



Onderwaterdrains

Onderwaterdrains aanleggen in veenweiden is een mogelijkheid om de maaiveldddaling door veenoxidatie drastisch te vertragen. Onderwaterdrains blijken een effectievere methode om de grondwaterstanden te verhogen.

1. INLEIDING
2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
3. STRATEGIE: VASTHOUDEN, BERGEN, AANVOEREN
4. SCHEMATISCHE WEERGAVE
5. WERKING
6. KOSTEN EN BATEN
7. RANDVOORWAARDEN EN KANSRIJKE LOCATIES
8. GOVERNANCE
9. PRAKTIJKERVARINGEN (NATIONAAL EN INTERNATIONAAL)
10. LOPENDE INITIATIEVEN EN ONDERZOEKEN
11. KENNISLEEMTEN EN KENNISONTWIKKELING
12. BRONNEN & LINKS
13. ERVARINGEN AGRARIËRS
14. OVERZICHT LOPENDE ONDERZOEKEN
15. OVERZICHT AFGESLOTEN RECENTE ONDERZOEKEN
16. DISCLAIMER

1. Inleiding

Onderwaterdrains aanleggen in veenweiden is een mogelijkheid om de maaiveldddaling door veenoxidatie drastisch te vertragen. Slooppeilverhoging gericht op verhoging van de grondwaterstand is een veel voorgestelde oplossing om de veenoxidatie te verminderen. Nadeel hiervan is dat de bodem te nat wordt voor een rendabele landbouw. Onderwaterdrains blijken een effectievere methode om de

grondwaterstanden te verhogen. In droge tijden bevorderen zij sterk de infiltratie van slootwater in de veenbodem en in natte tijden voorkomen zij door hun drainerende werking te natte percelen voor de landbouw.



De drains worden onder het slootpeil aangebracht

Sinds de jaren 60 wordt het westelijk veenweidegebied beter en dus dieper ontwaterd. Daarmee is de huidige versnelde maaiveldddaling ingezet die tot 13 mm per jaar kan bedragen. De motor hierachter is de zuurstofafhankelijke biochemische afbraak (oxidatie) van het ontwaterde veen tot koolzuurgas (CO_2). In de zomer zakt het grondwater in het veenweideperceel tot onder slootpeil door de verdamping door het gras. Zuurstof uit de lucht dringt dan diep de veenbodem in en de droge bodem warmt snel op. Het leeuwendeel (> 80%) van de jaarlijkse veenoxidatie treedt op onder deze relatief droge en warme omstandigheden in het zomerhalfjaar. Voor behoud van de drooglegging worden de slootpeilen regelmatig aangepast aan de maaiveldddalingen. Daardoor blijft veenoxidatie doorgaan.

De nadelen van deze voortdurende maaiveldddaling en peilverlaging worden steeds sterker:

- het areaal veengrond neemt per jaar met 2% af; het gevolg zijn toename van verschillen in reliëf en steeds verdere aantasting van het veenweidelandschap;
- de CO₂-emissie door oxidatie van veen is 2-3% van de totale Nederlandse emissie. Veenoxidatie gaat ook gepaard met emissies van het sterkere broeikasgas lachgas (N₂O);
- veenoxidatie leidt mede tot eutrofiëring van het oppervlaktewater door een grote bijdrage aan de achtergrondbelasting van het slootwater met de nutriënten stikstof (N), fosfor (P) en sulfaat (SO₄);
- schade door verzakking o.a. doordat houten funderingspalen boven water komen en gaan rotten; noodzakelijke regelmatige ophogingen van de grond rondom gebouwen zijn kostbaar en veroorzaken meer bodemdaling en schade aan gebouwen en infrastructuur (wegen, riolering, enz.);
- het waterbeheer raakt steeds meer versnipperd door de sterke toename van het aantal peilgebieden en wordt daardoor moeilijker en duurder;
- door de voortdurende maaiveldddaling zakt uiteindelijk het maaiveld onder het (vaste) waterpeil van hoogwatersloten, meren en plassen. In eerste instantie ontstaan veenkaden die op een bepaald moment met veel kosten moeten worden opgehoogd en onderhouden;
- natuurgebieden draineren naar de steeds dieper liggende landbouwgebieden en verdrogen;
- wegzijging neemt af of slaat om in kwel, bestaande kwel neemt toe. De kwel is in veenweidegebieden vaak nutriëntenrijk en als de maaiveldddaling flink doorzet ook zout.

De kwetsbaarheid van veenweiden voor klimaatverandering vergroot de urgentie van het vinden van adequate oplossingen op het gebied van mitigatie en adaptatie (ORAS strategie Veenweidegebieden). Door de verwachte klimaatverandering met drogere en warmere zomers zullen de grondwaterstanden dieper uitzakken waardoor het veen (meer) scheurt door krimp. De resulterende betere en diepere aeratie van het veenprofiel zal leiden tot meer veenoxidatie tot op grotere diepte. De hogere temperatuur zal het biochemische veenoxidatieproces versnellen (met een factor 3-4 per 10 graden temperatuurstijging). Hierdoor kan de maaivelddalingsnelheid

toenemen met wel een factor twee eind deze eeuw. Daarmee nemen ook de emissies van de broeikasgassen CO₂ en N₂O sterk toe.

In het Rijksprogramma Groene Hart werkten het Rijk, de provincies en de waterschappen gezamenlijk aan een duurzamere toekomst voor de westelijke veenweidegebieden. Gegeven de wens tot decentralisatie van het ruimtelijke ordeningsbeleid is op dit moment (2018) het Rijk niet meer vertegenwoordigd in [de stuurgroep Groene Hart](#) en vanaf 2015 zijn de waterschappen en maatschappelijke organisaties (sterker) vertegenwoordigd.

De regio is, als eerste, aan zet om ondergenoemde opgaven (meest recentelijk geëvalueerd door PBL ([PBL, 2015](#)) aan te pakken:

- het stoppen c.q. aanzienlijk vertragen van de bodemdaling;
- behoud van perspectief voor de landbouw/melkveehouderij als drager van het cultuurlandschap;
- behoud en ontwikkeling van het cultuurlandschap;
- realisatie van de KRW-doelen (Kaderrichtlijn Water);
- in stand houden van de kernkwaliteiten van de Nationale Landschappen Groene Hart en Laag Holland.

Nevendoelstellingen, maar steeds belangrijker zijn:

- het aanzienlijk verminderen van de emissies van broeikasgassen CO₂ en N₂O uit het veenweidegebied;
- het klimaatbestendig maken van het veenweidegebied.

Toepassing van onderwaterdrains wordt door velen gezien als een innovatieve oplossing om deze schijnbare onmogelijke combinatie van doelstellingen voor het veenweidegebied te realiseren. Het geheel klimaatbestendig krijgen van de veenweidegebieden lijkt onmogelijk. Wel blijkt uit metingen dat door toepassing van onderwaterdrains de snelheid van veenoxidatie en maaivelddaling minstens kan worden gehalveerd. Onderwaterdrainage vertraagt de bodemdaling, maar voorkomt bodemdaling niet.

2. Gerelateerde onderwerpen en Deltafacts.

Onderwerpen: veenaafbraak, veenoxidatie, maaivelddaling, waterbeheer, waterinlaat, waterkwaliteit, conventionele drainage, regelbare drainage, vasthouden van water

Deltafacts: [Dynamisch peilbeheer](#), [Regelbare drainage](#), [Bodem als buffer](#), [Brakke kwel](#), [Regenwaterlenzen](#), [Effectiviteit van waterinlaat](#), [Beprijzen van water voor de landbouw](#), [Effecten van klimaatverandering op landbouw](#)

3. Strategie: vasthouden, bergen, aanvoeren

Onderwaterdrains zijn een techniek waarmee het **bergen** van water in de veenbodem bevorderd kan worden omdat met deze techniek er sneller water uitgewisseld kan worden tussen de bodem en het oppervlaktewater zonder langdurig te natte percelen.

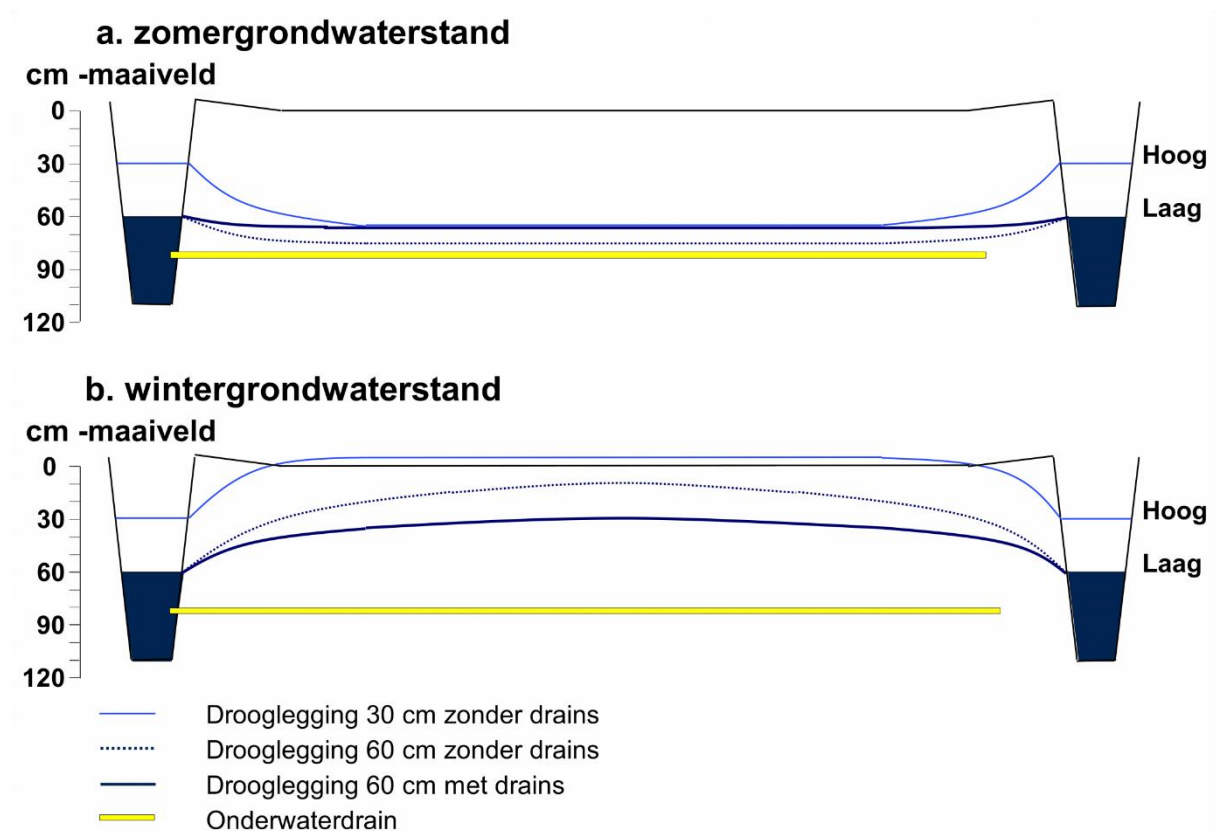
4. Schematische weergave

Onderwaterdrains (OWD) versnellen de infiltratie van slootwater in de veenbodem. De grondwaterstand zakt daardoor in de zomerperiode minder ver uit. Het veen blijft natter en wordt minder snel afgebroken. Omdat OWD alle wateruitwisseling tussen sloot en veenbodem versnellen, kan bij piekbuien water tijdelijk in de veenbodem worden opgeslagen en daaruit weer snel worden afgevoerd.

In het Groene Hart variëren de perceelbreedten en daardoor de slootafstand tussen 25 en 60 meter. De doorlatendheid van het veen is echter zo laag dat ondanks deze relatief geringe slootafstanden de drainageweerstanden en vooral de infiltratieweerstanden groot (orde van honderden dagen) zijn. In een aantal veenweidegebieden, zoals in Friesland, zijn de slootafstanden veel groter en de drainage- en infiltratieweerstanden navenant veel hoger. De consequentie is dat daar de optimale drooglegging voor landbouwkundig gebruik veel groter is in de Friese veenweidegebieden: 90-150 cm tegen 50-60 cm in het Groene Hart. Wanneer OWD wordt toegepast is minder drooglegging noodzakelijk.

Door de grote infiltratieweerstanden is in de zomer de wateraanvoer vanuit de sloot naar de veenbodem zeer gering. Hoger opzetten van de slootpeilen heeft slechts een beperkt effect en als extra nadeel dat plotselinge neerslagbuien voor te natte percelen en wateroverlast kunnen zorgen (figuur 1). OWD bevorderen in de droge zomertijd de infiltratie van slootwater in de bodem tot in het hart van het perceel. Zo zorgen zij voor een effectieve vernatting van het veen in de periode dat de omstandigheden voor veenoxidatie door de hogere temperaturen het gunstigst zijn. Doordat de drains eveneens het afvoeren van overtollig water uit het perceel naar de sloot versnellen, kunnen grote regenbuien beter worden opgevangen. Eventueel kan

het neerslagwater tijdelijk in de veenbodem worden vastgehouden om gereguleerd te worden afgevoerd zodat wateroverlast elders in het gebied wordt beperkt of voorkomen.



