

Balanceren tussen droogte en wateroverlast

Onderzoek naar een robuust watersysteem

Tom Lichtenberg, Lily Siepel & Elin Thomassen

Van Hall Larenstein

Velp, 10 juni 2020

Inhoudsopgave

Bijlagenrapport.....	1
Bijlage 0 Reflectie	1
Bijlage 1 Definitiebeschrijving droogte	2
Bijlage 2 Definitie beschrijving 'Robuust watersysteem'	3
Bijlage 3 Beleid	5
Bijlage 4 Algemene beschrijving beheergebied waterschap Vechtstromen.....	7
4.1 Watersysteem Vechtstromen.....	7
4.2 Beheer & onderhoud	9
Bijlage 5 PESTOC-analyse	11
Bijlage 6 Gebiedsinventarisatie pilot-gebied noord	13
Bodem & geomorfologie	13
Watersysteem	16
Functie- en landgebruik.....	18
Beheer & onderhoud.....	20
Bijlage 7 Gebiedsinventarisatie pilot-gebied zuid	22
Bodem en geomorfologie.....	23
Watersysteem	27
Functie- en landgebruik.....	31
Beheer & onderhoud.....	33
Bijlage 8 Bodemprofielen	34
Bijlage 9 Beschrijving knelpunten pilot-gebied noord	37
Bijlage 10 Beschrijving knelpunten pilot-gebied zuid	39
Bijlage 11 Interviews en aantekeningen gesprekken	41
Bijlage 11.1 Interview Agrariër (pilot-gebied zuid), 04-03-2020	41
Bijlage 11.2 Interview Frank Sloots (gebiedsbeheerder pilot-gebied noord), 16-03-2020.....	42
Bijlage 11.3 Interview Sib Reinalda (beheer en onderhoud).....	43
Bijlage 11.4 Aantekeningen veldbezoek pilot-gebied zuid.....	44
Bijlage 11.5 Het Drentse Landschap – Uko Vegter; Hoofd sector Natuur en Landschap.....	45
Bijlage 12 Weergegevens per maand 2014.....	48
Bijlage 13 Weergegevens per maand 2018.....	49
Bijlage 14 Weergegevens per maand 2050.....	50
Bijlage 15 Kerncijfers KNMI'14 scenario's	51
Bijlage 16 Berekening specifieke afvoergegevens pilot-gebied noord	52
Bijlage 17 Afvoer Deelstroomgebied Katshaar.....	55

Bijlage 18 Berekening wateraanvoer pilot-gebied noord	56
Bijlage 19 Rekenvoorbeeld waterbalans	57
Bijlage 20 Berekening maatgevende afvoer pilot-gebied zuid	59
Bijlage 21 Controleermethode maatgevende afvoer	61
Bijlage 22 Waterbalansen pilot-gebied noord	64
Bijlage 23 Waterbalansen pilot-gebied zuid	67
Bijlage 24 Beschrijving hydrologische droogte	70
Bijlage 25 Berekening hydrologische droogte	82
Bijlage 26 Berekening bodemvochtdroogte	83
Bijlage 27 Bepalen vochtvoorziening maïs	89
Bijlage 28 Remote sensing	93
Bijlage 29 Uitleg Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	94
Bijlage 30 NDVI kaarten 2014	95
Bijlage 31 Wateroverlast	98
31.1 Algemeen	98
31.2 Soorten wateroverlast	99
31.3 Voorkomen wateroverlast pilot-gebieden	104
31.4 Uitwerking grondwateroverlast	106
Bijlage 32 MoSCoW-methode	109
Bijlage 33 Beschrijving maatregelen	111
Bijlage 34 Beschrijving tussen knelpunten en maatregelen	115
Bijlage 35 Uitwerking Multicriteria-analyse	117
35.1 Uitwerking criteria en sub-criteria	117
35.2 Weging criteria	118
35.3 Multicriteria-analyse	119
Bijlage 36 Gevoeligheidsanalyse	155
Bijlage 37 Uitwerking top-5-maatregelen	159
37.1 Boerenstuwen	159
37.2 Dynamisch peilbeheer	163
37.3 Verhogen organische stofgehalte	165
37.4 Agro-ecologie	168
37.5 Retentiegebieden	169
37.6 Vergroten capaciteit aanvoerpomp pilot-gebied noord	172
37.7 Wateraanvoerende pomp pilot-gebied zuid	175
Bijlage 38 Berekening effect maatregel aanvoerpomp pilot-gebied zuid	178

Bibliografie	179
--------------------	-----

Van begin februari tot eind mei hebben wij aan deze afstudeerscriptie gewerkt. Ten eerste willen we graag kwijt dat we het erg na ons zin hebben gehad bij waterschap Vechtstromen. Vanaf het begin werden wij meteen in al het werk meegenomen, waardoor wij ons snel een met het team voelden. We werden behandeld als volwaardige collega's en niet zomaar als studentjes. De dagen waren erg afwisselend waardoor ze niet saai waren. Ook de collega's droegen bij aan leuke dagen, even gezellig kletsen bij het koffieautomaat of op interessante veldbezoeken. Wij hadden vanuit het waterschap geen betere begeleiding kunnen wensen. Bas en Veronique stonden altijd voor ons klaar.

In eerste instantie waren wij op zoek naar een opdracht die te maken had met duurzame gebiedsontwikkeling. Naar mate we dieper het onderzoek ingingen, bleek het toch meer hydrologisch te zijn. Dit ligt iets buiten onze expertise waardoor we af en toe wat hulp nodig hadden. Vooral tijdens de corona-periode bleek dit lastiger omdat mensen moeilijker te bereiken waren. Toch zijn we met behulp van de fantastische collega's er in geslaagd om alle benodigde gegevens te verzamelen en de onzekerheden in het onderzoek te valideren.

Uit onze ervaring blijkt dat er meerdere wegen zijn die naar Rome leiden. Iedereen die we om advies vroegen, had een andere mening waardoor één lijn trekken lastig was. Hierdoor zijn stukken heel vaak opnieuw geschreven. Dit voelde voor ons alsof we bij elke stap vooruit, één stap terug moesten zetten. Hierdoor hebben we wel meer inzicht in het onderzoek gekregen en heeft ons vooral veel inzicht in rapporteren gegeven.

We hebben relatief veel tijd in de gebiedsinventarisatie gestoken. Achteraf was dit niet nodig en moesten we een inhaalslag maken bij de andere onderdelen. Ook was het afstuderen met z'n drieën in corona-tijd zeer uitdagend. Op afstand samenwerken blijkt makkelijker gezegd dan gedaan. Toch hebben we het zo goed mogelijk proberen te doen door onder andere elke ochtend op een vast tijdstip contact met elkaar te zoeken. Hierdoor bleef er een vast ritme in onze dagen wat erg fijn was. Een nadeel van thuis werken is echter wel dat de grens tussen privé en werk erg fragiel werd. Hierdoor werden soms erg lange dagen gemaakt. Op dit soort momenten hebben we vooral veel steun aan Veronique gehad die ons soms 'verplicht' leuke dingen liet doen. Hierdoor kregen wij weer nieuwe energie om er weer fris tegenaan te gaan. Afstuderen moet immers een feestelijk einde van je opleiding zijn.

De meest grote uitdaging in dit project was het woordenlimiet. We merkten dat we vaak in te veel woorden schreven terwijl dit helemaal niet nodig was. Dit zorgde voor veel extra werk en de bijkomende stressmomenten. Dit was een leermoment.

We hebben besloten om toch nog iets van onze 'duurzame gebiedsontwikkeling roots' terug te laten komen door onze meesterproef in InDesign te zetten. Wij zijn hier erg trots op en hopen dat dit resulteert in een mooi cijfer.

Bijlage 1 Definitiebeschrijving droogte

In deze bijlage zijn definitiebeschrijvingen van de verschillende soorten droogte weergegeven.

Meteorologische droogte

Bij dit type droogte is de verdamping langdurig hoger dan de neerslag. Dit type droogte wordt gekenmerkt door een periode waarin de neerslag beneden een vastgestelde drempel ligt. Meteorologische droogte heeft onder andere grote impact op bosbranden (Peters, 2004).

Hydrologische droogte

Hydrologische droogte wordt beïnvloed door twee aspecten: afvoer en grondwaterstanden. De definitie van droogte in afvoer wordt in Nederland vaak gegeven als de totale afvoer (m3) beneden een vastgestelde drempel ligt gedurende de periode 1 april tot 1 oktober. Deze periode is gekozen omdat deze periode voor de landbouw het belangrijkste is. Grondwaterstanden worden veel minder vaak gebruikt voor droogteanalyses dan afvoer. De vergelijking van grondwaterstanden uit dezelfde perioden in andere jaren wordt het meest gebruikt om de droogtesituatie van grondwater te bepalen. Hydrologische droogte kan bijvoorbeeld verzilting, schade aan binnenvaart en droogvallen van waterinputten in het grondwater veroorzaken (Peters, 2004).

Bodemvochtdroogte

Bij bodemvochtdroogte wordt er gekeken naar het doorlopende neerslagtekort in de bodem. Bodemvochtdroogte kan schade aan landbouw en natte ecosystemen veroorzaken (Peters, 2004). Er wordt een onderscheid gemaakt tussen direct beschikbaar water in het bodemprofiel en in de intermediair- en hangwaterprofielen. Bodemvochtdroogte zorgt ervoor dat er niet afdoende vocht is voor verdamping. Hierdoor ontstaan er vochttekorten voor vegetatie (van den Eertwegh, et al., 2019).

Bijlage 2 Definitie beschrijving 'Robuust watersysteem'

In deze bijlage worden meerdere definities van robuust vanuit literatuur besproken. Waarna er een werkdefinitie wordt gevormd.

Robuust watersysteem

In het waterbeheer is de veerkrachtsbenadering (Bruijn, 2005) een voorloper van de robuustheidsbenadering. In de veerkrachtsbenadering wordt er een onderscheid gemaakt tussen weerstand (het vermogen van een systeem om verstoringen te voorkomen) en veerkracht (het vermogen van een systeem om te herstellen van de gevolgen van verstoringen). Klimateffecten als wateroverlast en droogte worden gezien als een verstoringen op een systeem. Weerstand van het systeem is van belang voor de regelmatig terugkerende verstoringen en veerkracht voor de minder reguliere extremere verstoringen. Om met onvoorspelbare verstoringen om te kunnen gaan, heeft een robuust systeem dus de combinatie van weerstand- en veerkracht-eigenschappen.

In het Nationaal waterplan (Rijksoverheid, 2009) wordt een robuust watersysteem als volgt gedefinieerd: 'Een robuust watersysteem of robuuste inrichting is in het algemeen bestand tegen extreme gebeurtenissen en voldoet bij verschillende mogelijke toekomstige ontwikkelingen'. Extreme gebeurtenissen en toekomstige ontwikkelingen zijn echter verschillende dingen en vragen om andere maatregelen. Daarom wordt robuust onderscheiden in 'systeemrobuustheid' (omgaan met extreme gebeurtenissen) en 'beslisrobuustheid' (omgaan met onzekerheden omtrent toekomstige ontwikkelingen) (Stowa, sd).

In het proefschrift 'System Robustness Analysis in support of flood and drought riskmanagement' (Mens, 2015) wordt *systeemrobuustheid* gedefinieerd als: '*Het vermogen van een systeem om te blijven functioneren tijdens verschillende mate van verstoring*'. 'Blijven functioneren' betekent dat er geen schade optreedt of dat de schade beperkt blijft en het gebied weer snel herstelt. Ook in dit proefschrift wordt er gesproken over de veerkrachtsbenadering: 'Het vermogen van een systeem om schade te voorkomen wordt weerstand genoemd. Het vermogen om te herstellen van schade wordt veerkracht genoemd. Robuustheid is het resultaat van deze twee eigenschappen.'

Beslisrobuustheid ofwel de robuustheid van een beslissing wordt in 'Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis' (Lempert, Popper, & Bankes, 2003) gedefinieerd als een beslissing die **nu** wordt genomen die het **toekomstige** doel zo goed mogelijk binnen handbereik houdt.

In het rapport Robustness indicators for evaluation under climate change:

Application to the upper Great lake (Moody & Brown, 2013) wordt er beschreven dat er bij een robuust watersysteem de nadruk gelegd wordt op het aanpakken van verandering in de zin van kwantiteit. Dit betekent dat – wanneer er gekeken wordt naar bijvoorbeeld aanpassingsmaatregelen – er aan zoveel mogelijk criteria voldaan wordt. Hier tegenover staat de huidige aanpak waar watersystemen op enkele criteria geoptimaliseerd worden.

Vanuit het initiatief Robuust watersysteem Zeeuws-Vlaanderen houdt het begrip robuust watersysteem in dat er van een probleemoplossend naar een dienstbaar systeem wordt gewerkt. In dit systeem wordt naast de kerntaken, wat hier water inhoudt, ook de focus gelegd op het dienstbaar maken van nevenfuncties zoals ecologie, landbouw, industrie, (water)recreatie, landschap en transport. Het systeem is dan in staat om de potenties van de benoemde functies te benutten.

Waterschap Vallei en Veluwe zet in op een robuust blauw netwerk. Hier is de definitie van robuust watersysteem dat het watersysteem als buffer voor extreme weersomstandigheden dient. Hiervoor

krijgen de beken meer ruimte waardoor ze van afvoerstrook naar beekdallandschap transformeren. Hierdoor kan het water maximaal vastgehouden worden en hoeft er minder gebiedsvreemd water aangevoerd te worden. Dit alles doen ze met een integrale en duurzame benadering (brongericht, gebiedsgericht en co-actorgericht) (Vallei en Veluwe, 2020).

Waterschap Aa en Maas definieert een robuust watersysteem als een watersysteem dat tegen een stootje kan. De aanleg van vispassages, verflauwing van oevers en de toepassing van natuurvriendelijk beheer en onderhoud zijn maatregelen die, in samenhang met andere waterschapsdoelen, genomen worden om ervoor te zorgen dat het watersysteem robuust wordt (Waterschap Aa en Maas, sd).

Zoals duidelijk wordt uit de verschillende definities zijn er verschillende invalshoeken bij een robuust watersysteem. De definitie voor robuust watersysteem die in dit onderzoek gebruikt wordt is: *‘Een systeem dat weerstand biedt aan- en veerkrachtig reageert op- de toename van extremere weerssituaties waarbij de verschillende functies in het systeem allemaal betrokken zijn, de functies zoveel mogelijk profiteren zonder nadelige gevolgen te ervaren. Daarnaast moet het watersysteem een lange levensduur hebben, ofwel lang kunnen acteren op veranderingen.*

Bijlage 3 Beleid

In deze bijlage wordt het nationale beleid en de wet- en regelgeving van waterschap Vechtstromen besproken. In deze paragraaf wordt het relevante onderdeel van het de Waterwet, het Waterbesluit behandeld. Daarnaast gaat deze verder in op de Waterregeling en verordeningen van waterschappen en provincies.

Nationaal beleid

Het nationale waterbeleid van Nederland is uitgewerkt in de Waterwet. De Waterwet vormt de basis voor normen die aan de watersystemen in Nederland worden gesteld. De Waterwet wordt uitgewerkt in onderliggende regelgeving: het Waterbesluit, de Waterregeling en in verordeningen van waterschappen en provincies.

Waterregeling

De Waterregeling is een ministeriële regeling met bepalingen ter uitwerking van de Waterwet en het Waterbesluit (Rijkswaterstaat, sd).

Provinciale verordening

De normen in provinciale verordeningen zijn uitgedrukt in de kans dat het peil van het oppervlaktewater het niveau van het maaiveld overschrijdt en gebaseerd op grond van de werknormen opgesteld in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) (InfoMil, sd). Het NBW heeft als doel om helderheid te creëren over welke partij (particulieren, bedrijven, waterschap of provincie) wanneer verantwoordelijk is bij wateroverlast. Het bakent de zorgplicht af die het waterschap heeft over het voorkomen of beperken van wateroverlast. De provincie dient zich daarbij te houden aan een inspanningsplicht. Indien het watersysteem niet aan de normen voldoet en de provincie hiervan op de hoogte is, zijn zij verantwoordelijk voor schade door verdroging of wateroverlast.

Waterschappelijk beleid

Waterschappen hebben wettelijk vastgelegde taken en verantwoordelijkheden voor water. Ze dienen bijvoorbeeld te zorgen voor een goede bescherming tegen hoog water, een goed functionerend regionaal watersysteem en voor het zuiveren van afvalwater (Waterschap Vechtstromen, 2015).

Waterbeheerplan 2016-2021

Het waterschap beschrijft in het waterbeheerplan 2016-2021 hoe zij hun taken gaan uitvoeren en welke maatregelen er in de toekomst genomen zullen worden. Het waterbeheerplan is gezamenlijk opgesteld door waterschappen die binnen het deelstroomgebied Rijn-Oost vallen (Waterschap Vechtstromen, 2015). De waterschappen in dit deelstroomgebied hebben ook een regionale uitwerking van het Deltaplan opgesteld, namelijk Zoetwatervoorziening Oost-Nederland (ZON). ZON richt zich op onderzoek naar huidige en toekomstige droogteproblematiek. De kernmaatregel binnen ZON is: sparen, aanvoeren, adapteren en accepteren (Braak, Grobbe, Heitbrink, Lenne, & Worm, 2019).

Waterakkoord

In de Waterwet is 'het waterakkoord' opgenomen. Hierin staan de concrete samenwerkingsafspraken over bijvoorbeeld wateraanvoer in tijden van droogte opgenomen waarin een samenhangend en doelmatig waterbeheer binnen één deelstroomgebied gerealiseerd kan worden (Lenne & Harkel, 2020). Waterschappen en het Rijk mogen zelf het initiatief nemen om vrijwillig een waterakkoord aan te gaan. Met de komst van de nieuwe Omgevingswet in 2021 zal het waterakkoord niet meer worden genoemd (Kenniscentrum InfoMil, sd).

Bestuursakkoord

In het bestuursakkoord van waterschap Vechtstromen worden de belangrijkste ambities in hoofdlijnen benoemd: een blauwgroene ambitie, waarin wordt gestreefd naar een aantrekkelijke omgeving waar water in juiste hoeveelheid beschikbaar is en waar aandacht is voor vergroening van de omgeving. Hierbij is het belangrijk om de inrichting van het watersysteem kritisch te bekijken. Dit wordt onder andere gedaan door de afvoer te vertragen (Vechtstromen, 2019).

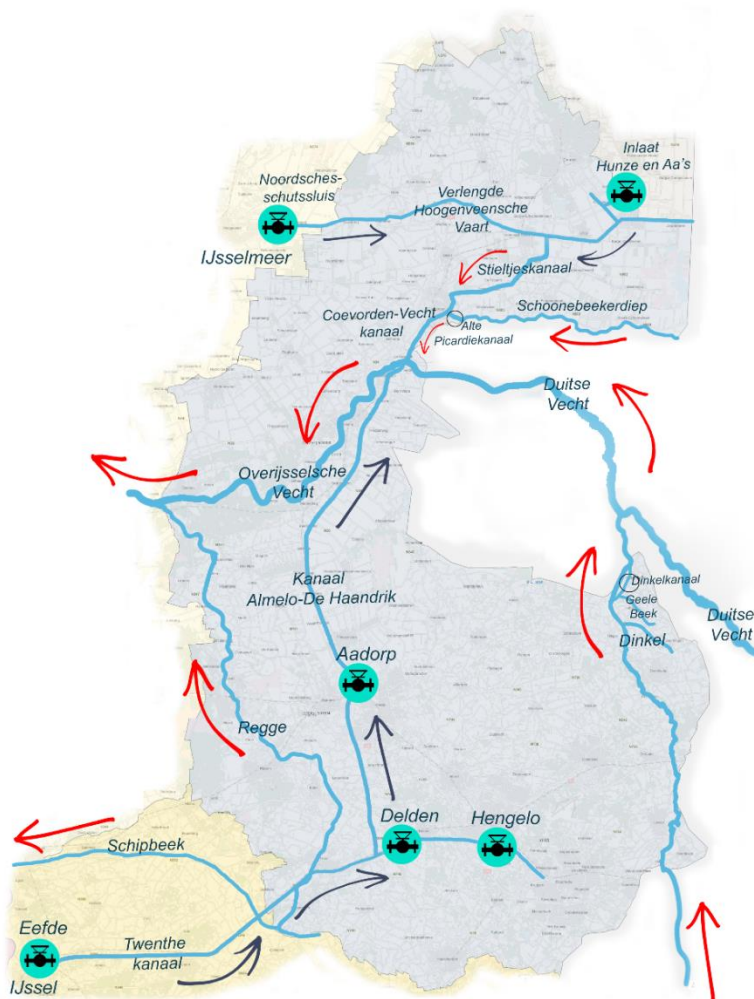
Peilbeheer

Wanneer beleidsdoelen, functies of normale weersomstandigheden veranderen, kan het waterbeheer worden aangepast. Dit is een aanpassing in het 'gewenste grond- en oppervlaktewaterregime (GGOR). Het uitgangspunt in het peilbeheer is dat het actuele grond- en oppervlaktewaterregime gelijk is aan het GGOR (Vechtstromen, sd). GGOR wordt toegepast voor het grond- en oppervlaktewater in zowel landbouw- als in natuurgebieden. De provincies hebben de regie op de uitvoering van het Natura 2000 beheerplan. In de Keur van het waterschap is onttrekking van grond- en oppervlaktewater geregeld. Voor het onttrekken van grond- en oppervlaktewater geldt dat er een verbod staat op het aanbrengen en in gebruik nemen van nieuwe onttrekkingsbronnen binnen een zone van 200 meter rond kwetsbare grondwaterafhankelijke natuurgebieden; oppervlaktewateren mogen niet onder peil worden getrokken en er geldt een permanent onttrekkingsverbod voor beregening uit oppervlaktewater voor kwetsbare oppervlaktewateren (Braak, Grobbe, Heitbrink, Lenne, & Worm, 2019).

Bijlage 4 Algemene beschrijving beheergebied waterschap Vechtstromen

4.1 Watersysteem Vechtstromen

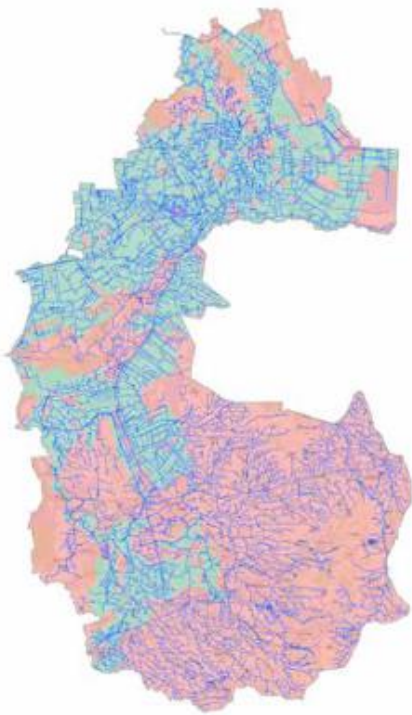
Het watersysteem dat beheerd wordt door waterschap Vechtstromen valt binnen de provincies Drenthe, Overijssel en Gelderland. De Regge, de Dinkel en de Overijsselsche Vecht, vormen samen het geraamte van het watersysteem van waterschap Vechtstromen (zie Figuur 1). De Regge mondt nabij Ommen uit in de Overijsselsche Vecht. De Dinkel is een rivier in het grensgebied van Nederland en Duitsland. Bij Losser stroomt de Dinkel Nederland om Nederland vervolgens te verlaten in de buurt van Ootmarsum, waarna de Dinkel bij Neuenhaus uitmondt in de Duitse Vecht. Bij het Overijsselse dorp Gramsbergen stroomt de Duitse Vecht onder de naam Overijsselsche Vecht Nederland weer binnen. De Overijsselsche Vecht is de grootste watergang in het beheergebied van het waterschap. De rivier mondt uit in het Zwarte Water bij Zwolle.



Figuur 1: Watersysteem waterschap Vechtstromen. De donkerblauwe pijlen geven de aanvoermogelijkheden van water aan. De rode pijlen geven de afvoer van water weer.

Wateraanvoerend gebied

Het beheergebied van waterschap Vechtstromen omvat 225.000 hectare en bevat naast een groot stelsel van sloten en beken ook een kanalenstelsel voor aanvoer van water vanuit de IJssel en het IJsselmeer, zie blauwe pijlen in Figuur 1. Het kanalsysteem zorgt in een deel van het waterschap voor een vermindering van de effecten van neerslagtekort en daarmee voor functiebehoud. Het gebied dat water aangevoerd krijgt, wordt gekenmerkt door een streefpeil dat wordt gehandhaafd door het vasthouden van water, het inlaten van gebiedsvreemd water of door het wegpompen van wateroverschot (Hendriks, Broers, Ek, & Hoogewoud, 2012). De aanvoer van water in Vechtstromen vindt plaats via het Twenthekanalsysteem en de Drentse kanalen. 40% van het beheergebied van het waterschap kan worden voorzien van wateraanvoer en worden gekenmerkt als wateraanvoerende gebieden (waterschap Vechtstromen, 2020). De wateraanvoerende gebieden zijn voornamelijk gelegen in Drenthe en in een klein deel van het Overijsselse beheergebied, zie het blauwe deel in Figuur 2. Pilot-gebied noord ligt in het wateraanvoerende gebied. Het overgrote deel van het Overijsselse beheergebied wordt gekenmerkt als een vrij-afwaterend gebied, waarbij wateraanvoer in tijden van droogte niet mogelijk is. Binnen dit gebied is, door het niet aan kunnen voeren van extern water, regen- en grondwater dominant, zie het roze deel in Figuur 2. Pilot-gebied zuid ligt in een vrij afwaterend gebied.



Figuur 2: Wateraanvoerend gebied (blauw) en vrij afwaterend gebied (roze) waterschap Vechtstromen

Bij een tekort aan neerslag kan er droogte ontstaan. Dit tekort kan gedeeltelijk gecompenseerd worden door externe aanvoer van water vanuit de IJssel en het IJsselmeer. Het water uit de IJssel wordt in Eefde het Twenthekanaal ingepompt (Rijkswaterstaat Oost-Nederland, et al., 2017). Vervolgens kan het water uit de IJssel verdeeld worden richting Hengelo en Almelo, zie Figuur 1. In het noorden van het beheergebied wordt het water aangevoerd vanuit het IJsselmeer. Het water wordt bij Meppel in de Hoogetveensche vaart gepompt waar het via de Noordschesschutssluis het beheergebied van het waterschap binnenkomt in de verlengde Hoogetveensche vaart (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2018). Bij extreme droogte is er ook nog een mogelijkheid om water aan te voeren via een inlaat op de grens met waterschap Hunze en Aa (zie Figuur 1).

Vrij-afwaterend gebied

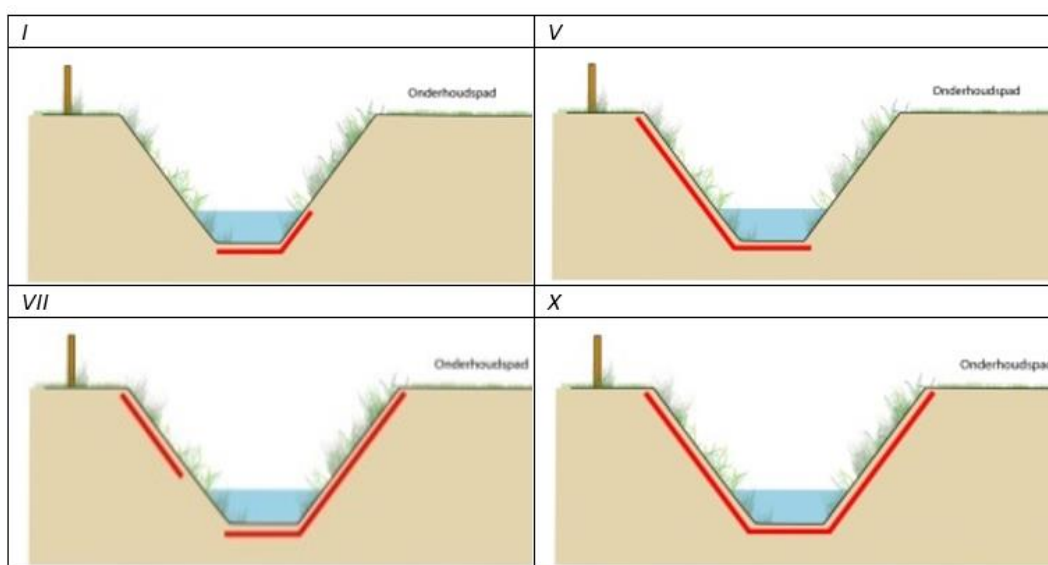
De hoger gelegen en hellende gebieden waar geen water aangevoerd kan worden, worden vrij afwaterend genoemd, zie Figuur 2. Het vrij-afwaterende gebied wordt gekenmerkt door afvoerafhankelijke waterstandvariatie (Hendriks, Broers, Ek, & Hoogewoud, 2012). In een vrij-afwaterend gebied kan enkel sprake zijn van interne watervoorziening door seizoensberging van (winter)afvoer, regenwater en kwel. Het beschikbare water wordt verdeeld over het gebied met behulp van lokale watergangen, pompen en stuwen. In tijden van droogte wordt er getracht met behulp van stuwen het waterpeil op gewenst niveau te houden en verschillende gebruiksfuncties te voorzien van water.

4.2 Beheer & onderhoud

Door beheer en onderhoud wordt er dagelijks aan het watersysteem van het waterschap gewerkt. Dit wordt gedaan om het watersysteem te laten functioneren zoals beschreven. De voornaamste reden voor beheer en onderhoud is het waarborgen van schoon, veilig en voldoende water. Meerdere aspecten vallen onder beheer en onderhoud en deze worden dan ook per pilot-gebied benoemd.

Het onderhouden van het groen in de (legger)sloten valt onder het maaibeleid. Hierin worden onder andere de onderhoudspaden gemaaid, de focus ligt echter vooral op het maaien van de bodem en oevers van waterlopen. Dit is om te voorkomen dat ze dichtgroeien. Maaionderhoud heeft als doel om overlast door water te voorkomen. Dit is één van de kerntaken die het waterschap als plicht heeft en dus moet uitvoeren.

De maaikalender is een kalender waarin indicatieve periodes worden weergegeven met daarin het maaibeleid per waterlichaam. In het huidige maaibeleid zijn er drie maairondes: de 3^e maaironde, 4^e maaironde en 5^e maaironde. Omdat waterlichamen verschillend van aard zijn, zijn er ook diverse maa wijzen. Sommige waterlichamen moeten bijvoorbeeld snel water af kunnen voeren, waarbij een intensieve maa wijze gunstig is terwijl andere waterlichamen juist dienen om het water zo lang mogelijk in het gebied te houden, en waarbij een extensieve maa wijze het gunstigst is (Reinalda, 2020). Tegenwoordig vindt er steeds meer maatwerk plaats. De verschillende maa wijzen die voorkomen in beide pilotgebieden zijn te vinden in Figuur 3.



Figuur 3, Maaiwijzen watergangen waterschap Vechtstromen

Peilbeheer

Peilbeheer is bedoeld om een juiste hoeveelheid water in een waterlichaam te hebben of krijgen. Het waterschap maakt een onderscheid tussen winter- en zomerpeil. Bij een winterpeil wordt er in het algemeen een lager streefpeil gehanteerd dan in de zomer. De peilen gelden als een inspanningsverplichting voor gebiedsbeheerders om zo goed mogelijk de functies binnen een gebied te kunnen bedienen. Zie hiervoor sub-paragraaf peilbeheer in het theoretisch kader.

Binnen het waterschap zijn er twee varianten van sturen op waterpeil: in het beheersgebied van het voormalige waterschap Velt en Vecht, het noordelijke deel van waterschap Vechtstromen waar pilot-gebied noord ligt, wordt er gebruik gemaakt van peilvlakken. Hierin worden alle stuwen en wateren op één peil gestuurd. In het werkgebied van het voormalige waterschap Regge en Dinkel, het zuidelijke deel van waterschap Vechtstromen waar pilot-gebied zuid ligt, wordt het streefpeil er per stuw weergegeven.

Bijlage 5 PESTOC-analyse

Naast de hoofd-actoren (Waterschap, agrariërs en natuurbeheerders) zijn er nog meer actoren in de pilot-gebieden. De actoren in de pilot-gebieden worden in beeld gebracht door middel van een PESTOC-analyse. PESTOC staat voor Politiek, Economie, Sociaal, Technisch, Omgeving en Cultuur. Tabel 1 en Tabel 2 geven de PESTOC-analyses voor beide pilot-gebieden weer.

Pilot-gebied noord

Tabel 1: PESTOC-analyse pilot-gebied noord

Politiek	Economie	Sociaal	Technisch	Omgeving	Cultuur
Provincie Drenthe	Camping 'de Vlinder'	Maneges	Waterschap Vechtstromen	Bewoners	Natuurmonumenten
Gemeente Emmen	Melkveehouderijen	Bewoners	Boeren	LTO Noord	Het Drentse Landschap
Gemeente Coevorden	Schapenboer		NAM	Staatsbosbeheer	
Natura-2000	Paardenboer				
Waterschap Vechtstromen	Akkerbouwers				
Rijkswaterstaat					

Tot de categorie **Politiek** behoren de bestuurders en de belangengroepen. Met betrekking tot het project zijn de landelijke, provinciale en lokale overheden, het waterschap en de EU verbonden aan deze categorie.

De categorie **Economie** bevat de actoren met geld. In pilot-gebied noord behoren agrariërs en een camping tot deze categorie. Het land biedt deze actoren werkgelegenheid en omzet. In ruil daarvoor leveren zij kennis, invloed, kapitaal en land.

Onder de **sociale** categorie vallen de organisaties die gerelateerd aan de buurt zijn. Tot de sociale categorie behoren in pilot-gebied noord de actoren Maneges en Bewoners.

De actoren waterschap Vechtstromen, NAM en agrariërs behoren tot de categorie **Technisch**. De actoren die tot de technische categorie behoren zijn de kennisleveranciers van het project. De gebiedsbeheerder van waterschap Vechtstromen is de specialist en kent het gebied vaak tot in detail. Naast de (technische) kennis van de beheerder, leveren agrariërs vaak ook informatie tijdens bijvoorbeeld inspraakmomenten.

De categorie **Omgeving** bevat omgevings- en milieuactoren. De actoren LTO Noord en Staatsbosbeheer vallen onder deze categorie. Het land dat niet beheerd wordt door de ondernemers uit de categorie economie wordt beheerd door de actoren in de categorie omgeving. De actoren in de categorie omgeving drukken een stempel op de manier dat het land beheerd wordt. De actoren dragen kennis, invloed, kapitaal en land bij.

De categorie **Cultuur** bestaat voor pilot-gebied noord uit de actoren Natuurmonumenten en het Drentse landschap. Deze actoren beschermen, onderhouden en ontwikkelen het landschap.

Pilot-gebied zuid

Tabel 2: PESTOC-analyse pilot-gebied zuid

Politiek	Economie	Sociaal	Technisch	Omgeving	Cultuur
Provincie Overijssel	Ondernemers	Bewoners	Waterschap Vechtstromen	Bewoners	Natuurmonumenten
Gemeente Dinkelland	Twickel boeren		Boeren	LTO Noord	Landschap Overijssel
Waterschap Vechtstromen	Melkveehouderijen			Huis te Brecklenkamp	Landgoederen
Natura-2000	Graanboeren			Staatsbosbeheer	
Rijkswaterstaat	Aardappelboeren			Landgoed Twickel	
	Boomkwekerijen			Camping 'Rommelbeek'	
	Camping 'Rommelbeek'			Camping 'Bergvennen'	
	Camping 'Bergvennen'				

Tot de categorie **Politiek** behoren de bestuurders en belangengroepen. Met betrekking tot het project zijn de landelijke, provinciale en lokale overheden, het waterschap en de EU verbonden aan deze categorie.

De categorie **Economie** bevat de actoren met geld. In pilot-gebied zuid behoren Ondernemers, agrariërs, een boomkwekerij en campings tot deze categorie. Het land biedt deze actoren werkgelegenheid en omzet. In ruil daarvoor leveren zij kennis, invloed, kapitaal en land.

Onder de **sociale** categorie vallen de organisaties die gerelateerd aan de buurt zijn. Tot de sociale categorie behoort in pilot-gebied zuid de actor bewoners.

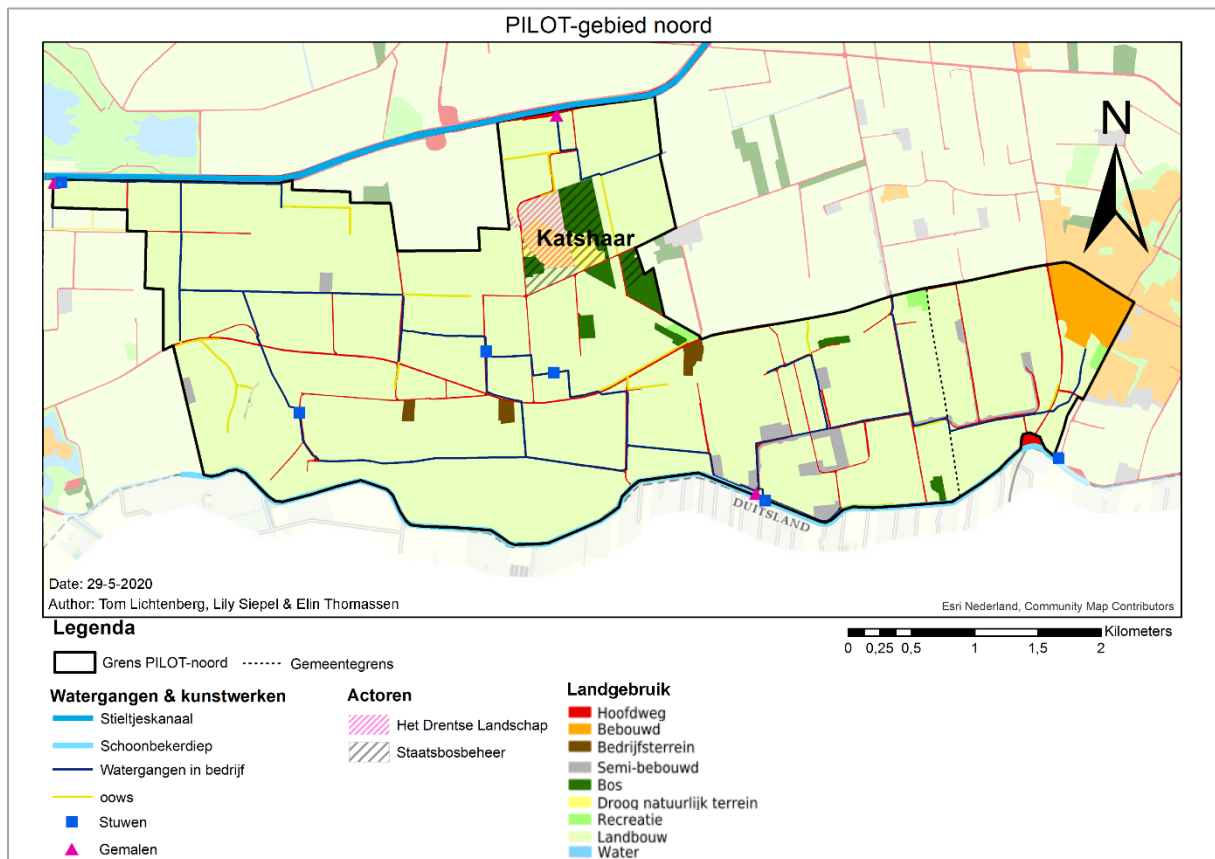
De actoren waterschap Vechtstromen en agrariërs behoren tot de categorie **Technisch**. De actoren die tot de technische categorie behoren zijn de kennisleveranciers van het project. De gebiedsbeheerder van waterschap Vechtstromen kent pilot-gebied zuid tot in detail. Ze weten welke ingreep wat voor effect op het gebied heeft. Daarnaast barsten de boeren van de gebiedskennis. Vaak is het land dat de boeren beheren al decennialang familiebezit.

De categorie **Omgeving** bevat omgevings- en milieuactoren. De actoren LTO Noord, natuurbeheerders, landgoedbeheerders en de campings 'Rommelbeek' en 'Bergvennen' vallen onder deze categorie. Het land dat niet beheerd wordt door de ondernemers uit de categorie economie wordt beheerd door de actoren in de categorie omgeving. De actoren in de categorie omgeving drukken een stempel op de manier dat het land beheerd wordt. De actoren dragen kennis, invloed, kapitaal en land bij.

De categorie **Cultuur** bestaat voor pilot-gebied zuid uit de actoren Natuurmonumenten en Landschap Overijssel. Deze actoren onderhouden, ontwikkelen en beschermen het landschap. Deze partijen beheren het grootste deel van de aanwezige natuur in het gebied.

Bijlage 6 Gebiedsinventarisatie pilot-gebied noord

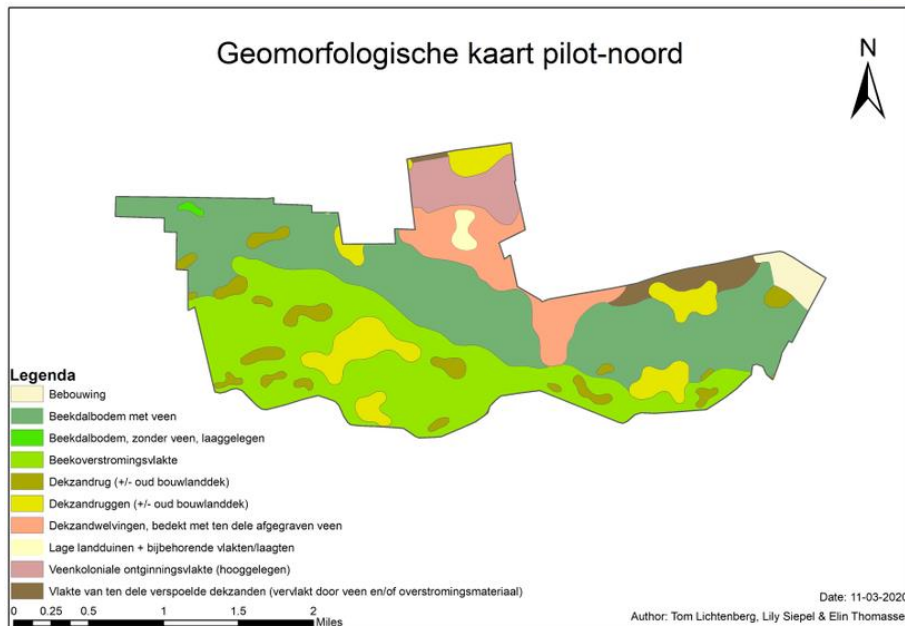
Pilot-gebied Noord bevindt zich in Drenthe nabij het dorp Schoonebeek. Het gebied is gelegen in de gemeentes Coevorden en Emmen en bevat de gehuchten Padhuis, Weijerswold en Vlieghuis. Het pilot-gebied wordt in het zuiden begrensd door het Schoonebeekerdiep dat de grens vormt met Duitsland en in het noorden door het Stieltjeskanaal (zie figuur 4). Het projectgebied bevindt zich in het wateraanvoerende gebied van waterschap Vechtstromen.



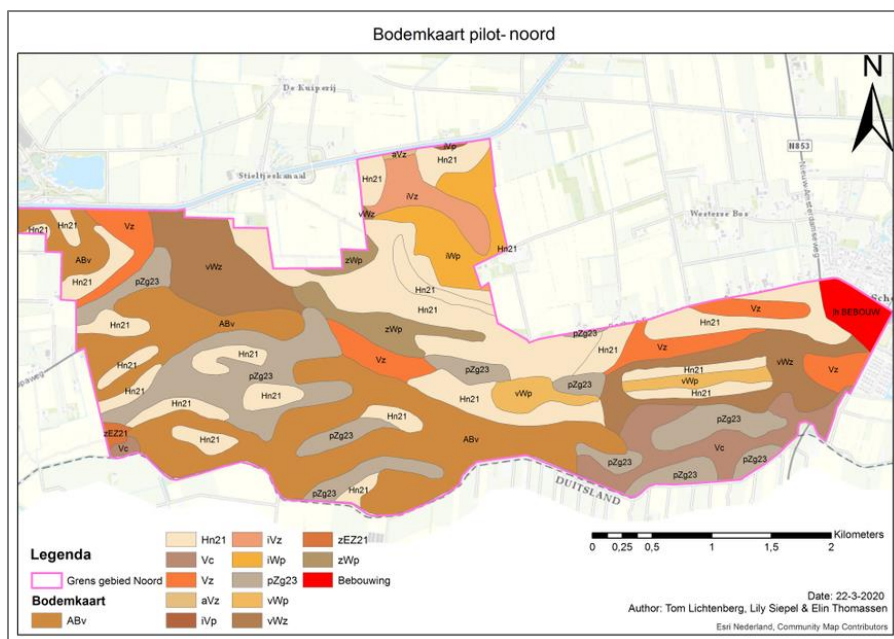
Figuur 4: Pilot-gebied noord

Bodem & geomorfologie

Pilot-gebied noord bevindt zich in het beekdal van het Schoonebeekerdiep wat oorspronkelijk het erosiedal van de Vecht was (Pleijter, 2004). Het projectgebied ligt aan de voet van een afgegraven hoogveengebied, vroeger was het gehele projectgebied bedekt met veen. Toen de gronden in gebruik werden genomen, zijn de veengronden aangetast. Ten behoeve van de turfwinning is men destijds begonnen met het grootschalig afgraven van het veen. Nadat het bruikbare veen was afgegraven werden de gronden aangemaakt om geschikt te maken voor landbouw. De landbouwgrond werd bezand, waarbij het zand veelal uit de ondergrond werd gehaald, hierdoor zijn er zandige bovengronden ontstaan met verschillende dikten (zie Figuur 5) (Pleijter, 2004). Hedendaags heeft het veen in het projectgebied plaatsgemaakt voor met name moerige- en zandgronden en behoort het gebied tot het zandlandschap.



Figuur 5: Geomorfologische kaart pilot-gebied noord



Figuur 6: Bodemkaart pilot-noord

Noordelijk deel van pilot-noord

Het noordelijke gebied is het hoger gelegen gedeelte van het projectgebied. Het gebied ligt aan de voet van het veen ontginningsgebied langs het Stieltjeskanaal. De dekzandruggen zijn voor een klein deel bedekt met eerdveengronden (aVz) en veengronden met een veenkoloniaal dek. Voor het overgrote deel zijn in het gehele gebied de dekzandruggen bedekt met veldpozolgronden. De dekzandruggen gaan in het landschap over op hooggelegen veenkoloniale ontginningsvlakten. Op deze ontginningsvlakten zijn voornamelijk moerige gronden te vinden. Deze bestaan voor een deel uit moerige podzolgronden met een veenkoloniaaldek (iWp) en veengronden met een veenkoloniaal dek op een zandige ondergrond (iVz). Deze gronden zijn ontstaan door het afgraven van veen, waardoor er een vermenging van zand en veen is ontstaan (Pleijter, 2004). Het organisch stofgehalte is in deze gronden hoger dan in een zandgrond, maar lager dan in veengronden. Tot slot lopen de

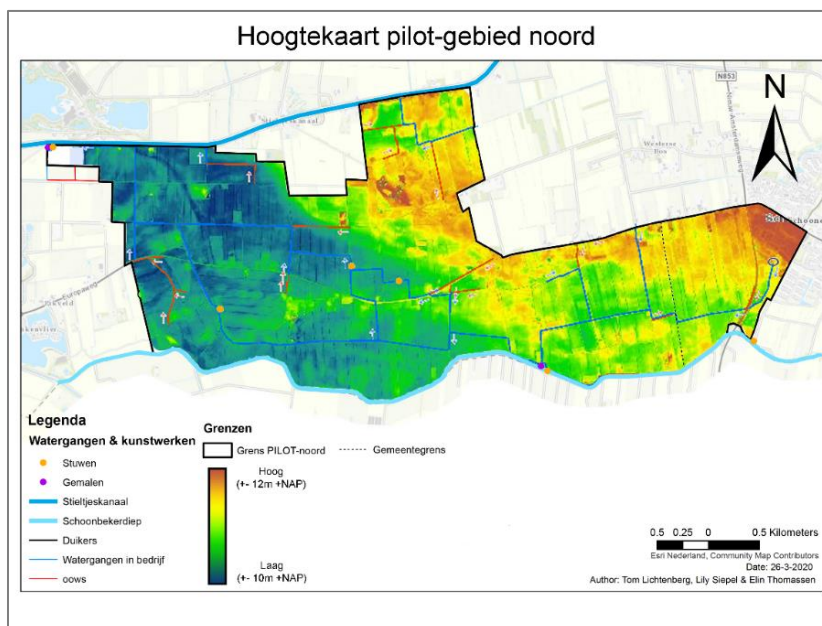
ontginningsvlakten over in dekzandwelingen, die bedekt zijn met afgegraven veen, waardoor er sprake is van een lichte terreinverhoging (Maas, van der Meij, van Delft, & Heidema, 2019) (zie Figuur 5 en Figuur 6).

Midden van het projectgebied

In dit gedeelte van het projectgebied, begint het beekdal. In het beekdal zijn nog enkele dekzandruggen, dekzandwelingen en vlakten met ten delen verspoelde dekzanden terug te vinden. Het beekdal is het laagst gelegen vlakke deel van een kleine rivier. In dit geval is dat de Vecht geweest. Het beekdal bevat een gering verhang, waardoor er in de loop der tijd veenvorming op gang is gekomen. Het beekdal bestaat voornamelijk uit vlierveengronden (Vz), veldpodzolgronden (Hn21), moerige eerdgronden (vWz) en beekeerdgronden (pZg23). Her en der zijn er in het beekdal moerige podzolgronden met een zanddek en minerale eerdlaag (zWp) en zonder zanddek (vWp) te vinden. De vlierveengronden zijn opmerkelijk. Dit zijn veengronden zonder een minerale bovenlaag en worden voornamelijk aangetroffen in niet afgegraven ontwaterd hoogveen. De aanwezige eerdgronden behoren tot de hydro-eerdgronden en bevatten een minerale eerdlaag als gevolg van een eeuwenlange ophoging van humushoudend materiaal (zie Figuur 5 en Figuur 6).

Zuidelijk deel van het projectgebied

Het zuidelijke deel bestaat voornamelijk uit een beekoverstromingsvlakte. Binnen het overstromingsvlakte komen enkele dekzandruggen voor. Op de dekzandruggen komen voornamelijk veldpodzolgronden en opvallend beekeerdgronden voor. Het beekdaloverstromingsvlakte bestaat voornamelijk uit een venige beekdalgrond (ABv) en in het zuid-oosten uit vlierveengronden op een ondergrond van veenmosveen (Vc) (Wageningen University & Research, sd) (zie Figuur 5).



Figuur 7: Hoogtekaart pilot-gebied noord

Watersysteem

Het watersysteem in het noordelijke pilot-gebied bedraagt een totale oppervlakte van 1230 hectare. Het gebied loopt licht in zuidwestelijke richting af van een hoogte in het noordoosten van circa 12,00 m +NAP tot een hoogte van circa 10 m +NAP in het zuidwesten (zie Figuur 7). De belangrijkste afwateringsmogelijkheid van het gebied is het Stieltjeskanaal. Het water uit het Stieltjeskanaal wordt via het Afwateringskanaal en via het Coevorden-Vechtkanaal naar de Vecht afgevoerd. Waarnaar het via het Zwarte Water, Zwartemeer en Ketelmeer afstroomt naar het IJsselmeer (Waterschap Velt en Vecht, 2011), zie Figuur 1.

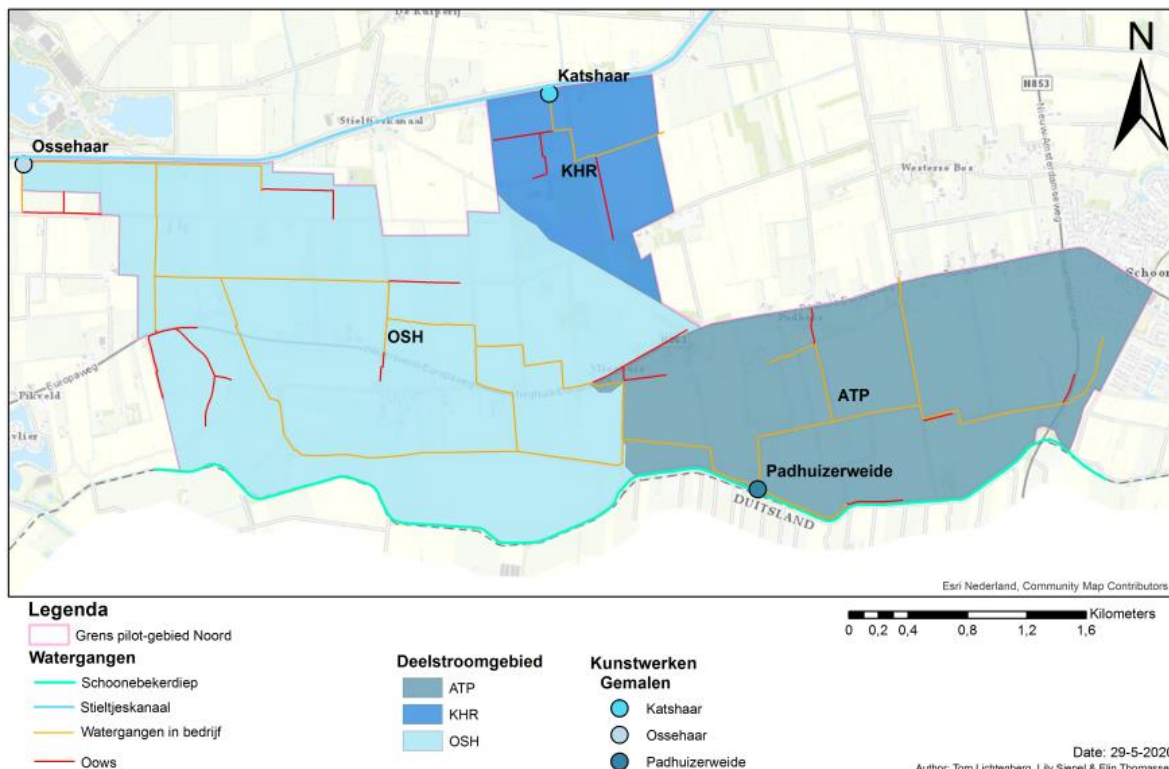
Hoofdstroom- en stroomgebied

Het projectgebied bevindt zich in het hoofdstroomgebied van de Overijsselsche Vecht. Binnen dit hoofdstroomgebied bevindt zich het stroomgebied Coevorden-Vecht Kanaal. In het noordelijk deel van het beheergebied van het waterschap vindt de afvoer uit Drenthe plaats via Coevorden naar de Vecht. Het water kan hierbij twee routes volgen, namelijk via het Afwateringskanaal of via het Coevorden-Vechtkanaal (Waterschap Velt en Vecht, 2011). De Drentse kanalen spelen in dit gebied een grote rol in de aan- en afvoer van het water. Ook het Schoonebeekerdiep voert water af. Het water stroomt van oost naar west en stroomt via het Alte Picardiekanaal en het Coevorden-Vecht kanaal de Vecht in, zie figuur 1. Het Schoonebeekerdiep voert echter wel in mindere mate water af dan het Stieltjeskanaal omdat deze hoger gelegen is.

Deelstroomgebieden en streefpeilen

Het projectgebied is opgedeeld in de deelstroomgebieden OSH (Ossehaar), ATP (Alte Picardie Kanaal) en KHR (Katshaar) (zie Figuur 8). Het deelstroomgebied Ossehaar is het grootste deelstroomgebied in het projectgebied en omvat een oppervlakte van circa 10 km². De watergangen binnen dit deelstroomgebied wateren af op gemaal Ossehaar, waarna het water wordt geleid naar het Stieltjeskanaal. Het deelstroomgebied Katshaar is een vrij afwaterend gebied. Het betreft een klein gebied van circa 1,4 km². Het deelstroomgebied Alte Picardie Kanaal is gedeeltelijk gelegen in het oosten van het projectgebied. Het gehele deelstroomgebied omvat 22 km², waarvan een deel binnen het projectgebied valt. Het gebied watert af op het Schoonebeekerdiep en wordt via het gemaal Padhuizerweide uit het gebied gevoerd. Het waterschap hanteert in het projectgebied streefpeilen waardoor er enkel water wordt afgevoerd wanneer het waterpeil het streefpeil overstijgt, zie Figuur 14. Indien er wateroverlast voorkomt, kan ook het gemaal Padhuizerweide dienen als afvoergemaal voor het gebied. Bij een watertekort kan er water via het gemaal Padhuizerweide en het Stieltjeskanaalsluis worden aangevoerd om het water op de gehanteerde streefpeilen te krijgen.

Watersysteemkaart noord - Deelstroomgebieden en gemalen

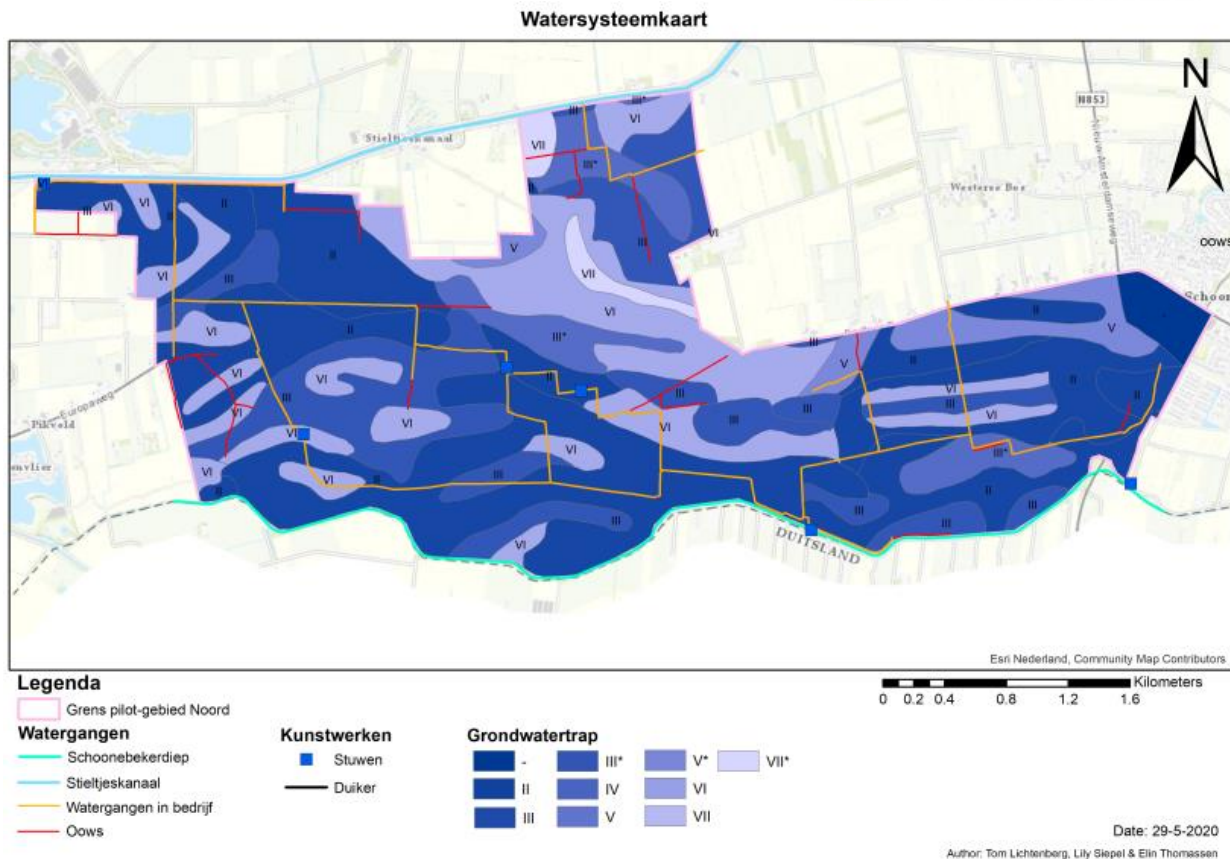


Figuur 8: Deelstroomgebieden pilot-gebied noord

Grondwatertrappen en watergangen

Pilot-gebied noord is een relatief nat gebied (grondwatertrappen II, III, III* en V) met enkele drogere stukken (grondwatertrappen VI en VII), zie Figuur 9. Om het gebied bewerkbaar te maken zijn er watergangen gemaakt. Vaak snijden deze watergangen erg diep waardoor ze een grote drainerende werking hebben. In Figuur 9 zijn de verschillende watergangen te zien. Er zijn twee categorieën watergangen: 'OOWS' en 'Watergangen in bedrijf'. 'OOWS'-watergangen zijn watergangen die binnen het nieuwe onderhoudsbeleid van Vechtstromen vallen en waarvan het onderhoud door de grondeigenaren wordt uitgevoerd (Waterschap Vechtstromen, sd). 'Watergangen in bedrijf' zijn watergangen die op de legger staan en worden beheerd door waterschap Vechtstromen.

Op de hogere dekzandruggen en overige gebieden waar zich voornamelijk veldpodzolgronden bevinden, zijn lage grondwaterstanden aanwezig. In het beekdal staat het grondwater zeer hoog. De veengronden (venige beekerdgronden en vlieveengronden) zitten in grondwatertrap II, wat betekent dat het water vlak onder het maaiveld staat. In de gebieden waar zich beekerdgronden bevinden, komt grondwatertrap III voor.



Figuur 9: Watersysteem pilot-gebied noord

Functie- en landgebruik

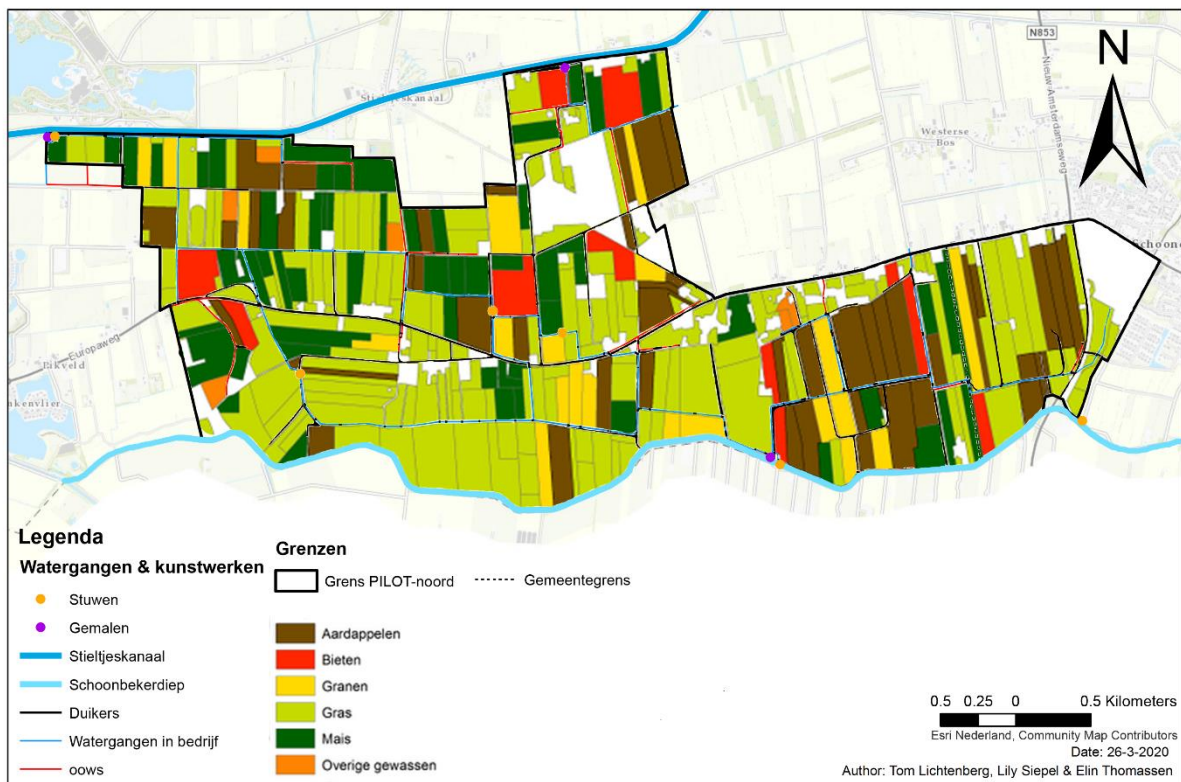
De regio van het projectgebied Schoonebeek wordt gekenmerkt door een relatief recente inrichting die vorm kreeg door de afgraving van hoogveen, met de daaropvolgende inrichting met voornamelijk landbouw en bosbouw (Bureau Lantschap, 2009). Het projectgebied Schoonebeek heeft voornamelijk een agrarische functie. Landbouw is in het gebied mogelijk gemaakt doordat bij de vervening, de bovenste laag, de bolster, werd vermengd met de zandondergrond, waardoor de gronden vruchtbaar zijn gemaakt. Het geheel van landbouwgrond is in het gebied vaak open en vlak. Om het afgeveende gebied vruchtbaar te maken, werden gebieden in de regio ingeplant met bos. Het doel was dat het bos de bodem verrijkte met nutriënten, zodat de percelen later voor akkerbouw geschikt zouden zijn. Veel van deze bossen zijn echter niet omgevormd (Bureau Lantschap, 2009). In het projectgebied zijn de bossen nauwelijks terug te vinden, behalve rond het gebied van de Katshaarschans. Dit natuurgebied wordt gekenmerkt als een droog natuurlijk terrein. Hier komt met name flora uit de associaties van Struikhei en Stekelbrem, Buntgras en Heidespurrie en Veenmos en Snavelbies voor.

Bewoning vindt voornamelijk plaats in het dorp Schoonebeek (westelijk deel van het projectgebied). Het dorp is gevestigd op het hoogstgelegen gedeelte in het projectgebied (zie Figuur 4: Pilot-gebied noord 4 en Figuur 7). Vanuit de historie is de nederzetting in dit gedeelte van Drenthe vrij jong. Het overgrote deel van het gebied is pas in de zeventiende eeuw bewoond geraakt toen men begon met veenaftgravingen. Zoals te zien in de functiekaart (Figuur 4) vindt in het buitengebied lintbebouwing plaats. De dorpen in het buitengebied zijn te herkennen aan de lineaire vorm als gevolg van hun ontstaan langs wegen en kanalen ten behoeve van veenontginning. Verder zijn er in het gebied enkele bedrijfsterreinen te vinden en recreatievoorzieningen.

Landgebruik

Het landgebruik bestaat voornamelijk uit agrarisch grasland en veeteelt, zie Figuur 10. Het overgrote gedeelte van de grasproductie vindt plaats op de beekoverstromingsvlakte. Voor de veeteelt wordt mais verbouwd. Dit gebeurt voornamelijk op de hoger gelegen delen in het projectgebied, te samen met bieten, aardappel en graanvelden. Deze gewassen worden geteeld in gebieden met verschillende grondwaterstanden (Figuur 9). In het overgrote deel van het gebied met deze gewassen zit de grondwaterstand hoog onder het oppervlak. Veelal in grondwatertrap II.

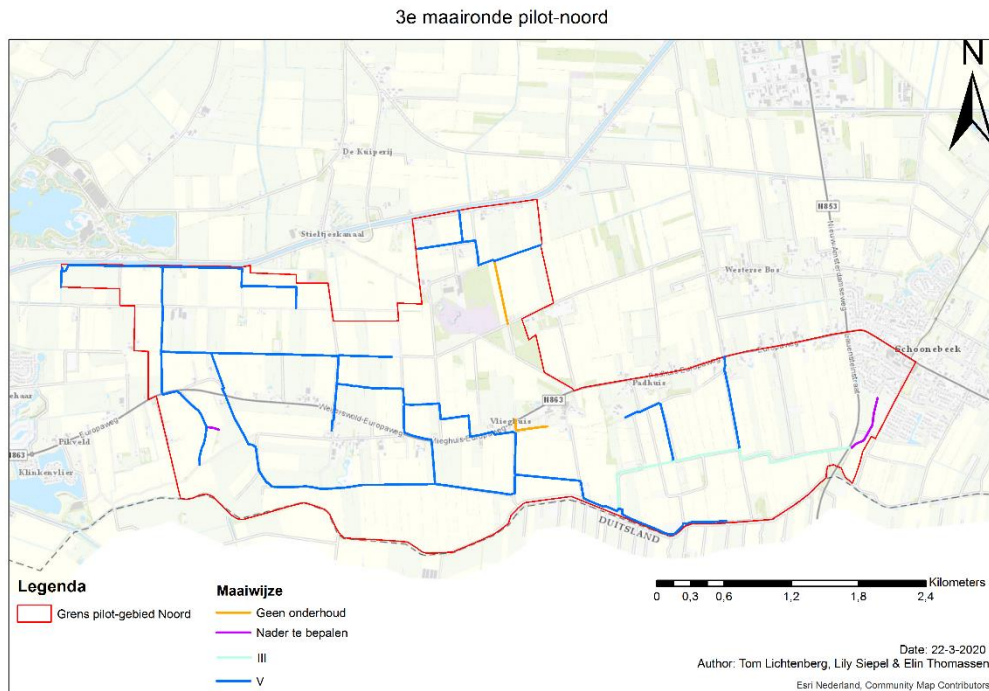
Landgebruikkaart pilot-gebied noord



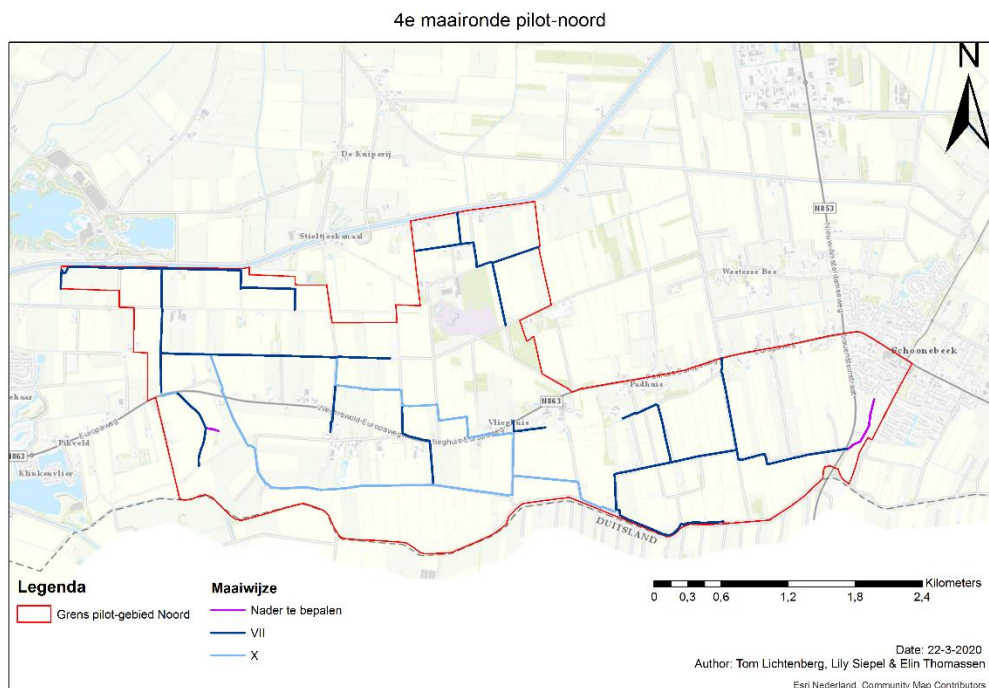
Figuur 10: Landgebruikkaart pilot-gebied noord

Beheer & onderhoud

Omdat pilot-gebied noord erg nat is, is het van belang dat water bij hoge afvoeren snel afgevoerd kan worden. Om snelle afvoer te realiseren moet er vaak gemaaid worden. In pilotgebied Noord zijn de maaiwijzen VII en X het meest voorkomend. Dit zijn de meest intensieve maaiwijzen. In elke maaironde wordt er gemaaid. In Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13 is het maaionderhoud voor pilot-gebied noord te zien.

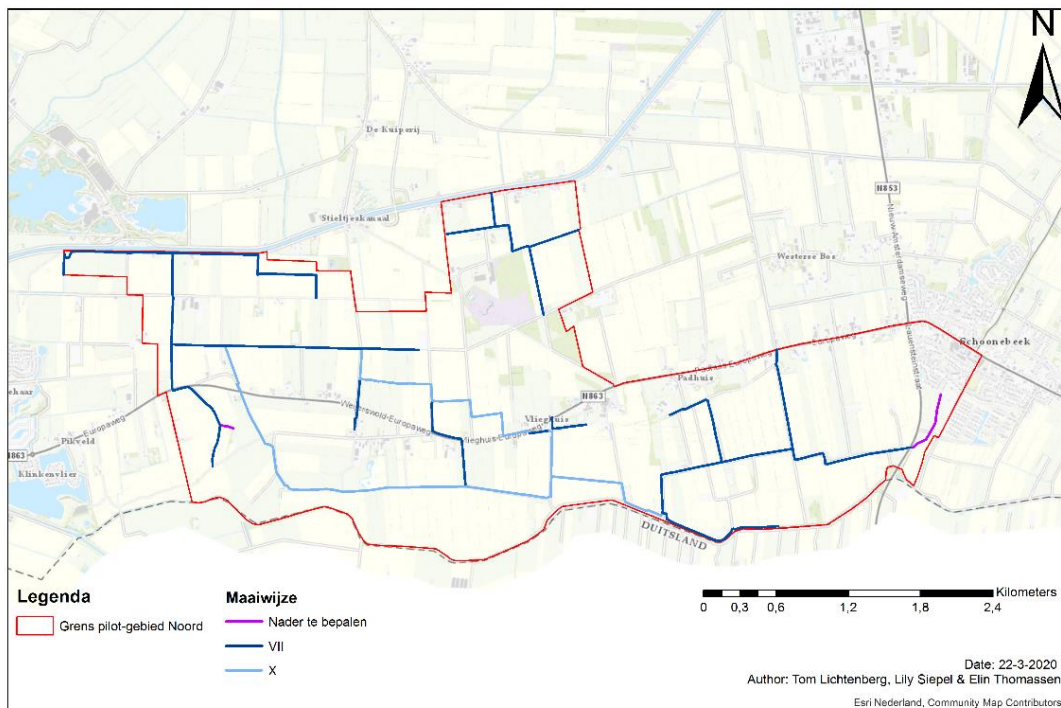


Figuur 11, 3^e maaironde pilot-gebied noord



Figuur 12, 4^e maaironde pilot-gebied noord

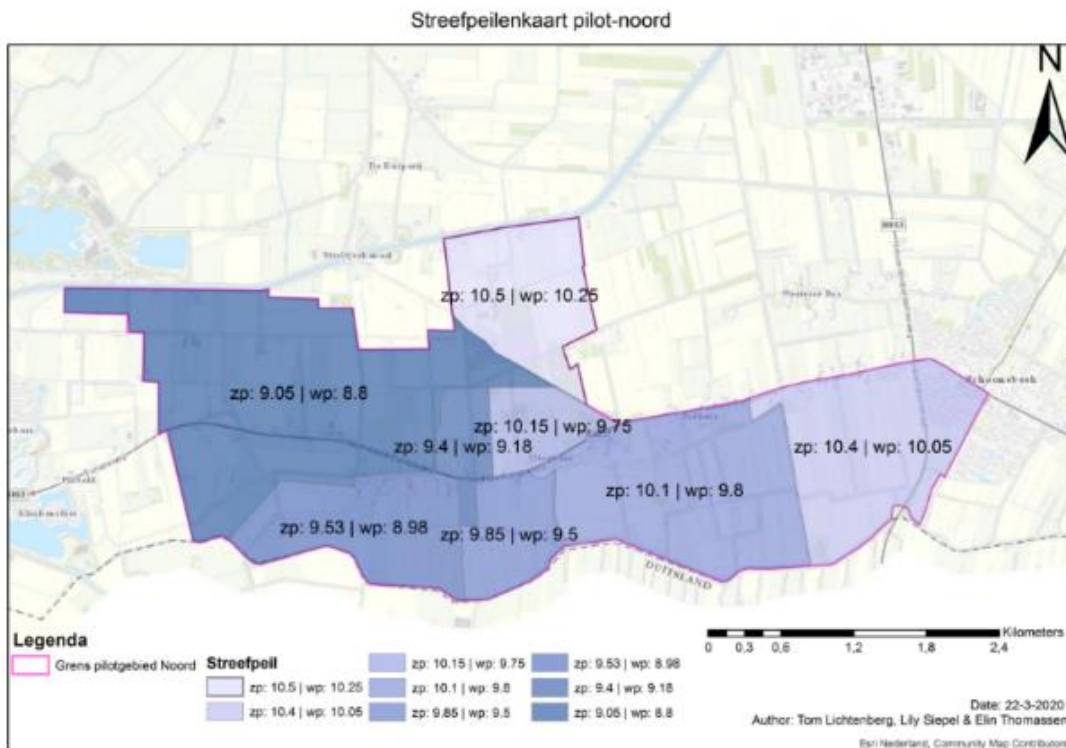
5e maaironde pilot-noord



Figuur 13, 5^e maaironde pilot-gebied noord

Peilbeheer

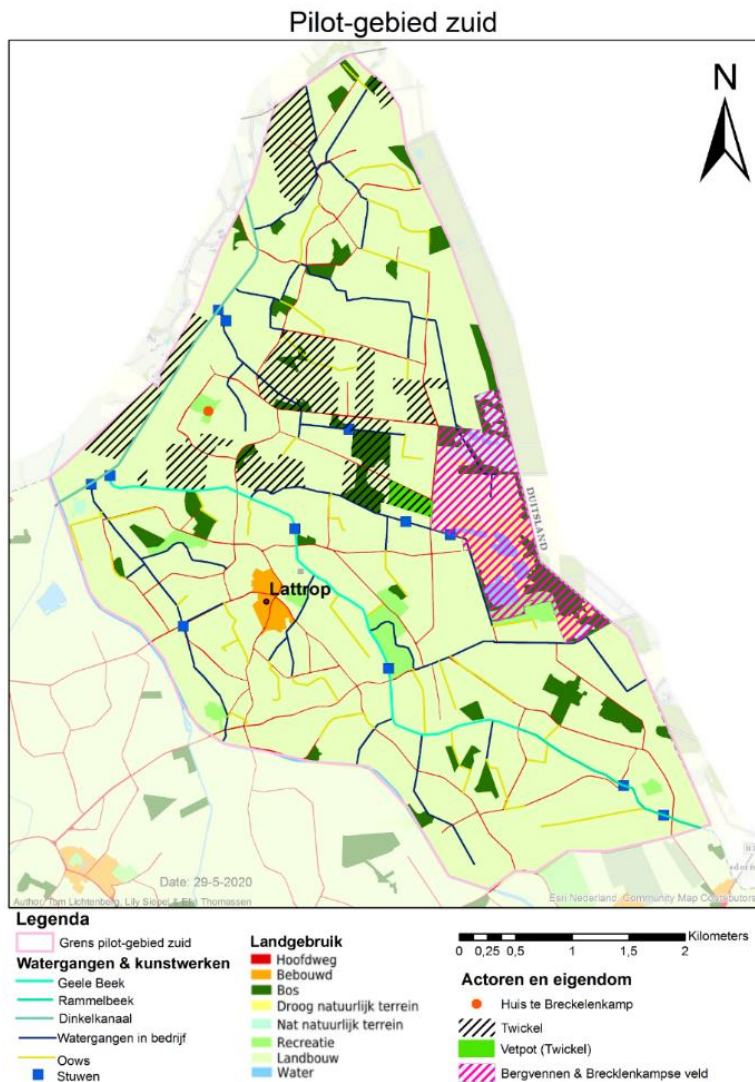
In het pilotgebied Noord is het gemiddelde verschil tussen het winter- en zomerpeil circa 30 centimeter. In Figuur 14 zijn de verschillende streefpeilen voor het winter- en zomerpeil te zien.



Figuur 14: Streefpeilenkaart pilot-noord

Bijlage 7 Gebiedsinventarisatie pilot-gebied zuid

Pilot-gebied Zuid is gelegen bij Lattrop-Breklenkamp in de gemeente Dinkelland (Overijssel). het project wordt omgrenst door de Dinkel, het Dinkelkanaal en de Duitse grens, zie Figuur 15. Het projectgebied bevindt zich in het vrij afwaterende deel van waterschap Vechtstromen.



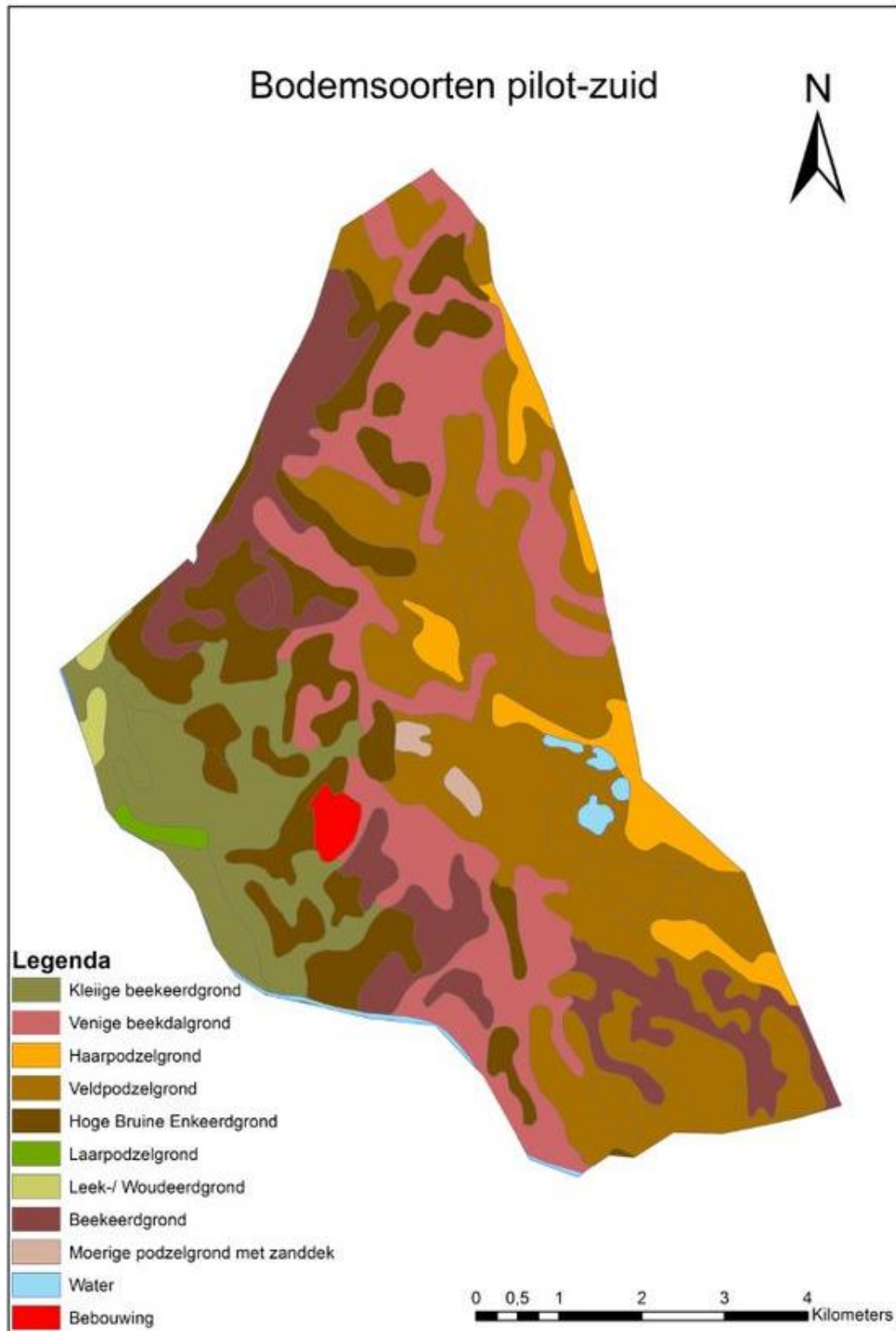
Figuur 15: Pilot-gebied zuid

Bodem en geomorfologie

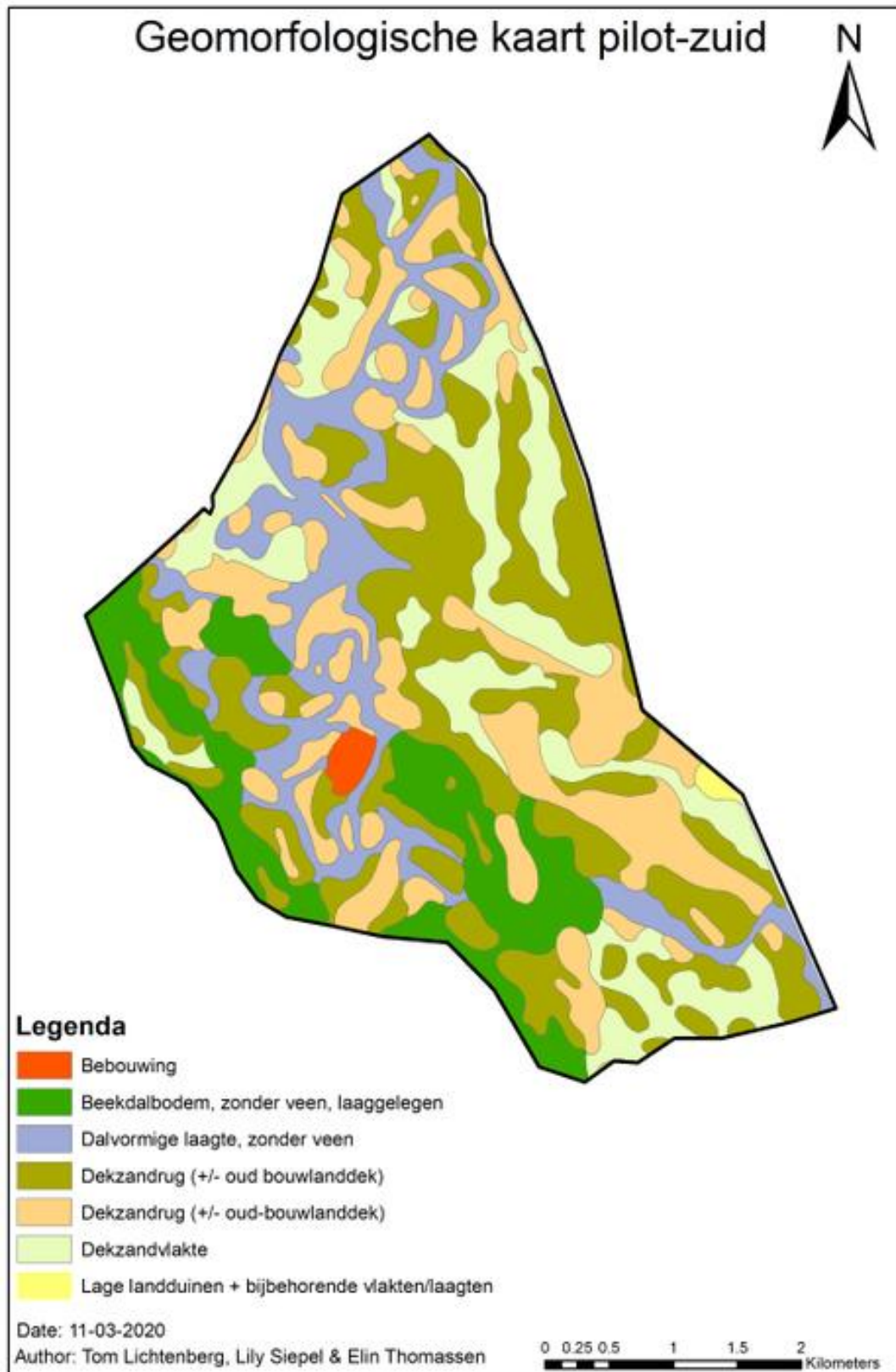
Het gebied Brecklenkamp bestaat uit dekzandruggen, die onder arctische omstandigheden in het Weichselien door de wind zijn gevormd. Op deze dekzandruggen zijn haarpodzolgronden en hoge bruine enkeerdgronden gelegen, zie Figuur 16. De haarpodzolen zijn gevormd in arm moedermateriaal op de hoge dekzandruggen zonder grondwaterinvloed, waar vroeger vooral heide en naaldbos voorkwam. De hoge bruine enkeerdgronden zijn ontstaan door eeuwenlange bemesting, waardoor er een minerale eerdlaag is ontstaan op het zanddek (Jongmans, van den Berg, Sonneveld, Peek, & van den Berg van Saparoea, 2012). De haarpodzolen en hoge bruine enkeerdgronden bevinden zich in de grondwatertrappen 6 (VI) en 7 (VII) (zie Figuur 16 en Figuur 20). Op de wat lager gelegen dekzandwellingen zijn in de loop er jaren veldpodzolen ontstaan. Door de verandering van naaldbos naar loofbos, verminderde de verdamping in het dekzandgebied, wat bijdroeg aan de hoger wordende grondwaterstanden (Jongmans, van den Berg, Sonneveld, Peek, & van den Berg van Saparoea, 2012). De lagere dekzandruggen en vlakke delen van het dekzandlandschap zijn onder invloed van het grondwater komen te staan. De oorspronkelijk aanwezige haarpodzolgronden veranderden in veldpodzolgronden. De veldpodzolgronden kunnen door de holocene vernatting hydrologisch zo laag zijn komen te liggen, dat de organische stofafbraak is gestopt, waardoor er zich een veenlaag op kon ontwikkelen (Jongmans, van den Berg, Sonneveld, Peek, & van den Berg van Saparoea, 2012). Binnen het pilot-gebied zijn deze veenlagen geclassificeerd als moerige podzolgronden, omdat de veenlaag dunner is dan 40 cm.

In de dalvormige laagten komt de bodemsoort 'venige beekdalgrond' voor. De dalvormige laagten zijn de laagstgelegen gebieden in het projectgebied (zie Figuur 17). Deze laagte kan niet worden gelinkt aan een beek- of riviersysteem, maar zijn ontstaan door het oppervlakkig afstromen van sneeuwsmeltwater over diep bevroren ondergronden in zwak hellend gebied (Maas, van der Meij, van Delft, & Heidema, 2019). Een deel van deze dalvormige laagte is opgevuld met veen, zoals in dit gebied het geval is. Venige beekdalgrond is een bodemtype dat behoort tot de hydroeerdgronden, die voortdurend of periodiek een hoge grondwaterstand bevat. Kijkend naar Figuur 89, komt dit overeen met de gemeten grondwaterstand in het projectgebied. Deze bodemsoort bevindt zich in grondwatertrap III. De venige beekdalgrond bevat een moerige bovengrond.

In de laaggelegen beekdalgronden, gelegen langs de Gele Beek (zie Figuur 18), met een hoge grondwaterstand (III) bevindt zich kleiige beekkeerdgronden. Deze grondsoort behoort tot de hydrozandgronden, waarbij de zandgrond uit het Pleistoceen stamt. De A-horizont is zwart van kleur, waardoor dit ook wel een Zwarte beekkeerdgrond genoemd kan worden. Doordat deze grondsoort in het beekdal voorkomt, bevat het een laag klei (Berendsen, 2005).

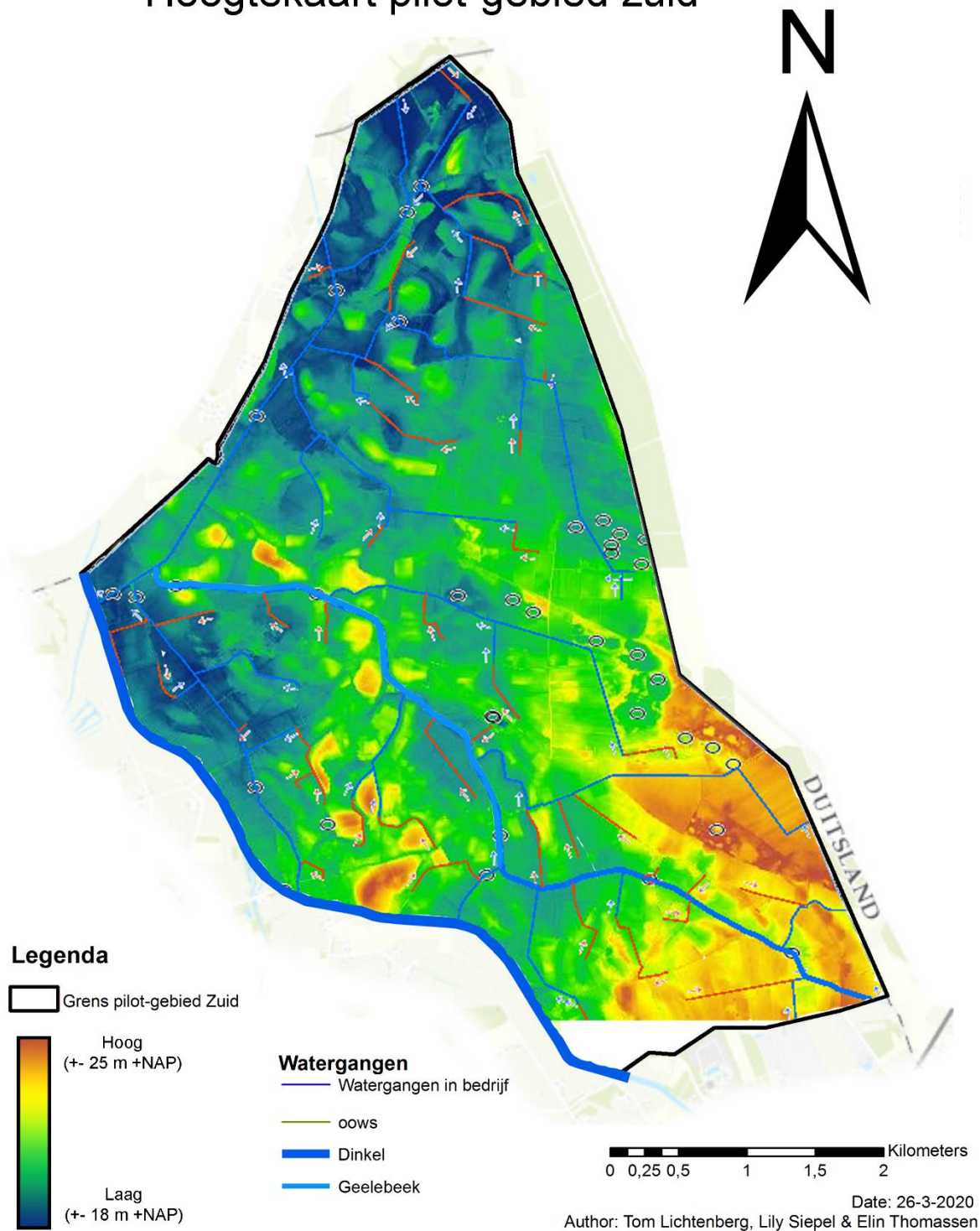


Figuur 16: Bodemsoortenkaart pilot-gebied zuid



Figuur 17, Geomorfologische kaart pilot-gebied zuid

Hoogtekaart pilot-gebied zuid



Figuur 18: Hoogtekaart pilot-gebied zuid

Watersysteem

Het watersysteem van het zuidelijke pilot-gebied bedraagt een oppervlakte van 12,3 km². Het gebied loopt licht af vanaf het zuidoosten naar het noordwesten van respectievelijk circa 25m +NAP tot een hoogte van circa 18m +NAP, zie Figuur 18. De enige afwateringsmogelijkheden in het gebied zijn de Dinkel en het Dinkelkanaal. Het Dinkelkanaal komt vlak over de grens met Duitsland samen met de Dinkel. Het water uit het Dinkelkanaal en de Dinkel stroomt in Duitsland de Vecht binnen waar het water uiteindelijk het IJsselmeer instroomt, zie Figuur 1.

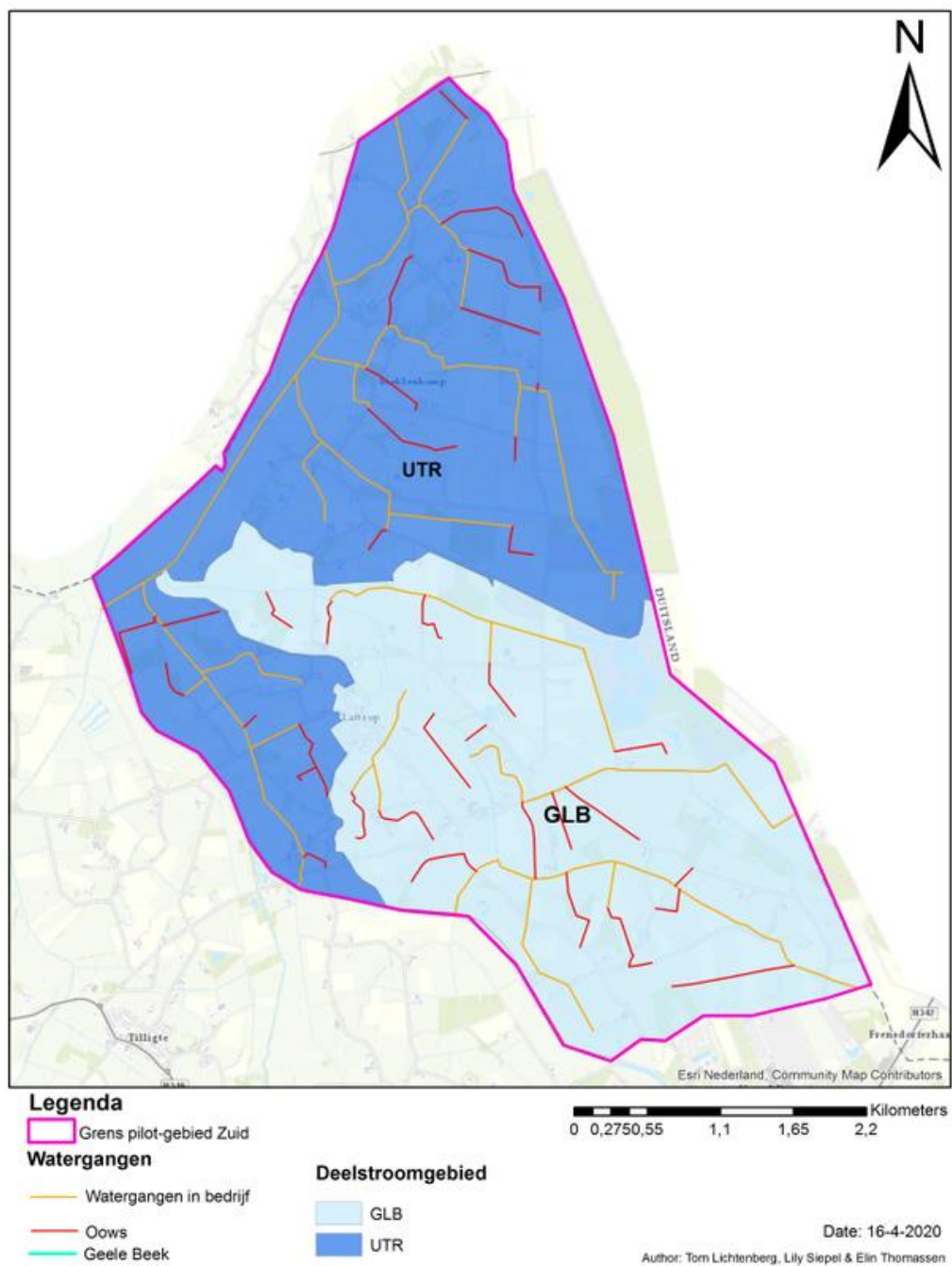
Hoofdstroom- en stroomgebied

Het projectgebied bevindt zich in het hoofdstroomgebied van de Overijsselsche Vecht. Binnen dit hoofdstroomgebied bevindt zich het stroomgebied Dinkelkanaal. Het projectgebied ligt in het deel van het beheergebied van het waterschap dat vrij afwaterend is. Er is dus geen mogelijkheid om water extern aan te voeren. Kanalen spelen in dit deel van het waterschap dus nauwelijks een rol.

Deelstroomgebieden en streefpeilen

Het projectgebied is opgedeeld in de deelstroomgebieden UTR (Untere Dinkel) en GLB (Geele Beek), zie Figuur 19. Het deelstroomgebied UTR bedekt het grootste gedeelte van het projectgebied, ongeveer 35 km². Omdat er in het gebied sprake is van verhang hoeft het gebied niet leeggepompt te worden met gemalen maar kan het vrij afstromen. Al het water in het gebied stroomt dan ook vrij af op de Dinkel of op het Dinkelkanaal. Het deelstroomgebied Geele Beek is ook een vrij afwaterend gebied en stroomt af op het Dinkelkanaal. Het deelstroomgebied Geele Beek is ongeveer 16 km². Anders dan in pilot-gebied Noord wordt er in pilot-gebied Zuid gewerkt met stuwen die het waterniveau op peil houden, zie Figuur 21.

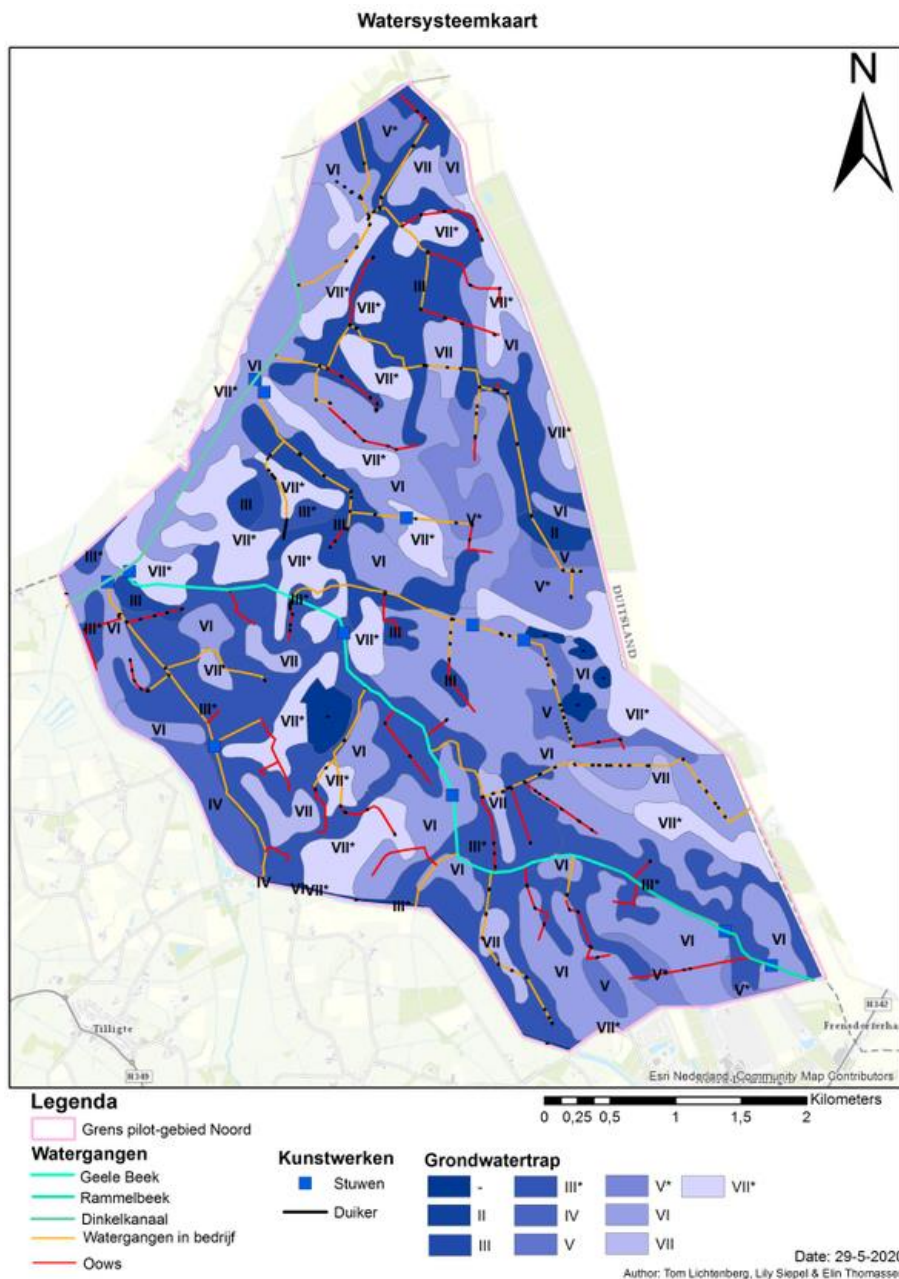
Watersysteemskaart Zuid - Deelstroomgebieden



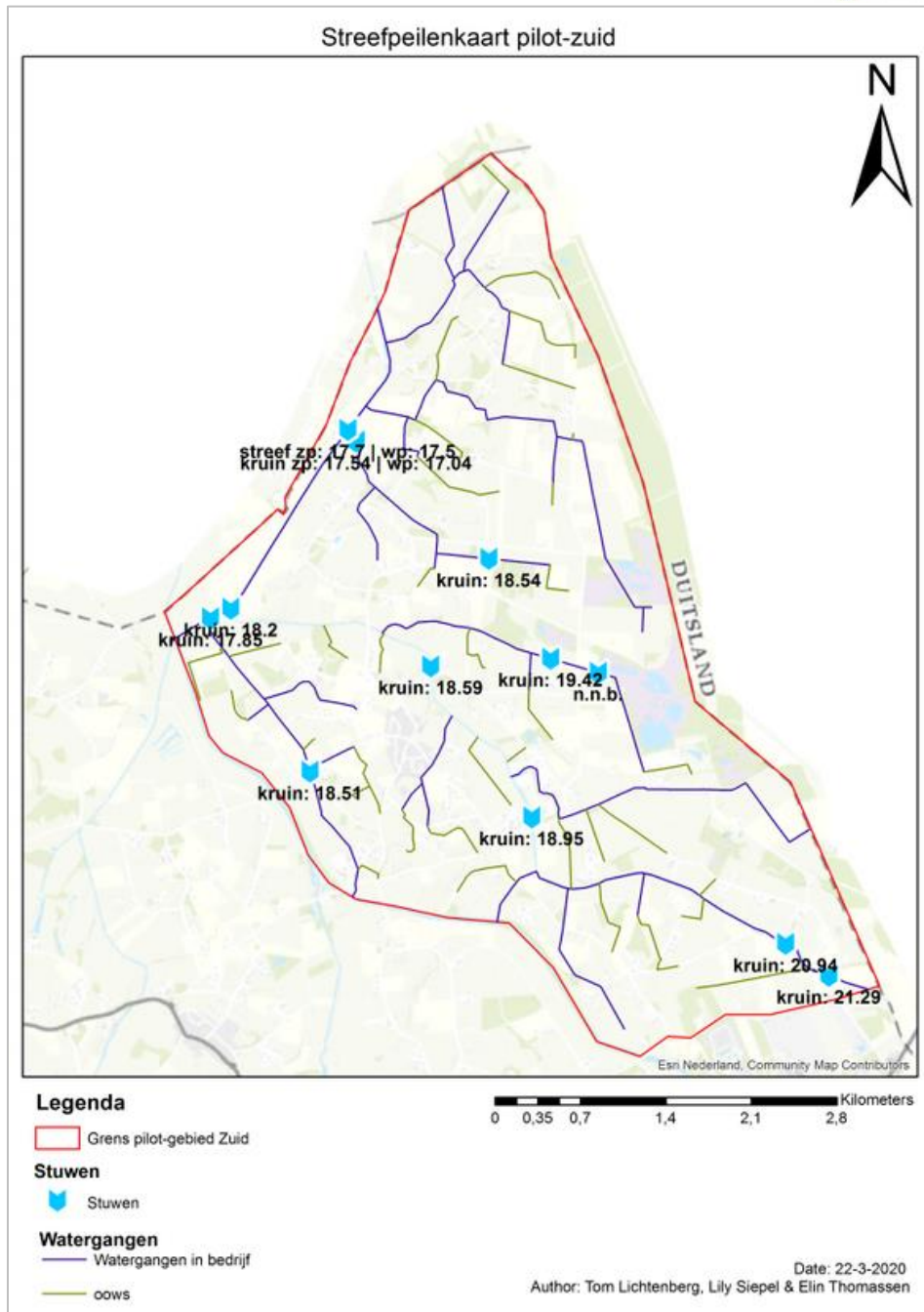
Figuur 19: Deelstroomgebieden pilot-gebied zuid

Grondwatertrappen en watergangen

Pilot-gebied Zuid is een relatief droog gebied (grondwatertrappen V, VI, VII en VII*). De droogte komt voornamelijk doordat het gebied op een hoge zandgrond ligt waardoor regenwater snel infiltreert en slecht kan worden vastgehouden. In het gebied zijn een groot aantal watergangen die diep ingesneden zijn en een grote drainerende werking hebben. Dit komt de droogte in het gebied niet ten goede. Rondom de Dinkel, de Geele Beek en het noorden van het projectgebied is het natter (grondwatertrappen II, III en III*), zie Figuur 20. OOWS watergangen zijn watergangen, waarvan het waterschap op dit moment nog eigenaar is maar die in de toekomst eigendom van andere partijen zullen worden



Figuur 20: Watersysteemkaart pilot-gebied zuid



Figuur 21: Streefpeilenkaart pilot-gebied zuid

Functie- en landgebruik

Het gebied Lattrop-Breklenkamp behoort tot het Nationaal Landschap Noordoost-Twente. Het gebied wordt gekenmerkt door een essen-kampen landschap en jonge ontginningen dat wordt doorsneden door beken. Lattrop-Breklenkamp is een kleinschalig landschap met een groen karakter, waarbij de akkers worden afgewisseld door houtwallen, grasland en bossen (Compendium voor de Leefomgeving, 2009). De essen vormden vroeger de akkercomplexen bij de dorpen. Tegenwoordig liggen rondom het kleinschalige landschap grotere percelen met rechthoekige vormen. In de 19^e en de 20^e eeuw zijn deze percelen ontstaan door de ontginning van stukken hei (de Jong, et al., 2009). Zoals in Figuur 15 te zien is, heeft projectgebied zuid voornamelijk een agrarische functie. Het gebied wordt ook wel gekenmerkt als een agrarisch cultuurlandschap. De grootste grondgebruiker is de melkveehouderij.

In het projectgebied vindt bewoning plaats in het dorp Lattrop, gelegen op een dekzandrug en verspreid in het buitengebied van Breklenkamp. In het gebied zijn veel historische boerderijen en landgoederen te vinden, zoals Huis te Breklenkamp.

In het projectgebied komt het Natura-2000 gebied De Bergvennen & Breklenkampse Veld voor. In de laatste ijstijd heeft stuivend zand, de glooiende vorm aan het landschap gegeven. In het gebied van De bergvennen zijn in de laagtes vennen ontstaan, zogeheten doorstroomvennen (Landschap Overijssel, sd). Het water van de hoger gelegen gebieden stroomt geleidelijk af naar lager gelegen vennen. Deze vennen worden gezien hun hoge ligging voornamelijk gevoed door regenwater. De vennen gaan over in droge heide. Langs een van de vennen in De Bergvennen, groeit gagelstruweel. Ten noorden van De Bergvennen, is het Breklenkampse Veld gelegen. Hier is een afwisseling van droge en natte heide, grasland en natte laagten te vinden (Landschap Overijssel, sd). De droge heide is te vinden op de hogere zandruggen. Ook komen hier vochtige eiken-berkenbossen voor. De Bergvennen zijn aan elkaar gekoppeld door slenken, waar het water zuur is. In deze slenken komt de Rode lijst plantensoort de Waterlobelia voor (Landschap Overijssel, sd).

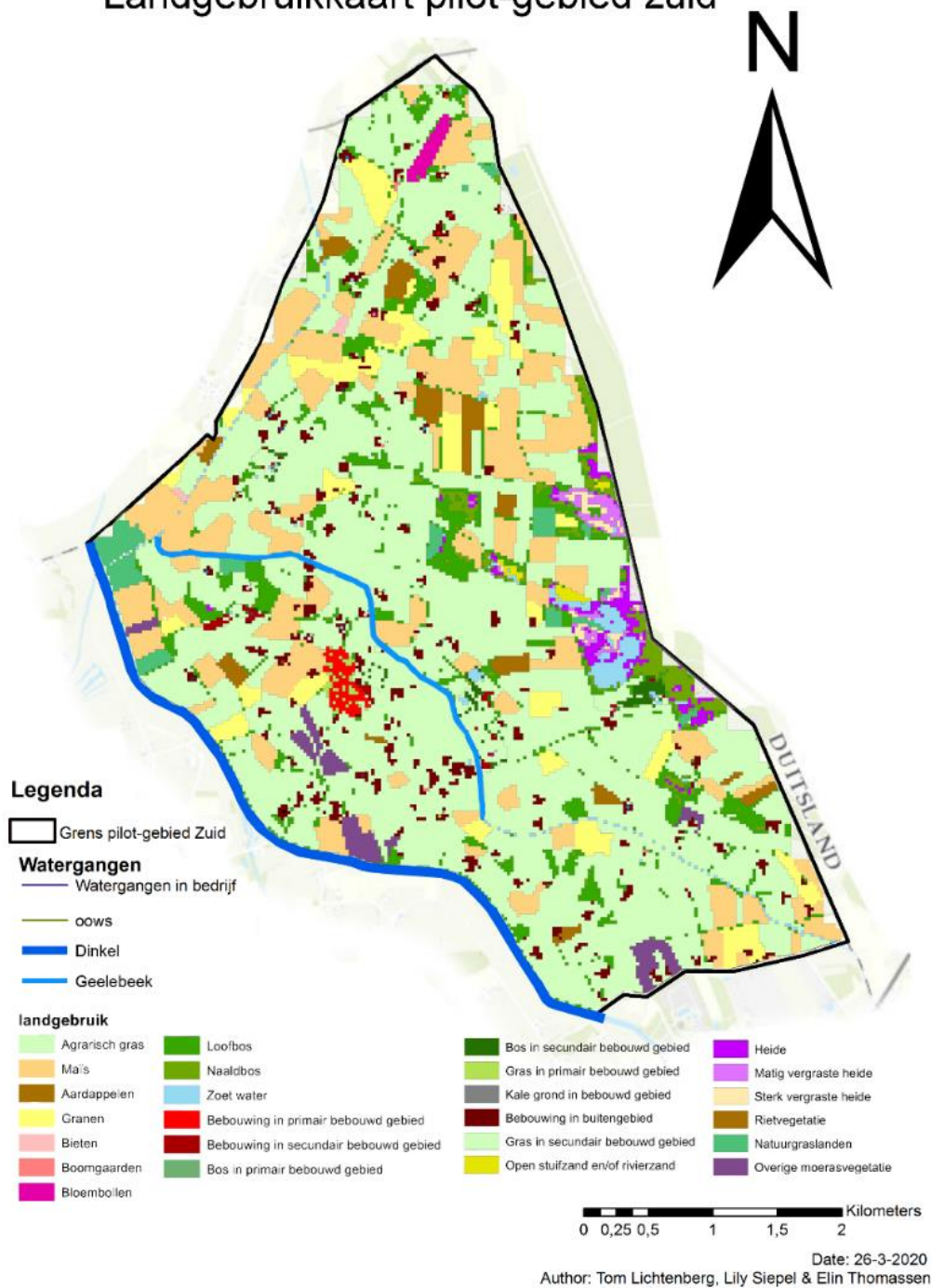
Landgoed Twickel is eigenaar van het Natuurreervaat De Vetpot. In De Vetpot kwam vroeger een soortgelijk landschap voor als in het Brecklekampse Veld, maar dit is aangetast door verdroging (Rijksoverheid, 2006). In De Vetpot is natte heide, rietlanden, gagel-en wilgenstruwelen en een droog en vochtig eiken-berkenbos aanwezig.

Bedrijventerreinen zijn in het gebied nauwelijks te vinden. Wel vindt er in het gebied veel recreatie plaats. In het projectgebied zijn enkele campings, B&B's en een hotel aanwezig.

Landgebruik

Het landgebruik in het gebied wordt vertegenwoordigd door agrarisch grasland ten behoeve van de melkveehouderij, zie Figuur 22. De landbouwgebieden zijn dan ook voornamelijk ingericht voor de productie van mais, dat dient als veevoeding. Naast mais worden er aardappels, granen en bieten geteeld. Daarnaast zijn er moerasvegetaties en natuurgraslanden te vinden in het beekdal. Grote boscomplexen komen nauwelijks voor in het gebied. Een groot deel van de boscomplexen is ontstaan door de aanwezigheid van boomkwekerijen (Compendium voor de Leefomgeving, 2009). De bossen worden afgewisseld tussen loofbos en naaldbos en enkele in tact gebleven heide velden.

Landgebruikkaart pilot-gebied zuid

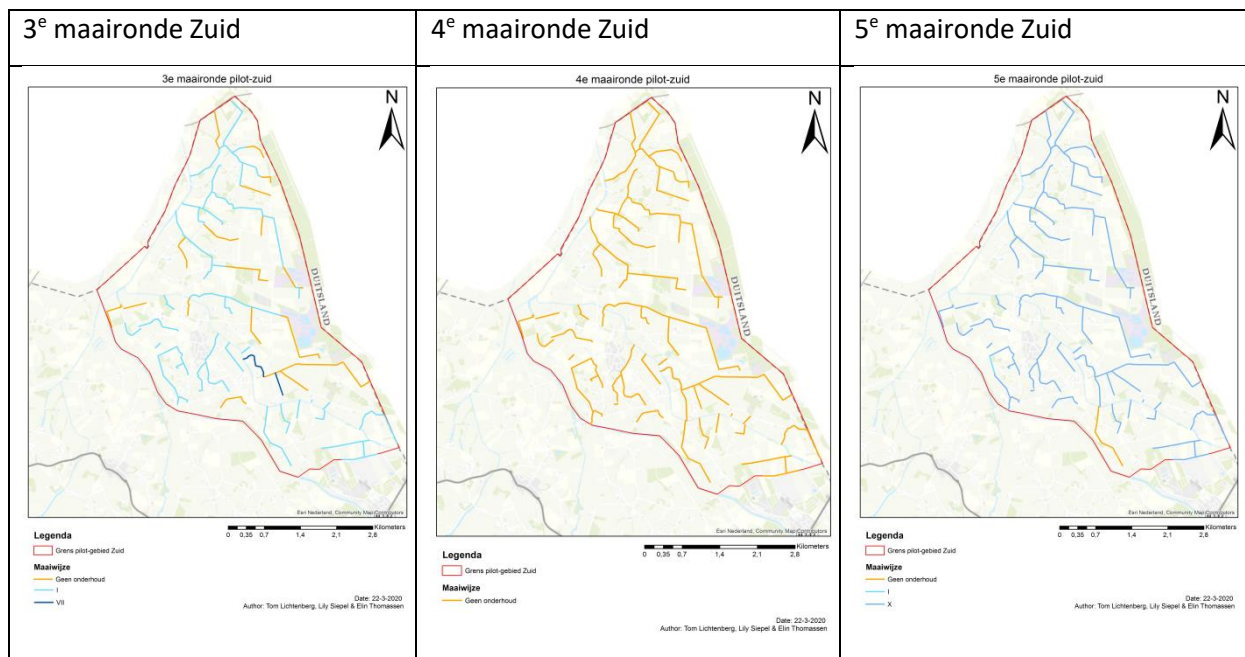


Figuur 22: Landgebruikkaart pilot-gebied zuid

Maaionderhoud

Anders dan pilot-gebied noord, is pilot-gebied zuid relatief droog. Om zoveel mogelijk water vast te houden wordt er dus ook minder gemaaid. In projectgebied is de maaiwijze 1 het meest voorkomend, zie Figuur 3. Er wordt alleen (relatief) grootschalig maaibeeld uitgevoerd in de 5^e maaironde. Dit is kenmerkend voor droogtegevoelige gebieden: de voorjaars-maairondes komen veelal te vervallen. Door extensief te maaien kan de begroeiing gebruikt worden als natuurlijke stuw (Veldman, 2006). Hierdoor blijven de watergangen zo lang mogelijk watervoerend. In Tabel 3 is het maaionderhoud voor pilot-gebied noord te zien.

Tabel 3: Maaionderhoud pilot-gebied zuid



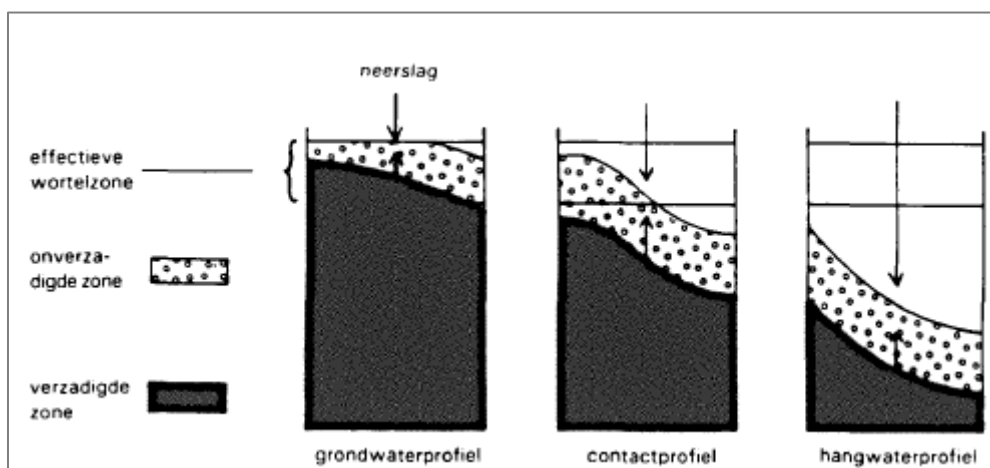
Peilbeheer

In pilot-gebied zuid is er een stuw waarbij het winterpeil naar zomerpeil automatisch gestuurd kan worden (streef). De andere stuwen in het pilotgebied hebben een kruinhoogte, zie Figuur 21. Dit is een vaste hoogte; een handmatige of vaste overlaat. Met het gebruik van stuwen is er weinig tot geen sturing mogelijk.

Bijlage 8 Bodemprofielen

In de pilot-gebieden fluctueren de grondwaterstanden. Dit laatste wordt veroorzaakt door onder andere het type bodem en de fluctuatie in neerslagoverschotten en -tekorten. Op hoger gelegen zandgronden is deze fluctuatie 0,75 meter of meer terwijl dit in lageregelegen delen ongeveer tussen de 0 en 0,5 meter bedraagt. De grondwaterspiegel volgt in algemene zin het reliëf in afgevlakte vorm. Steile hellingen in het reliëf zorgen er dus voor dat het grondwater daar dicht bij het maaiveld of soms zelfs boven het maaiveld uitkomt. Dit gebeurt vaak in het winterhalfjaar wanneer er voldoende water in de grond aanwezig is. In de zomer ligt ook hier de grondwaterstand lager. In het laagste gedeelte van een gebied ligt de grondwaterstand relatief het dichtst bij het maaiveld. Van een hoog- naar laaggelegen reliëf gelden de profielen respectievelijk: hangwaterprofiel, intermediair profiel en contact profiel.

De hangwaterprofiel bevinden zich op relatief hooggelegen terreinen waar het grondwater diep zit. De vochtvoorziening is afhankelijk van de ter plekke gevallen neerslag die in de bodem infiltreert en wegzakt naar het grondwater. De bovengrond moet het hebben van zowel het infiltrerende water als het hangwater. Bij een hangwaterprofiel reikt de invloed van het grondwaterstelsel niet tot de wortelzone. De beschikbaarheid in vocht wordt geheel bepaald door het vochthoudend vermogen van de wortelzone (Molenaar, 1995). In pilot-gebied noord komt sporadisch een hangwaterprofiel voor (zie Figuur 23). Doordat er in dit pilot-gebied streefpeilen gehanteerd worden, beschikt het overgrote gedeelte van het gebied over contactprofielen, waar het grondwater zich vlak onder het oppervlak bevindt. Daarnaast bevat het gebied intermediaire profielen op de hoger gelegen vlakten. Deze profielen zijn in de zomer hangwaterprofielen en in de winter contactprofielen. In het hoger gelegen pilot-gebied zuid bevinden zich sporadisch contactprofielen. Dit gebied wordt voornamelijk gekenmerkt door intermediaire profielen en hangwaterprofielen, waar het grondwater diep onder maaiveld zit (zie Figuur 23).



Figuur 23, Schematische weergave hydrologische profieltypen. Bron: (Molenaar, 1995)

Bepaling van profielen

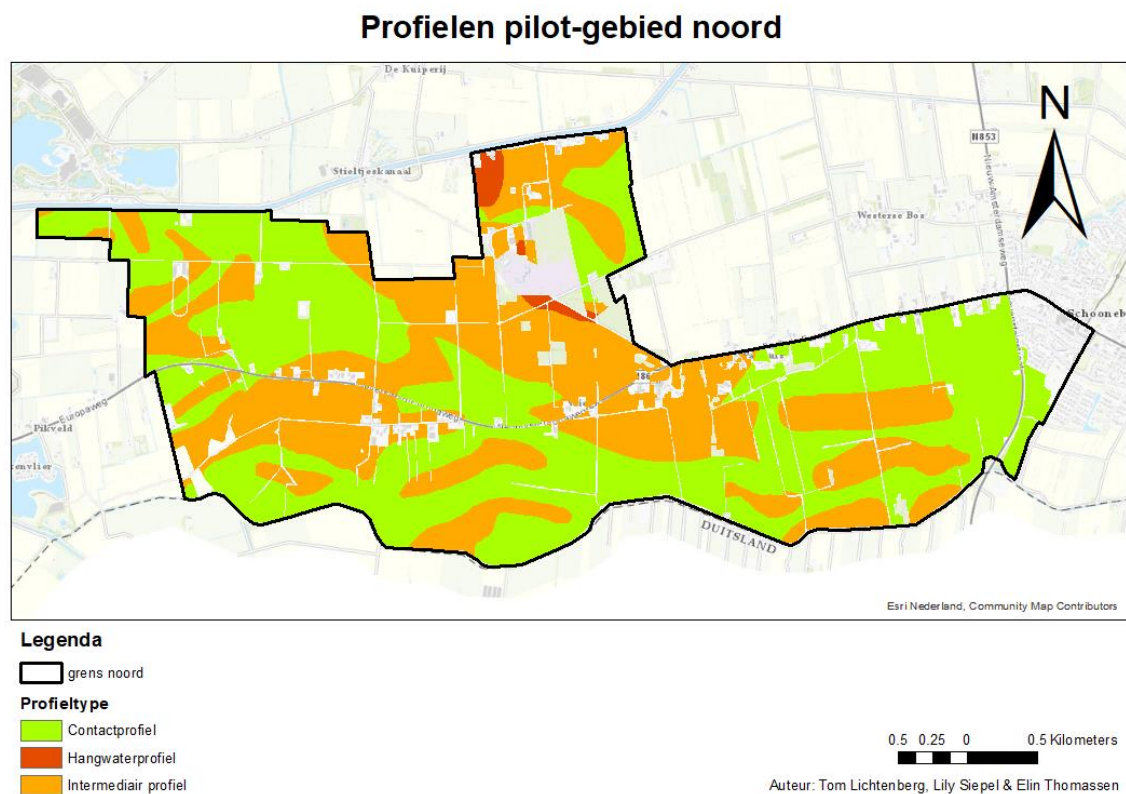
De verschillende type profielen zijn berekend in arcGIS. Hierbij zijn andere datasets gebruikt. De grondwatertrappen zijn gebruikt om de waterstanden in het winterhalfjaar en in het zomerhalfjaar te berekenen. Tevens is de LGN kaart gebruikt om de worteldiepte van gewassen als controlerende factor te laten gelden. De gebruikte query's in arcGIS zijn te vinden in Tabel 4.

Tabel 4: gebruikte query's in arcGIS

Hangwaterprofiel	Worteldiepte ≤ 90 AND GLG/GHG $\geq 105/100$
Intermediair profiel	Profiel GLG= hangwaterprofiel AND profiel GHG= contactprofiel
Contactprofiel	Worteldiepte ≤ 90 AND GLG/GHG $\leq 105/100$

Bodemprofielen pilot-gebied noord

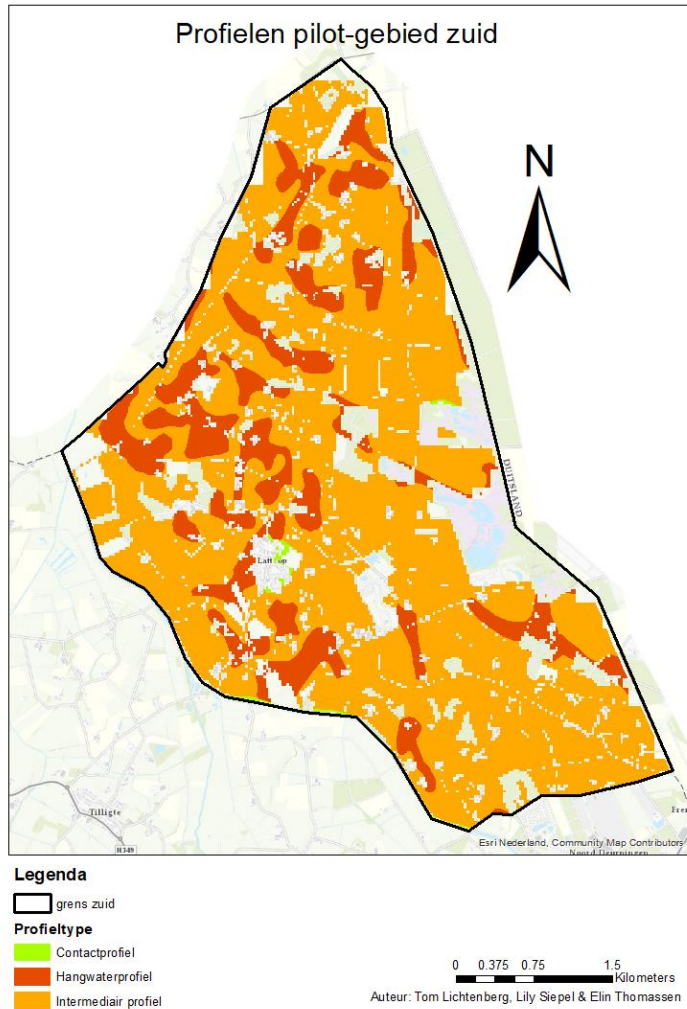
Het overgrote deel van het pilot-gebied noord bestaat uit contactprofielen en intermediaire profielen. De intermediaire profielen komen overeen met de lager gesitueerde grondwatertrappen. Tevens is er in deelstroomgebied Katshaar een klein areaal aan hangwaterprofielen te vinden (zie figuur 24).



Figuur 24: Bodemprofielen pilot-gebied noord

Bodemprofielen pilot-gebied zuid

In het overgrote deel van pilot-gebied zuid zijn intermediaire profielen te vinden en verhoudingsgewijs zijn de meeste hangwaterprofielen gesitueerd tussen het noordelijkste puntje van het gebied en de zuidwestelijke grens met de Dinkel (zie Figuur 25). Er zijn enkele contactprofielen, deze zijn gesitueerd bij het dorp Lattrop en bij de natte natuurgebieden in het oosten.



Figuur 25: Bodemprofielen pilot-gebied zuid

Bijlage 9 Beschrijving knelpunten pilot-gebied noord

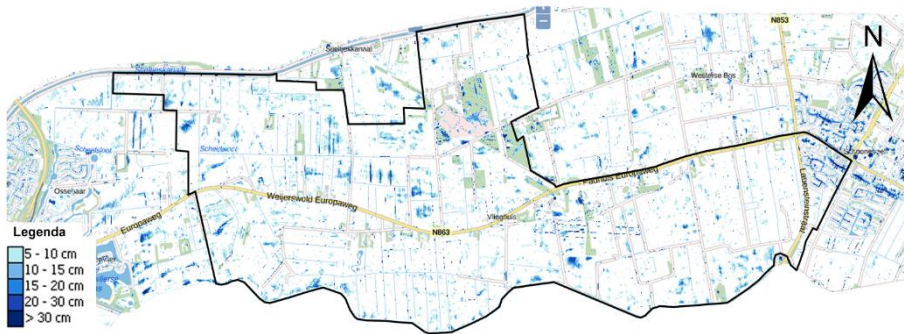
Pilot-gebied noord is een beekdallandschap. Dit betekent dat het van nature relatief nat is (Landschap Overijssel, sd). Daarnaast ligt dit pilot-gebied in het deel van het waterschap dat kan worden gevoed met gebiedsvreemd water ten tijde van droogte. Als er droogte optreedt, wordt dit niet door de gebruikers ervaren omdat er gebiedsvreemd water aangevoerd kan worden. Tijdens de extreem droge zomers van afgelopen jaren, bleek dat het gemaal in het Schoonerbeekerdiep niet diep genoeg kan opmalen om zo het gebied van water te voorzien (Sloots, 2020). Door de mindere mogelijkheid tot wateraanvoer wordt er in de extreme zomers toch droogtestress ervaren.

In natte periodes is de afvoer soms zo hoog dat het watersysteem de afvoer van het overtollige water niet aankan en het water buiten de oevers treedt. Dit komt met name doordat de watergangen voor 90% worden bediend met handbediende kunstwerken. Er is veel personeel nodig om deze kunstwerken goed te kunnen bedienen tijdens extreme buien. Het waterschap heeft geen beschikking over het benodigde personeel (Sloots, 2020).

Door natte perioden, kunnen er nog meer problemen ontstaan. Zo kan water blijven staan op straten of op percelen die worden gebruikt voor landbouw. In Figuur 26 is te zien waar en hoe diep het water staat bij kortdurende neerslag die eens in de 100 jaar voorkomt. Vooral iets ten zuiden van het gehucht Vlieghuis, aan de noordzijde van de N863 bij Weijserswold en rond Schans de Katshaar is de waterdiepte het grootst. Extremere buien zorgen automatisch ook voor grotere waterdieptes en meer plekken die onder water komen te staan. In Figuur 27 is te zien waar en hoe diep het water staat bij kortdurende neerslag die eens in de 1000 jaar voorkomt.

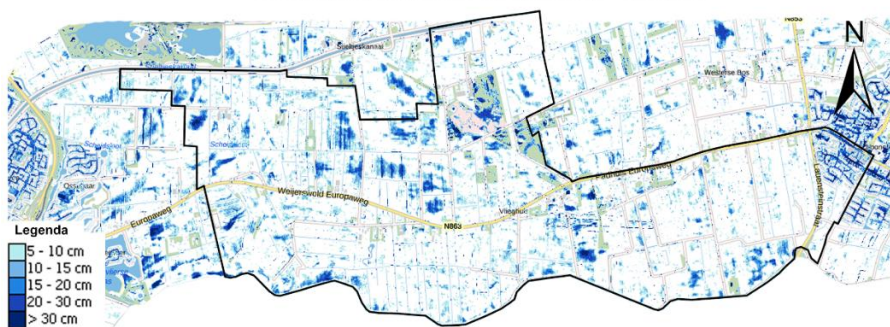
Water dat op straat blijft staan is een groot probleem, het kan er namelijk voor zorgen dat hulpdiensten niet overal meer kunnen komen. Daarnaast kan water op landbouwgronden ook zorgen voor zuurstofstress, zie Figuur 28. De lucht in de bodemporiën die de plantenwortels nodig hebben voor hun respiratie wordt dan vervangen door water (Bartholomeus, Witte, van Bodegom, & van Dam, 2010). Zuurstofstress zorgt voor een derving in opbrengsten van gewassen.

Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag - 1:100 jaar



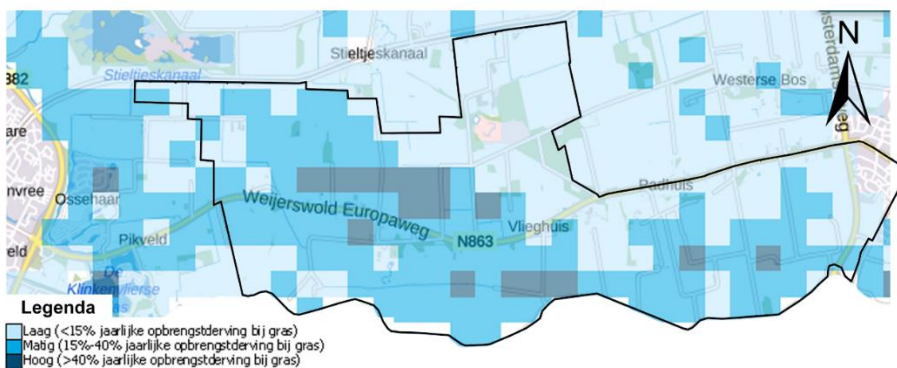
Figuur 26: Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag die eens per 100 jaar voorkomt

Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag - 1:1000 jaar



Figuur 27: Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag die eens in de 1000 jaar voorkomt

Risico op zuurstofstress



Figuur 28: Huidig risico op zuurstofstress

Bijlage 10 Beschrijving knelpunten pilot-gebied zuid

Pilot-gebied zuid ligt op de hogere zandgronden. Dit betekent dat het gebied van nature erg droogtegevoelig is (obn natuurkennis, sd). Als er regen valt is het water heel lastig vast te houden omdat het, door de aanwezigheid van het zand, meteen de grond inzakt. Daarnaast ligt het pilot-gebied in het deel van het waterschap waar geen gebiedsvreemd water kan worden aangevoerd ten tijde van droogte.

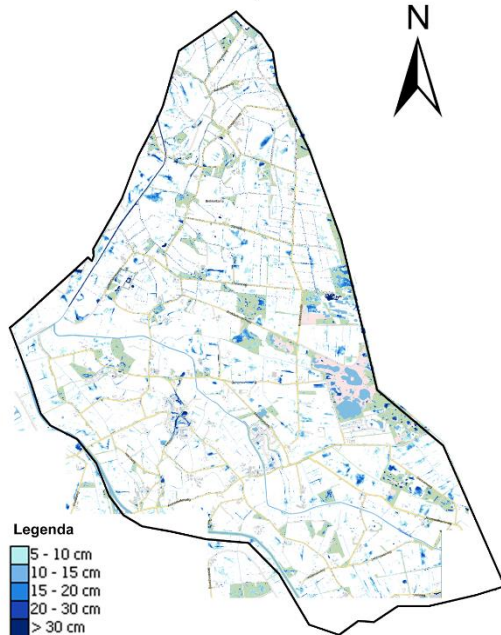
Door natte periodes, bijvoorbeeld bij piekbuien, kunnen er nog meer problemen ontstaan. Zo kan water blijven staan op straten of op percelen die worden gebruikt voor landbouw (Huiskens, 2020). In Figuur 29 is te zien waar en hoe diep het water staat bij kortdurende neerslag die eens in de 100 jaar voorkomt. De wateroverlast is verspreid over het hele gebied, voornamelijk in de lager gelegen delen, zie Figuur 18. Extremere buien zorgen automatisch ook voor grotere waterdieptes en meer plekken die onder water komen te staan. In Figuur 30 is te zien waar en hoe diep het water staat bij kortdurende neerslag die eens in de 1000 jaar voorkomt.

Water dat op straat blijft staan is een groot probleem, het kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat hulpdiensten niet overal meer kunnen komen. Daarnaast kan water op landbouwgronden ook zorgen voor zuurstofstress, zie Figuur 31. De lucht in de bodemporiën die de plantenwortels nodig hebben voor hun respiratie wordt dan vervangen door water (Bartholomeus, Witte, van Bodegom, & van Dam, 2010). Zuurstofstress zorgt voor slechtere opbrengsten van gewassen.

Gewasschade wordt niet alleen veroorzaakt door zuurstofstress, maar ook door droogtestress. Dat het gebied droog is, werd vooral in de zomers van 2018 en 2019 duidelijk. Watergangen stonden droog en er werd een beregeningsverbod ingesteld. De droogte was bovendien merkbaar in de opbrengsten van agrariërs. De maïs die wordt gebruikt als veevoer bevatte bijvoorbeeld door de droogte niet voldoende nutriënten waardoor er €25.000,00 aan zetmeel bijgekocht moest worden. Ook moest er om het verdorde gras te herstellen 225 ha gras ter waarde van €20.000,00 worden gezaaid (Huiskens, 2020).

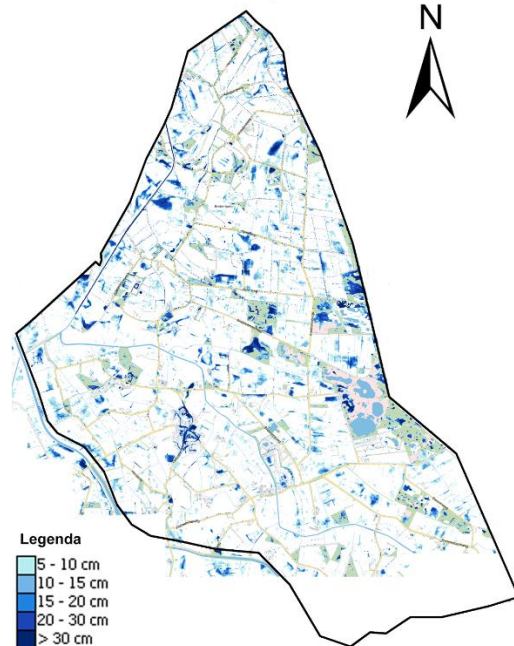
Niet alleen agrariërs hadden last van de droogte, ook Huis te Breckelenkamp. Het water in de grachten van het Huis stond extreem laag. Hierdoor is de kans op paalrot en verzakking groter geworden (Zanderink, 2020).

Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag
1:100 jaar



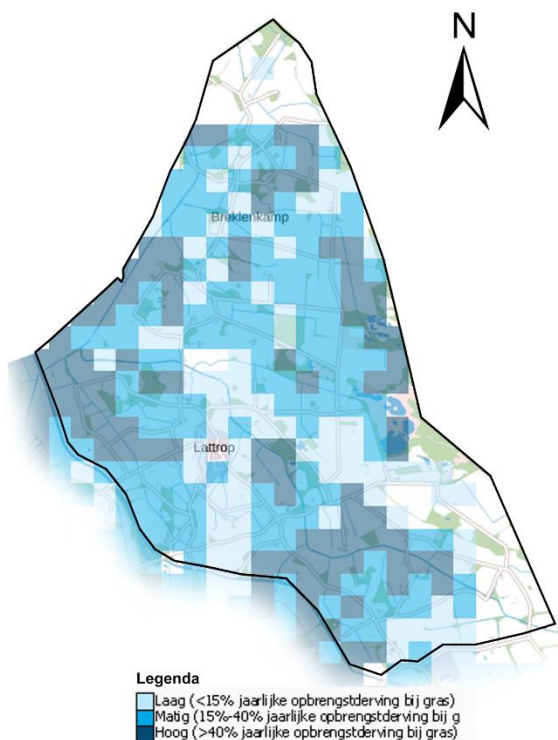
Figuur 29: Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag die eens per 100 jaar voorkomt

Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag
1:1000 jaar



Figuur 30: Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag die eens per 1000 jaar voorkomt

Risico zuurstofstress



Figuur 31: Huidig risico op zuurstofstress

Bijlage 11 Interviews en aantekeningen gesprekken

Bijlage 11.1 Interview Agrariër (pilot-gebied zuid), 04-03-2020

Ervaart u knelpunten door droogte en wateroverlast?

Ja, ik ervaar knelpunten door droogte en wateroverlast.

Waar ervaart u knelpunten?

→ Droogte

Door de droogte staat er weinig water in de watergangen. Door het weinige water is er afgelopen zomer zelfs een beregeningsverbod ingesteld. Hierdoor kreeg mijn maïs die ik gebruik als voer voor de koeien geen mooie kolven. Ik moest voor €25.000,00 aan zetmeel bijkopen om mijn koeien toch dezelfde voedingswaarden te kunnen geven. Door de droogte is ook mijn gras doodgegaan waardoor ik 225 ha ter waarde van €20.000,00 aan gras opnieuw moest inzaaien. Al met al niet heel goedkoop zo'n droge zomer.

Als er geen beregeningsverbod was geweest had het toch niet veel uitgemaakt. Het was afgelopen zomer zo droog dat beregening niet veel had uitgemaakt.

→ Wateroverlast

Er zijn verschillende percelen die helemaal blank staan na hevige regenval. Het water blijft dan een tijdje staan en infiltreert niet heel snel.

Merkt u verschillen met hoe het vroeger ging?

Het is in de zomer een stuk droger dan vroeger. Dat merk ik wel heel erg ja.

Wat denkt u dat goede maatregelen zouden zijn tegen de knelpunten?

Ik wordt heel enthousiast van de boerenstuwen. Het lijkt mij goed dat ik de stuw zelf kan bedienen, wie weet namelijk beter dan ikzelf hoeveel water ik nodig heb.

Een pomp die extra water aanvoert lijkt mij een goede oplossing. Het gebied is redelijk vlak dus een pomp zou makkelijk extra water in het gebied moeten krijgen.

Weet u of andere boeren in het gebied met dezelfde problemen zitten?

We zitten hier allemaal op de hoge zandgronden, we hebben over het algemeen dus wel dezelfde problemen ja.

Wat doet u nu zelf tegen problemen als droogte en wateroverlast?

Ik heb zelf al geëxperimenteerd met gewassen die beter tegen droogte kunnen. De kwaliteit van deze gewassen is alleen vaak slechter (bevat minder zetmeel) waardoor ik nog steeds zetmeel moet bijkopen.

Ik heb nagedacht over een sproeier maar die zijn heel duur. Daarbij heb je daar extra personeel voor nodig, dat is ook iets wat niet binnen mijn capaciteit past.

Wat is voor u persoonlijk erger? Droogte of wateroverlast?

De droogte is voor mij erger. Plassen op je percelen zijn ook vervelend maar hele opbrengsten weg zien vallen door de droogte is erger.

Wat zijn de grootste knelpunten in het gebied?

a. Op het gebied van droogte (droogvallende haarvaten, verdroging natuur, droogteschade landbouw, etc.)

Het gemaal Padhuizerweide kan niet diep genoeg opmalen, zodat bij droogte (te lage waterstand benedenstrooms van stuw in Schoonerbeekerdiep) het gebied niet meer van water kan worden voorzien.

b. Op het gebied van wateroverlast (natschade landbouw, buiten oevers treden watergangen, etc.)

Deze watergangen bestaan voor 90% uit handbediende objecten. Tijdens extreme buien hebben wij geen personeel om tijdig de objecten op de juiste hoogte in te stellen. Wat soms tot wateroverlast leidt.

Zijn er tegenwoordig andere knelpunten dan in het verleden?

Knelpunt b, was er vroeger niet, doordat de mensen op de machines dit konden opvangen. Zij hadden gebiedskennis en draaiden vaker af en toe aan stuwjes. Dat is wegbezuinigd. Dit proberen wij met aannemers op te pakken, maar dit is heel lastig door het vele verloop bij aannemers.

Denk je dat de knelpunten groter worden door het veranderende klimaat? (drogere zomers, extreme piekbuien, etc.)

Ja, deze worden groter, we zullen vaker droge periodes krijgen en extremere buien en praktische kennis van gebieden verdwijnt steeds meer.

Wat zijn in jouw ogen mogelijke maatregelen voor de knelpunten?

Sterkere beheersorganisatie op poten zetten en het beheer meer de verantwoordelijkheid geven, niet de binnen-organisatie.

Zijn er waterretentiegebieden in het gebied?

Er komt er één bij Ossehaar (groot oppervlak 60 hectare & berging +-430.000m³, dat is een waterkolom van +-1.40meter), die zit ten zuiden van gemaal Ossehaar en ten noorden van de wijk Ossehaar.

Welke gewassen worden er vooral in het gebied geteeld? Of bestaat het landgebruik voornamelijk uit veehouderij?

Is heel wisselend. Van hoogwaardige teelten & veehouderij combinatie. Misschien even kijken op boer en bunder. Daar kun je het zo op zien.

Wie zijn de belanghebbenden in het gebied?

Staatsbosbeheer / Drents landschap / boeren (veeboeren, vooral ook paardenboeren en schapenboeren & akkerbouwers) / particulieren in mindere mate (voor langs de wijk Ossehaar) / gemeente Coevorden.

Bijlage 11.3 Interview Sib Reinalda (beheer en onderhoud)

Welk beheerstype denk je dat het beste helpt tegen droogte in de pilot-gebieden?

- Een maatregel tegen verdroging vanuit beheer en onderhoud is het achterwege laten of verminderen van maai- en baggerwerk. Daar waar er het zomerhalfjaar al begint met een vochttekort wordt vaak de voorjaars maaibeurt overgeslagen. Daarnaast wordt de teen van het talud minder gemaaid. In de grote waterlopen wordt allen in het midden van het profiel gemaaid. Zie hiervoor de maaikalender met de bijpassende maaimethodes. Een andere methode om water op te stuwen om droogte te verminderen is blokgewijs maaien. Hierbij wordt om de zoveel meter een stuk compleet gemaaid en een ander stuk helemaal niet. Al deze maaitechnieken zorgen er voor dat de waterlopen zo lang mogelijk watervoerend blijven. Dit zorgt ervoor dat de sloten geen grotere drainerende functie krijgen waardoor de grondwaterstanden stabiel blijven. Een kanttekening is het gevaar op 'overstromingen' bij (piek)buien.

Welk beheerstype denk je dat het beste helpt tegen wateroverlast in de gebieden?

- Qua beheer is het dan een kwestie van het optimaal onderhouden van de waterlopen. Dit is dus regelmatig maaien en baggeren. De stuwpeilen worden zo laag mogelijk ingesteld.

Hoe is het beheer door de jaren heen veranderd? (Is dit reeds sterk veranderd of is het beheer vrijwel hetzelfde gebleven?)

- In de afgelopen 25 jaar is er zeker veel veranderd in beheer en onderhoud. De mindset omtrent waterbeheer is totaal veranderd. Vanwege de trend in verdroging is de gedachte veranderd. Voorheen lag de focus op gladde en strakke watergangen die zoveel mogelijk water zo snel mogelijk konden afvoeren. Tegenwoordig wordt er geprobeerd zo veel mogelijk het water te vertragen om het te laten infiltreren en/of bergen. De trits 'vasthouden, opslaan en dan pas afvoeren' is gemeengoed geworden. Er zijn veel retentiegebieden en debiet gestuurde stuwen aangelegd. Bij het vasthouden van water ligt de focus vooral in de haarvaten van het watersysteem. Een afgeleide hiervan zijn de vele recentelijk aangepaste profielen; er zijn tegenwoordig veel accolade profielen. Hierbij is een smalle bedding overgebleven voor waar de basisafvoer door heen kan stromen. Is er meer afvoer, dan stijgt het peil tot de verbredingen mee gaan stromen en het stijgen gedempt wordt. Ook de landbouw sector komt steeds meer tot besef dat de verdroging meer groeischade veroorzaakt dan vernatting.

Bijlage 11.4 Aantekeningen veldbezoek pilot-gebied zuid

Karel Zanderink en Chiel Kamphuis (gebiedsbeheerder en beheermedewerker) 04-03-2020

- Pilot-gebied zuid ligt in het laagste gebied van de Dinkel en is erg vlak. Het gebied ligt op de hoge zandgronden wat maakt dat het heel droogtegevoelig is. In de zomermaanden vallen watergangen regelmatig droog. Bij boer Bergman is een stuw geplaatst in een poging het water beter vast te houden. Het effect van deze stuw was ver tot in het achterland merkbaar door de vlakheid van het land.
- In de 'Vetpot', voormalig stuk Natura-2000, heerst een hoog waterpeil. Dit is goed voor de natuur maar zorgt voor overlast bij de omliggende percelen die een agrarische functie hebben.
- Jan Peeters heeft een grote waterretentievijver op zijn land. Hij hoopte dat deze vijver gekoppeld zou kunnen worden aan het watersysteem.
- Het Dinkelkanaal heeft een hoge afvoer. Alle omliggende waterlichamen wateren af op het Dinkelkanaal waardoor de afvoer zo hoog is. In de wintermaanden levert dit nog wel eens spannende situaties op omdat het water zo hoog komt te staan.
- Huis te Brecklenkamp heeft veel last van de droogte. In de zomermaanden valt de gracht rondom het huis droog. Hierdoor komen de fundamenteën van het huis onder druk te staan. Als het grondwaterpeil daalt komen de houten palen waarop het huis gefundeerd is in aanraking met zuurstof. Dit kan zorgen voor paalrot waardoor de fundering langzaam aangetast wordt.

Bijlage 11.5 Het Drentse Landschap – Uko Vegter; Hoofd sector Natuur en Landschap

Het Drentse landschap beheert het Rijksmonument Schans de Katshaar en het natuurgebied rondom deze schans. Onderstaande vragen zijn gericht op de knelpunten en kansen die het Drentse Landschap ondervindt door klimaatverandering en het veerkrachtigere maken van het watersysteem van waterschap Vechtstromen.

1	Wat is het belang van een robuust watersysteem voor het Drentse Landschap in het projectgebied?
	Voor het Drentse Landschap zou het gaan om een watersysteem dat goed is afgestemd, qua waterpeilen en waterkwaliteit, op de natuurwaarden in het gebied, in dit geval rond de Katshaar. Nu is de Katshaar vooral een cultuurhistorisch monument bestaande uit een schans met grachten met nog relictten van grasland en heidegebied. Hier is de specifieke waterhuishouding wat minder van belang dan bijvoorbeeld in een beekdal, natte heide of hoogveengebied. Al is voor het heidegebied een wat hogere waterstand wel gewenst.
2	Hoe ervaart het Drentse Landschap de verandering van weersinvloeden in de gebieden rondom Schans de Katshaar?
	De klimaatverandering zien we vooral in effecten van droge, hete zomers en het effect op de vegetatie. Rond de Katshaar ook in het effect van droogvallende grachten. Hele natte periodes hebben niet direct negatieve invloeden op de schans en omgeving.
3	Wordt er wateroverlast en of droogteproblematiek ervaren in beheergebieden van het Drentse Landschap? Zo ja, waar bevinden zich deze knelpunten?
	In zijn algemeenheid ervaren we wel knelpunten. In termen van wateroverlast valt dat wel mee, we hebben juist natuurgebieden in beekdalen ingericht om naast natte natuurontwikkeling water te kunnen vasthouden en bergen. Maar in termen van droogte zien we wel problemen in bossen en heidegebieden. Vennen vallen droog, bomen hebben last van droogte en zijn kwetsbaarder voor bijv. plaagdieren zoals de letterzetter en eikenprocessierups. Bovendien kan er een keer vaker een natuurbrand zich voordoen, zoals in 2018 op het Doldersummerveld, met alle schade voor plant en dier van dien.
4	Zijn er vegetatietypen in de beheergebieden aanwezig die afhankelijk zijn van constante aanvoer van water? Zo ja, welke?
	Niet van aanvoer van water, dat gebeurde tot voor 40 jaar geleden nooit in natuurgebieden. Wel is de sponswerking van veel natuurgebieden zoals hoogveen, natte heide en beekdalgraslanden verminderd door de aanleg van diepe sloten in het kader van de ruilverkavelingen voor de landbouw; dat speelt ook in jullie projectgebied en rond de Katshaarschans. Het projectgebied is nu vrijwel geheel landbouwgebied met nauwelijks natuurreservaten. Op de website www.topotijdreis.nl is dat ook goed te zien, daar kun je in de tijd terugkijken naar hoe het gebied er bv. 100 jaar geleden uitzag: nog bijna allemaal

	natuurgebied.
5	Zijn er droogteminnende vegetatietypen in de beheergebieden aanwezig? Zo ja, welke?
	Er zijn wel drogere, heischrale graslandtypes op de schans aanwezig die redelijk goed tegen drogere omstandigheden kunnen, maar niet specifiek droogteminnend zijn.
6	Welke visie heeft het Drentse Landschap het verhogen van natuurwaarden in het gebied?
	Omdat het hier om een cultuurhistorisch waardevolle schans gaat is het beheer primair op behoud van landschap en cultuurhistorie gericht, maar proberen we qua natuur ook de heide- en graslandvegetaties in stand te houden, met als het even kan insecten en vlinders. Eind vorig jaar is er nog vrij uitvoerig beheer uitgevoerd om opslag van berk en ander struweel tegen te gaan.
7	Met welke middelen of maatregelen kan waterschap Vechtstromen helpen om deze visie te verwezenlijken?
	De droogtemonitor helpt om te zien hoe de situatie op dat punt verloopt. Mbt. droogvallen van grachten rond de Katshaar (wat geen fraai gezicht is) zou je kunnen kijken of daar vanuit het waterbeheer in extreem droge situaties iets aan te doen is. Misschien kun je door hogere peilen in sloten ook droogteeffecten verminderen.
8	Welke kansen ziet het Drentse Landschap in de natuurgebieden in de toekomst?
	In dit projectgebied dus niet heel veel, in zijn algemeenheid zien we dat door herstel van sponswerking in beekdalgebieden, bossen, heide en hoogveengebieden effecten van klimaatverandering kunnen worden verminderd. In het Hunzedal en het Reestdal bv. zijn daar al een hoop maatregelen uitgevoerd. Omdat in jullie projectgebied er weinig natuurgebied is of nog wordt ontwikkeld zijn de kansen minder groot.
9	Hoe denkt het Drentse Landschap in de toekomst hun natuurwaarden te beschermen tegen droogte en of wateroverlast?
	Waterhuishouding beter afstemmen op de wensen vanuit de natuur, gebieden robuuster inrichten zodat ze tegen een stootje kunnen. Een voorbeeld is de middenloop van het Reestdal (grens Drenthe en Overijssel). Daar is het beekpeil verhoogd, zijn sloten verondiept en zijn heidegebieden op de flank hersteld. In het droge jaar 2018 bleek uit grondwaterstandsmetingen dat de grondwaterstanden veel minder diep wegzakten dan in gebieden waar geen herstelmaatregelen zijn genomen. Door ook in hoger gelegen bos- en heidegebieden water langer vast te houden kun je beschermen tegen water tekort. Beschermen tegen wateroverlast is alleen nodig als door overstroming vies water over

	natuurterreinen stroomt waardoor schrale beekdalgraslanden te voedselrijk worden en daardoor verruigen.
10	Vind u dat het peil goed wordt afgestemd op het natuurgebied of kan dit verbeterd worden? Zo niet, hoe denkt u dat waterschap Vechtstromen dit kan verbeteren?
	Peilbeheer is in dit geval wel goed al is het wel primair op de landbouwgericht, voor het gebied zijn wat hogere peilen wenselijk, in andere gebieden aan de westzijde van Coevorden (heide en hoogveengebied Dalerpeel) is het waterpeil nog wel eens een probleem. Daar is ook wel contact over met het waterschap.
11	Hoe kan er in het beheer geanticipeerd worden op problemen in tijden van droogte of wateroverlast?
	Beheer wordt mbt. Katshaar niet wezenlijk anders (begrazing, soms maaien, tegengaan opslag)
12	Welke vegetatietypen zullen verdwijnen indien er niet geanticipeerd wordt op toenemende tijden van droogte of waterlast in het gebied?
	In het geval van de Katshaar kan de kwaliteit van de grasland- en heidevegetaties minder worden, doordat sommige soorten last hebben vooral van de stikstof en droogtesituatie.
13	Heeft de agrarische sector invloed op het watersysteem van de natuurgebieden? Zo ja, kunt u enkele voorbeelden noemen?
	De agrarische sector heeft op diverse manieren invloed op de natuurgebieden. Door diepere waterpeilen in de sloten hebben natuurgebieden last van lage grondwaterstanden; dit heeft ook invloed op de heides en graslanden van de Katshaar. Daarnaast is de stikstofuitstoot uit de landbouwgebieden van negatieve invloed op de kwaliteit van grasland en heidevegetaties. Zo komt er in de heide veel Pijpestrootje voor waardoor Struikheide en Dopheide worden verdrongen.
14	Heeft u nog overige opmerkingen?
	Verder geen aanvullende opmerkingen, succes met jullie project!

Bijlage 12 Weergegevens per maand 2014

Het KNMI omschrijft het jaar 2014 als een uitzonderlijk warm, zeer zonnig en vrij droog jaar. Alhoewel het jaar 2014 overeenkomt met de gemiddelde jaren over de afgelopen 25 jaar, blijkt dat 2014 het warmste jaar sinds het begin van de regelmatige temperatuurmetingen in 1706 (KNMI, 2015). De zomer bedroeg een zeer warme juli en werd gevolgd door een zeer koele augustus. Er viel in het land gemiddeld 776 mm, waarbij een totale neerslag van 849 normaal is (KNMI, 2015). Daarbij moet opgemerkt worden dat de regionale verschillen erg groot waren, in het midden en zuidoosten viel juist meer neerslag dan de normale jaarsom. Dat is ook voornamelijk terug te zien bij het weerstation Hoogeveen, waar een neerslagsom van 852 millimeter werd gemeten en in Twenthe 789 millimeter. Op deze plaatsen viel in de zomer, voornamelijk in de maanden mei, juli en augustus erg veel neerslag (zie tabel 5 en tabel 6). De maanden maart en september worden voornamelijk gekenmerkt als droge maanden. Ook de maand juni laat een grote droogte zien.

Tabel 5, Weergegevens per maand weerstation Hoogeveen 2014 (KNMI, 2020)

Maand	Som neerslag (mm)	Som verdamping (mm)	Berging (mm)
Oktober	65	28	36
November	46	14	31
December	86	5	81
Januari	57	9	47
Februari	42	17	25
Maart	24	46	-22
April	39	62	-23
Mei	109	76	33
Juni	58	93	-35
Juli	104	105	-1
Augustus	131	81	50
September	29	55	-26

Tabel 6, Weergegevens per maand weerstation Twenthe 2014 (KNMI, 2020)

Maand	Som neerslag (mm)	Som verdamping (mm)	Berging (mm)
Oktober	55	25	30
November	38	14	24
December	109	7	103
Januari	62	8	53
Februari	47	17	30
Maart	45	46	-1
April	80	59	21
Mei	189	80	110
Juni	62	94	-31
Juli	51	108	-57
Augustus	100	79	22
September	14	55	-41

Bijlage 13 Weergegevens per maand 2018

Tabel 7, Weergegevens per maand 2018 weerstation Hoogeveen (KNMI, 2020)

Maand	Som neerslag (mm)	Som verdamping (mm)	Berging (mm)
Oktober	35	37	-2
November	23	13	10
December	115	6	109
Januari	108	8	100
Februari	15	19	-4
Maart	50	34	16
April	47	65	-18
Mei	53	117	-64
Juni	50	100	-50
Juli	10	135	-125
Augustus	74	86	-12
September	50	59	-9

Tabel 8, Weergegevens per maand 2018 weerstation Twenthe (KNMI, 2020)

Maand	Som neerslag (mm)	Som verdamping (mm)	Berging (mm)
Oktober	27	37	-10
November	25	13	12
December	96	6	89
Januari	96	7	88
Februari	34	19	15
Maart	64	33	31
April	53	68	-15
Mei	40	117	-77
Juni	15	101	-86
Juli	47	136	-88
Augustus	64	91	-28
September	46	62	-15

Bijlage 14 Weergegevens per maand 2050

Tabel 9, Voorspelde weergegevens per maand 2050 op basis van de gegevens van weerstation Hoogeveen 2014

Maand	Som neerslag (mm)	Som verdamping (mm)	Berging (mm)
Oktober	59	27	32
November	40	15	26
December	117	7	110
Januari	72	9	63
Februari	55	18	37
Maart	53	49	3
April	87	63	24
Mei	206	85	121
Juni	68	100	-32
Juli	44	120	-76
Augustus	87	87	0
September	13	61	-49

Tabel 10, Voorspelde weergegevens per maand 2050 op basis van de gegevens van weerstation Twenthe 2014

Maand	Som neerslag (mm)	Som verdamping (mm)	Berging (mm)
Oktober	69	30	39
November	49	15	34
December	93	6	87
Januari	66	10	56
Februari	50	18	31
Maart	28	49	-21
April	43	66	-24
Mei	119	81	38
Juni	63	99	-37
Juli	90	116	-26
Augustus	114	89	24
September	25	61	-35

Bijlage 15 Kerncijfers KNMI'14 scenario's

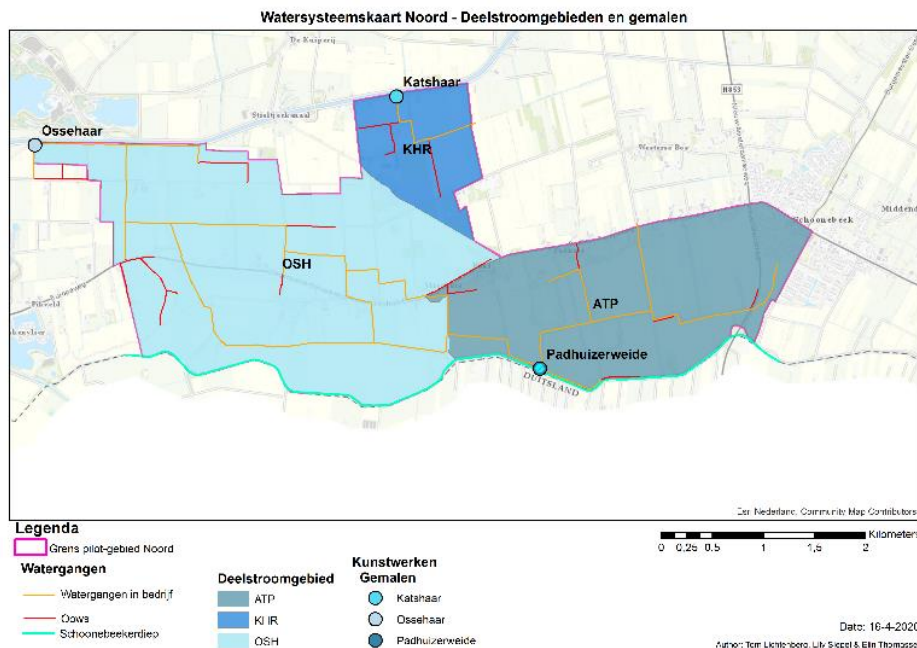
In deze bijlage zijn de kerncijfers van het KNMI'14 klimaatscenario WH weergegeven voor het jaar 2050. In tabel 11 wordt de toe- of afname van neerslag per seizoen aangegeven, verdamping echter alleen voor de zomermaanden. Om de meteorologische droogte voor 2050 te berekenen zijn in de overige seizoenen gebruik gemaakt van een jaarlijkse toename van 7% verdamping. De resultaten voor 2050 zijn in dit onderzoek gebaseerd op de gegevens van het referentiejaar 2014.

Tabel 11, Kerncijfers KNMI'14-klimaatscenarios voor het W_H klimaat 2050 (KNMI, 2015)

Jaar	W _H -scenario
Neerslag	+5%
Verdamping	+7%
Winter (December-januari-februari)	
Neerslag	+17%
Lente (maart-april-mei)	
Neerslag	+9%
Zomer (juni-juli-augustus)	
Neerslag	-13%
Verdamping	+11%
Herfst	
Neerslag	+7,5%

Bijlage 16 Berekening specifieke afvoergegevens pilot-gebied noord

Het noordelijke pilot-gebied bestaat uit drie deelstroomgebieden, de wateraanvoerende gebieden Ossenhaar (OSH) en Alte Picardie Kanaal (ATP). Het gebied Katshaar is vrij-afwaterend, waar in tijden van droogte geen water naartoe gevoerd kan worden (zie figuur 32). De af- en aanvoer van het water in het gebied kan worden berekend door de draaiuren van de gemalen te vermenigvuldigen met het debiet van het gemaal en het oppervlak van het deelstroomgebied. Doordat het projectgebied twee deelstroomgebieden bevat, zijn er ook twee verschillende afvoerdebiten in het gebied. Het deelstroomgebied Alte Picardie Kanaal voert namelijk af op het gemaal Padhuizerweide, gelegen in het Schonerbeekerdiep. Het deelstroomgebied Ossehaar voert af op het gemaal Ossehaar, waarna het water op het Stieltjeskanaal wordt afgevoerd richting Coevorden. Om tot één representatieve afvoer te komen voor het projectgebied, zouden de afvoeren van de twee stroomgebieden met elkaar vergeleken moeten worden. Doordat de gegevens van het afvoergemaal Padhuizerweide erg laat verkregen in combinatie met tijdsdruk, is er niet met de afvoer van Padhuizerweide gerekend. In het onderzoek wordt er gerekend met de afvoergegevens van gemaal Ossehaar.



Figuur 32, Deelstroomgebieden pilot-gebied noord

Afvoer wateraanvoerend gebied

Het wateraanvoerend oppervlak van het projectgebied heeft een oppervlakte van 10,9 km². Het deel van het pilot-gebied dat binnen het deelstroomgebied Alte Picardie Kanaal valt, voert af op het gemaal Padhuizerweide, maar omdat het grootste gedeelte van het projectgebied afvoert op gemaal Ossehaar, wordt er gerekend met het afvoergebied van dit gemaal. Afvoer in het gebied vindt plaats als het waterpeil het streefpeil overschrijdt. De pompen zullen dan net zolang pompen totdat het water zich weer op het gehandhaafde peil bevindt.

Gemaal Ossehaar

Het gemaal Ossehaar heeft een maximale pompcapaciteit van 70 m³ per minuut, dat wil zeggen 1,17 m³ per seconde. Door ontbrekende gegevens binnen het waterschap, kan er niet gerekend worden met de exacte pompcapaciteit tijdens het zomer- en winterhalfjaar van 2014 en 2018. Er is gekozen

om niet met de maximale pompcapaciteit van het gemaal te rekenen, omdat de pompen geen enkel keer maximaal zullen draaien. De pompcapaciteit van het gemaal tijdens een gemiddeld jaar 2014 en een recent extreem jaar 2018 zijn gebaseerd op een schatting van de gebiedsbeheerder in het projectgebied. Zowel in de winter van 2014 als in de winter van 2018 wordt er uitgegaan van een pompcapaciteit van 25%, wat resulteert in een debiet van 0,29 m³/s in de winter. In de zomer bedraagt deze capaciteit 0,23 m³/s als ervanuit gegaan wordt dat de pomp op 20% van zijn capaciteit draait. De gebiedsbeheerder gaf aan dat de pomp in de zomer van 2018 niet gedraaid zou hebben, waardoor er in de zomer van 2018 geen afvoer is. Zoals eerder aangegeven, wordt de afvoer van het deelstroomgebied berekend door de pompuren te vermenigvuldigen met de pompcapaciteit van een bepaalde periode (zie Tabel 12) en het totale oppervlak van het waterafvoerende gebied. De exacte pompuren zijn verkregen uit de meetgegevens van het waterschap.

Tabel 12, Gegevens gemaal Ossehaar

Debiet gemaal Ossehaar (max)	70	m ³ /min
	1,17	m ³ /s
Oppervlakte	10085588	m ²
Draaiuren winterhalfjaar 2014	656	uur
Draaiuren zomerhalfjaar 2014	419	uur
Draaiuren winterhalfjaar 2018	175	uur
Draaiuren zomerhalfjaar 2018	0	uur
Winter capaciteit 2014 & 2018 (25-30%)	0,29	m ³ /s
Zomer capaciteit 2018 (10-20%)	0,23	m ³ /s
Zomer capaciteit (0%)	0	m ³ /s

De debieten dienen voor het projectgebied aangepast te worden, aangezien het projectgebied niet hetzelfde oppervlakte bedraagt als het deelstroomgebied Ossehaar. De gebied specifieke afvoergegevens zijn weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13, Afvoergegevens afvoergebied pilot-gebied Noord

Jaar	Zomer	Winter
2014	0,25 m ³ /s	0,31 m ³ /s
2018	0 m ³ /s	0,31 m ³ /s

De afvoeren zijn als volgt berekend:

Winterhalfjaar

De afvoer voor het gemaal Ossehaar is de afvoer voor het totale oppervlak van het deelstroomgebied Ossehaar. Het oppervlak van het projectgebied is kleiner, waardoor de afvoer voor het projectgebied hoger uit zal vallen dan de afvoer voor het deelstroomgebied Ossehaar. De gebiedsspecifieke afvoer is als volgt berekend:

Tabel 14 laat de afvoer in m³ voor het winterhalfjaar per vierkante meter zien voor het deelstroomgebied Ossehaar.

Tabel 14, Berekende afvoer (m³) winterhalfjaar deelstroomgebied Ossehaar

Formule afvoer	Oppervlak (m ²)
Afvoer = 0,29 m ³ /s*60*60 = 1044 m ³ /uur	10085588
Afvoer = 1044 * 656 = 684864 m ³ /winterhalfjaar	10085588
Afvoer = 684864/10085588 = 0,068 m ³ /winterhalfjaar	1

*656 is het aantal gemeten draaiuren van gemaal Ossehaar

In Tabel 15 wordt de afvoer per vierkante meter terug berekend voor het oppervlak van het wateraanvoerende gebied, gelegen in het projectgebied. Hieruit volgt een maatgevend debiet voor het projectgebied in kubieke meter per seconde.

Tabel 15, Berekende afvoer per vierkante meter

Formule afvoer	Oppervlak (m2)
$Afvoer = 0.068 \text{ m}^3 \cdot 10901088 \text{ m}^2 = 740241 \text{ m}^3$	10901088
$Afvoer = 740241 / 656 = 1128 \text{ m}^3 \text{ per uur}$	10901088
$Afvoer = 1128 / 60 / 60 = 0,31 \text{ m}^3/\text{s}$	10901088

*10901088 m2 is het totale oppervlak van het wateraanvoergebied in het projectgebied.

Zomerhalfjaar

Tabel 16 laat de afvoer in m3 voor het zomerhalfjaar van 2014 per vierkante meter zien voor het deelstroomgebied Ossehaar.

Tabel 16, Afvoer zomerhalfjaar 2014

Formule afvoer	Oppervlak (m2)
$Afvoer = 0,23 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 60 \cdot 60 = 828 \text{ m}^3/\text{uur}$	10085588
$Afvoer = 828 \cdot 419 = 346932 \text{ m}^3/\text{winterhalfjaar}$	10085588
$Afvoer = 346932 / 10085588 = 0,034 \text{ m}^3/\text{winterhalfjaar}$	1

In Tabel 17 wordt de afvoer per vierkante meter terug berekend voor het oppervlak van het wateraanvoerende gebied, gelegen in het projectgebied. Hieruit volgt een maatgevend debiet voor het projectgebied in kubieke meter per seconde.

Tabel 17, Berekende afvoer per vierkante meter

Formule afvoer	Oppervlak (m2)
$Afvoer = 0.034 \text{ m}^3 \cdot 10901088 \text{ m}^2 = 374984 \text{ m}^3$	10901088
$Afvoer = 374984 / 419 = 895 \text{ m}^3 \text{ per uur}$	10901088
$Afvoer = 895 / 60 / 60 = 0,25 \text{ m}^3/\text{s}$	10901088

Bijlage 17 Afvoer Deelstroomgebied Katshaar

Het deelstroomgebied Katshaar, dat gelegen is binnen de projectgrenzen van pilot-gebied bestaat voor het overgrote deel uit het natuurgebied Katshaar en landbouwgebieden gelegen op moerige podzolgronden, veldpodzolgronden en veengronden met een veenkoloniaal dek. Voor het berekenen van de maatgevende afvoer van dit gebied, worden de gegevens in Figuur 33 gehanteerd. De maatgevende afvoer komt voort uit het Cultuur technisch Vademecum en wordt gebruikt bij het ontwerp van waterlopenstelsels voor landinrichtings- en waterschapswerken.

Bodemgesteldheid en Gt-klasse	maatgevende afvoer	
	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$	$\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$
Drainage-behoefte gronden (polders) en gronden met Gt I, II en III	1,33 - 1,67	11,5 - 14,4
Zandgronden met Gt IV en V	1,00	8,6
Zandgronden met Gt V* en VI	0,67	5,8
Zandgronden met Gt VII	0,33	2,9
Bosgebieden en overige gronden zonder zichtbare afvoer met Gt VII	0,10	0,9

Figuur 33, Grootheden voor het berekenen van een maatgevende afvoer (Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1988)

Het deelgebied Katshaar wat binnen de grenzen van het projectgebied valt, heeft een oppervlakte van 1,4 km². Ongeveer 50% van het gebied kan gekenmerkt worden als bosgebieden en overige gronden zonder zichtbare afvoer met een grondwatertrap van VII. Deze gronden hebben een maatgevende afvoer van 0,9 millimeter per dag. De overige gronden vallen voornamelijk in grondwatertrap III, waardoor deze gronden een maatgevende afvoer krijgen van 11,5 millimeter per dag. De maatgevende afvoer voor een zomerhalfjaar en een winterhalfjaar voor het vrij-afwaterend gebied Katshaar wordt in Tabel 18 weergegeven. Volgens het hydrologisch handboek wordt er in de zomer gerekend met een afvoer van 1/100 Q (totale afvoer) en in de winter met een afvoer van 1/25 Q (Waterschap Vechtstromen, 2019).

Tabel 18, Maatgevende afvoer deelstroomgebied Katshaar

Vrij-afwaterend gebied Katshaar		Eenheid
Totale oppervlakte	1383662	M2
Maatgevende afvoer VII (50%)	1245	M3/dag
Maatgevende afvoer III (50%)	15912	M3/dag
Totale afvoer	17157	M3/dag
Totale afvoer zomer (1/100Q)	31299	M3/dag
Totale afvoer winter (1/25Q)	125246	M3/dag

Bijlage 18 Berekening wateraanvoer pilot-gebied noord

Aanvoer van water in het projectgebied vindt plaats via het gemaal Padhuizerweide. Specifieke gegevens van de pompcapaciteit van het gemaal zijn weergegeven in Tabel 19. Door een geringe wateraanvoer in de zomerperiode van 2018, heeft het aanvoergemaal van Padhuizerweide geen water kunnen aanvoeren naar het projectgebied. Tevens zit de pomp te ondiep, waardoor het niet mogelijk is om bij een laag waterpeil water aan te voeren.

Tabel 19, Gegevens aanvoergemaal Padhuizerweide

Debiet aanvoer Padhuizerweide	5,5	m3/min
	0,09	m3/s
Zomer capaciteit 2014 (50%)	0,05	m3/s
Draaiuren 2014	151	uur
Totale aanvoer 2014 (zomer)	27180	m3
Zomer capaciteit 2018 (80%)	0,07	m3/s
Draaiuren 2018	0	uur
Totale aanvoer 2018 (zomer)	0	m3

Bijlage 19 Rekenvoorbeeld waterbalans

In deze bijlage wordt uitgelegd hoe de verschillende componenten voor de opgestelde waterbalans berekend zijn. In dit voorbeeld wordt er een berekening gemaakt van het zomerhalfjaar van 2014.

Tabel 20, Weergegevens weerstation Hoogeveen 2014

2014	Neerslag	Verdamping	Berging
Winter	355	117	238
Zomer	497	474	23

Tabel 21, Specifieke gebiedsgegevens pilot-gebied noord

Gebied	Oppervlakte	Eenheid
Oppervlakte gebied	12284750	m2
Oppervlakte aan-afvoergebied	10901088	m2
Oppervlakte vrij afwaterend gebied	1383662	m2

Tabel 22, aan- en afvoergegevens pilot-gebied noord

Aan- en afvoer	Waarde	Eenheid
Afvoer gemaal Ossehaar	0,25	m3/s
	895	m3/uur
	374973	m3/half jaar
Afvoer deelstroomgebied Katshaar	31299	m3/half jaar
	23	mm
Aanvoer gemaal Padhuizerweide	0,05	m3/s
	180	m3/uur
	27180	m3/half jaar

Afvoer gemaal Ossehaar zomer 2014

De afvoer van het gemaal per uur in kubieke meter wordt vermenigvuldigt met het aantal draaiuren dat de pomp heeft gedraaid in het zomerhalfjaar. In dit voorbeeld betreft dit $(895 \cdot 419) = 374973$ m3 (zie Tabel 22).

Afvoer deelstroomgebied Katshaar zomer 2014

De afvoer voor een zomerhalfjaar is afhankelijk van de grondwatertrap en het landgebruik. Voor zowel de zomer van 2014 als de zomer van 2018 wordt dezelfde maatgevende afvoer gebruikt. In dit voorbeeld is de maatgevende afvoer voor het zomerhalfjaar 31299 m3 (zie Tabel 22).

Aanvoer gemaal Padhuizerweide

Geschat wordt dat in de zomer van 2014 het aanvoergemaal draaide op 50% van zijn maximale capaciteit. Dit betreft een afvoer van 180 m3 per uur. De afvoer per uur vermenigvuldigt met het aantal draaiuren van de pomp (151 uur), vertaalt zich in een aanvoer van 27180 m3 voor het zomerhalfjaar van 2014 (zie Tabel 22).

Componenten waterbalans (zie Figuur 34).

Neerslag & verdamping

Neerslag en verdamping is in het gehele gebied gelijk, waardoor neerslag en verdamping in millimeters vermenigvuldigt kunnen worden met het totale oppervlak van het projectgebied. Hiervoor wordt de volgende formule gebruikt:

Neerslag= ((neerslag in mm/1000)*oppervlakte van het gebied).

Voorbeeld: Neerslag = (497/1000)* 12284750 = 6106749 m3.

Aanvoer gemaal

Wateraanvoer kan alleen aangevoerd worden naar de gebieden die niet vrij afwaterend zijn. De totale aanvoer dient te berekent worden voor het oppervlak dat wateraanvoerend is. Voor het projectgebied betreft dit een gebied van 10901088 m2 (zie Tabel 21). De volgende formule wordt gebruikt voor een gebied specifieke aanvoer in millimeters:

Aanvoer =(Totale aanvoer/aanvoerend oppervlak)*1000

Voorbeeld: Aanvoer = (27180 m3 /10901088 m2) *1000 = 2,5 millimeter

Afvoer

De afvoer wordt berekent door de totale afvoer van het wateraanvoerende gebied en de totale afvoer van het vrij afwaterende gebied bij elkaar op te tellen. De totale afvoer van het wateraanvoerende gebied dient te worden vermenigvuldigt met het oppervlak van het wateraanvoerende gebied, idem voor het vrij afwaterende gebied.

Voorbeeld formule waterafvoer in mm: (((afvoer in m3 Ossehaar+ afvoer in m3 Katshaar)/Totale oppervlakte gebied)*1000)

Voorbeeld formule waterafvoer in mm: (((374973+ 31299)/ 12284750)*1000)= 33 mm

Berging en ΔGWS

Het verschil in berging en grondwaterstand wordt als volgt berekent (zie Figuur 34):

$\Delta B = (\text{neerslag} + \text{aanvoer gemaal}) - (\text{verdamping} + \text{kwel} + \text{wegzijging} + \text{totale afvoer})$

$\Delta GWS: (\Delta B * 5) / 1000$

Zomer 2014 (April-Okt)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	497	6106749
Aanvoer gemaal	2,5	27180
Afvoer		
Verdamping	474	5826657
Kwel	0	0
wegzijging	0	0
Afvoer	33	406272
Berging		
ΔB	-8	-99000
Δgws	-40	-0,04 m

Figuur 34, Voorbeeldberekening waterbalans wateraanvoerend gebied

Bijlage 20 Berekening maatgevende afvoer pilot-gebied zuid

De afvoer in pilot-gebied zuid wordt bepaald door de aanwezige vegetatie, bodemsoort en watersysteem. het gebied bevat geen afvoergemalen, waardoor er voor dit gebied gerekend is met een maatgevende afvoer. Verschillende methoden voor het bepalen van de juiste maatgevende afvoer voor het gebied zijn uitgewerkt en weergegeven in bijlage 21. Er is gekozen om de maatgevende afvoer te bereken met de afvoer in millimeters per dag per bodemgesteldheid en Gt-klasse (zie Figuur 35).

Bodemgesteldheid en Gt-klasse	maatgevende afvoer	
	$l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$	$mm \cdot d^{-1}$
Drainage-behoefte gronden (polders) en gronden met Gt I, II en III	1,33 - 1,67	11,5 - 14,4
Zandgronden met Gt IV en V	1,00	8,6
Zandgronden met Gt V* en VI	0,67	5,8
Zandgronden met Gt VII	0,33	2,9
Bosgebieden en overige gronden zonder zichtbare afvoer met Gt VII	0,10	0,9

Figuur 35, Maatgevende afvoer bodemgesteldheid en Gt-klasse (Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1988)

De maatgevende afvoer per landgebruik is weergegeven in Tabel 23. Het oppervlak van het landgebruik is vermenigvuldigd met de maatgevende afvoer, wat resulteert in een totale afvoer van 108065 m3. In de zomermaanden bedraagt deze afvoer 1/100 deel van de totale afvoer, wat uitkomt op een zomerse afvoer van 1081 m3 per dag. In de winter bedraagt de maatgevende afvoer 4323 m3 per dag. Deze afvoeren worden zowel voor het jaar 2014, 2018 en 2050 gebruikt, waarbij eventueel verschil in neerslag en verdamping in deze jaren niet wordt meegenomen. De uitkomsten van de waterbalansen in de jaren 2018 en 2050 zullen hoger of lager uitvallen dan in de balansen weergegeven zijn.

Tabel 23, Zomerse en winterse maatgevende afvoer pilot-gebied zuid

Landgebruik	Oppervlakte (m2)	Afvoer (m3/dag)
Gras	11400000	58995
Maïs	3325663	24976
Aardappelen	400087	2626
Granen	1086927	7129
Bieten	20623	197
Bloembol	65624	278
Loofbos	1600000	1440
Naaldbos	340000	306
Heide	385000	2531
Water	330943	0
Bebouwing	784977	9027
Kale grond	1246	1,12
Stuifzand	33689	30
Natuur	587141	528
Totale afvoer	20361920	108065
1/100Q		1081

1/25Q		4323
-------	--	------

Bijlage 21 Controleermethode maatgevende afvoer

Voor het berekenen van de maatgevende afvoer voor een vrij-afwaterend gebied zijn meerdere methoden mogelijk. De verschillende maatgevende afvoeren zijn berekend voor pilot-gebied noord, aangezien van dit gebied de werkelijke afvoer bekend is. In deze bijlage worden de verschillende controleermethoden uitgelegd.

Het zomerhalfjaar en winterhalfjaar van 2014 wordt als referentiejaar gebruikt. In dit jaar bedroeg de zomerse afvoer 33,1 mm, omgerekend 406272 m³. In de winter bedroeg deze afvoer 70 mm, omgerekend 857342 m³ (zie bijlage 22).

Controleermethode 1: Maatgevende zomerafvoer berekent met de GVG en GLG

De maatgevende afvoer op basis van de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) berekent (zie tabel 24). Dit is gedaan voor het zomerhalfjaar van 2014 met de volgende gegevens:

Tabel 24, Gegevens zomerhalfjaar 2014

GVG	147 cm
GLG	173 cm
Neerslag (N)	497 mm
Verdamping (E)	474 mm

Bepalen afvoer

Stap 1: $\Delta\text{Berging} = \Delta\text{GWS} (173-147)=25,9 \text{ cm} = 259\text{mm}$

Bodem bevat 20% effectieve gevulde poriën. Dit resulteert in $\Delta\text{Berging}$ van $259 \cdot 0,2 = 51,8 \text{ mm}$

Stap 2: Verschil tussen Neerslag (N) en verdamping (P) = $(497-474) = 29 \text{ mm}$

Stap 3: Sluitpost: Quit, afvoer = $52 \text{ mm} + 29 \text{ mm} = 81 \text{ mm}$

Conclusie: de afvoer in het zomerhalfjaar van 2014 bedraagt 33,1 mm. Het resultaat is bijna drie keer zo groot als de gemeten afvoer. Deze methode is dus niet representatief om als maatgevende afvoer te gebruiken voor pilot-gebied zuid. Tevens is voor pilot-gebied zuid het erg lastig om de GVG, GLG en GHG te bepalen door de vele hoogteverschillen in het gebied. Een gemiddelde van deze waarden zal dus niet representatief zijn voor het gehele gebied.

Controleermethode 2: Maatgevende zomerafvoer berekent met de afvoer in mm per grondgebruik

Het oppervlak van de verschillende grondgebruiken in pilot-gebied zijn berekend en vermenigvuldigt met de maatgevende afvoer uit Figuur 36. De uitkomsten worden weergegeven in Tabel 25.

Grondgebruik	Afvoer in mm · d ⁻¹	Grondwaterstand- diepte in m*
grasland	7 (10)	0,30 (0,20)
bouwland	7 (10)	0,50 (0,30)
vollegrondstuintbouw	7 (10)	0,50 (0,30)
bloembollen op klei	7	0,50
bloembollen op zand	10	0,30
fruitteelt	7 (10)	0,70 (0,60)
bos	5-7	0,50-0,30
militair oefenterrein	7	0,70
sportvelden, kampeerterreinen, speel- en ligweiden	15	0,50
bouwterreinen	10	0,50
woongebieden (50% verhard)	5	0,70
industrie terreinen	7	0,50

* De waarden tussen haakjes worden door de R.I.J.P. gehanteerd.

Figuur 36, Maatgevende afvoer per grondgebruik (Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1988)

Tabel 25, Berekening maatgevende afvoer per grondgebruik pilot-noord zomer 2014

Landgebruik	Oppervlak (km ²)	Oppervlak (m ²)	Percentage (%)	Afvoer (m ³ /dag)
Gras	5,2	5238645	42,6	36671
Akkerbouw	5,6	5624573	45,8	64683
Bos	0,2	246295	2,0	1724
Bebouwing	0,9	925262	7,5	4626
Overig	0,1	119909	1,0	839
Natuur	0,1	130067	1,1	650
totaal	12,3	12284750	100,0	83883
		Zomerafvoer	1/100Q	839
		Winterafvoer	1/25Q	3355

De maatgevende afvoer van 839 vermenigvuldigt met 182,5 dagen (half jaar) bedraagt een totale afvoer van 153086 m³ voor een zomerhalfjaar. Deze afvoer is 2,6 keer zo klein als de totale afvoer gemeten met het gemaal in het zomerhalfjaar van 2014. De afvoer voor het winterhalfjaar bedraagt 612343 m³, dit is een afname van ongeveer 30% ten opzichte van de gemeten afvoer van het gemaal in de winter.

Controleermethode 3: Maatgevende afvoer berekent met behulp van de bodemgesteldheid en grondwatertrapklasse

Voor het berekenen van de maatgevende afvoer per grondwatertrap, is voor elk landgebruik berekend, hoeveel procent van het totale oppervlak per landgebruik gelegen is in een bepaalde grondwatertrap. Is bijvoorbeeld 80% van het totale oppervlak van grasland gelegen in een Gt-klasse III en 20% in een Gt-klasse VI, dan is de maatgevende afvoer voor gras met een totaal oppervlak van 5238645 m² als volgt berekend: $((0,8 \cdot 5238645) \cdot 0,0115) + ((0,2 \cdot 5238645) \cdot 0,0058) = 54272$ m³/dag (zie figuur 26). In tabel 26 is de berekende afvoer per landgebruik weergegeven voor pilot-gebied noord.

Bodemgesteldheid en Gt-klasse	maatgevende afvoer	
	$l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$	$mm \cdot d^{-1}$
Drainage-behoefte gronden (polders) en gronden met Gt I, II en III	1,33 - 1,67	11,5 - 14,4
Zandgronden met Gt IV en V	1,00	8,6
Zandgronden met Gt V* en VI	0,67	5,8
Zandgronden met Gt VII	0,33	2,9
Bosgebieden en overige gronden zonder zichtbare afvoer met Gt VII	0,10	0,9

Figuur 37, Maatgevende afvoer weergegeven per bodemgesteldheid en Gt-klasse (Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum, 1988)

Tabel 26, Maatgevende afvoer berekend per Gt-klasse pilot-gebied noord

Landgebruik	Oppervlakte (m2)	Afvoer m3/dag
Gras	5238645	54272
Aardappel	2138976	22160
Maïs	2013029	20281
Granen	867730	8742
Bieten	604833	5749
Bos	246292	222
Natuur	130066	1,2E+02
Overig	1,20E+05	1,1E+03
Bebouwing	925262	10641
Totale afvoer	12284739	123272
Afvoer zomer	1/100Q	1233
Afvoer winter	1/25Q	4931

De maatgevende afvoer van 1233 vermenigvuldigt met 182,5 dagen (half jaar) bedraagt een totale afvoer van 224970 m3 voor een zomerhalfjaar. Deze afvoer is 1,8 keer zo klein als de totale referentieafvoer in 2014. De winterafvoer is ongeveer gelijk aan de referentieafvoer. De afvoer voor het winterhalfjaar volgens tabel 26 bedraagt 899907 m3 en in het referentiejaar bedraagt de afvoer voor het winterhalfjaar 857342 m3. Volgens deze controleermethode wordt er 5% meer afgevoerd dan in het referentiejaar.

Conclusie

De maatgevende afvoer berekend met de Gt-klasse komt het meest dichtbij de werkelijke afvoer. De afvoer berekend met behulp van Figuur 36 en Figuur 37 zijn ten opzichte van de berekening met de GVG en GLG veel nauwkeuriger. Bij deze berekeningen is de maatgevende afvoer namelijk per oppervlak landgebruik berekend. Wordt de maatgevende afvoer in de winter vergeleken met de afvoer berekend in noord, komt de methode waarbij de maatgevende afvoer per grondwatertrap is berekend (zie Figuur 37) het meest overeen met de afvoer in pilot-gebied noord. In het onderzoek is ervoor gekozen om de maatgevende afvoer voor pilot-gebied zuid te berekenen met de gegevens weergegeven in Figuur 37. Het verschil in de zomerse afvoer tussen de controleermethoden en de afvoer berekend met de afvoer van het gemaal kan verklaard worden, doordat er in het wateraanvoerende gebied extern water wordt aangevoerd, waardoor de afvoer in de zomer hoger is.

Bijlage 22 Waterbalansen pilot-gebied noord

Waterbalans 2014

In 2014 heeft er volgens de gegevens van het KNMI geen meteorologische droogte plaatsgevonden in het zomer- en winterhalfjaar van 2014. In Figuur 38 en Figuur 39 zijn de waterbalansen voor het zomer- en winterhalfjaar van 2014 weergegeven. In het winterhalfjaar vindt er een stijging van de grondwaterstand van 0,85 meter plaats, wat betekent dat er in het gebied in totaal 2071342 m³ water geborgen wordt. In het zomerhalfjaar treedt er echter wel verlaging van het grondwaterpeil op, namelijk met -0,04 meter. De wateropslag vermindert dit zomerhalfjaar tot -99000 m³. Reden hiervoor kan de zeer hoge verdamping zijn die heeft plaatsgevonden in de zeer warme zomer van 2014 of het gebruik van een geschatte waarde van de afvoer in plaats van de exacte waarde.

Winterhalfjaar 2014 (okt-april)		
Aanvoer	mm	m ³
Neerslag	355	4363543
Afvoer		
Verdamping	117	1434859
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	70	857342
Berging		
ΔB	169	2071342
Δgws	845	0,85 m

Figuur 38, Waterbalans winterhalfjaar 2014

Zomerhalfjaar 2014 (april-okt)		
Aanvoer	mm	m ³
Neerslag	497	6106749
Aanvoeremaal	2,5	27180
Afvoer		
Verdamping	474	5826657
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	33	406272
Berging		
ΔB	-8	-99000
Δgws	-40	-0,04 m

Figuur 39, Waterbalans zomerhalfjaar 2014

Waterbalans 2018

In de zomer van 2018 was het uitzonderlijk warm, waardoor de totale verdamping erg hoog was. Dit is terug te zien in de waterbalans voor het zomerhalfjaar van 2018 (zie Figuur 41). De waterbalans laat namelijk een zeer grote negatieve berging zien van -281 millimeter. Dat is een grondwaterpeilverlaging van 1,40 meter. In de winter wordt dit tekort gecompenseerd door een positieve berging van 203 mm, een stijging van het grondwaterpeil met 1,02 meter (zie tabel 40). Deze stijging is echter niet genoeg om een positieve waterberging te krijgen voor het totale jaar van 2018.

Winterhalfjaar 2018 (Okt-April)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	345	4243153
Afvoer		
Verdamping	117	1433630
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	26	320546
Berging		
ΔB	203	2488976
Δgws	+1015	1,02m

Figuur 40, Waterbalans winterhalfjaar 2018

Zomerhalfjaar 2018 (April-Okt)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	283	3472899
Aanvoer gemaal	0	0
Afvoer		
Verdamping	561	6889288
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	2,5	31299
Berging		
ΔB	-281	-3447688
Δgws	-1405	-1,4 m

Figuur 41, Waterbalans zomerhalfjaar 2018

5.2.4 Waterbalans 2050

In 2050 wordt er verwacht dat er in de zomerperiode een meteorologische droogte op zal gaan treden. Voor het maken van de waterbalans van 2050, zijn de gegevens van 2014, dat wordt gezien als een gemiddeld jaar, gebruikt als uitgangspunt. Tevens zijn voor 2050 dezelfde pompuren en capaciteiten gebruikt, zoals die ook zijn berekend voor het jaar 2014. Uit de waterbalans blijkt dat in het winterhalfjaar zal de wateropslag echter toenemen tot +202 millimeter (zie Figuur 42). De resultaten van het winterhalfjaar van 2050 komen overeen met de resultaten uit 2018. In 2050 wordt er echter meer water afgevoerd dan in 2050. Dit verschil komt doordat de resultaten van 2050 zijn gebaseerd op de resultaten van 2014. In 2014 heeft het afvoergemaal veel meer pompuren gemaakt dan in 2018. Uit de vergelijkingen van de zomerhalfjaren van 2018 en 2050 blijkt dat de wateropslag in de zomer van 2050 zes keer zo groot is dan in 2018.

Winterhalfjaar 2050 (Okt-April)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	396	4870068
Afvoer		
Verdamping	125	1535299
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	70	857342
Berging		
ΔB	202	2477427
Δgws	+1010	1,01m

Figuur 42, Waterbalans winterhalfjaar 2050

Zomerhalfjaar 2050 (April-Okt)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	505	6208799
Aanvoer gemaal	2,5	27180
Afvoer		
Verdamping	517	6353538
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	33	406272
Berging		
ΔB	-42	-523831
Δgws	-212	-0,21

Figuur 43, Waterbalans zomerhalfjaar 2050

Bijlage 23 Waterbalansen pilot-gebied zuid

Waterbalans 2014

Het blijkt dat er in 2014 niet tot nauwelijks meteorologische droogte heeft plaatsgevonden. Kijkend naar het zomer- en winterhalfjaar, neemt in pilot-gebied zuid de berging in het winterhalfjaar toe met 160 millimeter, zie figuur 44. Het zomerhalfjaar laat een negatieve berging van -11 millimeter zien (zie figuur 45). Er treedt in de zomer dus enige droogte op, maar dit is minimaal.

Winterhalfjaar 2014 (Okt-April)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	320	6505633
Afvoer		
Verdamping	121	2455648
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	39	788948
Berging		
ΔB	160	3261038
Δgws	+800	0,80 m

Figuur 44, Waterbalans winterhalfjaar 2014

Zomerhalfjaar 2014 (April-Okt)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	469	9557885
Afvoer		
Verdamping	470	9578247
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	10	197283
Berging		
ΔB	-11	-217644
Δgws	-55	-0,05 m

Figuur 45, Waterbalans zomerhalfjaar 2014

Waterbalans 2018

In 2018 vond er in de zomer in het oosten een zeer grote meteorologische droogte plaats. Dit is terug te zien in de waterbalans voor het zomerhalfjaar, zie Figuur 47. Dit zomerhalfjaar laat een negatieve berging van -319 millimeter zien. De waterberging neemt in het winterhalfjaar toe met 187 millimeter (zie Figuur 46). In het winterhalfjaar van 2018 neemt er een grotere stijging van de waterberging plaats dan in 2014. Echter kan deze berging de negatieve berging van het zomerhalfjaar niet compenseren, waardoor er een lange tijd van droogte wordt ervaren.

Winterhalfjaar 2018 (Okt-April)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	341	6963567
Afvoer		
Verdamping	115	2345042
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	39	788947,5
Berging		
ΔB	187	3829578
Δgws	+935	0,94 m

Figuur 46, Waterbalans winterhalfjaar 2018

Zomerhalfjaar 2018 (April-Okt)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	265	5424059
Afvoer		
Verdamping	575	11747697
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	10	197283
Berging		
ΔB	-319	-6520921
Δgws	-1595	-1,60 m

Figuur 47, Waterbalans zomerhalfjaar 2018

Waterbalans 2050

De verwachte meteorologische droogte in 2050 werkt door in de resultaten van de waterbalans. De waterberging neemt in het winterhalfjaar toe met 187 millimeter. In het zomerhalfjaar laat de waterbalans een negatieve berging van -69 millimeter zien, zie Figuur 49. De bergingstoename in het winterhalfjaar is gelijk aan de berging in het winterhalfjaar van 2018. Het verschil tussen de hoeveelheid gevallen neerslag en verdamping van het winterhalfjaar in 2018 is ongeveer gelijk aan de verwachting voor 2050. Dit betreft een toename van 17% ten opzichte van 2014. De negatieve waterberging in het zomerhalfjaar kan door de positieve waterberging in het winterhalfjaar gecompenseerd worden.

Winterhalfjaar 2050 (Okt-April)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	355	7231678
Afvoer		
Verdamping	129	2627543
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	39	788948
Berging		
ΔB	187	3815188
Δgws	+935	0,94 m

Figuur 48, Waterbalans winterhalfjaar 2050

Zomerhalfjaar 2050 (April-Okt)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	454	9237266
Afvoer		
Verdamping	513	10444117
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	10	197283
Berging		
ΔB	-69	-1404133
Δgws	-345	-0,35 m

Figuur 49, Waterbalans zomerhalfjaar 2050

Bijlage 24 Beschrijving hydrologische droogte

Hydrologische droogte is onder te verdelen in twee soorten: droogval van watergangen en te lage grondwaterstanden. De droogval van watergangen is de afgelopen jaren toegenomen. In deze bijlage worden de twee soorten hydrologische droogte uitgewerkt voor een normaal jaar en 2050. Voor een voorbeeldberekening, zie bijlage 25.

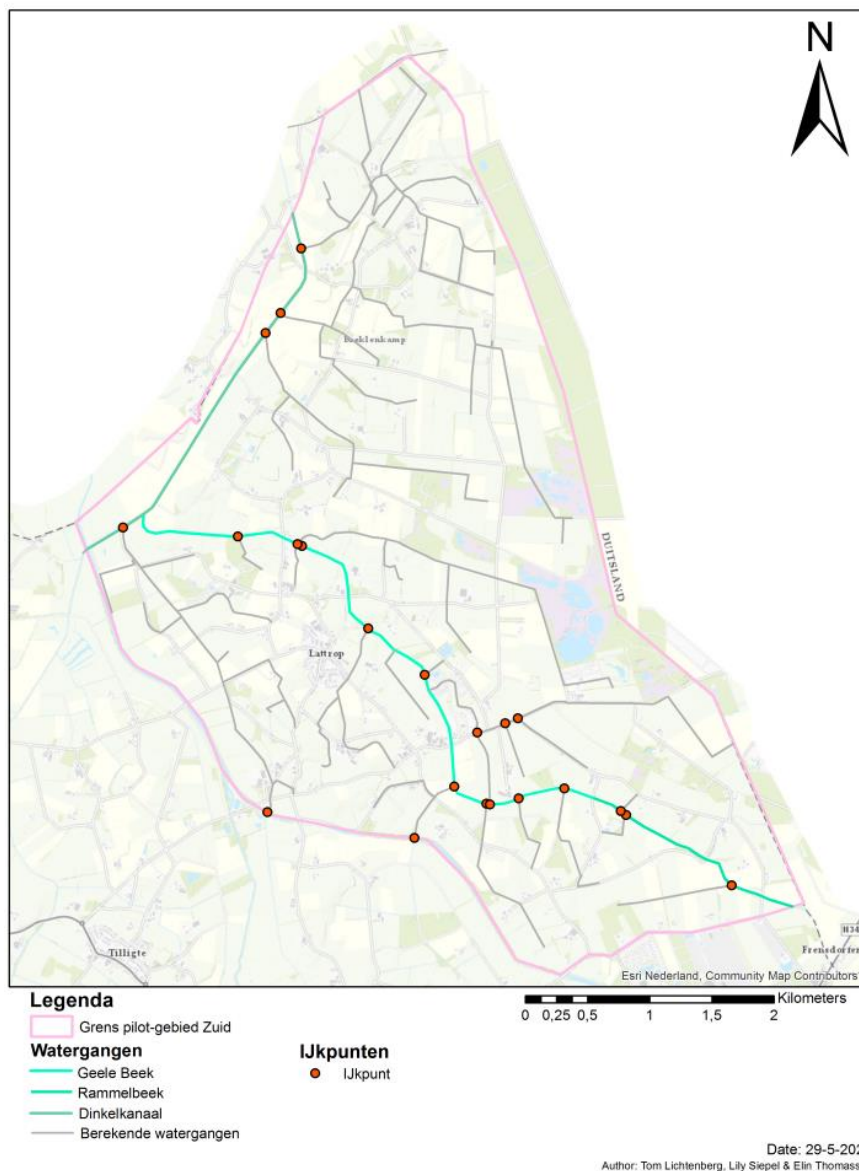
Droogval van watergangen

In deze sub-paragraaf wordt er onderzocht wanneer er in een normaal jaar droogval van watergangen optreedt en hoe dit in 2050 gaat veranderen. De droogval van watergangen is in kaart gebracht door te bekijken hoe ver water de pilot-gebieden kan instromen vanaf de instroompunten zonder hulp van pompen, zie Figuur 50 en Figuur 51. Het bereik van de instroming wordt bepaald door: de afwezigheid van aanliggende waterlichamen, het profiel en verhang van de waterloop en het weer. Bij de bepaling van deze factoren is er gebruik gemaakt van data vanuit het waterschap aangevuld met data van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Aan de hand van deze gegevens worden er kaarten gemaakt die de droogvallende waterlichamen in een normaal jaar en 2050 weergeven. De droogval van watergangen is alleen bepaald voor het zomerhalfjaar van 2050. De droogval van watergangen is niet weergegeven voor het winterhalfjaar van 2050 omdat er volgens de waterbalans (hoofdstuk 5.2) in deze periode geen dergelijk ernstig neerslagtekort plaatsvindt. De droogval van watergangen in een normaal jaar voor pilot-gebied noord is berekend aan de hand van de streefpeilkaart (Figuur 14 in bijlage 6) en voor pilot-gebied zuid aan de hand van GIS-gegevens van het waterschap.



Figuur 50: IJkpunten pilot-gebied noord

IJkpunten voor berekenen droogtegevoeligheid van watergangen



Figuur 51: IJkpunten pilot-gebied zuid

Uitleg en uitgangspunten

Hydrologische droogte wordt gekenmerkt door een tekort aan water, of een totaal gebrek aan water in de waterlichamen. De grootste factoren bij droogval zijn de afwezigheid van watervoerende lichamen in de nabijheid, het profiel, het weer en het verhang. In het algemeen geldt voor waterschap Vechtstromen dat hoe kleiner het gemiddelde debiet van een waterlichaam is, des te groter de fluctuaties van waterstanden door het jaar heen en daarmee een grote kans op (totale) droogval. Vaak zijn kleinere wateren aangesloten op deze grotere, watervoerende, beken en sloten en krijgen hier dan ook het grootste deel van het water van. Deze grotere beken en sloten zijn in pilot-gebied noord het Schoonebeekerdiep en in pilot-gebied Zuid de Dinkel, het Dinkelkanaal en de Geele Beek/Rammelbeek. Vervolgens bepaalt het verhang in combinatie met de afmetingen van de beekprofielen van deze aangesloten wateren (boom structuur) hoe ver het water - zonder middelen zoals pompen - kan reiken. Stuwen - zowel vast als verstelbaar - zorgen ervoor dat water niet ver kan reiken. In GIS kunnen droogvallende wateren gekarteerd worden. Op een bepaalde manier kan men deze kaart interpreteren als een kaart waarin er een grens wordt gelegd tussen gebieden die

wateraanvoerend zijn en gebieden die vrij-afwaterend zijn. Specifieke situaties per pilot-gebied worden uitgelegd in de beschrijvingen per pilot-gebied.

De droogval van wateren is berekend door allereerst de profielen van de waterlopen in te meten. Hierin worden het bodemprofiel en de hoogte daarvan t.o.v. NAP, maar ook de lengte van de zijanten meegenomen. Deze zijn circa elke 10 strekkende meter van de watergangen ingemeten. Er is een combinatie gemaakt tussen het gebruiken van data over bodemprofielen vanuit het waterschap Vechtstromen en de online beschikbare data van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). De gegevens zijn verwerkt in zowel arcGIS als Excel.

De ijkpunten waar vanuit gerekend wordt zijn de watervoerende beken en sloten waarbij er geringe jaarlijkse fluctuaties (maximaal 5%) in het waterpeil gemeten is. Deze wateren hebben een dusdanig groot bovenstrooms stroomgebied dat de fluctuatie minimaal is. Voor de hoogte van het waterpeil zijn streefpeilen gebruikt in pilot-gebied noord en de optimale waterpeilen van de bovengenoemde wateren in pilot-gebied zuid. Hiervan wordt een aparte selectie gemaakt in arcGIS. Met deze selectie wordt niet gerekend.

Vervolgens wordt het waterpeil (t.o.v. NAP) lineair uitgetrokken vanaf deze ijkpunten tot het einde van de aangesloten takken van wateren. Het natte oppervlakte wordt berekend bij het ijkpunt en per strekkende (tientallen) meters. Doordat er een verhang aanwezig is en het waterpeil (verwaarloosbaar klein toeneemt en dus) hetzelfde blijft, worden de natte oppervlaktes per ingemeten punt kleiner. Het verhang geeft dus weer dat de bodem t.o.v. NAP steeds hoger komt te liggen. Tot waar het water reikt is doormiddel van verschillende Excel sheets (zie rekenvoorbeeld in bijlage 25) berekend.

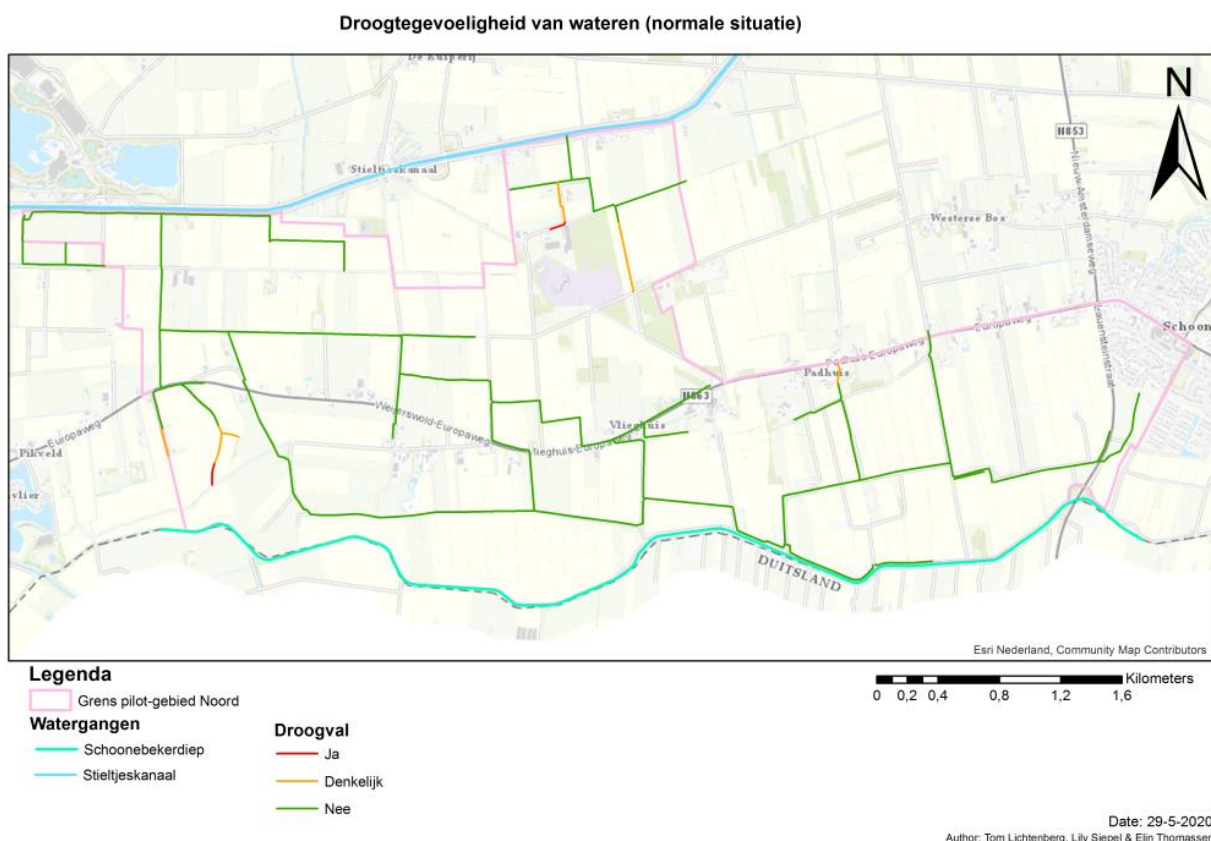
Wanneer het natte oppervlakte van een ingemeten punt groter is dan $>0.40\text{m}^2$ treed er geen droogval op. Wanneer het natte oppervlakte groter is dan >0 maar kleiner dan $<0.40\text{m}^2$ is het denkbaar dat er droogval optreedt, maar vele (fysiologische en klimatologische) factoren kunnen dit beïnvloeden waardoor nochtans geen droogval plaatsvindt. Indien het natte oppervlakte 0m^2 is, is er (altijd) droogval. Voor de toekomstige situatie is er per inmeetpunt de factor 0.81 gebruikt voor het natte oppervlakte. Dit betekent dat er dus 19% minder water aanwezig is per beekprofiel.

In pilot-gebied zuid liggen in het westen, zuidwesten en het zuiden van het projectgebied de wateren die als ijkpunt worden beschouwd. Het gaat hier om de Dinkel, het Dinkelkanaal en de Geele Beek/Rammel Beek. Ook ligt er een water, ten zuiden van de Bergvennen, dat een constant waterpeil heeft. De bron hiervan ligt in Duitsland. Ook deze behoort tot een ijkpunt.

Een van de onzekerheden in het bepalen van droogval in watergangen is de aanwezigheid van de kunstmatige waterbuffering in de Bergvennen. De buffering kan een positieve invloed hebben op de grondwaterstanden in het gebied. De dan nieuwe grondwaterstand kan dan boven de bodem van de watergang uitkomen, resulterend in minder droogval. In de berekeningen is dit fenomeen niet meegenomen.

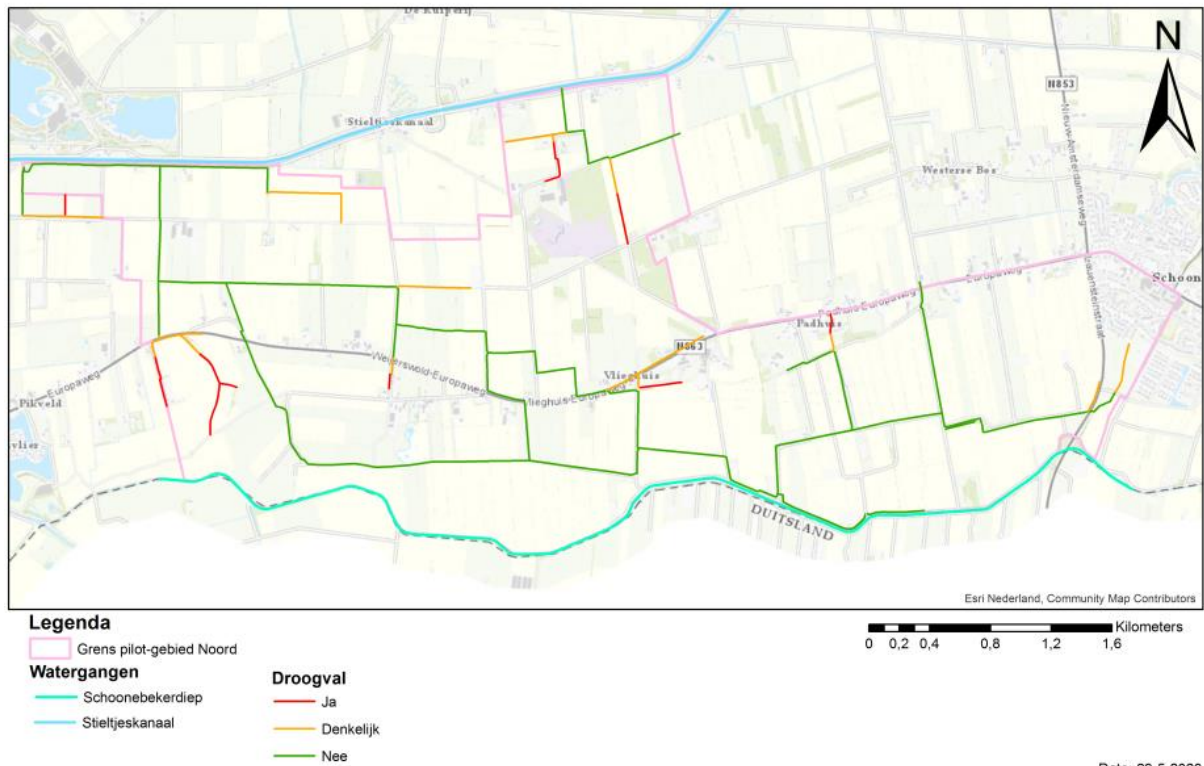
Pilot-gebied noord

Vanwege het lichte verhang van watergangen tussen het Schoonebeekerdiep en het Stieltjeskanaal, kan er vanuit gemaak Ossehaar genoeg water de watergangen in stromen om alle watergangen gecategoriseerd als 'watergangen in bedrijf' te voorzien van water volgens streefpeil. Deze watergangen zullen daarom zowel in een normaal jaar als in 2050 geen droogval ervaren. Droogval binnen pilot-gebied noord vindt in een normaal jaar voornamelijk plaats in deelstroomgebied Katshaar en in het zuidwesten van het pilot-gebied, zie Figuur 52. In Figuur 53 is te zien dat er in 2050 meer watergangen droog zullen vallen dan in een normaal jaar. Deze droogvallende watergangen zijn allemaal gecategoriseerd als 'OOWS'. In dit pilot-gebied hebben de watergangen gecategoriseerd als "OOWS" een relatief sterk verhang, resulterend in een vrij sterke kans op droogval.



Figuur 52: Droogtegevoeligheid van wateren pilot noord (normale situatie)

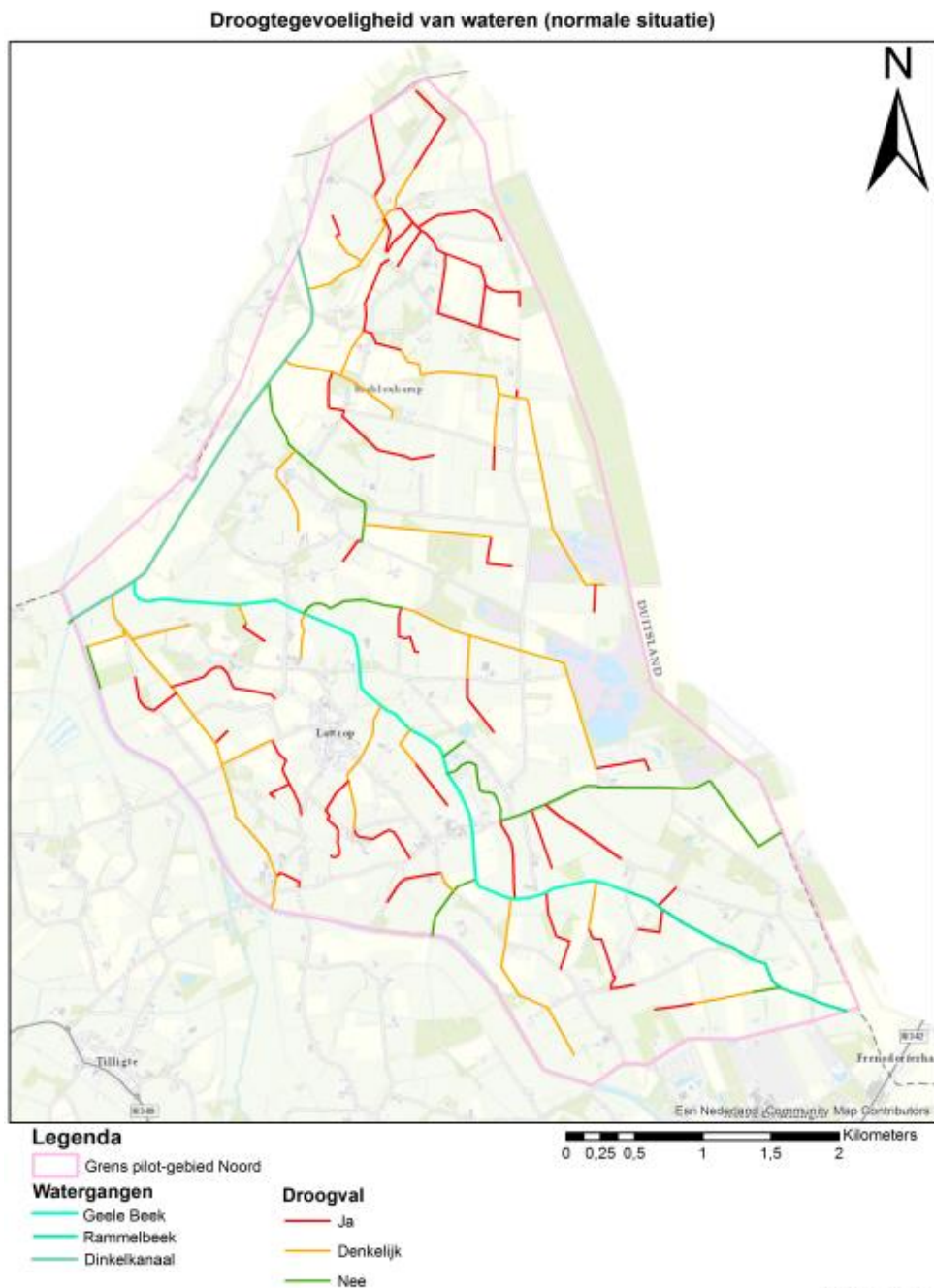
Droogtegevoeligheid van wateren (2050)



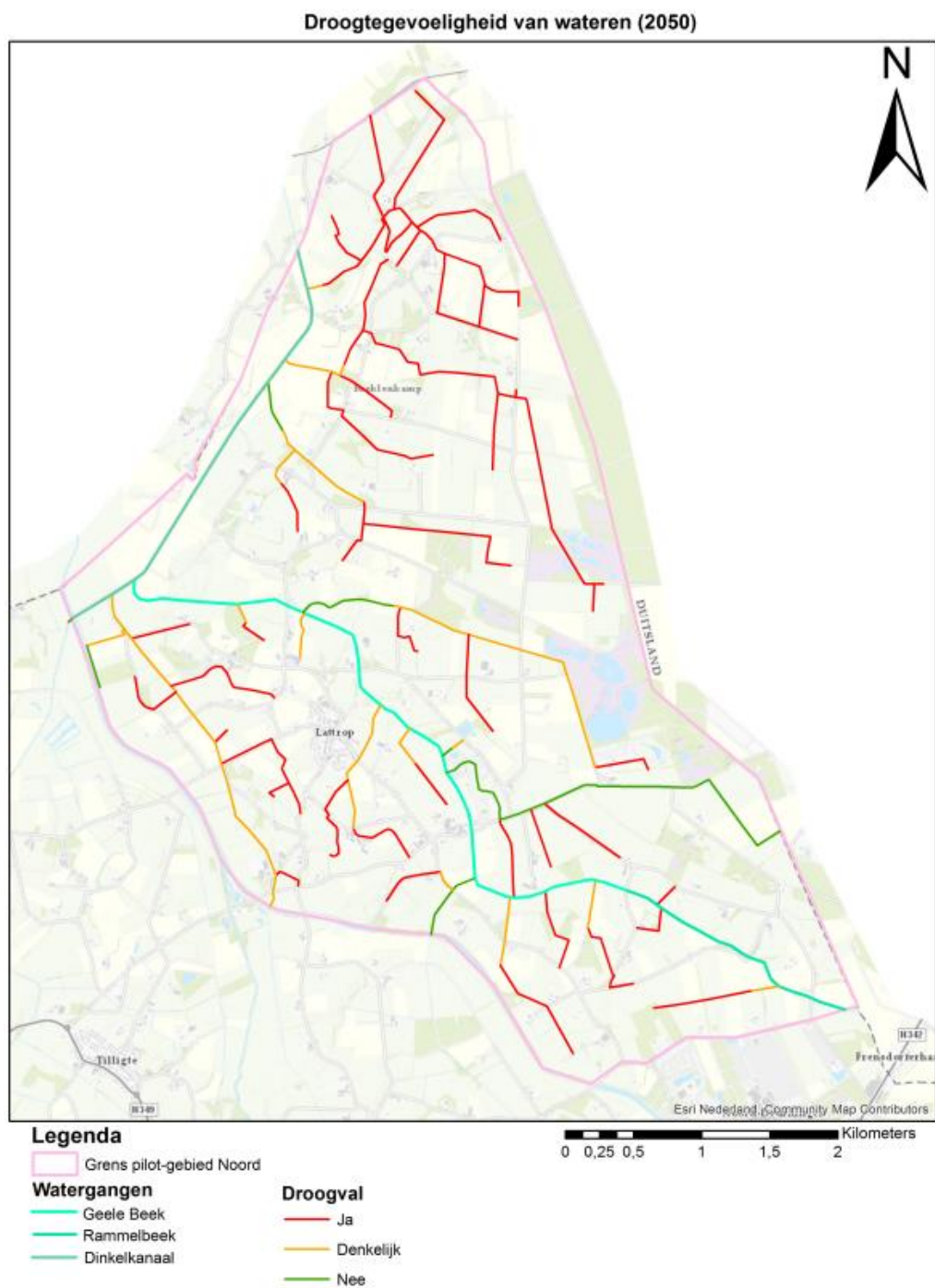
Figuur 53: Droogtegevoeligheid van wateren pilot noord (2050)

Pilot-gebied zuid

Het grootste cluster van waterlopen dat in een normaal jaar droogvalt, bevindt zich in het noorden van het pilot-gebied. Verder treedt er verspreid over het gehele gebied op kleine schaal ook droogval op. In een normaal jaar vallen verschillende watergangen droog, zie Figuur 54. Deze watergangen zijn gecategoriseerd als 'OOWS' en 'waterlopen in bedrijf'. In 2050 neemt de droogval toe, waardoor nog meer watergangen droog komen te vallen dan in een normaal jaar, zie Figuur 55.



Figuur 54, Droogtegevoeligheid van wateren pilot-gebied zuid (normale situatie)



Figuur 55, Droogtegevoeligheid van wateren pilot-gebied zuid (2050)

Te lage grondwaterstanden

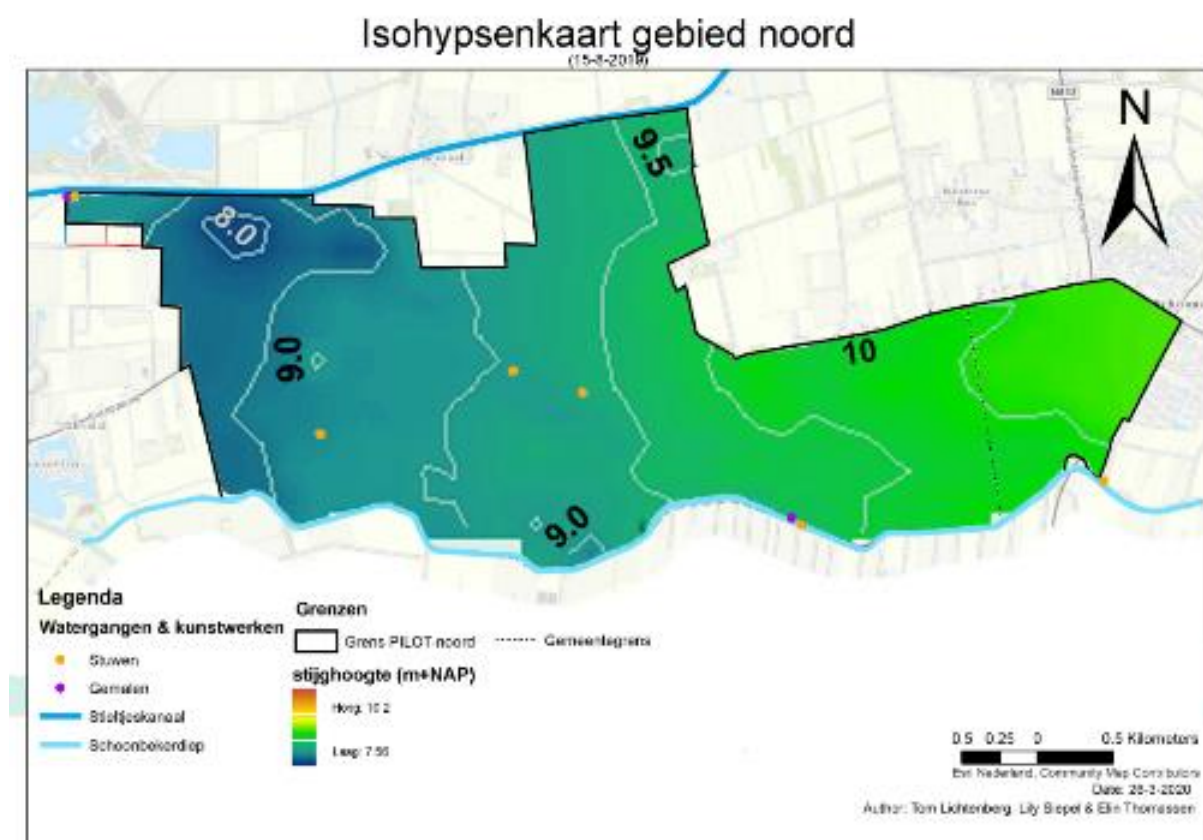
In deze sub-paragraaf wordt het verschil in grondwaterstanden tussen het zomer- en winterhalfjaar vergeleken. Dit wordt gedaan aan de hand van de perioden wanneer deze gemiddeld het hoogst zijn, namelijk midden januari (winterhalfjaar) en daar wanneer de grondwaterstanden gemiddeld het laagst zijn, namelijk midden augustus (zomerhalfjaar).

Normaal jaar (2014)

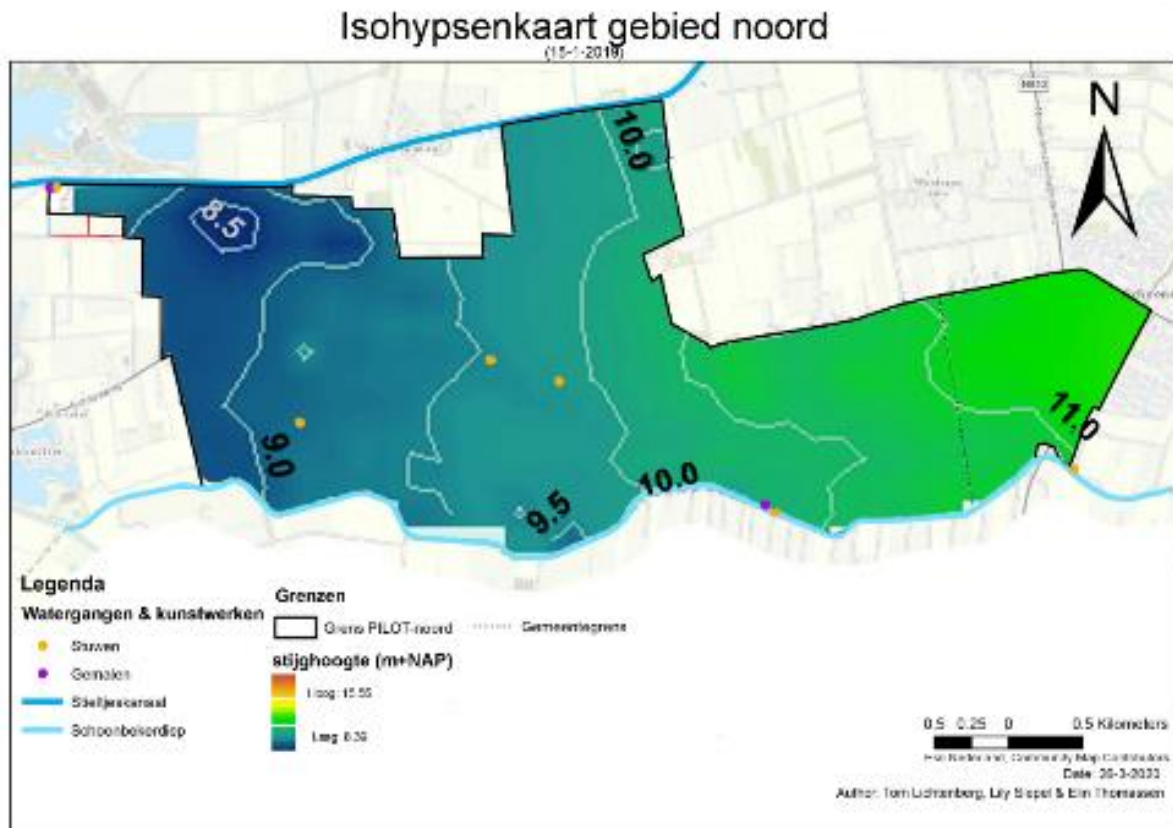
De fluctuaties in grondwaterstanden kunnen op verschillende manieren berekend worden. Ten eerste kan het verschil in grondwaterstanden tussen het zomer- en winterhalfjaar worden afgelezen van isohypsenkaarten. Ook kan de fluctuatie bepaald worden aan de hand van de grondwatertrappenkaart. Elke grondwatertrap heeft een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) die in het zomerhalfjaar voorkomt en een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) die in het winterhalfjaar voorkomt. Wanneer de GLG en GHG met elkaar vergeleken worden, wordt de fluctuatie van de grondwaterstand inzichtelijk.

Pilot-gebied noord

In het zomerhalfjaar (Figuur 56) liggen in het westen van pilot-gebied noord de gemiddelde grondwaterstanden ongeveer een halve meter lager dan in het winterhalfjaar (Figuur 57). In het oosten van het gebied is dit verschil groter, ongeveer 1,2 meter. Volgens de grondwatertrappenkaart is de maximale fluctuatie in het westen 0,3 meter. In het oosten is dit een groter verschil, namelijk maximaal 0,80 meter. De totale fluctuatie volgens de grondwatertrappenkaart is kleiner dan volgens de isohypsen wordt aangegeven.



Figuur 56: Isohypsenkaart Noord (zomerhalfjaar) Bron: (TNO, sd)

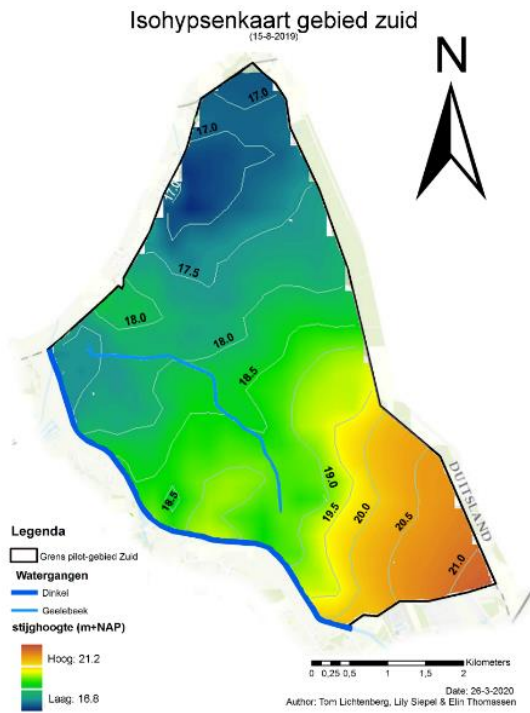


Figuur 57: Isohypsenkaart Noord (winterhalfjaar) Bron: (TNO, sd)

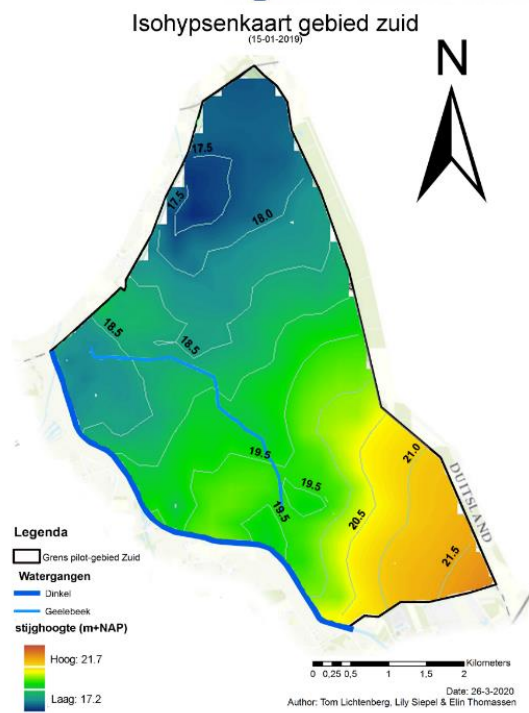
In het westen van het pilot-gebied zijn contactprofielen dominant aanwezig (zie bijlage 8). Wanneer men kijkt naar de bodemprofielenkaart is te zien dat, vooral in het zuidwesten van het pilot-gebied, er een relatie is tussen de aanwezigheid van contactprofielen en de verklaring omtrent het kleine verschil in uitzakken van de grondwaterstanden in de zomer. Daarnaast valt op dat waar intermediaire- en hangwaterprofielen voorkomen er grote fluctuaties in grondwaterstanden voorkomen.

Pilot-gebied zuid

In pilot-gebied zuid is het verschil in grondwaterstanden in het zomer- en winterhalfjaar in het gehele gebied evenredig, namelijk 0,5 meter, zie Figuur 58 en 58. Wanneer men kijkt naar de bodemprofielenkaart is een duidelijk verband zichtbaar. Er komen verspreid over het gehele pilot-gebied voornamelijk intermediaire profielen en in mindere mate hangwaterprofielen voor. De verspreiding van de profielen is in pilot-gebied zuid veel homogener dan in pilot-gebied noord. Dit betekent dat er minder verschillen in grondwaterstanden voorkomen bij vergelijking van het zomer- en winterhalfjaar. Dit verklaart waarom de grondwaterstanden evenredig uitzakken. Als er wordt gekeken naar de fluctuatie van de grondwaterstanden volgens de grondwatertrappenkaart, kan er geen verband gelegd worden. Dit heeft te maken met de heterogene verspreiding van verschillende grondwatertrappen zie Figuur 20.



Figuur 58: Isohypsenaart Zuid (zomerhalfjaar)



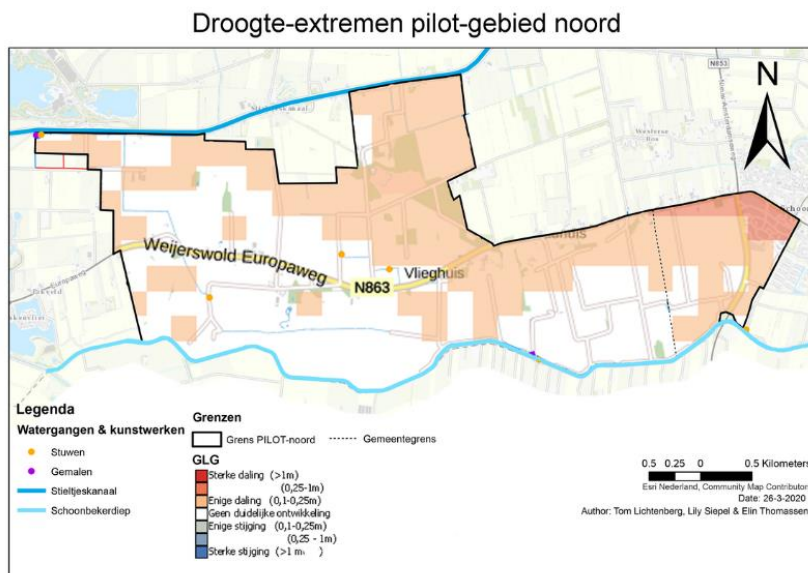
Figuur 59: Isohypsenaart Zuid (winterhalfjaar)

2050

Het Wh-scenario kent de laagste grondwaterstanden van alle klimaatscenario's en geeft daarmee de extreemste situatie van droogte in de toekomst weer. Met behulp van het scenario kan er een voorspelling gedaan worden over grondwaterstanden in 'extreem droge zomers'. Hierbij is de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) in kaart gebracht.

Pilot-gebied noord

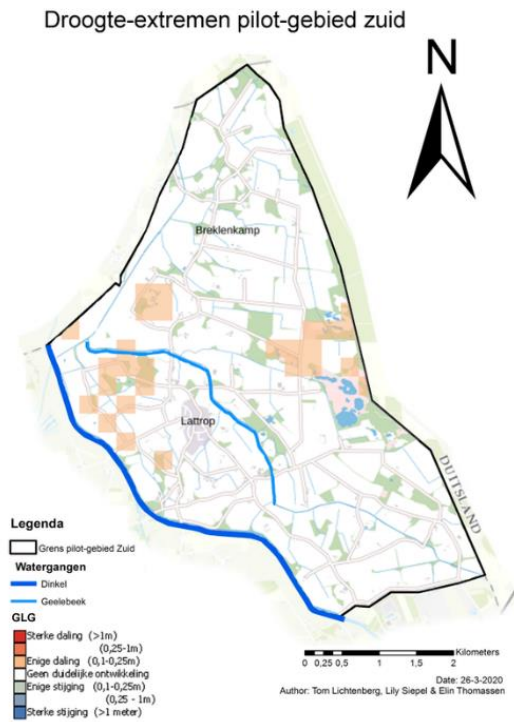
In pilot-gebied noord wordt er in 2050 een zakking van de GLG ten opzichte van de GLG in 2018 vernomen, zie Figuur 60. De grotere dalingen zijn vooral te vinden in gebieden met een intermediair- of hangwaterprofiel. Op deze plekken is enige daling waarneembaar, waarbij de GLG met ongeveer 0,1 tot 0,25 meter uitzakt. Ook is er een sterkere daling van circa 0,25 tot 1 meter waar te nemen rond Schoonebeek. Kijkend naar de waterbalans van 2050 voor pilot-gebied noord (bijlage 22) wordt er een zakking van de GLG van ongeveer 0,2 meter verwacht. Gemiddeld genomen vindt er volgens Figuur 60 in 2050 een daling van de GLG van 0,1 tot 0,25 meter plaats. De waterbalans en Figuur 60 komen dus met elkaar overeen.



Figuur 60: extreem droge zomer (2050) en daling van GLG noord (klimaateffectatlas, 2020)

Pilot-gebied zuid

In pilot-gebied zuid wordt er in 2050 op enkele plaatsen een daling van de GLG vernomen, zie Figuur 61. De grootste dalingen (0,1 tot 0,25 meter) zijn te vinden in gebieden met gebruiksfunctie vochtminnende natuur (Figuur 15). Ook in het westen van het gebied is er een daling van de GLG. In dit pilot-gebied is echter geen sprake van een direct verband met de bodemprofielen. Wanneer Figuur 61 vergeleken wordt met de waterbalans (bijlage 22), blijkt dat deze niet overeenkomen. De grondwaterstand daalt volgens de waterbalans namelijk met 0,35 meter, terwijl er in Figuur 61 nauwelijks verandering van de GLG plaatsvindt.



Figuur 61: Extreem droge zomer (2050) en daling van GLG zuid (klimaateffectatlas, 2020)

Bijlage 25 Berekening hydrologische droogte

De ingemeten profielen zijn aan de hand van trendlijnen lineair gemaakt waardoor een vereenvoudigde versie van is ontstaan. De Excel sheet (Figuur 62) geeft per inmeetpunt aan wat het huidige waterpeil is en wat deze zal bedragen in de toekomst. Het natte oppervlakte van meetpunt 2 is ten opzichte van inmeetpunt 1 berekend. De hoogte van het bodemprofiel veranderd, maar het waterpeil niet. De waarden van het voorbeeld zijn in drie segmenten weergegeven.

Situatie 2014 (normaal, optimaal)												
Waterpeil:	18,8 NAP	h	α (Waterpeil)	b	opp	hoek (°)	$b=\sqrt{a^2+h^2}$	h^2	a^2	(h/a)	boogtan(h/a)	
Bodem	17,8 NAP	segment links	1,5	1	1,802776	0,75	1,802775638	2,25	1	1,5	0,98	
a(h) ₁	1 m	segment midden	0,5	1		0,5						
Natte omtrek	4,45 m	segment rechts	2	1	2,236068	1	2,236067977	4	1	2	1,11	
Nat opp	2,25 m ²											
Situatie 2050 (meer Ev & minder P = 0.81)								0,93				
Waterpeil:	18,695 NAP	h	α (Waterpeil)	b	opp	hoek (°)	b=a/cos hoek	h=a·tanθ				
Bodem	17,8 NAP	segment links	1,327	0,895	1,601	0,594	1,601	1,327				
a(h) ₁	0,895 m	segment midden	0,500	0,895		0,4475						
Natte omtrek	4,071927919 m	segment rechts	1,757	0,895	1,971	0,786	1,971	1,757				
Nat opp (normaal ^{0,87})	1,83 m ²											
Moet zijn	1,82 m ²											
Afstand tot volgende punt		30 m										
Hoogteverschil		0,01 m										
hellingsgraad		0,033333333										
Inmeetpunt 2												
Situatie 2014 (normaal, optimaal)												
Waterpeil:	18,8 NAP	h	α (Waterpeil)	b	opp	hoek (°)	b=a/cos hoek	h=a·tanθ				
Bodem (blijft het zelfde)	17,82 NAP	segment links	1,45	0,98	2	0,711926	1,753	1,453				
a(h) ₁	0,98 m	segment midden	0,50	0,98		0,49						
Natte omtrek	4,45 m	segment rechts	1,92	0,98	0,942446	63	2,159	1,923				
Nat opp	2,14 m ²											
Situatie 2050 (meer Ev & minder P = 0.81)												
Waterpeil:	18,69 NAP	h	α (Waterpeil)	b	opp	hoek (°)	b=a/cos hoek	h=a·tanθ				
Bodem	17,82 NAP	segment links	1,29	0,87	1,556	0,561	1,556	1,290				
a(h) ₁	0,87 m	segment midden	0,5	0,87		0,435						
Natte omtrek	3,972 m	segment rechts	1,71	0,87	1,916	0,743	1,916	1,707				
Nat opp (normaal ^{0,87})	1,74 m ²											
Moet zijn	1,74 m ²											

Figuur 62: Voorbeeld tussen twee ingemeten watergangprofielen (Microsoft Excel)

Voor het berekenen van het toekomst scenario is er een factor van 0.81 gebruikt in de maand juni. In de hieronder volgende berekening is uitgelegd hoe deze factor bepaald is.

Neerslag (P)	Verdamping (ev)	$\Delta B(\text{erging})$
62mm (2014)	94	-31
63mm (2040)	99	-37

➔ $(-31 * -37) * 100 = 119\%$ berging.

Er is een toename van 19% berging, wat betekend dat er 19% minder water aanwezig is in 2050. De factor om het natte oppervlakte te berekenen is daarom 0.81

Bijlage 26 Berekening bodemvochtdroogte

In deze bijlage wordt uitgelegd hoe het totale en beschikbare bodemvocht voor het gewas maïs op een hogere zandgrond in een grondwatertrap VI is berekend. Per stap in de Tabel 27, wordt uitgelegd hoe deze berekend of bepaald zijn. Deze berekening is verricht voor het referentiejaar 2014, het extreme jaar 2018 en voor 2050. Waarbij de berekening van 2050 gebaseerd is op het referentiejaar 2014.

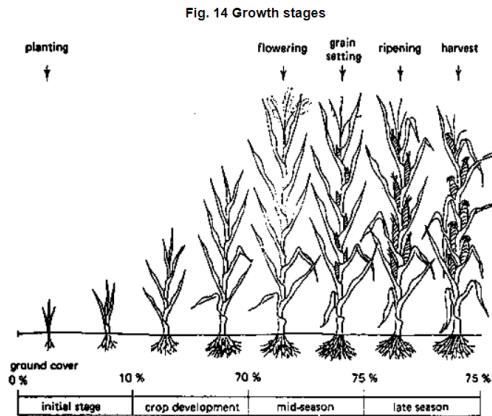
Tabel 27: Berekening totale en beschikbare bodemvocht voor het gewas maïs op een hogere zandgrond 2014

Maand		Mei			Juni			Juli			Augustus			September			Oktober	
Decade		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Stage		I	I	I	D	D	D	D	D	M	M	M	M	M	L	L	L	L
Eto	mm/dec	17,2	29,6	29	38,1	28,3	26,5	31	37	36	32,9	24	24	20,6	19,6	14,6	11,3	10,6
P	mm/dec	39	20,1	67	37,6	3,4	13,7	43,2	2,3	54,1	20,6	62	48,3	8,7	3,2	15,8	22,3	19,7
Peff	mm/dec	30,4	5,3	52	15,4	0	0	17,4	0	18,1	0	38	24,3	0	0	4,12	14,4	13,3
Kc	-	0,5	0,5	0,5	0,58	0,67	0,75	0,83	0,9	1	1	1	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6
Etc	mm/dag	0,86	1,48	1,5	2,22	1,89	1,988	2,58	3,4	3,6	3,29	2,4	2,4	2,06	1,76	1,17	0,79	0,64
ETc	mm/dec	8,6	14,8	15	22,2	18,9	19,9	25,8	34	36	32,9	24	24	20,6	17,6	11,7	7,91	6,36
Root	m	0,25								1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
TAM	mm/dec	45	66,4	88	109	131	151,9	173	195	216	216	216	216	216	216	216	216	216
p-fact	-	0,72								0,64	0,64	0,64	0,64	0,64				0,72
RAM	mm/dec	32,2	45,5	59	72	85,2	98,48	112	125	138	138	138	138	138	143	147	152	157

Groeiseizoen maïs

Het groeiseizoen van maïs wordt onderscheiden in 4 verschillende stadiums, namelijk de kieming, vegetatieve ontwikkeling, bloeifase en de afrijping/oogst stadium (zie Figuur 63). Maïs wordt geplant bij temperaturen hoger dan 8 graden. Jonge planten zijn na opkomt gevoelig voor lage temperaturen. De optimale zaaidatum ligt op 20 april tot 5 mei (Sibma, 1987). In het rekenmodel is ervan uitgegaan dat maïs wordt geplant op de 1^e dag van mei.

Over het algemeen wordt maïs eind september tot halverwege oktober geoogst. In het model zijn de lengte van de verschillende stadiums van het gewas aangenomen uit een tabel van het FAO (Allen R. G., Pereira, Raes, & Smith, 1998), waarbij de duur van de verschillende groeistadiums voor veld gewassen zijn weergegeven. De maximum groeiperiode voor snijmaïs bedraagt 180 dagen waarvan de stadiums zijn verdeeld in 30, 50, 60 en 40 dagen en de minimale groeiperiode bedraagt 125 dagen. Als er uit wordt gegaan van een zaaitijdstip van 1 mei en een uiterlijke oogstdatum van halverwege oktober, betreft het groeiseizoen van maïs in Nederland maximaal 170 dagen. In het rekenmodel is er gerekend met een lengte van 170 dagen, waarbij er bij de lengte van de verschillende stadiums rekening is gehouden met de lengte van de verschillende groeiperioden, zoals deze is aangegeven in het handboek snijmaïs (Werkgroep Handboek snijmaïs, 2019) en de indicatie weergegeven in het FAO document.



Figuur 63, Groeistadia maïs (Allen R. G., Pereira, Raes, & Smith, 1998)

Uitleg groeiseizoenen

Als een gewas zich ontwikkelt, verandert gedurende de ontwikkeling de bodembedekking, gewashoogte en het bladdichtheid van het gewas. Door de verschillen in gewasverdamping gedurende de verschillende groeistadiums, is de gewasfactor voor een bepaald gewas verschillend gedurende het groeiseizoen. De groeiseizoenen kunnen worden verdeeld in vier verschillende groeistadiums namelijk, de kieming, vegetatieve ontwikkeling, bloeifase (mid-stage) en de laatste fase van afrijping en oogst

Kiemingsfase (Initial stage): Dit stadium start op de datum van het zaaien of poten van het gewas tot ongeveer 10% bodembedekking zich voordoet. De lengte van deze periode is afhankelijk van het gewassoort, zaaidatum en het klimaat. De einddatum van dit stadium doet zich voor als ongeveer 10% van het grondoppervlak is bedekt met groene vegetatie. Tijdens dit stadium is het bladoppervlak klein en is de verdamping ongeveer gelijk aan de verdamping van de bodem (Allen R. G., Pereira, Raes, & Smith, 1998).

Vegetatieve ontwikkeling (Development stage): Dit stadium start wanneer er zich 10% bodembedekking voordoet totdat het gewas zich volledig heeft ontwikkeld, wanneer het gewas de volledige bodembedekking heeft bereikt (Allen R. G., Pereira, Raes, & Smith, 1998).

Generatieve ontwikkeling (Mid-stage): De bloeifase start wanneer het gewas zijn maximale groei heeft bereikt en eindigt wanneer de bloeiperiode is afgelopen. Dit is te zien wanneer de bladeren van het gewas zich verouderen, er vergeling optreedt, er bladuitval optreedt of dat het fruit bruin gaat worden. Tijdens de bloeiperiode bereikt de gewasfactor de maximale waarde (Allen R. G., Pereira, Raes, & Smith, 1998).

Afrijping/oogst (late-stage): De laatste fase doet zich voor als er veroudering optreedt bij het gewas totdat het gewas wordt geoogst (Allen R. G., Pereira, Raes, & Smith, 1998).

Referentieverdamping (ET_o) volgens Makkink

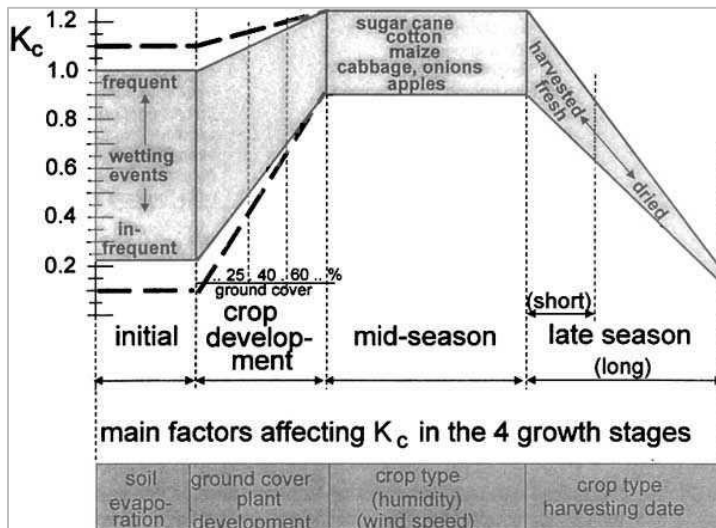
De referentieverdamping is de theoretische maximale verdamping van een ideale grasmast onder gunstige omstandigheden. Met behulp van de referentieverdamping kan de potentiële gewasverdamping (ET_c) in de volgende stap worden berekend. Referentieverdamping volgens de methode van Makkink is verkregen uit KNMI data van het weerstation Twenthe (KNMI, 2020). De gemeten verdamping per decade per maand zijn weergegeven in Tabel 27.

Neerslag en effectieve neerslag

De neerslaggegevens van weerstation Twenthe (KNMI) zijn gebruikt om de totale neerslag per maand en decade vast te stellen. De effectieve neerslag is het verschil tussen de gevallen neerslag en de potentiële gewasverdamping (ETc).

Gewascoëfficiënt (K_c)

De gewasfactor dient te worden bepaald of berekend om de potentiële gewasverdamping te kunnen berekenen. De gewasfactor is afhankelijk van het gewas en het tijdstip in het groeiseizoen. De veranderingen in de eigenschappen van het gewas gedurende de ontwikkeling, heeft invloed op de gewasfactor (zie Figuur 64).

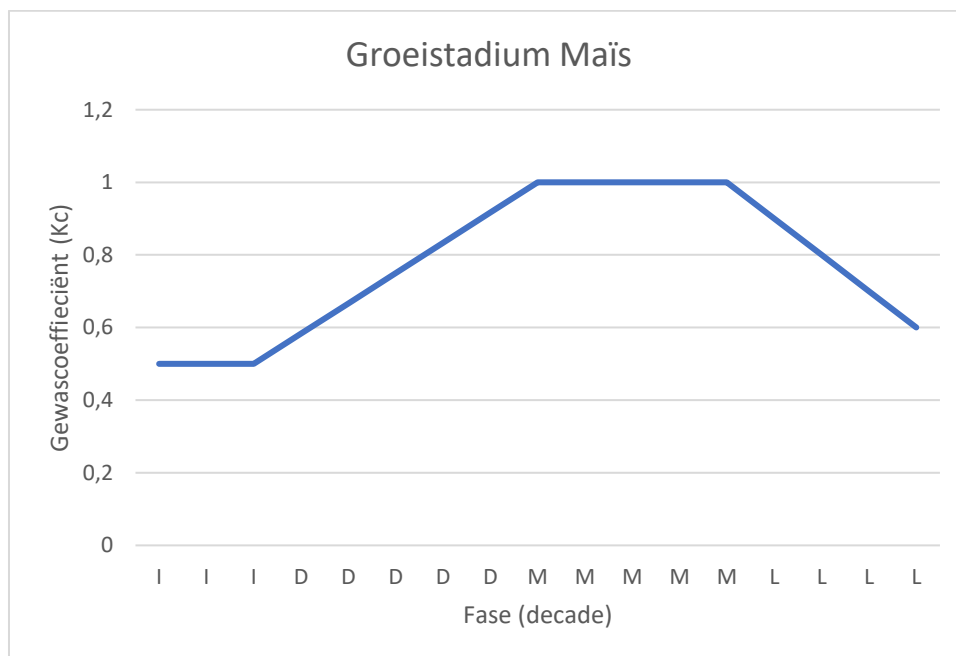


Figuur 64, Gewasfactor (K_c) (Allen R. G., Pereira, Reas, & Smith, 1998)

De gewasfactor dient te worden bepaald voor het begin van het groeiseizoen (I), de bloeifase (M) en voor het moment van oogsten (L). In deze berekening is er aangenomen dat de gewasfactor gedurende de kiemingsfase (I) en de bloeifase (M) niet veranderd. In de ontwikkelingsfase (D) neemt de gewasfactor lineair toe en in de afrijping lineair af. Een gewasfactor kan niet zomaar worden aangenomen, maar dient te worden aangepast aan het klimaat. De FAO biedt rekentools om de gewasfactoren voor deze groeiseizoenen te bepalen. De berekende K_c -factoren voor de bloeifase (1,0) en voor de afrijping (0,6) kwamen overeen met de gewasfactoren die zijn weergegeven in Figuur 65). Het bepalen van de gewasfactor aan het begin van het groeiseizoen is lastig te bepalen doordat specifieke gegevens over de hoeveelheid irrigatie aan het begin van het groeiseizoen ontbrak. Om een betrouwbare berekening te kunnen uitvoeren is ervoor gekozen om de gewasfactoren aan te nemen zoals deze zijn weergegeven in Figuur 65. In Figuur 66 zijn de gewasfactoren voor het gewas maïs in het jaar 2014 weergegeven.

Gewasfactoren voor de akkerbouwgewassen en groentegewassen							
Gewas Stadium	Gewasontwikkeling						
	Ontwikkelingsstadium			volle groei	Volvelids gewas		
	opkomst	begin	eind		bloei	Rijping	afrijping
Grondbeddekking	0 - 10%	10 - 30%	30 - 70%	> 70%			
Aardappel	0,6	0,9	1,0	1,1	1,3	1,1	0,9
Suikerbiet	0,5	0,8	1,0	1,3		1,1	0,9
Erwten	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	0,9	
Stambonen	0,4	0,4	0,7	0,9	0,9	0,6	0,2
Veldbonen	0,4	0,5	0,9	1,0	0,9	0,7	0,3
Uien	0,4	0,5	0,7	0,9			0,7
Maïs	0,5	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	0,6
Graan	0,4	0,6	0,8	0,9	0,8	0,7	
Schorseneer	0,5	0,5	0,8	1			
Peen	0,5	0,5	0,9	1,2			
Aardbei	0,4	0,5	0,9	1	1,2	0,7	0,9
Asperge	0,5	0,9	1	1,3	1,3	1,1	
andijvie	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,2	
Kropsla	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,2	
ijssla	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,2	
prei	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	

Figuur 65, Gewasfactoren (Haan, 2018)



Figuur 66, Gewasfactoren maïs

Potentiële gewasverdamping (ETc)

De potentiële gewasverdamping (ETc) is berekend door de referentieverdamping te vermenigvuldigen met de gewasfactor. De potentiële gewasverdamping wordt weergegeven per decade. De som van de potentiële verdamping, in de berekening aangegeven als CWR (crop water requirement), is de totale hoeveelheid water dat het gewas nodig heeft over het gehele groeiseizoen om optimaal te kunnen groeien.

Worteldiepte per groeiseizoen (Root depth)

Om te kunnen berekenen wat de maximale bodemvochtgehalte gedurende het groeiseizoen is, moet maximale worteldiepte in de kiemingsfase, de bloeifase en in de afrijping worden bepaald. Volgens Figuur 67 bedraagt de worteldiepte aan het begin van het groeiseizoen 25 centimeter. In het bloeiseizoen bedraagt deze worteldiepte meer dan 85 centimeter. Het FAO geeft een maximale worteldiepte aan van 1-1,7 meter voor het gewas maïs. Het Handboek Snijmaïs beweert dat in een ongestoord profiel de beworteling een diepte kan bereiken van 120 centimeter (Werkgroep

Handboek snijmaïs, 2019). In de berekening is er een maximale worteldiepte van 25 centimeter in de kiemingfase aangehouden en 120 centimeter in de bloeifase en afrijping.

Aantal dagen na zaaien	Worteldiepte in cm						
	Stoppel-knol	Spurrie	Deder-zaad	Gele mosterd	Haver	Mais	Aardappel
15	20	10					
27	25	30					
40	30	35				25	30
45			35	50	50		
50	50	50				30	35
62	60	65					60
71	70	75	50	70	75	70	
83	75	80	65	75	80		65
96	75	80				85	
105			70	70	> 85		55
120			50	65	75	> 85	
138						> 85	
159						> 85	
171						> 85	
186						> 85	
Days after sowing	Turnip	Spurry	Camelina sativa	White mustard	Oats	Maize	Potato
	Rooting depth in cm						

Figuur 67, Worteldiepte per gewas (Lieshout, 1956)

Totale beschikbaar bodemvocht per groeiseizoen (TAM)

The total available moisture (TAM) is de maximale opslagcapaciteit van bodemvocht in de wortelzone. Het totale beschikbare bodemvocht wordt bepaald door het bodemvochthoudend vermogen van de aanwezige grondsoort, dat wil zeggen de functie van de bodemtextuur (zand, klei etc.). De maximale opslagcapaciteit van bodemvocht voor een specifieke grondsoort wordt bepaald met de volgende formule (Wageningen University & Research):

$$TAM = z * (\Theta\%Vol.FC - \Theta\%Vol.WP)$$

z = worteldiepte

$\Theta\%Vol.FC$ = Bodemvochtgehalte (%) van een volledige bevochtigde grond bij veldcapaciteit (Pf=2)

$\Theta\%Vol.WP$ = Bodemvochtgehalte (%) van de grond bij het verwelkingspunt (Pf = 4,2)

Maïs wordt in de hangwatergebieden van pilot-gebied zuid voor het overgrote gedeelte verbouwd op Veldpodzel- en enkeerdgronden met een grondwatertrap van VI of hoger. Voor de berekening is er een bodemhorizont met de omschrijving; matig humeus, matig fijn, leemarm zand gebruikt. Onder deze categorie valt zowel een veldpodzel- als een laarpodzel en een enkeerdgrond met een grondwatertrap van VI of VII. Met behulp van Figuur 68 is voor deze bodem (Nr. 4) de volumefractie bodemvocht bij een pF2,0 en een pF4,2 bepaald. Dat wil zeggen dat de maximale opslagcapaciteit van de bodem 180 millimeter bedraagt (22%-4%). Wordt dit getal vermenigvuldigt met de maximale worteldiepte, dan resulteert dit in een maximale opslagcapaciteit van 45 millimeter in het begin van het groeiseizoen en 216 millimeter gedurende de bloeifase en afrijping (zie Tabel 27).

Nr.	f_{hd}	$f_{L+S,d}$	M_Z	f_{Ld}	ρ_d	ϕ_p	Volumefractie water θ (%) bij pF=										θ_{hw}		
	(%)	(%)	(μm)	(%)	(kg/m^3)	(%)	1,0	1,5	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	4,2		1,7 min 4,2	2,0 min 4,2	2,3 min 4,2
1	0,5	6	155	-	1630	38	34	31	24	14	9	6	4	2	2		22	12	7
2	1,0	6	155	-	1550	41	36	32	24	14	9	7	6	5	3		21	11	6
3	2,1	6	155	-	1440	45	39	35	27	18	16	11	7	4	3		24	15	13
4	4,0	6	155	-	1330	48	41	38	32	22	19	14	11	7	4		28	18	15
5	6,0	6	155	-	1270	50	44	40	36	27	23	18	13	9	6		30	21	17
6	9,5	6	155	-	1160	53	48	45	40	35	29	25	19	14	10		30	25	19
7	27,5	6	155	-	750	65	63	61	59	53	43	37	31	26	18		41	35	25
8	85,0	-	-	-	175	89	87	82	80	75	68	62	47	39	21		59	54	47
9	0,4	13,5	150	-	1700	36	35	33	29	19	13	9	7	5	3		26	16	10
10	0,4	23,5	145	-	1700	36	34	32	29	23	16	11	9	6	4		25	19	12
11	0,5	40	135	-	1650	38	35	33	31	29	22	17	13	11	6		25	23	16
12	0,5	60	135	-	1650	38	36	34	33	32	28	23	18	15	9		24	23	19
13	0,3	6	95	-	1600	39	38	38	35	30	19	8	7	6	4		31	26	15
14	0,3	6	275	-	1650	38	31	23	15	10	7	6	5	4	2		13	8	5
15	1,0	-	-	10	1500	44	41	39	37	35	29	24	21	18	11		26	24	18
16	1,0	-	-	10	1400	48	44	42	41	39	33	27	23	19	11		30	28	22
17	1,0	-	-	10	1300	51	47	45	44	41	36	31	26	21	11		33	30	25
18	1,0	-	-	22	1400	48	45	43	42	40	36	32	30	26	19		23	21	17
19	1,0	-	-	30	1400	48	45	43	42	41	39	36	34	32	25		17	16	14
20	1,0	-	-	40	1400	49	46	44	44	43	42	40	38	37	31		13	12	11

f_h = organische-stofgehalte; f_{L+S} = leemgehalte; M_Z = zandmediaan; f_L = lutumgehalte; ρ = dichtheid; ϕ_p = porositeit.

De index d betekent: van stoffdruge grond. - = niet bepaald.

θ_{hw} = beschikbaar hangwater; 1,7 min 4,2 betekent: het vochtgehalte bij pF = 1,7 minus dat bij pF = 4,2.

Figuur 68, Standaardvocht karakteristieken van verschillende bodemhorizonten en de hoeveelheid beschikbaar hangwater bij verschillende waarden veldcapaciteit (vademecum)

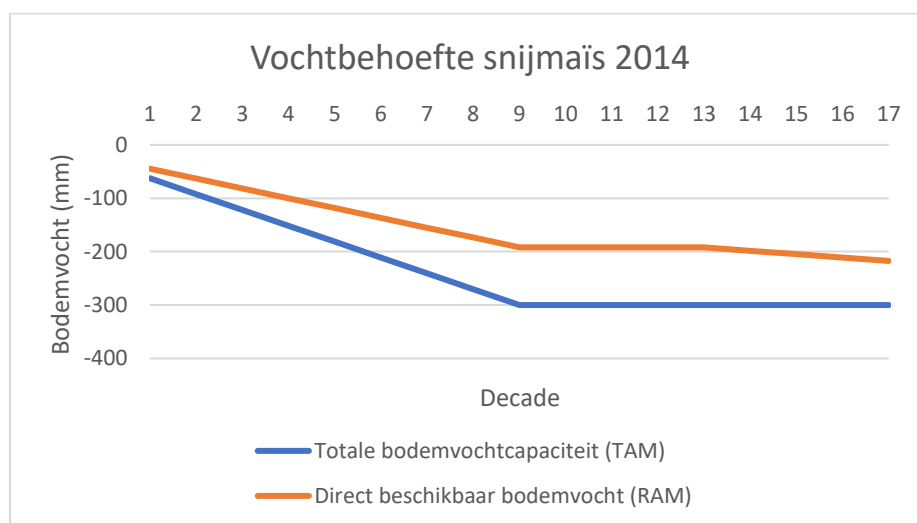
P-factor

De P-factor is een factor dat de gemiddelde fractie van het totaal beschikbaar bodemvocht presenteert dat uit de wortelzone kan worden gehaald door het gewas voordat er vochtstress zal optreden. Volgens tabel 22 van het FAO (Allen R. G., Pereira, Reas, & Smith, 1998) heeft snijmaïs een p-factor van 0,55. De p-factor wordt berekend voor het begin van het groeiseizoen (I), de bloeifase (M) en de laatste fase (L) met de volgende formule (zie Tabel 27):

$$P = (0,55) + 0.04 (5 - ETc)$$

Ready available moisture (RAM)

Het direct beschikbare bodemvocht (RAM) is de fractie van het totale beschikbare bodemvocht dat het gewas kan gebruiken zonder dat er symptomen van waterstress optreden (zie Figuur 69) . Het direct beschikbare bodemvocht wordt berekend door de p-factor te vermenigvuldigen met het totale beschikbare bodemvocht (TAM) (Wageningen University & Research).



Figuur 69, Beschikbaar bodemvocht (RAM)

Bijlage 27 Bepalen vochtvoorziening maïs

In deze bijlage wordt bepaald op welk punt in het groeiseizoen er een vochttekort optreedt voor het gewas snijmaïs in de jaren 2014, 2018 en 2050. Deze berekeningen zijn een vervolg op de berekeningen in bijlage 26. De vochtvoorziening voor het gewas maïs wordt bepaald voor een optimale groeiomstandigheid voor het gewas.

Vraag naar bodemvocht

De vraag naar bodemvocht (depletion) aan het einde van de decade wordt als volgt bepaald:

$$Depletion_end = ((depletion + ETc) - Peff - irrigatie).$$

De Ks-factor laat zien wanneer een gewas aan droogtestress lijdt. Zodra de factor 1 blijft, hoeft er niet geïrrigeerd te worden aangezien de plant nog voldoende bodemvocht heeft om zich te voorzien van water. Zodra de factor zich tussen 0 en 1 bevindt, geeft dit aan dat de plant moet worden voorzien van water om optimaal verder te kunnen groeien. In

Figuur 70, Figuur 71 en Figuur 72 is te zien dat in 2014 het bodemvochttekort kan worden gecompenseerd door neerslag. Een vochttekort treedt pas op in het einde van het groeiseizoen, waarin normaal niet meer geïrrigeerd wordt omdat de plant dan met afrijping bezig is. In 2050 en 2018 treden deze tekorten al veel vroeger in het groeiseizoen op, waardoor onder deze omstandigheden de gewassen zonder irrigatie zullen verwelken. De vraag naar water in 2018 is groter en treedt eerder in het groeiseizoen op dan dat er in 2050 wordt verwacht. In Figuur 73, Figuur 74 en Figuur 75 is de vraag naar bodemvocht in combinatie met het beschikbare en totale bodemvocht voor de verschillende jaren weergegeven.

Decade		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Depletion	mm/dec	0	0	9,5	0	6,85	25,72	45,6	54	88	106	139	125	124	145	163	170	164
Etc	mm/dec	8,6	14,8	15	22,2	18,9	19,88	25,8	34	36	32,9	24	24	20,6	17,6	11,7	7,91	6,36
Peff	mm/dec	30,4	5,3	52	15,4	0	0	17,4	0	18,1	0	38	24,3	0	0	4,12	14,4	13,3
irrigatie	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ks		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,99	1	1	0,97	0,78	0,71	0,88
Eta	mm/dec	8,6	14,8	15	22,2	18,9	19,88	25,8	34	36	32,9	23,8	24	20,6	17,1	9,07	5,65	5,58
Depl_end	mm/dec	0	9,5	0	6,85	25,7	45,59	54,1	88	106	139	125	124	145	163	170	164	157
losses	mm/dec	21,8	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigatie	mm/stage	0								0					0			

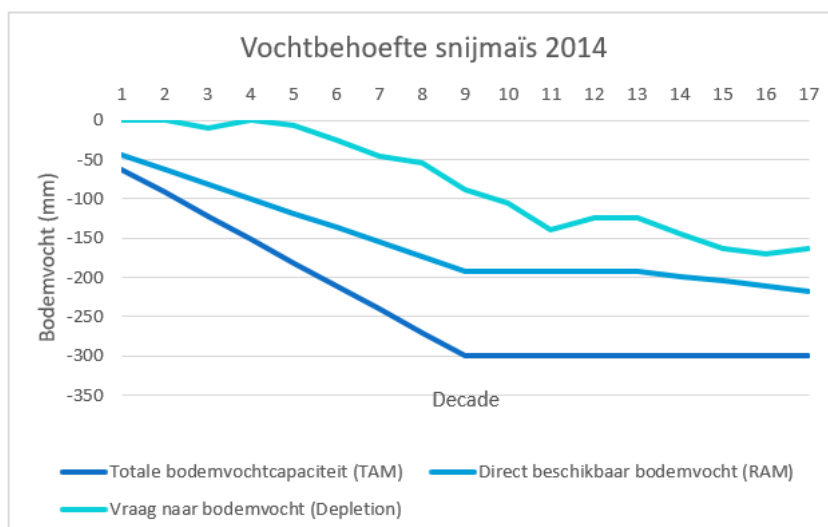
Figuur 70, Vraag naar bodemvocht maïs 2014

Stage		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Depletion	mm/dec	0	18,9	37	58,6	77,5	97,04	126	164	203	239	279	306	316	333	354	349	360
Etc	mm/dec	18,9	18,2	22	19	19,5	29,4	37,5	39	47,9	39,2	27,9	24	23,3	20,3	12,6	10,5	9,3
Peff	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0	0	14,8	5,5	0	16,8	0	0
irrigatie	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ks		1	1	1	1	1	0,966	0,72	0,4	0,16	-0,3	-0,8	-1,1	-1,2	-1,53	-1,9	-2	-2,32
Eta	mm/dec	18,9	18,2	22	19	19,5	28,4	26,9	16	7,59	-11	-21	-26	-28	-30,9	-24	-21	-21,6
Depl_end	mm/dec	18,9	37	59	77,5	97	126,4	164	203	239	279	306	316	333	354	349	360	369
losses	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigatie	mm/stage	0								0					0			

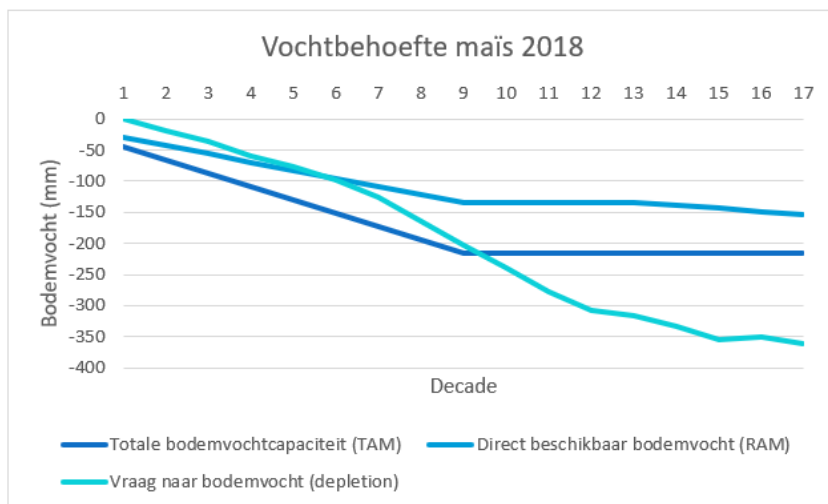
Figuur 71, Vraag naar bodemvocht maïs 2018

Decade		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Depletion	mm/dec	0	0	9,8	0	6,58	26,76	48	68	105	138	175	174	185	208	228	240	233
Etc	mm/dec	9,2	15,8	16	23,8	20,2	21,27	28,7	38	40	36,5	26,6	26,6	22,9	19,6	13	8,46	6,81
Peff	mm/dec	33,3	6,07	57	17,2	0	0	8,91	0	7,11	0	27,3	15,4	0	0	0,78	15,5	14,4
irrigatie	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ks		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,97	0,51	0,52	0,38	0,1	-0,2	-0,4	-0,28
Eta	mm/dec	9,2	15,8	16	23,8	20,2	21,27	28,7	38	40	35,3	13,7	13,9	8,7	2,01	-2,2	-3,1	-1,93
Depl_end	mm/dec	0	9,76	0	6,58	26,8	48,03	67,8	105	138	175	174	185	208	228	240	233	225
losses	mm/dec	24,1	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigatie	mm/stage	0			0					0					0			

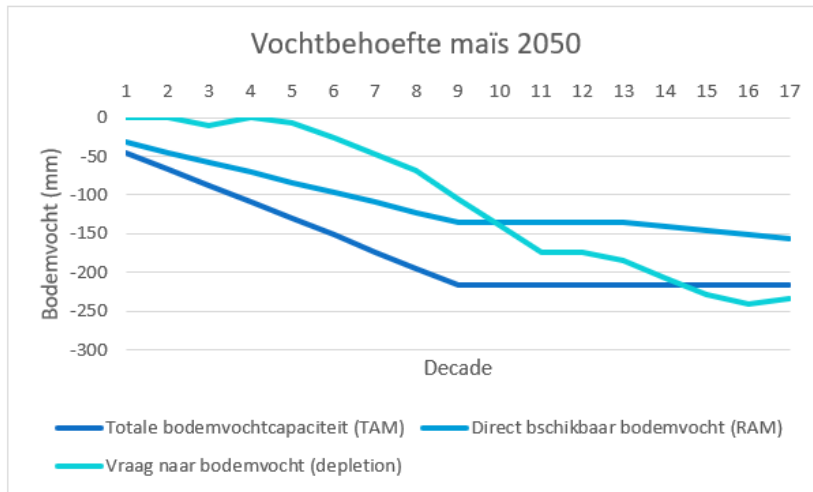
Figuur 72, Vraag naar bodemvocht maïs 2050



Figuur 73, Vochtbehoefte maïs 2014



Figuur 74, Vochtbehoefte maïs 2018



Figuur 75, Vochtbehoefte maïs 2050

Irrigatie

De totale irrigatie is bepaald door het tekort aan de vorige decade volledig aan te vullen. De weergegeven irrigatie laat zien hoeveel water het gewas nodig heeft om het gewas optimaal te laten groeien. In de werkelijkheid kan het gewas ook overleven met minder irrigatie, waarbij de instroom van neerslag volledig effectief wordt gebruikt. De berekeningen in figuur 76, figuur 77 en figuur 78 laat de maximale irrigatiebehoefte van het gewas zien in de jaren 2014, 2018 en 2050. Eta geeft de actuele gewasverdamping weer. Is dit getal negatief, dat betekent dat gewas is verwelkt.

Decade		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Depletion	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,6	25,2	18,7
Etc	mm/dec	8,6	14,8	15	22,2	18,9	19,88	25,8	34	36	32,9	24	24	20,6	17,6	11,7	7,91	6,36
Peff	mm/dec	30,4	5,3	52	15,4	0	0	17,4	0	18,1	0	38	24,3	0	0	4,12	14,4	13,3
irrigatie	mm/dec	0	9,5	0	6,85	18,9	19,88	8,47	34	17,9	32,9	0	0	20,6	0	0	0	0
Ks		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eta	mm/dec	8,6	14,8	15	22,2	18,9	19,88	25,8	34	36	32,9	24	24	20,6	17,6	11,7	7,91	6,36
Depl_end	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,6	25,2	18,7	11,7
losses	mm/dec	21,8	0	38	0	0	0	0	0	0	0	14	0,3	0	0	0	0	0
Irrigatie	mm/stage	9,5			88					71,4					0			

Figuur 76, Maximale irrigatiebehoefte maïs 2014

Stage		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Depletion	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,3	16	26,5
Etc	mm/dec	18,9	18,2	22	19	19,5	29,4	37,5	39	47,9	39,2	27,9	24	23,3	20,3	12,6	10,5	9,3
Peff	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0	0	14,8	5,5	0	16,8	0	0
irrigatie	mm/dec	18,9	18,2	22	19	19,5	29,4	37,5	39	36,4	39,2	27,9	9,2	17,8	0	0	0	0
Ks		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eta	mm/dec	18,9	18,2	22	19	19,5	29,4	37,5	39	47,9	39,2	27,9	24	23,3	20,3	12,6	10,5	9,3
Depl_end	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,3	16	26,5	35,8
losses	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigatie	mm/stage	58,6			144					131					0			

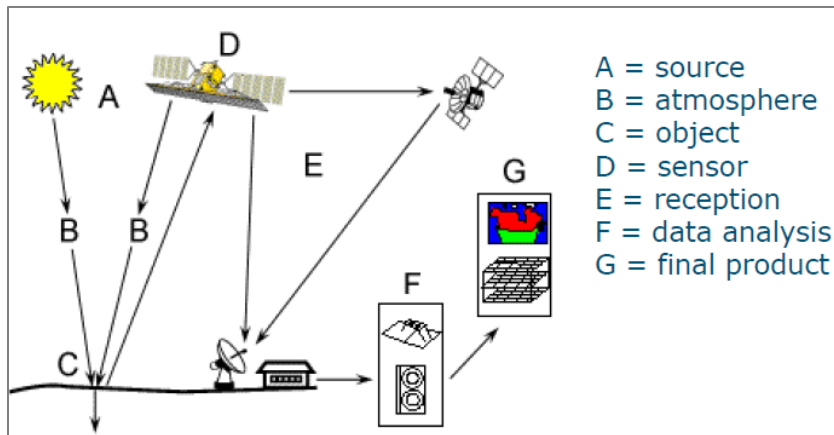
Figuur 77, maximale irrigatiebehoefte maïs 2018

Decade		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Depletion	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,6	31,8	24,7
Etc	mm/dec	9,2	15,8	16	23,8	20,2	21,27	28,7	38	40	36,5	26,6	26,6	22,9	19,6	13	8,46	6,81
Peff	mm/dec	33,3	6,07	57	17,2	0	0	8,91	0	7,11	0	27,3	15,4	0	0	0,78	15,5	14,4
irrigatie	mm/dec	0	9,76	0	6,58	20,2	21,27	19,8	38	32,9	36,5	0	11,3	22,9	0	0	0	0
Ks		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eta	mm/dec	9,2	15,8	16	23,8	20,2	21,27	28,7	38	40	36,5	26,6	26,6	22,9	19,6	13	8,46	6,81
Depl_end	mm/dec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,6	31,8	24,7	17,2
losses	mm/dec	24,1	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0,66	0	0	0	0	0	0
Irrigatie	mm/stage	9,76			105					103					0			

Figuur 78, maximale irrigatiebehoefte maïs 2050

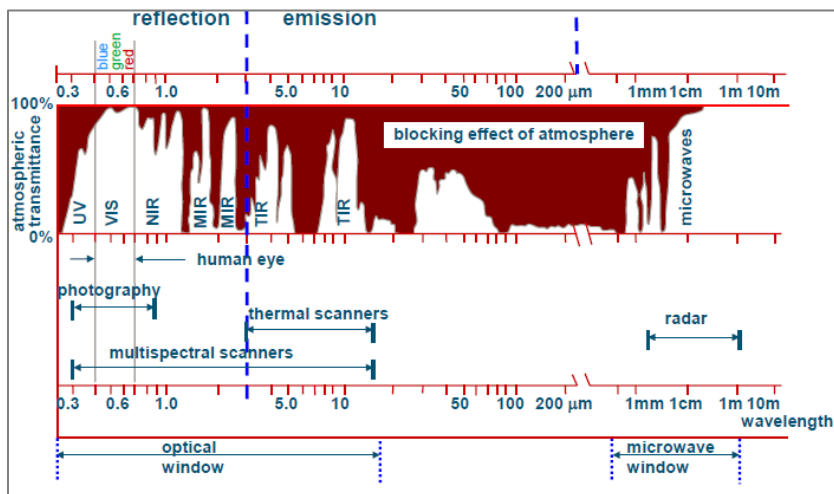
Bijlage 28 Remote sensing

Remote sensing is een techniek waarbij met behulp van satellietbeelden de aarde en atmosfeer geobserveerd worden door het gebruik van elektromagnetische radiatie (licht) zonder direct in contact te zijn met de aarde (zie Figuur 79).



Figuur 79, Systeembeschrijving remote sensing (J.G.P.W. Clevers (Ed.), 2006)

Het menselijke oog kan maar een klein deel van het elektromagnetische spectrum zien, namelijk de kleuren die weerklaars worden in de groene, blauwe en rode golflengtes (zie Figuur 80). Satellietbeelden, voortkomend uit het gebruik van remote sensing, maakt het mogelijk dat elektromagnetische radiatie buiten de range van het menselijke zichtbaar wordt gemaakt. Op de satellieten zitten sensoren, die het licht dat door de aarde wordt gereflecteerd meten. Een sensor meet vaak één golflengte van het licht dat het aardoppervlak weerklaars.



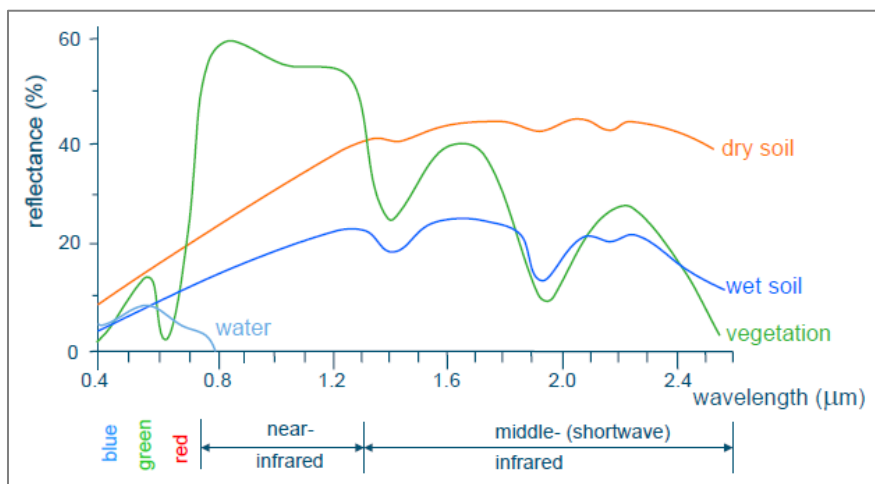
Figuur 80, Spectrale banden en golflengten (WUR)

Bijlage 29 Uitleg Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

De Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) wordt gebruikt om de groenheid van vegetatie te kwantificeren en is nuttig voor het begrijpen van de vegetatiedichtheid en het beoordelen van veranderingen in de gezondheid van planten. NDVI wordt berekend als een verhouding tussen de reflectie in de rode band, wat vegetatie als het gezond is absorbeert en de nabij-infrarood straling, wat gezonde vegetatie reflecteert (USGS, sd).

De NDVI-index heeft een range van -1 tot +1. Negatieve waarden geven hoogstwaarschijnlijk water aan en waarden vanaf 0 tot 0,2 laten zien dat planten geen groene bladeren meer bevatten en door stressomstandigheden zijn dood gegaan (GISGeography, 2017). Hoe dichterbij 1 komt, hoe groener de plant is, wat betekent dat de plant erg gezond is.

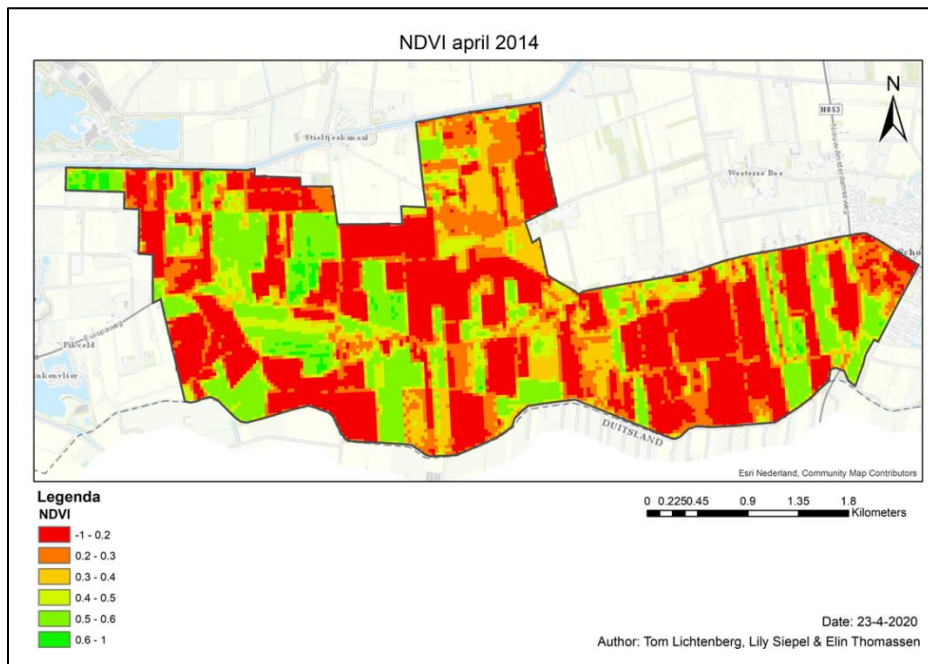
NDVI wordt als volgt berekend: $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$. Het resultaat van deze formule geeft een waarde tussen de -1 en +1 weer. Een lage reflectie in de rode bandbreedte en een hoge reflectie in de NIR, zorgt voor een hoge NDVI waarde en een gezondere plant (GISGeography, 2017). Gezonde vegetatie bevat veel chlorofyl, zijn groene kleur, waardoor gezonde vegetatie meer NIR-straling en groen licht reflecteert (zie Figuur 81), vergeleken met andere bandbreedten (J.G.P.W. Clevers (Ed.), 2006). Doordat gezonde planten meer rood en blauw licht absorberen, heeft vegetatie in onze ogen de kleur groen. Krijgt een plant last van stressfactoren, zoals watertekort, dan kan de plant in mindere mate chlorofyl produceren. De plant absorbeert dan minder rood en blauw licht en reflecteert minder NIR-straling terug naar de atmosfeer. Dit is voornamelijk terug te zien bij de veroudering van planten, waarbij de gele en rode pigmenten duidelijk naar voren komen als het chlorofyl uiteenvalt (J.G.P.W. Clevers (Ed.), 2006). Satelliet sensors zoals Landsat en Sentinel-2 beschikken over de data in de bandbreedten NIR en Red. Voor het maken van de kaarten is Landsat 8 gebruikt, gemeten met satellietbeelden van United States Geological Survey.



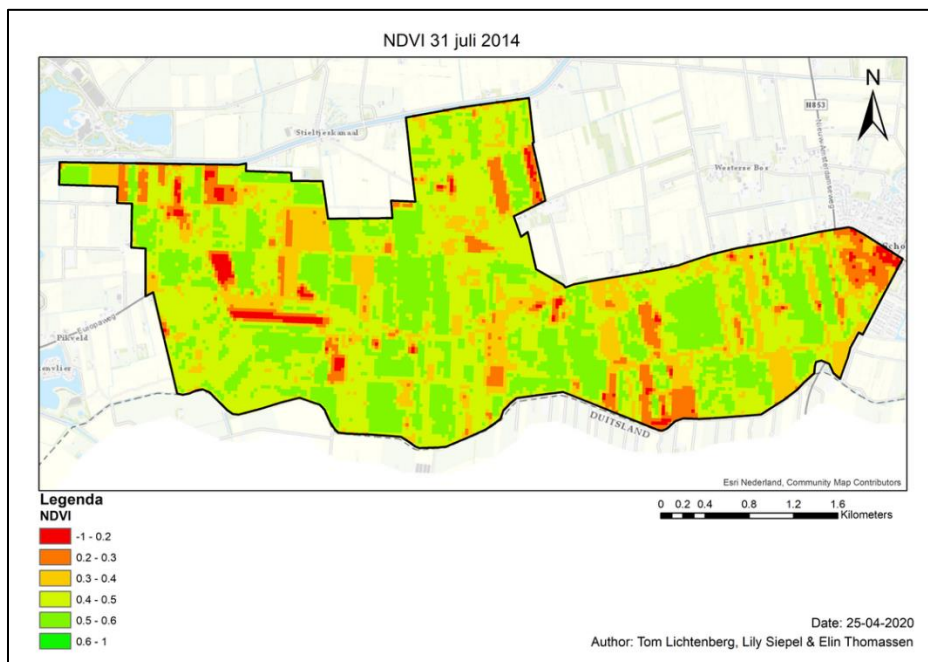
Figuur 81, Spectrale reflectie curves van water, bodem en vegetatie (J.G.P.W. Clevers (Ed.), 2006)

Bijlage 30 NDVI kaarten 2014

Pilot-gebied noord 2014

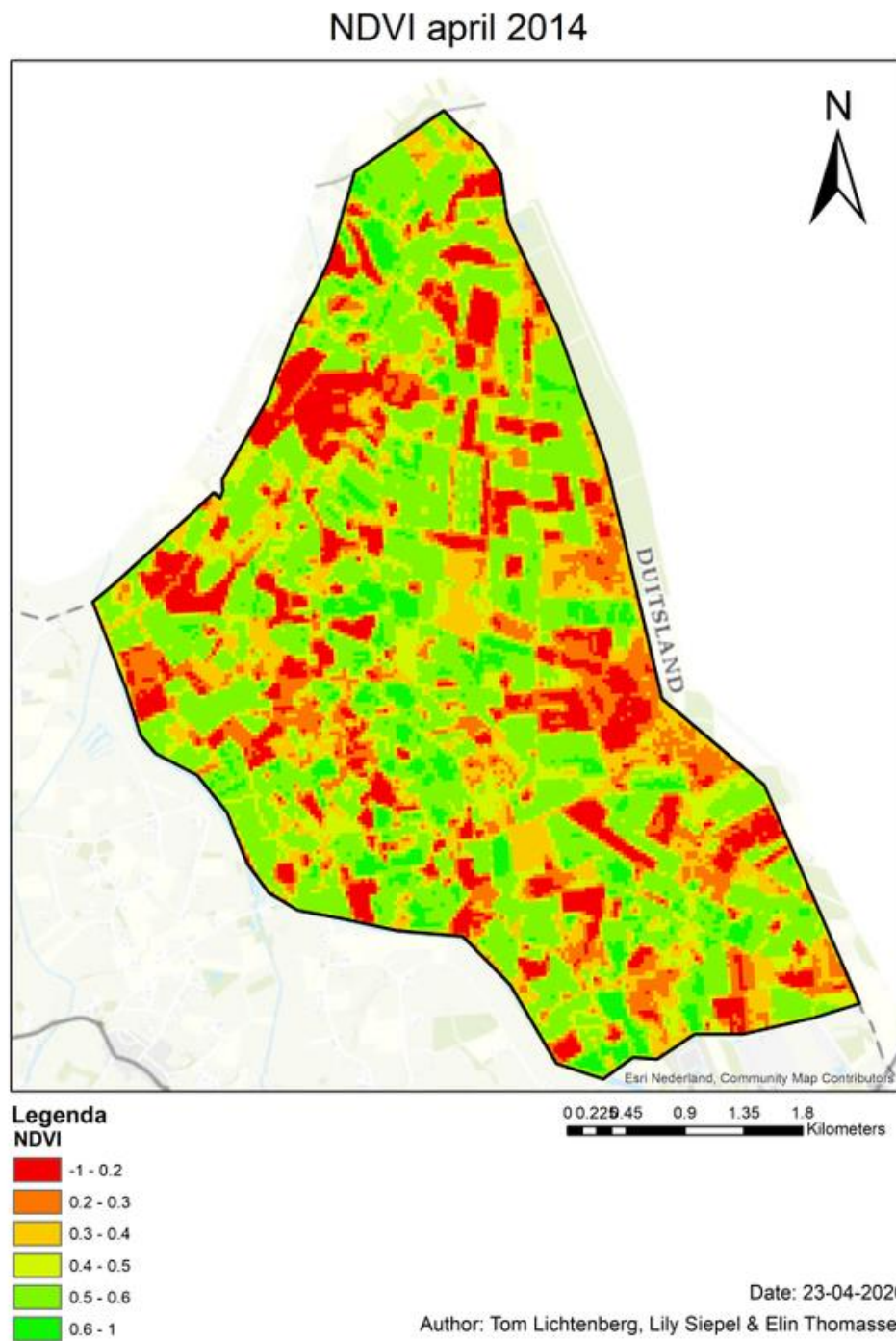


Figuur 82, NDVI pilot-gebied noord april 2014

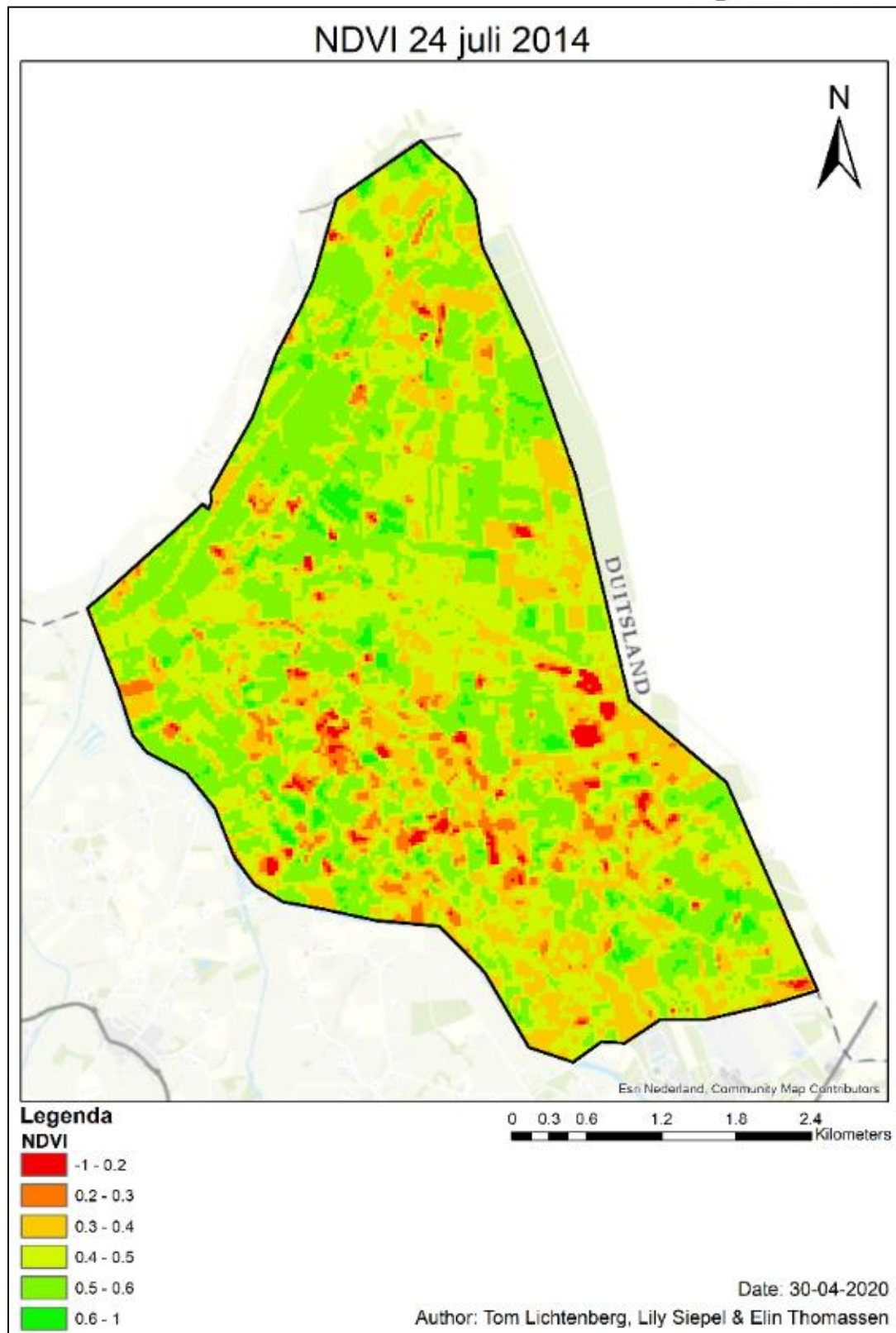


Figuur 83, NDVI pilot-gebied noord 31 juli 2014

NDVI kaarten Pilot-gebied zuid 2014



Figuur 84: NDVI pilot-gebied zuid april 2014



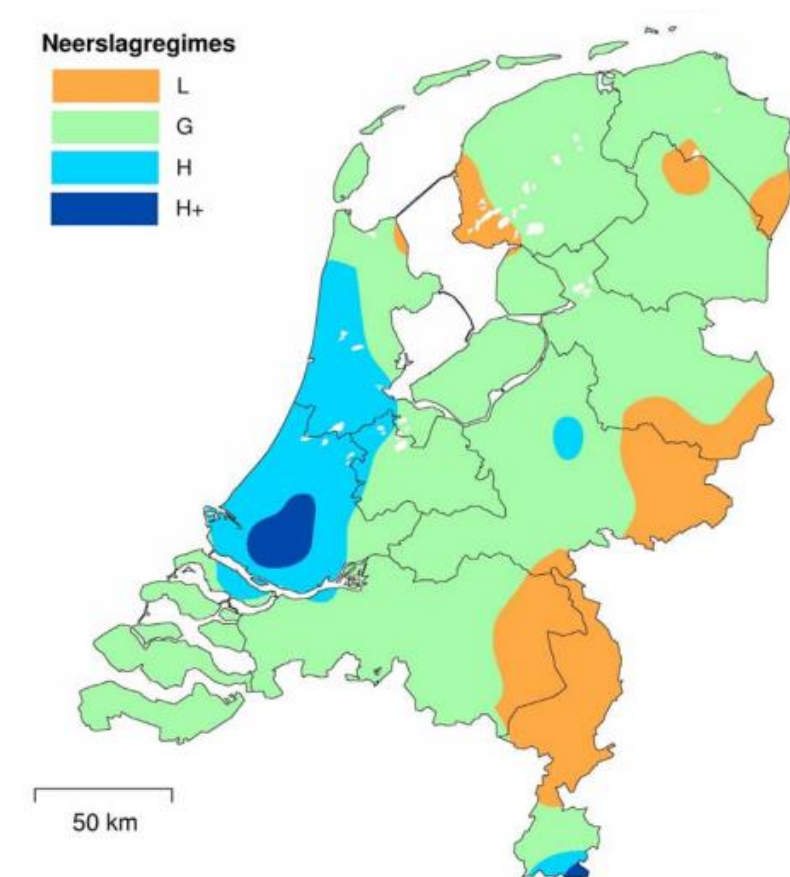
Figuur 85: NDVI pilot-gebied zuid 24 juli 2014

Bijlage 31 Wateroverlast

31.1 Algemeen

Neerslagregimes

Nederland kan worden opgedeeld in vier verschillende neerslagregimes. Regionale verschillen als de mate van zee-invoed, hoogteverschillen, ligging ten opzichte van grote steden of type bodem zorgen voor deze verschillen in extreme neerslag. In Figuur 86 is de verdeling van de verschillende neerslagregimes over Nederland te zien. De twee pilot-gebieden liggen in neerslagregime G. Gebieden in neerslagregime H+ naar gebieden in neerslagregime L maken respectievelijk meeste tot minste kans op zware neerslag.



Figuur 86: Neerslagregimes Nederland, de twee pilot-gebieden liggen in neerslagregime G

31.2 Soorten wateroverlast

Er is pas sprake van wateroverlast als de gebruiksfunctie op deze locatie door een te grote waterdiepte niet meer kan worden uitgevoerd. Natuurgebieden hebben bijvoorbeeld minder snel last van wateroverlast dan percelen die gebruikt worden voor akkerbouw of verblijfsrecreatie. Wateroverlast kan worden opgedeeld in drie soorten wateroverlast:

1. Wateroverlast door kortdurende hevige neerslag (vooral in de zomer)

Als er in een korte tijd een grote hoeveelheid neerslag valt, kunnen beken, sloten en kanalen het water op een gegeven moment niet meer aan waardoor ze buiten hun oevers treden. Voor het Nederlandse klimaat zijn neerslaghoeveelheden boven de 50 millimeter in een uur en 100 millimeter in een dag redelijk extreem. Deze waardes komen ongeveer eens in de honderd jaar voor (KNMI, sd). Er zijn normen per landgebruik vastgesteld voor hoe vaak wateroverlast mag voorkomen, zie Tabel 28. De norm voor grasland is: 'de hoeveelheid neerslag die eens in de 10 jaar in 24 uur wordt overschreden' (Klimaat-effectatlas, sd).

Tabel 28: Beschermingsniveau per type landgebruik

Bron: (Rijkswaterstaat, sd)

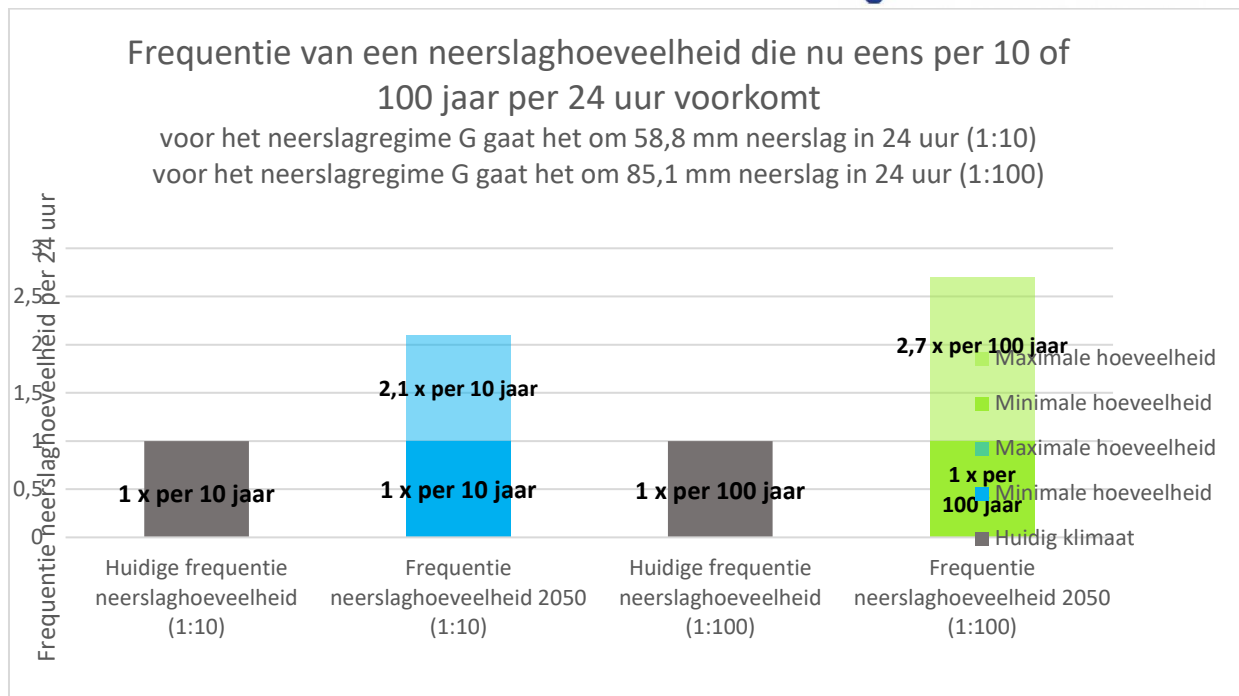
Normklasse gerelateerd aan grondgebruikstype	Maaiveldcriterium	Basis werkcriterium
Grasland	5%	1/10
Akkerbouw	1%	1/25
Hoogwaardige land- en tuinbouw	1%	1/50
Glastuinbouw	1%	1/50
Bebouwd gebied	0%	1/100

In Figuur 87 zijn de neerslaghoeveelheden (mm) bij verschillende herhalings tijden (jaren) en neerslagduren (min, uur, dag) te zien. In 2050 zullen deze extremere buien vaker (Figuur 88) en heftiger (Figuur 89) voorkomen waardoor land vaker onder water komt te staan.

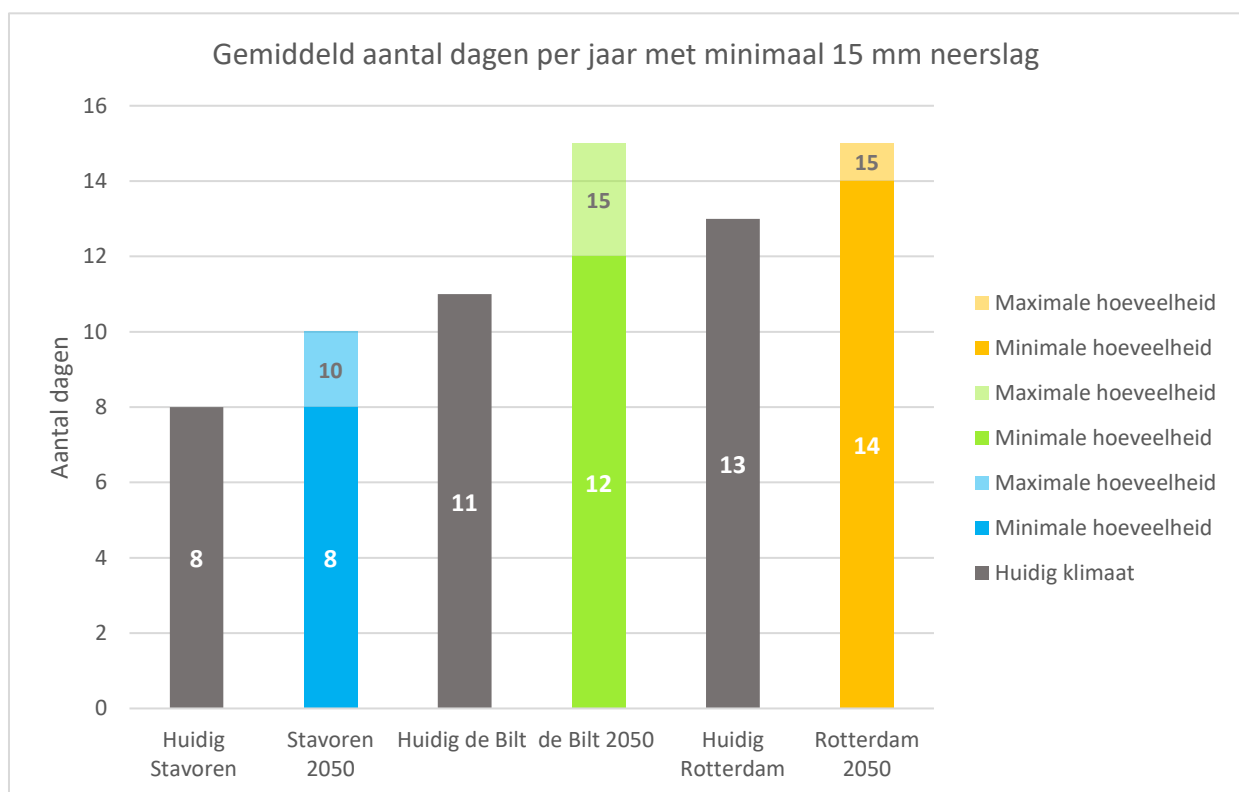
TABEL 2 BASISSTATISTIEK VOOR HET JAAR; NEERSLAGHOEVEELHEDEN (IN MM) BIJ VERSCHILLENDE HERHALINGSTIJDEN EN NEERSLAGDUREN TUSSEN 10 MINUTEN EN 8 DAGEN. NB DE HOEVEELHEDEN IN DEZE TABEL KUNNEN VOOR PRAKTISCH GEBRUIK AFGEROND WORDEN OP HELE MILIMETERS. HIER IS DAT BEWUST NIET GEDAAN OM AFRONDINGSFOUTEN TE VOORKOMEN WANNEER DEZE GETALLEN GEKOMBINEERD WORDEN MET KLIMAATSCENARIOFACTOREN IN DEELRAPPORT 2 EN/OF DE REGIONALE SCHALINGSFACTOREN IN DEELRAPPORT 3

T [jaar]	Neerslagduur										
	10 min	30 min	60 min	2 uur	4 uur	8 uur	12 uur	24 uur	2 dagen	4 dagen	8 dagen
0.5	8.1	10.4	12.6	15.3	18.6	22.2	24.6	30.4	38.6	50.4	68.3
1	10.2	13.5	16.2	19.5	23.4	27.7	30.5	36.8	46.0	59.3	79.4
2	12.2	16.6	20.0	24.0	28.4	33.4	36.5	43.8	54.0	68.6	90.5
5	15.1	21.2	25.8	30.7	35.9	41.7	45.2	54.2	65.5	81.4	105.1
10	17.5	25.3	31.0	36.8	42.8	49.1	52.9	63.0	74.9	91.6	116.1
20	20.3	30.2	37.2	44.2	51.1	58.0	61.9	72.6	85.0	102.1	127.0
25	21.3	32.0	39.5	46.9	54.1	61.2	65.2	75.9	88.5	105.6	130.5
50	24.7	38.2	47.7	56.5	64.8	72.5	76.6	86.9	99.5	116.6	141.5
100	28.7	45.8	57.7	68.4	78.0	86.2	90.2	98.9	111.4	128.1	152.3
200	33.4	55.0	70.0	81.3	88.7	95.0	98.1	112.1	124.2	140.0	163.2
250	35.0	58.4	74.5	86.5	93.9	100.0	102.9	116.7	128.5	143.9	166.7
500	40.8	70.4	90.7	105.0	112.2	117.5	119.6	131.7	142.5	156.4	177.5
1000	47.6	84.9	110.6	127.6	134.4	138.3	139.2	148.2	157.5	169.4	188.3

Figuur 87: Neerslaghoeveelheden bij verschillende herhalings tijden en neerslagduren voor het huidige klimaat (rond 2014)



Figuur 88: Hoeveelheid neerslag die eens in de 10 en 100 jaar in 24 uur wordt overschreden in het huidige klimaat (rond 2014) en voor het klimaat rond 2050 (waarden voor het laagste (GH) en hoogste (WL) KNMI'14-klimaatsscenario).



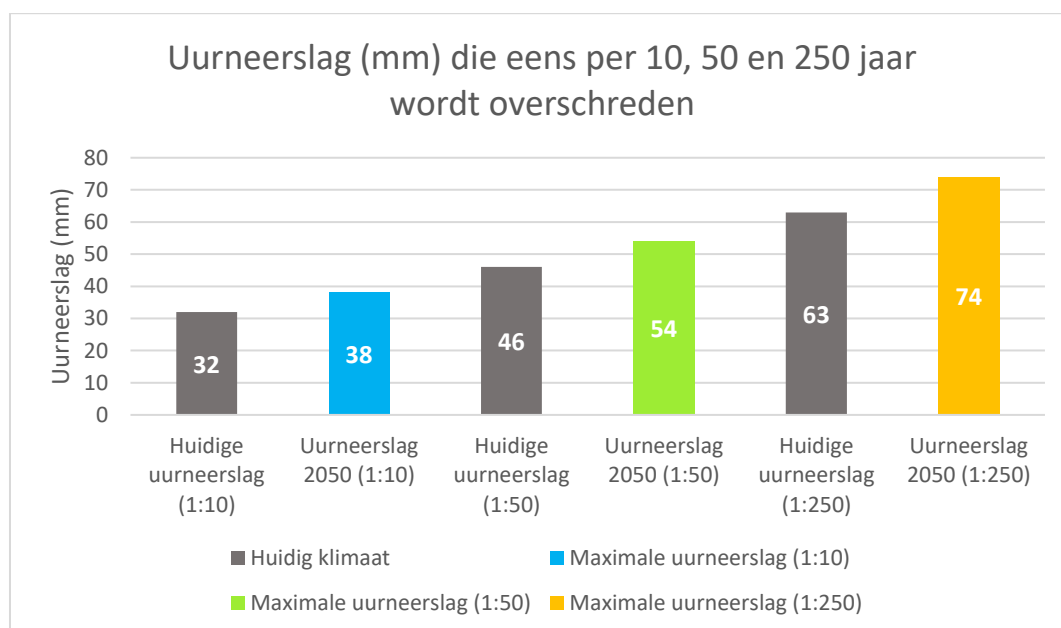
Figuur 89: Het gemiddeld aantal dagen per jaar met minimaal 15 mm neerslag in het huidige klimaat (1981-2010) en voor het klimaat rond 2050 (waarden voor het laagste (GH) en hoogste (WL) KNMI'14-klimaatsscenario).

In Figuur 90 zijn de neerslaghoeveelheden (mm) bij verschillende herhalings tijden (jaren) en neerslagduren (min, uur, dag) voor 2050 te zien. Als Figuur 87 en Figuur 90 vergeleken worden, wordt duidelijk zichtbaar dat de neerslaghoeveelheden in 2050 toegenomen zijn ten opzichte van het referentiejaar 2014, zie Figuur 91. Wateroverlast door kortdurende hevige neerslag treedt vooral op in het zomerhalfjaar.

KLIMAATSCENARIO STATISTIEK VOOR HET SCENARIO 2050 UPPER VOOR HET JAAR; NEERSLAGHOEVEELHEDEN (IN MM) BIJ VERSCHILLENDE
NEERSLAGDUREN TUSSEN 10 MINUTEN EN 24 UUR

T [jaar]	Neerslagduur							
	10 min	30 min	60 min	2 uur	4 uur	8 uur	12 uur	24 uur
0.5	9.8	12.7	15.2	18.6	22.4	26.4	28.8	34.1
1	12.3	16.3	19.7	23.7	28.2	33.0	35.9	41.7
2	14.8	20.1	24.3	29.0	34.2	39.8	43.1	50.1
5	18.3	25.7	31.2	37.2	43.4	49.9	53.6	62.5
10	21.2	30.7	37.5	44.6	51.7	58.8	62.8	72.9
20	24.6	36.6	45.2	53.6	61.7	69.5	73.7	84.4
25	25.8	38.8	47.9	56.8	65.3	73.4	77.6	88.4
50	30.0	46.4	57.8	68.6	78.3	87.0	91.3	101.4
100	34.8	55.6	69.9	83.0	94.2	103.5	107.6	115.8
200	40.5	66.7	84.8	98.6	107.2	114.1	117.2	131.6
250	42.5	70.8	90.3	104.9	113.5	120.2	123.0	137.0
500	49.5	85.3	110.0	127.3	135.7	141.3	143.1	154.9
1000	57.8	103.0	134.2	154.8	162.6	166.4	166.6	174.6

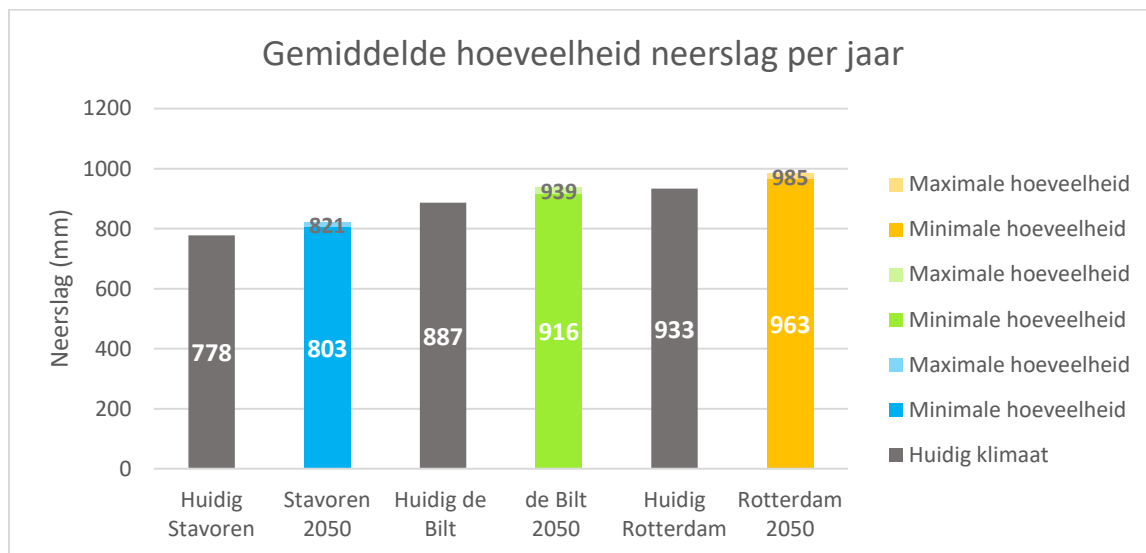
Figuur 90: Neerslaghoeveelheden bij verschillende herhalingstijden en neerslagduren voor het klimaat in 2050



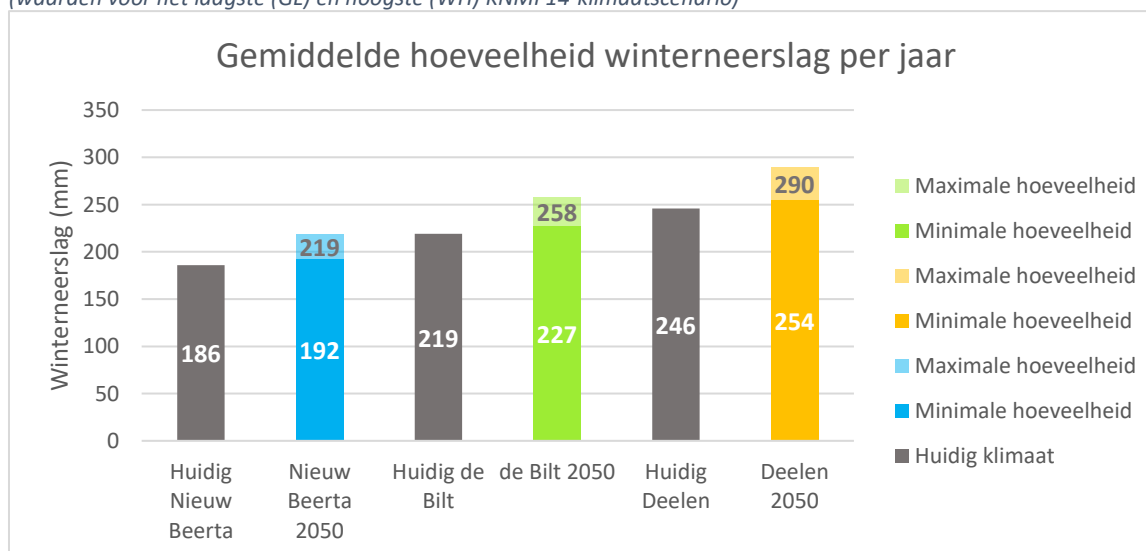
Figuur 91: Hoeveelheid neerslag per uur die eens in de 10, 50 en 250 jaar wordt overschreden in het huidige klimaat (1981-2010) en voor het klimaat rond 2050 (waarde voor het (WH) KNMI'14-klimaatscenario).

2. Wateroverlast door langdurige neerslag (vooral in de winter)

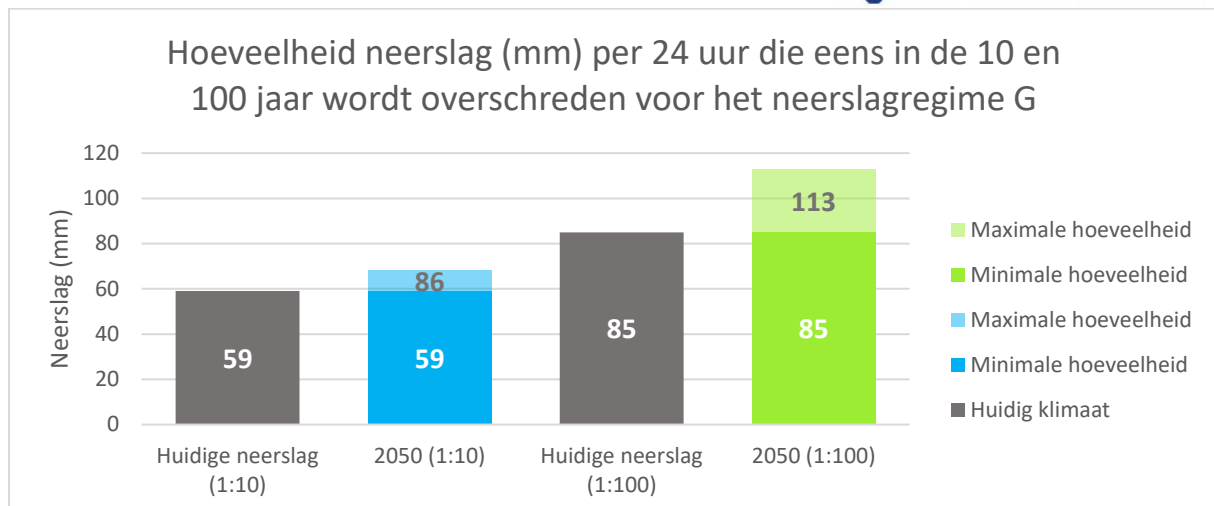
In Figuur 92 en Figuur 93 is te zien dat de gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar en de gemiddelde hoeveelheid winterneerslag tot 2050 toenemen ten opzichte van het huidige klimaat. Deze toename in neerslag is vooral terug te zien in de winter-, herfst- en lentemaanden (Kennisportaal Ruimtelijk Adaptatie, sd). Het wordt dus natter. Deze neerslag valt meestal niet in piekbuien maar valt over een langere periode van tijd. De hoeveelheid neerslag per dag hoeft niet altijd heel groot te zijn, maar kan over meerdere dagen toch oplopen tot een hoge neerslagsom (Klimaat-effectatlas, sd). Als er gedurende een langere periode een grote hoeveelheid neerslag valt, kan het watersysteem vol raken. Hierdoor kunnen er plassen op het land blijven staan. In Figuur 94 en Figuur 95 is te zien dat de neerslagsom over een langere periode van tijd tot 2050 blijft toenemen. Wateroverlast door langdurige neerslag treedt vooral op in het winterhalfjaar. Net zoals voor wateroverlast soort 1 zijn er beschermingsniveaus afgesproken die afhangen van het landgebruik (Kennisportaal Ruimtelijk Adaptatie, sd).



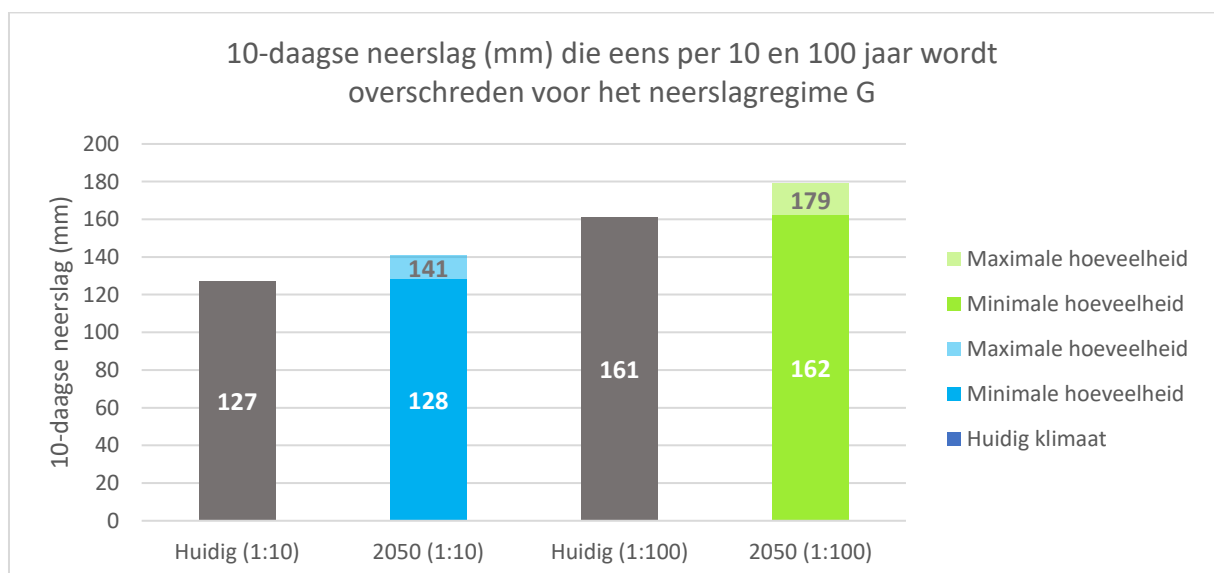
Figuur 92: Gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar in het huidige klimaat (1981-2010) en voor het klimaat rond 2050 (waarden voor het laagste (GL) en hoogste (WH) KNMI'14-klimaatsscenario)



Figuur 93: Gemiddelde hoeveelheid neerslag in de winter in het huidige klimaat (1981-2010) en voor het klimaat rond 2050 (waarden voor het laagste (GL) en hoogste (WH) KNMI'14-klimaatsscenario)



Figuur 94: Hoeveelheid neerslag die eens in de 10 en 100 jaar in 24 uur wordt overschreden in het huidige klimaat (rond 2014) en voor het klimaat rond 2050 (waarden voor het laagste (GH) en hoogste (WL) KNMI'14-klimaatsscenario)



Figuur 95: 10-daagse hoeveelheid neerslag die eens in de 10 en 100 jaar wordt overschreden in het huidige klimaat (rond 2014) en voor het klimaat rond 2050 (waarden voor het laagste (GL) en hoogste (WL) KNMI'14-klimaatsscenario)

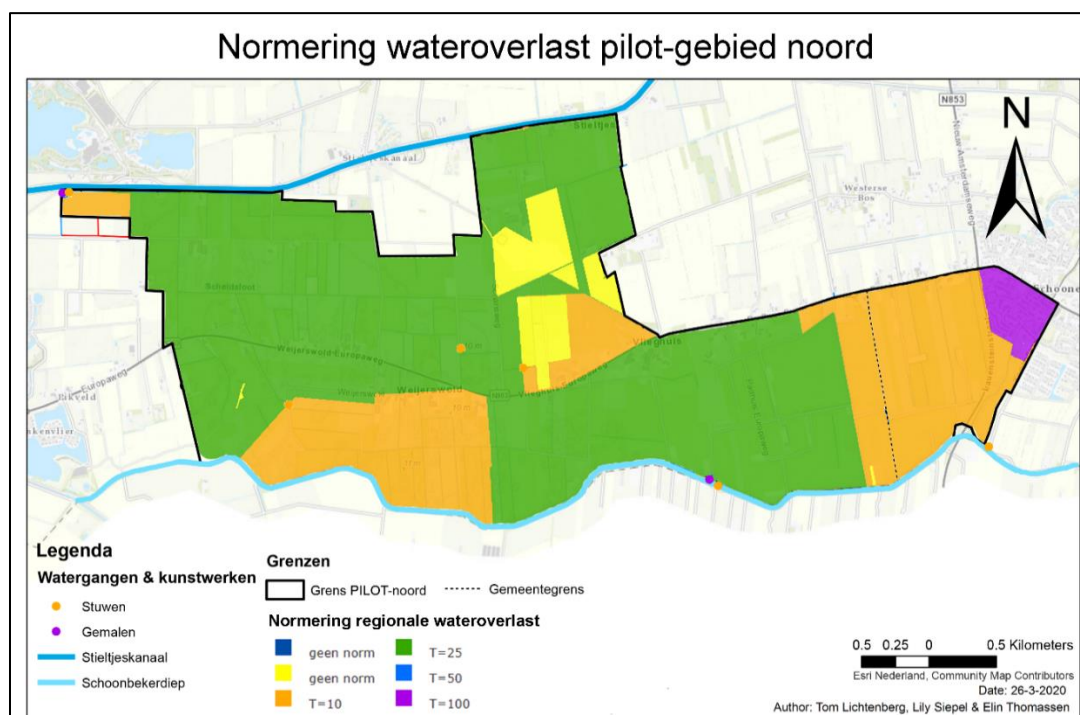
3. Grondwateroverlast

Bij grondwateroverlast is er sprake van een grondwaterstand, die zo hoog is dat gebruiksfuncties negatief worden beïnvloed. Denk hierbij bijvoorbeeld aan gewasschade of natte kelders (Rijkswaterstaat, sd). In 2050 zal op sommige plekken de kans op grondwateroverlast toenemen.

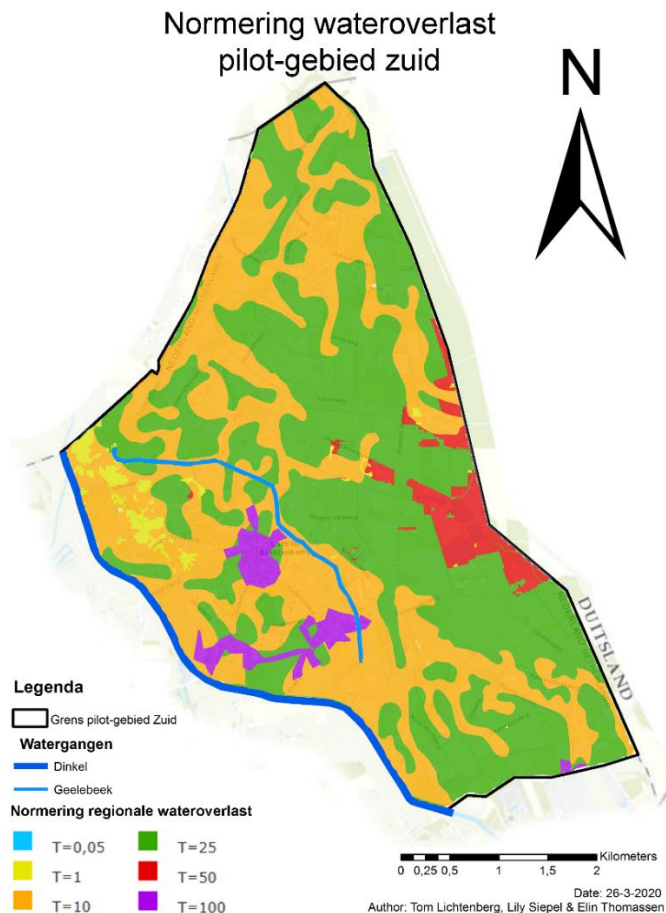
31.3 Voorkomen wateroverlast pilot-gebieden

De gevolgen van de drie soorten wateroverlast zijn verschillend en zijn daarnaast afhankelijk van de locatie waar de neerslag valt. Zo heeft wateroverlast type 1 veel effect op plekken met een beperkte berging. Denk hierbij aan bebouwde omgevingen en andere verharde gebieden zoals binnensteden, snelwegen en bedrijventerreinen. Het KNMI verwacht dat door klimaatveranderingen zeer zware regenbuien vaker en heviger zullen voorkomen, vooral in de zomer. Het Nederlandse rioolstelsel kan flink wat water verwerken, maar bij die grote hoosbuien kan het zijn dat onder andere straten, speelplaatsen en groenvoorzieningen onder water komen te staan en dat water richting gevoelige objecten of locaties afstroomt. Dit water kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat belangrijke doorgangswegen onbegaanbaar worden. Het landelijke gebied heeft over het algemeen meer bergingsruimte omdat er minder verhard oppervlak dan in stedelijk gebied is. Hierdoor komt wateroverlast type 1 in de pilot-gebieden veel minder vaak voor. Toch valt er soms zo veel neerslag in een korte tijd dat het water niet snel genoeg kan infiltreren, worden geborgen of worden afgevoerd. Op deze momenten blijven er in het landelijke gebied dan ook plassen staan op bijvoorbeeld akkers (Kennisportaal Ruimtelijk Adaptatie, sd). De pilot-gebieden vallen onder landelijk gebied en hebben dus relatief weinig last van wateroverlast type 1.

In het landelijke gebied vormt wateroverlast type 2 een groter probleem. Bij deze vorm van wateroverlast is er sprake van langdurige neerslag. Langdurige neerslag komt met name voor in de wintermaanden. Aanhoudende langdurige neerslag met een grote neerslagsom kan ervoor zorgen dat het watersysteem verzadigd raakt waarbij overtollig water in plassen op het land blijft staan. Waterschappen en provincies hebben beschermingsniveaus per type landgebruik afgesproken (Kennisportaal Ruimtelijk Adaptatie, sd). In Figuur 96 en Figuur 97 is de verspreiding van de normeringen in de twee pilot-gebieden te zien.



Figuur 96: Normering wateroverlast pilot-gebied noord



Figuur 97: Normering wateroverlast pilot-gebied zuid

Wateroverlast type 3, grondwateroverlast, wordt, zoals de naam ook al zegt, veroorzaakt door grondwater. Grondwater wordt op verschillende manieren verwerkt: grondwater infiltreert verder naar de diepe ondergrond, stroomt naar sloten, wordt door planten en bomen opgenomen, verdampt of wordt afgevoerd door drainage. Bij langdurige en hevige neerslag vindt de afvoer van grondwater soms niet snel genoeg plaats wat ervoor zorgt dat het grondwaterpeil te hoog komt te staan. Een te hoog grondwaterpeil kan zuurstofstress veroorzaken in de landbouw en natuur. Niet alleen in de landbouw en natuur heeft een te hoog grondwaterpeil negatieve gevolgen. Zo kan een te hoog grondwaterpeil zorgen voor natte kelders en kruipruimtes. Omdat over het algemeen de grondwaterstanden in de winter hoger zijn en in de zomer lager, komt grondwateroverlast sneller voor in de winter (Kennisportaal Ruimtelijk Adaptatie, sd).

31.4 Uitwerking grondwateroverlast

Bij grondwateroverlast is er sprake van een grondwaterstand die zo hoog is dat gebruiksfuncties negatief worden beïnvloed. Denk hierbij bijvoorbeeld aan gewasschade of natte kelders (Rijkswaterstaat, sd). In Figuur 98 is de kans op grondwateroverlast in 2050 uitgedrukt in grondwaterstijging.

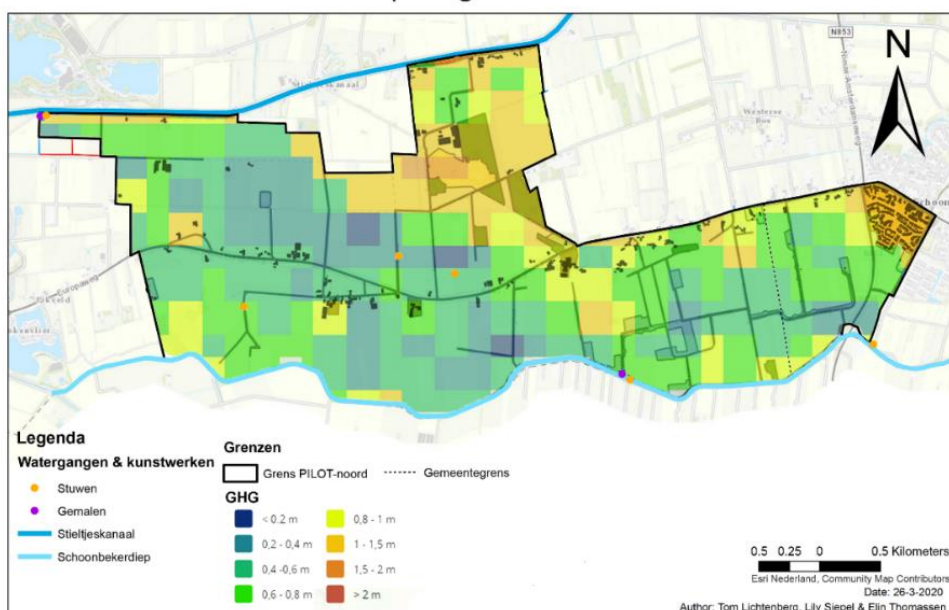
Kans op grondwateroverlast 2050			
Klasse	Grondwater stijging landelijk (m)	Grondwaterstijging stad (m)	Grondwaterdiepte (m)
Zeer grote toename kans	>0,5	>0,3	<1,1
Grote toename kans	0,2-0,5	0,1-0,3	<1,1
Aanmerkelijke toename kans	0,05-0,2	0,03-0,1	<1,1
Kleine toename kans	<0,05	<0,03	<1,1
Kleine kans door lage grondwaterstand			>1,1

Figuur 98: Uitleg legenda kaarten ontwikkeling kans grondwateroverlast in 2050 (Klimaat-effectatlas, sd)

Pilot-gebied noord

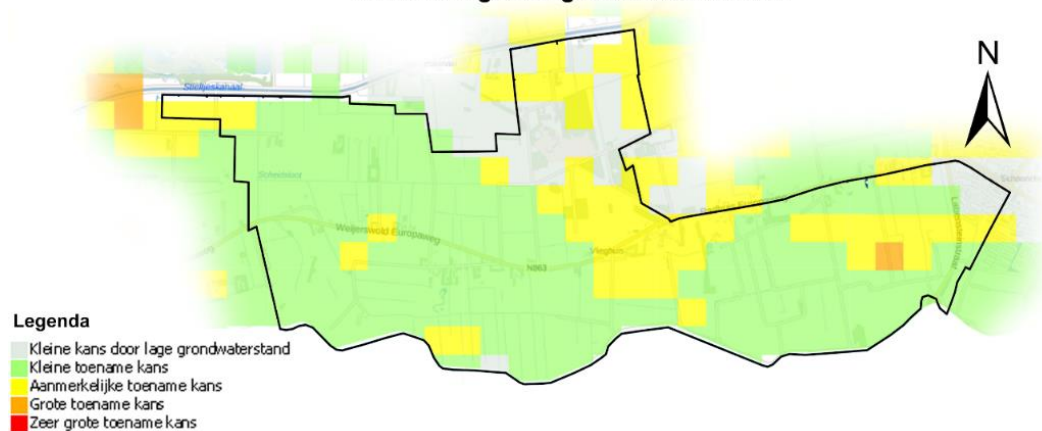
In Figuur 99 is de gemiddelde hoogste grondwaterstand in pilot-gebied noord te zien. Iets ten zuiden van schans de Katshaar zitten de meest ondiepe grondwaterstanden. Figuur 100 laat de toename van kans op overlast door grondwaterstijging in 2050 zien. In Figuur 98 is deze kans uitgedrukt in grondwaterstijging. Bij de ontwikkeling van deze kaart zijn verandering van klimaat en water- en landgebruik meegenomen. De verandering van klimaat is gebaseerd op het meest extreme scenario voor 2050 uit de KNMI'14-klimaatsscenario's (WH-scenario). Voor pilot-gebied noord is de kans op toename van grondwateroverlast in 2050 over het algemeen klein. Op de plekken met de ondiepe grondwaterstanden is kans op toename van grondwateroverlast klein. Rond de schans en iets ten zuidwestelijk van Schoonebeek neemt de kans al meer toe. Op deze plekken zit de GHG over het algemeen echter dieper. Als Figuur 99 vergeleken wordt met Figuur 100 zullen er waarschijnlijk geen grote knelpunten ontstaan door de toename van de kans op grondwateroverlast. Volgens Figuur 100 en Figuur 98 zal de grondwaterstand niet genoeg toenemen om het maaiveld te raken.

GHG pilot-gebied noord



Figuur 99: Gemiddelde hoogste grondwaterstanden in pilot-gebied noord

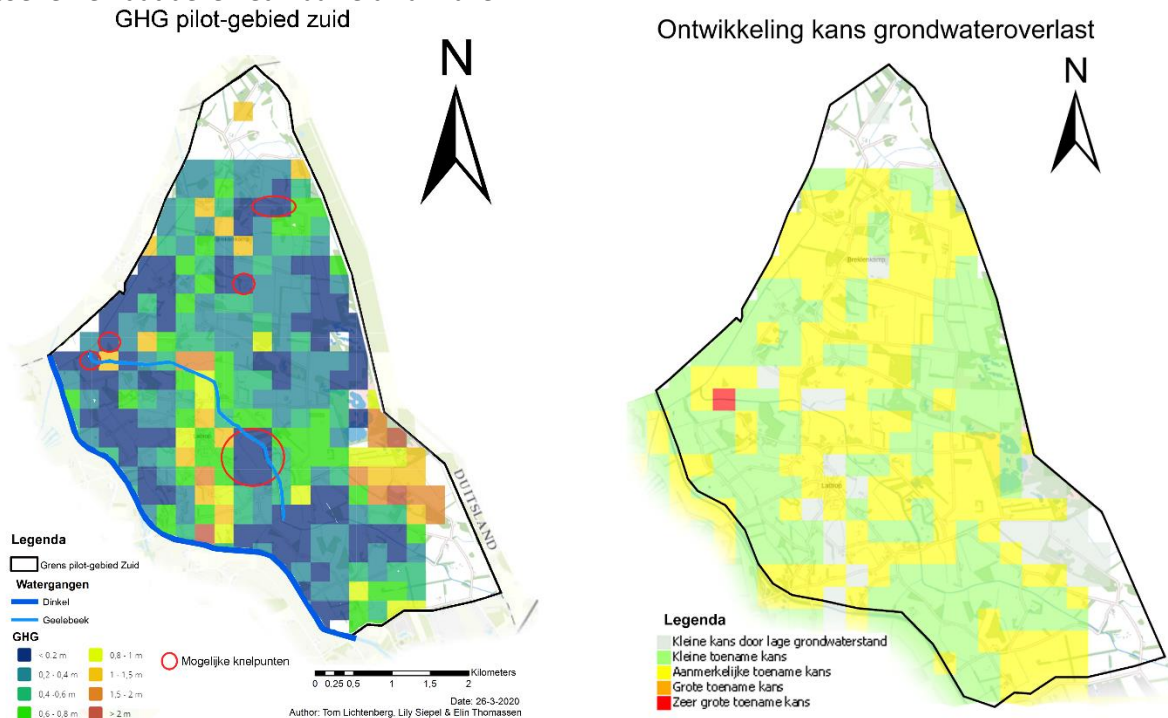
Ontwikkeling kans grondwateroverlast



Figuur 100: Ontwikkeling kans op grondwateroverlast in 2050

Pilot-gebied zuid

In Figuur 101 is de gemiddelde hoogste grondwaterstand in pilot-gebied zuid te zien. De meest ondiepe grondwaterstanden zijn rond de Dinkel en iets ten noorden van het Natura2000-gebied te vinden. Figuur 102 laat de toename van kans op overlast door grondwaterstijging in 2050 zien. In Figuur 98 is deze kans uitgedrukt in grondwaterstijging. Bij de ontwikkeling van deze kaart zijn verandering van klimaat en water- en landgebruik meegenomen. De verandering van klimaat is gebaseerd op het meest extreme scenario voor 2050 uit de KNMI'14-klimaatscenario's (WH-scenario). Voor pilot-gebied zuid is de kans op toename van grondwateroverlast in 2050 over het algemeen klein. Op de plekken met de ondiepe grondwaterstanden is kans op toename van grondwateroverlast klein. Op de plekken waar de kans op toename van grondwateroverlast aanmerkelijk is, zitten de GHG over het algemeen dieper. Dit geldt ook voor de enige plek in het projectgebied waar er een zeer grote toename van de kans op grondwateroverlast heerst. Als Figuur 101 vergeleken wordt met Figuur 102 zullen er met uitzondering van de aangegeven gebieden waarschijnlijk geen grote knelpunten ontstaan door de toename van de kans op grondwateroverlast. Op de aangegeven plekken in Figuur 101 kan volgens Figuur 102 en Figuur 98 de grondwaterstand zo toenemen dat deze het maaiveld kan raken.



Figuur 101: Gemiddeld hoogste grondwaterstand in pilot-gebied zuid

Figuur 102: Ontwikkeling kans grondwateroverlast in 2050

MoSCoW-methode

De MoSCoW-methode is toegepast om knelpunten te prioriteren, zoals aangegeven in Figuur 103. De MoSCoW-methode is een prioriteringstechniek, waarbij knelpunten worden gerangschikt op belang (Mulder, 2017).

MoSCoW

(N)Ooit	Later doen	Snel doen	Direct doen
Would Have	Could Have	Should Have	Must Have



Figuur 103: MoSCoW-methode (Henk Hemstra Consulting, 2020)

Pilot-gebied noord

De knelpunten voor pilot-gebied noord worden bij de **MoSCoW**-methode ingedeeld in één van de onderstaande categorieën, zie Figuur 104.

- 1. Must have:** Knelpunten gelabeld als 'Must have' moeten direct opgelost worden. De knelpunten 'Te weinig water beschikbaar om alle gebruiksfuncties optimaal te bedienen' en 'Te ondiepe aanvoerende pomp in Schoonerbeekerdiep' dienen als eerst opgelost te worden. Veel hoofd- en sub-knelpunten zijn afhankelijk van deze 'Must have'-hoofdknelpunten. Om deze reden zijn deze knelpunten het hoogst geprioriteerd. Indien er geen maatregelen getroffen kunnen worden om deze knelpunten op te lossen, zal het probleem geaccepteerd moeten worden.
- 2. Should have:** De knelpunten in deze categorie dienen snel te worden opgelost, aangezien ze veel sub-knelpunten bevatten. De 'Should-have'-knelpunten zijn minder bepalend voor het watersysteem dan de knelpunten in de categorie 'Must have'. Maatregelen tegen de knelpunten in deze categorie (zie Figuur 104) gaan met name droogte tegen, waardoor watertoevoer mogelijk wordt gemaakt. Schade aan natuur en landbouw wordt hierdoor beperkt of voorkomen.
- 3. Could have:** De oplossing van de knelpunten gelabeld als 'Could have' is wenselijk maar niet nodig. Als tijd en middelen het toelaten, kunnen deze knelpunten opgelost worden. Het watersysteem is veelal al ingericht op grootschalige afvoer van water, waardoor er veerkrachtiger gereageerd kan worden op wateroverlast dan op droogte.
- 4. Won't have:** Het knelpunt waarvan de oplossing het minst impact heeft op het verbeteren van het watersysteem, staat genoteerd in deze categorie. Zonder de oplossing van dit knelpunt functioneert het watersysteem praktisch hetzelfde. Het inschakelen van meer personeel om de handmatige stuwen optimaal te bedienen, heeft echter wel positieve effecten op het watersysteem.

Prioritering	Knelpunt
Must have	1) Te weinig water beschikbaar om alle gebruiksfuncties optimaal te bedienen. 2) Te ondiepe aanvoerende pomp in het Schoonebeekerdiep.
Should have	1) OOWS-waterlichamen in het wateraanvoerende gebied vallen droog. 2) Deelstroomgebied Katshaar is vrij-afwaterend. 3) Vocht-leverend vermogen van hogere zandgronden is laag.
Could have	1) Wateroverlast meerdaagse natte periodes (winter). 2) Wateroverlast door extreme piekneerslag (zomer).
Won't have	1) Te weinig personeel.

Figuur 104, Prioritering knelpunten met behulp van de MoSCoW-methode

Pilot-gebied zuid

MoSCoW-methode

De hoofdknelpunten van pilot-gebied zuid zijn als volgt geprioriteerd volgens de MoSCoW-methode (zie Figuur 103 en Figuur 105):

- 1. Must have:** pilot-gebied zuid is vrij-afwaterend waardoor aanvoer van extern water niet mogelijk is. Dit fenomeen zorgt voor de grootste knelpunten omdat in tijden van droogte de gebruiksfuncties niet optimaal van water kunnen worden voorzien. De realisatie van watertoevoer is de oplossing om alle sub-knelpunten omtrent droogte op te lossen.
- 2. Should have:** De knelpunten in de 'Should have'-categorie dienen snel te worden opgelost om de oplossing van knelpunten in de 'Must have'-categorie succesvol te laten zijn. De hoofdknelpunten snelle afvoer van watergangen en lage vocht-leverende vermogen van de bodem werken de oplossing van de 'Must have'-categorie tegen. De oplossing van deze knelpunten, het vergroten van de berging en de verlaging van de afvoer, heeft een positief effect op de oplossing van de knelpunten in de 'Must have'-categorie.
- 3. Could have:** De oplossing voor het knelpunt 'wateroverlast door meerdaagse natte perioden' zou goed bijdragen aan de verbetering van het watersysteem, maar is geen prioriteit. Wel biedt indirect de oplossing van dit knelpunt een kans voor het bergen van meer water, dat kan werken als buffer in drogere perioden.
- 4. Won't have:** overlast door extreme piekneerslag duurt relatief kort. De oplossing van dit knelpunt heeft dan ook relatief weinig impact.

Prioritering	Knelpunt
Must have	1) Te weinig water beschikbaar om alle gebruiksfuncties optimaal te bedienen. 2) Pilot-gebied zuid is vrij-afwaterend waardoor externe watertoevoer niet mogelijk is.
Should have	1) Watergangen hebben een relatief diep en smal profiel. 2) Vocht-leverend vermogen van hogere zandgronden is laag.
Could have	1) Wateroverlast meerdaagse natte periodes (winter).
Won't have	1) Wateroverlast door extreme piekneerslag (zomer).

Figuur 105, Prioritering knelpunten met behulp van de MoSCoW-methode

Bijlage 33 Beschrijving maatregelen

1. Boerenstuwen

Met behulp van boerenstuwtjes kunnen oppervlaktewater- en grondwaterstanden beïnvloed worden. Door de stuwtjes in watergangen te plaatsen, kan het oppervlaktewater zo lang mogelijk op een hoog peil gehouden worden, wat resulteert in een constant grondwaterpeil, waardoor water langer in het gebied wordt vastgehouden. Een keerzijde van de maatregel is dat na een langdurige periode zonder aanvoer van water de maatregel niet meer werkt (Landbouw op peil, 2014).

2. Agro-ecologie

Agro-ecologie is een verzamelnaam voor regeneratieve plantaardige productiesystemen die veerkracht tonen. toekomstbestendige, veerkrachtige landbouw valt hier ook onder (WUR, sd). Voorbeelden van toekomstbestendige landbouwwormen zijn: agroforestry (voedselbos), mengteelten, groenbemesters en organische stofbeheer. Mengteelten, vanggewassen en organische stofbeheer staan verder in deze bijlage uitgewerkt, vandaar dat de meest extreme vorm, het voedselbos, wordt uitgewerkt.

Voedselbossen hebben een grote impact op watersystemen. In tijden van droogte blijft een voedselbos actief in tegenstelling tot velden die moeten worden geïrrigeerd om goed te kunnen functioneren. Daarnaast houdt een voedselbos van nature veel water vast en kan het bij hevige regenval veel water in de grond vasthouden. Door de aanleg van een voedselbos neemt het percentage organisch materiaal in de bodem toe, wat een grote invloed heeft op de wateropslagcapaciteit van de bodem. Volgens Wouter van Eck, eigenaar van een voedselbos, kan de bodem van een voedselbos in 10 jaar tijd 5 tot 7% meer organisch materiaal bevatten. Een stijging van 1% komt overeen met een opslagcapaciteit van 170 kuub water per hectare (van Elk, Frissel, Kappen, & Thomassen, 2019). Er zijn verschillende vormen van voedselbossen. Voor elke situatie is een ander soort voedselbos geschikt. Over het algemeen is het volwaardige voedselbos een maatregel voor op de lange termijn.

3. Verhogen organische stofgehalte

Zoals ook beschreven in 'maatregel voedselbos', reduceert organisch stofgehalte de kans op wateroverlast en houdt het in tijden van droogte water vast. Het organisch stofgehalte wordt verhoogd door meer organisch materiaal toe te voegen dan dat er afgebroken wordt. De afbraak van het organische materiaal verschilt per gewas. Meer organisch materiaal toevoegen kan op verschillende manieren: verhoging van de aanvoer van maaisel, stalmest en compost, inwerking van groenbemesters, onderzaai van gras en het onderwerken van stoppels en gewasresten (Landbouw op peil, 2014). De afbraak van organisch stofgehalte kan verminderd worden door: beperking van de grondbewerking, vermindering van de verbouwing van intensieve gewassen en het niet scheuren van grasland (Landbouw op peil, 2014). Bovendien wordt door organische stof het bodemleven op peil gehouden en wordt de beschikbaarheid van nutriënten bevorderd. De verhoging van het organische stofgehalte is een maatregel voor de lange termijn.

4. Andere gewassen en vegetatie

Met het oog op de toekomst zullen andere gewassen en vegetatie geschikter zijn in het klimaat wat we in 2050 zullen krijgen dan de traditionele gewassen en vegetatie die nu in Nederland groeien. In natte omstandigheden is landbouwkundig gebruik van gronden erg ingewikkeld. Andere gewassen dan de traditionele gewassen bieden wellicht een uitkomst. Voor grasland en extensiever beheerde gronden zou een ander grasmengsel of compleet andere gewassen zoals wilgenteelt of cranberries een oplossing kunnen zijn. Natte omstandigheden zijn voor akkerbouwmatige teelten erg ongunstig.

Snijmaïs is het minst gevoelig voor vernatting omdat het relatief laat gezaaid (begin mei) en vroeg geoogst (begin september) wordt. Door de verandering van het klimaat zullen de groeiseizoenen verplaatsen en ontstaan er kansen voor andere gewassen (Landbouw op peil, 2014).

Op droogtegevoelige gronden doen diep wortelende gewassen zoals granen en snijmaïs het erg goed. Granen groeien daarbij ook nog eens in het voorjaar wanneer er nog voldoende neerslag valt. Een andere optie is om gewassen die efficiënter met water omgaan te verbouwen (C4 gewassen of bijvoorbeeld rietzwenkgras of Luzerne in plaats van Engels raaigras) (Landbouw op peil, 2014). Voor natuur is dit een ander verhaal. Vaak is het doel van natuurorganisaties om inheemse en zeldzame planten te beschermen. Dit hele doel wordt tenietgedaan door deze maatregel.

5. Verondiepen watergang

Het verondiepen van watergangen is een maatregel die vooral in drogere gebieden effectief is. Door een watergang te verondiepen neemt de drainerende werking af en wordt het natte oppervlak verkleint. Door de afname van het drainerende effect wordt water langer vastgehouden in plaats van het snel af te voeren. In de winter wordt het water langer vastgehouden, waardoor het waterpeil wordt verhoogd. In de zomer zorgt deze maatregel ervoor dat de effectieve regenval niet gelijk door de hoge drainerende werking wordt afgevoerd, maar in het gebied geborgen blijft. Door de verkleining van het natte oppervlak hoeft er minder water in een watergang te staan om toch het streefpeil te bereiken. De kosten van deze maatregel zijn afhankelijk van de dichtheid en breedte van de watergangen in het gebied (van Os, van der Heijden, van der Gaast, & van Bakel, 1997).

6. Retentiegebieden

Doordat we in Nederland over een neerslagoverschot beschikken, kan het overtollige water in tijden van een neerslagoverschot gebufferd worden, zodat deze waterbuffering kan worden gebruikt als daar in tijden van droogte vraag naar is.

Retentiegebieden zijn waterbergingsgebieden in tijden met een overschot aan water. Vaak hebben retentiegebieden naast waterberging ook nevenfuncties als natuur of weidegebied. Retentiegebieden kunnen worden gerealiseerd door stukken land te verdiepen waardoor het eerder onder water loopt dan de omliggende stukken land. Ook is het mogelijk door watergangen te laten meanderen, op deze manier ontstaat er meer ruimte voor water. Een voorbeeld is het Kristalblad tussen Enschede en Hengelo (Atelier GROENBLAUW, sd).

Een ander voorbeeld is het project 'Salland Waterproof'. In dit project zijn er 'boeren'-bergingsgebieden aangelegd. 'Boeren'-berging zijn lokale bergingsgebieden met een blijvende landbouwkundige functie. Hiervoor is het maaiveld van laaggelegen, meestal marginale, gronden verlaagd en gekoppeld aan waterlopen waardoor er een bergingsgebied ontstaat. Deze percelen kunnen in tijden wanneer er geen gewasgroei plaatsvindt, gebruikt worden als bergingsgebieden (Landbouw op peil, 2014).

7. Slimmere irrigatiesystemen

Om een gewas optimaal te laten groeien, is er voldoende vocht nodig in de bovenste bodemlaag. Indien er onvoldoende neerslag valt, kan er via irrigatie de watervoorraad worden aangevoerd. Door infiltratie via drains wordt water uit de sloot naar het perceel gebracht. Het bodemvocht in de bodem wordt van onderen aangevuld, waardoor er getracht wordt voldoende capillaire opstijging naar de wortels van de plant te houden (Landbouw op peil, 2014). Om deze maatregel succesvol te laten zijn, dient de drainage tijdens droge perioden altijd onderwater te staan. Dit is in pilot-gebied zuid dus niet mogelijk.

Druppelirrigatie kan worden toegepast om de precieze hoeveelheid water toe te voegen aan de plant om optimaal te kunnen groeien. Met dit systeem wordt water dicht bij de plant geïrrigeerd in dat

deel van de grond, waar zich de wortels bevinden (Brouwer, Prins, Kay, & Heibloem, sd) . Voordeel van dit systeem is dat er water bespaard wordt in tegenstelling tot beregening en oppervlakte irrigatie, waarbij het gehele veld wordt geïrrigeerd, waardoor er maar een deel van het water bij de effectieve wortelzone terecht komt. Druppelirrigatie gaat dus efficiënt om met water en zorgt voor een hoog vochtgehalte in de bovenste laag van de bodem. Een nadeel van dit irrigatiesysteem is dat het grondwater niet wordt aangevuld en het probleem van een te lage grondwaterstand dus niet wordt opgelost. Deze vorm van irrigatie is echter wel intensief, waardoor er hoge kosten aan verbonden zitten.

8. Groene stuw

Door watergangen in de zomer niet te maaien, ontstaat er een natuurlijke groene stuw in de watergangen. Het effect is dat er meer water kan worden vastgehouden. Door deze methode in met name de bovenloop toe te passen, kan het water in de hoger gelegen gebieden worden vastgehouden en krijgt het water de kans om in de bodem te infiltreren, waardoor het grondwaterpeil stijgt. Het neveneffect van deze maatregel is de ook de biodiversiteit hiervan profiteert. De kosten voor de maatregel zullen geen belemmering moeten zijn, aangezien er hierdoor minder gemaaid hoeft te worden, wat minder manuren kost (H2O waternetwerk, 2019).

9. Verbeteren bodemstructuur

Als de bodem verdicht wordt door bijvoorbeeld het gebruik van zware machines op het land in voornamelijk natte omstandigheden, verdwijnen de poriën tussen de bodemdeeltjes. Hierdoor kan water minder snel infiltreren waardoor er plassen op het land ontstaan. Door de verbetering van de bodemstructuur kan water weer makkelijker infiltreren waardoor het risico op wateroverlast afneemt (Landbouw op peil, 2014).

10. Mengteelt

Mengteelt is een alternatieve duurzame vorm van landbouw en vervangt de monocultuur. Bij mengteelt worden verschillende gewassen om en om afgewisseld. Uit onderzoek blijkt dat combinaties van gewassen hogere opbrengsten levert, met minder gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Tevens leggen ze veel organische stof vast in de bodem. Door de combinatie van de verschillende gewassen wordt er een groter wortelstelsel ontwikkeld waardoor er meer water en voedingsstoffen uit de grond gehaald kan worden (Wageningen University and Research, 2017).

11. Vanggewas en onderzaai

Vanggewas en onderzaai zijn gewassen die na een hoofdgewas geteeld worden om de bodem te bedekken. Een bodem die bedekt is met een gewas of vegetatie gaat uitspoeling van meststoffen tegen en is minder kwetsbaar voor verschillende weersinvloeden. Door het gebruik van mengteelt, vanggewas en onderzaai wordt de effectieve worteldiepte in de bodem vergroot, waardoor de grond een groter waterbergend vermogen krijgt. Tevens zal de bodem extra organische stofgehalte opbouwen (Landbouw op peil, 2014).

Groenbemesters kunnen ook gebruikt worden als vanggewassen. Met het gebruik van groenbemesters wordt er na de oogst van het hoofdgewas in het najaar veel bladmassa ontwikkeld. Ze leveren bijdrage aan een goede bodemstructuur en het verhogen van het organische stofgehalte in de bodem. Op nattere gronden bevordert dit het drainerend vermogen van de grond en op droge gronden draagt dit bij aan een grotere worteldiepte. Op hogere zandgronden is dit echter al verplicht, om te voorkomen dat stikstof uitspoelt (Landbouw op peil, 2014).

12. Watergangen verbreden en verondiepen

Bij een grote hoeveelheid neerslag treedt water bij klein gedimensioneerde watergangen relatief snel buiten de oevers. Door de watergangen te verbreden wordt het natte oppervlak vergroot en past er

dus meer water in de watergang. Daarnaast heeft het verbreden van een watergang ook veel kansen voor biodiversiteit. Een nadeel is wel dat verbredingen vaak uitgevoerd worden op eigendommen van derden.

13. Regenwateropvang

Beide pilot-gebieden hebben soms last van wateroverlast maar ook van droogte. De situatie zou optimaal benut worden als het overtollige water in natte tijden wordt opgeslagen om vervolgens ingezet te kunnen worden in droge tijden. Een voorbeeld hiervan zijn infiltratieputten en infiltratiekratten. Deze constructies nemen boven de grond geen ruimte in beslag (Atelier GROENBLAUW, sd). Daarnaast kunnen particulieren gestimuleerd worden om zelf water op te vangen op hun eigen terrein zodat ze in tijden van droogte een voorraadje hebben. Een voorbeeld van een product dat hierbij kan helpen is de TubebARRIER (Rass International BV, sd).

14. Opbollen percelen

Als het langere tijd heel droog is geweest of als land helemaal is vastgereden is de infiltratiecapaciteit van een bodem erg laag. Bij hevige neerslag waarbij een grote hoeveelheid water valt, kan het water niet goed infiltreren in de bodem. Er blijven dan plassen staan. Het bol leggen van percelen zorgt dat het water bij hevige neerslag snel oppervlakkig kan afstromen waardoor er geen wateroverlast op het perceel ontstaat (Landbouw op peil, 2014).

15. Dynamisch peilbeheer

De toepassing van dynamisch peilbeheer zorgt voor een continue afstemming van het gehandhaafde peil op verwachte weeromstandigheden en de groeiomstandigheden van met name gewassen en in beperkte mate van natuur (Stowa, sd). Dynamisch peilbeheer kan worden gehandhaafd met behulp van automatisch stuwbeheer. Stuwen kunnen worden geautomatiseerd. Het stuwpeil wordt bepaald aan de hand van grondwater- of oppervlaktewaterstanden, weergegevens of weersvoorspellingen. Bij verwachte neerslag wordt het stuwpeil lager gezet zodat er meer water geborgen kan worden en bij verwachte droogte wordt het stuwpeil verhoogd zodat al het water zo goed mogelijk wordt vastgehouden. Op deze manier kan er goed en snel geanticipeerd worden en wordt de grondwaterstand beter op peil gehouden. De automatische stuw wordt via pc of smartphone bedient waardoor er een beperkte inzet van arbeid nodig is (Landbouw op peil, 2014). Een toepassing van het automatische stuwbeheer is Klimaat adaptieve Drainage (KAD) van Future Water (Future Water, sd).

16. Wateraanvoerende pomp (zuid)

Het Dinkelkanaal is het hele jaar door watervoerend. Door een pomp te plaatsen op het Dinkelkanaal, is het in tijden van droogte mogelijk om extern water aan te voeren in het vrij-afwaterende pilot-gebied. De pomp in combinatie met waterberging, maakt het mogelijk water aan te voeren, waar het eerder weg zou lopen.

17. Vergroten capaciteit aanvoerpomp (noord)

In pilot-gebied noord zit de aanvoerpomp (Padhuizerweide) niet diep genoeg, waardoor de pomp bij lage waterstanden weinig of geen water het pilot-gebied in kan pompen. Door de aanvoerpomp te verlagen, kan de pomp ook bij lagere waterstanden en in drogere perioden het pilot-gebied voorzien van water.

Bijlage 34 Beschrijving tussen knelpunten en maatregelen

Knelpunt 1: Te weinig water beschikbaar om alle gebruiksfuncties optimaal te bedienen

De oorzaak van de meeste knelpunten in het projectgebied is de geringe mate van waterbergingscapaciteit en beperkte mate van wateraanvoer. De opgestelde maatregelen maken het mogelijk dat het concept bergen-vasthouden-afvoeren kan worden toegepast. De maatregelen boerenstuwjes, verondiepen en verbreden van watergangen, waterretentie, groene stuw, regentonnen en dynamisch peilbeheer zorgen voor het bergen van het water. De maatregelen voedselbos, verhogen organisch stofgehalte, andere gewassen, verbeteren bodemstructuur, mengteelt en vanggewas zorgen voor het vasthouden van water en de maatregel 'slimmer irrigatiesysteem' zorgt voor het effectief infiltreren van water. De pompen zorgen ervoor dat er water tijdens droge perioden kan worden aangevoerd.

Knelpunt 2: Te ondiepe aanvoerende pomp in Schoonebeekerdiep

Door de pomp in het Schoonebeekerdiep te verlagen, kan er in de zomermaanden meer water aangevoerd worden in het projectgebied. De pomp kan dan namelijk maximaal draaien, waardoor er ook maximaal water aangevoerd kan worden. Mede het knelpunt 'te weinig water beschikbaar om alle gebruiksfuncties optimaal te bedienen' wordt hier grotendeels mee verholpen.

Knelpunt 3: OOWS-waterlichamen in het wateraanvoerende gebied vallen droog

In drogere periode bestaat in noord de kans dat OOWS-watergangen droogvallen. De hoge drainerende werking van de watergangen kan worden verminderd, door de watergangen te verbreden en te verondiepen en het aanleggen van een groen stuw. Door de waterbergende functie van deze maatregelen blijft de agrarische functie mogelijk en is er ook in tijden van droogte voldoende water aanwezig om de gewassen en vegetatie te voeden. Tevens zorgen boerenstuwjes ervoor om het oppervlaktewaterpeil op het streefpeil te houden en is het aanpassen van de diepte van de aanvoerpomp Padhuizerweide een kans om meer water aan te voeren in drogere periodes, waardoor er geen watertekort in de OOWS-watergangen kunnen ontstaan.

Knelpunt 3 zuid: Watergangen zijn smal en hebben een diep profiel

Door de aanleg van diepe sloten in het kader van de ruilverkaveling voor de landbouw, is de sponswerking van veel natuurgebieden zoals hoogveen, natte heide en beekdalgraslanden verminderd. Ook zorgen deze profielen ervoor dat water slecht geborgen kan worden op hogere zandgronden, vanwege de hoge drainerende werking. Het verondiepen en verbreden van watergangen en de aanleg van groene stuwen zijn maatregelen die getroffen kunnen worden om de drainerende werking van de watergangen te verminderen, waardoor water langer vast kan worden gehouden in het gebied en kan infiltreren in de bodem, waardoor het grondwaterpeil wordt aangevuld. Tevens kunnen boerenstuwjes ervoor zorgen om het oppervlaktewaterpeil in de sloot op een constant peil te houden, waardoor de infiltratie van water naar de bodem mogelijk wordt gemaakt.

Knelpunt 4: Deelstroomgebied Katshaar is vrij-afwaterend

Deelstroomgebied Katshaar ervaart droogte in de zomer, doordat er geen wateraanvoer plaats kan vinden. Om de droogte te verminderen kunnen dezelfde maatregelen getroffen worden als bij knelpunt 1. Met name het verhogen van organisch stofgehalte, waardoor het bodemvochtgehalte en de infiltratiecapaciteit van de bodem toeneemt wordt erg aangeraden.

Knelpunt 5: Vocht-leverend vermogen van hogere zandgronden is laag

Alle opgestelde maatregelen behalve het opbollen van akkers hebben een positieve invloed op de geringe bodemvochtcapaciteit van hogere zandgronden. De maatregelen bieden een grotere bodemvochtcapaciteit en het vasthouden van water op een kunstmatige manier.

Knelpunt 6: Wateroverlast meerdaagse natte periodes (winter) & Knelpunt 7: Wateroverlast door extreme piekneerslag (zomer)

Wateroverlast door extreme piekneerslag en meerdaagse nattere perioden kan voorkomen worden door de infiltratiecapaciteit van de bodem te verhogen, met behulp van de aanleg van verschillende gewassen en vegetatie, zoals een voedselbos, waardoor het organische stofgehalte van de bodem verhoogd wordt. Het verbeteren van de bodemstructuur draagt ook bij aan de infiltratiecapaciteit van de bodem. In pilot-gebied noord kan door de hoge grondwaterstanden en de dichtere ondergrond (veen) verdichting van de bodem ontstaan in combinatie met zware landbouwmachines. De verdichting van de bodem zorgt er dan voor dat water niet kan infiltreren, maar afspoelt en er zich wateroverlast ontstaat op verschillende plekken van het perceel. In pilot-gebied noord wordt er meer wateroverlast verwacht, waardoor de maatregel 'het opbollen van de akkers' bijdraagt aan het voorkomen van plasmvorming op de percelen. Door de opbolling in de akkers, kan het water afspoelen naar de watergangen, waardoor er geen plasmvorming op de akker ontstaat. Automatisch stuwbeheer kan ervoor zorgen dat er in de watergangen meteen geanticipeerd kan worden op te hoge waterstanden, waardoor het water op tijd afgevoerd kan worden. Een duurzamere maatregel is om gebieden aan te wijzen als tijdelijke of permanente waterretentie of inundatiegebieden. Overtollig water in de watergangen kunnen hier buiten hun oevers treden, waardoor gebiedseigen water kan worden vastgehouden en geborgen. Het neveneffect hiervan is dat de berging van het overtollige water zorgt voor het verhogen van het grondwaterpeil, waardoor in tijden van droogte, er een groter beroep kan worden gedaan op grondwateronttrekking.

Knelpunt 8: Te weinig personeel

Door te weinig personeel kunnen handmatige stuwen onvoldoende beheert worden om het streefpeil te behouden. Met de aanleg van boerenstuwen, is het waterschap niet meer verantwoordelijk voor de optimale waterstand in de eigendomsgebieden van de agrariërs, waardoor het waterpeil beter geregeld kan worden. Tevens ontlast de maatregel dynamisch peilbeheer in combinatie met automatisch stuwbeheer het personeel om het water goed op peil te houden. Het probleem van te weinig personeel wordt hiermee opgelost.

Bijlage 35 Uitwerking Multicriteria-analyse

35.1 Uitwerking criteria en sub-criteria

Kans medewerking actoren

Dit criterium is opgezet om het draagvlak van de maatregelen te beoordelen. Aan de hand van de actorenanalyse en interviews is waarde gegeven aan dit criterium. Dit criterium is verdeeld in twee sub-criteria, 'Agrariërs' en 'Natuur'. Het draagvlak van landgoederen wordt beoordeeld onder het sub-criterium 'Natuur'. De twee sub-criteria bepalen of een maatregel wel of niet geïmplementeerd kan worden. Deze sub-criteria zijn gekozen vanwege de grootschalige aanwezigheid en vertegenwoordiging van deze actoren in het gebied. Andere actoren in het gebied zijn niet meegenomen omdat deze geen of nauwelijks baat bij de maatregelen hebben. Daarnaast wordt het voor het waterschap lastig om een maatregel uit te voeren als er geen draagvlak voor een maatregel is.

Effect actoren

Dit criterium is opgezet om te beoordelen welk effect de maatregelen hebben op de actoren. Dit criterium is verdeeld in twee sub-criteria, 'Agrariërs' en 'Natuur'. Binnen deze categorie wordt er gekeken of de maatregel de belangen van de actor behartigt of tegenwerkt. Er wordt binnen deze categorie onderscheidt gemaakt tussen actoren, omdat de maatregel voor de een positief werkt, terwijl de maatregel voor de ander negatief kan uitvallen. Deze categorie laat het conflict tussen de twee actoren zien.

Intensiviteit beheer en onderhoud

Waterschap Vechtstromen wil haar beheer en onderhoud steeds meer overdragen naar de actoren in het gebied. Hiermee wordt het makkelijker voor deze actoren om direct te kunnen handelen naar de ideale situatie voor beide partijen. Dit is dan ook het belang van het waterschap bij de maatregelen. Wanneer de intensiviteit toeneemt door het treffen van de maatregel, worden de belangen van het waterschap dus niet behartigd.

Effect op watersysteem

Naast de benoemde actoren in de pilot-gebieden, hebben de maatregelen ook effect op het watersysteem. Het watersysteem laat zich niet scheiden door perceelgrenzen en moet daarom als integraal systeem worden beoordeeld. Dit criterium is verdeeld in drie sub-criteria, 'effect tegengaan wateroverlast', 'effect tegengaan hydrologische droogte' en 'effect tegengaan bodemvochtdroogte'. Hoe positiever het effect op het watersysteem, des te meer nut de maatregel heeft. Sommige maatregelen bevorderen wateroverlast maar zijn wel effectief tegen droogte. Maatregelen die hoog scoren op alle drie de sub-criteria zijn gewenst.

Robuustheid van maatregel

Een van de wensen van het waterschap Vechtstromen is om het watersysteem, kijkend naar 2050, zo robuust mogelijk in te richten. Het is hier dan ook van belang dat deze maatregelen goed scoren volgens de werkdefinitie.

Onderscheid pilot-gebieden

De pilot-gebieden verschillen van aard in zowel de actoren als de opbouw van het landschap en het watersysteem. Door deze redenen is er een onderscheid gemaakt tussen de twee pilot-gebieden. Een voorbeeld: agrariërs in pilot-gebied noord kijken heel anders tegen droogte aan vergeleken met agrariërs in pilot-gebied zuid. Om deze reden is het noodzakelijk om hier in een onderscheid te maken. Als resultaat zullen sommige maatregelen qua geschiktheid dus van elkaar afwijken per pilot-gebied.

35.2 Weging criteria

Vanuit de inventarisatie en analyses is gebleken dat sommige actoren en of problemen een grotere impact hebben op het pilot-gebied en daarmee dus een grotere invloed hebben in de criteria. Bij pilot-gebied Noord weegt het positief effect hebben op wateroverlast zwaarder mee terwijl in pilot-gebied zuid (beide) type droogte zwaarder meetellen. Daarnaast weegt het criteria robuustheid ook zwaarder mee. Dit vanwege de vraag naar bepaling van wat een robuust watersysteem inhoudt. De wegingen zijn te vinden in Tabel 29.

Tabel 29: Toedelingen wegingen MCA (uitleg)

(Sub-) Criteria	Weging	Uitleg
Effect op actoren (beide pilot-gebieden, beide actoren)	1,5	Het is verhoudingsgewijs belangrijker dat de actor positieve effecten ervaart dan meewerkt.
Tegengaan wateroverlast in pilot-gebied Noord	2	Uit de analyses blijkt dat in pilot-gebied Noord de meeste overlast wordt veroorzaakt door (te veel) water. De score twee wordt (ook elders) toegepast omdat het effect op het hele (water)systeem van groter belang is dan de actor(en) zelf.
Tegengaan bodemvochtdroogte in pilot-gebied Zuid	2	Uit de analyse blijkt dat in pilot-gebied Zuid de meeste overlast wordt veroorzaakt door (bodemvocht) droogte.
Tegengaan hydrologische droogte in pilot-gebied Zuid	2	Uit de analyse blijkt dat in pilot-gebied Zuid de meeste overlast wordt veroorzaakt door (hydrologische) droogte.
Robuustheid volgens definitie	3	Het watersysteem moet robuust gemaakt worden. De definitie is van groot belang bij het robuust maken van het watersysteem en telt daarom ook het zwaarst mee.

35.3 Multicriteria-analyse

In deze bijlage wordt de argumentatie per score per maatregel weergegeven. De categorieën waar de maatregelen op getoetst worden zijn: de kans op medewerking van de aanwezige actoren, het effect dat de maatregel op de actoren heeft, intensiviteit beheer en onderhoud, het effect op het watersysteem en de robuustheid van de maatregel. In figuren 106, 107 & 108 zijn de scores per categorie weergegeven zonder de toegepaste weging. De totaal scores van de top-5 maatregelen inclusief weging, zijn weergegeven in hoofdstuk 6.

Maatregel	Medewerking actoren				effect op actoren				Beheer & Onderhoud	
	Agrariërs		Natuur		Agrariërs		Natuur		Intensiviteit beheer WVS	
	n	z	n	z	n	z	n	z	n	z
Boerenstuwen	2	5	4	5	4	5	5	5	5	5
Agro-ecologie	1	3	1	1	4	4	1	1	5	5
Verhogen organische stofgehalte	4	5	1	1	5	5	1	1	5	5
Andere gewassen en vegetatie	2	4	1	1	4	4	1	1	5	5
Verondiepen watergangen	2	4	5	5	1	5	5	5	2	2
Retentiegebieden	4	4	3	4	3	4	3	4	1	1
Slimmer irrigatiesysteem	2	3	1	1	3	4	1	1	5	5
Groene stuw	2	4	5	5	3	3	3	4	4	4
Verbeteren bodemstructuur	5	5	1	1	5	5	1	1	5	5
Mengteelt	3	4	1	1	4	4	1	1	5	5
Vanggewas	4	5	1	1	4	4	1	1	5	5
Sloten OOWS verbreden en verondiepen	2	2	5	5	3	4	5	5	2	2
Regenwateropvang	2	3	1	1	2	2	1	1	5	5
Opbollen percelen	4	1	1	1	4	1	1	1	5	5
Dynamisch peilbeheer	5	2	3	1	5	2	1	1	3	4
Wateraanvoerende pomp (zuid)		5		4		5		4		2
Vergroten capaciteit aanvoerpomp (noord)	5		3		5		4		2	

Figuur 106, Resultaten MCA zonder weging (medewerking actoren, effect op actoren en beheer & onderhoud)

Maatregel	Effect watersysteem					
	Tegengaan wateroverlast		Tegengaan bodemvochtdroogte		Tegengaan hydrologische droogte	
	n	z	n	z	n	z
Boerenstuwen	1	1	3	3	4	5
Agro-ecologie	5	5	5	5	4	5
Verhogen organische stofgehalte	4	4	5	5	3	4
Andere gewassen en vegetatie	2	2	3	3	2	2
Verondiepen watergangen	1	1	4	3	4	5
Retentiegebieden	5	4	3	4	3	4
Slimmer irrigatiesysteem	2	2	5	5	1	1
Groene stuw	1	1	2	2	3	4
Verbeteren bodemstructuur	3	3	4	4	3	3
Mengteelt	3	3	4	4	2	2
Vanggewas	4	4	4	4	3	3
Sloten OOWS verbreden en verondiepen	2	2	3	3	4	5
Regenwateropvang	3	3	3	3	2	2
Opbollen percelen	5	5	1	1	1	1
Dynamisch peilbeheer	5	3	4	2	5	2
Wateraanvoerende pomp (zuid)		2		5		5
Vergroten capaciteit aanvoerpomp (noord)	2		5		5	

Figuur 107, Resultaten MCA zonder weging (Effect op het watersysteem)

Maatregel	Robuustheid	Totaal		
	Volgens definitie	Noord	Zuid	Totaal
Boerenstuwen	5	33	39	67
Agro-ecologie	4	30	33	59
Verhogen organische stofgehalte	5	33	35	63
Andere gewassen en vegetatie	2	22	24	44
Verondiepen watergangen	3	27	33	57
Retentiegebieden	4	29	33	58
Slimmer irrigatiesysteem	2	22	24	44
Groene stuw	4	27	31	54
Verbeteren bodemstructuur	4	31	31	58
Mengteelt	3	26	27	50
Vanggewas	3	29	30	56
Sloten OOWS verbreden en verondiepen	4	30	32	58
Regenwateropvang	2	21	22	41
Opbollen percelen	2	24	18	40
Dynamisch peilbeheer	4	35	21	52
Wateraanvoerende pomp (zuid)	4	4	36	36
Vergroten capaciteit aanvoerpomp (noord)	4	35	4	35

Figuur 108, Resultaten MCA zonder weging (Robuustheid & totaal score)

Maatregel 1: Boerenstuwen

1. Medewerking actoren

1.1 Agrariërs

Score Noord: 2

Argumentatie: In pilot-gebied is er niet gesproken met agrariërs, doordat er geen veldbezoek gezamenlijk kon plaatsvinden met een gebiedsbeheerder. Verwacht wordt dat er in pilot-gebied noord weinig medewerking plaats vindt. Uit de onderzoek resultaten is gebleken dat het watersysteem in pilot-gebied noord weinig problematiek laat zien omtrent droogte. Verwacht wordt dat boeren, door de aanwezigheid van het goede watersysteem van Vechtstromen, niet zullen investeren in boerenstuwen om extra water te bergen.

Score Zuid: 5

Argumentatie: In pilot-gebied wordt er volledige medewerking verwacht. Met deze maatregel hebben de agrariërs zelf invloed op de hoogte van zowel het grondwaterpeil als het oppervlaktewaterpeil. Zij kunnen hierdoor in tijden van droogte een waterbuffer opbouwen, waardoor zij tijdens het groeiseizoen hun gewassen langer van water kunnen voorzien dan voorheen. Op dit moment hebben zij niet de mogelijkheid om water vast te houden en ondervinden in tijden van droogte een hoge gewasschade. Bij elke maatregel waaruit blijkt dat er een rendabele hoeveelheid water vastgehouden kan worden, wordt er door agrariërs volledige medewerking verwacht.

1.2 Natuur

Score Noord: 4

Argumentatie: Er wordt redelijk veel medewerking verwacht van natuurbeheerders, omdat de natuur kan profiteren van het gebiedseigen water dat met behulp van deze maatregel kan worden

vastgehouden. Een keerzijde van deze maatregel is dat het waterpeil wordt afgestemd op landbouw. de natuurgebieden worden begrensd aan de ene kant door natuur en de andere kant door landbouw. Er zal dus afgestemd moeten worden, wie de boerenstuw mag bedienen.

Score Zuid: 5

Argumentatie: In pilot-gebied snakken alle gebruiksfuncties in tijden van droogte naar water. De natuurgebieden De Bergvennen en Brecklenkampse Veld bevatten vochtminnende vennen, die afhankelijk zijn van wateraanvoer door zuur regenwater. Met behulp van deze maatregel kunnen natuurbeheerders op een vrij makkelijke manier gebiedseigenwater vasthouden, om de natuurgebieden te voorzien van een waterbuffer.

2. Positief effect voor actoren

2.1 Agrariërs

Score Noord: 4

Argumentatie: Het effect van deze maatregel voor agrariërs in noord is redelijk groot. Door het beheer van het waterpeil in eigen handen te nemen, kunnen de agrariërs in noord hun gewassen een optimale watertoevoer bieden. Ze zijn hierdoor minder afhankelijk van het waterschap en het watersysteem, mocht er door problemen met het aanvoergemaal geen wateraanvoer kunnen plaatsvinden. Keerzijde van deze maatregel in pilot-gebied noord is dat boerenstuwen wateroverlast in de watergangen kunnen veroorzaken. Alhoewel de stuwen in tijden van wateroverschot open kunnen worden gezet, zorgen ze voor een grotere ruwheid van de watergang. Tevens wordt er wateroverlast door de boerenstuwen veroorzaakt bij gebrek aan beheer.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Het verschil tussen geen water en het hebben van een waterbuffer is erg groot. De maatregel is dus erg positief. Het probleem dat het wateroverschot of het schaarse water meteen wordt afgevoerd, omdat het niet vastgehouden kan worden, wordt hiermee opgelost. Deze maatregel draagt bij aan het hebben van een constanter waterpeil in het groeiseizoen van de gewassen.

2.2 Natuur

Score Noord: 5

Argumentatie: Het effect van een boerenstuw is positief voor de natuur. De maatregel draagt bij aan het langer vasthouden van gebiedseigenwater en zorgt ervoor dat de sponswerking van de natuurgebieden weer wordt versterkt.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Deze maatregel zorgt ervoor dat de vochtminnende natuur kan worden voorzien van regenwater. Hierdoor stijgt de pH van het water van de vennen niet, waardoor dit natuurstype behouden kan blijven. Tevens zorgt deze maatregel ervoor dat ook andere natuurstypen in tijden van droogte voorzien blijven van water.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: Het waterschap ondervindt geen beheer en onderhoud aan deze maatregel, omdat de boerenstuw eigendom is van de agrariër. De verantwoordelijkheid voor beheer en onderhoud ligt bij de agrariër.

Score zuid: 5

Argumentatie: Het waterschap ondervindt geen beheer en onderhoud aan deze maatregel, omdat de boerenstuw eigendom is van de agrariër. De verantwoordelijkheid voor beheer en onderhoud ligt bij de agrariër.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 1

Argumentatie: Om wateroverlast tegen te gaan is het beter om geen obstakels in de watergang te hebben dan wel. De kans op wateroverlast in natte perioden neemt door deze maatregel toe.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 3

Argumentatie: Boerenstuwen hebben een indirect gevolg op bodemvochtdroogte. De maatregel verhoogt het grondwaterpeil waardoor de capillaire opstijging voor vegetatie en gewassen wordt vergroot. Echter is de aanvulling van het bodemvocht door deze maatregel klein. Indirect kan er door een hoger waterpeil in de watergangen, irrigatie- of beregeningstechnieken plaatsvinden, waardoor deze maatregel het bodemvocht indirect aanvult.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 4

Argumentatie: Boerenstuwen hebben redelijk positief effect op hydrologische droogte in pilot-gebied noord. De maatregel zorgt voor meer water in de watergangen, waardoor het waterpeil wordt verhoogd en de drainerende werking van de watergangen afneemt. Verhoudingsgewijs, is het effect van deze maatregel hier niet zo effectief als in pilot-gebied zuid aangezien, het water in de watergangen al op een streefpeil wordt gehouden. Het streefpeil staat garant voor een optimaal waterpeelhoogte, waardoor het effect van een boerenstuw op het waterpeil geringer is dan in zuid.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Boerenstuwen hebben een groot positief effect op de hydrologische droogte in pilot-gebied zuid. De maatregel verhoogt het waterpeil, waardoor er meer water beschikbaar is voor gewassen en vegetatie in drogere tijden. Tevens zorgt deze maatregel ervoor dat er meer water geborgen kan worden in het gebied, waardoor er langer water beschikbaar blijft in het gebied.

5. Robuustheid

Score noord & zuid: 5

Argumentatie: De maatregel voldoet volledig aan de definitie.

Maatregel 2: Agro-ecologie**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 1

Argumentatie: Er wordt geen medewerking verwacht omdat agrariërs in pilot-gebied noord op dit moment boeren zonder problemen. Verwacht wordt dat zij het nut van agro-ecologie niet in zullen zien. Tevens is het implementeren van een traditioneel voedselbos een grote investering en het is geen intensieve vorm van landbouw. De winst zal dus opmerkelijk lager zijn dan op dit moment.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Er wordt geen medewerking verwacht voor de implementatie van een traditioneel voedselbos. Wellicht dat er interesse is in varianten op een voedselbos, waardoor er toch redelijk intensieve landbouw plaats kan vinden. Intensieve boeren zullen waarschijnlijk niet meewerken, maar Twickelboeren, die over willen gaan op kringlooplandbouw, zullen wellicht wel geïnteresseerd zijn in een variant van het traditionele voedselbos.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Alhoewel natuurbeheerders voorstander van extensieve landbouw zijn, willen zij dit niet ten koste van natuur. Natuurbeheerders werken daarom niet mee.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 4

Argumentatie: Het voedselbos heeft een redelijk groot positief effect voor agrariërs, omdat deze vorm van landbouw veel minder water vraagt dan intensieve landbouw. Het nadelige effect van deze maatregel is dat in de ontwikkelingsjaren van het bos, wat een zeer lange periode betreft, er een verminderde gewasopbrengst plaats vindt.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Alhoewel natuurbeheerders voorstander van extensieve landbouw zijn, willen zij dit niet ten koste van natuur. De positieve effecten voor natuur zijn er daarom niet.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel is niet van toepassing op de intensiviteit van beheer en onderhoud van het waterschap

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 5

Argumentatie: Een voedselbos zorgt voor een grote infiltratiecapaciteit van de bodem, waardoor afspoeling en plasmvorming op akkers wordt voorkomen.

Score zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4.2 Bodemvocht

Score Noord: 5

Argumentatie: Bodemvochtcapaciteit van een voedselbos is zeer hoog, door de grote effectieve wortelzone en de hoge mate van organisch stofgehalte van de bodem. Water kan hierdoor lang worden vastgehouden, waardoor bodemvochtdroogte wordt tegengegaan.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 4

Argumentatie: Het voedselbos zorgt voor een verhoging van het grondwaterpeil op perceelniveau. De maatregel zorgt er niet voor dat het waterpeil van de watergangen wordt verhoogd. Het effect op het oppervlaktewater is dus klein.

Score Zuid: 5

Argumentatie: In pilot-gebied zuid is deze maatregel effectiever, aangezien een voedselbos zorgt voor het verkleinen van de afstand tussen het maaiveld en het grondwater. Hangwaterprofielen maken dan wellicht de overgang naar een inter-mediair profiel, waardoor de onverzadigde zone verkleind wordt. Het verhogen van de grondwaterstand zorgt ook voor afname van het drainerende effect van watergangen en daarmee de droogval van watergangen.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid : 4

Argumentatie: Niet alle gebruiksfuncties profiteren van deze maatregel. Agrariërs dienen namelijk over te gaan van intensieve landbouw naar extensieve landbouw, wat resulteert in een verminderde gewasopbrengst.

Maatregel 3: Verhogen organisch stofgehalte

1. Medewerking actoren

1.1 Agrariërs

Score Noord: 4

Argumentatie: Er wordt in noord redelijk veel medewerking verwacht omdat de maatregel zorgt voor een verhoging van de gewasopbrengst. De score 5 is niet toegekend omdat verwacht wordt dat agrariërs die al een optimale gewasopbrengst hebben, niet zullen meewerken.

Score Zuid: 5

Argumentatie: In zuid wordt er volledige medewerking verwacht, omdat het verhogen van het organische stofgehalte ervoor zorgt dat de waterbergingscapaciteit van de bodem enorm wordt vergroot. Meer bodemvocht, betekent dat boeren minder vaak hoeven te beregenen of irrigeren, waardoor de vraag naar en afhankelijkheid van water wordt verkleind. Dit zorgt tevens voor een hogere gewasopbrengst.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Het verhogen van organisch stofgehalte is een maatregel die vooral geschikt is voor agrariërs. Tevens kan de maatregel zorgt voor onnatuurlijke verschillen in groei van planten en verstoord daarmee het bestaan en de ontwikkeling van de biodiversiteit. Er wordt geen medewerking van natuurbeheerders verwacht

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2. Positief effect voor actoren

2.1 Agrariërs

Score Noord: 5

Argumentatie: Organisch stofgehalte zorgt voor een grotere bodemvochtcapaciteit, voedingswaarde en een optimalere omstandigheid voor een gewas om te groeien. Dit resulteert in een hogere gewasopbrengst. Dit is een heel gunstig effect voor een agrariër.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: De maatregel zorgt voor onnatuurlijke verschillen in groei van planten en verstoord daarmee het bestaan en de ontwikkeling van de biodiversiteit.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: De verantwoordelijkheid van het verhogen van het organisch stofgehalte ligt bij de agrariërs. Het waterschap ondervindt geen beheer en onderhoud aan deze maatregel.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4. Effect op het watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 4

Argumentatie: Het effect om wateroverlast tegen te gaan is redelijk groot. Door de verhoging van de bergings- in infiltratiecapaciteit van de bodem zorgt ervoor dat overtollig water makkelijk de bodem in kan infiltreren. Score 5 is niet toegekend omdat er nog steeds bij zeer extreme buien plasvorming kan ontstaan.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenering als bij noord.

4.2 Bodemvocht

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel draagt volledig bij aan het verhogen van de bodemvochtcapaciteit van de bodem. Dit is een effectieve manier om droogte voor een kortere of langere tijd tegen te gaan.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel heeft indirect een positief effect op het hydrologische watersysteem. doordat de wortelzone langer voorzien blijft van water, is er minder oppervlakte- en grondwater nodig om te irrigeren. Er treedt hierdoor dus geen daling op in het grond- en oppervlaktewaterpeil, echter vult deze maatregel het oppervlakte- en grondwaterpeil niet aan.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Deze maatregel scoort in zuid hoger dan in noord, omdat het effect op het grond- en oppervlaktewaterpeil hier groter is. Elke vermindering aan onttrekking in pilot-gebied zuid, heeft een positieve invloed op hydrologische droogte. Ook hier wordt geen score van 5 toegekend, omdat het geen direct gevolg op het hydrologische systeem.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 5

Argumentatie: Deze maatregel voldoet volledig aan de definitie.

Maatregel 4: Andere gewassen en vegetatie

1. Medewerking actoren

1.1 Agrariërs

Score Noord: 2

Argumentatie: In noord wordt er weinig medewerking verwacht van agrariërs omdat er uit de resultaten blijkt, dat er weinig gewasschade plaatsvind. Zij willen waarschijnlijk niet investeren in andere gewassen.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Verwacht wordt dat de medewerking van agrariërs in zuid redelijk hoog is. Zij hebben veel gewasschade ondervonden afgelopen perioden, waardoor hun opbrengst aanzienlijk is afgenomen. Zij zullen geïnteresseerd zijn in alternatieve gewassen. Score 5 is niet toegekend omdat uit met behulp van een pilot andere gewastypen verbouwd zijn, echter blijkt dat niet dezelfde opbrengst werd behaald met deze gewassen dan voorheen werd behaald.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Er wordt geen medewerking van natuurbeheerders verwacht, omdat zij de inheemse vegetatie willen beschermen en behouden. Ze willen geen exoten in het gebied hebben.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2 Positief effect voor actoren

2.1 Agrariërs

Score Noord: 4

Argumentatie: Het effect voor agrariërs is redelijk positief. Andere gewassen zullen beter gedijen onder de klimatologische veranderingen van 2050. Echter kan de effectieve opbrengst van de gewassen minder zijn dan van de gewassen voorheen. De planten kunnen namelijk minder voedingswaarde bevatten.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Het effect is nadelig voor natuur, omdat andere vegetatie de oorspronkelijke natuurwaarde zal verlagen.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

3 Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: De verantwoordelijkheid van het verbouwen of beheren van andere gewassen en of vegetatie is de verantwoordelijkheid van agrariërs en natuurbeheerders. Het waterschap ondervindt geen beheer en onderhoud aan deze maatregel.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4 Effect op het watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen effect op het voorkomen van wateroverlast. Het gewas neemt niet meer water op dan huidige gewassen, waardoor plasvorming of inundatie niet voorkomen wordt.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenering als bij noord.

4.2 Bodemvocht

Score Noord: 3

Argumentatie: De maatregel kan een klein effect hebben op bodemvochtdroogte. Andere gewassen in de vorm van mengteelt of gewassen met diep wortelende wortels, zorgen ervoor dat de effectieve wortelzone wordt vergroot, waardoor er meer water vastgehouden kan worden.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redenering als bij noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 2

Argumentatie: De maatregel heeft geen effect op hydrologische droogte. De maatregel vult niet het oppervlaktewater- en grondwaterpeil aan.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenering als bij noord.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 2

Argumentatie: De maatregel is veerkrachtig omdat weerbestendig gewasstype tegen verschillende weersituaties bestand is. Echter profiteren niet alle functies van deze maatregel. Agrariërs kunnen door deze maatregel weer zonder gewasschade gaan verbouwen, maar de natuur zal door deze maatregel schade ondervinden. De oorspronkelijke vegetatie zal worden verdreven. Ook vragen deze gewassen nog steeds om water, waardoor ook deze gewassen in tijden van aanhoudende droogte, zullen verderven, waardoor de levensduur van het gewas nog steeds afhangt van de weersomstandigheden.

Maatregel 5: Verondiepen watergangen

1. Medewerking actoren

1.1 Agrariërs

Score Noord: 2

Argumentatie: In noord wordt er weinig medewerking verwacht, doordat er in deze maatregel hier in de winter zorgt voor meer wateroverlast. Tevens is het effect van deze maatregel hier klein.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Deze maatregel zorgt er in zuid voor dat water langer vastgehouden kan worden. agrariërs kunnen hierdoor in de winter en in de zomer een buffer opbouwen. Aangezien er in pilot-gebied zuid, in de zomer weinig water aanwezig is, wordt er redelijk veel medewerking door agrariërs verwacht. Een score van 5 is niet toegekend, omdat het nadeel is dat agrariërs landbouwpercelen moeten inleveren om de watergangen te verbreden.

1.2 Natuur

Score Noord: 5

Argumentatie: Het belang van natuurbeheerders wordt mede door deze maatregel behartigd. Zij zien graag het waterpeil stijgen, aangezien er voor natuurterreinen een hoger waterpeil gunstigere is, dan het streefpeil afgestemd op de landbouw. Er wordt door natuurbeheerder dus volledige medewerking verwacht.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2 Positief effect voor actoren

2.1 Agrariërs

Score Noord: 1

Argumentatie: In pilot-gebied noord resulteert dit in het vaker voorkomen van wateroverlast. De drainerende werking van de watergangen neemt af, waardoor water minder snel kan worden afgevoerd.

Score Zuid: 4

Argumentatie: In tegenstelling tot pilot-gebied noord resulteert deze maatregel in zuid, voor een grotere watercapaciteit in tijden van droogte. Water kan namelijk infiltreren, waardoor er een hoger grond- en oppervlaktewaterpeil gehanteerd kan worden. Score 5 is niet toegekend, omdat ook hier in zeer natte perioden, de maatregel wateroverlast kan veroorzaken.

2.2 Natuur

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel heeft een groot positief effect op de natuur omdat gebiedseigenwater kan worden vastgehouden en kan infiltreren. Dit zorgt voor een optimale ontwikkeling van natuur en verhoogt de sponswerking van de natuur. De sponswerking is namelijk afgenomen, door de hoge drainerende werking van de watergangen, ten behoeve van de landbouw. Het natuurlijke watersysteem kan hierdoor weer worden hersteld.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

3 Beheer en onderhoud

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel heeft een redelijk hoge mate van intensiteit van beheer en onderhoud nodig. Watergangen dienen tijdig gebaggerd, gemaaid en onderhouden worden om wateroverlast te voorkomen.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Alhoewel er in zuid weinig wordt gemaaid, dient er met deze maatregel echter vaker te worden gemaaid om het profiel van de watergang leggerconform te houden. Beheer en onderhoud van deze maatregel wordt dus intensiever dan voorheen.

4 Effect op het watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel zorgt ervoor dat het natte oppervlak van de watergang wordt verkleind, waardoor wateroverlast sneller kan optreden en water buiten de oevers van de watergang kan treden.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.2 Bodemvocht

Score Noord: 3

Argumentatie: De maatregel heeft een indirect gevolg op bodemvochtdroogte. Het effect voor pilot-gebied is klein, aangezien er geregeld genoeg bodemvocht aanwezig is in het bouwvoor.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Een hoger grond- en oppervlaktewaterpeil zorgt er in zuid voor dat de stijgafstand in de bodem afneemt. Dit zorgt ervoor dat de capillaire opstijging wordt versterkt. Tevens zorgt een hoge oppervlaktewaterpeil ervoor dat er langer en meer water geïrrigeerd of beregend kan worden, waardoor het bouwvoor langer voorzien kan blijven van bodemvocht.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 4

Argumentatie: Het drainerende effect van de watergangen neemt af, waardoor het grondwater- en oppervlaktewater kan stijgen. Score 5 is niet toegekend, omdat over het algemeen het grond- en oppervlaktewaterpeil zich in noord al hoog bevindt. Het effect van deze maatregel is in pilot-gebied zuid dus groter.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenering als bij noord. Score 5 is hier toegekend omdat het effect van de maatregel voor dit gebied veel groter is. Elke centimeter waterpeilstijging helpt.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 3

Argumentatie: De maatregel is niet veerkrachtig, omdat het wateroverlast versterkt in nattere tijden. Tevens profiteren niet alle functies van deze maatregel, aangezien agrariërs voor deze maatregel land moeten inleveren.

Maatregel 6: Retentiegebieden

1. Medewerking actoren

1.1 Agrariërs

Score Noord: 4

Argumentatie: Er wordt redelijk veel medewerking verwacht omdat waterretentie zowel een kans biedt om wateroverlast tegen te gaan als een waterbuffer op te bouwen tegen droogte. Score 5 is niet toegekend omdat deze maatregel

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenering als bij noord.

1.2 Natuur

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel biedt alleen een kans voor vochtminnende natuur, als deze maatregel ervoor zorgt dat natuur periodiek onder water kunnen staan. Zij zullen hier voorstander van zijn als dit het doel van de natuurbeheerders is. Voor droogteminnende natuur is dit niet van belang.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Het belang van natuurbeheerders voor een waterretentie in pilot-gebied zuid is redelijk groot. Op dit moment wordt er kunstmatig een waterbuffer gecreëerd rondom de vochtminnende natuur. Natuurbeheerders zullen voorstanders zijn van een natuurlijke waterbuffer. Score 5 is niet toegekend omdat voor deze maatregel natuurpercelen ingeleverd moeten worden, hier zijn natuurbeheerders minder voorstander voor.

2 Positief effect voor actoren

2.1 Agrariërs

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor het bergen van water. In Noord ligt hier vooral de focus op het bergen van (te veel) water. De maatregel neemt een deel van het agrarisch gebied in beslag waardoor de baten wel positief afwegen tegen investering in ruimte.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor zowel waterberging tijdens periodes met te veel water als tijdens periodes met aanhoudende droogte. Het nadeel bij deze maatregel is de opoffering van ruimte van de percelen.

2.2 Natuur

Score Noord: 3

Argumentatie: Gebiedseigen regenwater blijft met deze maatregel ook langer geborgen. De maatregel kan natte natuur creëren. In tijden van droogte kan de neven gerealiseerde natuur problemen ondervinden.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Het pilot-gebied Zuid heeft een zeer zanderige ondergrond. Het bergen van water levert niet alleen dynamische natuur op maar zorgt ook voor het aanvullen van de grondwaterstand. De natuur in het oosten van het gebied profiteert van de verhoogde waterstand.

3 Beheer en onderhoud

Score noord: 1

Argumentatie: deze maatregel zorgt voor een grote toename aan beheer en onderhoud. De retentiegebieden moeten vaak worden gebaggerd en gemaaid worden om de zelfde bergingscapaciteit te behouden zoals ontworpen.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4 Effect op het watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor het creëren van bergingscapaciteit van (te veel) water. Wateroverlast neemt met deze maatregel in grote mate af.

Score Zuid: 4

Argumentatie: De redenatie is hier het zelfde voor Noord. Echter, in pilot-gebied Zuid vindt minder vaak wateroverlast plaats.

4.2 Bodemvocht

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel bergt water voor een onbepaalde periode water. Bij droogval is er geen water meer beschikbaar en is bijvoorbeeld irrigeren dus niet meer mogelijk

Score Zuid: 4

Argumentatie: Er is in pilot-gebied Zuid minder water beschikbaar, dus de retentie van water en het gebruik daarvan kan een relatief grotere bijdrage leveren aan de bodemvochthuishouding.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor een aanvulling van onder andere de grondwaterstand (infiltratie) naast de retentiefunctie.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor een aanvulling van onder andere de grondwaterstand (infiltratie) naast de retentiefunctie. Vanwege de ondergrond in pilot-gebied Zuid is er relatief meer aanvulling van de grondwaterstanden.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 4

Argumentatie: Niet elke functie en actor profiteert met deze maatregel. De maatregel vergt een opoffering van land op percelen. In het geval van agrariërs is dit dus bijvoorbeeld minder opbrengsten in gewas.

Maatregel 7: Slimmer irrigatiesysteem**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor een irrigatiesysteem waarbij er optimaal water wordt aangeleverd. Deze maatregel is vooral nuttig in drogere gebieden. Het is een relatief dure maatregel en heeft weinig effect in dit pilot-gebied. Als beregenen mogelijk is, wordt er verwacht dat deze actor dit dan ook doet. Deze maatregel is dan niet wenselijk

Score Zuid: 3

Argumentatie: In dit pilot-gebied is veel droogte en wordt er veel (bodem)vochtdroogte verwacht. Deze maatregel is een van de weinige garanties om de actor van functiebehoud te voorzien. De hoge prijs en negatieve bijeffecten (zoals verzilting) zorgen ervoor dat dit echter alsnog minder aantrekkelijk is.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze actor heeft geen baat bij deze maatregel. hebben ze niet nodig

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 3

Argumentatie: Er is veel water in het pilot-gebied. Het systeem is relatief duur en heeft geen bijgevoegde waarde in dit scenario.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Met deze maatregel wordt optimale gewasopbrengst gerealiseerd. Grondwaterstandverlaging neemt reeds. De slimmere irrigatie vult het grondwaterpeil niet aan. Het is slechts een efficiëntere vorm van huidige irrigatie.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Met deze maatregel zakt het grondwaterpeil hierdoor verder uit. Gebiedsvreemd water dat met deze maatregel wordt aangevoerd kan leiden tot schade aan de natuur.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregelen worden getroffen op de percelen van de actoren. Het waterschap heeft geen onderhoud aan dit systeem. Het volledige beheer en onderhoud komt te liggen bij de actoren.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen directe gevolgen voor wateroverlast. Echter, de maatregel kan leiden tot een daling in de grondwaterstand. Hiermee kan de wateroverlast in kleine mate beperkt worden

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 5

Argumentatie: Met deze maatregel worden de optimale omstandigheden voor gewassen gekweekt. De gewassen gebruiken beperkt water maar groeien optimaal. Als het gaat om bodemvochtdroogte is dit een van de beste, al dan niet beste maatregelen.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 1

Argumentatie: Met deze maatregel wordt optimaal de vraag aan water voor gewassen geleverd. Hiermee wordt de hydrologische droogte niet opgelost het komt omdat er geen aanvulling van de grondwaterstand is.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 2

Argumentatie: Deze maatregel is niet veerkrachtig, heeft geen lange levensduur en niet alle verschillende functies niet allemaal betrokken

Maatregel 8: Groene stuw**1. Medewerking actoren****1.2 Agrariërs**

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel kan ervoor zorgen dat er in delen van het gebied wateroverlast wordt gecreëerd. Deze maatregel is niet flexibel en de kans op goed acteren wordt hiermee lager. Agrariërs kunnen wateroverlast ervaren en hebben daarmee kans op bederf van gewasopbrengsten.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Deze maatregel is goedkoop, houdt op een makkelijke en natuurlijke manier water vast in het gebied. Door het extensieve maaibeheer van het waterschap is deze maatregel niet te reguleren. Actoren kunnen zo niet optimaal gebruikmaken van water op het juiste moment. Ook is er een mogelijkheid op kleine wateroverlast. In vergelijking met boeren stuwtjes is deze maatregel dus niet voldoende flexibel genoeg. Agrariërs werken hierdoor minder snel mee inzien liever een stuurbare oplossing.

1.2 Natuur

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor een verhoging van de biodiversiteit. De huidige wateren zijn vooral glad we hebben daarmee geen optimale werking voor de natuur. Daarnaast zorgt deze maatregel voor een lagere drainerende werking waardoor gebiedseigen water, dat voor de natuur in dit gebied belangrijk is, waardoor gebiedseigenwater later behouden blijft. De actoren zijn deze maatregel als positief. Deze maatregel is de meest natuurlijke vorm van water opstuwen.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel kan gelden als een handige waterbuffer maar agrariërs zijn er niet afhankelijk van. Agrariër staan hierin dus neutraal.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Deze maatregel kan gelden als een handige waterbuffer maar agrariërs zijn er niet afhankelijk van. Er is geen sturing mogelijk en kan daarmee op sommige momenten ook overlast veroorzaken.

2.2 Natuur

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel heeft effect op de biodiversiteit en stijgt hierdoor ook. Daarnaast blijft gebiedseigen water langer in het gebied. Aan de andere kant kunnen niet alle watergangen op deze manier worden ingericht. Het effect op de stijging van biodiversiteit er is dan gering al dan niet discutabel.

Score Zuid: 4

Argumentatie: In zuid wordt vrijwel geen water geborgen. De kleine toename is al beter dan überhaupt geen waterberging. Ten opzichte van noord zijn de positieve effecten daarom relatief groter.

3 . Beheer en onderhoud

Score Noord: 4

Argumentatie: De intensiviteit van beheer en onderhoud neemt af. Het geen waar aandacht naar uit gaat is het behouden van de profielen van de watergangen. Het beheer en onderhoud is daarmee dus niet totaal extensief. Af en toe blijft beheer en onderhoud dus nog nodig.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4. Het effect op watersysteem

4.1 wateroverlast

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor in grote delen van het watersysteem opstuwing plaatsvindt. Hierdoor treedt er meer wateroverlast plaats.

Score Zuid:1

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.2 Bodemvocht droogte

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor vernatting van waterlopen. De invloed van deze maatregel op percelen en daarmee dus bodemvocht droogte is nihil. Zeker de percelen waar de afstand tot een watergang groot is zal geen effect ervaren.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.3 hydrologische droogte

Score Noord: 3

Argumentatie: De hydrologische droogte bevindt zich in de OOWS watergangen. De overige watergangen zijn vrijwel het hele jaar volgens het waterpeil. Verhoudingsgewijs blijven laaggelegen gebieden en gebieden met weinig verhang, vrij nat. Het effect van de maatregel is hier mee matig.

Score Zuid: 4

Argumentatie: De hydrologische droogte bevindt zich in vrijwel heel het peil het gebied. Met deze maatregel wordt er meer water geborgen. Het zorgt ervoor dat de grondwaterstanden aangevuld worden en de watergangen vochtig in sommige delen van het gebied zelfs licht watervoerend.

5.Robuustheid

Score Noord & Zuid : 4

Argumentatie: Met deze maatregel profiteren niet alle functies. Wateroverlast kan door deze maatregel ontstaan bij bijvoorbeeld piekbuien.

Maatregel 9: Verbeteren bodemstructuur**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariers**

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel verbetert de lucht porie dichtheid. Hierdoor is er grotere infiltratiecapaciteit en wordt plasvorming verminderd. Alhoewel de maatregel intensief is, blijft er lang effect. De eenmalige inspanning kan ertoe leiden dat veel maar graag eerst mee willen werken.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Deze maatregel heeft veel effect op de natuur. Alhoewel de effecten positief zijn, is de uitvoering van de maatregel zeer intensief en indringend. Tijdens het uitvoeren van deze maatregel vindt verstoring van de ondergrond en evaluatie plaats. De vegetatie goed voor de uitvoering verwijderd worden. Daarnaast is deze maatregel vooral bedoeld om de schade die is ontstaan na het bereiden van het perceel met tractoren te herstellen en bestendig te maken. Dit is niet van toepassing in natuurgebieden. Medewerking zou voor natuur betekenen dat veel reeds getroffen maatregelen in de natuurgebieden ongedaan worden gemaakt en daarnaast mogelijk nog extra schade veroorzaken.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel verhoogt de infiltratiecapaciteit, vermindert plasvorming op de akker en levert een hogere gewasopbrengst op. Daarnaast ondervinden gewassen geen zuurstof stress. al deze positieve effecten zijn voor belang van agrariërs. De maatregel is daarmee super effectief.

Score Zuid: 5

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel heeft veel effect op de natuur. Alhoewel de effecten positief zijn, is de uitvoering van de maatregel zeer intensief en indringend. Tijdens het uitvoeren van deze maatregel vindt verstoring van de ondergrond en evaluatie plaats. De vegetatie goed voor de uitvoering verwijderd worden. Daarnaast is deze maatregel vooral bedoeld om de schade die is ontstaan na het bereiden van het perceel met tractoren te herstellen en bestendig te maken. Dit is niet van toepassing in natuurgebieden. De positieve effecten van bodemverbetering zijn niet van toepassing op natuur.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: Wanneer de maatregel getroffen is kunnen de percelen tientallen jaren op hetzelfde niveau blijven profiteren. Tevens is het waterschap niet verantwoordelijk voor de bodem.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 3

Argumentatie: Alhoewel deze maatregel meer capaciteit in de bodem biedt, blijft er bij extreme piekbuien nog steeds kans op plaspvorming.

Score Zuid: 3

Zelfde redenatie als Noord.

4.2 bodemvocht droogte

Score Noord: 4

Argumentatie: De verbeterde bodemstructuur biedt meer capaciteit voor vocht in de bodem. Bij extreme buien wordt alsnog oppervlakkige afstroming verwacht.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 3

Argumentatie: De verbeterde bodemstructuur zorgt voor een kleine mate voor betere doorstroming naar het grondwater, maar doorstroming naar de watergangen wordt verminderd.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Dezelfde effecten gelden in Zuid als voor in Noord. Daarnaast is er echter wel een lichtelijke kans op verlies van water omdat er in Zuid een zanderig bodemprofiel is.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid : 4

Argumentatie: De maatregel voldoet aan alle criteria van het begrip robuustheid op een na: niet alle functies zijn met deze maatregel betrokken.

Maatregel 10: Mengteelt**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel is beter voor de bodem, meer bodemvocht is beschikbaar en resulteert in een betere gewasopbrengst. In dit pilot-gebied is wateroverlast een groter probleem dan droogte. Deze maatregel is vooral geschikt voor droogte en kan daarom als niet nuttig worden beschouwd. Tevens zijn de investeringskosten relatief hoog.

Score Zuid: 4

Argumentatie: (Boeren van) Landgoed Twickel zorgt voor gewasproductie buiten de droge periodes. Deze agrariërs werken al mee maar andere agrariërs kunnen hier eventueel geen medewerking verlenen.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Natuur produceert geen gewassen dus voor deze maatregel wordt geen medewerking.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

2. Positief effect actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 4

Argumentatie: De wortelstructuur houdt meer water vast in zowel natte als droge periodes. Veel positieve neveneffecten zoals verminderen erosie en verlies van nutriënten. Het is een ingewikkeld systeem, waarbij veel investeringskosten aan verbonden zijn. Ook deze gewassen kunnen niet geheel zonder water, maar wel beter dan de gewassen die er al staan.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: De implementatie van deze maatregel is negatief voor de actor natuur.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: De investeringskosten en het beheer en onderhoud ligt volledig bij de actoren.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel verbeterd de bodemstructuur, blijvende vegetatie en gewassen en er treedt geen erosie op of afspoeling. De positieve effecten zijn in overvloed maar de baten zijn op kleine schaal.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 4

Argumentatie: Deze maatregel verbeterd de bodemstructuur, blijvende vegetatie en gewassen. Deze structuur verbeterd het vochtgehalte in de bodem.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord

4.4 Hydrologische droogte

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen effecten op hydrologische droogte. De maatregel verbeterd de bovenste laag van de bodem en optimaliseert de gewasopbrengst. Er is weinig tot geen aanvulling van de grondwaterstanden en/of watergangen.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid : 3

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen lange levensduur en niet alle actoren zijn betrokken; deze maatregel is alleen voor agrariërs van belang.

Maatregel 11: Vanggewas**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 4

Argumentatie: Deze maatregel is voor het gewas mais al verplicht, bij andere gewassen is de kans op medewerking dus wellicht groot.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als maatregel mengteelt.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen positieve effecten voor deze actor. Er wordt dus geen medewerking verwacht.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 4

Argumentatie: De wortelstructuur houdt meer water vast in zowel natte als droge periodes. Veel positieve neveneffecten zoals verminderen erosie en verlies van nutriënten. Het is een ingewikkeld systeem, waarbij veel investeringskosten aan verbonden zijn. Ook deze gewassen kunnen niet geheel zonder water, maar wel beter dan de gewassen die er al staan.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel is niet geschikt voor de actor natuur; de maatregel heeft geen positieve effecten.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: De investeringskosten en het beheer en onderhoud ligt volledig bij de actoren.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4. Effect watersysteem**4.1 Wateroverlast**

Score Noord: 4

Argumentatie: Deze maatregel verhoogd het organisch stofgehalte waardoor de effecten van wateroverlast verminderd worden en het erosie geïnduceerd door wateroverlast zal afnemen.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 4

Argumentatie: Deze maatregel verhelpt aanzienlijk het bodemvochtdroogte probleem. Niet alleen de wortelstructuur maar ook de gepaarde bodemstructuurverbetering zorgt voor een bodem waar meer capaciteit voor vocht is.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor gelijkmatigere verdeling van het water waardoor de aanvulling van de grondwaterstand toeneemt en daarmee indirect ook de watergangen.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redenering als Noord.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 3

Argumentatie: Bij deze maatregel zijn niet alle actoren betrokken en profiteert ook niet elke actor. Natuur ervaart door de aard van de maatregel niet.

Maatregel 12: Watergangen verbreden en verondiepen**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel zorgt ervoor dat watergangen haar drainerende functie verliezen of verkleinen. Met deze maatregel blijft echter wel het natte oppervlakte hetzelfde. Voor deze maatregel moet een strook langs de percelen, want enkele meters, ingeleverd worden. Dit is een afname van landbouwgrond. Daarnaast kunnen er ook andere nadelige effecten zijn namelijk: grondwateroverlast. Minder land en grondwateroverlast zorgen voor minder opbrengst.

Score Zuid: 2

Argumentatie: De drainerende functie neemt met deze maatregel af. Daarentegen moeten ze wel grond in leveren. Deze maatregel is alleen bedoeld om water overlast tegen te gaan. Wateroverlast is in zuid een minder groot probleem dan in noord, maar komt desalniettemin voor.

Inleveren van land is een probleem. De kans op overstroming wordt wel minder. Helpt niet tegen droogte. Het is een maatregel voor wateroverlast. Verbreden is nodig om wateroverschot op te vangen. Alleen het verminderen van drainerende werking is het geen waar agrariërs in zuid baat bij hebben.

1.2 Natuur

Score Noord: 5

Argumentatie: Het verbreden en verondiepen van OOWS zorgt voor een grotere variatie in biodiversiteit. De lichtelijk hellende oevers zorgen voor betere toegankelijkheid voor flora en fauna. Dit type profiel kan de mogelijkheid bieden om de sponswerking van de natuurgebieden te herontwikkeling. Dit type watergang is de meest natuurlijke situatie. De medewerking wordt daarom groot geacht

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 3

Argumentatie: Het verbreden en verondiepen van de watergangen leidt tot een vermindering van het drainerend effect van watergangen. Het natte oppervlakte blijft in principe gelijk. Het water wordt wel minder snel afgevoerd. De droogval van OOWS waterlichamen neemt hierdoor af. De wateroverlast wordt echter niet verminderd met deze maatregel. Er blijft meer water beschikbaar voor gewasproductie.

Score Zuid: 4

Argumentatie: De drainerende werking van de watergangen neemt in grote mate af en is daarmee zeer invloedrijk in Zuid. Een afweging moet wel gemaakt worden over de afname van perceeloppervlakte. Deze maatregel heeft als vereiste een breder profiel. In pilot-gebied zuid bezit het waterschap niet voldoende ruimte rondom deze watergangen om te verbreden. Het waterschap moet hier delen van percelen opkopen of moet in overleg gaan met agrariërs; de maatregelen kunnen uitgevoerd en beheerd door het waterschap maar de agrariër verliest alsnog land. De maatregel zorgt voor een toename in gewasproductie.

2.2 Natuur

Score Noord: 5

Argumentatie: Het verbreden en verondiepen van OOWS zorgt voor een grotere variatie in biodiversiteit. De lichtelijk hellende oevers zorgen voor betere toegankelijkheid voor flora en fauna. Dit type profiel kan de mogelijkheid bieden om de sponswerking van de natuurgebieden te herontwikkeling.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 2

Argumentatie: Het profiel dat bij dit deze maatregel hoort is redelijk intensief qua beheer en onderhoud. Het onderhouden van deze maatregel vergt meer tijd.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 2

Argumentatie: De natte oppervlakte blijft met deze maatregel vrijwel het zelfde. Deze maatregel is bedoeld om droogte tegen te gaan en heeft daarom geen effect op wateroverlast.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 3

Argumentatie: De maatregel zorgt voor een vermindering van drainerend effect van de watergang. De onttrekking van bodemvocht wordt lichtelijk, positief beïnvloed.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redentatie als Noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 4

Argumentatie: Het verbreden en verondiepen van de watergangen leidt tot een vermindering van het drainerend effect van watergangen. Het natte oppervlakte blijft in principe gelijk. Het water wordt wel minder snel afgevoerd. De droogval van OOWS waterlichamen neemt hierdoor af.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Het verbreden en verondiepen van de watergangen leidt tot een vermindering van het drainerend effect van watergangen. Het natte oppervlakte blijft in principe gelijk. Het water wordt wel minder snel afgevoerd. De droogval van OOWS waterlichamen neemt hierdoor af. De wateroverlast wordt echter niet verminderd met deze maatregel. Watergangen in pilot-gebied Zuid hebben ten opzichte van pilot-gebied Noord een groter drainerend effect. Deze maatregel heeft een zeer groot positief effect op de hydrologische droogte.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 4

Argumentatie: Niet alle functies profiteren optimaal. De landbouw verliest mogelijk stukken perceel ten behoeve van verbreding van de watergangen.

Maatregel 13: Regenwateropvang**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 2

Argumentatie: Noord heeft minder last van droogte, hierdoor wordt er verwacht dat agrariërs weinig medewerking verlenen om te investeren in een regenwateropvang.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Pilot-gebied zuid heeft last van droogte. Verwacht wordt dat de medewerking van de agrariërs matig is. Zij hebben wel behoefte bij een grotere waterberging, echter vraagt dit wel om het inleveren van landbouwpercelen.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel betekent dat natuurgebieden plaats moeten maken voor regenwateropvang gebieden. Natuurgebieden gaan hierdoor verloren. Verwacht wordt dat natuurbeheerders hier niet aan mee willen werken.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redentatie als in noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen effect op de actor agrariër. Verwacht wordt dat agrariërs een grotere wateropvang nodig hebben, om effectief droogte te kunnen bestrijden.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redentatie als in noord.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel is nadelig voor natuur, omdat het doel van natuurbeheerders is om natuurgebieden in stand te houden. Echter leidt deze maatregel ertoe dat natuur verloren gaat.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redentatie als in noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: Een regenwateropvang is het bezit van een actor. Waterschap Vechtstromen heeft hier dus geen onderhoud aan, vandaar de score 5.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redentatie als in noord.

4. Effect watersysteem**4.1 Wateroverlast**

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel heeft een klein positief effect op wateroverlast. Een deel van het overtollige water kan hierin worden opgeslagen, maar het gaat niet wateroverlast tegen.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redenering als in noord.

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 3

Argumentatie: Deze maatregel heeft een klein positief effect op bodemvochtdroogte. In extreem droge perioden kan deze maatregel ervoor zorgen, dat er extra beregend of geïrrigeerd kan worden. Dit hangt echter wel af van de grootte van de regenwateropvang.

Score Zuid: 3

Argumentatie: Zelfde redenering als in noord.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel heeft geen effect op het aanvullen van grond- of oppervlaktewater.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenering als in noord.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid : 2

Argumentatie: Deze maatregel voldoet enkel aan het deel: 'verschillende actoren in het systeem zijn allemaal betrokken.'

Maatregel 14: opbollen percelen**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 4

Argumentatie: Deze maatregel vermindert de wateroverlast en plasvorming op de akkers. Dit leidt tot een vermindering van zuurstofstress en daarmee gewasschade.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor afspoeling van water op de percelen. In pilot-gebied Zuid is het zaak dat er waterinfiltratie plaatsvindt. Vanwege de afspoeling vindt er geen aanvulling op de grondwaterstanden aan. Tevens zijn er hedendaags percelen en periodes waar gewassen niet bij de vochtige bodemzone kunnen komen. Ophogen zorgt hiervoor dat deze periodes langer worden. Medewerking zou betekenen dat de problemen juist qua intensiviteit toenemen.

1.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Er zijn geen akkers aanwezig in natuurgebieden. Deze maatregel is daarmee dus niet van toepassing.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als noord.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 4

Argumentatie: Bij piekbuien stroomt het water af naar de watergangen en ontstaan er geen plasvormingen. Ophoging is hier minder erg in vergelijking met pilot-gebied Zuid, omdat de grondwaterstanden hier hoog zitten. Mocht droogte hier wel een groot probleem worden, dan vindt er geen infiltratie plaats en verlagen de grondwaterstanden alsnog.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor afspoeling van water op de percelen. In pilot-gebied Zuid is het zaak dat er waterinfiltratie plaatsvindt. Vanwege de afspoeling vindt er geen aanvulling op de grondwaterstanden aan. Tevens zijn er hedendaags percelen en periodes waar gewassen niet bij de vochtige bodemzone kunnen komen. Dit levert gewasschade op.

2.2 Natuur

Score Noord: 1

Argumentatie: Het opbollen van akkers is hier niet toepasbaar.

Score Zuid: 1

Zelfde redenatie als Noord.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel is een eenmalige investering door agrariërs. De verantwoordelijkheid ligt hier dan ook volledig bij hen. Het beheer en onderhoud voor het waterschap is dan ook volledig extensief.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel verminderd de wateroverlast en plasvorming op de akkers. Dit leidt tot een vermindering van zuurstofstress en daarmee gewasschade. Deze maatregel is zeer effectief om wateroverlast tegen te gaan.

Score Zuid: 5

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel is bedoeld om wateroverlast tegen te gaan. Door afstroming in plaats van infiltratie wordt het aanvullen van het bodemvocht geminimaliseerd.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 1

Argumentatie: Deze maatregel is bedoeld om wateroverlast tegen te gaan. Door afstroming in plaats van infiltratie wordt het aanvullen van het grondwater geminimaliseerd. De lichtelijke aanvulling van watergangen is dusdanig klein dat deze maatregel meer negatieve dan positieve effecten met zich meebrengt. Daarnaast is het onverstandig om percelen op te bollen daar waar er hydrologische droogte optreedt; het zijnde dat de afstand tot beschikbaar grondwater groter wordt.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Zelfde redenatie als Noord.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid : 2

Argumentatie: De maatregel is niet veerkrachtig, niet alle actoren zijn betrokken en niet alle actoren profiteren.

Maatregel 15: Dynamisch peilbeheer**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor een optimaal peil; op streefpeil. Het dynamisch peilbeheer zorgt er voor dat er op de kleinste trends in verdroging en vernatting geacteed kan worden. Dynamisch peilbeheer verhelpt zowel droogte als vernatting. Tevens is het voor agrariërs een extensieve maatregel maar met grote baten; de medewerking wordt zeer hoog verwacht.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Vanwege het vrij-afwaterende karakter van het gebied en het lage aantal aan stuwen zal deze maatregel nihil positief effect hebben op het pilot-gebied. De actoren zien het geld daarom liever opgaan in andere maatregelen.

1.2 Natuur

Score Noord: 3

Argumentatie: De wateraanvoer blijft met deze maatregel het zelfde. Echter, omdat het waterpeil wordt gestuurd op landbouw zullen de positieve effecten van deze maatregel klein zijn. Medewerking wordt dus wel verwacht.

Score Zuid: 1

Argumentatie: Deze maatregel is niet toereikend voor de natuurgebieden in dit pilot-gebied. Er wordt geen medewerking verwacht.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor een optimaal peil; op streefpeil. Het dynamisch peilbeheer zorgt er voor dat er op de kleinste trends in verdroging en vernatting geacteed kan worden. Dynamisch peilbeheer verhelpt zowel droogte als vernatting. Tevens is het voor agrariërs een extensieve maatregel maar met grote baten.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Vanwege het vrij-afwaterende karakter van het gebied en het lage aantal aan stuwen zal deze maatregel nihil positief effect hebben op het pilot-gebied.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 3

Argumentatie: De mate van intensivering van beheer neemt af maar onderhoud neemt toe.

Score Zuid: 4

Argumentatie: Zelfde redenatie als noord. In pilot-gebied Zuid zijn er wel minder stuwen waardoor het beheer lager is.

4. Effect watersysteem**4.1 Wateroverlast**

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel zorgt voor de optimalisatie van het peilbeheer. Op gevoeligheid in het watersysteem, zoals verhogingen in het waterpeil wordt snel geacteed.

Score Zuid: 3

Argumentatie: In pilot-gebied zuid zijn er te weinig stuwen om een groot effect te hebben.

4.2 Bodemvochtdroogte:

Score Noord: 4

Argumentatie: Het streefpeil wordt behouden waardoor er indirect ook positieve gevolgen zullen zijn voor het bodemvochtgehalte.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Er zijn te weinigen stuwen en er is in een groot deel van het jaar te weinig water om effect te hebben op verandering in het bodemvochtgehalte.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 5

Argumentatie: Vanwege de relatief grote hoeveelheid van stuwen in het pilot-gebied kan de optimalisatie van dynamisch peilbeheer grondwaterstandverlaging tegenhouden. Tevens vallen watergangen minder droog.

Score Zuid: 2

Argumentatie: Er zijn te weinigen stuwen en er is in een groot deel van het jaar te weinig water om effect te hebben op grondwaterstandsverlaging of droogval van watergangen.

5. Robuustheid

Score Noord & Zuid: 4

Bij deze maatregel profiteert de actor natuur niet. De maatregel voldoet wel aan de rest van de criteria.

Maatregel 16: Wateraanvoerende pomp (Zuid)**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 5

Argumentatie: Water kan in tijden van droogte aangevoerd worden. Directe wateraanvoer is zeer effectief. De maatregel uitvoeren wordt gedaan door het waterschap. Het uitvoeren van de maatregel vraagt geen verantwoordelijkheid vanuit de agrariër als actor, maar de baten zijn wel optimaal. De kans op medewerking is groots.

1.2 Natuur

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 4

Argumentatie: De natuur als actor heeft voorrang op water ten opzichte van de agrariërs als actor. Het inbrengen van extern water kan functioneren als bufferende capaciteit om het waterpeil in het natuurgebied zelf optimaal te houden. Het externe water kan als buffer goed functioneren als oplossing maar de invloed van de kwaliteit van extern water op gebiedseigen water is onzeker. Er wordt hierdoor redelijk veel medewerking verwacht.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 5

Argumentatie: Er is een grote toename in beschikbaarheid van wateraanvoer. Ondanks het vrij-afwaterendere karakter van het gebied is er nu in redelijke mate wel wateraanvoer mogelijk.

2.2 Natuur

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 4

Argumentatie: Watertoevoer betekent behoud van deze functie. Er is een grotere buffercapaciteit mogelijk. Het enige mogelijke nadelige effect kan veroorzaakt worden doordat de vennen afhankelijk zijn van regen water en dus niet goed gedijen met gebiedsvreemd water. Dit heeft een te hoge pH.

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 2

Argumentatie: Zelfde redenatie als pomp noord.

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 2

Argumentatie: De maatregel heeft geen effect op wateroverlast. De maatregel is gericht op aanvoer en niet afvoer. De aanvoer kan in tijden van wateroverlast stop gezet worden.

4.2 Bodemvocht

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 5

Argumentatie: De aanvoer van water verbeterd in grote mate het karakteriserende vrij-afwaterende systeem. Door de aanvoer van water kunnen veel functies optimaal blijven functioneren of zelfs vooruitgaan; gewasschade door tekort aan water neemt af.

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 5

Argumentatie: De aanvoer van water verbeterd in grote mate het karakteriserende vrij-afwaterende systeem. Door de aanvoer van water kunnen veel functies optimaal blijven functioneren of zelfs vooruitgaan; gewasschade door tekort aan water neemt af.

5. Robuustheid

Score Noord: x

Argumentatie: niet van toepassing

Score Zuid: 4

Argumentatie: De maatregel is niet veerkrachtig. De maatregel voldoet wel aan de andere criteria.

Maatregel 17: Vergoten capaciteit aanvoerpomp (Noord)**1. Medewerking actoren****1.1 Agrariërs**

Score Noord: 5

Argumentatie: De huidige hoogte van de inlaat van de pomp zorgt bij een daling van het waterpeil in het Schoonebeekerdiep voor een stop van water aanvoermogelijkheden. Het verlagen van de pomp en dus de inlaat zorgt er voor dat er in tijden van een lager waterpeil alsnog water aangevoerd kan worden. De maatregel zorgt voor een constante mogelijkheid tot wateraanvoer.

Score Zuid: x

Argumentatie: Niet van toepassing.

1.2 Natuur

Score Noord: 3

Argumentatie: De natuurgebieden liggen merendeels in de hoger gelegen gebieden van het pilot-gebied. Hogere waterstanden in de omliggende watergangen betekent wel een kleiner drainerend effect.

Score Zuid: x

Argumentatie: Niet van toepassing.

2. Positief effect voor actoren**2.1 Agrariërs**

Score Noord: 5

Argumentatie: Door de constante mogelijkheid van wateraanvoer wordt het watersysteem afhankelijk van de waterstandverlaging van onder andere het Schoonebeekerdiep. Een optimale wateraanvoer betekend optimale gewasopbrengst.

Score Zuid: x

Argumentatie: niet van toepassing

2.2 Natuur

Score Noord: 4

Argumentatie: Niet alle delen van de natuurgebieden in dit pilot-gebied kunnen voorzien worden van water. De droogval wordt door deze maatregel vooral verminderd doordat de grondwaterpeilen minder snel uitzakken.

Score Zuid: x

Argumentatie: niet van toepassing

3. Beheer en onderhoud

Score Noord: 2

Argumentatie: Beheer is redelijk intensief. De pomp kan met deze maatregel meer draaiuren maken. Dit vergt dus meer onderhoud.

Score Zuid: x

Argumentatie: niet van toepassing

4. Effect watersysteem

4.1 Wateroverlast

Score Noord: 2

Argumentatie: Deze maatregel verminderd niet de kans op wateroverlast. De pomp kan namelijk stoppen met draaien wanneer de behoefte voor wateraanvoer er niet is.

Score Zuid: x

Argumentatie: niet van toepassing

4.2 Bodemvochtdroogte

Score Noord: 5

Deze maatregel heeft een groot positief effect op bodemvochtdroogte. Door de constante wateraanvoermogelijkheid is er minder netto verdamping van de bodem.

Score Zuid: x

Argumentatie: niet van toepassing

4.3 Hydrologische droogte

Score Noord: 5

Argumentatie: Deze maatregel heeft een groot positief effect op de hydrologische droogte. Door de constante wateraanvoermogelijkheid zakken de grondwaterstanden minder uit wat ook effect heeft op droogval van watergangen.

Score Zuid: x

Argumentatie: niet van toepassing

5. Robuustheid

Score Noord: 4

Argumentatie: Deze maatregel is niet veerkrachtig. De maatregel voldoet wel aan de andere criteria.

Score Zuid: x

Argumentatie: Niet van toepassing

Bijlage 36 Gevoeligheidsanalyse

Met een gevoeligheidsanalyse kan worden gekeken in welke mate de uitkomst van de scores per maatregel reageert op kleine veranderingen in de scores per criteria. Er is gekeken naar de maatregelen met de hoogste totale scores. Van deze scores zijn afwijkingen van -20%, -10%, +10% en +20% berekend, zie Tabel 30, Tabel 31 en Tabel 32. Deze gegevens zijn in grafieken gezet, zie Figuur 109, Figuur 110, Figuur 111. Op de plekken waar de lijnen kruisen is het mogelijk dat deze maatregel hoger scoort dan een andere maatregel. Op deze manier kan de samenstelling van de top-5-maatregelen veranderen.

In Figuur 109 (totaal) is de top-5 niet discutabel omdat de zesde maatregel niet in de buurt komt van de maatregelen in de top-5.

In Figuur 110 (noord) is de top-4 niet discutabel. Plek 5 van de top-5 is wel discutabel. Bij enige veranderingen in de scores zal 'verbeteren bodemstructuur' in de top-5 belanden in plaats van de maatregel 'agro-ecologie'.

In Figuur 111 (zuid) is de top-3 niet discutabel. Plek 4 en 5 van de top-5 zijn wel discutabel. De maatregelen 'agro-ecologie', 'retentiegebieden', 'sloten verbreden en verondiepen' en 'verondiepen watergangen' liggen dicht bij elkaar. Als er enige veranderingen in de scores van deze maatregelen optreedt, kan de samenstelling van de top-5 veranderen. De maatregel 'verbeteren bodemstructuur' maakt geen kans om in de top-5 te raken.

Tabel 30, Gevoeligheidsanalyse Algemene maatregelen

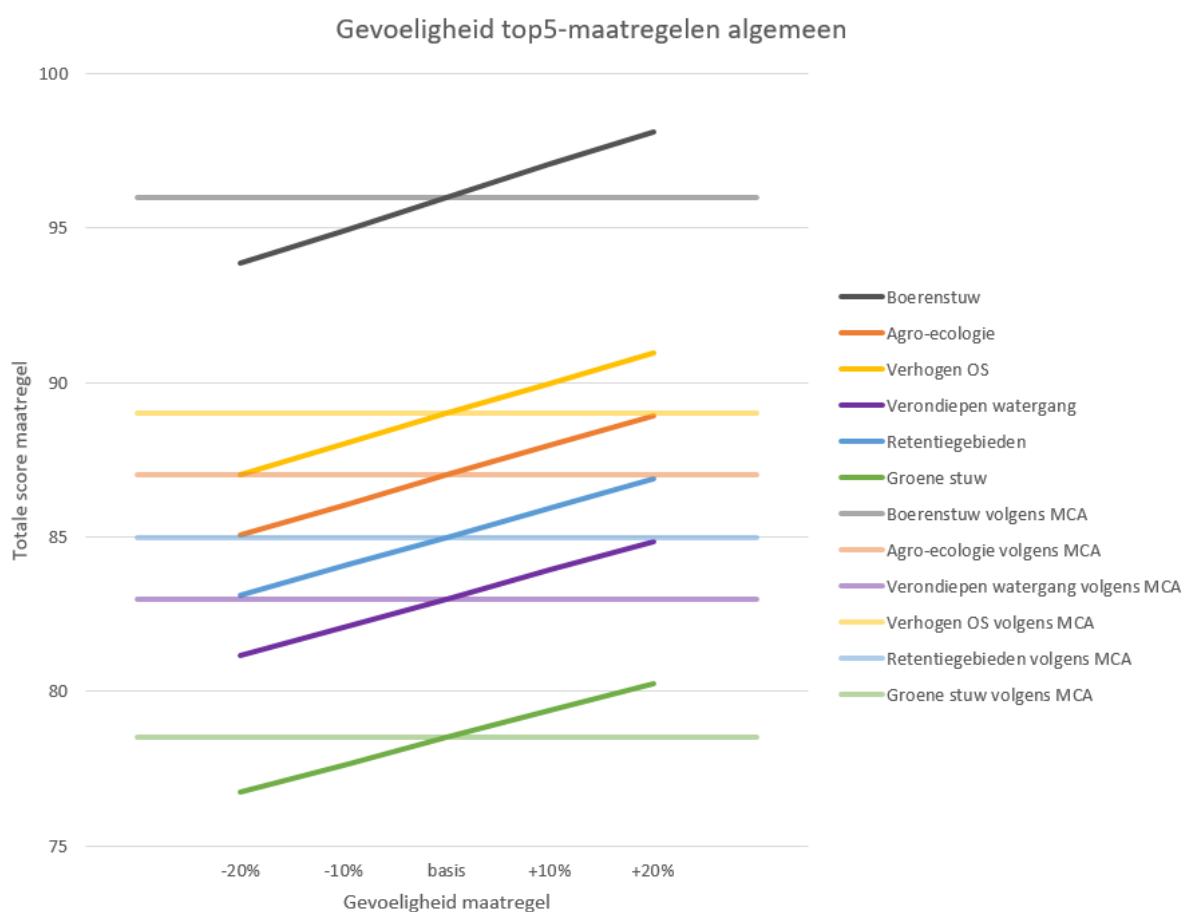
Maatregelen	-20%	-10%	Basis	+10%	+20%
Boerenstuw	93,9	94,9	96,0	97,1	98,1
Agro-ecologie	85,1	86,0	87,0	88,0	88,9
Verhogen organische stofgehalte	87,0	88,0	89,0	90,0	91,0
Verondiepen watergang	81,2	82,1	83,0	83,9	84,8
Retentiegebieden	83,1	84,1	85,0	85,9	86,9
Groene stuw	76,8	77,6	78,5	79,4	80,2

Tabel 31, Gevoeligheidsanalyse maatregelen pilot-gebied noord

Maatregelen	-20%	-10%	Basis	+10%	+20%
Boerenstuw	47,4	48,0	48,5	49,0	49,6
Agro-ecologie	44,5	45,0	45,5	46,0	46,5
Verhogen organische stofgehalte	48,9	49,4	50,0	50,6	51,1
Verbeteren bodemstructuur	44,0	44,5	45,0	45,5	46,0
Dynamisch peilbeheer	49,9	50,4	51,0	51,6	52,1
Verhogen pompcapaciteit aanvoerende pomp	48,4	49,0	49,5	50,1	50,6
Sloten verbreden en verondiepen	43,0	43,5	44,0	44,5	45,0
Vanggewas	40,6	41,0	41,5	42,0	42,4

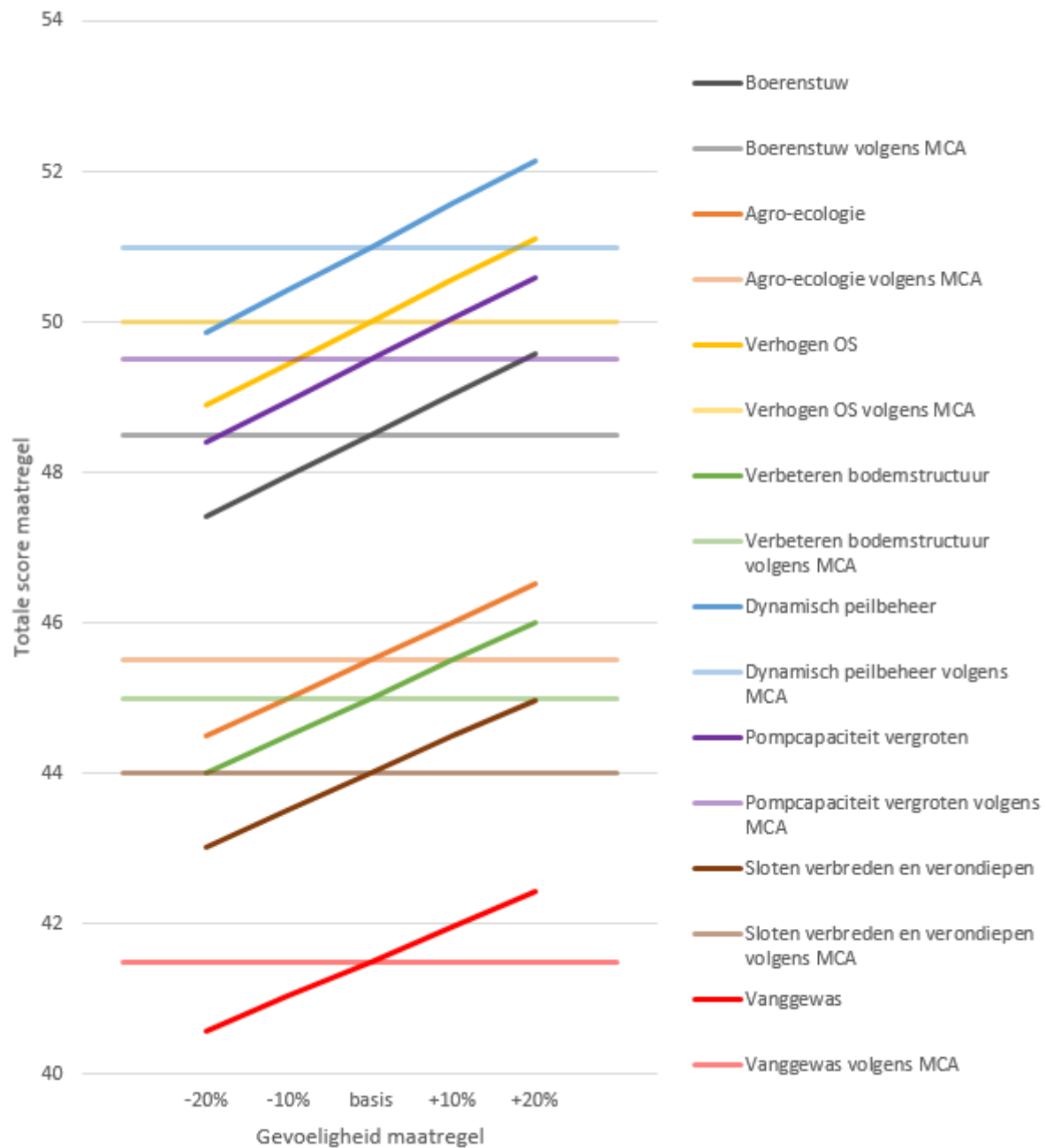
Tabel 32, Gevoeligheidsanalyse maatregelen pilot-gebied zuid

Maatregelen	-20%	-10%	Basis	+10%	+20%
Boerenstuw	60,6	61,3	62,0	62,7	63,4
Agro-ecologie	52,3	52,9	53,5	54,1	54,7
Verhogen organische stofgehalte	55,7	56,4	57,0	57,6	58,3
Retentiegebieden	51,8	52,4	53,0	53,6	54,2
Sloten verbreden en verondiepen	51,3	51,9	52,5	53,1	53,7
Wateraanvoerende pomp	57,2	57,9	58,5	59,2	59,8
Verondiepen watergang	50,8	51,4	52,0	52,6	53,2
Verbeteren bodemstructuur	47,9	48,5	49,0	49,5	50,1

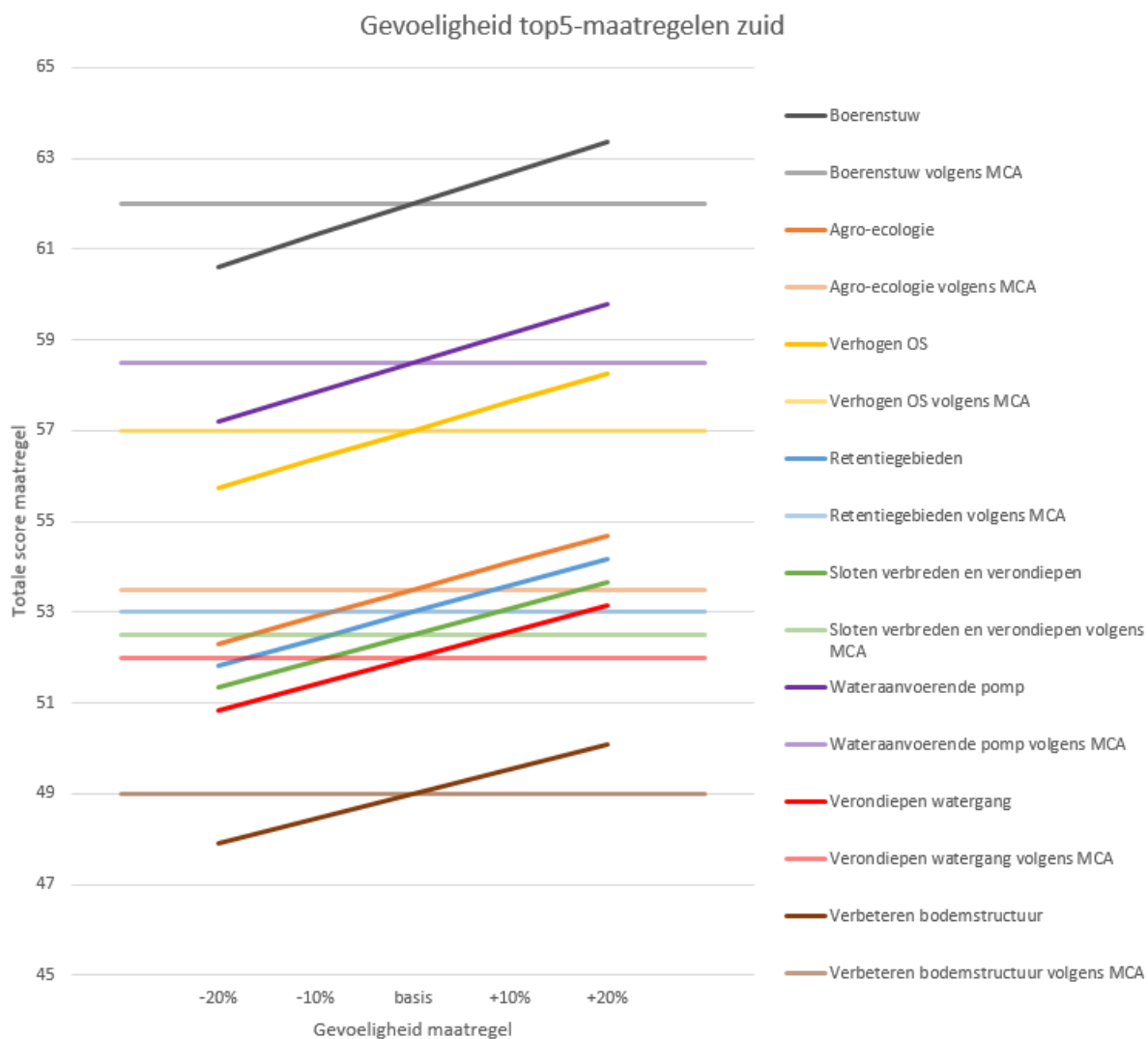


Figuur 109, Gevoeligheidsanalyse algemene maatregelen

Gevoeligheid top5-maatregelen noord



Figuur 110, Gevoeligheidsanalyse maatregelen pilot-gebied noord

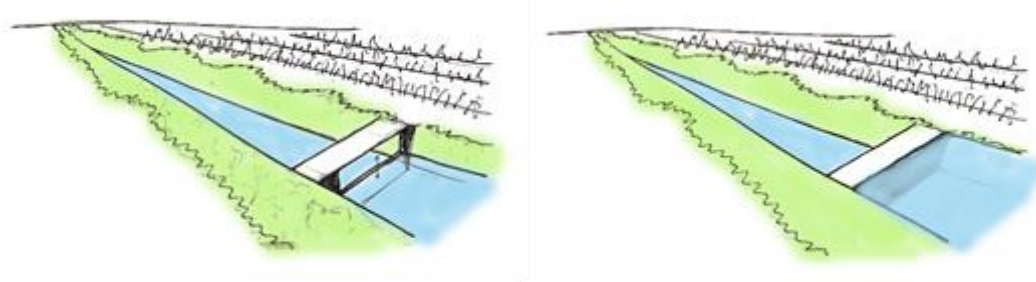


Figuur 111, Gevoeligheidsanalyse pilot-gebied zuid

Bijlage 37 Uitwerking top-5-maatregelen

37.1 Boerenstuwen

Er is regelmatig een neerslagoverschot in Nederland. Vaak wordt het water snel afgevoerd in natte perioden waarna er vervolgens een tekort ontstaat in droge periodes. Er is een gebrek aan bergingsmogelijkheden. Een boerenstuw kan de bergingscapaciteit en het reikende vermogen van water vergroten. De agrariër kan zelf bepalen wanneer er water wordt geborgen of afgevoerd wordt. Bij deze maatregel wordt de maximale bergingscapaciteit berekend.



Figuur 112: Effect van de maatregel 'Boerenstuw' (links is de stuw omhoog, rechts is de stuw dicht)

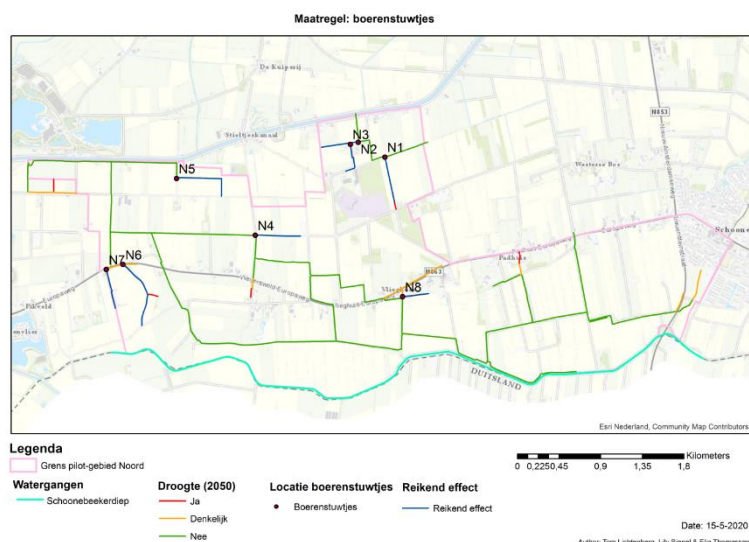
Pilot-gebied noord

In pilot-gebied noord vallen de meeste OOWS-watergangen droog. Door de plaatsing van acht boerenstuwen, zie Figuur 113, vallen de watergangen nauwelijks nog droog. Kleinere waterlopen (<250m) zijn niet meegenomen in de berekeningen. Met deze acht stuwen kan maximaal $\pm 11.300 \text{ m}^3$ in de watergangen geborgen worden, zie Tabel 33.

Tabel 33: Maximale bergingsvermogen en reikend effect opstuwing boerenstuwen pilot-gebied noord

Stuw	Bergingsvermogen (m^3)	Reikend effect	
Stuw 1	1558	544	
Stuw 2	1476	524 (maximaal reikeffect)	
Stuw 3	995	570 (maximaal reikeffect)	
Stuw 4	1708	569 (maximaal reikeffect)	In werkelijkheid groter bereik
Stuw 5	2209	675 (maximaal reikeffect)	
Stuw 6	1946	687 (maximaal reikeffect)	
Stuw 7	917	417 (maximaal reikeffect)	
Stuw 8	538	274 (maximaal reikeffect)	
Totaal	11.347 (m^3)		

De watergangen zijn echter bijna nooit compleet gevuld door onder andere (hoge) verdamping, (gebrek aan) neerslag en het gebruik van water voor beregening. Om deze redenen is de helft van de maximale bergingscapaciteit ($\pm 5650 \text{ m}^3$) reëler.



Figuur 113: Locatie en reikend effect boerenstuwen pilot-gebied noord

Pilot-gebied zuid

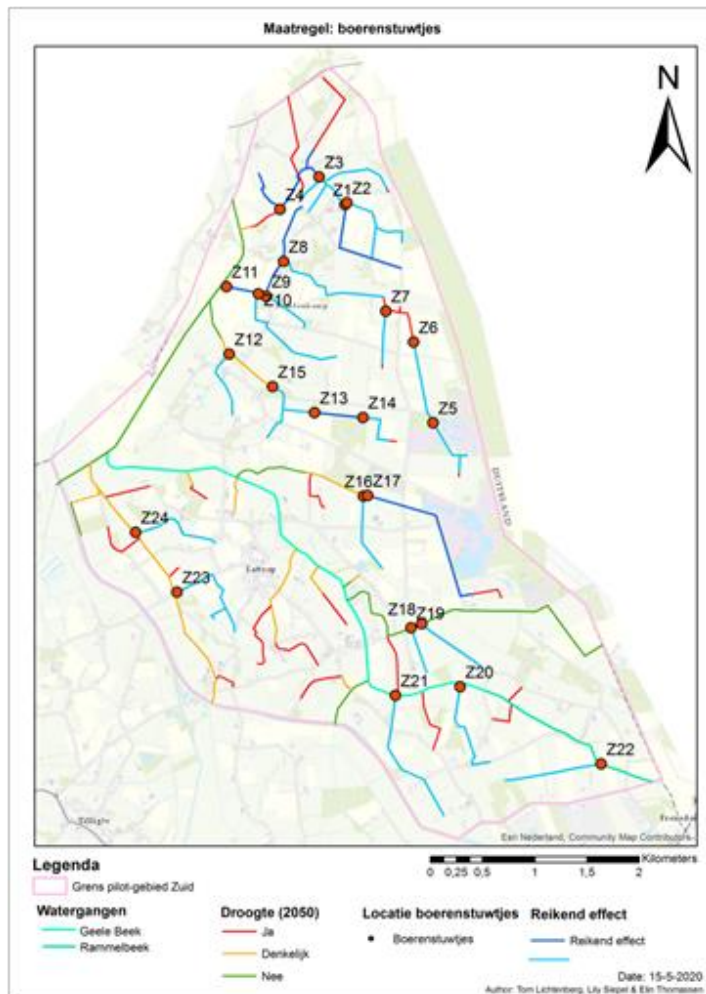
In pilot-gebied zuid valt een groot deel van zowel de OOWS-watergangen als ‘watergangen in bedrijf’ droog. Door de plaatsing van zeventien boerenstuwen, zie Figuur 114, vallen de watergangen nauwelijks nog droog. Er zijn alleen stuwen geplaatst op plekken waar de effecten invloed hebben op de functies landbouw en natuur. Kleinere waterlopen (<250m) zijn niet meegenomen in de berekeningen. Met deze zeventien stuwen kan maximaal ±51.500 m3 geborgen worden, zie Tabel 34.

Tabel 34: Maximale bergingsvermogen en reikend effect opstuwing boerenstuwen pilot-gebied zuid

Stuw	Bergingsvermogen (m3)	Reikend effect	
Stuw 1	2009	800 (maximaal reikeffect)	
Stuw 2	1725	646(maximaal reikeffect)	
Stuw 3	4518	1600 x	
Stuw 4	3725	1278 x	In werkelijkheid groter bereik
Stuw 5	1404	525 (maximaal reikeffect)	
Stuw 6	1997	790 (maximaal reikeffect)	
Stuw 7	2400	895 (maximaal reikeffect)	
Stuw 8	2476	924 x	
Stuw 9	998	386 (maximaal reikeffect)	
Stuw 10	2952	1102(maximaal reikeffect)	
Stuw 11	3472	1295 (maximaal reikeffect)	
Stuw 12	1774	659 (maximaal	

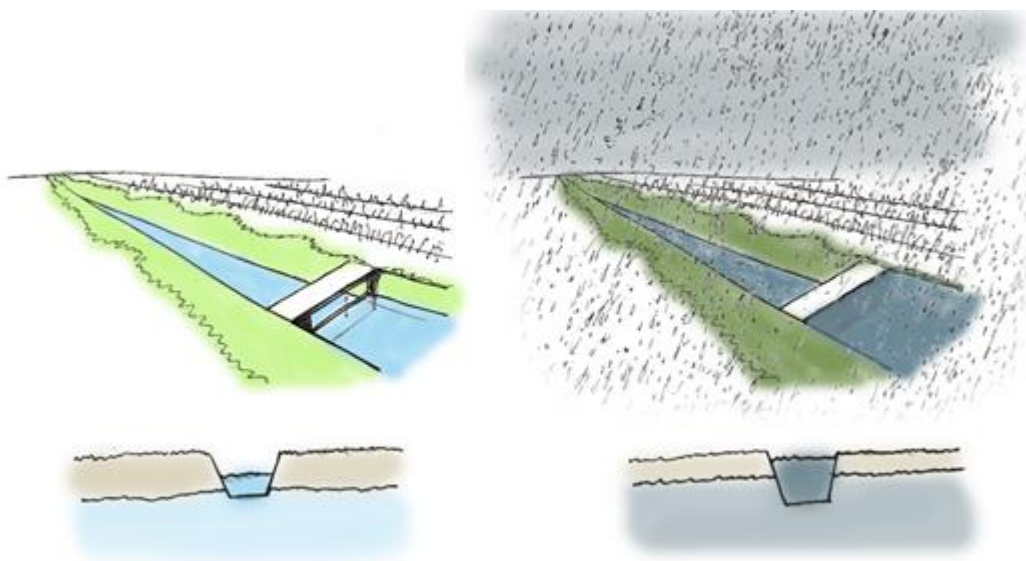
		reikeffect)	
Stuw 13	1329	502 (maximaal reikeffect)	
Stuw 14	1159	438 x	
Stuw 15	2662	995 (maximaal reikeffect)	
Stuw 16	4518	444 (maximaal reikeffect)	
Stuw 17	2920	1400 x	
Stuw 18	1299	490 (maximaal reikeffect)	
Stuw 19	880	300 (maximaal reikeffect)	
Stuw 20	904	935 (maximaal reikeffect)	
Stuw 21	992	119 (maximaal reikeffect)	
Stuw 22	1780	841 (maximaal reikeffect)	
Stuw 23	2212	1215 (maximaal reikeffect)	
Stuw 24	1441	887 (maximaal reikeffect)	In werkelijkheid groter bereik
Totaal	51546 (m ³)		

De watergangen zijn echter bijna nooit compleet gevuld door onder andere (hoge) verdamping, (gebrek aan) neerslag en het gebruik van water voor beregening. Om deze redenen is de helft van de maximale bergingscapaciteit ($\pm 25.750 \text{ m}^3$) reëler.



Figuur 114: Locatie en reikend effect boerenstuwen pilot-gebied zuid

37.2 Dynamisch peilbeheer



Figuur 115: Werking van dynamisch peilbeheer

De toepassing van dynamisch peilbeheer zorgt voor een continue afstemming van het gehandhaafde peil op verwachte weeromstandigheden en de groeiomstandigheden van met name gewassen en in beperkte mate van natuur (Stowa, sd). De maatregel dynamisch peilbeheer is een zeer effectieve manier in pilot-gebied noord om voornamelijk de agrariërs optimaal te bedienen van water. De veel aanwezige watergangen in pilot-gebied noord zorgen ervoor dat het dynamische peilbeheer beter kan worden toegepast, waardoor de afstand tussen peilverandering en grondwaterstandsverandering kleiner is.

Op dit moment wordt er een vast zomer- en winterpeil gehandhaafd, waardoor het watersysteem niet optimaal kan voldoen aan de verwachte wisselende eisen van verschillende gebruiksfuncties aan de grondwatersituatie. De huidige gemalen slaan namelijk aan als het waterpeil zich enkele centimeters boven of onder het streefpeil bevindt. Op dat moment wordt er overtollig water afgevoerd dat wordt beschouwd als een wateroverschot, maar wat echter nog geen wateroverlast veroorzaakt. In opeenvolgende drogere dagen, had het wateroverschot kunnen fungeren als extra waterbuffer, wat in dit geval weer door extern water aangevoerd moet worden. Doordat dynamisch peilbeheer kan inspelen op verwachte weersomstandigheden en waterstanden en een bredere range tussen het zomer- en winterpeil bevat, kan er effectiever worden omgegaan met gebiedseigen water en kan er een beter waterbeheer worden toegepast.

Agrariërs kunnen door de toepassing van dynamisch peilbeheer met hulp van het waterschap het benodigde grond- en oppervlaktewater afstemmen op het groeiseizoen van hun gewassen. Doordat het systeem weet wanneer gewassen het meeste water nodig hebben in combinatie met de kennis over voorspelde weersverwachtingen, kan er kortijdig een waterbuffer worden gecreëerd zodat er ten alle tijden genoeg toevoer van water naar vragende gebruiksfuncties kan plaatsvinden. Dit resulteert erin dat de landbouwopbrengsten van agrariërs gelijk blijven of verbeteren in de toekomst.

Het dynamische peilbeheer heeft zowel op zandgronden als veengronden een positieve werking (Stowa, sd). De vele aanwezige watergangen in pilot-gebied noord zorgen ervoor dat het dynamische peilbeheer beter kan worden toegepast, waardoor de afstand tussen peilverandering en grondwaterstandsverandering kleiner is.

Voordelen

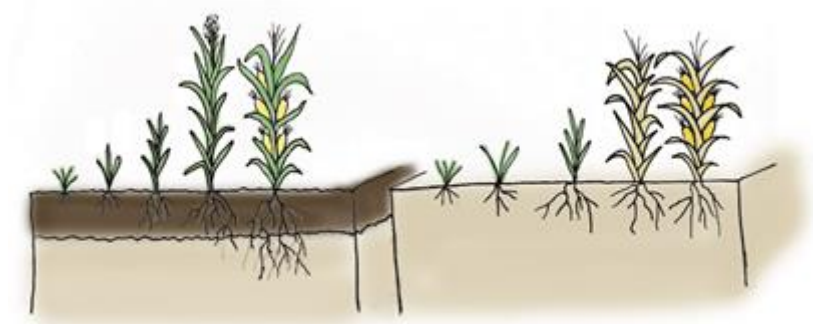
- Dynamisch peilbeheer houdt rekening met voorspelde weersomstandigheden en groeiseizoen van gewassen en vegetatie, hierdoor kan er op tijd extra waterberging worden gecreëerd. Dit resulteert erin dat er voorkomen kan worden dat gebieden te lang te nat of te droog zijn.

Nadelen

- Het is een dure maatregel. De maatregel vraagt een hoge gebruiksintensiteit van stuwen en gemalen. Daarnaast moeten de peilgebieden worden uitgerust met real-time monitoring en is er een operationeel systeem nodig, waarin voorspellingen worden verricht om te anticiperen op omstandigheden in de toekomst (Stowa, sd).
- Tevens kan de maatregel zorgen voor conflicten tussen de belangen van boeren en natuurbeheerders. De vraag is op wie gaat het waterpeil worden afgestemd.
- De maatregel is minder aantrekkelijk voor natuurdoelen, omdat de maatregel een hogere dynamiek in aan- en afvoer met zich meebrengt, wat resulteert in een verlies van gebiedseigen water (Stowa, sd).

Er hoeft minder water aangevoerd te worden, doordat er vroegtijdig wateroverschotten worden gebufferd om in drogere perioden te gebruiken. Het bufferen van water vindt plaats door het verhogen van het oppervlaktewaterpeil, waardoor water kan infiltreren en het grondwaterpeil kan worden aangevuld.

37.3 Verhogen organische stofgehalte



Figuur 116: Effect verhogen organische stofgehalte

Een hoger organisch stofgehalte heeft landbouwtechnisch veel voordelen. Zo verbetert het de bodemstructuur en vergemakkelijkt het de bewerkbaarheid van de grond, houdt het kationen beter vast, stimuleert het bodemleven en wordt het vochtvasthoudende vermogen van de bodem verhoogd (Handboek bodem & bemesting, sd).

De verhoging van organisch gehalte in de bodem is niet eenvoudig. Dit heeft te maken met het feit dat er in de bodem vaak al een grote hoeveelheid organische stof aanwezig is waardoor het lastig is om het percentage organisch stofgehalte omhoog te brengen. Als er al een grote hoeveelheid organisch stof in de grond zit, moet er om een toename van 1% te realiseren een hele grote hoeveelheid organisch stof op het land gebracht worden. Een voorbeeld: Een organisch stofgehalte van 1% in een bouwvoor van 30 cm vertegenwoordigt een hoeveelheid van 40 ton. Om het gehalte met 1% te verhogen moet 40 ton effectieve organische stof aangevoerd worden (Zwart, Kikkert, Wolfs, Termorshuizen, & van den Burgt, 2013).

Het organische stofgehalte in een bodem wordt verhoogd als er meer effectief organisch materiaal wordt aangevoerd dan dat er wordt afgebroken (Landbouw op Peil, 2014). Effectieve organische stof is de hoeveelheid organische stof die na één jaar nog over is in de bodem (Handboek Bodem & Bemesting, sd). De afbraak van organisch materiaal kan volgens de volgende methoden beperkt worden: beperkte grondbewerking, vermindering van de toepassing van intensieve gewassen en het niet scheuren van grasland (Landbouw op Peil, 2014). Het verhogen van de aanvoer van organisch materiaal kan op verschillende manieren, de meest voorkomende methoden zijn: het telen van gewassen die veel organische stof achterlaten, het bemesten van land met organische mestsoorten en het telen van groenbemesters. Voorbeelden van gewassen die veel organische stof achterlaten zijn: wortelresten van graan, gras en kool. Voorbeelden van organische mestsoorten zijn: strotorijke kippenmest, groenbemesters en drijfmest (Bokhorst, sd). Voorbeelden van geschikte groenbemesters zijn: Engels raaigras, Winterrogge en Bladrammenas (Nutrinorm, 2013).

Bij de toediening van organisch materiaal is het van belang dat het materiaal goed door de grond gemengd wordt. De hoogste concentraties van organische stof worden bereikt door ondiep te ploegen (Bokhorst, sd). Met een mix aan vers materiaal afkomstig van gewasresten, mest en compost kan het organische stofgehalte het best op peil gehouden worden (Zwart, Kikkert, Wolfs, Termorshuizen, & van den Burgt, 2013).

Referentieonderzoek

Karakteristiek verschillende gewassen na elkaar telen op hetzelfde perceel wordt ook wel vruchtwisseling genoemd. Vruchtwisseling speelt een grote rol bij het behoud en verhoging van de bodemvruchtbaarheid (Handboek Bodem & Bemesting, sd). Met behulp van het NDICEA-model zijn er verschillende vruchtwisselingsscenario's met gras en snijmaïs doorgerekend. Het NDICEA-model geeft indicaties van stikstof- en organische stof huishoudingen van landbouwbedrijven (Louis

Bolk Instituut, 2020). Deze scenario's geven aan dat het organische stofgehalte van blijvend grasland toeneemt tot 3,6% en dat van een continue maïsteelt afneemt tot onder de 2,4%. Bij de scenario's is er uitgegaan van een zandgrond met 30 cm zwarte laag en een grondwaterstand die dieper is dan 1,5 m. Het onderzoek levert de volgende vuistregels op:

- Vruchtwisselingen met de verhouding 1 jaar gras: 1 jaar maïs leveren een kleine toename in het organisch stofgehalte.
- Vruchtwisselingen waarbij er naar verhouding meer jaren maïs wordt geteeld dan gras leveren een afname in het organische stofgehalte
- Vruchtwisselingen met de verhouding 3 jaar gras: 3 jaar maïs op 60% van de bedrijfsoppervlakte leveren een organische stofgehalte dat op peil blijft (van Eekeren, van der Burgt, Philipsen, van Schooten, & de Haan, 2011).

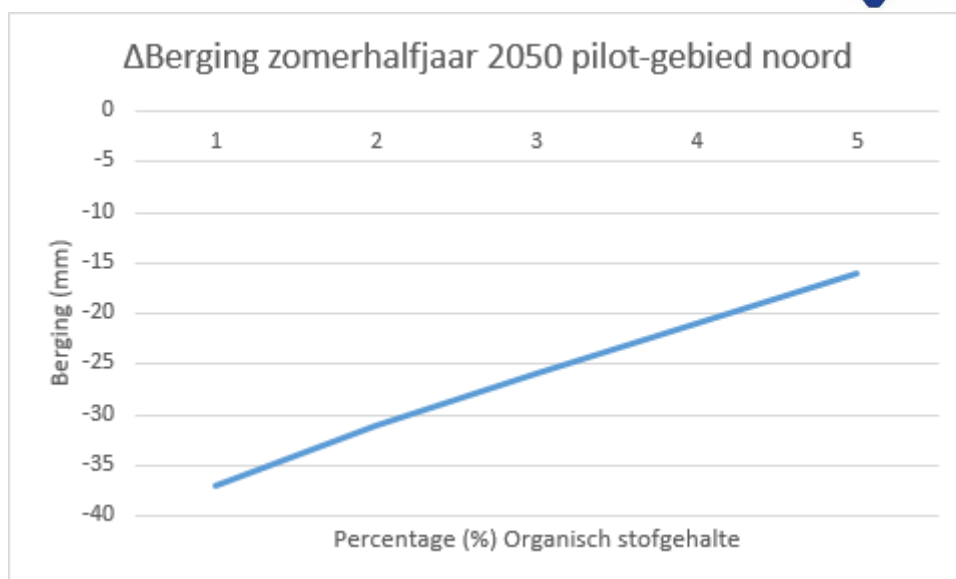
In Tabel 35 en Tabel 36 zijn de effecten van organisch stofgehalte op de berging in respectievelijk pilot-gebied noord en pilot-gebied zuid te zien. Bij elke verhoging van het organische stofgehalte met 1% neemt de berging met 5 mm toe als ervan uit wordt gegaan dat de berging met 6mm toeneemt (Landbouw op Peil, 2014). In deze berekening zijn alle aanwezige landbouw- en graspercelen verhoogd met 1% organisch stofgehalte en doorberekend in de waterbalans van het zomerhalfjaar van 2050. Om de daling van berging in een zomerhalfjaar, zie Figuur 117 (noord) en Figuur 118 (zuid), te kunnen bergen is er een toename van het organische stofgehalte nodig van respectievelijk 8,4% en 13,8%, dit is echter uitzonderlijk hoog.

In een droge zomer, waarin het neerslagtekort permanent toeneemt, is het effect van de extra waterberging in organisch stofgehalte gering. Echter in een matig droge zomer met regelmatig een regenbui kan de extra waterberging meerdere malen worden benut en kan een beregeningsbeurt worden uitgesteld en soms worden uitgespaard (Groenendijk, Wösten, Postma, & Ruijtenberg, 2019). Ditzelfde geldt voor natte winter. Bij de verhoging van het organische stofgehalte neemt de berging toe en kan er meer vocht worden vastgehouden in de bodem; de sponswerking van de bodem wordt groter. Deze maatregel is dus effectief in het 'natte' pilot-gebied noord en het 'droge' pilot-gebied zuid.

Resultaten pilot-gebied noord

Tabel 35: Effect organische stofgehalte op bergingscapaciteit en grondwaterstand pilot-gebied noord

	Berging (mm)	ΔGWS (m)
Zomerafvoer	-42	-0,21
Winterafvoer	+202	+1,01
Zomerafvoer (4mm)	-39	-0,20
Winterafvoer (4mm)	+205	+1,03
Zomerafvoer (6mm)	-37	-0,19
Winterafvoer (6mm)	+207	+1,04

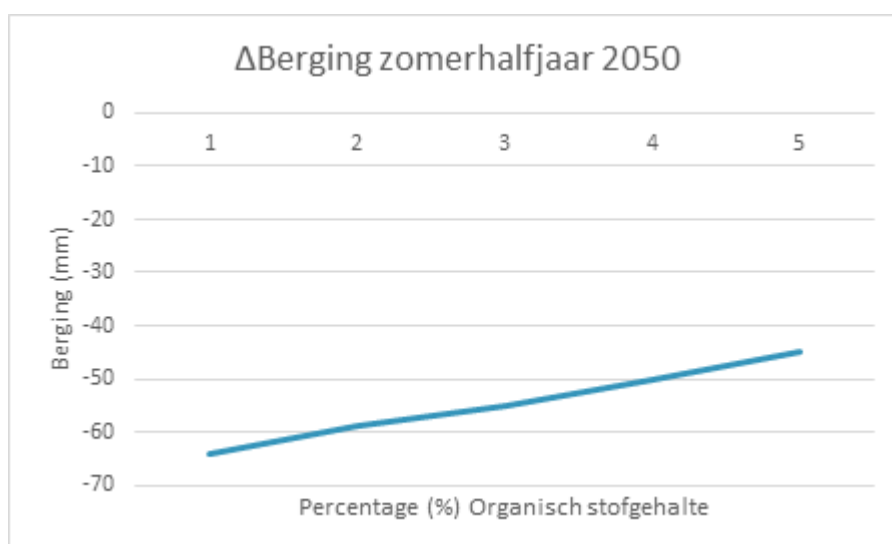


Figuur 117: Effect organische stofgehalte op de bergingscapaciteit in een zomerhalfjaar 2050 pilot-gebied noord

Resultaten pilot-gebied zuid

Tabel 36: Effect organische stofgehalte op bergingscapaciteit en grondwaterstand pilot-gebied zuid

	Afvoer (mm/dag)	Berging (mm)	ΔGWS (m)
Zomerafvoer	1081	-69	-0,35
Winterafvoer	4323	187	+0,94
Zomerafvoer (4 mm)	762	-66	-0,33
Winterafvoer (4 mm)	3430	195	+0,98
Zomerafvoer (6 mm)	584	-64	-0,32
Winterafvoer (6 mm)	3738	192	+0,96



Figuur 118: Effect organische stofgehalte op de bergingscapaciteit in een zomerhalfjaar 2050 pilot-gebied zuid

37.4 Agro-ecologie



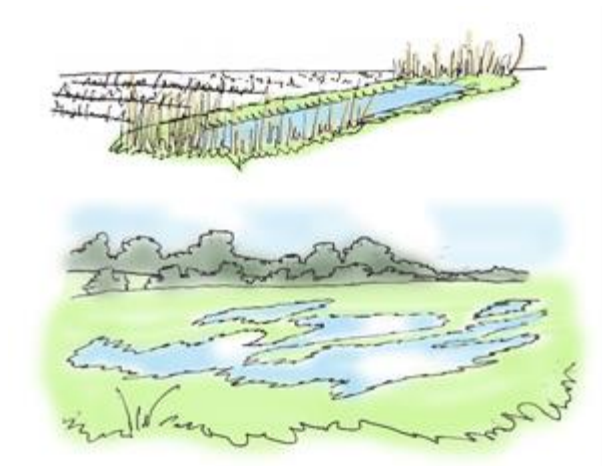
Figuur 119, Agro-ecologie

Agro-ecologie (zie figuur 119) is een verzamelnaam voor regeneratieve plantaardige productiesystemen die veerkracht tonen. Toekomstbestendige, veerkrachtige landbouw valt hier ook onder (WUR, sd). Voorbeelden van toekomstbestendige landbouwwormen zijn: agroforestry, mengteelten, strokenteelten, groenbemesters en organische stofbeheer.

Bij de meeste vormen van agro-ecologie is het belangrijk dat de bodem altijd bedekt is. Bij agroforestry en mengteelt is dit een uitgangspunt. Deze bedekking heeft veel positieve effecten zoals onder andere de verhoging van het organische stofgehalte, betere vasthouding van de bodem waardoor de kans op erosie afneemt en een afname van de verdamping van de bodem. Volgens Wouter van Eck, een expert op het gebied van agroforestry, kan het organische stofgehalte van de bodem in een voedselbos om tien jaar toenemen met 5 tot 7% (Lievense). In bijlage 35.3 is het effect van een verhoging van organische stofgehalte beschreven.

Met de maatregel agro-ecologie wordt de traditionele landbouw omgevormd tot een toekomstbestendige en veerkrachtige landbouw. Op deze manier kan de functie landbouw behouden worden op een duurzame manier.

37.5 Retentiegebieden



Figuur 120, Retentiegebieden

In Nederland is er over het algemeen sprake van een neerslagoverschot. Toch wordt er in de zomerperioden droogte ervaren. Het overschot aan water moet vastgehouden worden en tijdens de droge perioden ingezet worden. Dit is mogelijk door de realisatie van retentiegebieden. Door de implementatie van een retentiegebied wordt de bergingscapaciteit vergroot waardoor het watersysteem zowel in droge als natte tijden veerkrachtig kan reageren.

In Nederland hebben we een neerslagoverschot en toch last van droogte. Er wordt dus te veel water afgevoerd in plaats van vastgehouden. Het neerslagoverschot valt op de momenten dat het niet bruikbaar is en wateroverlast veroorzaakt. Waterberging is mogelijk in de vorm van een gezamenlijke waterbuffer of een wateropslag op eigen perceel. Het hebben van een wateropslag maakt met name agrariërs minder afhankelijk van de hoeveelheid water uit sloten of kanalen waarvoor de waterbeheerder verantwoordelijk is. De lage prioriteit van landbouw in de verdringingsreeks zorgt ervoor dat watertoevoer aan agrarische gebieden in tijden van droogte onzeker wordt.

In de pilot-gebieden kan een waterbuffer of aangewezen boerenbergingsgebieden ervoor zorgen dat water naar plekken kan worden afgevoerd, waar het geborgen en opgeslagen wordt voor drogere tijden. In natte tijden kunnen deze gebieden fungeren als wateropslag om wateroverlast te voorkomen. In pilot-gebied noord kan de waterbuffer ook dienen als wateropslag in droge tijden, maar ook als afvoerpunt om water in tijden van wateroverlast te bergen. In pilot-gebied zuid kunnen de bergingsgebieden met name fungeren als wateropslag, waaruit watertoevoer mogelijk is in drogere perioden om gewasderving te voorkomen. Tevens kunnen de natura-2000 gebieden in pilot-gebied zuid profiteren van het behoud van gebiedseigen water.

Een waterbuffer kan zowel natuurlijk of kunstmatig van aard zijn. Een natuurlijke waterbuffer kan een plas of een ander dergelijk aangewezen gebied zijn om dienst te doen als waterbuffer. Met behulp van drainagesystemen kan het overtollige water naar de plas geleid worden en andersom. Een kunstmatige waterbuffer is een gegraven bassin, waar overtollig regenwater heengevoerd kan worden om op een later tijdstip gebruikt te kunnen worden om watertekorten aan te vullen (Stowa, sd).

Waterbuffers of retentiegebieden kunnen allerlei afmetingen hebben. De grootte van het effect voor een agrariër of natuurgebied ligt aan het effect dat zij daarmee willen behalen.

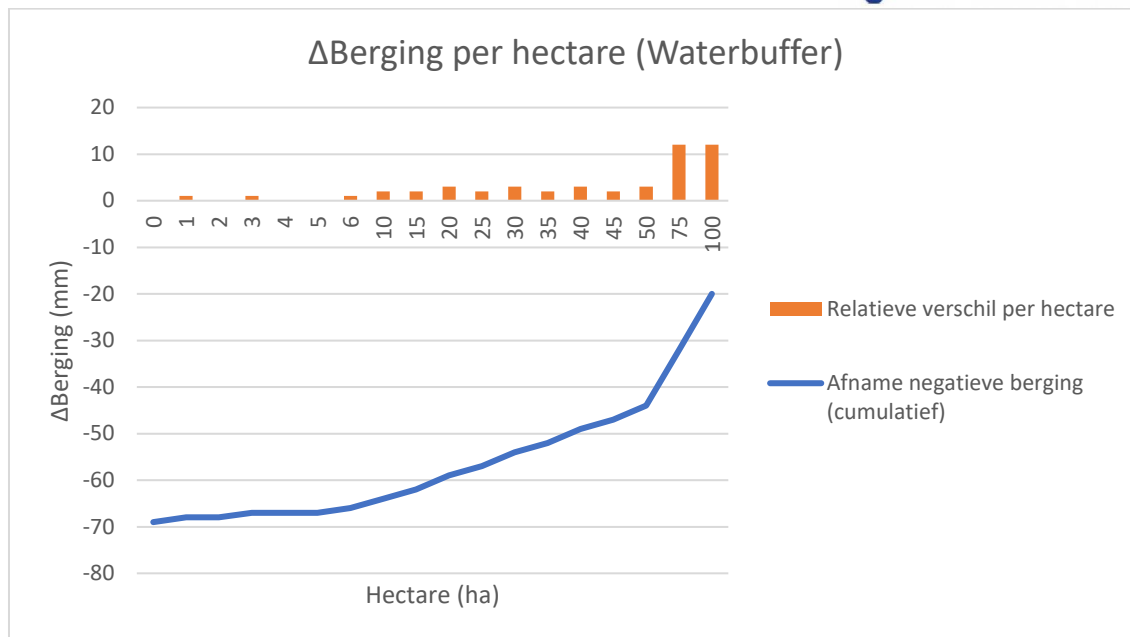
In pilot-gebied zuid is er in het zomerhalfjaar ruim 1,4 miljoen kuub water nodig om het tekort te compenseren. Wordt het bergingsoverschot in de winter vergeleken met het bergingstekort in de zomer, blijkt dat het gebied een overschot van 128 millimeter, omgerekend ruim 2,6 miljoen kuub water heeft. Het tekort kan theoretisch gezien dus gecompenseerd worden als het wateroverschot in de winter gebruikt wordt als buffer. In de praktijk is dit niet haalbaar omdat driekwart van het gebied dan als waterretentie moet dienen. Zoveel water is er daadwerkelijk ook niet nodig om droogteschade aan de natuur en gewassen te voorkomen.

In figuur 121 is er gekeken naar wat het effect van een waterbuffer met een afmeting van één hectare is, waaruit 1 meter water onttrokken mag worden. De figuur laat zien dat er een redelijk grote waterbuffer nodig is om een verschil in de berging te maken. Volgens Landbouw Op Peil kan een waterbuffer in een niet wateraanvoerend gebied jaarlijks ongeveer 25 tot 75 extra waterberging bieden. Voor pilot-gebied zuid betekent dit dat de negatieve berging van -69 millimeter in het zomerhalfjaar van 2050 wordt verlaagd naar een tekort van -44 millimeter ($-69+25$). Volgens Figuur 121, zou er 51 hectare in het gebied ingezet moeten worden als waterbuffer. Voor pilot-gebied noord resulteert deze toename van 25 millimeter waterberging tot een negatieve berging van -18 millimeter in het zomerhalfjaar van 2050. Dit zou betekenen dat er 37 hectare moet worden ingezet als waterbuffer om deze toename in berging te kunnen realiseren.

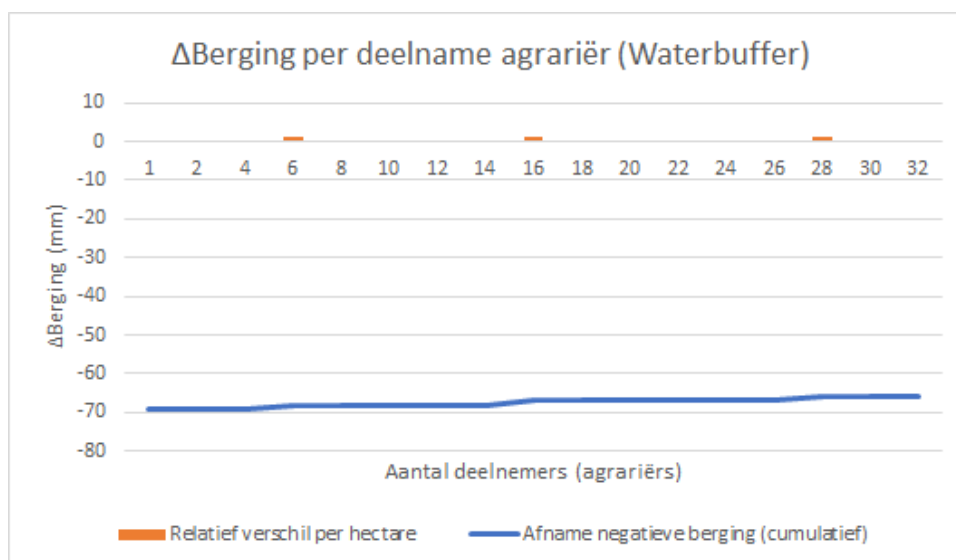
Pilot-gebied zuid bevat 32 boeren. Als ervan uitgegaan wordt dat elke agrariër een deel van zijn perceel inlevert om als waterberging te dienen ($25 \times 75 \times 1,5$), dan levert dat 3 millimeter extra berging op in het zomerhalfjaar van 2050 (zie Figuur 122). Voor deze maatregel dient er 6 hectare land ingeleverd te worden om deze bergingsverhoging te behalen. Om een groter bergingsverschil te halen, dienen er meer percelen ingezet te worden.

Het is interessant om als agrariër een blauwe dienst te leveren. Dit kan in de vorm van een boerenbergingsgebied. Het gebied behoudt zijn functie voor landbouwkundig gebruik. De percelen in laaggelegen gebieden kunnen worden gekoppeld aan een waterloop. Hierdoor kan er een lokaal waterbergingsgebied worden gecreëerd, dat mag onderlopen. De maatregel kan in tijden van wateroverlast de watergang ontlasten en kan tevens in tijden dat er een overschot aan neerslag is, het water bufferen en vasthouden om in drogere perioden te kunnen gebruiken. Wordt er bijvoorbeeld 100 hectare aan percelen aangewezen als boerenbergingsgebieden, wat in pilot-gebied zuid 5% van het gehele oppervlak beslaat, kan er 49 millimeter extra water geborgen worden. Wordt er in pilot-gebied noord 100 hectare als waterbergingsgebieden aangewezen, dan levert dit een bergingsverschil van 81 millimeter op. Hiervoor moet in pilot-gebied noord wel meer dan 8% van het totale oppervlak ingezet worden om te dienen als waterbergingsgebied.

Een kanttekening dat bij deze maatregel gemaakt moet worden, is dat boeren-bergingsgebieden afhankelijk zijn van het wateroverschot en neerslag in nattere perioden. Blijven deze perioden uit, dan levert dit dus ook geen berging op. Tevens wordt er in deze berekening ervanuit gegaan dat ook deze gebieden 1 meter aan water zullen bergen. Dit zou gezien het wateroverschot in de winterperiode moeten kunnen, maar zal naar verwachting eerder lager kunnen uitvallen dan hoger. Daarnaast dient er met een waterbuffer rekening te worden gehouden met zijn ecologische functie. Volledig onttrekken van water is dan geen optie.

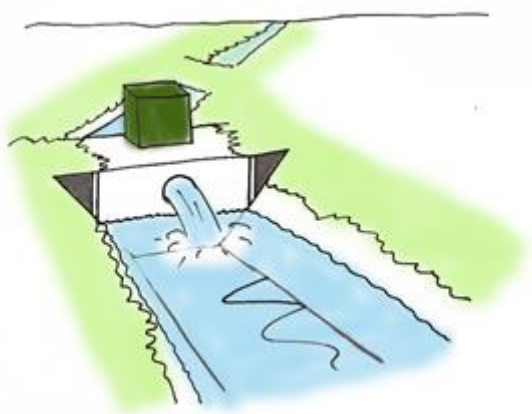


Figuur 121: Verschil in bergingscapaciteit per hectare pilot-gebied zuid



Figuur 122: Verschil in bergingscapaciteit per deelname agrariër pilot-gebied zuid

37.6 Vergroten capaciteit aanvoerpomp pilot-gebied noord



Figuur 123: Vergroten capaciteit aanvoerpomp pilot-gebied noord

Wanneer het waterpeil te laag zakt, zoals in 2018 het geval was, kan het aanvoergemaal Padhuizerweide, geen water in het pilot-gebied pompen. Door de pomp te verlagen, kan de aanvoerpomp ook bij lage waterstanden water aanvoeren. In deze paragraaf wordt het effect van wateraanvoer voor het zomerhalfjaar van 2050 inzichtelijk gemaakt als de aanvoerpomp maximaal zal draaien bij verschillende draaiuren.

Aanvoergemaal Padhuizerweide heeft een maximale pompcapaciteit van 5,5 m³/min, omgerekend 0,09 m³/s. In de waterbalans voor het zomerhalfjaar van 2050 is doorberekend wat het effect is als de pomp bij dezelfde draaiuren maximaal pompt. Bij een pompcapaciteit van 50%, zoals is berekend in bijlage 22, zal er in de zomer van 2050 een bergingstekort van -42 millimeter optreden. Wordt er maximaal gepompt bij dezelfde draaiuren dan verandert de berging naar -40 millimeter (zie Figuur 124). Alhoewel er verwacht werd dat het verdiepen van de pomp een aanzienlijk verschil zou maken in de waterberging, blijkt dit echter niet zo te zijn. Er moet opgemerkt worden dat door het niet verlagen van de draaiuren van het afvoergemaal, het effect van wateraanvoer ook in het niet valt. Omdat er afgevoerd wordt wanneer het water zijn gehanteerde waterpeil bereikt en dit niet in de berekeningen verwerkt is, kan er ook niet bepaald worden met hoeveel uur het aantal draaiuren van gemaal Ossehaar zal moeten afnemen.

Zomerhalfjaar 2050 (maximale pompcapaciteit)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	505	6208799
Aanvoer gemaal	4,5	48924
Afvoer		
Verdamping	517	6353538
Kwel	0	0
wegzijging	0	0
Afvoer	33	406272
Berging		
ΔB	-40	-502087
ΔGWS	-202	-0,20 m

Figuur 124: Waterbalans zomerhalfjaar 2050 (maximale pompcapaciteit)

Verhogen draaiuren aanvoergemaal Padhuizerweide

In de waterbalans, Tabel 37, is berekend wat het effect is van een toename van het aantal draaiuren van het aanvoergemaal als het aantal draaiuren van het afvoergemaal hetzelfde blijft (419 uur). Neemt het aantal draaiuren met 100% toe dan heeft dit een effect van 4 millimeter op de gehele waterbalans. Tevens neemt de berging niet toe als de draaiuren per 10% wordt verhoogd. Pas bij een toename van 20% van de draaiuren, is er een effect in de waterbalans te zien.

Tabel 37: Verhoging draaiuren aanvoergemaal Padhuizerweide

Percentage	Draaiuren aanvoergemaal +10%	ΔBerging (mm)	Toename per stap (mm)
0	151	-40	
10%	166	-40	0
20%	181	-39	1
30%	196	-39	0
40%	211	-39	0
50%	227	-38	1
60%	242	-38	0
70%	257	-37	1
80%	272	-37	0
90%	287	-36	1
100%	302	-36	0

Verlagen draaiuren afvoergemaal Ossehaar

In Tabel 38 zijn de resultaten weergegeven waarbij het effect van het verlagen van de draaiuren van het afvoergemaal Ossehaar is berekend. In deze berekening zijn de gemeten draaiuren van het aanvoergemaal niet veranderd. Er is enkel gekeken naar het effect van het verlagen van de afvoer. Uit de berekeningen blijkt dat per 10% afname van de draaiuren van het afvoergemaal, de berging stijgt met 3 millimeter. Wordt de afvoer met 10% verlaagd, dan is het effect bijna hetzelfde als maximaal aanvoeren.

Tabel 38: Percentuele verlaging draaiuren afvoergemaal Ossehaar

Percentage (%)	Draaiuren afvoergemaal -10%	ΔBerging (mm)	Afname per stap
0%	419	-40	
10%	377	-37	3
20%	335	-34	3
30%	293	-31	3
40%	251	-28	3
50%	210	-25	3

Verhogen draaiuren aanvoergemaal en verlagen draaiuren afvoergemaal

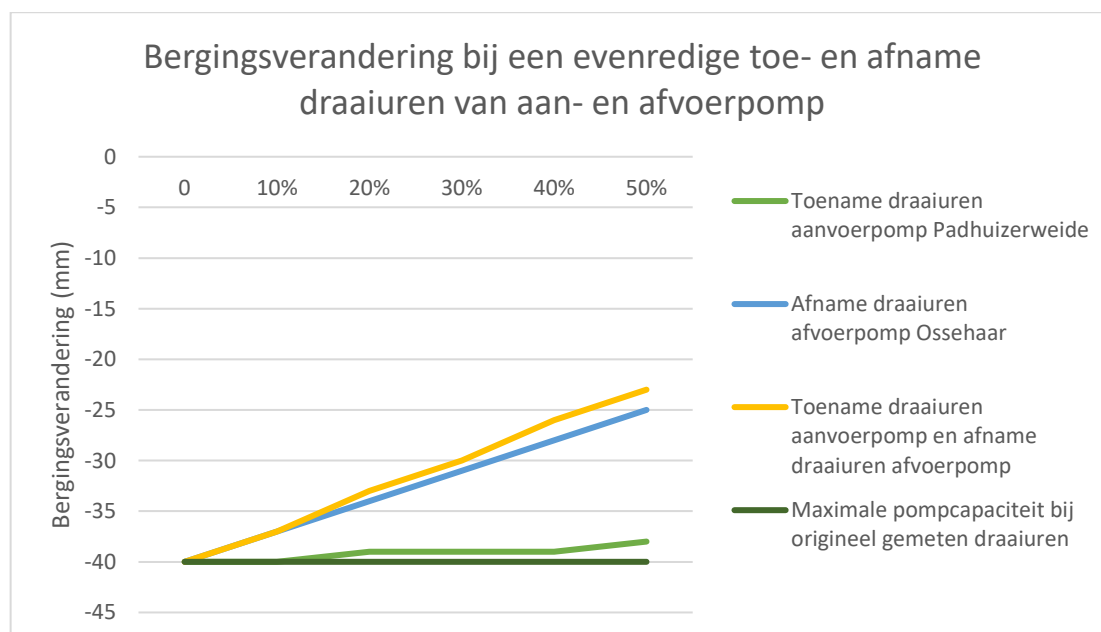
In Tabel 39 zijn de draaiuren van het afvoergemaal evenredig verlaagd met 10%, waarbij tegelijkertijd de draaiuren van het aanvoergemaal evenredig met 10% zijn verhoogd. Deze maatregel is effectiever dan alleen het verhogen of verlagen van de aan- en afvoer, maar het verschil is gering. Pas bij een percentuele verandering van 20% wordt er grotere verhoging van de berging gemeten dan bij enkel het verlagen van de draaiuren van het afvoergemaal.

Tabel 39: Percentuele verhoging en verlaging draaiuren aan- en afvoergemaal

Percentage (%)	Draaiuren afvoergemaal	Draaiuren aanvoergemaal	ΔBerging (mm)	Toename ΔB per stap (mm)
0%	419	151	-40	
10%	377	166	-37	3
20%	335	181	-33	4
30%	293	196	-30	3
40%	251	211	-26	4
50%	210	227	-23	3

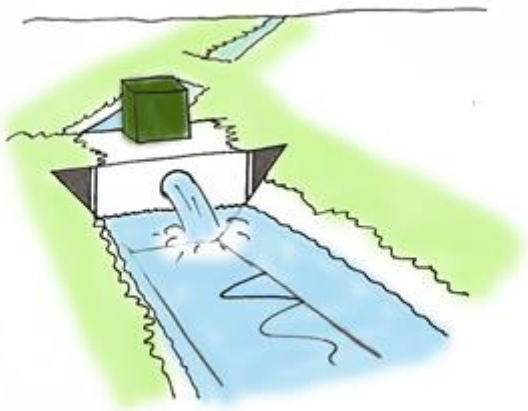
Conclusie

In Figuur 125 zijn de effecten van drie hier boven genoemde berekeningen te zien. Uit de bevindingen mag geconcludeerd worden, dat aanvoeren van water weinig effect heeft als de afvoer niet verminderd wordt. Ook kan geconcludeerd worden dat het verminderen van de afvoer, dus water bergen en vasthouden in het gebied, effectiever is en meer effect heeft dan wateraanvoeren.



Figuur 125: Effecten van het verlagen draaiuren afvoerpomp en verhogen draaiuren aanvoerpomp

37.7 Wateraanvoerende pomp pilot-gebied zuid



Figuur 126: Wateraanvoerend gemaal pilot-gebied zuid

In pilot-gebied zuid wordt het afvoerpomp aan de Frensdorferweg opgeheven. Het gemaal werd gebruikt om het achterliggende agrarische gebied te voorzien van een optimaal waterpeil. Door de uitbreiding van het Natura-2000 gebied De Bergvennen en Brecklenkampseveld, worden de landbouwgebieden opgeheven en krijgt dit gebied de functie natuur. Het is de bedoeling dat de pomp van het gemaal aan de Frensdorferweg een nieuwe functie als aanvoerpomp krijgt. De pomp kan worden aangesloten op het Dinkelkanaal (Figuur 127), waardoor er binnen het vrij-afwaterende systeem een wateraanvoersysteem gecreëerd kan worden.



Figuur 127, Nieuwe locatie pomp Frensdorferweg

Het effect van deze maatregel wordt uitgewerkt voor het zomerhalfjaar van 2050. Uit bijlage 23 blijkt dat er in het zomerhalfjaar van 2050 een bergingstekort van -69 millimeter zal optreden. Om dit tekort te kunnen opheffen is er een pomp met een maximale pompcapaciteit van 5,3 m³/min nodig (zie Bijlage 38). De aanwezige pomp heeft een maximale pompcapaciteit van 4,3 m³/min. Wordt er maximaal gepompt met deze pomp, dan zal dit een negatieve berging van -15 millimeter opleveren (zie Bijlage 38). De negatieve berging wordt hiermede niet opgelost, maar neemt wel met een percentage van 78% af.

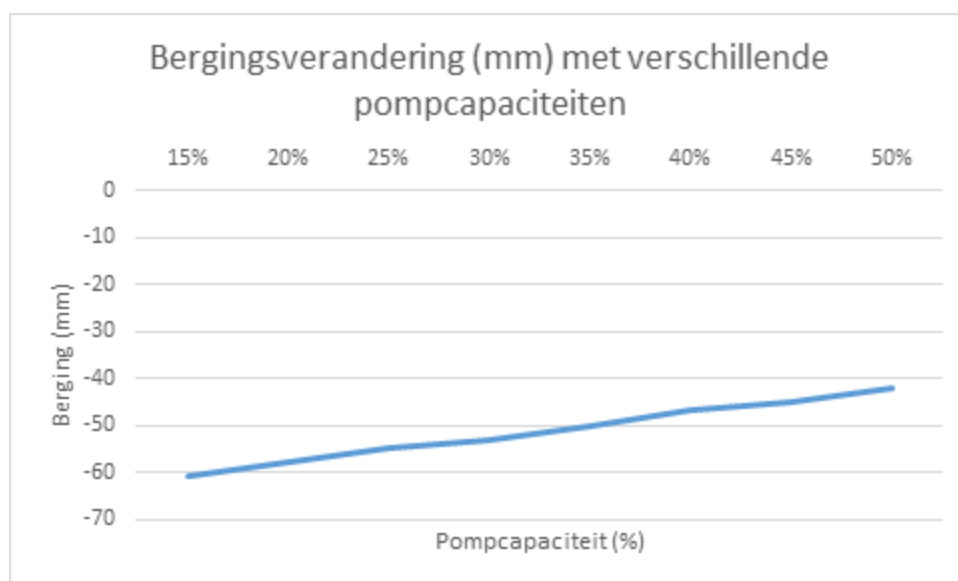
Tabel 40, Pompcapaciteit pomp Frensdorferweg

Maximale pompcapaciteit	4,3 m³/min
	0,07 m ³ /s
	71,1 l/s
	258 m ³ /uur

Een kanttekening aan deze maatregel is, dat het water niet zoals in pilot-noord vanuit een retentiegebied zoals het IJsselmeer wordt opgepompt, maar van het Dinkelkanaal wordt afgetapt. Indien de pomp maximaal pompt, wordt er 71,2 liter per seconde van het Dinkelkanaal afgepompt. Het Dinkelkanaal heeft echter een zomers afvoerdebit van 100 liter per seconde. Dit zou betekenen dat de pomp meer dan 70% van het Dinkelkanaal zou afvoeren. Om stroming in het watersysteem van het Dinkelkanaal te behouden en te blijven voldoen aan de KRW-richtlijnen, is een maximale pompcapaciteit niet mogelijk.

Mogelijke pompcapaciteiten

De bergingsverschillen voor verschillende pompcapaciteiten is berekend en weergegeven in Figuur 128. Uit de resultaten blijkt dat als de pompcapaciteit met 5% wordt verhoogd, de negatieve berging met 2 tot 3 millimeter afneemt. Wordt er gerekend met een pompcapaciteit van 25%, dan zal dit voor het zomerhalfjaar van 2050 resulteren in een afname van de negatieve berging met 14 millimeter (zie Figuur 129), dat is een toename van de berging met 20% ten opzichte van een situatie zonder aanvoerpomp. Dit betekent een grondwaterstijging van 7 centimeter. Heeft de pomp een pompcapaciteit van 50%, wat zeer onwaarschijnlijk zal zijn, dan zal de negatieve berging met 27 millimeter afnemen tot een berging van -42 millimeter. Dit is een afname van 39% ten opzichte van de situatie zonder aanvoerpomp.



Figuur 128, Bergingsverandering (mm) bij verschillende pompcapaciteiten

Zomer 2050 (pompcapaciteit 25%)		
Aanvoer	mm	m3
Neerslag	454	9237266,456
Aanvoer	14	275940
Afvoer		
Verdamping	513	10444117,45
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	10	197283
Berging		
ΔB	-55	-1128193

Figuur 129, Verandering in berging met een pompcapaciteit van 25%

Conclusie

Wateraanvoer doormiddel van een aanvoerpomp heeft in pilot-gebied zuid een positief effect. Met een pompcapaciteit van 25% zal de waterberging met 20% toenemen in het gebied. De aanvoer is echter zeer afhankelijk van het debiet van het Dinkelkanaal. Neemt dit debiet af, dan neemt de afvoercapaciteit en de watertoevoer van extern water in het pilot-gebied ook af. Wel biedt deze optie om alvast voldoende water aan te voeren in tijden wanneer er zich nog geen watertekort voordoet. Hierdoor kan er met behulp van de boerenstuwen, water het gebied ingepompt worden om te bergen en te infiltreren. Het grondwaterpeil kan hierdoor stijgen, waardoor het grondwaterpeil minder snel uitzakt in drogere tijden, wanneer de aanvoerpomp het gebied beperkt van water kan voorzien.

Bijlage 38 Berekening effect maatregel aanvoerpomp pilot-gebied zuid

Berekening benodigde pompcapaciteit

Het zomerhalfjaar van 2050 bevat een negatieve berging van -69 millimeter, omgerekend – 1404133 m³. Met de volgende berekening is er berekend wat de minimale capaciteit van een pomp moet zijn om het negatieve bergingsverschil op te heffen (zie Tabel 41).

Tabel 41, Benodigde pompcapaciteit aanvoerpomp pilot-gebied zuid

Formule	Resultaat
Benodigde afvoer per dag: (totale negatieve berging/ half jaar)	7694 m ³ /dag
Benodigde afvoer per uur: (Afvoer per dag/24 uur)	321 m ³ /uur
Benodigde afvoer per minuut: (Afvoer per uur/ 60)	5,3 m ³ /min
Benodigde afvoer per seconden (Afvoer per uur/60)	0,09 m ³ /s
Benodigde afvoer in liter per seconden (afvoer per seconden x 1000)	89 l/s

Gegevens aanvoerpomp Frensdorferweg (Tabel 42):

Tabel 42, Gegevens aanvoerpomp Frensdorferweg

Maximale pompcapaciteit	4,3 m³/min
	0,07 m³/s
	71,1 l/s
	258 m³/uur

Berekening ΔBerging

Door de negatieve berging te delen door de maximale pompcapaciteit van de pomp per uur (1404133/258), dient er 5442 uur te worden gepompt om het negatieve bergingsverschil te kunnen opheffen. Dit zijn 227 dagen. Dit betekent dat het bergingsverschil niet kan worden opgeheven in een half jaar, wanneer de pomp maximaal pompt. Wordt de maximale pompcapaciteit van 0,07 m³/s doorberekend in de waterbalans, wordt er een negatieve berging van -15 millimeter verkregen (zie Figuur 130).

Zomer 2050 (pompcapaciteit 100%)		
Aanvoer	mm	m ³
Neerslag	454	9237266,456
Aanvoer	54	1103760
Afvoer		
Verdamping	513	10444117,45
Kwel	0	0
Wegzijging	0	0
Afvoer	10	197283
Berging		
ΔB	-15	-300373

Figuur 130, Effect maximale pompcapaciteit aanvoerpomp pilot-gebied zuid

Bibliografie

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *FAO Irrigation and Drainage Paper No.56*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Reas, D., & Smith, M. (1998). *FAO Irrigation and Drainage Paper*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Atelier GROENBLAUW. (sd). *Infiltratiekratten en infiltratieputten*. Opgeroepen op mei 5, 2020, van Groenblauwe netwerken: <https://nl.urbangreenbluegrids.com/measures/infiltration-boxes-and-infiltration-drainswells/>
- Atelier GROENBLAUW. (sd). *Kristalblad, Hengelo/Enschede*. Opgeroepen op mei 5, 2020, van Groenblauwe netwerken: <https://nl.urbangreenbluegrids.com/projects/kristalblad-hengeloenschede/>
- Bartholomeus, R., Witte, F., van Bodegom, P., & van Dam, J. (2010). Nieuwe maat voor bodemvochtregime ook geschikt onder toekomstig klimaat. *H2O*. Opgeroepen op april 4, 2020
- Berendsen, H. (2005). *Landschappelijk Nederland*. Perspectief Uitgevers. Opgeroepen op april 27, 2020
- Bokhorst, J. (sd). *Organische stof*. Opgeroepen op mei 13, 2020, van Goed bodembeheer: <https://www.goedbodembeheer.nl/organische-stof>
- Braak, D. t., Grobbe, T., Heitbrink, L., Lenne, R. d., & Worm, B. (2019). *Beleidsvaluatie Droogte 2018*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.
- Brouwer, C., Prins, K., Kay, M., & Heibloem, M. (sd). *Irrigation Water Management: Irrigation Methods*. Opgeroepen op mei 6, 2020, van Irrigation Water Management: Irrigation Methods: <http://www.fao.org/3/s8684e/s8684e07.htm>
- Bruijn, d. K. (2005). *Resilience and flood risk management: A systems approach applied to lowland rivers*. Delft: DUP Science. Opgeroepen op maart 26, 2020
- Bureau Lantschap. (2009). *Ontgonnen verlede, Regiobeschrijvingen provincie Drenthe*. Ede: Directe Kennis.
- Compendium voor de Leefomgeving. (2009, Maart 19). *Nationaal Landschap Noordoost-Twente*. Opgehaald van www.clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl149701-noordoost-twente>
- de Jong, D., Meulenkamp, W., Olde Loohuis, R., Rienks, W., van Rooij, B., Swart, W., & Vogelzang, T. (2009). *Grootschalig boeren in kleinschalig landschap*. Hengelo: Laserline Hengelo.
- Future Water. (sd). *Klimaat Adaptieve Drainage*. Opgeroepen op mei 6, 2020, van Future Water: <https://www.futurewater.nl/projects/klimaat-adaptieve-drainage/>
- GISGeography . (2017, Mei 9). *What is NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)?* Opgehaald van www.gisgeography.com: <https://gisgeography.com/ndvi-normalized-difference-vegetation-index/>
- Groenendijk, P., Wösten, H., Postma, R., & Ruijtenberg, R. (2019, April). Organisch stof: De moeite waard voor waterbeheer? *H2O*, pp. 28-31.

- H2O waternetwerk. (2019, augustus 7). *Vallei en Veluwe stimuleert biodiversiteit met nieuwe aanpak bij maaien*. Opgeroepen op mei 6, 2020, van H2O waternetwerk:
<https://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/vallei-en-veluwe-stimuleert-biodiversiteit-met-nieuwe-aanpak-bij-maaien>
- Haan, J. J. (2018, Juli 18). *Beregenen in de akkerbouw: passen en meten*. Opgehaald van www.subsites.wur.nl: <https://subsites.wur.nl/nl/show/Beregenen-in-de-akkerbouw-passen-en-meten-1.htm>
- Handboek Bodem & Bemesting. (sd). *Organisch stofgehalte*. Opgeroepen op Mei 2020, van www.handboekbodemenbemesting.nl:
<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stofbalans.htm>
- Handboek bodem & bemesting. (sd). *Organische-stofbalans*. Opgeroepen op mei 13, 2020, van Handboek bodem & bemesting:
<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stofbalans.htm>
- Handboek Bodem & Bemesting. (sd). *Vruchtwisseling*. Opgeroepen op mei 14, 2020, van Handboek Bodem & Bemesting:
<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Vruchtwisseling.htm>
- Hendriks, D., Broers, H. P., Ek, R. v., & Hoogewoud, J. (2012). Dynamiek van uitwisseling grond- en oppervlaktewater in Nederland. *H2O*, 27-30.
- Henk Hemstra Consulting. (2020). *MoSCoW*. Opgeroepen op maart 2020, van Henk Hemstra Consulting: <http://henkhemstraconsulting.nl/moscow/>
- Huiskens, R. (2020, maart 4). (T. Lichtenberg, L. Siepel, & E. Thomassen, Interviewers)
- InfoMil, K. (sd). *Normen voor wateroverlast*. Opgeroepen op Maart 2, 2020, van www.infomil.nl:
<https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/wateroverlast-0/normen-wateroverlast/>
- J.G.P.W. Clevers (Ed.). (2006). *Remote Sensing reader*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Jongmans, A., van den Berg, M., Sonneveld, M., Peek, G., & van den Berg van Saparoea, R. (2012). *Landschappen van Nederland* (Vol. 1). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- Kenniscentrum InfoMil. (sd). *Waterakkoorden*. Opgeroepen op Februari 28, 2020, van www.infomil.nl: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/waterwet/organisatie/waterakkoorden/>
- Kennisportaal Ruimtelijk Adaptatie. (sd). *Achtergrondinformatie wateroverlast*. Opgeroepen op april 16, 2020, van Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie:
<https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/wateroverlast/>
- klimaat-effectatlas. (2020, Mei). *klimaat-effectatlas viewer (droogte)*. Opgehaald van [klimaat-effectatlas](http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/): <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>
- Klimaat-effectatlas. (sd). *Kaartverhalen*. Opgeroepen op april 16, 2020, van Klimaat-effectatlas:
<http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartverhaal-wateroverlast>

- KNMI. (2015, Januari 5). *Jaar 2014*. Opgehaald van [www.knmi.nl](https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2014/jaar): <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2014/jaar>
- KNMI. (2015). *KNMI'14 klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. De Bilt: KNMI. Opgeroepen op februari 26, 2020
- KNMI. (2020). *Archief maand/seizoen/jaaroverzichten*. Opgeroepen op Maart 2020, van [www.knmi.nl](https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/): <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/>
- KNMI. (2020). *Dagwaarden neerslagstations*. Opgeroepen op April 2020, van [www.knmi.nl](https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/monv/reeksen): <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/monv/reeksen>
- KNMI. (sd). *Extreme neerslag*. Opgeroepen op april 28, 2020, van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/extreme-neerslag>
- Landbouw op peil. (2014). *Optimalisatie bodem en water*. Opgeroepen op mei 5, 2020
- Landbouw op Peil. (2014). *Optimalisatie bodem en water*. Opgeroepen op mei 13, 2020
- Landschap Overijssel. (sd). *Beekdallandschap*. Opgeroepen op april 9, 2020, van Landschap Overijssel: <https://www.landschapoverijssel.nl/landschaptypes/beekdallandschap>
- Landschap Overijssel. (sd). *Bergvennen & Brecklenkampse Veld*. Opgeroepen op Maart 2020, van [www.landschapoverijssel.nl](https://www.landschapoverijssel.nl/gebieden/bergvennen): <https://www.landschapoverijssel.nl/gebieden/bergvennen>
- Lempert, R. J., Popper, S. W., & Bankes, S. C. (2003). *Shaping the Next One Hundred Years: New Methods for Quantitative, Long-Term Policy Analysis*. RAND. Opgeroepen op maart 26, 2020
- Lenne, R. d., & Harkel, W. t. (2020). Zullen we het op een (water)akkoordje gooien?
- Lieshout, J. V. (1956). *De beworteling van een aantal landbouwgewassen*. 'S-Gravenhage: Staatsdrukkerij en uitgeverbedrijf.
- Lievense. (sd). *Voedselbossen*. Opgehaald van Lievense: <https://lievense.com/wp-content/uploads/C1-voedselbossen-I.pdf>
- Louis Bolk Instituut. (2020). *Stikstof: moeilijk te vatten*. Opgeroepen op mei 14, 2020, van NDICEA stikstofplanner: <http://www.ndicea.nl/indexnl.php?i=nlstart>
- Maas, G. J., Meij, W. v., Delft, S. P., & Heidema, A. H. (2019, Februari). *Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50 000 (2019)*. (W. E. Research, Producent) Opgeroepen op Maart 2020, van [www.legendageomorfologie.wur.nl](https://legendageomorfologie.wur.nl/): <https://legendageomorfologie.wur.nl/>
- Maas, G., van der Meij, W., van Delft, S., & Heidema, A. (2019). *Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000*. (Wageningen Environmental Research) Opgehaald van <https://legendageomorfologie.wur.nl/>: https://legendageomorfologie.wur.nl
- Mens, M. J. (2015). *System Robustness Analysis in Support of Flood and Drought Risk Management*. Amsterdam: IOS Press BV. Opgeroepen op maart 26, 2020
- Molenaar, J. d. (1995). *Biodiversiteit en terreinheterogeniteit*. Wageningen: Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.

- Moody, P., & Brown, C. (2013). Robustness indicators for evaluation under climate change: Application to the upper Great Lakes. *Water Resources Research*. Opgeroepen op maart 25, 2020
- Mulder, P. (2017, Augustus 7). *MoSCoW Methode*. Opgehaald van www.toolshero.nl: <https://www.toolshero.nl/project-management/moscow-methode/>
- Nutrinorm. (2013). *Organischestoflevering van gronbemesters afhankelijk van zaaidatum*. Opgeroepen op mei 13, 2020, van Nutrinorm: <https://www.nutrinorm.nl/nl-nl/Paginas/Organische-stoflevering-van-groenbemesters.aspx#.XrveMWgzblU>
- obn natuurkennis. (sd). *droog zandlandschap*. Opgeroepen op april 10, 2020, van obn natuurkennis: <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/droog-zandlandschap/droog-zandlandschap/algemeen-droogzand/>
- Peters, E. (2004). De droogte van 2003 in Nederland. *Stromingen 10*. Opgeroepen op maart 24, 2020, van <https://edepot.wur.nl/9972>
- Pleijter, M. (2004). *Veengronden en moerige gronden op de Bodemkaart van Nederland anno 2003*. Wageningen: Alterra.
- Rass International BV. (sd). *Fighting water with water*. Opgeroepen op mei 5, 2020, van Tubebarrier: <https://tubebarrier.nl/voor-wie-is-onze-tijdelijke-dijk/>
- Reinalda, S. (2020, Maart 17). Beheer en onderhoud binnen waterschap vechstromen. (L. Siepel, E. Thomassen, & T. Lichtenberg, Interviewers)
- Rijksoverheid. (2006, November). *Natura 2000 gebied 46 - Bergvennen & Brecklenkampse Veld*. Opgehaald van www.natura2000.nl: https://www.natura2000.nl/sites/default/files/gebieden_aanwijzing_en_archief/046/046_gebiedendocument_Bergvennen%20en%20Brecklenkampse%20Veld_nove.pdf
- Rijksoverheid. (2009). *Nationaal Waterplan*. Opgeroepen op maart 25, 2020
- Rijkswaterstaat. (sd). *Grondwateroverlast*. Opgeroepen op april 29, 2020, van Rijkswaterstaat: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/wateroverlast-0/grondwateroverlast/>
- Rijkswaterstaat. (sd). *Normen voor wateroverlast*. Opgeroepen op april 16, 2020, van Kenniscentrum InfoMil: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/wateroverlast-0/normen-wateroverlast/>
- Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Overijssel, P., Drenthe, P., IJssel, W. R., Delta, W. D., & Vechstromen, W. (2017). *Waterakkoord Twenthekanalen en Overijsselsche Vecht*.
- Rijkswaterstaat. (sd). *Waterregeling*. Opgeroepen op maart 26, 2020, van Kenniscentrum Infomil: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/wetgeving/waterwet/besluiten-regelingen/waterregeling/>
- Sibma, L. (1987). *Ontwikkeling en groei van maïs (Zea mays L.) onder Nederlandse omstandigheden*. Wageningen: Pudoc.
- Sloots, F. (2020, maart 17). (L. Siepel, T. Lichtenberg, & E. Thomassen, Interviewers) Opgeroepen op april 9, 2020

- Smits, I., Wijngaarden, J., Versteeg, R., & Kok, M. (2004). *Statistiek van extreme neerslag in Nederland*. Utrecht: STOWA. Opgeroepen op april 26, 2020
- Stowa. (sd). *Robuustheid*. Opgeroepen op maart 26, 2020, van Stowa:
<https://www.stowa.nl/deltafacts/waterveiligheid/innovatieve-dijkconcepten/robustheid>
- Stowa. (sd). *Waterreservoirs op bedrijfsniveau*. Opgeroepen op Mei 2020, van www.stowa.nl:
<https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/waterreservoirs-op-bedrijfsniveau>
- TNO. (sd). *Grondwatertools Isohysen*. Opgeroepen op maart 2020, van Grondwatertools:
<https://www.grondwatertools.nl/grondwatertools-viewer>
- USGS. (sd). *www.usgs.gov*. Opgeroepen op April 2020, van Landsat Normalized Difference Vegetation Index: https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-normalized-difference-vegetation-index?qt-science_support_page_related_con=0#qt-science_support_page_related_con
- Vallei en Veluwe. (2020). *BOVI2050*. Opgeroepen op maart 25, 2020, van BOVI2050:
<https://bovi2050.nl/verhaal/robust-en-natuurlijk-oppervlaktewater-systeem-van-bron-tot-monding/>
- van den Eertwegh, G., Bartholomeus, R., de Louw, P., Witte, F., van Dam, J., van Deijl, D., . . . de Wit, J. (2019). *Droogte in zandgebieden van Zuid-, Midden- en Oost-Nederland*. Opgeroepen op maart 24, 2020
- van Eekeren, N., van der Burgt, G.-J., Philipsen, B., van Schooten, H., & de Haan, M. (2011). Vruchtwisseling van gras en maïs; Effect op organische stof en kosten/baten. *V-focus*. Opgeroepen op mei 14, 2020
- van Elk, L., Frissel, J., Kappen, R., & Thomassen, E. (2019). *Sustainable food production on La Junquera*. Velp: Hogeschool van Hall Larenstein. Opgeroepen op mei 5, 2020
- van Os, J., van der Heijden, T., van der Gaast, J., & van Bakel, P. (1997). *Kosten van waterhuishoudkundige maatregelen tegen verdroging*. Lelystad. Opgeroepen op mei 6, 2020
- Vechtstromen, W. (2019). *"Een blauwgroene toekomst, waaraan iedereen kan meedoen"*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.
- Vechtstromen, W. (sd). *Waterbeheer in normale omstandigheden*. Opgeroepen op Maart 3, 2020, van www.vechtstromen.nl: <https://www.vechtstromen.nl/waterbeheerplan/strategie-beleid/voldoende-water/waterbeheer-normale/#start-inhoud>
- Veldman, W. G. (2006). *Maaien of niet? Effect van de Flora- en Faunawet op het peilbeheer*. Enschede: Universiteit Twente .
- Wageningen University & Research. (sd). *Legenda's en indelingen op bodemkaarten*. Opgeroepen op Maart 2020, van www.landschapsleutel.wur.nl:
https://landschapsleutel.wur.nl/documentatie/htm/Legendas%20Bodemkaarten.htm#_top
- Wageningen University & Research. (sd). WRM-10306: Block CWR Water Balance. Wageningen, Gelderland, Nederland.
- Wageningen University and Research. (2017, maart 9). *Mengteelt vervangt monocultuur voor duurzame landbouw*. Opgehaald van Wageningen University and Research:

<https://www.wur.nl/nl/nieuws/Mengteelt-vervangt-monocultuur-voor-duurzame-landbouw.htm>

Waterschap Aa en Maas. (sd). *Gezond en natuurlijk water*. Opgeroepen op maart 25, 2020, van Waterschap Aa en Maas: <https://www.aaenmaas.nl/onswerk/schoon-water/gezond-natuurlijk/>

Waterschap Drents Overijsselse Delta. (2018). *Waterakkoord Drenthe 2018*. Opgeroepen op april 22, 2020, van file:///C:/Users/Elin%20Thomassen/Downloads/04-A-01%20Bijlage%201%20Concept%20waterakkoord%20Drenthe%202018%20(2).pdf

Waterschap Vechtstromen. (2015). *Waterbeheerplan 2016-2021*. Almelo: Waterschap Vechtstromen.

Waterschap Vechtstromen. (2019). *Hydrologisch handboek*. Almelo: Expertisecentrum Vechtstromen.

waterschap Vechtstromen. (2020, april 1). *Iets lagere (grond)waterstanden dan gemiddeld*. Opgeroepen op april 23, 2020, van waterschap Vechtstromen: <https://www.vechtstromen.nl/@42240/lagere-grond/>

Waterschap Velt en Vecht. (2011). *Waterakkoord Twenthekanalen Overijsselsche Vecht*.

Werkgroep Handboek snijmaïs. (2019). *Handboek Snijmaïs*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.

Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum. (1988). *Cultuur technisch vademecum*. Utrecht: Cultuurtechnische vereniging.

WUR. (sd). *Proeftuin Agroecologie en Technologie*. Opgeroepen op mei 14, 2020, van WUR: <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/plant-research/Open-teelten/Landbouw-van-de-toekomst/proeftuin-agroecologie.htm>

Zanderink, K. (2020, februari 18). (T. Lichtenberg, L. Siepel, & E. Thomassen, Interviewers)

Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., & van den Burgt, G. (2013). *Tien vragen en antwoorden over organische stof*. Wijster: HLB. Opgeroepen op mei 13, 2020