



ALTErrA

WAGENINGEN UR



Huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart

Verkenning naar het effect van onderwaterdrains

Alterra-rapport 2142
ISSN 1566-7197

J.J.H. van den Akker, P.C. Jansen en E.P. Querner

Huidige en toekomstige watervraag van
veengronden in het Groene Hart

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van de Droogtestudie West-Nederland (eerder genoemd Droogtestudie Groene Hart) voor de provincies Zuid-Holland (coördinerend opdrachtgever), Noord-Holland en Utrecht, Waternet, Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard.
Projectcode 5237362-01

Huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart

Verkenning naar het effect van onderwaterdrains

J.J.H. van den Akker, P.C. Jansen en E.P. Querner

Alterra-rapport 2142

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2011

Referaat

J.J.H. van den Akker, P.C. Jansen en E.P. Querner, 2011. *Huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart; Verkenning naar het effect van onderwaterdrains*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2142. 80 blz.; 22 fig.; 12 tab.; 20 ref.

Dit rapport is onderdeel van de studie Droogtebestendig West-Nederland die is uitgevoerd in opdracht van de provincies Zuid-Holland, Noord-Holland en Utrecht, Waternet, Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard. Door het afwateren van de veenweidegebieden daalt daar de bodem. Toepassing van onderwaterdrains kan de bodemdaling halveren, maar zal door een betere infiltratie in het veenweideperceel en een doorgaande gewasverdamping in droge perioden leiden tot een grotere watervraag van het veenweidegebied. Uit dit verkennend onderzoek blijkt dat door toepassing van onderwaterdrains de watervraag tot 15% extra kan toenemen. Door slim peilbeheer kan deze toename van de watervraag echter sterk worden gereduceerd.

Trefwoorden: watervraag, inlaat, maaiveldaling, bodemdaling, onderwaterdrains, veenweide, oxidatie, Groene Hart

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2011 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2142

Wageningen, februari 2011

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	13
1.1 Resultaten uit eerder onderzoek	13
1.2 Onderzoeksvraag	15
1.3 Leeswijzer	16
2 Veengebieden in het Groene Hart en de geschiktheid voor onderwaterdrains	17
2.1 Werkwijze	17
2.2 Resultaten	17
3 Watervraag volgens scenarioberekeningen voor het modelgebied polder Zegveld	19
3.1 Werkwijze	19
3.2 Resultaten van de scenarioberekeningen in het modelgebied polder Zegveld	22
4 Watervraag van veengronden in het Groene Hart	29
4.1 Werkwijze	29
4.2 Resultaten	29
5 Berekeningen van de verdampingsreductie en berging	33
5.1 Werkwijze	33
5.2 Resultaten	35
5.3 Conclusies	41
6 Evaluatie en conclusies	43
Literatuur	45
Bijlage 1 Beschrijving van het modelgebied en van de modellen SIMGRO en SIMWAT	47
Bijlage 2 Benodigde waterinlaat modelgebied polder Zegveld	51
Bijlage 3 Wateraanvoer per decade Zegveld	53
Bijlage 4 Wateraanvoer per decade Zegveld voor veengronden met een dubbele inlaatcapaciteit	55
Bijlage 5 Neerslag, verdamping en neerslagtekort in mm per decade voor het Groene Hart in de KNMI-klimaatscenario's Huidig, W en W+	57
Bijlage 6 Vergelijking met neerslag en verdamping in Alterra-rapport 1872	59
Bijlage 7A Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+	61
Bijlage 7B Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W	63

Bijlage 7C Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+65

Bijlage 7D Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+67

Bijlage 7E Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+69

Bijlage 7F Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+71

Bijlage 7G Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+73

Bijlage 7H Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+75

Bijlage 8 Verdampingstekort in mm/decade

77

Samenvatting

Veenweideproblematiek

Op dit moment is ongeveer 80% van het westelijk veengebied in gebruik als veenweide en dit zal waarschijnlijk de komende decennia voor het overgrote deel zo blijven. In de Voorloper Groene Hart (2008) wordt door de colleges van gedeputeerde staten van de provincies Noord-Holland, Utrecht en Zuid-Holland aangegeven dat een blijvend economisch perspectief voor de landbouw in grote delen van het veenweidegebied een voorwaarde is voor het behoud van de kernkwaliteiten van het veenweidegebied. Het beleid voor Nationaal Landschap Groene Hart vindt zijn basis in de Nota Ruimte van het Rijk. Deze nota vormt daarom een belangrijk uitgangspunt voor de Voorloper Groene Hart. In de Nota Ruimte en de Voorloper Groene Hart wordt het afremmen van de bodemdaling als één van de beleidsdoelstellingen genoemd. De benodigde drooglegging voor een rendabele melkveehouderij veroorzaakt echter maaiveld dalingen tot 13 mm per jaar (Van den Akker et al., 2007a). Voor het afremmen van de bodemdaling geldt voor de provincies het vertrekpunt dat dit binnen een robuust en klimaatbestendig watersysteem moet plaatsvinden. Er bestaat daarom een grote behoefte aan oplossingen waarbij de maaiveld daling kan worden beperkt met behoud van een goed perspectief voor de melkveehouderij. Toepassing van onderwaterdrains lijkt een oplossing te bieden. Dit wordt ook aangegeven in de Voorloper Groene Hart (2008). Daarbij is het echter wel de vraag wat de toepassing van onderwaterdrains betekent voor de waterkwaliteit en voor de huidige en toekomstige watervraag van veenweidegronden in het Groene Hart. In dit rapport wordt een verkenning uitgevoerd naar het effect van onderwaterdrains op die watervraag. In deze samenvatting wordt echter eerst kort ingegaan op eerder onderzoek dat is gedaan of de toepassing van onderwaterdrains rendabel is voor de melkveehouderij en wat de effecten van onderwaterdrains zijn op de waterkwaliteit.

Kwaliteit oppervlaktewater

Gebaseerd op het voorgaande wordt verwacht dat er een groot potentieel is voor de toepassing van onderwaterdrains. Echter, een belangrijk nadeel van de toepassing van onderwaterdrains is dat het watersysteem door de betere infiltratie en drainage van de percelen en het afvlakken van de grondwaterstand richting slootpeil veel sneller gaat reageren op neerslag en gewasverdamming. Het gevolg is dat er meer water aan- en afgevoerd moet worden. Vooral de inlaat van gebiedsvreemd water wordt als een probleem ervaren, enerzijds omdat dit de afbraak van veen kan bevorderen door de aanvoer van carbonaten en sulfaten en anderzijds omdat met de toename van de inlaat ook de belasting van het watersysteem met o.a. fosfaat toeneemt. Opgraven van onderwaterdrains die meer dan 15 jaar hebben gefunctioneerd (Van den Akker et al., 2007b) en een literatuurstudie (Kemmers en Koopmans, 2010) geven echter aan dat in het Groene Hart de afbraak door gebiedsvreemd water in de combinatie met onderwaterdrains geen grote rol speelt. Er blijven echter vragen over de effecten die toepassing van onderwaterdrains kan hebben op de waterkwantiteit en waterkwaliteit. Modelberekeningen met SWAP-Animo (Woestenberg, 2009; Jansen et al., 2010, Van den Akker et al., 2010) laten zien dat toepassing van onderwaterdrains bij het huidige klimaat leidt tot een ongeveer gelijke stikstofbelasting (N) en een lagere fosforbelasting (P) van het oppervlaktewater vanuit het perceel. Bij een W+-klimaatscenario leidt toepassing van onderwaterdrains bij zowel N als P tot een lagere belasting op het oppervlaktewater vanuit het perceel. De modelstudies laten ook zien dat in verband met de waterkwaliteit toepassing van onderwaterdrains is beperkt tot veengebieden en veengebieden met een kleidek waar wegzijging optreedt en waar de drooglegging tussen de 35 en 60 cm is. Omdat modelstudies niet voldoende zekerheid geven dat toepassing van onderwaterdrains echt niet leidt tot een grotere nutriëntenbelasting van de sloot, zijn dit jaar (2010) in de provincie Utrecht twee pilots op praktijkschaal (perceel en sloot als gekoppeld systeem) gestart om inlaat, afvoer en waterkwaliteit te meten bij proefvakken met en zonder drains.

Rendabele melkveehouderij met milieuvordelen

Wat betreft het perspectief voor de landbouw blijkt uit onderzoek van Hoving et al. (2008, 2009) dat voor de melkveehouderij de aanleg van onderwaterdrains zonder meer rendabel is bij een gedwongen keuze tussen peilverhoging (c.q. geen peilverlaging meer om de voortdurende maaiveld-daling te compenseren) of toepassing van onderwaterdrains. Op bedrijfsniveau lijkt toepassing van onderwaterdrains ook milieuvordelen te hebben wat betreft de nutriëntenbenutting en de beperking van de veenaafbraak en daarmee de mineralisatie van N en P. Dat er minder N vrijkomt door mineralisatie betekent in principe dat er minder N beschikbaar is voor grasgroei. Echter, dit wordt meer dan volledig gecompenseerd door een betere nutriëntenbenutting van de bemesting (Hoving et al., 2008, 2009). Verder moet worden bedacht dat door de voortdurende maaiveld-daling de kweldruk zal toenemen. Momenteel vindt in veel veengebieden nog wegzijging plaats, echter, een deel daarvan verandert nu al in kwelgebied. In veengebieden is deze kwel vaak nutriëntenrijk en kan ook brak zijn. Toepassing van onderwaterdrains kan deze ontwikkeling in ieder geval vertragen. Een ander milieuvordeel is dat door de verminderde afbraak van veen de emissie van CO₂ en N₂O sterk wordt gereduceerd. Deze is nu 2 - 3% van de totale Nederlandse CO₂-emissie van antropogene oorsprong (Kuikman et al., 2005). Momenteel komt beperking van CO₂-emissies van veengebieden nog niet in aanmerking voor verkoop als CO₂-emissierechten. Echter, als dit in de toekomst eventueel wel het geval is, dan kan hiermee de aanleg van onderwaterdrains volledig worden gefinancierd en bovendien winstgevend zijn.

Onderwaterdrains en de huidige en toekomstige watervraag

Het verkennend onderzoek moet antwoord geven op de vraag wat de toename van inlaatwater is bij toepassing van onderwaterdrains in het Groene Hart in de huidige situatie en in de toekomst bij klimaatverandering. Daarbij worden een gemiddeld droog jaar (1967), een zeer droog jaar (2003) en een extreem droog jaar (1976) beschouwd.

Na bovenstaande inleiding gaat deze samenvatting in op recent modelonderzoek naar de waterkwaliteit en modelonderzoek naar waterkwantiteitsaspecten (Jansen et al., 2009). De modellen in dit laatste onderzoek zijn de basis voor de verkennende studie naar de watervraag in de toekomst in het Groene Hart. Dit wordt aangegeven in de onderzoeksmethodiek, waarin ook de randvoorwaarden worden gegeven. Voor het modelgebied de polder Zegveld wordt voor een pure veengrond en veengrond met een ca. 30 cm dun kleidek de watervraag bepaald. Dit is de basis voor berekening van het effect van onderwaterdrains bij de huidige en toekomstige watervraag in het Groene Hart.

Eerder onderzoek watervraag

In een modelstudie met SIMGRO is door Jansen et al. (2009) voor verschillende waterbeheer-scenario's de extra inlaat- en afvoerbehoefte berekend bij toepassing van onderwaterdrains in de polder Zegveld voor een veengrond zonder en met een dun kleidek (ca. 30 cm dik). In de scenario's zonder drains was de drooglegging 60 cm en in de scenario's met drains 50 cm. Toepassing van onderwaterdrains resulteerde in ca. 40% minder maaiveld-daling, maar wel in 35% (40 mm) toename van de inlaat in de zomer. Bij toepassing van flexibel peilbeheer (marge van + en - 10 cm in het streefpeil) kon de inlaat sterk worden beperkt, maar de maaiveld-daling werd wel iets groter. Een dynamisch peilbeheer waarbij werd gestuurd op de grondwaterstand en de weersverwachting en waarbij een marge van het streefpeil van + en - 5 cm werd toegestaan, resulteerde eerder in een toename dan een afname van de inlaat, terwijl de maaiveld-daling maar iets afnam. Een scenario met extra open water (van 12% naar 20%) en een streefpeilmarge van ± 5 cm leverde wel een grote winst in inlaatwater op. In dit scenario met onderwaterdrains en 40% minder maaiveld-daling was slechts iets meer inlaatwater nodig dan in het referentiescenario zonder drains en met een normaal peilbeheer. Een optimaal scenario (zonder extra open water), waarin de toepassing van onderwaterdrains werd gekoppeld met een dynamisch peil met 2 tot 5 cm marge rond het streefpeil en sparen van water door gebruik te maken van weersvoorspellingen, leverde een bijna optimale beperking van de maaiveld-daling op, terwijl er bijna geen extra inlaatwater nodig was (6 mm).

Onderzoeksmethodiek

Voor dit verkennende modelonderzoek is gebruik gemaakt van SIMGRO-modellen die eerder zijn opgesteld (Jansen et al., 2009, 2010). De toegepaste modellen en scenario's zijn afgestemd op de vraag om inzicht te verschaffen in de huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart. Daarbij worden specifiek een gemiddeld droog jaar (1967), een zeer droog jaar (2003) en een extreem droog jaar (1976) beschouwd. De watervragen worden beantwoord voor regulier en flexibel peilbeheer. Bij regulier peilbeheer wordt in dit onderzoek een fluctuatie van + of - 2 cm rond het streefpeil aangehouden voordat er water wordt weggepompt c.q. wordt ingelaten. Bij flexibel peilbeheer is de marge + of - 10 cm. Het streefpeil van het oppervlaktewater is altijd 50 cm -mv (beneden maaiveld), zowel 's zomers als 's winters en voor situaties met en zonder onderwaterdrains. De enige variatie is dus met en zonder drains. Een overzicht van de scenario's is gegeven in tabel I

Tabel I

Overzicht van de modelscenario's. De klimaatscenario's zijn voor het jaar 2050. Het streefpeil is in alle gevallen 50 cm -mv (drooglegging 50 cm).

Bodem Peilbeheer	veen				veen met dun dek			
	regulier		flexibel		regulier		flexibel	
Onderwaterdrains	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja
Huidig klimaat	1	4	7	10	13	16	19	22
Klimaatscenario W	2	5	8	11	14	17	20	23
Klimaatscenario's W+	3	6	9	12	15	18	21	24

NB. Bij het eerdere onderzoek (Jansen et al., 2009) is voor scenario's zonder onderwaterdrains een andere drooglegging aangehouden, namelijk 60 cm, zodat de scenario's zonder onderwaterdrains waren gekoppeld aan een 10 cm lager slootpeil. Toepassing van onderwaterdrains zou daarbij kunnen worden gezien als alternatief voor een peilverlaging van 50 naar 60 cm. Dit is wel pragmatisch, maar maakt een zuivere vergelijking tussen met en zonder drains niet goed mogelijk.

De klimaatgegevens en de klimaatscenario's voor de verkennende studie zijn aangeleverd door het KNMI en gelden voor het Groene Hart (KNMI, 2008). De klimaatscenario's W en W+, waarin de grootste neerslagtekorten in de zomer optreden en de temperatuur substantieel hoger is, betreffen het jaar 2050. NB. Bij het eerdere onderzoek van Jansen et al. (2009) zijn weergegevens gebruikt die gelden voor de polder Zegveld.

Bij de toepassing van onderwaterdrains moet worden bedacht dat niet het hele oppervlakte aan veengronden geschikt is. In dit verkennende onderzoek zijn als eerste de veengronden met kwel afgevalen. Door kwel wordt de grondwaterstand verhoogd en wordt het nut van onderwaterdrains om ditzelfde te doen twijfelachtig. Bovendien bestaat de kans dat de drains veel nutriëntenrijk kwelwater gaan afvoeren. Bij de overblijvende veengronden valt een deel af omdat het slootpeil te hoog (drooglegging < 35 cm) of te laag is (drooglegging > 60 cm). Bij het streefpeil van 50 cm -mv worden namelijk peilvakken beschouwd, waarin het maaiveld niet overal even hoog ligt. Bij een drooglegging < 35 cm kunnen de drains bij bemesting sneller nutriëntenrijk water af gaan voeren en bij een drooglegging > 60 cm kan de grondwaterstand door de drainerende werking van de drains juist te veel worden verlaagd. Onderwaterdrains worden ook toegepast bij veengronden met een dun mineraal dek (ca. 30 cm dik), omdat daarbij de reductie van de maaiveldaling uitgedrukt in mm per jaar net zoveel is als bij veengronden zonder mineraal dek. De grondwaterstandverhoging tot slootpeil betreft immers de conservering van het veen onder de toplaag, of die toplaag nu bestaat uit veen of klei maakt niet uit.

Watervraag polder Zegveld

Als eerste is de watervraag berekend voor het modelgebied polder Zegveld, waarbij is uitgegaan van een situatie waarbij het hele gebied alleen veen zonder een dun kleidek heeft en een situatie met alleen veen met een dun kleidek. Het effect van onderwaterdrains op de watervraag is nader onderzocht door de verdampingsreductie in de (zeer) droge jaren 2003 en 1976 te beschouwen. Een wortelzone van 40 cm is het meest realistisch en wordt daarom in alle berekeningen gebruikt. De resultaten zijn samengevat in tabel II. De toepassing van onderwaterdrains leidt ertoe dat de verdampingsreductie in droge jaren sterk wordt beperkt. Dit houdt in dat het productieverlies voor de veehouder wordt beperkt, maar daar staat tegenover dat er meer water moet worden aangevoerd.

Tabel II

Verdampingsreductie in millimeters in een droog jaar (2003) en erg droog jaar (1976) met een regulier peilbeheer (klimaatscenario's W en W+ in 2050, drooglegging 50 cm).

Klimaat Owdrains	Veen						Veen met kleidek					
	Huidig		W		W+		Huidig		W		W+	
	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja
wortelzone 40 cm												
droog jaar (2003)	17	0	25	1	56	14	32	4	46	6	83	27
erg droog (1976)	43	3	63	6	98	20	63	13	89	22	128	45

Naast de verdampingsreductie is ook de bodemberging beschouwd. De bodemberging kan in korte tijdstappen sterk wisselen. Door een regenbui kan de grondwaterstand snel stijgen en daardoor de berging in korte tijd snel afnemen. Per decade lijkt er een maximum te zijn die weinig afhangt van het klimaat of fysische eigenschappen. Het verschil in bodemberging tussen veen met of zonder dun kleidek is beperkt. Onderwaterdrains hebben tot gevolg dat de bodemberging op decadebasis vrijwel constant is (ca. 40 mm). Door droogte neemt de bodemberging in de situatie zonder drains toe tot een constante waarde van ca. 65 - 75 mm.

In tabel III zijn de modelresultaten van veen zonder een dun kleidek gepresenteerd. De resultaten van veen met een dun kleidek geven eenzelfde beeld en zijn in deze samenvatting niet gepresenteerd.

Tabel III

Waterinlaat in millimeters volgens berekeningen voor het modelgebied polder Zegveld voor veengronden zonder dun kleidek voor verschillende omstandigheden. Zomer, gemiddeld droog (1967), droog (2003) en zeer droog (1976). De drooglegging is 50 cm en de dikte van de wortelzone 40 cm.

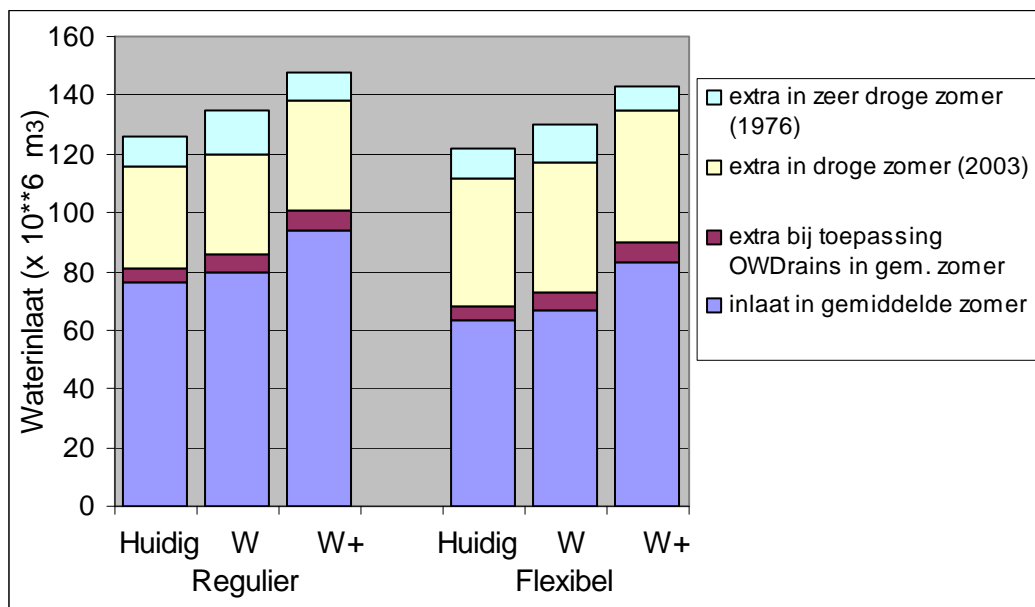
Klimaat	Regulier peilbeheer						Flexibel peilbeheer					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	huidig	W	W+	huidig	W	W+	huidig	W	W+	huidig	W	W+
Zomer:												
gem. droog (1967)	166	188	225	180	195	226	133	144	189	147	163	207
droog (2003)	253	272	316	282	299	359	238	249	299	268	286	343
zeer droog (1976)	289	309	354	317	347	395	272	294	332	300	327	372

Toepassing van onderwaterdrains leidt in de meeste scenario's tot een toename van de watervraag van 10 - 15% (geen drains versus wel drains). Flexibel peilbeheer heeft in een gemiddelde zomer bij het huidige klimaat ca. 20% minder water nodig dan regulier waterbeheer, maar dat verschil wordt kleiner bij klimaatverandering en aanzienlijk kleiner in (zeer) droge zomers zoals 1976. De maaielddaling is ca. 1 mm/jr groter (ca. 10%) bij flexibel peilbeheer dan bij regulier beheer. Voor het klimaatscenario W is ca. 10% extra water nodig is en voor klimaatscenario W+ ca. 35% ten opzichte van het huidige klimaat. Dit geldt grosso modo voor regulier en

flexibel peilbeheer en wel of geen onderwaterdrains. Bij 'wel drains' neemt de maaiveldddaling bij het klimaat-scenario W toe met 0,3 mm/jr en bij het W+-scenario met 0,8 mm/jr. Bij 'geen drains' neemt de maaiveldddaling bij het W+-scenario met 1,3 mm/jr toe. Eerder onderzoek (Jansen et al., 2009) liet echter zien dat een dynamisch peilbeheer waar gestuurd wordt op de neerslagverwachting de maaiveldddaling optimaal kan beperken, zonder dat de watervraag substantieel toeneemt ten opzichte van een situatie zonder onderwaterdrains met een regulier peilbeheer.

Watervraag Groene Hart

De resultaten van het modelgebied polder Zegveld zijn gebruikt om de watervraag van de veengronden met wegzijging in het Groene Hart te bepalen (32.300 ha). Dit zijn veengronden met en zonder een dun mineraal dek en beslaan ca. 30% van het oppervlakte van het Groene Hart. De veengronden met kwel zijn dus buiten beschouwing gelaten. Bij de indeling in peilgebieden met een gemiddelde drooglegging van 50 cm, blijkt 8.700 ha van de 32.300 ha een te grote (> 60 cm) of een te kleine (< 35 cm) drooglegging te krijgen om onderwaterdrains aan te leggen. Van de overblijvende geschikte veengronden heeft 13.200 ha geen en 10.400 ha wel een dun kleidek. Het resultaat van de berekeningen is samengevat in figuur 1.



Figuur 1

Waterinlaat in veengronden met wegzijging in het Groene Hart onder verschillende omstandigheden met aangegeven de extra waterinlaat door: toepassing van onderwaterdrains; een zeer droge zomer (2003) en een extreem droge zomer (1976) (klimaatscenario's W en W+ in 2050, drooglegging 50 cm).

Ten opzichte van een gemiddelde zomer is de toename van de watervraag in een zeer droge zomer (2003) ca. 50% en in een extreem droge zomer (1976) zelfs 60 tot 65% en overschaduwde daarmee het effect van de toename van de watervraag door toepassing van onderwaterdrains. In een gemiddeld jaar blijkt toepassing van een flexibel peil te leiden tot een afname van de watervraag met ca. 15% (100% = 76 miljoen m³ inlaat). In zeer droge en extreem droge jaren neemt deze besparing sterk af tot minder dan 5%. Toepassing van onderwaterdrains leidt tot een toename van de watervraag met 7 tot 14% afhankelijk van het klimaatscenario (100% = 76 miljoen m³ inlaat). In figuur 1 is alleen de toename van de inlaat door toepassing van onderwaterdrains bij een gemiddelde zomer gepresenteerd. In drogere zomers is de toename groter. In een droog jaar als 2003 zou dan bij het huidige klimaat bij regulier peilbeheer het verschil tussen wel of geen drains ca. 7 miljoen m³ inlaatwater zijn. Bij de W- en W+-klimaatscenario's zouden dan de verschillen respectievelijk ca. 7 en

9 miljoen m³ inlaatwater zijn. In een zeer droog jaar als 1976 wordt bij het huidige klimaat en regulier peilbeheer het verschil tussen wel of geen drains ca. 7 miljoen m³ inlaatwater. Bij de W- en W+-klimaat-scenario's zouden dan in een zomer als 1976 de verschillen bij beide klimaatscenario's 9 miljoen m³ inlaatwater zijn.

Zelfvoorzienendheid

De zelfvoorzienendheid geeft aan in welke mate een gebied voor zijn eigen watervoorziening zorgdraagt. Bij een lage zelfvoorzienendheid moet veel water worden ingelaten. Voor het modelgebied polder Zegveld is de zelfvoorziening uitgerekend voor een regulier peilbeheer voor de gevallen met en zonder drains op een 'pure' veengrond en een veengrond met een dun mineraal dek. De resultaten zijn aangegeven in tabel IV.

Tabel IV

Zelfvoorzienendheid (%) van het modelgebied polder Zegveld.

Klimaat	Veengrond						Veengrond met een dun dek					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W+	Huidig	W	W+	Huidig	W	W+	Huidig	W	W+
Zomer												
gem.droog (1967)	65.1	62.8	58.1	62.1	61.4	57.9	66.9	66.5	62.4	61.5	60.8	57.4
droog (2003)	50.7	49.5	41.9	46.7	46.8	38.6	49.1	49.5	39.2	46.2	47.3	39.0
zeer droog (1976)	41.3	39.0	30.3	40.5	38.5	32.6	40.9	37.3	29.5	40.8	38.5	33.2

Conclusies

Geconcludeerd kan worden dat toepassing van onderwaterdrains in het Groene Hart leidt tot een toename van de watervraag met ca. 7% (ca. 5 miljoen m³) voor de veengebieden waar onderwaterdrains toegepast kunnen worden. Bij een klimaatscenario W+ en een extreem droge zomer zoals 1976 kan dit oplopen tot 14%. Daarbij wordt aangenomen dat een regulier peilbeheer wordt aangehouden en er bijvoorbeeld geen dynamisch peilbeheer wordt toegepast om inlaatwater te besparen. Uit eerdere studies blijkt dat hiermee aanzienlijke besparingen mogelijk zijn. Toepassing van flexibel peil kan tot leiden tot een afname van de watervraag met 15%, echter in droge jaren neemt dit voordeel sterk af tot een afname van 5%.

1 Inleiding

De toepassing van onderwaterdrains in veengebieden wordt gezien als een mogelijke oplossing om bodemdaling te vertragen en te komen tot duurzaam water- en bodembeheer. Momenteel staat het onderwerp sterk in de belangstelling van het rijk, provincies, waterschappen, landbouworganisaties en individuele agrariërs (www.waarheenmethetveen.nl). Hoewel nog niet alle vragen over onderwaterdrains zijn beantwoord, kan op grond van deze grote belangstelling gesteld worden dat potentieel de toepassing van onderwaterdrains een grote vlucht kan nemen.

Het Groene Hart wordt geconfronteerd met een toenemende vraag naar zoet water en een toename van interne verzilting. Het wordt 'droger en zouter'. Voor besluitvorming over verandering in vraag en aanbod van zoet water is inzicht nodig in gevolgen en mogelijke maatregelen. Toepassing van onderwaterdrains zou een significante verandering in de watervraag kunnen veroorzaken. Bovendien is de verwachting dat de verandering van het klimaat ook een toenemende behoefte aan zoet inlaatwater genereert. Dit was reden voor de provincie Zuid-Holland om een verkennend onderzoek naar de watervraag bij toepassing van onderwaterdrains uit te voeren. Dit onderzoek sluit aan bij een scenariostudie, die voor de provincies Zuid- en Noord-Holland, Utrecht en het Hoogheemraadschap van Rijnland is uitgevoerd (Jansen et al., 2009). Daarbij is onderzocht wat het effect van onderwaterdrains is op de maaiveldaling, de waterafvoer en de watervraag bij toepassing van verschillende peilbeheerscenario's. De belangrijkste conclusies uit dat onderzoek zijn in hoofdstuk 1.2 samengevat. In 2010 zal een soortgelijke studie volgen naar het effect van toepassing van onderwaterdrains op de waterkwaliteit.

