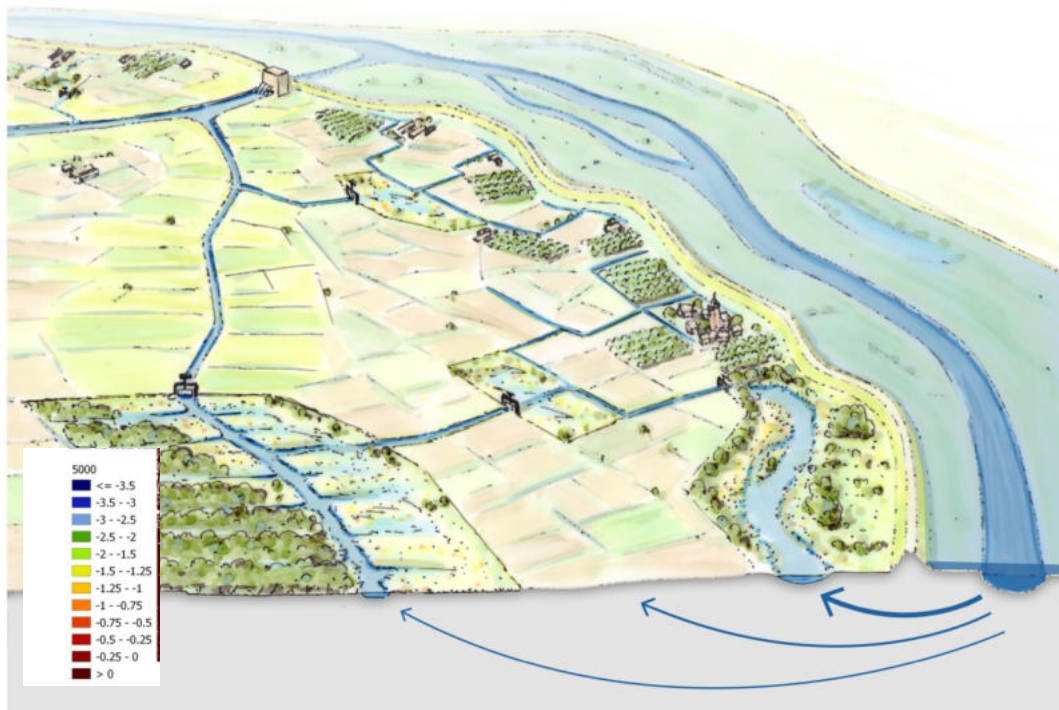


Kwelwateropvang in binnendijks gebied

Een studie naar de mogelijkheden voor het vasthouden van rivierkwel langs de Bovenrijn, Waal, Neder-Rijn, Boven-IJssel en Beneden-Maas.



Maart 2022

Elise van Winden

In opdracht van ARK-Natuurontwikkeling en Wereld Natuur Fonds-Nederland, met steun van Coca Cola

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	5
1.1 Introductie	5
1.2 Aanpak	6
1.3 Methode	7
1.4 Studiegebied	8
1.5 Potentiele locaties binnendijs en mogelijkheden om water vast te houden	9
1.6 Volume dat vastgehouden kan worden	11
2. OOIJPOLDER	13
3. BOVENRIJN EN NEDER-RIJN TOT AAN IJSSELKOP	20
4. BOVEN-IJSSEL VAN IJSSELKOP TOT DOESBURG	26
5. BETUWE ZUID VAN NEDER-RIJN EN NOORD VAN WAAL	33
6. LAND VAN MAAS EN WAAL	45

Samenvatting

Binnendijkse gebieden in het rivierengebieden zijn via de dijken afgeschermd van het rivierwater en als het hoogwater is op de rivier, dan blijft het binnendijkse gebied droog. Toch staat ook het binnendijkse gebied onder invloed van het rivierwater, want via zandbanen in de ondiepe ondergrond is er wel degelijk veel uitwisseling van water. Dit proces wordt kwel genoemd, als het om de stroom van water gaat vanaf de rivier náár binnendijks, en wegzijging bij water dat ondergronds terugstroomt naar de rivier.

Kwel heeft vaak een negatieve connotatie, maar daarbij wordt vergeten dat het om zuiver water gaat, dat mits het goed vastgehouden kan worden, in drogere tijden van het jaar ook juist heel waardevol kan zijn, zowel voor de natuur als voor de landbouw. In deze studie van ARK Natuurontwikkeling en WNF, mede mogelijk gemaakt door Coca Cola, is nagegaan waar kansen liggen om kwelwater in de winter binnendijks op te vangen en langer vast te houden.

Het gaat daarbij steeds om relatief laaggelegen gebieden waar de kweldruk het grootste is en waar tijdens hoogwater op de rivier het water naar het maaiveld stijgt. Er is onderscheid mogelijk tussen gebieden direct achter de winterdijk, waar de kwelstroom vaak het eerste arriveert, maar waar de wegzijging ook snel weer intreedt als de waterstand in de rivier weer gaat dalen. Hier zijn vooral diep gelegen gebieden, bijvoorbeeld oude meanders, geschikt om water vast te houden. Verder van de rivier af zijn vooral de komgebieden interessant. Dit zijn uitgestrekte gebieden die maar weinig lager liggen dan hun omgeving. Ze zijn vaak herkenbaar aan het uitgestrekte slotenpatroon, wat al wijst op doorgaans natte omstandigheden. De kwelstroom komt hier vaak wat later op gang en is ook minder sterk, maar is wel een veel groter deel van het jaar actief en de wegzijging is er ook niet zo groot als in de gebieden juist achter de winterdijk. In deze gebieden kan het water vastgehouden worden door de intensive afwatering op te heffen, zodat kwelwater weer aan het maaiveld kan komen. Ook verlagen van het maaiveld is hier mogelijk om meer water vast te houden.

Door water tijdens hoogwater (vooral 's winters en in het voorjaar) in deze kwelgebieden vast te houden, kan een substantiële hoeveelheid water worden vastgehouden. Water dat anders versneld zou zijn afgevoerd; wat dergelijke gebieden interessant maakt als klimaatbuffer. De kerngebieden van deze klimaatbuffers zullen jaarrond zo nat worden dat ze veranderen in moerassen en natte bossen. Agrarisch gebruik is dan niet meer mogelijk, of hoogstens lokaal in de vorm van overstromingsgrasland dat in het groeiseizoen langzaam opdroogt. De komgebieden waar de klimaatbuffers worden ingericht zijn vaak uitgestrekt en het water opzetten in het centrale deel betekent dat er kans is op uitstralingseffecten naar de (agrarische) omgeving, met mogelijk natschade (meestal in het winterhalfjaar). De kans op droogteschade (meestal in het zomerhalfjaar) in de omgeving neemt echter af omdat het water langer in de bodem en het oppervlaktewater wordt vastgehouden.

In deze studie zijn enkele tientallen gebieden geselecteerd in het bovenstroomse deel van rivierengebied, tot aan de lijn Oss-Tiel-Wijk bij Duurstede. Ook is de Boven-IJssel bekeken tot aan Doesburg. Het gaat hierbij in de meeste gevallen om gebieden in de kommen, dus wat verder van de rivieren af. Op zich vangen gebieden dicht bij de dijk meer en sneller kwelwater op, maar laaggelegen gebieden dicht achter de dijk zijn er niet zoveel in het rivierengebied. Van ieder gebied zijn enkele kenmerken onderzocht, zoals hoogte, omvang

en het peilverschil tussen de waterstand in de rivier bij verschillende hoge afvoeren; wat een maat is voor de hoeveelheid kwel. Ook is een inschatting gegeven van het mogelijke areaal en de hoeveelheid water die daarin vastgehouden kan worden. De inrichting maakt daarbij veel uit en bij veel gebieden is de bandbreedte daarom groot.

De eenvoudigste wijze om extra water vast te houden is door sloten af te dammen en zo het peil op te laten lopen. De volumes zijn dan echter niet zo groot, omdat de sloten maar ca. 10% van het areaal van een gebied in beslag nemen. Een andere mogelijkheid is om water op het maaiveld op te slaan. Dat kan alleen in relatief diep gelegen gebied, bv oude meanders. De maximale opzet op het land is vaak minder groot dan alleen in de sloten maar het areaal is groter, dus het volume ook. Een forse toename van het volume kan worden bereikt wanneer het gebied wordt verlaagd. Bijna ieder gebied leent zich hiervoor, maar het is kostbaar, want er wordt al snel veel grond vergraven en niet altijd zullen vergravingen goed in het landschap in te passen zijn.

Uit de analyse blijkt dat de kans op rivierkwel tijdens hoge afvoeren het grootst is direct achter de dijk en afneemt in de richting van de kom. Daarnaast is er ook in de lengterichting een gradiënt waarbij de kansen op kwel toenemen in stroomafwaartse richting. Het binnendijkse gebied ligt daar namelijk relatief lager ligt ten opzichte van de waterstanden in de rivier dan bovenstrooms.

Het gaat in deze studie vooral om een kwalitatieve analyse, maar per gebied is ook een indicatie gegeven van de hoeveelheid water die vastgehouden kan worden. Het gaat hierbij om een grove raming, omdat zowel het mogelijke areaal als de mate waarin het peil opgezet kan worden nu nog onbekend zijn. Waar gebieden verlaagd moeten worden voordat peilopzet mogelijk is, is dat aangegeven.

De volumes variëren van gebied tot gebied en lopen uiteen van 15.000 tot 100.000 m³; een enkele maal nog groter. Dit water wordt vervolgens niet verder afgevoerd via het oppervlaktewatersysteem en zal op eoa manier zijn weg verder vervolgen. Dat kan: of via het oppervlaktewater, maar dan op een later tijdstip wanneer er vraag is naar water, of doordat het weg sijgt in de bodem en het grondwater in de omgeving ten goede komt.

Om de kansrijkdom van gebieden verder te verkennen en de volumes die vastgehouden kunnen worden meer nauwkeurig vast te stellen is een vervolgstudie nodig. Aan de hand van een inrichtingsvoorstel kan dan met een hydrologische berekening het volume bepaald worden dat bij verschillende waterstanden in de rivier kan worden vastgehouden.

1. Inleiding

1.1 Introductie

Tijdens perioden van hoogwater treedt de rivier buiten haar oevers en overstroomt de uiterwaarden. Het waterpeil stijgt dan vaak vele meters, tot ruim boven het maaiveld van het binnendijkse gebied. Ook daar gaat een periode van hoogwater niet ongemerkt voorbij, want via kwel stroomt water onder de dijk door naar het binnendijkse gebied waardoor het peil van het grondwater en het oppervlaktewater er stijgen. De meeste binnendijkse gebieden in het rivierengebied zijn nu zo ingericht dat dit kwelwater snel wordt afgevoerd om zo het landbouwkundig gebruik van deze gebieden te optimaliseren. In tijden van lage rivierstanden en warm weer treedt er daarom steeds vaker watertekort op in deze gebieden. Kan dit water niet langer worden vastgehouden, in de laaggelegen delen van het gebied, zodat er nalevering van water is in tijden van droogte. En kan er op deze plekken riviernatuur ontstaan waar nog een groot tekort aan is, zoals laag dynamische riviermoerassen en broekbossen waar tal van vogelsoorten zoals reigers en rallen voorkomen en roofvogels zoals zeearend en bruine kiekendief. Ook zijn deze gebieden belangrijk voor amfibieën en tal van vissoorten; deze laatste met name als de gebieden (via vistrappen) ook in verbinding staan met de rivier.

Deze uitdagingen en vragen zijn in de gebiedsontwikkeling Ooijse Graaf bij elkaar gebracht en laat zien dat het voor natuurdoelen vasthouden van dit rivierkwelwater de gewenste natuur oplevert en goed kan samengaan met binnendijks (agrarisch) landgebruik. Een hydrologische studie laat zien dat in lagergelegen gebieden, zoals een oude rivierarm, een verhoging van het streefpeil goed mogelijk is. Hiermee kan een substantiële hoeveelheid water worden vastgehouden die anders versneld zou zijn afgevoerd; wat dergelijke gebieden interessant maakt als klimaatbuffer. De kerngebieden van deze klimaatbuffers zullen jaarrond vaak zo nat worden dat ze veranderen in moerassen en natte bossen. Agrarisch gebruik is dan niet meer mogelijk, of hoogstens lokaal in de vorm van grasland dat in het voorjaar nog langdurig nat is, maar tijdens het groeiseizoen langzaam opdroogt. De komgebieden waar de klimaatbuffers worden ingericht zijn vaak uitgestrekt en het water opzetten in het centrale deel betekent dat er kans is op uitstralingseffecten naar de (agrarische) omgeving, met mogelijk natschade, vooral tijdens de periode van hoogwater op de rivier, als de kwelstroom groot is, en in de weken daarna (meestal in het winterhalfjaar). De kans op droogteschade (meestal in het zomerhalfjaar) in de omgeving neemt echter af omdat het water langer in de bodem en het oppervlaktewater wordt vastgehouden.

De verwachting is dat dergelijke kansen, voor het benutten van door hoge rivierstanden aangevoerd kwelwater, zich ook op tal van andere plekken voordoen langs de grote rivieren. Dit zijn zowel lagere gebieden direct achter de dijk zoals de Ooijse Graaf, maar ook verder van de rivier af, in de lagergelegen komgebieden, waar het kwelwater, vanaf de hogere gebieden achter de dijk, via sloten versneld naar toe wordt gevoerd.

Ark Natuurontwikkeling en WWF hebben aan het landschapecologisch adviesbureau Stroming gevraagd om deze kansen in beeld te brengen. Met deze kennis willen Ark en WWF de omvang van de mogelijkheden in beeld brengen en nagaan hoeveel water hiermee kan

worden vastgehouden. Deze informatie wil zij dan weer aanwenden om de houding van overheden, agrariërs en waterprofessionals ten aanzien van kwel te doen kantelen: van probleem ('kwelgeest', natschade) naar kans (langer vasthouden van water voor gebruik door natuur én landbouw). En dat deze nature based solutions aanpak onderdeel wordt van het rivierenbeleid, bijvoorbeeld in de Programmatische aanpak Grote Wateren (PAGW), en een plek krijgt in de landbouwtransitie.

1.2 Aanpak

De eerste stap is een systeemanalyse op hoofdlijnen waarin het proces van rivierkwel en de wijze waarop het binnendijkse watersysteem daarop is ingericht, worden onderzocht. De studie aan de Ooijse Graaf heeft hier al waardevolle ingrediënten voor opgeleverd. Dit levert een aantal klimaatbuffer-principes voor rivierkwelgebieden op die ingezet zal worden om de kansrijke gebieden in het rivierengebied te selecteren. Recentelijk heeft Stroming al diverse mogelijkheden in kaart gebracht in het kader van de kansenskaart natuurlijke klimaatbuffers (<https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/kansenskaart-natuurlijke-klimaatbuffers>). Het gaat daarbij vooral om lagergelegen komgebieden waar relatief veel ruimte is om water vast te houden en te bufferen en die interessant zijn om in te richten als laagdynamisch moeras.

In deze studie is de zoektocht uitgebreid naar andere mogelijkheden, waardoor er uiteindelijk 3 typen gebieden konden worden onderscheiden: 1) op de oeverwal direct achter de winterdijk, 2) in de gebieden naast de oeverwal, waar eventueel kwelwater via sloten doorheen wordt gevoerd en 3) in de komgebieden verder van de rivier af. Deze locaties worden hierna kort toegelicht (zie ook figuur 1).

1. De winterdijk ligt vrijwel altijd op de historische oeverwal en het maaiveld ligt er daarom relatief hoog in vergelijking met gebieden verder van de rivier af. Omdat het grondwaterpeil er doorgaans laag is, vinden we hier vanouds de meeste bewoning en relatief veel boomgaarden, boomkwekerijen en akkers. Binnen deze hoge zone zijn er ook soms lagergelegen gebieden, zoals historische rivierlopen, maar ook kunstmatige verlagingen zoals klei- en zandwinningen. Als het water buitendijks stijgt, is dat in deze lage gebieden het eerst merkbaar aan een snel stijgende grondwaterstand.
2. Tijdens een periode van hoogwater is de kweldruk het grootst direct achter de dijk. Om dit water af te voeren is er achter de dijk vaak een netwerk van sloten gegraven waarlangs het kwelwater naar een wetering wordt gevoerd die door het centrale deel van de kom loopt. Dit afwateringssysteem functioneert vrijwel alleen tijdens perioden van hoogwater en dan heeft het systeem wel wat weg van langzaam stromende beekjes. Onderweg langs de sloten kan het water opgevangen worden in bestaande of nieuw te graven laagten. Ook zal het soms mogelijk zijn de sloten zelf voor opvang te gebruiken.
3. Loodrecht op de rivier loopt het land veelal langzaam af naar het laagstgelegen gebied; de zogenaamde kom. Vanouds zijn dit natte gebieden, maar door het graven van ontwateringssloten en weteringen wordt de afwatering al eeuwenlang gereguleerd en tegenwoordig zijn deze gebieden veel droger. Het water vanuit de sloten onder 2 verzamelt zich in de wetering, waarlangs het direct weer wordt afgevoerd naar een gemaal waarmee het water vervolgens over de dijk naar de rivier wordt afgevoerd. Het gaat daarbij zowel om kwelwater dat direct via de ondergrond en indirect via de sloten naar de kom wordt gevoerd, maar ook om neerslagwater dat tijdens perioden met veel neerslag via de weteringen wordt afgevoerd. Door het water in de weteringen op te stuwen kan het water tot aan of op het maaiveld worden gebracht. Ook is het mogelijk om omliggende terreinen te verlagen en daar water in te bufferen.

Vanuit de lijst van potentiële gebieden, die uit de studie naar voren komt, zullen vervolgens aan de hand van een afwegingskader ook de daadwerkelijk meest kansrijke gebieden moeten worden geselecteerd. Dit valt buiten de scope van deze studie.

1.3 Methode

De meest geschikte locaties om water in op te vangen of het grondwaterpeil te verhogen worden door een combinatie van tools gevonden:

- A. Allereerst zijn met behulp van de AHNviewer (3 en 4) de lageregelegen delen in het binnendijkse gebied in kaart gebracht. Vervolgens is door middel van het maken van dwarsdoorsneden de hoogte van het gebied ten opzichte van de Waal bepaald, wat een indicatie geeft van de kweldruk. Aan de hand van deze doorsneden is ook de hoogte van het huidige peil van het oppervlaktewater bepaald en de terreinhoogten van woonwijken, wegen en agrarische gebieden.
- B. Satellietbeelden (Google earth) zijn vervolgens gebruikt om na te gaan om wat voor soort gebied het gaat: is er al natuur, is er veel landbouw en zo ja, om wat voor landbouw gaat het. Daarnaast geven deze beelden ook goed weer waar het water heen afloopt om vervolgens met deze kennis een inschatting te kunnen maken hoe groot de impact is van een (kleinschalige) wateropvang naar de rest van het gebied. Wanneer je water vasthoudt aan het begin van een wetering dan heeft dat een kleinere impact, dan bijvoorbeeld in het midden van de lange Hertogswatering in het Maas-Waalgebied.
- C. Aan de hand van de betrekkinglijnen is per rivierkilometer bekend wat de gemiddelde kans op het optreden van een bepaalde waterstand is. Zo zijn per rivierkilometer de standen bekend van bv het aantal dagen met een gemiddelde waterstand (~ 160 d/pj), een bovengemiddelde waterstand (~ 60 d/pj), en hoge stand (resp. ~ 20 , 12 of 5 d/jr). Deze riverstanden bepalen de hoeveelheid kwel die plaatsvindt in het binnendijkse gebied, waarbij er de grootste impact is dicht achter de dijk, langzaam aflopend naar het achterland. Deze riverstanden zijn vervolgens vergeleken met de hoogteligging van de laaggelegen gebieden uit het dwarsprofiel (zie stap 1) en hiermee is bepaald hoeveel dagen per jaar er grofweg kwel is dat vastgehouden kan gaan worden in de nieuw-aangewezen gebieden. Het gaat hierbij om een ruwe indicatie, waarbij ook nog rekening moet worden gehouden met: de afstand tot de rivier (zorgt voor demping), onnatuurlijke hoogteverschillen zoals bv bij stuwen in de Maas en lokale landschapsvormen zoals stuwwallen, historische geulen en rivierduinen.
- D. Online is ook de kwelkaart uit de klimaateffectenatlas geraadpleegd als verificatie (<https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/>) voor de gevonden waarden uit de vorige tools. Voordeel van deze kaart is dat het aangeeft of er netto wegzijging of kwel is, nadeel is dat er niets bekend is over de absolute waarden door het jaar heen, waarbij deze vooral interessant zijn om na te slaan wat er gemiddeld plaatsvindt en niet de leidraad kan zijn voor de situatie tijdens hoogwater.

Wat opvalt bij het peilverloop van de waterstanden in de rivier ten opzichte van de hoogte van het binnendijkse gebied is dat de waterstanden minder snel aflopen dan het land. Het land in het oosten van het land ligt relatief hoger ten opzichte van de rivier en in

westelijke richting wordt het verschil steeds kleiner, om tenslotte bij steeds meer waterpeilen lager te liggen dan het maaiveld. Het land heeft dus een andere verhanglijn dan de rivier zelf. Door het verhang van de rivier te plotten in hoogtekaarten in GIS is dit ook zichtbaar gemaakt.

Door het combineren van deze tools is in één oogopslag zichtbaar waar, en bij welke rivierwaterstand, er bij voldoende kwelwater tot aan het maaiveld kan komen. Deze kaarten zijn gemaakt voor respectievelijk een licht verhoogde afvoer (Bovenrijnafvoer 3000 m³/s) die nog relatief vaak voorkomt (~65d/j) en een hoge afvoer (5000 m³/s) die zelden voorkomt, maar nog wel ieder jaar (~12d/j).

Het combineren van deze stappen levert een kaart op met plekken langs de rivieren waar wateropvang mogelijk is door kwelwater langer vast te laten houden. De rivieren zijn apart beschreven (Maas, Waal, Rijn en IJssel), en hierbij is met name gefocust op het oosten van Nederland en het Gelderse Poort gebied.

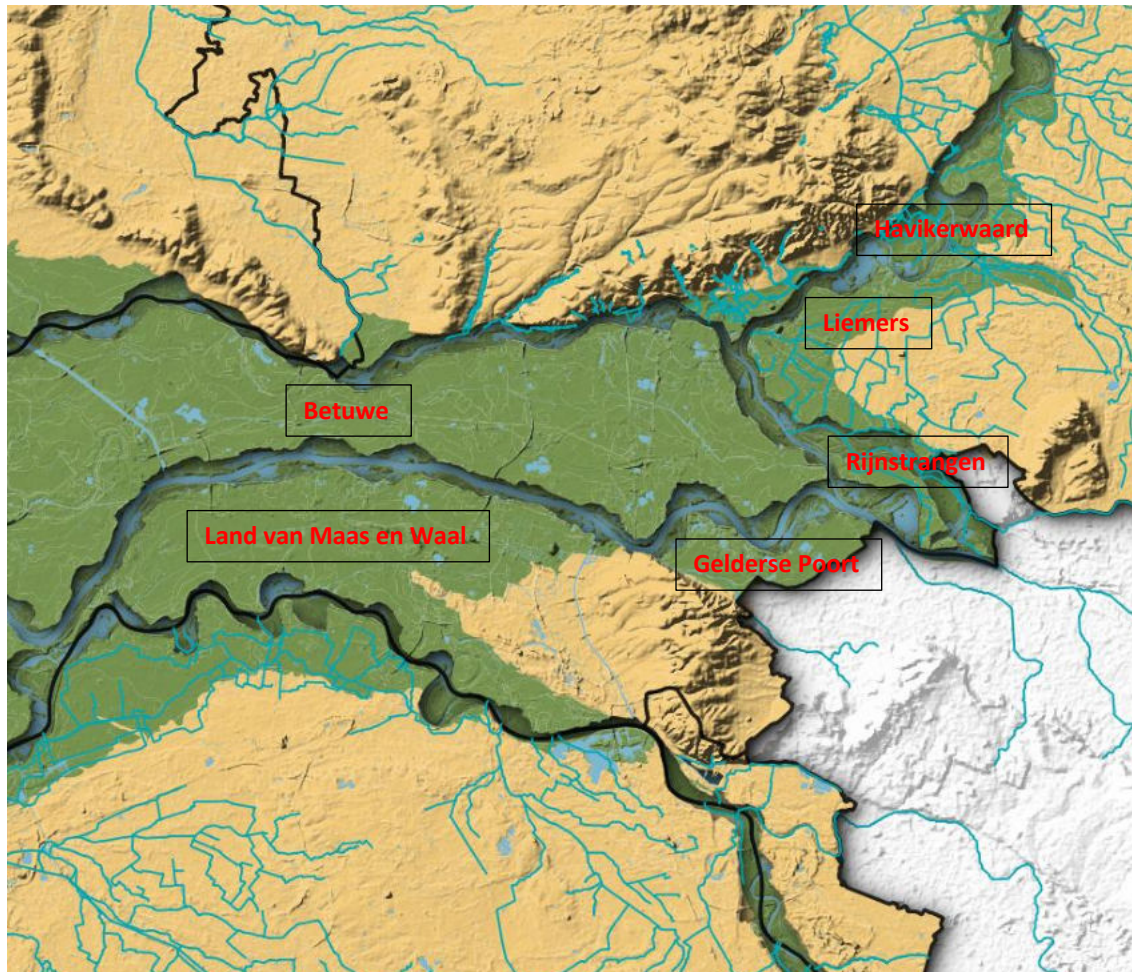
Per locatie is ook nagegaan hoe het opzetten van het water zich verhoudt tot andere gebruikers van het land. Afhankelijk van het landgebruik vragen veel functies om een minimale drooglegging tussen het waterpeil en het maaiveld. De doorsnede van stap A geeft daarom een goed beeld of een gebied geschikt is voor het opzetten van het grondwaterpeil. Een alternatief kan zijn om het gebied af te graven, als dat de enige mogelijkheid is voor het creëren van een gebied dat water vast kan houden. Deze verlaagde gebieden zijn vooral interessant op plaatsen wanneer landbouw ruimte moet maken voor natuur en hier kunnen dan vervolgens laagdynamische moerassen ontstaan.

1.4 Studiegebied

Het onderzoeksgebied strekt zich uit over de binnendijkse gebieden van de:

- Bovenrijn (Gelderse Poort)
- Pannerdensch Kanaal en Neder-Rijn (Rijnstrangengebied en Betuwe)
- Boven-IJssel (Liemers en Havikerwaard)
- Waal (Betuwe en Land van Maas en Waal)
- Benedenmaas (Land van Maas en Waal)

Enkele gebieden worden tweemaal genoemd omdat zij tussen twee rivieren in liggen en vanuit beide kwelwater ontvangen.



Figuur 1. Studiegebied.

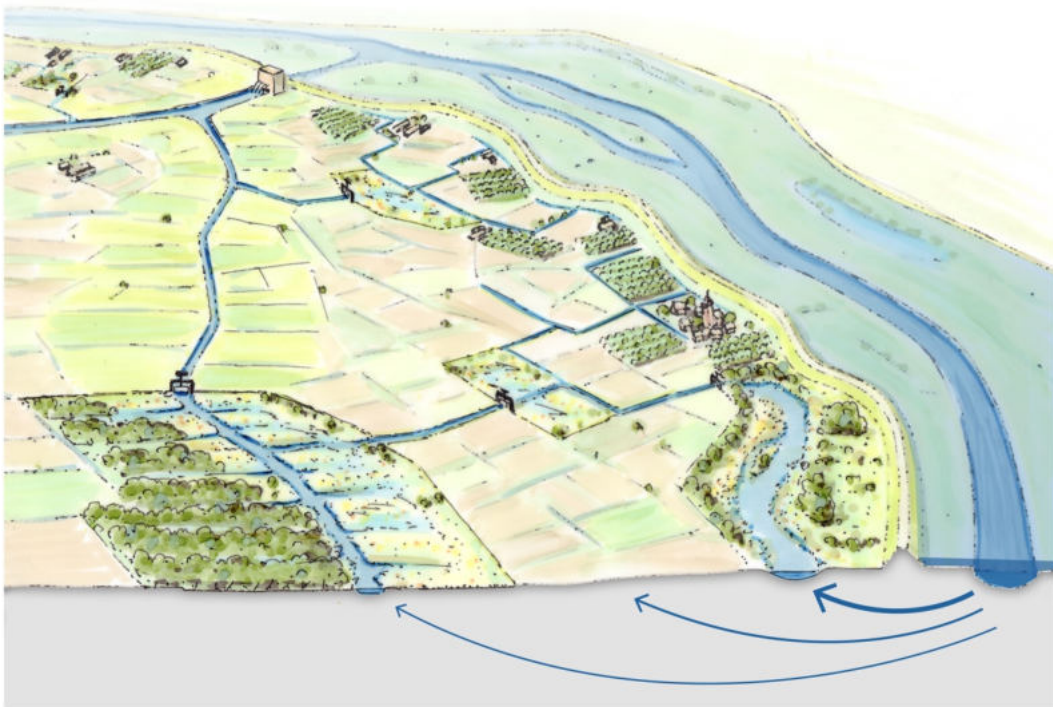
1.5 Potentiele locaties binnendijks en mogelijkheden om water vast te houden

In theorie is het binnendijkse deel van het riviersysteem grofweg in 3 delen te verdelen met ieder hun eigen mogelijkheden (zie figuur 2).