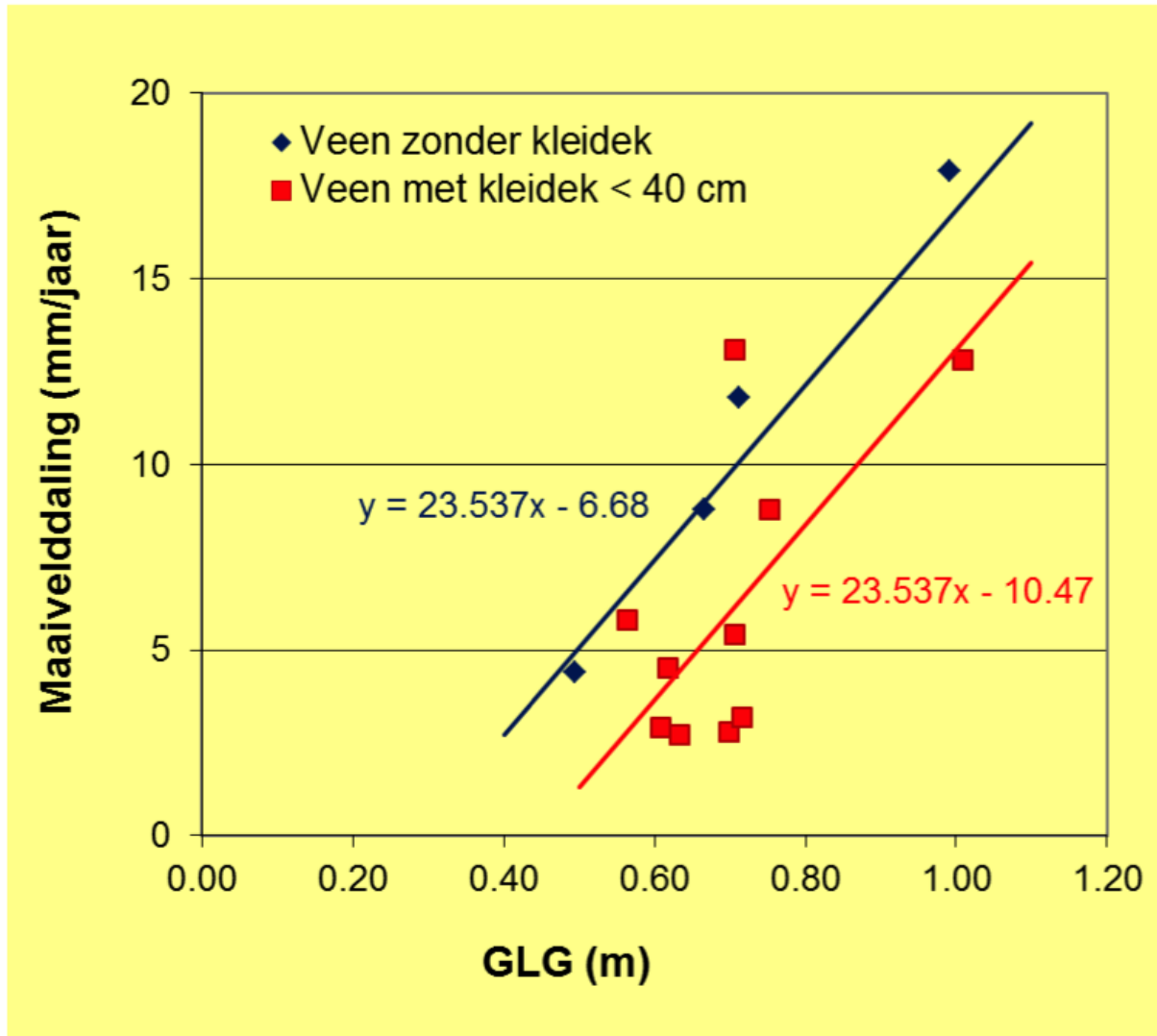
Figuur 1. Schematische weergave van de werking van OWD. De drains hebben veelal een diameter van 6 cm en liggen op een onderlinge afstand van 4 tot 6 meter. In droge perioden infiltreert slootwater en wordt de grondwaterstand zoveel mogelijk naar slootpeil getrokken. In natte perioden fungeren de OWD als drainagemiddel om de grondwaterstand zoveel mogelijk te verlagen tot slootpeil.

5. Werking

De maaiveldddaling in veenweiden wordt in sterke mate bepaald door de laagste grondwaterstanden in het jaar, gerepresenteerd door de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand, figuur 2). Dan is de aeratie het grootst en het diepst, en de veenoxidatie het hoogst. Bij zeer diepe grondwaterstanden - in een extreem droge zomer of na peilverlaging bij een peilbesluit - wordt 'vers' veen aangesneden en ontwaterd, wat naast de extra oxidatie onevenredig veel bijdraagt aan de maaiveldddaling door de onomkeerbare krimp.

De laagste grondwaterstand hangt in belangrijke mate af van de drooglegging, maar ook van de verdamping door het gras in relatie tot de hoeveelheid neerslag en van

het optreden van kwel of wegzijging. Daarom is de laagste grondwaterstand in het jaar een betere voorspeller voor de snelheid van maaiveldddaling dan de drooglegging.



Figuur 2. Relatie GLG – maaiveldddaling: 10 cm hogere GLG levert 2,35 mm minder maaiveldddaling per jaar op (Van den Akker et al., 2007a). Bij doorzettende stijging van de zomertemperatuur door klimaatverandering gelden de relaties van deze figuur niet meer. Bij dezelfde laagste grondwaterstand zal de maaiveldddaling dan (15-50%) groter zijn.

De GLG kan veel beter en sneller worden verhoogd door bevorderen van infiltratie met OWD dan door opzetten van het slootpeil. OWD gecombineerd met hoog slootpeil is voor het verminderen van de maaiveldddaling een nog betere combinatie.

Effecten van OWD op belangrijke aspecten van het veenweidegebied

Tabel 1 vat kwalitatief de huidige kennis samen van het effect van OWD op relevante aspecten van het veenweidegebied. De kennis is bij de meeste aspecten verkregen

uit bronnen van resultaten van metingen/monitoring én modelberekeningen. De kwalitatieve scores zijn in het algemeen gelijk voor beide methoden en daarom niet apart aangegeven.

Domein	Effect op:	Score	Aard effect	Bronnen
A. Perceel	A.1 Freatische grondwaterstand	+	kleinere fluctuatie rond slootpeil	1, 2, 3
	A.2 Maaiveld dalingsnelheid	+	vermindert	4, 5, 6, 7, 8
	A.3 Maaiveldligging en ontwatering	+	wordt vlakker en wordt gelijkmatiger	2, 3, 5
	A.4 Broeikasgasemissie	+	vermindert	9, 10, 11
	A.5 Draagkracht	+	vergroot in natte tijden	2, 12
	A.6 Mestbenutting en grasopbrengst	+ en 0/+	verbetert en blijft gelijk/verbetert	1, 13, 14
	A.7 Slootwaterkwaliteit	+ / 0	afhankelijk van drooglegging en termijn (lang = +)	2, 3, 5, 8
	A.8 Weidevogels	0 (-)	geen meetbaar effect (wellicht indirect negatief)	2, 15, 16
B. Waterbeheer	B.1 Onderrand: kwel/wegzijging	+/-	kwel neemt toe, wegzijging af	5
	B.2 Watervraag en waterinlaat	-	neemt toe; veenbehoud kost water!	2, 3, 5, 8, 17, 18, 19
	B.3 Wateruitslag en wateroverlast	-/+	neemt toe; neemt toe/extra waterberging in natte natuur	2, 3, 5, 8, 17, 18, 19
C. Agrarische bedrijfsvoering		+	vergroot bedrijfszekerheid	1, 13, 20, 21
D. Omgeving	D.1 Maaiveldligging en drooglegging	+	nivelleert en maakt sturing mogelijk	2, 3, 5
	D.2 Natuurgebieden	+	vermindert verdroging, verbetert waterkwaliteit	2, 3

Tabel 1. Kwalitatieve weergave van de kennis over effecten van OWD op relevante aspecten van het veenweidegebied verzameld uit bronnen van onderzoek met metingen/monitoring en modelberekeningen. Effecten zijn relatief ten opzichte van de situatie zonder OWD. + = gunstig effect; - = ongunstig effect; 0 = geen tot gering effect.

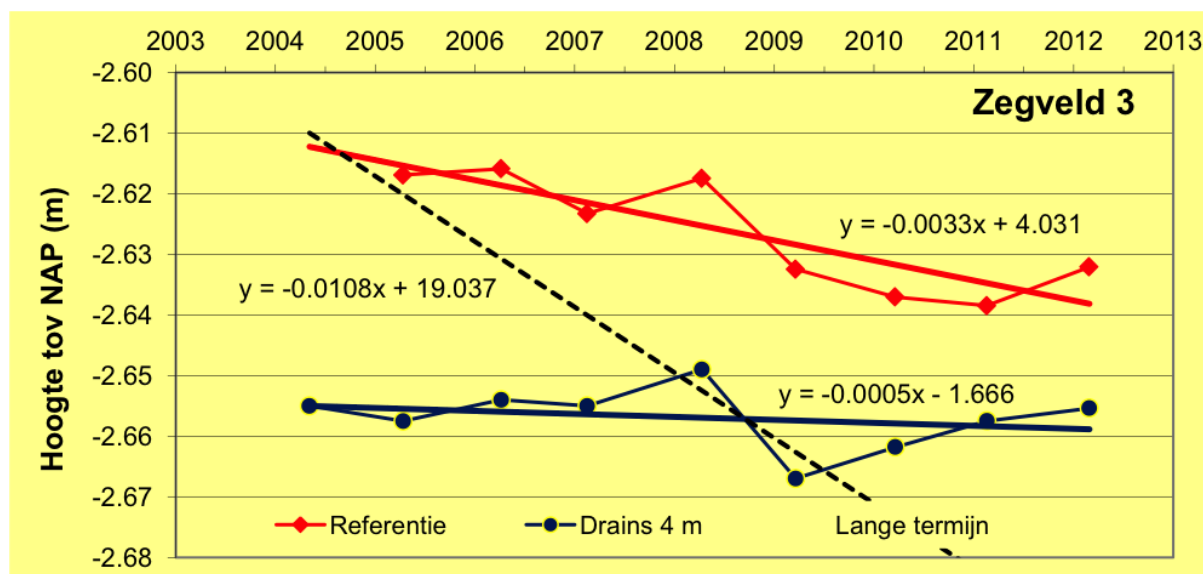
Bronnen: 1. [Hoving et al. \(2008\)](#); 2. [Van den Akker et al. \(2013\)](#); 3. [Hendriks et al. \(2013\)](#); 4. [Van den Akker et al. \(2012\)](#); 5. [Hendriks et al. \(2014\)](#); 6. [Van den Akker et al. \(2007b\)](#); 7. [Kemmers en Koopmans \(2010\)](#); 8. [Hendriks en Van den Akker \(2012\)](#); 9. [Van den Akker et al. \(2008\)](#); 10. [Kuikman et al., \(2005\)](#); 11. [Hendriks et al. \(2008a\)](#); 12. [Van Noord \(2012\)](#); 13. [Hoving et al. \(2011\)](#); 14. [Hendriks et al. \(2008b\)](#); 15. [Van der Zijden en Kruk \(2011\)](#); 16. [Kruk en Van der Zijden \(2013\)](#); 17. [Jansen et al. \(2010\)](#); 18. [Van den Akker et al. \(2011\)](#); 19. [Jansen et al. \(2007\)](#); 20. [Hoving et al. \(2009\)](#); 21. [Hoving et al. \(2011\)](#)

A.1. Effecten van OWD op freatische grondwaterstanden

OWD blijken het beoogde directe effect te sorteren: ze houden de freatische grondwaterstand dicht bij het peil van de sloot. Met OWD zakt de grondwaterstand in droge perioden met een neerslagtekort minder diep uit en stijgt de grondwaterstand in natte perioden minder snel en lang tot in of vlak onder maaiveld. In o.a. een proef op proefboerderij Zegveld (bron 1 in tabel 1) en de drie 'pilots onderwaterdrains' in Zuid-Holland (bron 2) en Utrecht (bron 3) is dit aangetoond met grondwaterstandmonitoring en -modellering. Afhankelijk van factoren als weerjaren, perceelsbreedten en kwel/wegzijging was de behaalde verhoging van de laagste grondwaterstand 10-20 cm en 30 cm in een extreem droog jaar, en de behaalde verlaging van grondwaterstandpieken 20-30 cm.

A.2. Effecten van OWD op maaiveldddaling

OWD blijken ook het beoogde indirecte effect te sorteren: verlaging van de maaivelddalingsnelheid ten gevolge van geremde veenoxidatie door verminderde aeratie van de veenbodem. Te Zegveld (perceel 3) is dit effect gemeten in een monitoring van de maaiveldddaling in de periode 2004-2012 (figuur 3; bron 4). Door toepassing van OWD is de maaivelddalingsnelheid tot minder dan een vijfde gereduceerd: van 3,3 naar 0,5 mm per jaar. Dit zeer goede resultaat is echter sterk vertekend door het extreem droge jaar 2003 voorafgaand aan de start van de metingen. Door omkeerbare veenkrimp is het maaiveld in dit jaar zo sterk gezakt dat het in de volgende jaren door zwellen van het veen weer omhoog komt. De gemeten gemiddelde langjarige (> 30 jaar) maaiveldddaling zonder OWD op dit perceel is ruim drie keer zo groot als het gemiddelde van de gemonitorde waarden van 2004-2012. Minimaal zes jaar monitoring is nodig om een betrouwbare trend in de maaiveldsdaling te kunnen bepalen. Er is zo'n lange tijdreeks nodig om de effecten van omkeerbare krimp en zwel voldoende uit te kunnen middelen omdat de diepste grondwaterstand in het jaar sterk bepalend is voor de trend in de maaiveldddaling. Beide factoren – zwel/krimp en diepste grondwaterstand in het jaar – kunnen sterk variëren tussen de jaren (bron 2).



Figuur 3. Gemeten vermindering van de maaiveldddaling door OWD op proefboerderij Zegveld, perceel 3 (uit: bron 4). x = het kalenderjaar en y = de maaiveldhoogte in meters. De drooglegging is 55 cm. De gestippelde lijn geeft de gemeten gemiddelde langjarige maaiveldddaling.