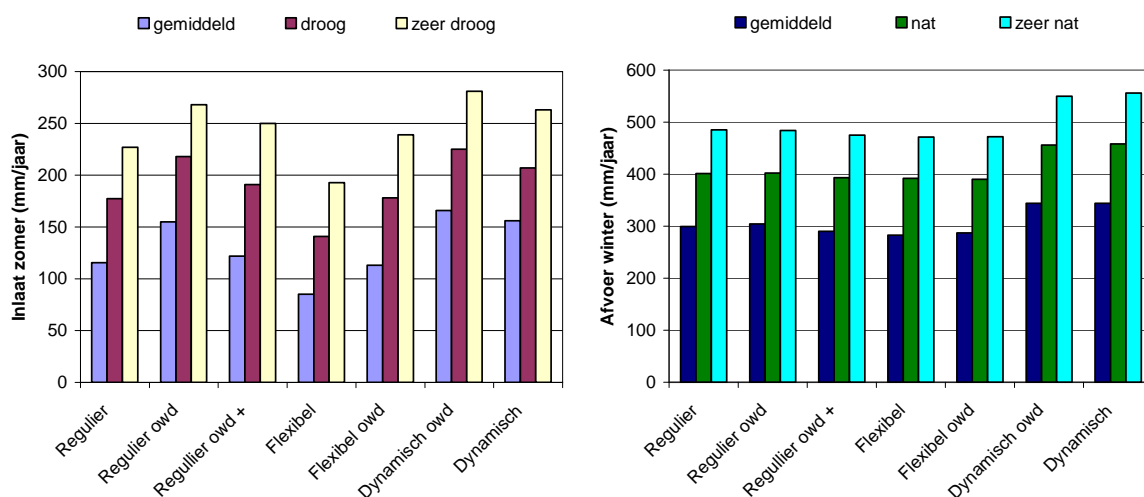
1.1 Resultaten uit eerder onderzoek

Voor het onderzoek waarin de watervraag van verschillende soorten peilbeheer met en zonder onderwaterdrains met elkaar zijn vergeleken zijn meerdere scenario's doorgerekend (Jansen et al., 2009). De beschouwde scenario's zijn in de tweede kolom van tabel 1 aangegeven. De scenario's met regulier peilbeheer hebben een zomer- en winterpeil van 60 cm en de toegestane fluctuatie bedraagt + of - 2 cm. De variant met onderwaterdrains (owd) heeft een 10 cm hoger peil. Een scenario regulier+ met onderwaterdrains heeft extra open water (20% in plaats van 12% open water) om piekbuien op te vangen en de kleinere berging als gevolg van onderwaterdrains te compenseren. Bovendien heeft dit scenario een iets ruimere fluctuatie in het slootpeil (+ of - 5 cm).

Bij de scenario's met een flexibel peilbeheer bedraagt de marge + of - 10 cm rond het streefpeil. De streefpeilen zijn gelijk aan die bij het reguliere peilbeheer; 60 cm zonder en 50 cm met onderwaterdrains. Om te voorkomen dat het slootpeil langdurig hoger of lager dan het streefpeil wordt, wordt na maximaal tien dagen het slootpeil weer op streefniveau gebracht.

Bij scenario's met dynamisch peilbeheer is het reguliere peilbeheer gevolgd, maar voor het inlaten en afvoeren van water wordt ook rekening gehouden met de neerslagverwachting en de grondwaterstand.

In figuur 1 staat een overzicht van de waterinlaat in de zomer en de waterafvoer in de winter voor veengronden zonder kleidek voor verschillende omstandigheden. De getallen zijn afgeleid uit berekeningen voor met gras begroeid veen met een kleine wegzijging. Een grotere wegzijging of kwel zal tot andere uitkomsten leiden, maar de onderlinge verschillen blijven vergelijkbaar.



Figuur 1

Benodigde inlaat (zomer) en afvoer (winter) bij de verschillende scenario's.

owd : met onderwaterdrains

owd + : met onderwaterdrains met extra open water en toelaten van een wat grotere slootpeilfluctuatie

Voor een gemiddelde zomer en winter zijn in tabel 1 de uitkomsten samengevat voor veengronden zonder kleidek. Voor veengronden met een kleidek van ca. 30 cm dikte zijn de uitkomsten vergelijkbaar, alleen is de absolute maaiveldddaling dan ongeveer 4 mm/jr kleiner en wordt bij gebruik van onderwaterdrains slechts 2 tot 3 mm/jr.

Tabel 1

Samenvatting van de scenarioberekeningen van veengronden zonder kleidek.

Scen.	Peilbeheer	drains	Maaiveldddaling (mm/jr)		Inlaat zomer (mm/jr)		Capaciteitsvraag *)	
			mv. daling	Afname	Inlaat	Toename	Inlaat	Afvoer
1	regulier	nee	10.7	0	116		+	+
2	regulier	ja	6.2	4,5	155	40	+/-	+/-
5	regulier +	ja	6.7	4,0	122	7	-	+/-
7	flexibel	nee	11.7	-1,0	85	-30	+/-	+/-
8	flexibel	ja	7.5	3,2	113	-3	-	-
11	dynamisch	ja	6.3	4,4	166	51	+/-	-
13	dynamisch	nee	10.0	0,7	156	41	+/-	+
0	optimaal	ja	6.4	4.3	122	6		

*) Beschouwd zijn het totale aantal dagen en de duur dat inlaat en afvoer op volle capaciteit werken.

+ vaak matige capaciteit nodig en verspreid over langere periode

- regelmatig volle capaciteit nodig gedurende meer dagen achter elkaar

regulier + : met onderwaterdrains met extra open water en toelaten van een wat grotere slootpeilfluctuatie

optimaal = beperking van de maaiveldddaling en de hoeveelheid inlaatwater in de zomer en de winter

Tabel 1 laat zien dat onderwaterdrains in combinatie met een 10 cm hoger slootpeil de maaiveldddaling aanzienlijk verminderen. Dit gaat wel ten koste van een duidelijke grotere inlaatbehoefte. Gemiddeld is hier, met de gegeven wegzijging en drooglegging, 30 - 35% meer inlaatwater nodig.

Door een grotere slootpeilfluctuaties toe te staan (+/- 10 cm bij flexibel peil en +/- 5 cm bij scenario 5), eventueel gecombineerd met extra open water (scenario 5), kan deze extra inlaatbehoefte bij onderwaterdrains sterk worden gereduceerd. Bij flexibel peilbeheer gaat dit wel enigszins ten koste van de afname van de maaiveldddaling. Dynamisch peilbeheer, zoals dat hier is gedefinieerd, levert niets extra op. Ten opzichte van de reguliere situatie zonder onderwaterdrains moet er zelfs veel meer water worden ingelaten. Hier was de sturing op de grondwatersituatie het zwakke punt bij het dynamisch peilbeheer. Het grondwater regeerde (te) langzaam op neerslag of een veranderend slootpeil.

Naar aanleiding van de resultaten is nog een scenario met onderwaterdrains doorgerekend waarbij werd gestreefd om met een dynamisch peil bestaande uit een combinatie van regulier en flexibel peil tot een optimum te komen wat betreft de hoeveelheid in te laten water en de beperking van de maaiveldddaling. In tabel 1 is dit aangegeven met 'optimaal'. Indien afhankelijk van de neerslagverwachting regulier of flexibel peilbeheer wordt toegepast, bleek er nagenoeg evenveel inlaatwater nodig te zijn als bij uitsluitend flexibel peilbeheer met onderwaterdrains (scenario 8), terwijl de maaiveldddaling in dezelfde orde van grootte is als die van de scenario's met de laagste maaiveldddaling (6,2 - 6,6 mm/jaar).

1.2 Onderzoeksvraag

De provincie Zuid-Holland is geïnteresseerd in de verandering in watervraag bij toepassing van onderwaterdrains in het Groene Hart. Onderwaterdrains kunnen worden toegepast in veengebieden en veengebieden met een kleidek waar wegzijging optreedt en waar de drooglegging - dit is het verschil tussen maaiveldhoogte en slootpeil - tussen de 35 en 60 cm is. Een eerste vraag is dan ook welke oppervlakte in het Groene Hart in potentie geschikt is voor onderwaterdrains. Daarop volgt direct de vraag hoeveel extra water nodig zou zijn om alle gedraineerde gebieden optimaal van water te voorzien. Om daarbij ook inzicht te krijgen in de watervraag onder extreme omstandigheden dient de verandering in watervraag beantwoord te worden voor een gemiddeld droog jaar (1967), een zeer droog jaar (2003) en een extreem droog jaar (1976).

De watervragen worden beantwoord voor regulier en flexibel peilbeheer. Bij regulier peilbeheer wordt in dit onderzoek een fluctuaties van + of - 2 cm rond het streefpeil aangehouden voordat er water wordt weggepompt cq. wordt ingelaten. Bij flexibel peilbeheer is de marge + of - 10 cm. Het streefpeil van het oppervlaktewater is altijd 50 cm, zowel 's zomers als 's winters en voor situaties met en zonder onderwaterdrains¹. Bij het eerdere onderzoek (zie 1.2) is voor scenario's zonder onderwaterdrains een andere drooglegging aangehouden, namelijk 60 cm.

Voor de verandering van het klimaat in Nederland zijn door KNMI klimaatscenario's opgesteld voor 2050 en 2100 (KNMI, 2008). Voor de klimaatscenario's W en W+, waarin de grootste neerslagtekorten in de zomer optreden en de temperatuur substantieel hoger is, wil de provincie weten welke consequenties dat heeft voor de watervraag. In eerste instantie worden de uitkomsten gevraagd voor het jaar 2050. Het KNMI heeft daarvoor in opdracht van de provincie Zuid-Holland de neerslag en verdamping op dagbasis voor het Groene

¹ In de praktijk worden dikwijls andere (ook kleinere) droogleggingen toegepast, maar dat zou de netto verschillen in watervraag van de verschillende scenario's sterk vertroebelen. Daarom is hier één drooglegging voor alle omstandigheden toegepast.

Er wordt vaak een wat grotere drooglegging gehanteerd als er geen onderwaterdrains zijn. Door de drainerende werking van de drains onder natte omstandigheden kan het peil met ongeveer 10 cm worden verhoogd. Dat heeft een gunstige uitwerking op het tegengaan van de maaiveldddaling terwijl dat niet ten koste gaat van de bedrijfsvoering. In de eerdere modelstudie naar waterinlaat en peilbeheer (Jansen et al., 2009) is als drooglegging zonder onderwaterdrains 60 cm en met onderwaterdrains 50 cm toegepast.

Hart berekend (KNMI, 2009). In die weerreeks komen jaren voor die vergelijkbaar zijn met de jaren 1967, 2003 en 1976. Bedacht moet worden dat bij het eerdere onderzoek (Jansen et al., 2009, Alterra-rapport 1872), zoals samengevat in paragraaf 1.2, andere meteogegevens zijn gebruikt. Een vergelijking van neerslag en verdamping gebruikt in dit rapport en Alterra-rapport 1872 is gepresenteerd in bijlage 6.

1.3 Leeswijzer

Het onderzoek omvat drie onderdelen:

1. Hoofdstuk 2. Inventarisatie van veengronden en veengronden met een dun dek in het Groene Hart en aangeven waar onderwaterdrains het meest effectief kunnen worden ingezet.
2. Hoofdstuk 3. Het doorrekenen van een aantal scenario's in het proefgebied polder Zegveld, waarbij gebruik wordt gemaakt van het eerder uitgevoerde onderzoek dat beschreven staat in deze inleiding in 1.1. De uitkomsten hiervan worden gebruikt om voor de veengebieden in het Groene Hart een schatting te kunnen maken van de watervragen van verschillende scenario's.
3. Hoofdstuk 4. De extrapolatie van de resultaten van de scenarioberekeningen naar het veenareaal van het Groene Hart.

Naar aanleiding van vragen van de begeleidingsgroep is hoofdstuk 5 toegevoegd dat ingaat op de verdampingsreductie en berging in droge en zeer droge jaren voor scenario's ZONDER en MET toepassing van onderwaterdrains.

In hoofdstuk 6 worden in het kort de resultaten geëvalueerd en conclusies op een rij gezet. Op verzoek van de begeleidingsgroep is dit hoofdstuk beperkt gebleven en is gekozen voor een uitgebreide samenvatting aan het begin van het rapport.

2 Veengebieden in het Groene Hart en de geschiktheid voor onderwaterdrains

2.1 Werkwijze

Binnen het Groene Hart zijn de veengronden en de veengronden met een dun dek geselecteerd die voorkomen op de bodemkaart 1 : 50 000 (Stiboka, 1968-1982). Omdat de indeling in peilvakken en de vigerende polderpeilen niet of niet goed bekend zijn, is de methode gebruikt die door Jansen et al. (in prep.) is toegepast. Daar is de indeling in peileenheden volgens het Waterhuishoudkundig Informatiesysteem (WIS) gebruikt. In het WIS zijn alle gegevens van de verschillende waterschappen op vergelijkbare wijze samengevoegd. Van ieder peilvak wordt de gemiddelde maaiveldhoogte van de veengronden bepaald. Aangenomen wordt dat het slootpeil 50 cm lager is dan de gemiddelde maaiveldhoogte, waardoor de veengronden een gemiddelde drooglegging van 50 cm hebben. De niet-veengronden zullen in de regel een wat grotere drooglegging hebben omdat ze niet gezakt zijn. Door de ongelijke maaiveldverdeling zullen binnen ieder peilvak delen van de veengronden een drooglegging hebben die groter of kleiner is dan 50 cm. Binnen de marge van 35-60 cm drooglegging zijn onderwaterdrains goed toepasbaar, daarbuiten in het algemeen niet. Uit modelonderzoek blijkt namelijk dat bij droogleggingen van meer dan 60 cm de drainerende functie van de onderwaterdrains de overhand kan krijgen, waardoor de grondwaterstanden juist dieper dreigen te worden dan in de situatie zonder drains. Bij droogleggingen kleiner dan 35 cm blijven de grondwaterstanden erg hoog, wat voor de beperking van de maaiveldvaling een uitstekende zaak is, maar voor de melkveehouderij kan dit betekenen dat de percelen even vaak of vaker te nat zijn ten opzichte van de situatie zonder drains. Investeren in onderwaterdrains levert dan op dit punt niets op. Bij (sterke) wegzijging is een grotere marge mogelijk omdat dan de grondwaterstanden extra laag worden. Al met al is nader onderzoek nodig om de marges in de drooglegging bij de toepassing van onderwaterdrains in de praktijk verder en beter te onderbouwen.

2.2 Resultaten

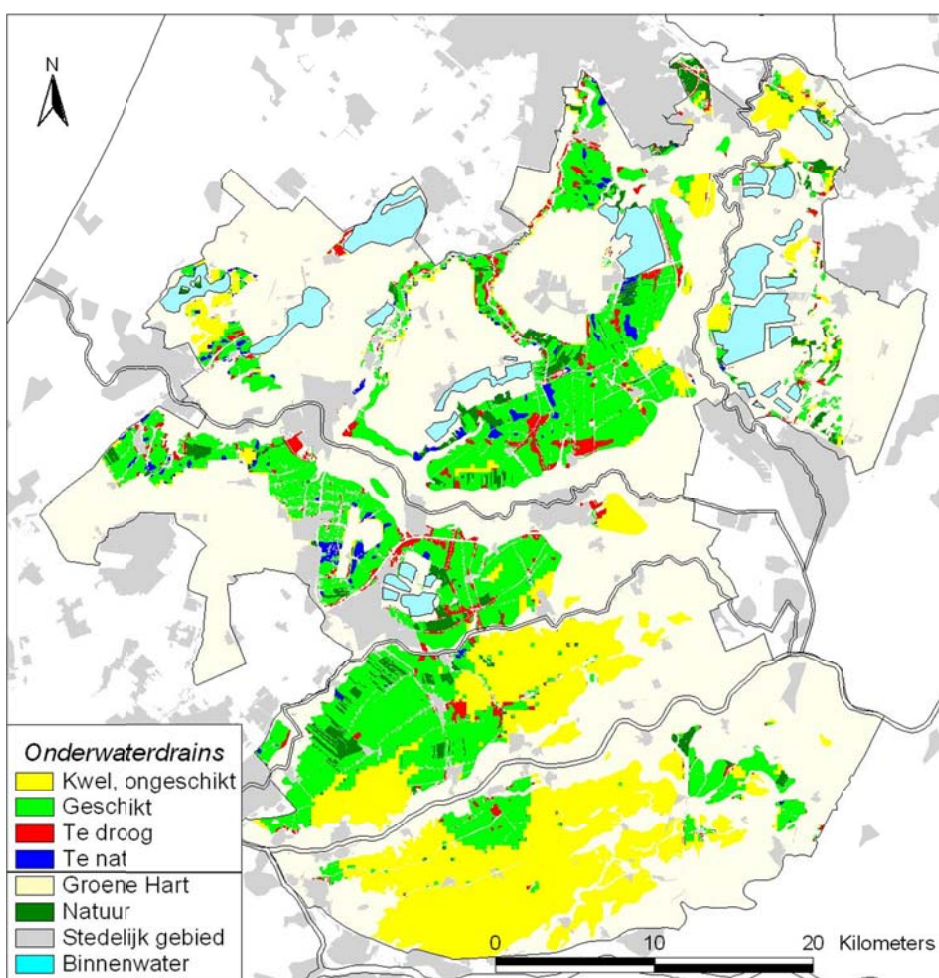
In figuur 2 zijn de veengebieden in het Groene Hart aangegeven die wel of niet geschikt zijn voor onderwaterdrains. Veengronden in droogmakerijen, in boezemwateren en geïsoleerde veengronden zijn niet in beschouwing genomen. Verder zijn natuurterreinen niet bij de analyse meegenomen omdat deze vaak uit kwantitatief en kwalitatief oogpunt een aparte peilstrategie hebben. Veengronden in kwelzones zijn ongeschikt voor onderwaterdrains. De grondwaterstand zal er niet diep wegzakken, waardoor de infiltratie via de drains beperkt is. Bovendien bestaat de mogelijkheid dat de drains ook in de zomer drainerend werken en dan extra nutriëntenrijk kwelwater afvoeren.

Tabel 2

Oppervlakte van veengronden en veengronden met een dun dek in het Groene Hart en de geschiktheid voor onderwaterdrains.

	Veen	Veen met dun dek	Totaal
Geschikt voor onderwaterdrains	13200	10400	23600
Ongeschikt (te nat en te droog)	4900	3800	8700
Ongeschikt (kwel)	5700	16500	22200
Natuur	2900	1700	4600
Totaal	26700	32400	59100

Van de resterende veengronden is een gedeelte niet geschikt voor onderwaterdrains omdat ze een drooglegging hebben groter dan 60 cm (te droog) of kleiner dan 35 cm (te nat)². De oppervlaktes die bij figuur 2 horen staan in tabel 2. In deze tabel is onderscheid gemaakt tussen veengronden zonder dun dek en veengronden met een dun dek. De veengronden zonder dun dek liggen het meest centraal in de grote veencomplexen, terwijl de veengronden met een dun dek vooral aan de randen ervan te vinden zijn, waar ze de overgang vormen naar de kleigronden langs de rivieren. Van de veengronden is 13.200 ha en van de veengronden met dun dek is 10.400 ha geschikt voor onderwaterdrains. Deze oppervlaktes kunnen gezien worden als een voorzichtige schatting. De meeste peilvakken zijn in werkelijkheid door middel van stuwen en onderbemalingen opgedeeld in meerdere kleinere peilvakken. Binnen die kleine peilvakken zal de variatie in hoogte klein zijn waardoor een groter oppervlak geschikt is voor onderwaterdrains³. Hierover zijn echter onvoldoende gegevens bekend.



Figuur 2

Geschiktheid van veengronden voor onderwaterdrains in het Groene Hart.

² Het onderzoek naar de randvoorwaarden voor onderwaterdrains is nog jong waardoor nog weinig kennis beschikbaar is. Het is denkbaar dat onderwaterdrains wel toepasbaar zijn bij een geringe kwel of een afwijkende drooglegging in combinatie met een specifieke draandiepte.

³ In het modelgebied polder Zegveld is wel met kleinere peilvakken gerekend. Daar was 20% van het oppervlakte ongeschikt voor onderwaterdrains. In tabel 2 is de oppervlakte te droog en te nat 26%, een verschil van 6% (2.200 ha).

3 Watervraag volgens scenarioberekeningen voor het modelgebied polder Zegveld

3.1 Werkwijze

Om uitspraken over de watervraag van de veengronden in het Groene Hart te kunnen doen wordt gebruik gemaakt van de hydrologische modellen SIMGRO en SIMWAT die als onderdeel van het project 'Waarheen met het Veen?' in het veenweidegebied rond de plaats Zegveld zijn gemaakt. Het doel van die studie was om de effecten van verschillende peilstrategieën op maaiveldaling, geschiktheid voor landbouw en natuur, en de waterkwaliteit te onderzoeken (Jansen et al., 2007). In bijlage 1 staat een beknopte beschrijving van de het modelgebied en van de modellen SIMGRO en SIMWAT.

Voor dit onderzoek worden de modellen gebruikt om verschillende scenario's door te rekenen (tabel 3).

Tabel 3

Overzicht van de scenario's voor het modelgebied polder Zegveld.

Bodem Peilbeheer	veen				veen met dun dek			
	regulier		flexibel		regulier		flexibel	
Onderwaterdrains	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja
Huidig klimaat	1	4	7	10	13	16	19	22
Klimaatscenario W	2	5	8	11	14	17	20	23
Klimaatscenario's W+	3	6	9	12	15	18	21	24

Omdat het hier een desk-studie betreft is het modelgebied op een aantal eigenschappen aangepast om de interpretatie van de uitkomsten vereenvoudigen. Zo is als gewas overal van gras uitgegaan en er is verondersteld dat in het hele gebied of alleen veen zonder kleidek, of alleen veen met een dun kleidek voorkomt. Bodemkundig gezien vallen de veengronden zonder kleidek in de klasse 'koopveengronden' (Stiboka, 1970). De dikte van de kleilaag bij de veengronden met een kleidek bedraagt 30 cm. Bodemkundig gezien vallen deze gronden in de klasse 'waardveengronden' (Stiboka, 1970). De veengronden met een dergelijk kleidek worden in het vervolg van dit verslag aangeduid als veengronden met een dun dek. De maaiveldhoogte, het waterlopenpatroon en de peilvakken met de onderbemalingen van het modelgebied zijn niet aangepast.

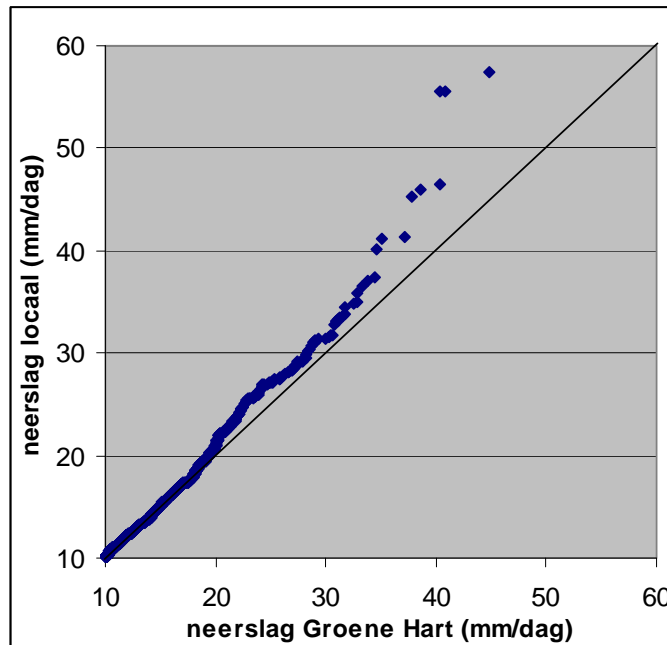
Het KNMI heeft de neerslag en verdamping op dagbasis berekend voor het Groene Hart voor klimaatscenario's W en W+. Deze gegevens zijn berekend uit de historische weersgegevens over de periode 1966-2005. Voor de neerslag zijn de gegevens van de stations Hoofddorp, Scheveningen en De Bilt gebruikt en voor de verdamping de gegevens van De Bilt, verhoogd met 5%. Op basis van de historische reeks zijn met behulp van rekenregels de neerslag en verdamping op dagbasis voor de scenario's W en W+ afgeleid. Dat maakt het mogelijk om de gemiddeld droge, droge en zeer droge jaren met elkaar te vergelijken. Het KNMI rapporteert in een toelichting over de onzekerheden en de gevolgen van de middeling van meerdere neerslagstations (KNMI, 2009). Als voorbeeld is in figuur A in bijgaand kader een vergelijking tussen de neerslag na middeling en een

enkel centraal station gegeven. Voor het zomerhalfjaar zijn in bijlage 5 de neerslag, verdamping en neerslagtekort voor een gemiddeld droog (1967), droog (2003) en zeer droog jaar (1976) gegeven.

Door het KNMI zijn de meteoreeksen op dagbasis voor een historische reeks (1966-2008), het huidige klimaat en voor de klimaatscenario's W en W+ voor 2050 samengesteld. Voor de gekozen periode is alleen voor De Bilt voldoende informatie beschikbaar om de potentiële verdamping (volgens Makkink) te berekenen. Op grond van de ruimtelijke verschillen in verdamping is deze voor het Groene Hart met 5% verhoogd. Voor de neerslag zijn dag- en decadewaarden van de neerslagstations De Bilt, Scheveningen en Hoofddorp gemiddeld.

Door het middelen van de neerslag worden extreme hoeveelheden die bij één van de drie stations zijn waargenomen weggemiddeld. Figuur A illustreert dat voor het Groene Hart. Anderzijds leidt een lokale bui tot een (geringe) hoeveelheid neerslag voor het hele Groene Hart. Volgens de neerslaggegevens voor het Groene Hart viel er gedurende gemiddeld 229 dagen 0,1 mm/dag of meer aan neerslag, terwijl dat volgens het centraal gelegen neerslagstation Zegveld gedurende 182 dagen per jaar het geval was.

De totale hoeveelheid neerslag zal door de middeling niet veranderen, maar door de gelijkmatiger neerslagverdeling zullen verdampingsreducties minder groot zijn. Gezien het verkennende karakter zijn dergelijke effecten hier van ondergeschikt belang en is daar verder geen rekening mee gehouden.



Figuur A.
Vergelijking van hoeveelheden neerslag van 1.000 dagen met de meeste neerslag uit de periode 1966-2008 tussen het Groene Hart en een centraal neerslagstation.

Het type peilbeheer, drooglegging, wegzijging, drainafstand, en dergelijke zijn factoren die allemaal invloed hebben op de watervraag. Omwille van het aantal scenarioberoevingen worden de watervragen alleen uitgewerkt voor een specifiek type regulier en flexibel peilbeheer. Bij regulier peilbeheer varieert het slootpeil hier binnen + of - 2 cm ten opzichte van het streefpeil en bij flexibel peilbeheer binnen + of - 10 cm. Als deze marge bij het gemaal wordt overschreden wordt water afgevoerd tot het streefpeil weer is bereikt en als de marge wordt onderschreden bij het inlaatpunt dan wordt water ingelaten. Om te voorkomen dat bij flexibel peilbeheer het peil langdurig beneden het streefpeil staat en het veen daardoor te veel uitdroogt, wordt als randvoorwaarde meegegeven dat minimaal eenmaal in de 10 dagen het streefpeil bereikt moet worden.

Het streefpeil of drooglegging is in alle scenario's en in zowel zomer als winter 50 cm beneden de gemiddelde maaielhooft van het betreffende peilvak. In totaal liggen er 46 peilvakken binnen het studiegebied. De grootte ervan varieert van 1,5 tot 550 ha. Veel van de kleinere peilvakken zijn onderbemalingen. De

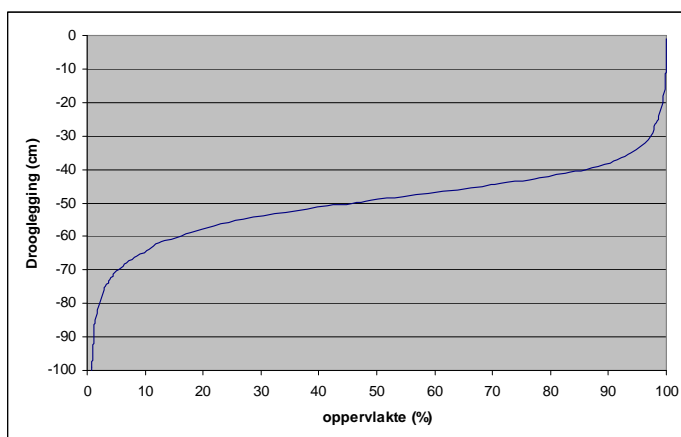
gemiddelde maaiveldhoogte van de peilvakken is berekend uit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN-2006). De hoogtes van bebouwing, wegen, water en dijken zijn hierbij niet in beschouwing genomen.

De drooglegging waarop onderwaterdrains goed functioneren ligt tussen de 35 en 60 cm beneden maaiveld. Bij een kleinere drooglegging wordt het land zo nat dat een rendabele landbouw niet meer mogelijk is. En dan neemt bovendien de uitspoeling van mest toe. Bij een grotere drooglegging dan 60 cm bestaat de kans dat de grondwaterstanden juist dieper worden en dat de maaiveldaling toeneemt. Onderwaterdrains worden in de regel 10 cm onder het slootpeil aangelegd op onderlinge afstanden van 4 - 8 meter. In het model is uitgegaan van een afstand van 5 m en er is verondersteld dat de waterbeweging rond de drains van weinig weerstand ondervindt zodat ze goed (blijven) functioneren.

In dit onderzoek wordt 50 cm als drooglegging voor scenario's met onderwaterdrains aangehouden. Dankzij de geringe variatie in maaiveldhoogte binnen de peilvakken en onderbemalingen valt 80% van het gebied binnen de marge van 35-60 cm (figuur 2). 15% heeft een drooglegging groter dan 60 cm en 5% kleiner dan 35 cm. Die plekken zijn bij de berekeningen wel gewoon meegenomen. In de praktijk zullen na verloop van tijd onderwaterdrains immers ook op minder geschikte plekken komen te liggen als gevolg van ongelijke maaiveldaling en peilaanpassingen.

De scenario's 1-12 uit tabel 3 worden twee keer doorgerekend, eerst met een inlaatcapaciteit van 2-3 mm/etm en daarna met een dubbele inlaatcapaciteit. Het doel daarvan is om te zien of daarmee aan een toenemende watervraag bij klimaatverandering tegemoet kan worden gekomen. De grootte van de inlaatcapaciteit kan in de praktijk aanzienlijk anders zijn. Bij een grotere wegzijging zal meer inlaatwater nodig zijn, en ook als er watergangen doorgespoeld moeten worden. Hier is gerekend met een inlaatcapaciteit die over een wat langere periode volstaat om het neerslagtekort en de (kleine) wegzijging te overbruggen. Tijdelijke tekorten worden opgevangen door een daling van het slootpeil en grondwaterstand en een afname van het bodemvocht.

De watervragen van de scenario's worden beantwoord voor het zomerhalfjaar (april t/m september). Naast de gemiddelde watervraag over 40 zomers wordt op decadebasis ook naar een gemiddeld droge zomer, een zeer droge zomer en een extreem droge zomer gekeken. Hiervoor worden de uitkomsten van respectievelijk 1967, 2003 en 1976 gebruikt. Bij de klimaatscenario's worden de getransformeerde jaren gebruikt.