1. Terreinen net achter de dijk. Hier bevindt zich veelal de oeverwal die relatief hoog ligt en kwel komt daar pas aan het maaiveld bij zeer hoge rivierafvoeren. Hier vinden we de meeste bebouwing en ook vaak boomgaarden. Lokaal zijn er echter lagere gebieden in deze zone (oude riviermeanders en delfstoffenwinningen) die al eerder te maken krijgen met kwelwater aan het oppervlak. Vanwege de nabijheid van de rivier reageert dit gebied snel met kwel (en v.v. met wegzijging). De enige mogelijkheden om water vast te houden is door het in de lagere gebieden hoger op te zetten

2. Zone tussen de oeverwal (1) en de kom (3). Bestaat vrijwel geheel uit landbouwgrond (grasland en akkers), ligt wat verder van de dijk af, en bevat sloten die de afwatering regelen richting het komgebied (3). Dit gebied ligt lager en kwel kan er daarom eerder aan het maaiveld komen, maar de grondwaterstand wordt zoveel mogelijk op peil gehouden door excessief water af te voeren. Omdat de rivier wat verder weg ligt reageert dit gebied langzamer met kwel (en v.v. met wegzijging). Mogelijkheden die hier liggen om water vast te houden zijn het opzetten van het peil in één of meerdere sloten of een gebied (deels) afgraven zodat het zich kan vullen tijdens hoogwater en droog kan vallen tijdens laagwater. Het water dat vastgehouden kan worden is dan zowel afkomstig uit het gebied zelf als wat vanaf de oeverwal via sloten hierheen gevoerd wordt.

3. Het laagstgelegen deel van komgebied waarin al het water zich verzamelt dat vanuit gebied 1 en 2 wordt aangevoerd en daarnaast treedt er vanwege de lage ligging ook kwel op tijdens hoge rivierstanden. Omdat de rivier verder weg ligt reageert dit gebied nog weer langzamer met kwel (en v.v. met wegzijging). Ook hier liggen echter veel sloten en de afwatering is meestal erg goed en de effecten van kwel zijn daarom vaak niet zichtbaar, terwijl ze er misschien wel zijn. Het gebied kenmerkt zich vaak door een wetering of natuurlijke waterloop die het (kwel) water afvoert terug naar de rivier. Verder naar het westen liggen de afwateringen relatief zo laag tov de rivier dat het water er permanent uitgemaal moet worden. In het oosten gebeurt dit doorgaans onder vrij verval en wordt er alleen gemalen als de rivierstanden hoog zijn. In de komgebieden kan extra water vastgehouden worden door het peil in de wetering op te zetten of laaggelegen gebieden te selecteren die tijdens perioden met veel kwel en/of wateraanvoer vanuit deelgebied 1 en 2 water opvangen. De beste kansen liggen dicht bij het begin van de wetering omdat de effecten naar de omgeving dan kleiner zijn.



Figuur 2. Schematische weergave van de wijze waarop kwelwater vanuit de rivier in het binnendijkse gebied naar de oppervlakte komt en hoe het watersysteem vanouds daarop is ingericht. Met sloten die het vanaf de zone direct achter de dijk afvoeren naar het lage deel van de kom waar vandaan een bredere watergang het weer afvoert naar een gemaal, die het vervolgens weer terugpompt in de rivier. Op verschillende locaties kan dit water in natuurgebieden worden vastgehouden: direct achter de dijk, bv in oude meanders (type 1), halverwege in het slotennetwerk (type 2) of in het laagse deel van de kom (type 3).

NB. In alle gevallen betekent het langer vasthouden van water dat ook de grondwaterstand in de omgeving hoger zal komen te staan. De drooglegging van deze gebieden kan daarmee onder druk komen te staan.

In de 4 hoofdstukken hierna is voor verschillende binnendijkse gebieden in beeld gebracht in hoeverre ze onder invloed staan van rivierkwel tijdens hoge rivierafvoeren en in hoeverre het mogelijk is dat water ook vast te houden. Eventuele ingrepen die daarvoor nodig zijn worden kort beschreven. Nader locatieonderzoek is nodig in hoeverre gebieden ook daadwerkelijk geschikt zijn.

1. Ooijpolder ten zuiden van de Waal
2. Rijnstrangen ten oosten van de Neder-Rijn
3. Liemers ten oosten van de IJssel en Havikerwaard ten westen
4. Betuwe tussen de Neder-Rijn en Waal
5. Land van Maas en waal tussen de gelijk genaamde rivieren

Google Earth

1.6 Volume dat vastgehouden kan worden

De volumes variëren van gebied tot gebied en lopen uiteen van 15.000 tot 100.000 m³; een enkele maal nog groter. Dit water wordt vervolgens niet verder afgevoerd via het oppervlaktewatersysteem en zal op eoa manier zijn weg verder vervolgen. Dat kan: of via het oppervlaktewater, maar dan op een later tijdstip wanneer er vraag is naar water, of doordat het weg zijgt in de bodem en het grondwater in de omgeving ten goede komt.

Tabel 1. Overzicht van de gebieden en het volume dat daar vastgehouden kan worden. Voor toelichting per gebied zie de gebiedsbeschrijvingen.

Nummer	Naam gebied	oppervlak* (ha)	type opslag	opzet (m)	volume (m3)	verlaging
Gelderse Poort en Rijnstrangen						
A	Millingen/Kekerdome	15	op maaiveld	0,5	75.000	nee
B	Millingen/Zeeland	15	op verlaagd maaiveld	0,5	75.000	ja
C	Erlecom/Ooijse Graaf	40	op (verlaagd) maaiveld	0,45	180.000	deels
D	Ooij/Groenlanden	70	op maaiveld	0,25	175.000	nee
E	Persingen/Meertje	10	op verlaagd maaiveld	0,5	50.000	ja
F	Tussen Spijk en Lobith	15	op maaiveld	0,5	75.000	evt
G	Ossenwaard	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
H	Pannerdensche waard	10	op verlaagd maaiveld	0,5	50.000	ja
I	Tussen Westervoort en Loo	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
J	Lingezeegen	175		onbekend		
Boven-IJssel						
K	Nieuwgraaf	50	in sloten	0,5	25.000	evt
L	Giesbeek	40	in sloten	1	40.000	evt
M	Havikerwaard	10	op maaiveld	0,5	50.000	evt
Betuwe						
I	Wolferen	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
II	Zetten-Opheusden	70	in sloten	0,5	35.000	evt
III	Eldikse Veld	70	in sloten	0,5	35.000	evt
IV	Ochten	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
V	Echteld Hoogbroek	50	in sloten	0,5	25.000	evt
VI	Lienden zuid	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
VII	Zwarte Paard	100	in sloten	0,5	50.000	evt
0	Meilanden	60	in sloten	0,5	30.000	evt
1	Hollanderbroek	50	in sloten	0,5	25.000	evt
2	Heteren	35	in sloten	0,5	17.500	evt
3	Opheusden	30	in sloten	0,5	15.000	evt
4	De Mars	40	op maaiveld	0,25	100.000	evt
5	Essenbos Rijswijk	100	in sloten	0,5	50.000	evt
Land v Maas en Waal						
VIII	Beuningen Zuid	50	in sloten	0,5	25.000	evt
IX	Achter Groene Heuvels	130	in sloten	0,5	65.000	evt
X	Bergharen	20	op maaiveld	0,25	50.000	evt
XI	Noordenbroek	50	in sloten	0,5	25.000	evt
XII	Tussen Rijswijk en Zegeweg	100	in sloten	0,5	50.000	evt
XIII	Beneden Leeuwen	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
XIII	Wamel	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
1	Overasseltsche Broek	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
2	Meanderbocht Wijchen	10	op maaiveld	0,5	50.000	evt
3	Schebbelaarsche veld	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
4	Oosterblok Altforst	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
5	Dreumel	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
6	Herpen	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
7	Berghem noord	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
8	Het wild	20	op verlaagd maaiveld	0,5	100.000	ja
9	Woezikse Leigraaf	70	in sloten	0,5	35.000	evt
*) oppervlak is een indicatie, vaak is groter areaal mogelijk.						
Bij verlagen van gebieden is steeds uitgegaan van max 20 ha.						

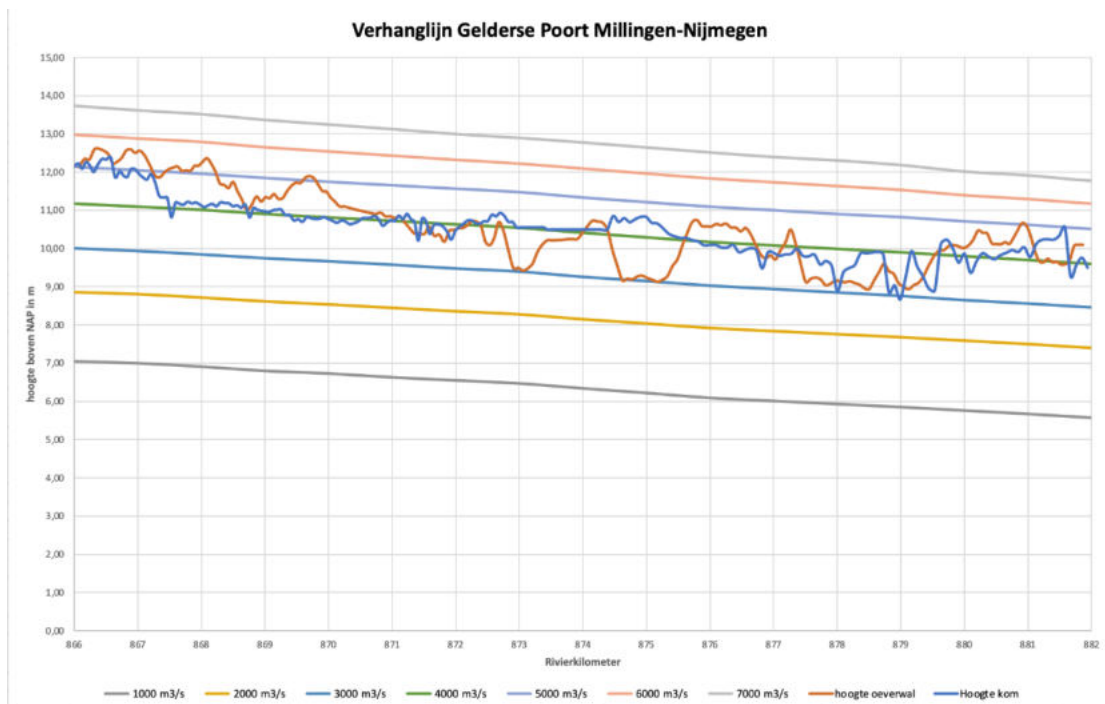
2. Ooijpolder

Onder de Ooijpolder verstaan we hier het gebied ten zuiden van de Bovenrijn en Waal tussen Millingen en Nijmegen. In figuur 4 is voor dit traject het verloop van de waterstand weergegeven bij verschillende afvoeren. In tabel 1 is de frequentie weergegeven waarmee deze afvoeren worden overschreden. Een afvoer van 5.000 m³/s komt vrijwel ieder jaar wel voor, de nog hogere afvoeren slaan vaak een of meerdere jaren over. Voor het jaarlijks vasthouden van kwelwater is de hoogte die hoort bij een afvoer van 5.000 m³/s daarom een goede maatstaf.

Tabel 1. Overschrijdingsfrequentie van afvoeren Bovenrijn

1000 m ³ /s	= 348 dagen per jaar
2000 m ³ /s	= 175 dagen per jaar
3000 m ³ /s	= 65 dagen per jaar
4000 m ³ /s	= 25 dagen per jaar
5000 m ³ /s	= 11 dagen per jaar
6000 m ³ /s	= 6 dagen per jaar
7000 m ³ /s	= 3 dagen per jaar

In figuur 4 is ook het lengteprofiel door het binnendijkse gebied weergegeven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de kom en de oeverwal. Wat opvalt in dit gebied is dat de hoogteverschillen relatief klein zijn en vaak is de oeverwal zelfs lager dan de kom. Dit wordt veroorzaakt door de vele vergravingen die in de oeverwal zijn uitgevoerd tbv de kleiwinning en ook vinden we hier de oude Meander van de Ooijse Graaf (ter hoogte van RKM875). Bij 3000 m³/s treedt nog nergens kwel op. Bij de Ooijse graaf begint het tussen 3000 en 4000 m³/s, evenals verder stroomafwaarts rond RKM878 en 879 (Groenlanden). De kom ligt vrijwel nergens onder de 4000 m³/s, behalve lokaal tussen RKM878 en 880, ter hoogte van Persingen bij het Meertje. Bij 5000 m³/s is er overal sprake van kwel, behalve helemaal boven- en benedenstrooms.

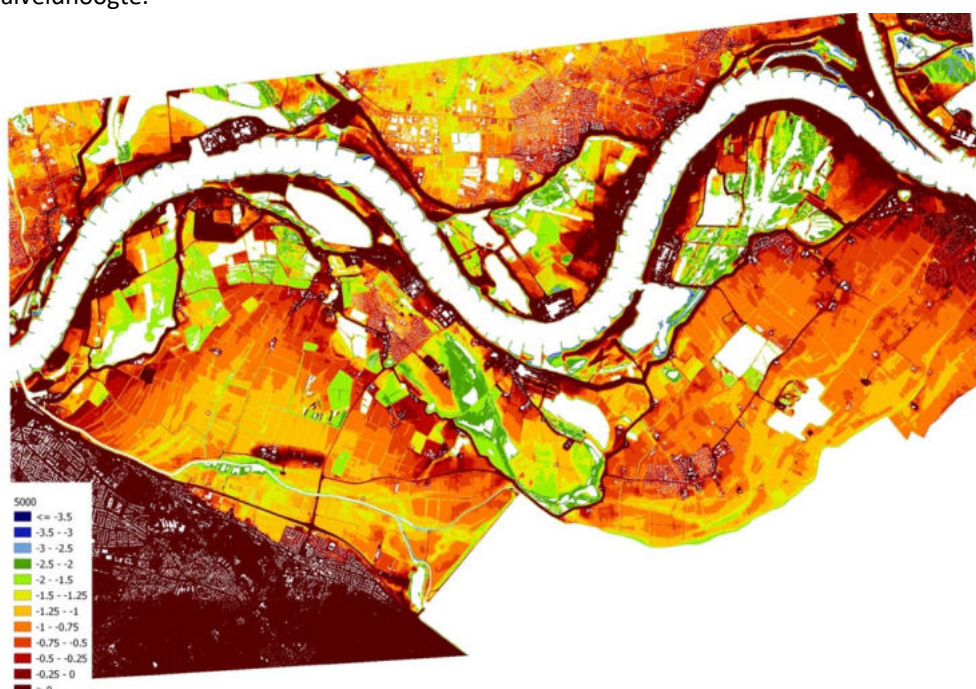


Figuur 4. Lengteprofiel door de Gelderse Poort afgezet naast de verhanglijnen van de waterstand in de rivier bij verschillende afvoeren in de Gelderse Poort. (Links is oost, rechts is west).

In figuur 5 en 6 is voor het hele gebied respectievelijk bij 3000 en 5000 m³/s aangegeven hoe hoog de rivierstand zich boven het maaiveld bevindt. Bij 3000 m³/s is er, zoals hierboven ook al toegelicht, nog nergens sprake van potentiële kwel. Bij 5000 m³/s is dat duidelijk wel het geval. Vooral de lagere delen in de oeverwal vallen op; hier bevinden zich geschikte gebieden uit categorie 1. Het tussengebied is vrijwel overal zo hoog dat kwel er veel minder kans maakt om aan het maaiveld te komen. Wel liggen hier enkele kleiwinlocaties die mogelijk interessant zijn. De kom is in dit traject ook relatief hooggelegen op enkele kleine gebieden nabij Persingen na. Omdat bij kwelsituaties het water vanuit de andere gebieden hierheen wordt afgevoerd zijn er echter wel kansen om dit afstromende water op te vangen en vast te houden.

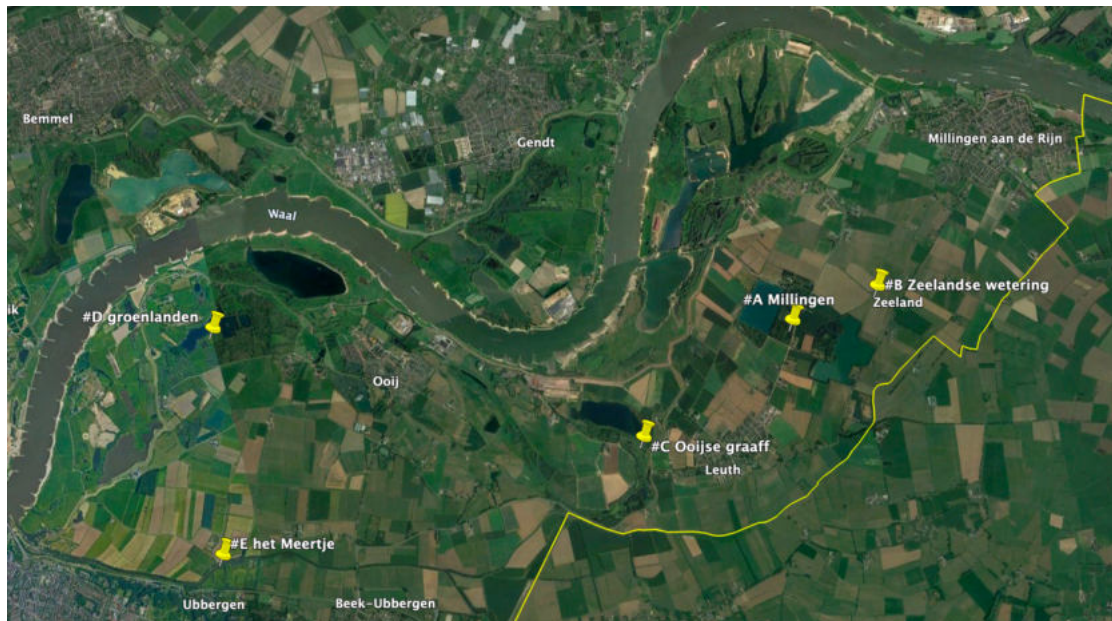


Figuur 5. Kaart van het traject ten zuiden van de Waal tussen Millingen en Nijmegen met daarin aangegeven het hoogteverschil tussen de waterstand in de rivier bij 3.000 m³/s en de maaiveldhoogte.



Figuur 6. Als figuur 3 bij een waterstand van 5.000 m³/s.

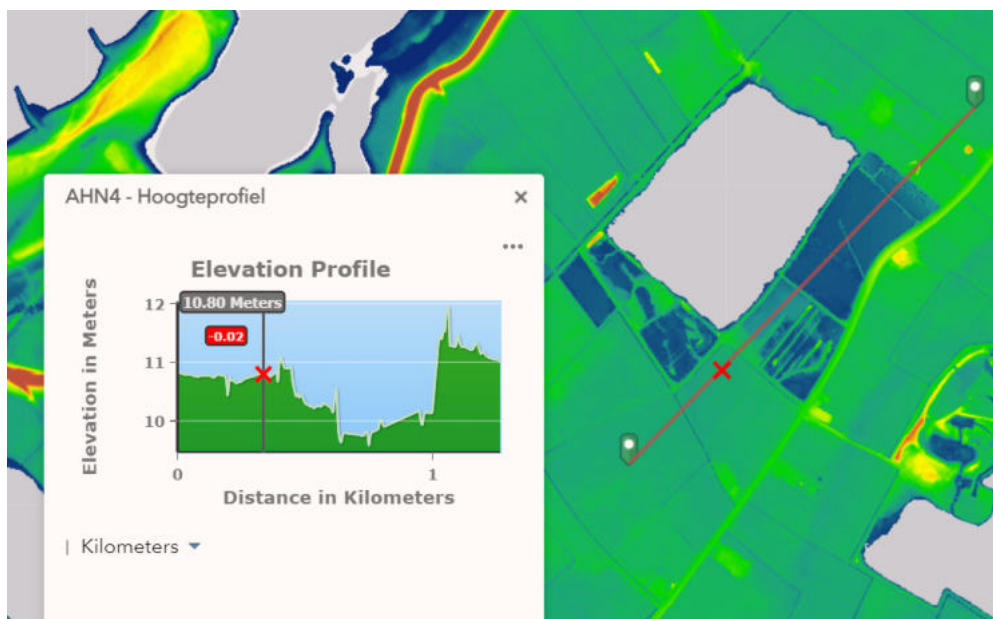
Geschiede locaties aan de Zuidkant van de Waal, van Millingen tot Nijmegen



Figuur 7. Potentiële locaties in de Gelderse Poort / Ooijpolder

#A millingen aan de Rijn/kekerdom (zie figuur 8)

- Beschrijving: Op deze locatie is een stuk land afgegraven, wat nu een plas geworden is, genaamd 'De Zeelt'.
- Afstand tot de rivier 1.8km
- Rivierkilometer (rkm): ~872-874
- Hoogte van het land: Laagste is 9.60m+NAP, huis en landbouw ernaast op resp. 11.0 en 10.80m+NAP. Er is ruimte voor het vasthouden van water wanneer de rivierwaterstand hoog is, zonder dat de directe omgeving hier negatieve gevolgen van heeft.
- Ontvang kwel mogelijk bij ~65 dagen per jaar
- Verhoging kan invloed hebben aan de Duitse kant van de polder
- Type 2 waterkwelgebied
- Maximale oppervlakte ca 15 ha (zuid 11 ha en west 4 ha).
- Vast te houden volume: 75.000 m³ bij 50 cm opzet

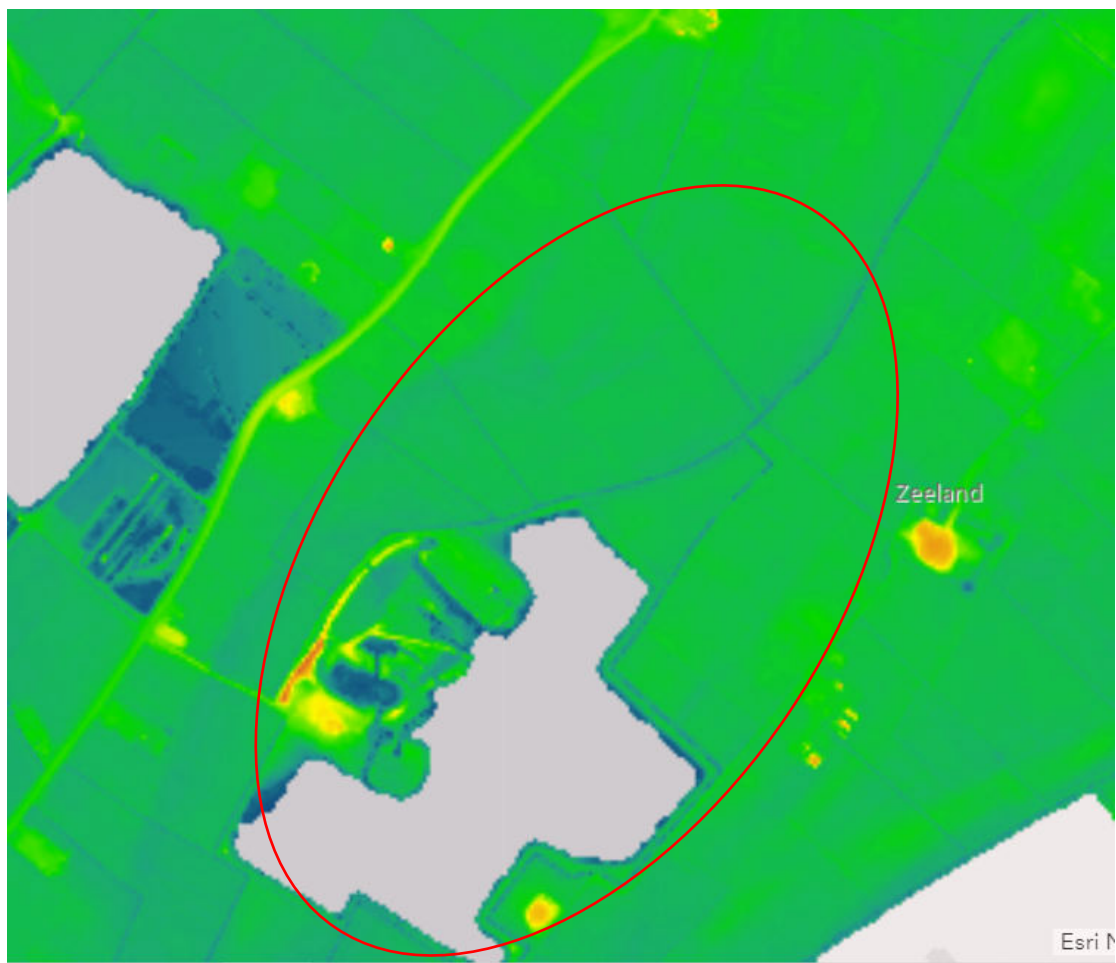


Figuur 8.

#B Millingen aan de Rijn/Zeeland (zie figuur 9)

Ten zuiden van De Zeelt bevindt zich een tweede plas, enigszins vergelijkbaar met locatie #A. Deze locatie ligt ter hoogte van RKM872 en 874, op ongeveer 2km van de Waal. Op de viewer is onduidelijk hoe hoog het waterpeil staat van de plas. Zuidlangs vanuit het oosten komt water uit de polder door de Zeelandsche wetering gestroomd, om vervolgens om de plas heen geleidt te worden. In figuur 6 is dit gebied omcirkeld. Het gebied ligt nu te hoog en is niet geschikt, maar deze wetering kan eventueel verbreedt worden of het land er langs afgegraven voor vorming van laagdynamische moerassen. Dit is een type 3 gebied.

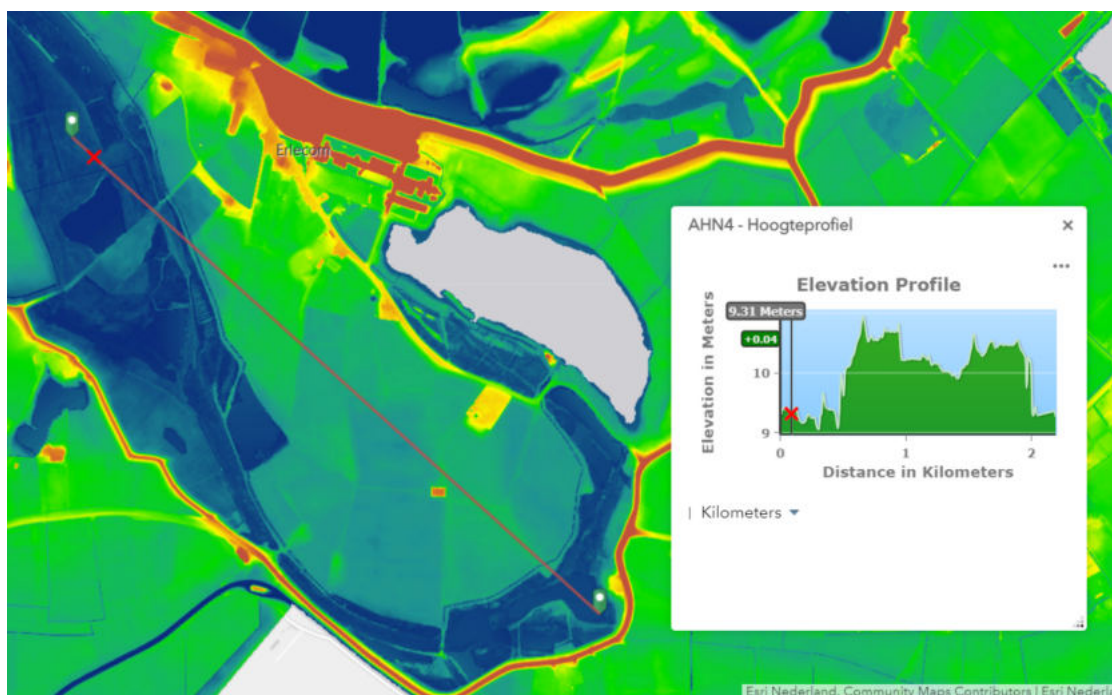
- Maximale oppervlakte ca 15 ha (10 - 20 ha)
- Verlagen maaiveld: 1,5 m
- Grondverzet: 225.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume: 75.000 m³ bij 50 cm opzet



Figuur 9.

#C Erlecomse bocht/Ooijse graaf (zie figuur 10)

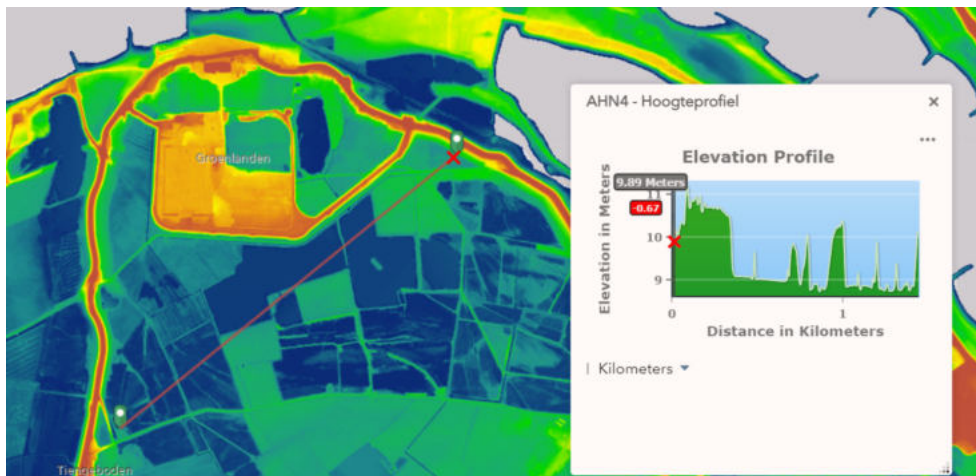
- Beschrijving: Dit gebied is een oude meanderbocht die veel lager ligt dan de omliggende gronden. Het is het enige dergelijke systeem langs de Waal. Dit gebied wordt al omgezet in een natuurgebied dat water langer vast gaat houden. Het peil in het water van de Ooijse graaf wordt opgezet.
- Afstand tot de rivier: 1-1,5 km
- Hoogte van het gebied: laagste delen liggen tussen de 9-9.5m+NAP.
- Er is iets minder 65 dagen per jaar kwel mogelijk bij een rivierstand vanaf 3000m³/s. Echter, er komt ook water in het gebied door de afwatering van de omliggende, hogergelegen agrarische gebieden, en kan dus meerdere dagen per jaar water vasthouden.
- Rkm:874
- Type 1 gebied
- Vast te houden volume: 180.000 m³ bij ca 50 cm opzet
- NB. Maakt deel uit van het project Ooijse Graaf



Figuur 10.

