

bijlagen

by Eva Holtus

Submission date: 06-Jun-2019 11:08AM (UTC+0200)

Submission ID: 1140596457

File name: (3.44M)

Word count: 9023

Character count: 49019

Bijlagenrapport

Onderzoek naar maatregelen die droogval in de Roelinksbeek en Voltherbeek tegengaan

Eva Holtus en Lisanne Rietman
6 juni 2019

Inhoudsopgave

Bijlage 0 Reflectie	3
Bijlage 1 Inleiding.....	5
Bijlage 2 Methode.....	6
2.1 Kwel- en Infiltratie	6
2.2 Grondwaterstanden	7
2.3 Droogte 2018.....	8
2.4 Metrologische gegevens 2009 en 2018.....	10
2.5 Aannames waterbalans	12
2.6 Aannames buisdrainage	14
Bijlage 3 Metrologische ontwikkelingen.....	16
3.1 Klimaatscenario's	16
3.2 Ontwikkelingen neerslag, verdamping en temperatuur	18
3.3 Toekomstbeeld.....	23
Bijlage 4 Waterbalans	24
4.1 Waterbalans Springendalse beek.....	24
4.2 Waterbalans Roelinksbeek.....	26
4.3 Waterbalans Voltherbeek	28
Bijlage 5 Oppervlaktewatersysteem	30
5.1 Afvoer Springendalse beek.....	30
5.2 Waterpeil Roelinksbeek	32
5.3 Waterpeil Voltherbeek.....	33
Bijlage 6 Antropogene invloeden	34
6.1 Historisch landgebruik Hollandse Graven	34
6.2 Historische landgebruik Roelinksbeek/Voltherbeek	38
6.3 Maaiveldafvoer	42
Bijlage 7 Maatregelen	43

Bijlage 0 Reflectie

In de reflectie is ingegaan op de behaalde leerdoelen die voor aanvang van de afstudeerperiode door de opleiding Land- en Watermanagement van de Hogeschool Van Hall Larenstein zijn gesteld. De reflectie is uitgewerkt aan de hand van de STAR-methode. Waarbij is ingegaan op de situatie, de taken, de acties en het resultaat (star, 2019). Op deze manier wordt beschreven hoe er gewerkt is, hoe op bepaalde situaties is gereageerd en wat er in de toekomst beter kan.

Leerdoelen

Voor de afstudeeropdracht zijn de volgende leerdoelen opgesteld:

- Zelfstandig en adequaat het onderzoeksproces organiseren en coördineren;
- Zelfstandig op basis van probleemanalyse een haalbare praktijkgerichte onderzoeksvraag formuleren;
- Zelfstandig een onderzoeksstrategie uitwerken;
- Zelfstandig een klantgericht projectplan maken;
- Zelfstandig voor het project relevante concepten en ervaringen inventariseren en analyseren;
- Reflecteren op resultaten en de gevoeligheid voor aannames;
- Zelfstandig een op de doelgroep afgestemd semiprofessioneel projectrapport opstellen;
- Een professionele wijze van communiceren.

Met het afronden van de afstudeeropdracht laten de afgestudeerden zien dat je als HBO-afgestudeerde kunt functioneren binnen het werkveld waarvoor je bent opgeleid (Hogeschool Van Hall Larenstein , 2019).

Situatie

In het kader van de afstudeeropdracht vanuit de HBO studie Land- en Watermanagement, hebben Eva Holtus en Lianne Rietman een afstudeeropdracht uitgevoerd bij Ingenieursbureau Ortageo namens Geopark, in samenwerking met het Waterschap Vechtstromen. In de periode van 4 februari tot en met 6 juni is de afstudeeropdracht uitgevoerd. In deze periode is onderzoek gedaan naar de oorzaak van droogval van de Roelinksbeek en de Voltherbeek in de zomer van 2018, waarbij passende maatregelen zijn bedacht om de droogval van deze beken te voorkomen. Gedurende de afstudeerperiode werden wij intern vanuit de Hogeschool begeleid door Sara Eeman en extern door Paul Kuipers vanuit Ortageo. Tom Grobbee en Bas Worm waren onze contactpersonen vanuit het waterschap. De afstudeeropdracht is voornamelijk uitgevoerd op de Hogeschool Van Hall Larenstein, circa één dag in de week werd er gewerkt op de locatie van Ortageo in Almelo.

Taken

Gedurende de gehele afstudeerperiode hebben wij alle taken gelijkwaardig verdeeld en namen wij beiden dezelfde positie in tijdens dit proces. Wij streefden er beide naar om alle taken en lasten zo goed mogelijk te verdelen. Wanneer de een achtergrondinformatie over een onderwerp had verzameld, typte de ander het uit en werd het nagekeken en zo nodig herschreven door de andere. Deze methode hebben wij bij ieder aspect binnen het afstudeerproject toegepast. Deze aanpak beviel ons erg goed omdat alles evenredig werd verdeeld en wij beiden betrokken waren bij ieder onderdeel binnen het afstudeerproces.

Acties

Wanneer bleek dat een gedeelte van het onderzoek niet helemaal goed of onvolledig was door het ontbreken van data, werd dit eerst samen besproken. Dit gebeurde altijd in goed overleg. Verschillende keren vroegen wij nog advies aan een begeleider wanneer wij niet zeker of wij wel goed zaten, of dat wij bepaalde dingen wel goed aanpakten. Dit was onder andere het geval bij het opstellen van de

BIJLAGENRAPPORT

waterbalans, de kwel- en infiltratiekaarten en het juist onderzoeken van de antropogene invloeden. Vaak gebeurde het overleg per mail of telefonisch enkele keren gebeurde dit ook mondeling. Dit bleek het meest effectief.

Resultaten

Doordat wij vrij snel handelden wanneer wij vastliepen en probeerden telkens zo ver mogelijk vooruit te denken, konden de problemen met de hulp van de begeleiders en contactpersonen van het waterschap goed worden opgepakt en kon er zo nodig worden bijgestuurd. Door deze aanpak zijn de problemen zoals het ontbreken van data zo goed mogelijk opgelost, op deze manier kon de deadline van deze afstudeeropdracht worden gehaald.

Toekomst

Wanneer hetzelfde probleem (het gebrek aan data) zich in de toekomst weer zou voor doen, zal waarschijnlijk hetzelfde worden gehandeld. Door accuraat te handelen, goed vooruit te denken en gebruik te maken van het netwerk, kan dit probleem zo goed mogelijk worden aangepakt. Ook vonden wij de aanpak hoe wij de taken onderling verdeeld hadden beiden erg prettig, in het vervolg zouden wij dit hetzelfde doen.

Terugkoppeling leerdoelen

Doordat wij ons afstudeeronderzoek voornamelijk hebben uitgevoerd op Larenstein waren wij erg op ons zelf aangewezen wat sterk heeft bijgedragen aan onze zelfstandigheid. Alleen wanneer het echt nodig was werd er contact gezocht met de begeleiders of de contactpersonen. Door dit contact met mensen van verschillende instanties zijn wij gegroeid in onze professionele communicatie. Door de vele aannames die wij gedurende dit onderzoek hebben gedaan, zijn wij kritisch gaan kijken naar ons onderzoeksresultaat. Dit hielp ons met reflecteren op ons eigen onderzoek.

Bijlage 2 Methode

2.1 Kwel- en Infiltratie

Locatie peilbuizen vergelijking MIPWA-model

Legenda

-  Ligging peilbuizen
-  Springondalse beek
-  Roelinksbeek
-  Voltherbeek
-  Sub-stroomgebied Hollandse Graven
-  Sub-stroomgebied Roelinksbeek/Voltherbeek

Bron: Dinoloket
Datum: 1 april 2019
Instelling: HVHL

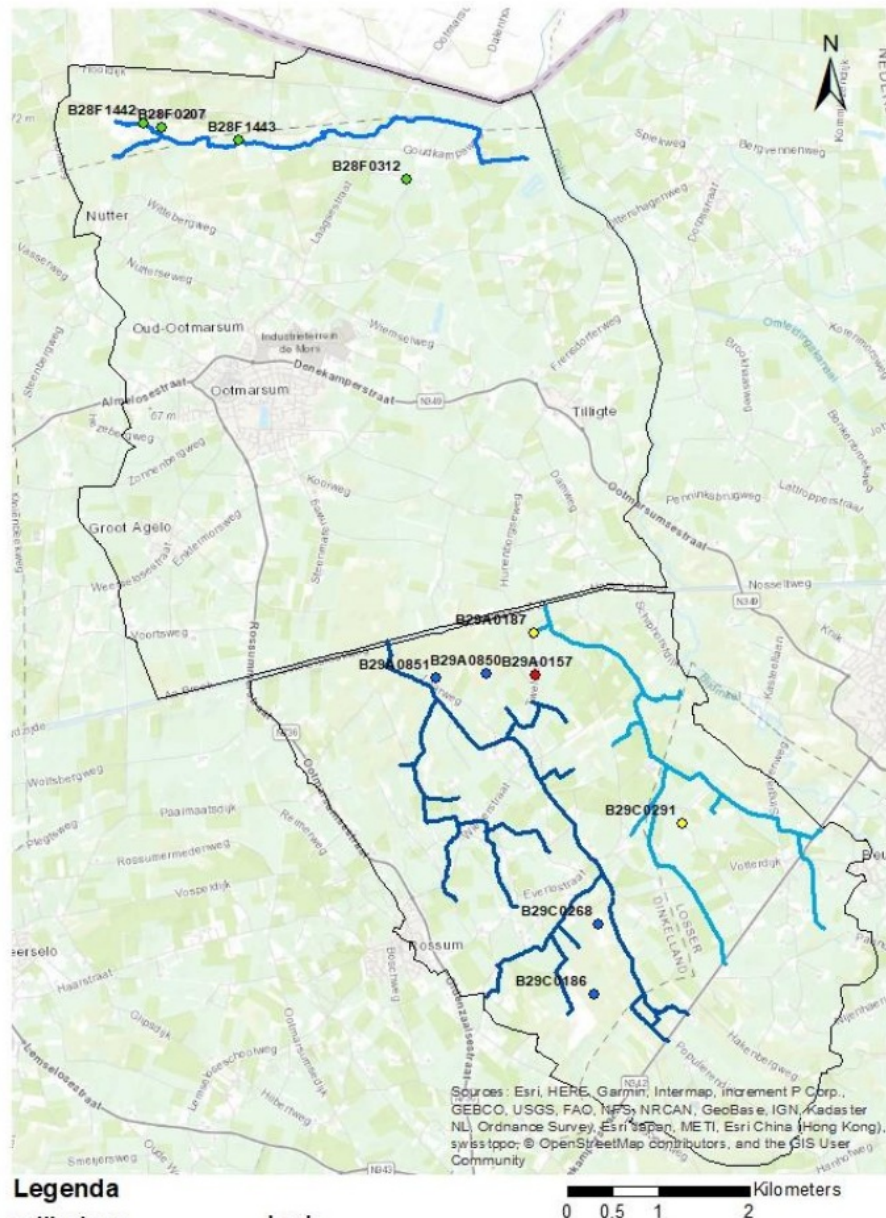


Figuur 2: Ligging peilbuizen voor vergelijking MIPWA-resultaten.

BIJLAGENRAPPORT

2.2 Grondwaterstanden

Peilbuizen locatie



Figuur 3: Ligging peilbuizen voor grondwateranalyse.

BIJLAGENRAPPORT

2.3 Droogte 2018

Locatie: Rioolwaterzuivering van Ootmarsum
Datum: 20 maart 2019

Vraag 1: Gebruiken jullie de droogte-app vaker? Of was 2018 het eerste jaar?

Antwoord: Vanaf juli 2018 werd de app in gebruik genomen. Volgend jaar zal de app weer gebruikt worden. Een verbeterpunt ten opzichte van 2018 is dat de aftrap van de app al in mei had moeten zijn, omdat de droogval toen al op enkele locaties begon.



Figuur 4: De Roelinksbeek. Foto: L. Rietman.

Vraag 2: Wat vulden jullie precies in, in de app?

Antwoord: De app is gekoppeld aan een GPS locatie. Wij reden langs alle watergangen in ons gebied, was er een droog dan gaven wij dit aan in de app. Door de GPS werd dan de locatie aangegeven en een melding gemaakt dat er sprake was van droogval. Hierin is ook te zien wanneer dit is ingevuld.

Vraag 3: Konden jullie ook de duur van de droogval aangeven in de app?

Antwoord: Er kan wel een opmerking bij de melding worden gemaakt, waarin dit bijvoorbeeld kan worden aangegeven. Omdat de vraag om de app in te vullen pas in juli kwam, is dit niet bijgehouden. Wij gaven aan welke waterlopen drooggefallen waren, maar dit was soms al weken hiervoor het geval. Hierdoor zijn er geen gegevens uit de app waarin staat wanneer waterlopen droogvielen en voor hoelang.

Vraag 4: Waarop is de droogval-kaart van Karel Zanderink (gebiedsbeheerder) gebaseerd?

Antwoord: Deze is gebaseerd op de meldingen in de app.

Vraag 5: Volgens de app-gegevens zijn de Roelinksbeek en de Voltherbeek drooggefallen. Kunnen jullie iets meer vertellen over de droogval van deze beken? Hoelang zijn de beken drooggefallen? Op welke trajecten zijn de beken drooggefallen? Komt de droogval vaker voor?