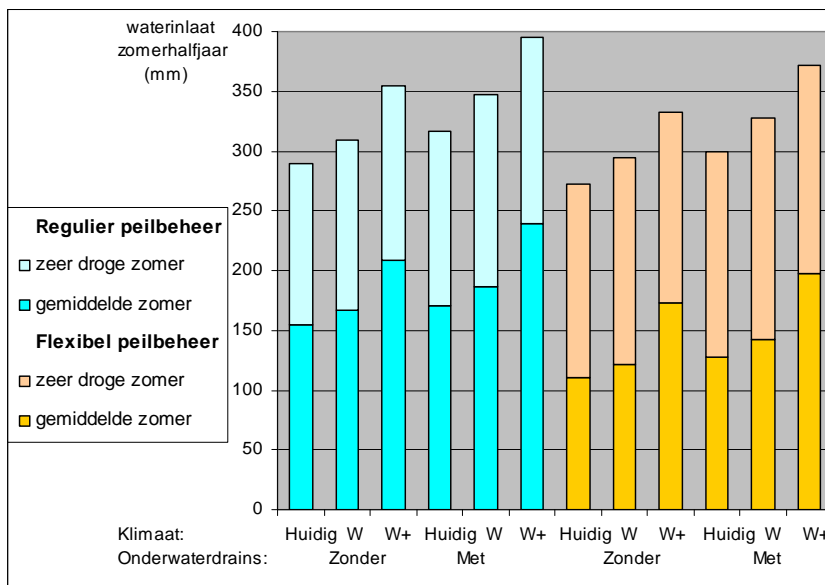


Figuur 2

Variatie in drooglegging in het hele studiegebied bij een gemiddelde drooglegging van 50 cm.

3.2 Resultaten van de scenario-berekeningen in het modelgebied polder Zegveld

De scenario's uit tabel 3 zijn voor een periode van 40 jaar doorgerekend. Hieruit zijn de hoeveelheden inlaatwater berekend voor het zomerhalfjaar (april t/m september). In figuur 3 staan voor de veengronden de gemiddelden over de hele rekenperiode en voor een extreem droge zomer. Dit zijn de minst en meest extreme hoeveelheden die berekend zijn. In bijlage 2a staan de hoeveelheden voor in millimeters, met daarbij ook de hoeveelheden voor een gemiddeld droge zomer en een zeer droge zomer. In bijlage 2b staan de hoeveelheden voor veen met een dun dek. Deze hoeveelheden worden hier verder niet besproken. Deze verschillen namelijk weinig ten opzichte van de hoeveelheden voor de veengronden. De verwachting is dat de verschillen groter zouden zijn onder drogere omstandigheden vanwege de verschillen in fysische eigenschappen (capillaire flux) tussen klei en veen.



Figuur 3

Benodigde waterinlaat in millimeters volgens berekeningen in het modelgebied polder Zegveld voor veengronden voor verschillende omstandigheden. Gemiddelde zomer is 1967, zeer droge zomer is 1976.

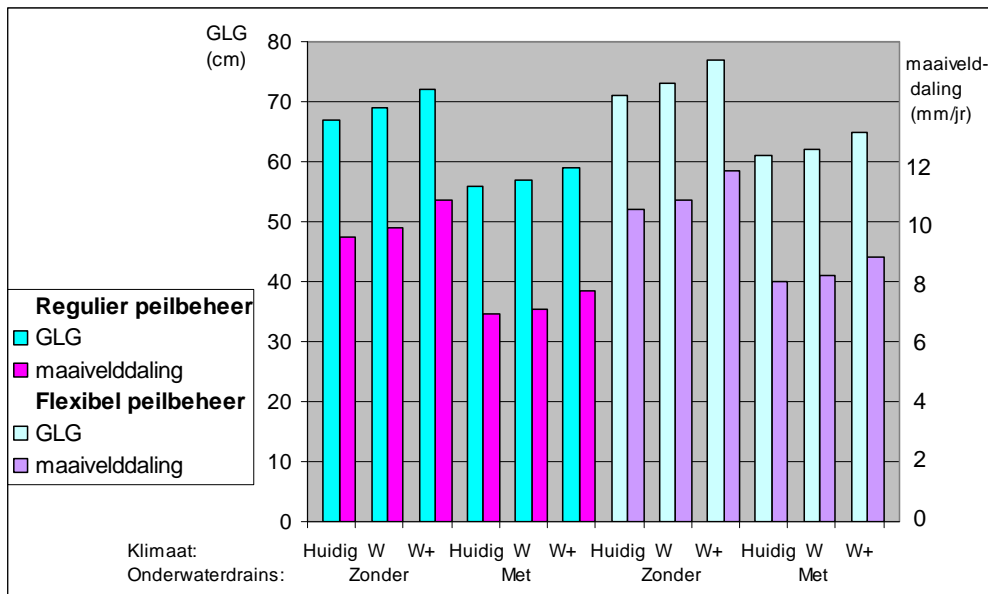
De resultaten uit figuur 3 en bijlage 2 laten zien dat:

- onderwaterdrains in de meeste scenario's voor een toename van de watervraag leiden van 10 - 15%⁴
- flexibel peilbeheer in een gemiddelde zomer ca. 25% minder water nodig heeft dan regulier waterbeheer, maar dat het verschil aanzienlijk kleiner wordt in (zeer) droge zomers zoals 1976.
- voor klimaatscenario W ca. 10% extra water nodig is en voor klimaatscenario W-plus ca. 35% ten opzichte van het huidige klimaat. Dit geldt grosso modo voor regulier en flexibel peilbeheer en wel of geen onderwaterdrains.

Figuur 4 laat de gevolgen zien voor de GLG en de maaiveldddaling. Bij eenzelfde drooglegging is de GLG bij flexibel peilbeheer ca. 5 cm lager en de maaiveldddaling ca. 1 mm/jaar groter dan met regulier peilbeheer. Bij de maaiveldddaling is het effect van de temperatuurstijging bij de klimaatscenario's W en W-plus niet meegenomen. De grootte daarvan is vergelijkbaar met de toename van de maaiveldddaling die het gevolg is

⁴ Dit is minder dan volgens het eerdere onderzoek van Jansen et al. (2009) dat in paragraaf 1.2 is samengevat, maar toen is ook het streefpeil met 10 cm verhoogd (van 60 cm zonder owd naar 50 cm met owd)

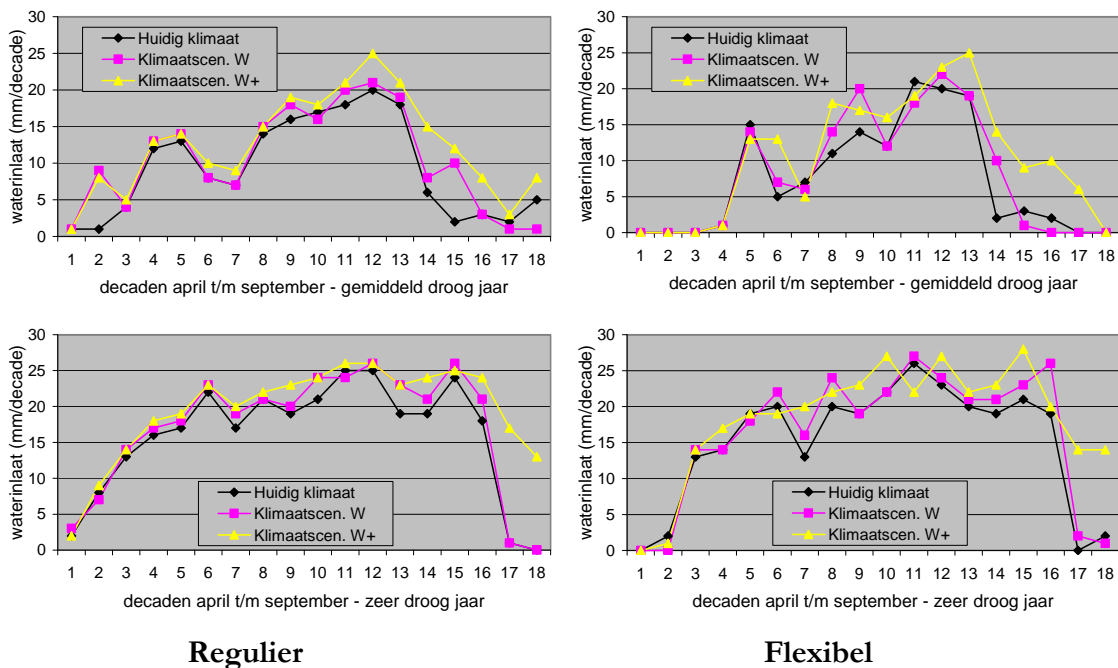
van de lagere grondwaterstand bij de klimaatscenario's (Jansen et al., 2007). Voor klimaatscenario's W komt dat in 2050 neer op een extra maaiveld-daling van ca. 0,3 mm/jaar en voor klimaatscenario W+ op ca. 0,8 of 1,3 mm/jaar, afhankelijk of er wel of geen onderwaterdrains zijn.



Figuur 4

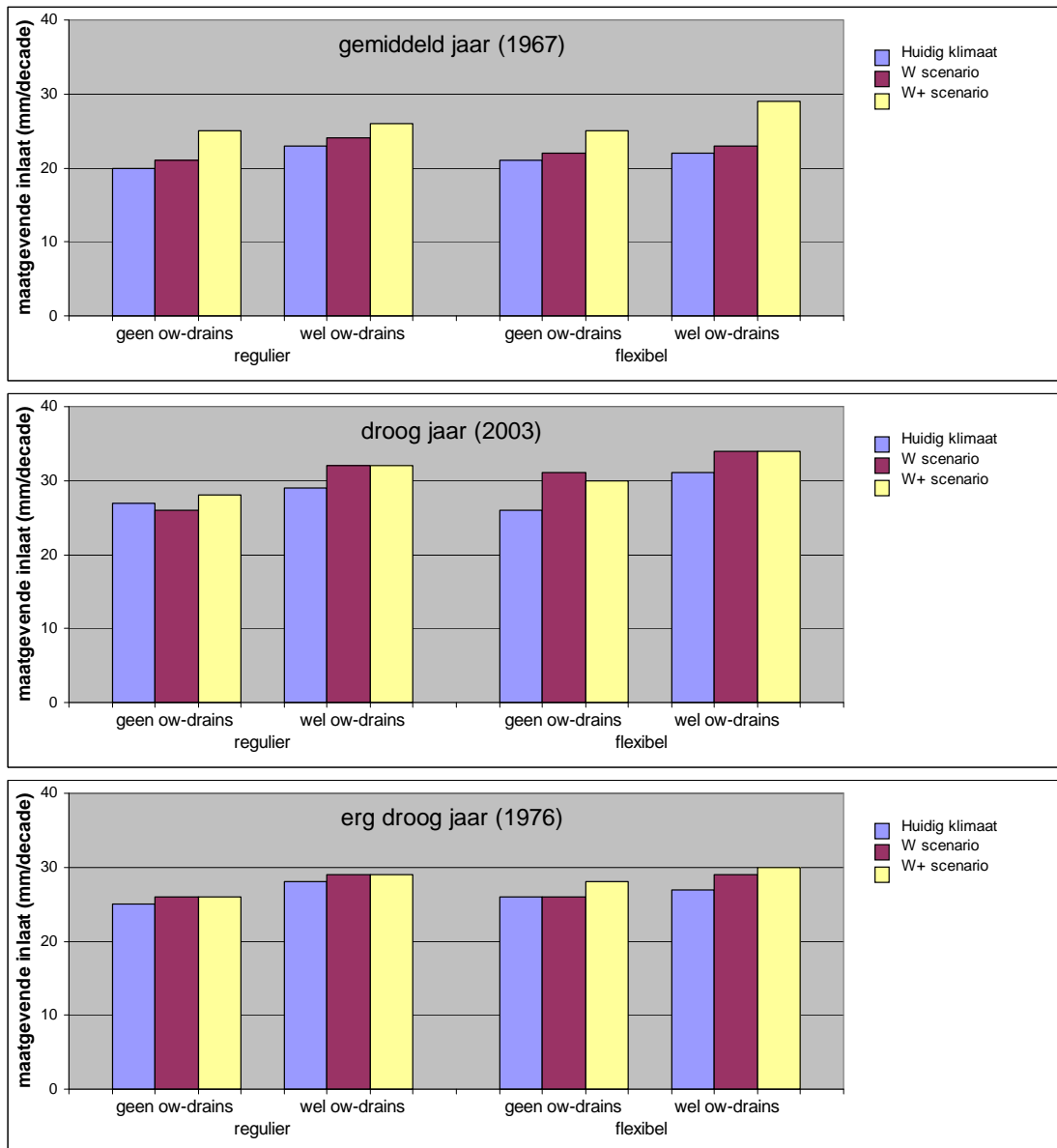
De GLG en maaiveld-daling voor regulier en flexibel peilbeheer onder verschillende omstandigheden. Bij de maaiveld-daling van de klimaatscenario's is geen rekening gehouden met het effect van de temperatuurstijging.

In figuur 5 en bijlage 3 staat de waterinlaat per decade. Hieruit kan worden afgeleid wanneer en in hoeverre de maximale inlaatcapaciteit van 25-30 mm wordt benut. De verschillen in patronen tussen de scenario's hangen samen met het moment waarop de waterinlaat en waterafvoer beginnen en ophouden. Aan het einde van een decade kan bij het ene scenario (nog) geen inlaatwater nodig zijn, terwijl bij een ander scenario dat net heeft plaatsgevonden. Dat levert verschillen op tussen met name regulier en flexibel peilbeheer. Bij flexibel peilbeheer hoeft gedurende langere tijd geen water te worden ingelaten. Daar staat tegenover dat er ook langere periodes zijn waarin er op volle capaciteit water wordt ingelaten. Dat zal relatief vaak het geval zijn in droge periodes. Het is goed mogelijk dat de beschikbaarheid van water dan niet onbepert is.



Figuur 5
Verloop van de waterinlaat per decade in een gemiddeld droog (1967) en in een zeer droog jaar (1976) voor regulier en flexibel peilbeheer met het huidige klimaat en met klimaatscenario's W en W+

In figuur 6 wordt nader ingegaan op de maatgevende decade wat betreft de inlaat voor regulier en flexibel peilbeheer voor gemiddelde en droge jaren. Het effect van onderwaterdrains op de inlaat lijkt alleen in het gemiddelde jaar (1967) in het W+ scenario substantieel te zijn. Vooral bij het flexibele peil zal dit voornamelijk het gevolg zijn van de maximale inlaat van 25 - 30 mm per decade, echter ook indien de inlaatcapaciteit niet belemmerend is, zijn de verschillen in inlaat tussen de scenario's met en zonder onderwaterdrains beperkt.

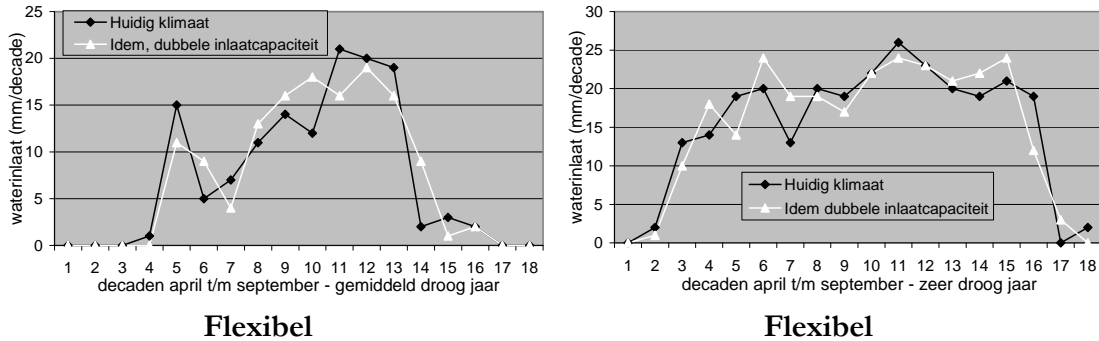


Figuur 6

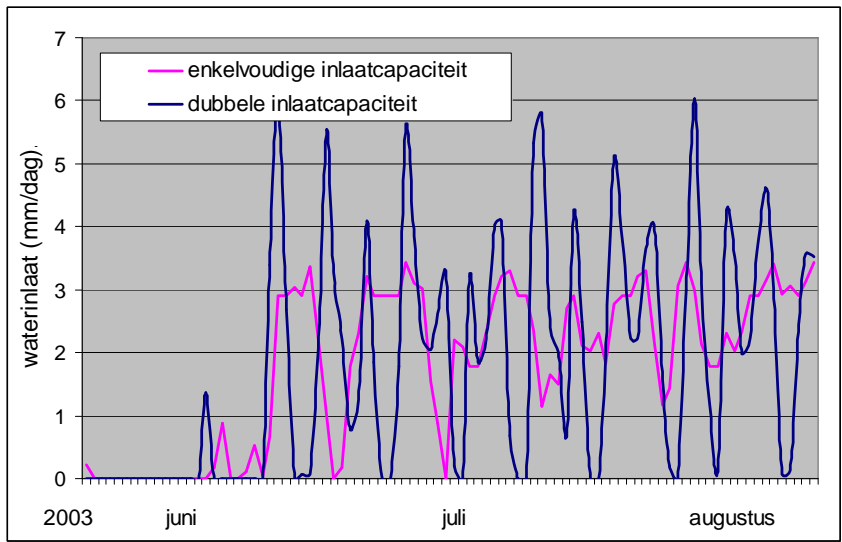
De waterinlaat per decade in de maatgevende decade in een gemiddeld (1967), droog (2003) en in een zeer droog jaar (1976) voor regulier en flexibel peilbeheer met het huidige klimaat en met klimaatscenario's W en W+.

Voor alleen de veengronden zijn de scenario's doorgerekend met een verdubbeling van de inlaatcapaciteit van 2,5 à 3,0 mm/dag. Het model bleek dat voor regulier peilbeheer niet aan te kunnen. Bij een grotere inlaat in kortere tijd plant zich een golf voort door het model die er soms voor zorgt dat het gemaal in werking treedt. Per saldo leidt dat tot extra inlaat en extra waterafvoer. Bij flexibel peilbeheer speelt deze modelinstabiliteit niet. Er is voldoende buffer tussen streefpeil en aanslagpunt van het gemaal om de 'golf' met inlaatwater op te vangen. Figuur 7 en bijlage 4 geven de inlaat per decade. Er zijn verschillen tussen enkelvoudige en dubbele inlaat, maar die hangen vooral samen met de eerder genoemde verschillen in momenten waarop aan het begin en einde van een decade water wordt ingelaten. De dubbele inlaatcapaciteit leidt niet tot hoeveelheden die in een decade op hadden kunnen lopen tot 50 à 60 mm. Figuur 8 laat zien dat er wel dagen zijn waarop de dubbele inlaatcapaciteit volledig wordt benut. Het surplus aan water dat dan wordt ingelaten verdwijnt niet

direct als extra infiltratie de bodem in. Dagen met veel waterinlaat worden gevolgd door een periode waarin weinig of geen water wordt ingelaten. De snelheid waarmee het water vanuit de sloten de bodem kan binnendringen is daar blijkbaar een beperkende factor voor.



Figuur 7
Verloop van de waterinlaat per decade in een gemiddeld droog (1967) en in een zeer droog jaar (1976) voor flexibel peilbeheer met enkelvoudige en dubbele waterinlaatcapaciteit.



Figuur 8
Verloop van de waterinlaat per dag in de zomermaanden van een zeer droog jaar (1976) voor flexibel peilbeheer met enkelvoudige en dubbele waterinlaatcapaciteit.

Over een langere periode zijn de verschillen tussen enkelvoudige en dubbele inlaatcapaciteit klein. In tabel 4 staan de hoeveelheden van een heel zomerhalfjaar. Bij flexibel peilbeheer met een dubbele inlaatcapaciteit wordt iets meer ingelaten. Het grootste verschil (+ 5%) treedt op bij de scenario's waarvoor het meeste inlaatwater nodig is (zeer droge zomers en klimaatscenario W+). Het maakt weinig verschil of er wel of geen onderwaterdrains zijn.

Tabel 4

Waterinlaat in millimeters bij flexibel peilbeheer met normale en dubbele inlaatcapaciteit volgens berekeningen in het modelgebied polder Zegveld voor veengronden voor verschillende omstandigheden. Beschouwd zijn een langjarig gemiddelde, gemiddeld droge (1967), droge (2003) en zeer droge zomer (1976).

Klimaat	Normale inlaatcapaciteit						Dubbele inlaatcapaciteit					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus
Zomer gemiddeld	111	122	173	128	142	197	115	126	180	133	148	205
gem.droog	133	144	189	147	163	207	134	144	187	152	163	209
droog	238	249	299	268	286	343	243	246	303	267	287	348
zeer droog	272	294	332	300	327	372	272	296	337	299	327	372

Omdat de verschillen tussen enkelvoudige en dubbele inlaatcapaciteit weliswaar niet per dag, maar wel voor een wat langere periode erg klein zijn, heeft dat nauwelijks gevolgen voor het gemiddelde slootpeil en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Daardoor zijn ook de verschillen in maaiveld daling minimaal. De maaiveld daling lijkt bij een verdubbeling van de inlaatcapaciteit zelfs een heel klein beetje toe te nemen (met 0-0,2 mm/jaar). Een verklaring hiervoor kan zijn dat bij de snellere stijging van het slootpeil de vochtaanvulling in de bodem wat trager verloopt in vergelijking met de minder snelle stijging van het slootpeil bij de enkelvoudige inlaatcapaciteit.

De inlaatcapaciteit die hier in het model is toegepast is afgestemd op de geschematiseerde situatie. Bij een te kleine inlaatcapaciteit zou het slootpeil in droge perioden dalen ondanks dat op volle capaciteit wordt ingelaten.

4 Watervraag van veengronden in het Groene Hart

4.1 Werkwijze

Eén van de actoren die bepalend zijn voor de totale watervraag van het Groene Hart is de landbouw. Binnen de landbouwbouwingebieden van het Groene Hart nemen de veengebieden een aparte plek in, omdat watervoorziening daar niet alleen gericht is op het optimaliseren van de vochtvoorziening van de begroeiing, maar ook op het tegengaan van bodemdaling. Voor dit onderdeel, de watervraag van de veengronden in het Groene Hart, kan met behulp van de uitkomsten van de scenarioberekeningen uit hoofdstuk 3.2 een eerste schatting worden gemaakt door de hoeveelheden in millimeters met de oppervlakte veengebieden te vermenigvuldigen. Bij de scenarioberekeningen voor het modelgebied is alleen geen rekening gehouden met verschillen in kwel en wegzijging, terwijl daar wel een substantieel gedeelte van de watervraag van af kan hangen. Om daar rekening mee te kunnen houden wordt gebruik gemaakt van de empirische relaties tussen de kwelflux en de hoeveelheid inlaatwater. Die relaties zijn voor regulier en flexibel peilbeheer als onderdeel van het project 'Waarheen met het veen' (Jansen et al., 2010) afgeleid. Deze relaties worden hier gebruikt om op grond van de kwelflux die in de zomer optreedt de watervraag te nuanceren. De gemiddelde kwelflux van het modelgebied waarvoor de scenarioberekeningen zijn uitgevoerd bedraagt -0,2 mm/etm. Deze kwel is negatief, oftewel er treedt een wegzijging op van 0,2 mm/etm. Bij de extrapolatie wordt de waterinlaat voor het verschil tussen de kwelflux en deze waarde gecorrigeerd. Voor de kwelflux wordt de kaart gebruikt die TNO als onderdeel van de modelstudie naar de achtergrondbelasting van het oppervlaktewater in West-Nederland heeft gemaakt (Griffioen et al., 2002).

4.2 Resultaten

Voor de extrapolatie van de waterinlaat naar het Groene Hart zijn geen veengronden in natuurgebieden, droogmakerijen, geïsoleerde gebiedjes en veengronden in kwelgebieden in beschouwing genomen. De oppervlakte die wel in beschouwing wordt genomen bedraagt 30% van de totale oppervlakte van het Groene Hart. De totale watervraag in het hele Groene Hart zal dus aanzienlijk groter zijn.

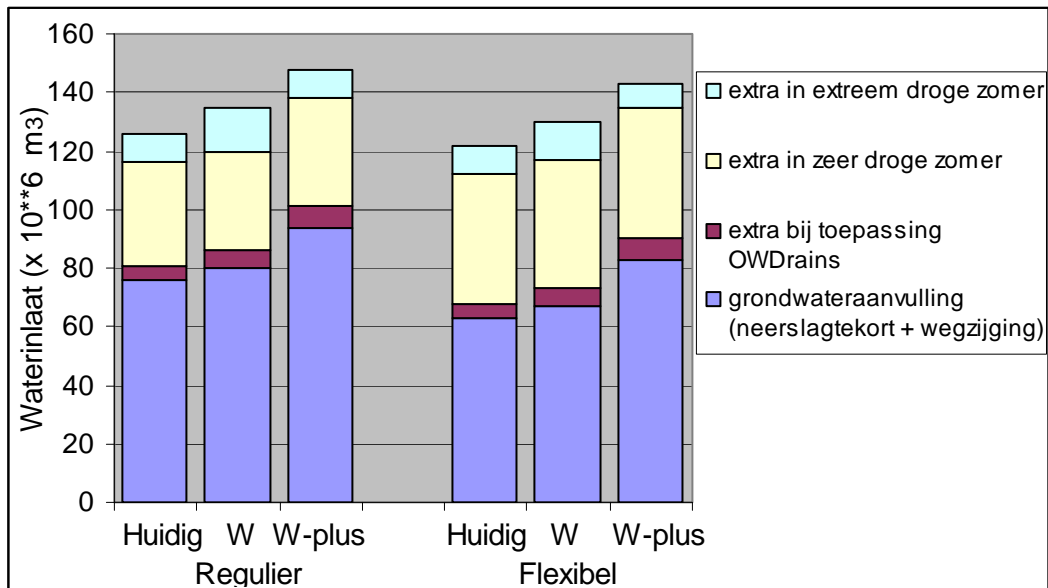
De veengronden en de veengronden met een dun dek waar hier de watervraag voor wordt berekend, zijn opgedeeld in gronden die een te grote (>60 cm) of te kleine (<35 cm) drooglegging hebben en gronden die een geschikte drooglegging (35-60 cm) voor onderwaterdrains hebben. Tabel 5 geeft een indruk van de wegzijging van de verschillende groepen veengronden die zijn onderscheiden. De veengronden hebben gemiddeld een grotere wegzijging dan de veengronden met een dun dek. Dat komt omdat meer grotere veencomplexen dicht bij droogmakerijen liggen die diepe polderpeilen hebben.

Tabel 5

Oppervlakte en gemiddelde kwelflux van veengronden en de geschiktheid voor onderwaterdrains in het Groene Hart. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen veengronden met en zonder een dun mineraal dek. Alleen veengronden met wegzijging (dus een negatieve kwelflux) zijn beschouwd.

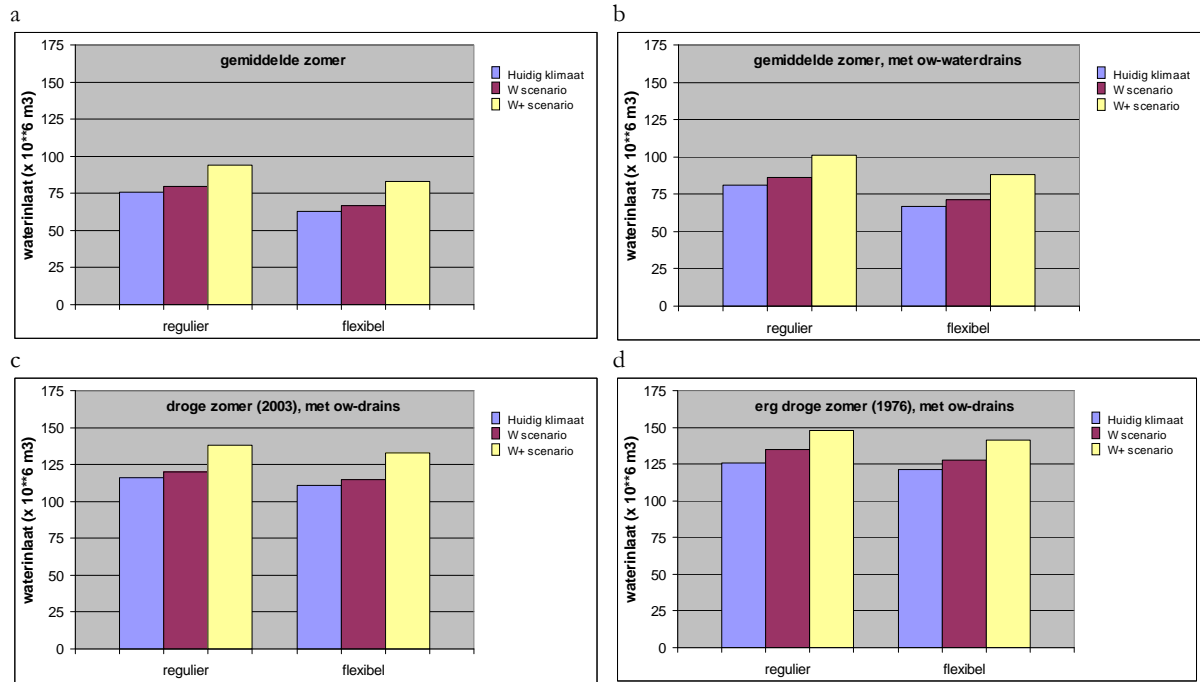
drooglegging voor onder- waterdrains	veen		veen met kleidek	
	oppervlakte (ha)	wegzijging (mm/etm)	oppervlakte (ha)	wegzijging (mm/etm)
goed	13200	-0.96	10400	-0.63
te klein	2000	-1.21	1050	-0.73
te groot	2900	-1.15	2750	-0.64

De watervraag voor de veengronden in het Groene Hart staat in figuur 9. Daarvoor is gebruik gemaakt van de uitkomsten van de scenarioberekeningen, de grootte van de wegzijging en van de oppervlakte van de veengronden. De verschillen tussen deze varianten met de uitkomsten van de scenarioberekeningen uit hoofdstuk 3.1 zijn relatief gezien minder groot. Enerzijds komt dat omdat niet het hele veenareaal geschikt is voor onderwaterdrains en anderzijds omdat de verschillen in wegzijging nivellerend werken. Van de 'grondwateraanvulling' is een kleine $40 \times 10^6 \text{ m}^3$ nodig als compensatie van de wegzijging (kwelgebieden zijn niet in beschouwing genomen). De rest kan gezien worden als aanvulling van het neerslagtekort. Het neerslagtekort wordt niet volledig gecompenseerd omdat de actuele (werkelijke) gewasverdamping kleiner is dan de potentiële verdamping.



Figuur 9

Waterinlaat in veengronden met wegzijging in het Groene Hart onder verschillende omstandigheden met aangegeven de extra waterinlaat door: toepassing van onderwaterdrains; een zeer droge zomer (2003) en een extreem droge zomer (1976)



Figuur 10

Waterinlaat in veengronden met wijziging in het Groene Hart onder verschillende omstandigheden.