Het verwachte effect van OWD is een halvering van de maaiveldddalingsnelheid. In een modelstudie naar de effecten van OWD op o.a. de maaiveldddalingsnelheid in peilvak 9 van polder Groot-Wilnis Vinkeveen, waarin ook een van de pilots-OWD was gelegen, is met de combinatie van agrohydrologisch model SWAP en de empirische relaties van figuur 2 een halvering van de maaiveldddalingsnelheid berekend (bron 5). Het model was gekalibreerd op gegevens van de pilot en redelijk succesvol gevalideerd op een 50-jarige historische maaiveldddaling in het peilvak. Een tiental jaren geleden kwam de gedachte op dat OWD met sloot- of inlaatwater als een 'paard van Troje', ook hoge concentraties alkaliniteit, nitraat en sulfaat diep het perceel binnen zouden kunnen halen en zo de veenoxidatie juist zouden versnellen.

Literatuuronderzoek (bron 7) en opgravingen van OWD die al minstens tien jaar in bos- en broekveenbodems lagen (bron 6, 8), lieten geen aanwijzingen zien voor versnelde veenafbraak rond de drainbuizen. Bron 8 berekende dat de hoeveelheden nitraat en sulfaat die onder realistische omstandigheden met inlaatwater de veenbodem kunnen worden binnengehaald hooguit kunnen leiden tot een verwaarloosbare extra maaiveldddaling van 0,05 mm per jaar.

A.3. Effecten van OWD op maaiveldligging en ontwatering

De toepassing van OWD leidt ook tot een ruimtelijk gelijkmatigere grondwaterstand

zonder de diepe uitzakking midden tussen de sloten en vermindering van de typische holle ligging van de percelen. Bolgezette percelen zullen met OWD langer de bolle ligging behouden. De combinatie van gelijkmatiger maaiveld en vlakkere grondwaterspiegel geeft een gelijkmatigere ontwatering binnen het perceel. Dit is vooral van groot belang voor het landbouwkundig gebruik van de percelen in natte perioden: midden tussen de sloten is de ontwatering dan groter dan in percelen zonder OWD met de klassieke holle ligging.

A.4. Effecten van OWD op broeikasgasemissie

Er zijn geen directe metingen bekend van de effecten van OWD op de broeikasgasemissie. De afname van de veenoxidatie (C-mineralisatie) is een op een te vertalen in een vermindering van de CO₂-emissie, maar is zelf moeilijk te meten. De afname van de maaiveldddaling is wel te meten (zie **A.2**), maar niet gemakkelijk te vertalen in een afname van de C-mineralisatie. Reden is dat de maaiveldddaling een grondmechanische component in zich heeft (ca. 20% van de daling). Een empirische relatie geeft een CO₂-emissie van 2259 kg CO₂ per ha per mm maaiveldddaling (bron 9). Bron 10 berekende een N₂O-emissie als gevolg van mineralisatie van veen van 0,6 tot 1,0 kg N₂O per ha per mm maaiveldddaling. In CO₂-equivalenten (over 100 jaar) is dit 185-310 kg per ha per mm. Modelberekeningen van bron 11 laten voor een bemest (inclusief atmosferische N-depositie) veenweideperceel te Zegveld een daling van de N₂O-emissie door OWD zien van 1,7 (50 cm drooglegging) tot 8,5 (30 cm drooglegging) kg N₂O per ha per jaar of van 530-2630 kg CO₂-equivalenten (over 100 jaar) per ha per jaar.

A.5. Effecten van OWD op draagkracht

Metingen in de drie pilots-OWD gaven een hogere (gemiddeld 17%) indringingsweerstand bij percelen met OWD (bron 2, 12). Dit duidt op een betere draagkracht van de veenbodem van deze percelen. Het verschil was groter in regenrijke (gem. 20 mm per dag) perioden en liep dan op tot 21%. Uit de metingen en ervaringen (bron 2) volgt dat het aantal dagen waarop het perceel kan worden beweide of bereiden, door toepassing van OWD toeneemt.

A.6. Effecten van OWD op mestbenutting en grasopbrengst

Bronnen 1 en 13 constateerden een verminderde N-mineralisatie in veenweidepercelen met OWD; een aanwijzing dat de OWD hun werk - het remmen van de veenoxidatie - deden (N- en C-mineralisatie hangen direct samen; [Hendriks](#),

[1991](#)). De grasopbrengsten op deze percelen liepen echter niet terug. Zij verklaarden dit uit een betere benutting van de nutriënten uit de bemesting. Deze betere benutting is ook aangetoond met modelberekeningen (bron 11, 14). Bij de grasopbrengst is van belang dat OWD in het voorjaar eerder een drogere en warmere veenbodem geven, met een betere draagkracht gedurende het gehele groeiseizoen. Daardoor kan er met OWD eerder worden bemest of gemaaid, is het weideseizoen langer en zijn de grasverliezen door vertrapping kleiner, waardoor de hoeveelheid winbare grasopbrengsten bij toepassing van OWD groter is dan op percelen zonder OWD. Ook verwachten de veehouders dat bij OWD de kwaliteit van het grasbestand verbetert. Al deze zaken verhogen de nuttige (daadwerkelijk bruikbare) opbrengst. In 2013 en 2014 wordt in de polder Zeevang verder onderzoek gedaan naar het effect van OWD op opbrengsten (zie Overzicht lopende onderzoeken).

A.7. Effecten van OWD op slootwaterkwaliteit

Een van de mogelijke of vermeende bezwaren tegen toepassing van OWD was - naast de toename van de waterbehoefte - een negatief effect van OWD op de oppervlaktewaterkwaliteit. Een algemene gedachte was (of is): 'onderwaterdrains versnellen de afvoer van overtollig neerslagwater uit de veenbodem, dus zullen ze ook de afvoer van het nutriëntenrijke veenbodemwater versnellen en daarmee de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vergroten'. Een modelstudie (bron 8) heeft deze gedachte als hypothese onderzocht voor kenmerkende 'veenweide-eenheden' van het westelijke veenweidegebied. Deze veenweide-eenheden worden gekenmerkt door veensoort, veendikte, wel of niet voorkomen van een kleidek van circa 30 cm, onderrand (kwel/wegzijging) en nutriëntenconcentraties in het infiltrerende water (tabel 2). De drie nutriënten fosfor, stikstof en sulfaat zijn onderzocht. Sulfaat is belangrijk voor het proces van 'interne eutrofiëring' in de waterbodem waarbij fosfor vrijkomt ([Smolders et al., 2006](#)). Voorts leiden verhoogde sulfaatconcentraties tot een verarming van de waterplantvegetatie in de sloot ([Vermaat et al., 2013](#)), hetgeen ook consequenties kan hebben voor N2000 en KRW doelen ([Veraart et al., 2013](#)).

Met model SWAP-ANIMO zijn drie droogleggingen (40, 50 en 60 cm) en klimaatscenario W+ (drooglegging 50 cm) doorgerekend voor een 30-jarige weerreeks. De jaar- en halfjaargemiddelden van deze reeks zijn vergeleken voor de effecten van OWD. Tabel 2 presenteert een kwalitatieve weergave van de resultaten.

Veen	soort dikte (troof) (m)	Fosfor					Stikstof					Sulfaat (40 cm)					Sulfaat (50 cm)				
		kwel	kwel	neutr.	wegz.	wegz.	K	K	N	W	W	K	K	N	W	W	K	K	N	W	W
		niet	wel	niet	niet	wel	N	W	N	N	W	N	W	N	N	W	N	W	N	N	W
Eu-	2,5	+	0	++	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0+	0+	0+	0-	++
Eu-	5	++	0+	++	+	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0+	+	+	0-	++
Oligo-	2,5			++	+	++			++	++	++			++	+	++		0+	-	+	

Kwalitatieve waardering van effecten onderwaterdrains op nutriëntenbelasting	0	geen effect	0+	geen tot licht positief
niet	0-	geen tot licht negatief	+	positief: afname belasting
wel	-	negatief: toename belasting	++	sterk positief
			+++	zeer sterk positief

Bij verschillende klassen concentratie infiltratiewater:

-	+	negatief bij 'laag'	+	++	positief bij 'laag' (+)
		positief bij 'hoog'			zeer sterk pos. bij 'hoog' (+++)
0-	++	geen tot licht negatief bij 'laag'	++	+	sterk positief bij 'laag' (++)
		sterk positief bij 'hoog'			zeer sterk pos. bij 'hoog' (+++)

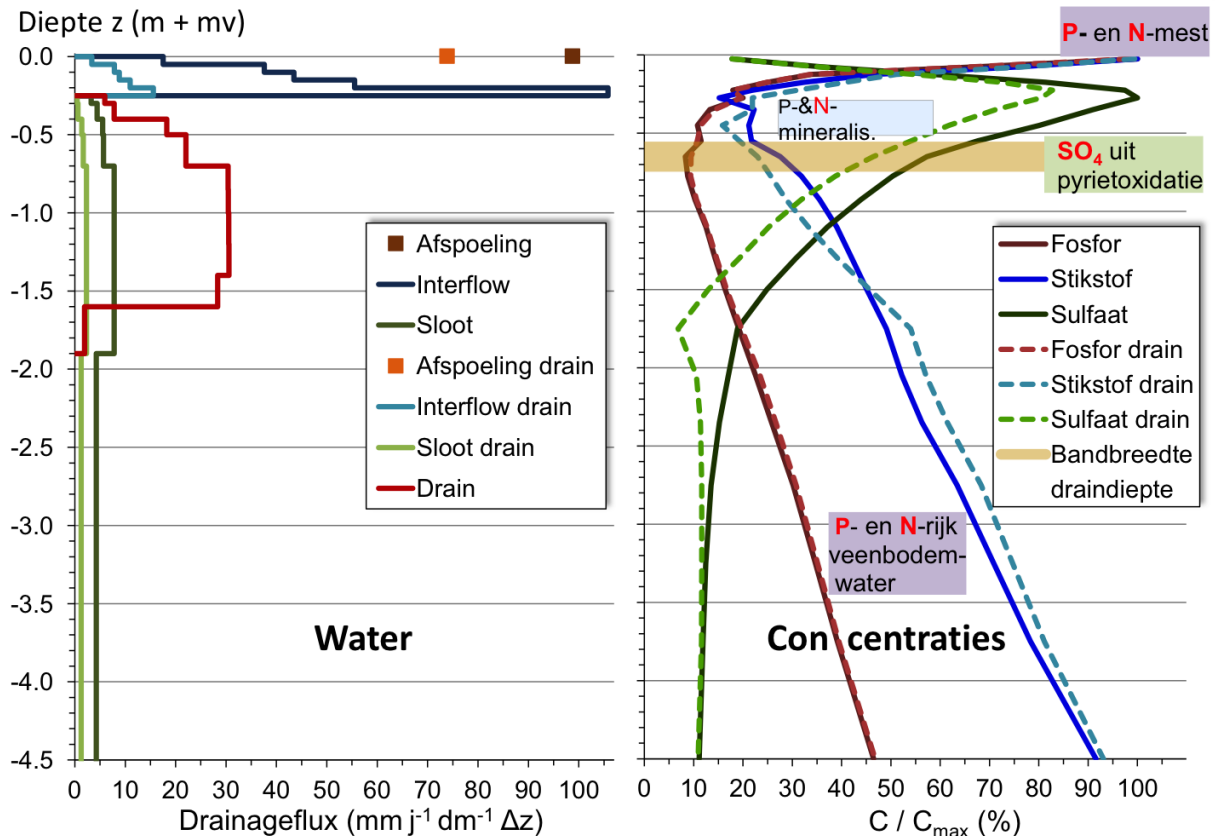
Tabel 2. Kwalitatieve waardering van combinaties van de vijf kenmerken als 'bouwstenen' van veenweide-eenheden voor hun invloed op de effecten van OWD op de netto nutriëntenbelasting van oppervlaktewater (voor sulfaat bij twee droogleggingen) (uit: bron 8). 'Oligotroof' veen is het Noord-Hollandse oligotrofe veen. 'neutr.' = neutrale onderrand: geen kwel of wegzijging (wegz.).

De modelresultaten kunnen worden samengevat tot drie hoofdbevindingen: bij toepassen van OWD

1. neemt meestal de netto nutriëntenbelasting niet toe maar af: bovenstaande hypothese kan in het algemeen worden verworpen;
2. is fosfor het minst en sulfaat het meest 'kwetsbaar' voor toename van de belasting. Stikstof staat dicht bij fosfor;
3. heeft binnen de range 40-60 cm elk nutriënt zijn optimale drooglegging en is deze voor sulfaat het meest bepalend. De compromisdrooglegging is 40-50 cm.

Figuur 4 verduidelijkt op hoofdlijnen de complexe processen achter deze resultaten en de verschillen tussen de nutriënten. Het gaat hierbij om bronnen van nutriënten (figuur 4 rechts) en af/uitspoelingsroutes naar het oppervlaktewater (figuur 4 links). OWD grijpen op beide sterk in (zie bron 8).

Bij **fosfor** (P) overheerst het verschuiven door OWD van de ondiepe hoofdroutes (afspoeling & interflow) naar een hoofdroute dieper onder de grootste P-bron bemesting; het gaat om verse mest (0-5 cm diep) en oude mest waarvan de P is gebonden aan de bodem (0-25 cm diep). Bij alle droogleggingen is dit proces door de sterke binding van P aan de drogere bodem zo effectief dat OWD altijd positief werken voor P. De optimale drooglegging hangt af van de overige kenmerken: meestal is dat 50 cm, wat minder vaak 60 cm en soms 40 cm.