#D Groenlanden (zie figuur 11).

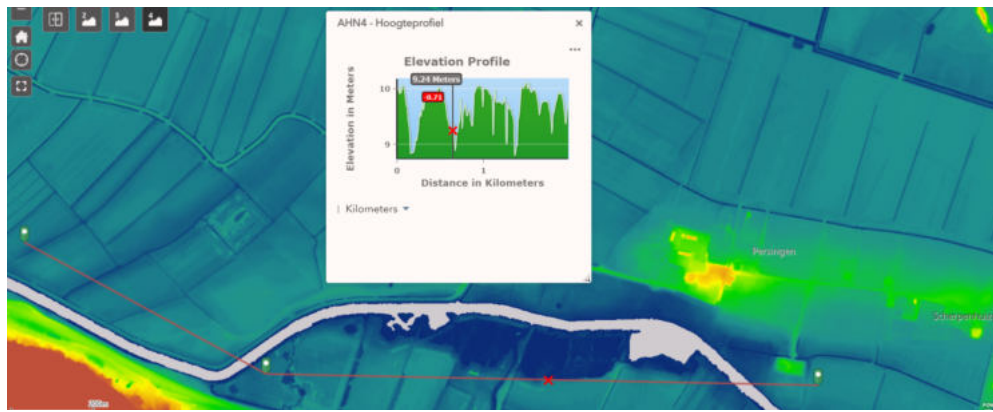
- Beschrijving: Dit gebied is een uitgestrekte kleiwinlocatie die veel lager ligt dan de omliggende gronden. Het is het grootste gebied met dit karakter langs de Waal.
- Afstand tot de rivier is 1 – 2 km
- Laagste delen liggen tussen 8,5 en 9 m. Landerijen aan de zuidkant van de Hezelstraat liggen op 9.50 tot 10,2 m en zouden zijn geen probleem van kwel moeten hebben vanuit de Groenlanden.
- Verwacht aantal dagen kwel: is 65 dagen, bij $>3000\text{m}^3/\text{s}$ afvoer. In de terreinen ten zuiden van de Hezelstraat treedt slechts 5 dagen per jaar kwel op bij $>6000\text{m}^3/\text{s}$
- Het peil kan een meter water opgezet worden. Vervolgens wordt het water richting het zuiden afgevoerd naar Het Meertje.
- Rkm: 880
- Dit is een type 1 waterkwelgebied.
- Maximale oppervlakte ca 70 ha (kleiner gedeelte mogelijk)
- Vast te houden volume: 175.000 m^3 bij 25 cm opzet



Figuur 11.

#E Het Meertje/Persingen (zie figuur 12).

- Beschrijving: Het meertje start ca 10km oostwaarts in Duitsland en wordt langs de hele lengte gevoed met water uit de sloten vanuit het Ooijpolder gebied. Waarna het vervolgens via een stuw met gemaal stroomafwaarts weer in de rivier de Waal komt. Op dit moment is er langs Het Meertje al kleine gebiedjes omgezet in laagdynamisch moeras (in donkerblauw hieronder).
- Afstand tot de rivier is ong. 5km
- Kwel kan hier ca 45 dagen per jaar optreden als de afvoer boven de $3.500\text{ m}^3/\text{s}$ stijgt. Vanwege de grote afstand zal het echter pas bij hogere afvoeren echt tot kwel komen.
- Om extra water op te vast te houden in dit gebied kunnen sloten die uitkomen op het meertje eventueel langer het water vasthouden in de polder. Afgraven van land zou voor nog meer wateropvang kunnen zorgen. Op dit moment is aan de zuidkant van het meertje (in donkerblauw op de printscreen van het AHN) al een laagdynamisch moeras gecreëerd.
- Type 3 kwelwatergebied, plus wateropvang uit gebied type 1 en 2.
- Maximale oppervlakte ca 10 ha (5 - 15 ha)
- Verlagen maaiveld: 1,5 m
- Grondverzet: 150.000 m^3 (klei)
- Vast te houden volume: 50.000 m^3 bij 50 cm opzet



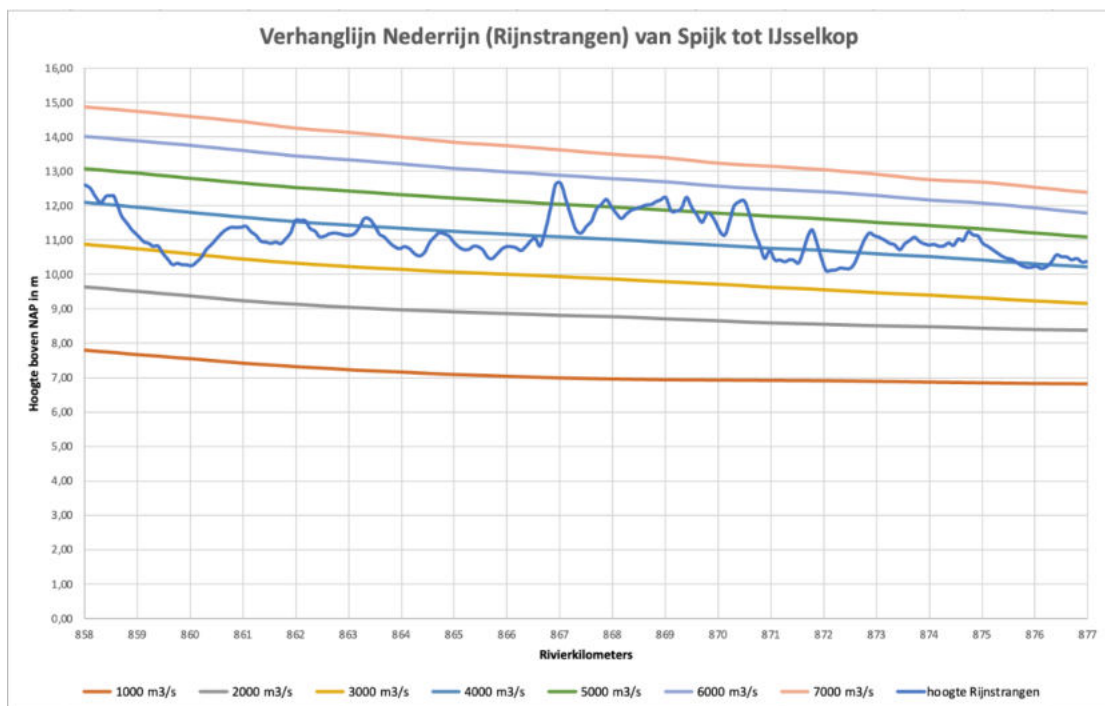
Figuur 12.

3. Bovenrijn en Neder-Rijn tot aan IJsselkop

In dit traject gaat het aan de oostkant om het Rijnstrangen-gebied en het binnendijkse gebied ten noorden daarvan tot aan Westervoort. Het binnendijkse gebied in de gemeente Rijnwaarden (waar Herwen in ligt) is niet in beschouwing genomen omdat het relatief hoog ligt. Zelfs bij 5000 m³/s is hier nog nauwelijks sprake van kwel. Aan de westkant is park Lingezeegeen meegenomen in het onderzoek.

In figuur 13 is voor dit traject het verloop van de waterstand weergegeven bij verschillende afvoeren (zie tabel 1 voor de frequentie). Jaarlijks komt een afvoer van 5.000 m³/s wel voor, de hogere afvoeren slaan vaak een of meerdere jaren over. Voor het jaarlijks vasthouden van kwelwater is de hoogte die hoort bij een afvoer van 5.000 m³/s daarom een goede maatstaf.

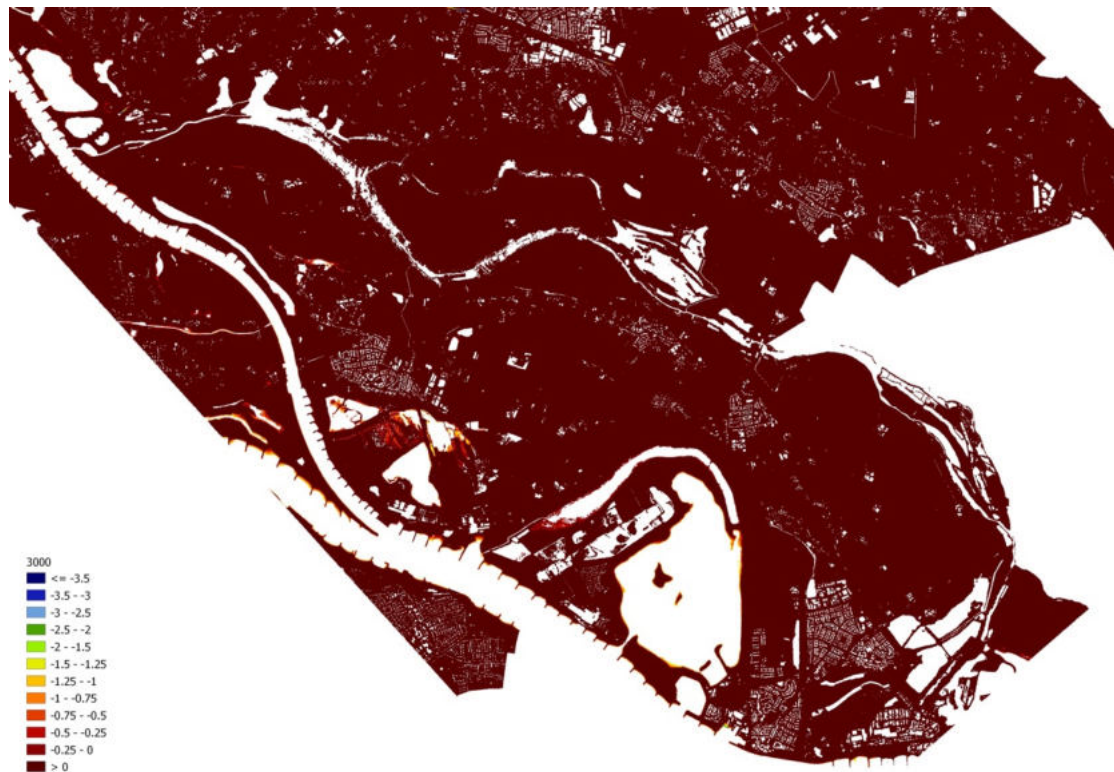
In figuur 13 is ook het lengteprofiel door het binnendijkse gebied weergegeven aan de oostzijde van de Neder-Rijn. In dit geval is een profiel getrokken door de laagste delen van het gebied, omdat er geen duidelijke kommen en oeverwallen zichtbaar zijn. Wat opvalt in dit gebied is dat het maaiveld van oost naar west (links naar rechts) weinig afloopt. Dit is veroorzaakt doordat in het oosten relatief veel kleiwinningen zijn uitgevoerd en in het westen het maaiveld nog op het oorspronkelijke niveau ligt. In het oosten komt het maaiveld daarom al tussen 3000 en 4000 m³/s onder invloed van kwel, in het westen is dat pas tussen 4000 en 5000 m³/s.



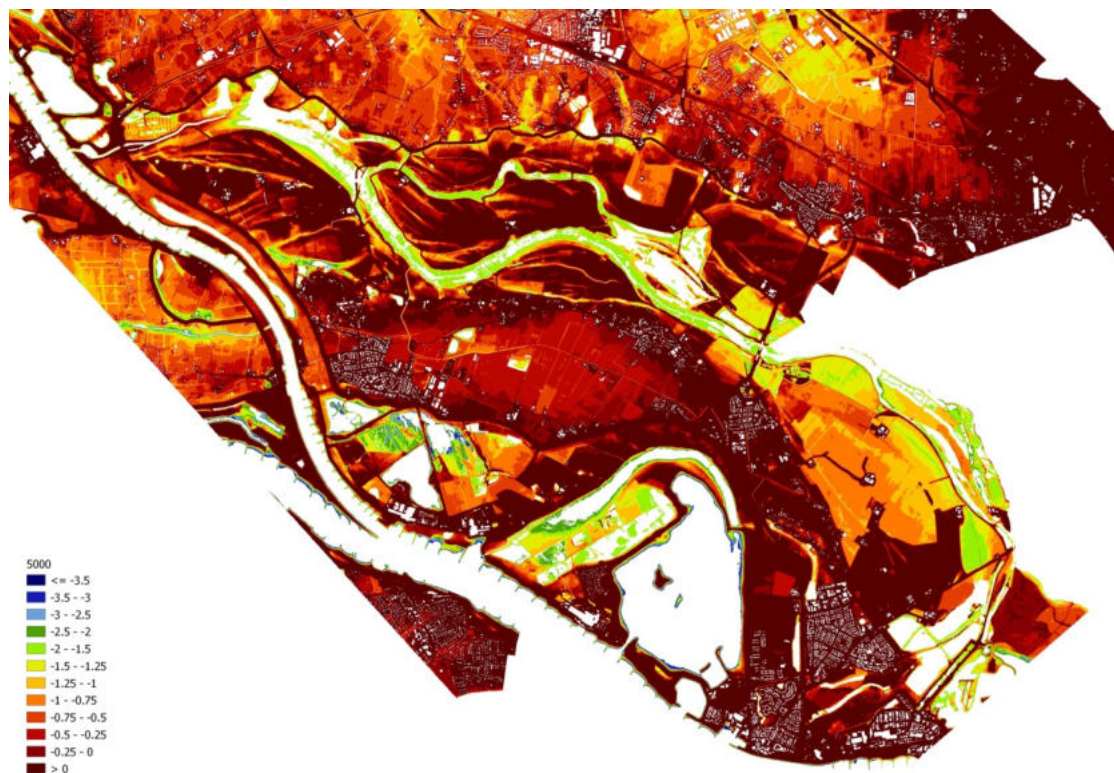
Figuur 13. Lengteprofiel door de Rijnstrangen afgezet tegen de verhanglijnen van de waterstand in de Neder-Rijn bij verschillende afvoeren. Links is oost, rechts is west. De kronkellijn is de hoogte van het maaiveld in de Rijnstrangen.

In figuur 14 en 15 is voor het hele gebied respectievelijk bij 3000 en 5000 m³/s aangegeven hoe hoog de rivierstand zich boven het maaiveld bevindt. Bij 3000 m³/s is er, zoals hierboven ook al toegelicht, nog nergens sprake van potentiële kwel. Bij 5000 m³/s is dat wel het geval, maar alleen in de lagere delen nabij de oude Rijnstrangen en in gebieden waar klei is gewonnen. Wat opvalt is dat grote delen

van het gebied relatief hoog liggen waardoor invloed van rivierkwel bij 5000 m³/s alleen nog maar in de lagere oude lopen merkbaar zal zijn.



Figuur 14. Kaart van het traject ten noordoosten van de Bovenrijn/Neder-Rijn tussen Spijk en Westervoort met daarin aangegeven het hoogteverschil tussen de waterstand in de rivier bij 3.000 m³/s en de maaiveldhoogte.



Figuur 15. Als kaart 11 bij 5.000 m³/s en de maaiveldhoogte.

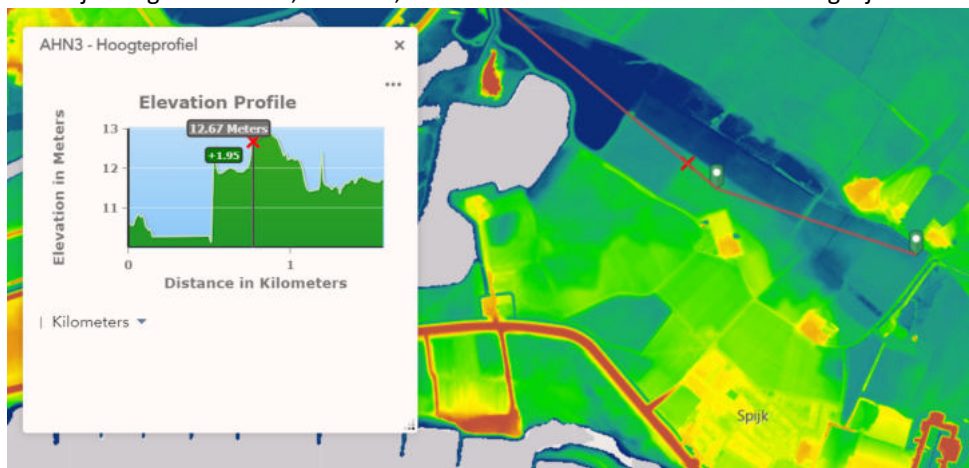
Geschiede locaties langs de noordoostkant van de Bovenrijn en Neder-Rijn tot aan IJsselkop



Figuur 16. Potentiële locaties in dit traject

#F tussen Spijk & Lobith (zie figuur 17)

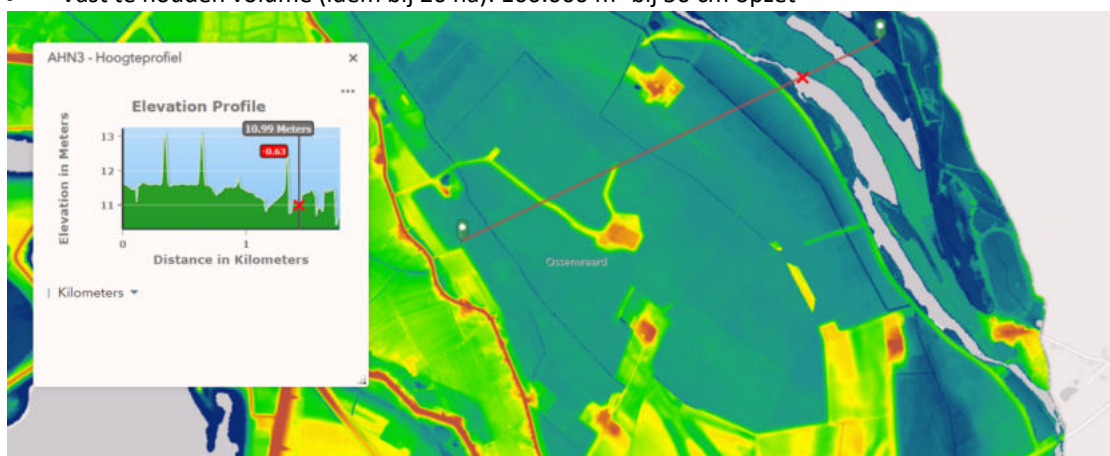
- Beschrijving: Dit gebied is een oude rivierloop wat nu een wetering is vanuit Duitsland en loopt Noord naar Grondstein en Ossenwaard.
- Afstand tot de rivier: 1,5km van de waal
- Het gebied ligt op een hoogte van ca 10,5 tot 11 meter.
- Kwel bij rivierstand van $>3000\text{m}^3/\text{s}$, ongeveer 65 dagen per jaar. Opzetten van het grondwaterpeil om water langer vast te kunnen houden, vraagt onderzoek naar de hoogte aan de Duitse kant. Huizen krijgen waarschijnlijk geen last van peilverhoging van minstens 50cm.
- Rivierkm: 859-860
- Type 3
- Maximale oppervlakte ca 15 ha
- Vast te houden volume: 75.000 m^3 bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld, met 1 m, is ca 75.000 m^3 extra vasthouden mogelijk



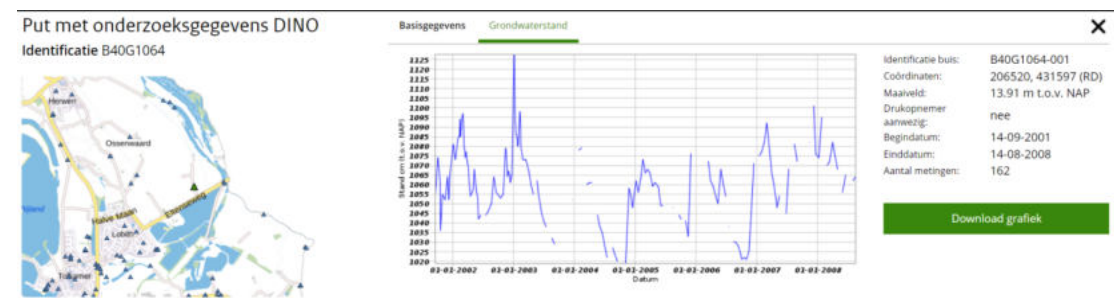
Figuur 17.

#G Ossenwaard (zie figuur 18)

- Beschrijving: De hele Ossenwaard ligt in een voorheen winterbed, hierdoor staan de huizen op terpen en die hebben weinig last van natte tijden.
- Afstand van de rivier is 3 km
- Hoogte land 10.8-11.5m+NAP,
- Een rivierstand van $>3000\text{m}^3/3$, ongeveer 65 dagen per jaar, is gelijk aan de hoogte van dit gebied, waardoor het kwel ontvangt. Het vasthouden van water, zonder afgraven heeft impact op de gehele waard. De Ossenwaard is wel de laagste vlakte in dit deel Rijnstrangengebied
- Een deel afgraven is de makkelijkste optie om extra water vast te houden. Ook kan het ontstane natuurgebied verbonden worden met de al bestaande natuurgebieden net ten NO van de waard.
- rkm 862-866
- Type 2
- Maximale oppervlakte ca 150 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (uitgaande van 20 ha): 200.000 m^3 (klei en ophoogzand)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m^3 bij 50 cm opzet



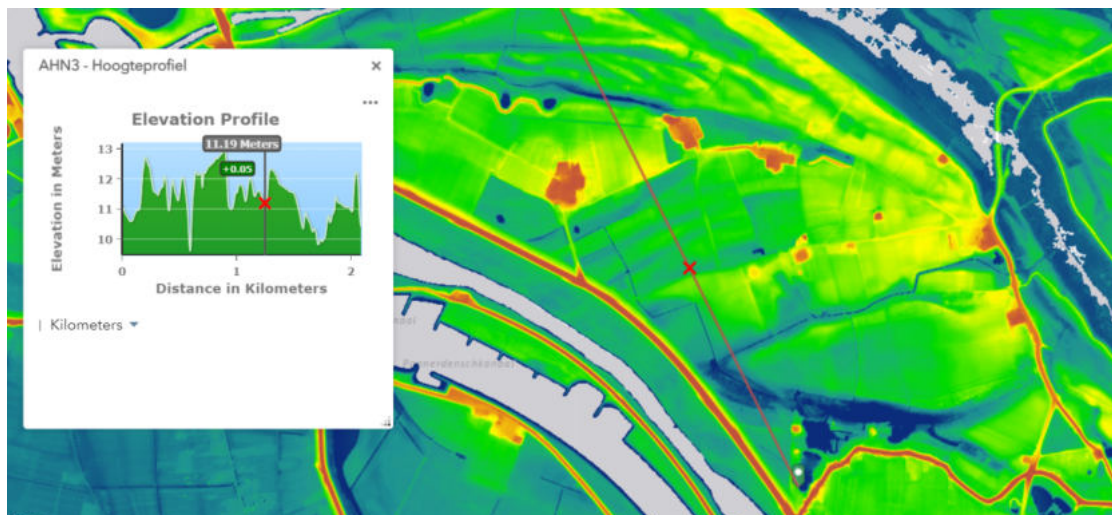
Figuur 18.



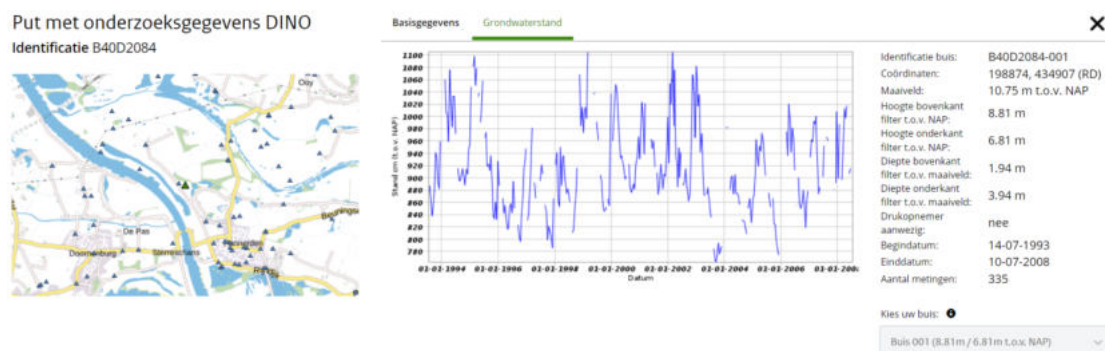
Figuur 19. Grondwaterverloop door het jaar heen.

#H Pannerdense Waard (zie figuur 20)

- Beschrijving: In de Pannerdense Waard liggen oude rivierlopen, zowel grotere (lager gelegen, in donkerblauw) als ondiepe oude lopen (in lichtblauw).
- Afstand tot de rivier: 0,5 – 1,5 km
- Hoogte van de waterligging is 10m+NAP, hoogte land op ong. 12m+NAP
- Vanaf >3000m³/s, wat ongeveer 65 dagen per jaar voorkomt, treedt er kwel op in de waterlichamen. Op 12m+NAP is kwel gemiddeld 5 dagen per jaar aanwezig, bij een rivierafvoer van >6000m³/s bij Lobith.
- Afgraven van de hoge terreinen kan ervoor zorgen dat het kwelwater langer vastgehouden kan worden, en de oude lopen kunnen een natuurlijk beeld geven met laagdynamische Moerassen. Aan de zuidkant ligt al een stuk natuur/plas (galgendaal), hier zou een connectie mee gevormd kunnen worden
- Rkm 873
- Type 1
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleinere oppervlakte mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 2,5 m
- Grondverzet (uitgaande van een historische geul van ca 10 ha): 250.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume: 50.000 m³ bij 50 cm opzet



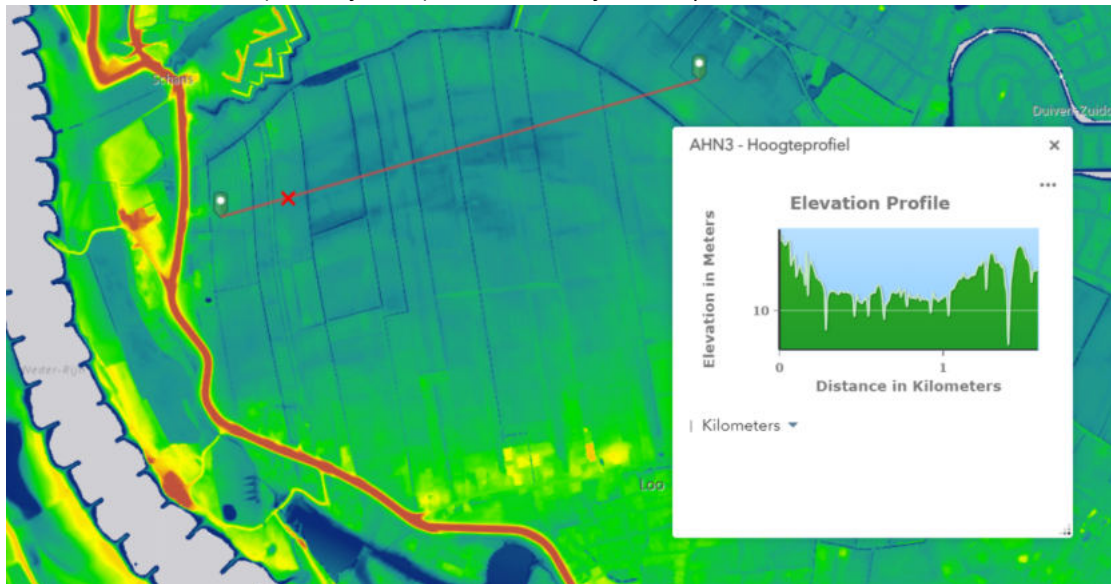
Figuur 20.



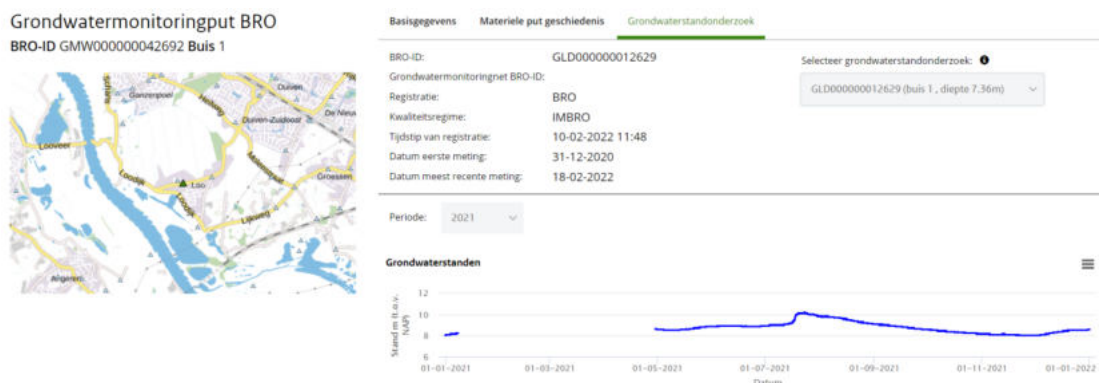
Figuur 21. Grondwaterverloop door het jaar heen.