In figuur 10 zijn de scenario's die in figuur 9 zijn verzameld uit elkaar gehaald en in afzonderlijke grafieken gezet. Zo geeft het verschil tussen figuur 10a en 10b de extra waterinlaat door toepassing van onderwaterdrains.

Zelfvoorzienendheid

De zelfvoorzienendheid geeft aan in welke mate een gebied voor zijn eigen watervoorziening zorgdraagt. Bij een lage zelfvoorzienendheid moet veel water worden ingelaten. De zelfvoorziening is berekend uit de inlaat en de actuele verdamping in mm. De inlaat is gegeven in bijlage 2 van het rapport. De actuele verdamping is gehaald uit de bijlagen 7A t/m H. Voor de gemiddeld droge zomer van 1967 is de potentiële verdamping genomen.

Er is gebruik gemaakt van resultaten die aanwezig waren. Door de modellen opnieuw te runnen kan misschien een beter resultaat worden verkregen. Voor een vergelijk wel of geen drains zijn de resultaten echter voldoende nauwkeurig.

De zelfvoorziening is berekend als:

$$\text{Zelfvoorziening} = (1 - (\text{inlaat zomerseizoen}) / (\text{actuele verdamping})) \times 100\%$$

Voor het modelgebied polder Zegveld is de zelfvoorziening uitgerekend voor een regulier peilbeheer voor de gevallen met en zonder drains op een 'pure' veengrond en een veengrond met een dun mineraal dek. De resultaten zijn gegeven in tabel 6.

Tabel 6*Zelfvoorzienendheid (%) van het modelgebied polder Zegveld.*

Klimaat	Veengrond						Veengrond met een dun dek					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W+	Huidig	W	W+	Huidig	W	W+	Huidig	W	W+
Zomer												
gem.droog (1967)	65.1	62.8	58.1	62.1	61.4	57.9	66.9	66.5	62.4	61.5	60.8	57.4
droog (2003)	50.7	49.5	41.9	46.7	46.8	38.6	49.1	49.5	39.2	46.2	47.3	39.0
zeer droog (1976)	41.3	39.0	30.3	40.5	38.5	32.6	40.9	37.3	29.5	40.8	38.5	33.2

5 Berekeningen van de verdampingsreductie en berging

5.1 Werkwijze

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op het effect van de verdampingsreductie in droge en zeer droge jaren. Bij droogte zal namelijk op een bepaald moment het bodemprofiel sterk uitdrogen en de grondwaterstand diep uitzakken, waardoor een vochttekort gaat optreden voor het gras en de gewasverdamping wordt gereduceerd. Het vochttekort in de bodem ontstaat niet alleen door het neerslagtekort, maar ook doordat de infiltratiecapaciteit van de slootwand de beperkende factor wordt voor de aanvoer van water vanuit de sloot in het veld (zie figuur 11). In het algemeen staat er op dat moment wel voldoende water in de sloot en meer water inlaten leidt alleen tot een verhoging van het slootpeil. Dit houdt in dat de inlaat kan worden gereduceerd. Bij toepassing van onderwaterdrains is de infiltratie van slootwater in het perceel sterk verbeterd en zal het gras minder last hebben van de droogte (zie figuur 12) en zal de verdampingsreductie en de inlaatreductie beperkt zijn.



Figuur 11

Droogteschade in 2003, ondanks het hoge slootpeil in de voorgrond verdort het gras. De onderbemalen sloot die naar achteren loopt zorgt voor een drooglegging van ca 60 cm (Foto: van Eck, provincie Zuid-Holland).



Figuur 12

Beweid perceel met onderwaterdrains met een drooglegging van 40 cm in 2003. De grasgroei wordt weinig beperkt en krimpscheuren werden niet gevonden (Foto: van Eck, provincie Zuid-Holland).

Om een indruk te krijgen wat het effect van de verdampingsreductie betekent voor de inlaatbehoefte in een droog en een zeer droog jaar zijn berekeningen uitgevoerd voor veen zonder en met dun kleidek en zonder en met onderwaterdrains voor het droge jaar 2003 en het erg droge jaar 1976. Omdat is aangenomen dat in een gemiddelde zomer nagenoeg geen verdampingsreductie optreedt, zijn er geen berekeningen uitgevoerd voor een gemiddeld droge zomer (zie kader). Beschouwd zijn een huidig klimaat, een klimaatscenario W en een klimaatscenario W+ (zie tabel 7).

Tabel 7

Scenario's voor de berekening van de verdampingsreductie.

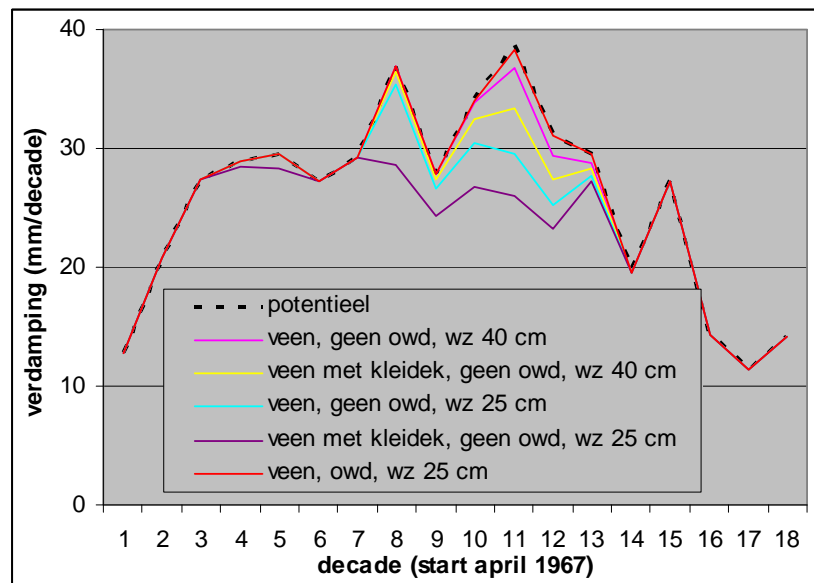
Nr.	Bodem	OWD	Klimaat	Nr.	Bodem	OWD	Klimaat
1	Veen	Nee	Huidig	7	Klei met dun veendek	Nee	Huidig
2	Veen	Ja	Huidig	8	Klei met dun veendek	Ja	Huidig
3	Veen	Nee	W	9	Klei met dun veendek	Nee	W
4	Veen	Ja	W	10	Klei met dun veendek	Ja	W
5	Veen	Nee	W+	11	Klei met dun veendek	Nee	W+
6	Veen	Ja	W+	12	Klei met dun veendek	Ja	W+

Er zijn geen definities voor een droge of erg (extreem) droge zomer. De berekeningen die hier zijn uitgevoerd hebben betrekking op 2003 (droge zomer) en 1976 (erg droge zomer) en bij de klimaatscenario's voor vergelijkbare jaren. Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor een gemiddeld droge zomer omdat is aangenomen dat in een dergelijke zomer nagenoeg geen verdampingsreductie optreedt. Die veronderstelling is geverifieerd voor een aantal scenario's waarin de kans op verdampingsreductie het grootst is.

Figuur A en tabel A laten zien dat voor de uitgangssituatie met een 40 cm dikke wortelzone er op enkele millimeters na geen reductie optreedt. Naar verwachting treedt er met onderwaterdrains een verwaarloosbare reductie op. Met een wortelzone van 25 cm is er wel sprake van een bescheiden reductie. Uitgaande van de potentiële verdamping (461 mm) gaat het om een reductie van een kleine 5% voor veen en een kleine 10% voor veen met een dun kleidek.

Tabel A. Verdampingsreductie in een gemiddeld droge zomer (1967)

grondsoort	ow-drains	wortelzone	reductie
veen	nee	40 cm	5 mm
veen	ja	40 cm	1
veen met kleidek	nee	40 cm	13
veen	nee	25 cm	23
veen met kleidek	nee	25 cm	44



Figuur A

Verloop van de potentiële en actuele verdamping van een aantal scenario's in een gemiddeld droge zomer (1967).

In alle gevallen is uitgegaan van eigenschappen die eerder zijn toegepast voor de berekening van de watervraag in het Alterra rapport 1872 (Jansen et al., 2009):

- het landgebruik grasland
- de worteldiepte 40 cm
- de gemiddelde drooglegging 50 cm (het verschil tussen maaiveld en slootpeil)
- de watervoorziening altijd optimaal
- geen runoff verondersteld, ook niet bij W en W+ waarin meer buien vallen. Alle neerslag komt dus in de wortelzone beschikbaar voor verdamping
- de verdamping niet opgesplitst in interceptie, transpiratie en evaporatie.

De verdampingsreductie is sterk afhankelijk van:

- de hoeveelheid en verdeling van neerslag en verdamping
- gewas
- bodemfysische eigenschappen
- grondwaterstand⁵ (hier drooglegging)
- bewortelingsdiepte
- aanwezigheid van onderwaterdrains

De scenario's geven inzicht in verschillen in neerslag en verdamping en de bodemfysische eigenschappen (veen en veen met een dun kleidek). Het gewas is in alle gevallen grasland.

Een worteldiepte van 40 cm is normaliter een reële diepte (Ten Cate et al., 1995) voor zowel veen zonder als met een dun kleidek. Er zijn echter ook omstandigheden denkbaar (zoals een nat winterhalfjaar) dat de grasvegetatie minder diep wortelt. Daarom zijn de scenario's ook doorgerekend met een worteldiepte van 25 cm.

De verdampingsreducties zijn berekend voor de droge zomer van 2003 en de erg droge zomer van 1976⁶. Van de droge zomer per decade (april t/m september) zijn de volgende uitkomsten in de bijlagen opgenomen:

- de neerslag en potentiële verdamping zoals door het KNMI voor het project 'droogtebestendigheid Groene Hart' is aangeleverd
- de actuele verdamping op 2 representatieve plekken in Polder Groot Zegveld
- het gemiddelde cumulatieve neerslagtekort van beide plekken (neerslag – potentiële verdamping)
- het gemiddelde verdampingstekort van beide plekken (potentiële verdamping – actuele verdamping)
- de gemiddelde berging in de onverzadigde zone van beide plekken (gemiddelde per decade).

5.2 Resultaten

Alle resultaten zijn verzameld in bijlage 7A t/m H. In onderstaande paragrafen wordt ingegaan op het verdampingstekort en de berging.

Verdamping

Het verdampingstekort staat voor het huidige klimaat en klimaat W en W+ voor veen en veen met een kleidek samengevat in tabel 8 en figuur 13. Verder zijn de resultaten in bijlage 7A t/m H wat betreft het verdampingstekort samengevat in grafieken in bijlage 8. Het cumulatieve verloop van de verdampingsreducties

⁵ Het 'uitzakken' van de grondwaterstand hangt ook samen met het voorkomen van kwel/wegzijing. Gerekend is met een geringe wegzijing (Alterra, rapport 1872).

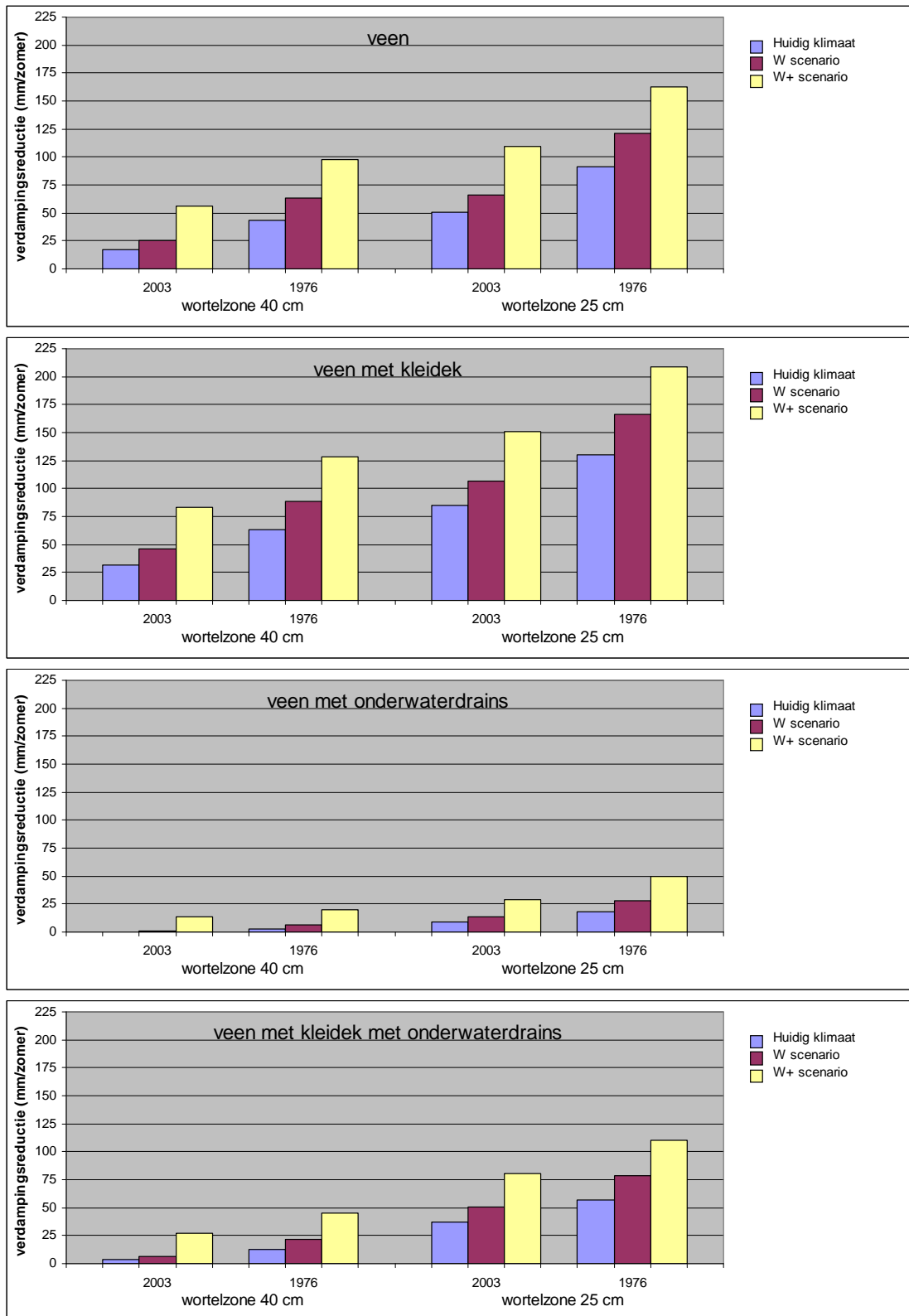
⁶ Voor klimaat W en W+ zijn waarden neerslag en verdamping voor 2050 uit het huidige klimaat gegenereerd. In de figuren en tabellen is alleen 2003 of 1976 als jaar aangegeven.

per decade is voor een droge zomer (2003) en een erg droge zomer (1976) voor wortelzones van 40 en 25 cm diepte gepresenteerd in een viertal figuren (figuren 14 t/m 17):

Tabel 8

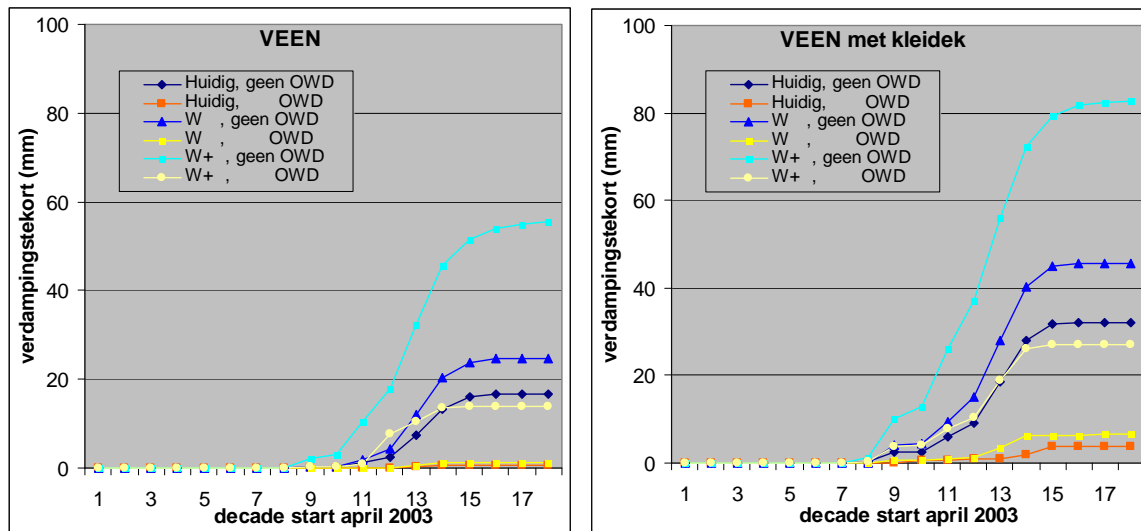
Verdampingsreductie in millimeters in een droog jaar (2003) en erg droog jaar (1976) onder verschillende omstandigheden.

Klimaat Owdrains	Veen						Veen met kleidek					
	Huidig		W		W+		Huidig		W		W+	
	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja	nee	ja
wortelzone 40 cm												
droog jaar (2003)	17	0	25	1	56	14	32	4	46	6	83	27
erg droog (1976)	43	3	63	6	98	20	63	13	89	22	128	45
wortelzone 25 cm												
droog jaar (2003)	51	9	66	14	109	29	85	37	104	51	151	80
erg droog (1976)	91	18	121	28	163	50	130	57	166	79	209	110



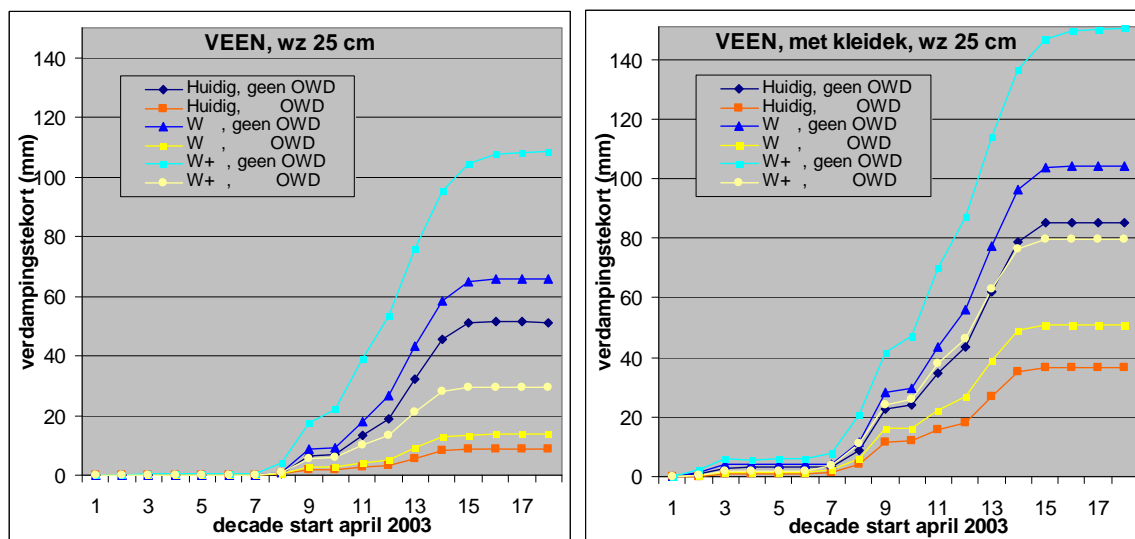
Figuur 13

Totale verdampingsreductie gedurende de zomer van veen en veen met een dun kleidek in een droog jaar (2003) en een erg droog jaar (1976) onder verschillende omstandigheden en met een 40 en 25 cm dikke wortelzone. Bovenste twee figuren zonder onderwaterdrains en de onderste twee figuren met onderwaterdrains.



Figuur 14

Cumulatief verdampingstekort van veen en veen met een dun kleidek in een droog jaar (2003) onder verschillende omstandigheden en met een 40 cm dikke wortelzone.

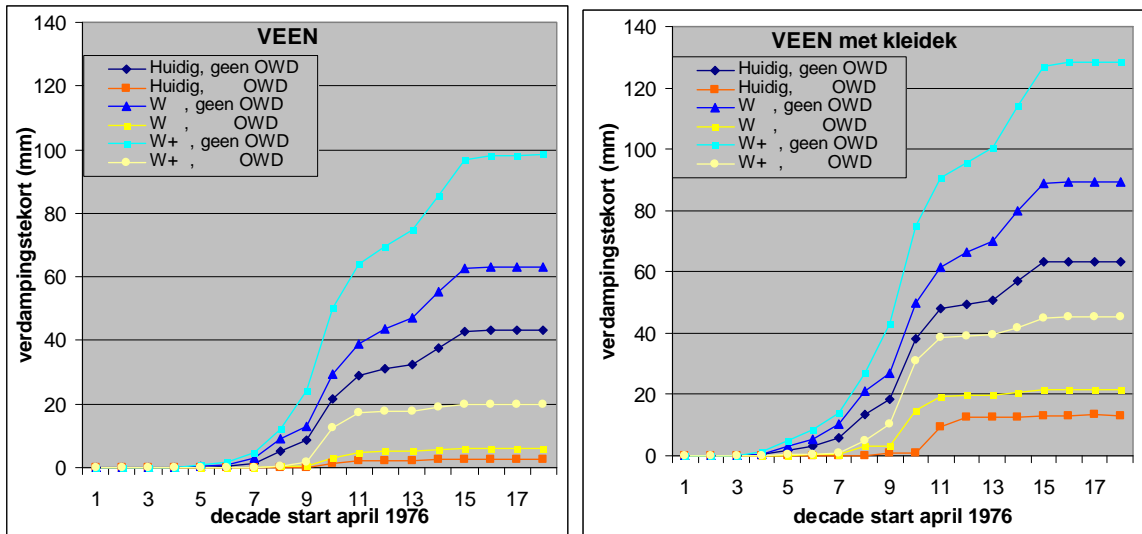


Figuur 15

Cumulatief verdampingstekort van veen en veen met een dun kleidek in een droog jaar (2003) onder verschillende omstandigheden en met een 25 cm dikke wortelzone.

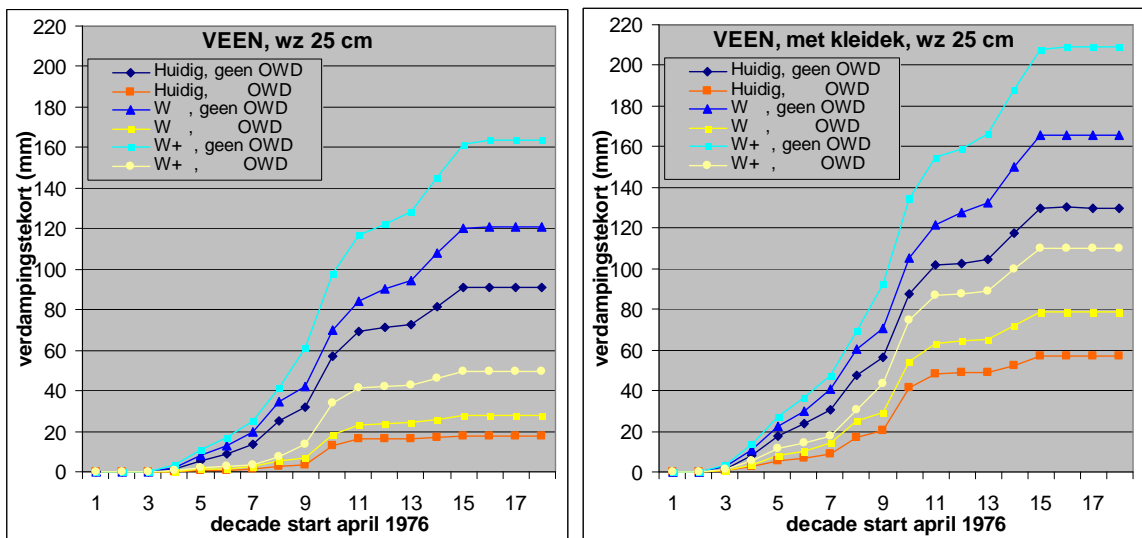
De erg grote bodemvochtvoorraad en de capillaire nalevering zorgen ervoor dat er in 2003 tot in juni geen vochttekort voor de vegetatie optreedt. In 1976 begon in mei al vochttekort op te treden.

Het beschikbare bodemvocht in het kleidek is minder groot dan van veengronden zonder kleidek waardoor het meer uitdroogt en er een grotere reductie in verdamping optreedt. Overigens is de wortelzone van 40 cm 10 cm dieper dan de kleilaag dik is. Hoewel de worteldichtheid afneemt met de diepte dringen er dus wortels door tot in de veenondergrond.



Figuur 16

Cumulatief verdampingstekort van veen en veen met een dun kleidek in een erg droog jaar (1976) onder verschillende omstandigheden en met een 40 cm dikke wortelzone.



Figuur 17

Cumulatief verdampingstekort van veen en veen met een dun kleidek in een erg droog jaar (1976) onder verschillende omstandigheden en met een 25 cm dikke wortelzone.

Onderwaterdrains zorgen voor een afname van de verdampingsreductie met minimaal een factor 2. In veengronden zorgen onderwaterdrains (onder de gegeven omstandigheden) voor een dusdanige watertoevoer, dat met het huidige klimaat en met klimaat W ook in een erg droog jaar nauwelijks vochttekort voor de vegetatie optreedt. Met een minder dikke wortelzone/of klimaat W+ neemt het tekort wel wat toe. In de veengronden met een kleidek zijn de tekorten veel evidentier, maar ze zijn nog altijd aanzienlijk kleiner dan zonder onderwaterdrains.

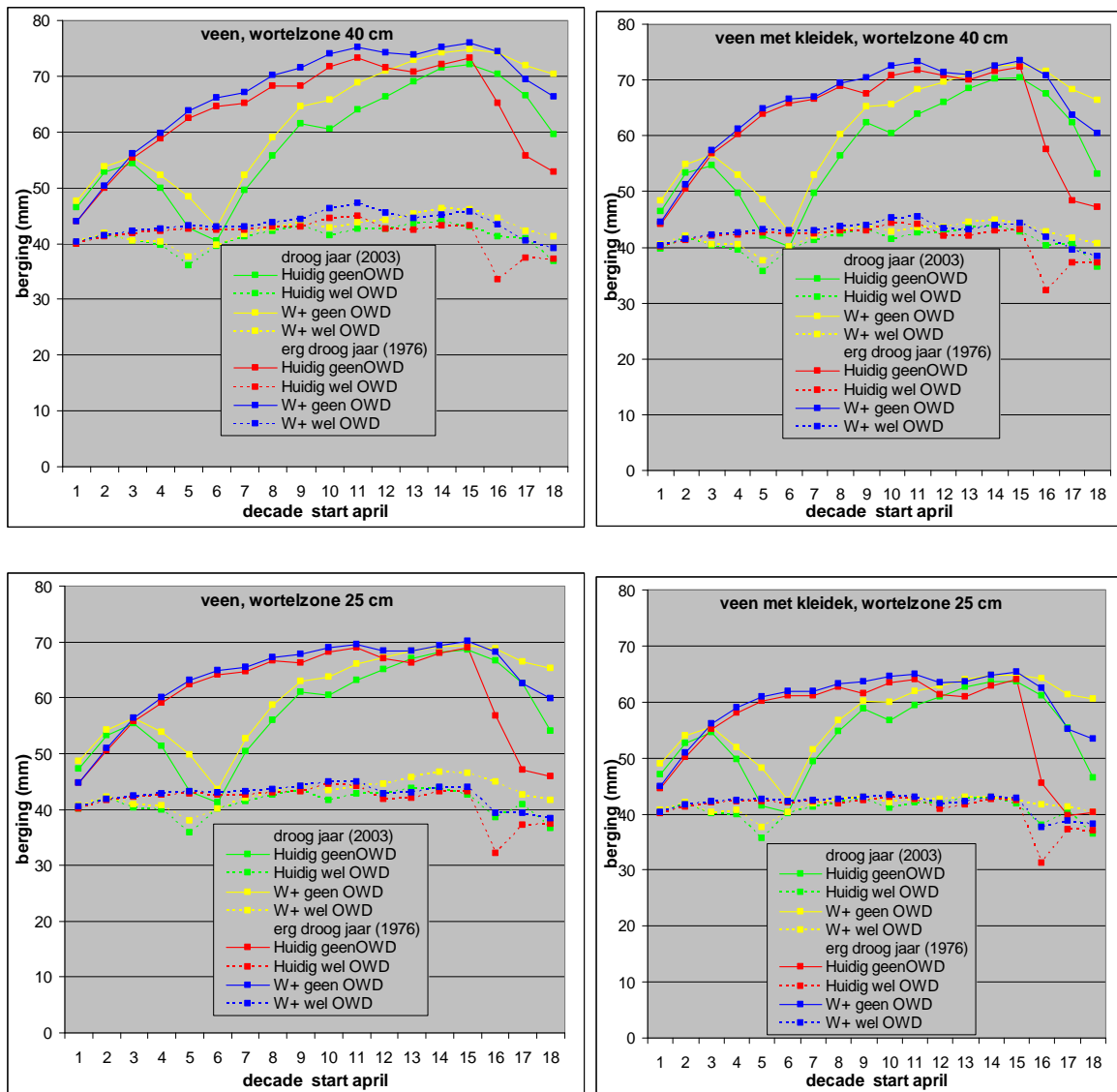
Een minder dikke wortelzone heeft grote gevolgen voor de uitkomsten⁷. Bij een worteldiepte van 25 cm dringen er geen wortels door tot in de veenondergrond. De verdampingsreductie neemt in een droog jaar met ruim een factor 2 toe. In een erg droog jaar neemt de reductie met een factor 1,5 toe. In absolute hoeveelheden zijn de toenames in een droog en erg droog jaar grofweg vergelijkbaar.

Berging

De berekende bergingen zijn gepresenteerd in bijlage 7A t/m H en zijn samengevat in figuur 18.

In figuur 18 staat het verloop van de gemiddelde berging per decade in de onverzadigde zone voor:

- - veen met een wortelzone van 40 cm
- - veen met kleidek met een wortelzone van 40 cm
- - veen met een wortelzone van 25 cm
- - veen met kleidek met een wortelzone van 25 cm



Figuur 18

Gemiddelde berging per decade onder verschillende omstandigheden.

⁷ Een grotere drooglegging zal een vergelijkbaar effect hebben.