Figuur 4. Berekende diepteprofielen van drainagefluxen per uitspoelingsroute (links) en van concentraties van fosfor, stikstof en sulfaat in bodemvocht en -water (rechts), voor de situaties zonder en met OWD (naar: bron 8). Getoond zijn 30-jarig gemiddelde simulaties voor eutroof veen met onderrand 'neutraal' en 50 cm drooglegging. De fluxen zijn per diepte-interval (Δz) van één dm; de afspoeling is in mm j⁻¹. De concentraties C zijn relatief t.o.v. de maximale concentratie C_{max} . De geel-beige band geeft de bandbreedte van de diepte waarop de OWD liggen bij de drie droogleggingen van 40, 50 en 60 cm (OWD liggen 15 cm onder slootpeil). In de gekleurde kaders zijn de nutriëntenbronnen benoemd (lettergrootte is een indicatie voor belang; rood = hoofdbron). $C_{max} P = 2,6 \text{ mg L}^{-1}$, $C_{max} N = 20 \text{ mg L}^{-1}$, $C_{max} SO_4 = 290 \text{ mg L}^{-1}$.

Stikstof (N) lijkt op P voor de ondiepe uitspoelingsroutes, maar heeft een tweede hoofdbron (veenbodemwater) en is minder sterk gebonden aan de bodem. N is daardoor wat kwetsbaarder voor OWD dan P. Bij 40 cm drooglegging wordt de veenmineralisatie het sterkst geremd, maar wordt minder N omgezet in nitraat door nitrificatie waarvoor zuurstof nodig is. In veenweiden spoelt nitraat nauwelijks uit maar verdwijnt door denitrificatie als gasvormig-N naar de atmosfeer. Daarom is bij N 60 cm meestal en 40 cm nooit de optimale drooglegging voor OWD.

Bij **sulfaat** (SO₄) prevaleert het afremmen in droge tijden van hoofdbron pyrietoxidatie door OWD (stippellijn). De optimale drooglegging daarvoor is 40 cm, ook al verschuift daarmee de hoofd uitspoelingsroute dichter naar de bron. Bij 60 cm drooglegging neemt de SO₄-uitspoeling door OWD bijna altijd toe. Dat maakt SO₄ het kwetsbaarste nutriënt.

In de drie pilots-OWD zijn in 2011 en 2012 P-, N- en SO₄-concentraties gemeten in het water van de afgedamde proefsloten en in het in- en uitgepompte water. Voor alle pilots waren de verschillen in nutriëntenconcentraties en uitgepompte nutriëntenvrachten tussen de proefvelden zonder en met OWD gering en niet altijd eenduidig. Aan deze resultaten kunnen geen bindende conclusies worden verbonden. Daarvoor was de meetperiode te kort en waren de meetjaren te atypisch (2011 droog voorjaar en natte zomer; 2012 heel jaar nat). Bovendien zijn de metingen bij OWD gedaan aan een recent verstoorde situatie: het inbrengen van OWD in de hoogreactieve veenbodem zal nutriënten hebben gemobiliseerd. Om de effecten op de waterkwaliteit goed in beeld te brengen zijn langere meetreeksen op meer locaties nodig. Met SWAP-ANIMO (gekalibreerd op meetresultaten van waterparameters en P-, N- en SO₄-concentraties in de veenbodem) zijn aanvullende berekeningen gedaan voor een extreem droog jaar (1976) en een extreem nat jaar (1981). De resultaten laten in het algemeen een (geringe) afname zien van de nutriëntenbelasting.

Bovenstaande model- en veldonderzoeken geven inzicht in het *korte-termijn-effect* van OWD op de nutriëntenbelasting. In een modelstudie met SWAP-ANIMO naar de effecten van grootschalige toepassing van OWD in peilvak 9 in polder Groot-Wilnis Vinkeveen kwam een belangrijk *lange-termijn-effect* van OWD aan het licht (bron 5; zie ook **B.1**). Door de afnemende wegzijging en de resulterende toenemende drainage nam in het scenario zonder OWD de netto nutriëntenbelasting over veertig jaar met 18-42% toe. In het scenario met OWD werden de maaiveldddaling, de afname van de wegzijging, de toename van de drainage en mede daardoor de toename van de nutriëntenbelasting ruwweg gehalveerd. Grotendeels daardoor bedroeg de verlaging van de nutriëntenbelasting door OWD op de *lange termijn* (40 jaar) 23% voor P, 17% voor N en 13% voor SO₄.

A.8. Effecten van OWD op weidevogels

Op twee van de pilots-OWD (Krimpenerwaard en Lopikerwaard) is in 2011 en 2012 door Landschapsbeheer Zuid-Holland onderzoek gedaan naar het effect van OWD op de geschiktheid van de percelen voor de foeragering van weidevogels (bron 2, 15, 16). De indringweerstand werd bepaald en er werden tellingen aan wormen en emelten verricht. De verschillen tussen percelen met en zonder OWD bleken nihil te zijn. Uit dit onderzoek blijkt niet dat door OWD de omstandigheden voor weidevogels verslechteren. Wel wijzen de onderzoekers op het mogelijke indirecte effect dat door

de betere draagkracht vroeger uitrijden van mest ten koste gaat van de weidevogelkuikens.

B. Waterbeheer algemeen

OWD zijn bedoeld om de grondwaterstand zo dicht mogelijk bij slootpeil te houden. Omdat de wateruitwisseling tussen sloot en perceel met OWD sneller gaat, treden correcties van de grondwaterstand door infiltratie van slootwater en drainage naar de sloot sneller op. Hierdoor is er meer wateruitwisseling. Bij traditioneel peilbeheer met starre handhaving van het streefpeil betekent dat zowel meer inlaat als meer uitslag van water.

B.1. Effecten van OWD op kwel en wegzijging

Door de voortdurende maaiveldafval en het aanpassen van het slootpeil daaraan zakt de grondwaterspiegel in de percelen steeds dieper t.o.v. de stijghoogte van het diepe grondwater in het 1e watervoerende pakket (wp1). Bij gelijkblijvende stijghoogte neemt wegzijging daardoor af of slaat om in kwel, en kwel neemt toe. De drainage uit de percelen en de hoeveelheid overtollig water die in de natte tijd moet worden uitgeslagen nemen daardoor toe en de infiltratie in de percelen en daarmee de watervraag in de droge tijd nemen af. OWD vertragen dit proces.

Dit effect van OWD heeft op de lange (50 jaar) termijn belangrijke consequenties voor het waterbeheer (**B.2, B.3**) en de nutriëntenbelasting (**A.7**). De grote vraag hierbij is hoe de stijghoogte zal veranderen in de toekomst. Minder wegzijging en meer kwel betekenen minder voeding van het wp1 waardoor de stijghoogte ook zal dalen. Bron 5 schat dit mechanisme onder peilvak 9 als relatief klein (3-5 cm in 40 jaar). Belangrijker is hoe de voeding in het intrekgebied van het wp1 zich in de toekomst ontwikkelt o.i.v. de klimaatverandering. Wel is het zo dat door de hogere ligging van percelen met OWD daar wegzijging groter of kwel kleiner zal zijn dan in percelen zonder OWD.

B.2. Effecten van OWD op watervraag en waterinlaat

Veenbehoud kost water! Vooral in wegzijgingsgebieden nemen door OWD de infiltratie- en inlaatbehoefte in het zomerhalfjaar toe: snellere infiltratie betekent dan ook meer weglekken van water naar het diepere grondwater (bron 8). De toegenomen watervraag is aangetoond met verschillende modelberekeningen (bron 2, 3, 5, 8, 17, 18, 19) en varieert als toename van de inlaatbehoefte bij traditioneel

peilbeheer van 6 mm tot 77 mm per jaar (7-41%). De grootte van de extra vraag hangt sterk af van de inrichting van het (peil)gebied, de hydrologische situatie (kwel of wegzijging), het aandeel oppervlaktewater in het gebied, de drooglegging en ook van het percentage land dat is voorzien van OWD. Bijvoorbeeld: het verschil in extra watervraag in droge jaren tussen een wegzijgingsgebied en een lichtekwelgebied bedroeg in de berekeningen van de pilots-OWD, zowel absoluut als relatief, een factor 2 (bron 3).

Met dynamisch peilbeheer waarbij wordt geanticipeerd op de weersverwachting en gereageerd op de werkelijke weersituatie kan worden bespaard op inlaatwater. Bron 17 rekende een optimaal scenario door voor polder Zegveld waarin de toepassing van OWD werd gekoppeld aan een dynamisch peil met 2-10 cm marge rond het streefpeil en sparen van water door gebruik te maken van weersvoorspellingen. Dit leverde een bijna optimale beperking van de maaivelddaling op, terwijl er maar 6 mm per jaar (5%) extra inlaatwater nodig was. Bij traditioneel peilbeheer bedroeg de extra inlaat door OWD 40 mm per jaar (35%). Het instellen van een optimaal peilbeheer vereist altijd maatwerk.

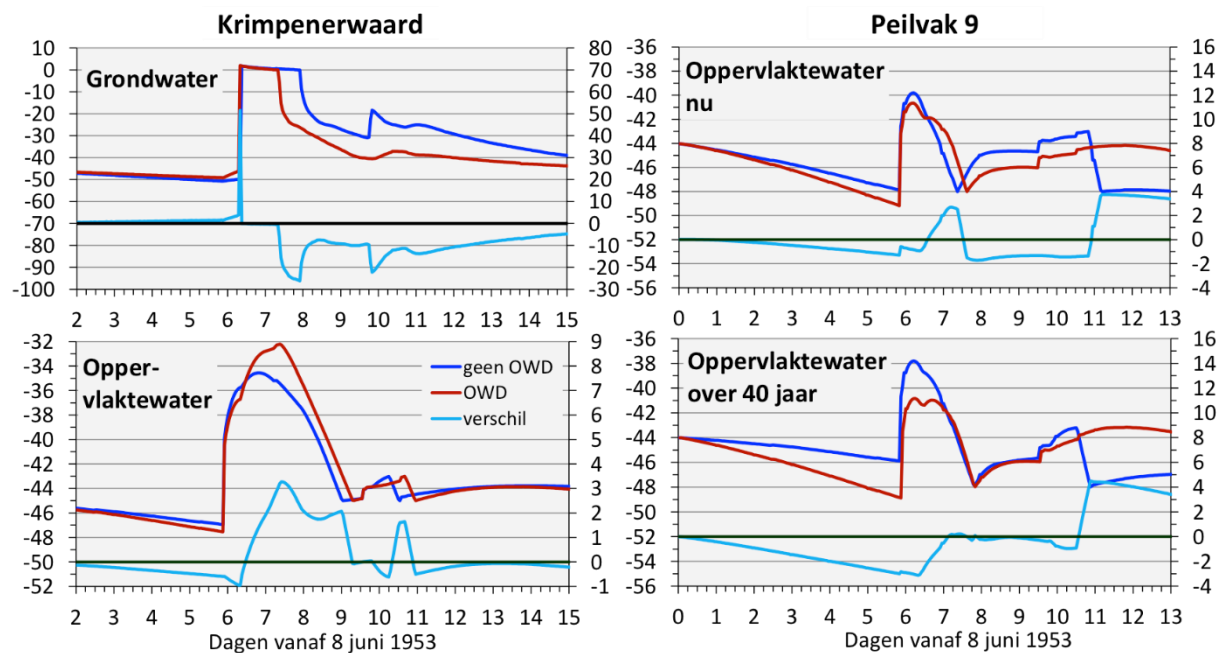
Op de lange termijn neemt de waterbehoefte in veenweiden af door de afname van de wegzijging of toename van de kwel. Cruciaal hierbij is de ontwikkeling van de stijghoogte. Gaat de stijghoogte dalen dan neemt de inlaatbehoefte bij OWD sterker toe of minder sterk af, gaat deze stijgen dan is de waterbehoefte van veenweiden met OWD op lange termijn mogelijk niet groter dan in de huidige situatie zonder OWD.

B.3. Effecten van OWD op wateruitslag en wateroverlast

Uit modelberekeningen (bron 2, 3, 5, 8, 17, 18, 19) blijkt dat drainagefluxen en *uitslagdebieten* toenemen door OWD. De uitslagdebieten (en bemalingstijden) namen bij traditioneel peilbeheer toe met 5 mm tot 60 mm per jaar (1-12%) afhankelijk van dezelfde gebiedskenmerken als genoemd bij de watervraag onder **B.2**. Alternatief (dynamisch) peilbeheer dat de watervraag doet afnemen, zal (balansmatig) ook de uitslag doen afnemen: de niet-ingelaten kuubs water moeten immers uit het gebied zelf komen. Op de lange termijn neemt de wateruitslag in veenweiden toe door de afname van de wegzijging of toename van de kwel. Omdat OWD dit proces remmen, neemt het verschil in wateruitslag tussen de situaties met en zonder OWD af in de tijd, afhankelijk van de ontwikkeling van de stijghoogte in

de tijd. In de berekeningen van peilvak 9 nam het verschil in 40 jaar af van 38 mm (11%) naar 5 mm (1%) per jaar (bij 7 cm daling van de stijghoogte in 40 jaar) (bron 5).

Het effect van OWD op pieken in het oppervlaktewaterpeil bij piekbuien is in modelberekeningen onderzocht (bron 2, 3, 5). Bij een piekbui van 48,5 mm in één uur tijd bleek door OWD de drainagepiek met 34-42% toe te nemen, maar was de resulterende maximale verhoging van de piek in het peil relatief veel kleiner: 8-23% (0,8-2,4 cm). De extra wateruitslag door OWD bedroeg 7% (3 mm). Dat het effect van OWD op het oppervlaktewaterpeil relatief beperkt blijft, heeft twee hoofdredenen: het grote (11-16%) aandeel oppervlaktewater in de pilotgebieden dat de effecten dempt en het sneller naar elkaar toegroeien van grondwaterstand en slootpeil bij OWD waardoor de drainage daar sneller afneemt (figuur 5 links: de rode lijnen van bovenste en onderste plaatje liggen dicht bij elkaar dan de donkerblauwe).