#I Tussen Westervoort en Loo (zie figuur 22)

- Beschrijving: Deze rondvormige polder ligt dicht achter de winterdijk, maar ligt toch vrij laag. Er is een uitgestrekt slotenpatroon. Aan de zuidkant is er bebouwing, verder is het geheel agrarisch gebied. De noordkant is lager gelegen, maar komt qua hoogte wel overeen met de maaiveldhoogte van de eerste wijk in Duiven in het oosten.
- Afstand tot de rivier: 0,5 – 1,5 km
- Er is kwel vanaf een waterstand $>3000\text{m}^3/\text{s}$ in de laagste gelegen delen.
- Evt. kan er aan de noordkant een deel afgraven worden om zo wateropvang langs de Lee te creëren. Land ligt maar net boven waterpeil en is net zo hoog als de hoogte van de grond van Duiven. Hierdoor is waterpeil verhoging niet een aannemelijke oplossing, maar langer vasthouden op een bepaald niveau wel.
- Rkm: 876
- Type 1 of 2
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleinere oppervlakte mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (uitgaande van 20 ha): 200.000 m^3 (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m^3 bij 50 cm opzet.



Figuur 22.

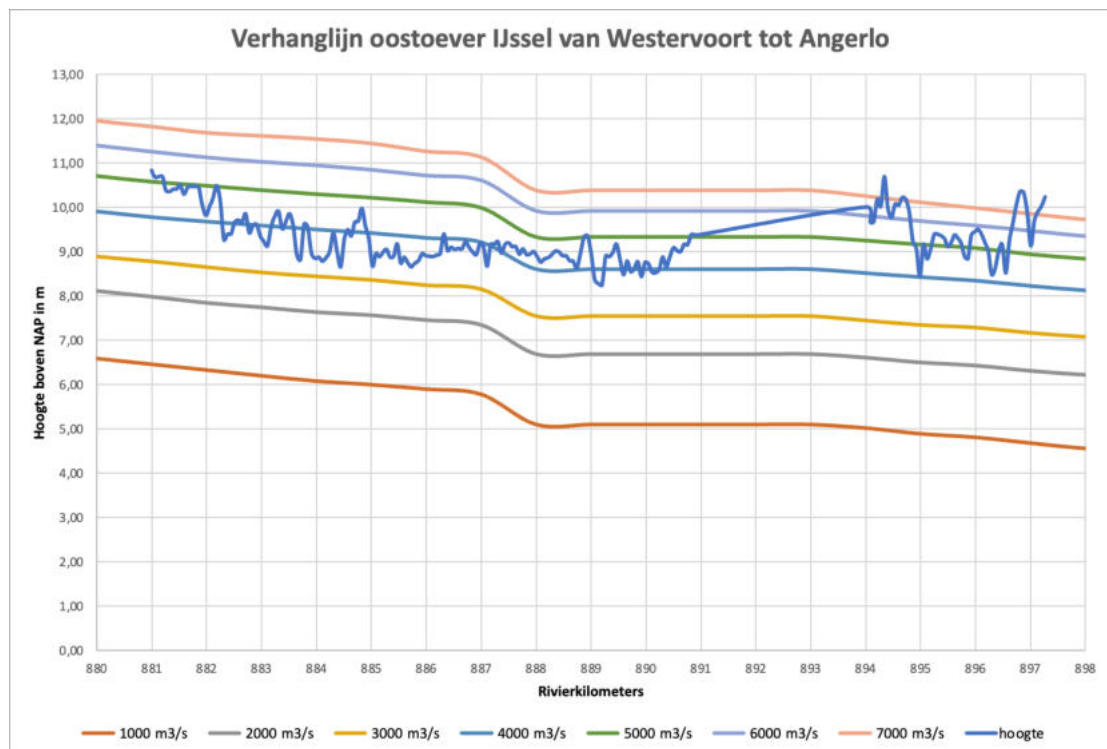


Figuur 23. Grondwaterverloop door het jaar heen.

4. Boven-IJssel van IJsselkop tot Doesburg

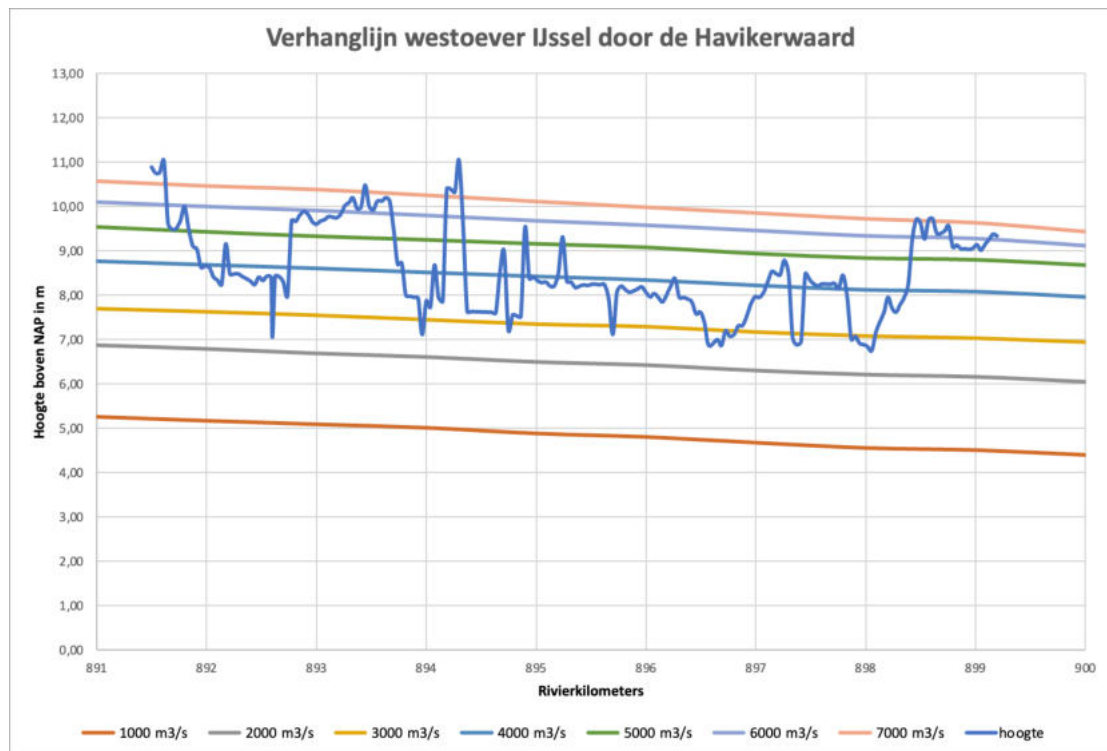
In dit traject gaat het om de Bovenloop van de IJssel tot aan Doesburg. In het zuidelijk deel liggen er binnendijks komgronden. Daarnaast is de Havikerwaard in de studie meegenomen. Dit is een buitendijks gebied, maar met een zeer lage overstromingsfrequentie. In figuur 21 is voor dit traject het verloop van de waterstand weergegeven bij verschillende afvoeren (zie tabel 1 voor de frequentie). Jaarlijks komt een afvoer van 5.000 m³/s wel voor, de hogere afvoeren slaan vaak een of meerdere jaren over. Voor het jaarlijks vasthouden van kwelwater is de hoogte die hoort bij een afvoer van 5.000 m³/s daarom een goede maatstaf.

In figuur 24 is ook het lengteprofiel door het binnendijkse komgebied weergegeven aan de oostzijde van de IJssel. In het gedeelte van RKM891 t/m 894 loopt de IJssel loodrecht op het land, daarom is dit gedeelte buiten beschouwing gelaten. In dit geval gaat het om een profiel getrokken door de laagste delen van het gebied. In het grootste deel van dit traject kan kwel pas aan het maaiveld komen boven 4000 m³/s; alleen tussen RKM 883 en 886 als iets boven de 3000 m³/s.

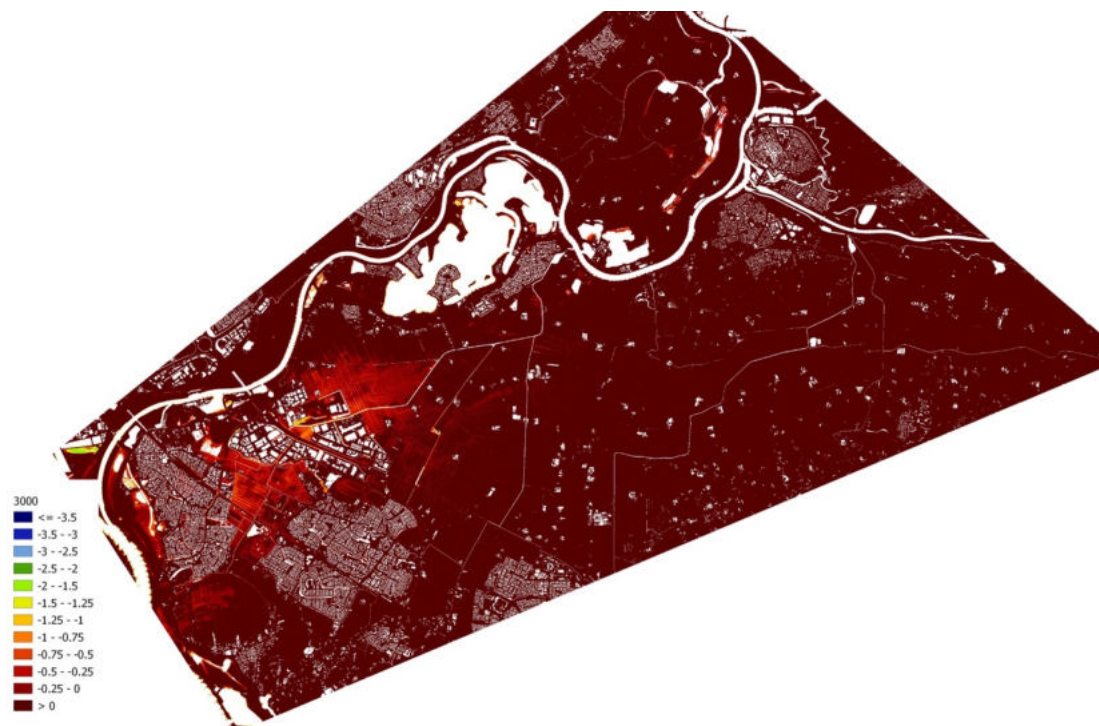


Figuur 24. Lengteprofiel over de oostoever van de IJssel afgezet tegen de verhanglijnen van de waterstand in de IJssel bij verschillende afvoeren. Links is zuid, rechts is noord. De kronkellijn is de hoogte van het maaiveld in de Rijnstrangen. NB. De rivierkilometers zijn doorgeteld; in werkelijkheid ontbreekt RKM 892 t/m 896. Verder is de waterstand van het Rhederlaag voor het hele traject van RKM 888 t/m 893 als maatgevend beschouwd, omdat de hoge ringkade bij de hier beschouwde afvoeren nog niet is overstroomd.

In Figuur 25. Is de situatie voor de Havikerwaard weergegeven. In dit gebied zijn er grote verschillen in maaiveldhoogte als gevolg van de delfstoffenwinningen die hier plaats hebben gevonden en nog steeds vinden. De laagste gebieden komen iets boven de 3000 m³/s onder invloed van kwel.

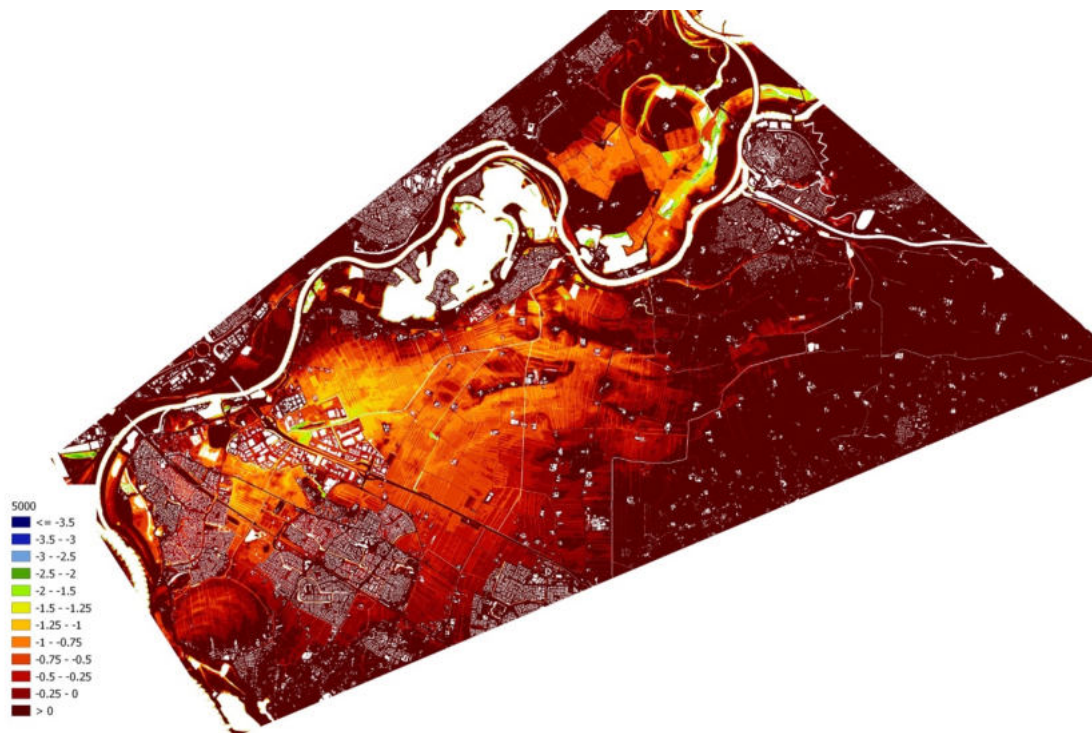


Figuur 25. Lengteprofiel over de westelijke oever afgezet tegen de verhanglijnen van de waterstand in de IJssel bij de Havikerwaard bij verschillende afvoeren. Links is Zuid, rechts is noord. De kronkellijn is de hoogte van het maaiveld in de Rijnstrangen. Net als in figuur 21 zijn de rivierkilometers doorgeteld. Vanaf RKM 892 zijn de kilometers op de kaart daarom 4 km hoger.



Figuur 26. Kaart van het traject van de Boven-IJssel tussen Westervoort en Doesburg met daarin aangegeven het hoogteverschil tussen de waterstand in de rivier bij 3.000 m³/s en de maaiveldhoogte.

In figuur 26 en 27 is voor het hele gebied respectievelijk bij 3000 en 5000 m³/s aangegeven hoe hoog de rivierstand zich boven het maaiveld bevindt. Bij 3000 m³/s is er alleen in een gebied net ten noorden van Westervoort kwel mogelijk. In de Havikerwaard zijn geen gebieden te zien omdat deze onder water stonden toen de AHN werd gevlogen. Bij 5000 m³/s zijn veel meer gebieden zichtbaar, maar de grootste kansen bevinden zich nabij Westervoort en in de Havikerwaard. Voor de rest ligt de Liemers relatief erg hoog voor een komgebied; wat het dan ook niet is.



Figuur 27. Als figuur 23, maar dan voor 5000 m³/s.

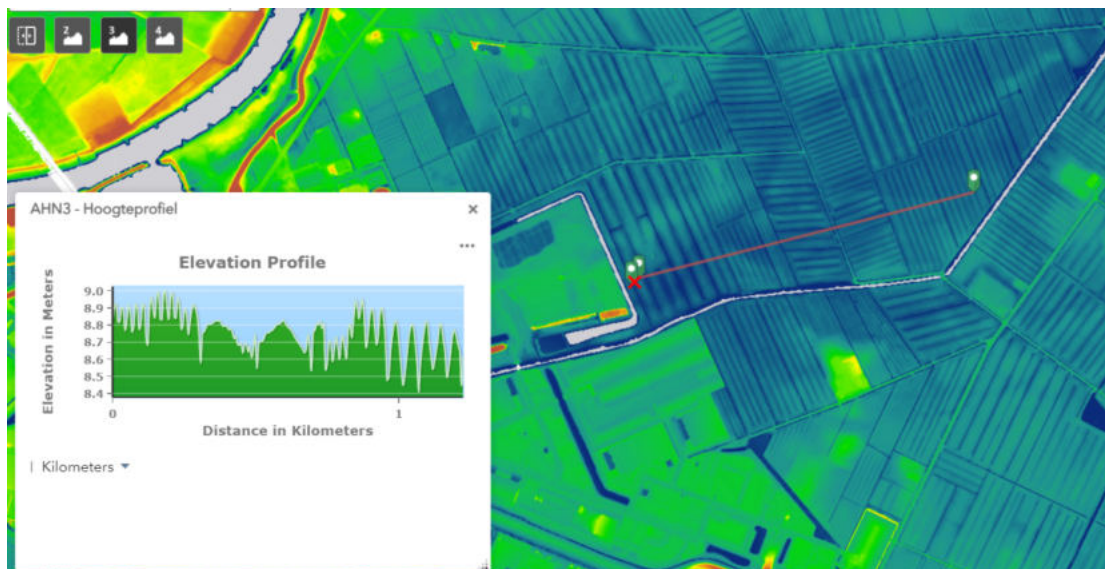
Geschikte locaties langs de Boven-IJssel



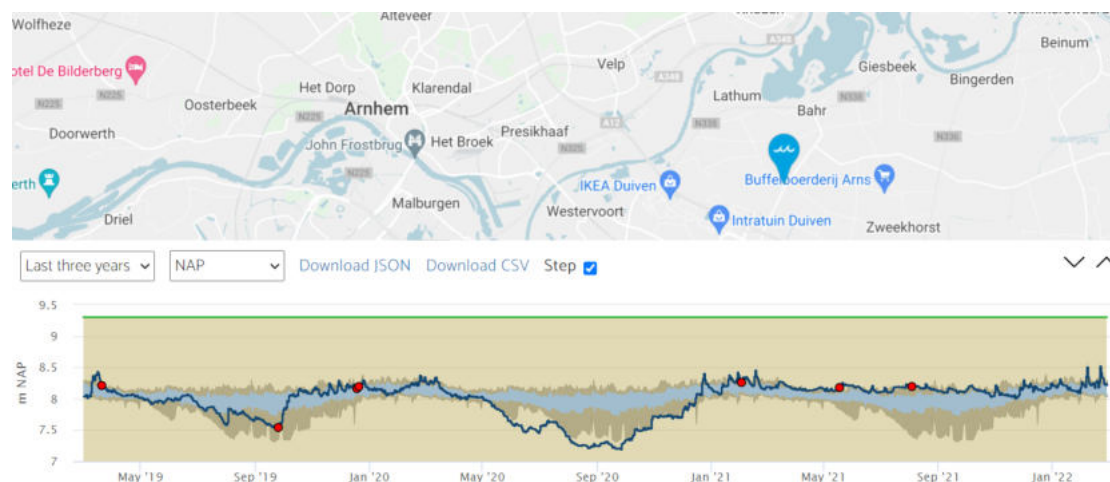
Figuur 28. Potentiële locaties in dit traject

#K Nieuwgraaf (197/442) – lathumsebroek (zie figuur 29)

- Beschrijving gebied: Gebied kenmerkt zich door veel sloten, dus wordt er veel moeite gedaan om water snel weg te kunnen krijgen en bijna tot geen bebouwing. Het geheel is agrarisch gebied, wat in de buurt al omgezet wordt naar industrie, windmolens, zonnepanelen-gebied
- Afstand tot de rivier 1 - 2km
- Hoogte land tussen de 8.5m en 9m+NAP en slotpeilen liggen ongeveer 20 tot 40 cm dieper.
- Kwel komt voor bij een rivierstand vanaf $>3000\text{m}^3/\text{s}$ (ongeveer 65 dagen per jaar), wat vervolgens wordt afgevoerd naar de Nieuwgraafse weterring aan de zuidkant.
- Dit gebied ligt relatief dicht bij de start van de wetering. Opzetten van het waterpeil in de wetering, en/of het vasthouden van het water in de sloten in dit stuk polder kan er voor zorgen dat er veel extra water kan worden vastgehouden. Afgraven zou een nog extra wateropvang voordeel opleveren.
- Rkm 884
- Type 3 gebied, maar ligt zo dicht bij de rivier en aan het begin van het afwateringssysteem, dat het veel op een type 1 gebied lijkt.
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleinere oppervlakte mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 25.000 m^3 bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m^3 .

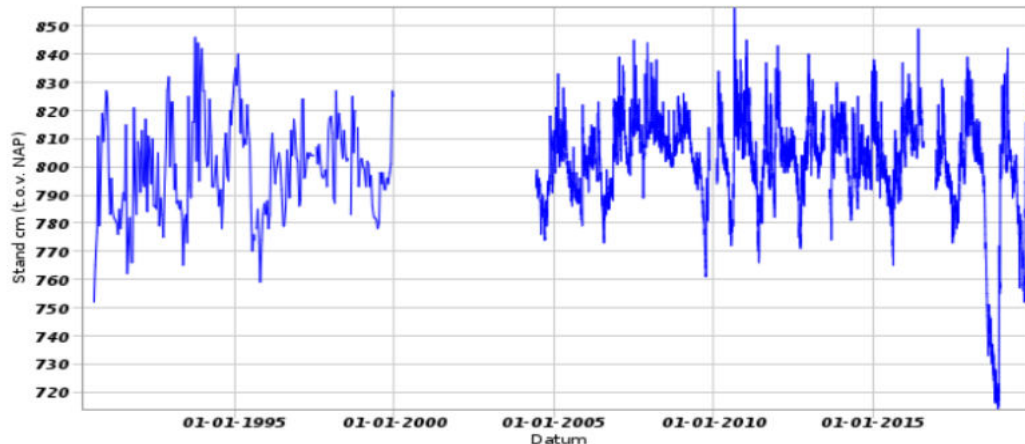


Figuur 29.

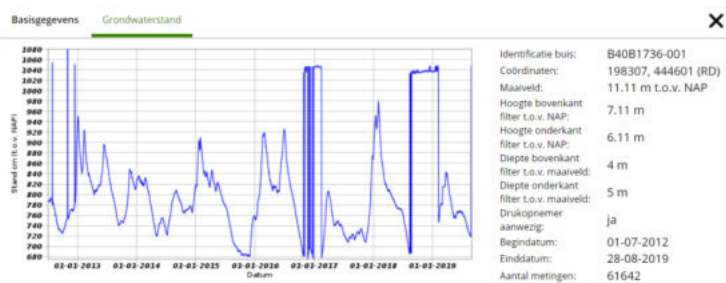
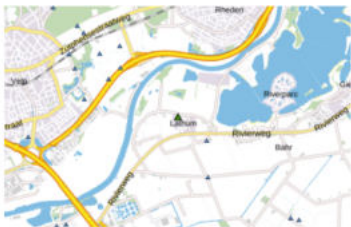


Grondwaterstanden

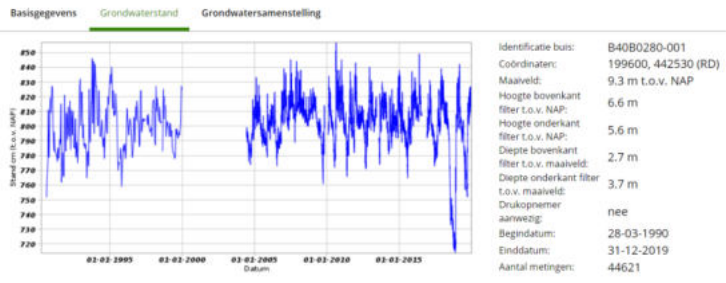
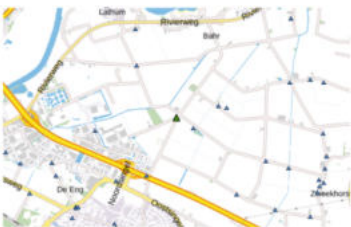
Identificatie: B40B0280
 Identificatie buis: B40B0280-001
 Coördinaten: 199600, 442530 (RD)
 Maaiveld: 9.3 m t.o.v. NAP



Put met onderzoeksgegevens DINO
 Identificatie B40B1736



Put met onderzoeksgegevens DINO
 Identificatie B40B0280



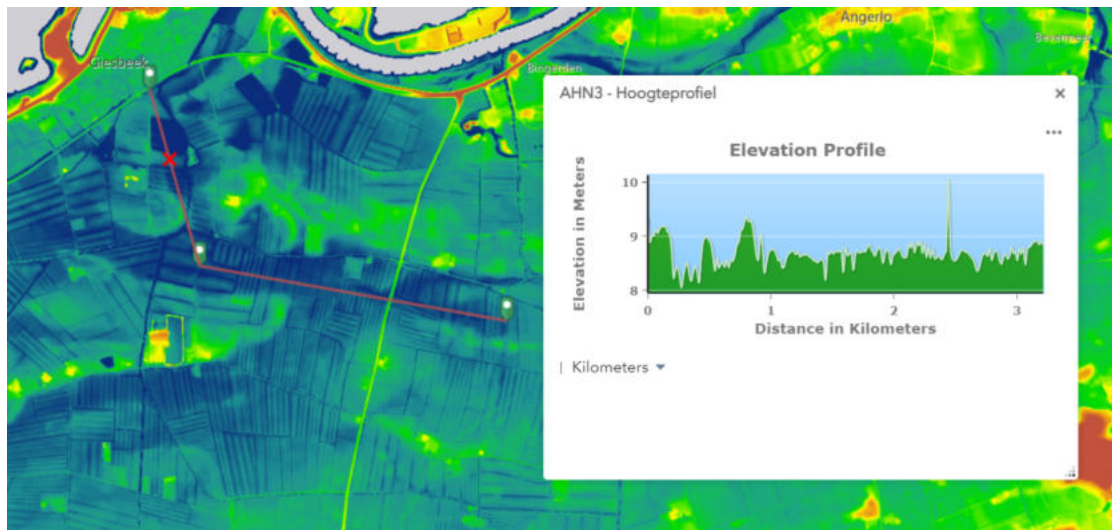
Kies uw buis:
 Buis 001 (6.6m / 5.6m t.o.v. NAP)

Figuur 30. Diverse Grondwaterverlopen in de omgeving.

#L Giesbeek (zie figuur 31)

- Bij de afwatering van de weteringen vanuit de polder richting de IJssel komt het samen in de Zwalm, net ten zuiden van Giesbeek. Langs de Zwalm liggen stukken die wat lager liggen (zie printscreen AHN) of die afgegraven zouden kunnen worden. Tussen de Zwalmstraat en de bahrestraat liggen geen boerderijen, wel agrarisch gebied.
- Afstand tot de rivier: 1,5 km
- Hoogte grondgebied is ongeveer 9m+NAP, sloten op ongeveer 8M+NAP.
- Kwel treedt op bij een rivierafvoer >4000m³/s, dat komt 25 dagen per jaar voor.
- Ten ZO van de bocht in de Zwalm ligt agrarisch gebied dat lager ligt. Verhogen van waterpeil/langer vasthouden van water heeft gevolgen voor dit landbouwgebied waarin ook bebouwing staat (hoogte weilanden genaamd).
- Afgraven van de gronden langs de Zwalm zorgt voor extra waterbergingscapaciteit. Doordat de wetering continue afwatert in de Zwalm, kan dit gebied jaarrond waterhuisvesten.
- Rkm: 897

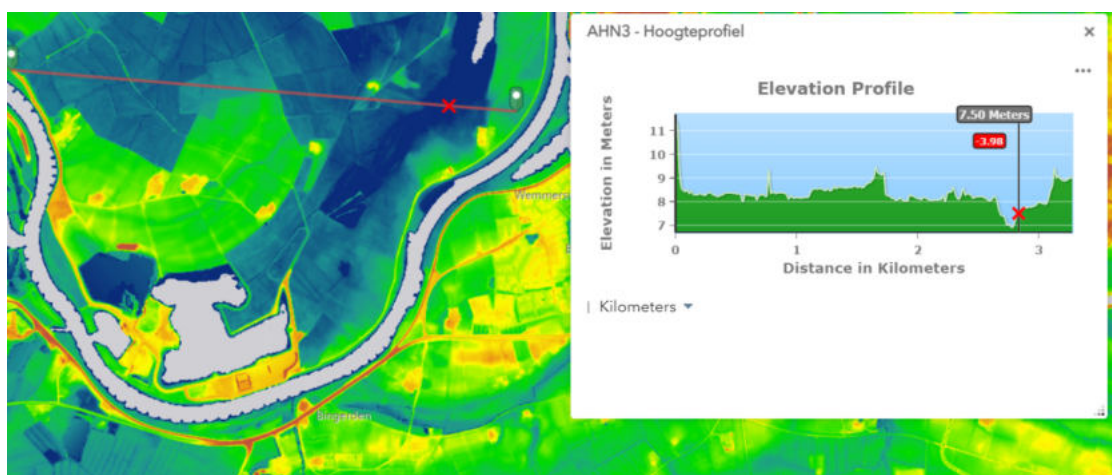
- Type 3 gebied: afwatering in het laagste gedeelte van het gebied loopt hierlangs.
- Maximale oppervlakte ca 40 ha
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 40.000 m³ bij 100 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 31.