Voor de scenario's zonder onderwaterdrains zorgde een natte periode tussen de 3^e en 6^e decade in het droge jaar 2003 voor een afname van de berging. Daarna nam de berging toe door een sterk groter wordend neerslagtekort. In het erg droge jaar 1976 is de berging gestaag toegenomen. Pas vanaf decade 15 (september) nam de berging weer af. De verschillen tussen veen en veen met een kleidek zijn klein. Dat er wel verschillen in verdampingsreductie optreden is een gevolg van:

- de fysische eigenschappen (veen en veen met een kleidek);
- de vochtverdeling in de onverzadigde zone (een klein verschil in de hoeveelheid bodemvocht kan voor grote verschillen in zuigspanning leiden).

Dit laatste is er de oorzaak van dat bij een wortelzone van 25 cm de berging iets kleiner is, terwijl de verdampingsreductie veel groter is dan bij een wortelzone van 40 cm. Dieper, nabij het grondwater zal het wat natter zijn, maar de capillaire nalevering is ontoereikend om de wortels van voldoende water te kunnen voorzien.

Met onderwaterdrains is de berging in alle gevallen vrij constant. In meer extreme situatie (erg droog jaar/ klimaat W+/geringe worteldiepte) kan de capillaire nalevering ook ontoereikend zijn.

5.3 Conclusies

De aanleiding voor dit onderzoek naar de verdampingsreductie was de vraag of in een droog jaar onderwaterdrains de vochtvoorziening van een grasvegetatie zodanig verbetert dat, indien klimaatscenario W+ een feit wordt, de huidige vochtvoorziening geëvenaard wordt. Het antwoord is bevestigend. Toepassing van onderwaterdrains zorgt er voor dat de verdampingreductie veel minder wordt dan in een situatie zonder onderwaterdrains.

De verdampingsreductie hangt in belangrijke mate af van het klimaat, de dikte van de wortelzone en de fysische eigenschappen en de bodem. Voor een droog jaar (2003) neemt de verdampingsreductie toe voor de 'standaardsituatie' (veen, geen owd, wortelzone 40 cm) met 70, 68, 61, 48 en 33% bij respectievelijk klimaat W+, een wortelzone van 25 cm, een erg droog jaar (1976), een kleidek en klimaat W.

Uitgaande van een erg droog jaar (1976) neemt de verdampingsreductie toe voor de standaard situatie met 56, 32, 32 en 16% bij respectievelijk klimaat W+, klimaat W, een kleidek en een wortelzone van 25 cm. In een erg droog jaar treedt een dermate grote reductie op dat worteldiepte en fysische eigenschappen langere tijd een minder belangrijke rol spelen.

Een combinatie van veranderingen ten opzichte van de 'standaardveengrond' levert uiteraard grotere reducties op en een combinatie met onderwaterdrains weer veel lagere reducties.

De berging kan in korte tijdstappen sterk wisselen. Per decade lijkt er een maximum te zijn die weinig afhangt van het klimaat of fysische eigenschappen. Onderwaterdrains hebben wel een grote invloed. Bij een minder dikke wortelzone blijft het onderste gedeelte van de onverzadigde zone wat vochtiger waardoor de berging wat kleiner is.

6 Evaluatie en conclusies

De toegepaste modellen en scenario's uit deze verkenning zijn afgestemd op de vraag om inzicht te verschaffen in de huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart.

Van de onderzochte peilstrategieën die allemaal eenzelfde drooglegging hebben heeft regulier peilbeheer gecombineerd met onderwaterdrains als voordeel dat de grondwaterstand het minst daalt, de maaiveldaling het kleinst is en dat de waterinlaat (en afvoer) het meest gelijkmatig is. Er is wel meer inlaatwater nodig. Voor flexibel peilbeheer geldt het omgekeerde. Eerder onderzoek naar dynamisch peilbeheer (Jansen et al., 2009) liet zien dat sturen op grondwaterstand niet goed werkte omdat de grondwaterstand (te) traag reageert op veranderende omstandigheden. Dynamisch peilbeheer waar gestuurd wordt op de neerslagverwachting vermindert wel de watervraag substantieel zonder dat dat ten koste gaat van de maaiveldaling.

Onderwaterdrains maken het mogelijk om de drooglegging te verminderen zonder dat dat belemmeringen oplevert voor de veehouderijbedrijven. De grondwaterstand zakt in de zomer minder uit en is in de winter minder langdurig hoog. Zeker als ook de drooglegging kleiner is vindt er een sterke afname van de maaiveldaling plaats. De toepassing van onderwaterdrains leidt echter wel tot een extra watervraag. De toename hangt af van onder andere de (verandering in) drooglegging, de wegzijging en het neerslagtekort.

Als er belang aan wordt gehecht om de maaiveldaling te verminderen en er is voldoende inlaatwater beschikbaar, dan is regulier peilbeheer met onderwaterdrains en een geringe drooglegging een optie. Als bespaard moet worden op de hoeveelheid inlaatwater valt flexibel peilbeheer of dynamisch peilbeheer met sturing op de neerslagverwachting te overwegen.

De veranderingen in watervraag door een ander peilregiem en het toepassen van onderwaterdrains zijn echter klein in verhouding tot een grote wegzijging, een (erg) droge zomer of een ander klimaat. Als de kans bestaat dat de watertoevoer in droge perioden helemaal stilvalt of als men dan gedwongen wordt zout(er) water in te laten, dan is de extra watervraag door de toepassing van onderwaterdrains een negatief aspect. Bij een daling van het slootpeil tot beneden drainniveau komen de drains droog te liggen en kan de grondwaterstand diep uitzakken, waarbij zuurstof diep in het veenprofiel doordringt en ook daar veen gaat oxideren. Dit moet dus worden voorkomen. Naar het effect van brak water, en naar andere kwaliteitsaspecten van onderwaterdrains, wordt momenteel nog onderzoek gedaan. Ook in percelen zonder onderwaterdrains zal de maaiveldaling sterk toenemen als sloten droogvallen, de grondwaterstand diep uitzakt en de veenbovengrond uitdroogt.

Bij voldoende beschikbaarheid van inlaatwater zal het slootpeil bij vergroting van de inlaatcapaciteit sneller stijgen, maar dat houdt niet in dat er sneller water vanuit de sloot in de bodem infiltreert. De grootte van deze infiltratieflux is moeilijk te kwantificeren, maar als in droge perioden water wordt ingelaten en het slootpeil op een acceptabel niveau blijft, volstaat de inlaatcapaciteit voor de gegeven situatie (doorspoelen, wegzijging). Vergroten van de inlaatcapaciteit biedt dan geen voordelen.

Tenzij veengebieden onder water worden gezet zal de maaiveldaling, afhankelijk van de drooglegging en de toepassing van onderwaterdrains in een hoger of lager tempo, doorgaan. Op termijn zal in verband met de maaiveldaling het slootpeil verlaagd moeten worden om de drooglegging op een vergelijkbaar niveau te houden. Door verlaging van het slootpeil zal de wegzijging afnemen (of kwel toenemen), waardoor de watervraag vermindert. In 2050, het jaar van de klimaatscenario's, zal het maaiveld bij een gemiddelde daling van 8 mm/jaar met 32 cm zijn gedaald. In hoeverre bij die daling de wegzijging afneemt hangt af van de

weerstand van de bovengrond en een eventuele verandering van de diepe grondwaterpotentiaal. De weerstand van de bovengrond varieert sterk van plaats tot plaats (www.nhi.nl). Op plaatsen met een grote weerstand moet er in dit voorbeeld rekening mee worden gehouden dat de wegzijging rond de 50 mm per jaar kleiner zal zijn. Op plekken met een kleine weerstand kan dit oplopen tot een afname van meer dan 200 mm per jaar. De maaiveld dalen kunnen dus een aanzienlijke kwelstroom op gang brengen. Dit kan zich uiten in een afname van de wegzijging, maar ook in een werkelijke kwel, die in veel veengebieden nutriëntenrijk is door de eeuwenlange (an-)aerobe afbraak (mineralisatie) van het veen, waarbij stikstof en fosfor vrij komen. Door de historische wegzijging hebben deze mineralen het veenpakket en het grondwater daarin verrijkt. Of door de maaiveld daling en daaruit volgende peilaanpassingen kwel gaat opstreden en de mate van deze kwelstroom zal daarbij ook afhangen of de diepe potentiaal 'op peil' blijft. Dit op zijn beurt hangt weer sterk af van het verhogen van peilen elders in de regio, met name in de diepe droogmakerijen.

Toepassing van onderwaterdrains resulteert in een situatie waarin in droge jaren nu en in de toekomst de verdampingsreductie en de daaruit volgende inlaatreductie beperkt is. Alleen bij veengronden met een dun kleidek treedt afhankelijk van de bewortelingszone nog een vrij grote verdampingsreductie op, echter lang niet zoveel als in situaties zonder drains.

Literatuur

Akker, J.J.H. van den, J. Beuving, R.F.A. Hendriks en R.J. Wolleswinkel, 2007a. Artikel 5510: Maaiveldaling, afbraak en CO₂-emissie van Nederlandse veenweidegebieden. Leidraad Bodembescherming, afl. 83, Sdu, Den Haag, 32 p.

Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks en J.R. Mulder, 2007b. Invloed van infiltratiewater via onderwaterdrains op de afbraak van veengrond; Helpdeskvraag HD2057 Onderwaterdrains van Drunen 1106. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1597 43 p.

Akker, J.J.H. van den, R. Hendriks, I. Hoving en M. Pleijter, 2010. Toepassing van onderwaterdrains in veenweidegebieden. Effecten op maaiveldaling, broeikasgasemissies en het water. Werkgemeenschap voor Landschapsonderzoek (WLO), Utrecht, Landschap 27/3: pp. 137-149

Beuving, J. en J.J.H. van den Akker, 1996. Maaiveldaling van veengrasland bij twee slootpeilen in de polder Zegveldbroek. Vijfentwintig jaar zakkingsmetingen op het ROC Zegveld. DLO-Staring Centrum, rapport 377. Wageningen.

Born, G.J. van den, L. Brouwer, H. Goosen, R. Hoekstra, D. Huitema en R. Schrijver, 2002. Klimaatwinst in Veenweidegebieden. Beheersopties voor het veenweidegebied integraal bekeken. Rapport IVM-VU R-02/05, Amsterdam.

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik. Technisch Document 19D, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Griffioen, J., J.G.B. de Louw, H.L. Boogaard en R.F.A. Hendriks, 2002. De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland. TNO-rapport NITG 02-166A.

Hoving, I.E., G. André, J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2008. Hydrologische en landbouwkundige effecten van gebruik van 'onderwaterdrains' op veengrond. Rapport 102 Animal Sciences Group, Wageningen UR, 68 p.

Hoving, I.E., J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2009. Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing 'onderwaterdrains' in polder Zeevang. Rapport 188 Animal Sciences Group, Wageningen UR. 67 p.

Jansen, P.C., R.F.A. Hendriks en C. Kwakernaak, 2010. Behoud van veenbodems door ander peilbeheer. Maatregelen voor een robuuste inrichting van het westelijk veenweidegebied. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 2009.

Jansen, P.C., E.P. Querner en J.J.H. van den Akker, 2009. Onderwaterdrains in het veenweidegebied en de gevolgen voor de inlaatbehoefte, de afvoer van oppervlaktewater en voor de maaiveldaling. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1872, Wageningen, 53 p.

Jansen, P.C., E.P. Querner en C. Kwakernaak, 2007. Effecten van waterpeilstrategieën in veenweiden gebieden. Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld. Alterra rapport 1516, Wageningen.

Kemmers R.H. en G.F. Koopmans, 2010. Het effect van toepassing van onderwaterdrains op interne eutrofiering en veenafbraak; literatuuronderzoek. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1980, 68 p.

Kuikman, P.J., J.J.H. van den Akker en F. de Vries, 2005. Emissie van N₂O en CO₂ uit organische landbouwbodems. Alterra Wageningen UR, Wageningen, Alterra-rapport 1035-2, 66 p.

KNMI, 2008. www.knmi.nl/klimaat/scenarios/knmi06/samenvatting/index.html

KNMI, 2009. Neerslag en verdamping op dagbasis in het Groene Hart voor het huidige klimaat en de klimaatscenario's W en W-plus. In opdracht van de provincie Zuid-Holland. KNMI, de Bilt.

Stiboka, Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. Stichting voor bodemkartering, Wageningen.

Voorloper Groene Hart (2008).

www.toekomstgroenehart.nl/Mediatheek/Nieuwsarchief/Overige+downloads/62478.aspx

Waarheen met het Veen. www.waarheenmethetveen.nl

Woestenburg, M. (red.), 2009. Waarheen met het Veen. Kennis over keuzes in het westelijk veenweidegebied. Uitgave Landwerk, Wageningen.

Bijlage 1 Beschrijving van het modelgebied en van de modellen SIMGRO en SIMWAT

Het studiegebied bij Zegveld, dat een oppervlakte heeft van 1945 ha, watert via het gemaal Zegveld af op de Grecht. De maximale afvoercapaciteit van de twee pompen van het gemaal bedragen samen ongeveer 14 mm/dag. In deze studie wordt met de capaciteit van één pomp gerekend om de ruimtelijke verschillen in peilen in het studiegebied te beperken. De maximale capaciteit van deze enkele pomp is 5,5 mm/dag. In natte perioden zal de pomp daardoor wat langer werken dan normaal het geval is. Bij het gemaal en op vier andere plekken kan water worden ingelaten. Als dit overall op maximale capaciteit gebeurt stroomt er ca. 3 mm/dag het gebied binnen. Een hoeveelheid van 2,5 - 3,0 mm/dag is niet ongebruikelijk in veenweidegebieden (persoonlijke mededeling Jan van Bakel, Alterra). Er treedt wegzijging op die varieert in ruimte en tijd, maar gemiddeld bedraagt de flux in de zomer 0,2 mm/dag. Wegzijging (of een neutrale situatie) is overigens ook een voorwaarde om onderwaterdrains toe te kunnen passen.

Met het SIMGRO-model worden grondwaterstanden berekend waaruit via de LG3⁸ de maaiveldvaling kan worden afgeleid. Meer in detail is voor de afwateringseenheid in het oosten van het gebied met de oppervlaktewatermodel SIMWAT gekeken naar de waterinlaat en waterafvoer (figuur 1). Dit SIMWAT-model wordt in deze studie gebruikt om voor verschillende scenario's beter inzicht te krijgen in de gevolgen van onderwaterdrains op de waterhuishouding. Om met SIMWAT situaties door te rekenen, moet rekening worden gehouden met randvoorwaarden voor onder andere drainage en infiltratie. De hoeveelheden worden op tijdstap-basis uitgewisseld met het grondwatermodel SIMGRO. Het grondwatermodel functioneert dan als een deelsysteem dat water vraagt of over heeft. Het oppervlaktewatermodel dient als het transportmiddel om het water in de waterlopen uit te wisselen. Met gemalen en waterinlaten worden waterstanden in de polders binnen zekere grenzen gehouden.

Technische beschrijving van SIMWAT

Met het oppervlaktewatermodel SIMWAT is het mogelijk om de verdeling van water te simuleren in tijden met een waterbehoefte en water af te voeren in tijden van wateroverschot. Een veranderend proces in de tijd, waarbij gemalen een zekere periode werken, inlaten open staan, etc. Hiervoor wordt het oppervlaktewaterstelsel geschematiseerd als een netwerk van waterlopen. Het oppervlaktewatermodel SIMWAT (simulatie waterbeweging in netwerken) maakt gebruik van de bewegingsvergelijking van Saint-Venant (CHOW, 1959). Voor een netwerk van waterlopen berekent deze vergelijking de waterstanden en de waterbeweging op elke plaats en tijd. Deze vergelijking is een benadering in de vorm van berekende waterstanden op een aantal plaatsen (de knooppunten). De waterbeweging in de waterlopen is een zeer langzaam veranderend proces in de tijd, waardoor de Saint-Venant vergelijking te vereenvoudigen is. In plaats van een dynamische golf rekent het model dan met een zogeheten 'diffusion wave type'. Dit heeft het voordeel dat voor de te kiezen tijdstap geen beperkingen gelden. Er gelden dan ook geen beperkingen voor de tijdstap, maar deze wordt alleen beperkt door hydraulische gegevens en gebiedskenmerken. Voor het verband tussen stromingsweerstand en stroomsnelheid kan gerekend worden met de formules van Manning of Chezy (Querner, 1993).

⁸ Gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden op iedere 14e en 28e van de maand.

Waterbeweging

Het waterlopenstelsel wordt in het model SIMWAT geschematiseerd tot een stelsel van leidingen en knooppunten. In elk knooppunt kunnen meerdere leidingen samenkomen. In een knooppunt wordt een waterstand h_i berekend en voor een leiding volgt hieruit een debiet Q als:

$$Q_{ji} = K_{ji} (h_j - h_i) \quad (1)$$

De term K_{ji} omvat de ruwheid en geometrie van een leidingvak. Door gebruik te maken van de continuïteitsvergelijking en vergelijking (1) kan voor alle knooppunten in matrix-vorm een vergelijking worden opgesteld in de vorm:

$$\{ T \} = [K] \{ h \} \quad (2)$$

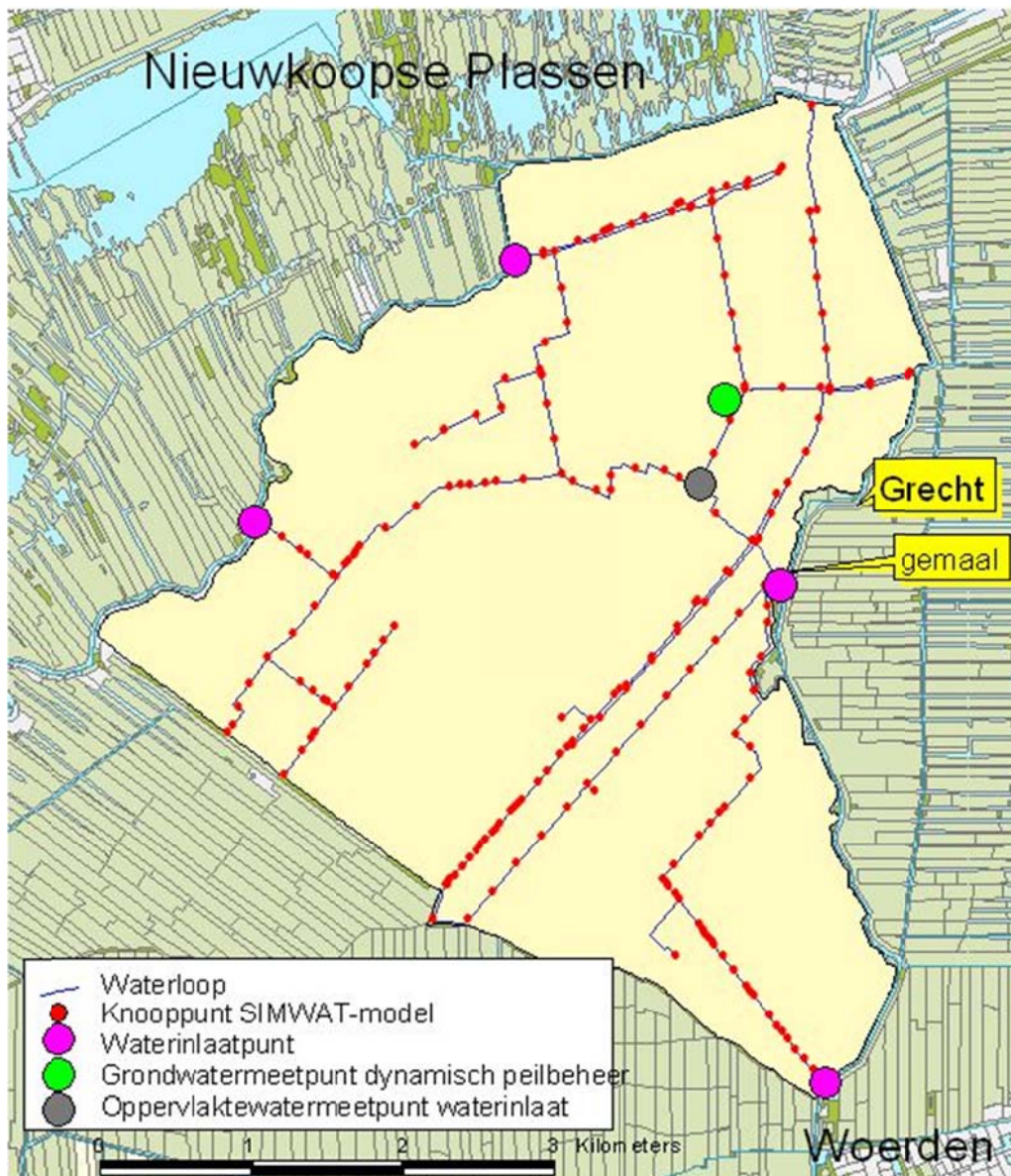
Hierin bevat de vector $\{T\}$ alle bekende termen en de matrix $[K]$ wordt beschouwd als de weerstands- en bergingsmatrix. Deze matrix omvat alle bijdragen van de stromingsweerstand tussen het beschouwde knooppunt en alle aanliggende knooppunten en de bergingscapaciteit van het knooppunt. Met behulp van matrixinversie wordt een stelsel van n -vergelijkingen met n -onbekenden opgelost. Omdat de weerstand afhankelijk is van de (onbekende) waterstand is het nodig om een aantal iteraties uit te voeren. De tijdstap kan in principe vrij gekozen worden, maar voor numerieke stabiliteit is het beperkt door factoren als leidinglengte, verandering debiet, geometrie, etc. In de praktijk wordt de tijdstap niet groter genomen als een kwart dag. In elk knooppunt wordt een uitwisseling met het grondwatersysteem mogelijk gemaakt. De flux is afhankelijk van de waterstand in de leiding ten opzichte van de grondwaterstand, drainage of infiltratie is dan ook mogelijk.

Het waterdoorvoerend vermogen van een waterloop wordt bepaald door de aanwezigheid van ruwheden over het natte profiel, meestal in de vorm van waterplanten. De remmende werking wordt meestal uitgedrukt in de ruwheidsparameter kM bij toepassing van de formule van Manning. Als er in de waterloop veel vernauwingen voorkomen, zoals bruggetjes en duikers, dan hebben deze ook een remmende werking op het debiet. Intree- en uittreeverliezen veroorzaken een waterstandsverschil over elk kunstwerk, die de afvoer afremt. In de waterlopen zijn veel duikers aanwezig. In het stromingsmodel is het onmogelijk om al deze duikers apart in beschouwing te nemen. Daarom is voor de ruwheidsparameter kM een waarde van 25 aangehouden om de weerstand van alle duikers en bruggetjes te verdisconteren.

Interactie met het grondwatermodel

Een model van een netwerk wat het waterlopen patroon voorstelt, is in staat om het water te verdelen in tijden van waterbehoefte en water te verzamelen in tijden van wateroverschot. Infiltratie en drainage wordt in beschouwing genomen door het grondwatermodel per knooppunt aan het oppervlaktewater systeem te koppelen. Afhankelijk van een grondwaterstand ten opzichte van de waterstand in de waterloop treedt drainage of infiltratie op. Het grondwatersysteem wordt ook nog gevoed vanuit diepere lagen of er treedt wegzijging op. Daarnaast is er een stroming naar de onverzadigde zone door capillaire opstijging of percolatie als er veel neerslag valt.

Bij drainage of infiltratie in Simgro wordt het water direct naar een knooppunt van het oppervlaktewater in het model Simwat uitgewisseld. In gebieden waar geen oppervlaktewater netwerk aanwezig is wordt de standaard aanpak oppervlaktewater uit Simgro, bakjes concept, gebruikt.



Figuur 1
 Overzicht van het studiegebied.

Bijlage 2 Benodigde waterinlaat modelgebied polder Zegveld

A. Benodigde waterinlaat in millimeters volgens berekeningen in het modelgebied polder Zegveld voor veengronden voor verschillende omstandigheden

Klimaat	Regulier peilbeheer						Flexibel peilbeheer					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus
Zomer												
gemiddeld	154	167	209	171	187	239	111	122	173	128	142	197
gem.droog	166	188	225	180	195	226	133	144	189	147	163	207
droog	253	272	316	282	299	359	238	249	299	268	286	343
zeer droog	289	309	354	317	347	395	272	294	332	300	327	372

B. Benodigde waterinlaat in millimeters volgens berekeningen in het modelgebied polder Zegveld voor veengronden met een dun dek voor verschillende omstandigheden

Klimaat	Regulier peilbeheer						Flexibel peilbeheer					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus
Zomer												
gemiddeld	145	156	204	174	188	237	112	122	170	130	142	194
gem.droog	157	169	202	183	198	229	135	147	185	150	166	202
droog	253	261	314	283	293	349	237	243	293	265	275	336
zeer droog	279	301	337	309	337	375	263	282	318	294	314	352

Bijlage 3 Wateraanvoer per decade Zegveld

A. Wateraanvoer in mm per decade in het modelgebied polder Zegveld voor veengronden

veen	Regulier peilbeheer						Flexibel peilbeheer					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus
gemiddeld droog (1967)												
april I	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
april II	1	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
april III	4	4	5	10	10	11	0	0	0	0	0	0
mei I	12	13	13	16	16	17	1	1	1	6	6	8
mei II	13	14	14	15	17	17	15	14	13	19	13	18
mei III	8	8	10	6	7	8	5	7	13	5	15	8
juni I	7	7	9	8	9	11	7	6	5	5	0	5
juni II	14	15	15	17	19	19	11	14	18	20	21	24
juni III	16	18	19	19	20	21	14	20	17	17	20	21
juli I	17	16	18	18	19	21	12	12	16	13	15	15
juli II	18	20	21	21	23	25	21	18	19	22	22	26
juli III	20	21	25	23	24	26	20	22	23	21	23	29
augustus I	18	19	21	16	18	24	19	19	25	15	17	20
augustus II	6	8	15	3	5	12	2	10	14	4	10	17
augustus III	2	10	12	6	6	8	3	1	9	1	0	0
september I	3	3	8	3	3	5	2	0	10	0	0	13
september II	2	1	3	0	0	0	0	0	6	0	0	1
september III	5	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
droog (2003)												
april I	4	4	7	5	4	10	3	3	5	9	8	12
april II	11	12	12	15	15	14	5	4	6	10	10	9
april III	16	16	17	18	19	19	15	19	19	19	16	22
mei I	3	2	5	1	1	5	10	5	11	6	9	6
mei II	1	8	4	3	3	4	3	4	5	2	0	6
mei III	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0
juni I	9	9	11	16	17	19	0	0	1	1	1	3
juni II	16	16	18	19	21	23	5	7	16	16	18	21
juni III	20	20	23	25	25	25	24	19	19	20	21	26
juli I	19	20	24	19	19	26	18	22	21	19	21	26
juli II	19	20	22	23	23	26	16	18	24	20	21	22
juli III	23	25	27	25	28	30	24	26	27	30	31	32
augustus I	23	24	25	25	26	28	21	22	23	22	29	30
augustus II	24	25	26	27	28	30	24	22	28	31	23	28
augustus III	27	26	28	29	32	32	26	31	24	23	34	34
september I	22	23	24	21	23	27	22	20	30	27	22	26
september II	11	15	21	6	10	21	15	13	17	7	10	21
september III	6	6	19	5	5	20	6	14	20	6	11	20
erg droog (1976)												
april I	2	3	2	4	3	4	0	0	0	1	1	0
april II	8	7	9	12	12	13	2	0	1	2	1	5
april III	13	14	14	17	18	19	13	14	14	19	22	17
mei I	16	17	18	18	19	20	14	14	17	18	16	21
mei II	17	18	19	21	23	23	19	18	19	20	22	23
mei III	22	23	23	24	25	27	20	22	19	23	26	23
juni I	17	19	20	18	20	21	13	16	20	17	16	22
juni II	21	21	22	24	25	25	20	24	22	21	26	26
juni III	19	20	23	19	21	25	19	19	23	18	19	20
juli I	21	24	24	25	25	28	22	22	27	28	26	31
juli II	25	24	26	28	28	29	26	27	22	26	29	30
juli III	25	26	26	25	29	30	23	24	27	27	25	26
augustus I	19	23	23	20	23	25	20	21	22	14	25	24
augustus II	19	21	24	23	24	26	19	21	23	22	24	26
augustus III	24	26	25	26	29	29	21	23	28	27	28	30
september I	18	21	24	13	19	24	19	26	20	16	22	23
september II	1	1	17	0	0	15	0	2	14	0	1	16
september III	0	0	13	0	2	12	2	1	14	0	0	10

B. Wateraanvoer in mm per decade in het modelgebied polder Zegveld voor veengronden met een dun mineraal dek

veen met kleidek	Regulier peilbeheer						Flexibel peilbeheer					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus
gemiddeld droog (1967)												
april I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
april II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
april III	4	5	4	11	12	13	0	0	0	0	0	1
mei I	13	13	14	16	16	17	1	1	1	9	9	8
mei II	14	15	16	16	17	18	17	17	14	15	15	20
mei III	6	6	8	6	6	8	6	7	13	10	13	7
juni I	7	9	10	8	9	11	5	6	5	2	3	4
juni II	14	15	16	18	19	19	15	16	18	20	19	23
juni III	18	18	19	19	20	23	17	18	19	20	22	24
juli I	16	17	19	18	19	21	10	13	15	12	15	15
juli II	18	20	22	21	22	23	18	19	21	19	19	26
juli III	22	22	24	23	25	27	23	24	22	25	28	25
augustus I	16	18	21	15	17	23	20	20	25	14	19	22
augustus II	4	6	12	4	5	11	1	4	10	4	3	15
augustus III	2	3	8	6	7	9	2	2	8	0	0	0
september I	2	2	6	3	3	5	0	0	11	1	2	12
september II	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0
september III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
droog (2003)												
april I	6	5	10	5	5	10	7	6	6	9	9	12
april II	11	13	13	15	16	16	3	5	7	11	9	13
april III	17	17	18	19	19	19	19	17	20	17	20	19
mei I	3	3	6	1	1	4	5	8	9	6	6	10
mei II	2	3	6	3	3	5	5	2	4	2	2	3
mei III	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
juni I	10	10	12	17	18	20	0	0	1	0	1	2
juni II	17	17	19	21	21	23	10	8	17	19	21	26
juni III	20	21	23	24	26	26	20	23	20	22	21	22
juli I	19	19	22	19	19	25	20	22	21	18	21	30
juli II	19	21	24	21	23	26	19	16	23	20	20	18
juli III	24	24	27	26	28	29	23	24	27	29	29	33
augustus I	22	24	25	25	27	27	20	27	23	23	31	28
augustus II	26	25	25	27	26	29	25	19	27	31	21	27
augustus III	26	27	28	29	30	30	25	30	25	22	33	30
september I	20	21	23	20	22	26	20	23	25	24	18	27
september II	5	6	18	4	5	19	11	3	18	5	8	17
september III	5	4	16	5	5	16	5	10	17	5	4	19
erg droog (1976)												
april I	2	2	2	4	4	5	0	0	0	0	0	2
april II	9	9	10	12	12	13	1	1	2	4	3	2
april III	14	15	15	18	18	20	12	14	15	17	19	23
mei I	17	17	19	19	20	20	16	18	16	20	18	19
mei II	18	20	20	21	23	23	22	20	20	22	25	23
mei III	22	23	24	24	25	26	22	20	21	22	26	27
juni I	17	19	20	18	20	22	14	20	22	15	18	20
juni II	21	22	22	23	26	25	19	22	23	23	21	20
juni III	18	19	22	19	19	24	15	16	19	17	22	30
juli I	22	22	25	26	26	26	25	23	23	28	24	21
juli II	23	24	24	27	28	28	25	22	28	27	28	29
juli III	23	24	24	23	25	27	20	24	21	23	26	28
augustus I	16	20	21	18	22	21	14	19	20	15	18	18
augustus II	19	22	21	20	24	25	17	18	20	18	24	25
augustus III	23	25	26	27	28	29	26	27	28	24	29	28
september I	13	17	22	10	15	23	11	17	19	18	13	20
september II	0	0	10	0	0	6	3	0	9	0	0	13
september III	0	0	9	0	2	10	0	0	12	0	0	5