Figuur 5. Verloop in de tijd van de berekende slootpeilen en grondwaterstanden tijdens een extreme bui (48,5 mm in één uur) uit juni 1953; links voor OWD-pilot de Krimpenerwaard, rechts voor peilvak 9 (naar: bron 2 en 5). Getoond zijn de situaties zonder en met OWD en de verschillen daartussen. 'nu' = bij huidige maaiveldhoogte; '40 jaar' = bij toekomstige maaiveldhoogte over veertig jaar. Linker y-as: hoogte in cm t.o.v. maaiveld; rechter y-as: verschil in cm. Streefpeil is 45 cm (links) en 44 cm (rechts) beneden maaiveld.

Let op! In het scenario van de linker grafieken wordt wel water ingelaten vóór de bui; in het scenario van de rechter grafieken niet! Zie hiervoor de tekst onder dit figuur.

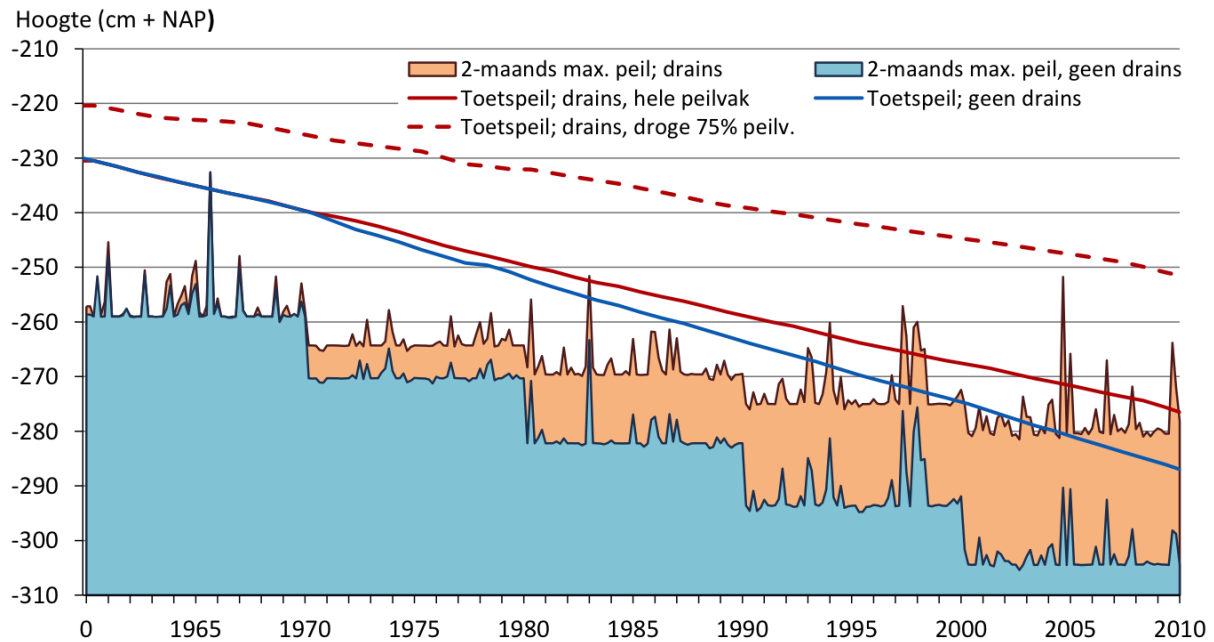
Figuur 5 (linksboven) laat voor pilot-OWD de Krimpenerwaard zien dat bij hevige buien als de doorgerekende, waarbij ook OWD niet kunnen voorkomen dat de grondwaterstand tot in het maaiveld schiet, het grote voordeel van OWD is dat ze de grondwaterstand circa vijf dagen eerder op een niveau (ca. -40 cm) brengen dat geschikt is voor beweiding en berijden.

Met peilbeheer dat anticipeert op de verwachte bui door de automatische inlaat (als peil is -48 cm +mv) één dag voor de bui *niet* uit te voeren (figuur 5 rechtsboven), zijn in peilvak 9 met OWD de piek in het peil 1 cm en de wateruitslag 2% kleiner dan zonder OWD door de grotere berging in veenbodem en oppervlaktewater op het moment van de bui. Deze verschillen zijn groter bij de maaiveldhoogten na 40 jaar (zonder OWD is wegzijging dan omgeslagen naar kwel) en bedragen dan 3 cm en 6% (figuur 5 rechtsonder). Het zo reguleren van de pieken in de peilen vereist maatwerk.

Wateroverlast bij OWD is voor peilvak 9 met een netwerkversie van model SWAP doorgerekend (bron 5). Hierbij is wateroverlast gedefinieerd als overschrijding van het 'toetspeil' waarbij 10% van de oppervlakte van het peilvak onder water staat. Voor de toekomstoptie met OWD is een tweede toetspeil gedefinieerd: het peil waarbij 10% van het hoge deel - de 75% van het areaal waar de functie landbouw blijft bestaan - is geïnundeerd. De overige 25% is te laag gelegen voor OWD en krijgt mogelijk de functie natuur.

In figuur 6 is het verloop van de toetspeilen en het 'tweemaands-maximum-slootpeil' in de tijd aangegeven. Als een piek in het peil uitsteekt boven het toetspeil is er sprake van wateroverlast. In de toekomstoptie zónder OWD treedt slechts eenmaal (weerjaar 1966) een piek op boven het toetspeil. Ook in de optie mét OWD treedt op dat moment wateroverlast op in het peilvak met nagenoeg gelijke piekhoogte en duur van de wateroverlast. Het toetspeil van de droge 75% van het peilvak in de optie mét OWD wordt nooit overschreden. De drooglegging in dit deel is, en blijft in de toekomst, groot genoeg om de pieken in het peil op te vangen.

De berekeningen tonen vooral aan dat het niet zozeer de hoogte van de peilpieken is maar de lage ligging van de natte delen die de kans op inundatie bepaalt. Zo berekent het model op bepaalde momenten (bv. 1998) hogere pieken voor de situatie zónder OWD dan voor de situatie mét OWD, die niet tot inundatie leiden (zie



*Figuur 6. Verloop in de tijd van de toetspeilen en van het 'tweemaands-maximum-peil' gedurende de 50-jarige simulatieperiode, berekend voor de toekomstopties zónder en mét OWD (uit: bron 5). Het 'tweemaands-maximum-peil' is het hoogste slootpeil van elke twee maanden. In dit figuur heeft elk jaar dus zes maxima, waaronder het absoluut-hoogste peil van dat jaar. Omdat het gemaal aanslaat bij streefpeil plus 1 cm, is de basislijn van het maximum peil van elk decennium ruwweg gelijk aan streefpeil + 1 cm. Op de x-as zijn de **weerjaren** gegeven; weerjaar 1961 is jaar 1 van de toekomst. De jaaraanduiding op de x-as markeert het einde van het jaar.*

ook **D.1**). De lagere pieken in de optie mét OWD veroorzaken dan wel overstrooming van de natte delen van het peilvak. Omdat in de lagere delen geen OWD liggen, dalen ze sneller dan de delen met OWD waaraan het slootpeil wordt aangepast. Daardoor wordt de drooglegging van de lagere delen steeds kleiner. Tot er evenwicht is bereikt in de dalingsnelheden (zie verder **D.1**).

C. Effecten van OWD op de agrarische bedrijfsvoering

Voor de agrariërs kunnen OWD gunstig zijn voor de bedrijfsvoering. Dit geldt vooral voor de drainerende werking van OWD in het voorjaar en gedurende natte perioden in het groeiseizoen (zie verder **A.6**). Uit praktijkonderzoek (bron 20, 21) blijkt dat OWD rendabel zijn bij een drooglegging (60 cm) die voor beperken van de maaiveldvaling net zo goed scoort als een drooglegging (20 cm) zónder OWD die te nat is voor rendabel landbouwkundig gebruik (tabel 3). Een milieukundig voordeel is de verminderde af- en uitspoeling van meststoffen. Vooral in veenweiden is de combinatie van een natte bodem en (organische) bemesting slecht voor de waterkwaliteit ([Hendriks, 2003](#)).

Correctie voerprijs (%)	-25	-25	0	0	50	50	Zelfvoor- ziening
Differentiatie loonwerkerskosten	nee	ja	nee	ja	nee	ja	
a) Referentie: geen OWD, drooglegging 20 cm	0	0	0	0	0	0	76%
b) Geen OWD, drooglegging 60 cm	-155	-194	-208	-247	-314	-353	88%
c) OWD, drooglegging 60 cm	-179	-258	-247	-325	-381	-459	100%
c2) Variant c inclusief kosten OWD	-14	-93	-82	-160	-216	-294	100%
g) Geen OWD, drooglegging 80 cm	-143	-221	-210	-288	-345	-423	100%

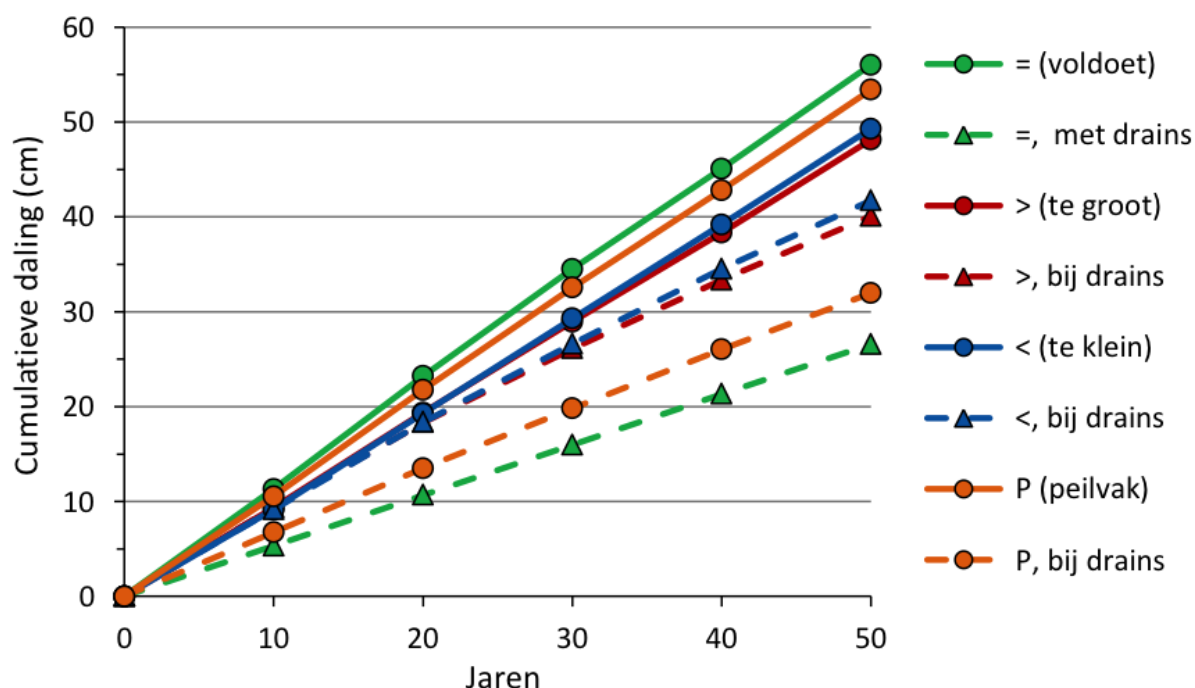
Tabel 3. Effecten van grotere drooglegging t.o.v. referentiedrooglegging (20 cm) met en zonder OWD op de totale bedrijfskosten (€ ha-1; negatief is vermindering) en op zelfvoorziening-% voor ruwvoer van een bedrijf in polder Zeevang ([bron 21](#)). De resultaten zijn voor de weerjaren 1992-2001 bij een 25% lagere en een 50% hogere ruwvoerprijs en al of niet hogere loonwerkkosten (verhoging bij variant a met 20% en bij b met 10%). Kosten OWD zijn € 165,- per ha per jaar. Négatief is vermindering van kosten.

Het bovenstaande en de relevante punten uit **A.6** samenvattend, luiden de conclusies over de betekenis van OWD voor de agrarische bedrijfsvoering:

- verbetering van de draagkracht in natte perioden, vooral in het voorjaar. Dit geeft meer bedrijfszekerheid;
- vermindering van de N-mineralisatie van veen en dus van de N-levering aan het gras;
- behoud van de grasopbrengst, ondanks de geringere N-levering uit veen;
- een betere benutting van N en P uit bemesting, minder af- en uitspoeling van meststoffen;
- minder droogteschade in droge zomers en minder natschade in natte zomers;
- kosten van de aanleg: 1700-2000 euro per hectare;
- deze investering is rendabel bij een drooglegging die net zo gunstig is voor beperken maaiveld daling als een zeer geringe drooglegging die landbouwkundig niet rendabel is;
- mogelijk treedt verbetering van de kwaliteit van het grasbestand op en neemt de nuttige (daadwerkelijk bruikbare) opbrengst op termijn toe door alle voordelen van OWD.

D.1. Effecten van OWD op maaiveldligging en drooglegging

In de loop der tijd nivelleren OWD de maaiveldhoogten en droogleggingen tussen percelen in één peilvak. Hoe dat proces in de tijd en in de ruimte verloopt, hangt sterk af van de beginmaaiveldhoogten, de verschillen in maaiveld dalingsnelheid (wel of geen kleidek) en het percentage areaal met OWD (bron 5).