Antwoord: De droogte begon ongeveer vanaf eind mei tot ongeveer november (exacte periode is niet bekend). De droogval in de zomer vond niet alleen plaats in de haarvaten, maar in het gehele beekstelsel van beide beken. Op sommige plaatsen was er nog wel water aanwezig, maar dit stond helemaal stil. Voorgaande zomers waren beide beken altijd watervoerend gebleven.

Vraag 6: Zijn er volgens jullie maatregelen die er uitgevoerd kunnen worden om de droogval te beperken?

Antwoord: Over het algemeen zijn er weinig maatregelen die er uitgevoerd kunnen worden, omdat de beken gelegen zijn in een infiltratiegebied. Mogelijk kan er door in de haarvaten van de beekstelsels stuwen te plaatsen het water langer vast gehouden worden?

BIJLAGENRAPPORT

Vraag 7: Zou de maatregel om de beekstelsels te verontdiepen, ook een passende maatregel kunnen zijn?

Antwoord: Die mogelijkheid zijn ze aan het bekijken, maar zitten met het probleem dat zowel de Voltherbeek als de Roelinksbeek regelmatig te maken hebben met piekafvoeren, waardoor als men gaat verontdiepen er sprake zal zijn van inundatie. Wat schade brengt aan de omliggende landbouwgebieden.

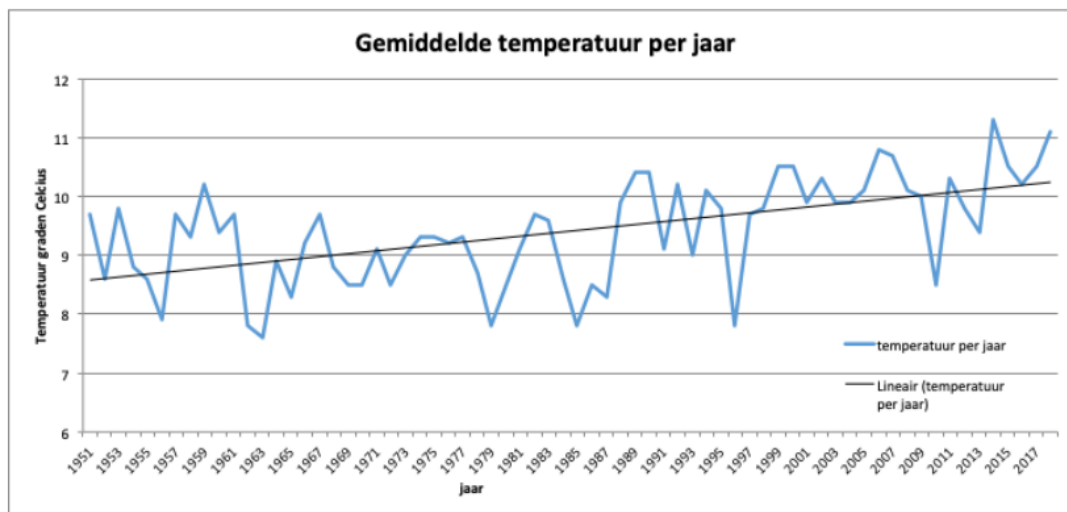
Vraag 8: Gaat de app in de toekomst ook gebruikt worden? En zijn er dan plannen om de werking te verbeteren?

Antwoord: Als het aan ons ligt willen we komende zomer de app weer gebruiken. Dit willen we dan al vanaf mei gaan doen en niet in het midden van de zomer pas beginnen met vastleggen. Om de meldingen waardevoller te maken willen we ook foto's toevoegen aan de melding. Ook willen we minstens eens per maand de locaties langs gaan om de droogte door de gehele zomer vast te leggen.

BIJLAGENRAPPORT

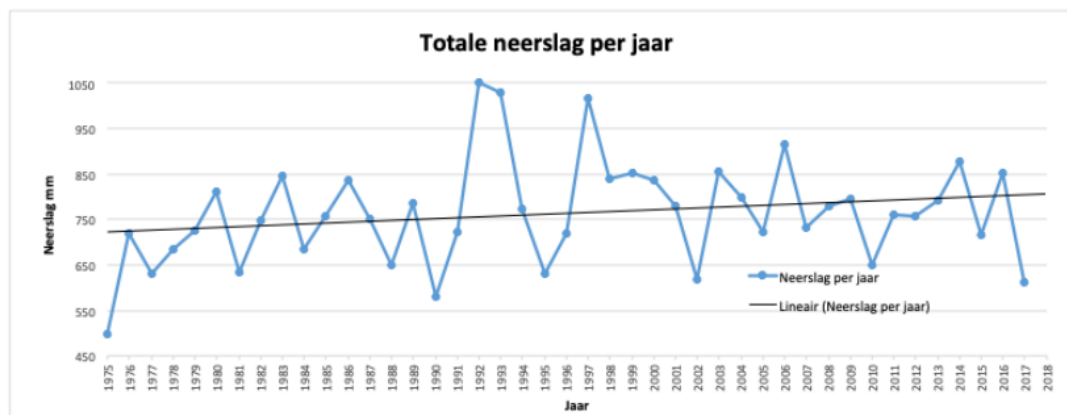
2.4 Metrologische gegevens 2009 en 2018

Er is gekozen in dit onderzoek om het jaar 2009 te vergelijken met 2018. Dit is gekozen omdat net als 2018, de zomer van 2009 ook een droge zomer was, maar 2009 was niet zo droog dat het extreem was (zie Grafiek 1). In de trendlijn vanaf 1951 is te zien dat de temperatuur in 2009 hoger was dan in de periode 1951 tot 2000. Daarentegen ligt de temperatuur in 2009 wel op de trendlijn, die aangeeft dat de temperatuur over de gehele meetperiode stijgt. 2009 is dus een warm jaar vergeleken met een eerdere periode, maar ligt wel in de verwachting van wat er de laatste jaren te zien is.



Grafiek 1: Gemiddelde jaar temperatuur van 1951 tot en met 2017 voor weerstation Twenthe (KNMI, 1951 tot en met 2017).

2009 is niet een extreem jaar geweest op gebied van neerslag, deze was 780 mm, gemiddeld ligt dit rond de 800 mm (zie Grafiek 2) (Klimaatatlas, 2019). De neerslag in 2009 was dus niet extreem, terwijl de neerslag in 2018 wel extreem laag was.



Grafiek 2: Neerslagsommen van 1975 tot en met 2018 per jaar, voor weerstation Twenthe (KNMI, 1975 tot en met 2018).

BIJLAGENRAPPORT

In de meetperiode is de gemiddelde neerslag in de zomermaanden 333 mm (zie Grafiek 3). In 2018 was dit 213 mm en in 2009, 336 mm; in 2008 is dit dus extreem weinig, terwijl in 2009 de waarde dicht bij het gemiddelde ligt.



Grafiek 3: Neerslagsommen in de zomermaanden van de jaren 1975 tot en met 2018 (KNMI, 1975 tot en met 2018).

De keuze om 2009 en 2018 te vergelijken is vooral te verklaren doordat er een aantal overeenkomsten zijn tussen deze jaren, maar dat 2018 een extreem jaar is en 2009 een minder extreem jaar. 2009 is net als 2018 een warm jaar en vrij droog (KNMI, 2019). Er zijn dus overeenkomsten waardoor deze jaren goed te vergelijken zijn. 2018 is in vergelijking met 2009 nog droger en is een extreem jaar, waardoor deze waarden dus een uitschieter laten zien. Verwacht wordt dat 2009 een jaar is wat verwachtingen laat zien die in droge zomers voorkomen, maar geen extremen zoals in 2018. Hierbij heeft ook de beschikbaarheid van meetdata invloed gehad. Er is weinig meetdata van de Springendalse beek, deze is wel beschikbaar in 2009, dit heeft bijgedragen aan de keuze voor de vergelijking van 2009 en 2018.

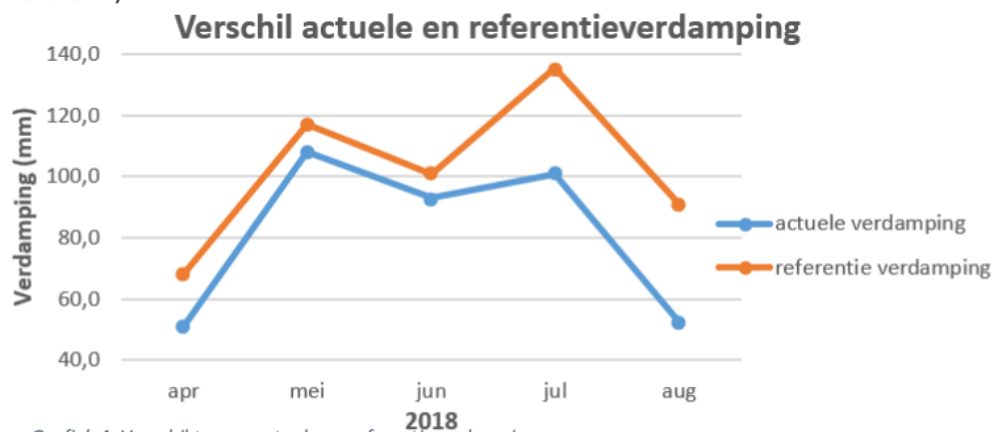
BIJLAGENRAPPORT

2.5 Aannames waterbalans

De waterbalans is gemaakt voor een zomer en een winterhalfjaar in 2009 en in 2018. De verschillende seizoenen¹ geven de verschillen in de watersystemen weer door het jaar heen. Een vergelijking tussen 2009 en 2018 is gekozen, om verschil weer te geven tussen een 'gemiddeld jaar'² en een extreem droog jaar.

Er zijn een aantal aannames gedaan om deze waterbalans te maken, omdat niet overal (actuele) meetgegevens van beschikbaar zijn. Per aspect is aangegeven hoe de beschikbare meetgegevens gebruikt zijn om de waterbalans op te stellen:

1. Neerslag: De gegevens zijn gebruikt van het KNMI-weerstation Twenthe, die niet in de sub-stroomgebieden ligt, maar wel in de buurt hiervan. Binnen de sub-stroomgebieden is geen KNMI-weerstation aanwezig, vandaar de keuze voor dichtstbijzijnde weerstation. De metingen zullen dus afwijken van de echte neerslag die plaatselijk is gevallen.
2. Verdamping: De gegevens zijn voornamelijk afkomstig van weerstation Twenthe, hieruit is de referentie verdamping gehaald. Referentieverdamping is gebruikt omdat actuele verdamping niet bekend is en niet gemeten is, behalve in de zomer maanden van 2018. De referentieverdamping is de verdamping vanaf een korte grasmat die optimaal van water wordt voorzien (Schuurmans & Droogers, 2010). In de werkelijkheid is dit natuurlijk niet het geval en zal de verdamping, voornamelijk in de zomer minder zijn. Dit komt omdat er minder water beschikbaar is, waardoor dit ook niet kan verdampen. Daarbij zijn er in de sub-stroomgebieden ook andere gewassen dan gras aanwezig, wat mede zorgt voor een foutmarge. Hierdoor is de netto neerslag niet helemaal accuraat, omdat de verdamping vooral in de zomer lager zal uitvallen. In de zomermaanden van 2018, april tot september, is er door het waterschap Vechtstromen wel actuele verdamping gemeten. Dit is gemeten in de buurt van de Twentse stuwwallen op een grasland. Deze actuele verdamping is gebruikt in de waterbalans in de zomer maanden van 2018, voor alle beken. De actuele verdamping valt een stuk lager uit dan de referentie verdamping (zie Grafiek 4).



Grafiek 4: Vershil tussen actuele en referentieverdamping.

¹ Het zomerseizoen loopt van april tot september, dit komt overeen met het groeiseizoen. Het winterseizoen is januari tot maart en oktober tot december.

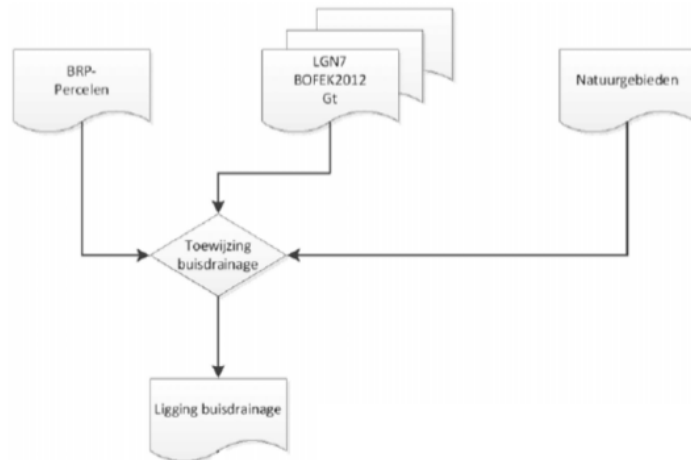
² 2009 is gekozen als gemiddeld jaar, omdat voor dat jaar meetgegevens bekend zijn voor alle beken. KNMI geeft aan dat 2009 wel een warm jaar is, maar naar het weer gekeken blijkt dat het redelijk dicht bij de trendlijn ligt van neerslag en temperatuur die te verwachten is en dat er geen extremen voorkomen.

3. Kwel en wegzijging: Deze data is moeilijk te achterhalen, omdat er geen directe metingen zijn gedaan in het veld. Hierdoor is er gebruik gemaakt van de wateratlas van Twente, waarin de kwel en wegzijging voor het winter en zomerhalfjaar bepaald is met een niet-stationair grondwatermodel (Waterschap Regge en Dinkel, 2006). Dit is gedaan voor de periode 1991 tot 2000, dit zorgt ervoor dat de data mogelijk niet meer actueel is en dat de kwel en wegzijging mogelijk veranderd is. Kwel kwam met name voor in de beeklopen, die lager liggen en dus kwel afvangen, wegzijging kwam meer voor in het omliggende gebied. Er is gekozen om de kwel en wegzijging apart van elkaar te zien, dus de kwel in de beekloop en de wegzijging in het omliggende gebied. Hierdoor is er toch een beeld ontstaan van water wat de beek voedt en wat wegzijgt. De bronnen die de beken voeden zijn hierbij niet meegenomen, omdat hier geen data van beschikbaar is, dit zorgt ervoor dat de kwel component mogelijk lager uitvalt in de waterbalans. De kwel bronnen zijn een grote component in de sub-stroomgebieden, voornamelijk in de Springendalse beek, waar de bronnen het jaar door watervoerend zijn.
4. Berekening: Er is te weinig beschikbare data van de locaties en hoeveelheden berekening in de gebieden. Een inschatting maken van de hoeveelheid berekening zal te onbetrouwbaar worden om dit mee te nemen. Wel kan er worden aangenomen dat in een droog jaar als 2018 de berekening groter is geweest dan gemiddeld.
5. Afvoer Roelinksbeek/Voltherbeek: De debiet gegevens van deze beken zijn gebaseerd op monitoringsgegevens van het waterschap Vechtstromen. De debiet data is gemeten bij een automatische stuw, is de stuw dicht dat is er geen debiet. Hierdoor is de afvoer in de zomer gestagneerd in de waterbalans.
6. Afvoer Springendalse beek: Er is geen automatische stuw aanwezig in de Springendalse beek, waardoor er minder meetgegevens beschikbaar zijn. Er zijn wel afvoergegevens uit 2009 beschikbaar, maar niet van 2018. Om toch een afvoer beeld van 2018 te krijgen is er gebruik gemaakt van data uit het rapport sturen op basis afvoer. Hierin is aangegeven dat de basisafvoer in de Springendalse beek 0,017 m³/sec is, deze afvoer wordt maar eens per jaar onderschreden (Kuijper, et al., 2012). Deze afvoer is gebruikt om de afvoer in 2018 te omschrijven, in de zomer zal dit beeld ongeveer kloppen, omdat in eerdere jaren de afvoer in de zomer ook rond de 0,017 m³/sec ligt. Daarentegen is de afvoer in de winter mogelijk een stuk hoger, omdat er dan meer water beschikbaar is.
7. Drainage: drainage is mogelijk een groot aspect in de Roelinksbeek en Voltherbeek, maar deze is niet meegenomen in de waterbalans. Er is geen data beschikbaar van de locatie, grote en afvoer van drainage in het gebied. Wel is er een kansen kaart gemaakt van de mogelijke aanwezigheid van drainage, zie paragraaf 5.2. Er is gekozen om drainage niet mee te nemen, omdat de gegevens niet beschikbaar zijn, wat zorgt voor een te grote onbetrouwbaarheid. Hierbij is meegenomen dat drainage water afvoert naar de beek, waardoor het niet direct uit het gebied wordt afgevoerd. Wel zal de drainage ervoor zorgen dat er snellere afvoer optreedt naar de beek toe.
8. Oppervlakkige afvoer: Deze data is niet meegenomen, omdat er geen betrouwbare data beschikbaar is. Wel is er een potentiële maaiveld afvoer beschikbaar, bij een T1 bui, een bui die eens per jaar voorkomt. Echter is er toch gekozen om deze data niet te gebruiken, omdat in 2018 een T1 bui niet is voorgekomen. Hierdoor ontstaat er een beeld dat er geen maaiveldafvoer zal plaatsvinden als er geen T1 bui plaatsvindt, mogelijk treedt dit nog steeds op bij kleinere buien.

BIJLAGENRAPPORT

2.6 Aannames buisdrainage

Voor de toewijzing van percelen waar (mogelijk) buisdrainage aanwezig is, is gekeken naar verschillende aspecten; zoals de ligging van percelen die zijn geregistreerd bij de Basisregistratie Gewaspercelen (BRP), het landgebruik, de grondwatertrappen op een locatie en de ligging van natuurgebieden (zie Figuur 5). Onderstaand zijn deze aspecten verder toegelicht.



Figuur 5: Gehanteerd schema toewijzing aanwezigheid drainage (H.Th.L. Massop, 2015).

BRP-percelen

De BRP-gewaspercelen bestaat uit de locatie van landbouwpercelen met daaraan gekoppeld het geteelde gewas.

Landgebruik

Het aanleggen van buisdrainage is een grote investering. Daarom worden gewassen die meer opbrengen eerder gedraineerd dan gewassen die minder opleveren. Echter wisselt het landgebruik van jaar tot jaar tussen de percelen. Om het landgebruik toch mee te nemen in de toekenning van de ligging van buisdrainage, zijn gewichten toegekend per type landgebruik (zie Tabel 1) (H.Th.L. Massop, 2015).

Tabel 1: Gewicht voor verschillende klassen landgebruik: hoe hoger het gewicht, hoe groter de kans op het voorkomen van buisdrainage in de ondergrond (H.Th.L. Massop, 2015).

Landgebruik	Gewicht
Gras	1.0
Mais	1.0
Aardappelen	2.0
Bieten	2.0
Granen	2.5
Overige landbouwgewassen	2.5
Glastuinbouw	2.0
Boomgaard	1.5
Bollen	3.3

Grondwatertrappen en bodem

Bij hoge grondwaterstanden en een slecht doorlatende bodem zoals leem en klei gronden, is de aanwezigheid van buisdrainage in de bovengrond groter dan wanneer de ondergrond is opgebouwd uit een goed doorlatende zandgrond, met een hoge infiltratiecapaciteit (H.Th.L. Massop, 2015).

Natuurgebieden

In natuurgebieden wordt in principe geen buisdrainage toegepast. Bij landbouwgronden die later zijn herontwikkeld tot natuurgebied, wordt de buisdrainage niet onderhouden of afgestopt. Daarom wordt er bij natuurgebieden een lage kans op het voorkomen van buisdrainage toegekend (H.Th.L. Massop, 2015).

BIJLAGENRAPPORT

Klassen indeling

Buisdrainage aanwezig

Het waterschap Regge en Dinkel heeft in 2000 als onderdeel van de Watersysteematlas, een drainagevlakken kaart opgesteld. Op deze kaart staan de percelen weergegeven waar buisdrainage in de ondergrond aanwezig is. Deze kaart is gemaakt op basis van veldkennis en beschikbare gegevens, zoals kaartmateriaal. Aangezien deze kaart niet gebiedsdekkend is, zijn voor de overige percelen in de afwateringsgebieden van de Springendalse beek, Roelinksbeek en de Voltherbeek op grond van bovengenoemde aspecten, een kans op het voorkomen van buisdrainage toegekend.

Zeer grote kans op aanwezigheid buisdrainage

Deze klasse is toegekend voor percelen waar granen worden verbouwd of waar overige landbouw plaatsvindt (bollenteelt komt in de afwateringsgebieden niet voor). Tevens moet er op deze percelen een grondwatertrap van I, II of III voorkomen. De combinatie van het hoge gewicht voor het landgebruik en de hoge grondwaterstand die aanwezig is, maakt de kans op buisdrainage op deze percelen zeer groot.

Grote kans op aanwezigheid buisdrainage

Deze klasse is toegekend aan percelen waar bieten of aardappelen worden verbouwd en waarbij grondwatertrappen als I, II of III voorkomen. De hoge grondwaterstanden en het gewicht van 2 voor het landgebruik, maken de kans op de aanwezigheid van buisdrainage op deze percelen groot.

Kans op aanwezigheid buisdrainage

Op deze percelen groeit mais, agrarisch gras, of komen er boomgaarden voor, in combinatie met grondwatertrappen als I, II of III. Door de hoge grondwaterstanden en de toekenning van een gewicht van 1 aan het landgebruik, maakt dat er een mogelijke kans is op het voorkomen van buisdrainage.

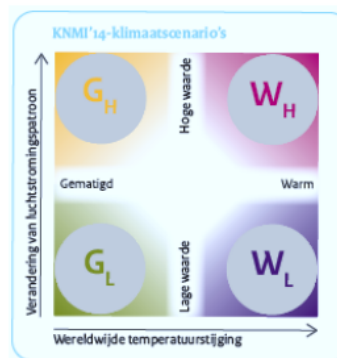
In de omliggende percelen is de kans op het voorkomen van buisdrainage in de ondergrond veel kleiner, en zijn daarom niet op de verwachtingskaart weergegeven.

Bijlage 3 Metrologische ontwikkelingen

3.1 Klimaatscenario's

Het klimaat verandert, om een beeld te krijgen van het klimaat van Nederland in de toekomst, heeft het KNMI klimaatscenario's opgesteld. De klimaatscenario's vormen een belangrijk aspect binnen het klimaatbeleid van Nederland, zowel op gebied van adaptatie als mitigatie.

De snelheid van klimaatverandering is erg onzeker en hangt onder andere af van de toekomstige uitstoot van broeikasgassen. De onzekerheid over klimaatverandering vormt samen met de kennis over het klimaat en klimaatsverandering de basis voor de KNMI klimaatscenario's (KNMI, 2015).



De vier verschillende scenario's, geven aan welke klimaatveranderingen in Nederland in de toekomst te verwachten zijn (KNMI, 2019). De KNMI'14-scenario's zijn gebaseerd op twee waarden voor de wereldwijde temperatuurstijging, 'Gematigd' en 'Warm', en twee mogelijke veranderingen van het luchtstromingspatroon, 'Lage waarde' en 'Hoge waarde' (zie Figuur 6).

Figuur 6: Klimaatscenario's (KNMI, 2014).

In ieder klimaatscenario komen een aantal van dezelfde kenmerken naar voren:

- De opwarming zet door, hierdoor zullen zachte winters en warme zomers vaker voorkomen.
- De winters worden gemiddeld natter en de extreme hoeveelheden neerslag nemen toe.
- De hevigheid van extreme neerslaghoeveelheden in de zomer neemt toe, maar het aantal regendagen in de zomer neemt af.
- De veranderingen in het windklimaat zijn klein, ten opzichte van de referentiesituatie³.
- De zeespiegel blijft stijgen.

De mate van toename, van bovengenoemde kenmerken verschilt tussen de klimaatscenario's onderling (KNMI, 2014). In de W- scenario's neemt de wereldwijde temperatuurstijging met 2°C toe, bij de G-scenario's is dit 1°C. de veranderingen per klimaatscenario, is weergegeven in de tabel op de volgende bladzijde.

Vanaf 1951 komt droogte in de zomer vaker voor in Nederland. Door klimaatverandering zal naar verwachting deze trend doorzetten. Een belangrijke indicator voor droogte is het neerslagtekort gedurende het groeiseizoen (van 1 april tot en met 30 september). In de G_H- en W_H-scenario's neemt dit neerslagtekort meer toe, dan in de G_L en W_L- scenario's (zie Figuur 7). Dit komt overeen met de veranderingen in neerslag en verdamping die de basis vormen voor droogteberekeningen (KNMI, 2015).

In dit afstudeeronderzoek zal worden ingegaan op de voorspellingen voor de toekomst en hoe het jaar 2018 hierin te zien is. De scenario's zullen als leidraad gelden binnen het onderzoek om de gevolgen van klimaatverandering en het te ontwikkelen handelingsperspectief met betrekking tot droogte in kaart te brengen (KNMI, 2015).

³ Referentie situatie: zijn de klimaatwaarnemingen van 1981-2010.

BIJLAGENRAPPORT

2050		G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurstijging		+1°C	+1°C	+2°C	+2°C
Verandering in luchtstromingspatronen in West Europa		nee	ja	nee	ja
Winter	gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,1°C	+1,8°C	+2,3°C
	koudste winterdag per jaar	+1,0°C	+1,5°C	+2,1°C	+2,9°C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid	+4%	+7%	+7%	+14%
	aantal natte dagen ($\geq 0,1$ mm)	0%	+1%	0%	+2%
	10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+4%	+6%	+8%	+12%
	hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar	0%	+2%	-1%	+4%
Zomer	gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,4°C	+1,7°C	+2,8°C
	warmste zomerdag per jaar	+1,0°C	+1,9°C	+2,1°C	+3,8°C
	gemiddelde neerslaghoeveelheid	+3%	-10%	+6%	-19%
	aantal natte dagen ($\geq 0,1$ mm)	-2%	-10%	-3%	-19%
	dagsom van de neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+13%	+5%	+27%	+10%
	potentiele verdamping	+3%	+8%	+7%	+15%
Zeespiegel	absolute stijging	15-25 cm	15-25 cm	20-35 cm	20-35 cm

Figuur 7: Mate van klimaatverandering voor verschillende scenario's (KNMI, 2015).

BIJLAGENRAPPORT

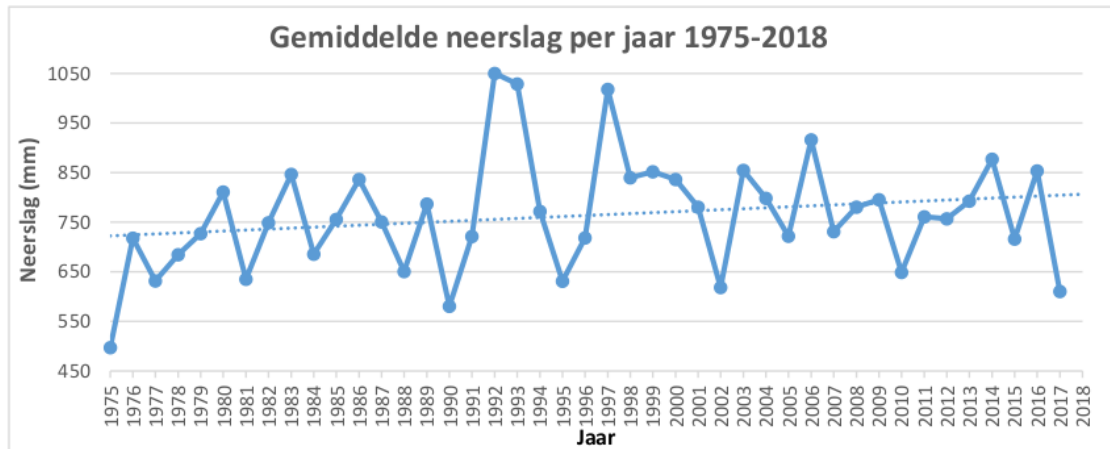
3.2 Ontwikkelingen neerslag, verdamping en temperatuur

Bij gebruik van meteorologische data, is gebruikgemaakt van het weerstation Twenthe, door het ontbreken van een weerstation in de directe omgeving van de beken. Plaatselijke weersomstandigheden zijn daarom niet meegenomen, hierdoor kunnen analyses met betrekking tot neerslag verschillen met de werkelijkheid.

In deze paragraaf zijn van de parameters neerslag, verdamping en temperatuur voor een periode van 1975 tot en met 2018 trendanalyses uitgevoerd. Tevens is gekeken bij welke KNMI klimaatscenario's de jaargemiddelden van neerslag, verdamping en temperatuur het beste passen. Dit is ook gedaan voor de zomermaanden⁴, omdat deze periode het droogst is.

Neerslag

Over het algemeen is de jaarlijkse neerslagsom in Nederland gestegen over de afgelopen jaren (Compendium voor de leefomgeving, 2016). In de data van het weerstation Twenthe is een trend te zien, waarin de neerslagsom per jaar toeneemt (zie Grafiek 5). 2018 was hierbij dus een uitzonderlijk jaar, omdat het juist behoort tot één van de 5% droogste jaren, vanaf 1975. Droogte is dus geen trend die wordt waargenomen uit de data vanaf 1975, dit zijn juist uitschieters en uitzonderlijke jaren.



Grafiek 5: Gemiddelde neerslag per jaar 1975 tot en met 2018, voor het weerstation Twenthe (KNMI, 1975-2018).

Naar de toekomst toe voorspellen de klimaatscenario's een grotere neerslagsom over het gehele jaar (zie Tabel 2). De neerslag in de zomer zal wel afnemen in de G_H en W_H scenario's. Wel is te zien dat zelfs in de voorspellingen in 2085, een jaar als 2018 toch een uitschieter is en geen norm.

Tabel 2: Kerncijfers neerslag voor de klimaatscenario's (KNMI, 2015).

Neerslag	2018	referentieklimaat 1981-2010	2050				2085			
			G _L	G _H	W _L	W _H	G _L	G _H	W _L	W _H
Neerslag per jaar (mm)	610,2	851	855,0	829,7	897,8	808,5	893,6	893,6	910,6	910,6
Neerslag zomermaanden (mm)	126,8	224	226,7	206,1	227,1	194,9	226,2	206,1	212,8	172,5

⁴ Juni, juli en augustus

BIJLAGENRAPPORT

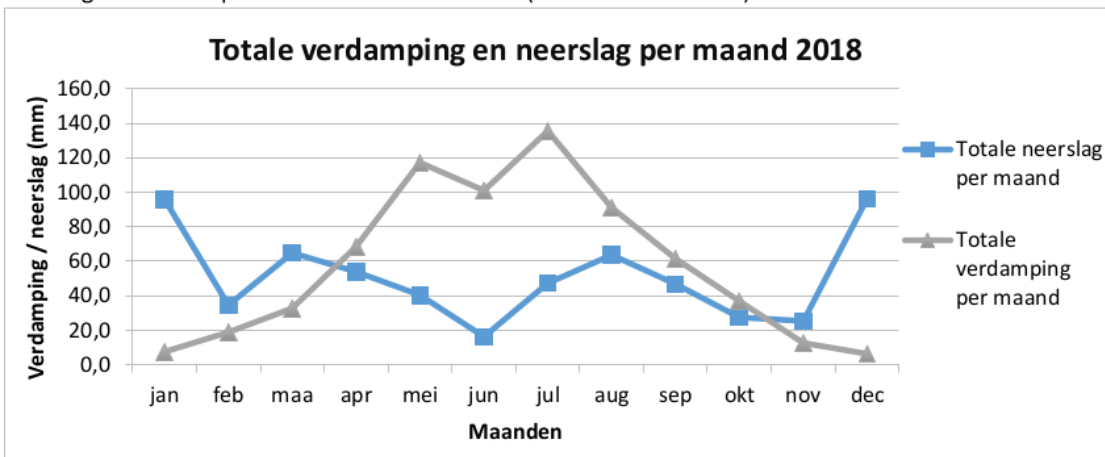
Verdamping

De potentiële verdamping is in de laatste jaren toegenomen en deze zal ook in de toekomst blijven toenemen, door hogere temperatuur en meer zonnestraling (KNMI, 2015). In 2018 is er veel verdamping gemeten, meer dan zelfs de klimaatscenario's voor de toekomst voorspellen (zie Tabel 3).

Tabel 3: Kerncijfers verdamping voor de klimaatscenario's (KNMI, 2015).

Verdamping zomermaanden Juni-augustus	2018	referentieklimaat 1981-2010	2050				2085			
			G _L	G _H	W _L	W _H	G _L	G _H	W _L	W _H
Referentie verdamping (mm)	327,6	253	263,1	270,7	263,1	280,8	261,9	274,5	275,8	291,0

Toename van de verdamping zal op zichzelf geen problemen moeten veroorzaken, mits er voldoende neerslag is en er dus geen neerslagtekort ontstaat. Droogte zal de komende jaren toenemen, dit wordt onder andere gemeten aan de hand van een neerslagtekort tijdens het groeiseizoen. Er is dan in verhouding meer verdamping dan neerslag, waardoor droogte optreedt. In 2018 leidde dit tot een neerslagtekort van april tot november in Twente (zie Grafieken 7 en 8).



Grafiek 6: Totale verdamping en neerslag per maand in het jaar 2018, voor het weerstation Twenthe (KNMI, 1975-2018).



Grafiek 7: Totale neerslagoverschot / tekort per maand in het jaar 2018, voor het weerstation Twenthe (KNMI, 1975-2018).

BIJLAGENRAPPORT

Vanuit het referentieklimaat gezien zal voor ieder klimaatscenario zowel voor 2050 als voor 2085 het neerslagtekort toenemen. Echter lijkt het neerslag tekort in 2018 toch te behoren tot een extreme situatie, zelfs vergeleken met de klimaatscenario's. Het W_H scenario voor 2085 komt het meest in de buurt van een soortgelijk neerslagtekort, als in 2018. (zie Tabel 4). Hieruit blijkt dat zeker voor het huidige klimaat en tot in 2050, de zomer van 2018 betreft het neerslagtekort een extreme situatie was. In 2085 zal volgens het W_H scenario soortgelijke neerslagtekorten vaker voorkomen.

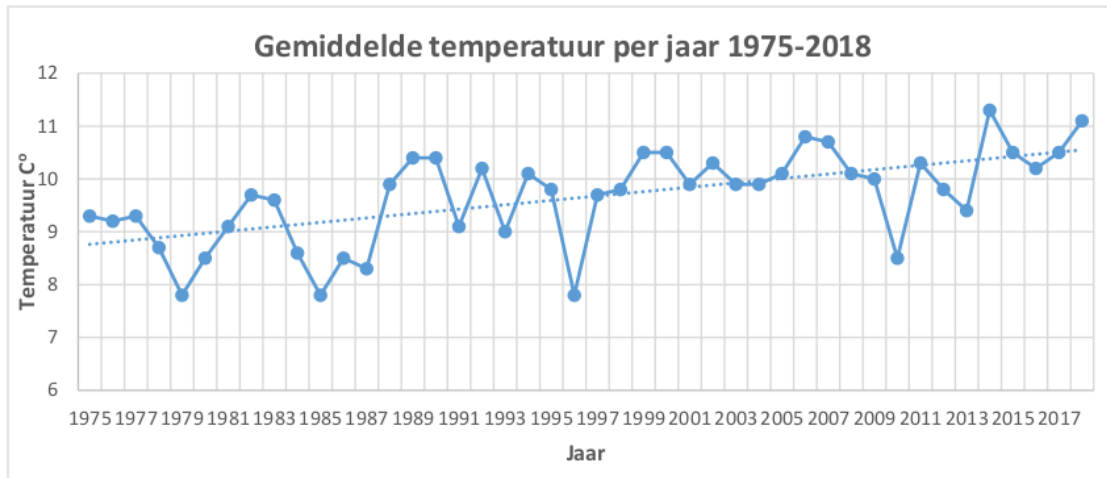
Tabel 4: Kerncijfers neerslagtekort voor de klimaatscenario's (KNMI, 2015).

Neerslagtekort	2018	1976	Referentieklimaat 1981-2010	2050				2085			
				G_L	G_H	W_L	W_H	G_L	G_H	W_L	W_H
Neerslagtekort zomermaanden (mm)	306,3	363	230	241,5	269,1	240,35	287,5	238,05	269,1	264,5	322

BIJLAGENRAPPORT

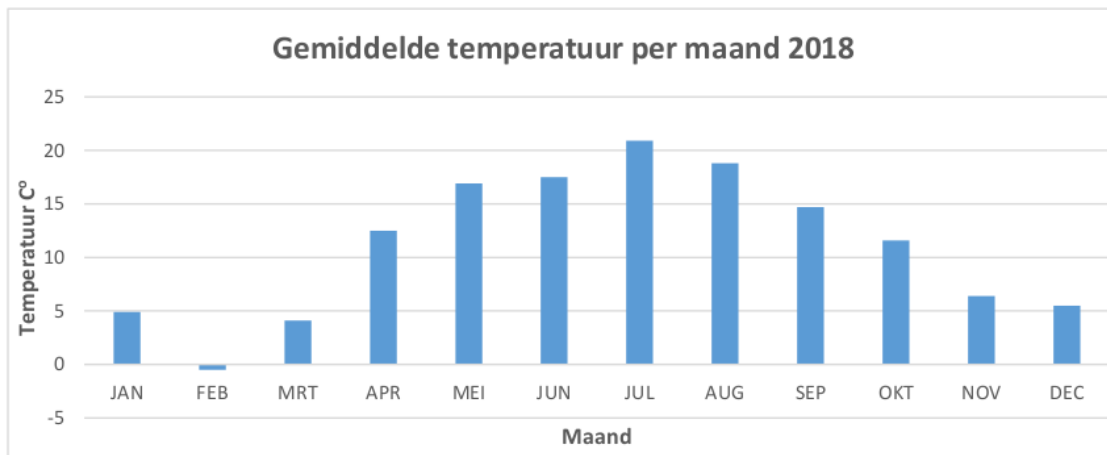
Temperatuur

Vanaf 1975 tot 2018 is voor het weerstation van Twenthe sprake van een toename in temperatuur gemiddeld per jaar (zie Grafiek 9). Het jaar 2018 met een gemiddelde temperatuur van 11,1 C° is op 2014 met een gemiddelde temperatuur van 11,1 C°, op een na het warmste jaar vanaf 1975. Daarmee behoort 2018 tot één van de 5% meest warme jaren, gemeten vanaf 1975.



Grafiek 8: Gemiddelde temperatuur per jaar 1975 tot en met 2018, voor het weerstation Twenthe (KNMI, 1975-2018).

In 2018 was de maand juli, met een gemiddelde temperatuur van 20,9 C° de warmste maand, gemeten op het weerstation van Twenthe (zie Grafiek 10).



Grafiek 9: Gemiddelde temperatuur per maand in 2018, gemeten op het weerstation van Twenthe (KNMI, 1975-2018).

BIJLAGENRAPPORT

In vergelijking met het referentieklimaat is 2018 1 graad warmer (zie Tabel 5). Het jaar 2018 lijkt in de lijn der verwachting te zijn met klimaatscenario G_L voor 2050. Deze geeft een gemiddelde jaar temperatuur aan van exact 11,1 C°, dit is gelijk aan de gemiddelde jaar temperatuur in 2018. Dit scenario voorspelt dat in 2050 een gemiddelde temperatuur zoals er in 2018 was, normaal zal zijn.

Voor de zomermaanden, laat 2018 een gemiddelde temperatuur zien van 19,2 C°. Dit is 2 C° meer dan het referentieklimaat voor de periode van 1981-2010 aangeeft. Het klimaatscenario W_H voorspelt een soortgelijke gemiddelde temperatuur in 2050.