Bijlage 4 Wateraanvoer per decade Zegveld voor veengronden met een dubbele inlaatcapaciteit

Regulier peilbeheer met de grijze getallen is niet geschikt voor een grotere inlaatcapaciteit.

veen dubbele inlaatcap.	Regulier peilbeheer						Flexibel peilbeheer					
	Geen drains			Wel drains			Geen drains			Wel drains		
	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus	Huidig	W	W-plus
gemiddeld droog (1967)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
april I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
april II	6	4	5	20	22	20	0	0	0	0	0	2
april III	20	16	21	43	43	43	0	3	0	10	10	6
mei I	27	25	39	40	42	43	11	14	16	11	12	15
mei II	10	11	21	12	22	24	9	3	6	9	12	9
mei III	14	13	15	14	13	14	4	8	10	4	4	8
juni I	33	28	27	33	38	40	13	19	17	18	19	24
juni II	42	44	44	44	43	45	16	9	14	14	16	21
juni III	42	43	44	43	44	44	18	23	23	20	21	18
juli I	43	44	43	43	45	45	16	18	22	18	22	23
juli II	45	47	49	49	49	50	19	19	20	22	22	25
juli III	42	44	44	42	43	44	16	18	21	15	18	24
augustus I	19	19	35	13	17	28	9	7	15	7	7	15
augustus II	3	4	15	9	7	13	1	2	10	2	1	8
augustus III	2	1	11	4	8	13	2	1	9	1	0	6
september I	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	5
september II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
september III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
droog (2003)	7	7	12	12	10	20	3	1	4	7	9	11
april I	19	20	21	28	27	36	6	7	11	9	9	13
april II	28	40	43	42	44	44	20	18	16	17	19	20
april III	5	12	14	7	7	12	5	7	8	8	5	5
mei I	4	1	11	3	4	3	0	1	7	2	2	8
mei II	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0
mei III	18	15	17	38	38	39	0	0	1	1	1	1
juni I	30	30	43	43	44	45	11	8	12	14	16	23
juni II	43	45	46	46	46	46	15	21	21	23	24	25
juni III	43	43	43	43	44	46	20	17	25	19	19	26
juli I	43	43	46	44	46	46	17	21	26	24	24	27
juli II	49	49	50	49	50	51	24	23	25	26	26	28
juli III	45	46	46	46	46	47	22	22	23	29	28	26
augustus I	45	45	45	47	46	47	28	23	26	25	30	29
augustus II	50	50	51	50	52	53	26	32	31	32	30	36
augustus III	44	44	45	44	43	46	20	22	29	19	21	26
september I	28	42	44	12	18	44	11	17	23	11	16	22
september II	6	13	44	7	6	43	12	5	17	1	8	21
september III	6	13	44	7	6	43	12	5	17	1	8	21
erg droog (1976)	3	3	2	7	5	5	0	0	0	1	0	0
april I	11	13	13	23	25	29	1	3	1	2	4	6
april II	17	16	18	39	44	43	10	9	11	20	19	14
april III	35	38	40	44	44	44	18	19	20	14	21	25
mei I	43	43	44	44	44	44	14	18	19	22	18	20
mei II	48	49	48	49	49	49	24	21	16	24	24	25
mei III	41	43	44	43	44	45	19	18	19	22	20	20
juni I	43	45	44	45	45	45	19	24	26	22	23	26
juni II	43	43	46	43	44	45	17	19	22	17	19	24
juni III	46	45	44	46	45	47	22	22	24	24	28	27
juli I	44	45	46	46	47	47	24	24	24	27	26	29
juli II	48	49	50	49	50	50	23	24	28	23	29	29
juli III	44	45	45	44	46	46	21	23	25	21	22	25
augustus I	44	43	44	44	46	46	22	21	21	21	28	22
augustus II	49	49	50	50	51	50	24	26	28	30	26	28
augustus III	41	45	44	35	43	46	12	22	22	9	20	25
september I	0	6	42	0	0	40	3	0	14	0	0	18
september II	0	0	34	0	2	21	0	3	15	0	0	9
september III	0	0	34	0	2	21	0	3	15	0	0	9

Bijlage 5 Neerslag, verdamping en neerslagtekort in mm per decade voor het Groene Hart in de KNMI-klimaatscenario's Huidig, W en W+

Neerslag, verdamping en neerslagtekort in mm per decade voor het Groene hart in de KNMI-klimaatscenario's Huidig, W en W+

De waarden zijn verkregen door middeling van neerslag in neerslagstations De Bilt, Hoofddorp en Scheveningen. Decade- en maandwaarden staan in afzonderlijke bestanden en zijn aangegeven met de laatste datum van de decade of maand.

	Dag	Huidig			W			W-plus		
		Neerslag	Verdamping	Neerslagtekort	Neerslag	Verdamping	Neerslagtekort	Neerslag	Verdamping	Neerslagtekort
gemiddeld droog (1967)										
april I	10	31	13	0	35	13	0	30	14	0
april II	20	11	21	9	12	22	9	12	22	10
april III	30	6	27	31	6	29	32	6	29	33
mei I	10	7	29	53	7	31	56	6	32	59
mei II	20	24	30	58	26	31	62	26	33	66
mei III	31	32	30	56	33	32	61	34	33	65
juni I	10	9	29	77	9	31	83	9	33	90
juni II	20	3	37	111	3	39	120	1	42	131
juni III	30	23	28	116	24	30	126	22	31	140
juli I	10	5	34	145	4	37	159	3	39	176
juli II	20	16	39	168	17	41	183	12	45	208
juli III	31	7	34	195	7	37	213	6	40	242
augustus I	10	28	30	196	31	31	214	18	34	258
augustus II	20	54	20	162	57	21	177	51	23	229
augustus III	31	0	30	192	0	32	209	0	35	265
september I	10	41	16	167	45	17	182	32	18	251
september II	20	45	13	134	51	13	145	42	15	223
september III	30	9	16	140	9	17	152	6	18	236
droog (2003)										
april I	10	20	16	0	23	17	0	16	17	1
april II	20	1	32	31	1	33	32	1	34	35
april III	30	24	25	32	26	26	33	26	27	36
mei I	10	25	27	34	27	28	34	21	29	44
mei II	20	41	24	17	46	26	14	37	27	33
mei III	31	36	32	14	40	34	8	38	36	31
juni I	10	21	39	32	23	41	27	19	44	56
juni II	20	6	39	65	5	41	63	5	44	94
juni III	30	0	38	102	0	40	103	0	42	137
juli I	10	29	28	101	31	30	101	18	32	150
juli II	20	9	43	134	7	46	140	7	49	193
juli III	31	11	38	161	11	40	169	9	44	227
augustus I	10	0	42	202	0	45	213	0	49	276
augustus II	20	0	33	235	0	35	248	0	38	314
augustus III	31	11	24	247	11	26	263	7	28	335
september I	10	18	19	248	19	20	264	8	22	349
september II	20	15	23	256	17	25	272	16	27	360
september III	30	34	18	240	37	19	253	14	20	367
erg droog (1976)										
april I	10	4	17	13	4	18	13	3	18	15
april II	20	2	27	38	2	28	40	1	29	43
april III	30	1	25	62	1	27	65	1	27	69
mei I	10	4	30	89	4	32	94	3	33	100
mei II	20	9	32	112	9	34	119	8	35	127
mei III	31	9	31	134	9	33	143	8	34	153
juni I	10	11	36	159	8	39	173	11	41	182
juni II	20	21	35	172	25	37	186	15	39	207
juni III	30	8	50	214	10	53	229	0	56	263
juli I	10	0	52	266	0	56	285	0	61	323
juli II	20	5	30	291	4	32	313	2	35	356
juli III	31	30	29	290	18	31	326	26	33	363
augustus I	10	7	30	312	7	32	351	5	35	393
augustus II	20	2	36	347	2	39	388	1	43	435
augustus III	31	6	36	376	6	38	420	4	42	473
september I	10	52	18	342	55	19	384	31	21	463
september II	20	28	16	330	29	17	372	18	18	463
september III	30	13	14	331	14	15	374	12	17	468

Bijlage 6 Vergelijking met neerslag en verdamping in Alterra-rapport 1872

Neerslag en verdamping in mm/decade voor het huidige klimaat, klimaat W en klimaat W+ voor het Groene Hart (ontleend aan KNMI) en voor het huidige klimaat zoals is toegepast in rapport 1872. 1995 en 2003 zijn in rapport 1872 aangemerkt als respectievelijk droge en zeer droge zomer en 2003 en 1976 zijn in deze studie aangemerkt als respectievelijk een droge en erg droge zomer.

jaar	decade	Huidig		Klimaat W		Klimaat W+		Huidig-rapport 1872	
		N	E	N	E	N	E	N	E
1995	10	5.7	13.8	6.0	14.5	4.3	14.8	2.8	13.1
1995	11	14.8	15.2	15.5	16.0	15.8	16.3	14.3	14.5
1995	12	7.8	22.9	8.4	24.0	5.8	24.5	2.1	21.7
1995	13	3.1	33.2	3.0	35.2	3.0	36.5	6.1	31.4
1995	14	25.0	20.6	27.5	21.8	26.2	22.6	25.6	19.7
1995	15	32.3	36.4	32.0	38.6	29.1	40.1	66.8	34.6
1995	16	34.9	22.5	37.9	24.0	33.3	25.4	39.6	21.3
1995	17	27.0	24.2	27.2	25.9	21.8	27.4	28.5	22.9
1995	18	0.0	45.4	0.0	48.4	0.0	51.3	0.0	43.0
1995	19	29.4	38.2	34.7	40.9	14.9	44.2	11.5	36.2
1995	20	23.1	32.7	24.4	35.1	7.8	37.9	21.4	31.1
1995	21	12.1	43.7	12.1	46.8	11.5	50.5	13.3	41.6
1995	22	0.0	41.5	0.0	44.3	0.0	48.4	0.0	39.1
1995	23	0.0	36.8	0.0	39.3	0.0	43.0	0.0	34.8
1995	24	31.5	26.7	32.9	28.5	23.5	31.2	19.4	25.3
1995	25	27.4	16.0	26.7	17.0	25.1	18.5	15.0	15.2
1995	26	12.9	16.6	13.3	17.6	8.8	19.2	5.8	15.8
1995	27	74.8	10.0	85.6	10.6	42.0	11.5	75.0	9.6
Totaal		361.9	496.4	387.2	528.4	273.0	563.5	347.2	471.0

jaar	decade	Huidig		Klimaat W		Klimaat W+		Huidig-rapport 1872	
		N	E	N	E	N	E	N	E
2003	10	20.1	16.2	23.1	16.9	15.9	17.3	19.7	15.4
2003	11	0.6	31.5	0.6	33.0	0.6	33.7	0.1	30.0
2003	12	24.0	25.2	26.3	26.4	26.0	27.0	26.4	24.0
2003	13	25.1	26.7	27.0	28.3	21.1	29.4	23.6	25.2
2003	14	41.0	24.3	45.9	25.7	37.4	26.7	48.9	23.0
2003	15	35.7	32.3	39.5	34.3	38.0	35.6	19.4	30.6
2003	16	20.7	38.7	22.7	41.4	18.9	43.8	29.5	36.7
2003	17	5.5	38.5	5.5	41.1	4.7	43.6	1.5	36.6
2003	18	0.3	37.6	0.2	40.1	0.2	42.5	3.6	35.6
2003	19	28.8	27.6	30.9	29.6	18.4	32.0	17.1	26.2
2003	20	9.2	42.7	7.3	45.7	7.2	49.4	9.0	40.4
2003	21	11.4	37.7	10.8	40.3	9.2	43.6	3.7	35.8
2003	22	0.3	41.8	0.2	44.6	0.2	48.8	0.0	39.6
2003	23	0.3	32.8	0.3	35.0	0.2	38.2	0.6	31.1
2003	24	11.2	21.7	11.0	23.0	6.6	25.2	8.6	22.6
2003	25	18.4	17.2	18.9	18.2	8.0	19.8	19.5	18.0
2003	26	15.5	21.1	17.0	22.3	15.7	24.3	0.1	22.5
2003	27	33.8	16.0	37.2	16.9	13.8	18.4	32.0	16.9
Totaal		301.7	529.5	324.3	562.9	242.1	599.1	263.3	510.2

jaar	decade	Huidig		Klimaat W		Klimaat W+		Huidig-rapport 1872	
		N	E	N	E	N	E	N	E
1976	10	3.9	16.8	4.1	17.6	2.6	18.0		
1976	11	1.9	27.1	1.9	28.4	1.2	29.0		
1976	12	1.1	25.3	1.1	26.5	1.0	27.1		
1976	13	3.9	30.3	3.7	32.2	2.7	33.4		
1976	14	8.7	31.7	8.5	33.6	7.9	34.9		
1976	15	9.0	31.1	8.7	32.9	8.4	34.2		
1976	16	11.2	36.1	8.5	38.5	11.3	40.8		
1976	17	21.1	34.9	24.9	37.2	15.2	39.4		
1976	18	8.5	49.9	9.7	53.2	0.0	56.4		
1976	19	0.0	52.3	0.0	56.0	0.0	60.5		
1976	20	5.1	29.9	3.9	32.0	2.3	34.6		
1976	21	29.9	28.7	18.1	30.8	25.6	33.3		
1976	22	7.3	29.7	6.8	31.7	4.8	34.7		
1976	23	2.1	36.4	1.9	38.9	0.5	42.5		
1976	24	5.8	32.1	5.7	34.3	3.7	37.5		
1976	25	52.2	16.2	55.0	17.2	31.0	18.7		
1976	26	28.1	14.2	28.7	15.0	17.7	16.3		
1976	27	13.2	12.9	13.6	13.7	12.2	14.9		
Totaal		213.1	535.6	205.0	569.8	148.1	606.3		

Bijlage 7A Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

Veengronden in een droog jaar (2003) en een wortelzone van 40 cm

					Veen, huidig klimaat (2003) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	46.4	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.5	31.5	52.8	31	0.0
3	110		III	10	24.0	25.2	25.2	25.2	54.3	32	0.0
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.6	26.6	49.9	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.2	24.2	42.9	17	0.1
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	40.5	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.7	38.7	49.5	32	0.0
8	161		II	10	5.5	38.5	38.5	38.5	55.7	65	0.0
9	171		III	10	0.3	37.6	37.6	37.3	61.5	102	0.2
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.6	27.6	60.4	101	0.0
11	191		II	10	9.2	42.7	42.5	41.1	63.9	134	0.9
12	201		III	11	11.4	37.7	37.5	35.5	66.4	161	1.2
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	39.5	34.2	69.1	202	5.0
14	222		II	10	0.3	32.8	29.5	24.2	71.4	235	5.9
15	232		III	11	11.2	21.7	20.4	17.3	72.2	245	2.8
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.1	16.3	70.4	244	0.5
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	66.4	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	59.6	232	0.0
som					301.7	529.5	522.1	503.7		232	16.6

					Veen, huidig klimaat (2003) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	39.9	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.5	31.5	41.7	31	0.0
3	110		III	10	24.0	25.2	25.2	25.2	40.4	32	0.0
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.7	26.7	39.6	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.3	24.3	36.1	17	0.0
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	39.6	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.7	38.7	41.2	32	0.0
8	161		II	10	5.5	38.5	38.5	38.5	42.2	65	0.0
9	171		III	10	0.3	37.6	37.6	37.6	43.1	102	0.0
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.6	27.6	41.5	101	0.0
11	191		II	10	9.2	42.7	42.6	42.7	42.6	134	0.1
12	201		III	11	11.4	37.7	37.7	37.7	42.6	161	0.0
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	41.5	41.7	43.6	202	0.2
14	222		II	10	0.3	32.8	32.4	32.6	43.9	235	0.3
15	232		III	11	11.2	21.7	21.6	21.8	43.1	245	0.0
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.2	17.2	41.3	244	0.0
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	40.8	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	36.8	232	0.0
som					301.7	529.5	528.7	529.4		232	0.5

					Veen, klimaat W (2066) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	45.4	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	33.0	33.0	52.3	32	0.0
3	110		III	10	26.3	26.4	26.4	26.4	53.7	33	0.0
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	49.0	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	41.0	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	39.2	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	41.4	41.4	48.8	27	0.0
8	161		II	10	5.5	41.1	41.1	41.1	55.5	63	0.0
9	171		III	10	0.2	40.1	40.0	39.6	61.7	103	0.3
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.6	29.5	60.7	101	0.0
11	191		II	10	7.3	45.7	45.3	43.2	64.5	140	1.5
12	201		III	11	10.8	40.3	39.5	36.2	67.2	169	2.5
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	40.0	33.7	69.9	214	7.7
14	222		II	10	0.3	35.0	29.7	23.7	72.0	248	8.3
15	232		III	11	11.0	23.0	21.2	17.6	72.7	260	3.6
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.1	16.8	71.1	260	0.8
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	67.0	265	0.1
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.8	59.6	245	0.1
som					324.3	562.9	549.6	526.6		245	24.8

					Veen, klimaat W (2066) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	39.6	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	33.0	33.0	41.7	32	0.0
3	110		III	10	26.3	26.4	26.4	26.4	40.4	33	0.0
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	39.5	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	35.7	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	39.5	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	41.4	41.4	41.3	27	0.0
8	161		II	10	5.5	41.1	41.1	41.1	42.3	63	0.0
9	171		III	10	0.2	40.1	40.0	40.1	43.4	103	0.0
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.6	29.6	41.8	101	0.0
11	191		II	10	7.3	45.7	45.6	45.7	42.9	140	0.1
12	201		III	11	10.8	40.3	40.2	40.3	43.1	169	0.0
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	44.0	44.4	43.9	214	0.4
14	222		II	10	0.3	35.0	34.1	34.6	44.6	248	0.6
15	232		III	11	11.0	23.0	22.9	23.0	44.0	260	0.0
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.2	18.2	42.0	260	0.0
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	41.0	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.9	36.6	245	0.0
som					324.3	562.9	561.0	562.3		245	1.2

					Veen, klimaat W+ (2066) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	47.7	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	33.7	33.7	53.9	35	0.0
3	110		III	10	26.0	27.0	27.0	27.0	55.5	36	0.0
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	52.3	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	48.4	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.6	35.6	42.9	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	43.8	43.8	52.3	56	0.0
8	161		II	10	4.7	43.6	43.5	43.5	59.0	94	0.0
9	171		III	10	0.2	42.5	41.4	39.3	64.5	137	2.1
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	31.6	30.2	65.8	150	1.1
11	191		II	10	7.2	49.4	45.0	39.2	68.8	193	7.3
12	201		III	11	9.2	43.6	39.0	33.2	70.9	227	7.5
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	38.0	30.5	72.8	275	14.5
14	222		II	10	0.2	38.2	28.3	21.9	74.3	313	13.1
15	232		III	11	6.6	25.2	21.6	17.0	74.8	332	5.8
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	18.6	15.8	74.3	344	2.6
17	253		II	10	15.7	24.3	24.1	22.6	71.9	352	0.9
18	263		III	10	13.8	18.4	18.3	17.3	70.3	357	0.6
som					242.1	599.1	563.0	524.1		357	55.6

					Veen, klimaat W+ (2066) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	40.3	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	33.7	33.7	41.7	35	0.0
3	110		III	10	26.0	27.0	27.0	27	40.5	36	0.0
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	40.3	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	37.5	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.6	35.6	39.7	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	43.8	43.8	41.6	56	0.0
8	161		II	10	4.7	43.6	43.5	43.5	42.7	94	0.0
9	171		III	10	0.2	42.5	42.0	42.4	43.7	137	0.3
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	31.9	31.9	42.9	150	0.1
11	191		II	10	7.2	49.4	48.5	49.1	43.8	193	0.6
12	201		III	11	9.2	43.6	36.5	36.9	44.2	227	6.9
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	45.0	47.2	45.3	275	2.7
14	222		II	10	0.2	38.2	34.1	36.2	46.3	313	3.1
15	232		III	11	6.6	25.2	24.6	25.1	46.1	332	0.3
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	19.6	19.8	44.6	344	0.1
17	253		II	10	15.7	24.3	24.2	24.3	42.3	352	0.0
18	263		III	10	13.8	18.4	18.4	18.4			

Bijlage 7B Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W

Veengronden met een kleidek in een droog jaar (2003) en een wortelzone van 40 cm

					Veen met kleidek, huidig klimaat (2003) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	46.5	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.5	31.5	53.3	31	0.0
3	110		III	10	24.0	25.2	25.2	25.2	54.7	32	0.0
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.6	26.6	49.7	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.2	24.2	41.9	17	0.1
6	140		III	11	35.7	32.3	32.34	32.34	40.0	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.7	38.7	49.8	32	0.0
8	161		II	10	5.5	38.5	38.5	38.416	56.5	65	0.1
9	171		III	10	0.3	37.6	36.129	34.487	62.3	102	2.3
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.6	27.3	60.5	101	0.2
11	191		II	10	9.2	42.7	41.2	37.6	64.0	134	3.4
12	201		III	11	11.4	37.7	36.4	32.6	66.0	161	3.2
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	35.7	29.4	68.4	202	9.2
14	222		II	10	0.3	32.8	25.9	20.4	70.2	235	9.6
15	232		III	11	11.2	21.7	19.7	16.1	70.4	245	3.8
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.2	16.5	67.6	244	0.4
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	62.3	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	53.1	232	0.0
som					301.7	529.5	510.1	484.6		232	32.2

					Veen met kleidek, huidig klimaat (2003) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	39.8	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.5	31.5	41.8	31	0.0
3	110		III	10	24.0	25.2	25.2	25.2	40.3	32	0.0
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.6	26.6	39.6	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.2	24.2	35.8	17	0.1
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	39.7	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.7	38.7	41.3	32	0.0
8	161		II	10	5.5	38.5	38.5	38.5	42.3	65	0.0
9	171		III	10	0.3	37.6	36.8	37.4	43.3	102	0.5
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.6	27.6	41.4	101	0.0
11	191		II	10	9.2	42.7	42.4	42.6	42.6	134	0.2
12	201		III	11	11.4	37.7	37.6	37.7	42.7	161	0.0
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	40.4	41.2	43.5	202	1.0
14	222		II	10	0.3	32.8	30.4	31.6	43.8	235	1.7
15	232		III	11	11.2	21.7	21.5	21.6	42.8	245	0.2
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.2	17.2	40.3	244	0.0
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	40.6	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	36.5	232	0.0
som					301.7	529.5	524.2	527.4		232	3.7

					Veen met kleidek, klimaat W (2066) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	45.9	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	33.0	33.0	53.4	32	0.0
3	110		III	10	26.3	26.4	26.4	26.4	54.7	33	0.0
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	49.3	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	40.6	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	39.2	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	41.4	41.4	49.6	27	0.0
8	161		II	10	5.5	41.1	41.1	41.0	56.8	63	0.1
9	171		III	10	0.2	40.1	37.0	35.2	62.9	103	4.0
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.5	29.1	61.0	101	0.3
11	191		II	10	7.3	45.7	42.9	38.5	64.7	140	5.0
12	201		III	11	10.8	40.3	37.2	32.3	67.0	169	5.6
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	34.8	28.4	69.2	214	13.0
14	222		II	10	0.3	35.0	25.6	20.0	70.9	248	12.2
15	232		III	11	11.0	23.0	20.3	16.3	71.0	260	4.7
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.1	17.0	68.5	260	0.7
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	63.0	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.9	52.6	245	0.0
som					324.3	562.9	531.6	502.9		245	45.6

					Veen met kleidek, klimaat W (2066) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	39.3	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	33.0	33.0	41.4	32	0.0
3	110		III	10	26.3	26.4	26.4	26.4	39.8	33	0.0
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	39.1	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	35.0	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	39.2	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	41.4	41.4	40.9	27	0.0
8	161		II	10	5.5	41.1	41.1	41.1	42.0	63	0.0
9	171		III	10	0.2	40.1	39.3	39.3	43.0	103	0.8
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.6	29.6	41.1	101	0.0
11	191		II	10	7.3	45.7	45.5	45.5	42.4	140	0.2
12	201		III	11	10.8	40.3	40.2	40.2	42.5	169	0.1
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	42.4	42.4	43.3	214	2.2
14	222		II	10	0.3	35.0	32.0	32.0	43.7	248	3.0
15	232		III	11	11.0	23.0	22.9	22.9	42.7	260	0.0
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.2	18.2	40.7	260	0.0
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	40.2	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.9	35.9	245	0.0
som					324.3	562.9	556.4	556.4		245	6.5

					Veen met kleidek, klimaat W+ (2066) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	48.4	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	33.7	33.7	55.0	35	0.0
3	110		III	10	26.0	27.0	27.0	26.9	56.5	36	0.0
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	52.9	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	48.5	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.6	35.6	42.7	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	43.8	43.7	53.0	56	0.0
8	161		II	10	4.7	43.6	42.9	41.5	60.2	94	1.3
9	171		III	10	0.2	42.5	35.5	31.9	65.3	137	8.8
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	30.5	28.0	65.6	150	2.7
11	191		II	10	7.2	49.4	39.5	33.1	68.2	193	13.2
12	201		III	11	9.2	43.6	35.5	29.5	69.6	227	11.1
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	33.2	26.4	71.3	275	19.0
14	222		II	10	0.2	38.2	25.0	19.0	72.5	313	16.3
15	232		III	11	6.6	25.2	20.7	15.9	72.7	332	6.9
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	18.6	15.8	71.5	344	2.6
17	253		II	10	15.7	24.3	24.2	23.3	68.2	352	0.5
18	263		III	10	13.8	18.4	18.3	17.5	66.4	357	0.5
som					242.1	599.1	537.4	495.2		357	82.8

					Veen met kleidek, klimaat W+ (2066) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	40.4	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	33.7	33.7	42.0	35	0.0
3	110		III	10	26.0	27.0	27.0	27.0	40.5	36	0.0
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	40.5	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	37.5	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.64	35.64	40.0	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	43.8	43.8	41.9	56	0.0
8	161		II	10	4.7	43.6	43.029	43.449	43.0	94	0.3
9	171		III	10	0.2	42.5	37.772	39.904	43.8	137	3.6
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	31.549	31.79	42.9	150	0.3
11	191		II	10	7.2	49.4	44.787	46.697	43.6	193	3.7
12	201		III	11	9.2	43.6	40.5	41.8	43.6	227	2.5
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	39.107	41.322	44.5	275	8.5
14	222		II	10	0.2	38.2	30.031	31.657	44.9	313	7.4
15	232		III	11	6.6	25.2	24.1	24.7	44.3	332	0.7
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	19.68	19.783	42.9	344	0.1
17	253		II	10	15.7	24.3	24.291	24.304	41.7	352	0.0
18	263		III	10	13.8						

