afkomstige Rheezerwaterleiding (Figuur 1). In de oude meander zijn hoogwaardige natuurwaarden te vinden zoals stroomdalgraslanden en vochtige alluviale bossen. Deze typen zijn in de huidige situatie echter matig ontwikkeld. Oorzaken voor deze matige ontwikkeling zijn de hoge voedselrijkdom en het gebrek aan dynamiek vanuit de Vecht. (KWR watercycle research institute, 2013)

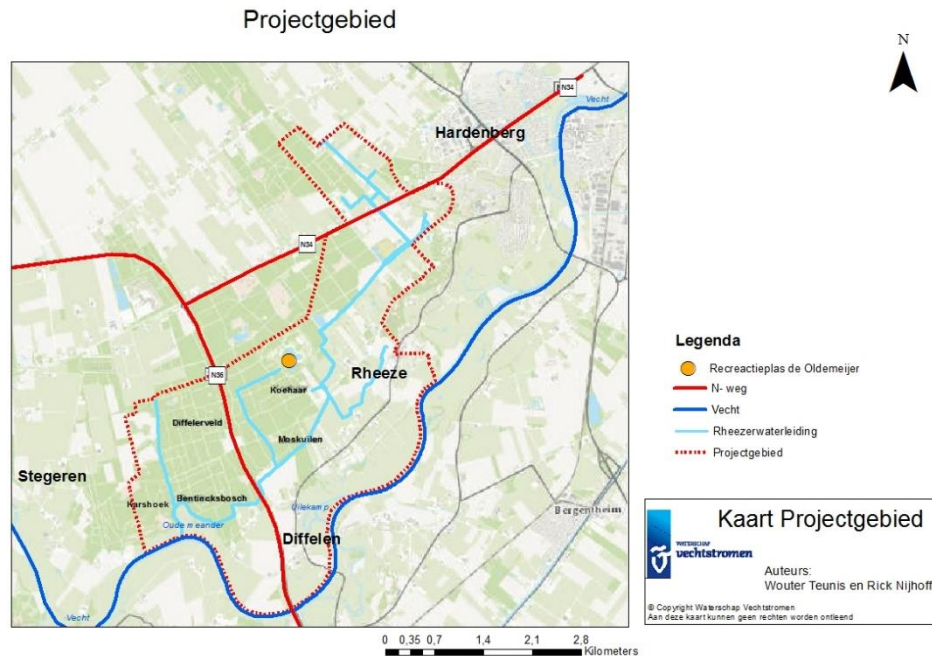
Voor de Karshoek ligt er een ontwikkelopgave voor Natura 2000, deze zal grotendeels door het project 'Ruimte voor de Vecht' moeten worden ingevuld. De invloed van de Rheezerwaterleiding is echter onduidelijk. Het waterschap Vechtstromen heeft in de planvorming een afkoppeling opgenomen, maar er moet worden onderzocht of deze het gewenste effect resulteert (Arcadis, 2015). De Rheezerwaterleiding is een watergang die vanuit bovenstrooms gelegen landbouwgebied voedselrijk water aanvoert in de meander. Ondanks dat ook de waterkwaliteit van de Vecht niet voldoet aan de KRW-norm(GEP), is de verwachting is dat de permante stroom van voedselrijkwater door het gebied belemmerend werkt op de ontwikkeling van de natuurtypen. Dit zal in de toekomst door een landschap ecologische systeemanalyse (LESA) moeten worden aangetoond. Daarnaast snijdt de leiding richting de Karshoek diep door de aanliggende bossen. De veronderstelling is dat dit ten koste gaat van kweldruk in de oude meander en een drainerend effect heeft op de bossen op de hoog gelegen zandgronden (Bureau Waardenburg, 2013).

Naast de negatieve werking op de natuur in de oude meander, is er een ander knelpunt wat nader onderzocht moet worden. In de GIS-applicatie ZON-viewer (Deltares) komt het gebied naar voren als droogtegevoelig. In de huidige situatie zijn er lokaal plekken waar droogte ervoor zorgt dat landbouw en natuur zich niet optimaal ontwikkelen. In het eerder benoemde onderzoek is er een keuzemodel ontwikkeld voor het vereenvoudigen van de keuze voor de meest geschikte maatregel. De droogteproblematiek in combinatie met het nutriëntenprobleem vraagt om meerdere maatregelen in het stroomgebied. Hierdoor is het gebied geschikt voor het testen en de doorontwikkeling van het keuzemodel (Schrijver & Paalhaar, 2015).

1.2 Projectgebied

Het projectgebied omvat het volledige stroomgebied van de Rheezerwaterleiding. In Figuur 1 is een kaart van het stroomgebied weergegeven. Het gebied heeft een oppervlakte van 1125 hectare. Hiervan is 609 hectare natuur, 229 hectare grasland en 162 hectare bouwland. Het overige deel wordt gevormd door dorpen of recreatie. De Rheezerwaterleiding start ten westen van Hardenberg van waar uit het richting het dorp Rheeze is gelegd. Ter hoogte van Rheeze buigt de

leiding af en stroomt deze parallel aan de Vecht in zuidwestelijke richting. De leiding stroomt uit in de oude meander bij Diffelen, welke het water afvoert richting de Vecht.



FIGUUR 1 AFBAKENING PROJECTGEBIED (BRON: ARC GIS)

1.3 Probleemstelling

De hoofdvraag voor dit onderzoek is als volgt geformuleerd:

Wat zijn de meest geschikte hydrologische maatregelen om de gestelde vermesting en verdrogingsproblematiek in het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding op te lossen?

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld.

1. Welke knelpunten zijn er in de inrichting van de waterhuishouding in de huidige situatie?
2. Welke afkoppeltracés zijn er mogelijk?
3. Wat zijn de hydrologische effecten van het afkoppelen van de Rheezerwaterleiding op de gebruiksfuncties?
4. Wat is het meest gewenste afkoppeltracé van de Rheezerwaterleiding?
5. Welke aanvullende maatregelen zijn toepasbaar om de effecten van de klimaatverandering op de gebruiksfuncties te reduceren?
6. Wat is volgens het bestaande keuzemodel de meest geschikte maatregel om de effecten te reduceren?

1.4 Doelstelling

Het doel van de modelstudie is om de effecten van de herinrichting in beeld te brengen en om eventuele oplossingen door te rekenen indien het watersysteem niet meer aan de normen en eisen voldoet.

1.5 Methode

In het eerste stadium van het onderzoek is door middel van een deskstopstudie en interviews met expert en gebiedsbeheerders het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding onderzocht. Vervolgens is er gestart met het ontwerpen van tracés voor de afkoppeling van de Rheezerwaterleiding. De effecten van de afkoppeling zijn aan de hand van het oppervlaktemodel SOBEK en het grondwatermodel MIPWA geanalyseerd. Op basis van de resultaten van deze analyse is er Multicriteria analyse uitgevoerd om tot een meest gewenste afkoppeling te komen. Tenslotte is er een onderzoek naar welke aanvullende maatregelen er kunnen worden getroffen om het watersysteem te verbeteren.

Er vinden twee studies plaats:

1. Hydrologische effectberekeningen van de afkoppeltracés
2. Bepaling van aanvullende maatregelen.

In hoofdstuk twee wordt de methode uitgebreid beschreven, hierbij worden de verschillende stappen specifiek toegelicht.

1.6 Afbakening

Het onderzoek spitst zich toe op de hydrologische situatie van de Rheezerwaterleiding. Hierbij zullen enkel ingrepen van hydrologische aard worden gemodelleerd. Er wordt een globaal ontwerp gemaakt voor deze ingrepen, het ontwerp is echter niet in detail uitgewerkt. In overleg met de opdrachtgever is de aandacht gericht op gebruiksfuncties landbouw en natuur. Daarom zijn de extreme afvoersituaties $T=50$ en $T=100$ buiten beschouwing gelaten. Dit is mede ingegeven door de beschikbare tijd.

Voor de SOBEK-studie is de vijver bij de begraafplaats Larikshof als modelrand aangenomen. Vanaf hier volgt het model de Rheezerwaterleiding tot de uitstroom in Vecht. In het grondwatermodel is het gehele projectgebied in het model opgenomen.

In aanvulling op de hoofdmaatregel wordt er met behulp van het keuzemodel gekeken naar aanvullende maatregelen. Per gebruiksfunctie worden enkel gewenste maatregelen inzichtelijk gemaakt en nader onderzocht. Voor deze maatregelen wordt op basis van recent onderzoek en eigen inzicht een conclusie getrokken over de invloed van de maatregel en de toepasbaarheid in het projectgebied.

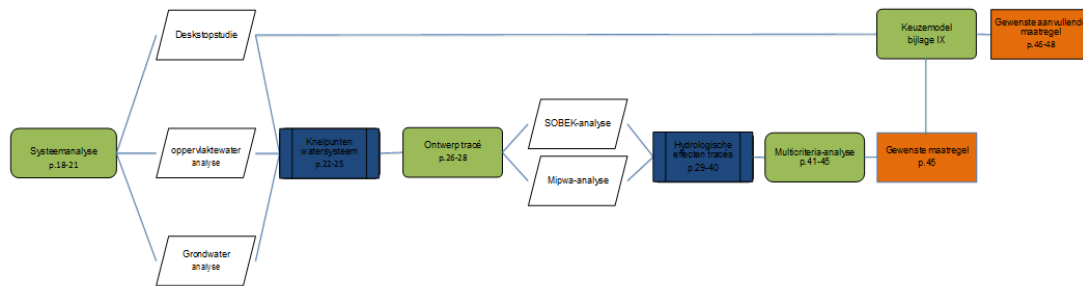
1.7 Leeswijzer

De opbouw van het rapport is volgt: In hoofdstuk twee wordt de gehanteerde methode tijdens het onderzoek uiteengezet. Hierin zijn ook de uitgangspunten en randvoorwaarden van het onderzoek en de eisen en wensen ten aanzien van de deelgebieden en de Rheezerwaterleiding beschreven. De huidige situatie van de Rheezerwaterleiding is in hoofdstuk drie uitgelicht. Hiervoor is een uitgebreide systeemanalyse uitgevoerd. Hoofdstuk vier is gewijd aan de beschrijving van de afkoppeltracés, hierbij zijn ook de varianten beschreven. Aansluitend zijn in hoofdstuk vijf de resultaten van de hydrologische analyse van de tracés weergegeven. Op basis van de resultaten van het onderzoek is in hoofdstuk zes een Multicriteria-analyse uitgevoerd om tot het meest gewenste alternatief te komen. In hoofdstuk zeven is het proces voor de keuze van aanvullende maatregelen door middel van het keuzemodel toegelicht. In daaropvolgende hoofdstukken zijn de discussie, conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 METHODE

In dit hoofdstuk wordt de methode toegelicht die is gebruikt om de onderzoeksvragen te beantwoorden. In Figuur 2 is de onderzoeksmethode schematisch weergegeven.

2.1 Overzicht methode



FIGUUR 2 STROOMSCHEMA METHODE ONDERZOEK

2.2 Systeemanalyse

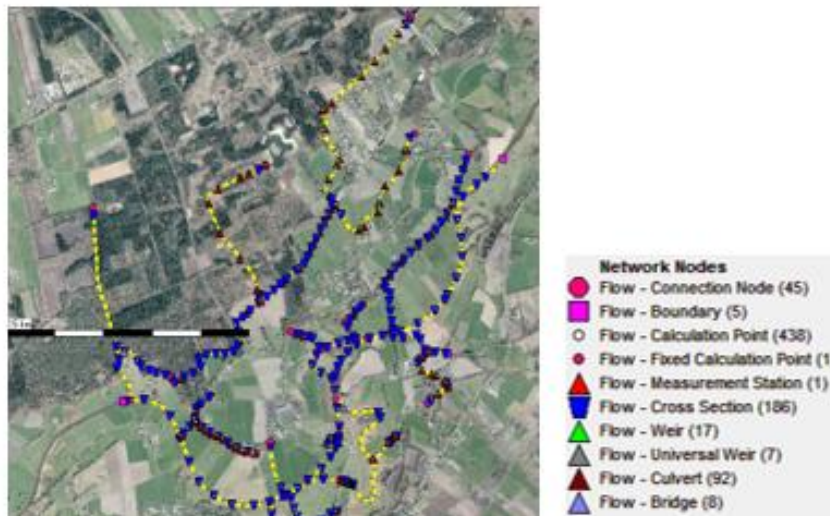
De systeemanalyse vormt de basis voor het onderzoek. In deze analyse is onderzoek gedaan naar verschillende aspecten in het projectgebied die van invloed zijn op de mogelijke hydrologische maatregelen. Voor het analyseren van de knelpunten is het projectgebied opgedeeld in deelgebieden. Er is onderscheid gemaakt tussen 1) de Rheezerwaterleiding, 2) het landbouwgebied, 3) de bosgebieden, en 4) het beschermd natuurgebied de Karshoek.

2.2.1 Deskstopstudie & interviews

Door middel van een desktopstudie en interviews met gebiedsbeheerders en experts binnen het waterschap is de huidige situatie van het gebied inzichtelijk gemaakt. Tijdens de interviews is de omgeving en de betreffende locaties bezocht. In eerste instantie is dit gedaan door in groter perspectief naar de ambities, plannen en onderzoeken voor het Vechtdal te kijken. Vervolgens is het projectgebied geanalyseerd, waarbij gekeken is naar verschillende aspecten in het gebied, zoals hoogteligging, landgebruik en bodemopbouw, die invloed uitoefenen op de mogelijke afkoppeling van de Rheezerwaterleiding.

2.2.2 Oppervlaktewater

In de analyse van de huidige situatie is het oppervlaktewatersysteem van de Rheezerwaterleiding geanalyseerd met een SOBEK-model. Voor de Vecht is er binnen het waterschap Vechtstromen een bestaand SOBEK-model beschikbaar. In Figuur 3 is het SOBEK-model weergegeven. Het bestaande model van de Vecht is afgeknipt ter hoogte van Hardenberg en direct na de uitstroom van de oude meander in Karshoek. Vervolgens is het model uitgebreid met de Rheezerwaterleiding. Het bestaande model is gebouwd in SOBEK 2.12.007, de uitbreiding is toegevoegd in SOBEK 2.14.001. Het betreft een hydraulisch 1D-model.



FIGUUR 3 SOBEK MODEL RHEEZERWATERLEIDING (BRON: SOBEK)

AFVOERSITUATIES

In deze studie zijn de alternatieven conform het handboek hydrologie op de volgende afvoersituaties getoetst:

STATIONAIR (BEHEERSITUATIES)

- 1/100 Q (situatie wordt gedurende 10 % van de zomerperiode bereikt of overschreden)
- 1/4 Q (situatie wordt 80 dagen per jaar bereikt of overschreden)

NIET-STATIONAIR (EXTREMEN)

- T = 10 (Afvoersituatie komt eens per 10 jaar voor)
- T = 25 (Afvoersituatie komt eens per 25 jaar voor)

De twee beheersituaties dienen voor grondwater gerelateerde doelen en stromingscondities. Deze dienen geen doel op zich maar vormen een onderliggende situatie. De resultaten van SOBEK zijn geïntegreerd in het grondwatermodel. Het oppervlaktewater is voor de bos- en natuurgebieden minder van belang. Deze zijn dan ook niet aan inundatienormen getoetst.

Het landbouwgebied is getoetst aan de extreme afvoersituaties. De extremen zijn geselecteerd op basis van de toelaatbare overschrijdingsnorm. Voor de graslanden geldt dat eens per 10 jaar 5% van het maaiveld mag overstromen. Voor bouwland is de toelaatbare overschrijdingsnorm eens per 25 jaar met een maaiveldcriterium van 1% (Waterschap Vechtstromen, 2015).

Daarnaast is er ook getoetst aan een klimaatscenario. Er is gekozen voor een toekomstig Wh scenario (voorheen w+) (Tauw, 2012). Dit betekent voor de afvoersituatie een toename van 10% (Q=110%). Op deze manier wordt het risico op inundatie in beeld gebracht (PCCC, 2015).

2.2.3 Randvoorwaarden & uitgangspunten

De hydrologische randvoorwaarden die in het SOBEK-model zijn aangenomen, zijn in deze paragraaf toegelicht.

LATERALE TOESTROOM

Voor het afvoerende debiet van de Rheezerwaterleiding zijn geen gegevens bekend. Daarom is de laterale instroom bepaald op basis van de voorkomende grondwatertrappen. Conform de methode in het hydrologisch handboek is per afwateringseenheid op basis van de afvoer coëfficiënt van grondwatertrappen in Tabel 1 een lateraal afvoerdebiet voor een maatgevende

afvoer (1Q) bepaald. Deze zijn vervolgens toegekend aan de watergang in SOBEK als Lateral discharge. Op basis van de 1Q afvoer zijn de overige afvoersituaties bepaald. Van een aantal delen van het projectgebied is er geen grondwatertrap gedefinieerd. Voor deze gebieden is een gemiddelde afvoercoëfficiënt gekozen (Waterschap Vechtstromen, 2015).

TABEL 1 AFVOERCOEFFICIENT (BRON: HANDBOEK HYDROLOGIE)

Grondwatertrap	Afvoercoëfficiënt (l/s/ha)
II	1,50
III	1,33
IV	1,00
V	1,00
V*	0,67
VI	0,67
VII	0,33

BENEDENSTROOMSE RANDVOORWAARDE

In het bestaande SOBEK-model zijn de waterstanden voor de oude situatie van de Vecht gesimuleerd. Uit dit model is per afvoersituatie een debiet bovenstrooms en een Q/h relatie benedenstrooms afgeleid. Deze zijn in het model voor de Rheezerwaterleiding toegevoegd als boundaries voor de Vecht. De gesimuleerde waterstanden van de Vecht vormen de benedenstroomse randvoorwaarde. In theorie betekent dit, dat bij een hoge Vechtstand terugstuwung van de waterleiding mogelijk is.

BOVENSTROOMSE RANDVOORWAARDE

Het model heeft als bovenstroomse randvoorwaarde bij de vijver van de begraafplaats Larikshof een stationair debiet waarmee de afvoer van het model wordt opgelegd. Dit debiet is bepaald op basis van de laterale toestroom van de 249 hectare bovenstrooms gelegen afwatereenheden. In Tabel 2 zijn per afvoersituatie de boven- en benedenstroomse randvoorwaarde (node 48 uitstroom oude meander) gegeven.

TABEL 2 BEREKENDE AFVOERSITUATIES (BRON: SOBEK)

Afvoersituatie	Verschaling	Debiet vijver Larikshof	Laterale toestroom	Waterstand Vecht (m+NAP)
1/100Q	1%	0,0016 m³/s	0,0081 m³/s	2.65 M +NAP
1/4 Q	25%	0,041 m³/s	0,2034 m³/s	4.38 M +NAP
1Q	100%	0,163 m³/s	0,8135 m³/s	6.04 M +NAP
T = 10	150%	0,245 m³/s	1,2203 m³/s	6.73 M +NAP
T = 25	170%	0,278 m³/s	1,3830 m³/s	6.80 M +NAP
Klimaat	110%	0,180 m³/s	0,8949 m³/s	6.10 M +NAP

PROFIEL WATERGANG

De dwarsprofielen van de Rheezerwaterleiding zijn verkregen uit de GIS-database van het waterschap Vechtstromen. De profielen zijn recent ingemeten (2014/2015). Voor de profielen is er gekozen voor de weerstand coëfficiënt van Bos en Bijkerk, zoals in Tabel 3 weergegeven.

TABEL 3 WEESTANDCOEFFICIENTEN WATERGANG (BRON: HANDBOEK HYDROLOGIE)

Onderhoudstoestand	Y-waarde
Zeer schoon	45 - 30
Schoon	35 - 20
Licht begroeid	25 - 15
Matig begroeid	20 - 10
Vrij sterk begroeid	16 - 05
Zeer sterk begroeid	< 10

De onderhoudstoestand van de Rheezerwaterleiding is als schoon te typeren, dit betekent dat de Y-waarde zich tussen de 20-35 bevindt. In het bestaande model zijn in soortgelijke watergangen gekozen voor een Y-waarde van 33,8. Dit komt overeen met een schone watergang. Omdat de Rheezerwaterleiding twee keer per jaar wordt schoongemaakt is er gekozen om deze waarde ook voor de leiding te gebruiken.

KUNSTWERKEN

In het model zijn 45 duikers opgenomen. De instroom- en uitstroomhoogtes, lengtes en inwendige hoogtes zijn verkregen uit de GIS-database van Waterschap Vechtstromen. Voor kunstwerken (duikers en bruggen) wordt een Chezy-waarde van $45 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ aangehouden conform het handboek hydrologie (Waterschap Vechtstromen, 2015).

In het gebied bestaan twee stuwen. Deze bevinden zich op de grens van de peilgebieden. De stuwen zijn gelegen in de zijafakkingen van de leiding. Een in de afvoerleiding van recreatieplas de Oldemeijer en de ander in de aftakking ter hoogte van het dorp Rheeze.

PEILGEBIEDEN

Het peilgebied van de Rheezerwaterleiding heeft een zomerpeil en winterpeil van 7 m + NAP. De stuw bij Rheeze handhaaft de peilen op 6,87 m +NAP. De peilen van de recreatieplas de Oldemeijer variëren. Het zomerpeil in de plas is 6,2 m + NAP, het winterpeil is 7,32 m + NAP.

2.2.4 Grondwatersysteem

Voor het landbouwgebied is onderzoek uitgevoerd naar het actuele grond- en oppervlaktewatersysteem.

MIPWA

Methodiekontwikkeling Interactieve Planvorming ten behoeve van het Waterbeheer(MIPWA) is een detailgrondwatermodel van Noord-Nederland. Het model heeft een resolutie van 25 meter en is geschreven in de rekencode MODFLOW.

Het model is gevalideerd en gekalibreerd zodat de huidige grondwatersituatie zo goed mogelijk gesimuleerd wordt. Uit het bestaande MIPWA-model is een uitsnede gehaald. Het SOBEK-model van de huidige situatie is in het MIPWA-model geïntegreerd. Op basis hiervan is met model de huidige grondwatersituatie bepaald.

LANDBOUWGEBIED

Het gewenste grondwaterregime voor de gebruiksfunctie landbouw is bepaald met behulp van de Help-tabel. De help-tabellen zijn gericht op opbrengstverliezen in relatie met de grondwaterhuishouding. De kengetallen van lemig zand zijn hiervoor toegepast. In het agrarische gebied komen de volgende grondwatertrappen voor: III, VI en VII. Met behulp van de volgende formule is per grondwatertrap de opbrengstderving (%) voor lemig zand bepaald

$$\text{Opbrengst} = (1 - \text{factor natschade}) * (1 - \text{factor droogteschade})$$

Op basis van de opbrengstderving is per perceel de gewenste grondwatertrappen gedefinieerd. Hierbij is de grondwatertrap met de minste derving als meest gewenst aangehouden (Bot, 2011).

BOSGEBIEDEN&KARSHOEK

De formule van Runhaar is gebruikt om de meest ideale grondwatertrap per natuurdoeltype te bepalen. Uit het handboeknatuurdoeltypen zijn de gewenste gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) verworven (Hennekens & Runhaar, 2014). Op basis van de GVG kan aan de hand van de volgende formules GLG en GHG worden afgeleid. De resultaten van de formules zijn geclassificeerd in meeste gewenste grondwatertrappen.

Voor GWT I, II en IV:

$$GHG = GVG - 15$$

Voor GWT III, V, VI en VII:

$$GHG = GVG - 25$$

Voor alle GWT:

$$GLG = \frac{GVG - (0.85 * GHG) - 5}{0.2}$$

DROOGTEPROBLEMATIEK

Voor het inzichtelijk maken van de verdroging in de deelgebieden is er gebruikt gemaakt van het programma Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON) (Tauw, 2012). Door middel van dit programma is een inschatting van de klimaateffecten gemaakt.

2.2.5 Randvoorwaarden en uitgangspunten

De randvoorwaarden die in het MIPWA-model zijn aangenomen, zijn in deze paragraaf toegelicht.

MODELRAND

De output van het model is een vierkant van vijf bij zeven kilometer rondom het projectgebied. De rekenbuffer is gezet op twee kilometer. De waarden van deze twee kilometer zijn door Modflow meegenomen in de berekening.

INVOER

Voor het MIPWA-model zijn de beheersituaties uit SOBEK geïntegreerd. Voor het waterpeil in de zomersituatie zijn de resultaten van 1/100Q aangenomen. De resultaten van de ¼ Q zijn representatief voor het winterpeil. Daarnaast is ook de bodemhoogte verkregen uit SOBEK. Voor de infiltratiefactor is een standaardfactor van 0,33 aangenomen. De conductance (weerstand) van de watergang is berekend met de volgende formule.

$$Conductance = \frac{(lengte\ watergang * breedte\ watergang)}{C\ (aantal\ dagen)}$$

2.3 Hydrologisch onderzoek

Er is een hydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de effecten van de afkoppeltracés. Doel van het onderzoek is om te bepalen welke effecten de hydrologische ingrepen hebben op bestaande belangen ter plaatse van bebouwing, aangrenzende landbouw en de natuur.

2.3.1 Bepaling afkoppeltracés

Op basis systeemanalyse zijn er voor de Rheezerwaterleiding drie afkoppel tracé ontworpen:

- Afkoppeltracé 1: Bentincksbosch
- Afkoppeltracé 2: Moskuilen
- Afkoppeltracé 3: Dubbele afkoppeling

Binnen de afkoppeltracés zijn er meerdere varianten gesimuleerd. In de varianten is er gevarieerd met demping en extensief beheer. Bijvoorbeeld in de afvoerleiding richting de Karshoek of een deel van de huidige Rheezerwaterleiding. Voor het extensief beheer is er een weerstand coëfficiënt van tien Bos en Bijkerk aangenomen. Dit staat voor een vrij sterk begroeide watergang.

KRW-TYPE

De Rheezerwaterleiding is geclassificeerd als een R-4 watergang. Deze voldoet niet geheel aan de beschrijving van een R4 maar er is geen lagere classificatie dan R4. De afkoppelingen zijn wel getoetst op de eisen voor R4. Een R4- type watergang valt onder de categorie rivieren met als classificatie 4: een permanent langzaam stromende bovenloop op zand. Voor het nieuw te realiseren deel gelden de eisen voor een KRW type R4 watergang (STOWA, 2012).

- Stroomsnelheid tussen 0,1 en 0,5 m/s
- Verhang < 1,0 m per km
- Breedte tussen 1,0 en 3,0 m
- Oppervlakte stroomgebied tussen 0 en 10 km²
- Permanentie droogvallend
- Getijden zijn niet van toepassing

Het waterschap heeft ontwerpparameters voor een R4 -watergang opgenomen in het handboek hydrologie. In Tabel 4 zijn de parameters weergegeven. Voor de beheersituaties moet er aan de volgende situaties voldaan worden.

TABEL 4 ONTWERPPARAMETERS R4-WATERGANG (BRON: HANDBOEK HYDROLOGIE)

Afvoersituatie	Stroomsnelheid	Waterdiepte
1/100 Q	>0.10 m/s	-
1/4Q	0.2 – 0.4 m/s	0.25 m
T=1 (klimaat)	<0.50 m/s	-

Indien de afkoppeling van de Rheezerwaterleiding plaats vindt op een natuurlijke wijze kan er ook worden gekozen voor een KRW-type M. Bijvoorbeeld M12 kleine ondiepe zwak gebufferde plassen (vennen) Of M14 Ondiepe (matig grote) gebufferde plassen (STOWA, 2012).

2.3.2 Modelstudie

De effecten van de afkoppeltracés zijn bepaald door een modelstudie met het SOBEK-model en het MIPWA-model. De resultaten zijn gepresenteerd in GIS-kaarten.

SOBEK-MODEL

In het SOBEK-model zijn volgens de R4 eisen profielen ontworpen. Op basis van de resultaten van de simulaties zijn de profielen aangepast of zijn er profielen en kunstwerken in de aan te sluiten watergang aangepast.

In ARCGIS zijn de in SOBEK bepaalde waterstanden geïnterpoleerd naar het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding. Deze zijn weggezet tegen het maaiveld. In plaats van de exacte inundatie is ervoor een voldoet/voldoet niet benadering gekozen. Dit omdat de SOBEK-resultaten niet gekalibreerd zijn maar wel een goede indicatie geven waar de problemen zich vormen. Voor het toetsen van de landbouw zijn inundaties ook in percentages uitgedrukt. Hierbij zijn de inundaties van Vecht buiten beschouwing gelaten.

MIPWA

Voor bepaling van de geohydrologische effecten van de afkoppeltracés is gebruik gemaakt van het MIPWA-model. De eindresultaten van SOBEK zijn per afkoppel tracé in MIPWA geïntegreerd en gesimuleerd. Met dit model zijn de effecten berekend op de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en kwel/wegzijging-situatie. De resultaten van het model zijn gepresenteerd in GHG, GLG en kwel kaarten.

2.4 Meest gewenste maatregel

De resultaten van de modelstudie zijn gebruikt om tot een meest gewenste maatregel te komen. Daarnaast is er ook gekeken naar aanvullende maatregelen

2.4.1 Multicriteria-analyse

Om tot een gewenst afkoppeltracé te komen wordt er gebruik gemaakt van een Multicriteria-analyse om meer inzicht te krijgen in het besluitproces. De verschillende wensen en eisen van de diverse gebruiksfuncties, de opdrachtgever en Staatsbosbeheer zijn gebundeld in criteria in paragraaf 6.2.

2.4.2 Aanvullende maatregel

De problemen in het gebied zijn kenmerkend voor hogere zandgronden. Daarom is er eerst gekeken naar soortgelijke maatregelen in bestaande projecten. Vervolgens is er specifiek naar maatregelen gekeken aan de hand van het keuzemodel.

2.4.3 Keuzemodel

Voor het bepalen van aanvullende maatregelen is het keuzemodel gebruikt, welke is ontwikkeld door het waterschap Vechtstromen (Schrijver & Paalhaar, 2015). Op basis van verschillende parameters van een probleemgebied worden er uit een database maatregelen aangedragen.

3 HUIDIGE SITUATIE

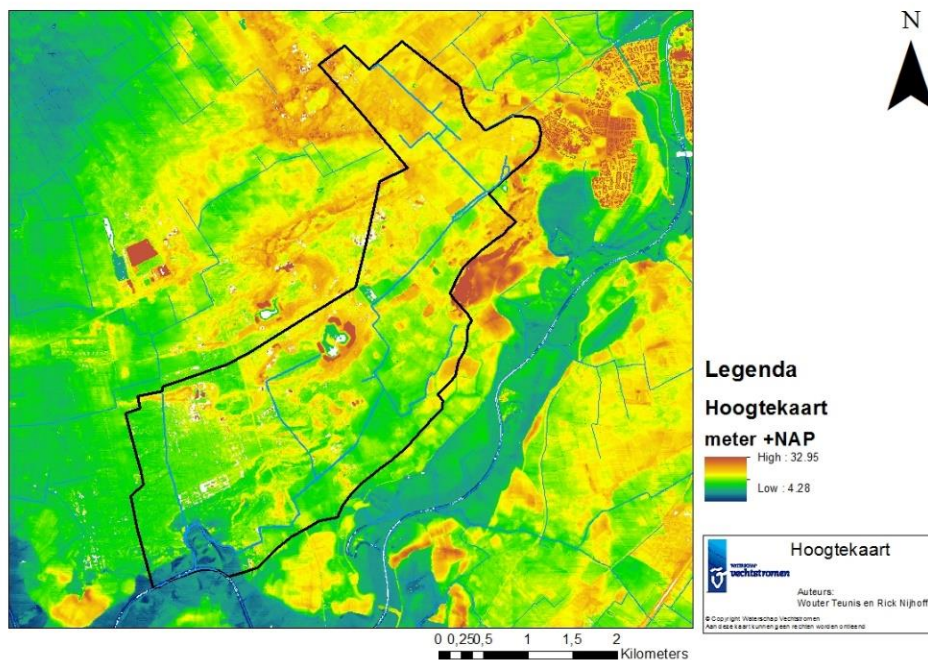
In dit hoofdstuk wordt de op basis van de systeemanalyse antwoord gegeven op de deelvraag: *Welke knelpunten zijn er in de inrichting van de waterhuishouding in de huidige situatie?* Een volledige analyse van het gebied en de plannen voor van het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding is toegevoegd in Bijlage I.

3.1 Rheezerwaterleiding

De watergang is gegraven om het bovenstroomse landbouwgebied te ontwateren. De leiding stroomt uit in een oude meander van de Vecht gelegen in de Karshoek. De Karshoek is in het Holoceen ontstaan. In eerste instantie door verstuiwing van dekzanden en vorming van rivierduinen in drogere perioden, waar later door meanderen, erosie en overstroming van de Vecht verschillende morfologische veranderingen optraden en uitgebreid jong bodemmateriaal aan het bodemoppervlak kwam te liggen (KWR watercycle research institute, 2013). Sinds de kanalisatie van de Vecht staat deze meander alleen stroomafwaarts in verbinding met de Vecht. Het bovenstroomse deel van de meander is gedempt en geëgaliseerd (Wallis de Vries, 1991).

3.1.1 Hoogteligging

In Figuur 4 is een hoogtekaart toegevoegd. Het projectgebied kent een reliëf. Het hoogste punt 9.62 M + NAP en laagste punt met 5.48 M+ NAP bevindt zich in de meander. De Rheezerwaterleiding die vanuit het noordelijk gelegen landbouwgebied naar de oude meander stroomt, kent hierdoor een aanzienlijk verval. Het gebied wordt gekenmerkt door de dekzandruggen wat zorgt voor een de afwisseling van laagtes en zandwallen in dit gebied waardoor het de afwatering kan belemmeren. Hierdoor zijn de mogelijkheden voor afkoppelingen beperkt. De relatief hoog gelegen bos- en landbouwgebieden ten noordoosten van de Karshoek zijn droogtegevoelig.



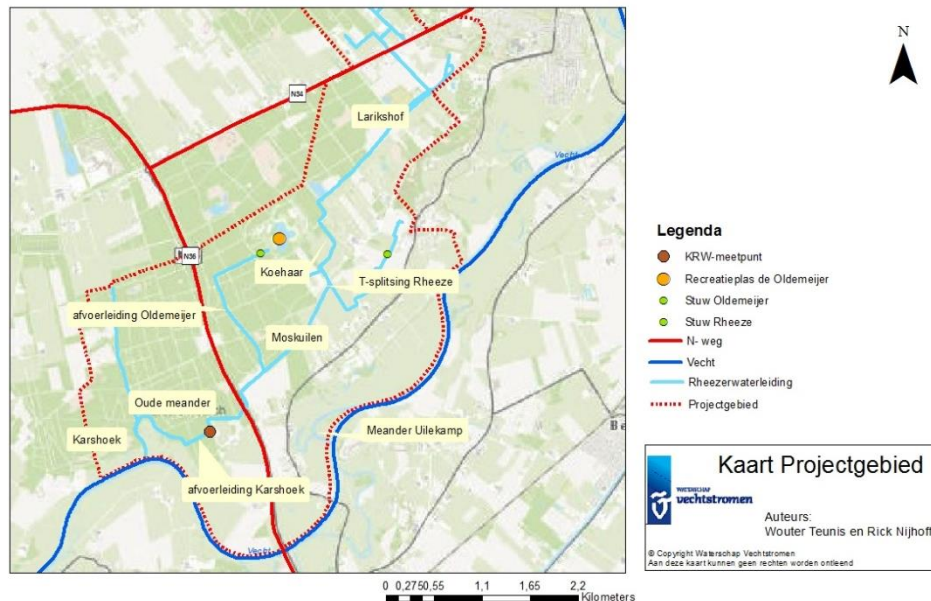
FIGUUR 4 HOOGTEKAART PROJECTGEBIED (BRON: AHN/ARC GIS)

3.1.2 Oppervlaktewatersysteem

Het watersysteem van de Rheezerwaterleiding is geclassificeerd als KRW-type R4 watergang. Type R4 betreft een langzaam stromende bovenloop, heeft een lage afstroom en een gedempte dynamiek.

SECTIES RHEEZERWATERLEIDING

In de Figuur 5 is de Rheezerwaterleiding is opgedeeld in secties. In het rapport wordt in de analyses naar deze secties verwezen.



FIGUUR 5 PROJECTGEBIED MET SECTIES (BRON: ARC GIS)

HERPROFILERING 1999

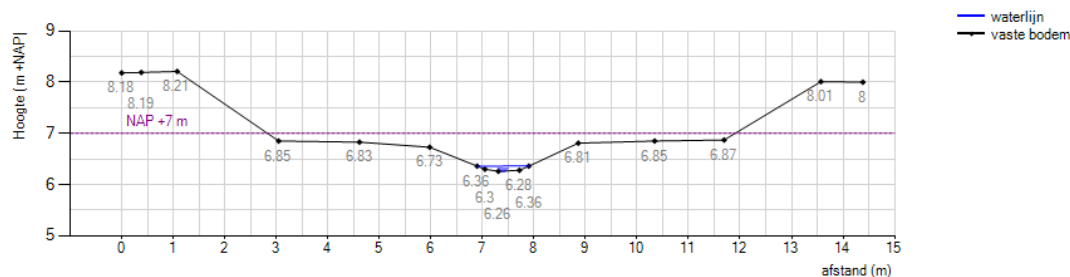
In 1999 is een deel van de leiding verlegd en zijn over de hele lengte in het profiel verdiepte schouwpaden aangelegd die in geval van hoogwater onderlopen. Hierbij is de leiding verondiept waardoor de leiding minder drainerend werkt. Aan deze herprofilering lag een onderzoek van Arcadis ten grondslag. In de conclusie wordt aangegeven wanneer het ontwerp door wordt gevoerd, er bij een 1Q afvoersituatie rekening moet worden gehouden met inundaties in lagergelegen gebied bij de Moskuilen (Arcadis, Jeroen van de Scheer, 1998).

STROMINGSNATUUR

De Rheezerwaterleiding stroomt via de afvoerleiding naar de Karshoek. Hier vormt de leiding een stromend beekje door de oude meander. In dit stroompje heeft zich in de loop der jaren stromend watermilieu met waardevolle beekfauna ontwikkeld. In het Vechtdal is dit een van de weinige watergangen met stroom natuur die tot uitstroom komt in de Vecht (Duursema, 2015).

TECHNISCHE ASPECTEN

De Rheezerwaterleiding kent over de lengte een behoorlijk verval. De bodemdiepte ter hoogte van de vijver Larikshof is 7.31+ NAP. In de meander bij de uitstroom in de Vecht is de bodemhoogte 3.93 + NAP. In Figuur 6 is een dwarsdoorsnede van de Rheezerwaterleiding weergegeven. Dit accoladeprofiel is typerend voor de leiding. Het profiel heeft een bodembreedte variërend van 1 tot 1,5 meter. De bovenbreedte van de watergang varieert tussen 2,5 en 3,5 meter met op sommige plaatsen een breedte van 5,5 meter. De breedte van de watergang inclusief terrastalud varieert van 8 tot 11 meter.



FIGUUR 6 DWARSPROFIEL RHEEZERWATERLEIDING (BRON: GEOWEB VECHTSTROMEN)

In de watergang liggen in totaal 64 kunstwerken. Dit zijn over het algemeen ronde duikers. Bovenstrooms van de vijver bij de begraafplaats Larikshof varieert de inwendige hoogte van 0,3 tot 0,4 meter. Verder benedenstrooms is dit een van 0,8 tot 1 meter. In het deel van de leiding aansluitend op de meander liggen twee vierkante duikers met een inwendige maat van 1,2 en 1,4 meter. Bij de afvoerleiding Oldemeijer is dicht bij de recreatieplas een regelbare stuw gesitueerd.

STROOMSNELHEID

Voor een R4 KRW-type worden eisen gesteld aan stroomsnelheden. In SOBEK zijn deze snelheden gecontroleerd voor de huidige situatie. In de 1/100 Q varieert de snelheid van 0.01 m/s bij de vijver van de Larikshof tot 0.09 m/s bij de afvoerleiding naar de Karshoek. Dit voldoet niet aan de eis van 0.1 m/s. Ook in de 1/4Q zijn de snelheden aan de lage kant aan de start is deze 0.11 m/s. Bij de afvoerleiding voldoet de snelheid we met 0.39 m/s. De waterdiepte is wel voldoende. Deze varieert van 0.25 meter tot 0.5 meter. Tijdens de klimaatsituatie komen er snelheden van 0.14 m/s tot 0.55 m/s voor. De lage snelheden komen door het uittreden van de Rheezerwaterleiding op het terrastalud.

WATERKWALITEIT

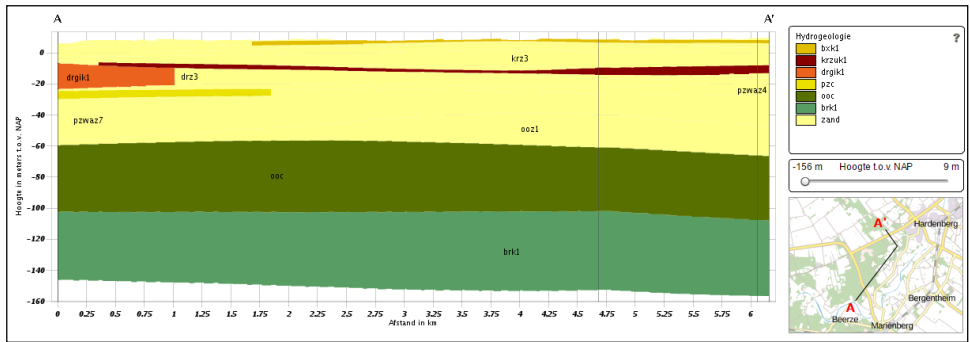
In de Rheezerwaterleiding zijn van 2000 tot en met 2013 waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd. Uit deze metingen komt naar voren dat stikstofwaardes de KRW-norm ($GEP < 2,3 \text{ mg N/l}$) overschrijden. Opvallend is dat de eigenlijk de gehele meetperiode schommelen tussen de grenzen van de classificatie matig 2.4 mg N/l tot 4.8 mg N/l , maar in 2013 stijgen deze tot een waarde van 6.2 mg N/l (categorie: ontoereikend). Verder zijn er weinig opvallende resultaten te onderscheiden. De waardes van de zuurgraad (PH) en tempratuur (T) worden geclassificeerd als zeer goed. Enkel de waardes voor fosfor(P) worden als goed beoordeeld (Waterschap Vechtstromen, 2013).

In de Vecht zijn ook twee waterkwaliteitsmeetpunten die worden gemonitord. Een bij Laar in Duistland (bovenstrooms) en in Ommen (benedenstrooms). Het projectgebied is gelegen tussen deze meetpunten. Uit de metingen bij Laar komt naar voren dat de stikstofwaardes de KRW-norm wordt overschreden. In het laatste decennium bevinden de gemeten waarden zich tussen de 3 en 5.9 mg N/l stikstof. De meetgegevens bij Ommen bevinden zich tussen de 2 en 5.4 mg N/l stikstof. Hieruit kan worden opgemaakt dat de waterkwaliteit zich landinwaarts verbeterd. In de laatst gemeten waarden (2015) is de stikstofconcentratie bij Laar 4.2 mg N/l en bij Ommen 3.8 mg N/l (Waterschap Vechtstromen, 2016).

3.1.3 Grondwatersysteem

Het grondwatersysteem wordt beïnvloed door de bodemopbouw. In Figuur 7 is de geohydrologische opbouw van het gebied weergegeven. Het projectgebied bestaat hoofdzakelijk uit zand met een lemig karakter. Het grondwatersysteem van de Rheezerwaterleiding wordt gedomineerd door dekzandruggen. Dit resulteert in diepe grondwaterstanden in de landbouwgebieden, een groot deel van percelen wordt geclassificeerd in grondwatertrap V of VI.

De Karshoek bestaat vooral uit lichte zavel en is ontstaan in het Holocene. Het gebied van de Rheezerwaterleiding wordt gedomineerd door de zandgronden van de formatie van Kreftenheye en Peize Waalre. De eerste ondoorlatende laag wordt gevormd door een dunne kleilaag van de formatie van Kreftenheye.

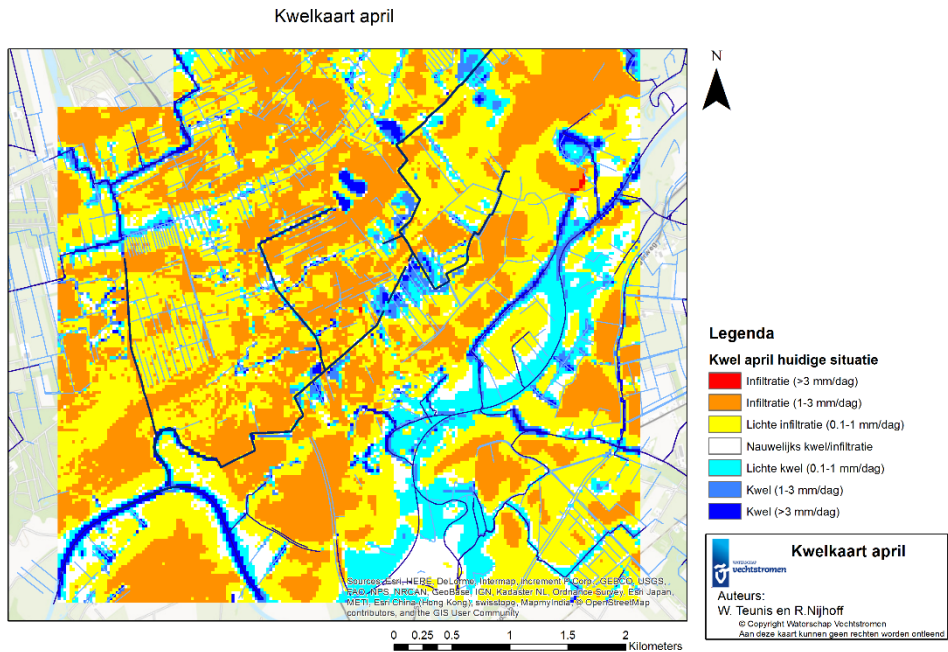


FIGUUR 7: GEOHYDROLOGISCHE OPBOUW PROJECTGEBIED (BRON: REGIS MODEL DINOLOKET)

Ter hoogte van de Karshoek gaat deze laag over in een dikkere kleilaag van het laagpakket van Gieten. Deze kleilagen vormen de ondoorlatende laag welke de basis vormt voor de kwelvorming van de Karshoek. Onder deze ondoorlatende laag bevindt zich de Formatie van Breda.

KWEL EN WEGZIJGING

In het grondwatermodel zijn kwel en wegzijging kaarten gemaakt. Deze zijn in Bijlage VI toegevoegd. Deze kaarten zijn bepaald voor de periodes januari, april en juli. In Figuur 8 is de kwelsituatie van april weergegeven. Uit deze kwelkaart is te concluderen dat de Rheezerwaterleiding over de gehele lengte wordt gevoed door grondwaterfluxen (kwel). Deze kwel is afkomstig van de infiltratie in het gehele stroomgebied van de Rheezerwaterleiding. Voornamelijk in het hoger gelegen bosgebied komt er in hoge mate infiltratie voor. Dit heeft nadelige gevolgen voor de kwelafhankelijke soorten die zich bevinden binnen dit gebied.



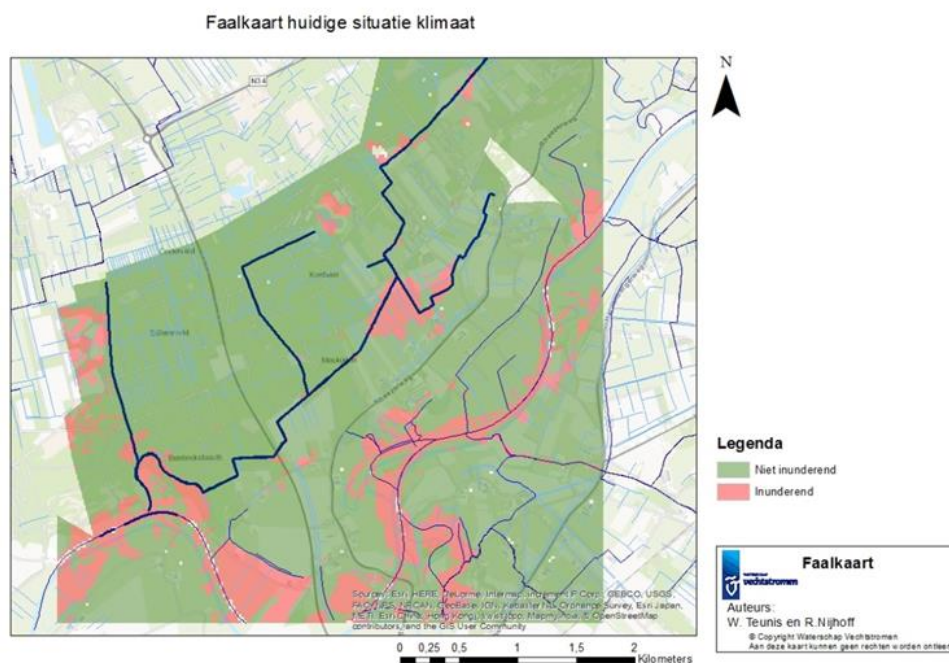
FIGUUR 8 KWELKAART PROJECTGEBIED IN MAAND APRIL (BRON: MIPWA MODELARCGIS)

3.2 Knelpunten huidige systeem

Het projectgebied is in Bijlage II opgedeeld in deelgebieden. Hiermee wordt getracht duidelijker onderscheid te maken tussen knelpunten en gewenste situaties. In deze paragraaf zijn deze knelpunten per deelgebied toegelicht.

3.2.1 Rheezerwaterleiding

In Bijlage VI zijn de SOBEK-resultaten van de huidige situatie weergegeven. Het gebied bij de Moskuilen vormt een probleemgebied. In de hoogtekaart (Figuur 4) is in het gebied Moskuilen/t-splitsing een laagte waar te nemen. In Figuur 9 is te zien dat deze in de huidige situatie al inundeert tijdens de klimaatsituaties. In het deel van de leiding vanaf de vijver bij de Larikshof komen enkele kleine inundaties voor. Dit correspondeert met de verwachting van het onderzoek naar de Rheezerwaterleiding (Arcadis, Jeroen van de Scheer, 1998) en met waarnemingen van de gebiedsbeheerder (Kuiper, 2015). In de T=10 en T=25 afvoersituatie zijn deze inundaties nog groter van omvang. In de kwel kaart in Figuur 8 is te zien dat in dit gebied kwelvorming voorkomt.



FIGUUR 9: INUNDATIES PROJECTGEBIED TIJDENS KLIMAAT AFVOER (BRON: SOBEK/ ARC GIS)

3.2.1 Karshoek

Recent zijn er een aantal deskstopstudies uitgevoerd in de Karshoek, hiermee zijn de knelpunten in de Karshoek onderschreven. Voor de precieze invloed van de knelpunten zal het Waterschap Vechtstromen in 2016 een landschap ecologische systeemanalyse (LESA) worden uitgevoerd.

WATERKWALITEIT

De waterkwaliteit in de Vecht is van een mindere kwaliteit dan de Rheezerwaterleiding. Echter komt de Vecht alleen in periodes van inundatie tot de oude meander. De inundaties van de Vecht zijn gewenst voor de ontwikkeling van de Karshoek. Tijdens deze inundaties wordt slib afgezet waardoor er een buffer wordt gevormd voor de stroomdalgraslanden. De Rheezerwaterleiding echter zorgt voor een permanente stikstofstroom door de meander. Indien deze wordt weggenomen komt er minder stikstof in de bodem terecht waardoor verzuring tegen wordt gegaan. Hierdoor krijgen kwetsbare soorten in de Karshoek de kans om zich te ontwikkelen (Bureau Waardenburg, 2013).

KWEL

In de huidige situatie is er in de aanvoerleiding van de Rheezerwaterleiding een behoorlijke infiltratie waar te nemen. De veronderstelling is dat dit ten koste gaat van de kweldruk in de Karshoek. Een toename van de kweldruk zou voor de natuur in de meander een goede ontwikkeling. Hierbij vormt ook de vermenging van de voor natuur belangrijke mesotrofe kwel met eutroof water een probleem (Provincie Overijssel, 2015).

HABITAT TYPEN

In de Karshoek zijn meerdere habitattypen aangetroffen. In Bijlage II zijn deze uitgelicht. Er zijn van twee typen maar voldoende soorten aanwezig om het habitatype te classificeren: stroomdalgraslanden en vochtige alluviale bossen. In de huidige situatie zijn deze niet optimaal ontwikkeld. Zowel de stroomdalgraslanden als het elzenbroekbos is gebaat bij de stroomdal cultuur. Het gaat hierbij vooral om de noodzakelijke hydrodynamiek en morfodynamiek van het Vechtdalsysteem. In het kader van het project ruimte voor de Vecht wordt hierin al geïnvesteerd. De aanzet in de vorm van een slenk moet zorgen voor een heringebruikname van de meander. Hierdoor moeten de natuurlijke processen (overstroming) worden hersteld, welke nodig zijn om de stroomdalnatuur in stand te houden (Arcadis, 2015).

Hoewel de Rheezerwaterleiding niet over of door de stroomdalgraslanden stroomt, mag er verondersteld worden (door de stikstofgevoeligheid van de stroomdalgraslanden) dat de constante stroom van voedselrijk water via de leiding wel degelijk invloed heeft op de ontwikkeling van het habitatype. Door de stikstofdepositie wordt de successie versneld. In hoeverre de stroming van de Rheezerwaterleiding een positieve invloed heeft op het bestaan van het elzenbroekbos is niet duidelijk. Het voedselrijke water daarentegen lijkt wel degelijk van invloed op dit stikstofgevoelige habitat-type (Synbiosis Alterra, 2008).

Het habitatype ruigten en zomen heeft veel potentie in het gebied indien het bos/struweel opener gemaakt wordt. Hoewel dit type, in vergelijking met de andere habitattypen, minder gevoelig is voor de effecten van stikstof, is bemesting vanuit de landbouw, naast verdroging, de hoofdoorzaak geweest van achteruitgang van dit habitatype. Vanwege de relatief laaggelegen ligging is deze gevoelig voor de instroom van voedselrijkwater. Zo lang deze voedselrijkdom blijft bestaan is een goede ontwikkeling van dit habitatype is niet mogelijk (Bureau Waardenburg, 2013).

3.2.2 Landbouwgebied

De huidige situatie van het landbouwgebied is geanalyseerd. In Bijlage III is de berekening van de doelrealisatie voor gebruiksfunctie landbouw weergegeven

SOBEK

In de beheersituaties zijn er geen knelpunten geconstateerd. De doorgerekende extremen vertonen wel behoorlijke inundaties in het landbouwgebied. In Tabel 5 zijn de resultaten van SOBEK omgezet naar de percentages.

TABEL 5 PERCENTAGE INUNDATIES BIJ VARIANTEN BENTINCKSBOSCH (BRON: SOBEK/ARCGIS)

	Huidig	Criterium
Inundatie bij klimaat		
Grasland	15.8%	0%
Bouwland	8.1%	0%
Inundatie bij T=10		
Grasland	45.7%	5 %
Bouwland	38.2%	0%
Inundatie bij T=25		
Grasland	68.4%	5%
Bouwland	67.4%	1 %

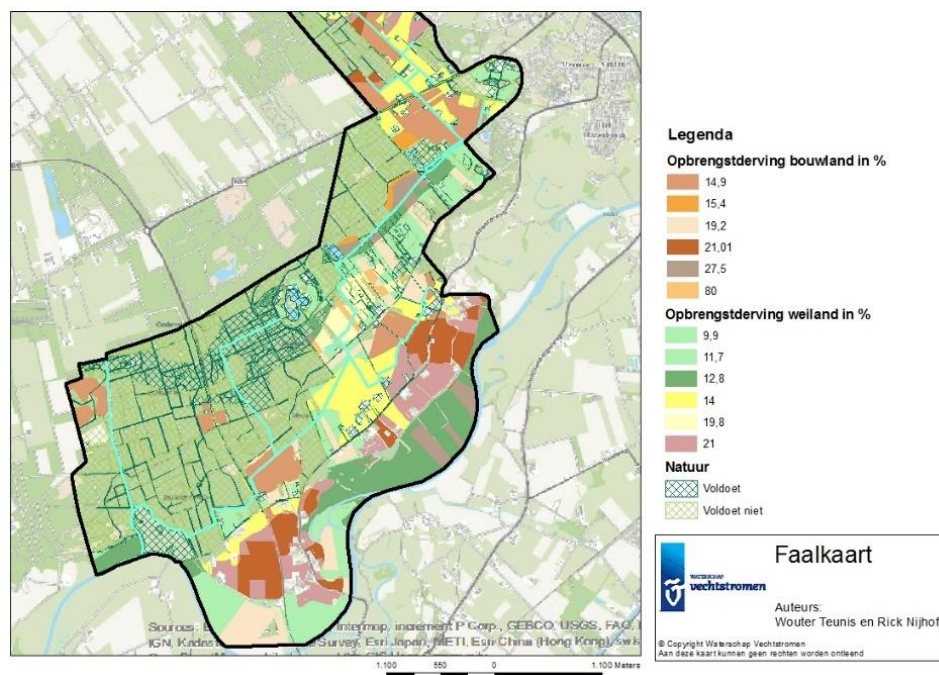
Zoals al eerder geconcludeerd is voldoet de Rheezerwaterleiding tijdens extreme afvoersituaties niet aan de eisen. De oppervlaktes van het landbouwgebied zijn onderverdeeld in 162 hectare bouwland en 229 hectare grasland. De inundaties van grasland vinden grotendeels plaats rond het probleemgebied van de Moskuilen. Ook voor het bouwland zijn hier een aantal percelen ondergelopen. Echter een deel van de percelen bouwland die inunderen bevinden zich in het gebied ten noorden van de Karshoek. In de klimaat faalkaart in Figuur 9 is te zien dat deze al inunderen. Deze vallen net binnen het stroomgebied, het is logisch dat deze ook via sloten buiten het stroomgebied worden ontwaterd.

KLIMAATVERANDERING

De verwachte droogteschade in het landbouwgebied is bepaald met behulp van de ZON-viewer. Het verwachtingspatroon is dat elk scenario negatieve gevolgen heeft op de gewassen, deze schade ontstaat voornamelijk door droge periodes. De droogteschade varieert per klimaatscenario, in het meest extreme scenario bedraagt de droogteschade zelfs twintig procent (Tauw, 2012).

GRONDWATER

Met behulp van de helptabellen is voor de landbouw de opbrengstderving in relatie met de grondwaterstand bepaald. Als resultaat blijkt dat in de huidige situatie de grondwaterstand niet optimaal is het gebied. In Figuur 10 is in kaart gebracht waar deze niet voldoet. Het gebied is waterhuiskundig voornamelijk voor de akkerbouwgewassen ongeschikt, een opbrengstderving van 14,9% of meer is vooraf al te verwachten. Het grasland is minder gevoelig voor een hogere grondwaterstand, dit is echter niet wenselijk en opbrengst reducerend. Bij grondwatertrap IV is de opbrengstderving in het gebied het geringst.



FIGUUR 10: OPBRENGSTDERIVING LANDBOUW EN TOESTAND NATUUR FUNCTIE (BRON: ARCGIS)

3.2.3 Bosgebieden

Het deelgebied bosgebieden bestaat uit het Bontincksbosch, Koehaar, Diefelerveld en de Moskuilen. Voor de bosgebieden is in Bijlage III door middel van een aangepaste formule van Runhaar gewenste grondwaterstand onderzocht. Natuur wordt niet opgedeeld in klassen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen voldoet of voldoet niet. Op basis van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) is de GLG en GHG afgeleid (Hennekens & Runhaar, 2014). De

resultaten voor de bosgebieden zijn ook in Figuur 10 opgenomen. De gewenste grondwatertrappen zijn afgezet tegen de huidige grondwatertrap. Een groot deel van de bosgebieden voldoet niet aan de optimale grondwaterstand. De optimale grondwaterstand is voor bosgebied bepaald op grondwatertrap III. In de bosgebieden is veelal een grondwatertrap van IV of lager geconstateerd.

KLIMAATVERANDERING

De bevindingen ten aanzien van de optimale grondwatertrap corresponderen met de resultaten van de ZON-viewer. In het Bontincksbosch bevinden zich een aantal gebieden die gevoelig zijn voor klimaatverandering. Het overgrote deel is echter in geringe mate gevoelig voor verandering van het klimaat. Vooral het bosgebied parallel langs de Rheezerwaterleiding is gevoelig voor klimaatverandering. Door de hoge ligging is de verwachting dat het veranderde klimaat een verdrogend effect zal hebben op water behoevende natuur. Met name de vochtige heidevelden, die afhankelijk zijn van regelmatige neerslag zijn kwetsbaar: verdroging zal een bedreiging gaan vormen. Ook de jeneverbesstruwelen en droge heiden -gelegen ten westen van de Karshoek- zijn gevoelig voor klimaatverandering. Naar verwachting zijn de effecten op de oude meander nihil.

3.3 Eisen en wensen

Het projectgebied is opgedeeld in drie deelgebieden op basis van de gebruiksfuncties. In deze paragraaf worden de wensen aangegeven per deelgebied.

KARSHOEK

- Natura-2000 opgave: ontwikkelen habitatype stroomdalgraslanden
- Natura-2000 opgave: ontwikkelen habitatype vochtige alluviale bossen
- Natura-2000 opgave: ontwikkelen habitatype ruigten en zomen
- Herstel van historisch landschap

LANDBOUWGEBIED

- Voldoen aan inundatienormen
- Tegengaan verdroging op hogere delen
- Klimaatbestendig maken landbouw
- Optimalisatie grondwaterstand

BOSGEBIEDEN

- Tegengaan verdroging op hogere delen
- Doorsnijding door de Rheezerwaterleiding
- Stimuleren kweldruk/kwaliteit kwel

RHEEZERWATERLEIDING

- Verbeteren van de afvoer van extremen
- Tegengaan drainerende werking watergang
- Instandhouding stromend watercultuur

4 AFKOPPELTRACES

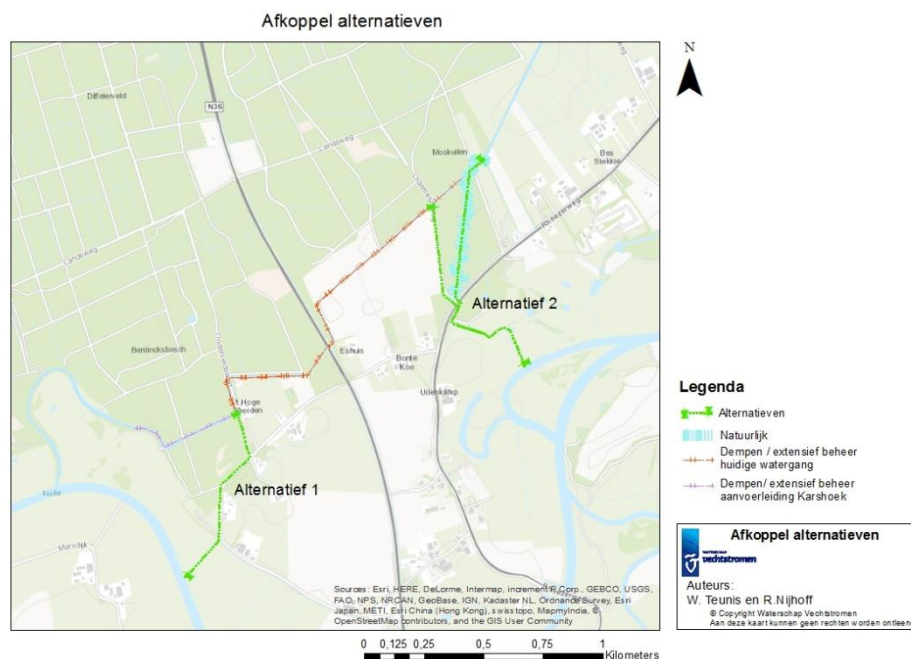
In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de tweede deelvraag:

Welke afkoppeltracés zijn er mogelijk?

De afkoppeltracés zijn beknopt beschreven. In de eerste paragraaf is er een overzichtskaart van de tracés weergegeven. In Bijlage V zijn de alternatieven breder uitgemeten.

4.1 Overzicht afkoppeltracés

In Figuur 11 zijn de tracés weergegeven. De hoogteverschillen in het gebied beperken de mogelijkheden voor een afkoppeling van de Rheezerwaterleiding. Afkoppeltracé 1 is een afkoppeling bij het Bentincksbosch. In afkoppeltracé 2: Moskuilen worden er twee mogelijkheden beschreven, er is onderscheid gemaakt tussen een natuurlijk verloop door het bos bij de Klashorst en recht verloop langs datzelfde bos. Het derde alternatief is een dubbele afkoppeling waarbij een combinatie wordt gemaakt tussen tracé 1 en 2. In de onderstaande subparagrafen worden de alternatieven verder beschreven.



FIGUUR 11 OVERZICHTKAART AFKOPPELTRACES (BRON: ARCGIS)

4.1.1 Afkoppeltracé 1: Bentincksbosch

De Rheezerwaterleiding wordt afgekoppeld voor deze de oude meander instroomt. Hierdoor wordt de instroom van nutriënten in de oude meander verhinderd. De afkoppeling wordt gerealiseerd langs het bestaande zandpad van Staatsbosbeheer(SBB) in zuidelijke richting waar deze aansluit op de bestaande sloot (OWAVE190) langs de Grote Esweg. Deze sloot voert de leiding verder richting de Vecht.

VARIANTEN

- 1A: Afkoppeling gecombineerd met een gedempte afvoerleiding Karshoek

In deze variant wordt de afvoerleiding naar de meander gedempt. Hierdoor wordt de instroom van nutriënten tegengegaan en wordt verwacht dat de kweldruk in de oude meander wordt gestimuleerd voor een betere ontwikkeling van de habitattypen

- 1B: Afkoppeling gecombineerd met extensief beheer in de afvoerleiding Karshoek.

In deze variant wordt de afvoerleiding niet geheel gedempt, maar extensief beheer toegepast. De verwachting is dat de kweldruk toe zal nemen, daarnaast blijft ook de stroming door de meander bestaan.

TABEL 6 KERNGETALLEN AFKOPPELING BENTINCKSBOSCH (BRON: SOBEK EN ARC GIS)

Variant	Lengte*	Verhang	Profiel	Insteek breedte	Bodem breedte	Talud	Kunst werken	Frictie Afvoerleiding
1A	315 m (825 m)	1,2 m/km	Trapezium	3 m	1 m	1:1,33	Ø 1 m	10 (B&B**)
1B	315 m (825 m)	1,2 m/km	Trapezium	3 m	1 m	1:1,33	Ø 1 m	Gedempt

(* lengte afkoppeling (lengte tot aan de Vecht) ** Bos en Bijkerk)

4.1.2 Afkoppeltracé 2: Moskuilen

In Figuur 11 is de afkoppeling op de kaart weergegeven. Er zijn twee tracés ter hoogte van de Moskuilen welke allebei worden aangesloten op watergang OWAVE220, welke afwatert in de meander de Uilenkamp. De invulling van het tracés varieert echter. Het tracé van de Klashorst heeft een natuurlijk verloop, meanderend door het bos. Hierbij moeten de laagtes in het bos worden gebruikt. Het profiel is hier groter gedimensioneerd. Het andere tracé is parallel langs de Oldemeijerweg ontworpen. Het huidige verloop van de Rheezerwaterleiding functioneert hier als noodafvoer. In de varianten worden effecten van extensief beheer of demping in deze noodafvoer van onderzocht. In Tabel 7 zijn de dimensies uitgelicht.

VARIANTEN

- 2A: Een natuurlijke afkoppeling door het bos bij natuurcamping de Klashorst, waarbij de bestaande watergang in stand wordt gehouden als noodafvoer. Het grootste deel van het nutriëntrijk water zal hierdoor vroegtijdig worden afgevoerd.
- 2B: Dezelfde afkoppeling als in variant 2A, alleen hier wordt het overige deel van de bestaande watergang extensief beheerd. De verwachting is dat deze een positieve weerslag heeft op de grondwaterstand.
- 2C: De natuurlijke afkoppeling wordt gecombineerd met dempen van een deel van de overige watergang. Het dempen van de watergang moet zorgen voor een verhoging van de waterstand in het landbouwgebied.
- 2D: Recht tracé parallel aan de Oldemeijerweg. In plaats van de natuurlijke watergang wordt er een rechte variant aan de buitenkant van het bosgebied gerealiseerd. De intentie is dezelfde alleen wordt er een eenvoudige sloot gerealiseerd, welke eenvoudig is in beheer.
- 2E: Recht tracé parallel aan de Oldemeijerweg. Variant idem aan 2B
- 2F: Recht tracé parallel aan de Oldemeijerweg. Variant idem aan 2C

TABEL 7 KERNGETALLEN AFKOPPELING MOSKUILEN (BRON: SOBEK/ ARC GIS)

Variant	Lengte*	Verhang	Profiel	Insteek breedte	Bodem breedte	Talud	Kunstwerken OWAVE220	Frictie Noodafvoer
2A- 2C	855 m (1375 m)	1,1 m/km	Trapezium	6 m	1,5 m	1:1,75	4x Ø 1 m	2A: 33,8** 2B: gedempt 2C: 10**
2D-2F	470 m (985 m)	2,0 m/km	Trapezium	3 m	1 m	1:1,33	4x Ø 1 m	2D: 33,8** 2E: gedempt 2F: 10**

(* lengte afkoppeling (lengte tot aan de Vecht) ** Bos en Bijkerk)

4.1.3 Afkoppeltracé 3: dubbele afkoppeling

De afkoppeling bestaat uit een dubbel tracé. De eerste afkoppeling wordt gerealiseerd ter hoogte van de Moskuilen. De leiding wordt hier aangesloten op een al bestaande waterloop (OWAVE 220).

De tweede afkoppeling wordt gerealiseerd parallel aan het zandpad in het Bentincksbosch. Deze sluit vervolgens aan op een bestaande sloot welke het water afvoert richting de Vecht. Of het huidige ontwerp voldoet om het water aangevoerd door de Rheezerwaterleiding af te voeren zal moeten blijken in de hydrologische analyse.

VARIANT

- 3A: Combinatie tussen afkoppelingen Bentincksbosch en de Klashorst.
In deze variant wordt er op twee plaatsen afgekoppeld. Na de eerste afkoppeling bij de Moskuilen wordt er een kleiner profiel gerealiseerd. Hierdoor moet de grondwaterstand in positieve zin worden beïnvloed. Daarnaast wordt met de demping van de aanvoerleiding de nutriënt instroom in de Karshoek tegengegaan.
- 3B: Combinatie tussen afkoppelingen Bentincksbosch en de Oldemeijerweg. Variant idem aan 3A.

TABEL 8 KERNGETALLEN AFKOPPELING DUBBELE AFKOPPELING (BRON: SOBEK/ ARC GIS)

Variant	Afkoppeling	Lengte*	Verhang	Profiel	Insteek breedte	Bodem breedte	Talud	Kunstwerken
3A	Klashorst Bentincksb.	855 m	1,1 m/km	Trapezium	6 m	1 m	1:1,75	Ø 1 m
		315 m	1,2 m/km				1:1,33	
3B	Oldemeijer Bentincksb.	470 m	2,0 m/km	Trapezium	3 m	1 m	1:1,33	Ø 1 m
		315 m	1,2 m/km				1:1,33	

(* lengte afkoppeling)

5 HYDROLOGISCHE ANALYSE

In dit hoofdstuk is een hydrologische analyse uitgevoerd. De resultaatkaarten van de huidige situatie (Bijlage VI), variant 1A (Bijlage VII) en variant 3A (Bijlage VIII) zijn opgenomen in de bijlage van het rapport. De kaarten van de overige varianten zijn opgenomen in de digitale bijlage. Met deze analyse wordt er antwoord gegeven op de deelvraag: *Wat zijn de hydrologische effecten van het afkoppelen van de Rheezerwaterleiding op de gebruiksfuncties.*

5.1 Afkoppeltracé 1: Bentincksbosch

De afkoppeling is voor beide varianten gedimensioneerd als een eenvoudig trapezium profiel met een bovenbreedte van drie meter en een bodembreedte van één meter. In variant 1A bleek dit profiel niet afdoende om de afvoer te bergen. In SOBEC is het profiel vergroot naar een bovenbreedte van vier meter met dezelfde bodembreedte. Ook het profiel in watergang OWAVE190 is niet voldoende groot. Deze is aangepast aan het profiel van de afkoppeling. De kunstwerken in de watergang OWAVE190 zorgen met een diameter van één meter bij een T=10 afvoer voor opstuwing. Deze zijn vergroot naar een diameter van 1,2 meter. In variant 1B is het profiel van watergang OWAVE190 niet aangepast. De duikers daarentegen zijn vergroot naar een diameter van één meter. De duiker KDUVE0058 die aansluit op de Vecht is vergroot naar een diameter van 1,2 meter omdat deze anders te veel opstuwing veroorzaakt.

5.1.1 Extreme afvoersituaties

In Tabel 9 zijn de inundaties tijdens de afvoersituaties in percentages weergegeven. De percentages zijn vergeleken met die van de huidige situatie. In variant 1A met demping van de afvoerleiding tonen in de klimaatsituatie een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. In de T=10 is dit echter niet meer het geval en is de situatie verslechterd. Variant 1B verslechterd in alle situaties.

TABEL 9 PERCENTAGE INUNDATIES BIJ VARIANTEN BENTINCKSBOSCH (BRON: SOBEC/ARCGIS)

	Huidig	Variant 1A	Variant 1B
Inundatie bij klimaat			
Grasland	15.8%	14.8%	23.4%
Akkerbouw	8.1%	7.9%	15.0%
Inundatie bij T=10			
Grasland	45.7%	53.4%	57.6%
Akkerbouw	38.2%	51.3%	58.7%
Inundatie bij T=25			
Grasland	68.4%	78.8%	79.8%
Akkerbouw	67.4%	81.0%	81.0%

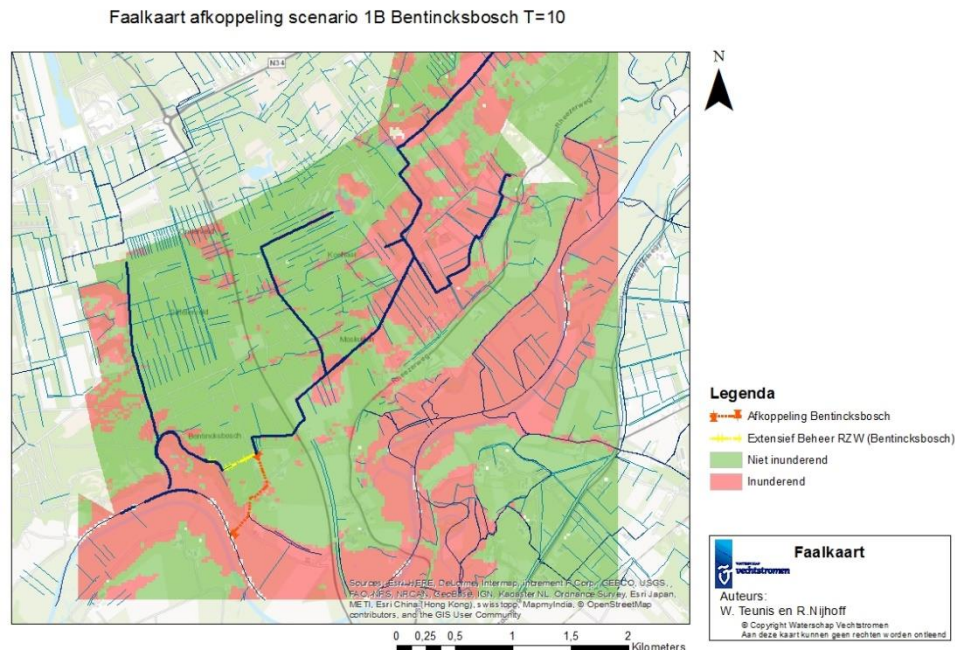
KLIMAATVERANDERING

In de doorrekening van de klimaat afvoersituatie zijn in beide varianten inundaties ter hoogte van de t-splitsing waar te nemen. Daarnaast komen er bovenstrooms richting de Larikshof een aantal kleine inundaties voor. De situatie in de gedempte variant 1A is verbeterd: het grotere profiel van de afkoppeling voert het water sneller af. In variant 1B is de situatie verslechterd: het kleinere profiel zorgt voor een minder snelle afvoer waardoor er meer opstuwing bovenstrooms plaats vindt.

T=10 AFVOERSITUATIE

In de faalkaart in Figuur 12 is te zien dat er binnen deze variant bij een T=10 afvoersituatie een klein deel van de Esweg en het uitreedgebied van de Vecht onder water komen te staan. Het inunderen van de Vecht is niet te voorkomen en gezien de aanwezige stroomdal graslanden zelfs wenselijk. De inundatie rond de Esweg is niet wenselijk.

In beide varianten is de inundatie ter hoogte van de Moskuilen/t-splitsing toegenomen. Dit wordt veroorzaakt door de hoge waterstand van de Vecht. Dat de inundaties ten opzichte van de huidige situatie zijn vergroot is te verklaren doordat een kortere verbinding met de Vecht en de waterstand in de oude meander is in de piek een aantal centimeter lager is dan op de Vecht.



FIGUUR 12 INUNDATIEKAART IN VARIANT 1B TIJDENS T=10 AFVOER (BRON: SOBEK/ ARC GIS)

De hoge waterstand van de Vecht zorgt voor een grotere terugstuwing van de Rheezerwaterleiding. Een kleine verbreding van het profiel heeft hierop geen effect. Pas als het profiel dubbel zo groot wordt gemaakt is er verbetering waar te nemen de gehele watergang. In de T=25 situatie zijn deze nog groter geworden. In variant 1B wordt een deel van de afvoer tijdens de extreme afvoersituaties via de meander afgevoerd. Opvallend is wel dat de opstuwing bovenstrooms groter is ten opzichte van variant 1A ondanks dat de afvoerleiding de piek van de Rheezerwaterleiding afvoert.

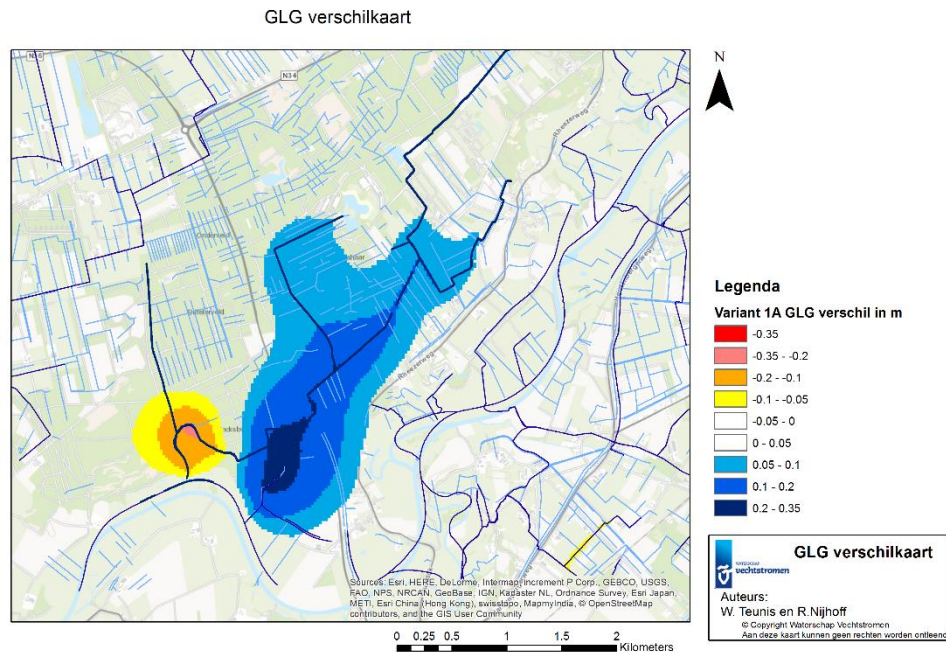
5.1.1 Grondwatersysteem

De resultaten van het MIPWA-model zijn in deze paragraaf gepresenteerd. Per variant zijn er verschilkaarten ten opzichte van de huidige situatie gemaakt. Er is gekeken naar de volgende situaties GHG (winter), GVG, (voorjaar) en de GLG (zomer).

GLG

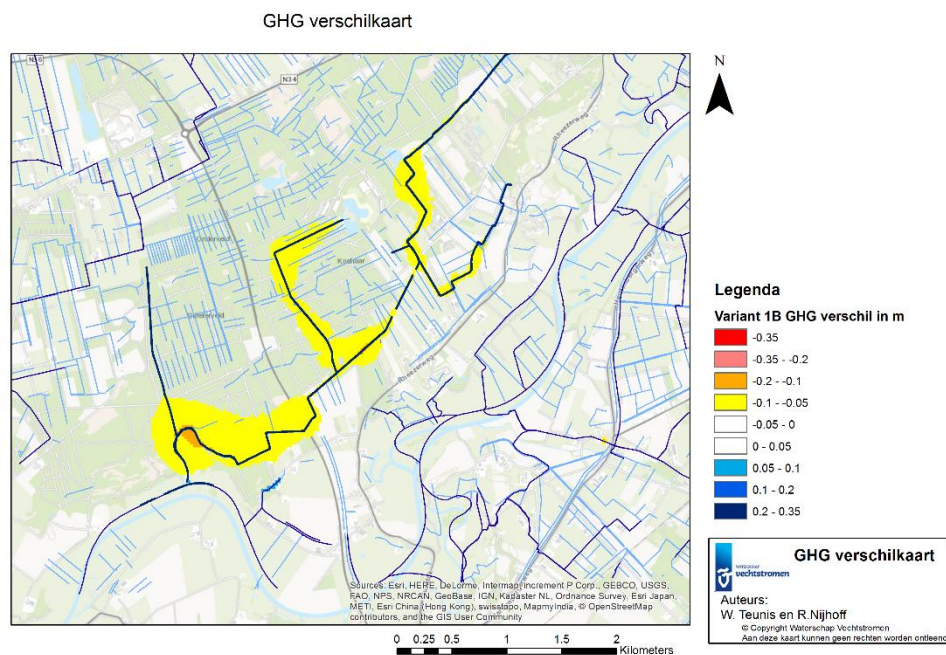
In Figuur 13 is de GLG-verschilkaart van variant 1A weergegeven. Er is een grondwaterstand verlaging van 20 centimeter in de Karshoek. Door het dempen is er geen watertoevoer in de meander, dit veroorzaakt een verlaging van de waterstand in de oude meander. In de 1/100 Q zakt deze ongeveer zes centimeter in het hart van de verlaging. In de wintersituatie $\frac{1}{4}$ Q is er een waterstand verlaging van 20 centimeter dit resulteert in een verdroging van de meander. Deze grondwaterverlaging is niet wenselijk voor de natuur in de meander.

De nieuwe watergang heeft voor de omliggende landbouwgebieden een positief effect. In de GHG en GVG is dit effect niet bijzonder.



FIGUUR 13 GLG VERSCHILKAART IN VARIANT 1A (MIPWAIARC GIS)

Maar in Figuur 13 is te zien dat in de GLG een over een behoorlijk gebied van de afkoppeling tot aan de Oldemeijerweg een grondwaterverbetering laat zien. In de 1/100 Q is een verhoging van enkele centimeters waar te nemen in de watergang. Vooral de aanwezigheid van de nieuwe watergang lijkt een positief effect te hebben op het grondwater. Aangezien de verhoging parallel langs de watergang loopt. In variant 1B treedt in een groter gebied een verhoging van de GLG op. Opmerkelijk is dat ten opzichte van de variant 1A het gebied is opgeschoven richting de Moskuilen. Er is hiervoor op het oog geen verklaring te geven.



FIGUUR 14 GHG VERSCHILKAART VARIANT 1B (BRON: MIPWA/ ARC GIS)

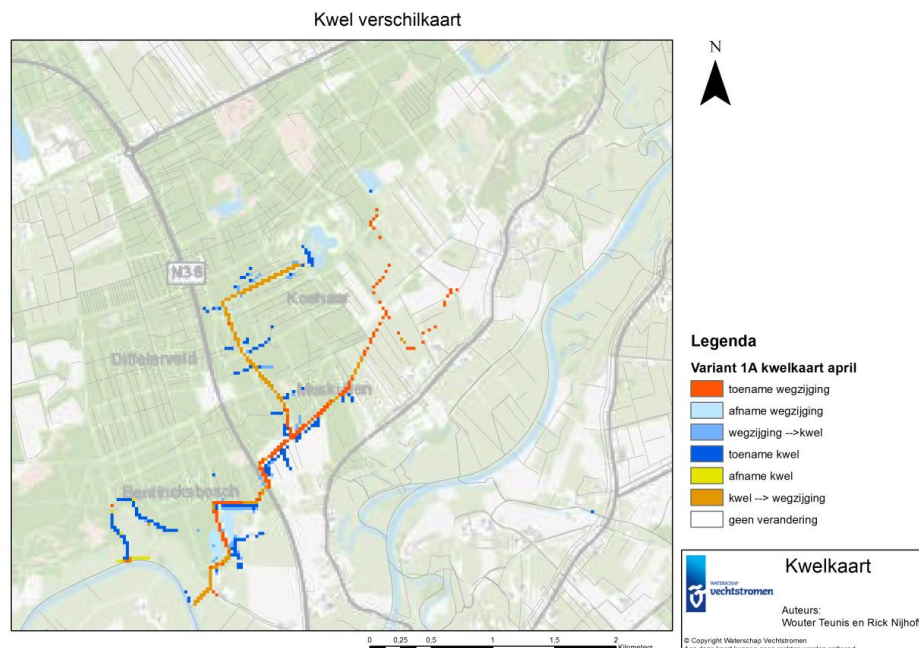
GVG EN GHG

In Figuur 14 is de GHG verschilkaart voor variant 1B weergegeven. De demping van de aanvoerleiding van de Karshoek zorgt voor een verlaging van de grondwaterstand in de oude meander. Dit is in alle drie de situaties het geval. Ook de voor natuur belangrijke GVG. In de GHG en GVG is verlaging van 35 tot 20 centimeter waar te nemen in de meander. De nieuwe watergang heeft in de GHG en GVG geen groot effect. In variant 1B is de grondwaterstandsverlaging in de GHG en GVG in de Karshoek minder ten opzichte van 1A.

Toch is er voor het grootste gedeelte nog steeds een verlaging van 10 tot 5 centimeter. Ook in deze variant ligt hier een waterstandsverlaging in de oude meander aan ten grondslag. Het grootste deel van de afvoer vindt plaats via de afkoppeling maar een klein deel van de afvoer gaat nog via de meander. Hierdoor wordt in de meander een hogere waterstand gehandhaafd. In de GHG en GVG is de verhoging van de waterstand minimaal rond de afkoppeling. De effecten op de landbouw zijn niet noemenswaardig.

KWEL

In Figuur 15 is een kwel verschilkaart in april weergegeven. In de kaart is te zien dat de kwel in april over de hele leiding toeneemt. Voor variant 1A geldt dat in de drie kwel situaties een toename van kwel in de meander plaatsvindt. In de maand juli is deze toename van de kwel druk niet over de hele meander aanwezig. In het deel aanliggend aan de Vecht is er zelfs een afname van kwel. De demping van de aanvoerleiding heeft dus een positief effect op de kwelvorming. In de variant 1B met extensief beheer is er in april en juli nauwelijks toename van kwel in de oude meander. Ook hier is er juist een afname van kwel in de monding van oude meander aanliggend aan de Vecht. In januari is er wel een toename van kwel.



FIGUUR 15 KWELVERSCHILKAART APRIL IN VARIANT 1A (MIPWA/ ARC GIS)

In beide varianten is er tijdens de situatie april en juli in een groot deel van de leiding een toename van de wegzijging waar te nemen. Dit correspondeert met een licht verhoogde waterstand en een verhoogde GLG. Door de verhoogde waterstanden is er meer water beschikbaar voor het wegzijgen naar dieper grondwater. In januari is er juist een toename van kwel te zien. Ook dit is te verklaren door de verlaagde grondwaterstand in de Rheezerwaterleiding.

5.1.2 Samenvatting

- Er wordt niet aan de inundatienorm voor T=10 en T=25 voldaan.
- Inundaties nemen toe tijdens extreme situaties pas als de afkoppeling bijna twee keer zo groot wordt gedimensioneerd is er lichte verbetering waar te nemen.
- Damping en extensief beheer veroorzaken een verlaging van (grond)waterstand in de meander.
- Beide varianten veroorzaken een verhoging in de GLG.
- Verlaging waterstand in Rheezerwaterleiding in 1/4Q situatie. Dit wordt veroorzaakt door het waterstandverschil in uitstroompunt. De waterstand in de Oude meander (5,46m) is hoger dan de Vecht (4,42m).
- Lichte verhoging van waterstand in de Rheezerwaterleiding in de 1/100Q situatie.
- Toename van kwel in meander in variant 1A, in variant 1B is sprake van zowel toename als afname.
- Over de hele leiding een toename van wegzijging in de maanden juli en april.

5.2 Afkoppeltracé 2: Moskuilen

Voor het natuurlijke tracé door de Klashorst is een groter profiel gedimensioneerd. Deze geeft tijdens de simulaties geen problemen. De kunstwerken in de aan te sluiten watergang moeten echter wel worden vergroot tot een diameter van 1,2 meter. De afkoppeling langs de Oldemeijerweg is gedimensioneerd als eenvoudig trapezium profiel met een bovenbreedte van drie meter en een bodembreedte van één meter. In variant 3D is dit profiel voldoende groot. Bij de varianten 2E (dempen) en 2F (extensief beheer) via de Oldemeijerweg moet het profiel groter worden gedimensioneerd.

5.2.1 Extreme afvoersituaties

De varianten van de Klashorst en de Oldemeijerweg zijn vergelijkbaar. In Tabel 10 zijn de percentages voor de inundaties van tracé Moskuilen weergegeven.

TABEL 10 PERCENTAGE INUNDATIES BIJ VARIANTEN BENTINCKSBOSCH (BRON: SOBEK/ARCGIS)

	Huidig	2A	2B	2C	2D	2E	2F
Inundatie bij klimaat							
Grasland	15.8%	5.0%	6.7%	6.2%	6.8%	12.1%	9.0%
Akkerbouw	8.1%	5.9%	6.6%	5.9%	5.9%	7.8%	6.2%
Inundatie bij T=10							
Grasland	45.7%	25.1%	29.4%	36.2%	29.0%	36.2%	41.5%
Akkerbouw	38.2%	16.9%	20.9%	30.5%	20.0%	27.4%	36.2%
Inundatie bij T=25							
Grasland	68.4%	35.7%	43.3%	51.7%	44.1%	50.8	57.8%
Akkerbouw	67.4%	27.9%	36.1%	52.3%	36.2%	45.7	61.9%

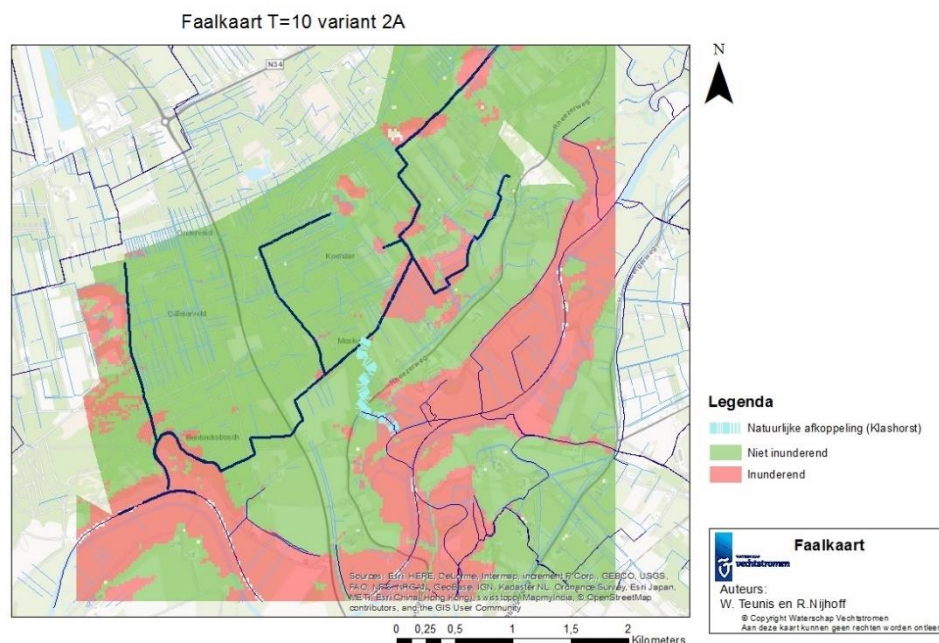
KLIMAAT

In de varianten van de Moskuilen nemen de inundaties in het gebied af. Bij de varianten van de Klashorst is in het probleemgebied Moskuilen nog een kleine inundatie waarneembaar. In de varianten via de Oldemeijerweg zijn de inundaties iets groter maar nog steeds een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. De mogelijkheid om via de Moskuilen af te voeren zorgt voor een snellere afvoer van het water, waardoor het water minder wordt gestuwd en er minder inundaties voorkomen.

T=10 SITUATIES

Geen van de varianten voldoet aan het gestelde criterium van 5% grasland(T=10) en 1% bouwland (T=25). Als de varianten worden vergeleken met de T=10 en T=25 in de huidige situatie is er duidelijke verbetering waar te nemen. De inundatie is aanzienlijk minder geworden

door de snelle afvoer van het water. De inundaties die nu nog plaatsvinden worden veroorzaakt door de opstuwings door de hoge waterstand van de Vecht. Als de T=10 situaties van de varianten Klashorst en Oldemeijerweg tegenover elkaar worden weggezet is te zien dat deze een soortgelijke inundatie veroorzaken. De varianten waar enkel de afkoppeling is gerealiseerd(2A/2D) tonen de minste inundatie. Het toepassen van extensief beheer(2B/2E) stremt de afvoer en veroorzaakt daardoor een grotere inundatie. In de varianten met demping(2C/2F) is deze inundatie nog weer groter. Dit geldt voor zowel grasland als bouwland. In Figuur 16 zijn de falende gebieden van de beste variant 2A weergegeven. In variant 2D is de waterstand licht hoger aangezien het percentage inundaties hoger is. Dit is te verklaren door de komvorming van de Moskuilen, deze wordt in variant 2A bij de natuurcamping de Klashorst beter ondervangen dan in 2D aangezien daar nog een lichte verhoging in het bos aanwezig is.



FIGUUR 16 INUNDATIEKAART IN VARIANT 2A TIJDENS T=10 AFVOER (BRON: SOBEK/ARC GIS)

Voor de varianten met extensief beheer is ook te zien dat de variant bij de Oldemeijerweg(2D) ook een licht hogere waterstand heeft ten opzichte van de Klashorst (2B). Hier geldt hetzelfde als bij de varianten 2A en 2C. De hogere waterstand ten opzichte van deze varianten heeft te maken met de afvoer van de piek door de extensief beheerde watergang. In de gedempte varianten neemt de inundatie daarom ook alleen maar toe aangezien dat het water hier maar één mogelijkheid heeft tot afvoer. Ook voor T=25 worden de normen niet gehaald. Wel is er in de T=25 een verbetering te zien, waarbij een aantal varianten minder inundaties tonen dan in de T=25 van de huidige situatie

5.2.2 Grondwatersysteem

Per variant zijn er verschilkaarten ten opzichte van de huidige situatie gemaakt.

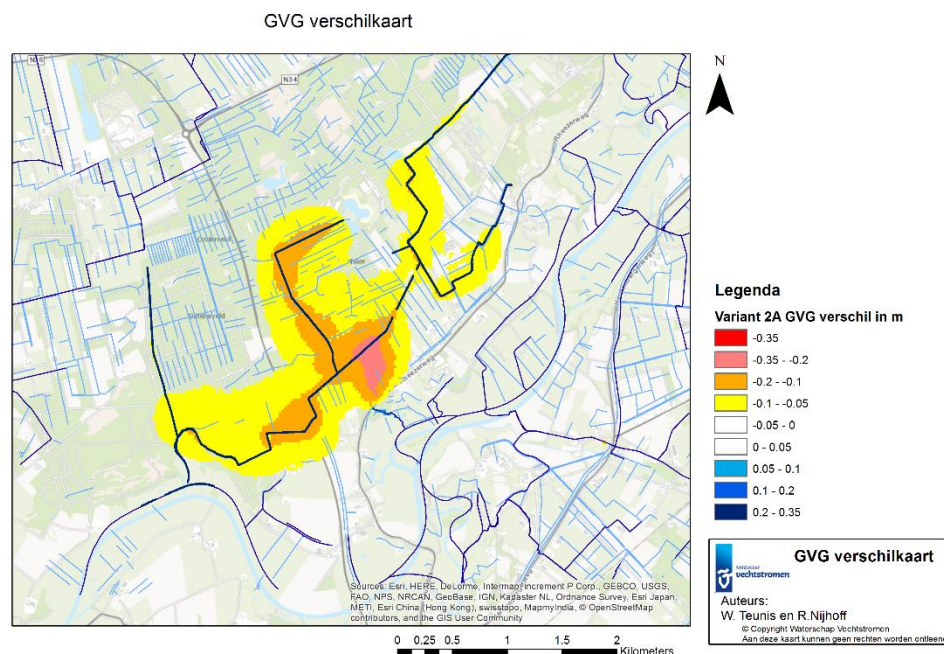
GLG

De varianten van de Moskuilen vertonen in de GLG-situatie gelijkwaardige effecten. Wat hierbij vooral opvalt, is dat er nauwelijks effecten zijn waar te nemen. Er zijn lichte effecten waar te nemen rond de leiding, maar deze worden niet doorgetrokken tot in de aanliggende percelen. Ook in de Karshoek zijn de effecten minimaal. De enige die hierbuiten valt is variant 2F. In tegenstelling tot de rest van de varianten heeft de afkoppeling met demping een verlagend effect op het grondwater in de meander. Na het gedempte deel vindt er een grondwaterdaling plaats

van 5 tot 10 cm. Deze verergert in de Karshoek naar 10 tot 20 centimeter. Opvallend is dat in de dempingsvariant 2C dit niet het geval is. De effecten op het landbouwgebied zijn er tijdens deze situatie eigenlijk niet, ook voor de natuur zijn effecten minimaal afgezien van de variant 2F.

GVG

Ook in de GVG-situatie zijn de resultaten vergelijkbaar. Ten opzichte van de GLG is het invloedgebied behoorlijk vergroot. De gelijkenis tussen de varianten met de dezelfde maatregelen (demping, extensief beheer) is beter waar te nemen. In Figuur 17 is de GVG-verschilkaart van variant 2A weergegeven. Deze variant vertoont de meeste negatieve effecten.



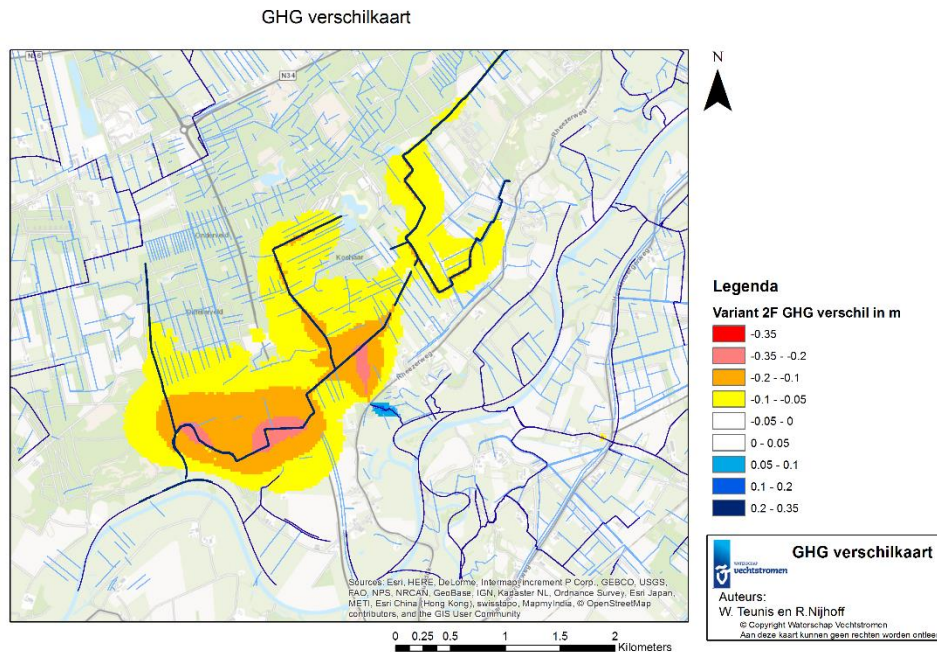
FIGUUR 17 GVG VERSCHILKAART IN VARIANT 2A (BRON: MIPWA/ ARC GIS)

Vooraf rond de afkoppeling is er een forse grondwaterstandverlaging van 20 tot 35 centimeter. Dit is bij alle varianten van de Klashorst (2A-2C) het geval en wordt veroorzaakt door het verbrede profiel. In de varianten van de Oldemeijerweg is deze verlaging minder groot, aangezien hier een minder groot profiel is ontworpen.

Mogelijke heeft ook de snellere afvoer van het water hier mee te maken. Voor de gebruiksfuncties hebben deze varianten geen positieve invloed. Voor zowel landbouw als natuur zijn er in het gebied percelen die verdrogen. Zeker het bos rond de klashorst krijgt te maken met een forse verlaging.

GHG

In de extensief beheerde watergang zijn de effecten in afvoerleiding en het vervolg van de Rheezerwaterleiding minder zwaar. Maar is er in de oude meander wel een lichte toename van de grondwaterstandverlaging. Voor de gedempte varianten geldt ook hier net als in de GLG van variant 2F, dat na de demping een verlaging van het grondwater plaatsvindt. Deze verlaging van 10 tot 20 cm vindt plaats vanaf de N36 tot de oude meander. Ter indicatie, de grootte van het invloedgebied en de verlaging zijn soortgelijk aan die van GHG in Figuur 18.



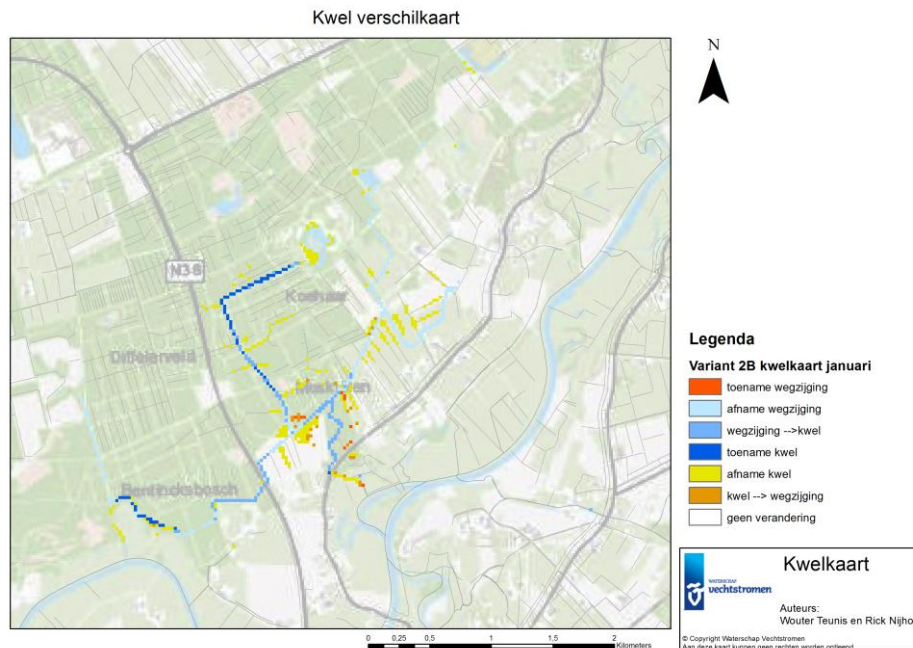
FIGUUR 18 GHG VERSCHILKAART IN VARIANT 2F (BRON: MIPWA/ARC GIS)

Ten opzichte van de GVG zijn er geen grote verschillen ten aanzien van het invloedgebied. Wel is de verlaging rond de leiding verergerd. In Figuur 18 is de GHG verschilkaart van variant 2F weergegeven. Hier is rond de leiding een aantal rode gebieden te onderscheiden, in deze gebieden is de verlaging toegenomen naar 20 tot 35 centimeter. In andere varianten is vooral de verlaging in de aangelegde afkoppeling toegenomen.

KWEL

De kwelsituatie in juli verandert ten opzichte van de huidige situatie nauwelijks. Alleen bij de dempingsvarianten lichte verandering te zien is. In variant 2C is er een toename van wegzijging met een kleine toename en afname van kwel in de meander. In de variant 2F is er toename van kwel over de hele meander en geen reactie in de demping.

In de kwelsituatie van de maand januari zijn de resultaten van de varianten weer gelijkwaardig. In Figuur 19 is de kwel verschilkaart van variant 2B weergegeven. In de oude meander is er bij de instroom van de leiding een toename van kwel te zien. Aan het aanliggende deel van de meander bij de Vecht is juist een afname van kwel. Ook in de afvoerleiding van de Oldemeijer is een toename van kwel. Daarnaast vindt over de hele leiding een afname van wegzijging plaats waar deze op sommige plekken zelf omslaat naar kwelvorming. In de aanliggende sloten van de Rheezerwaterleiding neemt de kweldruk af. Bij alle varianten is hetzelfde beeld waar te nemen in sommige varianten is het invloedgebied op de sloten wat groter.



FIGUUR 19 KWEL VERSCHILKAART JANUARI IN VARIANT 2B (BRON: MIPWA/ ARCGIS)

In april is de kwel situatie zijn de verschillen tussen de varianten groter. Alleen in de gedempte variant 2F is er een toename van kwel in de oude meander, in alle overige varianten is er geen verandering. De veranderingen in de leiding zijn gelijkwaardig als die in januari. Een toename van kwel in de afvoersloot van de Oldemeijer. Wegzijging wat veranderd naar kwel in de leiding en de afkoppeling en een afname van kwel in de aanliggende sloten.

5.2.3 Samenvatting

- Er wordt niet aan de inundatienorm voor T=10 en T=25 voldaan.
- Inundaties nemen af tijdens extreme situaties. Hierbij variant (2A en 2D) de minste inundaties. Met extensief beheer (2B en 2E) en demping (2C en 2F) nemen deze licht toe.
- Demping en extensief beheer veroorzaakt een verlaging van (grond)waterstand in de meander.
- Alle varianten veroorzaken een verlaging in GWS.
- Verlaging waterstand in Rheezerwaterleiding in 1/4Q situatie.
- Verlaging van waterstand in de Rheezerwaterleiding in de 1/100Q situatie.
- Nauwelijks verandering van de kwel in juli.
- Over de hele leiding een wegzijging in de maanden juli en april.

5.3 Afkoppeltracé 3: Dubbele afkoppeling

Voor de dubbele afkoppeling zijn de profielen van de Moskuilen in beide varianten hetzelfde gehouden. De als noodafvoer dienende leiding is verkleind naar een bovenbreedte van drie meter met een bodem van één meter.

5.3.1 Extreme afvoersituaties

In Tabel 11 zijn de percentages falende gebieden binnen deze afkoppeltracés weergegeven.

TABEL 11 PERCENTAGE INUNDATIES BIJ VARIANTEN BENTINCKSBOSCH (BRON: SOBEK/ARCGIS)

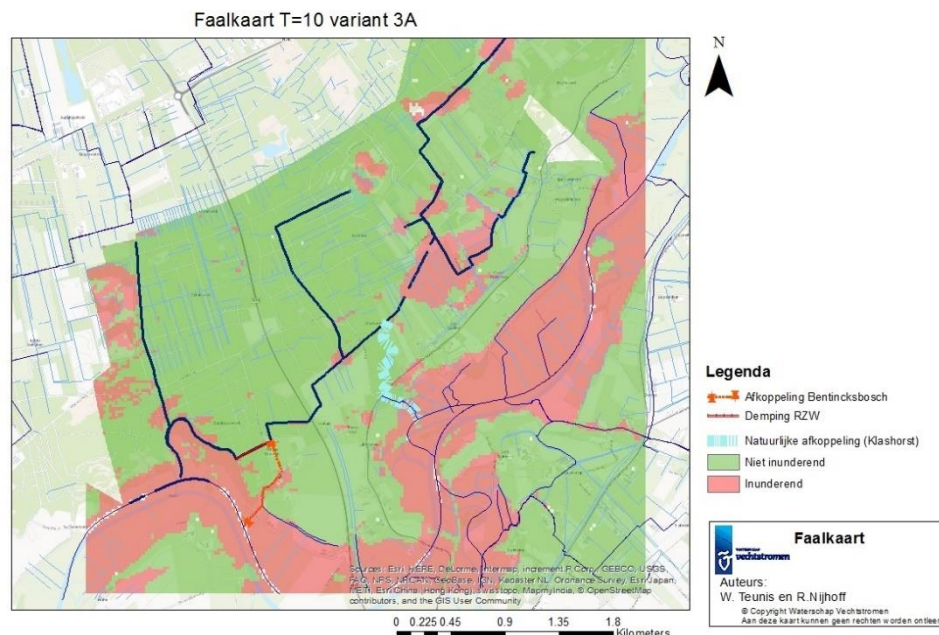
	Huidig	Variant 3A	Variant 3B
Inundatie bij klimaat			
Grasland	15.8%	5.0%	6.5%
Akkerbouw	8.1%	5.9%	5.9%
Inundatie bij T=10			
Grasland	45.7%	27.4%	31.3%
Akkerbouw	38.2%	19.2%	22.3%
Inundatie bij T=25			
Grasland	68.4%	39.6%	47.0%
Akkerbouw	67.4%	32.1%	41.0%

KLIMAATSITUATIE

In de klimaatsituatie zijn er geen grote verschillen tussen de resultaten van de beide varianten. De resultaten tonen ten op zichte van afkoppeltracés 1 en 2 geen grotere verbetering. In tracé 2 is de afkoppeling in 2A gelijk aan de resultaten van 3A, dit is niet verrassend aangezien hetzelfde tracé is gevolgd. In de variant 3B is een lichte verbetering in de inunderende percelen grasland.

T=10 AFVOERSITUATIE

In Figuur 20 zijn de falende gebieden van variant 3A bij een T=10 afvoer weergegeven. In de T=10 afvoersituaties is ten opzichte van de huidige situatie is een verbetering van 15% tot 20% minder inunderende percelen. De inundaties zijn het gevolg van de invloed van de Vecht.



FIGUUR 20 INUNDATIEKAART VARIANT 3A T=10 AFVOERSITUATIE (BRON: SOBEK/ARC GIS)

Het voordeel van een dubbele afkoppeling wordt tenietgedaan door de hoge waterstand op de Vecht. Als de resultaten tussen afkoppeltracé 2 en 3 worden vergeleken, zijn de inundaties in tracé 3 toegenomen. Doordat op het instroompunt van het afkoppeltracé de piek van de Vecht

enkele centimeters hoger is dan in de oude meander. Net als in tracé 2 worden de normen ten aanzien van de inundatie van de landbouw niet gehaald.

T=25 AFVOERSITUATIE

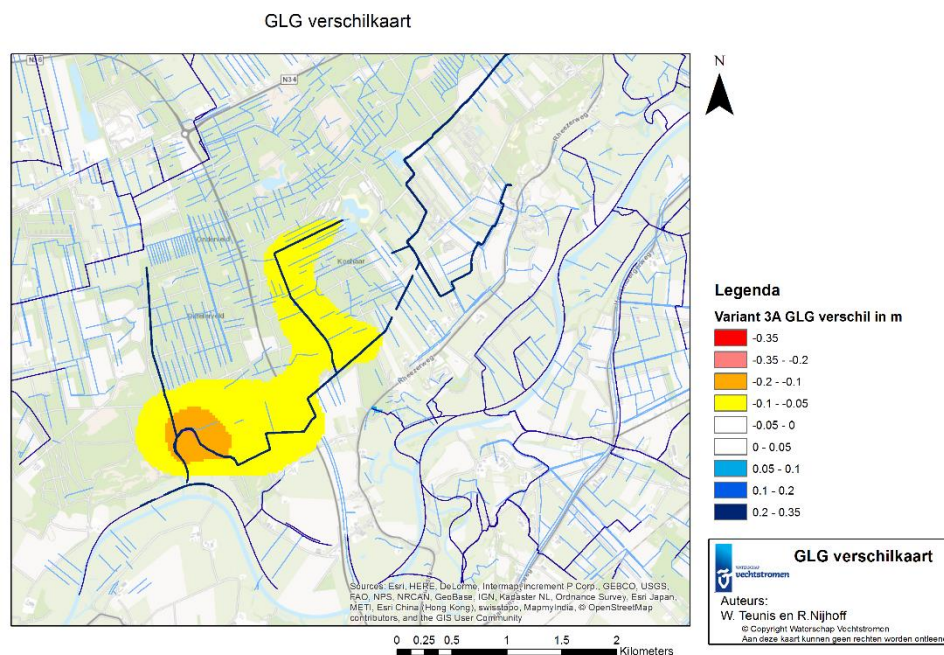
In de T=25 afvoersituaties zijn de inundaties met 30% afgenomen. De omvang is in variant 1A teruggebracht naar minder inundaties dan in de T=10 van de huidige situatie. In variant 1B is dit een percentage licht hoger dan de T=10 inundaties.

5.3.2 Grondwatersysteem

Per variant zijn er verschilkaarten ten opzichte van de huidige situatie gemaakt.).

GLG

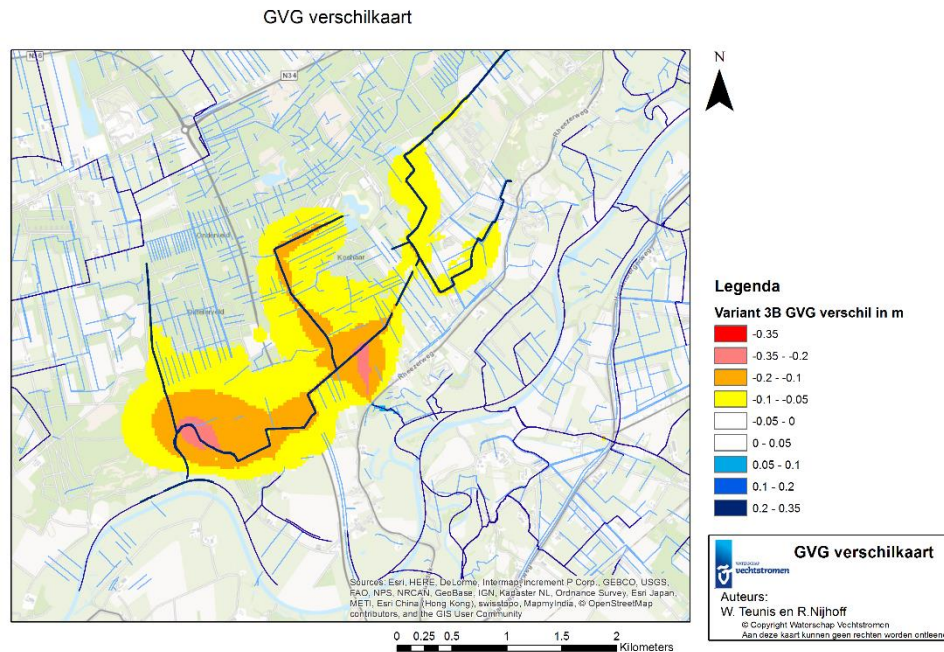
In de GLG-situatie is er in beide varianten een lichte daling van de grondwaterstand waar te nemen. In Figuur 21 is GLG verschilkaart weergegeven. De demping van de aanvoerleiding richting de Karshoek zorgt voor een grondwaterdaling in de oude meander. Ook hier is sprake van een waterstand daling door het dempen van de toevoer. Daarnaast is in de leiding een daling van tien tot vijf centimeter waar te nemen. In de variant 1B is de daling in de aanvoerleiding iets geringer. Opmerkelijk is dat de stijging van de GLG uit variant 1A in deze varianten niet aan de orde is. Ondanks dat dezelfde maatregel wordt uitgevoerd.



FIGUUR 21 GLG VERSCHILKAART VARIANT 3B (BRON: MIPWA/ARCGIS)

GVG

In Figuur 22 is GVG verschilkaart voor variant 3B weergegeven. In deze kaart is te zien dat de dubbele afkoppeling een negatief effect heeft op de grondwaterstand. Vooral in de meander en de afkoppeling ter hoogte van de Moskuilen is er een sterke verlaging. Daarnaast is er een groot invloedgebied waar een verlaging van tien tot twintig centimeter plaatsvindt. De daling in de voor natuur belangrijke GVG is niet wenselijk.



FIGUUR 22 GVG VERSCHILKAART VARIANT 3B (BRON: MIPWA/ARCGIS)

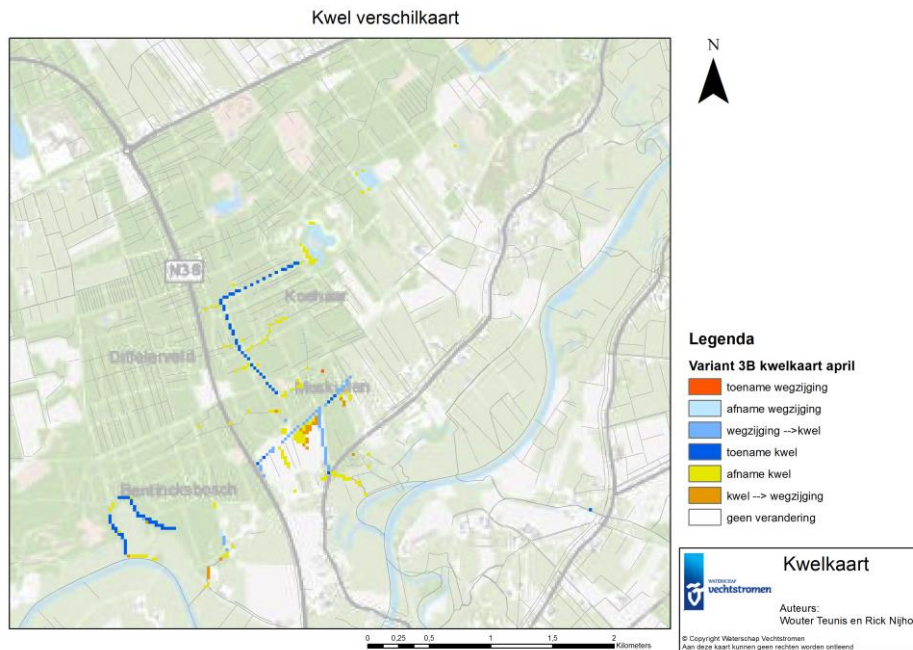
GHG

Het invloedgebied van de GHG is gelijkwaardig aan die van de GVG. Alleen zijn de verschillen in verlaging in de Karshoek en de afkoppeling toegenomen. Waren deze in de GVG nog twintig tot 35 centimeter zijn ze in de GHG opgelopen tot meer dan 35 centimeter. Ook het invloedgebied van de verlaging tien tot twintig centimeter is licht vergroot.

KWEL

In de kwelsituatie in juli is er alleen in de meander een toename van kwel, deze toename vindt plaats over de hele meander. In het overige deel van de leiding zijn geen noemenswaardige verschillen te constateren.

Voor beide varianten geldt dat in de kwel situatie van januari er een toename van kwel is in het eerste gedeelte van de meander en een afname van kwel in de tweede deel van de meander wat aansluit op de Vecht. Daarnaast is ook in de afvoersloot van de Oldemeijer een toename van kwel. In de afkoppeling en over de hele Rheezerwaterleiding is er sprake van een afname van de wegzijging. In een aantal delen wordt de wegzijging zelfs kwel. In de aanliggende sloten van de Rheezerwaterleiding neemt de kwelvorming af. De kwelsituatie in januari vertoont veel gelijkenissen met de kwel van april weergegeven in Figuur 23. Alleen is zijn de veranderingen wat sterker in januari.



FIGUUR 23 KWELVERSCHIL KAART APRIL VARIANT 3B

In kwel kaart in Figuur 23 is de kwelkaart van april weergegeven. In de Karshoek is praktisch over de hele meander een toename van kwel te zien. Daarnaast zijn hier ook weer gelijke veranderingen als januari te zien. Toename van kwel in de afvoersloot Oldemeijer, afname van kwel in de sloten en afname van wegzijging in de afkoppeling en delen van de Rheezerwaterleiding.

5.3.3 Samenvatting

- Er wordt niet aan de inundatienorm voor T=10 en T=25 voldaan.
- Inundaties nemen af tijdens extreme situaties.
- Damping veroorzaakt een verlaging van (grond)waterstand in de meander.
- Varianten veroorzaken een verlaging GWS.
- Verlaging waterstand in Rheezerwaterleiding in 1/4Q situatie.
- Verlaging van waterstand in de Rheezerwaterleiding in de 1/100Q situatie.
- Toename van kwel in meander.
- Over de hele leiding een toename van kwel en afname van wegzijging.

6 MULTICRITERIA ANALYSE

In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de keuze uit de verschillende varianten. Als resultaat kan deelvraag vier worden beantwoord: *Wat is het meest gewenste alternatief voor de afkoppeling van de Rheezerwaterleiding?*

6.1 Voorselectie

Om de Multi criteria-analyse (MCA) overzichtelijk te houden is er een voorselectie uitgevoerd tussen de tien beschreven varianten. In deze voorselectie is er vooral gekeken naar aspecten die een verslechtering hebben ten opzichte van de huidige situatie. In deze selectieprocedure is er per variant gekeken naar de resultaten uit de hydrologische analyse van het oppervlaktewater, grondwater en de kweldruk. Voor de habitattypen zijn het grondwater en de kweldruk van belang. Voor de gebruiksfunctie landbouw is dit het grond- oppervlaktewaterregime. De instroom van voedselrijkwater is hier buiten beschouwing gelaten aangezien de verwachting is dat in alle varianten een positieve invloed wordt uitgeoefend. De varianten die bij meerdere aspecten positief opvallen zijn meegenomen in de MCA.

6.2 Toetsingscriteria

In deze paragraaf is beschreven welke weging aan de criteria gegeven worden toegekend. Hierbij is getracht een duidelijke koppeling te maken met de knelpunten, de eisen en wensen in de huidige situatie.

6.2.1 Landbouwgebied

Een groot deel van het projectgebied bestaat uit agrarisch gebied. Dit is een belangrijke economische pijler. Om ervoor te zorgen dat deze belangrijke inkomstenbron gewaarborgd blijft, is voor deze functie een wegingsfactor van 35% toegekend.

INUNDATIENORM

Uit de analyse van het oppervlaktewater blijkt dat het projectgebied voor een groot deel onderhevig is aan inundaties. Vooral de laagte in het gebied Moskuilen is gevoelig. Er wordt niet voldaan aan inundatiecriteria voor een T=10 en T=25 afvoersituatie. Het is voor de landbouw van belang dat deze in de nieuwe situatie wordt verbeterd en zeker niet verslechterd. Op deze manier wordt de gewassenschade geminimaliseerd.

- + Vermindering inundaties**
- 0 Geen verslechtering**
- Verslechtering**

GRONDWATER

Voor de landbouw is de grondwaterstand van belang. Het oppervlaktewaterregime heeft een directe relatie met het grondwater, aanpassingen van het oppervlaktewatersysteem beïnvloeden de GLG, GVG en GHG. In de huidige situatie bevindt de GLG zich te diep onder het maaiveld bevindt met droogteschade als gevolg. Een verhoging van de GLG is voor zowel bouwland als grasland wenselijk. Voor de GHG geldt dat deze zich binnen het projectgebied diep onder het maaiveld bevindt. Voor de natschade is het niet problematisch als er een verlaging van de GHG plaatsvindt.

- + Verhoging grondwater**
- 0 Geen verslechtering**
- Verlaging grondwater**

6.2.2 Karshoek

De Karshoek maakt onderdeel uit van het Natura-2000 gebied Vecht en beneden Regge. De effecten van maatregelen in dit gebied liggen daarom extra gevoelig. Daarnaast zullen mogelijke effecten in dit gebied meer invloed hebben. Daarom is ook voor de effecten van de Karshoek een wegingsfactor van 35% toegekend.

ONTWIKKELING NATUURWAARDEN EN HERSTEL LANDSCHAP

De in de Karshoek aanwezige habitattypen zijn stikstofgevoelig. In de huidige situatie is de aanname dat de ontwikkeling van deze typen wordt belemmerd door de instroom van voedselrijk water. Het waterschap zal in 2016 nog een landschap ecologisch systeemonderzoek (LESA) uitvoeren voor deze locatie naar de precieze invloed. Toch is voor deze typen de criteria gezet dat het van belang dat de instroom van voedselrijk water in de meander wordt tegengegaan.

Het instromen van de Rheezerwaterleiding in de Karshoek is door menselijk toedoen gerealiseerd. Vanuit het historisch oogpunt zou daarom de geomorfologie moeten worden hersteld door het dempen van een deel van de Rheezerwaterleiding. Hierdoor wordt de rivierarm en de omliggende wal hersteld.

- + Gedempte aanvoerleiding met herstelde oeverwal**
- 0 Verminderde instroom met deels herstelde oeverwal**
- Geen verslechtering**

GRONDWATER

Het oppervlaktewaterregime heeft een directe relatie met het grondwater, aanpassingen van het oppervlaktewatersysteem zijn merkbaar in zowel de GLG, GVG en GHG. In de huidige situatie voldoet het watersysteem aan de eisen van de natuur. De eventuele aanpassingen in het systeem van de Rheezerwaterleiding mogen geen invloed hebben op de natuur.

- + Verhoging grondwater**
- 0 Geen verslechtering**
- Verlaging grondwater**

KWEL

Binnen de Karshoek bevinden zich natuurtypen die kwelafhankelijk zijn. Een toename van de kweldruk bevordert de ontwikkeling van deze habitattypes. Een afname van de drainerende werking en een toename van de kwel is een belangrijk criteria.

- + Toename kwel**
- 0 Geen verslechtering**
- Afname kwel**

6.2.3 Rheezerwaterleiding

De Rheezerwaterleiding is een van de weinige uitstromende beken in de Vecht. Het behoud van stromende beken is een belangrijk aspect voor de Vecht. Het geeft de natuurgebieden langs de Vecht de benodigde stromingsnatuur. Behoud en verbetering van deze gebieden is van belang. Er is een wegingsfactor van 20% toegekend.

STROMINGSNATUUR

De Rheezerwaterleiding stroomt in de huidige situatie geïsoleerd door het bosgebied richting de oude meander. In deze meander vormt het een stromend beekje richting de Vecht. In deze beek komen waardevolle flora en fauna voor. Indien deze doorstroming wordt gestremd of gedempt is het vanuit het oogpunt van de Vecht van belang om een soortgelijk uitstromend beekje elders in het Vechtdal te realiseren. Hierbij is het wel een vereiste dat de kwaliteit van de huidige situatie wordt benaderd.

- + Behoud kwaliteit stromingsnatuur**
- 0 Behoud stromingsnatuur wel in verminderde kwaliteit**
- Verslechtering**

6.2.4 Bosgebieden

Voor het bosgebied zijn de effecten van de ingrepen minder van invloed, deze gebieden hebben daarom een wegingsfactor van 10%.

GRONDWATER

De bosgebieden zijn onderdeel van het inrijgebied voor de Karshoek. Voor de tracés is de criteria gesteld dat deze grondwaterstanden ten opzichte van de huidige situatie niet mogen verslechteren. De bosgebieden hebben behoefte aan een hoge GLG. In de huidige situatie voldoet één derde van het bosgebied aan grondwatertrap III wat overeenkomt met het gewenste grondwaterregime. Een verhoging van de GVG en de GLG zorgt voor een toename van de doelrealisatie voor natuur ter plaatse van vooral de nattere doeltypes waar het in de huidige situatie te droog is.

- +** Verhoging grondwater
- 0** Geen verslechtering
- Verlaging grondwater

6.3 Multicriteria analyse

Om tot een aanbeveling voor het meest gewenste alternatief te komen is er een Multi-criteria analyse (MCA) uitgevoerd. Doel achter de MCA is te komen tot het meest geschikte afkoppeltracé. Belangrijk is dat deze keuze met de juiste argumenten wordt onderbouwd. Voor de twee meest geschikte tracé zijn in Bijlage VII(variant 1A) en Bijlage VIII(variant 3A) de resultaten van de modelstudie weergegeven.

Afkoppeltracés	factor	Variant 1A Bentincksbosch	Variant 2A Klashorst	Variant 2B Klashorst	Variant 2E Oudemeeijerweg	Variant 3A Klashorst & Bentincksbosch
Landbouwgebied	35%					
Inundaties		-	+	+	+	+
Grondwaterstand		+	-	-	-	-
Karshoek	35%					
Kwelvorming		+	0	0	+	+
Grondwaterstand		-	0	-	-	-
Ontwikkelen natuurwaarden en herstel van het landschap		+	-	0	0	+
Rheezerwaterleiding	20%					
Stromingsnatuur		-	+	+	0	+
Bosgebied	10%					
Grondwaterstand		+	-	-	-	-
Score		+	0	0	0	+

FIGUUR 24 MULTICRITERIA-ANALYSE VARIANTEN AFKOPPELING VAN DE RHEEZERWATERLEIDING

6.3.1 Landbouwgebied

INUNDATIE

Ten opzichte van de huidige situatie wordt er met vier varianten een verbetering gerealiseerd. Bij deze varianten geldt dat afname van inundaties plaatsvindt. Ondanks dat de grootte van de afname varieert is aan alle varianten een positieve score gegeven. Enkel bij variant 1A is dit niet het geval. In de T=10 en T=25 afvoersituatie is hier een toename van 15 hectare aan inunderende agrarische gronden. Tijdens het klimaatscenario is er nog een afname van 1 hectare.

GRONDWATER

Het grondwater verandert ten opzichte van de huidige situatie enkel bij variant 1A in positieve zin. Bij deze variant neemt de GLG in het landbouwgebied toe. Deze verhoging leidt tot een opbrengststijging van 5% of meer. In de overige varianten verslechtert het grondwaterregime. De varianten 2A, 2B en 2E geven slechts een geringe verandering van de GLG. In de GVG en GHG is er de verlaging echter wel behoorlijk toegenomen. De GLG van variant 3A pakt het negatiefst uit voor de gebruiksfunctie landbouw.

6.3.2 Karshoek

ONTWIKKELING NATUURWAARDEN EN HERSTEL LANDSCHAP

De varianten 1A en 3A zijn op dit toetsingscriteria beoordeeld met de maximale score. In deze variatie wordt de afvoerleiding richting de Karshoek gedempt. Hiermee wordt de instroom van voedselrijk water tegengegaan, waardoor de Rheezerwaterleiding geen belemmerende werking meer heeft op de ontwikkeling van de meander. Daarnaast wordt de doorsnijding van de oeverwal tenietgedaan. Hierdoor kan de historische situatie worden hersteld.

Bij de varianten 2B en 2E wordt er in een gedeelte van de leiding gebruik gemaakt van extensief beheer waardoor de instroom wordt gereduceerd. De toetsingscriteria worden niet volledig behaald. Maar de verwachting is wel dat de instroom wordt gereduceerd. Deze varianten zijn beoordeeld met een 0. Enkel bij variant 2A is er geen herstel van het landschap en wordt de mogelijkheid van instromend voedselrijkwater niet volledig weggenomen. Deze variant is daarom het laagst beoordeeld.

GRONDWATER

De varianten hebben een verlagend effect op de grondwaterstand in meander en de Karshoek. Echter zijn de negatieve effecten op de Karshoek zijn bij variant 2A nihil. Hierom is deze variant met een 0 beoordeeld. Bij variant 2B is de daling van het grondwater ten opzichte van variant 2A toegenomen. Deze variant is de MCA wel als negatief bestempeld. De grondwatereffecten van de varianten 1A, 2E en 3A op de Karshoek verschillen nauwelijks van elkaar. In alle drie de varianten is er een daling van het grondwater te zien. Deze effecten zijn als negatief beoordeeld.

KWEL

De kweldruk in de Karshoek neemt toe bij de varianten 1A, 2E en 3A, voornamelijk in april en juli zijn de verschillen goed zichtbaar. Vooral de toename van kwel in april is als positief beoordeeld. De kweldruk blijft voor de varianten 2A en 2B nagenoeg gelijk aan de huidige situatie. In het kwelscenario van januari zijn de verschillen tussen de alternatieven het kleinst.

6.3.3 Rheezerwaterleiding

STROMINGSNATUUR

In de varianten 2A, 2B en 3A is er een tracé door het bos bij de Moskuilen ontworpen. Deze afkoppeling biedt de mogelijkheid voor een compensatie van de verloren stromingsnatuur. Voor variant 2E bestaat de mogelijkheid om het laatste gedeelte van de afkoppeling op een natuurlijke manier richting de Uilenkamp te laten verlopen. In variant 1A stroomt de afkoppeling parallel aan de Esweg. Hierdoor wordt de stroming natuur niet voldoende gecompenseerd. De mogelijkheden voor een natuurlijke afkoppeling bij variant 1A zijn beperkter vanwege ruimtegebrek.

6.3.4 Bosgebieden

GRONDWATER

Alleen in variant 1A is er sprake van een grondwaterstijging. In de overige vier varianten verslechtert het grondwatersysteem ten opzichte van de huidige situatie. In de varianten 2A en 2B zijn de negatieve effecten geringer dan bij de varianten 2E en 3A. Doordat het grondwatersysteem verslechterd voor de bosgebieden zijn deze varianten als negatief bestempeld.

6.4 Meest gewenst afkoppeltracé

De keuze voor een meest gewenste afkoppeltracé is een moeilijke keuze. Dit komt door de typerende eigenschappen van het projectgebied. De hoog gelegen zandgronden zorgen ervoor dat het water snel tot afstroomt komt. Dit resulteert in een hoge afvoerpiek. Tijdens de extremen zijn grote profielen gevraagd voor een snelle afvoer, terwijl in de beheersituaties deze snelle afvoer negatief werkt met een verdrogend effect als gevolg.

Als we kijken naar de resultaten van de MCA zien we dat dit ook in het projectgebied het geval is. De twee meest geschikte varianten hebben verschillende voordelen. In de variant 1A zien we dat de inundaties in het gebied toenemen maar dat de grondwaterstand wel verbeterd. De variant 3A is deze situatie omgekeerd een verbetering van de inundaties maar een verlaging van de grondwaterstand. Daarnaast vindt er in alle varianten een grondwaterstanddaling in de plaats in de meander.

Voor de keuze van een meest gewenst tracé zal er een afweging tussen verdroging of vernatting van het gebied. De variant 3A is voor het tegengaan van de inundatie een geschikte variant. De afname van de inundaties lijkt het maximaal haalbare voor het stroomgebied, zonder aanvullende maatregelen. De demping van de aanvoerleiding naar de meander en Karshoek voorkomt de instroom van voedselrijk water in de meander. Daarnaast kan de historische oeverwal worden hersteld, wat een toename kwel in de meander veroorzaakt. Met de aanleg van een meanderend tracé bij de Moskuilen kan er een vervangende stromend water natuur worden gerealiseerd, waarbij de kwaliteit van de Karshoek wordt benaderd.

In de variant 1A is er een toename van inundaties tijdens de extreme afvoersituaties maar wordt er een verhoging van de grondwaterstand gerealiseerd in de GLG. Voor het agrarisch gebruik is verhoging van de grondwaterstand een belangrijk effect, aangezien de grondwaterstand een groot deel van het gebied te laag is. Daarnaast wordt ook in de bosgebieden een grondwaterstijging gerealiseerd. Ook in deze variant kunnen de waarden van de Karshoek worden hersteld en ontwikkeld. Wel moet er een kanttekening worden geplaatst bij het herstel van de stromingsnatuur, deze zal in de afkoppeling niet dezelfde kwaliteit zijn als in de huidige situatie.

Kritisch kijkend naar de resultaten biedt de variant 3A de meeste kansen voor het stromingsgebied van de Rheezerwaterleiding. Mogelijk dat de verlaging van de grondwaterstand kan worden tegengegaan met aanvullende maatregelen op detailniveau. Echter wanneer er eenvoudige oplossing moet worden gerealiseerd is variant 1A ook een goede optie.

7 AANVULLENDE MAATREGELEN

In dit hoofdstuk is er gekeken naar aanvullende maatregelen. In paragraaf 7.1 wordt de volgende deelvraag behandeld: *Welke aanvullende maatregelen zijn toepasbaar om de effecten van de klimaatverandering op de gebruiksfuncties te reduceren?*

In paragraaf 7.2 wordt er antwoord gegeven op de deelvraag: *Wat is volgens het bestaande keuzemodel de meest geschikte maatregel om de effecten te reduceren?*

7.1 Projecten agrarische sector

In de laatste jaren zijn er veel projecten georganiseerd in de agrarische sector voor het verbeteren van het bodem- en waterbeheer. Voor het landbouwgebied in het projectgebied zijn er een aantal projecten die interessant zijn voor het ondervangen van de knelpunten.

7.1.1 Deltaplan agrarisch waterbeheer

Het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) is een verzamelnaam voor uiteenlopende projecten gericht op de agrarische sector. DAW is een ambitieus concept met als doel het watersysteem te verbeteren door water- en bodemdossiers te verbinden en de samenwerking tussen boeren en hun waterschap te bevorderen. DAW- projecten zijn verdeeld over alle takken van de landbouw. Voorbeelden zijn projecten als:

- Melkveehouderij: Koeien en Kansen (Kringloopwijzer en bedrijfswaterplan).
- Akkerbouw: Veldleeuwerik (vermindering gewasbescherming emissies).
- Boomkwekerij: Milieuproject Sierteelt (Milieuaspecten en sociaal beleid).
- Landbouw: Vruchtbare kringloop (efficiënte benutting van mineralen).

LTO Nederland gebruikt voor deze projecten gebieden met knelpunten op het gebied van waterkwaliteit en kwantiteit (LTO Nederland, 2013). Voor het projectgebied kunnen maatregelen op het gebied van DAW een welkome aanvulling zijn om het watersysteem te verbeteren

7.1.2 Toekomstgericht boeren met bodem en water

Een goed voorbeeld van een DAW- project is het project 'Boeren in het Vechtdal'. In het kader hiervan is in mei 2012 het pilotproject 'toekomstgericht boeren met bodem en water' uitgevoerd. Een initiatief van LTO Noord- afdelingen Dalfsen, Ommen, Hardenberg en West Overijssel. Dit project is er opgericht om aspecten als een te natte bodem, te weinig draagkracht, te droge grond, storende lagen in de ondergrond of slechte ontwatering te ondervangen. De betrokken ondernemers worden ondersteunt en geadviseerd bij het nemen van bodem- en watermaatregelen (Projectgroep 'boeren in het Vechtdal' (LTO Noord), 2012).

In 2016 is er gestart met fase 2 van dit project 'Sterke boeren, sterke landgoederen'. In dit project worden er maatregelen uit het DAW-project 'vruchtbare Kringloop' toegepast.

7.1.3 Landbouw op peil

Het project Landbouw op Peil moet oplossingsrichtingen bieden die werken in de praktijk. Het Waterschap Vechtstromen heeft reeds deelgenomen aan dit project. Het project is speciaal gericht op de hogere, vrij afwaterende zandgronden in Oost-Nederland. De klimaatverandering zorgt voor een toenemende kans op extreme regenval en extreme droogte. Deze onomkeerbare ontwikkeling zorgt voor problematiek van droogte enerzijds en wateroverlast anderzijds toe. Ook het projectgebied kent deze knelpunten. Landbouw op Peil realiseert vernieuwende maatregelen voor de hogere zandgronden die goed toepasbaar zijn in de praktijk. Deze maatregelen zijn gericht op het klimaat bestendig maken van het watersysteem en verbetering van de waterkwaliteit met behoud van een vitale landbouw. De nieuwe inzichten op het gebied van

waterbeheer en agrarische bedrijfsvoering worden uitgewisseld met andere bestaande onderzoeken in Nederland (Landbouw op Peil, 2014).

7.2 Keuzemodel

In de analyse van de huidige situatie komt naar voren dat de grondwatertrap in de deelgebieden niet voldoet voor de functie. Met het keuzemodel (Schrijver & Paalhaar, 2015) in Bijlage IX zijn er maatregelen uit de maatregelen database geselecteerd. Het keuzemodel wordt gebruikt om te beoordelen of doorontwikkeling van dit model perspectief heeft. De keuze uit de database wordt gemaakt op basis van parameters. Voorbeelden hiervan zijn het grondwaterpeil, natuurtype, hoogteligging en de verwachte effecten van een ingreep. Elk van de maatregelen in de database bevatten verschillende parameters. Op basis van de overeenkomende parameters worden er maatregelen geselecteerd.

Voor twee deelgebieden zijn de parameters in het keuzemodel ingevoerd. Vervolgens zijn op basis van deze parameters per deelgebied gewenste maatregelen geselecteerd. In het keuzemodel wordt ook een meest geschikte maatregel geselecteerd. De onderbouwing waarom deze het meest geschikt is komt in het keuzemodel niet naar voren. Daarom is ervoor gekozen deze niet te beschrijven.

7.2.1 Maatregelen Natuur

De GVG speelt een belangrijke rol aan het begin van het groeiseizoen. Grondwaterstanden hebben een relatie met de beschikbaarheid van zuurstof. In het gebied rond de Karshoek is een hoge voorjaarsgrondwaterstand gewenst. Er zijn verschillende methoden om de bestaande natuurdoeltypen door te ontwikkelen. Voor het projectgebied zijn de volgende maatregelen opgesomd:

- Dempen/extensief-beheer laatste segment van de Rheezerwaterleiding
- Kappen naaldbossen rond vennen en natte heiden
- Verwijderen opstand en lokaal plaggen rond de jeneverbesstruwelen
- Waterloop uit landbouwgebied afkoppelen voor instroom in natuurgebied
- Moerascorridor creëren

DEMPEN/EXTENSIEF-BEHEER VAN EEN WATERGANG

Dit is een effectieve maatregel om natte natuurtypen op zandgronden meer kans te geven en verdroging tegen te gaan.

KAPPEN NAALDBOSSEN ROND VENNEN EN NATTE HEIDEN

Om de ontwikkeling van de vennen en natte heiden te verbeteren bestaat de mogelijkheid om de naaldbossen rondom deze natuurtypen te kappen. De grondwaterstand stijgt, mede hierdoor floreren de voorkomende natuurtypen.

VERWIJDEREN OPSTAND EN LOKAAL PLAGGEN ROND DE JENEVERBESSTRUWELLEN

Aan de westkant van het natura2000 gebied Karshoek bevindt zich een jeneverbestruweel. Het toepassen van deze maatregel zorgt voor een toename van de grondwaterstand en geeft de natuurdoeltypen meer kans.

AFKOPPELEN WATERGANG

Afkoppeling van een landbouw watergang van een natura-2000 gebied. Effectieve maatregel tegen de instroom van voedselrijk water in het natura2000 gebied. Het natuurgebied verschaalt wat meer kansen biedt voor verschillende natuurtypen.

MOERASCORRIDOR CREËREN

Met de realisatie van een moerascorridor worden er meer kansen voor de gebruiksfuncties landbouw en natuur gecreëerd. Een moerascorridor kan gezien worden als waterbergingsgebied, dit is gezien de klimaatextremen wenselijk. Het gebiedseigen water wordt langer vastgehouden wat leidt tot grondwateraanvulling, deze grondwateraanvulling is wenselijk voor zowel de gebruiksfunctie landbouw als natuur (Hennekens & Runhaar, 2014).

7.2.2 Maatregelen landbouwgebied

Uit de analyse van de huidige analyse blijkt dat voor een optimale opbrengst in het agrarisch gebied de grondwaterstand verhoogt dient te worden. Hiermee wordt de veldcapaciteit tijdens het groeiseizoen vergroot. Grondwatertrap IV is het meest geschikt voor agrarisch bedrijfsvoering. Bij deze grondwatertrap is de opbrengstderving in theorie het geringst. In het keuzemodel uit Bijlage IX zijn de eigenschappen van het landbouwgebied ingevoerd. Op basis van dit model wordt er een keuzegemaakt uit de maatregelen. Om in het landbouwgebied een hogere grondwaterstand te realiseren zijn er aantal maatregelen die kunnen worden getroffen:

- Boerenstuwten
- Verbouwen droogteresistente gewassen
- Verbod op irrigatie landbouwgewassen met grondwater
- Verhogen organisch stofgehalte
- Aanleggen van spaarbekken

BOERENSTUWTJES

Met behulp van een boerenstuw is het oppervlaktewater te reguleren en daarmee de veldcapaciteit voor het gewas. Dit is gedurende het groeiseizoen opbrengst verhogend.

DROOGTERESISTENTE GEWASSEN

In het relatief droge landbouwgebied kan er gekozen worden voor het verbouwen van droogteresistente gewassen. Er zijn verschillende graan en grassoorten die bestand zijn tegen extreme droogte.

VERBOD OP IRRIGATIE MET GRONDWATER

Een verbod op irrigatie met grondwater resulteert in een stijging van het grondwater op de droogtegevoelige zandgronden. Door deze maatregel is het grondwater beschikbaar voor in het gehele gebied.

VERHOGEN ORGANISCHE STOFGEHALTE

Indien het organische stofgehalte van de landbouwpercelen wordt verhoogd is er op de zandgronden meer vocht ter beschikking voor het gewas. Het organische materiaal wordt door micro-organismen omgezet tot opneembare voedingstoffen voor de plant. De humuslaag kan water opnemen en langer vasthouden, hierdoor is de grond minder droogtegevoelig.

AANLEGGEN VAN SPAARBEEKEN

Om verdroging in het projectgebied te minimaliseren bestaat de mogelijkheid om het gebiedseigen water op te slaan in een spaarbekken. Dit water kan dienen als irrigatiewater. Tevens zal een deel van dit water voor grondwateraanvulling zorgen, dit komt ten gunste van het gehele gebied.

8 CONCLUSIES

De vraag die in dit onderzoek centraal staat is: *Wat zijn de meest geschikte hydrologische maatregelen om de gestelde vermesting en verdrogingsproblematiek in het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding op te lossen?*

Het meest gewenste afkoppeltracé is bepaald op basis van een Multi criteria-analyse(MCA). De keuze ten aanzien van het meest geschikte tracé is niet eenvoudig. Uit de MCA komen twee varianten als meest geschikt naar voren. Dit zijn variant 1A via het Bentinecksbosch en Variant 3A waarbij combinatie tussen de afkoppelingen Bentinecksbosch en de Klashorst is gerealiseerd. Echter moet bij beide varianten een kanttekening worden geplaatst.

Voor beide varianten geldt dat er een grondwaterstandverlaging plaatsvindt in de meander. Hier staat wel tegenover dat de permanente instroom van voedselrijk water is tegengegaan. Waarbij de historische oeverwal kan worden hersteld, met een toename van de kwel in de meander als gevolg. Variant 1A is vanuit het oogpunt van het grondwater het meest interessant. Een toename van de GLG in het landbouw- en bosgebied is wenselijk. De toename van inundaties in het gebied tijdens de extreme afvoersituaties is wel problematisch. De afname van inundaties is in variant 3A een belangrijk aspect. Hier staat echter een daling van de grondwaterstand in het landbouw- en bosgebied tegenover. Daarnaast kan er in variant 3A een stromende watergang met dezelfde potentie worden gerealiseerd als in de huidige situatie. In variant 1A is deze van mindere kwaliteit.

De waterkwaliteit in de Rheezerwaterleiding voldoet niet aan de KRW-norm voor stikstof (<2,4mg N/l). In de meeste jaren (2000-2012) classificatie matig (2.4mg N/l tot 4.8mg N/l). In het laatste meetjaar 2013 stijgen deze tot een klasse ontoereikend (6.2 mg N/l). Voor de Vecht gelden soortgelijke waarden. Het grondwatersysteem bedient de natuur in de oude meander goed. Een toename van de kwel zou voor de huidige habitattypen het meest gunstig zijn. Ook verdwijning van het stromende watermilieu van de meander wordt als knelpunt gezien.

Aan de gewenste grondwatertrap IV (landbouw) en III(natuurtypen) wordt in een groot deel van het projectgebied niet voldaan. Een toekomstig W+ klimaatscenario resulteert in het landbouwgebied in opbrengstdervingen tot 20%. In het Bentinecksbosch bevinden zich een aantal, dat gevoelig is voor klimaatverandering. Daarnaast is in de analyse van het watersysteem geconstateerd dat deze niet voldoet aan de inundatienormen. De laagte ter hoogte van de Moskuilen/t-splitting is inundatiegevoelig tijdens extreme afvoersituaties.

Door de hoogteverschillen in het gebied zijn de mogelijkheden voor afkoppelen beperkt. Er zijn drie tracé ontworpen:

- Tracé 1: Bentinecksbosch tussen de Rheezerwaterleiding en watergang OWAVE190 langs de Esweg.
- Tracé 2 Moskuilen: 1) meanderend tracé door het bosgebied natuurcamping de Klashorst.
2) parallel langs de Oldemeijerweg.
- Tracé 3 bestaat uit een combinatie van de twee eerste tracés.

Voor de tracés zijn er verschillende varianten ontworpen waarbinnen is geëxperimenteerd met de invloed van aspecten, zoals begroeiing/ extensief beheer en volledige demping van delen van de watergang.

Geen van afkoppeltracés voldoet in de extreme situaties aan de inundatienorm van de landbouw. Zelfs in de klimaatsituaties (Q110%) vinden er al inundaties plaats. De hoge waterstand in de Vecht heeft een opstuwend effect in de Rheezerwaterleiding. Hierdoor kan de

afvoerpiek van de Rheezerwaterleiding niet worden afgevoerd. Variant 2A via de Moskuilen geeft de beste verbetering van de waterafvoer. Van het totale oppervlak inundeert gedurende de klimaatafvoer 5% grasland 5.9% bouwland. In de T=10 afvoersituatie is 25.1% grasland en 16.9% onderhevig aan inundaties. Gedurende de T=25 afvoersituatie inundeert tussen de 35.7% grasland en 27.9% bouwland. Bij de overige varianten van de Moskuilen nemen de inundaties licht (5% tot 15%) toe. Bij extensief beheer (2B en 2E) en demping (2C en 2F) van de huidige leiding nemen de inundaties toe. In variant 3A zijn de inundaties soortgelijk aan die van 2A. Er is een lichte toename (<5%) in de inundatie waarneembaar. Bij Variant 3B zijn de verschillen groter in negatief opzicht. Bij tracé Bentincksbosch is er een verslechtering ten opzichte van de huidige situatie. In de variant 1A is er tijdens de klimaatafvoer nog een lichte verbetering maar in de extreme afvoersituaties nemen de inundaties toe. In de T=10 is dit voor grasland toegenomen tot 53.4% en voor bouwland tot 51.3%. In T=25 inundeert 78.8% van het grasland en 81% van het bouwland.

Uit de analyse van het grondwater wordt geconcludeerd dat de meeste varianten een negatief effect hebben op de grondwaterstand. Alleen in de varianten 1A en 1B langs het Bentincksbosch wordt de GLG in het landbouw- en bosgebied in een groot gebied verhoogd met vijf tot twintig centimeter. In de Oude meander vindt een verlaging van tien tot twintig centimeter plaats. De grondwaterstand in tracé 2 Moskuilen en tracé 3 dubbele afkoppeling wordt verlaagd. Voor beide tracés geldt dat in de GLG een klein gebied bestaand uit landbouw en bos wordt verlaagd met vijf tot tien centimeter. In de GHG en GVG is omvang van de verlaging vergroot. Het invloedgebied bestaat uit landbouw- en bosgebied. In tracé 2 is de verlaging in de afkoppeling en de Karshoek toegenomen naar tien tot twintig centimeter. In de dempingvarianten is dit gebied nog groter. In tracé 3 daalt de GHG en GVG rondom de leiding met tien tot twintig centimeter. In de afkoppeling en de meander is de daling met twintig tot 35 centimeter nog groter.

In tracé 1: Bentincksbosch neemt de kwel toe in de oude meander. Een demping (1A) van de aanvoersloot verhoogt de kweldruk over de hele meander. Extensief beheer (1B) zorgt voor een lichte toename van de kwel. Maar zorgt ook voor een afname van de kwel in het tweede deel van de meander. In de Rheezerwaterleiding is er een toename van wegzijging. De varianten van tracé 2: Moskuilen hebben minder invloed op de kwel in de meander. De meeste varianten vertonen in juli weinig tot geen verandering. In januari varieert de kweldruk over de meander. In het eerste deel neemt de kwel toe en in het tweede deel is er sprake van een afname. In april is alleen in de gedempte variant 2F een toename van kwel in de oude meander, in alle overige varianten is er geen verandering. In tracé 3 is er een toename van kwel in de meander. In januari is deze gering maar in april en juli is deze sterk. Voor tracé 2 en 3 geldt dat er juli en april over de hele leiding een afname van wegzijging is, op sommige delen verandert deze naar kwelvorming. In de aanliggende sloten van de Rheezerwaterleiding neemt de kweldruk af. Dit is bij alle varianten waar te nemen. In sommige varianten is het invloedgebied op de sloten wat groter.

Bij keuze voor de meest geschikte variant/maatregel moet er dus een afweging worden gemaakt tussen een vernatting tijdens extremen of een verdroging in beheer. Variant 1A een goede oplossing, welke minder ingrijpend en eenvoudig is te realiseren. Echter variant 3A biedt de meeste kansen voor het stromingsgebied van de Rheezerwaterleiding. Waarbij aanvullende maatregelen op detailniveau kunnen worden toegepast, voor het tegengaan van de verdroging.

Aanvullende maatregelen kunnen worden gezocht in projecten in de agrarische sector ontwikkeld voor verbetering van het watersysteem. Het project Landbouw op Peil is geschikt voor het projectgebied. Ook projecten in het kader van de DAW kunnen worden uitgevoerd om de waterkwaliteit en kwantiteit te verbeteren. Dit is reeds met succes in het Vechtdal toegepast in het project 'Toekomstgericht boeren met water en bodem'. In het bestaande keuzemodel van waterschap Vechtstromen kunnen specifieke maatregelen worden benoemd voor het projectgebied. Een keuze voor de meest geschikte maatregel kan in het model niet worden onderbouwd. Er zijn meerdere maatregelen die kunnen worden uitgevoerd.

9 DISCUSSIE

INSTEEL ONDERZOEK

Het onderzoek is gestart met de intentie om de Rheezerwaterleiding af te koppelen. Dit, omdat in onderzoeken door bureau Waardenburg en KWR sterk werd verondersteld dat het voedselrijke water uit de leiding een negatieve invloed heeft op de Karshoek. Ondanks dat het is aangetoond dat het water te hoge waarden stikstof bevat, zijn er twijfels of afkoppeling wel de juiste oplossing is. De doorstroming in de Karshoek geeft waardevolle elementen in de meander en is een van de weinige plaatsen waar stromend water de Vecht in afwatert.

Daarnaast is het moeilijk in te schatten hoe groot de vermessing van het water van de leiding is ten opzichte van de inundaties van de Vecht. In hoeverre de stikstof ook wel degelijk neerslaat en de habitattypen beïnvloed, zal vervolgonderzoek in het veld moeten uitwijzen. Daar staat tegenover dat het een Natura-2000 gebied betreft. En dit stelt als voorwaarde dat er geen gebiedsvreemd water in het gebied mag worden toegelaten.

Voor het gebied van de Karshoek ligt een Natura 2000 opgave om de habitattypen te ontwikkelen. Deze is vooral gericht op de inundaties van de Vecht, en niet op het tegengaan van de voedselrijke instroom van de Rheezerwaterleiding. Echter even benedenstrooms van de Karshoek is in het natuurgebied Junner Koeland, ook gelegen in het Natura-2000 gebied Vecht en beneden Regge, een soortgelijke situatie te vinden. Ook hier een afvoersloot uit het landbouwgebied die uitstroomt in een oude Vecht meander. In deze situatie is er een onderzoekmaatregel voor een oplossing voor tegengaan van instroom.

Daarnaast snijdt de Rheezerwaterleiding dwars door de historische oeverwal van de oude meander. In het project Ruimte voor de Vecht wordt een aanzet gegeven om een slenk in de gedempte monding aan te leggen waardoor het de Vecht haar weg terug laat vinden naar de oude meander. De doorsnijding van de oeverwal en het instromen van de Rheezerwaterleiding past van nature niet in de ontwikkeling van de meander.

GEbruik VAN SOBEK EN MODFLOW VOOR EEN SLOOTJE VAN 'NIKS'

Binnen het onderzoek is het gebruik gemaakt van de modellen van SOBEK en MIPWA, maar zijn deze wel geschikt voor het analyseren van de kleinere watergangen zoals de Rheezerwaterleiding. Voor zowel SOBEK als MIPWA zijn er meerdere onderzoeken te vinden waarbij soortgelijke watergangen worden gemodelleerd. Zeker voor SOBEK is het gebruikelijk om kleinere watergangen te analyseren, alleen zijn deze dan vaak onderdeel van een groter watersysteem. Voor het analyseren van grondwater zijn er meerdere methoden overwogen. Er is gekeken naar een analytische methode (Mazure) en het SWAP-model. Ook het relatief nieuwe Swap-Wofost is overwogen. Het nadeel van deze methoden zijn dat ze een puntberekening uitvoeren hierdoor wordt er geen compleet beeld gegeven. Daarnaast is kwel en wegzijging ook een aspect in het onderzoek, dit wordt in deze methode niet berekend. Het gekalibreerde grondwatermodel MIPWA geeft met een 25x25 grid een relatief betrouwbaar beeld van de grondwaterstand en de kwel en wegzijging.

AANNAMES IN SOBEK

Doordat van debietgegevens van de Rheezerwaterleiding niet beschikbaar zijn, zijn er in SOBEK een aanname gedaan voor de verwachte waterafvoer. De gehanteerde methode, door de laterale instroom te bepalen op basis van de grondwatertrappen, is een gebruikelijke methode wanneer er geen debietgegevens beschikbaar zijn. Binnen het Waterschap wordt deze methode gebruikt conform het handboek hydrologie.

Een kalibratie op basis van recente of exacte meetgegevens is dus niet mogelijk. Echter kan er wel worden vergeleken met waarden van het onderzoek uit 1998 en de input in het originele Vechtmodel. In het Vechtmodel zijn de debietgegevens gekalibreerd. Hierbij is er een instromend debiet en een uitstromend debiet. Het verschil is op basis van het stroomgebied verdeeld over de instromende watergangen. Als de invoergegevens voor de Rheezerwaterleiding in het Vechtmodel worden vergeleken met de berekende afvoeren, is er een klein verschil tussen deze waarden. Voor een maatgevende afvoer (1Q) wordt in het Vechtmodel een debiet van 1,03 m³/seconde ingevoerd. In het model van de Rheezerwaterleiding is er een 1Q afvoer van 0,98 m³/seconden berekend. Of de afvoergegevens in het onderzoek van Arcadis in 1998 zijn gekalibreerd kan niet worden achterhaald. Wel zijn de resultaten met een debiet van 0,91 m³/seconden, redelijk vergelijkbaar met de berekende gegevens.

MIPWA

Tijdens de eerste run van MIPWA-model kwamen er voor meerdere varianten onverwachte resultaten uit. De demping van de afvoerleiding Karshoek gaf een afname van kwel en er was een toename van wegzijging over het hele gebied te zien. Na controle van het model bleek dat er dubbele watergangen in het model zaten. In het model zitten meerdere riverfiles. Elke riverfile bevat watergangen, als deze elkaar overlappen worden deze twee keer meegenomen. Hierdoor was bijvoorbeeld onder een gedempte watergang nog steeds een watervoerende watergang aanwezig. Na aanpassing van de riverfiles zijn de uitkomsten van het model te verklaren. Enkel het opschuiven van de GLG in variant 1B ten opzichte van variant 1A roept wat vraagtekens op.

WAAROM REKENEN MET DE OUDE SITUATIE VAN DE VECHT?

In het SOBEK-model is er gerekend met de oude situatie van de Vecht. Hiermee is het onderzoek in principe al achterhaald. Aangezien er ingrijpende maatregelen worden genomen in de Vecht zullen de waterstanden in Vecht veranderen. Op dit moment is het Waterschap Vechtstromen druk bezig met het inzichtelijk maken van de effecten van verschillende scenario's van de Vecht. Hierbij is er nog geen definitieve beslissing genomen over definitieve peilen, meanders en verwijdering van stuwen. Het onderzoek heeft misschien niet de peilen van de nieuwe situatie maar het geeft wel inzicht wat effectgevoelige gebieden zijn binnen het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding. Daarnaast maakt een afkoppeling van de Rheezerwaterleiding prominent deel uit van de plannen voor het traject Hardenberg- Ommen (voorheen Junne). Hiervoor is noodzakelijk dat belangrijke aspecten in het gebied inzichtelijk worden gemaakt.

VAN DE ENE MEANDER NAAR DE ANDERE MEANDER

In een aantal varianten mondt de nieuwe leiding uit in de meander Uilenkamp. Hiermee wordt het probleem toch alleen maar verplaatst naar een ander waardevol natuurgebied. In principe is dit natuurlijk waar, ook in deze meander is de toevoer van voedselrijkwater niet wenselijk. Een groot verschil met de oude meander is wel dat Uilenkamp onderdeel uit maakt van het watervoerend deel van de Vecht. Door de Uilenkamp stroomt in de huidige situatie al water dat niet voldoet aan de KRW-norm. Hiermee valt de keuze niet te rechtvaardigen, maar de veronderstelling is dat de Rheezerwaterleiding in de Uilenkamp minder schade aanricht dan in de oude meander bij de Karshoek. De leiding zou zelfs een waardevolle stroming kunnen vormen die de natuur in de Uilenkamp een nieuwe optie geeft tot ontwikkeling.

WAAROM NIET OP BASIS VAN HET KEUZEMODEL MAATREGELEN ONDERZOCHT?

Het keuzemodel selecteert maatregelen uit een database waaronder hydrologische maatregelen. Waarom is het model niet gebruikt om de Rheezerwaterleiding vooraf te beoordelen en op basis hiervan maatregelen te analyseren in plaats van een toevoeging achteraf. Het Waterschap Vechtstromen ziet potentie in het keuzemodel als hulpmiddel voor het bepalen van maatregelen. Echter staat dit model nog in de kinderschoenen en is het zaak om het model te testen en door te ontwikkelen. Daarom is ervoor gekozen om het model naderhand te gebruiken om een ontwikkelslag te maken in het gebruik van het model.

10 AANBEVELING

LESA

In onderzoek naar de meest geschikte afkoppeltracé komen er twee tracés naar voren. Voor beide tracés zijn enkele kanttekeningen te plaatsen die nader onderzoek vereisen. De landschaps-ecologische systeemanalyse (LESA) die voor 2016 gepland staat, is een belangrijk onderzoek voor de besluitvorming rondom de Rheezerwaterleiding en de Karshoek.

In dit onderzoek moet worden aangetoond dat de permanente stikstofstroom door de meander invloed heeft op de aanwezige natuur. Daarnaast blijkt uit de hydrologische analyse dat er verdrogende effecten in de meander optreden bij demping van de afvoerleiding. Het is raadzaam om tijdens de LESA een inschatting te maken wat de gevolgen van verdroging zijn, op de meander en de bijbehorende habitattypen.

VARIANT 3A

Indien er een afkoppeling wordt gerealiseerd, is er een voorkeur voor variant 3A. In deze variant is het interessant om omliggende partijen Staatsbosbeheer en natuurcamping de Klashorst te betrekken. Afgezien van het feit dat dit de normale gang van zaken is en deze partijen de benodigde grond voor de afkoppeling bezitten, kan dit van belang zijn voor alle partijen.

Het Staatsbosbeheer is voornemens de afvoerleiding van de Oldemeijer op natuurlijk wijze herin te richten. Hier is reeds een vooronderzoek naar geweest. Voor het waterschap kan het interessant zijn om gezamenlijk te kijken naar deze herinrichting en hierbij een doorlopende meanderende watergang vanaf de Oldemeijer naar de Vecht te realiseren. Aanliggend aan het bosgebied is de natuurcamping de Klashorst gelegen. De eigenaar is voorstander van een meanderende afkoppeling. Zelf heeft hij plannen om een deel van zijn landbouwperceel aanliggend aan het bos van de Moskuilen om te vormen tot natuur (Bijlage IV gespreksverslag Klashorst). Als er wordt gekozen voor een afkoppeling ter hoogte van Klashorst, is het interessant om deze partijen te betrekken in de realisatie van de afkoppeling.

Wel is het van belang om een onderzoek naar aanvullende maatregelen in te stellen. Mogelijk kan hierbij worden aangesloten in het project: 'Sterke Boeren, Sterke landgoederen', echter is dit project al een tweede fase ingegaan. Het is zaak om de agrarische activiteiten binnen het gebied goed te blijven bedienen. In de huidige situatie is er al sprake van een te lage grondwaterstand. Daarom is het belangrijk, zeker met de onzekerheid van de nieuwe inrichting van de Vecht, om de toch wat onderdrukte positie van de agrariërs in het gebied goed te blijven ondersteunen.

KEUZEMODEL

Voor doorontwikkeling van het keuzemodel moeten de maatregelen beter worden gespecificeerd. In veel gevallen zijn de parameters die moeten worden ingevoerd voor het betreffende gebied maar deels ingevoerd voor de maatregelen. Indien het keuzemodel wordt gehanteerd, zijn er in veel gevallen meer dan één maatregel toepasbaar. Deze maatregelen zijn voorspelbaar en kunnen op een relatief eenvoudige manier geselecteerd worden vanuit de database.

BRONNENLIJST

- Alterra Wageningen. (2013). *Notitie bovenstrooms terrein gelegen aan de Karshoek*. Wageningen: Alterra.
- Arcadis , Jeroen van de Scheer. (1998). *Modelonderzoek Rheezerwaterleiding*. Waterschap Vechtlanden.
- Arcadis. (2015). *Schetsontwerp traject Hardenberg-Junne*. Arnhem: Provincie Overijssel, waterschap Vechtstromen, Staatsbosbeheer.
- Arcadis. (2015, september). [www.landbouwoppeil.nl](http://landbouwoppeil.nl). Opgeroepen op september 21, 2015, van Landbouw op peil: <http://landbouwoppeil.nl/nieuws/nieuws/innovatieve/>
- Bot, B. (2011). *Grondwaterzakboekje*. Rotterdam: Drukkerij de Maasstad.
- Bureau Waardenburg. (2013). *Notitie Karshoek*. Culemborg: Bureau Waardenburg.
- Duursema, G. (2015, oktober). Ecologie Karshoek. (W. Teunis, & R. Nijhoff, Interviewers)
- Hennekens, S., & Runhaar, H. (2014). *Hydrologische Randvoorwaarden Natuur versie 3*. Wageningen: Alterra/Stowa.
- Jonker, R. (2015, Oktober 06). Boswachter Inventarisatie & Monitoring. (R. Nijhoff, & W. Teunis, Interviewers)
- Kuiper, A. (2015, Oktober 06). Interview gebiedsbeheerder. (R. Nijhoff, & W. Teunis, Interviewers)
- KWR watercycle research institute. (2013). *Notitie Karshoek*. Provincie Overijssel.
- Landbouw op Peil. (2014). <http://landbouwoppeil.nl>. Opgehaald van <http://landbouwoppeil.nl/projectinformatie/ambities/>: <http://landbouwoppeil.nl/projectinformatie/ambities/>
- LTO Nederland. (2013). *Samen werken in Deltaplan agrarisch waterbeheer*. LTO.
- PCCC. (2015, oktober 27). <http://www.klimaatportaal.nl/>. Opgehaald van <http://www.klimaatportaal.nl/pro1/general/start.asp?i=2&j=3&k=3&p=0&itemid=55>
- Projectgroep 'boeren in het Vechtdal' (LTO Noord). (2012). <http://www.boereninhetVechtdal.nl>. Opgehaald van <http://www.boereninhetVechtdal.nl/bereikte-resultaten>: <http://www.boereninhetVechtdal.nl/bereikte-resultaten>
- Provincie Overijssel. (2009). *Masterplan Ruimte voor de Vecht*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Provincie Overijssel. (2009). *Omgevingsverordening 2009*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Provincie Overijssel. (2015). *Natura-2000 gebiedsanalyse voor de programmatische e aanpak stikstof (PAS) Vecht en beneden Regge*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- Royal Haskoning DHV. (2012). *Hydrologische modellering Oude Leij*. Breda: Waterschap Brabantse Delta.
- Schrijver, J., & Paalhaar, M. (2015). *Optimalisatie van gebruiksfuncties voor een toekomstbestendig Vechtdal*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.
- Stowa. (2005). *Waternoodrapport*. Utrecht: Stowa.
- STOWA. (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke water typen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*. Amersfoort: Stichting toegepast onderzoek waterbeheer.
- Synbosis Alterra. (2008). *Profielen habitattypen*. Wageningen: Alterra.
- Tauw. (2012). *Zoetwatervoorziening Oost Nederland*. Deventer: Tauw.
- Wallis de Vries, M. (1991). *Vegetatie en Flora van het gebied Karshoek-Stegerense veld*. Vakgroep Natuurbeheer LUW (1991) i.o.v. Min. LNV, Dir. NBLF.
- Waterschap Vechtstromen . (2016). *Gegevens waterkwaliteit meetpunt MVEC55 Ommen en MVEC00 Laar*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.
- Waterschap Vechtstromen. (2013). *Gegevens waterkwaliteit meetpunt NRHW80 Rheezerwaterleiding*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.
- Waterschap Vechtstromen. (2015). *Handboek Hydrologie*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.
- waterschap Vechtstromen. (2015). *Optimalisatie van gebruiksfuncties voor een toekomstbestendig Vechtdal*. Almelo: waterschap Vechtstromen.

BIJLAGEN

BIJLAGE I. SYSTEEMANALYSE

In deze bijlage is de systeemanalyse weergegeven. In deze analyse worden meerdere aspecten van het projectgebied onderzocht. Er is vanuit een breder perspectief gekeken door naar de overkoepelende plannen en projecten van Vechtdal te kijken. Hierbij is ook goed naar de ambities gekeken. Vervolgens is er dieper ingezoomd naar het traject en uiteindelijk naar het projectgebied.

Historie

De Vecht betreft een vrijwel geheel door regen gevoede rivier. Dat betekende tot het eind van de 19e eeuw dat het water in winter en voorjaar hoog kon staan, maar dat in droge zomers de rivier een heel laag peil had, waardoor het op allerlei plekken doorwaadbaar was. Bij lage peilen kon zand vanuit de bedding gaan stuiven en in de aangrenzende grasland worden afgezet. Voor het eind van de 19e eeuw was de Vecht een zeer sterk meanderende rivier met gering verval van 1,5 m per 10 km, met veel overgangen van de rivier naar aangrenzende koelanden. Bij de kanalisatie in de periode 1896 - 1907 werden 69 rivierarmen afgesneden en 7 stuwen gerealiseerd.

Door de afsluiting van de Zuiderzee en later aanleg van de Noordoostpolder en stormvloedkering bij Ramspol speelt opwaaiing amper een rol meer bij de dynamiek van het gebied. Dynamiek is nu geheel afhankelijk van extremen in neerslag binnen het stroomgebied, wat in beneden- en middenloop kan leiden tot kortstondige overstromingen. Deze overstromingen blijven van belang voor het opladen van zandbodems met calcium en ijzer waardoor de verzuring wordt gecompenseerd (Provincie Overijssel, 2009).

Masterplan Ruimte voor de Vecht

In het masterplan Ruimte voor de Vecht is in 2009 door de provincie Overijssel een nieuwe visie voor de inrichting van de Vecht gepresenteerd. In samenwerking met gemeenten en waterschappen is een leidraad vastgelegd voor de gezamenlijke planvorming en uitvoering.

AMBITIE

De Vecht moet worden omgevormd tot een veilige, herstelde, halfnatuurlijke, stabiele en beleefbare rivier. Het Vechtdal moet leefbaar en uniek worden door een samenhangend en onderscheidend geheel te creëren waarbij aan de huidige kwaliteiten en gebiedskenmerken impulsen wordt gegeven (Provincie Overijssel, 2009).

STREEFBEELD

Streefbeelden voor de Vecht die worden uitgevoerd via het programma "Ruimte voor de Vecht", zijn geformuleerd in de volgende doelen voor natuur en landschap in het totale Vechtgebied:

- Het ontwikkelen van een halfnatuurlijke laaglandrivier. Daarbij horen natuurlijker rivierprofielen, nevengeulen, erosie en sedimentatie, overstroming en zandafzetting in de uiterwaarden en rivierduinvorming.
- Ontwikkelen van rust en fourageerplaatsen voor winter- en trekvogels.
- Het ontwikkelen van de riviergebonden grazige vegetaties (of anders gezegd het weer in ere herstellen van de "koeweiden en marsen"; beheertypen overstromingsgrasland (N12.04) of Vochtig hooiland (N10.02). Op de droge rivierduinen wordt gestreefd naar droge schraalgraslanden (N11.01), belangrijk hierbij is dat de inspoeling van meststoffen wordt verminderd.
- Vergroten van de variatie en structuur in de rivierdalen door ontwikkelen van struwelen, herstellen van oude meanders (natuurtype N0.02 Rivier), ontwikkelen van ooibos (N14.01 Rivier- en beek begeleidend bos) en aanleg van Poelen (L01.01) voor amfibieën.

- Het ontwikkelen van nat schraalland (N10.01) en andere natte graslanden zoals Dotterbloem- en Kievitsbloemgraslanden (beheertype Vochtig hooiland N10.02) in afwisseling met rietland en Moeras (N05.01).
- De samenhang tussen de bestaande natuur/bosgebieden versterken door natuurontwikkeling in vooral het winterbed en zorgen voor voldoende rustgebieden (Provincie Overijssel, 2009).

Traject Hardenberg-Junne

De herinrichting van de Vecht, is ingedeeld in trajecten. Het projectgebied valt binnen het traject Hardenberg - Junne. Dit traject omvat de gebieden Rheezermaten, Karshoek en Stegeren. Het traject wordt gezien als een belangrijke schakel binnen de transformatie van de Vecht. Binnen het traject worden meerdere deelprojecten uitgevoerd.

RHEEZERMATEN

Benedenstrooms van Hardenberg is het project Rheezermaten gestart. Dit project geeft invulling aan de meandering over een tracé van zeven kilometer van de Vecht. Deze hermeandering heeft een verlenging van 1,5 kilometer als gevolg. Op dit moment valt de uitmonding van de Rheezerwaterleiding buiten dit deelproject. Na de afkoppeling is het echter mogelijk dat deze binnen de hermeandering valt. Daarom is het van belang om de ontwerpwaterhoogtes van de hermeandering op te nemen in de herinrichting van Rheezerwaterleiding (Arcadis, 2015).

KARSHOEK

Voor de Karshoek ligt er een opgave voor Natura 2000. In het perceel dat is aangewezen als Uitwerkingsgebied Ontwikkelopgave Natura 2000 zijn maatregelen noodzakelijk voor behoud en verbetering op lange termijn. Doel van de maatregel is het aanvoer van basenrijk slib vanuit de Vecht naar de Karshoek en het stimuleren van zandtransport ten behoeve van verjonging van bodems in de Karshoek. Door aanleg dan wel herstel van de nieuwe slenk in combinatie met laagten in het aangewezen gebied kan de benodigde hydrodynamiek gerealiseerd worden. Sedimentatie in de Karshoek vereist wel een voldoende hoge stroomsnelheid van het aangevoerde Vechtwater, zodanig dat het sediment niet in de aanvoerroute maar pas in de Karshoek afgezet zal worden (Arcadis, 2015).

STEGEREN

Binnen Stegeren ligt de opgave voor rivierherstelmaatregelen, in combinatie met het behoud en herstel van stroomdalgraslanden. Met de ontwikkeling van de Vecht als een halfnatuurlijke laagland rivier met de daarbij horende morfologische processen is het mogelijk meer gunstige uitgangsposities voor stroomdalgraslanden en oobos te ontwikkelen. De rand van de bestaande oude Vechtloop heeft potentie voor het verbeteren en uitbreiden van alluviale bossen. Deze vochtige rivier begeleidende bossen zijn een belangrijk biotoop voor de bever. In grotere oppervlaktes vormt het een leefgebied voor de zwarte ooievaar (Arcadis, 2015).

Stroomgebied Rheezerwaterleiding

In deze paragraaf wordt de planvorming voor het stroomgebied van de Rheezerwaterleiding toegelicht. Door het afkoppelen en deels dempen van de Rheezerwaterleiding wordt de aanvoer van kwel richting de oude Vechtloop in de Karshoek vergroot. Dit draagt bij aan het ontwikkelen van reeds aanwezige mesotrofe natuurwaarden.

STAATSBOSBEHEER

Staatsbosbeheer maakt onderdeel uit van het samenwerkingsverband voor planvorming van het project Ruimte voor de Vecht. Het stroomgebied bestaat voor een groot deel uit het bosgebieden die onderdeel uitmaken van het beheergebied van Staatsbosbeheer. Voor de planvorming is in het bijzonder de oude meander nabij de Karshoek interessant. Staatsbosbeheer wil hiervan een uniek stuk natuur van maken (Jonker, 2015). Daarnaast heeft Staatsbosbeheer ook plannen met de afvoerleiding van de Oldemeijer deze moet meanderend door het bos worden aangelegd. Er is hier reeds een vooronderzoek voor uitgevoerd.

MODELONDERZOEK RHEEZERWATERLEIDING 1998

In 1998 heeft Arcadis, in opdracht van het toenmalige Waterschap Vechtlanden, een modelonderzoek uitgevoerd. De aanleiding voor dit onderzoek was wateroverlast doordat de Rheezerwaterleiding de piekafvoeren niet tijdig kon afvoeren. Daarnaast kende het gebied lokaal droogteproblematiek.

Op basis van het modelonderzoek zijn er een aanpassingen aan de Rheezerwaterleiding uitgevoerd. Een deel van de leiding is verlegd, en over de hele lengte is het profiel van de leiding zijn er verdiepte schouwpaden aangelegd die in geval van hoogwater onderlopen. Verder is de leiding verondiept waardoor de drainerende werking van de leiding werd weggenomen. Hierdoor wordt wanneer er weinig water beschikbaar is, het water minder snel afgevoerd met grondwateraanvulling tot gevolg, waardoor verdroging in het landelijke gebied tegen wordt gegaan (Arcadis, Jeroen van de Scheer, 1998).

Gebiedsanalyse

Om een goed beeld te krijgen van de omgeving zijn verschillende aspecten die van belang zijn voor het ontwerpen van hydrologische maatregelen uitgediept.

GEOLOGIE

Het gebied Rheeze en Diffelen maakt deel uit van de esdorpen in Noordoost-Salland en bevindt zich tussen Hardenberg en Mariëenberg. Het gebied is in het Saalien na de landijsbedekking ontstaan. Er zijn op veel plaatsen aanwijzingen voor erosieprocessen na de landijsbedekking. Het landschap stabiliseerde, zand en klei afzettingen namen dan ook af, dit kwam ten goede van de veengroei in het rivierdal.

In het Laat-Glaciaal zijn er dekzandkoppen in het landschap gevormd. Deze zandkoppen behoren tot de Formatie van Kootwijk. De zandkoppen worden begrensd door steilranden, dit zijn plotse hoogteverschillen van enkele tot vele meters. Deze steilranden ontstaan onder andere door erosieprocessen van de rivier.

Pakketten van zand en grind zijn ten tijde van de laatste IJstijd in het gebied afgezet. Deze zand en grind pakketten behoren tot de Formatie van Kreftenheye. Plaatselijk komen deze grindpakketten dicht aan het oppervlak voor. In het Pleistocene Vechtdal zijn voornamelijk dekzandruggen te vinden. Tussen de dekzandruggen komen er dekzandvlaktes en welvingen voor, deze aardlagen vallen onder de formatie van Boxtel.

Verder zijn er gedurende de laatste IJstijd rond de flanken van stuwwallen gordeldekzanden ontstaan. Deze landschappen waren destijds onderhevig aan winderosie. Hierdoor werd er in het projectgebied een gordel van leemarm dekzand gevormd. Deze gebieden waren in het verleden gunstig vanwege de bodemvruchtbaarheid, goede waterhuishouding en grondstoffen.

GEOMORFOLOGIE

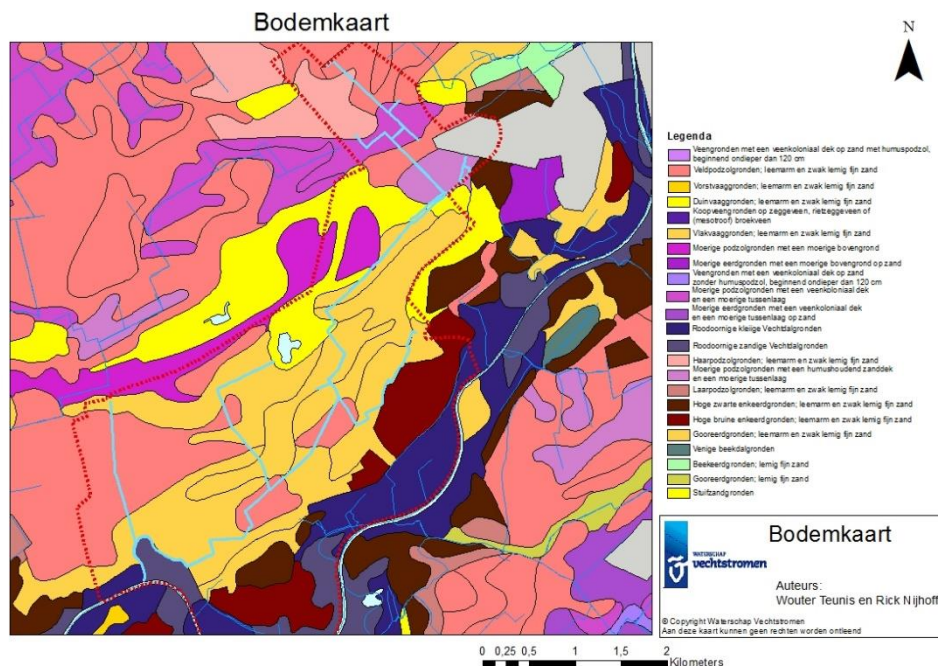
Het projectgebied is door de jaren heen gevormd door de Vecht. Het Vechtdal is opgevuld door afzettingen afkomstig van smeltwater. De voorkomende rivierduinen zijn ontstaan als fluviatiele afzettingen. Het afgezette materiaal raakte slecht begroeid, daardoor waren de duinen gevoelig voor verstuiwing. De dekzandruggen zijn in het laatste glaciaal ontstaan als eolische afzettingen.

Deze afzettingen zijn onder te verdelen in lage heuvels en ruggen (3K14) en welvingen (3L5 en 3L8). Over het algemeen is een dekzandrug een goed ontwaterd deel van een dekzandlandschap. De lager gelegen dekzandgronden hebben over het algemeen een vochtige bodem. De hoger gelegen dekzandkoppen werden van oudsher in cultuur gebracht, deze gronden werden kampgronden genoemd.

Welvingen scheiden de hoger gelegen dekzandruggen van de dekzandvlakten. In het verleden werden de welvingen grotendeels bedekt met veen bed, tegenwoordig zijn het lagere zandkoppen. Oorspronkelijk maakten dekzandvlakten deel uit van een glooiend gebied zonder grote hoogteverschillen. De dalvormige laagten in deze gebieden waren moerassig.

BODEMOPBOUW

Het grootste gedeelte van de bodemopbouw bestaat uit veldpodzolgronden, duinvaaggronden en gooreerdgronden bestaande uit leemarm en zwak lemig fijn zand. Daarnaast zijn er nog moerige podzolgronden te vinden die worden gekenmerkt door een moerige bovengrond op zand. Sporadisch zijn er in het gebied ook moerige eerdgronden te vinden met een veenkoloniaal dek en een moerige tussenlaag. Voor het projectgebied betekent dat de belangrijkste bodemlagen bestaan uit zand met hier en daar een leemfractie. De hogere delen langs meanders van de Vecht worden gedomineerd door hoge zwarte en bruine enkeerdgronden, deze worden gekenmerkt door leemarm en zwak lemig fijn zand. De lagere delen bestaan veelal uit roodoornige kleiige- zandige Vechtdalgronden.



FIGUUR 25 KAART BODEMGESTELDHEID (BRON: ARCGIS)

WATERHUISHOUDING

De Rheezerwaterleiding vormt de afwateringseenheid voor het landbouwgebied ten zuidoosten van Hardenberg. De leiding wordt voorzien van water door een stelsel van sloten dat deels door landbouwgebied loopt maar meer benedenstrooms door bosrijke gebieden. Ook is er een aftakking vanaf recreatieplas de Oldemeijer. Deze wordt door Staatsbosbeheer gebruikt voor het schoonmaken van de plas en vormt tevens een noodafvoer.

Bovenstrooms wordt de oude meander gevoed door de Rheezerwaterleiding. Deze waterleiding is afkomstig uit een landbouwgebied en voert vooral eutroof water af. De waterleiding voert in tijden van een hoge rivierwaterstand veel slib gebonden stikstof af in de meander. Dit heeft negatieve gevolgen op de kwelafhankelijke natuur (Jonker, 2015).

BIJLAGE II. DEELGEBIEDEN

Het projectgebied is opgedeeld in deelgebieden. Hiermee wordt getracht duidelijker onderscheid te maken tussen knelpunten en optimale situaties van de knelpunten.

Deelgebied Karshoek

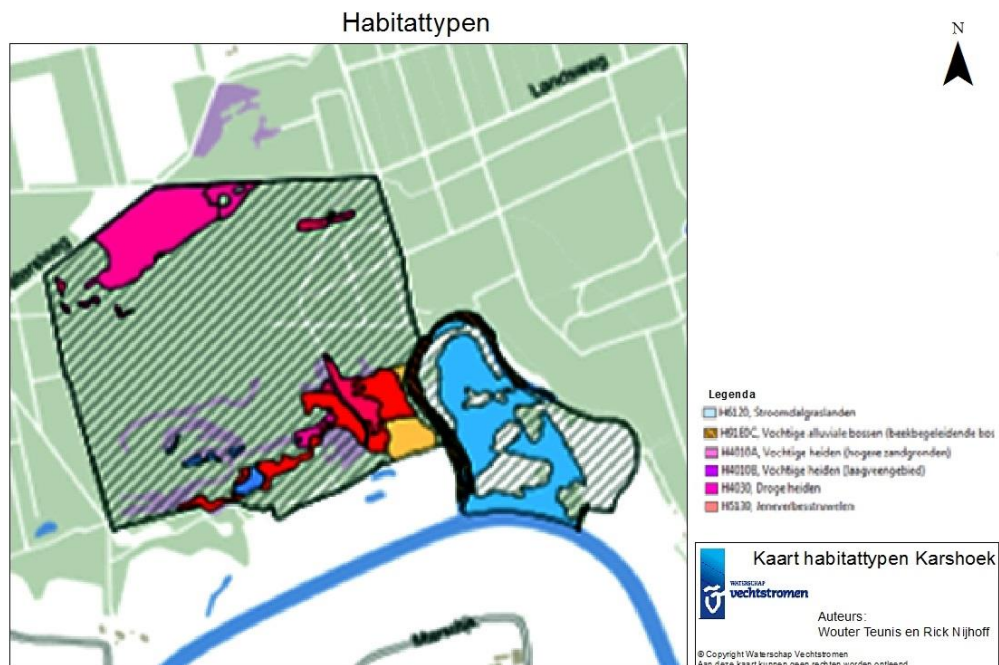
De Karshoek wordt omringd door het Bentincksbosch, ten oosten van de Karshoek is het agrarisch gebied van Diffelen gelegen. De Karshoek wordt ten westen begrensd door een gebied met jeneverbesstruwelen en droge heiden

OMSCHRIJVING

De Karshoek is als gevolg van verstuingen van dekzanden en de vorming van rivierduinen ontstaan. In het holoceen ontstond door erosie en overstromingen de meander 'Karshoek'. Tegenwoordig is Karshoek een beschermd natuurmonument en in particulier bezit. Het gebied is onderdeel van het Natura 2000 gebied Vecht en Beneden Regge. In de oude meander van de Vecht komt de meest waardevolle en tevens meest kwetsbare natuur voor. (Alterra Wageningen, 2013) In het gebied zijn door begrazing mantels en zomen ontstaan, verder is het gebied vergelijkbaar met Junner Koeland en Arriër Koeland. Deze gebieden zijn schraler wat leidt tot een waardevolle graslandvegetatie.

Habitattypen

In de Karshoek komen meerdere habitat typen voor, in Figuur 26 is een overzichtskaart weergegeven. In de notitie Karshoek van Bureau Waardenburg zijn de typen voorkomend in de Karshoek beschreven. In deze paragraaf worden de belangrijkste punten uitgelicht.



FIGUUR 26 OVERZICHTKAART HABITATTYPEN KARSHOEK (BRON: PROVINCIE OVERIJSEL)

STROOMDALGRASLANDEN (H6120)

Het overgrote deel van de Karshoek is aangegeven als habitattype 'stroomdalgrasland'. Dit komt niet overeen met de realiteit. In een beperkt deel van de Karshoek is de vegetatie goed ontwikkeld. De hoge en lage delen van het gebied zijn niet geschikt voor stroomdalgraslanden.

In de Karshoek komen typerende soorten als steenanjer, kleine bevernel en voorjaarszegge voor. Echter zijn er door de matige ontwikkeling van het stroomdalgrasland ook soorten als: grasklokje, veldbies, akkerhoornbloem en geel walstro in het gebied te vinden. Deze soorten zijn typerend voor voedselrijke gebieden. Als gevolg van inundatie ontstaan er in de oude meander nieuwe soorten. Op langere termijn is inundatie van belang om de buffercapaciteit van de bodem te vergroten. In de Karshoek is doorontwikkeling van dit habitatype wel mogelijk. Stroomdalgraslanden zijn relatief open en soortenrijk, dit habitatype komt voor op droge voedselarme zandgronden. Veelal te vinden op oeverwallen, stroomruggen en rivierduinen.

JENEVERBESSTRUWELN (H5130)

In het gebied ten westen van de Karshoek bevindt zich een aantal jeneverbesstruwelen. Deze jeneverbesstruwelen liggen verder verwijderd van de bufferzone die zich ten oosten van de Karshoek bevindt. Dit habitatype is niet afhankelijk van inundatie. De ontwikkeling van de Jeneverbes struwelen staan los van de planvorming omtrent de Rheezerwaterleiding.

VOCHTIGE ALLUVIALE BOSSEN (H91E0C)

Binnen de Karshoek bevindt zich een soortenrijk en waardevol elzenbroekbos. Voorkomende soorten zijn zowel de zwarte als de witte els. In deze bossen komt er een laag blijvende vegetatielaag voor, de 'kruidenlaag'. In deze kruidenlaag komen karakteristieke soorten voor als: wijfjesvaren, hennegras, wateraardbei, waterviolier en bosbies een aantal van deze soorten zijn kwelindicatoren.

RUIGTEN EN ZOOMEN

Dit habitatype wordt in het Vechtdal gekenmerkt door het voorkomen van Lange ereprijs. Een gedeelte van de Karshoek is op de kaart aangegeven als ruigte en zomen, in de praktijk is het betreffende gebied een dichtgegroeid bos. De lage delen in het terrein, waar dit habitatype voor zou kunnen komen, zijn van droog naar nat begroeid met Ruwe smele, Pitrus en Liesgras, soms met Grote brandnetel, Akkerdistel; zelden met soorten die wijzen op minder voedselrijke omstandigheden (Veldrus, Waterpostelein). De meander van de Vecht is vrijwel volledig dichtgegroeid met broekbos en wilgenstruweel.

OVERIGE VEGETATIES

In en rondom de Karshoek zijn grazige vegetaties aanwezig als: Kamgras, boterbloem, rood zwenkgras en kleine klaver. Dit gebied is bloemen en soortenrijk er komen echter geen bijzondere soorten voor. De voorkomende struwelen in de Karshoek zijn relatief soortenrijk. Voornamelijk de sleedoorn overheerst, verder komen er soorten als wegedoorn, eenstijlige meidoorn en wilde kardinaalsmuts voor (Bureau Waardenburg, 2013).

Randvoorwaarden abiotiek & Kwaliteitseisen omgeving

Alterra heeft met het programma Synbiosis per habitatype een profielschets gemaakt voor het optimaliseren van de leefomgeving. In de onderstaande paragraaf worden deze schetsen per habitat type toegelicht.

STROOMDALGRASLANDEN

In Tabel 12 worden de randvoorwaarden abiotiek voor stroomdalgraslanden weergegeven.

TABEL 12 RANDVOORWAARDEN STROOMDALGRASLANDEN (BRON: SYNBIOSYS ALTERRA)

H6120 Stroomdalgraslanden									
Zuurgraad	basisch	neutraal-a	neutraal-b	zwak zuur-a	zwak zuur-b	matig zuur-a	matig zuur-b	zuur-a	zuur-b
Vochttoestand	diep water	ondiep permanent water	ondiep droog-vallend water	's winters inunderend	zeer nat	nat	zeer vochtig	vochtig	matig droog

Zoutgehalte	zeer zoet	(matig) zoet	zwak brak	licht brak	matig brak	sterk brak	zout
Voedselrijkdom	zeer voedselarm	matig voedselarm	licht voedselrijk	matig voedselrijk-a	matig voedselrijk-b	zeer voedselrijk	uiterst voedselrijk
Overstromings-tolerantie	dagelijks lang	dagelijks kort	regelmatig ^a	incidenteel	niet		

OVERIGE KENMERKEN VAN EEN GOEDE STRUCTUUR & FUNCTIE

- Fijnkorrelig begroeiingspatroon (pionier vormen hebben een grofkorrelig begroeiingspatroon);
- Groot aandeel aan eenjarige plantensoorten;
- Zandafzetting door de rivier of door inwaaiend rivierzand;
- Textuur niet te zwaar, zand tot zavel;
- Een periodieke inundatie met rivierwater in de winter die doordringt in de wortelzone;
- Geen of slechts korte overstroming in de zomer;
- Niet te extensieve beweiding of jaarlijks gehooïd;
- Optimale functionele omvang: vanaf enkele hectares.

Stroomdalgraslanden komen voor op kalkhoudende tot kalkrijk substraat met een pH van meer dan 6 op de zandige tot zavelige bodems van oeverwallen of rivierduinen langs de rivieren. Het habitatype komt ook voor op zandige tot zavelige delen van dijken

Overstromingen zijn belangrijk voor de instandhouding van het type omdat daarmee basenrijk water of vers zand en zavel worden aangevoerd die zorgen voor een blijvende buffering van de standplaats. Verdwijnen van hooi- of begrazingsbeheer of begrazing met onvoldoende intensiteit leidt tot verzuuring van de vegetatie en opslag van struikgewas. De meest soortenrijke stroomdalgraslanden liggen in delen van het rivierenlandschap die al tientallen tot honderden jaren geleden zijn gevormd en een langdurig hooi- en/of weidebeheer kennen. Ook is nog onduidelijk in hoeverre de huidige stikstofdepositie daarbij een belemmerende factor is.

KWALITEITSEISEN OMGEVING

Belangrijkste sturende processen voor het behoud van het habitatype zijn rivierdynamiek (overstroming, afzetting van zand), winddynamiek (nodig voor rivierduinvorming) en het beheer. Bij een verminderde rivierdynamiek vindt de noodzakelijke overstroming en sedimentatie (afzetting van zand of zavel) niet vaak genoeg plaats. Op de kalkarme zanden langs de kleine rivieren kan dit al binnen enkele jaren tot verzuring leiden. Volledige overstroming blijkt niet noodzakelijk, ook hoge waterstanden kunnen eventueel zorgen voor buffering van de wortelzone. Stroomdalgraslanden handhaven zich indien de droge delen van het riviereengebied niet worden bemest en niet te extensief door koeien worden begraasd of gehooïd. De aanvoer van nutriënten met sediment is voldoende om de productiviteit van de vegetatie te handhaven. Het habitatype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie.

VOCHTIGE ALLUVIALE BOSSEN

In Tabel 13 worden de randvoorwaarden abiotiek voor vochtige alluviale bossen (Beek begeleidend) weergegeven.

TABEL 13 RANDVOORWAARDEN VOCHTIGE ALLUVIALE BOSSEN (BRON: SYNBIOSYS ALTERRA)

H91E0_C Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)									
Zuurgraad	basisch	neutraal-a	neutraal-b	zwak zuur-a	zwak zuur-b	matig zuur-a	matig zuur-b	zuur-a	zuur-b
Vochttoestand	diep water	ondiep permanent water	ondiep droog-vallend water	's winters inonderend	zeer nat	nat	zeer vochtig	vochtig	matig droog
Zoutgehalte	zeer zoet	(matig) zoet	zwak brak	licht brak	matig brak	sterk brak	zout		
Voedselrijkdom	zeer voedselarm	matig voedselarm	licht voedselrijk	matig voedselrijk-a	matig voedselrijk-b	zeer voedselrijk	uiterst voedselrijk		
Overstromings-tolerantie	dagelijks lang		dagelijks kort		regelmatig	incidenteel	niet		

KENMERKEN VAN EEN GOEDE STRUCTUUR EN FUNCTIE

- Periodieke overstroming met rivier- of beekwater
- Dominantie van wilgen, zwarte populier, gewone es, iep of zwarte els\
- Bedekking van exoten < 5%
- Gevarieerde bosstructuur en gemengde soortensamenstelling
- Aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen en/of oude hakhoutstoven
- Bloemrijk voorjaaraspect
- Aanwezigheid van kwel en/of bronnen
- Optimale functionele omvang van tientallen hectares.

KWALITEITSEISEN OMGEVING

Het subtype komt vooral voor in beekdalen en laaggelegen delen van de hogere zandgronden, op plekken die onder invloed staan van overstromend beekwater en/of gevoed worden door grondwater dat afkomstig is van aangrenzende hoger gelegen gebieden. Door voeding met oppervlaktewater en grondwater zijn de standplaatsen relatief rijk aan basen en nutriënten. Op de natste, meestal venige (of kleiig-venige) standplaatsen komen elzenbroekbossen voor die behoren tot het Elzenzegge-Elzenbroek.

De grondwaterstanden liggen hier in het voorjaar rond het maaiveld en zakken in de zomer hooguit ondiep weg. Op de laagste plekken kan het water een groot deel van het jaar boven het maaiveld staan. In goed ontwikkelde vormen van het elzenbroekbos zakt de grondwaterstand niet verder weg dan ca 60 centimeter. In licht verdroogde vormen van het elzenbroek kunnen de grondwaterstanden tot een meter wegzakken. Hoewel het type niet strikt gebonden is aan kwel komen goed ontwikkelde vormen van het elzenzegge-elzenbroek vooral voor op plekken die gevoed worden door grondwater. Het komt voor op relatief voedselrijke standplaatsen in de benedenlopen van beken, met name op de overgang naar het laagveengebied, naar de hoogveenbossen of naar de bronnetjesbossen behorend tot het goudveil-essenbos. Het laatste bostype komt vooral voor aan de voet van hellingen op plekken waar permanent grondwater uittreedt. In het heuvelland kan het – dankzij de complexe geologische opbouw – ook hoger op de helling voorkomen, soms zelfs op verschillende boven elkaar gelegen niveaus. Op de wat minder natte standplaatsen die regelmatig tot incidenteel overstromen met beekwater komt het Vogelkers-Essenbos voor. De bodem bestaat meestal uit lemig zand. De standplaatsen zijn minder nat en de grondwaterstanden zakken in de zomer verder weg dan in het elzenbroekbos (tot anderhalve meter diep). Op een aantal plekken komt dit bostype voor op rabatten, die zijn aangelegd om de voorheen nattere standplaats met elzenbroekbos te kunnen ontwateren voor de teelt van hakhout met overstaanders. De best ontwikkelde vormen van dit bostype vertonen veel overeenkomst met de eiken-haagbeukenbossen van het laagland(H9160_A) (Synbiosis Alterra, 2008).

Deelgebied Bosgebieden

Het deelgebied bosgebieden bestaat uit de bossen aanliggend aan de Karshoek. Voor deze bossen ligt het interessegebied vooral in het stuk Bentincksbosch nabij de Karshoek. Dit gedeelte wordt door de Rheezerwaterleiding gedraineerd. Daarnaast maken het Duffelerveld, Moskuilen en Koehaar.

OMSCHRIJVING

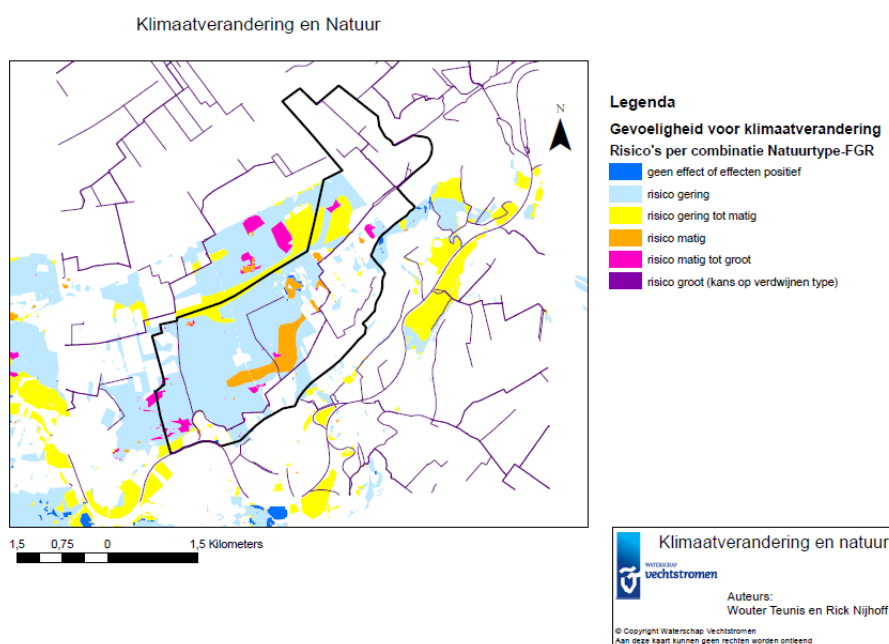
Dit hoger gelegen bosrijke gebied bestaat voornamelijk uit gemengd bos. Verspreid komen geïsoleerd liggende heidevelden voor, zowel vochtige heide als droge heide. Verder bevindt zich in het oosten 'De Oldemeijer', deze oude zandwinplas is grondwater/kwel gevoed en dient tegenwoordig als recreatieplas.

ONTWATERING

Binnen het bosgebied ligt een stelsel van kleine sloten welke afwateren op de Rheezerwaterleiding. Opvallend is hierbij de aftakking van de leiding richting de Oldemeijer. Deze is volledig verhard met stenen en wordt door Staatsbosbeheer gebruikt voor het schoonmaken van de recreatieplas. Het laatste gedeelte van de Rheezerwaterleiding snijdt diep door het Bentincksbosch, waardoor deze een drainerend effect op dit gedeelte bos.

KLIMAATVERANDERING

Door middel van programma Zoetwatervoorziening Oost Nederland (ZON) is het mogelijk om een inschatting van de klimaat effecten te maken. In Figuur 27 is het projectgebied in de viewer van ZON weergegeven. In het Bentincksbosch bevinden zich een aantal gebieden die gevoelig zijn voor klimaatverandering, het overgrote deel is echter in geringe mate gevoelig voor verandering van het klimaat. Vooral het gebied parallel langs de Rheezerwaterleiding is gevoelig voor klimaatverandering. Door de hoge ligging is de verwachting dat het veranderde klimaat een verdrogend effect zal hebben op de water behoevende natuur. Met name de vochtige heidevelden, die afhankelijk zijn van regelmatige neerslag zijn kwetsbaar, verdroging zal een bedreiging gaan vormen. Ook de jeneverbesstruwelen en droge heiden, gelegen ten westen van de Karshoek, zijn gevoelig voor klimaatverandering. Naar verwachting zijn de effecten op de oude meander nihil. Er liggen kansen om de huidige natuurwaarden te versterken en in stand te houden (Schrijver & Paalhaar, 2015).



FIGUUR 27 GEVOELIGHEID KLIMAAT NATUURGEBIED (BRON: ZON-VIEWER DELTARES/TAUW)

Deelgebied Landbouw

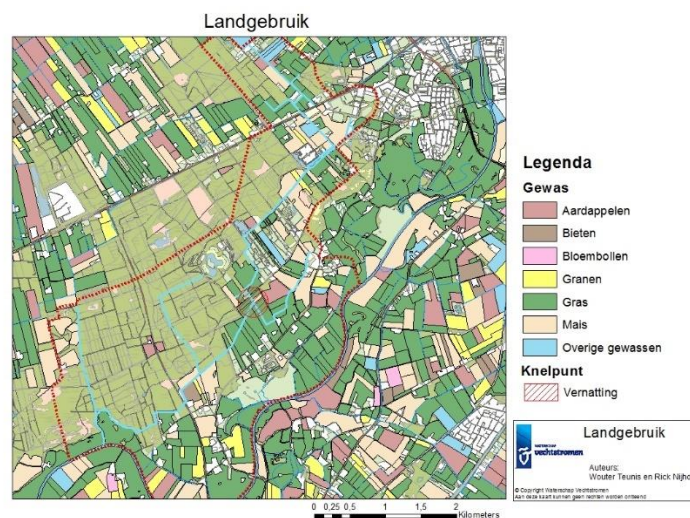
Het betreffende landbouwgebied is gelegen ten oosten van het beschermde natura 2000 gebied 'Karshoek'. Het gebied heeft een oppervlakte van ongeveer 200 hectare. Slechts een deel van dit gebied is onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur.

BEDRIJVEN

Het projectgebied wordt gedomineerd door melkveehouders. In totaal zijn er binnen het gebied twaalf bedrijven gevestigd. De grootte van deze bedrijven varieert van 50 tot 200 koeien. De percelen zijn grotendeels in bezit van deze bedrijven.

LANDGEBRUIK

In Figuur 28 is ook het landgebruik weergegeven. Het gebied omvat 500 hectare aan percelen. Grotendeels zijn deze percelen in gebruik als grasland. De akkerbouw wordt voor een aanzienlijk deel gebruikt voor de teelt van mais. Daarnaast zijn er ook bollenvelden en aspergevelden in het gebied.



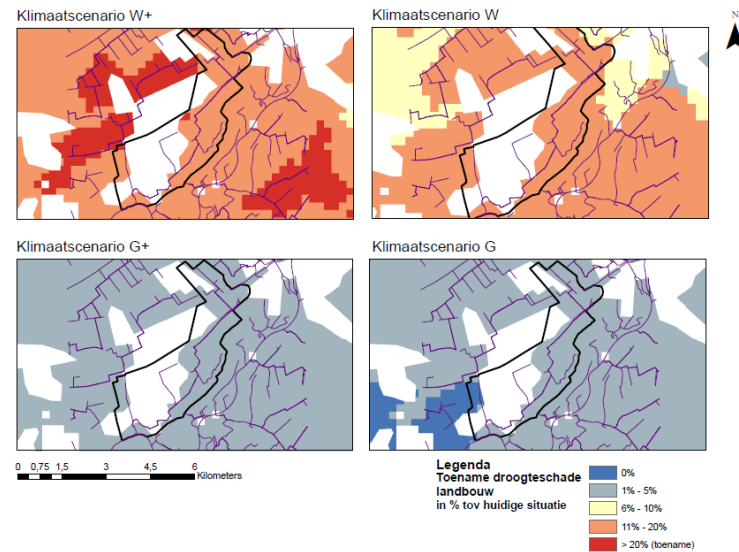
FIGUUR 28 KAART LANDGEBRUIK IN HET PROJECTGEBIED (BRON ARCGIS)

WATERHUISHOUDING

Het landbouwgebied kent een systeem van boerensloten welke afwateren op de Rheezerwaterleiding. De gebiedsbeheerder geeft aan dat er problemen zijn ten aanzien van vernatting bij achterstallig onderhoud van Rheezerwaterleiding. Er treden problemen op het gearceerde gedeelte in Figuur 28. In het relatief lage gedeelte ontstaat er wateroverlast, wanneer het water zich te snel verzameld. Het laatste gedeelte van de Rheezerwaterleiding wordt niet onderhouden omdat hier het verval zo groot is dat het water wel stroomt en afval meeneemt. Bij een mogelijke afkoppeling zal hier wel rekening moeten worden gehouden. (Kuiper, 2015) De watergangen in het winterbed van de Vecht wateren rechtstreeks af op de Vecht. Een deel van deze watergangen verkeerd in een slechte staat.

KLIMAATVERANDERING

In ZON-viewer zijn de effecten van de verschillende klimaatscenario's op de gebruiksfunctie landbouw inzichtelijk gemaakt. In Figuur 29 zijn vier kaarten weergegeven met verschillende klimaatscenario's. Op de kaarten is de verwachte droogteschade in het landbouwgebied weergegeven in een percentages. Het verwachtingspatroon is dat elk scenario negatieve gevolgen heeft op de gewassen, deze schade ontstaat voornamelijk door droge periodes. De droogteschade varieert per klimaatscenario, in het meest extreme scenario bedraagt de droogteschade zelfs twintig procent.



FIGUUR 29 DROOGTESCHADE LANDBOUWGEBIED (BRON: ZON-VIEWER DELTARES)

BIJLAGE III. DOELREALISATIE

Voor de landbouw is het essentieel dat er gedurende het groeiseizoen voldoende water beschikbaar is voor de gewassen. Daarnaast is de begaanbaarheid van belang voor de grondbewerking in het voorjaar en rond de oogstperiode.

Doelrealisatie landbouw

Door middel van de helptabellen is het mogelijk om op basis van grondwatertrappen en de bijbehorende grondsoort te voorspellen wat de opbrengstderving is per gebied. Hierdoor is er een gewenste grondwaterstand te bepalen voor optimale opbrengst. Voor het projectgebied is er gekozen voor de kengetallen van lemig zand. Er is gekozen voor deze grondsoort omdat het projectgebied hoofdzakelijk bestaat uit grondslagen die worden gedomineerd door lemig zand. Daarnaast kent de formule geen grote keuze variatie in grondsoorten. Lemig zand benadert hierbij het meest de realiteit. In Tabel 14 worden de factoren per grondwatertrap getoond.

TABEL 14 GLOBALE VERNATTINGSSCHADE EN VERDROGINGSSCHADE IN % VAN OPTIMALE OPBRENGST (BRON: GRONDWATERZAKBOEKJE/B.BOT)

GWT (lemig zand)	GHG (cm)	GLG (cm)	Factor natschade		Factor droogteschade	
			Grasland	Bouwland	Grasland	Bouwland
II	10	70	19	Niet geschikt	1	Niet geschikt
II*	25	75	9	Niet geschikt	2	Niet geschikt
III	15	105	11	26	2	2
III*	30	110	4	15	3	3
IV	50	110	0	5	3	3
V	25	140	5	14	7	6
V*	35	150	1	8	9	8
VI	60	170	0	1	14	14
VII	100	200	0	0	21	21
VII*	160	260	0	0	26	26

In het projectgebied bevinden zich voornamelijk veehouders. Een perceel heeft behoefte aan een hogere grondwaterstand als het wordt gebruikt als grasland, voor bouwland hoeft deze minder hoog te zijn. In het agrarische gebied komen de volgende grondwatertrappen voor: III, VI en VII. Met behulp van de gegevens uit Tabel 14 kan de gewasopbrengst met de volgende formule worden bepaald:

$$Opbrengst = (1 - factor\ natschade) * (1 - factor\ droogteschade)$$

In Tabel 15 is per grondwatertrap de opbrengstderving in procenten voor de lemig zand berekend. Wat betreft de vernattings- en de verdrogingsschade kan er geconcludeerd worden dat er bij een grondwatertrap van IV de opbrengstderving het geringst is.

TABEL 15 GRONDWATERTRAP EN OPBRENGSTDERIVING IN %

GWT	Opbrengstderiving in %	
II	19,8 %	Niet geschikt
III	12,8 %	27,5 %
IV	3,0 %	7,8 %
V	11,7 %	19,2 %
V*	9,9 %	15,4 %
VI	14,0 %	14,9 %
VII	21,0 %	21,0 %
VII*	26,0 %	26,0 %

In Figuur 30 is de grondwatertrappenkaart weergegeven. In het agrarische gebied is de grondwaterstand in veel delen te diep om een optimale opbrengst te verkrijgen. Wat betreft het agrarisch gebruik dient het grondwater aangevuld te worden (Bot, 2011).

In het projectgebied is een verhoging van de GLG voor de gebruiksfunctie landbouw wenselijk. In de huidige situatie komen voornamelijk de grondwatertrappen V*, VI en VII voor dit betekent dat de GLG zich te diep onder het maaiveld bevindt met droogteschade als gevolg. Uit Tabel 15 is op te maken dat een GLG van circa 1 m-mv wenselijk is voor zowel bouwland als grasland, de verdrogingsschade bevindt zich dan rond de 2 procent. Om een hogere GLG te realiseren is waterconservering mogelijk (Stowa, 2005).

Binnen het projectgebied bevindt de GHG zich te diep onder het maaiveld (GWT: V*, VI en VII), opmerkelijk is dat de opbrengstderiving in de vorm van natschade gering is. Indien de GHG zich dieper onder het maaiveld bevindt wordt dit niet als problematisch gezien. Indien de GHG zich tussen de 0.6-1.6 m-mv bevindt is de schade als gevolg van vernatting nihil. De algehele opbrengstderiving is het geringst bij een grondwatertrap van IV over het gehele agrarische gebied (Royal Haskoning DHV, 2012).

Doelrealisatie natuur

De formule van Runhaar is gebruikt om de meest ideale grondwatertrap per natuurdoeltype te bepalen. Uit het handboek natuurdoeltypen zijn de gewenste gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) verworven (Hennekens & Runhaar, 2014). Op basis van de GVG kan op basis van de volgende GLG en GHG worden afgeleid.

Voor GWT I, II en IV:

$$GHG = GVG - 15$$

Voor GWT III, V, VI en VII:

$$GHG = GVG - 25$$

Voor alle GWT:

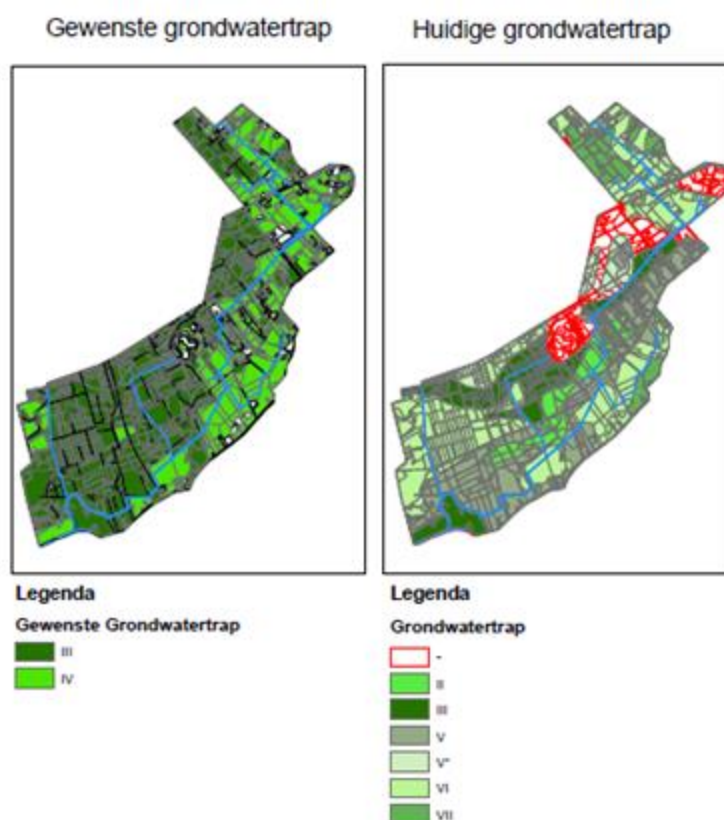
$$GLG = \frac{GVG - (0.85 * GHG) - 5}{0.2}$$

De formules voor het bepalen van de GHG variëren per grondwatertrap. In Tabel 16 zijn de gewenste grondwatertrappen per habitattype geschematiseerd.

TABEL 16 GEWENSTE GRONDWATERTRAPPEN VOOR HABITATTYPEN OP BASIS VAN FORMULE VAN RUNHAAR (BRON: GRONDWATERZAKBOEKJE/B.BOT)

Habitatype	GVG	GHG	GLG	Gewenste GWT
Stroomdalgraslanden	40 cm	15 cm	111,25 cm	III, III*
Jeneverbesstruwelen	40 cm	15 cm	111,25 cm	III, III*
Droge heide	40 cm	15 cm	111,25 cm	III, III*
Vochtige heide	30 cm	5 cm	103,75 cm	III, II
Droogbos met productie	30 cm	5 cm	103,75 cm	III, II
Dennen, eiken en beukenbos	30 cm	5 cm	103,75 cm	III, II
Vochtige Alluviale bossen	40 cm	15 cm	103,75 cm	III, II

Uit de grondwatertrappenkaart in Figuur 30 is op te maken dat de grondwaterstand in het gebied niet voldoet aan de gebruiksfuncties. Het is wenselijk om het (grond)water langer vast te houden om verdroging tegen te gaan. De optimale grondwatertrap is complex doordat het projectgebied bestaat uit een doorlatende zandgrond. Opvallend is ook dat de watergang eigenlijk gedurende heel het jaar water voert. Hieruit zou uit kunnen worden opgemaakt dat de watergang niet alleen drainerend werkt in het Bentina'sbosch maar ook in het landbouwgebied. In de huidige situatie voldoet voor de gebruiksfunctie landbouw geen enkele grondwatertrap. Voor zowel de agrarische als de natuurdoeleinden is een grondwateraanvulling essentieel.



FIGUUR 30 GEWENSTE GRONDWATERTRAPPEN EN HUIDIGE GRONDWATERTRAPPENKAART (BRON ARC GIS/ HELPTABELLEN)

Voor de voorkomende habitattypes is een grondwatertrap van III gewenst voor de agrarische activiteiten is dit grondwatertrap IV. Het voornaamste verschil tussen beide grondwatertrappen is de GHG. Een hoge grondwaterstand kan tot natschade leiden van de gewassen (Hennekens & Runhaar, 2014).

BIJLAGE IV. GESPREKSVERSLAGEN

Betreft: verslag gesprekken met gebiedsbeheerders

Datum: 08- 12 -2015

Locatie: De Riet Hardenberg

Albert kuiper

Functie: Albert kuiper is senior medewerker van het Waterschap en samen met Jan Hesselink verantwoordelijk voor het onderhoud van de Rheezerwaterleiding.

Weinig problemen met de Rheezerwaterleiding afgezien van de problematiek van het natuurgebied. Een afkoppeling lijkt een prima alternatief, hij had alleen zijn vraagtekens aangezien er waarschijnlijk door een zandkop moet worden gesneden.

Alternatieven

Het aanbrengen van een stuw is lastig om dat bij de herprofilering in 1999 de sloten zijn verondiept hierdoor zal het plaatsen van een stuw waarschijnlijk grote gevolgen heeft voor het achterliggende gebied. In oude situatie stonden wel drie stuwen.

Verdroging

Albert gaf aan dat er eigenlijk geen problemen zijn met verdroging. Op een enkele zandkop na. Er zijn eerder problemen met vernatting dit vooral in de laagte van het landbouwgebied ter hoogte van de Oldemeijer. Daarnaast hebben wij ook zelf in het gebied geconstateerd dat het er vrij nat bij lag. Het probleem van verdroging is met het herprofilering van de watergangen aardig goed opgelost.

Het is wel van belang dat de watergang 2 x per jaar wordt gemaaid anders is er wel problemen met wateroverlast dat vindt dan vooral plaats ter hoogte van de aftakking van Oldemeijer.

Junner koeland

Problemen ten aanzien van het Junner Koeland zijn hetzelfde hierbij is er een stuw geplaatst deze houdt in principe het voedselrijke water tegen behalve in bij grote afvoerpieken dan loopt het water het gebied in. \

Ruud Jonker

Ruud Jonker is boswachter inventarisatie en monitoring van het gebied.

Vooraf van belang om de Rheezerwaterleiding af te koppelen, hierdoor zal de kweldruk vanuit de hoger gelegen bossen waarschijnlijk toe nemen en wordt de voedselrijkdom tegen gegaan.

Hierdoor zal er een kwel vegetatie ontstaan die af en toe wordt geïnundeerd door de Vecht.

Kwaliteit van het water van de Vecht, is op dit moment goed genoeg voor vegetatie.

Drainerende werking wordt hiermee ook tegengegaan. Vermoedelijk is de kweldruk voldoende om de meander van water te voorzien (Junnerkoeland is dit wel het geval??)

Voorkeur gaat uit naar een dubbele afkoppeling. Eentje in een vroeg stadium en een bij de boswachterij of het zandpad. Mogelijkheden zijn aanwezig. Zandpad biedt voldoende ruimte.

Schouwpad

Voor het bereik van de oude meander mag de loop van de huidige Rheezerwaterleiding worden gebruikt. SBB heeft hier geen problemen dit in verband met overlast voor bewoners bij het huidige toegangspad

Gerhard Duursma

Voor de Rheezerwaterleiding is vooral van belang om inzichtelijk te krijgen hoe voedselrijk het water is. De huidige gegevens van de waterkwaliteit vertonen geen schrikbarende uitkomsten. Alleen de stikstof is wat te hoog. Heeft de Rheezerwaterleiding negatieve effecten op de natuur?

Daarnaast voor de afkoppeling moet er een afweging worden gemaakt tussen twee soorten natuur wat er geoptimaliseerd moet gaan worden in de oude meander. Wordt de leiding in stand gehouden om toch een stromend watermilieu te houden waarin de beekfauna in wordt gehandhaafd. En waar ook de kwelvegetatie kans tot ontwikkeling krijgt. Of wordt ervoor gekozen om de kwelvegetatie te optimaliseren door de leiding af te koppelen waardoor de kweldruk waarschijnlijk gaat toe nemen. Mogelijk dat er bij de afkoppeling dan ook weer gekeken kan worden om stromend water natuur te creëren. Stromende natuur kan ontstaan bij één van de twee afkoppelingen en kwel natuur in de Karshoek.

Iwan de Vries

Momenteel is het een mooi stroompje op een zandgrond. Goed kijken naar belangen van de afkoppeling, Rheezerwaterleiding brengt stroming in de meander. Deze kan van belang zijn aangezien er anders een stilstaande situatie wordt gecreëerd. Aan de andere kant heeft hij geen moeite met het dicht gooien van de leiding (misschien zelfs deel van de meander) wel belangrijk dat de afkoppeling een stromend karakter krijgt en niet met stuwen en dergelijke wordt gerealiseerd.

De gegevens van de biologische waterkwaliteit kunnen worden opgevraagd bij Carolien

Betreft: verslag gesprek na afloop van de presentatie van de alternatieven

Datum: 08- 12 -2015

Locatie: De Riet Hardenberg

Aanwezig: Jeroen van de Scheer (hydroloog, WVS), Ruud Jonker (boswachter I&M SBB), Gerhard Duursma (Ecoloog, WVS), Jan Hesselink (Gebiedsbeheerder, WVS), Bernie Ter Steege (Projectleider Vecht, WVS)

Presentatie: Rick Nijhoff en Wouter Teunis

Afkoppeling ter discussie

G. Duursma: Waarom vindt de afkoppeling plaats, de RL zorgt op dit moment voor een uniek stuk natuur in de Karshoek, de stroming is hiervoor van strategisch belang. Dat er extra nutriënten in het gebied komen is niet bevorderlijk voor de natuur maar indien de leiding gedempt wordt word de stroming weggehaald

R. Jonker: De stroming zorgt inderdaad voor mooie aspecten in het gebied, maar historisch gezien zou de voeding niet van de leiding moeten komen, maar van de Vecht zelf. Daarbij snijdt de leiding door de hoge wal omliggend van de Karshoek, hierdoor werkt de leiding drainerend en wordt de kweldruk vermindert, die gezien de vegetatie zeker aanwezig is.

G. Duursma: Is het eens met de argumenten van dhr. Jonker ten aanzien van de historie en doorsnijding van de wal. Hij geeft hierbij wel aan dat op dit moment de Karshoek een van de weinige stromende beken is die uitstroomt in de Vecht. Bij een mogelijke demping is het daarom wel van belang dat dit elders moet worden hersteld. De afkoppeling Klashorst is hier een potentiële mogelijkheid voor.

Rheezerwaterleiding

J. Hesselink: De leiding voert het gehele jaar water af, hij heeft hem nog nooit droog zien staan

J. v.d. Scheer: is het formaat van de leiding dan niet te groot, gezien deze leiding wordt gevoed door regen en grondwater zou het kunnen dat deze het hele jaar drainerend werkt. Dit zou moeten blijken uit Modflow.

Is er verder ook gekeken bij de afkoppelingen naar de GGOR, het is van belang om met de afkoppelingen te proberen de grondwaterstand te beïnvloeden. Hierbij moet ook het drainerend werkend van de waterleiding worden meegenomen.

Dat de leiding bij een $T=10$ overstroomd is toch niet problematisch. Moet de bak een dusdanig formaat hebben?

Afkoppeling Klashorst

De Klashorst lijkt in veel opzichten de beste variant voor de afkoppeling aangezien hierbij een nieuwe natuur wordt gerealiseerd, daarbij is hierbij ook mogelijkheid voor het herstel van het landschap. De leiding zou deze afkoppeling van genoeg water moeten voorzien.

Hierbij moet er wel verder worden gekeken naar de demping van de aanvoerleiding van de meander anders wordt er niet veel winst behaald. Alleen de klashorst lijkt niet interessant. De instandhouding van de huidige watergang met de extensief beheer lijkt wel een optie, een demping van de watergang lijkt niet goed te komen gezien de afwatering van de agrarische percelen. Een deels gedempte aanvoerleiding behoort ook tot de mogelijkheden waarbij deze fungeert als een soort doorstroommoeras.

Afkoppeling Oldemeijerweg

Wordt niet echt een mening over gevormd, feit is wel dat in deze afkoppeling het stromend beekje van de Karshoek niet echt wordt gecompenseerd

Afkoppeling Bentincksbosch

Is de kortste slag het zand uit het de afkoppeling kan worden gebruikt in de demping van de aanvoerleiding van de meander. Hierbij is echter ook het kritische punt dat de leiding in natuurlijk opzicht niet echt meerwaarde heeft.

Een combinatie met de klashorst zou hierbij een mogelijkheid zijn waarbij deze afkoppeling een stuk kleiner van formaat zou kunnen worden gemaakt.

Beoordeling tracés

Hoe ga je beoordelen welke van deze de meest geschikt is, misschien een optie om hierbij gebruik te maken van een MCA. Met bijvoorbeeld onderdelen als landschappelijk herstel, grondwaterknelpunten en oppervlaktewaterinundaties.

Betreft: Ontwikkelingen Natuurcamping

Datum: 16-11-2015

Locatie: Camping de Klashorst

Aanwezig: Martin Overweg, Herma Overweg, Rick Nijhoff, Wouter Teunis.

Opmerking: In het verleden is er contact geweest over de planvorming met mevr. Jeanette van Schaik en dhr. Bernie ter Steege van het waterschap Vechtstromen.

De Klashorst heeft naar een langlopende bezwaarprocedure een vergunning gekregen voor een natuurkampeerterrein. Het natuurkampeerterrein moet worden gerealiseerd tussen de bestaande camping en de Rheezerwaterleiding en op het naastgelegen perceel. Voor kampeerplaatsen (in samenwerking met Staatbosbeheer) aan de andere zijde van de Rheezerwaterleiding is geen vergunning verkregen. Wel is er een bestemmingsplanwijzing verkregen voor natuur met recreatief medegebruik. Daarom is de wens van dhr. Overweg om op het perceel aan overzijde van de leiding natuur te ontwikkelen (Foto 4). Hierbij moeten de aanwezige vennen aan het einde van het perceel, als gevolg van veenaafgraving, worden versterkt. Daarnaast moet de Rheezerwaterleiding in belangrijke functie gaan vervullen. Op onderstaande pagina is foto van de plankaart toegevoegd.

Plannen (Foto 1)

- Aanleg natuurkampeerterrein (Foto 2)
- Aanleg parkeerplaats en vijver tussen bestaande camping en kampeerterrein
- Mogelijk Bushcraft in achtergelegen bospercelen
- Het beleefbaar maken van water (spelen met water)
- Afwatering van campingterrein op de leiding (op dit moment veel waterlast)

Wensen ten aanzien van de Rheezerwaterleiding

- Meandering ter hoogte van de Klashorst. (Foto 3)
- Anders een soort van inham in eigen perceel (mogelijke waterbuffer)
- Spelen met water, in de vorm van stapstenen,
- Verwijdering van overbodige duiker (Foto 4)

Bij afkoppeling van de leiding

Dhr. Overweg is zeer enthousiast over een afkoppeling door het bos mits deze wel meanderend wordt aangelegd. Indien er een rechte variant wordt bedacht wordt deze als onwenselijk gezien. Een afkoppeling over eigen grond is niet aan de orde.

Reactie Ruud Jonker:

Op het eerste gezicht positief, hij ziet kansen voor een afkoppeling door het bos. Hierbij gaf hij aan dat er voor de aftakking de Oldemeijer een vergelijkbaar plan ligt. Dit plan wordt door hem aan ons verstrekt.

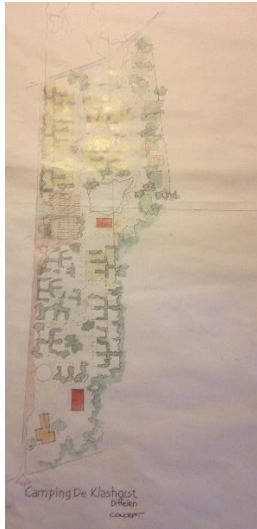


FOTO 1 PLANKAART CAMPING DE KLASHORST



FOTO 2 AANLEG KAMPEERTERREIN



FOTO 3 BEOOGDE DEEL VAN RHEEZERWATERLEIDING VOOR MEANDER



FOTO 4 PERCEEL NIEUWE NATUUR



FOTO 5 VERWIJDERING DUIKER ONDER OVERBODIGE INGANG PERCEEL, ER WORDT GEBRUIK GEMAAKT VAN ANDERE INGANG VIA STAATBOSBEHEER PAD

BIJLAGE V.AFKOPPELTRACES

In deze bijlage zijn de alternatieven voor de afkoppelingen uitgebreid beschreven. In de alternatieven is er gevarieerd met verschillende oplossingen door varianten te ontwerpen. In deze scenario's wordt er onder andere gekeken naar extensief beheer en demping van delen van de watergang.

Alternatief Bentincksbosch

In Figuur 31 wordt de afkoppeling weergegeven. De Rheezerwaterleiding wordt afgekoppeld voor deze de oude meander instroomt hierdoor wordt de instroom van nutriënten in de oude meander verhinderd. De afkoppeling wordt gerealiseerd langs het bestaande zandpad van SBB in zuidelijke richting waar deze aansluit op de bestaande sloot (OWAVE190) langs de Grote Esweg. Deze sloot voert de leiding verder richting de Vecht.



FIGUUR 31 AFKOPPELING BENTINCKSBOSCH (BRON: ARC GIS)

VARIANTEN

- 1A: Afkoppeling gecombineerd met een gedempte watergang

In deze variant wordt de aanvoerleiding van de meander gedempt. Hierdoor wordt de instroom van nutriënten tegengegaan en wordt verwacht dat de kweldruk in de oude meander wordt gestimuleerd voor optimale ontwikkeling van de habitattypen

- 1B: Afkoppeling gecombineerd met extensief beheer in watergang.

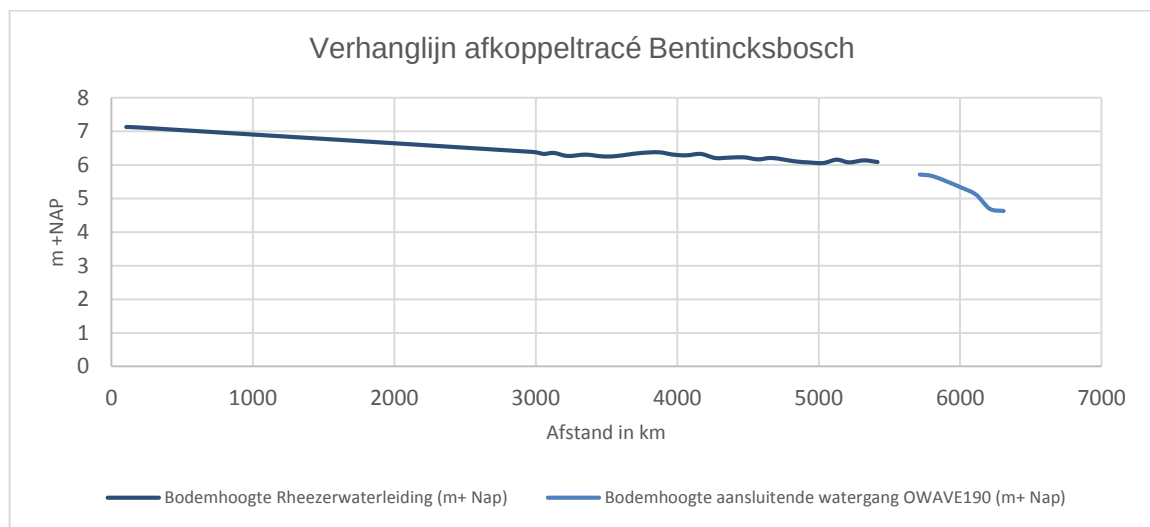
In deze variant wordt de aanvoerleiding niet geheel gedempt, maar extensief beheer toegepast. De verwachting is dat de kweldruk toe zal nemen, daarnaast blijft ook de stroming door de meander bestaan.

EIGENAREN

Het zandpad langs de Karshoek is in eigendom van Staatsbosbeheer. Deze heeft aangegeven geen bezwaar bij het verplaatsen van de waterleiding langs het zandpad (Jonker, 2015). De aansluiting op de bestaande sloot loopt via perceel van een particuliere eigenaar.

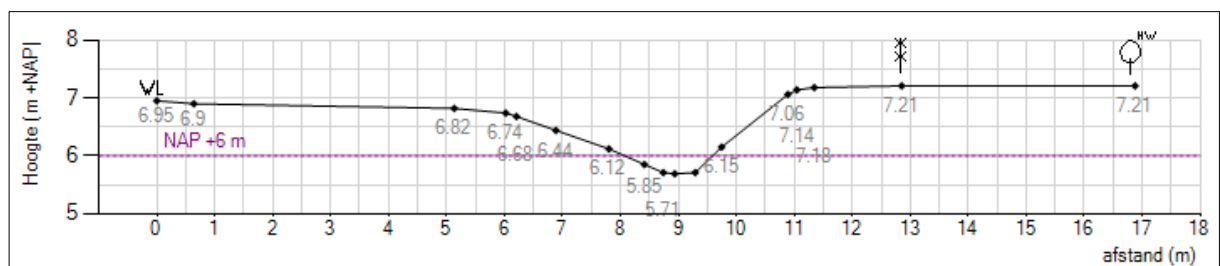
TECHNISCHE ASPECTEN

Ter hoogte van de afkoppeling heeft de Rheezerwaterleiding een diepte van 5,69 m t.o.v. NAP. De Rheezerwaterleiding wordt gekoppeld aan een al bestaande waterloop (OWAVE190). Deze watergang heeft een totale lengte van 825 m. De afkoppeling heeft een totale lengte van 315 m. Uit de hoogtekaart kan worden geconcludeerd dat de afkoppeling relatief gunstig ligt, het volgt een aflopend reliëf waardoor er geen problemen ten opzichte van de afwatering worden verwacht. Ook de bodem verhang richting watergang OWAVE190 zal geen probleem opleveren. In Figuur 32 is een verhanglijn van beide bodem dieptes weergegeven. Opvallend is hierbij het grote verval in watergang OWAVE190. Dit wordt veroorzaakt doordat deze uitstroomt in de lage uiterwaard.



FIGUUR 32: VERHANGLIJN RHEEZERWATERLEIDING INCLUSIEF AFKOPPELING (BRON: GEOWEB VECHTSTROMEN)

In Figuur 33 is het dwarsprofiel van de waterloop OWAVE190 weergegeven. De afwatering zal als gevolg van grote verhang geen problemen geven. De natte omtrek van de bestaande waterloop (OWAVE 190) is aanzienlijk kleiner dan de Rheezerwaterleiding ter plaatse van de afkoppeling. Herprofilering van de bestaande waterloop is noodzakelijk om opstuwings- en wateroverlast te vermijden. Een nadeel is wel dat voor de herprofilering van de watergang grondverruwering onvermijdelijk is.



FIGUUR 33: DWARSDOORSNEDE HUIDIGE WATERLOOP (OWAVE 190) (BRON: GEOWEB VECHTSTROMEN)

KUNSTWERKEN

In watergang OWAVE190 zijn vier duikers gelokaliseerd. De eerste drie zijn gelegen in de watergang en hebben een inwendige hoogte van 0,5 meter. De duiker bij het lozingspunt in de Vecht heeft een inwendige hoogte van 0,6 meter. De bestaande duikers in de Rheezerwaterleiding worden indien mogelijk gehandhaafd. De verwachting is echter dat deze worden vervangen door duikers met een grotere diameter.

Afkoppeltracé Moskuilen

De Rheezerwaterleiding wordt afgekoppeld ter hoogte van de Moskuilen en aangesloten op de bestaande waterloop (OWAVE 220). In de analyse van de huidige situatie is het gebied voor de Moskuilen aangemerkt als probleemgebied. Gezien de laagte in het gebied van de Moskuilen is deze gevoelig voor inundatie. Een afkoppeling ter hoogte van de Moskuilen zou uitkomst kunnen bieden in deze problematiek. Een potentieel afkoppeltracé bevindt zich ter hoogte van natuurcamping de Klashorst. De eigenaren van de natuurcamping hebben de intentie om de Rheezerwaterleiding te betrekken bij de verdere invulling van de camping.



FIGUUR 34 AFKOPPELING MOSKUILEN MET DE TWEE MOGELIJKE TRACES

VARIANTEN

In Figuur 34 is de afkoppeling op de kaart weergegeven. Ook in dit alternatief worden er meerdere varianten onderzocht. Er zijn twee tracés ter hoogte van de Moskuilen welke allebei worden aangesloten op watergang OWAVE220. De invulling van het tracés varieert echter. Daarnaast worden verschillende scenario's voor het resterende gedeelte van de Rheezerwaterleiding in overweging genomen. De effecten van extensief beheer of demping van de watergang worden onderzocht.

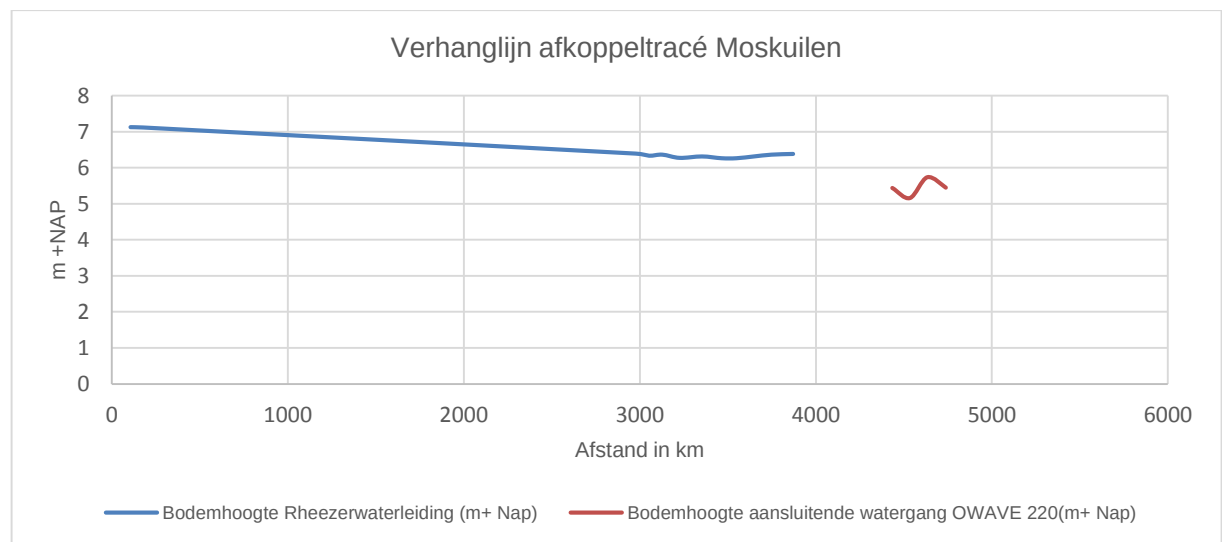
- 2A: Een natuurlijke afkoppeling door het bos bij natuurcamping de Klashorst, waarbij de bestaande watergang in stand wordt gehouden als noodafvoer. Het grootste deel van het nutriëntrijk water zal hierdoor vroegtijdig worden afgevoerd.
- 2B: Dezelfde afkoppeling als in variant 2A alleen hier wordt het overige deel van de bestaande watergang extensief beheert. De verwachting is dat deze een positieve weerslag heeft op de grondwaterstand.
- 2C: De natuurlijke afkoppeling wordt gecombineerd met dempen van een deel van de overige watergang. Het dempen van de watergang moet zorgen voor een verhoging van de waterstand in het landbouwgebied.
- 2D: Rechte variant Oldemeijerweg. In plaats van de natuurlijke watergang wordt er een rechte variant aan de buitenkant van het bosgebied gerealiseerd. De intentie is dezelfde alleen wordt er een eenvoudige sloot gerealiseerd, welke eenvoudig is in beheer.
- 2E: Rechte variant Oldemeijerweg. Variant idem aan 2B
- 2F: Rechte variant Oldemeijerweg. Variant idem aan 2C

EIGENAREN

De afkoppeling kan worden gerealiseerd over percelen van Staatsbosbeheer. Hierdoor kan het definitieve tracé sneller worden verwezenlijkt aangezien Staatsbosbeheer is betrokken in de planvorming van de afkoppeling van de Rheezerwaterleiding. Een deel van het tracé is in eigendom van een particulier.

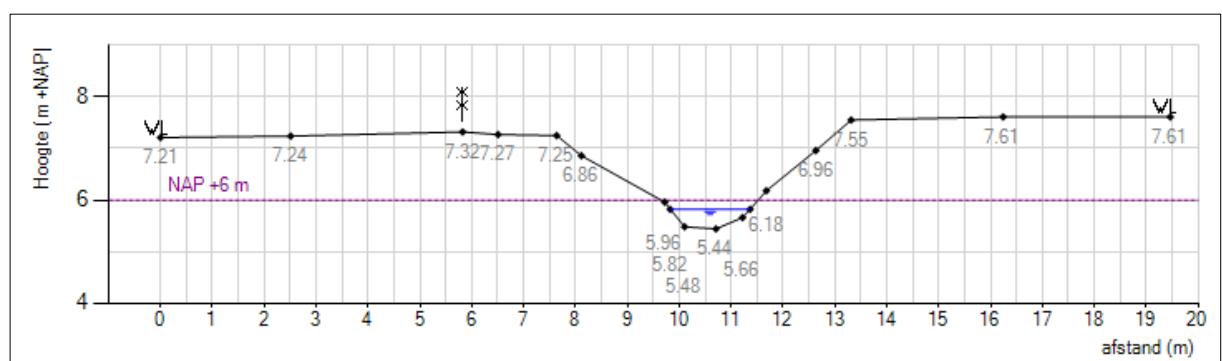
TECHNISCHE ASPECTEN

De Rheezerwaterleiding heeft ter hoogte van de Moskuilen een bodemdiepte van 6,38 m + NAP. De afkoppeling heeft een totale lengte van 985 m en wordt aangesloten op de bestaande watergang OWAVE 220 welke een bodemdiepte heeft van 5,44 m + NAP. Het totale verhang van deze afkoppeling komt neer op 2,0 m/km. Aan de hand van de hoogtekaart is onderzocht of deze afkoppeling realiseerbaar is. Een gevolg van de afkoppeling is dat grondwater richting de waterloop stroomt waardoor kweldruk bij natuurgebied Moskuilen afneemt. In Figuur 35 is de verhanglijn van de afkoppeling weergegeven.



FIGUUR 35 VERHANGLIJN RHEEZERWATERLEIDING INCLUSIEF AFKOPPELING

Het verval richting de watergang OWAVE 220 is voldoende groot. Het doorstroomprofiel van de huidige watergang is aanzienlijk kleiner dan de Rheezerwaterleiding. Indien de watergang langs deze afkoppeling wordt gelegd moet er wel worden gekeken naar het behouden van stromend waternatuur. Uit de hoogtekaart is op te maken dat de potentiële afkoppeling eerst een lager en daarna een hoger gelegen gebied doorsnijdt. Beide gebieden maken deel uit van de natuurcamping, het realiseren van deze afkoppeling heeft gevolgen voor de camping. Voor beide scenario's dient grond van particulieren verworven te worden.



FIGUUR 36: DWARSDOORSNEDE HUIDIGE WATERLOOP (OWAVE 220)

In Figuur 36 is het dwarsprofiel van de waterloop te zien waarop aangesloten dient te worden en dat herprofilering noodzakelijk is. De dwarsdoorsnede van de Rheezerwaterleiding is omschreven in de huidige situatie.

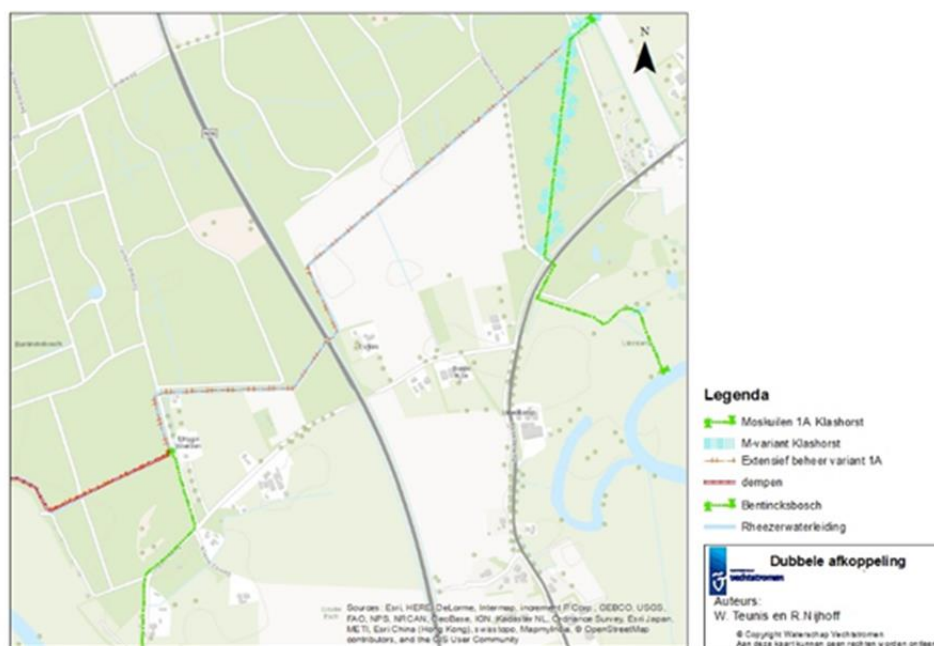
KUNSTWERKEN

Er bevinden zich drie duikers in de aan te sluiten watergang. De duikers hebben een inwendige diameter van 0,5 meter. Deze duikers zullen niet voldoende groot zijn om aan de toekomstige situatie te voldoen.

Afkoppeltracé dubbele afkoppeling

In Figuur 37 wordt het tracé van de dubbele afkoppeling weergegeven. Het alternatief bestaat uit een dubbele afkoppeling van de Rheezerwaterleiding. De eerste afkoppeling wordt gerealiseerd ter hoogte van de Moskuilen. De leiding wordt hier aangesloten op een al bestaande waterloop (OWAVE 220).

De tweede afkoppeling wordt gerealiseerd parallel aan het zandpad in het Bentincksbosch. Deze sluit vervolgens aan op een bestaande sloot welke het water afvoert richting de Vecht. Of het huidige ontwerp voldoet om het water aangevoerd door de Rheezerwaterleiding af te voeren zal moeten blijken in de hydrologische analyse.



FIGUUR 37 COMBINATIE TUSSEN AFKOPPELING MOSKUILEN EN BENTINCKSBOSCH (BRON ARCGIS)

- 3A: Combinatie tussen afkoppelingen Bentincksbosch en de Klashorst.
In dit scenario wordt er op twee plaatsen afgekoppeld. Na de eerste afkoppeling bij de Moskuilen wordt er een kleiner profiel gerealiseerd. Hierdoor moet de grondwaterstand in positieve zin worden beïnvloed. Daarnaast wordt met de demping van de aanvoerleiding de nutriënt instroom in de Karshoek tegengegaan.
- 3B: Combinatie tussen afkoppelingen Bentincksbosch en de Klashorst. idem aan variant 3A.

EIGENAREN

Het zandpad langs de Karshoek is in eigendom van Staatsbosbeheer. De afkoppeling ter hoogte van de Moskuilen loopt grotendeels over de percelen van Staatsbosbeheer, de overige percelen zijn in het bezit van particulieren. In de huidige situatie loopt hier al een sloot, deze loop voldoet niet om al het water van de Rheezerwaterleiding af te voeren.

TECHNISCHE ASPECTEN

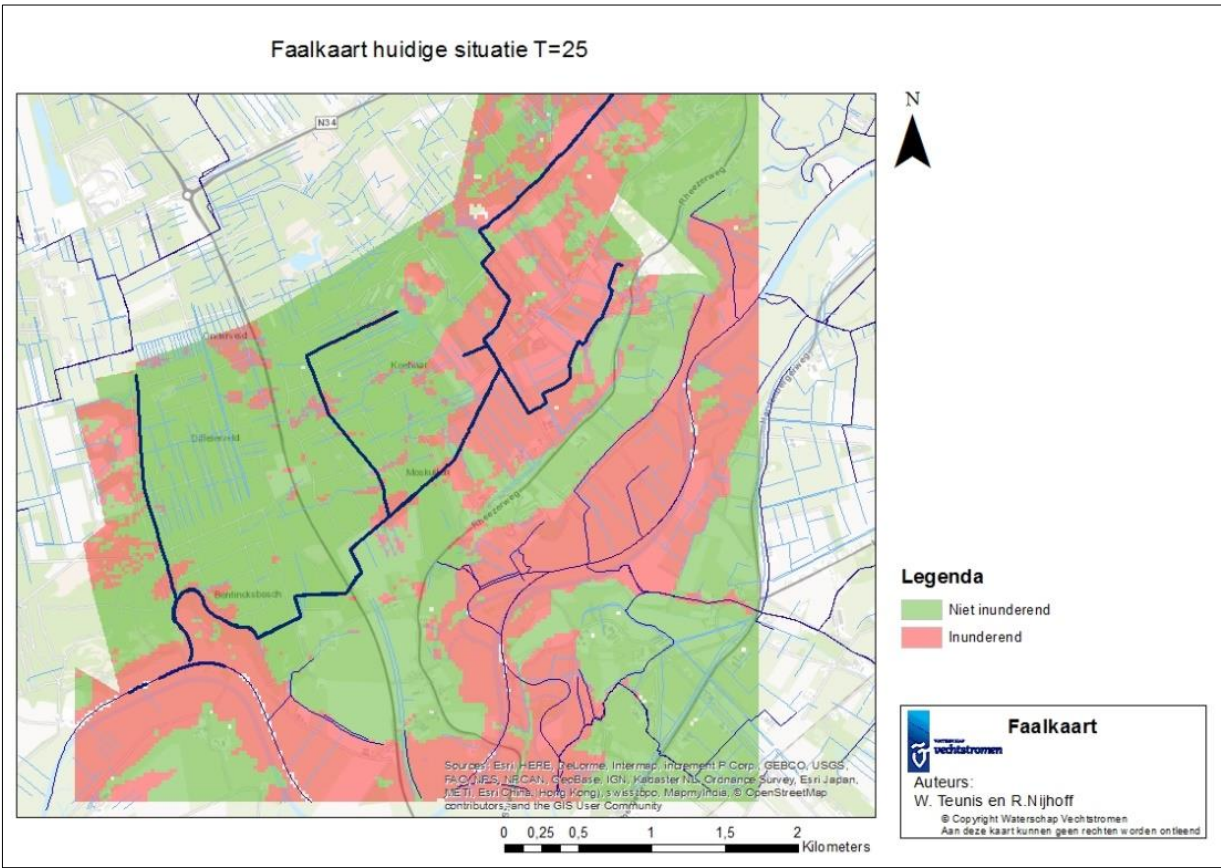
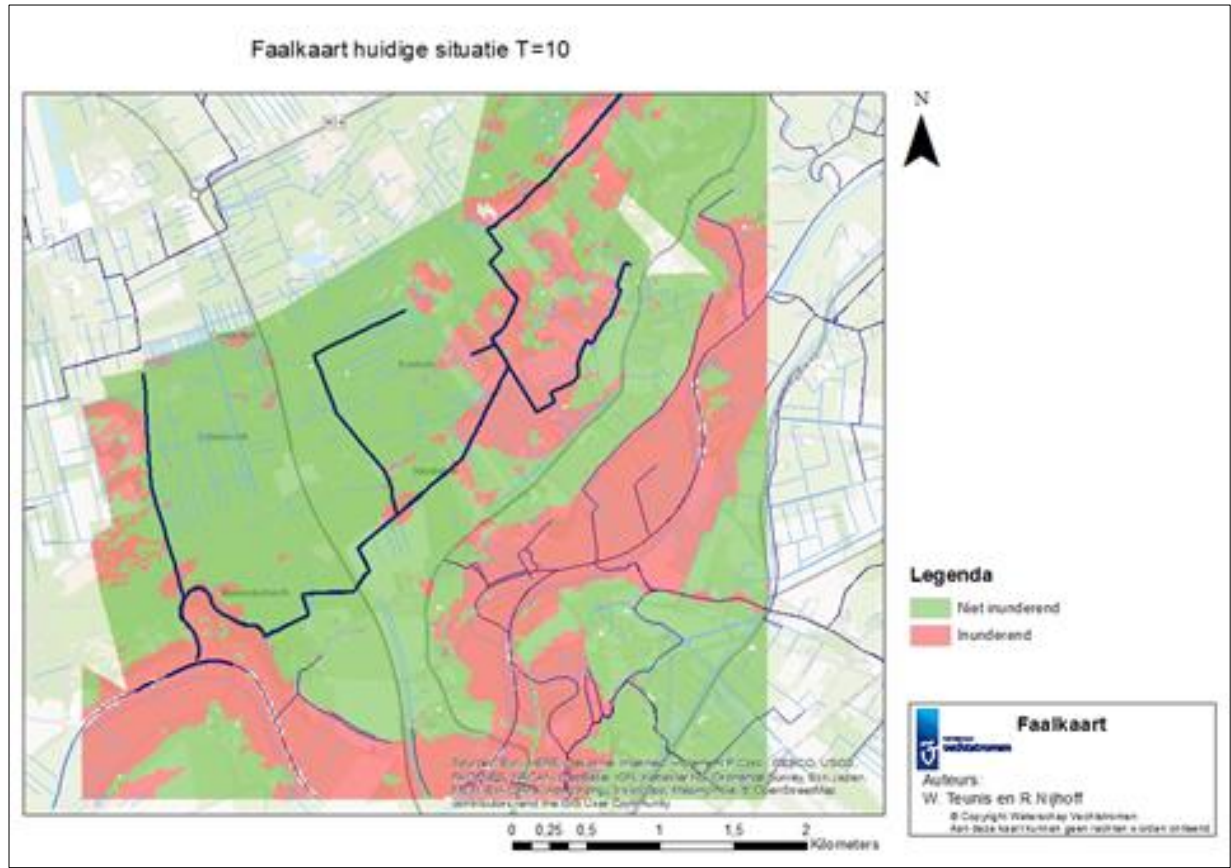
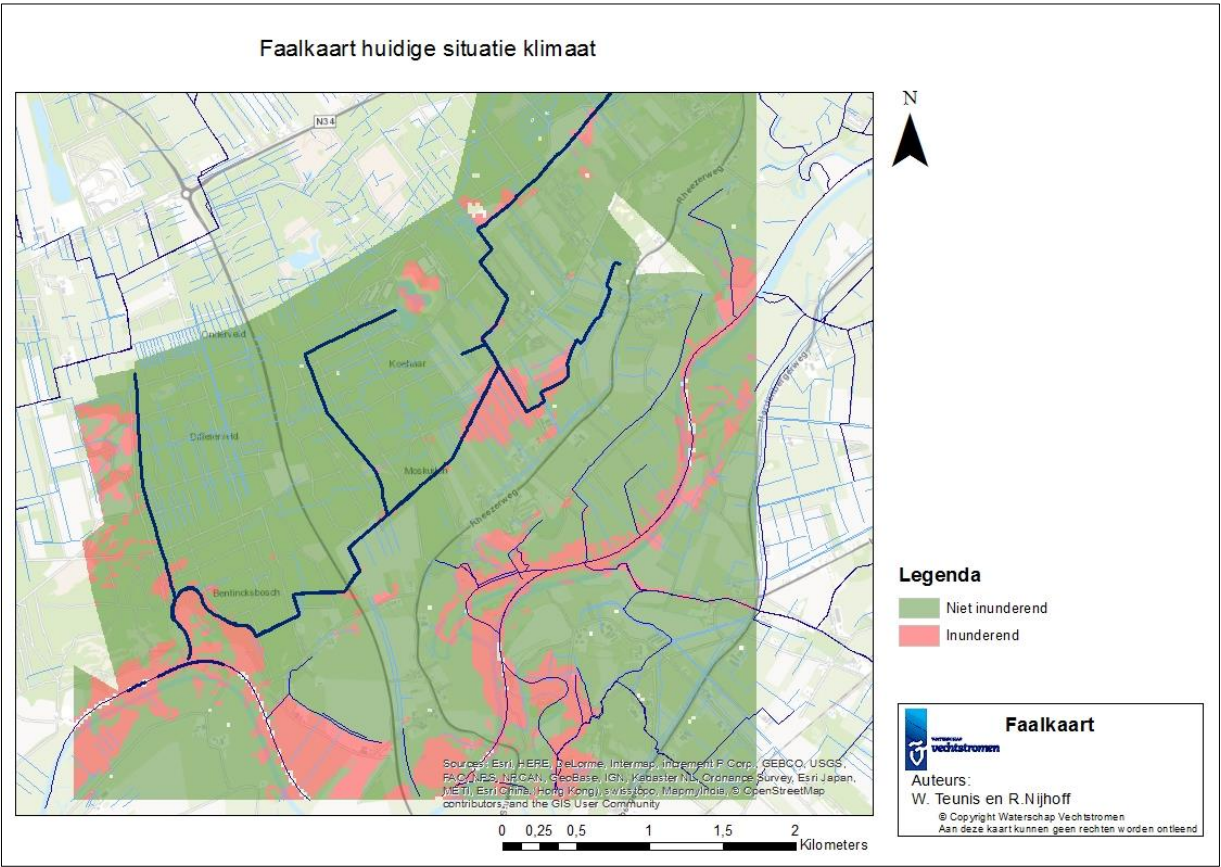
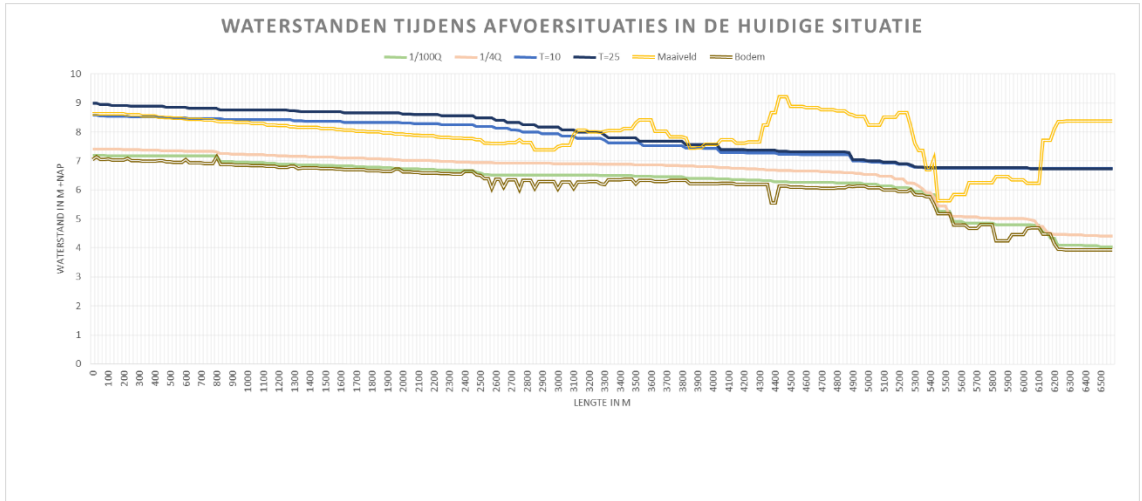
Zoals is in de vorige alternatieven is aangegeven. Bij een dubbele afkoppeling is het ontwerp minder groot gedimensioneerd. Hierdoor is er minder ruimte nodig voor het realiseren van de leiding.

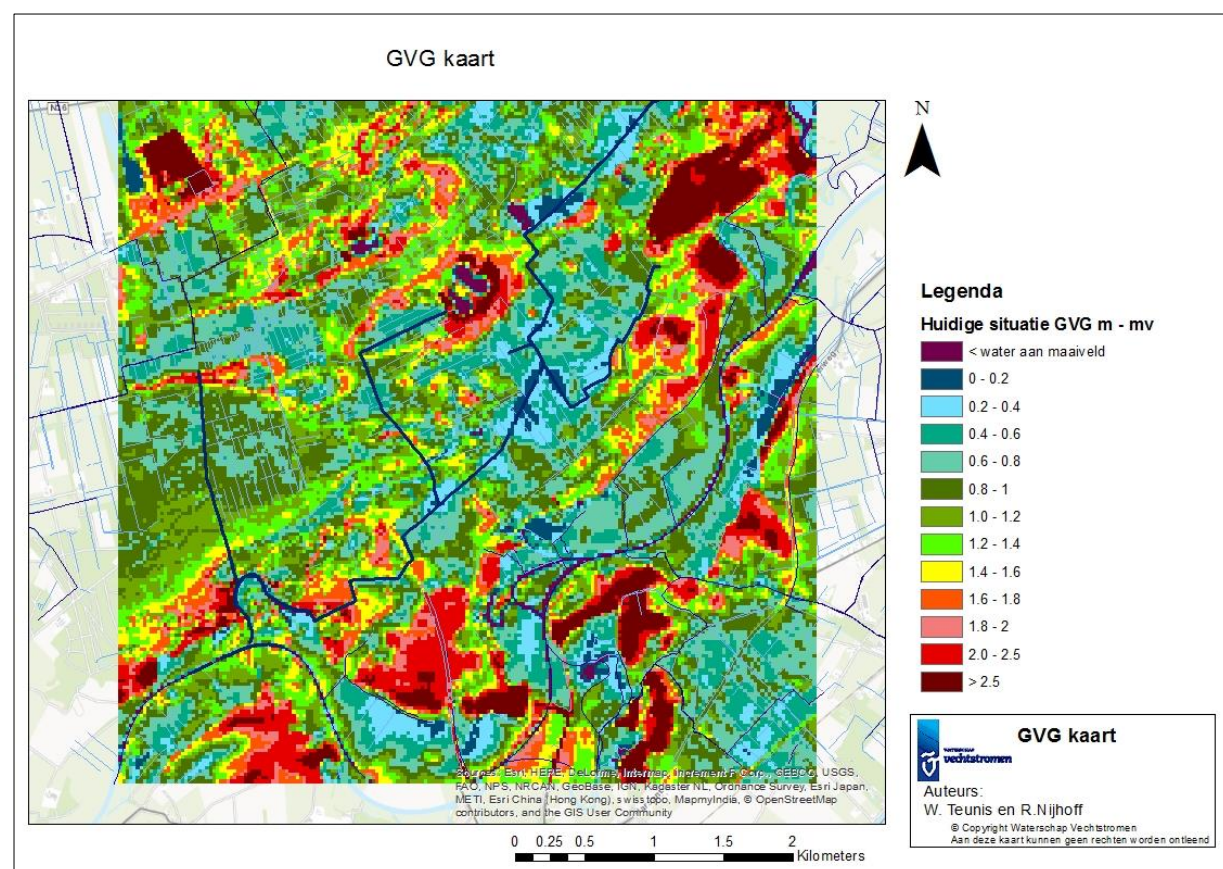
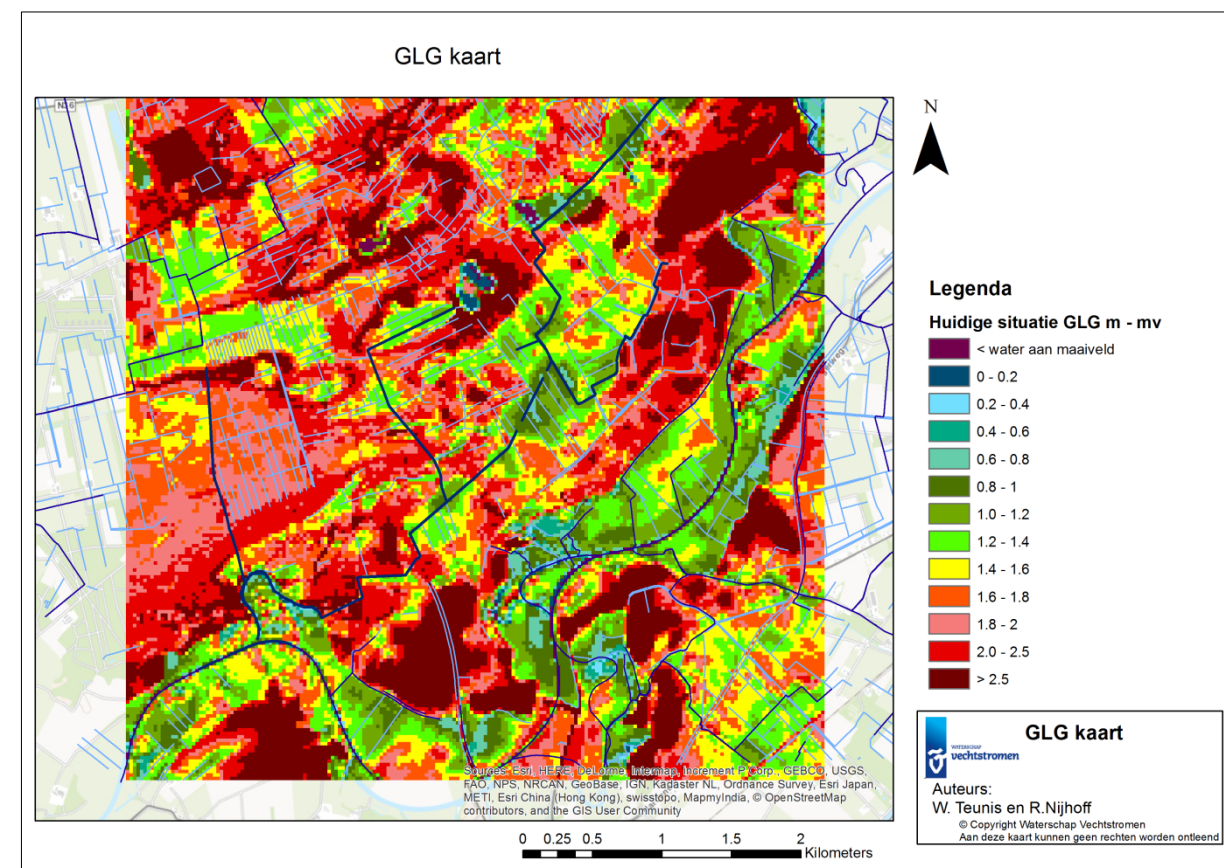
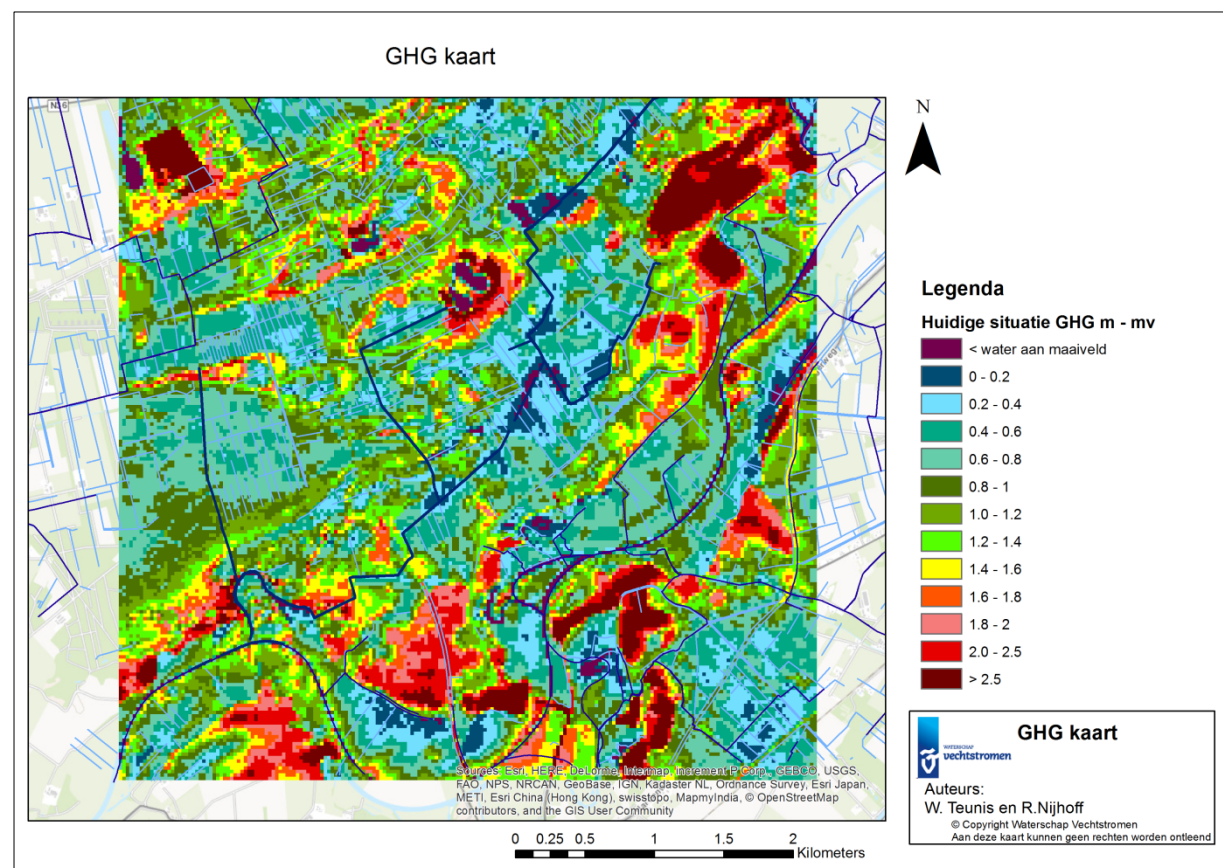
BIJLAGE VI. RESULTATEN HUIDIGE SITUATIE

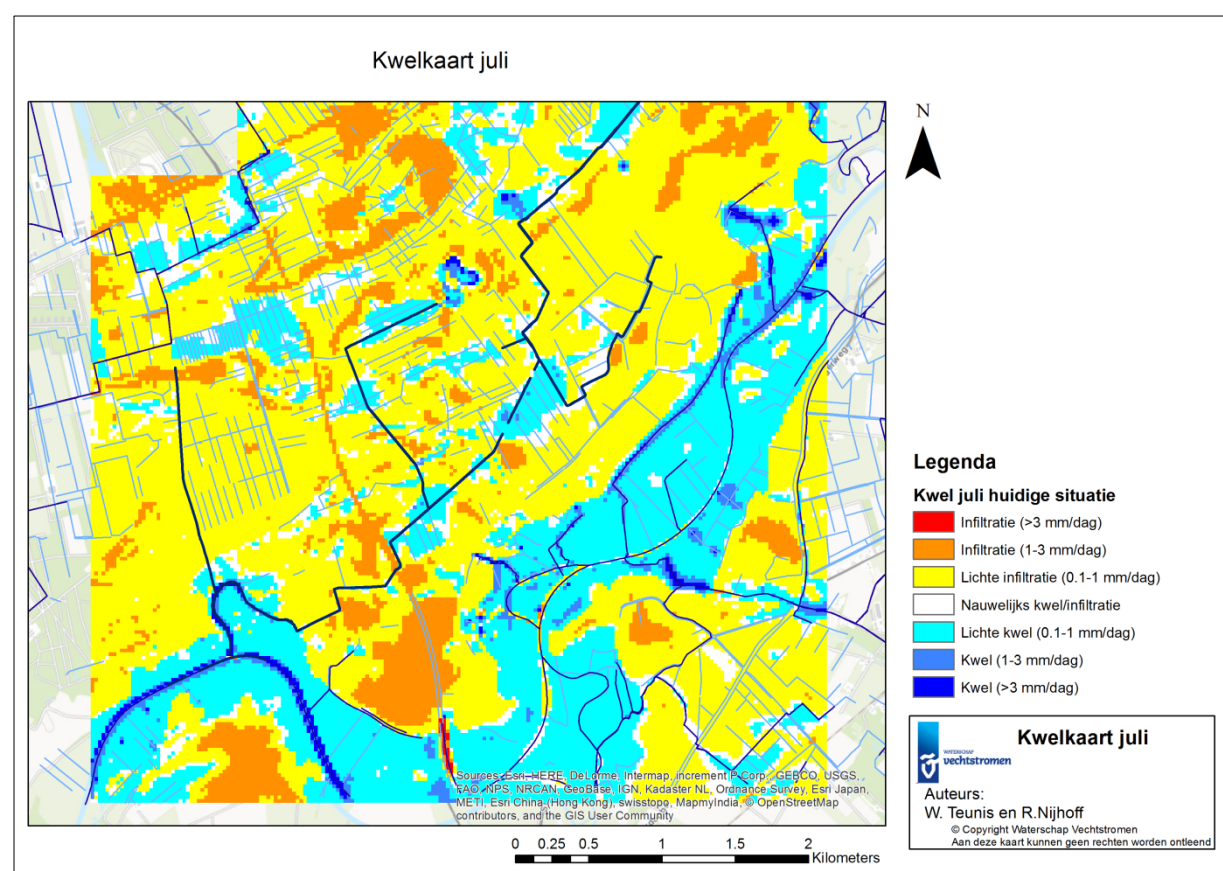
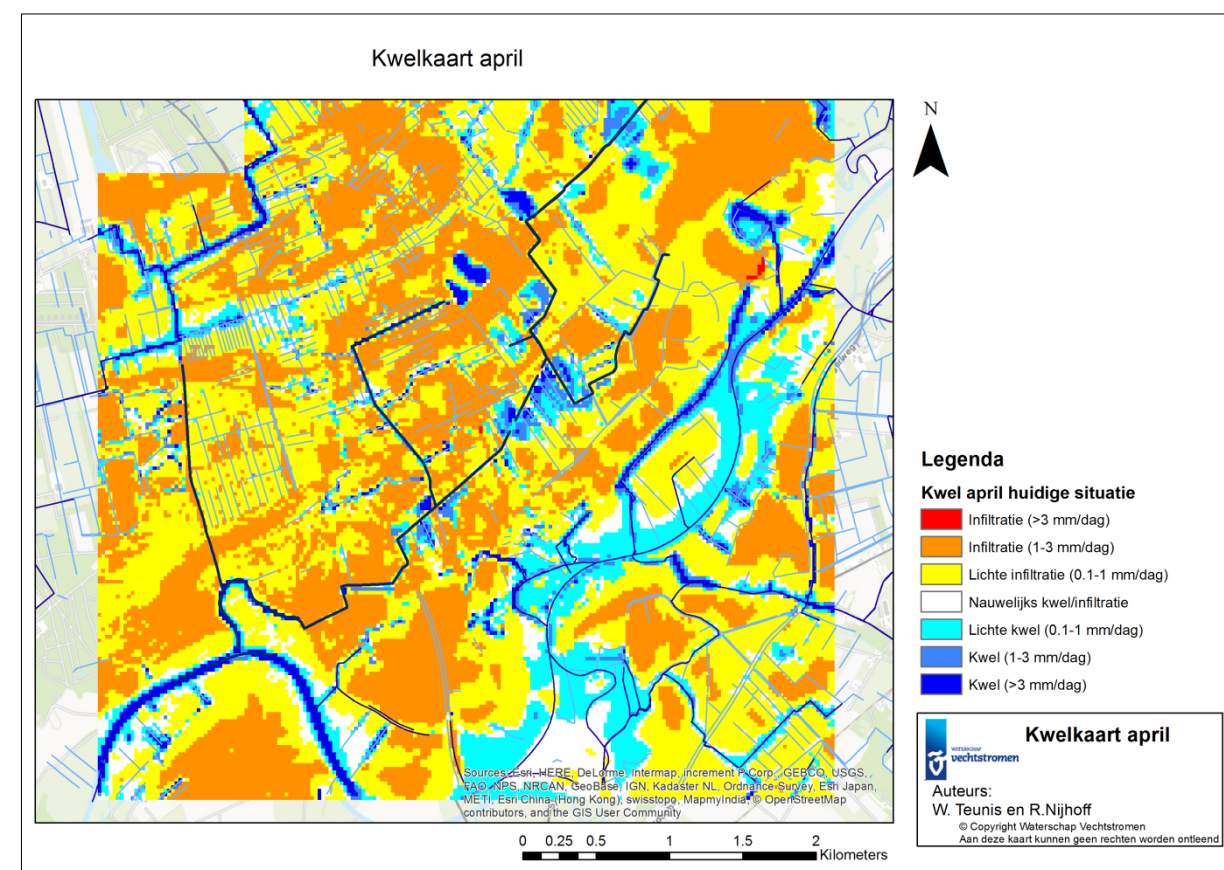
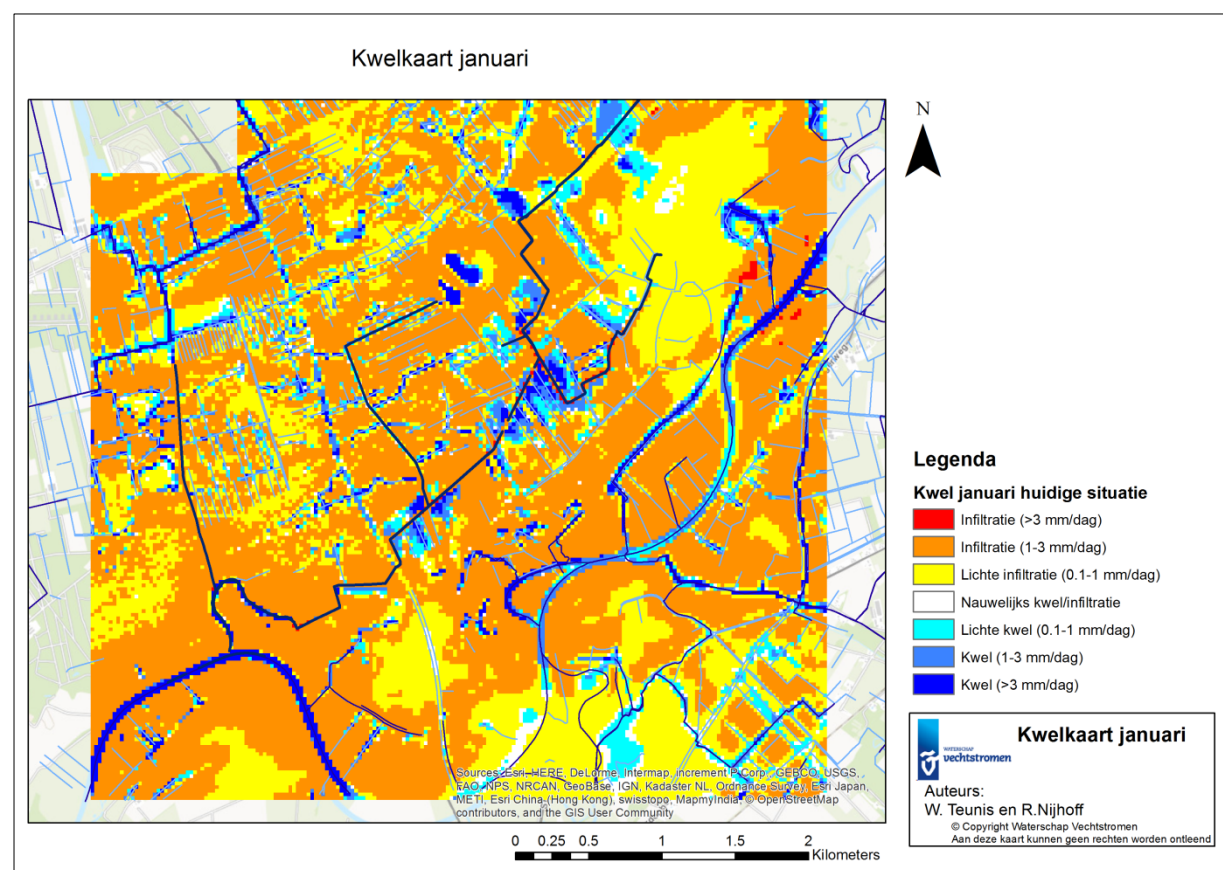
In deze bijlage zijn de SOBEK-resultaten van de huidige situatie weergegeven.

Piekwaterstand in afvoersituaties

Het lengteprofiel start bij de vijver van de Larijshof en loopt tot de uitstroom van de meander in Vecht





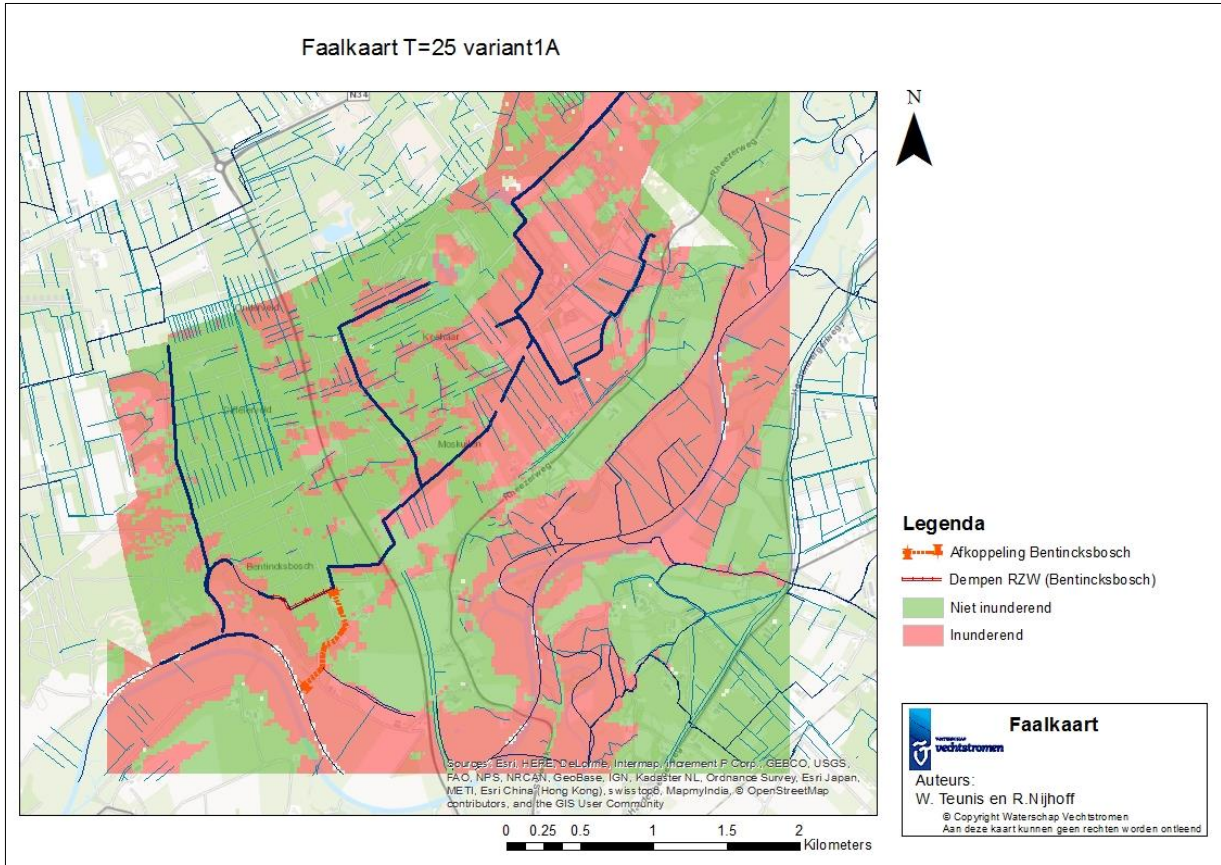
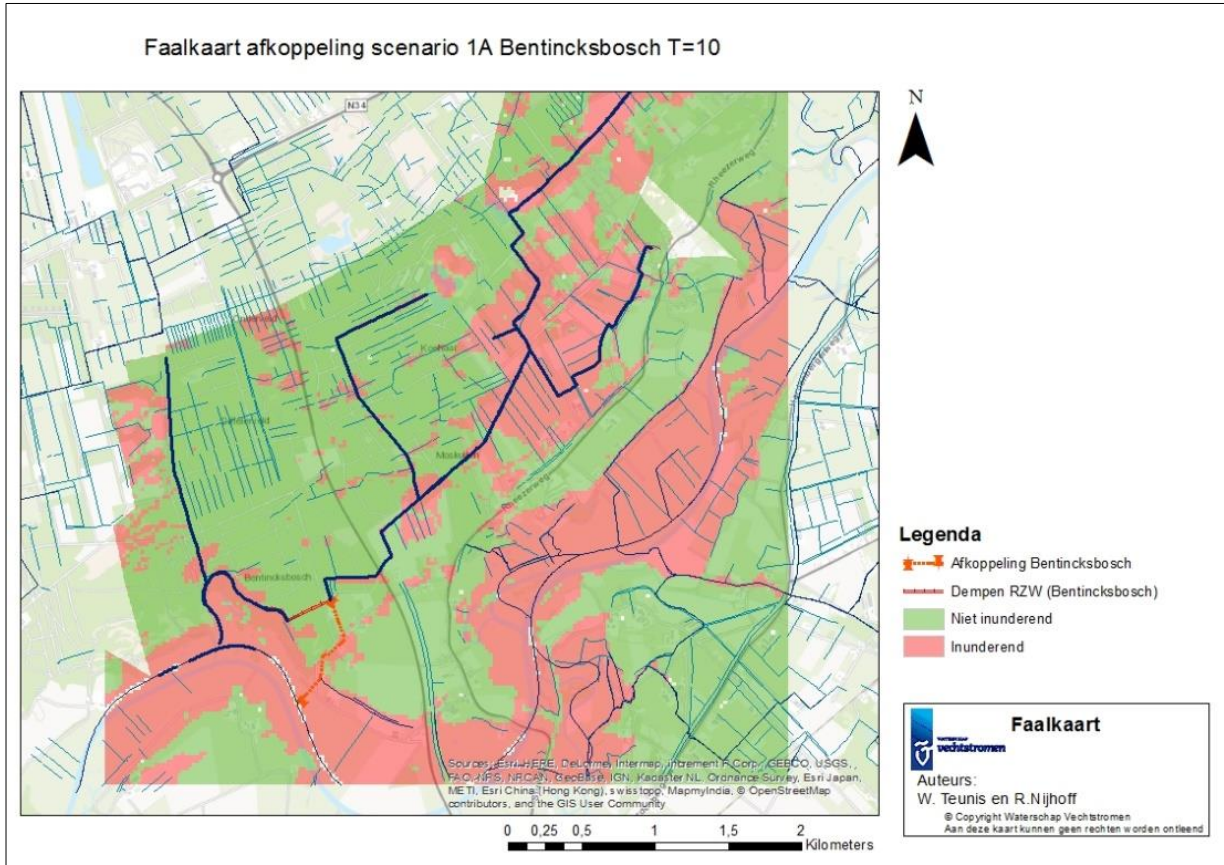
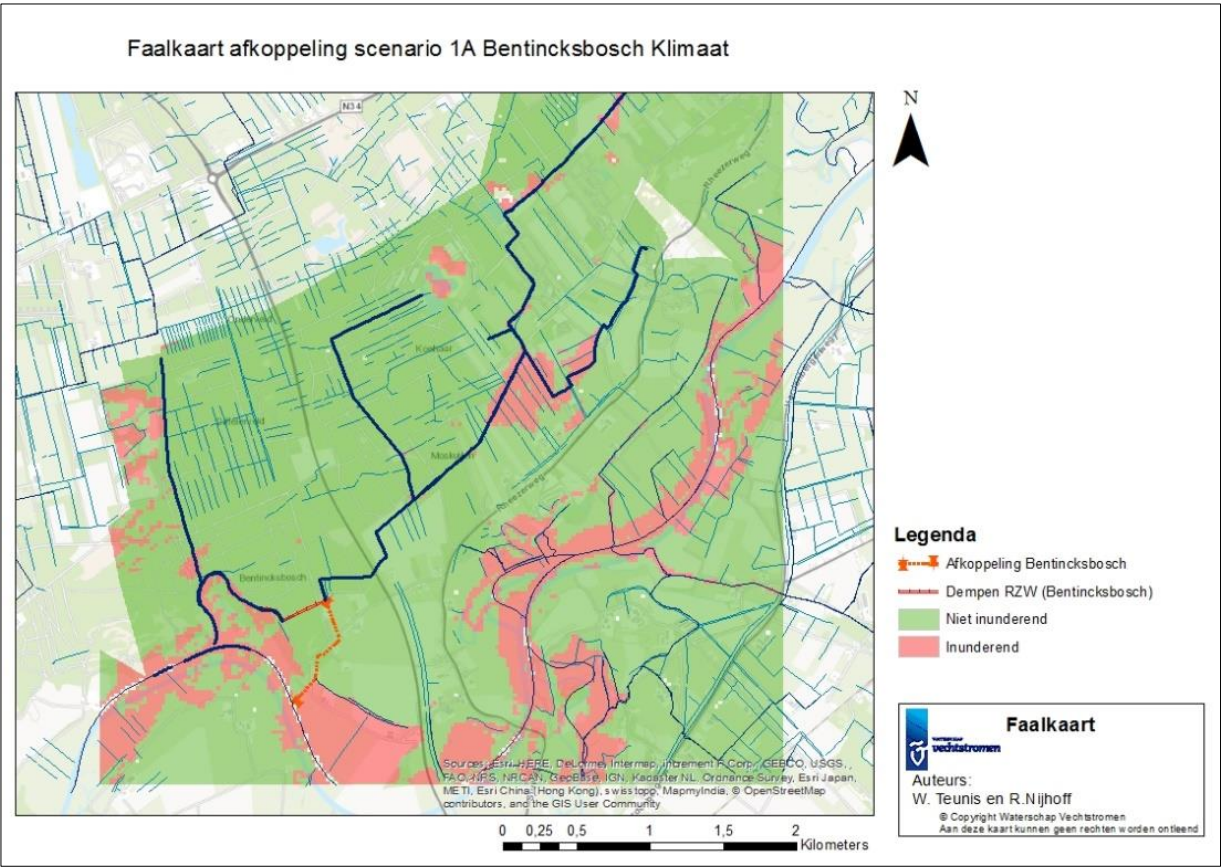
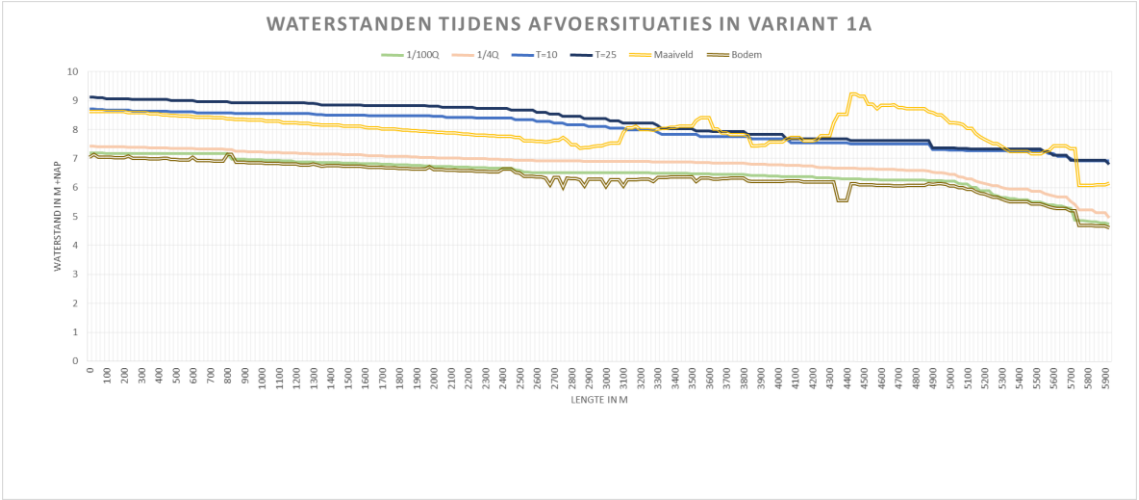


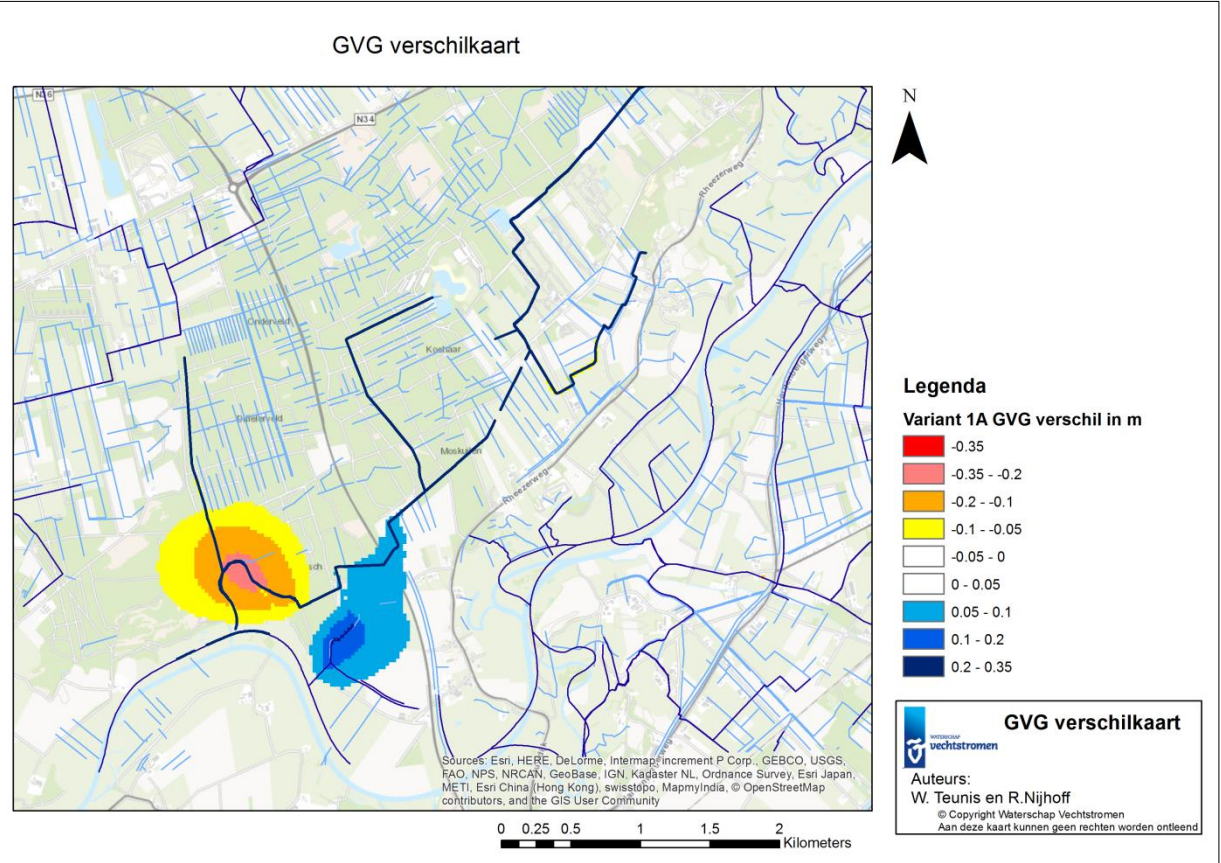
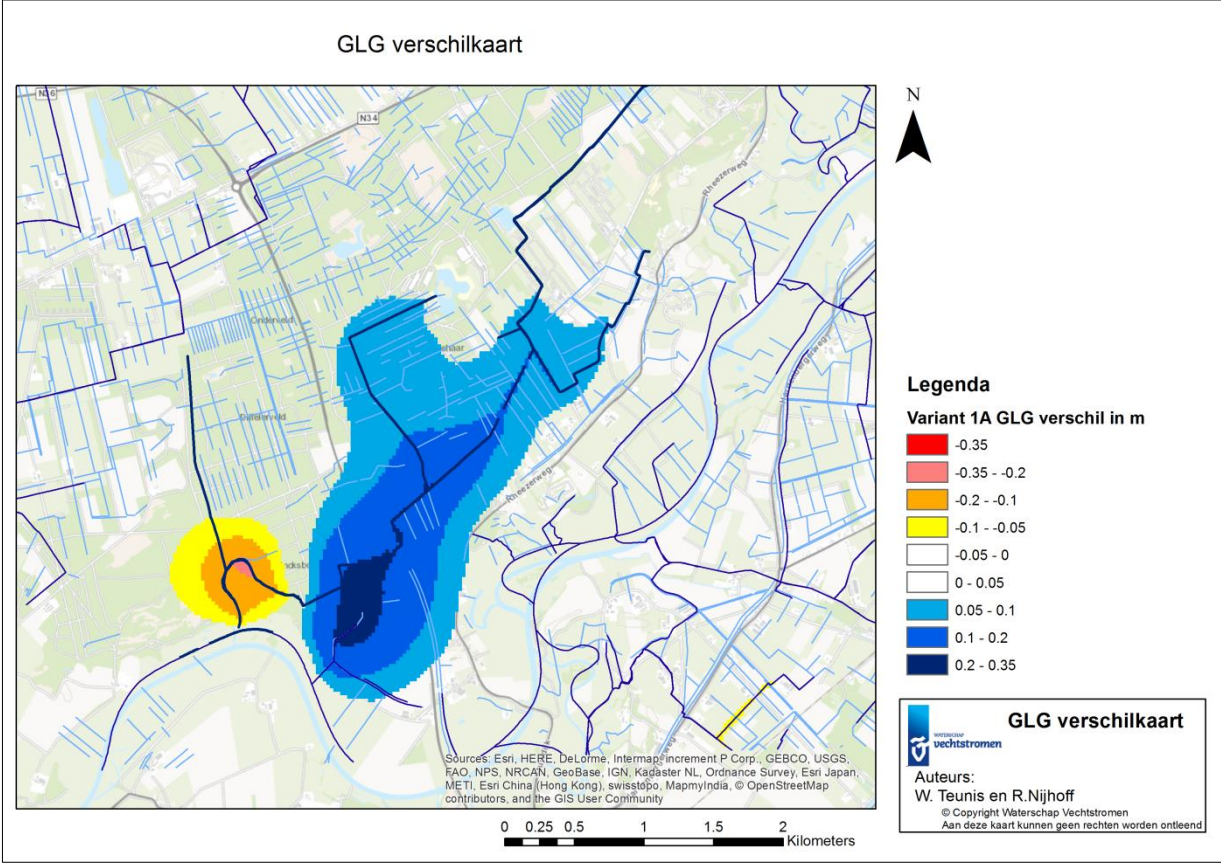
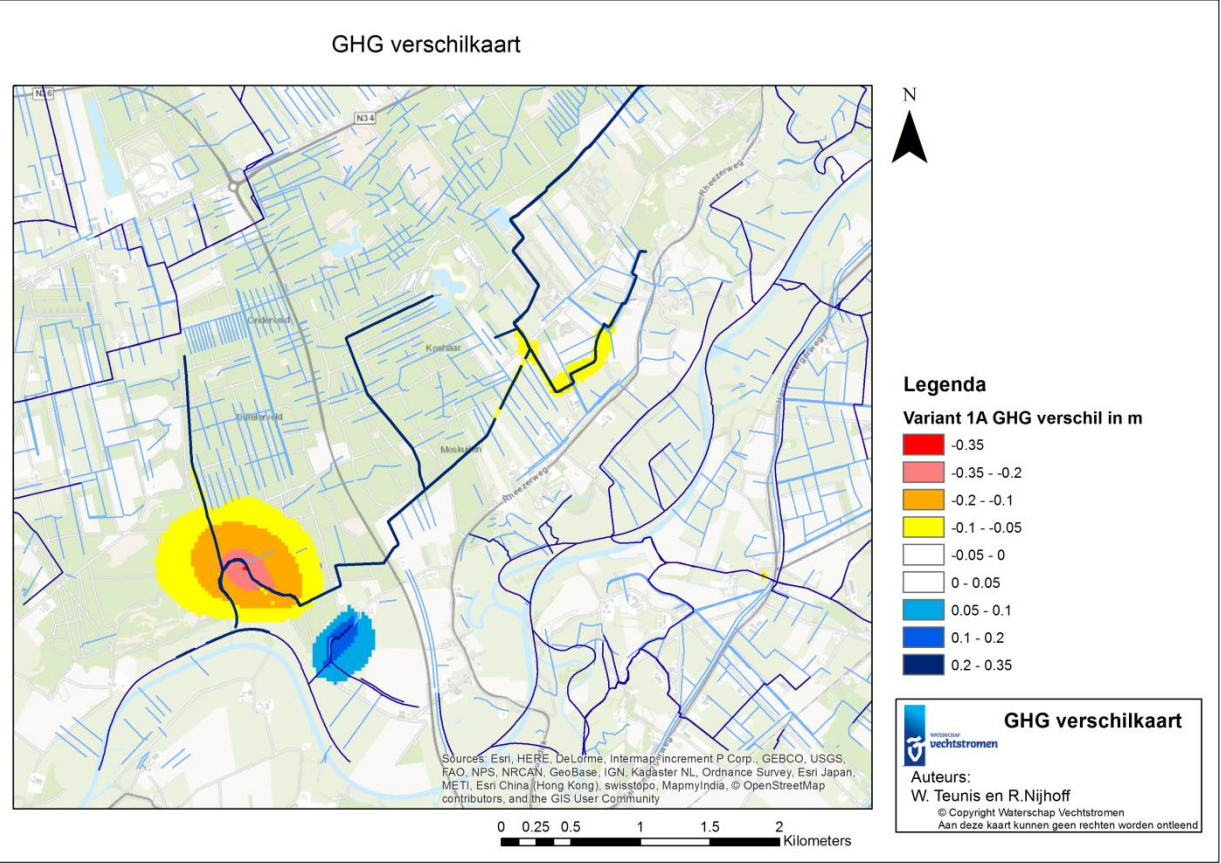
BIJLAGE VII. RESULTATEN VARIANT 1A

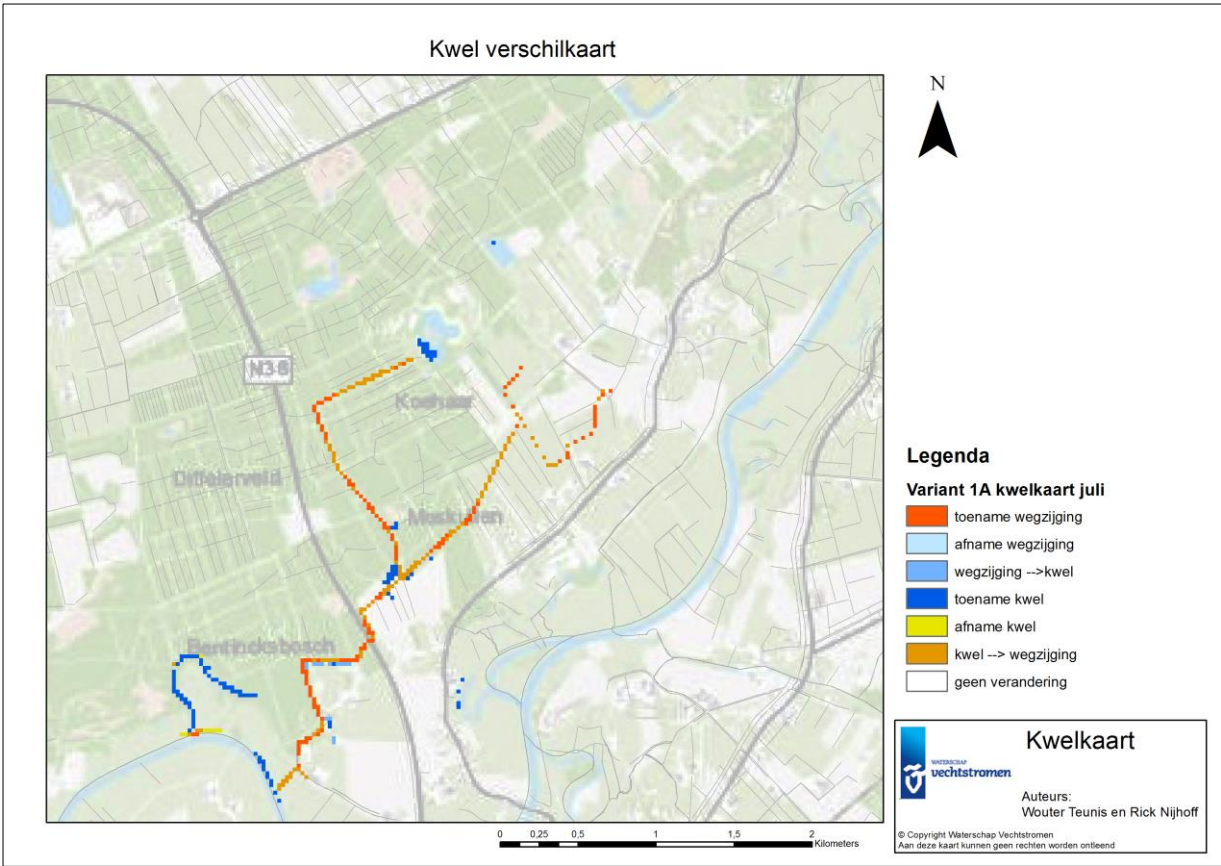
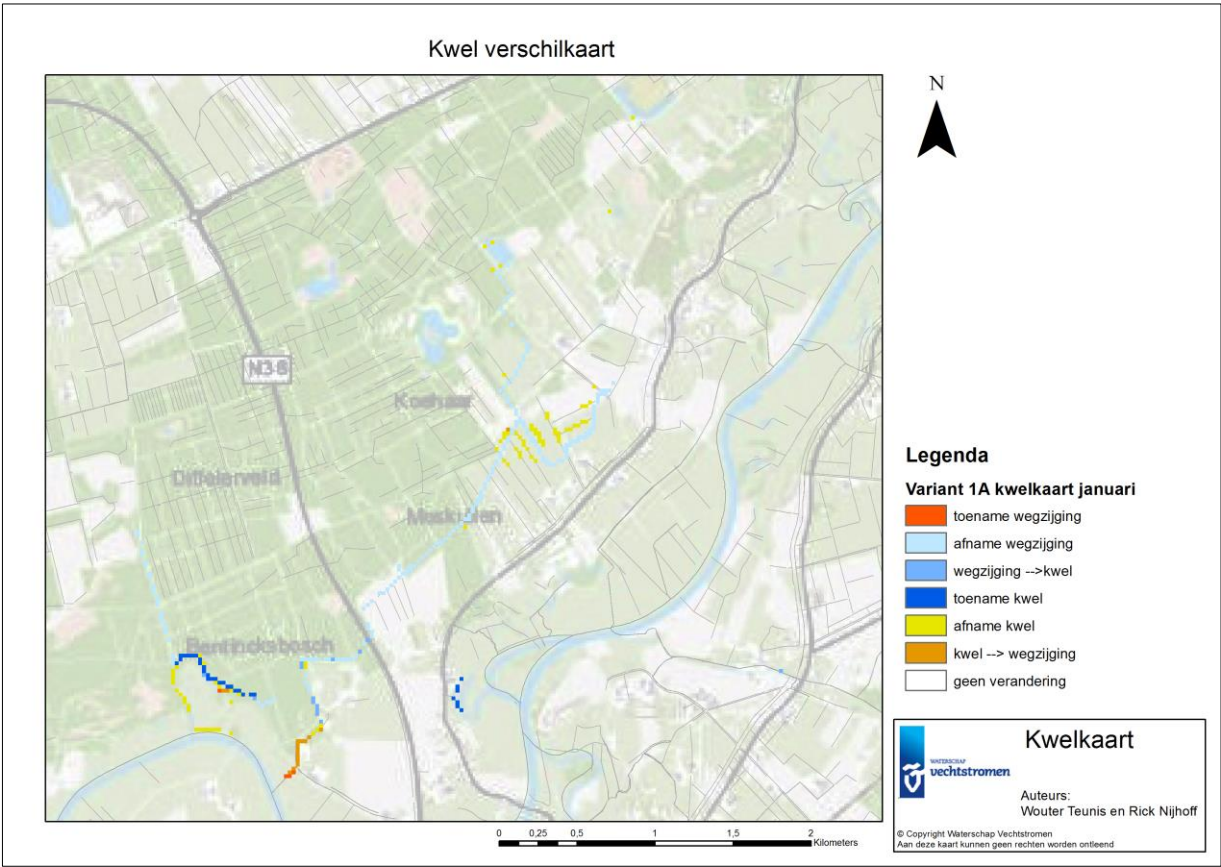
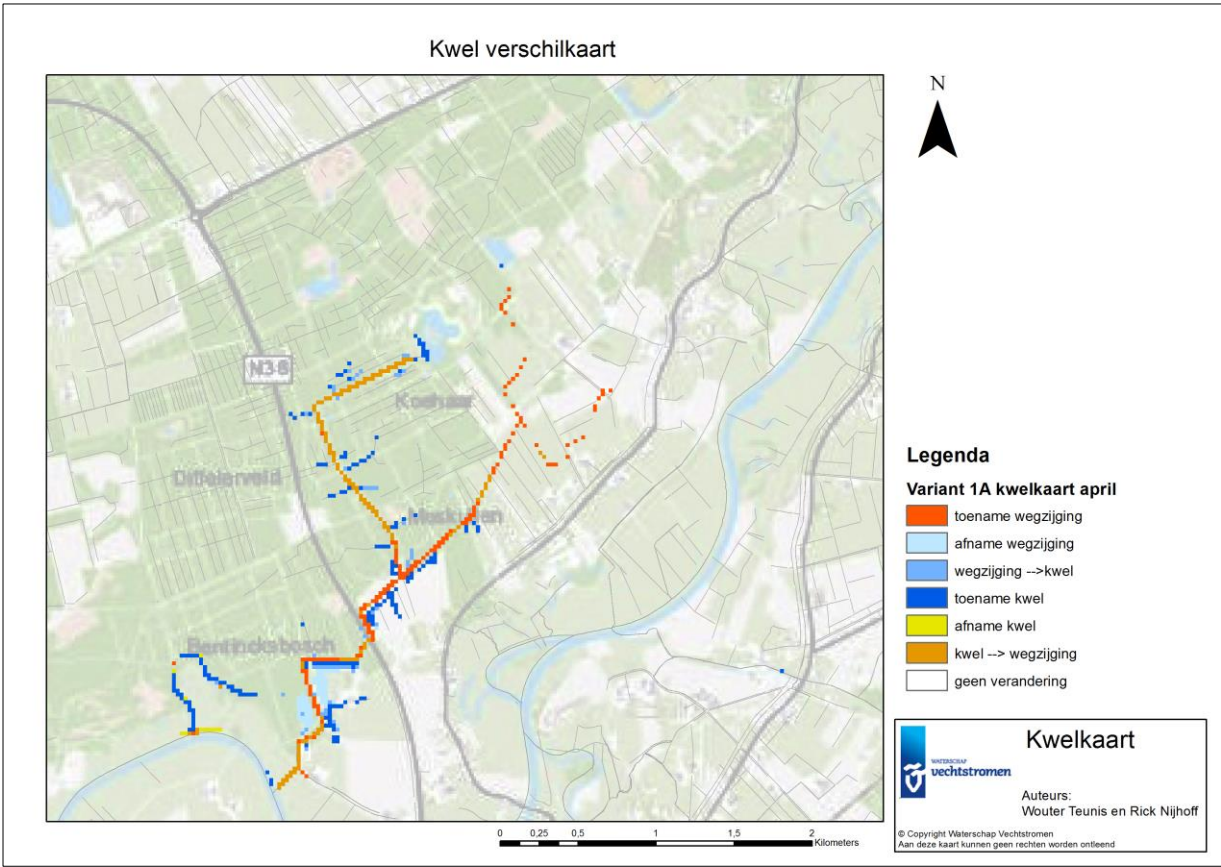
In deze bijlage zijn de resultaten voor het afkoppeltracé Bentincksbosch in kaart gebracht.

Scenario 1A gedempte afvoerleiding Karshoek

Het lengteprofiel start bij de Larikshof en loopt via de afkoppeling tot de Vecht





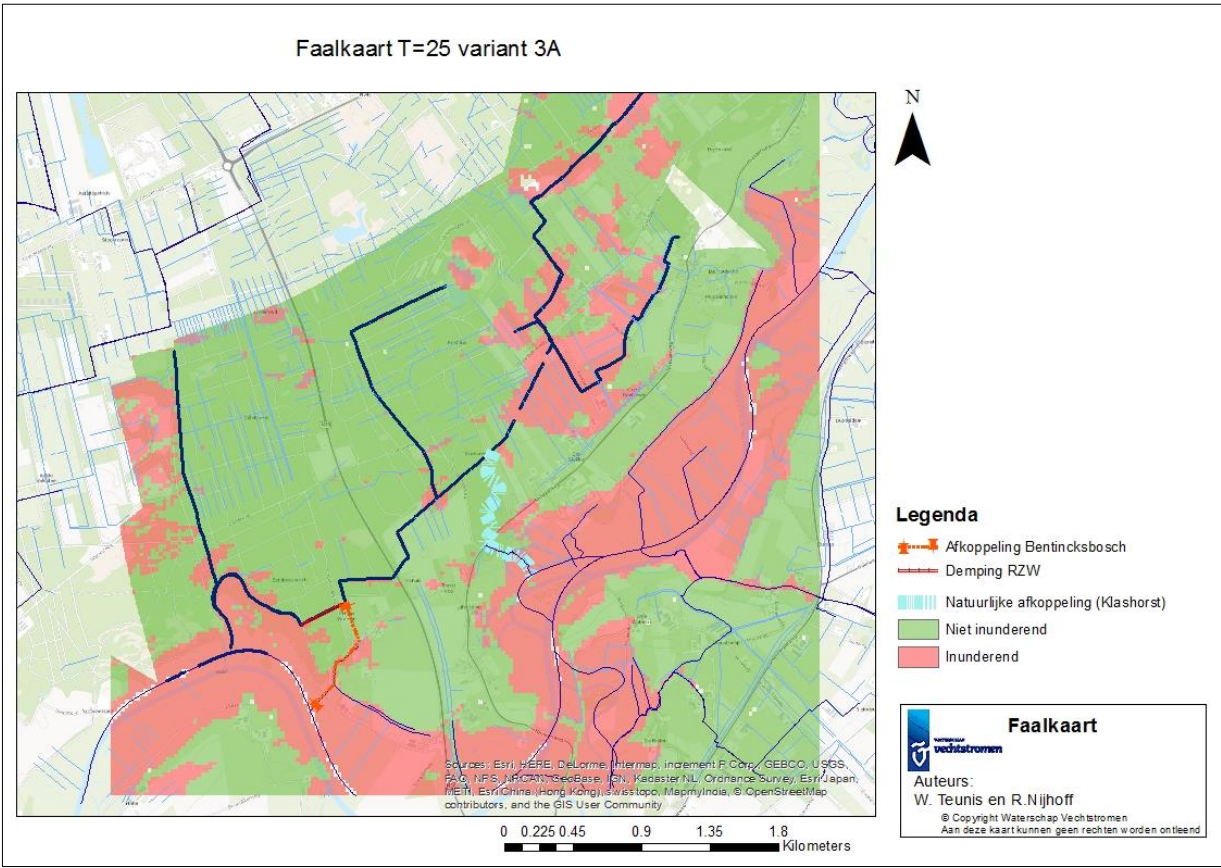
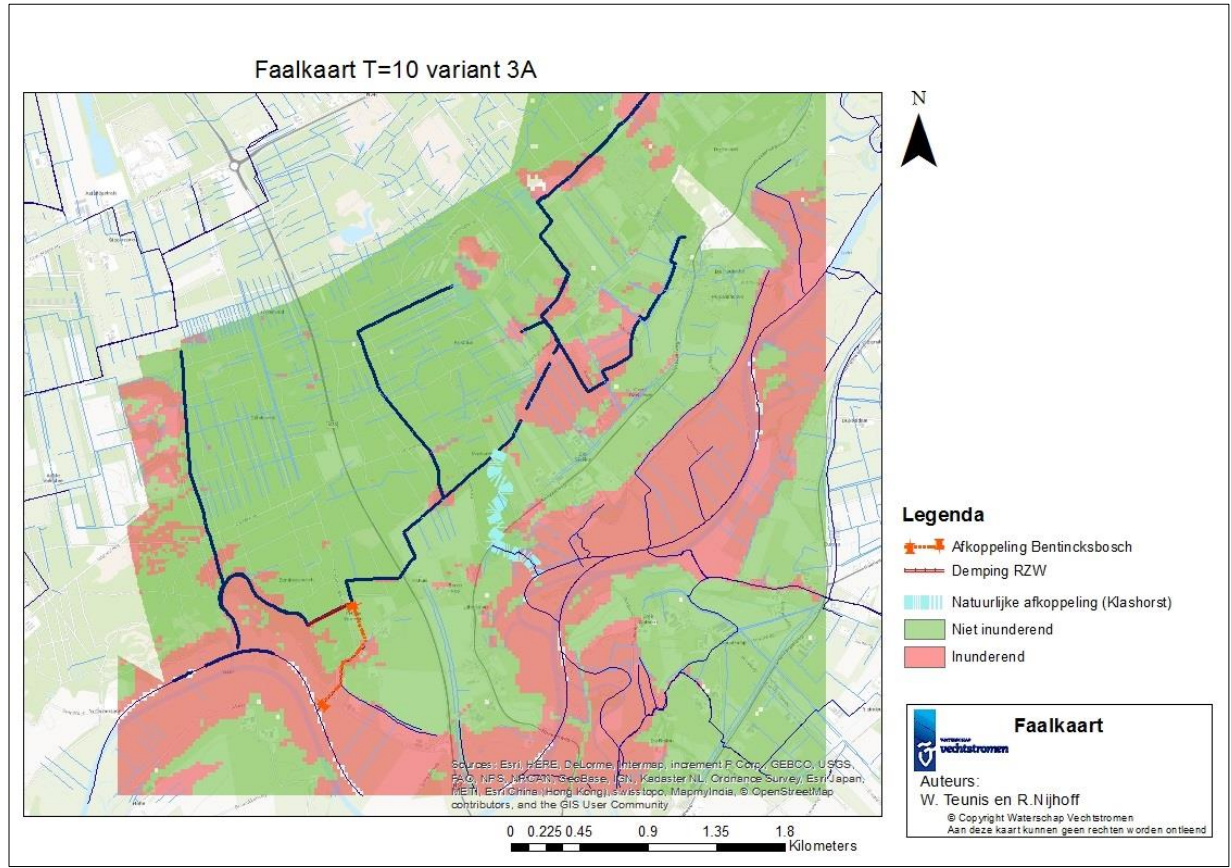
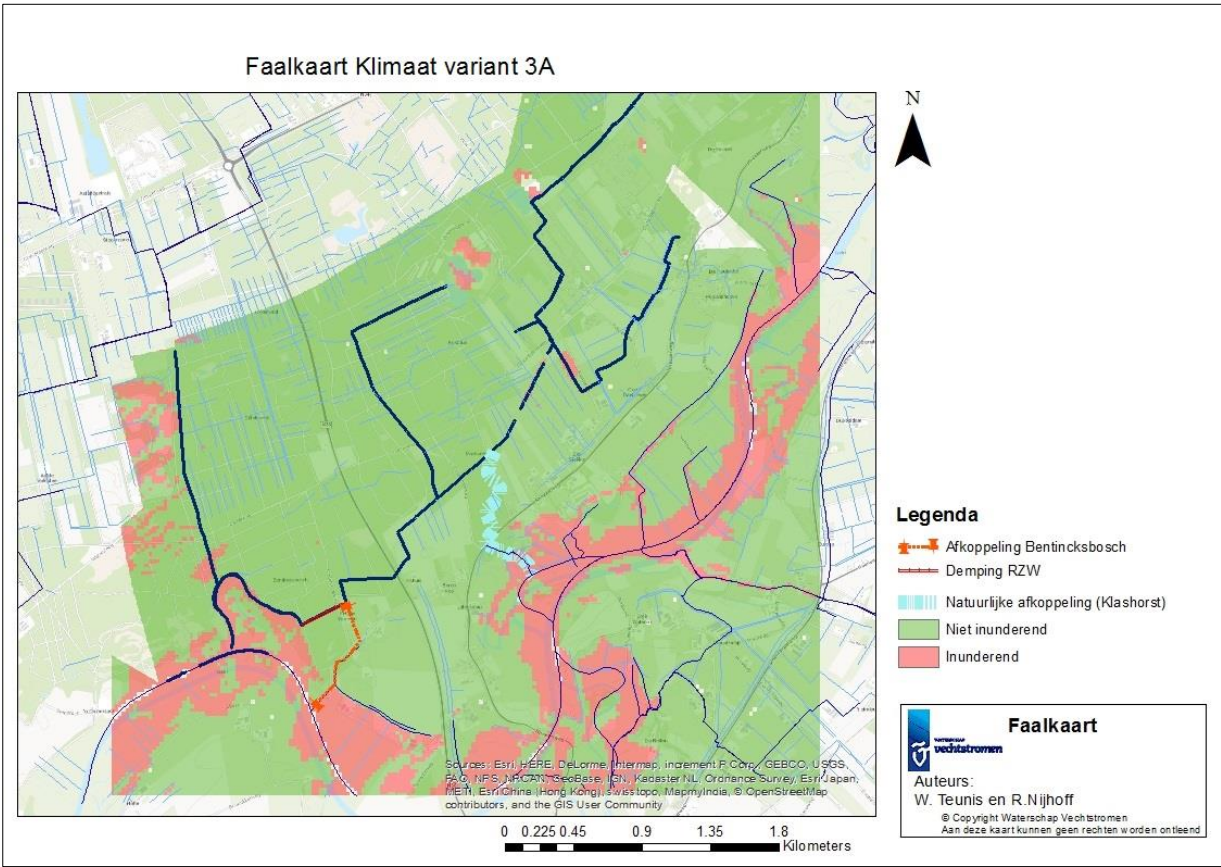
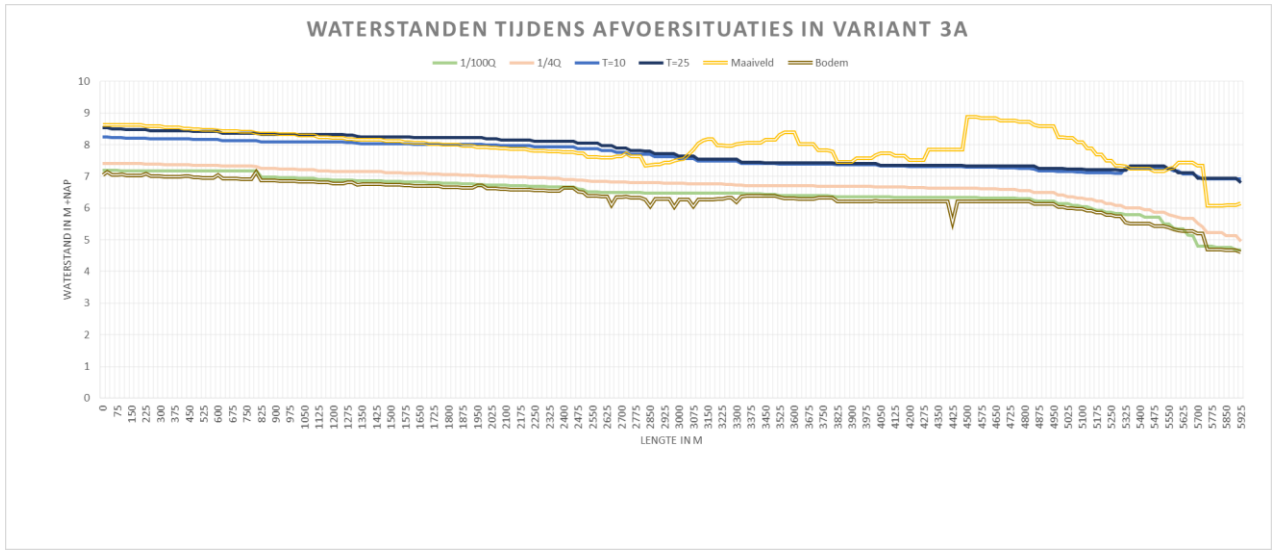


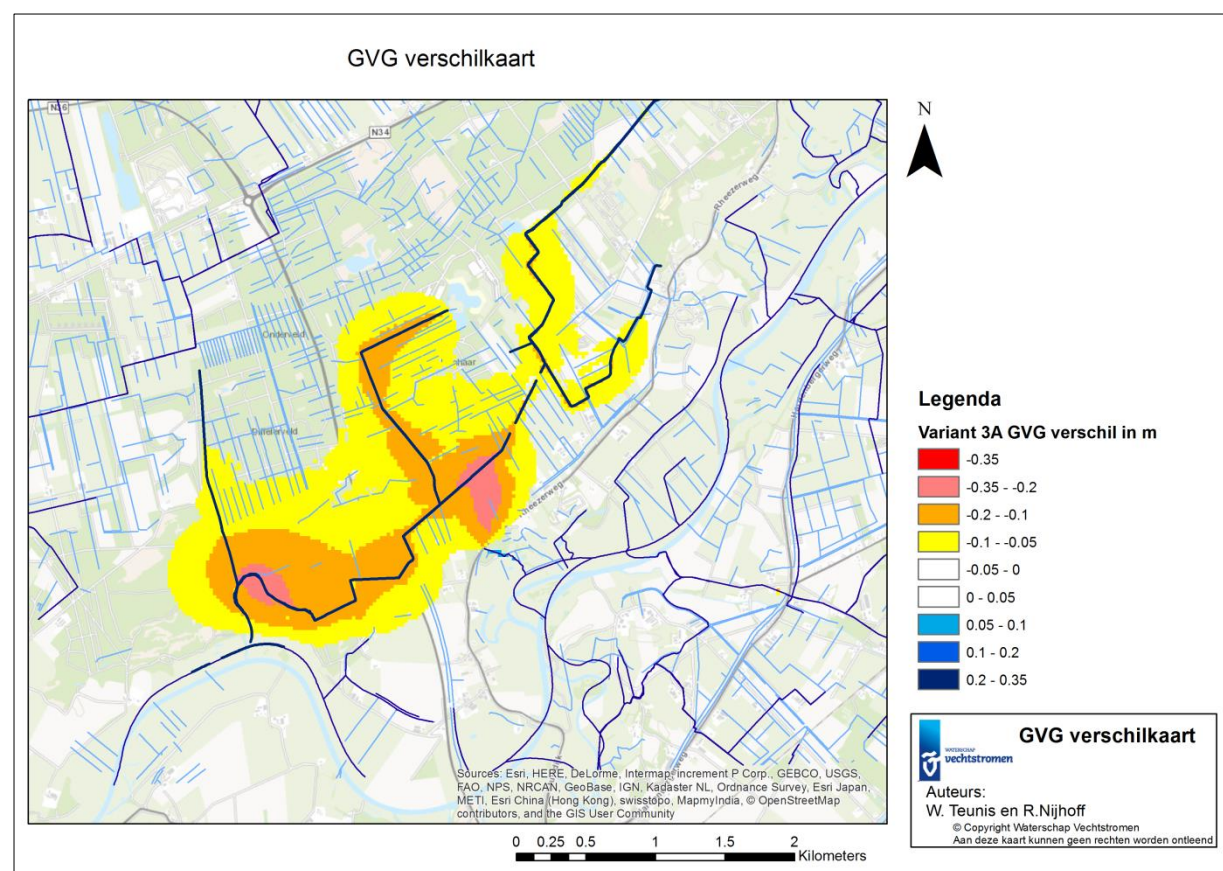
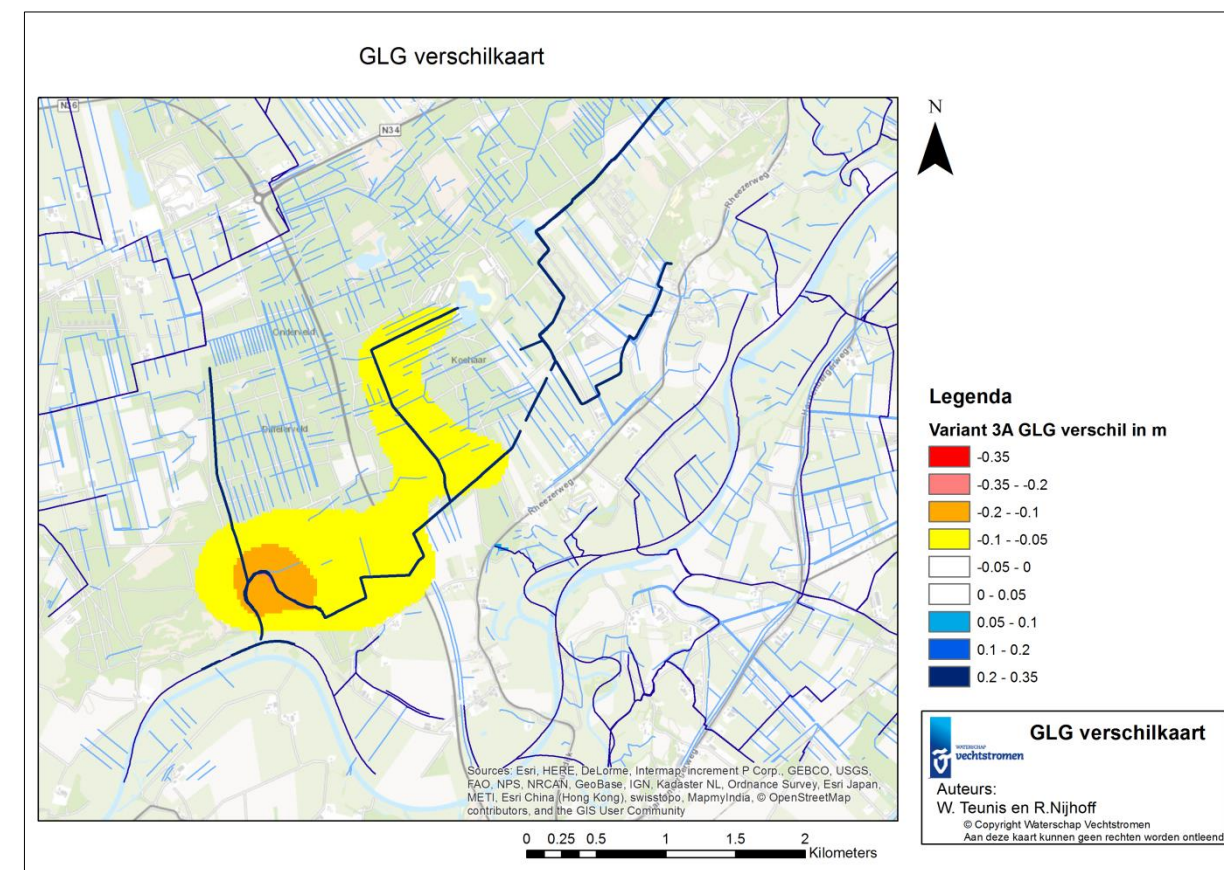
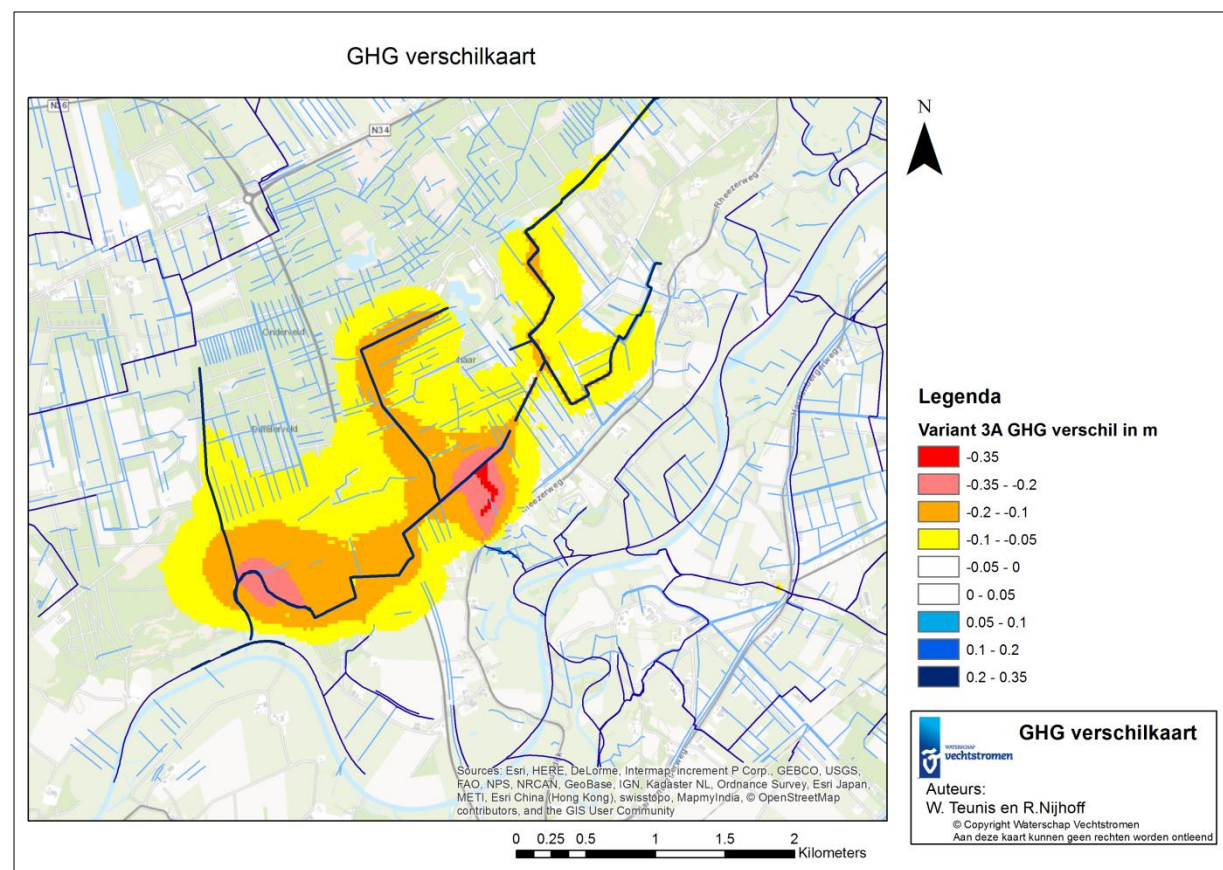
BIJLAGE VIII. RESULTATEN VARIANT 3A

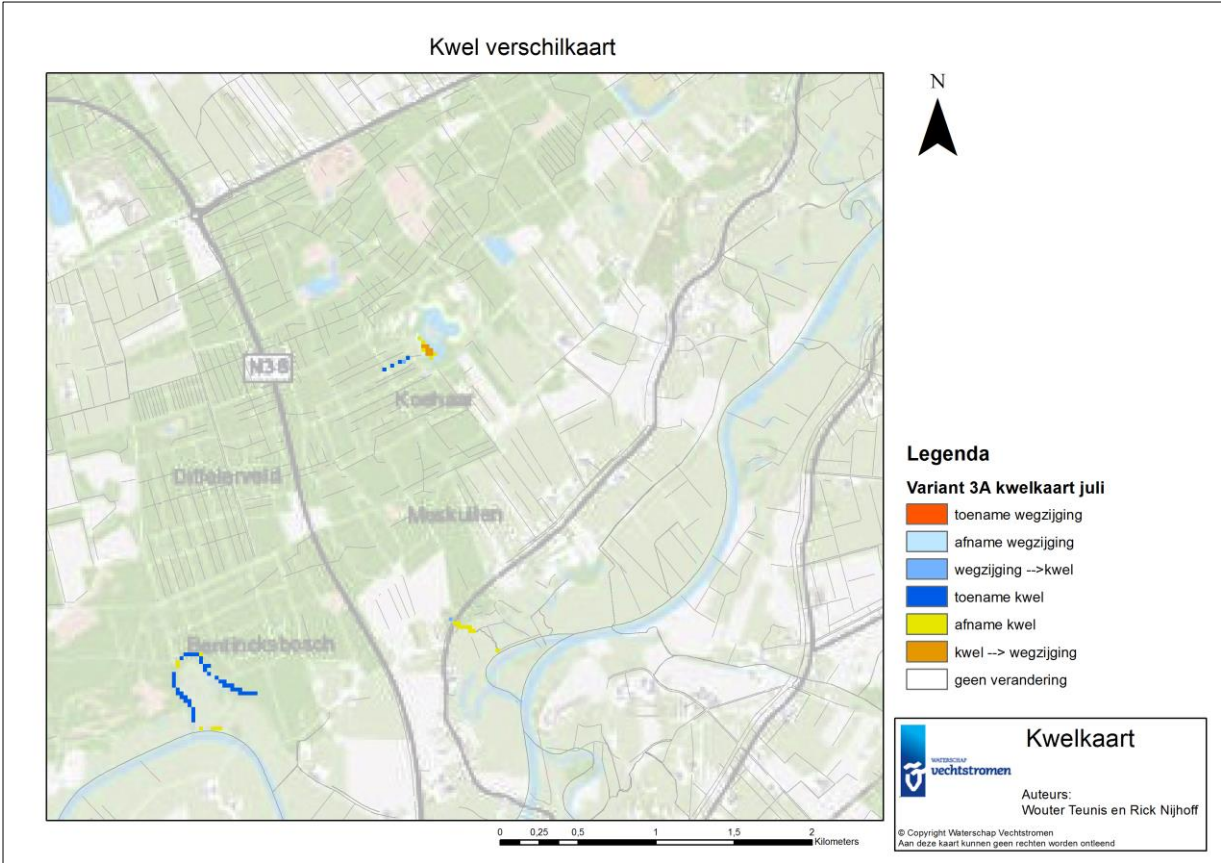
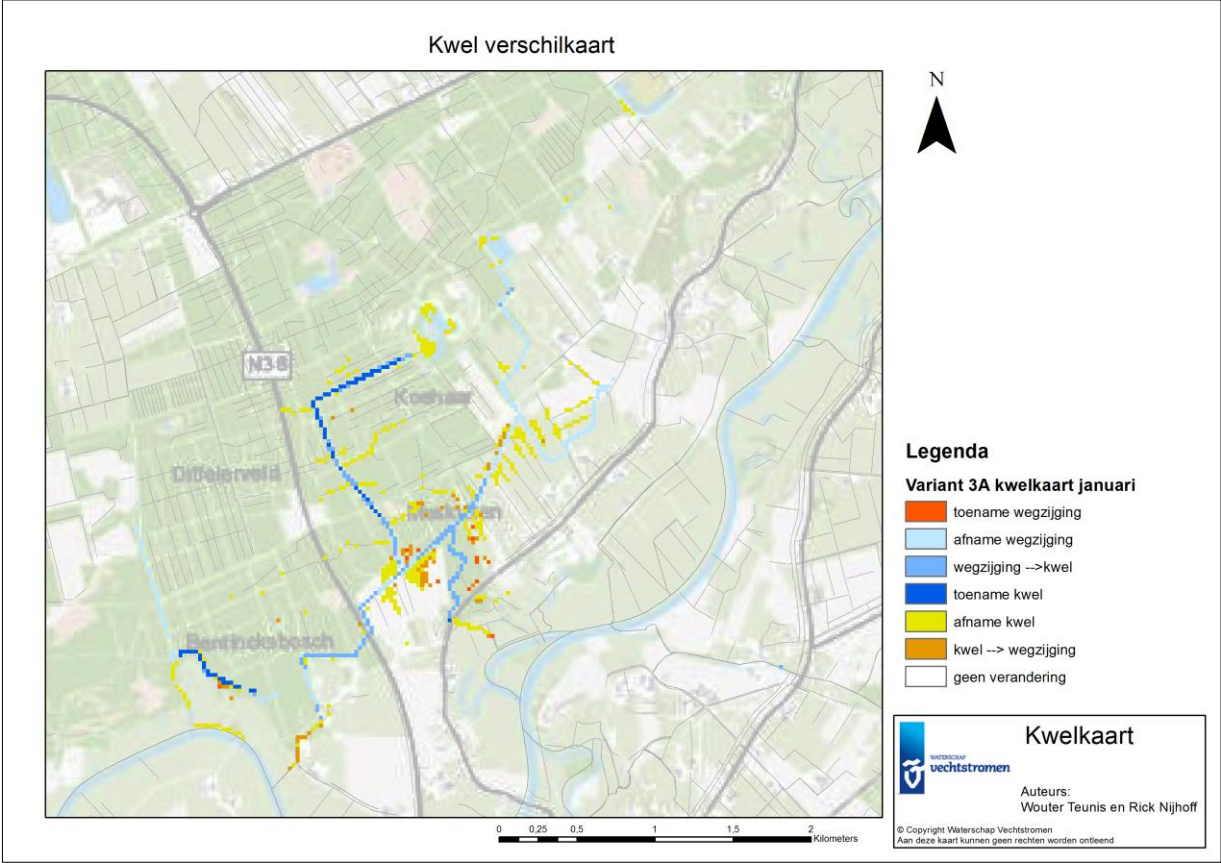
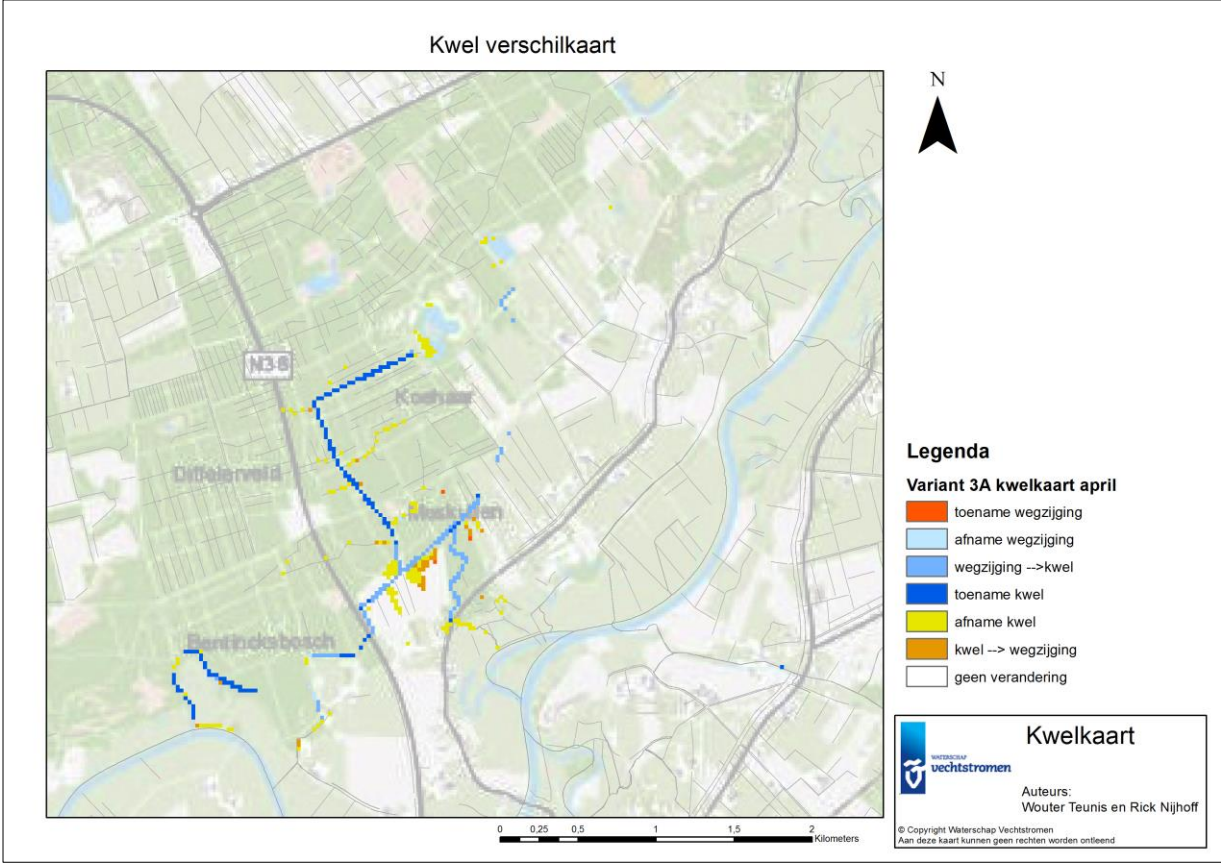
In deze bijlage zijn de resultaten voor het afkoppeltracé dubbele afkoppeling in kaart gebracht.

Scenario 3A Klashorst en Bentincksbosch

Het lengteprofiel start bij de Larikshof en loopt via de afkoppeling Bentincksbosch tot de monding in de Vecht







BIJLAGE IX. KEUZEMODEL

Naam projectgebied	Type	Natuurtype	Bodemsoort	Huidig grondwaterpeil	gewas	Hoogteligging t.o.v. maaiveld	Verwachte effecten n.a.v. de transformatie en klimaatverandering	Zone geschikt voor	bestaand watersysteem	Toekomstige ontwikkeling	Directe dreiging /schade	Meest geschikte maatregelen
Karshoek	Natuur	Bos			n.v.t		Verdroging		Watergangen	Natuurontwikkeling	Uitsterven	Waterloop uit landbouwgebied afkoppelen voor instroom natuurgebied
Bosgebied	Natuur	Natte natuur		1,5 - 2 m-mv	n.v.t		Verdroging			Natuurontwikkeling	Uitsterven	Kappen naaldbossen rond vennen en natte heiden
Landbouwgebied	Landbouw	n.v.t.	Zand	1 - 1,5 m-mv	n.v.t	Gelijk	Verdroging		Watergangen	Landbouwonwikkeling	Gewasderiving	Boerenstuwtes
Landbouwgebied	Landbouw	n.v.t.	Zand	1,5 - 2 m-mv			Verdroging			Landbouwonwikkeling	Gewasderiving	Verhogen organisch stofgehalte

Maatregel	type	bodemsoort	Grondwaterpeil	gewas	Hoogteligging	verwachte effecten	functie	watersysteem	ontwikkeling	dreiging/schade
1 Boerenstuwtes	Landbouw	Zand	1 - 1,5 m -mw	n.v.t	Gelijk	Verdroging		bestaande watergangen aanwezig		Gewasderiving
2 Peilgestuurde drainage	Landbouw	Zand	1,5 - 2 m -mw		Gelijk maaiveldhoogte			geen watergangen		Gewasderiving mogelijk
3 Bodemverbetering (grondbewerking, ophieven storende lagen)	Landbouw	Lemig zand	0 - 0,5 m -mw (hangwater)	Alle gewassen		vermatting				Gewasderiving mogelijk
4 Verbouwen van droogteresistente gewassen	Landbouw	Zand	1,5 - 2 m -mw	Akkers		Verdroging				Gewasderiving
5 Agrarier als beheerder van natuur en landschap	Landbouw								Natuurontwikkeling	
6 Ophogen percelen	Landbouw	Zand/veen	0 - 0,5 m -mw (hangwater)	Alle gewassen	Lage hoogteligging	Vernatting			Landbouwonwikkeling	
7 Automatisch stuwbeheer	Landbouw	Zand	1 - 1,5 m -mw		Gelijke / hogere hoogteligging			watergangen	Landbouwonwikkeling	
8 Verbod op irrigatie landbouwgewassen met grondwater	Landbouw	Zand	1,5 - 2 m -mw					dalend grondwaterpeil		
9 Toepassen efficiëntere beregeningswijze	Landbouw	Zand	1,5 - 2 m -mw			Verdroging		dalend grondwaterpeil		gewasderiving
10 Sloot- en bermmaaisel (groenbemester) toepassen op bedrijf	Landbouw	Zand		Aktergewassen						
11 Stikstofarme en/of fosforarme gewasresten toepassen als bemesting	Landbouw	Zand	Waterkwaliteit	Aktergewassen						
12 Vaste rijpaden op perceel	Landbouw	Lemig zand		Alle gewassen		Vernatting				
13 Aanleg droge en natte bufferstroken (mest- en spuitvrij) langs water	Landbouw		Waterkwaliteit	Alle gewassen						
14 Aanleg natuurvriendelijke oevers en/of waterbergingsoever	Landbouw		Extensief	Alle gewassen		Verdroging				
15 Aanleg helofytenfilters in nabijheid watergang	Landbouw		Waterkwaliteit	Alle gewassen						
16 Aanleg bezink- of infiltratiegreppel	Landbouw	Zand	0 - 0,5 m -mw (hangwater)	Alle gewassen		vermatting			Landbouwonwikkeling	
17 Zuiveringsystemen voor afvalwater zonder restlozing (bv. Voor reiniging spuitapparatuur)	Landbouw		Waterkwaliteit							
18 Herinrichting erf en aanleg opvangvoorziening voor tegengaan erfafspoeling (eutrofiëring)	Landbouw		Waterkwaliteit							
19 Zomerbewiding gericht op korte vegetatie aan eind van groeiseizoen	Landbouw	Zand		Gras					Natuurontwikkeling	
20 Verhogen organisch stofgehalte	Landbouw	Zand	1,5 - 2 m -mw			Verdroging			Landbouwonwikkeling	
21 Teelt van gewassen op geschikte gronden	Landbouw									Gewasderiving
22 Afwaarderen van arme landbouwgronden--> natuurontwikkeling	Landbouw	Zand							Natuurontwikkeling	
23 Aanleggen van spaarbekkens	Landbouw				Hogere maaiveldhoogte	Verdroging				
24 Percelen bol leggen	Landbouw	Lemig zand	0 - 0,5 m -mw (hangwater)			vermatting				gewasderiving
25 Natuurdeij concept	Landbouw						Nevenfunctie		Natuurontwikkeling, landbouwonwikkeling	
26 Infiltratie via onderwaterdrainage (bv. Veenweidegebied)	Landbouw	(Lemig) zand/veen	1-2 m -mw			verdroging				
27 Biologisch boeren + vermarkten streekproducten	Landbouw						Nevenfunctie		Landbouwonwikkeling	

Maatregel	type	bodemsoort	Grondwaterpeil	Hoogteligging	verwachte effecten	watersysteem	ontwikkeling	dreiging/schade
1 Watergang dempen/verondiepen	Natuur	Zand/veen		Hogere maaiveldshoogte	Verdroging	Bestaande watergangen aanwezig	Natuurontwikkeling	Uitsterven soorten/minder ontwikkeling natuurtypen
2 Broekbossen/moerassen ontwikkelen	Natuur	Zand/veen	< 1 m-mv		Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Minder ontwikkeling natuurtypen
3 Naaldbos omvormen tot loofbos of heide	Natuur	Zand	> 2 m-mv	Hogere maaiveldshoogte	Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Minder ontwikkeling natuurtypen
4 Kappen naaldbossen rond vennen en natte heiden	Natuur		> 1,5 m-mv		Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Minder ontwikkeling natuurtypen
5 Het afgraven van het maaiveld	Natuur	Zand	> 1,5 m-mv		Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Minder ontwikkeling natuurtypen
6 Infiltratie via onderwaterdrainage (bv. Veenweidegebied)	Natuur	Zand/veen	1 - 2 m-mv	Gelijke maaiveldshoogte	Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Uitsterven soorten
7 Doorprikken van slecht doorlatende bodemlagen	Natuur	Kleiig	0,5 - 1 m -mw		Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Minder ontwikkeling natuurtypen
8 Verwijderen van opstand en lokaal plaggen rond oude jeneverbesstruwelen	Natuur				Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Minder ontwikkeling natuurtypen
9 Dempden detailontwatering en verondiepen diepe watergangen	Natuur	Zand			Verdroging	Bestaande watergangen aanwezig	Natuurontwikkeling	Uitsterven soorten/minder ontwikkeling natuurtypen
10 Waterloop uit landbouwgebied afkoppelen voor instroom natuurgebied	Natuur					Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Uitsterven soorten/minder ontwikkeling natuurtypen
11 Rustzones aanmerken voor natuur	Natuur				Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Uitsterven soorten
12 Groene ruimte gebruiken voor productie biomassa	Natuur				Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Brandgevaar
13 Waterberging in rabatten- en/of oobos	Natuur	Zand	< 1 m-mv		Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Brandgevaar
14 Brandgang creëren	Natuur				Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Brandgevaar
15 Moerascorridor creëren	Natuur	Zand/veen		Lagere maaiveldshoogte	Vernatting	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	
16 Planten van kwelschermen om kwelwater vast te houden	Natuur	Zand/veen		Hogere maaiveldshoogte	Verdroging	Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Uitsterven soorten/minder ontwikkeling natuurtypen
17 Zonering aanbrengen tussen landbouw en natuur	Natuur		< 1 m-mv			Geen watergangen	Natuurontwikkeling	Dreiging schaded aanliggende landbouwfunctie