Tabel 5: Kerncijfers temperatuur voor de klimaatscenario's (KNMI, 2015).

Temperatuur	2018	Referentieklimaat 1981-2010	2050				2085			
			G_L	G_H	W_L	W_H	G_L	G_H	W_L	W_H
Gemiddelde temperatuur per jaar (C°)	11,1	10,1	11,1	11,5	12,1	12,4	11,4	11,8	13,4	13,8
Gemiddelde temperatuur zomermaanden (C°)	19,2	17,0	18	18,4	18,7	19,3	18,2	18,7	20,2	20,7

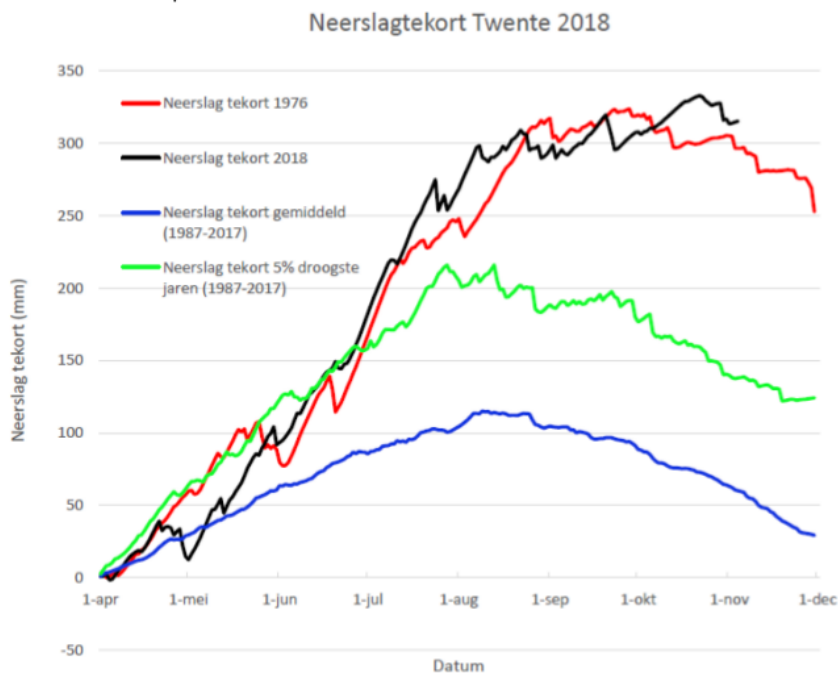
BIJLAGENRAPPORT

3.3 Toekomstbeeld

In 2018 is er weinig neerslag gevallen, zelfs in vergelijking met de neerslag die voorspeld is voor de verschillende klimaatscenario's. Echter is er in 2018 wel sprake van een hoge neerslagintensiteit (KNMI, 1975-2018). Door de hoge neerslagintensiteit vindt er meer verdamping plaats door planten die met de wortels bij het grondwater kunnen, dit beïnvloedt de grondwatervoorraad. Wat ook weer effect heeft op de hoeveelheid kwel uittreding en dus de watervoerendheid van het oppervlaktewater. Kijkend naar het neerslagtekort is tussen juli en september 2018 zelfs het droogste jaar gemeten bij weerstation Twente (zie Figuur 8). Al deze aspecten droegen eraan bij dat 2018 een uitzonderlijk droog jaar was, maar dit lag niet in de verwachting. KNMI en historische neerslagdata laten juist een trend zien van meer neerslag. De droogte van 2018 kan niet direct aan klimaatverandering worden gelinkt, doordat de voornaamste oorzaak een hoge luchtdruk boven Scandinavië was (KNMI, 2019). Er is geen toename van frequentie te zien in dit luchtpatroon; samen met de toename van neerslag, zal er juist voorspeld kunnen worden dat het over het algemeen natter zal worden.

De klimaatscenario's voorspellen een toename van temperatuur en in neerslag per jaar, maar in de zomer zal er mogelijk minder neerslag vallen, wat de kans verhoogt dat in de toekomst droogte in de zomer toch vaker zal voorkomen, dit komt naar voren uit de klimaatscenario's G_H en W_H . De zomer van 2018 was een extreme situatie. Pas vanaf 2085 zal volgens het W_H scenario een neerslagtekort als in de zomer van 2018 normaal zijn, volgens alle andere scenario's blijft het een uitzonderlijke situatie (KNMI, 2015).

Bij blijvende droogte zal de watervraag, voornamelijk in hoge zandgronden toenemen; door snel wegzakkende grondwaterstanden. De toenemende watervraag was in de zomer van 2018 al sterk merkbaar (WDOD, 2019). In het W_H -scenario 2050 zal voor de hoge zandgronden, de watervraag toenemen ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 8: Neerslagtekort Twente 2018 (Gels, 2018). In deze figuur is referentie verdamping gebruikt (KNMI, 2018).

BIJLAGENRAPPORT

Bijlage 4 Waterbalans

4.1 Waterbalans Springendalse beek

Totale oppervlakte (m²) 5164227

Totaal oppervlak (ha) 516.4

Zomer halfjaar 2018 april-september

Datum	Neerslag (mm)	Verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied)(mm)	Basisafvoer (mm)
april	53.9	51.2	2.7	16.2	-7.5	8.5
mei	40.3	108.1	-67.8	16.2	-7.5	8.5
juni	16.3	93.0	-76.7	16.2	-7.5	8.5
juli	47.4	101.0	-53.7	16.2	-7.5	8.5
augustus	63.7	52.4	11.2	16.2	-7.5	8.5
september	46.9	61.5	-14.7	16.2	-7.5	8.5
Totaal	268.3	467.2	-198.9	97.20	-45.00	51.2

Winter halfjaar 2018 oktober-maart

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Basisafvoer (mm)
januari	95.9	7.4	88.5	25.5	-7.8	8.5
februari	34.5	18.8	15.7	25.5	-7.8	8.5
maart	64.8	32.8	32.0	25.5	-7.8	8.5
oktober	27.4	36.8	-9.4	25.5	-7.8	8.5
november	25.3	12.6	12.7	25.5	-7.8	8.5
december	96.2	6.3	89.9	25.5	-7.8	8.5
Totaal	344.1	114.7	229.4	153.00	-46.80	51.2

BIJLAGENRAPPORT

Totale oppervlakte (m2) 5164227

Totaal oppervlak (ha) 516.4

Zomer halfjaar 2009 april-september

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer naar Hollandse Graven (mm)
april	11.9	76.4	-64.5	16.2	-7.5	11.9
mei	39.8	94.7	-54.9	16.2	-7.5	10.2
juni	62.2	97	-34.8	16.2	-7.5	8.1
juli	152.4	100.8	51.6	16.2	-7.5	10.8
augustus	36.9	89.8	-52.9	16.2	-7.5	7.2
september	42.9	53.7	-10.8	16.2	-7.5	6.3
Totaal	346.1	512.4	-166.3	97.20	-45.00	54.5

Winter halfjaar 2009 oktober-maart

Datum	Neerslag (mm)	referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer naar Hollandse Graven (mm)
januari	42	8.4	33.6	25.5	-7.8	7.3
februari	56.3	10.3	46.0	25.5	-7.8	6.6
maart	83	30.8	52.2	25.5	-7.8	7.3
oktober	73.5	26.4	47.1	25.5	-7.8	9.3
november	91.7	10.2	81.5	25.5	-7.8	15.5
december	83.7	6.1	77.6	25.5	-7.8	18.8
Totaal	430.2	92.2	338.0	153.00	-46.80	64.9

BIJLAGENRAPPORT

4.2 Waterbalans Roelinksbeek

Totale oppervlakte (m2) 13811222

Totaal oppervlak (ha) 1381.1

Zomer halfjaar 2018 april-september

Datum	Neerslag (mm)	Verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
april	53.9	51.2	2.7	16.5	-4.8	20
mei	40.3	108.1	-67.8	16.5	-4.8	10
juni	16.3	93.0	-76.7	16.5	-4.8	4
juli	47.4	101.0	-53.7	16.5	-4.8	0
augustus	63.7	52.4	11.2	16.5	-4.8	0
september	46.9	61.5	-14.7	16.5	-4.8	0
Totaal	268.3	467.2	-198.9	99.0	-28.8	34.4

Winter halfjaar 2018 oktober-maart

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel [+] (beekloop) (mm)	Wegzijing [-] (restgebied) (m)	Afvoer (mm)
januari	95.9	7.4	88.5	33	-6	76
februari	34.5	18.8	15.7	33	-6	31
maart	64.8	32.8	32.0	33	-6	26
oktober	27.4	36.8	-9.4	33	-6	0
november	25.3	12.6	12.7	33	-6	1
december	96.2	6.3	89.9	33	-6	13
Totaal	344.1	114.7	229.4	198.0	-36.0	146.9

BIJLAGENRAPPORT

Totale oppervlakte (m2) 13811222

Totaal oppervlak (ha) 1381.1

Zomer halfjaar 2009 april-september

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
april	11.9	76.4	-64.5	16.5	-4.8	8.6
mei	39.8	94.7	-54.9	16.5	-4.8	2.1
juni	62.2	97	-34.8	16.5	-4.8	0.5
juli	152.4	100.8	51.6	16.5	-4.8	4.5
augustus	36.9	89.8	-52.9	16.5	-4.8	0.3
september	42.9	53.7	-10.8	16.5	-4.8	170.1
Totaal	346.1	512.4	-166.3	99	-29	186.0

Winter halfjaar 2009 oktober-maart

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
januari	42	8.4	33.6	33	-6	16.2
februari	56.3	10.3	46.0	33	-6	23.9
maart	83	30.8	52.2	33	-6	35.5
oktober	73.5	26.4	47.1	33	-6	0.1
november	91.7	10.2	81.5	33	-6	11.3
december	83.7	6.1	77.6	33	-6	26.2
Totaal	430.2	92.2	338.0	198.0	-36.0	113.3

BIJLAGENRAPPORT

4.3 Waterbalans Voltherbeek

Totale oppervlakte (m²) 9617994

Totaal oppervlak (ha) 961.8

Zomer halfjaar 2018 april-september

Datum	Neerslag (mm)	Verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijging (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
april	53.9	51.2	2.7	28.2	-6	13.10
mei	40.3	108.1	-67.8	28.2	-6	3.2
juni	16.3	93.0	-76.7	28.2	-6	0.2
juli	47.4	101.0	-53.7	28.2	-6	0
augustus	63.7	52.4	11.2	28.2	-6	0
september	46.9	61.5	-14.7	28.2	-6	0
Totaal	268.3	467.2	-198.9	169.20	-36.0	16.5

Winter halfjaar 2018 oktober-maart

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijging (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
januari	95.9	7.4	88.5	48	-9	71.6
februari	34.5	18.8	15.7	48	-9	23.9
maart	64.8	32.8	32.0	48	-9	19.8
oktober	27.4	36.8	-9.4	48	-9	0
november	25.3	12.6	12.7	48	-9	0
december	96.2	6.3	89.9	48	-9	7.0
Totaal	344.1	114.7	229.4	288.0	-54.0	122.2

BIJLAGENRAPPORT

Totale oppervlakte (m2) 9617994
Totaal oppervlak (ha) 961.8

Zomer halfjaar 2009 april-september

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
april	11.9	76.4	-64.5	28.2	-6	8.7
mei	39.8	94.7	-54.9	28.2	-6	1.6
juni	62.2	97	-34.8	28.2	-6	0.4
juli	152.4	100.8	51.6	28.2	-6	12.6
augustus	36.9	89.8	-52.9	28.2	-6	1.7
september	42.9	53.7	-10.8	28.2	-6	0
Totaal	346.1	512.4	-166.3	169.2	-36.0	25.0

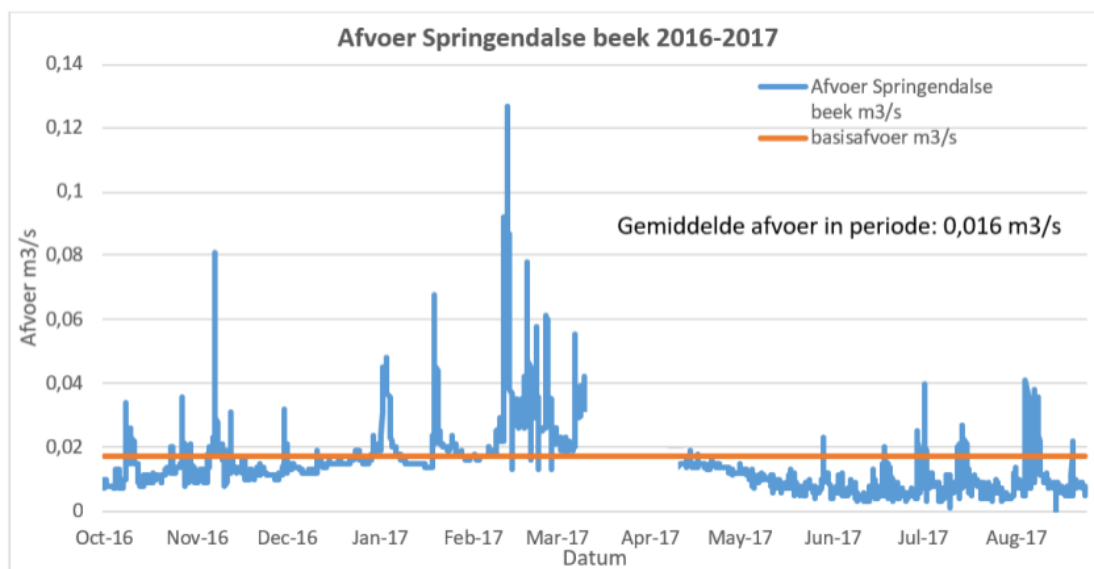
Winter halfjaar 2009 oktober-maart

Datum	Neerslag (mm)	Referentie verdamping (mm)	Netto Neerslag (mm)	Kwel (beekloop) (mm)	Wegzijing (restgebied) (mm)	Afvoer (mm)
januari	42.0	8.4	33.6	48	-9	21.5
februari	56.3	10.3	46	48	-9	30.4
maart	83.0	30.8	52.2	48	-9	45.2
oktober	73.5	26.4	47.1	48	-9	3.0
november	91.7	10.2	81.5	48	-9	23.4
december	83.7	6.1	77.6	48	-9	38.2
Totaal	430.2	92.2	338.0	288.0	-54.0	161.7

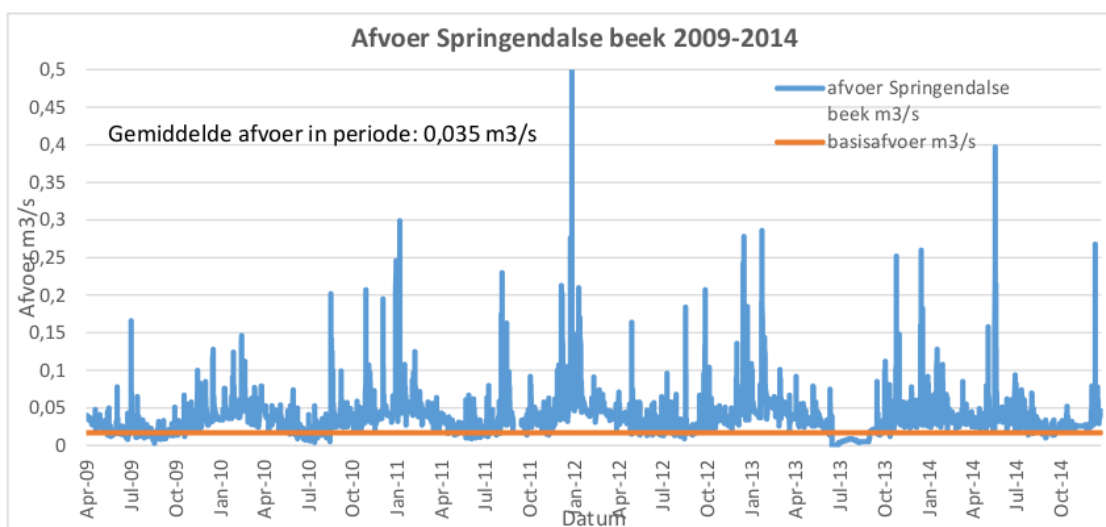
Bijlage 5 Oppervlaktewatersysteem

5.1 Afvoer Springendalse beek

De afvoergegevens van de Springendalse beek ontbreken in 2018, maar van 2009 tot 2017 zijn deze wel beschikbaar. Vanaf 2015 zijn er in en rondom de beek verschillende aanpassingen gedaan. Om te kijken naar wat voor een effect deze aanpassingen hebben gehad is de afvoer van 2009-2014 naast de afvoer van 2016-2017 gezet (zie Grafieken 10 en 11). In de periode 2016-2017 zijn de afvoer pieken minder hoog en de gemiddelde afvoer is minder. Dit is mogelijk te verklaren door de aanpassingen die gedaan zijn, maar het weer in 2016-2017 kan ook effect hebben gehad. Doordat de periode erg kort is, is het moeilijk te bepalen of de effecten direct te verklaren zijn door de aanpassingen.



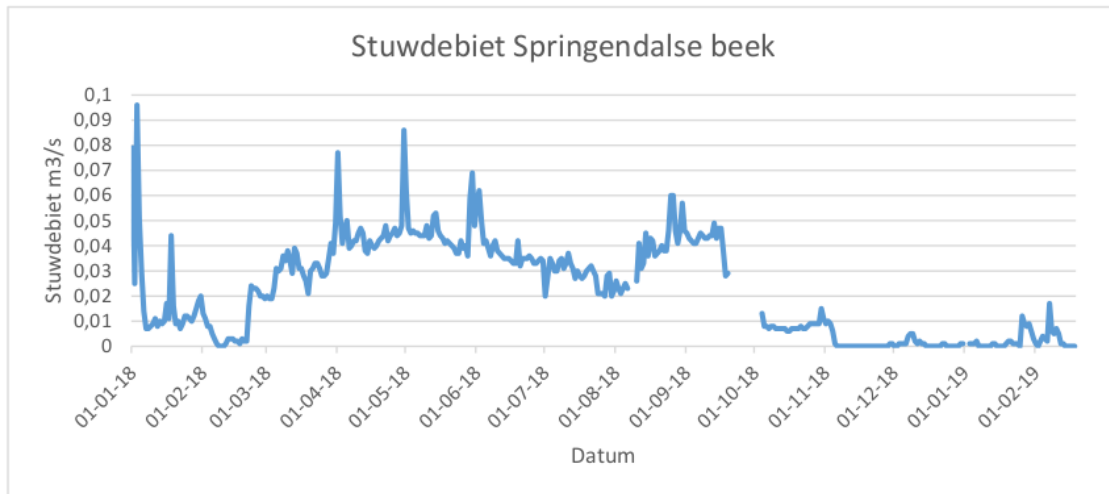
Grafiek 10: Afvoer van de Springendalse beek tussen oktober 2016 en augustus 2017.



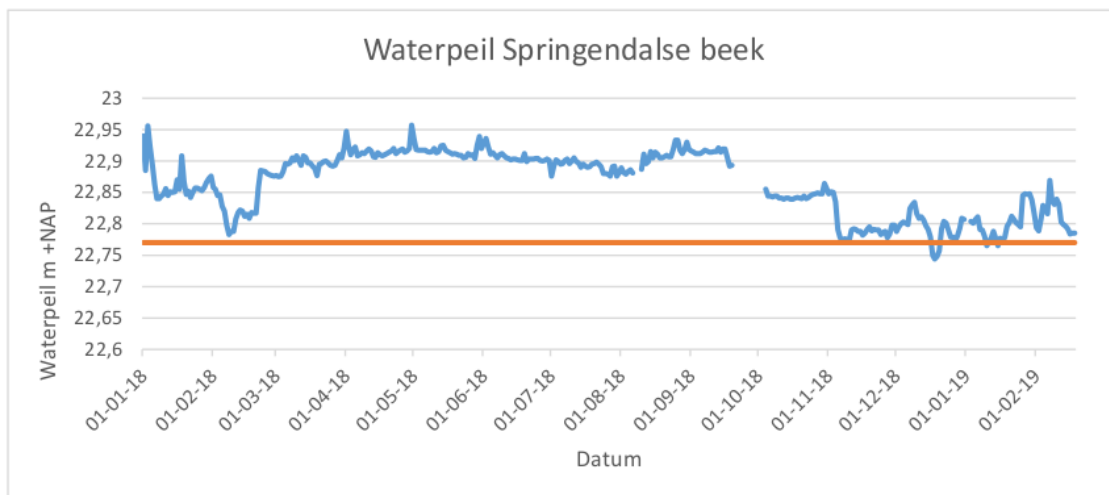
Grafiek 11: Afvoer van de Springendalse beek tussen april 2009 en augustus 2014.

BIJLAGENRAPPORT

Er is geen data beschikbaar van de afvoer van de Springendalse beek in 2018, wel is er een stuwdebiet bekend (zie Grafieken 12 en 13). Het stuwdebiet laat een vertekent beeld zien van de afvoer van de beek, wanneer het waterpeil lager staat dan de kruin van de stuw, is het stuwdebiet 0 m³/s, maar dit betekent niet dat de afvoer van de beek 0 m³/s is. Het stuwdebiet geeft voor een deel van het jaar een gestagneerde afvoer weer, het waterniveau zal dan lager staan dan de kruinhoogte van de stuw. Dit is niet in alle gevallen waar, eind 2018 is er een lange tijd een gestagneerde afvoer, maar het waterniveau staat boven het kruin niveau, er zal dus wel afvoer zijn geweest. Hierdoor is de betrouwbaarheid van de data in twijfel te trekken, mogelijk is de kruinhoogte niet precies 22,77 m +NAP, of is de afvoer verkeerd gemeten.



Grafiek 12: Het stuwdebiet bij de benedenstroomse stuw in de Springendalse beek.

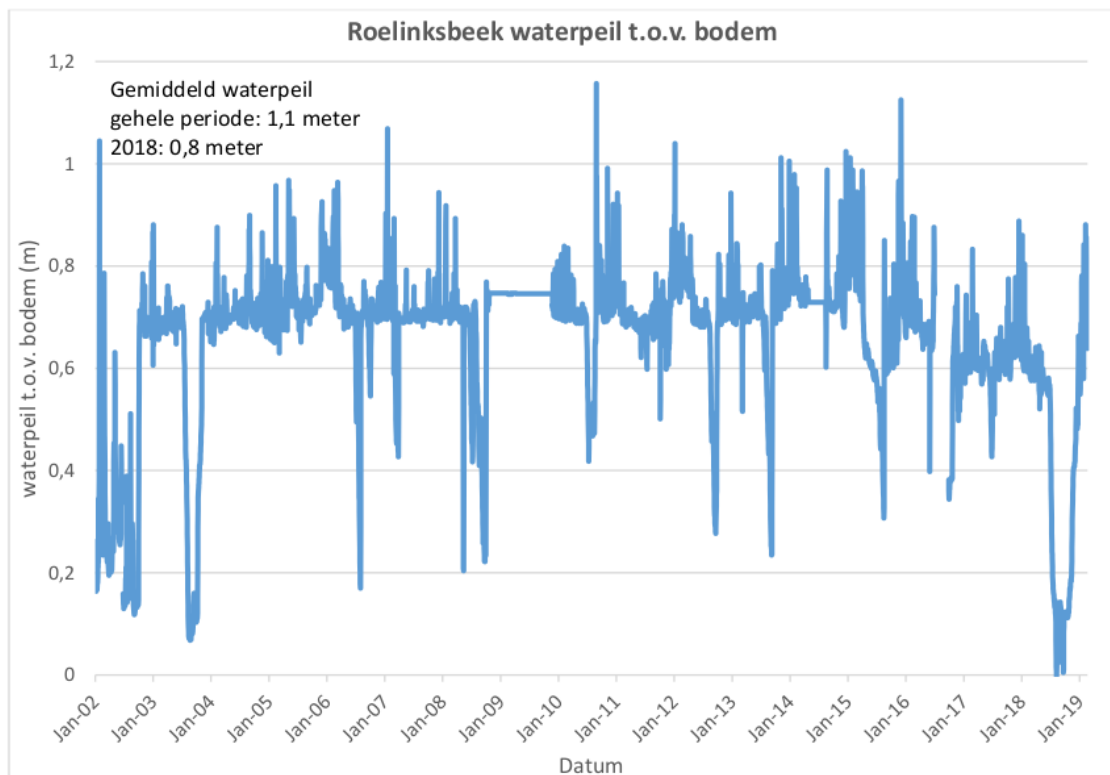


Grafiek 13: Het waterpeil ten hoogte van de benedenstroomse stuw in de Springendalse beek

BIJLAGENRAPPORT

5.2 Waterpeil Roelinksbeek

Benedenstrooms van de Roelinksbeek bij de stuw ten hoogte van het Kanaal Almelo-Nordhorn, wordt de waterstand gemeten (zie Grafiek 14). Deze is vergeleken met de bodemhoogte om de waterdiepte te bepalen, dit is gedaan voor de periode 2002-2018. Hierin wordt duidelijk dat het waterpeil erg verschilt door de jaren heen, met 2018 als meest extreem jaar. In 2018 is de waterdiepte het laagst in de meetperiode. In de jaren zijn ook verschillen te zien, in de winter is de waterdiepte ongeveer 1 meter en in de zomer loopt dit terug tot minder dan 60 centimeter. Het gemiddelde waterpeil is 1,1 meter, wat ook aangeeft dat er veel verschillen zijn in de jaren. In de winter is dit erg hoog en in de zomer kan dit terug lopen tot tientallen centimeters, dit leidt toch tot een gemiddelde waterdiepte van 1,1 meter. Dit bewijst dat er geen constante wateraanvoer is in de beek.

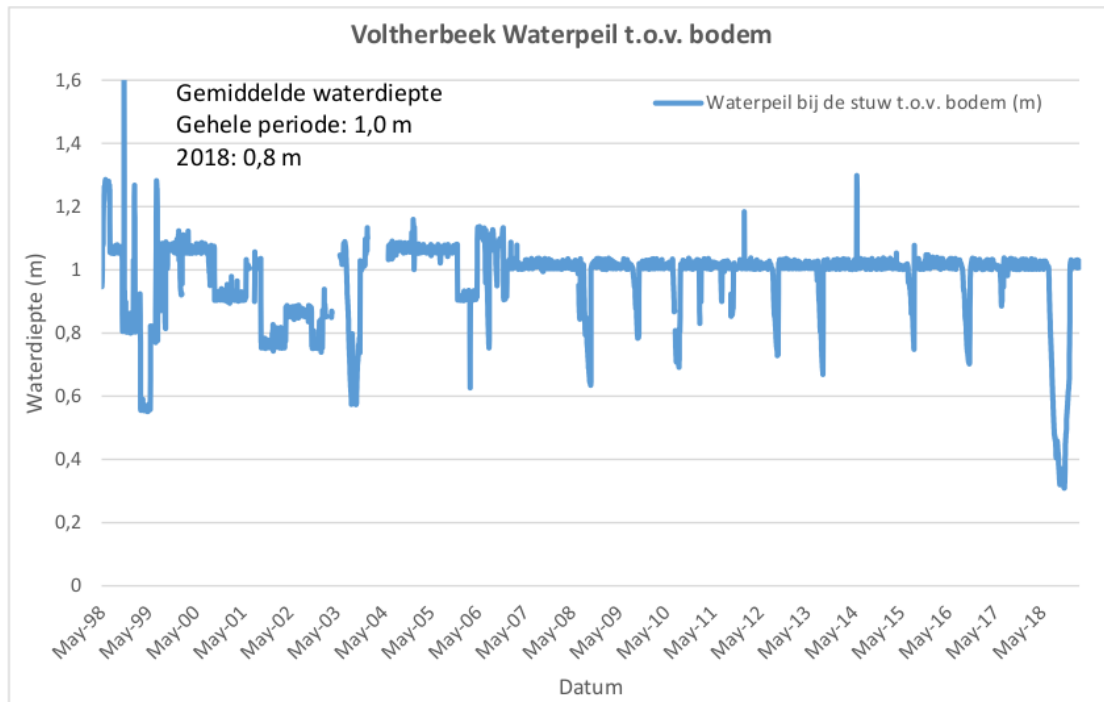


Grafiek 14: Het waterpeil ten hoogte van de benedenstroomse stuw bij het Kanaal Almelo-Nordhorn.

BIJLAGENRAPPORT

5.3 Waterpeil Voltherbeek

Benedenstrooms van de Voltherbeek, bij de stuw ten hoogte van het Kanaal Almelo-Nordhorn, wordt de waterstand gemeten. Deze is vergeleken met de bodemhoogte om de waterdiepte te bepalen, dit is gedaan voor de periode 1998-2018. Hierin wordt duidelijk dat het waterpeil erg verschilt door de jaren heen, met 2018 als meest extreem jaar; in 2018 is de waterdiepte het laagst in de meetperiode. Het gemiddelde waterpeil is 1 meter, en in 2018 is dit 0.8 meter. Er zijn ook grote verschillen door de jaren heen, er zijn minder pieken en meer dalen waargenomen. Dit betekent dat het waterpeil ver wegzakt in de zomer, dit is terug te zien in elk jaar (zie Grafiek 15).



Grafiek 15: Het waterpeil ten hoogte van de benedenstroomse stuw bij het Kanaal Almelo-Nordhorn.

Bijlage 6 Antropogene invloeden

6.1 Historisch landgebruik Hollandse Graven

Het sub-stroomgebied Hollandse Graven bestond voor 1900 grotendeels uit heide. Dit werd in het noordelijke deel van de stuwwal van Ootmarsum, vanaf circa 1920 op verschillende locaties vervangen door bos. De grote ontginningen en ruilverkavelingen vinden pas plaats vanaf de jaren 60 (Kadaster, 2019). In deze periode werden woeste gronden veranderd in goed ontwaterde landbouwgronden. Op de locaties waar landgoederen zijn gelegen zoals Landgoed Springendal, is de kleinschaligheid van het landschap grotendeels behouden door de vergroting van het areaal aan bos. Een klein deel van de Springendalse beek, de benedenloop, is vanaf de jaren 50 tijdens ruilverkavelingen gereguleerd. Door normalisatie, het plaatsen van stuwen en zandvangers, en beschoeiingen heeft de benedenloop deels zijn natuurlijke karakter verloren (Waterschap Regge en Dinkel, 1987). In het verleden stroomde de Springendalse beek, na de wasserij het Springendal, in Noordelijke richting naar de Goudkamp om pas later uit te monden in de Hollandse Graven.

Historische kaart 1900



Legenda

- Springendalsebeek
- Sub-stroomgebied Hollandse Graven

Door: E. Holtus en L. Rietman
Bron: Topotijdreis
Datum: 19 maart 2019
Instelling: HVHL

0 0,5 1 2 Kilometers

Figuur 9: Historische kaart uit 1900.

Historische kaart 1950



Legenda

- Springendalsebeek
- Sub-stroomgebied Hollandse Graven

Door: E. Holtus en L. Rietman

Bron: Topotijdreis

Datum: 19 maart 2019

Figuur 10: Historische kaart uit 1950.

Historische kaart 1970



Legenda

- Springendalsebeek
- Sub-stroomgebied Hollandse Graven

Door: E. Holtus en L. Rietman

Bron: Topotijdreis

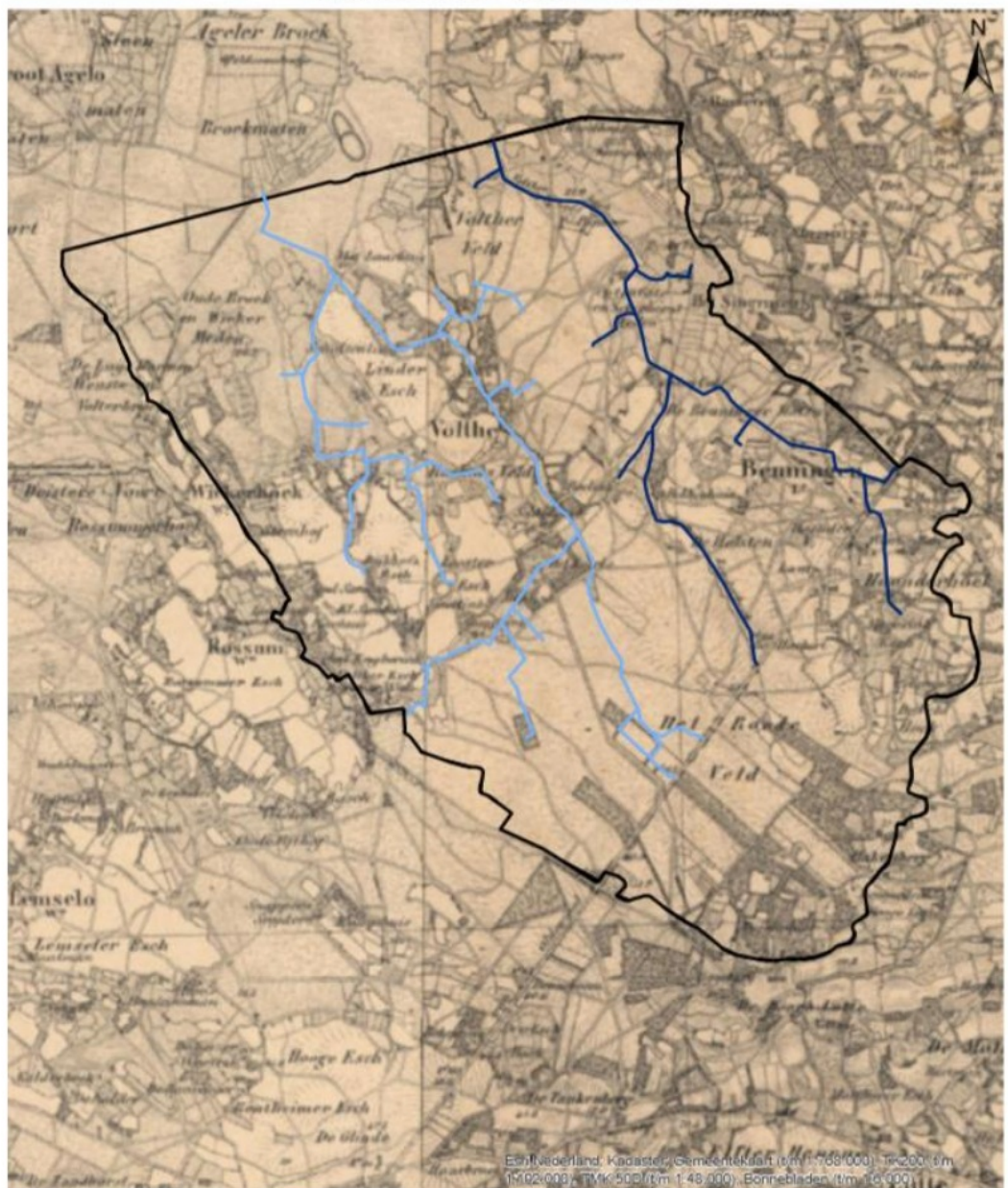
Datum: 19 maart 2019

Figuur 11: Historische kaart uit 1970.

6.2 Historische landgebruik Roelinksbeek/Voltherbeek

Oorspronkelijk doorstroomden de Roelinksbeek en de Voltherbeek het Volther- en Agelerbroek om verderop in het sub-stroomgebied Hollandse Graven, na samenkost van de twee beken als moerasdeltabeek uit te monden in de Dinkel. In 1889 werd het Nederlandse deel van het Kanaal Almelo-Nordhorn in gebruik genomen en werd het oorspronkelijke moeras- en broekgebied doorkruist (Waterschap Vechtstromen, 2015). Tot 1900 bestond een groot deel van het sub-stroomgebied uit heide en natte hooilanden. Vanaf 1930 werd het merendeel van de woeste gronden en broekgebieden ontgonnen, zodat de gronden werden omgezet in goed ontwaterde landbouwgronden. Op verschillende locaties is het areaal heide omgezet naar bos. Deze veranderingen hebben grote gevolgen gehad voor de waterhuishouding in het sub-stroomgebied; het water is op verschillende locaties genormaliseerd waardoor het versneld wordt afgevoerd en de grondwaterstand is verlaagd. Doordat verschillende trajecten van de Roelinksbeek en de Voltherbeek zijn genormaliseerd, is het oorspronkelijke beekarakter grotendeels verloren gegaan. Al deze veranderingen rondom ontginningen en ruilverkavelingen hebben eraan bijgedragen dat het gebied over het algemeen droger geworden is (Kiwa Water Research, 2007). In de bovenloop van de beken, ten hoogte van het Natura 2000 gebied Landgoederen Oldenzaal, hebben er in mindere mate ontginningen en ruilverkavelingen plaatsgevonden.

Historische kaart 1900



Legenda

- Voltherbeek
- Roelinksbeek
- Sub-stroomgebied Roelinksbeek/Voltherbeek

Door: E. Holtus en L. Rietman

Bron: Topotijdreis

Datum: 19 maart 2019

Instelling: HVHL

Figuur 12: Historische kaart uit 1900.
HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN

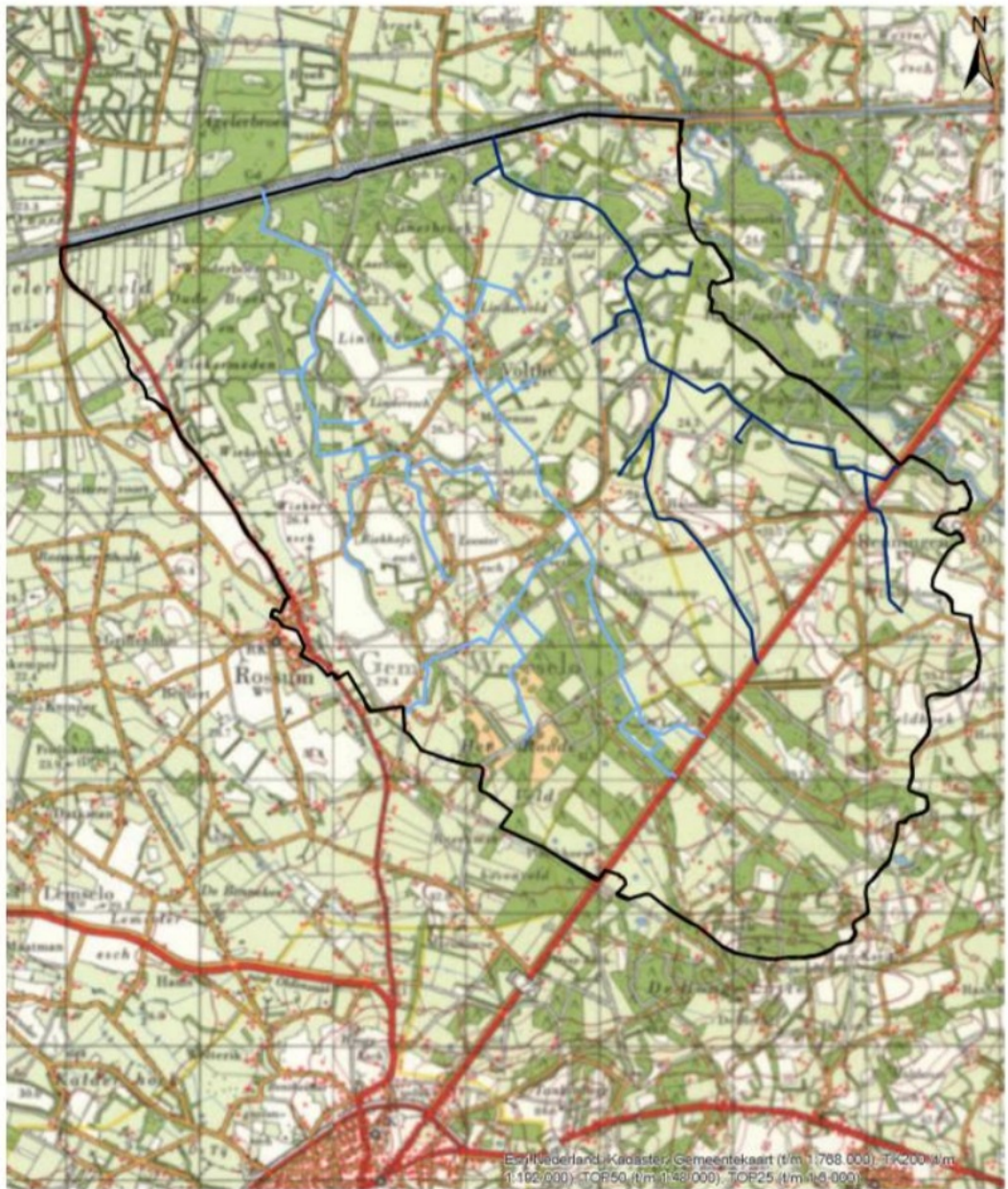
Topographic map of the study area in the Klamath Mountains, Oregon. The map shows the Klamath River and its tributaries, including the Rogue River, Umpqua River, and Rogue River. The study area is outlined in black. The map includes elevation contours, a grid, and a north arrow. The map is titled 'Topographic map of the study area' and includes a scale bar and a north arrow.

- Voltherbeek
— Roelinksbeek
□ Sub-stroomgebied Roelinksbeek/Voltherbeek

Figuur 13: Historische kaart uit 1950.

HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN

Historische kaart 1970



Legenda

- Voltherbeek
- Roelinksbeek
- Sub-stroomgebied Roelinksbeek/Voltherbeek

Door: E. Holtus en L. Rietman

Bron: Topotijdreis

Datum: 19 maart 2019

Instelling: HVHL

Figuur 14: Historische kaart uit 1970.
HOGESCHOOL VAN HALL LARENSTEIN

0 0,5 1 2 Kilometers

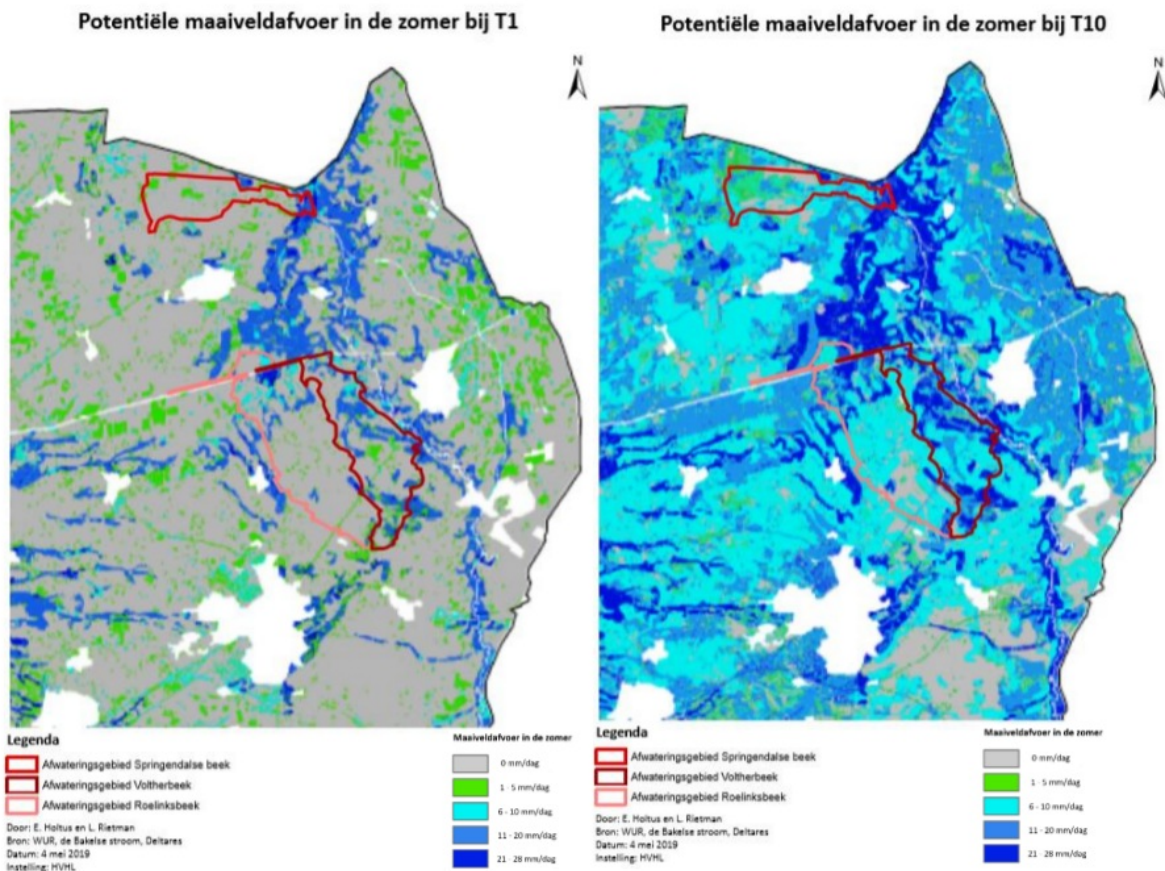
BIJLAGENRAPPORT

6.3 Maaiveldafvoer

Maaiveldafvoer treedt op bij:

- Extreme neerslag: Door intense of lange neerslagbuien, kan berging van de bodem worden overschreden, waardoor het water via het maaiveld afstroomt (Waterschap De Dommel et al.).
- Hoge grondwaterstand: Wanneer de grondwaterstand ondiep is, is er weinig berging in de bovengrond beschikbaar en zal er eerder maaiveldafvoer optreden.
- Slechte infiltratie capaciteit: Wanneer water slecht of langzaam infiltreert zal water eerder via het maaiveld richting het oppervlakte afstromen. Dit kan komen door verdichting of door een van nature slecht doorlatende bodem (WUR, de Bakelse stroom, Deltares, 2017).
- Verdichting: Verdichting van de bodem, door gebruik van zware machines kan de infiltratiecapaciteit verminderen, wat zorgt voor maaiveldafvoer (Bodemambities, 2013).

In Figuur 15 is de verwachte maaiveldafvoer bij een T1 en T10 bui weergegeven.



Figuur 15: De maaiveldafvoer bij een T1 en T10 bui.

Bijlage 7 Maatregelen

Argumentatie uitwerking maatregelen

Op basis van het onderzoek zijn er 8 maatregelen geselecteerd, die de droogval van de Roelinksbeek en de Voltherbeek kunnen tegen gaan. De maatregelen die naar verwachting het meest kansrijk zijn, zijn uitgewerkt in het hoofdrapport. Waarom ervoor gekozen is om juist deze maatregelen uit te werken, is onderstaand uitgelegd, ook is onderscheid gemaakt tussen de verschillende landschapsschalen.

In detail uitgewerkte maatregelen:

- Maatregel 2: Verwijderen buisdrainage/greppels: Het is bekend dat door de verwijdering van buisdrainage en het dempen van greppels een gebied vernat.
- Maatregel 5: Verondiepen beekprofiel: Door een beekprofiel te verondiepen, neemt de drainerende werking op de grondwaterstanden nabij de beek af, waardoor er ook sprake zal zijn van vernatting.
- Maatregel 6: Maaibeleid aanpassen: Door minder te maaien neemt de ruwheid toe, waardoor water langer wordt vastgehouden.
- Maatregel 8: Doorstroom en beekmoeras: Door de grote sponswerking van een doorstroom en beekmoeras, zal water langer worden vastgehouden en vindt er meer infiltratie naar het grondwater plaats. Daarbij al ook de afvoer vertraagd worden.

Overige maatregelen:

- Maatregel 1: Waterbergend vermogen verhogen: Deze maatregel zal geen effect hebben op locaties waar de bodem van nature verdicht is. In de afwateringsgebieden van de Roelinksbeek en de Voltherbeek is bovenstrooms een groot oppervlak aan keileem aan de bovengrond. Op deze locaties kan het waterbergend vermogen in de bodem niet worden vergroot. Het effect op het tegengaan van de droogval zal klein zijn.
- Maatregel 3: Effectieve beregening: Ondanks dat er efficiënter met het water zal worden omgegaan, wordt er nog steeds grondwater onttrokken. Hierdoor zal het effect op de droogval beperkt zijn, doordat er weinig bekend is over beregening, is het daadwerkelijke effect moeilijk in te schatten.
- Maatregel 4: Seizoensberging: Het effect van deze maatregel op de droogval hangt sterk af van de neerslag die valt in de winter. Als er wel genoeg water is opgevangen wordt het langzaam in de beek gevoerd, maar dit zal nog steeds leiden tot een snelle afvoer. Hierdoor is deze maatregel alleen niet voldoende om droogval tegen te gaan.
- Maatregel 7: Dood hout aanbrengen: Met deze maatregel wordt de droogval van de Roelinksbeek en de Voltherbeek niet tegengegaan. Wel wordt het beschikbare water in de beek beter benut, waardoor het water in kleine geultjes langer watervoerend blijft. Deze maatregel is minder effectief dan minder maaien, omdat dood hout niet over de gehele loop zorgt voor verhoogde weerstand.

Het daadwerkelijke effect van deze maatregelen zal met bijvoorbeeld modelstudies nader onderzocht moeten worden.

BIJLAGENRAPPORT

Maatregel 1: Waterbergend vermogen in de bodem verhogen

Het terugdringen van bodemverdichting, zal de infiltratiecapaciteit verbeteren, wat zorgt voor een afname van maaiveldafvoer en meer grondwateraanvulling (CLM, 2016). De verdichting kan worden beperkt door (van Wijk):

- Bewerken van landbouwgronden in het voor- en najaar onder droge omstandigheden;
- Hanteren van vaste rijpaden op de akkers;
- Minder ploegen;
- Toevoegen van bodemorganismen en aanbrengen van organisch materiaal (beperkt zich tot de bovengrond) (STOWA, 2017);
- Verlagen van de bandenspanning of gebruik van bredere banden .

Deze maatregelen kunnen alleen worden uitgevoerd in overeenstemming met agrariërs. Mogelijk voeren agrariërs zelf deze maatregelen al uit, omdat zij hier ook voordeel aan hebben. In het zuidwestelijke deel van de afwateringsgebieden is de ondergrond van nature verdicht door aanwezigheid van keileem, met maatregelen is dit niet te verbeteren. De locaties waar sprake is van 'zeer grote' verdichting, is het effect van deze maatregelen beperkt, omdat een verstoorde bodemstructuur moeilijk te herstellen is (Organisatie akkerbouw, 2019).

Maatregel 3: Effectieve beregening (druppelberegening)

Door regelmatig te beregenen met kleine hoeveelheden, blijft de vochttoestand op peil en het voorkomt dat de waterverzadigingsgraad van de bodem verder achteruitgaat, droogtestress wordt beperkt en het water komt minder snel tot afvoer. Door efficiënte besproeiing dichtbij gewassen, wordt minder water verbruikt (zie Figuur 16) (Alterra, 2017). Het effect van effectieve beregening zal in het afwateringsgebied van de Voltherbeek het grootst zijn, omdat het areaal landbouw hier ook het grootst is.



Figuur 16: Druppelberegening (Chinprayoon).

Maatregel 4: Realiseren seizoenberging

Seizoenberging is een wijze van duurzaam peilbeheer waarbij (hemel)water in de winter zoveel mogelijk wordt vastgehouden, waardoor dit in de zomer weer gebruikt kan worden. Dit kan door een ondergrondse of bovengrondse waterberging te maken (Groenblauwe netwerken, 2019). Door op deze manier extra waterberging te creëren wordt de overstromingskans ten tijde van piekafvoeren kleiner en het watertekort wordt ook teruggedrongen. Meer water in het gebied zorgt ervoor dat het systeem robuuster is ten tijde van verdroging.

BIJLAGENRAPPORT

Maatregel 7: Doodhout in de beek

Een natuurlijke beekmorfologie wordt gecreëerd door doodhout in de beek te brengen, hierdoor ontstaan er verschillen in het beekprofiel (zie Figuur 17). In de beekbedding zullen geulen ontstaan die langer watervoerend zijn; er wordt restwater gecreëerd. Door kleine stroompjes die ontstaan zal een klein deel van de beek langer watervoerend zijn en blijft de schade aan fauna beperkt (Verdonschot R. , 2019). Het aanbrengen van doodhout in de beek zorgt ook dat de retentie van de beek wordt vergroot en dat de beekbodem wordt verhoogd, wat diepe insnijding en toename van de drainerende werking verminderd (Alterra). Een belangrijke voorwaarde voor houtaanbreng in de beek, is dat randvoorwaarden als stroming en waterkwaliteit op basiskwaliteitsniveau zijn (Alterra); het is niet bekend of dit voor de Roelinksbeek en Voltherbeek het geval is.



Figuur 17: Doodhout in de Springendalse beek (Foto: L. Rietman).

bijlagen

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45