Bijlage 7C Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

Veengronden in een droog jaar (2003) en een wortelzone van 25 cm

Veen, huidig klimaat (2003) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	47.3	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.5	31.5	53.3	31	0.0
3	110		III	10	24.0	25.2	25.2	25.1	55.4	32	0.1
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.6	26.6	51.4	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.2	24.2	43.2	17	0.1
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	41.3	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.7	38.7	50.3	32	0.0
8	161		II	10	5.5	38.5	38.3	37.9	56.0	65	0.4
9	171		III	10	0.3	37.6	33.2	30.6	61.1	102	5.7
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.3	26.8	60.4	101	0.6
11	191		II	10	9.2	42.7	38.5	34.3	63.2	134	6.4
12	201		III	11	11.4	37.7	34.0	29.7	65.1	161	5.9
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	31.6	25.3	67.0	202	13.3
14	222		II	10	0.3	32.8	22.6	17.0	68.3	235	12.9
15	232		III	11	11.2	21.7	18.1	14.2	68.5	245	5.5
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.1	16.3	66.5	244	0.5
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	62.5	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	54.0	232	0.0
som					301.7	529.5	492.7	463.7		232	51.3
Veen, huidig klimaat (2003) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	40.0	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.5	31.5	42.1	31	0.0
3	110		III	10	24.0	25.2	25.2	25.2	40.2	32	0.0
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.7	26.6	39.9	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.3	24.2	35.9	17	0.0
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	40.1	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.7	38.7	41.5	32	0.0
8	161		II	10	5.5	38.5	38.2	38.5	42.6	65	0.2
9	171		III	10	0.3	37.6	35.2	36.9	43.5	102	1.5
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.5	27.6	41.5	101	0.1
11	191		II	10	9.2	42.7	41.5	42.3	42.7	134	0.8
12	201		III	11	11.4	37.7	37.0	37.5	42.7	161	0.5
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	38.2	40.5	43.7	202	2.4
14	222		II	10	0.3	32.8	28.9	31.2	43.8	235	2.7
15	232		III	11	11.2	21.7	20.9	21.4	42.7	245	0.5
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.2	17.2	38.6	244	0.0
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.106	40.9	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	36.6	232	0.0
som					301.7	529.5	516.5	525.0		232	8.7
Veen, klimaat W (2066) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	46.2	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	33.0	33.0	52.8	32	0.0
3	110		III	10	26.3	26.4	26.4	26.2	54.8	33	0.1
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	50.2	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	41.1	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	40.1	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	41.4	41.4	49.7	27	0.0
8	161		II	10	5.5	41.1	40.7	40.3	55.7	63	0.6
9	171		III	10	0.2	40.1	33.4	30.9	61.0	103	7.9
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.1	28.6	60.1	101	0.7
11	191		II	10	7.3	45.7	39.8	35.0	63.2	140	8.4
12	201		III	11	10.8	40.3	34.1	28.9	65.2	169	8.8
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	31.0	24.7	66.9	214	16.8
14	222		II	10	0.3	35.0	22.4	16.8	68.1	248	15.3
15	232		III	11	11.0	23.0	18.7	14.4	68.4	260	6.5
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.1	16.9	66.6	260	0.8
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	62.3	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.9	52.7	245	0.0
som					324.3	562.9	512.4	481.5		245	65.9
Veen, klimaat W (2066) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	40.0	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	33.0	33.0	42.1	32	0.0
3	110		III	10	26.3	26.4	26.4	26.4	40.2	33	0.0
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	39.7	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	35.5	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	40.2	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	41.4	41.4	41.6	27	0.0
8	161		II	10	5.5	41.1	40.6	41.0	42.7	63	0.4
9	171		III	10	0.2	40.1	36.6	38.8	43.6	103	2.4
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.4	29.5	41.6	101	0.1
11	191		II	10	7.3	45.7	44.0	45.1	43.0	140	1.2
12	201		III	11	10.8	40.3	38.8	39.8	43.0	169	1.1
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	39.1	42.2	43.8	214	4.0
14	222		II	10	0.3	35.0	29.6	32.4	44.0	248	4.0
15	232		III	11	11.0	23.0	22.1	22.7	42.8	260	0.6
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.2	18.2	39.0	260	0.0
17	253		II	10	17.0	22.3	22.304	22.314	40.9	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.9	36.4	245	0.0
som					324.3	562.9	543.5	555.0		245	13.6
Veen, klimaat W+ (2066) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	48.6	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	33.7	33.6	54.2	35	0.1
3	110		III	10	26.0	27.0	26.9	26.6	56.4	36	0.2
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	53.9	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	49.7	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.6	35.6	43.6	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	43.8	43.6	52.7	56	0.1
8	161		II	10	4.7	43.6	40.7	38.4	58.6	94	4.0
9	171		III	10	0.2	42.5	31.4	27.1	63.0	137	13.2
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	29.0	26.2	63.7	150	4.4
11	191		II	10	7.2	49.4	35.4	28.9	66.0	193	17.3
12	201		III	11	9.2	43.6	32.3	26.3	67.2	227	14.3
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	29.5	22.9	68.4	275	22.6
14	222		II	10	0.2	38.2	21.8	15.9	69.1	313	19.4
15	232		III	11	6.6	25.2	18.7	13.7	69.4	332	9.0
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	18.1	15.1	68.8	344	3.2
17	253		II	10	15.7	24.3	24.2	23.4	66.5	352	0.5
18	263		III	10	13.8	18.4	18.3	17.5	65.3	357	0.5
som					242.1	599.1	513.0	468.1		357	108.5
Veen, klimaat W+ (2066) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	40.7	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	33.7	33.7	42.2	35	0.0
3	110		III	10	26.0	27.0	27.0	27.0	40.9	36	0.0
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	40.7	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	37.9	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.6	35.6	40.1	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	43.8	43.8	42.0	56	0.0
8	161		II	10	4.7	43.6	41.7	43.1	43.2	94	1.2
9	171		III	10	0.2	42.5	36.4	39.8	44.1	137	4.3
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	31.1	31.6	43.3	150	0.6
11	191		II	10	7.2	49.4	43.5	46.8	44.2	193	4.3
12	201		III	11	9.2	43.6	39.5	41.7	44.6	227	3.0
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	38.7	43.1	45.7	275	7.8
14	222		II	10	0.2	38.2	29.5	32.9	46.7	313	7.1
15	232		III	11	6.6	25.2	23.4	24.5	46.5	332	1.2
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	19.6	19.7	45.0	344	0.1
17	253		II	10	15.7	24.3	24.3	24.3	42.7	352	0.0
18	263		III	10	13.8	18.4	18.4	18.4	41.6	357	0.0
som					242.1	599.1	559.7	579.6		357	29.5

Bijlage 7D Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

Veengronden met een kleidek in een droog jaar (2003) en een wortelzone van 25 cm

					Veen met kleidek, huidig klimaat (2003) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
							plek 1	plek2			
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	47.0	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.0	30.4	52.7	31	0.8
3	110		III	10	24.0	25.2	23.6	22.5	54.5	32	2.2
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.6	26.6	49.8	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.2	24.2	41.5	17	0.1
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	40.3	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	38.5	38.5	49.3	32	0.3
8	161		II	10	5.5	38.5	33.5	32.9	54.7	65	5.3
9	171		III	10	0.3	37.6	24.4	22.3	58.7	102	14.2
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	26.9	26.4	56.7	101	1.0
11	191		II	10	9.2	42.7	33.8	30.0	59.5	134	10.9
12	201		III	11	11.4	37.7	30.5	26.8	60.9	161	9.0
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	25.5	21.4	62.6	202	18.4
14	222		II	10	0.3	32.8	18.2	14.3	63.7	235	16.5
15	232		III	11	11.2	21.7	16.8	13.5	63.7	245	6.5
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.2	16.9	61.1	244	0.1
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	55.2	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	15.9	46.5	232	0.0
som					301.7	529.5	456.2	432.4		232	85.2

					Veen met kleidek, huidig klimaat (2003) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
							plek 1	plek2			
1	90	april	I	10	20.1	16.2	16.2	16.2	40.2	0	0.0
2	100		II	10	0.6	31.5	31.2	31.4	41.8	31	0.2
3	110		III	10	24.0	25.2	24.3	24.9	40.2	32	0.6
4	120	mei	I	10	25.1	26.7	26.6	26.6	39.8	34	0.0
5	130		II	10	41.0	24.3	24.2	24.2	35.7	17	0.1
6	140		III	11	35.7	32.3	32.3	32.3	40.1	14	0.0
7	151	juni	I	10	20.7	38.7	37.9	38.6	41.3	32	0.5
8	161		II	10	5.5	38.5	34.4	37.0	42.1	65	2.8
9	171		III	10	0.3	37.6	27.8	32.2	42.6	102	7.6
10	181	juli	I	10	28.8	27.6	27.2	27.4	41.0	101	0.3
11	191		II	10	9.2	42.7	37.6	40.2	42.1	134	3.8
12	201		III	11	11.4	37.7	34.3	36.3	42.0	161	2.4
13	212	aug	I	10	0.3	41.8	30.7	35.3	42.7	202	8.8
14	222		II	10	0.3	32.8	22.8	26.3	42.8	235	8.2
15	232		III	11	11.2	21.7	19.6	20.7	41.8	245	1.5
16	243	sept	I	10	18.4	17.2	17.2	17.2	37.9	244	0.0
17	253		II	10	15.5	21.1	21.1	21.1	40.5	250	0.0
18	263		III	10	33.8	16.0	16.0	16.0	36.5	232	0.0
som					301.7	529.5	481.5	504.1		232	36.7

					Veen met kleidek, klimaat W (2066) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
							plek 1	plek2			
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	46.3	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	32.1	31.4	52.6	32	1.3
3	110		III	10	26.3	26.4	24.2	23.1	54.3	33	2.7
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	48.8	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	39.8	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.3	34.3	39.8	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	40.8	41.1	49.3	27	0.4
8	161		II	10	5.5	41.1	34.2	33.9	54.9	63	7.0
9	171		III	10	0.2	40.1	24.1	22.1	58.9	103	17.0
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	28.7	28.1	56.6	101	1.2
11	191		II	10	7.3	45.7	33.9	30.0	59.7	140	13.8
12	201		III	11	10.8	40.3	29.7	25.9	61.3	169	12.6
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	25.0	20.9	62.9	214	21.7
14	222		II	10	0.3	35.0	18.2	14.2	63.9	248	18.8
15	232		III	11	11.0	23.0	17.1	13.6	63.9	260	7.6
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.2	17.6	61.7	260	0.3
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	55.4	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.8	45.7	245	0.1
som					324.3	562.9	470.7	446.2		245	104.4

					Veen met kleidek, klimaat W (2066) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
							plek 1	plek2			
1	90	april	I	10	23.1	16.9	16.9	16.9	40.0	0	0.0
2	100		II	10	0.6	33.0	32.5	32.8	41.9	32	0.4
3	110		III	10	26.3	26.4	25.1	25.9	40.1	33	0.9
4	120	mei	I	10	27.0	28.3	28.3	28.3	39.6	34	0.0
5	130		II	10	45.9	25.7	25.7	25.7	35.4	14	0.0
6	140		III	11	39.5	34.3	34.2	34.3	40.0	8	0.0
7	151	juni	I	10	22.7	41.4	39.8	41.1	41.3	27	0.9
8	161		II	10	5.5	41.1	35.5	38.9	42.2	63	3.9
9	171		III	10	0.2	40.1	27.8	32.5	42.7	103	10.0
10	181	juli	I	10	30.9	29.6	29.1	29.3	41.0	101	0.3
11	191		II	10	7.3	45.7	38.4	41.8	42.2	140	5.7
12	201		III	11	10.8	40.3	34.1	37.1	42.3	169	4.7
13	212	aug	I	10	0.2	44.6	30.2	34.9	42.8	214	12.1
14	222		II	10	0.3	35.0	22.9	26.5	42.8	248	10.2
15	232		III	11	11.0	23.0	20.4	21.7	42.0	260	1.9
16	243	sept	I	10	18.9	18.2	18.2	18.2	38.3	260	0.0
17	253		II	10	17.0	22.3	22.3	22.3	40.6	265	0.0
18	263		III	10	37.2	16.9	16.9	16.9	36.3	245	0.0
som					324.3	562.9	498.2	525.4		245	51.1

					Veen met kleidek, klimaat W+ (2066) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
							plek 1	plek2			
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	48.9	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	32.1	31.0	54.1	35	2.2
3	110		III	10	26.0	27.0	24.0	22.8	55.5	36	3.6
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	51.9	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	48.2	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.6	35.6	42.3	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	41.9	41.4	51.5	56	2.2
8	161		II	10	4.7	43.6	31.4	29.6	56.8	94	13.1
9	171		III	10	0.2	42.5	23.0	20.3	60.1	137	20.8
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	27.5	25.3	60.0	150	5.6
11	191		II	10	7.2	49.4	29.1	24.7	62.0	193	22.5
12	201		III	11	9.2	43.6	28.5	24.2	62.9	227	17.2
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	24.1	19.6	64.0	275	26.9
14	222		II	10	0.2	38.2	17.9	13.6	64.7	313	22.5
15	232		III	11	6.6	25.2	16.9	12.9	64.8	332	10.3
16	243	sept	I	10	8.0	19.8	18.2	15.5	64.1	344	3.0
17	253		II	10	15.7	24.3	24.3	23.8	61.3	352	0.2
18	263		III	10	13.8	18.4	18.3	17.6	60.4	357	0.5
som					242.1	599.1	466.1	431.0		357	150.5

					Veen met kleidek, klimaat W+ (2066) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
							plek 1	plek2			
1	90	april	I	10	15.9	17.3	17.3	17.3	40.6	1	0.0
2	100		II	10	0.6	33.7	32.8	33.4	42.0	35	0.6
3	110		III	10	26.0	27.0	25.3	26.4	40.2	36	1.1
4	120	mei	I	10	21.1	29.4	29.4	29.4	40.6	44	0.0
5	130		II	10	37.4	26.7	26.7	26.7	37.7	33	0.0
6	140		III	11	38.0	35.6	35.5	35.6	40.3	31	0.0
7	151	juni	I	10	18.9	43.8	40.9	43.1	41.8	56	1.8
8	161		II	10	4.7	43.6	33.7	38.4	42.5	94	7.5
9	171		III	10	0.2	42.5	27.1	31.6	42.9	137	13.1
10	181	juli	I	10	18.4	32.0	29.7	30.7	41.9	150	1.8
11	191		II	10	7.2	49.4	34.9	39.9	42.6	193	12.1
12	201		III	11	9.2	43.6	33.6	37.4	42.6	227	8.1
13	212	aug	I	10	0.2	48.8	29.6	34.2	43.1	275	16.8
14	222		II	10	0.2	38.2	23.0	26.6	43.0	313	13.4

Bijlage 7E Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

Veengronden in een erg droog jaar (1976) en een wortelzone van 40 cm

					Veen, huidig klimaat (1976) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	44.0	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	49.9	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	25.3	25.3	55.4	62	0.0
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	30.3	30.3	58.7	89	0.0
5	131		II	10	8.7	31.7	31.7	31.4	62.4	112	0.1
6	141		III	11	9.0	31.1	31.0	30.6	64.5	134	0.3
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	35.9	34.1	65.1	159	1.1
8	162		II	10	21.1	34.9	33.4	29.2	68.2	172	3.6
9	172		III	10	8.5	49.9	48.5	44.3	68.3	214	3.5
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	43.5	34.7	71.7	266	13.2
11	192		II	10	5.1	29.9	25.2	20.1	73.2	291	7.3
12	202		III	11	29.9	28.7	28.0	25.7	71.5	290	1.9
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.3	27.0	70.7	312	1.5
14	223		II	10	2.1	36.4	33.9	28.6	72.1	346	5.1
15	233		III	11	5.8	32.1	29.5	24.2	73.3	373	5.3
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.2	15.8	65.1	337	0.3
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	55.7	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	52.9	322	0.0
som					213.1	535.6	512.6	472.4		322	43.1

					Veen, huidig klimaat (1976) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	40.0	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	41.2	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	25.3	25.3	41.9	62	0.0
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	30.3	30.3	42.2	89	0.0
5	131		II	10	8.7	31.7	31.7	31.7	42.6	112	0.0
6	141		III	11	9.0	31.1	31.0	31.0	42.4	134	0.0
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	36.1	36.1	42.4	159	0.0
8	162		II	10	21.1	34.9	34.8	34.9	43.1	172	0.0
9	172		III	10	8.5	49.9	49.8	49.9	43.0	214	0.0
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	50.3	51.5	44.6	266	1.4
11	192		II	10	5.1	29.9	28.8	29.5	44.9	291	0.7
12	202		III	11	29.9	28.7	28.7	28.7	42.6	290	0.1
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.7	29.7	42.4	312	0.0
14	223		II	10	2.1	36.4	36.0	36.2	43.2	346	0.3
15	233		III	11	5.8	32.1	31.9	32.1	43.2	373	0.1
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.2	16.2	33.6	337	0.0
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	37.3	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	37.3	322	0.0
som					213.1	535.6	531.6	534.1		322	2.8

					Veen, klimaat W (2039) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	43.6	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.4	28.4	49.7	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	26.5	26.5	55.4	65	0.0
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	32.2	32.1	59.0	94	0.0
5	131		II	10	8.5	33.6	33.6	33.1	62.9	119	0.3
6	141		III	11	8.7	32.9	32.8	32.0	65.2	143	0.5
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	37.7	34.8	66.3	173	2.3
8	162		II	10	24.9	37.2	34.0	28.7	69.2	185	5.9
9	172		III	10	9.7	53.2	51.3	46.9	68.8	229	4.1
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	44.2	35.1	72.1	285	16.3
11	192		II	10	3.9	32.0	25.5	20.0	73.6	313	9.3
12	202		III	11	18.1	30.8	28.2	23.8	73.2	326	4.7
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	30.1	26.2	72.7	351	3.5
14	223		II	10	1.9	38.9	34.2	27.4	73.9	388	8.1
15	233		III	11	5.7	34.3	29.9	23.4	74.8	416	7.6
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.1	16.5	67.3	378	0.5
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	57.2	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	54.3	365	0.0
som					205.0	569.8	531.9	481.2		365	63.3

					Veen, klimaat W (2039) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	40.0	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.4	28.4	41.2	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	26.5	26.5	42.0	65	0.0
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	32.2	32.2	42.4	94	0.0
5	131		II	10	8.5	33.6	33.6	33.6	42.9	119	0.0
6	141		III	11	8.7	32.9	32.9	32.9	42.7	143	0.1
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	38.4	38.5	42.9	173	0.1
8	162		II	10	24.9	37.2	36.8	37.1	43.4	185	0.2
9	172		III	10	9.7	53.2	53.0	53.2	43.2	229	0.1
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	52.3	54.2	45.0	285	2.7
11	192		II	10	3.9	32.0	29.8	30.9	45.6	313	1.6
12	202		III	11	18.1	30.8	30.5	30.7	44.5	326	0.2
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	31.5	31.7	43.4	351	0.1
14	223		II	10	1.9	38.9	38.2	38.6	43.8	388	0.5
15	233		III	11	5.7	34.3	33.8	34.2	44.1	416	0.3
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.2	17.2	34.3	378	0.0
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	37.7	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	37.4	365	0.0
som					205.0	569.8	561.5	566.1		365	6.0

					Veen, klimaat W+ (2039) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	44.0	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	29.0	29.0	50.3	43	0.0
3	111		III	10	1.0	27.1	27.1	27.1	56.1	69	0.0
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	33.4	33.3	59.8	100	0.1
5	131		II	10	7.9	34.9	34.8	33.9	63.8	127	0.6
6	141		III	11	8.4	34.2	33.9	32.5	66.2	153	1.0
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	39.6	36.2	67.2	182	2.9
8	162		II	10	15.2	39.4	34.8	28.9	70.1	207	7.6
9	172		III	10	0.0	56.4	48.5	40.2	71.6	263	12.0
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	38.9	29.9	74.0	323	26.1
11	192		II	10	2.3	34.6	23.9	17.8	75.1	356	13.8
12	202		III	11	25.6	33.3	30.1	25.5	74.1	363	5.5
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	32.0	27.3	73.9	393	5.0
14	223		II	10	0.5	42.5	35.5	27.3	75.1	435	11.2
15	233		III	11	3.7	37.5	30.4	22.7	76.0	469	10.9
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.1	16.1	74.3	457	1.6
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	69.4	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	66.3	458	0.0
som					148.1	606.3	539.2	476.7		458	98.3

					Veen, klimaat W+ (2039) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	40.2	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	29.0	29.0	41.4	43	0.0
3	111		III	10	1.0	27.1	27.1	27.1	42.1	69	0.0
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	33.4	33.4	42.6	100	0.0
5	131		II	10	7.9	34.9	34.9	34.9	43.1	127	0.0
6	141		III	11	8.4	34.2	34.2	34.2	43.0	153	0.0
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	40.7	40.8	43.0	182	0.1
8	162		II	10	15.2	39.4	38.7	39.2	43.8	207	0.5
9	172		III	10	0.0	56.4	54.7	55.7	44.3	263	1.2
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	48.1	51.5	46.2	323	10.7
11	192		II	10	2.3	34.6	29.1	30.7	47.3	356	4.7
12	202		III	11	25.6	33.3	32.7	33.1	45.5	363	0.4
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	34.3	34.6	44.5	393	0.2
14	223		II	10	0.5	42.5	41.0	42.0	45.1	435	1.0
15	233		III	11	3.7	37.5	35.9	37.1	45.8	469	1.0
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.6	18.7	43.3	457	0.1
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	40.5	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	39.1	458	0.0
som					148.1	606.3					

Bijlage 7F Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

Veengronden met een kleidek in een erg droog jaar (1976) en een wortelzone van 40 cm

					Veen met kleidek, huidig klimaat (1976) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	44.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	50.5	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	25.3	25.3	56.7	62	0.0
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	30.3	29.8	60.3	89	0.3
5	131		II	10	8.7	31.7	31.2	29.4	63.9	112	1.4
6	141		III	11	9.0	31.1	30.5921	28.5846	65.8	134	1.5
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	35	31.879	66.5	159	2.7
8	162		II	10	21.1	34.9	30.156	24.563	68.9	172	7.5
9	172		III	10	8.5	49.9	47.21	42.505	67.6	214	5.0
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	36.0	28.5	70.7	266	20.0
11	192		II	10	5.1	29.9	22.7	17.9	71.8	291	9.6
12	202		III	11	29.9	28.7	28.2	26.3	70.7	290	1.5
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.4	27.2	70.0	312	1.4
14	223		II	10	2.1	36.4	33.5	27.4	71.5	346	6.0
15	233		III	11	5.8	32.1	28.8	22.7	72.4	373	6.4
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.2	15.9	57.6	337	0.2
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	48.4	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	47.2	322	0.0
som					213.1	535.6	495.3	449.1		322	63.4

					Veen met kleidek, huidig klimaat (1976) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	40.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	41.2	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	25.3	25.3	42.0	62	0.0
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	30.3	30.3	42.2	89	0.0
5	131		II	10	8.7	31.7	31.6	31.7	42.6	112	0.0
6	141		III	11	9.0	31.1	31.0	31.0	42.4	134	0.1
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	36.0	36.1	42.4	159	0.1
8	162		II	10	21.1	34.9	33.9	34.5	43.1	172	0.7
9	172		III	10	8.5	49.9	49.5	49.8	42.9	214	0.2
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	42.4	45.3	44.2	266	8.4
11	192		II	10	5.1	29.9	26.2	27.3	44.2	291	3.2
12	202		III	11	29.9	28.7	28.7	28.7	41.9	290	0.1
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.7	29.7	41.9	312	0.0
14	223		II	10	2.1	36.4	36.0	36.2	43.0	346	0.3
15	233		III	11	5.8	32.1	31.8	32.0	43.1	373	0.2
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.2	16.2	32.3	337	0.0
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	37.1	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	37.1	322	0.0
som					213.1	535.6	519.6	525.1		322	13.2

					Veen met kleidek, klimaat W (2039) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	44.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.4	28.4	50.5	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	26.5	26.5	56.7	65	0.0
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	32.0	31.2	60.3	94	0.6
5	131		II	10	8.5	33.6	32.4	29.9	63.9	119	2.5
6	141		III	11	8.7	32.9	31.9	29.1	65.8	143	2.4
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	36.0	31.7	66.5	173	4.7
8	162		II	10	24.9	37.2	29.0	23.3	68.9	185	11.0
9	172		III	10	9.7	53.2	50.1	45.4	67.6	229	5.5
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	36.5	29.0	70.7	285	23.2
11	192		II	10	3.9	32.0	22.9	17.7	71.8	313	11.7
12	202		III	11	18.1	30.8	28.1	23.9	70.7	326	4.8
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	30.1	26.3	70.0	351	3.5
14	223		II	10	1.9	38.9	32.9	25.5	71.5	388	9.7
15	233		III	11	5.7	34.3	28.2	21.6	72.4	416	9.4
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.1	16.6	57.6	378	0.4
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	48.4	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	47.2	365	0.0
som					205.0	569.8	508.3	452.3		365	89.5

					Veen met kleidek, klimaat W (2039) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	40.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.4	28.4	41.3	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	26.5	26.5	42.1	65	0.0
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	32.2	32.2	42.5	94	0.0
5	131		II	10	8.5	33.6	33.4	33.5	42.9	119	0.2
6	141		III	11	8.7	32.9	32.8	32.9	42.8	143	0.1
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	38.2	38.4	42.9	173	0.2
8	162		II	10	24.9	37.2	33.9	35.6	43.3	185	2.4
9	172		III	10	9.7	53.2	52.7	53.0	43.0	229	0.4
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	43.1	46.0	44.4	285	11.4
11	192		II	10	3.9	32.0	26.8	27.9	44.6	313	4.7
12	202		III	11	18.1	30.8	30.3	30.6	43.1	326	0.3
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	31.6	31.7	42.8	351	0.1
14	223		II	10	1.9	38.9	37.9	38.4	43.5	388	0.7
15	233		III	11	5.7	34.3	32.9	33.7	43.5	416	1.0
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.2	17.2	32.2	378	0.0
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	37.5	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	37.2	365	0.0
som					205.0	569.8	544.0	552.4		365	21.6

					Veen met kleidek, klimaat W+ (2039) geen onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	44.5	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	29.0	29.0	51.2	43	0.0
3	111		III	10	1.0	27.1	27.1	27.1	57.4	69	0.0
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	32.9	31.6	61.1	100	1.2
5	131		II	10	7.9	34.9	32.6	29.6	64.8	127	3.8
6	141		III	11	8.4	34.2	32.4	28.9	66.6	153	3.6
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	37.7	33.1	67.0	182	5.4
8	162		II	10	15.2	39.4	29.4	23.5	69.5	207	12.9
9	172		III	10	0.0	56.4	44.0	36.5	70.4	263	16.1
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	32.1	24.7	72.6	323	32.1
11	192		II	10	2.3	34.6	21.7	16.1	73.3	356	15.7
12	202		III	11	25.6	33.3	30.6	26.6	71.3	363	4.7
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	32.2	27.4	70.9	393	4.9
14	223		II	10	0.5	42.5	33.0	25.1	72.4	435	13.5
15	233		III	11	3.7	37.5	27.8	20.7	73.4	469	13.3
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.3	16.6	70.8	457	1.3
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	63.7	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	60.5	458	0.0
som					148.1	606.3	509.9	445.9		458	128.4

					Veen met kleidek, klimaat W+ (2039) onderwaterdrains						
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag	Verdamping potentieel	Verdamping actueel plek 1	Verdamping actueel plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	40.3	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	29.0	29.0	41.5	43	0.0
3	111		III	10	1.0	27.1	27.1	27.1	42.2	69	0.0
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	33.3	33.4	42.7	100	0.1
5	131		II	10	7.9	34.9	34.3	34.7	43.2	127	0.4
6	141		III	11	8.4	34.2	33.9	34.1	43.0	153	0.2
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	40.3	40.6	43.1	182	0.3
8	162		II	10	15.2	39.4	34.6	36.6	43.6	207	3.8
9	172		III	10	0.0	56.4	50.1	52.0	44.0	263	5.3
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	38.5	40.8	45.3	323	20.9
11	192		II	10	2.3	34.6	26.1	27.6	45.5	356	7.8
12	202		III	11	25.6	33.3	32.7	33.0	43.3	363	0.4
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	34.4	34.6	43.2	393	0.2
14	223		II	10	0.5	42.5	39.3	41.0	43.9	435	2.4
15	233		III	11	3.7	37.5	33.3	35.0	44.3	469	3.4
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.7	18.7	41.8	457	0.0
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	39.5	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9</				

Bijlage 7G Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

Veengronden in een erg droog jaar (1976) en een wortelzone van 25 cm

Veen, huidig klimaat (1976) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	44.8	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	50.6	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	25.3	25.3	55.8	62	0.0
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	29.6	28.4	59.1	89	1.3
5	131		II	10	8.7	31.7	29.0	26.3	62.4	112	4.0
6	141		III	11	9.0	31.1	29.1	26.2	64.2	134	3.4
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	33.1	29.5	64.7	159	4.8
8	162		II	10	21.1	34.9	26.3	20.7	66.6	172	11.4
9	172		III	10	8.5	49.9	45.0	40.1	66.2	214	7.3
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	31.3	24.0	68.2	266	24.7
11	192		II	10	5.1	29.9	20.1	15.1	69.0	291	12.3
12	202		III	11	29.9	28.7	27.8	25.9	66.9	290	1.9
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.1	26.8	66.3	312	1.7
14	223		II	10	2.1	36.4	31.0	24.5	67.9	346	8.6
15	233		III	11	5.8	32.1	25.9	19.7	68.9	373	9.3
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.1	15.8	56.7	337	0.3
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	47.2	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	45.9	322	0.0
som					213.1	535.6	469.8	419.3		322	91.0
Veen, huidig klimaat (1976) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	40.2	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	41.6	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	25.3	25.3	42.2	62	0.0
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	30.1	30.2	42.6	89	0.2
5	131		II	10	8.7	31.7	31.0	31.5	42.8	112	0.4
6	141		III	11	9.0	31.1	30.7	30.9	42.5	134	0.3
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	35.6	35.9	42.6	159	0.3
8	162		II	10	21.1	34.9	32.3	33.9	43.1	172	1.8
9	172		III	10	8.5	49.9	48.8	49.5	43.2	214	0.7
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	40.8	45.4	44.5	266	9.2
11	192		II	10	5.1	29.9	25.5	27.5	44.1	291	3.4
12	202		III	11	29.9	28.7	28.6	28.7	41.8	290	0.1
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.6	29.7	42.1	312	0.0
14	223		II	10	2.1	36.4	35.5	36.0	43.2	346	0.7
15	233		III	11	5.8	32.1	30.8	31.7	43.2	373	0.9
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.2	16.2	32.2	337	0.0
17	254		II	10	28.1	14.2	14.203	14.212	37.3	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	37.3	322	0.0
som					213.1	535.6	511.9	523.4		322	17.9
Veen, klimaat W (2039) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	44.4	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.4	28.4	50.5	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	26.5	26.4	55.8	65	0.1
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	30.7	29.2	59.3	94	2.2
5	131		II	10	8.5	33.6	29.6	26.4	62.5	119	5.6
6	141		III	11	8.7	32.9	29.9	26.5	64.3	143	4.7
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	33.4	28.8	65.1	173	7.4
8	162		II	10	24.9	37.2	25.5	19.7	66.8	185	14.6
9	172		III	10	9.7	53.2	48.2	43.4	65.9	229	7.4
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	32.0	24.7	67.9	285	27.6
11	192		II	10	3.9	32.0	20.2	15.0	68.7	313	14.4
12	202		III	11	18.1	30.8	26.8	22.4	68.1	326	6.2
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	29.3	25.3	67.8	351	4.4
14	223		II	10	1.9	38.9	29.4	22.2	68.9	388	13.1
15	233		III	11	5.7	34.3	25.2	18.7	69.5	416	12.3
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.0	16.6	56.7	378	0.4
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	47.3	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	46.2	365	0.0
som					205.0	569.8	478.5	420.0		365	120.6
Veen, klimaat W (2039) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	40.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.4	28.4	41.6	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	26.5	26.5	42.3	65	0.0
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	31.8	32.1	42.7	94	0.3
5	131		II	10	8.5	33.6	32.4	33.2	43.0	119	0.8
6	141		III	11	8.7	32.9	32.3	32.7	42.8	143	0.5
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	37.3	38.1	43.0	173	0.8
8	162		II	10	24.9	37.2	32.6	35.3	43.1	185	3.3
9	172		III	10	9.7	53.2	52.0	52.7	43.3	229	0.8
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	41.5	46.3	44.6	285	12.0
11	192		II	10	3.9	32.0	26.1	28.4	44.4	313	4.8
12	202		III	11	18.1	30.8	29.9	30.5	42.9	326	0.6
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	31.4	31.6	42.8	351	0.2
14	223		II	10	1.9	38.9	36.4	37.8	43.6	388	1.8
15	233		III	11	5.7	34.3	31.6	33.2	43.4	416	1.8
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.2	17.2	31.8	378	0.0
17	254		II	10	28.7	15.0	15.006	15.029	37.4	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	37.2	365	0.0
som					205.0	569.8	533.6	550.2		365	27.9
Veen, klimaat W+ (2039) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	44.8	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	29.0	29.0	41.8	43	0.0
3	111		III	10	1.0	27.1	27.1	27.0	56.4	69	0.1
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	30.9	28.9	60.0	100	3.5
5	131		II	10	7.9	34.9	29.5	25.8	63.1	127	7.3
6	141		III	11	8.4	34.2	30.0	26.1	64.9	153	6.2
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	35.2	30.4	65.4	182	8.0
8	162		II	10	15.2	39.4	25.8	20.0	67.2	207	16.5
9	172		III	10	0.0	56.4	40.2	32.8	67.9	263	19.9
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	27.5	20.3	69.0	323	36.6
11	192		II	10	2.3	34.6	18.8	13.3	69.5	356	18.6
12	202		III	11	25.6	33.3	29.7	25.7	68.4	363	5.6
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	30.9	26.0	68.3	393	6.2
14	223		II	10	0.5	42.5	29.3	21.7	69.4	435	17.0
15	233		III	11	3.7	37.5	24.5	17.6	70.0	469	16.4
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.1	16.4	68.1	457	1.5
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	62.7	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	59.8	458	0.0
som					148.1	606.3	475.7	410.1		458	163.4
Veen, klimaat W+ (2039) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm											
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm)		Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
					plek 1	plek2					
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	40.4	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	29.0	29.0	41.8	43	0.0
3	111		III	10	1.0	27.1	27.1	27.1	42.5	69	0.0
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	32.6	33.1	42.9	100	0.6
5	131		II	10	7.9	34.9	33.1	34.2	43.2	127	1.3
6	141		III	11	8.4	34.2	33.2	33.8	43.0	153	0.7
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	39.4	40.3	43.1	182	1.0
8	162		II	10	15.2	39.4	33.5	36.7	43.7	207	4.3
9	172		III	10	0.0	56.4	49.1	52.6	44.2	263	5.5
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	37.4	42.4	45.0	323	20.6
11	192		II	10	2.3	34.6	25.3	28.4	45.0	356	7.7
12	202		III	11	25.6	33.3	32.4	33.0	42.9	363	0.6
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	34.1	34.5	43.1	393	0.4
14	223		II	10	0.5	42.5	37.8	40.5	43.9	435	3.4
15	233		III	11	3.7	37.5	32.4	35.2	44.0	469	3.7
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.6	18.7	39.3	457	0.1
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	39.4	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	38.3	458	0.0
som					148.1	606.3	544.3	568.8			