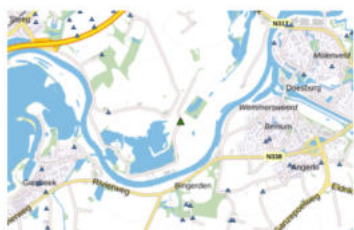
#M Havikerwaard (zie figuur 32)

- Beschrijving: Deze grote uiterwaard ligt in de binnenbocht van de IJssel, met erbinnen structuren van oude rivierlopen, zoals de laagste gelegen grond in dit gebied: de Lamme IJssel genaamd. Deel is afgegraven (blauw) en bebouwing ligt grotendeels alleen op de hogere delen (groen).
- Afstand tot de river is 0.5 - 2km
- Landhoogte (blauw) is voornamelijk 8.4m, met het gedeelte van de Lamme IJssel op 7m+NAP.
- Kwel treedt op bij een rivierafvoer die 65 dagen per gemiddeld optreedt, dit is >3000m³/s.
- Weinig bebouwing in de blauwe/lager gelegen delen, wel op de hogere delen (>9m+NAP), waardoor peilverhoging tot de mogelijkheden behoort. Verlaging door kleiwinning biedt ook mogelijkheden voor extra opslag.
- Rkm 896-901
- Type 1 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 400 ha (veel mogelijkheden voor interessante kleinere oppervlakte)
- Vb water vasthouden in oude meander van 10 ha zonder vergraven: 50.000 m³ bij opzet 50 cm
- Verlagen maaiveld met 1 m (klei) kan vast te houden volume vergroten met 75.000 m³

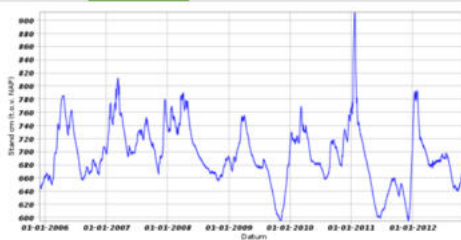


Figuur 32.

Put met onderzoeksgegevens DINO
Identificatie B40E1350

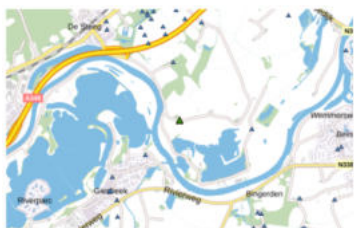


Basisgegevens Grondwaterstand

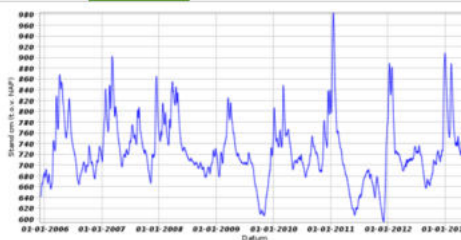


Identificatie buis:	B40E1350-001
Coördinaten:	204171, 446327 (RD)
Maaiveld:	8.47 m t.o.v. NAP
Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP:	6.27 m
Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP:	5.27 m
Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld:	2.2 m
Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld:	3.2 m
Drukopnemer aanwezig:	nee
Begindatum:	29-11-2005
Einddatum:	22-11-2012
Aantal metingen:	42551

Put met onderzoeksgegevens DINO
Identificatie B40E1351



Basisgegevens Grondwaterstand



Identificatie buis:	B40E1351-001
Coördinaten:	202849, 446490 (RD)
Maaiveld:	10.35 m t.o.v. NAP
Hoogte bovenkant filter t.o.v. NAP:	6.15 m
Hoogte onderkant filter t.o.v. NAP:	5.15 m
Diepte bovenkant filter t.o.v. maaiveld:	4.2 m
Diepte onderkant filter t.o.v. maaiveld:	5.2 m
Drukopnemer aanwezig:	nee
Begindatum:	29-11-2005
Einddatum:	31-05-2013
Aantal metingen:	36486

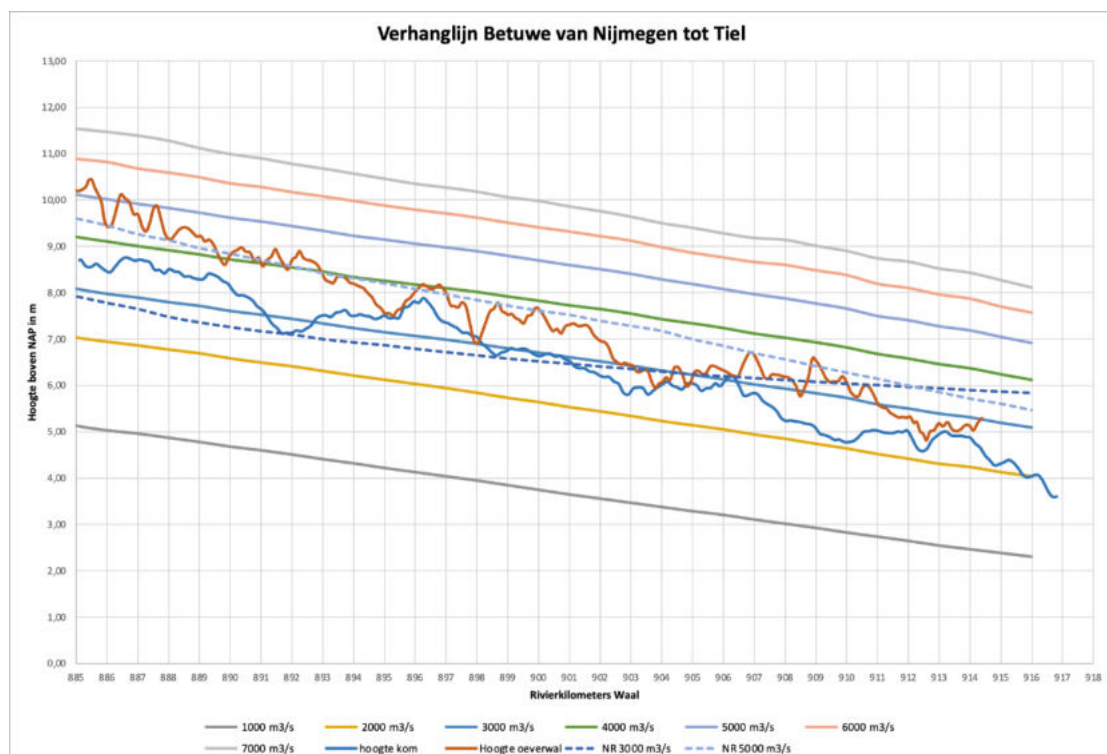
Figuur 33. Grondwaterverloop Havikerwaard.

5. Betuwe zuid van Neder-Rijn en noord van Waal

In dit traject gaat het om de Betuwe in het traject vanaf de lijn Nijmegen-Arnhem tot aan de lijn Maurik - Tiel. Het is een groot gebied met aan weerszijde oeverwallen nabij de rivieren en in het centrale deel komgebieden. De kom is niet aaneengesloten, maar bestaat uit enkele losse gebieden. In figuur 34 is voor dit traject het verloop van de waterstand van de Waal weergegeven bij verschillende afvoeren (zie tabel 1 voor de frequentie). Jaarlijks komt een afvoer van 5.000 m³/s wel voor, de nog hogere afvoeren slaan vaak een of meerdere jaren over. Voor het jaarlijks vasthouden van kwelwater is de hoogte die hoort bij een afvoer van 5.000 m³/s daarom een goede maatstaf.

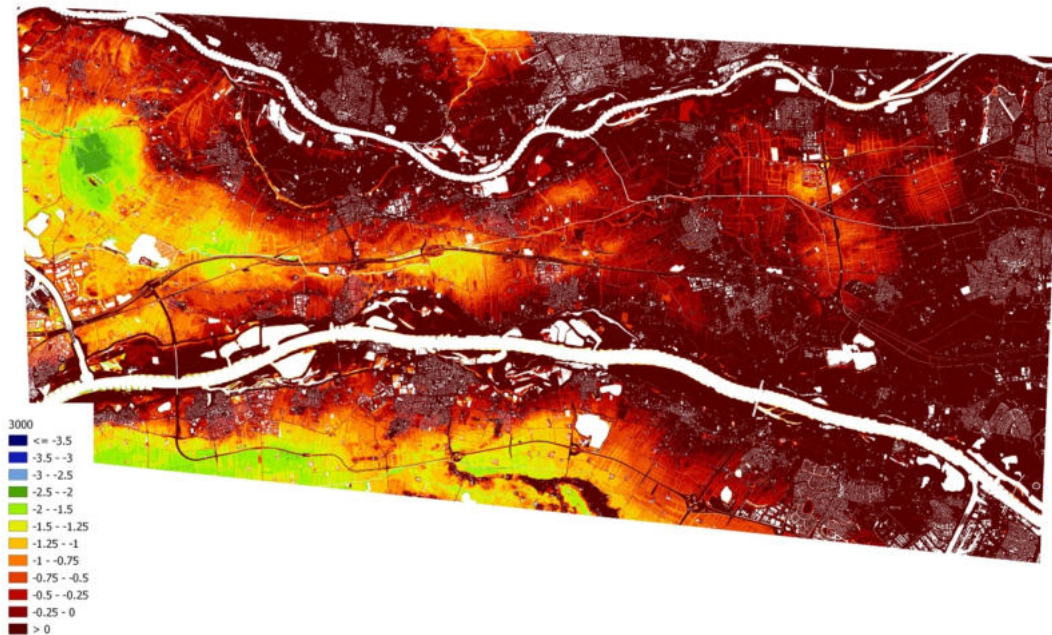
In figuur 34 zijn ook de waterstanden in de Neder-Rijn weergegeven bij 3000 en 5000 m³/s. In bijna het hele traject zijn die lager dan in de Waal en bij hogere afvoeren zal kwel vanuit de Neder-Rijn daarom veel minder snel op gang komen dan vanuit de Waal. Alleen stroomafwaarts van RKM907, dit is vanaf Kesteren, is de afvoerlijn in de Neder-Rijn bij 3.000 m³/s juist hoger. Dit wordt veroorzaakt door de stuw Amerongen, die het peil in dit traject op een onnatuurlijk hoog niveau houdt. Omdat dit peil het hele jaar door hoog blijft, zal er in het traject tussen Kesteren en Maurik permanent sprake zijn van kwel naar het binnendijkse gebied. Bij hogere afvoeren neemt de kwel in eerste instantie zelfs wat af, als de stuw gestreken wordt, maar dat gaat slechts om 10 tot 25 dagen per jaar.

In figuur 34 is ook het lengteprofiel door het binnendijkse komgebied weergegeven door het midden van de Betuwe en de hoogte van de oeverwal op de noordoever van de Waal. De oeverwal van de Neder-Rijn is niet afgebeeld, maar heeft een vergelijkbare hoogte als die van de Waal. Wat opvalt is dat de hoogte van het maaiveld sneller afneemt dan die van de verhanglijnen. Dit betekent dat in westen van de Betuwe kwel al bij lagere afvoeren zal optreden dan in het oosten. In de westelijke Betuwe vinden we dan ook de beste gebieden voor rivierkwel.

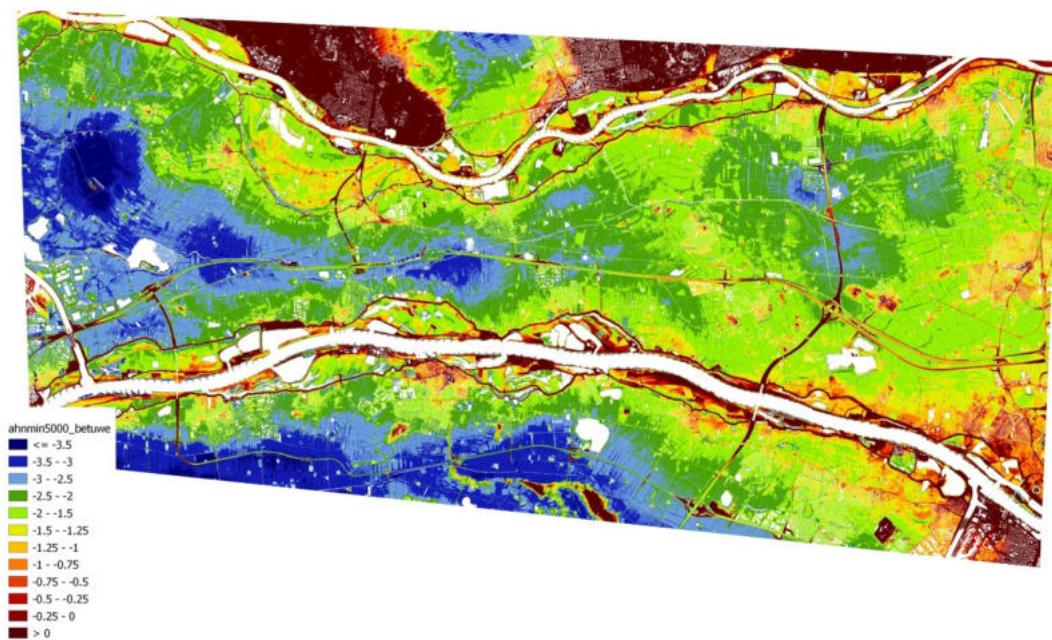


Figuur 34. Lengteprofiel door de Betuwe afgezet tegen de verhanglijnen van de waterstand in de Waal bij verschillende afvoeren en Neder-Rijn (alleen bij 3000 en 5000 m³/s). Links is oost, rechts is west. De kronkellijnen zijn de hoogte van het maaiveld op de oeverwal van de Waal en in de centrale kom. De rivierkilometers zijn omgezet naar die van de Waal.

In figuur 35 en 36 is voor heel de Betuwe bij 3000 en 5000 m³/s aangegeven hoe hoog de rivierstand zich boven het maaiveld bevindt. Bij 3000 m³/s is er vooral naar het westen toe steeds mer potentie voor kwel. Bij 5000 m³/s worden deze gebieden nog duidelijker zichtbaar.



Figuur 35. Kaart van de Betuwe tussen Arnhem-Nijmegen en Tiel-Maurik met daarin aangegeven het hoogteverschil tussen de waterstand in de rivier bij 3.000 m³/s en de maaiveldhoogte.



Figuur 36. Als figuur 35, maar dan voor een afvoer van 5.000 m³/s.

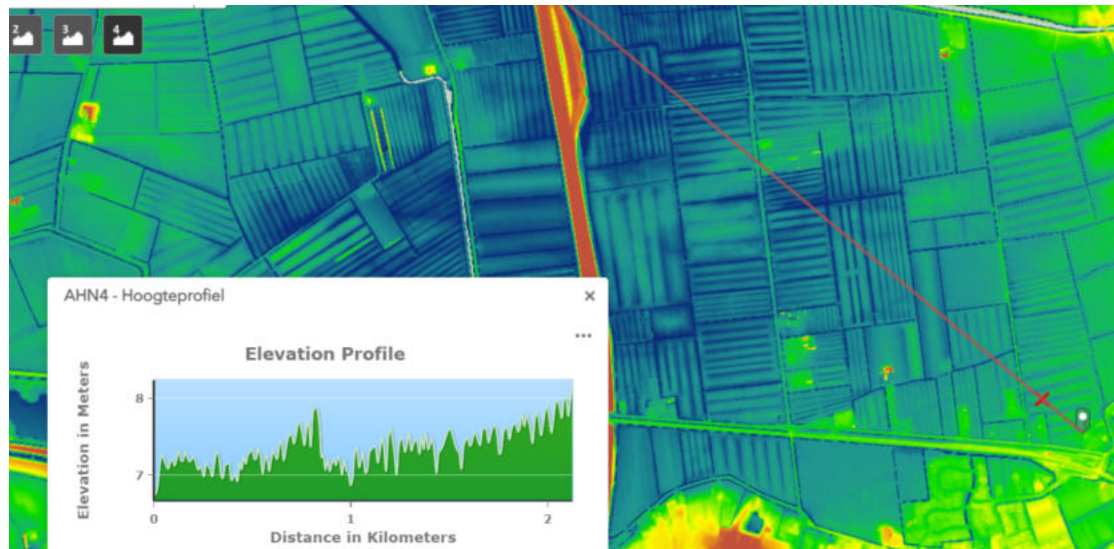
#J Park Lingezege (zie figuur 38)

-

#0 De Meilanden -(zie figuur 39)

- 35

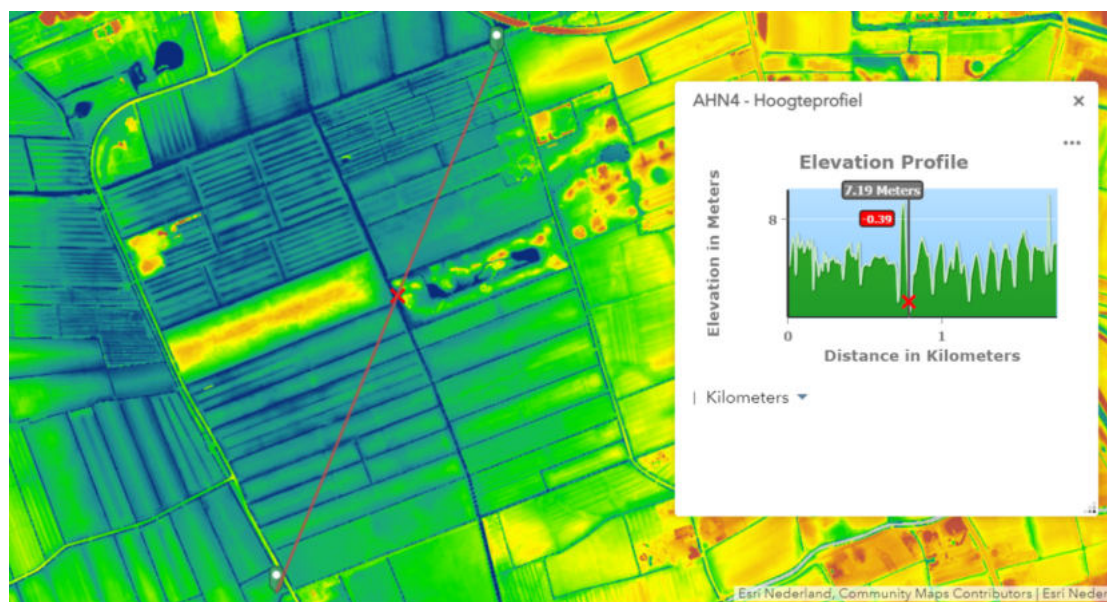
- Afstand tot de rivier: 5 km van de Waal, 4 km vanaf de Neder-Rijn.
- Landhoogte: laagste deel is 7.2 met sloten van 30 cm, en loopt naar de randen op naar 8m+NAP.
- Ontvangt kwel vanaf een afvoer in de waal van 2500m³/s, en bij 3500m³/s ontvangen ook de hogere delen kwelwater.
- Opzetten van het peil kan ervoor zorgen dat het water langer vastgehouden wordt in dit gebied. Eventueel kunnen delen worden verlaagd, zodat een laagdynamisch moeras ontstaat.
- Rkm: 890
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 60 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 50.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



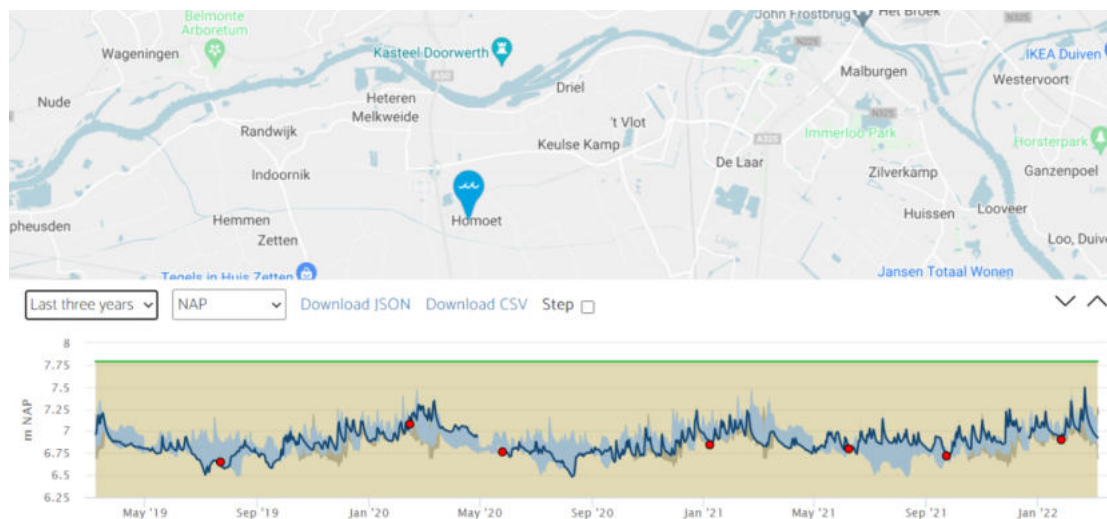
Figuur 39.

#1. Hollanderbroek (zie figuur 40)

- Beschrijving: De Hollanderbroek is de kom ten ZW van Arnhem, het is omsloten met hogere delen zoals te zien op de hoogtekaart. Er is weinig tot geen bebouwing en met veel sloten wordt nu het land geprobeerd droog te houden. Zowel losse percelen als het geheel kan omgezet worden naar laagdynamisch moeras. Ook ten Westen van de polder liggen lage delen met weinig bebouwing die geschikt kunnen zijn.
- Locatie van de Rijn: 3.5 km, vanaf de Waal 7 km
- Hoogte land: slootdiepte op 7.20, landhoogte op ongeveer 7.70
- Volgens de klimaateffectenatlas heeft dit gebied sterke wegzijging (tot 2mm/d), iets wat ik niet direct kan plaatsen in deze kom. Tenzij hier continue bemaling is.
- Ontvangt kwel van de Neder-Rijn vanaf een waterstand die hoort bij een afvoer van 3000m³/s op het land, de sloten ontvangen al eerder kwel. NB. Kwel vanuit de Waal al bij iets lagere afvoer, maar langere kwelengte.
- Bij rkm: 890
- Type 2 gebied, afwatering richting de Linge en Eldense Zeeg
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 25.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



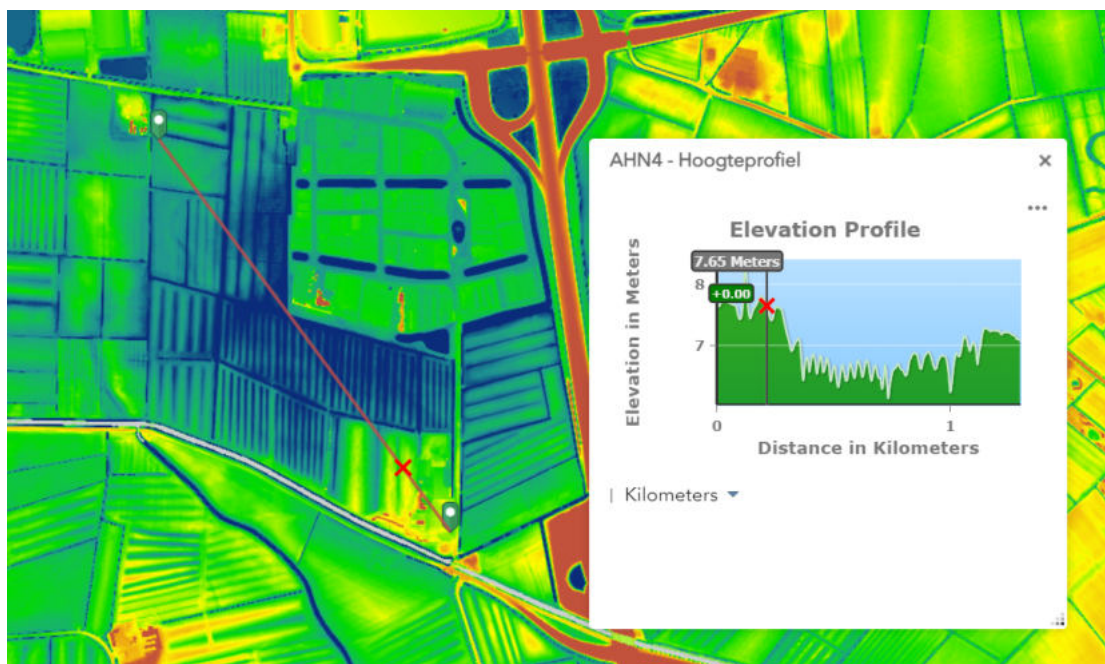
Figuur 40.



Figuur 41. Grondwaterverloop nabij Hollanderbroek.

#2.Heteren (zie figuur 42)

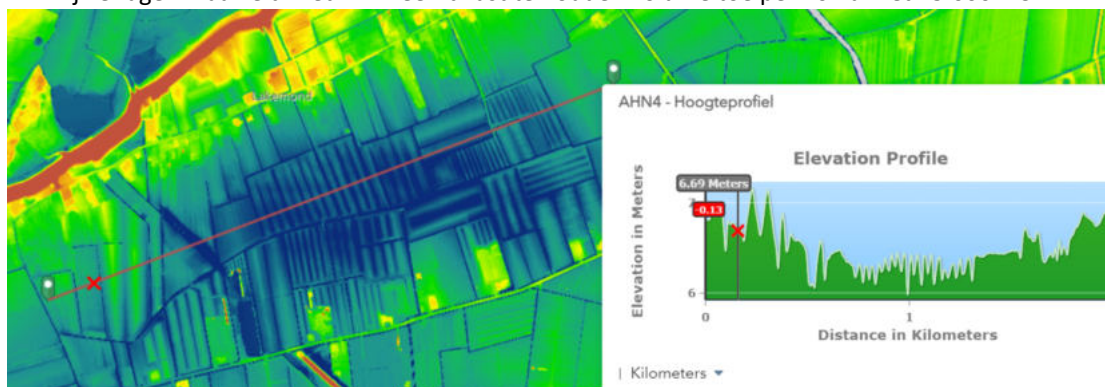
- Beschrijving: Komgebied ten zuiden van Heteren, nu agrarisch met een deel al (verhoogd) industrieterrein.
- Afstand tot de rivier: afstand tot de Waal is 6km, afstand tot de Rijn is 3km
- Hoogte land: boerderij in ZO hoek ligt op 7.6, en laagste delen van de weilanden op 6.7m+NAP.
- Vanaf de Waal ontvangt het gebied al tussen de 2 en 3000m³/s afvoer al kwelwater. Vanaf de Bovenrijn iets later. Maar omdat Neder-Rijn niet uitzakt vanwege het stuwen, zal het water ook niet snel wegzijgen.
- Langer vasthouden van het water voordat het de Linge in gaat zou hier mogelijk kunnen zijn. Agrarisch gebied ten westen ligt een stukje hoger, maar lijkt hier wel op af te wateren. Dit moet eerst onderzocht worden, anders is een deel afgraven de enige mogelijkheid zonder problemen aan het terrein ten westen te creëren.
- Rkm: waal 893 en rijen 895
- Type 2 gebied, afwatering richting de Linge
- Maximale oppervlakte ca 35 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 17.500 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 42.

#3. Opheusden (zie figuur 43)

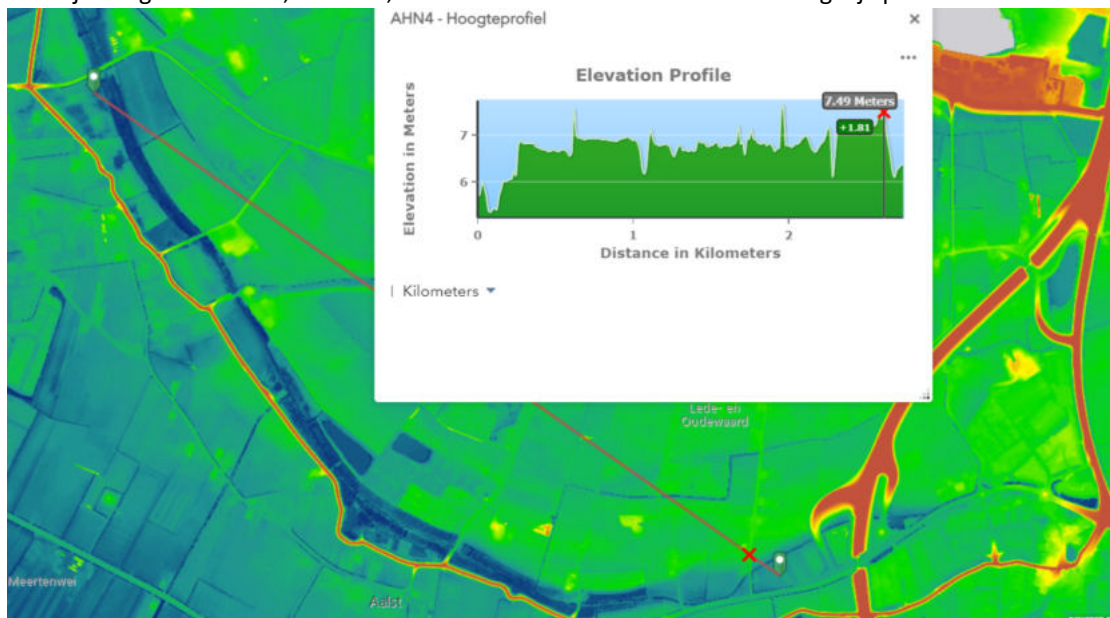
- Beschrijving: net achter de dijk ligt een laagte (donkerblauw in figuur 35). Ook op de grote kaart valt deze direct op. Het is een weilandengebied rondom de Lakemondsche tochtsloot, die weer afwatert op de Linge.
- Afstand tot de Rijn: 2km, tot de Waal 4 km
- Hoogte land: Laagste delen ~6.4m+NAP, oplopend naar 6.7m+NAP aan de randen.
- Ontvangt kwel zowel vanuit de Neder-Rijn als de Waal bij een afvoer van 3000m³/s bij de laagste delen, dat is 65 dagen per jaar. Maar omdat Neder-Rijn niet uitzakt vanwege het stuwten, zal het water ook niet snel wegzijgen.
- Het omringende gebied bevat veel boomkwekerijen, waarschijnlijk gevoelig voor waterpeilveranderingen. Deze laagte ligt een halve meter lager dan de omliggende kwekerijen, onderzoek kan uitwijzen of water langer opzetten, of een deel afgraven hiervan een natuurgebied kan creëren dat water kan vasthouden.
- Rkm: 903
- Type 3 gebied, maar ligt dicht achter de winterdijk, dus lijkt op type 1 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 30 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 15.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 43.

#4. De Mars (zie figuur 44)

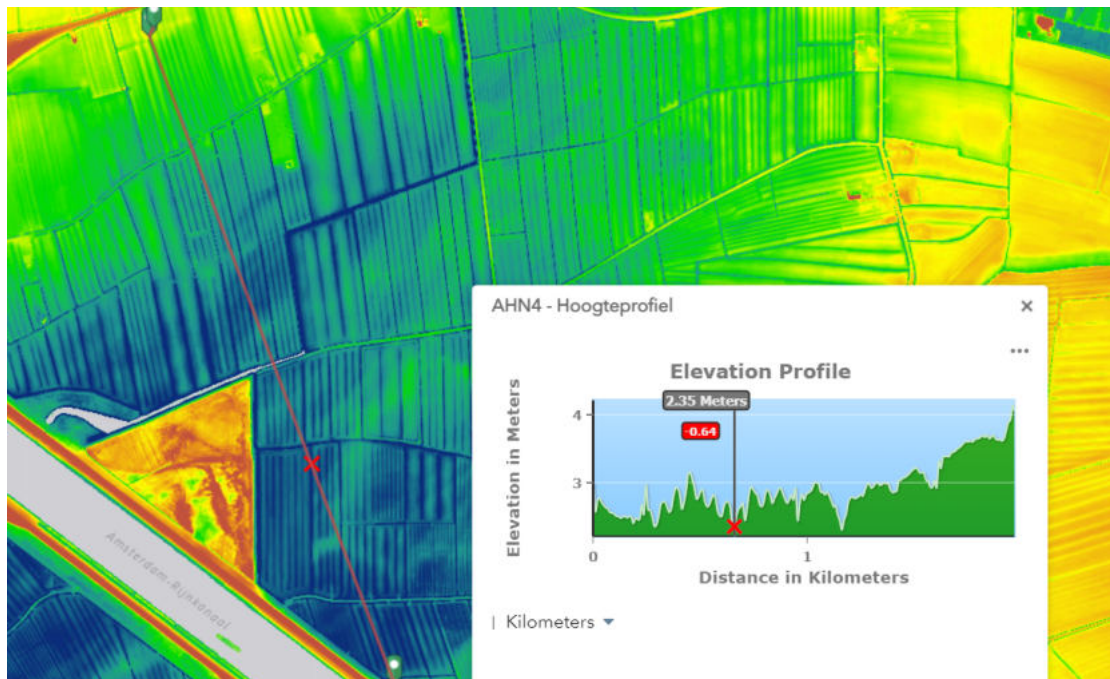
- Beschrijving: Tussen Kesteren en Lienden ligt het gebied de Mars. Hier ligt een oude meanderbocht die nog goed zichtbaar is op de hoogtekartaart. Het eerste deel (oost) heeft rondom veel bebouwing met achterliggende boomkwekerijen, maar vanaf Kesteren krijgt de oude arm meer ruimte en ligt er deels al natuur of moerasgebied naast. Het verval is ongeveer 1 m en het is onduidelijk is nog of dit met stuwtjes gaat. Daarnaast monden er meerdere afwateringen vanuit het zuiden en noorden op uit.
- Afstand tot de rivier: 0.2 tot 2km (Neder-Rijn) en 4 – 5 km (Waal)
- Hoogte land: start van de meanderbocht (oost) is 5.8m+NAP in het laagste deel langs het water, en 5.3 richting het einde. Het land naast de oude loop heeft een hoogte van ~7m+NAP in het oosten en ~6.2 in het westen.
- Ontvangt al kwel van de rivier bij een waterafvoer van minder dan 3000m³/s en het hoge gestuwde karakter van de Neder-Rijn zorgt ervoor dat het water niet wegzijgt.
- Waterpeil verhogen of delen afgraven aan de randen zorgt voor de mogelijkheid tot langer vasthouden van het water
- Rkm: 907-913
- Type 1 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 40 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume: 100.000 m³ bij 25 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld, met 1 m, is ca is 75.000 m³ extra vasthouden mogelijk per 10 ha.



Figuur 44

#5. Essensbos Zuid van Rijswijk (zie figuur 45)

- Beschrijving: Komgebied van de Neder-Rijn en Waal, liggend aan het Amsterdam-Rijnkanaal. Het gebied kenmerkt zich door veel sloten, weinig bebouwing en agrarisch gebruik.
- Afstand tot rivier: Neder-Rijn op 3.5 km en Waal op 7km
- Hoogte locatie: laagste deel is ong 2.8m+NAP en oplopend naar de randen naar 3.5m+NAP
- Kwel vanaf de NR ontvang het tussen de 2000 en 3000m³/s en van de Waal vanaf een afvoer van 1500m³/s, er is daarom bijna alle dagen per jaar kwel in dit gebied. De klimaateffectenatlas onderstreept dit.
- Afwatering gaat richting het A-R-kanaal, opzetten van het peil kan ervoor zorgen dat het water langer vastgehouden wordt in dit gebied. Eventueel kunnen delen worden verlaagd, zodat een laagdynamisch moeras ontstaat.
- Rkm: Neder-Rijn 923 en waal 913
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 100 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 50.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 45.

#I Wolferen (zie figuur 46)

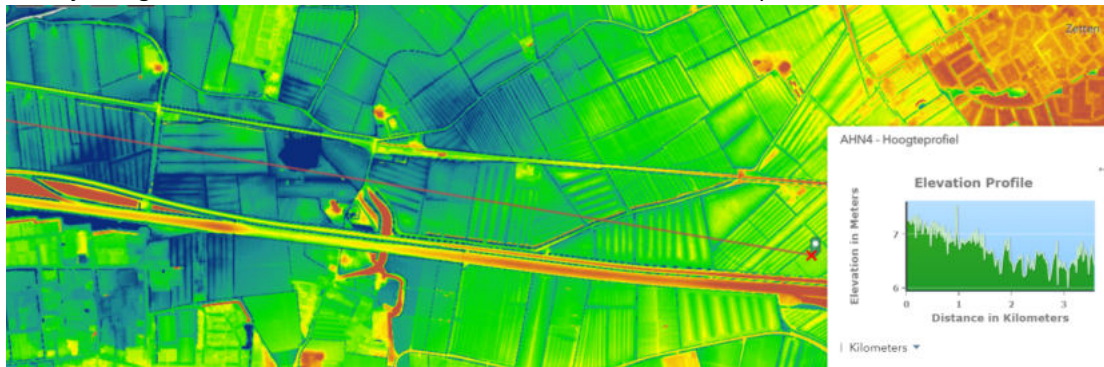
- Beschrijving: komgebied ten westen van Wolferen, weinig bebouwing, agrarisch gebied. Het gebied watert af op de Andelstse Leigraaf en de Linge.
- Afstand tot de Waal: 1 km
- Hoogte land: Land ligt op 7.8m+NAP tot 7.2m+NAP, aflopen richting het NW. Er is weinig bebouwing, maar bebouwing die er is ligt weinig hoger dan het land.
- Gebied krijgt kwel vanaf een waterstand bij een afvoer van $>3000\text{m}^3/\text{s}$, dat is ~ 65 dagen per jaar
- Volgens de klimateffectenatlas is er geen tot weinig flux op de kwelkaart.
- Water vasthouden zou hier kunnen door grond af te graven langs de Wolferingsche pijp, door een weiland/akker af te graven of door de stand in de Wolferingse pijp te verhogen. De invloed van de WP loopt tot aan Herveld Zuid.
- Rkm: 895
- Type 1 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 40 ha (kleinere oppervlakte mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (uitgaande van 20 ha): 200.000 m^3 (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m^3 bij 50 cm opzet.



Figuur 46.

#II zetten-opheusden A15 (zie figuur 47)

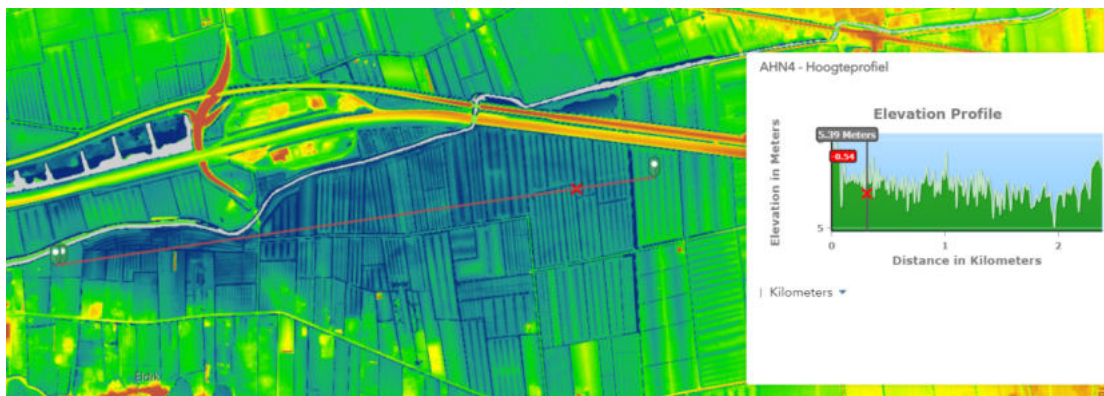
- Beschrijving: Tussen het spoor en de A15, tussen Zetten en Opheusden ligt een strook agrarisch gebied met weinig bebouwing. In deze strook start een wetering die water afvoert naar de Linge.
- Afstand tot Waal: 2km
- Hoogte land: Oosten: 7.3, westen: 6.8m+NAP
- Het gebied krijgt kwel bij een waterafvoer van $>3000\text{m}^3/\text{s}$, dat is ~ 65 dagen per jaar. Klimaateffectenatlas noemt geen tot weinig kwel.
- Dit gebied is niet het laagste in de omgeving, maar zou wel water langer vast kunnen houden door stuwen te verhogen en eventueel delen af te graven.
- Rkm: 897
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 70 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 35.000 m^3 bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m^3 .



Figuur 47.

#III Eldikse Veld (zie figuur 48)

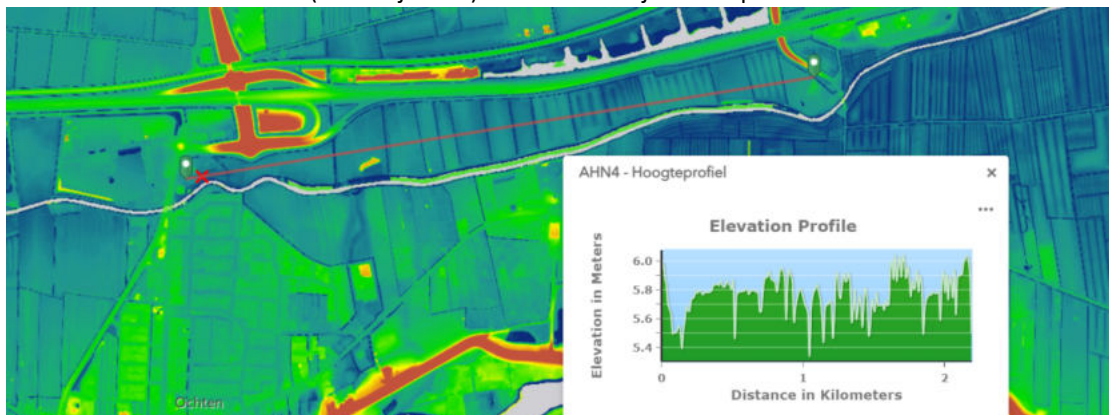
- Beschrijving: Agrarisch gebied direct naast de Linge met veel mogelijkheden tot omzetten naar natuurgebied. Bebouwing ligt langs de Bonegraafseweg waar het ook hoger is dan de weilanden.
- Hoogte land: $\sim 5.5\text{m}+\text{NAP}$, met slootpeildieptes van ongeveer 30cm.
- Afstand tot de rivier: 2,5 km
- Vanaf een waterafvoer van $\sim 2500\text{m}^3/\text{s}$ is er kwel, dat is ~ 100 dagen per jaar. Volgens de klimaateffectenatlas is er gemiddeld genomen enige kwel.
- Omzetten/vasthouden van water kan door afgraven of verbindingen te maken met de Linge en een stuwtje te plaatsen net stroomafwaarts van dit stuk land.
- Rkm: 903
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 70 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 35.000 m^3 bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m^3 .



Figuur 48.

#IV Ochten (zie figuur 49)

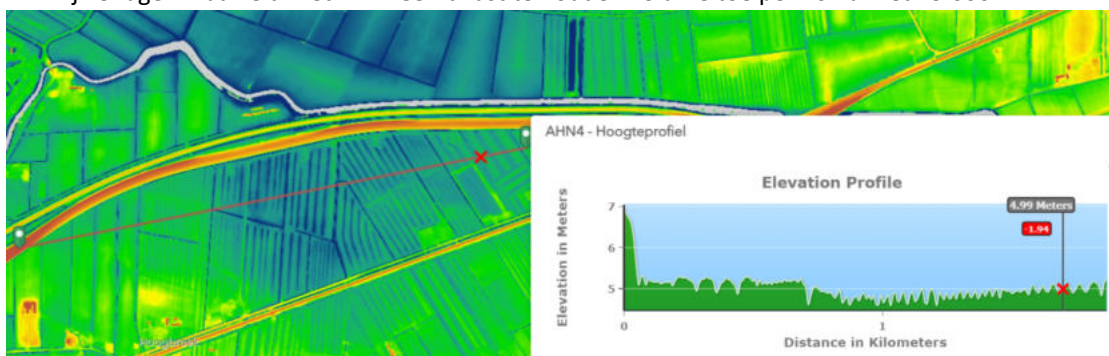
- Beschrijving: Dichtbij #III ligt Het Overbroek, ten NO van Ochten. Dit stuk ligt gesloten tussen de Linge en de A15 en biedt mogelijkheden om een laagdynamisch moeras/natuurgebied aan te leggen. Er is weinig bebouwing, agrarische grond met een enkele boomgaard. De bebouwing ligt wat hoger dan het landgebied, maar niet veel.
- Afstand tot de rivier: 2 km
- Hoogte land: ~5.7m+NAP, slootdiepte is ong. 20 cm.
- Ontvangt kwel vanaf de rivier bij een afvoer net boven de 2000m³/s, dat is gemiddel en ongeveer 165 dagen per jaar. Klimaateffectenatlast noemt geen tot enige kwel per dag.
- Water langer vasthouden is een optie, maar delen afgraven kan ook.
- Rkm: 905
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 20 (15 – 25) ha
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet: 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



Figuur 49.

#V Echteld Hoogbroek (zie figuur 50)

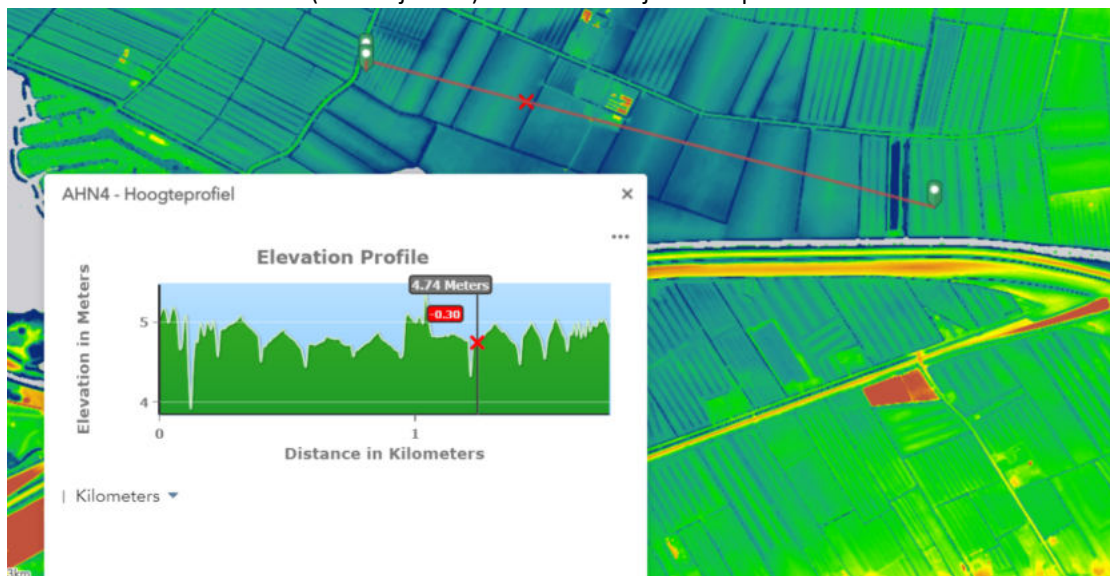
- Beschrijving: Tussen de spoorlijn en de A15 ligt dit agrarische gebied.
- Afstand tot de rivier: 2.5km
- Hoogte land: gemiddeld 5.2 in de hogere delen (west) en 4.7 in de lagere delen (midden). Het gebied water af op de Linge, en zou het langer vast kunnen houden. Er liggen enkele gebouwen langs de spoorlijn die niet heel veel hoger liggen dan het land.
- Ontvangt in de lagere delen kwel bij een gemiddelde afvoer al vanaf 2000m³/s en in de hogere delen net onder der 3000m³/s. Dat is respectievelijk ~165 en ~65 dagen per jaar.
- Rkm: 910
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 25.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 50.

#VI Lienden-Zuid (zie figuur 51)

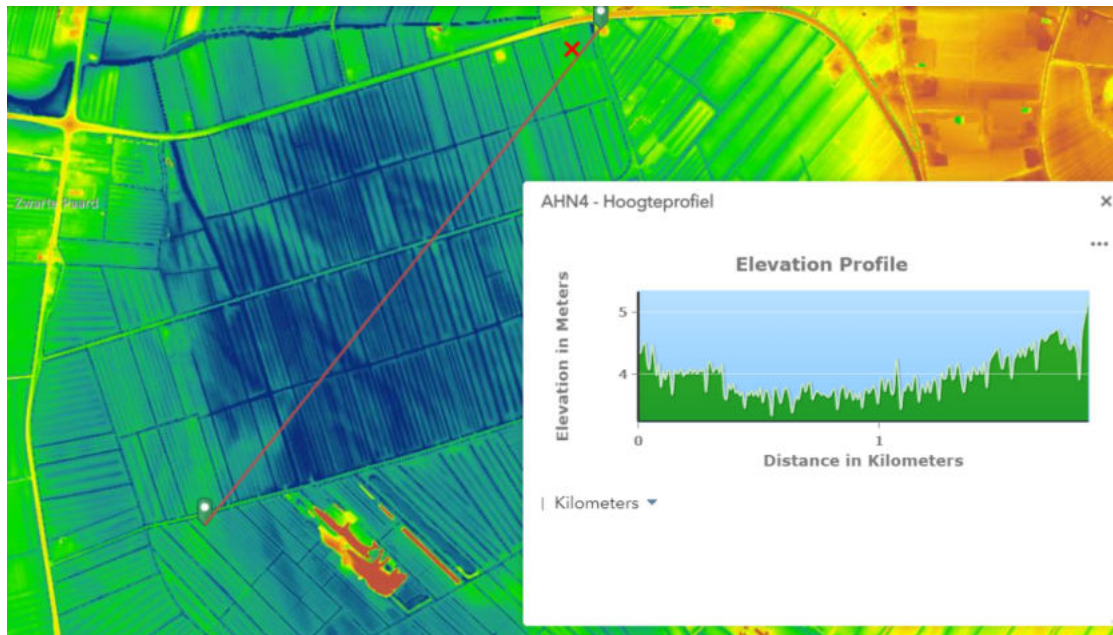
- Beschrijving: net ten noorden van #V, aan de noordkant van de A15 loopt de kom verder door en volgt er een nog laagliggend gebied wat direct grenst aan de Linge. Er is weinig bebouwing, maar wordt wel omringd door boomgaarden/kwekerijen die gevoelig zijn voor waterpeilverhoging.
- Afstand tot de rivier: 3.5 km
- Hoogte locatie: ~4.8m+NAP met slootpeilen van ongeveer 30cm diep
- Ontvangt bij een gemiddelde waterstand, van 2000m³/s, al kwel. Dat zijn ongeveer 165 dagen per jaar.
- Het gedeelte ten zuiden van de Panderweg zou afgegraven of water langer vast kunnen houden, aangezien dit met een aparte sloot afwatert op Linge itt het gebied noord van de Panderweg.
- Rkm: 908
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 40 ha (kleiner oppervlak mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



Figuur 51.

#VII Het Zwarte Paard (zie figuur 52)

- Beschrijving: Tussen de Waal en Neder-Rijn in ligt de kom het 'zwarte paard' genaamd. Dit is het laagste deel en er is (bijna) geen bebouwing. Het is aangesloten op de Maurikse Watering aan de noordzijde.
- Afstand tot de rivier: Waal op 5.5km, Amsterdam-Rijnkanaal op 3km en de Neder-Rijn op 4km
- Hoogte land: laagste (donkerblauw in de afbeelding is ong. 3.8m+NAP, de zijanten lopen op en de bebouwing en wegen liggen rond 4.5m+NAP en hoger.
- Rkm: Waal 912, Neder-Rijn: 918, kanaal 67km
- Ontvangt kwel van de Waal bij een afvoer vanaf 1500m³/s, dit is bovengemiddeld veel dagen namelijk >250dagen (zonder de tijd mee te rekenen die het kost om de afstand tot het zwarte paard te overbruggen). Ontvangt ook (bijna) continue kwel van de Neder-Rijn, want het waterpeil in de rivier staat altijd hoger. klimaateffectenatlas geeft aan dat er weinig maar wel kwel aanwezig is.
- Rkm 918
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 100 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 50.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



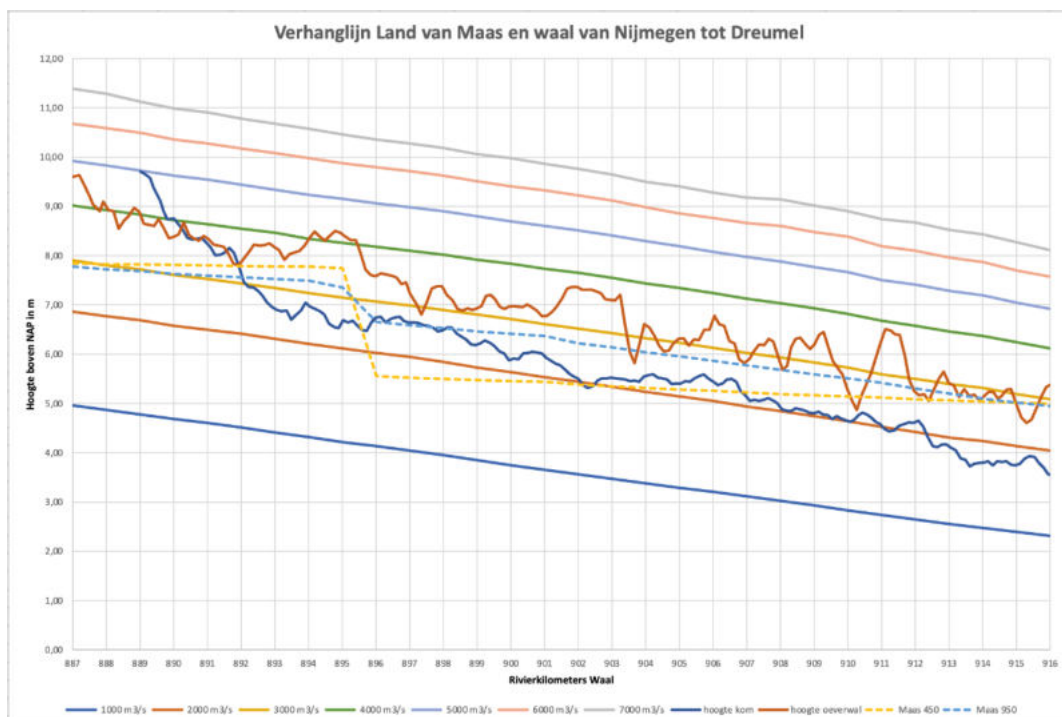
Figuur 52.

6. Land van Maas en Waal

In dit traject gaat het om het hele land van Maas en Waal vanaf de lijn Nijmegen-Grave tot aan Dreumel. Het is een groot gebied met aan weerszijde oeverwallen nabij de rivieren en in het centrale deel komgebieden. De kom is net als in de Betuwe niet aaneengesloten, maar bestaat uit enkele losse gebieden. Dichter bij de Maas wordt de situatie anders, hier worden de laagtes vooral gevormd die historische riviermeanders, die na de bedijking binnendijks zijn komen te liggen. In figuur 53 is voor dit traject het verloop van de waterstand van de Waal weergegeven bij verschillende afvoeren (zie tabel 1 voor de frequentie). Jaarlijks komt een afvoer van 5.000 m³/s wel voor, de nog hogere afvoeren slaan vaak een of meerdere jaren over. Voor het jaarlijks vasthouden van kwelwater is de hoogte die hoort bij een afvoer van 5.000 m³/s daarom een goede maatstaf.

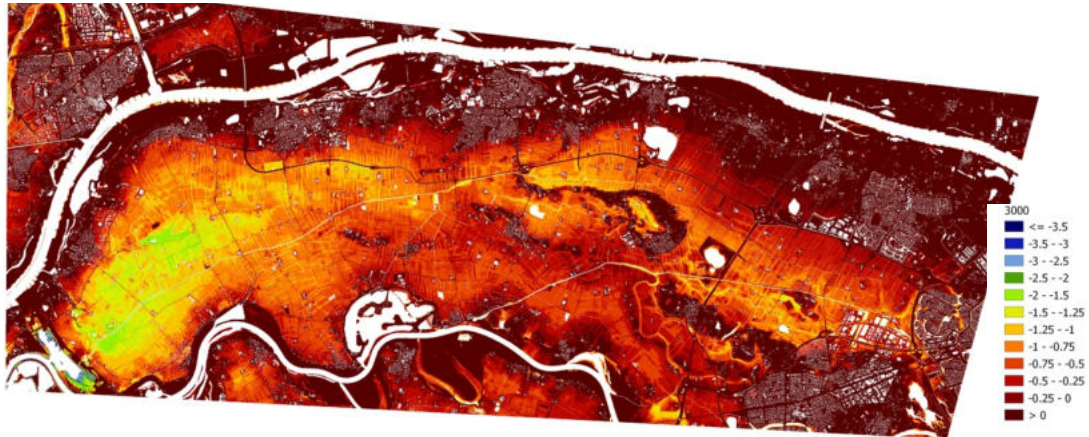
In figuur 53 zijn ook de waterstanden in de Maas weergegeven bij 450 en 950 m³/s. Dit zijn de afvoeren die wat de frequentie betreft overeenkomen met een Bovenrafvoer van 3000 en 5000 m³/s. In bijna het hele traject zijn die veel lager dan in de Waal en bij hogere afvoeren zal kwel vanuit de Maas daarom veel minder snel op gang komen dan vanuit de Waal. Alleen net bovenstrooms van de stuw van Grave tussen RKM 892 en 895 is de afvoerlijn in de Maas bij 450 m³/s wat hoger dan die van de Waal bij 3.000 m³/s. Omdat dit peil in de Maas het hele jaar door hoog blijft zal er in de omgeving van de Maas ook minder wegzijging zijn bij lage afvoeren. De waterstanden zijn er bij afvoeren < 450 m³/s nauwelijks lager dan hier afgebeeld. Terwijl ze in de Waal dan nog 2 m of meer kunnen uitzakken bij afvoeren onder de 3.000 m³/s. Bij hogere afvoeren neemt de kwel langs de Maas vrijwel niet toe. Alleen helemaal benedenstrooms is te verwachten dat er bij een afvoer van 950 m³/s en hoger enige kwel op zal gaan treden omdat het binnendijkse land hier relatief laag ligt.

In figuur 53 is ook een lengteprofiel centraal door het binnendijkse komgebied weergegeven van het Land van Maas en Waal en de hoogte van de oeverwal op de zuidoever van de Waal. De oeverwal van de Maas is niet afgebeeld, maar heeft een vergelijkbare hoogte als die van de Waal. Wat opvalt is dat de hoogte van het maaiveld, vooral van de kommen, sneller afneemt dan die van de verhanglijnen. Dit betekent dat in westen van het gebied kwel al bij lagere afvoeren zal optreden dan in het oosten.

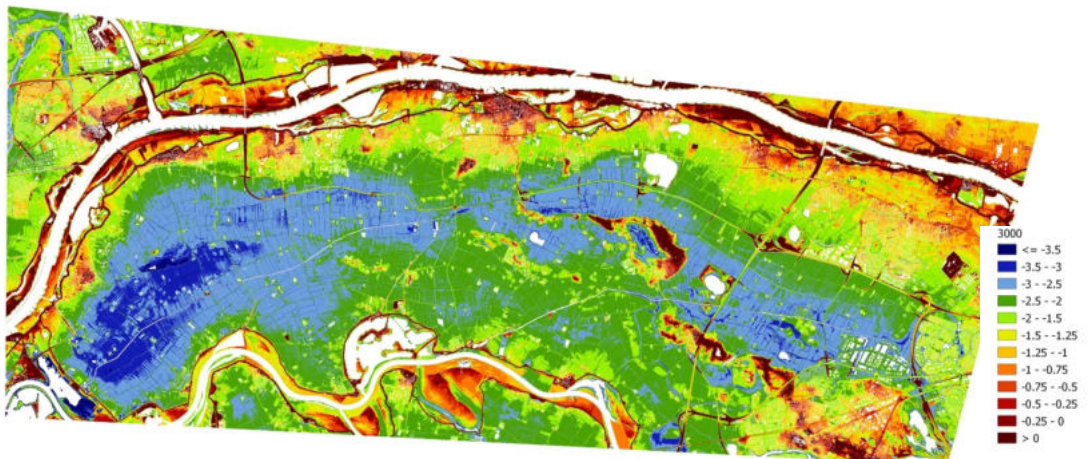


Figuur 53. Lengteprofiel door het Land van Maas en waal afgezet tegen de verhanglijnen van de waterstand in de Waal bij verschillende afvoeren en Maas (alleen bij 450 en 950 m³/s). Links is oost, rechts is west. De kronkellijnen zijn de hoogte van het maaiveld op de oeverwal van de Waal en in de centrale kom. De rivierkilometers zijn omgezet naar die van de Waal

In figuur 54 en 55 is voor heel het Land van Maas en Waal bij 3000 en 5000 m³/s aangegeven hoe hoog de rivierstand zich boven het maaiveld bevindt. Bij 3000 m³/s is er vooral naar het westen toe steeds meer potentie voor kwel. Bij 5000 m³/s worden deze gebieden nog duidelijker zichtbaar.

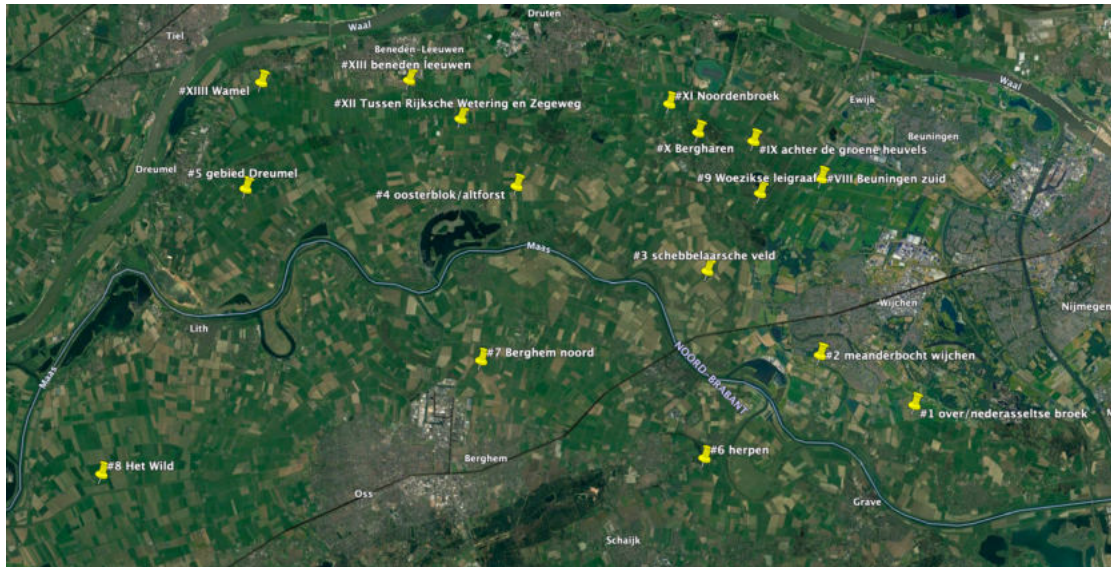


Figuur 54. Kaart van het Land van Maas en Waal met daarin aangegeven het hoogteverschil tussen de waterstand in de rivier bij 3.000 m³/s en de maaiveldhoogte.



Figuur 55. Als figuur 54, maar dan voor een afvoer van 5.000 m³/s.

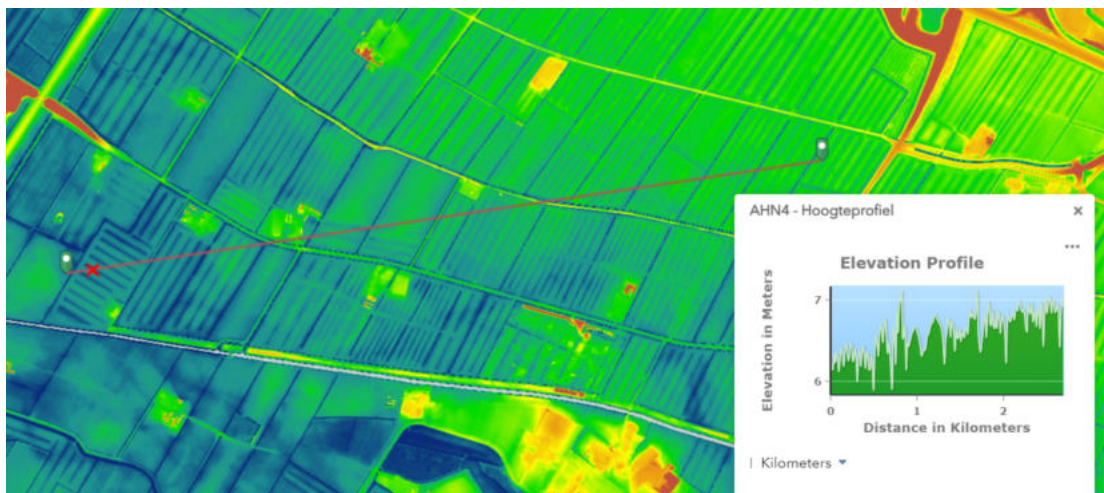
Geschiede locaties in het Land van Maas en Waal tussen de Waal en de Maas



Figuur 56. Potentiële locaties in dit traject (er zijn ook enkele locaties aan de zuidkant van de Maas onderzocht).

#VIII Beuningen - zuid (Ewijkse Velden) (zie figuur 57)

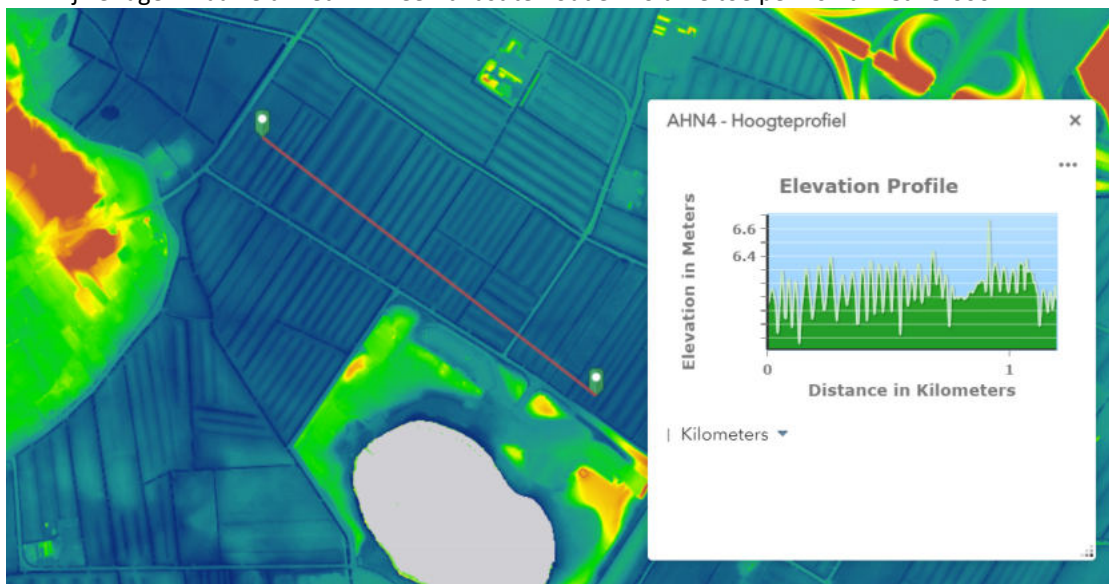
- Beschrijving: het agrarische gebied ten zuiden van Beuningen is een nat gebied waarbij veel sloten afwateren op de oude wetering in de kom. De woningen in het gebied staan op lage terpen.
- Afstand tot de waal: 3.5 km
- Hoogte locatie: ~6.5m+NAP
- Aantal dagen kwel: Vanaf een afvoer van meer 2000 m³/s, ongeveer 165 dagen per jaar, is in het laagste deel de waterstand hoger dan het gebied zelf en is er in potentie kwel mogelijk.
- Meerdere percelen zijn geschikt om afgegraven te worden en water langer vast te houden. Peilverhoging en de zuidelijkste delen van het gebied meer dagen per jaar nat laten zijn, is ook een optie. Daarbij kan ook het terrein aan beide zijden van de wetering worden verlaagd, of het peil in de wetering kan worden opgezet waardoor het water langer kan worden vasthouden, gevoed door het water in de wetering.
- Rkm: 893
- Type 2 gebied in de sloten, type 3 nabij de wetering
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 25.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 57.

#IX Het Broek (achter de Groene heuvels) (zie figuur 58)

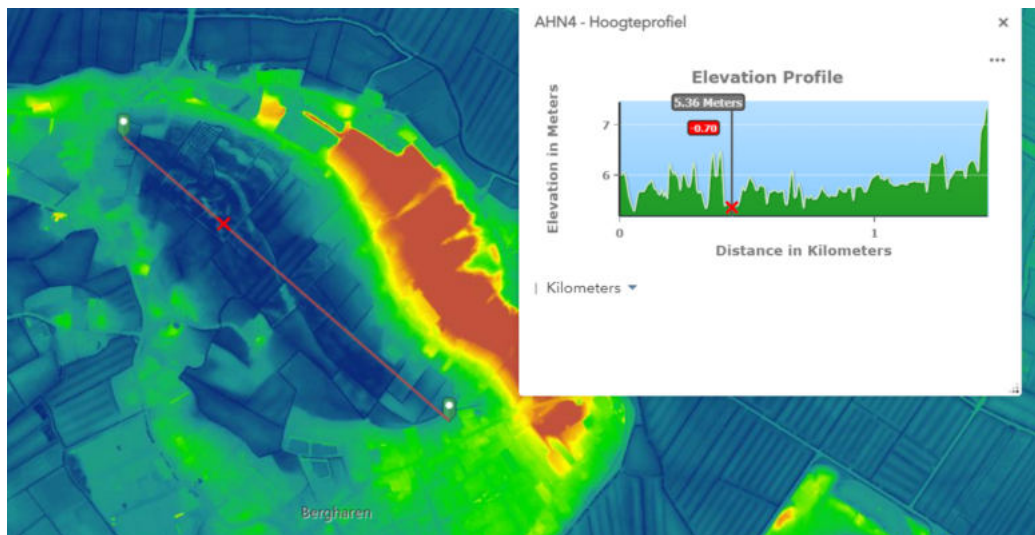
- Beschrijving: Gebied zonder bebouwing en veel sloten om het water af te voeren, in de kom van het gebied. Locatie watert af op de Oude wetering en Broekse leigraaf.
- Afstand tot de rivier: 3.5km
- Hoogte locatie: 6.3m+NAP
- Kwel: gebied ontvang kwel van de Waal bij een afvoer van $>1500\text{m}^3/\text{s}$, wat ca 250 dagen per jaar is.
- Als voor water opzetten wordt gekozen zal al snel een groot gebied beïnvloed worden. Een deel afgraven is ook mogelijkheid om daarin water langer vast te houden en het creëren van een broekbos. Peilverhoging in alleen een deel van de sloten kan wellicht ook.
- Rkm: 895
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 130 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 65.000 m^3 bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m^3 .



Figuur 58.

#X Bergharen (zie figuur 59)

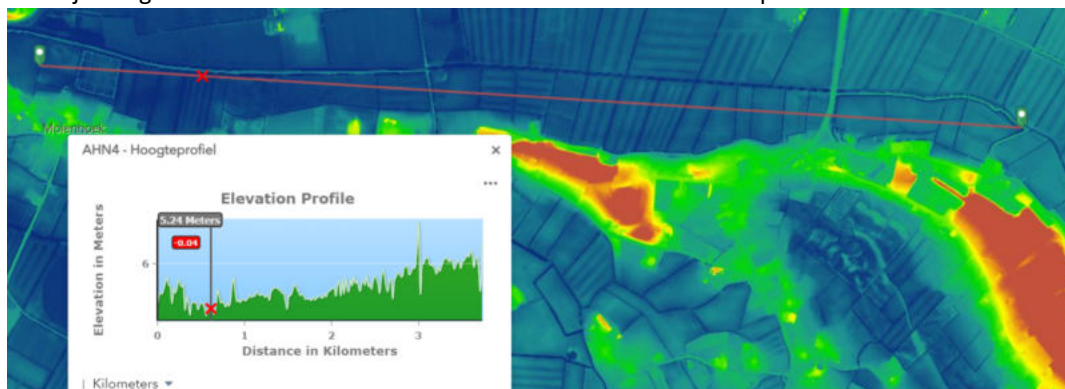
- Beschrijving: Ten zuidwesten van het rivierduin van Bergharen ligt een bijzondere laagte die al deels natuurgebied is (de Elzent). Bebouwing ligt grotendeels op de hogere delen van het rivierduin, waardoor water vasthouden in de lagere delen een optie is.
- Afstand tot de Waal: 4 km
- Hoogte land: $\sim 5.5\text{m}+\text{NAP}$
- Kwel: Het gebied ligt lager dan rivierstand die bij een afvoer van $1500\text{m}^3/\text{s}$ hoort. Er is daarom een bovengemiddeld aantal dagen per jaar kwel mogelijk (>250 dagen).
- Water langer vasthouden kan door de doorlaat richting het Hooge Veld (ZW van de kom) hoger te leggen, zodat het hele gebied als buffer gaat fungeren.
- Rkm: 899
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in laagste deel van het gebied (ca 20 ha): 50.000 m^3 bij 25 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld, met 1 m, is ca is 75.000 m^3 extra vasthouden mogelijk per 10 ha.



Figuur 59.

#XI Noordenbroek (zie figuur 60)

- Beschrijving: Aan de noordkant van de rivierduin van Bergharen ligt een agrarisch gebied met weinig tot geen bebouwing, over een lengte van bijna 4 km. Dit gehele stuk watert af op de oude wetering. Zowel het gebied ten zuiden als ten noorden van de wetering kan vernat worden.
- Afstand tot de Waal: 3.5 km
- Hoogte: ~5.5m+NAP
- Kwel op een bovengemiddeld aantal dagen per jaar (>200 dagen) bij een rivierafvoer van 1500m³/s en hoger.
- Een groot gebied en vanwege de vlakke ligging hebben ingrepen invloed tot op grote afstand en zullen daarom al snel gepaard gaan met veranderingen in landgebruik. Sloten kunnen afgedamd worden, waardoor het water in de sloot zelf, of bij verder ophogen tot op het maaiveld blijft staan. Ook is het mogelijk terreinen te verlagen en in te richten als buffergebied.
- Rkm: 900
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 25.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.

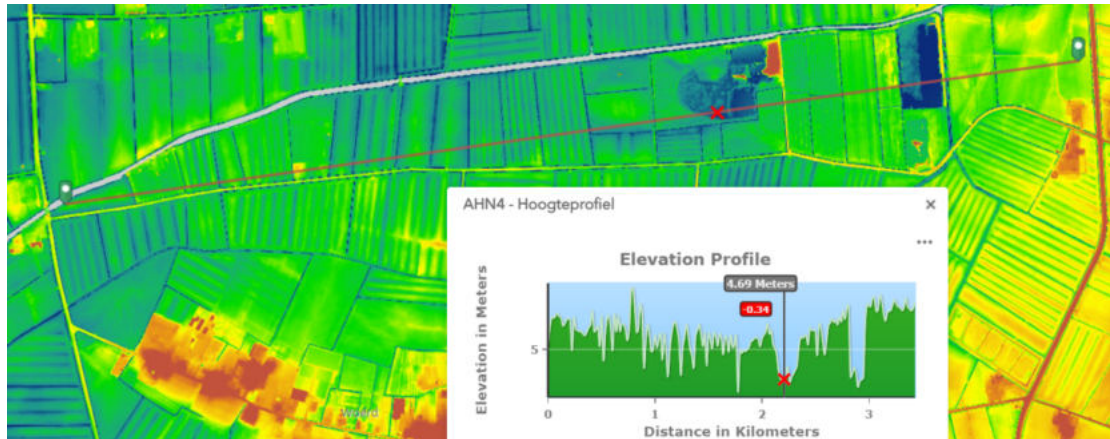


Figuur 60.

#XII Tussen Rijksche Wetering en Zegeweg (zie figuur 61)

- Beschrijving: Langs de wetering liggen meerdere agrarische gebieden, zoals het stuk tussen de Rijksche Wetering en de Zegeweg. Weinig bebouwing
- Afstand tot de waal: 5km
- Hoogte land: ~5.2 m+NAP
- Kwel: Rivierkwel kan optreden vanaf een rivier afvoer van net boven 2000m³/s. Dat is ca 150 dagen per jaar

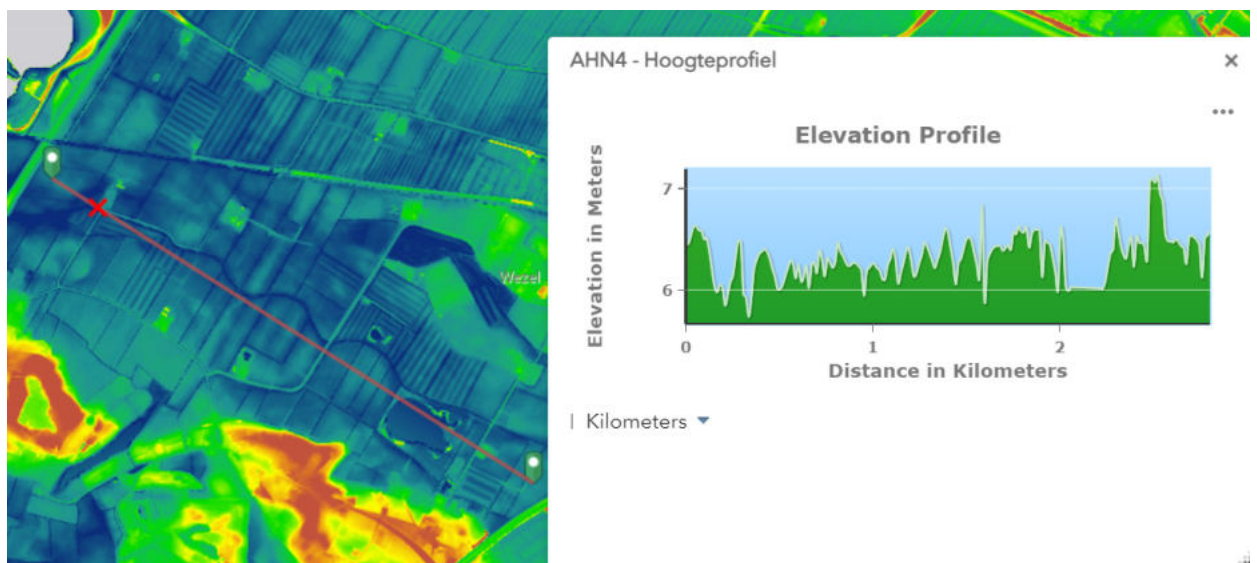
- Sloten en percelen zijn vrij makkelijk te ontkoppelen aan de wetering. Gebied kan (licht) afgegraven worden om water langer vast te houden.
- Rkm: 906
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 100 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 50.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 61.

#9 Woezikse Leigaaf (Maas en Waal) (zie figuur 62)

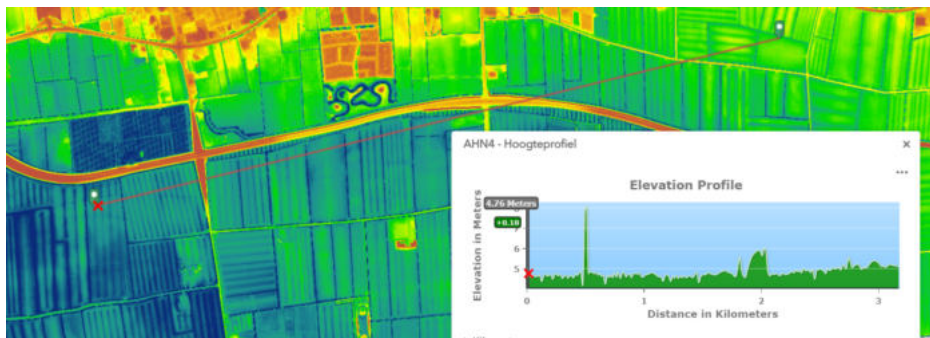
- Tussen Woezik en Bergharen loopt de Woezikse leigraaf; een afwatering richting het westen. Hierlangs zijn verschillende plekken voor laagdynamische moerassen mogelijk. Gebied wordt zowel door de waterstand in de Waal als in de Maas beïnvloed.
- Afstand tot rivier Maas: 4km, rivierkm 180, afstand tot rivier Waal: 6 km, rivierkm 895
- Hoogte gebied 6-6.5m
- Vanaf de Maas alleen kwel vanaf 750 m³/s (25 d per jaar), vanaf de Waal al eerder, vanaf ca 2000 m³/s (200 d per jaar).
- Het gebied kan water vasthouden door in sommige agrarische gebieden het waterpeil te verhogen, afgraven van percelen (langs de Woezikse leigraaf) kan ook.
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 70 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in sloten binnen gebied: 35.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld met 1 m neemt vast te houden volume toe per 10 ha met 75.000 m³.



Figuur 62.

#XIII Beneden-Leeuwen (zie figuur 63)

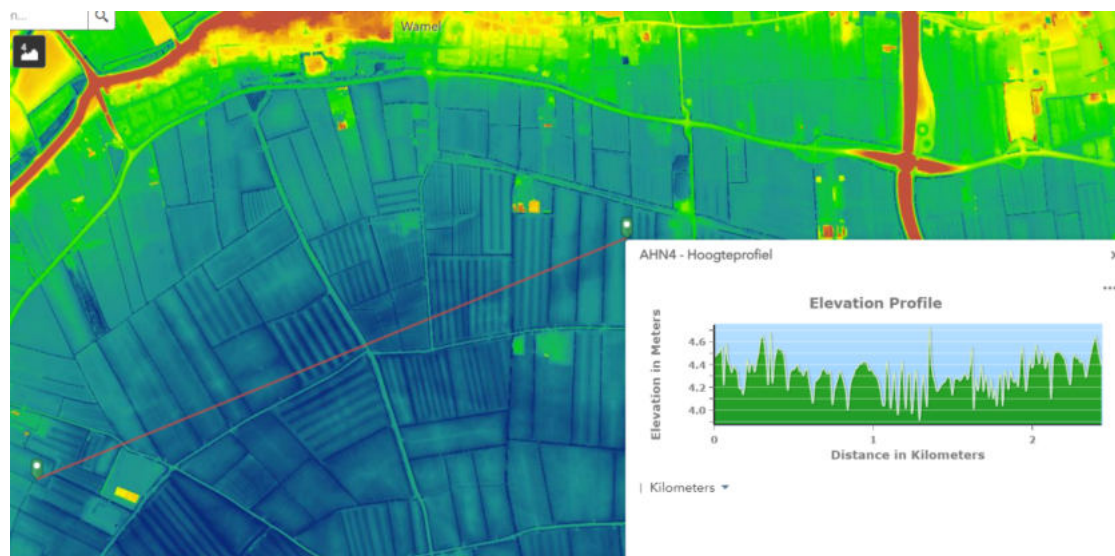
- Beschrijving: agrarisch gebied zuid van Beneden-Leeuwen met weinig woningen of boomteelt
- Afstand tot de rivier: 2.5-3km
- Hoogte gebied: van 5.2 in het oosten naar 4.8 in het westen
- Rkm: 907-911
- Kwel: Rivierkwel kan optreden vanaf een rivier afvoer van net boven 2000m³/s. Dat is ca 150 dagen per jaar
- Het is een groot gebied waar meerdere percelen geschikt zouden kunnen zijn om af te graven/peil te verhogen om zo water langer vast te houden. In het figuur hieronder is het hele gebied opgedeeld, omdat er weinig verschillen zijn tussen de percelen qua hoogte en afstand tot de rivier
- Type 2 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 150 ha (kleiner oppervlak mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



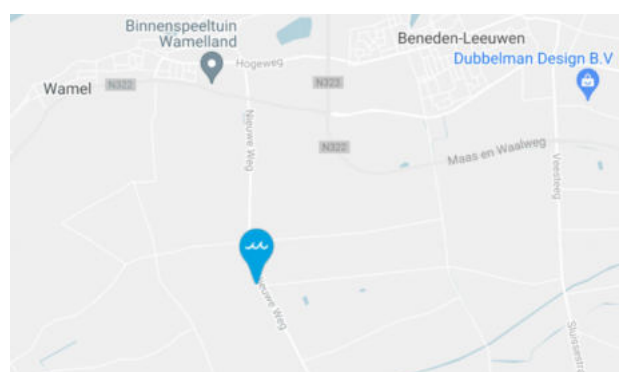
Figuur 63.

#XIII Wamel (zie figuur 64)

- Beschrijving: net als bij beneden-leeuwen is dit een relatief laag gebied en vrijwel onbebouwd. met sloten afwaterend naar de wetering in het zuiden via de Roefwetering en de Grote wetering.
- Afstand tot de rivier: 2km
- Hoogte locatie: ~4.3m+NAP
- Rkm: 914-916
- Kwel vindt hier direct achter de oeverwal plaats, het is een gebiedstype 2, waar ook water heen wordt gevoerd dat achter de dijk op kwelt tijdens hoogwater. Rivierkwel kan optreden vanaf een rivier afvoer van net boven 2000m³/s. Dat is ca 150 dagen per jaar
- De sloten direct achter de oeverwal zouden water langer vast kunnen houden, en afgraven van land zou tot wateropvang kunnen fungeren.
- Type 2 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 140 ha (kleiner oppervlak mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



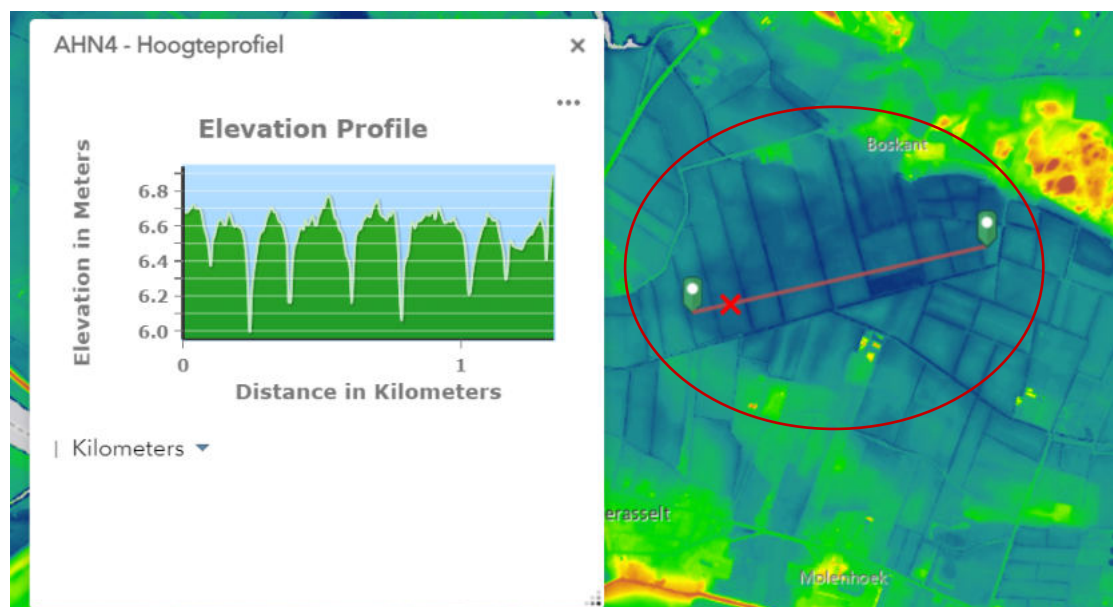
Figuur 64.



Figuur 65. Grondwaterverloop in meetpunt nabij Wamel. De pieken treden vooral op tijdens hoogwater op de Waal.

#1 Over/Nederasseltse Broek & Lunense Broek (zie figuur 66)

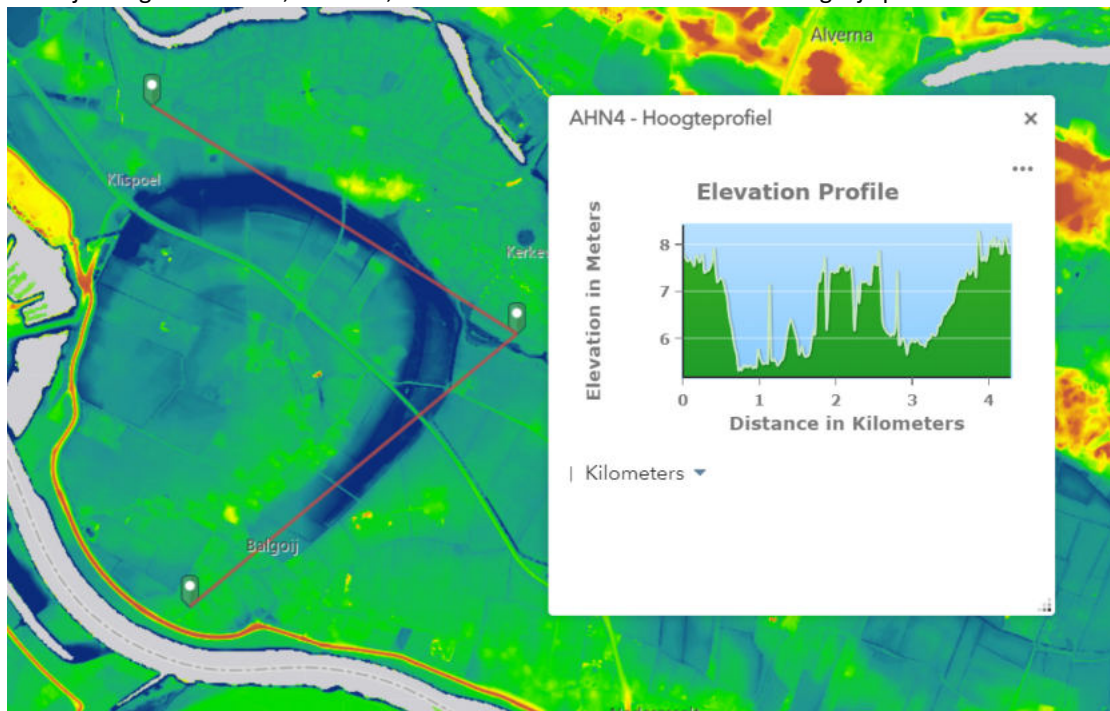
- Laaggelegen gebied tussen de dijk en een voormalig rivierduin. Weinig bebouwing.
- Gebied ligt in stuk dat vooral gevoed wordt door opgestuwd rivierwater vanuit de Maas. Het peil zakt daar niet verder uit dan 7,8 m +NAP.
- Afstand tot de Maas is 2.5km, Tot de Waal >10.
- Hoogte van het land: 6.2-6.7
- rivierkm: 174-176 (Maas)
- Afstand tot de Maas is 2.5km,
- Ten opzichte van de rivier krijgt het continu kwel van de waterstand voor de sluis, en vanaf ca 300 m³/s ook van na de sluis. Volgens klimaateffectenatlas continue kwel.
- Manier van water opvang kan alleen met landafgraving. Doordat de sloten veelal met elkaar verbonden zijn is het lastig 1 stuw hoger te zetten zonder dat andere weilanden daar last van hebben.
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 100 ha (kleiner oppervlak mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



Figuur 66.

#2 Meanderbocht Wijchen/Balgoyse wetering (zie figuur 67)

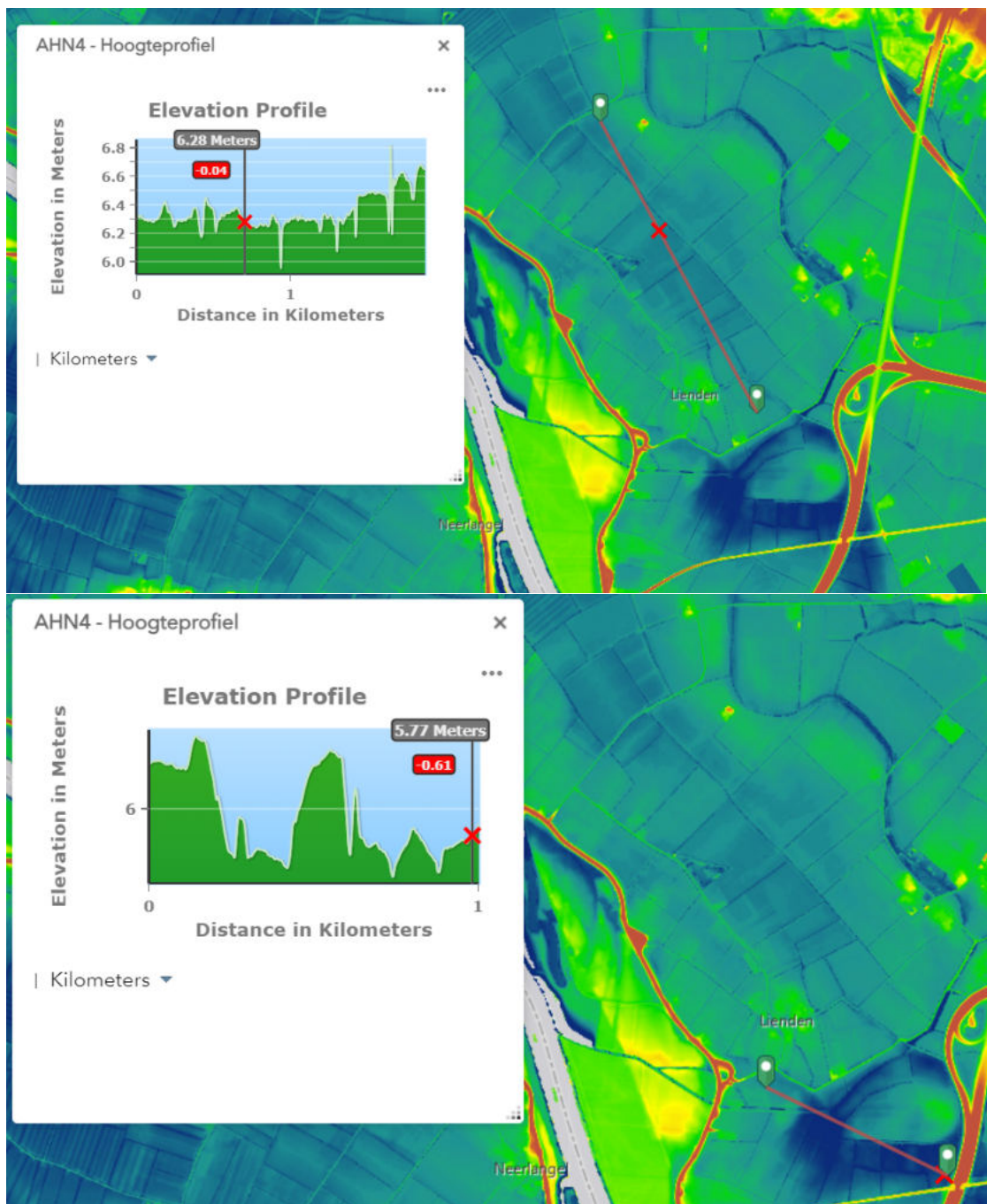
- Beschrijving. Is nu al deels natuurbos, met landbouw aan de ZW kant, land licht al lager doordat hier een oude meanderbocht was. Er loopt nu een wetering doorheen.
- Afstand tot de Maas is 2km.
- Hoogte van het land: 5.2-6.0
- rivierkm: 177-179,
- Ontvangt alleen kwel als waterstand boven de 450 m³/s stijgt (ca 75 dagen per jaar). Volgens klimaateffectenatlas continue beetje kwel
- In dit gebied is peilverhoging een mogelijkheid, (bv naar 6.4m), die op het eerste oog weinig overlast veroorzaakt op de omgeving als het water hier langer vastgehouden wordt (wijk bij Wijchen ligt hoger).
- Type 1 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 30 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Vast te houden volume in laagste deel van het gebied (ca 10 ha): 50.000 m³ bij 50 cm opzet
- Bij verlagen maaiveld, met 1 m, is ca is 75.000 m³ extra vasthouden mogelijk per 10 ha.



Figuur 67.

#3 Schebbelaarsche veld boven Lienden (zie figuur 68)

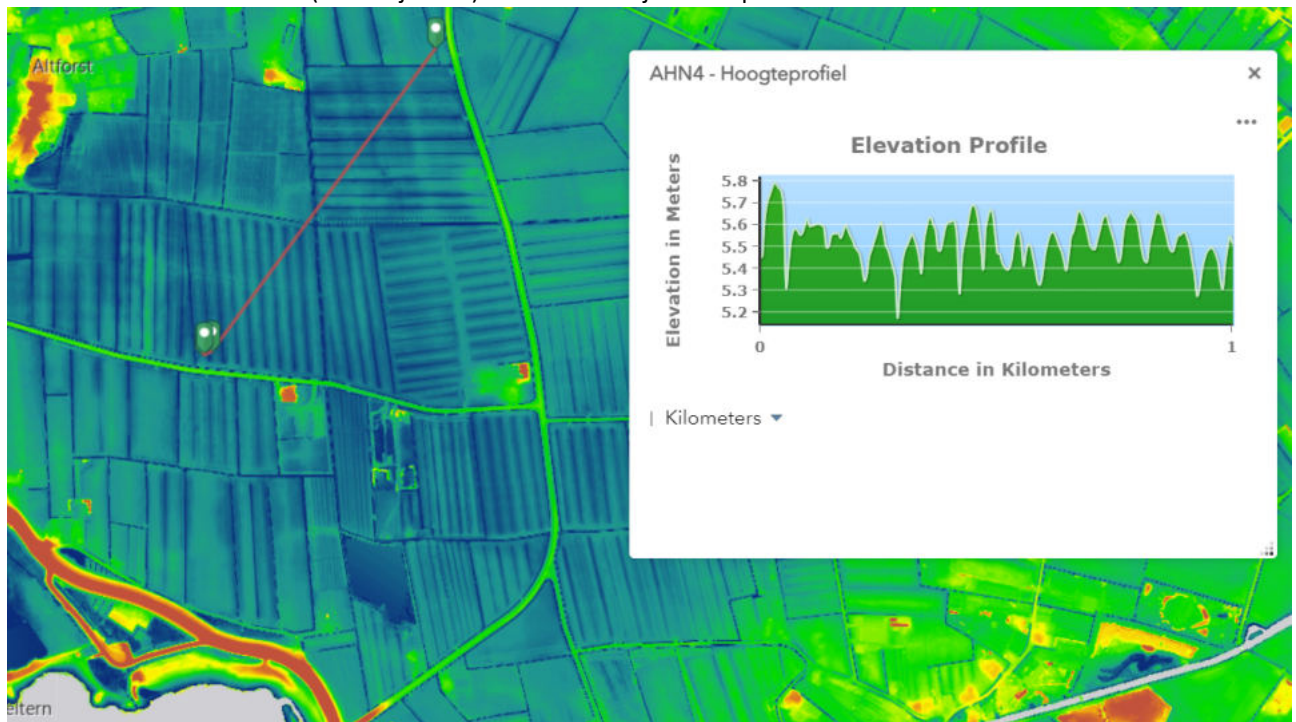
- Beschrijving. Twee laaggelegen gebieden aan weerszijden van Lienden. Dit gebied is nu landbouw, met afwatering via één watergang naar het westen.
- Afstand tot de Maas 1,5 km.
- Hoogte van 5.5-5.7 (zuid), 6.2-6.4m NAP (noord)
- Ontvangt kwel bij rivierhoogwater van 750 m³/s (25 dagen per jaar) in zuid tot 1350 m³/s (5 dagen per jaar) in noord. Volgens klimaateffectenatlas heeft het gebied lichte wegzijging, en is het gebied nat met hoogwater Rndom dit stuk grond liggen meerdere agrarische boerderijen.
- Rivierkm 183 en 184 (Maas)
- Waterstand verhogen heeft effect op hele gebied, gebiedsafgraving is interessant voor extra wateropvang/aanleg laagdynamisch moeras. Het zuidelijke gebied ligt lager en zou geheel vernat kunnen worden, mits het landgebruik verandert
- Type 1 (zuid) en 2 (noord).
- Maximale oppervlakte ca 100 ha (kleiner oppervlak mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



Figuur 68.

#4 Altforst (zie figuur 69)

- Groot gebied met dicht netwerk van sloten wat wijst op natte situatie. In de omgeving wegen, bebouwing, boomgaard wat gevoelig is voor peilstijging.
- Hoogte van het land 5.3-5.7
- Rivierkm 189-190
- Ongeveer 2km van de Maas
- Ontvangt kwel op 5.2m NAP vanaf 750 m³/s en op 5.6 vanaf 1250 m³/s. Volgens klimaateffectenatlas lichte wegzijging
- Grondwaterpeilstijging niet wenselijk, wel als het land wordt afgegraven tot de sloothoogte (is ongeveer 40cm).
- Type 3 gebied.
- Maximale oppervlakte ca 100 ha (kleiner oppervlak mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.

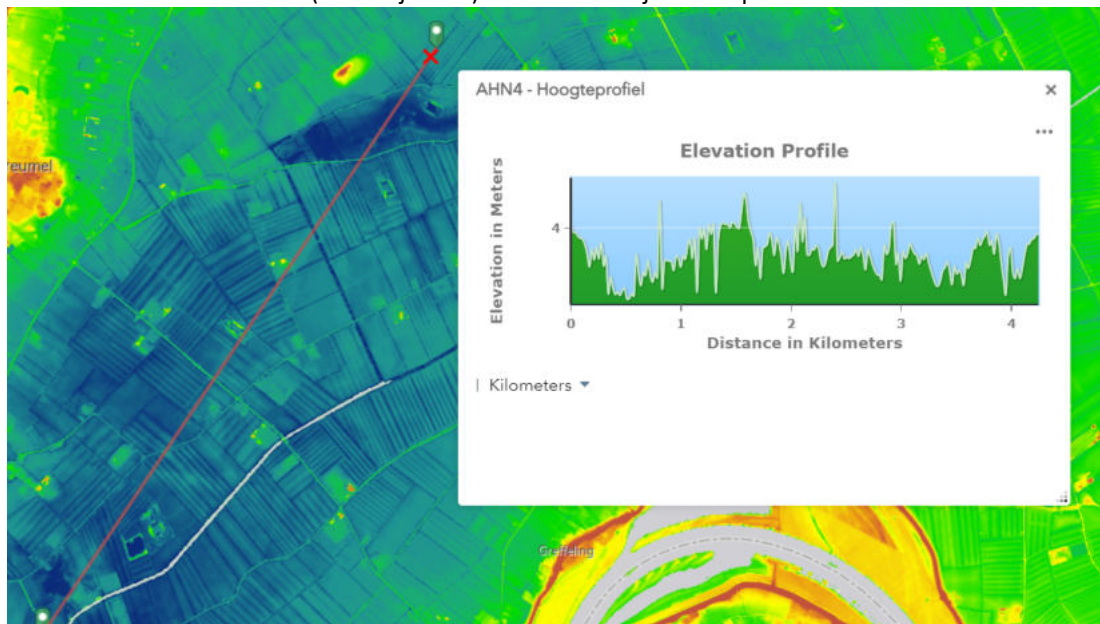


Figuur 69.

#5 gebied Dreumel (Maas en Waal) (zie figuur 70)

- Uitgestrekt gebied met dicht netwerk van sloten wat wijst op natte situatie. Er zijn grote stukken landbouw met weinig bewoning.
- Afstand tot de Maas vanaf de zuidkant: 2km, tot de Waal vanaf de noordkant: 3 km
- Hoogte gebied: laagten (natuur, diepte sloten) ongeveer 3.2m, landbouwgrond ongeveer 3.7m
- Kwel vanaf Waal vanaf ca 1.750 m³/s, wat ca 200 dagen per jaar voorkomt. Vanuit de Maas zorgt het peil boven de stuw Lith (+5.2m) voor permanente kwel. Na deze stuw ligt het peil rond 1,0 m+NAP en treedt pas kwel op vanaf een afvoer van 1200 m³/s. Volgens klimaateffectenatlas geen kwel of wegzijging, wat verassend is, want het gebied krijgt eerder dan de gemiddelde waterstand van de Waal kwel, en het gedeelte voor de stuw in de Maas ligt ook in een gebied wat kwel mogelijk maakt. Wellicht dat dit wordt gecompenseerd met wegzijging naar de Maas achter de stuw. Dit heeft extra onderzoek nodig.
- Rivierkm 199-202 (Maas), 916-920 (waal)
- In het gebied zelf is alleen afgraven een optie, aangezien het waternetwerk in dit gebied geheel met elkaar verbonden is. Er loopt een grote weterring door het gebied, deze zou aan weerszijden verbreed kunnen worden. Natuurgebied bij Boven Merenweg is ook geschikt om uit te breiden.
- Type 3 gebied
- Totale oppervlakte ca 400 ha (waarbinnen kleiner gebied geselecteerd kan worden)

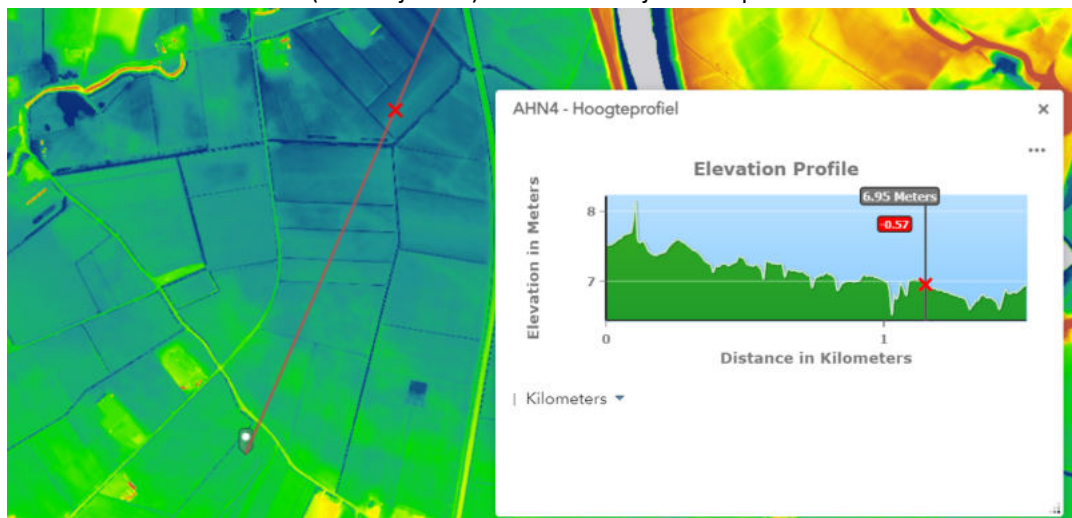
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



Figuur 70.

#6 Herpen (zie figuur 71)

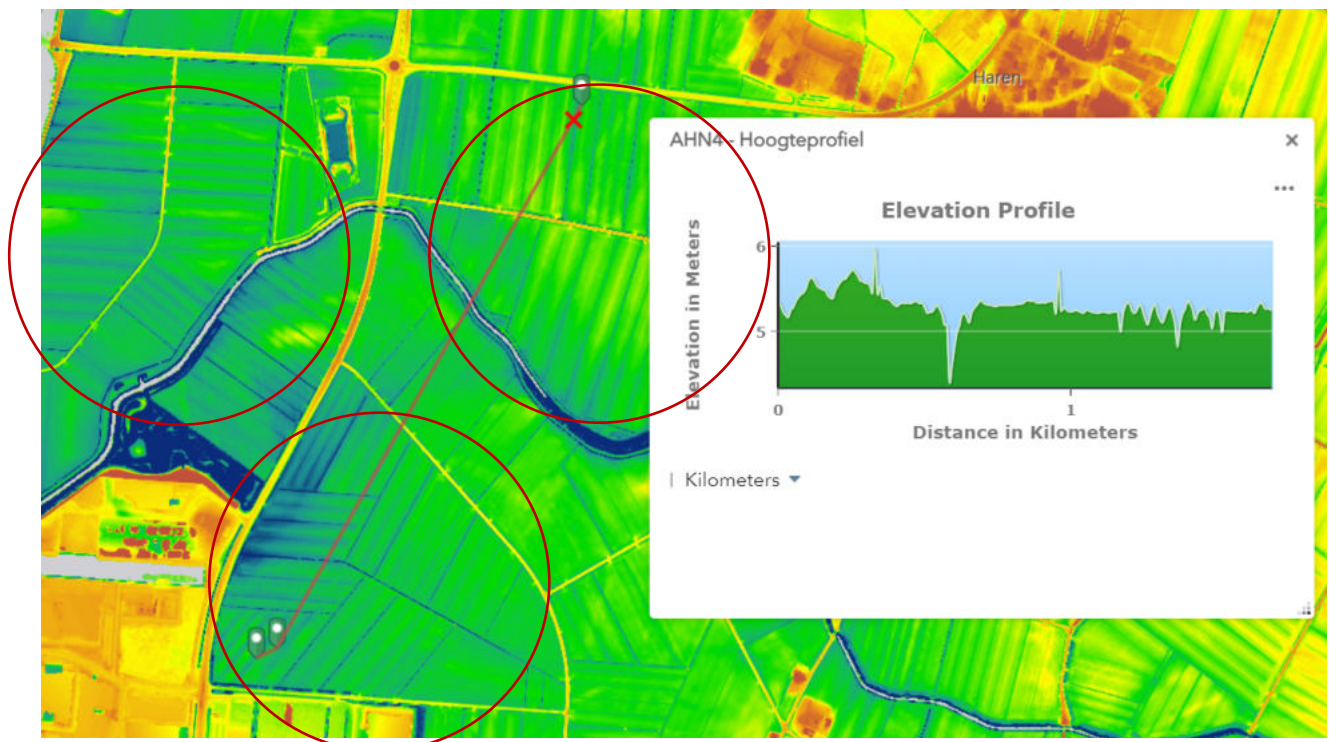
- Bij Herpen zijn twee gebiedjes onderzocht, een deel noord (bij putwielen) en zuid (bij De Scheenen). Noord ligt 2km van de Maas, zuid ongeveer 3.5 km
- Laagste delen naast de putwielen zijn ong. 6.7m.
- Rivierkm 180-181, kwel pas vanaf 1350 m³/s.
- Kwel opvangen is lastig, gebied krijgt zelden kwel. Eventueel waterplas Putwielen uitgraven
- Landhoogte bij De Scheenen ongeveer 6.8m NAP aan de noordkant van dit gebied. Weinig bebouwing. Weinig tot geen kwel, pas vanaf rivierafvoer 1350 m³/s. Gebied alleen geschikt voor afgraven of verbreden waterlopen. Er komt afwatering van verderop ZW, dus verhogen stuw zal op een (te) groot gebied invloed hebben.
- Type 2 gebied
- Maximale oppervlakte ca 50 ha (kleiner gebied mogelijk)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.



Figuur 71.

#7 Berghem (zie figuur 72)

- Landbouwgebied met nagenoeg geen bebouwing. Uitgebreid afwateringssysteem
- 5 km van Maas af
- Hoogte gebied op ~5.2m nap, Grondwaterpeil om ~5m
- Kwel vanaf een rivierafvoer van 500 m³/s (ca 50 d per jaar).
- Hertogswetering loopt door het gebied heen, water hierin vasthouden heeft effect tot ver stroomopwaarts. Ingrepen zullen daarom buiten de wetering gezocht moeten worden in de sloten die afvoeren naar de wetering, of door terreinen te verlagen en als buffergebied in te richten. Vooral gedeelte van Winkel Geer, Harensche Broek is interessant voor afgraven voor vormen laagdynamisch terras.
- Rivierkm: 188-192
- Type 2 en 3 gebied
- Totale oppervlakte ca 200 ha (waarbinnen kleiner gebied geselecteerd kan worden)
- Verlagen maaiveld: 1 m
- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet.

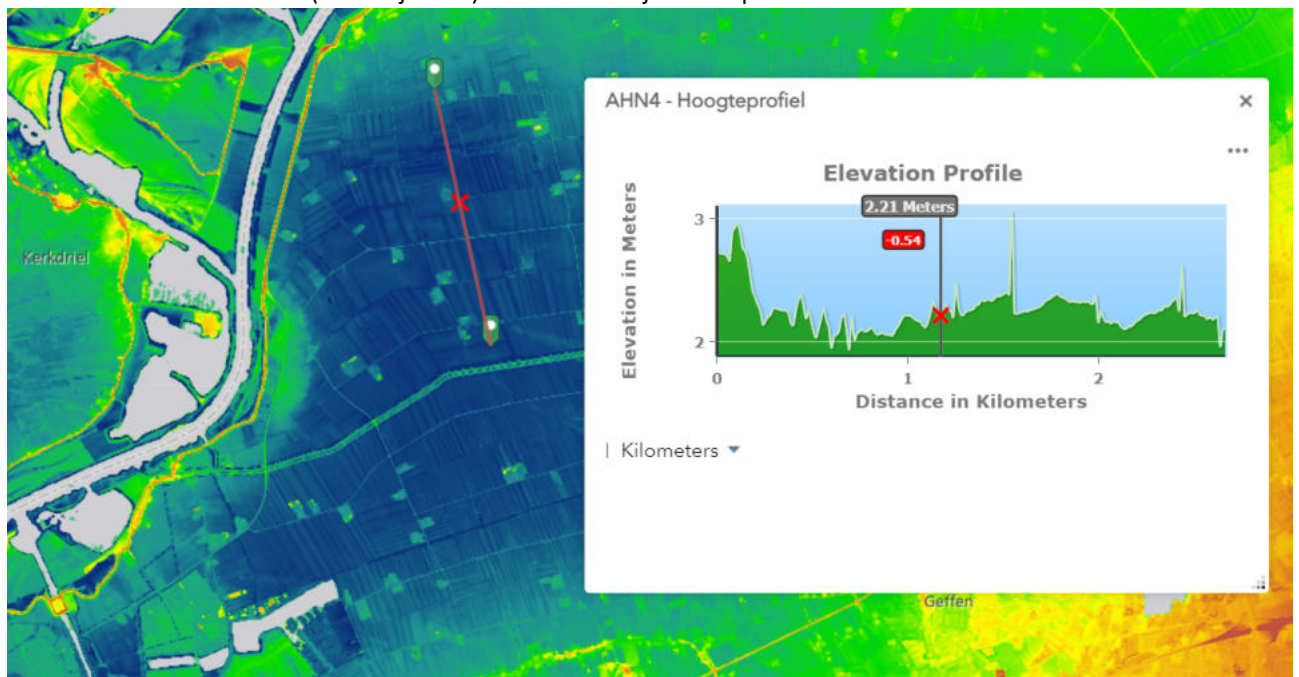


Figuur 72.

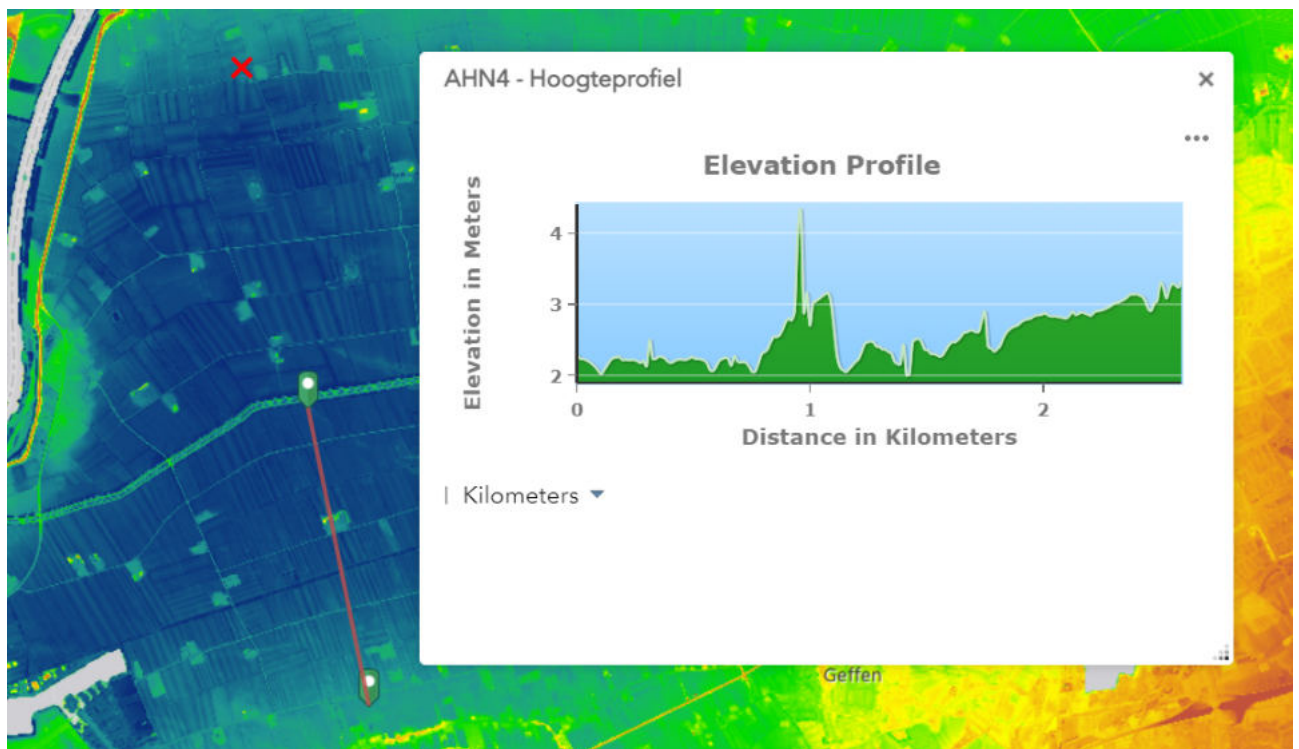
#8 Het wild (zie figuur 73 en 74)

- Uitgestrekt agrarisch gebied langs hertogswetering. Aan zuidkant meer afwateringsslootjes dan aan de noordkant. In beide is er weinig bebouwing.
- Gebied ligt ongeveer 1 a 2km van rivier
- Hoogte land: 2-2.4m; Hertogswetering ligt op 2.2m, hoger dan het waterpeil in de sloten in het land.
- Rivierkwel vanaf ca 750 m³/s. (ca 25 d per jaar). Klimateffectenatlas benoemt hier wegzijging.
- Hertogswetering loopt ten zuiden van het gebied het gebied heen, water hierin vasthouden heeft effect tot ver stroomopwaarts. Ingrepen zullen daarom buiten de wetering gezocht moeten worden in de sloten die afvoeren naar de wetering, of door terreinen te verlagen en als buffergebied in te richten.
- Rivierkm 212
- Type 2 en 3 gebied.
- Totale oppervlakte ca 600 ha (waarbinnen kleiner gebied geselecteerd kan worden)
- Verlagen maaiveld: 1 m

- Grondverzet (bij areaal van 20 ha): 200.000 m³ (klei)
- Vast te houden volume (idem bij 20 ha): 100.000 m³ bij 50 cm opzet



Figuur 73.



Figuur 74.