Figuur 7. Verloop in de tijd van de berekende areaalgewogen gemiddelde maaiveld daling van de deelgebieden en van het totale Peilvak 9 (naar: bron 5). De deelgebieden onderscheiden zich door hun droogleggingsklasse:

Voldoet = geschikt voor OWD, 63% areaal;

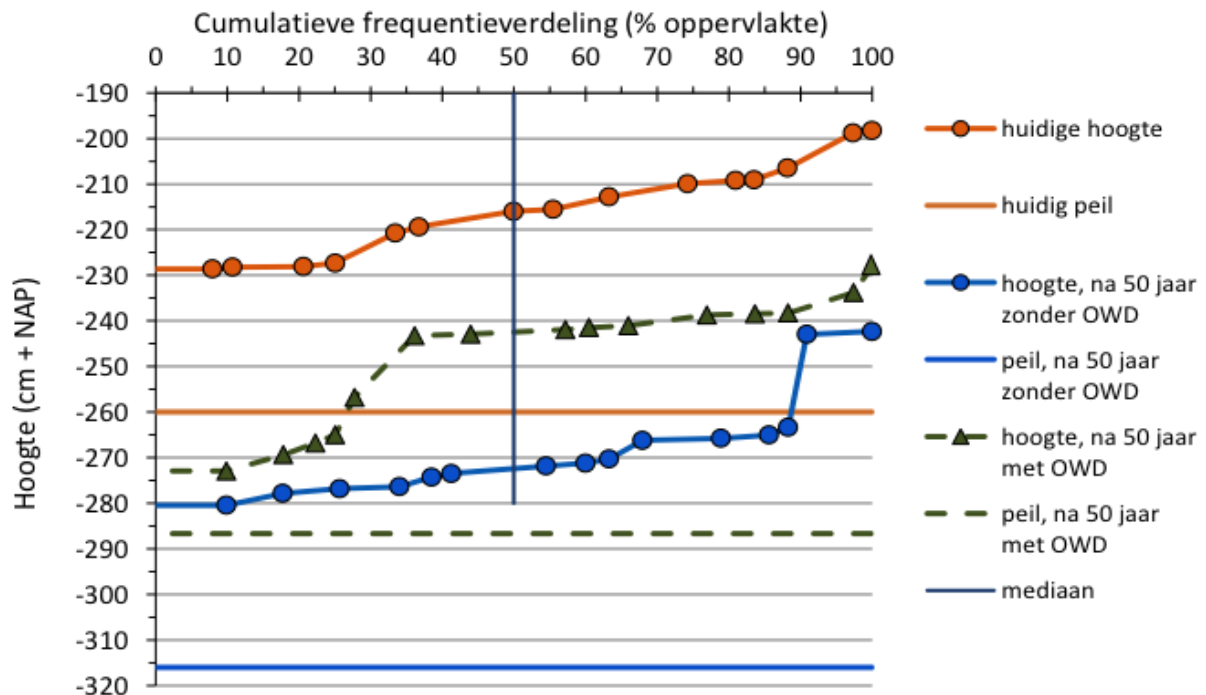
Te groot = te droog voor OWD, 12% areaal;

Te klein = te nat voor OWD, 25% areaal;

Doorgetrokken lijnen: toekomstoptie zónder OWD; onderbroken lijnen: toekomstoptie mét OWD.

Met OWD kan worden gestuurd op de verdeling van de maaiveldhoogten van de percelen binnen een peilvak. Hierbij speelt een belangrijk mechanisme een rol: bij toepassing van OWD in het grootste deel van het peilvak neemt de maaiveld dalingsnelheid van percelen die geen OWD bevatten ook af, mits logischerwijs - om recht te doen aan de investering van de OWD - de drooglegging bij peilbesluiten wordt aangepast aan de maaiveld daling van de percelen met OWD (figuur 7). Oorzaak hiervan is dat het maaiveld van de percelen zonder OWD sneller daalt dan het slootpeil waardoor de droogleggingen van deze percelen steeds kleiner worden en de percelen steeds natter (bron 5). Na verloop van tijd ontstaat evenwicht in maaiveldhoogteverschil tussen de percelen met en die zonder OWD; ze

dalen dan even snel. De remming van de maaiveldddaling die OWD geven, moeten de natte percelen zonder OWD dan halen uit een veel geringere drooglegging.



Figuur 8. Cumulatieve frequentieverdeling van de berekende maaiveldhoogten in Peilvak 9 en bijbehorend slootpeil, voor de huidige situatie en voor de toekomstopties zonder en met OWD na vijftig jaar (naar: [bron 5](#)). De symbolen geven de vijftien deelgebieden aan; de horizontale afstand tot hun linkerbuurman is hun procentuele aandeel in het gebiedsareaal. De verticale blauwe lijn in het midden geeft de waarde van de mediaan.

Van links af geteld zijn van de groene driehoekjes het 6de t/m het 13de en het 15de de deelgebieden met OWD. Het 14e en 15e deelgebied hebben een kleidek.

De twee bovenbeschreven mechanismen van ontwikkeling van perceelmaaiveldhoogten binnen een peilvak bij toepassing van OWD kunnen strategisch worden ingezet. Een voorbeeld voor peilvak 9 geeft figuur 8 (bron 5). De 12% hooggelegen percelen zonder OWD dalen sneller dan de percelen met OWD (figuur 7), zodat na 50 jaar hun maaiveld bijna dezelfde hoogte heeft als dat van de percelen met OWD. Aanbrengen van OWD in deze percelen bestendigt dan deze situatie.

In de 25% laaggelegen percelen zonder OWD is natte natuur voorzien. Ook zij dalen sneller dan de percelen met OWD (figuur 7) en liggen na 50 jaar gemiddeld 30 cm lager dan de percelen met OWD. Hun drooglegging bedraagt dan gemiddeld 17 cm. De laagste 40% van hen vormt het gebied van het toetspeil voor wateroverlast; zij kunnen dus deels inunderen (zie figuur 6, **B.3**). Na nog eens 40 jaar zijn zij in evenwicht met de omgeving: hun drooglegging is dan gemiddeld 12 cm en hun

maaiveld dalingsnelheid houdt gelijke tred met die van de percelen met OWD. Is dit een gewenste situatie - het duurzaam naast elkaar voorkomen binnen één peilvak van landbouwgebied en wat lager (20-30 cm) gelegen nat natuurgebied dat tijdelijk kan/mag inunderen - dan is deze strategie veelbelovend. Een belangrijk voordeel is de extra ruimte voor waterberging bij langdurige en/of intensieve neerslag (zie **B.3**).

Is deze situatie niet gewenst en moet de lage 25% behouden blijven voor de landbouw, dan is het beter om deze percelen ook van OWD te voorzien. Door hun geringere drooglegging dalen zij dan langzamer dan de overige percelen met OWD. Na 50 jaar heeft eenderde bijna dezelfde maaiveldhoogte als het overige deel van het peilvak; de rest ligt dan nog 5-10 cm lager met een minimale drooglegging van 35 cm die voldoet voor OWD. Het zal nog wel 50 jaar duren voordat deze verschillen zijn rechtgetrokken. Als dat ooit gebeurt, want de natte delen hebben meer wegzijging dan de rest (de oorzaak van hun lage ligging). Door vermindering van de bemesting zou in de aanlooptijd met (te) geringe drooglegging de extra uitspoeling van mestnutriënten naar de sloot kunnen worden beperkt.

D.2. Effecten van OWD op natuurgebieden

De effecten van OWD op natuurgebieden, of die nu binnen of buiten het peilvak liggen, zijn in principe altijd positief. In geval van hoger gelegen, natte natuurpercelen neemt de drainage naar de lagere landbouwpercelen met OWD minder sterk toe of zelfs af. In het laatste geval ontstaat op termijn mogelijk een evenwichtssituatie tussen maaiveld daling van natuur- en landbouwpercelen. Gaat het om lager gelegen natte natuurpercelen dan kan een duurzame situatie ontstaan waarbij natuur- en landbouwpercelen even snel dalen, zoals beschreven in **D.1**. Een ander voordeel van OWD voor natuurgebieden kan zijn dat de nutriëntenbelasting vanuit de landbouwpercelen afneemt. Dit is zeker relevant op de langere termijn.

6. Kosten en baten

De aanlegkosten van OWD zijn ca. € 1,00 per meter drainlengte (prijspeil 2012). Per hectare komt dit neer op 1700-2500 euro, afhankelijk van de drainafstand. De levensduur van OWD wordt geschat op 30 jaar, maar [Hoving et al. \(2011\)](#) en [Van den Akker et al. \(2013\)](#) rekenen met een afschrijftermijn van 20 jaar. De baten voor de veehouder zijn op korte termijn vooral de verbeterde draagkracht door de drainerende werking en de beperking van droogte- en natschade (zie hierboven **C**). Op de langere termijn worden de baten groter omdat de verminderde maaiveld daling

door OWD leidt tot vlakke, minder holle percelen die relatief gezien een grotere drooglegging hebben. De kosten en baten voor de veehouder zijn sterk afhankelijk van de drooglegging en de voerprijzen.

Uit een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden en de provincies Utrecht en Zuid-Holland volgt voor de middellange termijn (tot 2050) een batig economisch saldo van toepassing van OWD in het Groene Hart van €200 tot €300 per hectare per jaar, vooral door kostenbesparingen en betere mogelijkheden voor het bedrijfsleven ([Van Hardeveld et al., 2014](#)). Voor de melkveehouderij kan dit €20 tot €30 zijn, maar dit hangt sterk af van de bijdrage van overheden in de aanleg van onderwaterdrains. Op langere termijn wordt het batig saldo voor het gebied steeds groter (Van Hardeveld et al., 2014).

De baten voor het milieu zijn groot: de oxidatiesnelheid van het veen wordt minstens gehalveerd. Daardoor wordt jaarlijks per hectare gemiddeld 9-11 ton CO₂ minder uitgestoten. In de meeste gevallen zal bij toepassing van OWD de kwaliteit van het slootwater (licht) verbeteren. Een nadeel van de toepassing van OWD kan de toename van het waterverbruik in droge perioden zijn.

De voordelen voor het waterbeheer liggen voor een belangrijk deel in de toekomst. De verminderde maaiveldddaling leidt tot minder (vaak) peilaanpassingen, en vernieuwen en aanpassen van de infrastructuur. De toename van het aantal peilvakken wordt beperkt en mogelijk zijn minder peilvakken nodig. Daarnaast is de kans op overstroming van landbouwpercelen en bebouwd terrein kleiner.

Hoogwatersloten/zones (HWVZ's) bij bebouwing blijven beter functioneren en de aanleg van kades langs HWVZ's om het landbouwgebied te beschermen blijft beperkt. Renovatie, beheer en onderhoud van HWVZ's zijn enorme kostenposten voor het waterschap; doordat de omliggende landbouwgebieden dalen door veenoxidatie, komen de HWVZ's steeds hoger in het landschap te liggen en worden ook de beheerkosten steeds hoger.

7. Randvoorwaarden en kansrijke locaties

Het waterbeheer in veenweidegebieden is bij uitstek maatwerk. Dit geldt zeker voor de toepassing van OWD. Houdt men hier rekening mee, dan kunnen OWD in bijna alle veenweidegebieden worden toegepast. Alleen bij een sterke kwelsituatie kan vooraf worden aangenomen dat OWD milieutechnisch bezwaarlijk kunnen zijn door

vergroten van de afvoer van nutriëntenrijke en zoute kwel. Verder kan als maximale drooglegging in het algemeen 60 cm worden aangehouden: bij een grotere drooglegging kan de drainerende werking teveel gaan overheersen en kan de nutriëntenuitspoeling (vooral sulfaat) gaan toenemen. Een geringere drooglegging tot 40 cm is gunstiger voor het beperken van de maaivelddaling en de sulfaatuitspoeling.

Goed onderhoud plegen is een voorwaarde voor goede, langdurige werking van OWD is. De eindbuizen zijn kwetsbaar bij slootonderhoud; vermijden dat bagger in de drains komt of de in- en uitstroming hindert is belangrijk.

8. Governance

De voortdurende maaivelddaling en de daaruit volgende steeds groter wordende problematiek is een toenemende zorg voor de diverse overheden. Dat heeft zijn weerslag gevonden in de Nota Ruimte, waarin aangegeven is dat de maaivelddaling in de meest kwetsbare gebieden moet worden beperkt. Als oplossing werd daarbij een maximale drooglegging van 40 cm aangehouden. Voor veel veenweidegebieden houdt dat een peilverhoging in. Bij de melkveehouderij is echter een sterke oppositie tegen peilverhogingen omdat deze de draagkracht en opbrengsten sterk doen afnemen. In een structuurvisie van de drie Groene Hart provincies ([Voorloper Groene Hart, 2009](#)) wordt daarom toepassing van OWD gezien als een mogelijkheid voor zowel beperking van de maaivelddaling als behoud van een vitale melkveehouderij in het gebied. Door de Groene Hart provincies wordt in samenwerking met de betreffende waterschappen gewerkt aan de introductie van OWD in de praktijk in de vorm van pilots. De samenwerking heeft gestalte gekregen in de vorm van de Stuurgroep en het Programmabureau Groene Hart (www.groene-hart.nl) en deelname in het Veenweide Innovatie Centrum (VIC) (www.veenweiden.nl).

Het beleid betreffende de veenweidegebieden wordt sterk beïnvloed door het Europese beleid ten aanzien van het milieu in het algemeen en waterkwaliteit (Kaderrichtlijn Water: KRW) en klimaat in het bijzonder. De veenoxidatie en maaivelddaling en de daarmee samenhangende tendens van verslechtering van de waterkwaliteit maken het steeds moeilijker om aan de KRW te voldoen. Door klimaatverandering neemt de snelheid van de veenoxidatie en maaivelddaling toe, waarbij het watertekort bij droogte het probleem verdiept. De emissie van CO₂ door veenoxidatie is ongeveer 4,2 Mton per jaar (2-3% van de nationale antropogene

CO₂-missie). Door klimaatverandering kan deze eind van de eeuw zijn verdubbeld. De CO₂-emissie van veengronden in landbouwkundig gebruik wordt gerapporteerd aan de United Nations Framework Convention by Council Decision ([UNFCCC](#)) in het kader van de sector [LULUCF](#) (land use, land-use change and forestry). De emissies van veengronden hebben de aandacht van de EU. In 'Decision No 529/2013/EU of the European Parliament and of the Council' ([EU, 213](#)) wordt in artikel 10 de lidstaten gevraagd om te rapporteren over de plannen om de emissies in de sector LULUCF te verminderen. In de daarbij horende Annex IV wordt expliciet vernatting van veengronden als maatregel genoemd. Onlangs zijn door de EU concrete beleidsstappen genomen om in 2020, 2030 en 2050 bepaalde CO₂-doelstellingen te halen. Zo zal in 2030 de vastlegging en uitstoot van C in de bodem onderdeel moeten zijn in de vermindering van de broeikasgasemissie met 30% ten opzichte van 2005 ([COM\(2014\) 15 final](#)). De Gemeenschappelijke Agrarische Politiek (Common Agricultural Policy: CAP) na 2013 ([CAP 2013](#)) laat daarbij nog ruimte om nationaal beleid te voeren, hoewel dit minder is dan in de voorgaande CAP. Een Kaderrichtlijn Bodem ([COM\(2006\) 231](#) en [232](#)) is door een blokkerende minderheid van de EU landen weggestemd (waaronder Nederland) en in mei 2014 door de Commissie teruggetrokken. Daar staat echter tegenover dat in januari 2014 de EU Seventh Environment Action Programme ([7th EAP](#)) is aangenomen en vastgesteld. Daarin wordt speciale aandacht gegeven aan het verlies van organische stof, waarvan een groot deel is opgeslagen in veen. Toepassing van OWD biedt mogelijkheden om aan de doelstellingen van het EU beleid te voldoen.

Verschillende waterschappen staan positief tegenover het toepassen van OWD. Zo wil Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR) OWD meenemen in hun [Implementatiestrategie Wateropgave Wateroverlast](#) (IWW) als maatregel om wateroverlast te voorkomen of te verminderen. IWW is het traject waarin HDSR samen met interne en externe partners op zoek gaat naar doelmatige maatregelen om in de (nabije) toekomst wateroverlast (zoveel mogelijk) te voorkomen.

9. Praktijkervaring (nationaal en internationaal)

Toepassing van OWD om maaiveldafval te beperken is internationaal gezien zeer beperkt. In het Europese project Europeat ([Van den Akker, 2010](#)) zijn in Engeland OWD in een extensief graslandgebied met weide- en watervogelbeheer en in een tuinbouwgebied onderzocht. In het eerste gebied zijn moldrains toegepast waarbij een 'molgang' werd gefreesd van 15 x 15 cm. Dit functioneerde goed, maar er is

slechts twee jaar gemeten. Ook in Nederland zijn moldrains beproefd, die op de klassieke manier zijn aangelegd waarbij een stalen 'mol' door de grond wordt getrokken die de grond opzij drukt. Deze moldrains bleken na een jaar al niet meer te functioneren ([Hoving et al., 2008](#)).

Zie verder hieronder bij 'Lopende initiatieven en onderzoeken'.

10. Lopende initiatieven en onderzoeken

Op verschillende locaties in Nederland wordt (veld)onderzoek uitgevoerd naar de (kosten)effectiviteit van OWD, zoals op de [proefboerderij Zegveld \(VIC\)](#), in de polder Zeevang en het Wormer-Jisperveld (Noord-Holland), Krimpenerwaard en Lopikerwaard (Zuid-Holland) en in de polder Groot-Wilnis en Zegveld (Utrecht). Een overzicht geven Alterra-rapporten [2466](#) en [2479](#).

Voor een overzicht van actuele lopende onderzoeken en van relevante al afgesloten onderzoeken naar de werking van OWD is deze website interessant:

<http://www.veenweiden.nl/tag/onderwaterdrainage/>

11. Kennisleemten en kennisontwikkeling

Vooraf de werking van OWD in gebieden met (oligotroof) veenmosveen (Noord-Holland, Friesland) moet nog nader worden onderzocht. Momenteel loopt er een [pilot in Wormer-Jisperveld](#) (Noord-Holland). Hierbij moet worden bedacht dat het veenmosveen van Noord-Holland door de invloed van de zee eerder mesotroof dan oligotroof van aard is en grote hoeveelheden pyriet en (daardoor) sulfaat bevat. Friesland wijkt door grotere drooglegging, bredere percelen en veelal oligotroof veenmosveen meer af van het westen. Toepassing van OWD is bij deze brede percelen zeer gunstig voor de beperking van de oxidatie en verbeteren van de draagkracht. Het positieve effect op de draagkracht zal echter deels wegvallen door (veelal) een noodzakelijke peilverhoging omdat beperking van de maaiveld daling en oxidatie vereist dat de drooglegging maximaal 60 cm is. Een praktijkproef zou meer inzicht geven in de pro- en contra's van OWD in Friesland.

Ook het effect van OWD op de waterkwaliteit moet nader worden onderzocht in de praktijk. Hiervoor moet langer dan slechts enkele jaren worden gemeten, liefst op verschillende plekken in het veenweidegebied. Daarbij moet ook aandacht worden geschonken aan de verschuiving in transportroutes naar de sloot die OWD teweeg

brenge: zonder OWD door de slootbodem en langs de slootwand, met OWD direct in het slootwater ([Hendriks en Van den Akker, 2012](#)). Dit kan van invloed zijn op de lotgevallen van de uit/afspoelende nutriënten in de sloot.

De invloed van kwel/wegzijging op de effecten die OWD teweegbrengen is vooral groot op de lange termijn, de toekomstige ontwikkeling van de stijghoogte is dat daarom ook. Voor juist afwegen van positieve en negatieve effecten van grootschalige toepassing van OWD op de lange termijn is het van belang een realistische inschatting te maken van het verloop van de stijghoogte in de toekomst, bijvoorbeeld met een dynamisch grondwatermodel dat rekening houdt met klimaatverandering(scenario's) en zeespiegelstijging.

Voor onderzoeken van de effecten van OWD op de waterkwantiteit op regionale schaal is het van belang om berekeningen te doen met een gedetailleerd dynamisch hydrologisch model als SWAP gekoppeld aan een hydraulisch netwerkmodel. De koppeling zou dan maximaal op uurbasis moeten zijn vanwege de korte reactietijden bij toepassing van OWD.

12. Bronnen & links

- [Akker, Jan van den; Diggelen, J.M.H. van; Houwelingen, Karel van; Kleef, Jan van; Pleijter, Matheijs ; Smolders, A.J.P. ; Turlings, L.G. ; Wielen, S. van der \(2016\)](#). Praktijkproef onderwaterdrains Wormer- en Jisperveld. Wageningen Environmental Research rapport 2765), 67 p.
- [Akker, J.J.H. van den, 2010](#). Introduction to the special issue on degradation and green house gas emissions of agricultural managed peat soils in Europe. Geoderma 154, 171–172.
- [Akker, J.J.H. van den, J. Beuving, R.F.A. Hendriks en R.J. Wolleswinkel, 2007a](#). 5510 Maaiveldaling, afbraak en CO2 emissie van Nederlandse veenweidegebieden. Leidraad Bodembescherming, afl. 83, Sdu, Den Haag, 32 pp.
- [Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks, J.R. Mulder, 2007b](#). Invloed van infiltratiewater via onderwaterdrains op de afbraak van veengrond; Helpdeskvraag HD2057 Onderwaterdrains van Drunen 1106. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1597, 43.
- [Akker, J.J.H. van den, P.J. Kuikman, F. de Vries, I. Hoving, M. Pleijter, R.F.A. Hendriks, R.J. Wolleswinkel, R.T.L. Simões and C. Kwakernaak, 2008](#).

Emission of CO₂ from agricultural peat soils in the Netherlands and ways to limit this emission. In: Farrell, C and J. Feehan (eds.), 2008. Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use - The Future of Peatlands, Vol. 1 Oral Presentations, Tullamore, Ireland, 8-13 June 2008. International Peat Society, Jyväskylä, Finland. ISBN 0951489046. pp 645-648.

- [Akker, J.J.H. \(Jan\) van den, Rob Hendriks, Idse Hoving en Matheijs Pleijter, 2010.](#) Toepassing van onderwaterdrains in veenweidegebieden. Effecten op maaiveldddaling, broeikasgasemissies en het water. Werkgemeenschap voor Landschapsonderzoek (WLO), Utrecht, Landschap 27/3, 137-149.
- [Akker, J.J.H. van den, P.C. Jansen en E.P. Querner, 2011.](#) De huidige en toekomstige watervraag van veengronden in het Groene Hart; Verkenning naar het effect van onderwaterdrains. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2142.
- [Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks and M. Pleijter, 2012.](#) CO₂ emissions of peat soils in agricultural use: calculation and prevention. Proc. of the 19th Conference of the Int. Soil Tillage Res. Org. www.ISTRO.org
- [Akker, J.J.H. van den, R.F.A. Hendriks, I.E. Hoving, J. van Kleef, B. Meerkerk, M. Pleijter en A. van den Toorn, 2013.](#) Pilot onderwaterdrains Krimpenerwaard. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2466.
- COM(2006)231 final. Thematic Strategy for Soil Protection. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006DC0231&from=EN>
- COM(2006) 232 final. 2006/0086 (COD). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52006PC0232&from=EN>
- COM(2014) 15 final. A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2014%3A15%3AFIN>
- EAP (2014): EU Environment Action Program: (<http://ec.europa.eu/environment/newprg/>)
- EU, 2013. Decision No 529/2013/EU of the European Parliament and of the Council'. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:165:0080:0097:EN:PDF>

- [Hardeveld, H. van, M. van der Lee, J. Strijker, A. van Bokhoven en H. de Jong, 2014](#). Toekomstverkenning Bodemdaling. Eindrapport fase 1. Versie: Definitief, 8 september 2014. Houten, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.
- [Hendriks, R.F.A., 1991](#). Afbraak en mineralisatie van veen. Literatuuronderzoek. Rapport 199, DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- [Hendriks, R.F.A., 2003](#). Bemesting hoofdoorzaak van eutrofe veensloten? H2O (36) 2003, nr. 11: 33-36.
- [Hendriks, R.F.A., Wolleswinkel, R.J. and Van den Akker, J.J.H., 2008a](#). Predicting greenhouse gas emission in peat soil depending on water management with the SWAP-ANIMO model. In: Farrell, C and J. Feehan (eds.), 2008. Proceedings of the 13th International Peat Congress After Wise Use - The Future of Peatlands, Vol. 1 Oral Presentations, Tullamore, Ireland, 8-13 june 2008. International Peat Society, Jyväskylä, Finland. ISBN 0951489046. pp 583-586.
- [Hendriks, R.F.A., D.J.J. Walvoort en M.H.J.L. Jeuken, 2008b](#). Evaluation of the applicability of the SWAP-ANIMO model for simulating nutrient loading of surface water in a peat land area. Calibration, validation, and system and scenario analysis for an experimental site in the Vlietpolder. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 619.
- [Hendriks, R.F.A. en J.J.H. van den Akker, 2012](#). Effecten van onderwaterdrains op de waterkwaliteit in veenweiden. Modelberekeningen met SWAP-ANIMO voor veenweide-eenheden naar veranderingen van de fosfor-, stikstof- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater bij toepassing van onderwaterdrains in het westelijke veenweidegebied. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2354.
- [Hendriks, R.F.A., J.J.H. van den Akker, K. van Houwelingen, J. van Kleef, M. Pleijter en A. van den Toorn, 2013](#). Pilot onderwaterdrains Utrecht. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2479.
- [Hendriks, R.F.A., J.J.H. van den Akker, P.C. Jansen en H.Th.L. Massop, 2014](#). Effecten van onderwaterdrains in peilvak 9 van polder Groot-Wilnis Vinkeveen. Modelstudie naar de effecten van onderwaterdrains op maaiveldddaling, waterbeheer, wateroverlast en waterkwaliteit in peilvak 9. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2480.
- [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 blz.

- [Hoving, I.E., J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2009](#). Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains in polder Zeevang. Wageningen UR Livestock Research, rapportnummer 188.
- [Hoving, I.E., J.J.H. van den Akker, M. Pleijter en K. van Houwelingen, 2011](#). Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains in polder Zeevang. Wageningen UR Livestock Research, rapportnummer 449.
- [Hoving, I.E., P. Vereijken, K. van Houwelingen, M. Pleijter, 2013](#). Hydrologische en landbouwkundige effecten toepassing onderwaterdrains bij dynamisch slootpeilbeheer op veengrond. Wageningen UR Livestock Research, rapportnummer 719.
- [Jansen, P.C., E.P. Querner en C. Kwakernaak, 2007](#). Effecten van waterpeilstrategieën in veenweidegebieden. Een scenariostudie in het gebied rond Zegveld. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1516.
- [Jansen, P.C., E.P. Querner en J.J.H. van den Akker, 2010](#). Onderwaterdrains in het veenweidegebied en de gevolgen voor de inlaatbehoefte, de afvoer van oppervlaktewater en voor de maaiveldaling. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1872.
- [Kemmers, R.H. en G.F. Koopmans, 2010](#). Interne eutrofiëring en veenafbraak; literatuuronderzoek. Effect van toepassing van onderwaterdrains. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 1980.
- [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, Alterra-rapport 1035.
- [Kruk, M. en A. van der Zijden, 2013](#). Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems - 2012. Landschapsbeheer Zuid-Holland, Waddinxveen.
- Noord, T. van, 2012. Onderwaterdrainage in het veenweidegebied: Het effect van onderwaterdrainage op de draagkracht van de graszode. Stagerapport Christelijke Agrarische Hogeschool Dronten.
- Kwakernaak, C. and J. Verhoeven. ORAS Veenweidegebieden. 2013 [cited 2014 16-01-2014]; Available from: <http://www.veenweidegebieden-oras.nl/>.
- [Schipper P.N.M. , R.F.A. Hendriks, I.G.A.M. Noij, W. Honkoop, N. van Eekeren en L. Boekhorst, 2015](#). Potentie Kringlooplandbouw en onderwaterdrainage in veenweide. Alterra-rapport 2684. 30 blz

- [Smolders, A., L. Lamers, E. Lucassen and J. Roelofs, 2006](#). Internal eutrophication: how it works and what to do about it - a review. Chemistry & Ecology, nr. 22, pag. 93-111.
- Voorloper groene Hart, 2009. <http://stuurgroepgroenehart.nl/downloads/@265589/voorloper-groene/>
- [Veraart, J.A., C.C. Vos, A. Spijkerman, and J.P.M. Witte](#), Meekoppelkansen tussen Natura 2000, Kaderrichtlijn Water en het Deltaprogramma in de Klimaatcorridor Veenweide - een quick scan klimaatadaptatie. 2014: Wageningen. p. 88.
- [Vermaat, J.E., J. Harmsen, F.A. Hellman, H. Van der Geest, J.J.M. De Klein, S. Kosten, A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, R.G. Mes, and M. Ouboter](#), Sulfaatbronnen in het Hollandse veenlandschap. Landschap : tijdschrift voor Landschapsecologie en Milieukunde, 2013. 30(1): p. p.4-13.
- [Zijden, A. van der en M. Kruk, 2011](#). Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems. Landschapsbeheer Zuid-Holland, Waddinxveen.
-

Deze factsheet is opgesteld door Alterra, november 2014 en laatst geactualiseerd in januari 2018.

Auteurs

- Rob Hendriks
- Jan van den Akker (Alterra)
- met inbreng van Joost Heijkers (HDSR)

13. Ervaring agrariërs

Van de deelnemers van het praktijknetwerk is een enquête afgenomen. De antwoorden zijn in onderstaande tabel gegeven (uit [Van den Akker et al., 2013](#)).

Antwoorden enquête praktijknetwerk onderwaterdrainage

Voordelen van OWD

- 1 Betere draagkracht
 - Minder risico neerslag pieken
 - Minder water in de greppels
- 2 Minder bodemdaling
 - Vroeger er op met beweiden
 - Langer beweiden (minder vertrapping)
 - Langer behoud van de goede grassen
- 3 Vroeger in het voorjaar toegankelijk
 - Meer opbrengst per hectare
 - Flexibeler gebruik van perceel
 - Maakt beweiden makkelijker
- 4 Minder plassen op het land
 - Beter beweiden en maaien mogelijk
 - Meer gras groei in dorge periode
- 5 Afremmen van maaiveld daling
- 6 Eerder in het voorjaar begaanbaar
- 7 Voorjaar betere draagkracht
 - Minder werk om te greppelen
- 8 Eerder begaanbaar in het voorjaar
 - Eerder de koeien in het perceel
- 9 Draagkracht
 - Grasbestand beter
 - Verlengd seizoen

Nadelen van OWD

- 1 Sloop onderhoud ivm eindbuizen
- 2 Aanleg kosten
 - Inklinking op de plek waar de drain ligt
 - Bij de aanleg komen bomen boven
- 3 Nazakken sleuven
 - Eindbuizen makkelijk beschadigen
- 4 Soms te voelen waar de drainage is
 - Opletten met sloten en baggeren
- 5 Drempels in het land na aanleg
 - Lastig met sloten als de buizen om de 6 meter liggen en de maaibak is 5 m
 - Kosten en opbrengsten liggen te ver uit elkaar
- 6 Prijs
- 7 Geen waarneembaar voordeel in de zomer en herfst
 - Bij sloten onderhoud goed aangeven waar drains lig
- 8 Kosten
 - Eindbuizen controleren
- 9 Prijs

Aandachtspunten bij aanleg

- 1 Doorlatendheid --> drain afstand
 - Drainlengte
 - Drooglegging onder greppels
- 2 Niet te lange drains
 - Niet te ver uit elkaar
 - Centraal beginnen in de sloot (gecentreerd)
 - Eindbuizen goed zichtbaar
- 3 Goed zichtbare eindbuizen
 - Op letten met sloten of als koe in de sloot zit
- 4 Markeren waar de eindbuizen liggen
 - Bij eindpijp sloot op diepte houden
- 5 Goed stokken bij de buizen in de sloot zetten
- 6 Opletten met het opschonen van de sloot
- 7 Palen bij de eindpijp om het te kunnen vinden
- 8 Vaker baggeren
- 9 Eindbuizen markeren met sloot schoonmaken

Overige ervaringen

- 1 Instroom opening vrij houden
- 2 Geen
- 3 Drairange is vooral aan te raden bij natte percelen.
 - In de winter 2011 met veel sneeuw was goed zichtbaar hoe goed het werkte.
 - Wanneer het dooit bij de einbuizen kan je water zien stromen onder het ijs
- 4 Je moet eigenlijk kunnen zien of er water in of uit gaat.
 - Optie voor een vervolg.
- 5 Geen visueel verschil in draagkracht, wel in de draagkracht metingen
 - Ik zou zelf wel nog een perceel aanleggen als het niet meer als 300-500 Euro kost.
 - Ik doe het dan allen tegen maaiveld daling
 - Eventueel vervolg of advies naar buurman:
- 6 Oplossing voor een perceel wat vrij plat of hol ligt
 - Onder de greppel werkt het goed
 - Zou het de buurman aanraden
- 7 Even afwachten op subsidie, als deze niet komt
 - gaan we er zelf mee verder
 - Goed om meer aan te leggen
- 8 Iedereen die je het uitlegd is positief, ook niet agrariers!
- 9 Ik zou het mijn buurman ook aanraden

Het netwerk heeft aardig wat publiciteit gehad. Hieronder een overzicht.

Berichttype	Kernboodschap	Datum	Doelgroep
Nieuwsbericht VV	Grootschalige inzet van OWD op veengronden	19-05-2011	Allen
Nieuwsbericht VV	Onderwaterdrainage werkt!	05-07-2011	Allen
Nieuwsbericht VV	Aanleg proefvelden door Praktijknetwerk 'OWD op veengrond'	02-09-2011	Allen
Nieuwsbericht VV	Onderwaterdrainage machine in ontwikkeling voor praktijknetwerk	20-09-2011	Allen
Nieuwsbericht VV	Feiten en cijfers over de (on)zin van onderwaterdrainage	22-11-2011	Allen
Presentatie pdf	Feiten en cijfers over de (on)zin van onderwaterdrainage	Najaar 2011	Allen
Artikel	Leg drains in al het veen	01-10-2011	Lezers Nieuwe Oogst
Nieuwsbericht VV	Metingen van Tim van Noord	Juli 2012	Allen
Nieuwsbericht VV	Aanleg drainage Noord Holland	Oktober 2012	Allen
Nieuwsbericht VV	Bodemdruk drainagemachines	November 2012	Allen
Groot artikel	Ervaringen met OWD en lessen vanuit de praktijk	Eind april 2013	Lezers Nieuwe Oogst

VV = website www.verantwoordeveehouderij.nl

Aandachtspunten bij de aanleg van onderwaterdrains

Gebaseerd op de bestaande kennis en ervaringen komen we op de volgende aandachtspunten bij de aanleg van onderwaterdrains:

1. Drooglegging mag maximaal 60 cm zijn.
2. Bovenkant drain moet minimaal 15 cm onder slootpeil liggen.
3. Bovenkant drain maximaal 25 cm onder slootpeil (ter voorkoming van te diepe drain).
4. Bovenkant drain minimaal 45 cm -mv (ter voorkoming van te ondiepe drain).
5. Bovenkant drain maximaal 75 cm -mv (ter voorkoming van te diepe drain).
6. Drainafstand mag maximaal 6 m zijn.
7. Drains die parallel langs sloot liggen moeten op minimaal 6 m afstand van de sloot liggen.
8. Drainlengte mag maximaal 300 m zijn (bij een draindiameter van 6 cm) voor de infiltratie.
9. Draindiameter moet minimaal 6 cm zijn.
10. Drainuiteinden bij de sloot moeten goed worden aangeven/gemarkeerd.

Van deze tien aandachtspunten levert punt 8 vaak het meeste discussie op. De aangegeven 300 m als maximum lengte geldt voor de infiltratie, die wordt bepaald door de gewasverdamping en eventuele wegzijging. Voor de drainerende functie van de onderwaterdrains is de neerslag van belang, waarbij veel meer water moet worden afgevoerd in een zo kort mogelijke tijd om de grond snel wat droger te krijgen na een natte periode. Uit de metingen volgde dat bij drainage na ca. 250 m lengte het effect van de drains op de verlaging van de grondwaterstand is gehalveerd. Dit pleit ervoor om de drains niet te lang te maken. In de praktijk bestaat echter de wens om langere drainlengten toe te passen, omdat aanleg in de lengterichting van een perceel veel aantrekkelijker is dan aanleg in de breedterichting van een perceel. Niet alleen wordt de aanleg goedkoper, maar het aantal eindbuizen dat in de sloot uitkomt wordt ook veel kleiner. Bij aanleg op droge grond bestaat ook de kans dat de insnijding nog lang voelbaar is bij berijding. Bij aanleg in de dwarsrichting levert dit dan ongemak op.

Bij de aanleg moet er voor gezorgd worden dat de drains goed horizontaal liggen. Het is daarom van groot belang dat het laservlak goed horizontaal ligt. De afwijkingen in de hoogte van de drain mag niet groter zijn dan de halve diameter van die drains. Bij de aanleg van de drains moet de draagkracht voldoende zijn. Een slechte draagkracht beïnvloed duidelijk de kwaliteit van de aanleg. Onderhoud van de sloot is essentieel om de drains goed te laten functioneren. Voor een goede infiltratie vanuit de sloot is het belangrijk dat de eindbuizen van de drains niet in de bagger liggen.

14. Overzicht lopende onderzoeken

Naam Onderzoeksproject	Pilot Wormer-Jisperveld (2011-nu)
Betrokken partijen	Opdrachtgever: HH Hollands Noorderkwartier Uitvoering: Alterra, B-Ware, Veenweide Innovatiecentrum (VIC)/Wageningen UR Livestock Research, Witteveen & Bos
Contactpersonen	Jan van den Akker
Onderzoekslocaties	Wormer-Jisperveld
Links/documenten	Link website
Naam Onderzoeksproject	Praktijkproef Zeevang (2012-nu)
Betrokken partijen	Opdrachtgever: Provincie Noord-Holland Uitvoering: Grontmij, Wageningen UR Livestock Research, Alterra
Contactpersonen	Idse Hoving, Livestock Research Wageningen UR
Onderzoekslocaties	Polder Zeevang
Links/documenten	Rapport: Hoving et al. (2011)

In 2013 en 2014 wordt in de polder Zeevang, nabij Warder, door Hoving van Livestock Research verder onderzoek gedaan naar het effect van onderwaterdrains op opbrengsten en draagkracht bij droogleggingen van 40 en 60 cm. Dat zal zeker leiden tot meer inzicht op dit punt.

15. Overzicht afgesloten recente onderzoeken

Naam Onderzoeksproject	Praktijkproef onderwaterdrains (2003-2007)
Betrokken partijen	Wageningen UR Livestock Research, Alterra, Veenweide Innovatiecentrum (VIC)
Contactpersonen	Idse Hoving
Onderzoekslocaties	Zegveld
Links/documenten	Rapport: Hoving et al. (2008)
Naam Onderzoeksproject	Modelstudie Onderwaterdrains waterkwaliteit (2010-2012)
Betrokken partijen	Opdrachtgevers: ministerie EL&I, Provincie Utrecht, Provincie Zuid-Holland Uitvoering: Alterra Begeleiding: DLG, ministerie EL&I, Provincie Utrecht, Provincie Zuid-Holland, HH Hollands Noorderkwartier, HH Rijnland, HH de Stichtse Rijnlanden, HH Schieland en de Krimpenerwaard, Waternet
Contactpersonen	Rob Hendriks, Jan van den Akker
Onderzoekslocaties	-
Links/documenten	Rapport: Hendriks, R.F.A. en J.J.H. van den Akker (2012)
Naam Onderzoeksproject	Pilots onderwaterdrains (2010-2013)
Betrokken partijen	Opdrachtgever: Provincie Utrecht, Provincie Zuid-Holland, HH Schieland en de Krimpenerwaard, HH de Stichtse Rijnlanden, Waternet Uitvoering: Alterra
Contactpersonen	Jan van den Akker
Onderzoekslocaties	Stolwijk (Krimpenerwaard, Zuid-Holland), Vlist (Lopikerwaard, Utrecht), Demmeriksekade (Utrecht)
Links/documenten	Rapporten: Van den Akker et al. (2013) ; Hendriks et al. (2013)
Naam Onderzoeksproject	Modelstudie onderwaterdrains Peilvak 9
Betrokken partijen	Opdrachtgever: Waternet Uitvoering: Alterra
Contactpersonen	Rob Hendriks
Onderzoekslocaties	-
Links/documenten	Rapporten: Hendriks et al. (2014)

16. Disclaimer

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.