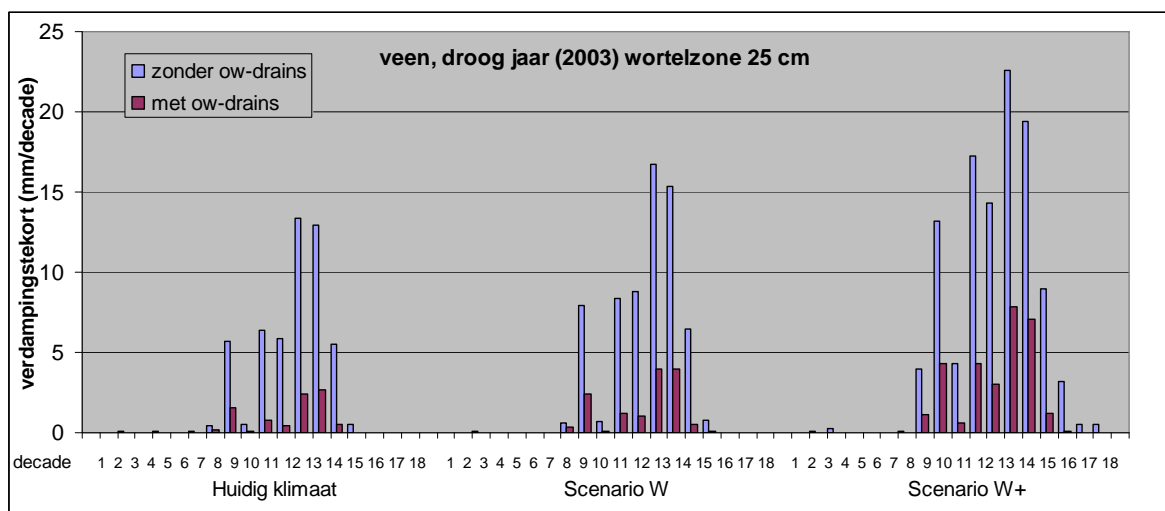
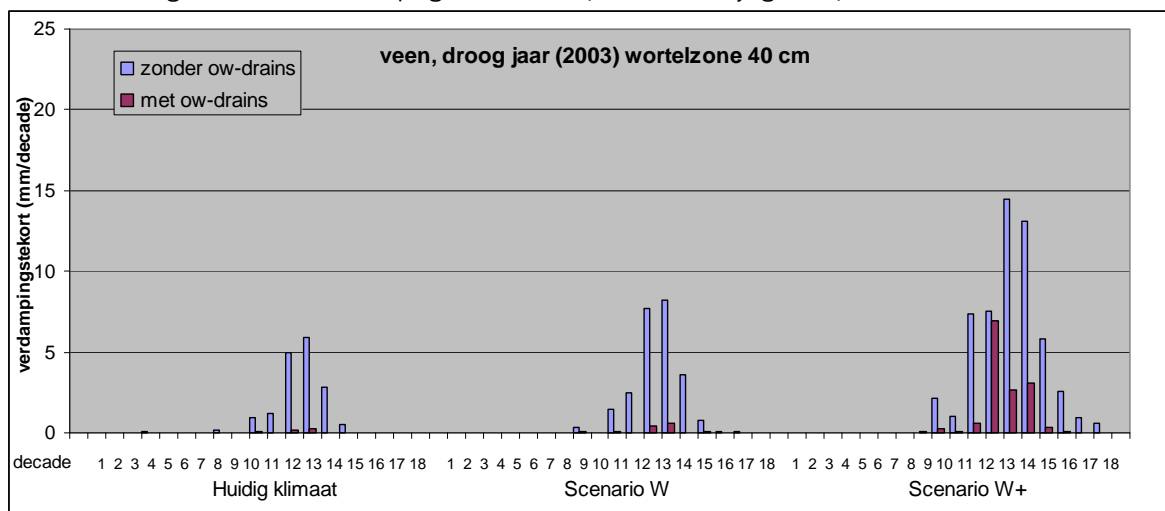
Bijlage 7H Neerslag, verdamping en berging in mm per decade voor het huidige klimaat en klimaat W en W+

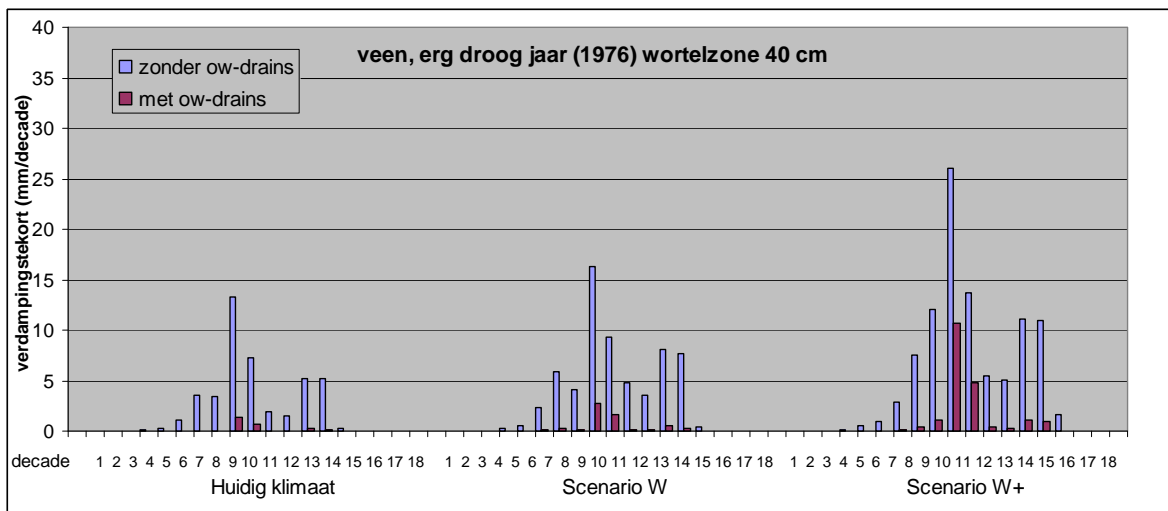
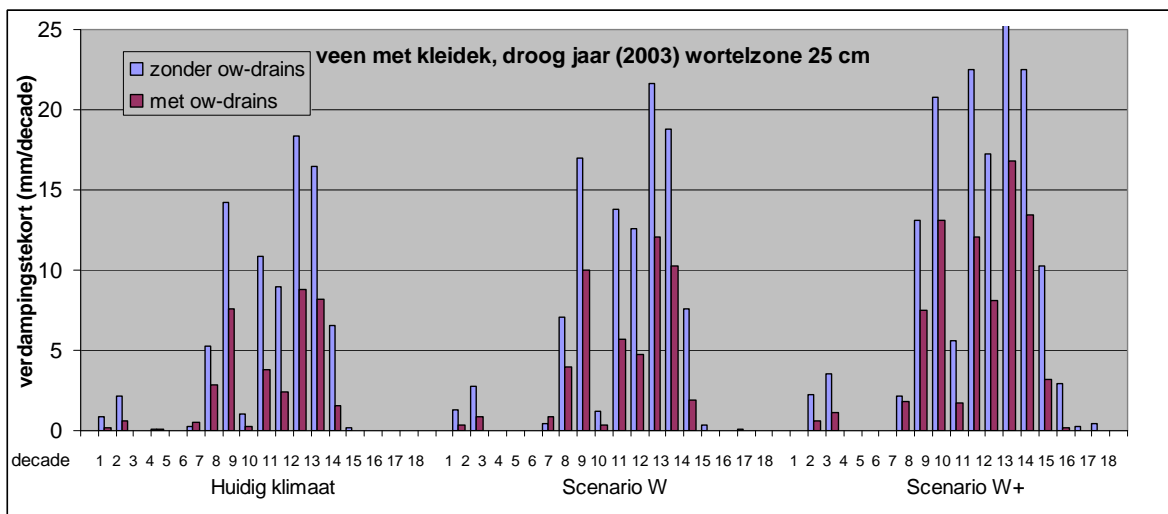
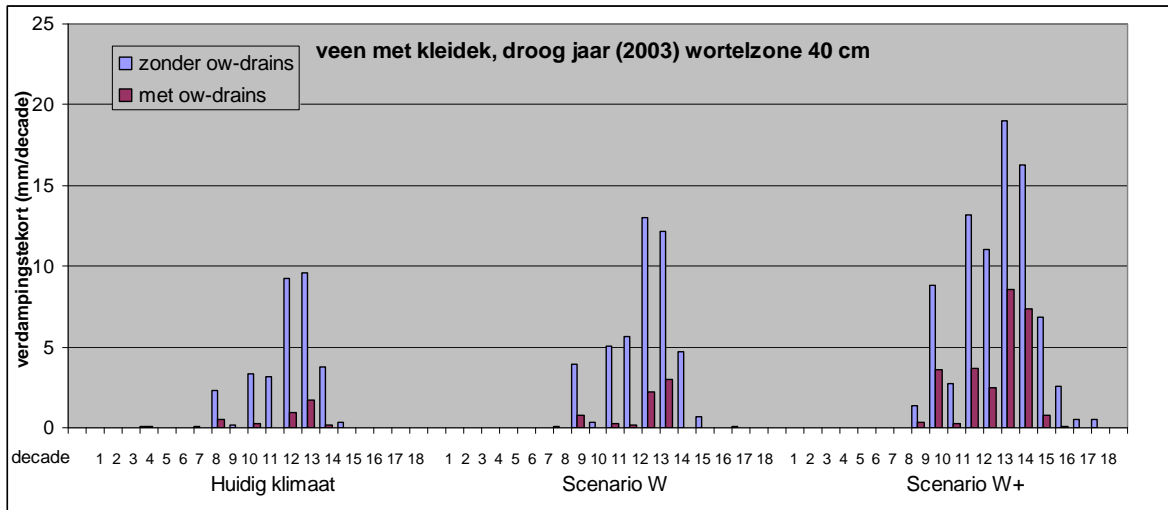
Veengronden met een kleidek in een erg droog jaar (1976) en een wortelzone van 25 cm

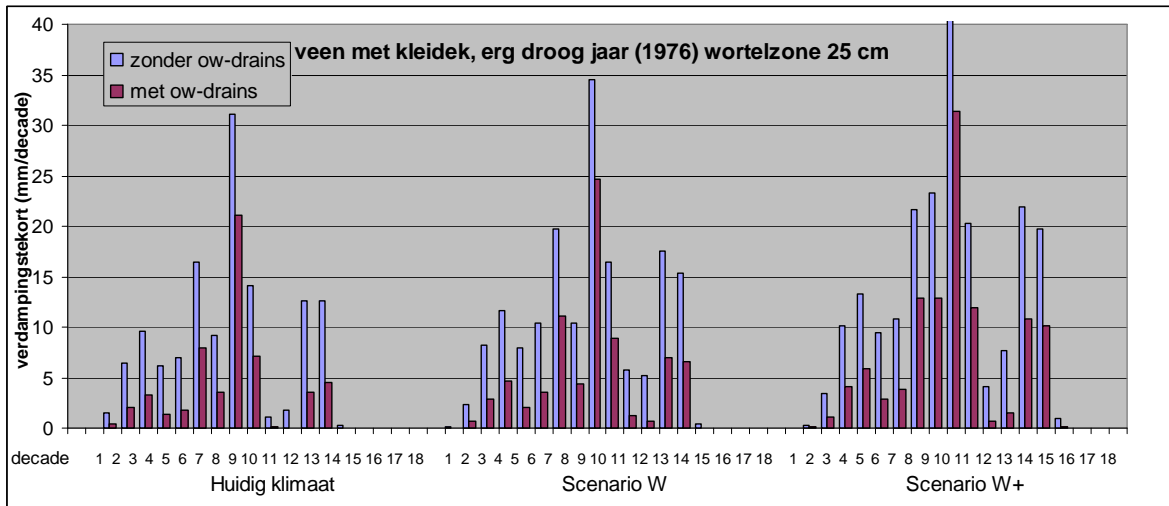
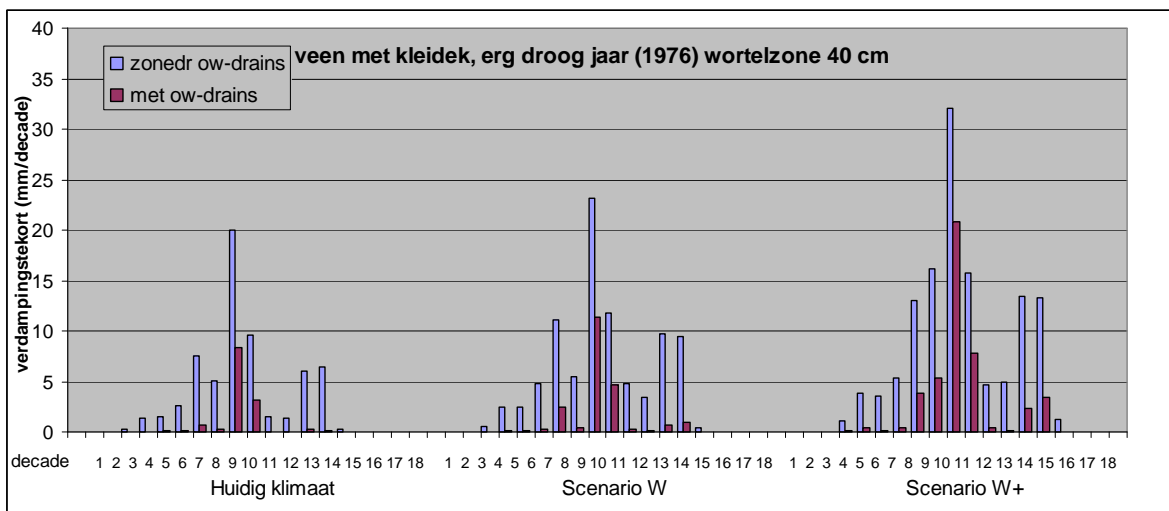
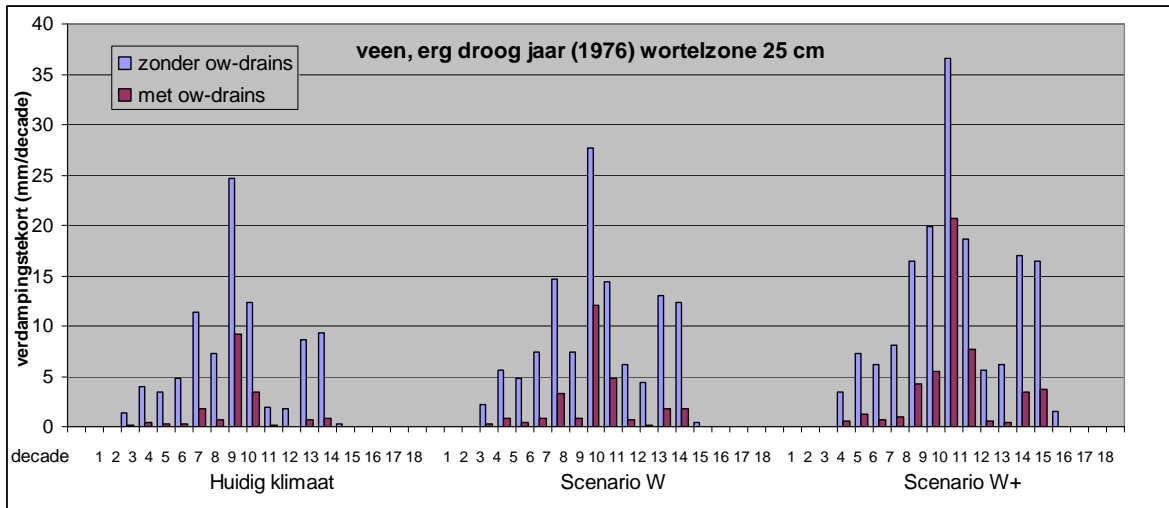
						Veen met kleidek, huidig klimaat (1976) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm					
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm) plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	44.5	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.0	50.1	38	0.1
3	111		III	10	1.1	25.3	24.2	23.4	55.2	62	1.4
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	25.0	22.8	58.1	89	6.4
5	131		II	10	8.7	31.7	23.5	20.6	60.2	112	9.6
6	141		III	11	9.0	31.1	26.4	23.3	61.2	134	6.2
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	30.7	27.5	61.1	159	7.0
8	162		II	10	21.1	34.9	20.2	16.5	62.6	172	16.5
9	172		III	10	8.5	49.9	42.4	39.0	61.4	214	9.2
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	23.6	18.9	63.4	266	31.0
11	192		II	10	5.1	29.9	17.6	13.9	64.0	291	14.2
12	202		III	11	29.9	28.7	28.0	27.1	61.2	290	1.2
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	28.9	26.8	60.9	312	1.8
14	223		II	10	2.1	36.4	26.5	21.0	62.9	346	12.7
15	233		III	11	5.8	32.1	21.8	17.3	63.9	373	12.6
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.1	15.9	45.5	337	0.2
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	39.8	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	40.2	322	0.0
som					213.1	535.6	426.1	384.9		322	130.0
						Veen met kleidek, huidig klimaat (1976) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm					
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm) plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	3.9	16.8	16.8	16.8	40.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	27.1	27.1	27.1	41.3	38	0.0
3	111		III	10	1.1	25.3	24.7	25.1	41.9	62	0.4
4	121	mei	I	10	3.9	30.3	27.5	29.2	42.2	89	2.0
5	131		II	10	8.7	31.7	27.0	29.6	42.3	112	3.3
6	141		III	11	9.0	31.1	29.2	30.3	42.0	134	1.3
7	152	juni	I	10	11.2	36.1	33.7	35.1	42.1	159	1.7
8	162		II	10	21.1	34.9	24.8	29.0	41.9	172	7.9
9	172		III	10	8.5	49.9	45.4	47.4	42.4	214	3.5
10	182	juli	I	10	0.0	52.3	28.8	33.5	43.1	266	21.1
11	192		II	10	5.1	29.9	21.5	24.1	42.7	291	7.1
12	202		III	11	29.9	28.7	28.5	28.6	41.0	290	0.2
13	213	aug	I	10	7.3	29.7	29.6	29.7	41.6	312	0.1
14	223		II	10	2.1	36.4	31.5	34.3	42.5	346	3.5
15	233		III	11	5.8	32.1	26.1	29.1	42.4	373	4.5
16	244	sept	I	10	52.2	16.2	16.2	16.2	31.2	337	0.0
17	254		II	10	28.1	14.2	14.2	14.2	37.3	323	0.0
18	264		III	10	13.2	12.9	12.9	12.9	37.1	322	0.0
som					213.1	535.6	465.5	492.2		322	56.7
						Veen met kleidek, klimaat W (2039) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm					
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm) plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	44.5	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.3	28.2	50.3	40	0.1
3	111		III	10	1.1	26.5	24.7	23.7	55.5	65	2.3
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	25.1	22.7	58.4	94	8.2
5	131		II	10	8.5	33.6	23.5	20.5	60.5	119	11.6
6	141		III	11	8.7	32.9	26.7	23.4	61.5	143	7.9
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	29.9	26.2	61.8	173	10.5
8	162		II	10	24.9	37.2	19.4	15.7	63.0	185	19.7
9	172		III	10	9.7	53.2	44.5	41.2	60.6	229	10.4
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	23.7	19.0	63.0	285	34.6
11	192		II	10	3.9	32.0	17.5	13.7	63.9	313	16.4
12	202		III	11	18.1	30.8	26.6	23.4	63.1	326	5.7
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	28.4	24.8	63.0	351	5.1
14	223		II	10	1.9	38.9	23.8	18.8	64.3	388	17.6
15	233		III	11	5.7	34.3	21.2	16.7	64.8	416	15.3
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.1	16.7	45.3	378	0.3
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	40.1	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	40.8	365	0.0
som					205.0	569.8	426.8	381.1		365	165.9
						Veen met kleidek, klimaat W (2039) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm					
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm) plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	4.1	17.6	17.6	17.6	40.1	13	0.0
2	101		II	10	1.9	28.4	28.3	28.4	41.4	40	0.0
3	111		III	10	1.1	26.5	25.4	26.2	42.1	65	0.7
4	121	mei	I	10	3.7	32.2	28.0	30.4	42.3	94	2.9
5	131		II	10	8.5	33.6	27.3	30.5	42.4	119	4.7
6	141		III	11	8.7	32.9	30.1	31.7	42.2	143	2.1
7	152	juni	I	10	8.5	38.5	33.8	36.2	42.4	173	3.5
8	162		II	10	24.9	37.2	24.0	28.3	41.3	185	11.1
9	172		III	10	9.7	53.2	47.7	49.9	42.5	229	4.4
10	182	juli	I	10	0.0	56.0	28.9	33.6	43.1	285	24.7
11	192		II	10	3.9	32.0	21.6	24.5	42.8	313	9.0
12	202		III	11	18.1	30.8	29.1	30.0	41.9	326	1.3
13	213	aug	I	10	6.8	31.7	30.7	31.3	42.1	351	0.7
14	223		II	10	1.9	38.9	29.8	34.2	42.8	388	6.9
15	233		III	11	5.7	34.3	26.0	29.4	42.6	416	6.6
16	244	sept	I	10	55.0	17.2	17.2	17.2	40.9	378	0.0
17	254		II	10	28.7	15.0	15.0	15.0	48.0	365	0.0
18	264		III	10	13.6	13.7	13.7	13.7	47.9	365	0.0
som					205.0	569.8	474.3	507.9		365	78.7
						Veen met kleidek, klimaat W+ (2039) geen onderwaterdrains; wortelzone 25 cm					
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm) plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	40.4	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	28.7	28.6	50.9	43	0.3
3	111		III	10	1.0	27.1	24.3	23.1	56.0	69	3.4
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	24.5	22.0	58.9	100	10.2
5	131		II	10	7.9	34.9	23.1	20.0	60.9	127	13.3
6	141		III	11	8.4	34.2	26.6	23.1	61.8	153	9.4
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	31.8	28.1	61.9	182	10.9
8	162		II	10	15.2	39.4	19.7	15.9	63.3	207	21.6
9	172		III	10	0.0	56.4	35.6	30.5	63.7	263	23.3
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	20.9	16.0	64.6	323	42.0
11	192		II	10	2.3	34.6	16.4	12.4	65.0	356	20.2
12	202		III	11	25.6	33.3	30.6	27.7	63.4	363	4.1
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	29.1	24.8	63.6	393	7.7
14	223		II	10	0.5	42.5	23.1	18.0	64.8	435	21.9
15	233		III	11	3.7	37.5	20.2	15.4	65.4	469	19.7
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.2	17.2	62.5	457	1.0
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	55.0	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	53.4	458	0.0
som					148.1	606.3	422.2	372.0		458	209.2
						Veen met kleidek, klimaat W+ (2039) onderwaterdrains; wortelzone 25 cm					
Volgnr.	dagnr.	maand	decade	dagen	Neerslag (mm)	Verdamping pot. (mm)	Verdamping actueel (mm) plek 1	plek2	Berging gem. 1 +2	Neerslagtekort N-Epot	Verd.tekort Epot-Eact
1	91	april	I	10	2.6	18.0	18.0	18.0	40.4	15	0.0
2	101		II	10	1.2	29.0	28.8	28.9	41.5	43	0.1
3	111		III	10	1.0	27.1	25.4	26.5	42.2	69	1.1
4	121	mei	I	10	2.7	33.4	27.9	30.8	42.5	100	4.1
5	131		II	10	7.9	34.9	27.2	30.7	42.5	127	6.0
6	141		III	11	8.4	34.2	30.3	32.3	42.3	153	2.9
7	152	juni	I	10	11.3	40.8	35.7	38.2	42.5	182	3.8
8	162		II	10	15.2	39.4	24.4	28.7	42.6	207	12.9
9	172		III	10	0.0	56.4	41.3	45.6	43.0	263	12.9
10	182	juli	I	10	0.0	60.5	26.9	31.5	43.3	323	31.3
11	192		II	10	2.3	34.6	21.1	24.3	43.0	356	11.9
12	202		III	11	25.6	33.3	32.3	32.8	41.8	363	0.7
13	213	aug	I	10	4.8	34.7	32.6	33.9	42.3	393	1.4
14	223		II	10	0.5	42.5	29.2	34.3	43.0	435	10.8
15	233		III	11	3.7	37.5	25.5	29.3	42.8	469	10.1
16	244	sept	I	10	31.0	18.7	18.6	18.7	37.5	457	0.1
17	254		II	10	17.7	16.3	16.3	16.3	38.8	455	0.0
18	264		III	10	12.2	14.9	14.9	14.9	38.2	458	0.0
som					148.1	606.3	476.5	515.9		458	110.1

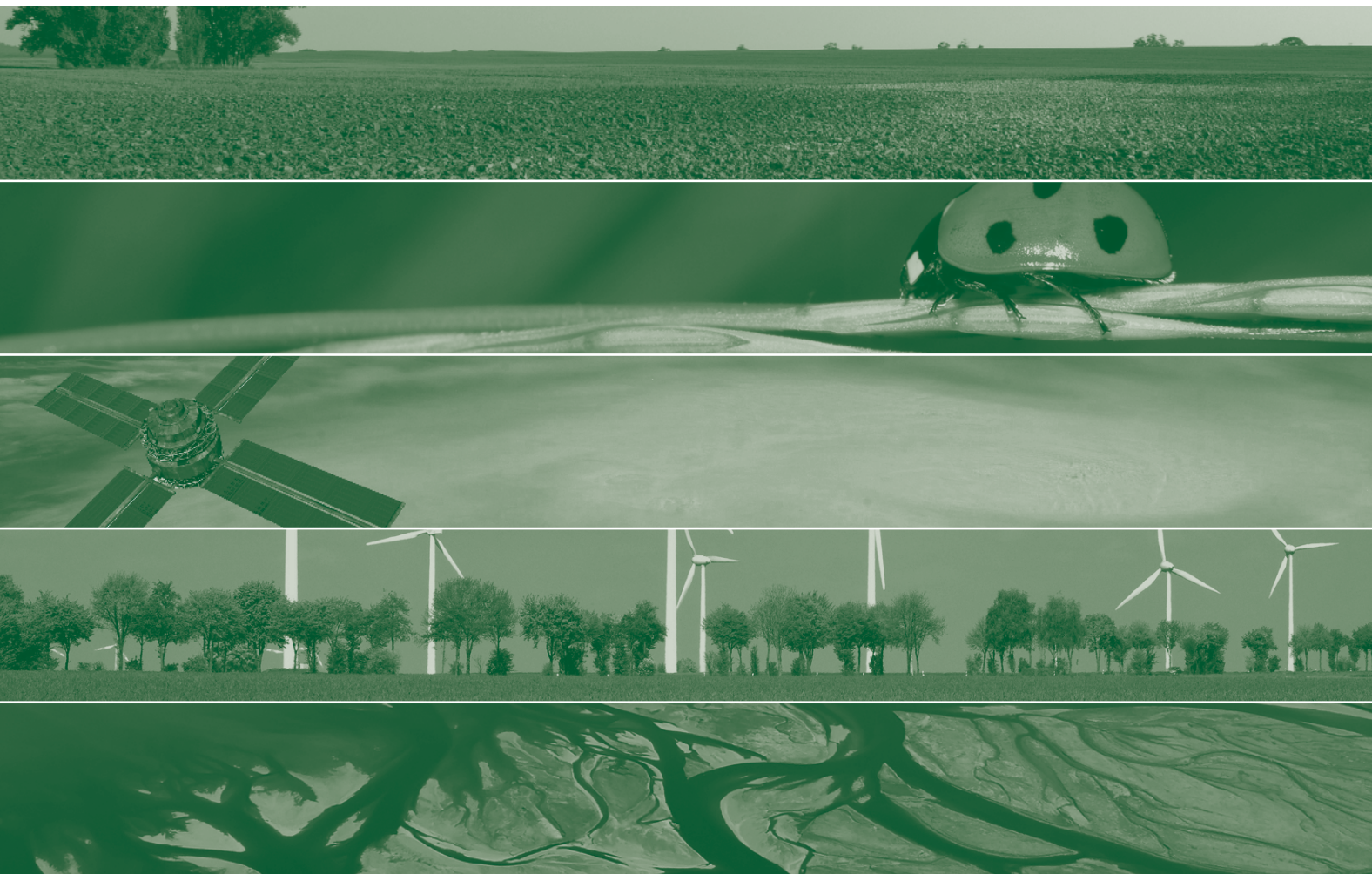
Bijlage 8 Verdampingstekort in mm/decade

Presentatie in figuren van het verdampingstekort in mm/decade uit bijlage 7A t/m H









Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl