



ALTERRA

WAGENINGEN UR

Onderwaterdrains in het veenweidegebied

Toelichting op de methode en meetinrichting

M. Pleijter

J.J.H. van den Akker



Alterra-rapport 1586, ISSN 1566-7197



Onderwaterdrains in het veenweidegebied

Onderwaterdrains in het veenweidegebied

Toelichting op de methode en meetinrichting

M. Pleijter

J.J.H. van den Akker

Alterra-rapport 1586

Alterra, Wageningen, 2007

REFERAAT

Pleijter, M. & J.J.H. van den Akker, 2007. *Onderwaterdrains in het veenweidegebied; Mogelijkheden van de toepassing van onderwaterdrains en de invloed op de maaiveldaling in het veenweidegebied* Wageningen, Alterra, Alterra-rapport1586. 59 blz.; 49 fig.; 25 tab.; 30 ref. 7

Drains wordt doorgaans gebruikt voor het afvoeren van overtollig water. De onderwaterdrains kunnen echter ook gebruikt worden om water aan te voeren (infiltratie). Door de dubbele functie van de drains ontstaat een grondwaterregiem met een relatief lage hoogste grondwaterstand en een relatief hoge laagste grondwaterstand. Hierdoor wordt oxidatie van veen in de zomermaanden zoveel mogelijk tegengegaan, terwijl het landbouwkundig beheer niet negatief wordt beïnvloed dankzij een lagere grondwaterstand vroeg in het voorjaar. Deze proef bekijkt op verschillende locaties (Zegveld, Linschoten en in polder Zeevang) wat het effect is van de onderwaterdrains op de grondwaterstanden en de maaiveldligging.

Trefwoorden: Drainage, drains, infiltratie, maaiveldaling, veen, veenoxidatie, veenweidegebied, veenzakking, grondwaterstanden.

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via www.alterra.wur.nl. Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie www.boomblad.nl/rapportenservice

© 2007 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

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

Inhoud

Samenvatting	9
Woord vooraf.....	11
1 Inleiding	13
2 Fysiologie	14
2.1 Ligging	14
2.1.1 Zegveld	14
2.1.2 Linschoten	15
2.1.3 Polder Zeevang	16
2.2 Profiel van de percelen	17
2.3 Bodemopbouw	19
2.3.1 Zegveld	19
2.3.2 Linschoten	20
2.3.3 Polder Zeevang	22
3 Methode	28
3.1 Referentiehoogten	28
3.2 Grondwaterstandbuizen	29
3.3 Maaiveld tussen de onderwaterdrains	29
3.4 Maaiveld rondom de meetopstelling	30
3.5 De zakplaten	31
3.5.1 Zegveld	32
3.5.2 Linschoten	33
3.5.3 Polder Zeevang	34
4 Resultaten	37
4.1 Slootwaterstanden	37
4.2 Grondwaterstanden	38
4.3 Maaiveld	41
4.3.1 Zegveld	41
4.3.2 Linschoten	42
4.3.3 Polder Zeevang	43
4.4 Zakplaten	43
4.4.1 Zegveld	43
4.4.2 Linschoten	47
4.4.3 Polder Zeevang	49
Literatuur	53
Bijlage 1 Foto's aanleg onderwaterdrains op Zegveld.....	55
Bijlage 2 Foto's aanleg moldrainage op Zegveld.....	56
Bijlage 3 Foto's aanleg onderwaterdrains op Linschoten	57
Bijlage 4 Foto's aanleg onderwaterdrains polder Zeevang.....	58

Samenvatting

Op vier verschillende locaties zijn in het westelijke veenweidegebied percelen ingericht met onderwaterdrains. De drainage heeft naast een drainerend functie tijdens natte perioden ook een infiltrerende functie tijdens droge omstandigheden. Doel van de onderwaterdrains is om uitzakken van grondwater tijdens droge perioden te verminderen, waardoor er minder krimp en oxidatie van het veen zal optreden. Bijkomend voordeel van de drains is dat tijdens natte perioden overtollig water gemakkelijker kan worden afgevoerd en de grondwaterstand minder lang aan het maaiveld zal staan. Hierdoor worden de gebruiksmogelijkheden voor agrarisch gebruik verbreed. De vier locaties waar de velden zijn ingericht zijn: Zegveld (2004), Linschoten (2005), Kwadijk (2006) en Hobrede (2006). Op Zegveld zijn vier velden aangelegd met twee verschillende slootpeilen. Bovendien zijn de drains aangelegd met variërende afstanden (4, 8 en 12 m) tussen de drains. Op Linschoten ligt een veldje en in Hobrede en Kwadijk liggen twee veldjes met onderwaterdrains. Op ieder perceel is een referentie veldje aanwezig. De zakking van het maaiveld wordt gemonitord door jaarlijkse metingen van het maaiveld in vaste raaien over de velden heen. Verder is er een meetopstelling van zakplaten geïnstalleerd waarmee op verschillende diepten onder het maaiveld de zakking wordt gemonitord. De metingen van zakplaten vinden jaarlijks in het voorjaar en najaar plaats. Alleen in Zegveld zijn er metingen van meer dan een jaar beschikbaar, maar de meetreeks is te kort om conclusies te kunnen trekken over de invloed van drains op de zakking van het maaiveld. Op de veldjes wordt ook het grondwaterstandverloop in de tijd en ruimte gemonitord. Dit rapport beschrijft de methode en meetinrichting van het onderzoek, resultaten en conclusies zullen in volgende rapportage volgen.

Woord vooraf

Het laatste decennium wordt vanuit het beleid steeds meer aangedrongen op peilverhogingen om de maaiveldddaling van veengebieden te beperken. In de Nota Ruimte wordt bijvoorbeeld een drooglegging van 40 cm –mv voorgesteld. Een rendabele melkveehouderij is bij een dergelijke drooglegging echter problematisch. Bovendien is een dergelijke drooglegging nog steeds vrij groot en wordt de maaiveldddaling daardoor maar in beperkte mate gereduceerd. Daarom zijn door Animal Sciences Group (ASG) en Alterra (van Environmental Sciences Group, ESG) verschillende onderzoeken gestart naar het gebruik van onderwaterdrains als alternatief voor verhoging van slootpeilen. Door ASG is eind 2003 een onderzoek geïnitieerd op vier percelen van de proefboerderij Zegveld, waarvan twee percelen met een laag -peil en twee percelen met een hoog slootwaterpeil. De hoge peilen waren vooral bedoeld als uiterste in een experiment en zijn minder relevant als praktijksituatie. Dit onderzoek wordt gefinancierd door het Productschap Zuivel. Eind 2005 is door ASG een tweede praktijkonderzoek gestart op twee praktijkbedrijven in de Polder Zeevang. Dit praktijkexperiment, dat sterker praktijk gericht is dan het experiment op de proefboerderij Zegveld, wordt gefinancierd door het Productschap Zuivel, de Dienst Landelijk Gebied en de Provincie Noord-Holland. Alterra participeert in deze experimenten met name in het hydrologisch onderzoek en het onderzoek naar de maaiveldddaling. Door Alterra wordt onderzoek gedaan naar het gebruik van onderwaterdrains in het Europese project EUROPEAT, gefinancierd door de EU en door het Ministerie van LNV, en in het project “Waarheen met het Veen?”, wat onderdeel is van het BSIK programma “Leven met Water”.

Het voorliggende rapport gaat in op de aanleg van de onderwaterdrains, de inrichting van de proefvelden en de methoden die bij de meting van de maaiveldddaling en de bodemdaling in het veenprofiel zijn gebruikt. Omdat slootpeilen, grondwaterstanden en maaiveldddalingen sterk met elkaar zijn verbonden is ook hierop ingegaan. Vooral als voorbeeld zijn in dit rapport een aantal resultaten gepresenteerd.

Naast de eerste auteur van het rapport zijn vooral de volgende personen bij de metingen betrokken geweest: O.H. Boersma, W. de Groot en M.M. van der Werff. Projectleider van de ASG projecten is ir. I.E. Hoving, projectleider van het BSIK project ‘Waarheen met het veen?’ is dr. C. Kwakernaak. De eigenaren van de praktijkbedrijven in de projecten zijn de heren J. Bakker te Kwadijk, J. Steenman te Hobrede en H. van Leeuwen te Linschoten. Van het onderzoek in de polder Zeevang zijn de heren S. Hoogendoorn (WLTO) en J. van Weerdenburg (Landinrichtingscommissie) één van de initiatiefnemers geweest. Van de proefboerderij Zegveld waren de heren J. Verheul en K.M. van Houwelingen bij het project betrokken.

1 Inleiding

Achtergrond

Zakking van het maaiveld als gevolg van veen oxidatie is in het veenweidegebied een probleem dat steeds meer aandacht krijgt. Het tegengaan van oxidatie van het veen is steeds opgericht de (grond)waterstanden in het veenweidegebied te verhogen. Omdat een hoge grondwaterstand grote nadelige effecten heeft op het landbouwkundige beheer van het gebied stuiten deze plannen op verzet uit (met name) de agrarische sector. Bovendien is de effectiviteit van het verhogen van de grondwaterstand niet groot, omdat de grondwaterstanden in de (een droge) zomer dan toch weer relatief diep wegzakken.

Onderwaterdrainsdrains

Bij onderwaterdrainsdrains worden drainagebuizen zonder afschot op een bepaalde diepte onder de slootwaterspiegel in het profiel gebracht. Bij geringe tegendruk loopt er water vanuit de sloot de onderwaterdrains in. In een situatie waarbij er afvoer plaatsvindt stroomt het water door de onderwaterdrains de andere kant op in de richting van de sloot. Door de onderwaterdrains vindt hiermee afwisselend waterafvoer en wateraanvoer plaats. Het gevolg is dat de grondwaterstanden in de winter en vroege voorjaar minder hoog zullen stijgen en dat de grondwaterstanden in de late zomer minder diep zullen wegzakken.

Veenzakking

Met veenzakking wordt eigenlijk bedoeld de zakking van het maaiveld als gevolg van krimp en oxidatie van veen en inklinking van het veen door consolidatie. Met name diepe grondwaterstanden in de zomer hebben een grote bijdrage aan de oxidatie van veen en daarmee de maaiveldddaling in het veenweidegebied. De proef is daarom vooral gericht op het omhoog krijgen van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), zonder dat dit nadelig effecten heeft op het landbouwkundig beheer. Het hoofddoel van onderwaterdrains is de beperking van de maaiveldddaling. Daarbij is het gebruik van onderwaterdrains een alternatief voor het verhogen van het slootpeil, dat leidt tot slechte landbouwkundige omstandigheden in het winterhalfjaar en natte perioden in de zomer. Daarom is voor de proef niet alleen de grondwaterstand van belang, maar wordt veel aandacht besteed aan de daling van het veen om te meten hoeveel het gebruik van onderwaterdrains in de praktijk de maaiveldddaling kan beperken. Deze metingen vinden niet alleen plaats aan het maaiveld, maar ook op verschillende dieptes in het veenprofiel met behulp van zakplaatjes.

2 Fysiologie

2.1 Ligging

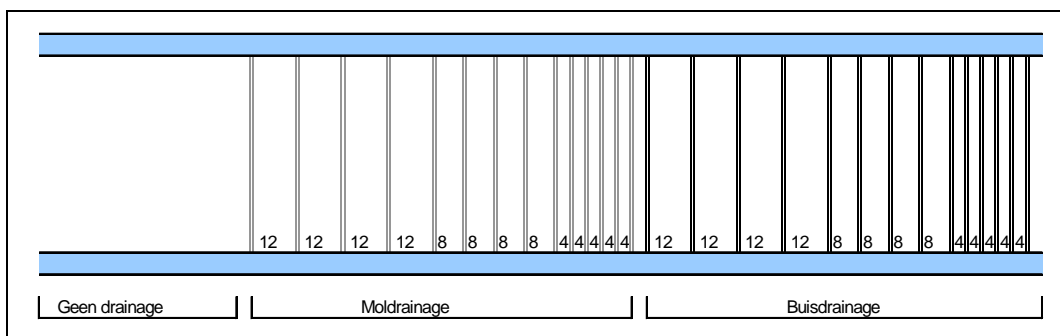
Op vier verschillende locaties in Nederland zijn proefvelden uitgezet met onderwaterdrains (tabel 1). In de Polder Zeevang liggen de locaties Kwadijk en Hobrede, in Utrecht Zegveld en Linschoten. De locaties onderscheiden zich door bodemgesteldheid, hydrologische situatie en management. Op de locatie Zegveld en in polder Zeevang zijn bij twee verschillende hydrologische situaties proefvelden ingericht. In Linschoten is één proefveld ingericht.

Tabel 1 X, Y-coördinaten van de locaties

Locatie	X	Y
<u>Zegveld</u>		
Perceel 2	117 223	461 290
Perceel 3	117 266	461 287
Perceel 11	117 280	460 983
Perceel 13	117 372	461 026
<u>Linschoten</u>	125 041	453 867
<u>Kwadijk</u>		
Proefperceel	128 064	505 561
Referentieperceel	127 105	504 912
<u>Hobrede</u>		
Proefperceel	128 411	505 786
Referentieperceel	128 549	505 677

2.1.1 Zegveld

Op het ROC Zegveld aan de Oude Meije worden sinds de jaren zestig van de 20^e eeuw twee verschillende slootpeilen gehandhaafd. Eén peil wordt aangeduid als ‘droog’ en bedraagt ca 0,60 m –mv., het andere peil, ‘nat’, bedraagt ca 0,20 m –mv. Bij beide peilen zijn twee proefvelden ingericht, met verschillende drainage afstanden (4, 8 en 12 m) en drainagemiddelen (mol- en buisdrainage). Als referentie is een deel van de percelen niet gedraineerd. De veldjes met verschillende drainage afstanden worden beschouwd als aparte proefvelden. In figuur 1 is de inrichting van de percelen schematisch weergegeven.



Figuur 1 Schematische inrichting van de proefpercelen op de locatie Zegveld.

De buisdrainage op de locatie Zegveld is in oktober 2003 aangelegd met een kettingfrees (zie foto's bijlage 1) waarin de drainagebuis (rond 60 mm) is gelegd. De buis is voorzien van een pp450 omhulling (figuur 2). De buizen zijn zonder afschot aangelegd op een diepte van ca 10 cm onder het gewenste waterpeil in de sloot. De sleuf is met eigen materiaal weer opgevuld en vervolgens met de wielen van de trekker aangereden. Op de sleuven is gras heringezaaid. De ligging van de sleuven was eind juli 2006, na een droge en zeer warme periode, zichtbaar doordat op de sleuven het gras opmerkelijk langer en lichter van kleur was dan elders op het perceel (zie foto's in bijlage 1). De moldrainage is sleufloos aangelegd, waarbij een conus met een diameter van 11 cm, bevestigd aan een "poot" met behulp van een trekker door het profiel wordt getrokken (zie foto's bijlage 2). Omdat de moldrainage binnen korte tijd verstopt raakte zijn na 2004 de metingen op deze velden gestopt.

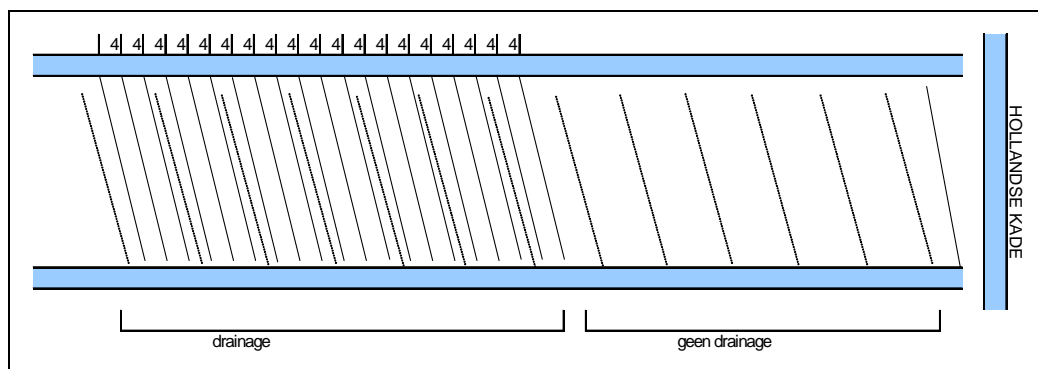


Figuur 2 pp450 omhulling materiaal voor drainagebuizen.

2.1.2 Linschoten

De proeflocatie betreft een perceel dat tegen de Hollandse Kade aanligt. In Linschoten wordt al enige jaren onderbemaling toegepast en zijn de percelen gedraineerd op een diepte van ca. 0,80 m –mv. Het waterpeil regiem is dusdanig dat in de winter het peil laag gehouden wordt en in de zomer wordt het peil hooggehouden. De proeflocatie was gedraineerd met buizen rond 50 mm en hart op hart 12 m. De onderwaterdrains liggen echter schuin op de zuidoostelijke sloot, zodat de onderlinge afstand bij de sloot 15 m bedraagt (zie ook de foto's in bijlage 3). Deze 'oude' drainage is bij de sloot deels verwijderd en afgesloten en vervolgens vervangen door een drainagesetstel met buizen rond 60 mm (omhulling pp450) met een onderlinge afstand van 4 m gemeten in de lengterichting van het perceel (zie figuur 3). De nieuwe onderwaterdrains zijn evenwijdig aan de oude onderwaterdrains gelegd op een diepte van ca 10 cm onder het gewenste slootpeil. De onderwaterdrains zijn in oktober 2005 gelegd met een sleufloze draineermachine (bijlage 3). Het gewenste slootpeil tijdens de proef bedraagt 0,60 m –mv. De

kopsloot langs de Hollandse Kade heeft een hoog peil, deze kan niet worden gevarieerd. Bij de proef is de laatste 160 meter van de langssloot afgedamd, zodat het peil in beide sloten beheerst kan worden. De achterste 80 m van de proeflocatie blijft ongedraineerd. Om de invloed van het hoge peil in de Hollandse Kade te beperken is echter een nieuwe drainage buis op ca 2 m vanaf de Hollandse Kade uitmondend op de zuidoostelijke sloot gelegd.



Figuur 3 Schematische inrichting van het proefperceel op de locatie Linschoten (De oude drainage is gestippeld weergegeven).

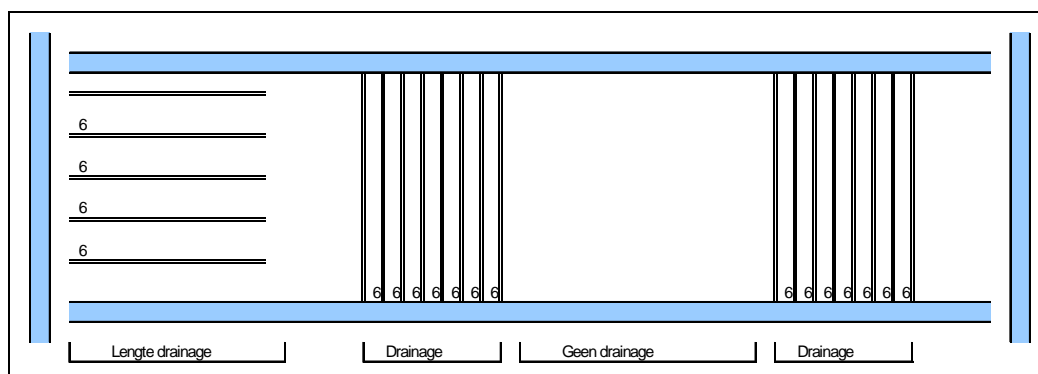
2.1.3 Polder Zeevang

In de Polder Zeevang zijn in september 2006 op twee verschillende agrarische bedrijven proefpercelen ingericht. Terwijl de bodemgesteldheid en hydrologische situatie op beide bedrijven weinig verschillen, onderscheiden de locaties zich door verschillend waterbeheer. In Hobrede is de ontwatering veel dieper dankzij een ontheffing voor het onderbemalen van het slootpeil. In Kwadijk is het slootpeil altijd even hoog als het buitenwater geweest. Op beide locaties wordt drooglegging nu ingesteld op 0,60 m –mv; voor Kwadijk een flinke verlaging, voor Hobrede een verhoging ten opzichte van de oude situatie. De drainage is op beide locaties aangelegd met een sleufloze draineermachine (zie de foto's in bijlage 4). Tijdens de werkzaamheden is lokaal enige schade aan het perceel ontstaan. Met name langs de greppels is de zode op een aantal plaatsen losgetrokken en heeft spoorvorming plaatsgevonden (bijlage 4).

Kwadijk

Kwadijk is een locatie waar het peil steeds hooggehouden is (0,20 m –mv.). Op het proefperceel zijn in september 2006 twee vakken met onderwaterdrains aangelegd. De onderwaterdrains hebben een onderlinge afstand van 6 m en lopen haaks op de sloten aan weerszijde van het perceel (figuur 4). Op het proefperceel is tevens een gedeelte waar de drains in de lengterichting zijn gelegd en er zijn twee andere percelen met onderwaterdrains die over de gehele lengte (respectievelijk 350 en 450 m) zijn gelegd. Deze twee percelen dienen als praktijkvoorbeeld. Het slootpeil is omlaag gebracht naar 0,60 m –mv. De drains hebben een diameter van 60 mm en zijn voorzien van een niet gestandaardiseerd omhullingsmateriaal (gerecyclede bollennetten). De drains liggen op een diepte van ca 70 cm –mv. en zijn zonder

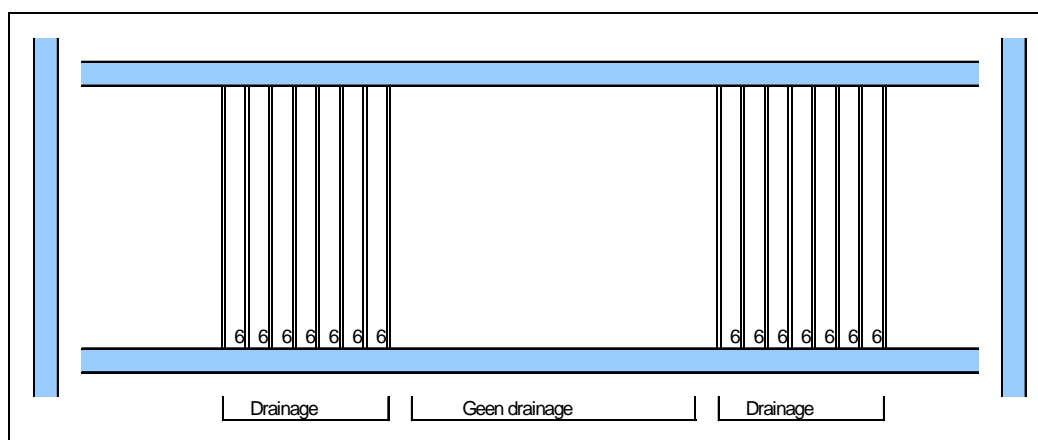
afschot aangelegd. Verder is er een perceel ingericht die als referentie dient; op dit perceel is geen drainage aangelegd en is het hoge slootpeil gehandhaafd.



Figuur 4 Schematische inrichting van het proefperceel op de locatie Kwadijk

Hobrede

In Hobrede is sinds jaar en dag onderbemaling toegepast tot 0,78 m –mv. Het peil in de sloten is ten behoeve van de proef verhoogd naar 0,60 m –mv. Op het proefperceel zijn in oktober 2006 bij twee veldjes onderwaterdrains aangelegd (rond 60 mm, niet-gestandaardiseerde omhulling). De onderwaterdrains zijn met een onderlinge afstand van ca. 6 m gelegd (diepte ca 70 cm –mv.) en liggen haaks op de sloten aan weerszijde van het perceel (figuur 5). Het referentieperceel behoudt het lage slootpeil van 0,78 m –mv. en is niet gedraineerd.

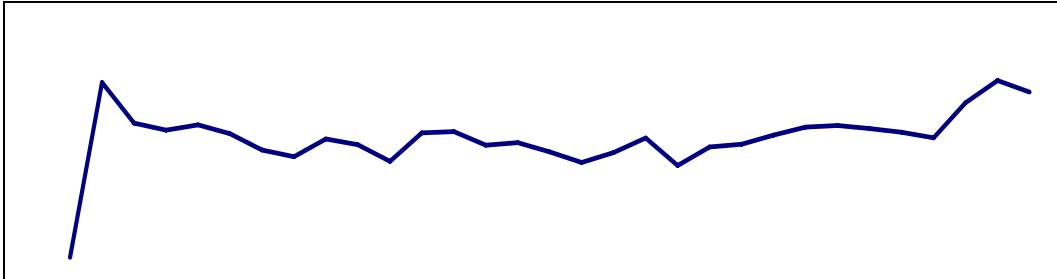


Figuur 5 Schematische inrichting van het proefperceel op de locatie Hobrede

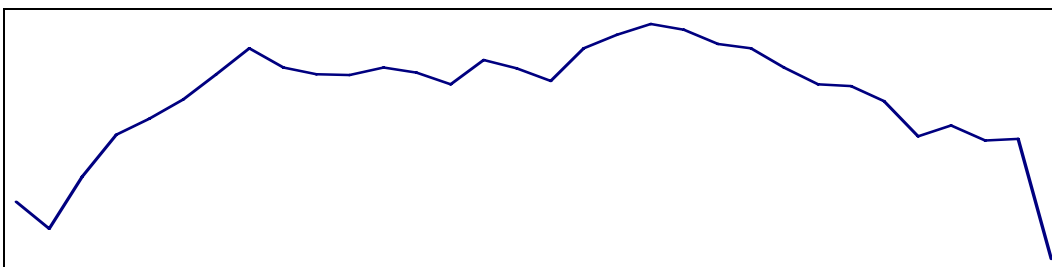
2.2 Profiel van de percelen

De vorm van een perceel heeft grote invloed op de hydrologie van een perceel. Zo zal een perceel met een holle ligging moeilijker kunnen afwateren op de nabij gelegen sloot dan een perceel met een bolle ligging. Bij de installatie van de meetopstelling is daarom rekening gehouden met de vorm van het perceel. De percelen op de locaties Zegveld, Linschoten en polder Zeevang hebben allemaal een specifieke vorm. Op Zegveld is het midden van de percelen lager dan de slootkanten (figuur 6). Door deze holle vorm zijn de percelen in het midden over het algemeen natter dan langs de

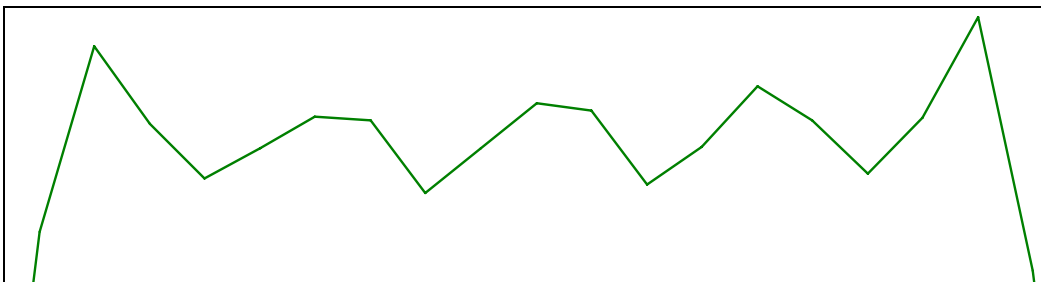
slootkant. De percelen in het midden zijn natter dan langs de slootkanten door een hogere grondwaterstand en doordat neerslag water niet oppervlakkig naar de sloot kan afstromen en bovendien water van de hogere slootkant naar het midden van het perceel afstroomt.



Figuur 6 profiel van perceel 3 op Zegveld; een holle ligging met hoge slootkanten en een laag midden



Figuur 7 profiel van het proefperceel in Linschoten; een perceel met een oorspronkelijk bolle ligging met lage slootkanten en een hoog (ingezakt) midden.



Figuur 8 profiel van het proefperceel in Hobrede (polder Zeevang); percelen met een stelsel van akkers en greppels.

In Linschoten is het proefperceel “bol” gelegd (figuur 7). Hierbij zijn de slootkanten laag en is het midden hoog. De helling van de percelen is dichtbij de sloot het groots en neemt af nabij de top. In het profiel van Linschoten is te zien dat het midden van het perceel afgeplat is, mogelijk als resultaat van zakking van het maaiveld. De Percelen op de locaties Hobrede en Kwadijk worden gekenmerkt door een stelsel van afwateringsgreppels en daar tussen in akkertjes (figuur 8). De akkertjes liggen bol en wateren af op de greppels. De akkers langs de sloot zijn in Hobrede duidelijk hoger dan de overige akkers, in Kwadijk is dit niet het geval.

2.3 Bodemopbouw

2.3.1 Zegveld

De bodemgesteldheid van de proeflocatie Zegveld wordt globaal weergegeven op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000. De bodem bestaat hoofdzakelijk uit matig voedselrijke broekveengronden, met een kleiige moerige bovengrond. In de ondergrond komen veel houtresten in de vorm van boomstobben en takken (kienhout) voor. De bodemopbouw in Zegveld is beschreven in een profielkuil die op perceel 2 is gegraven. In tabel 2 staat de beschrijving van de bodemopbouw weergegeven. Het veenpakket (Formatie van Nieuwkoop) is ca 6 meter dik; daaronder liggen pleistocene zandafzettingen.

Aard van de bovengrond

De bovengrond bestaat uit kleiige moerig sterk veraard veen. Het kleigehalte van de bovengrond neemt vanaf het noorden nabij de Meije langzaam af naar het zuiden. De bovengrond heeft een zeer fijne tot fijne korrelige en subangulair blokkige structuur. De consistentie is bros, er zijn weinig zeer fijne bioporiën, maar veel zeer fijne en fijne wortels (figuur 9). Opvallend zijn de, zeer weinig, aanwezige zandkorrels als resultaat van bemestingen en het aanbrengen van toemaak in het verleden. Ook komen in de bovengrond al grove delen hout voor, op sommige plaatsen steken restanten van bomen boven het maaiveld uit. In vergelijking met het droge perceel is de structuur op het natte perceel minder fijn korrelig.



Figuur 9 Foto van het bodemprofiel op perceel 2 in Zegveld Koopveengrond in mesotroofbroekveen (kaartenheid bVb op Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000) Foto opname: Gert Peek.

Veensoort

Nabij het veenstroompje de Meije en de verderop gelegen Oude Rijn is in veel voedselrijk water bosveen tot ontwikkeling gekomen. Het veen in de ondergrond kenmerkt zich door een relatief hoog slib (klei-)gehalte en het voorkomen van opvallend grote stukken hout. Het kienhout komt op een aantal plaatsen door werking en zakking van het maaiveld aan het oppervlakte te voorschijn en geeft hinder aan het beheer van de percelen.

Ondergrond

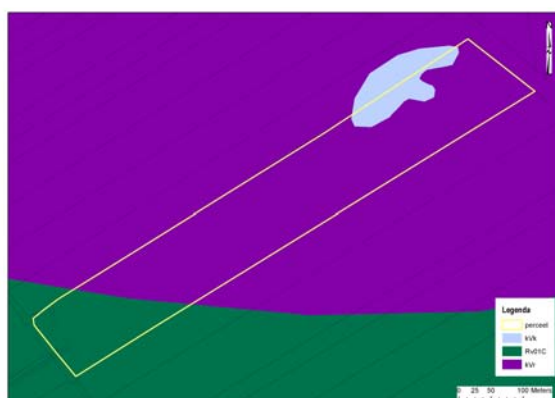
Het veenpakket op de locatie in Zegveld is ca 6 meter dik. Het veenpakket is tamelijk uniform van opbouw, af en toe wordt het onderbroken door een dun kleilaagje. Het veen bestaat afwisselend uit broekveen of zeggeveen. De onderkant van het veenpakket is niet beschreven.

Tabel 2 profielbeschrijving perceel 2 Zegveld

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Omschrijving
	Begin	Eind			
1 Ah	0	15	35	22	Donkerbruin grijs kleïg veen, met enkele zandkorreltjes en roestvlekken
2Cw	15	24	35	22	Zwart, veraard, kleïg veen
2 Cu	24	57	55		Grotendeels veraard, zwart zeggeveen
2 Cr	57	80	65		Bruin, gereduceerd, mesotroof broekveen, veel houtresten
2 Cr	80	120	75		Roodbruin gereduceerd mesotroof broekveen

2.3.2 Linschoten

Van de percelen in Linschoten is alleen informatie over de bodemopbouw beschikbaar van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000 (Blad 31 West Utrecht). Omdat deze kaart slechts een globaal beeld geeft van de variatie in de bodemopbouw zijn er aanvullend een aantal boringen beschreven (figuur 10). “Linschoten” ligt in een kleine veenkern die tussen de Oude Rijn en de Hollandsche IJssel gelegen is. Het Pleistocene zand ligt op ca 5,5 m –mv. Daarboven liggen afzettingen die horen tot de Formatie van Echteld. De afzettingen van de Echteld formatie worden onderbroken door inschakelingen van het Hollandveen laagpakket (formatie van Nieuwkoop). Het Hollandveen laagpakket is 2 á 3 m dik en bestaat uit zeggeveen en bosveen.



Figuur 10 fragment Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000 voor Linschoten, aangevuld met boringen op de proeflocatie

Aard van de bovengrond

De bovengrond bestaat uit een 10 – 45 cm dikke laag zware klei. De dikte van de kleilaag neemt van oost naar west toe en bovendien is het kleidek aan de randen van het perceel door het rondleggen aanzienlijk dunner dan in het midden van het perceel. Bij een kleidikte van meer dan 40 cm is er geen sprake meer van een (waard-)veengrond, maar van een kleigrond met een veenondergrond (liedeerdgrond). In het midden van het perceel ligt de grens tussen kleigronden en veengronden enkele honder meters meer naar het oosten, dan uit de Bodemkaart van Nederland blijkt. Hieronder (tabellen 3 tot en met 5) zijn enkele kenmerkende profielen beschreven.

Tabel 3 profielbeschrijving proefperceel Linschoten aan de slootkant

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1 Ah	0	15	6.0	45	5	Donkerbruine, humeuze, kalkloze zware klei
2Cw	15	20	35			Zwart, veraard, zeggeveen
2 Cu	20	70	55			Grotendeels veraard, zwart zeggeveen
2 Cr	70	150	65			Bruin, gereduceerd, mesotroof rietzeggeveen

Tabel 4 profielbeschrijving midden proefperceel Linschoten

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1 Ah	0	10	6.0	45	5	Donkerbruine, humeuze, kalkloze zware klei
1Cg	10	38	4.0	55	5	Donkergrijsbruine, roestige, matig humeuze zeer zware klei
2 Cu	38	70	55			Grotendeels veraard, zwart zeggeveen
2 Cr	70	150	65			Bruin, gereduceerd, mesotroof rietzeggeveen

Tabel 5 profielbeschrijving midden perceel Linschoten met klei in de ondergrond

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1 Ap	0	25	10.0	45	5	Donkerbruine, humustrijke, kalkloze zware klei
1Cg	25	30	4.0	55	5	Donkergrijsbruine, roestige, matig humeuze zeer zware klei
2 Cw	30	60	35			Zwart, grotendeels veraard, zeggeveen
3 Cgr	60	75	10.0	55	3	Bruingrijze, humusrijke, kalkloze, half gerijpte zeer zware klei met rietresten
3 Cri	70	150	4.0	55	2	Grijze, ongerijpte, kalkloze, zeer zware klei

Veensoort

In de omgeving van de Hollandsche IJssel en de Oude Rijn heeft veel voedselrijk water de vorming van oligotroof veen tegengegaan. Het veen in de ondergrond bestaat daarom hoofdzakelijk uit klei rijk zeggeveen waarin veel houtresten

voorkomen. In de omgeving of diepere ondergrond kan ook bosveen voorkomen, maar over het algemeen is er weinig variatie in het veen aangetroffen.

Ondergrond

Onder het veen liggen oudere rivierafzettingen. Omdat tijdens de ontwikkeling van het veenpakket de rivieren een grote invloed op het gebied hadden, komen in het veen inschakelingen van rivierafzettingen voor. Dit komt tot uiting in het voorkomen van klei binnen 1,20 m –mv. in het noordwestelijke gedeelte van het proefperceel. Heel lokaal komt de klei zelfs binnen 0,80 m –mv. voor, waardoor het overwegende sediment tussen mv. en 0,80 cm –mv. van minerale aard is (tabel 5). Op het kaartje zijn deze gronden weergegeven als kV_k; veengronden met een klei boven- en ondergrond.

2.3.3 Polder Zeevang

Afzettingen uit het pleistoceen bevinden zich in de polder Zeevang op een diepte van ca. 20 m. Daarboven bevinden zich mariene afzettingen die tot de formatie van Naaldwijk (laagpakket van Wormer) worden gerekend. Aan het oppervlakte komt in de polder een veenlaag (formatie van Nieuwkoop) voor die in dikte varieert tussen 0,80 en 1,0 meter. Het veen bestaat hoofdzakelijk uit zeggeveen of veenmosveen. Op plaatsen waar geen veenmosveen voorkomt is dit door vertering verdwenen, of is het door plaatselijke eutrofiëring nooit tot ontwikkeling gekomen. Volgens Pons en Wiggers (1960) is de veenmosveengroei in delen van polder Zeevang niet tot ontwikkeling gekomen omdat delen ervan onder invloed bleven van nabij open water van het huidige Markermeer. Op het veen is lokaal klei afgezet (formatie van Naaldwijk, laagpakket van Walcheren). De bodemgesteldheid tot 1,20 m –mv. is recent in kaart gebracht door Mulder et al., 1995 (figuur 11). Hieronder worden een aantal aspecten per locatie verder uitgewerkt.



Figuur 11 bodemkaart polder Zeevang naar Mulder et al., weergegeven met legenda van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:50 000.

Kwadijk

Aard van de bovengrond

De aanwezigheid en de dikte van het (zware) kleidek bepalen in grote mate de variatie in bodemopbouw. De proefpercelen hebben een bovengrond die bestaat uit kleiig moerig materiaal (koopveengronden), maar op het bedrijf liggen ook gronden waarbij de bovengrond bestaat uit humusrijke klei (weideveengronden). Het kleidekje varieert in dikte tussen 5 en 30 cm en bestaat uit matig zware kalkloze klei. (zie tabel 6 t/m 8)

Tabel 6 profielbeschrijving perceel 6 Kwadijk, lengte drains 450 meter

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1ACg	0	15	30	38		Veraard, kleiig, zwart veen, roest vlekken
1Cu1	20	50	70			grotendeels veraard, zwart, riet-zeggeveen
1Cr	50	75	85			gereduceerd riet-zeggeveen
1Cu2	75	90	80			grotendeels veraard, zwart, zegge-rietveen
2Cri1	90	105	3	30	3	slappe, blauwe rietklei
2Cri2	105	150		30	4	vrij stevig, korrelige blauwe korte klei

Tabel 7 profielbeschrijving perceel 12 Kwadijk, lengte drains 450 meter

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1Ah	0	10	25	42	5	Venige klei
1ACg	10	20	18	42	5	Zwart grijze humusrijke klei met roestvlekken
1Cw	20	35	45			veraard veen
1Cu1	35	45	65			Grotendeels veraard veenmosveen
1Cr	45	70	85			gereduceerd riet-zeggeveen
1Cu2	70	85	70			grotendeels veraard, zwart, zegge-rietveen
2Cri1	85	130	2	38	3	slappe blauwe rietklei
2Cri2	130	150		38	4	vrij stevig, korrelige blauwe korte klei

Tabel 8 profielbeschrijving perceel 12 Kwadijk, proefperceel

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
ACg	0	20	30	38		veraard kleiig veen
Cw	20	30	65			veraard veen
Cu1	30	50	75			Grotendeels veraard zeggeveen
Cr	50	70	85			gereduceerd riet-zeggeveen
Cu2	70	90	70			grotendeels veraard, zwart, zegge-rietveen
Cri1	90	120	5	42	3	slappe blauwe rietklei
Cri2	120	150		42	4	vrij stevig, korrelige blauwe korte klei

Veensoort

Uit de boringen blijkt dat er op veel locaties nog restanten veenmosveen aanwezig zijn, maar dat op slechts drie locaties veenmosveen de hoofdveensoort is. In alle boringen die volgens de bodemkaart in een vlak met veenmosveen liggen, is echter veenmosveen aangetroffen. Dat niet in alle gevallen veenmos de hoofdveensoort is heeft naast ruimtelijke variatie ook met interpretatie te maken. Wanneer de ruimtelijke verbreiding wordt bekeken waar veenmos is aangetroffen, dan blijkt dat alleen in het centrale gedeelte geen veenmos is onderscheiden. De bodemkaart stamt uit 1995, in de tussentijd kunnen als gevolg van oxidatie het veenmosveen zijn verdwenen waardoor veranderingen zijn opgetreden in de bodemkundige opbouw.

Ondergrond

In alle boringen wordt onder het veen de zogenoemde korte klei aangetroffen. Dit is een afzetting die na rijping weer onderwater is komen te liggen. De korrelige structuur van de klei veroorzaakt een grote verzadigde doorlatendheid. De onderkant van deze laag is moeilijk vast te stellen. Naast het proefperceel is tot 350 cm –mv. met een guts in de sloot het profiel onderzocht. Tot 150 cm –mv. was er duidelijk sprake van een korrelige structuur van de ongerijpte klei (korte klei), daaronder wordt de klei elastischer en compacter, met nog een enkel dun laagje met korte klei. De klei onder de korte klei is zwaar van textuur en bevat een beetje organische stof (rietresten). Het profiel loopt langzaam af en vanaf 300 cm –mv. wordt het sediment duidelijk zandiger en kalkrijk (het materiaal is niet getest op kalkrijkdom). Onderin de boring bestaat het materiaal uit kalkrijk wadzand behorende tot de afzettingen van Calais.

Hobrede

Aard van de bovengrond

Het organische stofgehalte van de bovengrond neemt globaal van zuid naar noord af; langs het spoor liggen gronden met een kleidek tot maximaal 30 cm dikte (weideveengronden). Achter de boerderij komen kleidekken zonder eerdlaag voor (waardveengronden). Vermoedelijk zijn de gronden hier ondiep verwerkt waardoor de eerdlaag is verdwenen. Het kleidekje varieert in dikte tussen 5 en 30 cm en bestaat uit matig zware kalkloze klei. Zowel op het proefperceel als op het referentieperceel liggen echter hoofdzakelijk veengronden met een moerige bovengrond (koopveengronden). In de tabellen 9 en 10 staan de voor deze locatie karakteristieke profielen beschreven.

Veensoort

Op de bodemkaart wordt veenmosveen als meest voorkomende veensoort tussen 0 en 80 cm –mv. weergegeven. In de praktijk zijn alleen 10 – 30 cm dikke laagjes op 30 – 70 cm –mv. herkend als veenmosveen. De veenlaag hierboven is sterk verweerd, waardoor de veensoort onherkenbaar is. In een aantal boringen is spalterveen onderkent. Spalterveen is een zeer sterk gelaagd veenmosveen met een zeer lage waterdoorlatendheid. Het is aannemelijk dat de bovenste 40 – 60 cm veen uit

veenmosveen of veenmosveenresten bestaat. Onder deze veenmosveenlaag is de veensoort hoofdzakelijk zeggerietveen.

Ondergrond

Over het hele bedrijf wordt in de ondergrond (kalkrijke) zware zavel tot lichte klei aangetroffen. De begindiepte van de kleiondergrond varieert van 90 – 100 cm –mv, en loopt naar het noorden toe langzaam dieper weg tot 110 – 120 cm –mv. Het dieper liggen van de klei ondergrond heeft invloed op het kleidek aan de bovenkant van het profiel. Terwijl het veenpakket redelijk constant in dikte blijft (ca 60 - 90 cm) neemt de dikte van het kleidek langzaam toe. Net als in Kwadijk heeft de top van de kleiafzettingen kenmerken van korte klei, al neemt de korrelige structuur van de klei naar het noorden toe af.

Tabel 9 profielbeschrijving perceel 6 Hobrede, proefperceel

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1Ahg	0	20	18	36	5	Donker bruin, roestige kalkloze venige klei
1Cw	20	35	40			Veraard zwart veen, korrelig
1Cu	35	40	65			Geoxideerd, zwart veenmosveen
1Cr	40	100	75			Gereduceerd, rood bruin zeggeveen
2Cri1	100	120	5	40	3	Blauw grijze, humusrijke kalkloze ongerijpte rietklei
2Cri2	120	180	3.5	36	4	Blauw grijze, kalkrijke bijna gerijpte zware klei

Tabel 10 profielbeschrijving perceel 9 Hobrede, referentieperceel

Horizont	Diepte		Org. stof %	<2 um %	Rijping	Omschrijving
	Begin	Eind				
1A/C	0	15	25	40	5	Grijze, hetrogene venige klei
1Ahgb	15	30	30	40	5	Donker bruin, roestige kalkloos kleilig veen
1Cw	30	35	55			Zwart veraard veen
1Cu	35	55	65			Geoxideerd zwart veenmosveen
1Cri	55	100	80			Gereduceerd, rood bruin zegge- of rietzeggeveen
2Cri1	100	120	5	38	3	Blauw grijze, slappe kalkloze zware rietklei
2Cri2	120	150	3.5	32	3	Blauw grijze, slappe kalkrijke lichte klei
2Cr	150	180	2	40	4	Grijze blauwe, bijna gerijpte zware klei

Veenterpen en Daliegaten

Langs de Oud Raeffeldamweg komen veenterpen voor. De veenterpen bestaan uit voornamelijk moerig materiaal. Het totale veenpakket bedraagt in de veenterpen 150 – 200 cm. Naast de relatief hoge ligging kenmerken de veenterpen zich door de aanwezigheid van een betrekkelijk dik veenmosveenpakket. In de ondergrond gaat dit veenmosveen over in zeggeveen en vervolgens wordt de kleiondergrond bereikt op een diepte van ca. 1,60 m –mv.

Daliegaten zijn met veen opgevulde gaten met een doorsnede van 2 tot 5 meter. De daliegaten zijn ontstaan door het opgraven van zavel- en kleigronden die onder het veen lagen. Met deze kalkrijke zavel en klei werden de veengronden bemest. De gaten zijn opgevuld met veen of klei of afval en zijn nauwelijks in het maaiveld zichtbaar. De daliegaten kenmerken zich door een heterogeen bodemprofiel dat tot grotere diepte (>2 m –mv.) doorloopt.

3 Methode

De veenzakking wordt gemonitord aan de hand van hoogtemetingen van het maaiveld en hoogtemetingen van zakplaten. De zakplaten zijn het voornaamste onderdeel van de meetopstelling die bij het meten van veenzakking gebruikt wordt. Een meetopstelling kan uit meerdere zakplaten bestaan die op verschillende dieptes zijn geïnstalleerd. Verder bestaat de meetopstelling uit vaste referentiehoogtepunten en een serie grondwaterstandbuizen.

3.1 Referentiehoogten

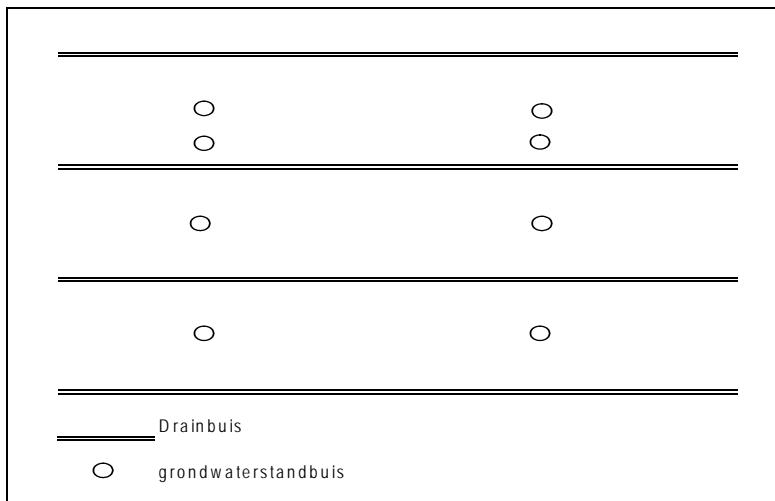
In de nabijheid van de meetopstelling is een vast punt geïnstalleerd die als referentiehoogte gebruikt wordt. Er kan gebruikgemaakt worden van het landelijk meetnet Rijksdriehoekmeting (RD-net), maar deze punten liggen in veel gevallen ver van de meetlocatie af. Om praktische redenen, maar ook met het oog op de nauwkeurigheid verdient het de aanbeveling om dichtbij de meetopstelling een referentie hoogte te hebben. Hiertoe is een ijzerenbuis zo diep mogelijk (het liefst tot de zandondergrond) de grond in geduwd. Omdat nooit met zekerheid iets over de stabiliteit van een enkel referentiepunt gezegd kan worden zijn per locatie meerdere referentiepunten geplaatst. Naast een referentiepunt op het perceel, het zogenaamde zakbaken, wordt een tweede referentiepunt in de slootgeplaatst. Aan dit referentiepunt, het slootbaken, is een peilschaal gehangen waarmee het slootpeil eenvoudig kan worden gemonitord. De hoogte van de referentiepunten wordt vervolgens vanaf een RD-punt ingemeten. Op ieder perceel is tenminste één vaste referentiehoogte beschikbaar (tabel 11).

Tabel 11 hoogte [m NAP] van de referentiepunten op de proeflocaties.

Locatie	Zakbaken	Slootbaken 1	Slootbaken 2
<i>Zegveld</i>			
perceel 2	-2.705		
perceel 3	-2.038	-2.228	
perceel 11	-2.341		
perceel 13 noord	-2.404	-1.799	
perceel 13 zuid	-2.413		
<i>Linschoten</i>	-1.483	-1.649	-1.247
<i>Kvadijk</i>			
proefperceel	-2.281	-2.443	
referentieperceel	-2.299	-2.197	
<i>Hobrede</i>			
proefperceel	-2.403	-2.518	
referentieperceel	-2.209	-2.510	

3.2 Grondwaterstandbuizen

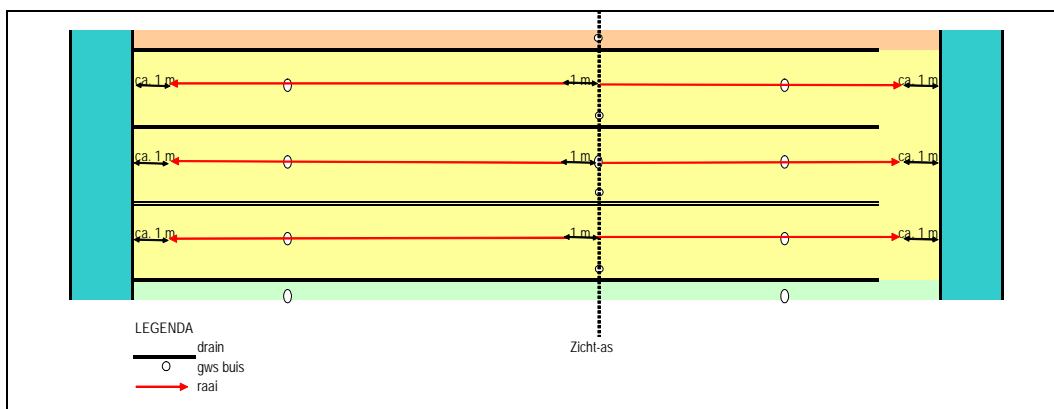
Om een goed beeld te kunnen krijgen in het verloop van de grondwaterstanden in tijd en ruimte zijn op variërende afstanden ten opzichte van de onderwaterdrains grondwaterstandbuizen geplaatst. In principe liggen de grondwaterstandbuizen in het midden tussen de onderwaterdrains in, enkele grondwaterstandbuizen liggen op 1 m van de drainage buis (zie figuur 12). Tussen twee onderwaterdrains liggen vaak 2 á 3 grondwaterstandbuizen. Omdat de grondwaterstandbuizen op een vaste afstand van de drains zijn geplaatst, worden de grondwaterstandbuizen gebruikt bij het uitzetten van de raaien ten behoeve van de maaiveldmetingen. De grondwaterstandbuizen hebben een filterlengte van ca. 1,20 m en zijn over de gehele lengte geperforeerd. Aan het maaiveld zijn de grondwaterstandbuizen afgewerkt met een tegel, zodat deze gemakkelijk in het veld te vinden zijn. De grondwaterstanden worden iedere veertien dagen opgemeten, de hoogten van de tegels worden ieder jaar opgemeten.



Figuur 12 schematische ligging van de grondwaterstandbuizen

3.3 Maaiveld tussen de onderwaterdrains

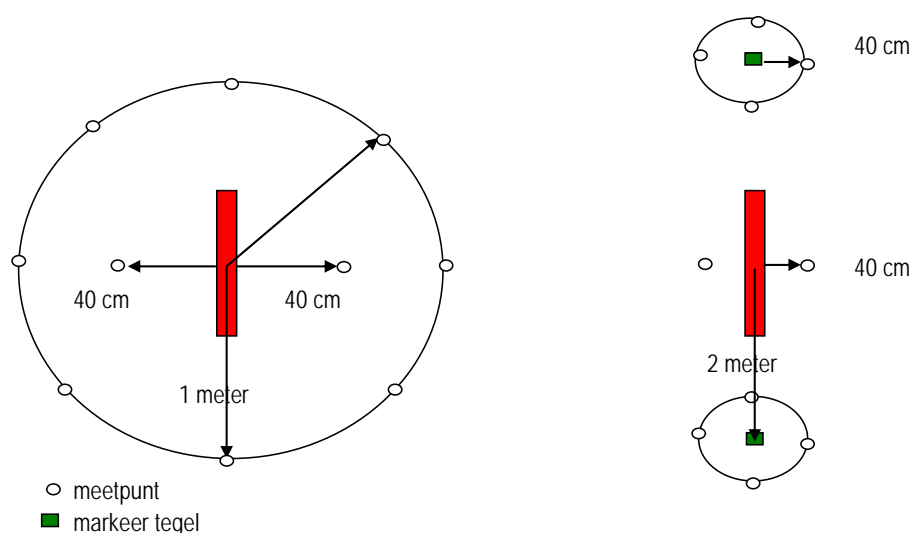
Als beginpunt voor de maaiveldmetingen is een denkbeeldige lijn over de middelste rij grondwaterstandbuizen getrokken. Vanaf deze lijn wordt loodrecht op de sloot om de twee meter een hoogte meting uitgevoerd. Op deze manier wordt een serie hoogte metingen verkregen waarmee inzicht in het profiel van het perceel wordt verkregen. Een serie hoogtemetingen van sloot tot sloot over een perceel wordt in dit rapport een raai genoemd. De raaien bestaan uit twee delen; ze beginnen in het midden van het perceel en lopen in de richting van de sloten aan weerszijde van het perceel (figuur 13). De eerste raai begint in het midden, de andere raai op 1 m vanaf het midden; beide raaien eindigen op ca. 1 m vanaf de slootkant. Tussen iedere drainage buis wordt een raai gelegd, waarmee de gemiddelde maaiveld hoogte van een proefveld wordt uitgerekend. Bij ieder proefveld worden drie á acht raaien gemeten, afhankelijk van de grootte van het proefveldje en de drainage afstand.



Figuur 13 schematische ligging van de raaien op een proefperceel. In Linschoten lopen de drains (en dus ook de raaien) diagonaal over het perceel.

3.4 Maaiveld rondom de meetopstelling

Het uiteindelijke doel van deze monitoring is het verloop in de tijd van de hoogteligging in beeld te brengen. De ruimtelijke variatie in de hoogteligging van het maaiveld is echter groter dan de temporele variatie. Daarom is van groot belang dat de hoogtemetingen van het maaiveld iedere keer op precies dezelfde plek worden uitgevoerd als de vorige metingen. Omdat deze eis praktisch niet uitvoerbaar is wordt op meerdere plaatsen in het perceel op zoveel mogelijke locaties de hoogte van het maaiveld gemeten. Dit gebeurt zowel in raaien (par. 3.4) als rondom de meetopstelling (figuur 14). Rondom de meetopstelling worden in een cirkel met een diameter van 1 m 8 metingen uitgevoerd. Aan weerszijde van de bak wordt op 0,5 m een negende en tiende meting van het maaiveld uitgevoerd. Het gemiddelde van deze tien metingen bepaalt de maaiveldhoogte rondom de meetopstelling.

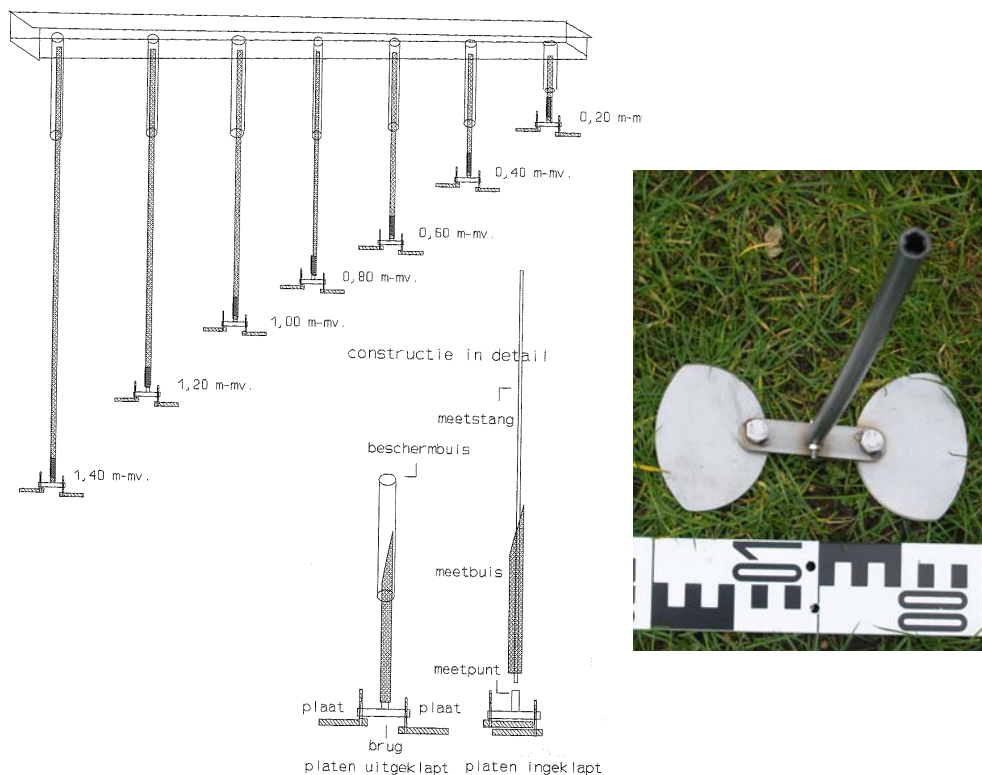


Figuur 14 schematisatie hoogte metingen rondom de meetopstelling. Links Linschoten en polder Zeevang, rechts Zegveld.

Op de locaties van Zegveld wordt op een afwijkende manier de gemiddelde hoogte van het maaiveld bepaald. Hier liggen op 2 m aan weerszijde van de bak twee tegels waaromheen 4 metingen in een straal van 0,40 m worden uitgevoerd. Ook van de markeer tegels wordt de hoogte ingemeten. Op 0,5 m aan weerszijde van de meetopstelling een negende en tiende metingen van het maaiveld uitgevoerd.

3.5 De zakplaten

Een zakplaat bestaat uit een pvc-buisje waaraan op een brug twee uitklapbare metalen (RVS) platen 8 cm zijn bevestigd. De platen hebben een ovale vorm en een diameter van ca 8 cm. De zakplaten worden op de bodem van een boorgat met behulp van een dopsleutel uitgeklaapt in het ongestoorde profiel. Eenmaal uitgeklaapt bevindt zich aan weerzijde van het pvc-buisje een ovaal metalenplaatje, met een onderlinge afstand van ca 5 cm. (zie figuur 15).



Figuur 15 Zijaanzicht van de opstelling met zakplaten en de constructie van een zakplaat in detail (Uit: *Bewing en Van den Akker, 1996*) Links: foto van een uitgeklapte zakplaat boven het maaiveld.

Het aantal zakplaten per opstelling verschilt per locatie (zie tabel 12). Eenmaal op diepte worden de zakplaten uitgeklaapt en het boorgat opgevuld met materiaal dat afkomstig is uit het boorgat. Over het pvc-buisje dat aan de zakplaten is bevestigd wordt een buisje schoven zodat deze op gewenste hoogte kan worden afgewerkt. Na installatie worden de zakplaten afgedekt met een houtenbak of een tegel. Omdat de houtenbak gelijk of iets onder het maaiveld wordt afgewerkt vormt de meetopstelling geen opstakel tijdens het beheer van de percelen (figuur 16).

Tabel 12 installatiedieptes van verschillende zakplaatjes. De in vet weergegeven zakplaatjes worden geïnstalleerd bij de bakken met drie zakplaatjes

Nr. zakplaatje	1	2	3	4	5	6	7
Diepte m –mv.	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40



Figuur 16 afwerking van de meetopstelling in het veld. Het deksel van houtenbak wordt gelijk met maaienveld geplaatst.

3.5.1 Zegveld

Op de vier proefpercelen zijn steeds twee meetopstellingen geïnstalleerd. Op het droge perceel 3 en het natte perceel 13 liggen bakken waarin op 7 verschillende dieptes (0,20, 0,40, 0,60, 0,80, 1,00, 1,20 en 1,40 m –mv.) zakplaten zijn geïnstalleerd. Deze “volle”bakken zijn in de jaren zestig gezet in het kader van een langjarige monitoring van veenzakking (Beuving en Van den Akker, 1996). Aanvullend op deze monitoring zijn op de proefpercelen 3 en 13 bakken met zakplaatjes op drie verschillende dieptes (0,40, 0,80 en 1,20 m –mv.) geplaatst in het niet gedraineerde gedeelte. Daarnaast zijn op dezelfde wijze bakken met zakplaten op de percelen 2 (droog) en 11 (nat) geplaatst in het gedraineerde gedeelte. Op de percelen 2 en 11 is bovendien een enkele zakplaat onder een tegel op 1,20 m –mv. diepte geplaatst in het niet gedraineerde gedeelte. De ligging van de percelen en meetopstellingen is in figuur 17 weergegeven.



Figuur 17 ligging van de percelen en meetopstellingen op ROC Zegveld (links) en in Linschoten (rechts)

Het maaiveld rondom de meetopstelling is bepaald uit het gemiddelde van hoogte metingen in drie raaien dwars over het perceel. De raaien liggen op 10 m aan weerszijde van de meetopstellingen en één loopt over de meetopstelling. In de raaien wordt om de twee meter een meting uitgevoerd. In tabel 13 staan de dieptes van de zakplaten ten opzichte van het maaiveld weergegeven in de tijd. Vrijwel alle zakplaten liggen minder diep dan de gewenste diepte. Dit komt omdat tijdens het plaatsen van de zakplaten het lokale maaiveld als referentie is gebruikt en de waarden in tabel 13 is gerefereerd aan het gemiddelde maaiveld in de drie raaien. Bovendien zijn in de loop van de tijd de zakplaten door daling van het maaiveld ondieper in het profiel komen te liggen. Dit geldt met name voor de zakplaten van de wat oudere opstellingen op de percelen 3 en 13 in het niet-gedraineerde gedeelte. Voor perceel 3 zijn om die reden de zakplaten met oorspronkelijke installatie diepte van 60, 100, en 140 cm –mv. gebruikt voor diepte 40, 80 en 120 cm –mv. In het gedraineerde gedeelte van perceel 3 zijn de in 2004 geplaatste zakplaatjes te ondiep (gerefereerd aan de dieptes op het niet gedraineerde gedeelte) geplaatst. In het vervolg worden de zakplaten met installatie diepte van 40 cm –mv. aangeduid als de ondiepe zakplaten, zakplaten met gewenste diepte 80 cm –mv. als matig diepe zakplaten en zakplaten met gewenste diepte 120 cm –mv. als diepe zakplaten.

3.5.2 Linschoten

In Linschoten zijn twee houtenbakken met zakplaten geplaatst; één bak in het gedraineerde gedeelte en één bak in het niet-gedraineerde gedeelte. Per houtenbak zijn drie zakplaten geïnstalleerd. De gewenste diepte van de diepste zakplaat zit op ca. 1,20 m –mv. en bevindt zich in een horizont met gereduceerd zeggeveen, ruimschoots onder de gemiddeld laagste grondwaterstand. De tweede zakplaat is op een diepte van 0,60 m –mv. geplaatst, boven het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand. De derde zakplaat bevindt zich op een diepte van 0,40 m –mv. tussen de gemiddeld laagste grondwaterstand en de gemiddeld hoogste grondwaterstand, net onder de kleibovengrond. De installatiediepten van de

zakplaten is achteraf gemeten door de gemiddelde hoogte van maaiveld rondom de meetinstallatie te vergelijken met de hoogte van de zakplaten. In tabel 14 zijn de dieptes van de zakplaten weergegeven. In figuur 17 is de ligging van het perceel weergegeven.

Tabel 13 diepte van de zakplaten locatie Zegveld op verschillende dieptes in het profiel ten opzichte van het gemiddelde maaiveld in drie raaien op 10 m aan weerszijde van de meetopstelling en over de meetopstelling heen. Opname voorjaar 2004

Perceel drains	Zakplaat [cm -mv.]		
	Ondiep	Matig diep	Diep
2	28	71	112
3	9	55	87
11	32	74	111
13	33	85	126
geen drains			
2	-	-	119
3	28	59	102
11	-	-	118
13	31	69	107

Tabel 14 diepte van de zakplaten locatie Linschoten op verschillende dieptes in het profiel ten opzichte van het gemiddelde rondom de meetopstelling. Opname voorjaar 2006.

	Zakplaat [cm -mv.]		
	Ondiep	Matig diep	Diep
drains	29	50	112
geen drains	34	50	108

Alle zakplaten zijn steeds ca 10 cm ondieper geïnstalleerd dan de gewenste diepte. Omdat hier de gemiddelde hoogte niet is bepaald uit een raai over het hele perceel, maar uit verschillende punten rondom de meetinstallatie, betreft het hier geen afwijking van het lokale maaiveld. Waarschijnlijk is bij de installatie het boorgat niet voldoende uitgeboord.

3.5.3 Polder Zeevang

Kwadijk

Per bak zijn op drie verschillende dieptes zakplaten geïnstalleerd. De ondiepste plaat is onder de bovengrond op ca. 0,40 m -mv. geplaatst. Deze zakplaat bevindt zich in veraard, zwart zeggeveen of veenmosveen. De tweede zakplaat bevindt zich op een diepte van 0,80 m -mv., nog net in het gedeeltelijk gereduceerde zeggeveen. De derde zakplaat zit in de kleiondergrond op een diepte van 1,20 m-mv. Er zijn op het

proefperceel twee bakken geplaatst, beide liggen in een vak met onderwaterdrains. Bovendien is er op het referentieperceel een derde bak met zakplaten geplaatst, met ook hierin drie zakplaten.

Tabel 15 diepte van de zakplaten locatie Kwadijk op verschillende dieptes in het profiel ten opzichte van het gemiddelde maaiveld in rondom de meetopstelling. Opname voorjaar 2007.

	Zakplaat [cm -mv.]		
	Ondiep	Matig diep	Diep
Drains 1	29	91	117
Drains 2	33	82	116
geen drains	40	72	96

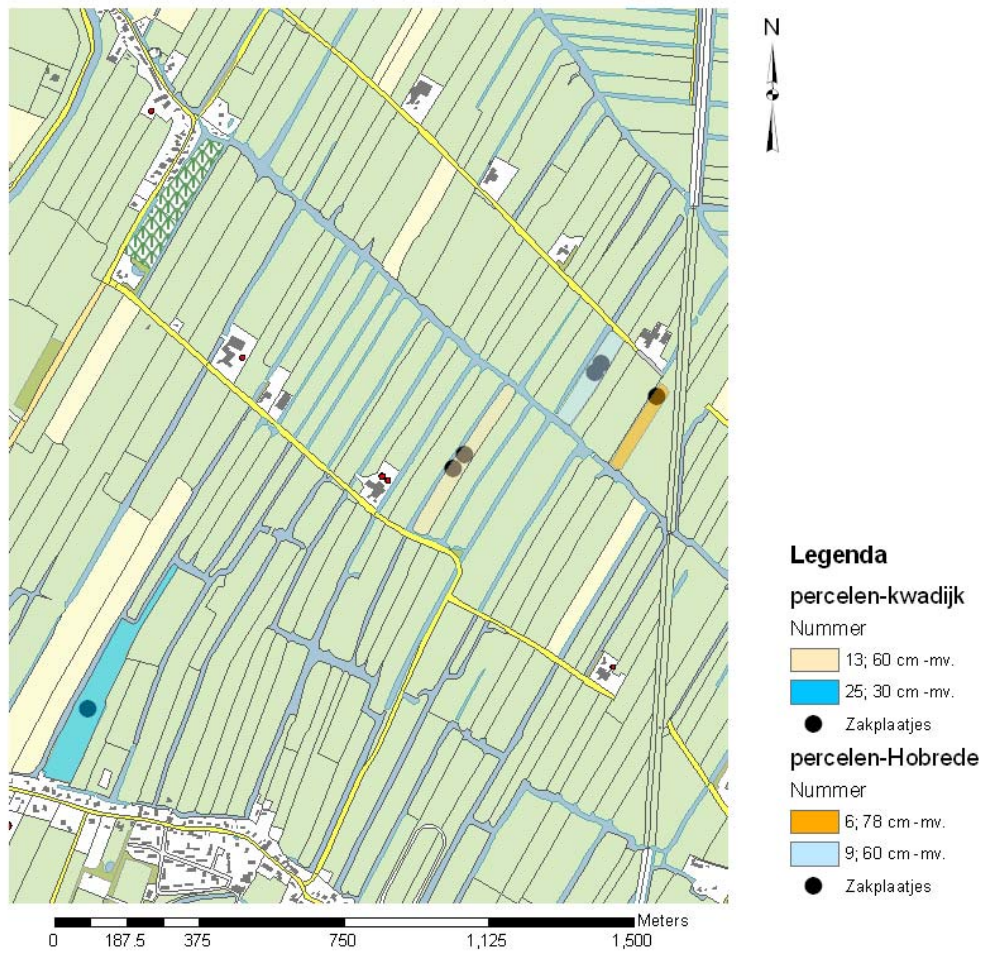
Uit tabel 15 blijkt dat met uitzondering van de matig diepe zakplaten, de zakplaten op de gedraineerde velden minder diep zijn geïnstalleerd dan de gewenste diepte. Met name de ondiepe zakplaten liggen belangrijk hoger in het profiel. Op het referentieperceel (no drains) is de diepe zakplaat veel ondieper (96 cm -mv.) geplaatst dan de gewenste diepte (120 cm -mv.), echter voor alle zakplaten geldt dat ze nog wel in de gewenste bodemhorizont zijn geplaatst.

Hobrede

Net als in Kwadijk zijn de zakplaten op drie verschillende dieptes (0,40, 0,80 en 1,20 m -mv.) geïnstalleerd. De ondiepste zakplaat bevindt zich, net onder de kleiige bovengrond in veraard, zwart oligotroof veenmosveen. De tweede zakplaat zit in het gedeeltelijk gereduceerde zeggeveen, net boven de kleiondergrond. De derde zakplaat zit op een diepte van 1,20 m -mv. in de kleiondergrond (figuur 18). Op het proefperceel is in ieder drainage vak een bak met zakplaten geïnstalleerd, en op het referentieperceel is een derde bak met eveneens drie zakplaten geplaatst. De ondiepe zakplaten zijn allemaal op ca 30 cm -mv. geïnstalleerd (tabel 16) en de diepe zakplaten op ca 117 cm -mv., hetgeen ondieper is dan de gewenste diepte. De matige diepe zakplaten liggen dieper ten opzichte van het maaiveld dan de gewenste diepte. Voor alle zakplaten geldt echter dat ze in de gewenste bodemhorizont zijn geplaatst.

Tabel 16 diepte van de zakplaten locatie Hobrede op verschillende dieptes in het profiel ten opzichte van het gemiddelde maaiveld in rondom de meetopstelling. Opname voorjaar 2007.

	Zakplaat [cm -mv.]		
	Ondiep	Matig diep	Diep
Drains 1	30	87	117
Drains 2	31	90	110
geen drains	30	87	117



Figuur 18 ligging van de percelen en meetopstellingen in polder Zeevang

4 Resultaten

Bij de beschouwing van de resultaten moet worden bedacht dat de ervaring leert dat 3 tot 4 jaar te kort is om bodemdaling goed te meten (Beuving en Van den Akker, 1996). Dit komt door de ruwheid van het maaiveld dat onderhavig is aan berijding en vertrapping en door het feit dat in droge zomers de deels tijdelijke maaiveldddaling door krimp vele centimeters kan zijn. Zo zijn bij de langjarige monitoring van de maaiveldddalingen van perceel 3 te Zegveld in augustus en september van het droge jaar 2003 maaiveldddalingen van 11 cm gemeten. In het algemeen wordt aangenomen dat het tijdelijke deel van de krimp in de natte herfst- en winterperiode verdwijnt door zwel, waarbij het maaiveld weer omhoogkomt. Voor zeer droge jaren kan dit meer dan één jaar duren (Beuving en Van den Akker, 1996). Om de versturende werking van de tijdelijke krimp te minimaliseren en om de maaiveldddaling op de lange duur te bepalen wordt daarom uitgegaan van de voorjaarsmetingen. Bij de beschouwing van de resultaten moet daarom aan de voorjaarsmetingen een veel groter gewicht worden toegekend dan aan de najaarsmetingen. Dit geldt echter niet voor de grondwaterstandmetingen, omdat de diepste grondwaterstand de belangrijkste verklarende grootheid is voor de maaiveldddaling (Van den Akker et al., 2007).

4.1 Slootwaterstanden

Zegveld

De hydrologie van de percelen op Zegveld wordt in grote mate bepaald door het slootpeil. Het gemiddelde slootpeil ten opzichte van NAP wordt in tabel 16 weergegeven. Het slootpeil op het droge perceel is tussen 2004 en 2005 met 7 cm gedaald en op het natte perceel is het slootpeil met 2 á 3 cm ten opzichte van NAP gedaald. Wanneer de trend van de maaiveldligging wordt meegenomen zien we een vergelijkbaar beeld; het slootpeil daalt, maar minder dan ten opzichte van NAP. Het slootpeil van de droge percelen schommelde in eerste instantie rond de 50 cm –mv., maar is sinds 2005 ruim 5 cm gezakt naar 55 – 60 cm –mv. Op de natte percelen schommelt het slootpeil rond de 20 cm –mv., maar ook deze stand is, met enkele centimeters, gedaald tot 22 á 23 cm –mv. op perceel 11. Perceel 13 is aanmerkelijk natter met een slootpeil van minder dan 20 cm –mv., als gevolg van een 2 – 3 cm lagere ligging van het maaiveld dan perceel 11.

Tabel 16 Slootpeilen in m NAP in 2004 - 2006

	2004	2005	2006
Laag peil	-3.13	-3.20	-3.20
Hoog peil	-2.44	-2.47	-2.46

Linschoten

Het slootpeil op het proefperceel in Linschoten bedraagt ca. 50 cm –mv. In de begin periode van de proef waren er enkele problemen met het instellen van het slootpeil,

waardoor de slootwaterstand incidenteel kon stijgen naar 40 cm –mv., maar ook kon dalen naar 60 cm –mv. Vanaf augustus 2006 is het peil constant gebleven.

Polder Zeevang

De percelen in Kwadijk hebben altijd een hoog slootpeil gehad, terwijl op de percelen in Hobrede onderbemaling is toegepast. Vóór de proef is het waterpeil in Kwadijk omlaag gebracht, terwijl in Hobrede het peil in de sloten rondom de proefpercelen is opgezet. In tabel 17 is de hoogte van de peilen op 28 september 2007 weergegeven. Het waterpeil in de sloten rondom de proefpercelen in Kwadijk is ruim 40 cm lager dan van het referentieperceel, terwijl in Hobrede het slootpeil 11 cm hoger is. De drooglegging op beide proefpercelen bedraagt ruim 50 cm, terwijl de drooglegging op de referentie percelen varieert van 5 cm in Kwadijk tot 70 cm in Hobrede.

Tabel 17 Slootpeilen [m. NAP] op 28 september 2007

	2007		
	proefperceel	referentieperceel	Vershil [cm]
Kwadijk			
Peil (NAP)	-2.758	-2.342	-0.42
drooglegging	0.52 cm	0.05 cm	-0.47
Hobrede			
Peil (NAP)	-2.829	-2.935	0.11
drooglegging	0.53 cm	0.71 cm	0.18

4.2 Grondwaterstanden

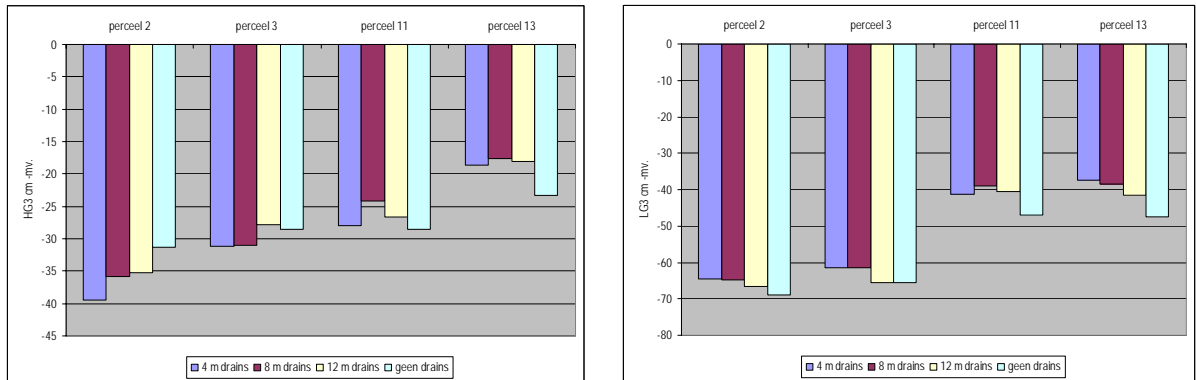
Zegveld

In tabel 18 zijn van de HG3 en LG3 van 2005 tot en met 2006 per drainage sectie weergegeven. De HG3 en LG3 worden berekend uit het rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste en laagste grondwaterstanden in een bepaald jaar (Van der Sluijs, 1990). De in de tabel 26 weergegeven waarden betreffend gemiddelde standen van verschillende grondwaterstandbuizen ten opzichte van de gemiddelde hoogte van de bovenkant van de grondwaterstandbuizen. De variatie in het maaiveld is hierin dus niet opgenomen. De standaardafwijkingen liggen tussen 8 en 11 cm en daarmee zijn de verschillen tussen de drainage velden niet significant. In het algemeen geldt dat hoe intensiever de drainage, des te lager de HG3 en des te hoger de LG3. De fluctuatie (verschil tussen de hoogste en laagste grondwaterstanden) neemt naarmate de drainage dichtheid toeneemt. Dit geldt voor zowel de droge als de natte percelen, maar het effect is op de droge percelen groter. Het effect van de drainage is niet op alle percelen en in alle jaren even groot. Voor de droge percelen (2 en 3) geldt dat de HG3 bij de percelen met drains lager is dan bij de percelen zonder drains. De afstand tussen de onderwaterdrains speelt een rol; op perceel 3 is bij een drainafstand van 12 meter het effect van de drainage gemiddeld genomen klein, terwijl op perceel 2 er ook bij een drainafstand van 12 meter een duidelijk effect op de grondwaterstand is te zien (figuur 19). Op de natte percelen is het effect van drainage op de HG3 omgekeerd; de drainage veroorzaakt een juist hogere grondwaterstand.

De invloed van de drainage op de HG3 is dus kennelijk niet alleen afhankelijk van de intensiteit van draineren, maar ook op lokale hydrologische omstandigheden. Overigens kan bij de percelen ook de structuur van de grond een rol spelen bij de waargenomen grondwaterstanden. Perceel 3 en 13 hebben last van een verdichte bodemstructuur als gevolg van het beheer waarin vele proefveldjes zijn opgenomen. Hierdoor kan het effect van de drainage op de grondwaterstanden vertroebeld worden. Bij de LG3 zien we een omgekeerd beeld ten opzichte van de HG3. De velden met (intensieve) drainage hebben een hogere LG3 dan de velden zonder (intensieve) drainage. Voor alle percelen geldt dat een drainafstand van ca. 8 m bijna even effectief is als een drainafstand van 4 m. Bij een grotere drainafstand zakt de grondwaterstand duidelijk dieper weg. Toch heeft een drainafstand van 12 meter, met uitzondering van perceel 3, ook een duidelijk effect op het verhogen van de gemiddeld laagste grondwaterstand.

Tabel 18 LG3 en HG3 tov van mv. van de proefpercelen in Zegveld voor 2004, 2005 en 2006.

	drain	2004			2005			2006		
		HG3	LG3	fluc	HG3	LG3	fluc	HG3	LG3	fluc
perceel 2	4	-42	-61	-19	-40	-60	-20	-36	-73	-36
	8	-39	-62	-23	-36	-60	-24	-32	-72	-40
	12	-37	-65	-28	-37	-61	-24	-32	-74	-42
	blanco	-29	-70	-42	-35	-61	-26	-30	-76	-45
perceel 3	4	-32	-56	-24	-35	-57	-22	-26	-71	-45
	8	-32	-48	-16	-33	-61	-29	-28	-74	-46
	12	-27	-63	-36	-30	-59	-29	-26	-75	-49
	blanco	-34	-72	-39	-27	-55	-28	-25	-69	-44
perceel 11	4	-32	-43	-11	-27	-38	-11	-25	-44	-19
	8	-26	-35	-9	-24	-37	-13	-22	-45	-23
	12	-28	-43	-15	-27	-36	-8	-25	-43	-18
	blanco	-29	-49	-20	-30	-41	-10	-26	-52	-25
perceel 13	4	-15	-34	-20	-24	-35	-11	-17	-43	-26
	8	-13	-32	-19	-23	-37	-13	-17	-47	-31
	12	-13	-42	-29	-22	-37	-15	-19	-46	-27
	blanco	-13	-50	-37	-22	-40	-18	-35	-53	-18



Figuur 19 Het rekenkundig gemiddelde van de HG3 (links) en de LG3 (rechts) over de jaren 2004 – 2006 voor perceel 2, perceel 3, perceel 11 en perceel 13 (4) bij verschillende drainage afstanden.

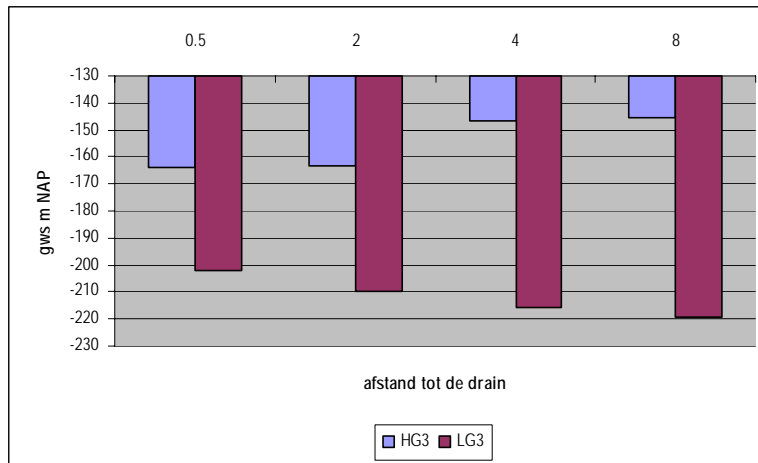
Linschoten

In Linschoten zijn in 2006 voor het eerst gedurende het hele jaar de grondwaterstanden gemonitord. In onderstaande tabel staan de HG3 en LG3 voor het gedraineerde en niet gedraineerde gedeelte gegeven ten opzichte van het gemiddelde maaiveld.

Tabel 19 LG3 en HG3 in cm - mv. van het proefperceel in Linschoten voor 2006

	HG3	LG3	fluc
Drainage	-13	-70	-57
Geen drainage	-6	-74	-68

In het gedraineerde gedeelte is de fluctuatie van het grondwater duidelijk kleiner dan in het niet gedraineerde gedeelte van het perceel. Dit komt vooral doordat de gemiddeld hoogste grondwaterstand dankzij de drainage lager blijft, terwijl de laagste grondwaterstand een weinig minder diep is. De standaardafwijkingen liggen tussen de 3 (voor de LG3) en 10 (HG3) en daarmee zijn de verschillen niet significant. In figuur 20 is de grondwaterstand tegen de afstand tot de drainbuis weergegeven tijdens de HG3 en de LG3. Voor de HG3 geldt dat de grondwaterstand met de afstand tot de drain stijgt, terwijl bij de LG3 een omgekeerd effect optreedt. Tijdens hoge grondwaterstanden voert de drain kennelijk water af (drainage) en tijdens lage grondwaterstanden voert de drain kennelijk water aan (infiltratie).



Figuur 20 Verloop van de grondwaterstanden (in cm NAP) vanaf de drainage buis tijdens de HG3 en de LG3 op het proefperceel Linschoten. Blauw: afvoer van water (drainage), Rood: aanvoer vanuit de sloot (infiltratie).

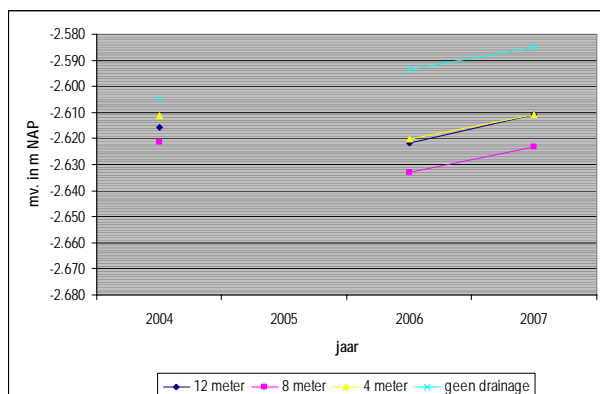
4.3 Maaiveld

4.3.1 Zegveld

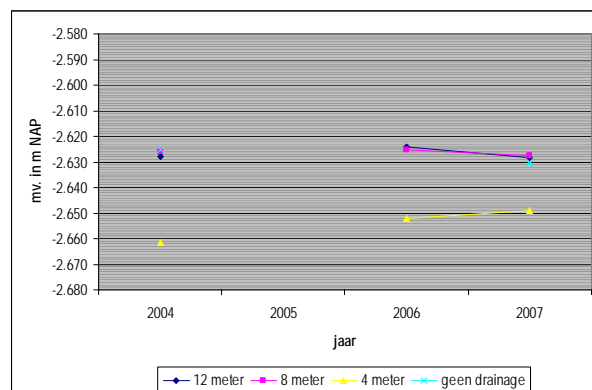
In het voorjaar van 2004, 2006 en 2007 zijn op Zegveld maaiveldhoogten gemeten in de raaien over de proefveldjes. In figuur 21 staat de zakking van het maaiveld uitgezet in de tijd. Op de droge percelen is er geen duidelijke verandering van de hoogteligging van het maaiveld waarneembaar. Alleen bij het niet gedraineerde gedeelte van perceel 2 en bij drainage afstand 4 meter op perceel 3 is het maaiveld in 2007 ruim 1 cm gestegen ten opzichte van 2004. Op de natte percelen (11 en 13) is de variatie in hoogteligging van het maaiveld groter. Bij perceel 11 zakken de proefveldjes met drainage ruim 1 cm, terwijl het niet gedraineerde gedeelte nauwelijks afwijkt. Op perceel 13 zijn er verschillen tussen de gedraineerde veldjes onderling. Bij de drainage afstand van 4 meter is er sprake van zakking, bij de andere velden is er sprake van stijging van het maaiveld (zie ook tabel 20).

Tabel 20 zakking van het maaiveld [m] in de periode 2004 – 2007 per proefveld (negatieve getallen betekent zakking)

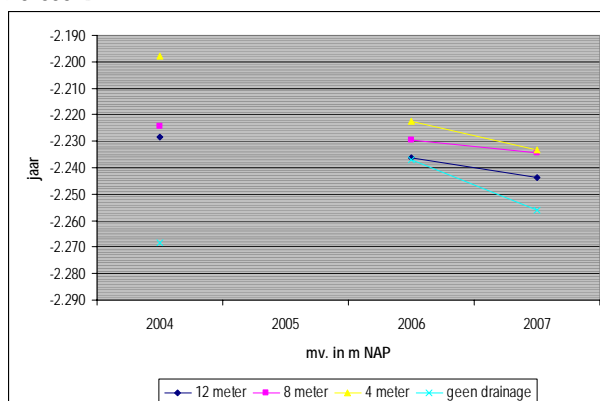
	perceel 2	perceel 3	perceel 11	perceel 13
0 m	0.020	-0.005	0.012	0.003
4 m	0.000	0.012	-0.016	-0.008
8 m	-0.002	-0.002	-0.010	0.029
12 m	0.005	0.000	-0.015	0.013
totaal	0.001	0.000	-0.007	0.005



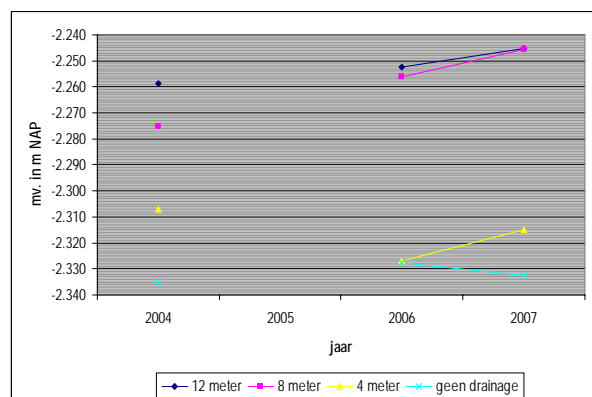
Perceel 2



Perceel 3



Perceel 11



Perceel 13

Figuur 21 verloop van de zakking van het maaiveld in de tijd op de percelen 2, 3, 11 en 13 per proefveld.

4.3.2 Linschoten

Het gemiddelde maaiveld in Linschoten ligt op ca -1.425 m NAP. Het gedraineerde veldje ligt echter ca 3 cm lager dan het niet gedraineerde veldje. Het hoogteverschil wordt veroorzaakt door het hoge peil in de Hollandsche Kade waardoor het veen achterop het perceel minder is geoxideerd dan verder van de Hollandsche Kade af. In tabel 21 zijn de gemiddelde hoogtes per proefveld weergegeven, zoals gemeten in de raaien in het voorjaar van 2006 en het voorjaar van 2007. De veranderingen in het maaiveld zijn negatief, dus er is sprake van zakking. Op het gedraineerde gedeelte is de zakking met 3 millimeter nihil, terwijl in het niet gedraineerde gedeelte de zakking 1 cm bedraagt.

Tabel 21 gemiddelde maaiveldhoogtes [m. NAP] en zakking (negatieve getal betekent zakking) van de gedraineerde en niet gedraineerde veldjes in Linschoten

	2006	2007	Zakking 2006 - 2007
Drains	-1.454	-1.457	-0.003
Geen drains	-1.420	-1.410	-0.010

4.3.3 Polder Zeevang

In het voorjaar van 2007 zijn in vaste raaien hoogtes van het maaiveld gemeten. In tabel 22 zijn de gemiddelde hoogtes van het maaiveld per veldje afgebeeld. De gemiddelde hoogte van de veldjes in Kwadijk bedraagt ca. -2.25 m ten opzichte van NAP, het drainage veldje 2 ligt ca. 2 cm hoger dan de rest. Dit kan te maken hebben met de nabije ligging van de boezemsloot achterin in het perceel. Hoewel het referentieperceel en het proefperceel niet bij elkaar liggen is de absolute hoogte van beide percelen vergelijkbaar. De gemiddelde hoogte van het maaiveld op het proefperceel bedraagt in Hobrede ca -2.45 m ten opzichte van NAP. Opvallend is de relatief hoge ligging van het referentieperceel. Dit perceel ligt volgens de huidige gegevens ca 25 cm hoger dan het proefperceel, hetgeen in het veld niet duidelijk zichtbaar is. Uit de metingen van het maaiveld rondom de bak met zakplaatjes blijkt uit de metingen van zowel het voorjaar als het najaar dat de meetopstelling op het referentie perceel ca.15 cm hoger ligt dan de meetopstellingen op het proefperceel.

Tabel 22 gemiddelde maaiveldhoogtes [m. NAP] in het voorjaar en najaar van 2007 van de gedraineerde en niet gedraineerde veldjes in Kwadijk en Hobrede

	Kwadijk		Hobrede	
	April 2007	September 2007	April 2007	September 2007
Drainage 1	-2.254	-2.547	-2.450	-2.611
Drainage 2	-2.233	-3.170	-2.464	-3.178
Niet drainage	-2.266	-3.430	-2.447	-3.472
Referentieperceel	-2.258	-2.556	-2.199	-2.594

4.4 Zakplaten

4.4.1 Zegveld

Maaiveld rondom de meetopstelling

In tabel 23 staan de gemiddelde maaiveldhoogtes van 10 metingen rondom de meetopstelling. De natte percelen (11 en 13) hebben een hogere ligging (30 á 40 cm) dan de droge percelen (2 en 3). Alle vier de percelen lopen naar het noorden toe af. De variatie in de gemiddelde hoogte bedraagt 0,5 tot ruim 1 cm; er is geen duidelijke trend in de tijd.

Ondiepe zakplaten (ca. 40 cm -mv.)

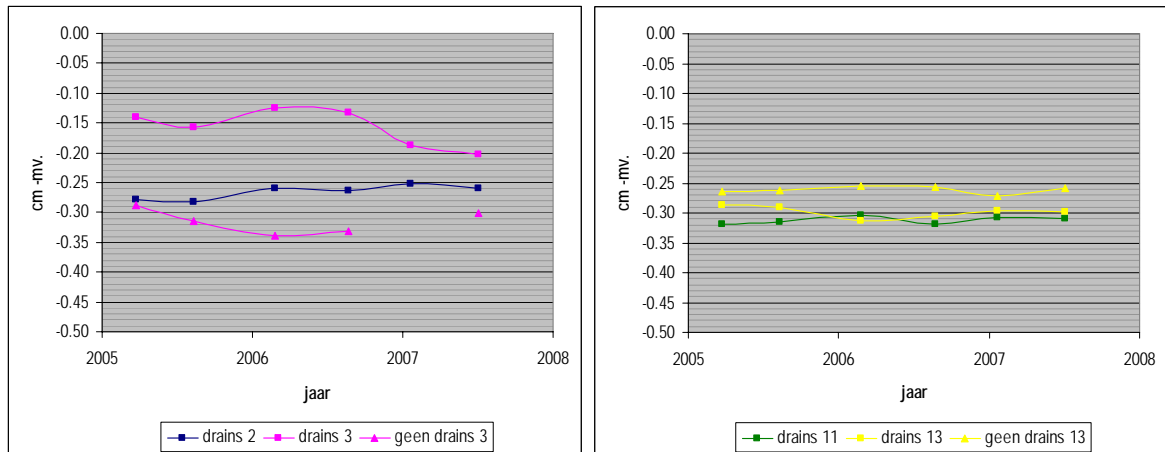
In tabel 24 staan de hoogten van de ondiepe zakplaten ten opzichte van NAP weergegeven. Het verloop van de diepte ten opzichte van het maaiveld van de ondiepe zakplaten staat in figuur 22 weergegeven. Over het algemeen is geen duidelijke trend in de hoogteligging te ontdekken, voor enige zakplaten is de trend licht stijgend, voor andere dalend. Er is geen verschil tussen de natte en droge percelen en tussen de gedraineerde en niet gedraineerde gedeelten. De zakplaat in het ongedraineerde gedeelte van perceel 3 wijkt duidelijk af van de andere zakplaten en zakt met name bij de laatste meting diep weg. Toekomstige metingen moeten uitsluitsel geven of het hier een meetfout betreft.

Tabel 23 gemiddelde hoogte t.o.v. NAP in dwarsraaien van het maaiveld nabij de meetopstellingen met zakplaten locatie Zegveld.

drains	2004	2005	2006	2007
perceel	voorjaar	voorjaar	voorjaar	voorjaar
2		-2.613	-2.631	-2.632
3		-2.640	-2.639	-2.575
11		-2.219	-2.214	-2.228
13		-2.311	-2.300	-2.319
geen drains				
perceel				
2		-2.575	-2.572	-2.580
3		-2.607	-2.689	-2.652
11		-2.292	-2.237	-2.284
13		-2.359	-2.359	-2.359

Tabel 24 hoogte ten opzichte van NAP van de ondiepe zakplaten (ca. 40 cm –mv.) locatie Zegveld.

drains	2004		2005		2006		2007	
perceel	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
2	-2.909	-2.908	-2.891	-2.895	-2.891	-2.895	-2.884	-2.891
3	-2.798	-2.798	-2.781	-2.797	-2.765	-2.773	-2.763	-2.777
11	-2.650	-2.532	-2.537	-2.534	-2.518	-2.532	-2.535	-2.538
13	-2.698	-2.598	-2.598	-2.601	-2.612	-2.606	-2.615	-2.618
geen drains								
perceel								
2								
3	-2.802	-2.819	-2.769	-2.800	-2.792	-2.794	-2.894	-2.908
11								
13	-2.645	-2.636	-2.623	-2.621	-2.615	-2.616	-2.630	-2.617



Figuur 22 verloop van de diepte van de ondiepe zakplaten tussen voorjaar 2005 en voorjaar 2007 locatie Zegveld. Links de droge percelen, rechts de natte percelen

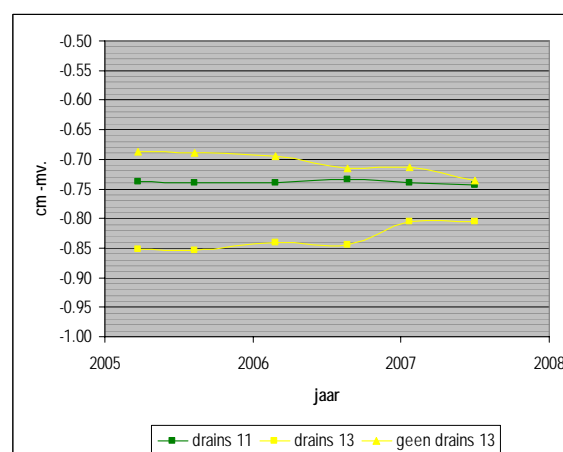
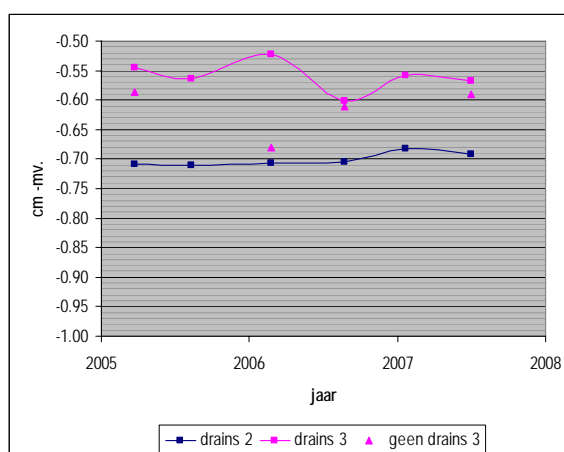
Matig diepe zakplaten (ca 80 vm -mv.)

In tabel 25 staan de dieptes van de zakplaten ten opzichte van NAP weergegeven. Er is een behoorlijke variatie in hoogteligging, die van jaar tot jaar sterk verschilt. Er is geen trend te ontdekken. Wanneer rekening wordt gehouden met de variatie van het maaiveld blijkt de variatie veel geringer (figuur 23). Er vallen een aantal dingen op:

- De variatie in ligging ten opzichte van het maaiveld is op de meeste percelen gering;
- De meeste zakplaten hebben in het voorjaar van 2007 de meest ondiepe ligging ten opzichte van het maaiveld;
- In de jaren 2005 en 2006 is er weinig variatie in de ligging ten opzichte van het maaiveld;
- De variatie in ligging ten opzichte van het maaiveld is in perceel 3 echter groter dan in de overige percelen;
- de ligging van de zakplaat in het niet gedraineerde gedeelte in perceel 3 in het najaar altijd lager is dan in het voorjaar. Een dergelijke variatie per seizoen zien we bij de andere zakplaten niet terug.

Tabel 25 hoogte ten opzichte van NAP van de matig diepe zakplaten. Bij de meetopstelling van het niet gedraineerde gedeelte in perceel 3 is de zakplaat met gewenste diepte 100 cm -mv. weergegeven.

drains	2004		2005		2006		2007	
perceel	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
2	-3.337	-3.339	-3.323	-3.325	-3.320	-3.318	-3.306	-3.315
3	-3.254	-3.322	-3.236	-3.254	-3.214	-3.292	-3.250	-3.258
11	-3.070	-2.957	-2.954	-2.957	-2.958	-2.954	-2.953	-2.958
13	-3.063	-3.124	-3.124	-3.125	-3.118	-3.121	-3.077	-3.078
geen drains								
perceel								
2								
3*	-3.242	-3.221	-3.198		-3.293	-3.222		-3.203
11								
13	-3.111	-3.052	-3.000	-3.002	-3.001	-3.022	-3.017	-3.039



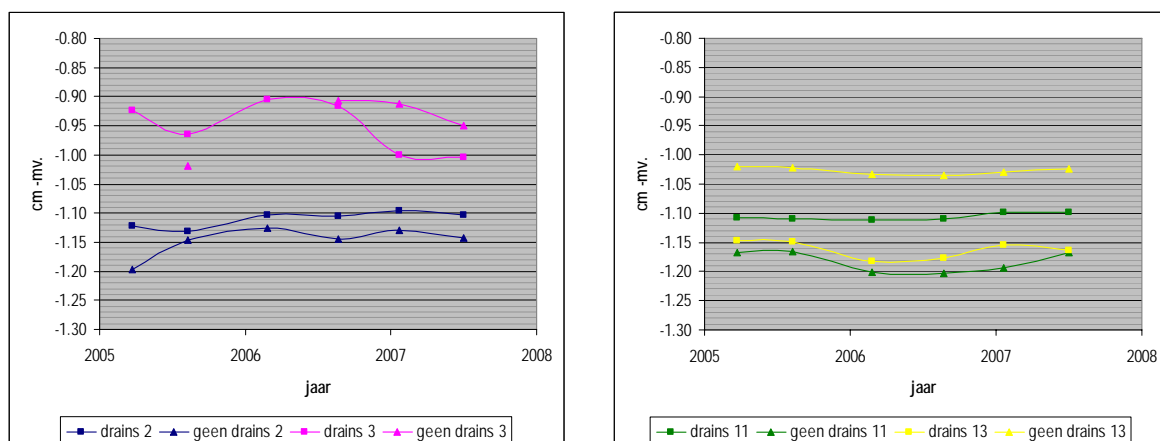
Figuur 23 verloop van de diepte t.o.v. maaiveld van de matig diepe zakplaten tussen voorjaar 2005 en voorjaar 2007. Links de droge percelen, rechts de natte percelen

Diepe zakplaten (ca. 1,20 m -mv.)

De hoogteligging van de diepe zakplaten varieert sterk (tabel 26). Opnieuw zijn de variaties in perceel 3 het grootst, maar ook in perceel 2 treden van jaar tot jaar grote verschillen op. In perceel 2 zijn de zakplaten in het perceelsdeel zonder drains in de loop van de meetperiode (voorjaar 2004 – voorjaar 2007) met ca. 6 cm gestegen. Dit gaat niet op voor de natte percelen (11 en 13). Daar is de variatie in hoogteligging geringer en is geen sprake van een trend.

Tabel 26 hoogte ten opzichte van NAP van de diepe zakplaten. Bij de meetopstelling van het niet gedraineerde gedeelte in perceel 3 is de zakplaat met gewenste diepte 140 cm –mv. weergegeven.

drains	2004		2005		2006		2007	
perceel	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
2	-3.757	-3.756	-3.735	-3.745	-3.735	-3.736	-3.727	-3.736
3	-3.585	-3.728	-3.564	-3.605	-3.544	-3.556	-3.576	-3.579
11	-3.443	-3.329	-3.327	-3.329	-3.325	-3.323	-3.326	-3.327
13	-3.449	-3.530	-3.530	-3.531	-3.554	-3.548	-3.546	-3.483
geen drains								
perceel								
2	-3.771	-3.772	-3.771	-3.721	-3.697	-3.717	-3.710	-3.723
3*	-3.658	-3.641	-3.609	-3.627		-3.596	-3.565	-3.602
11		-3.51	-3.459	-3.458	-3.437	-3.440	-3.477	-3.451
13	-3.517	-3.433	-3.379	-3.381	-3.392	-3.394	-3.388	-3.382



Figuur 24 verloop van de diepte t.o.v. maaiveld van de diepe zakplaten tussen voorjaar 2005 en voorjaar 2007. Links de droge percelen, rechts de natte percelen

In figuur 24 is de ligging van de diepe zakplaten uitgezet tegen het maaiveld. Hoewel de variatie in ligging veel geringer is dan uitgezet tegen NAP hoogte zien we ook hier een stijgende trend bij de zakplaten in perceel 2. In de natte percelen is de variatie in hoogteligging geringer dan in de droge percelen en hier is eerder sprake van een (zwakke) dalende trend ten opzichte van het maaiveld.

4.4.2 Linschoten

Maaiveld rondom de meetopstelling

In tabel 27 staan de maaiveldhoogtes rondom de meetopstelling vermeld, bepaald uit de gemiddelde hoogtes van de metingen op 10 plaatsen rondom de bak met zakplaatjes. Het gedraineerde gedeelte van het perceel ligt circa 3 cm lager dan het niet gedraineerde perceel. Dit komt omdat het niet gedraineerde gedeelte tegen de

Hollandsche Kade ligt, waar een hoger waterpeil wordt gehandhaafd. NB Om de invloed van dit hogere peil in de kopsloot langs de Hollandse Kade te beperken is een onderwaterdrainage langs deze sloot gelegd die uitkomt op de sloot langs het perceel, waarop ook de andere onderwaterdrains uitkomen.

Tabel 27 gemiddelde hoogte van het maaiveld rondom de bak met zakplaten.

	2006		2007	
	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
drainage	-1.429	-1.434	-1.422	-1.413
geen drainage	-1.377	-1.402	-1.367	-1.359

Zakplaten

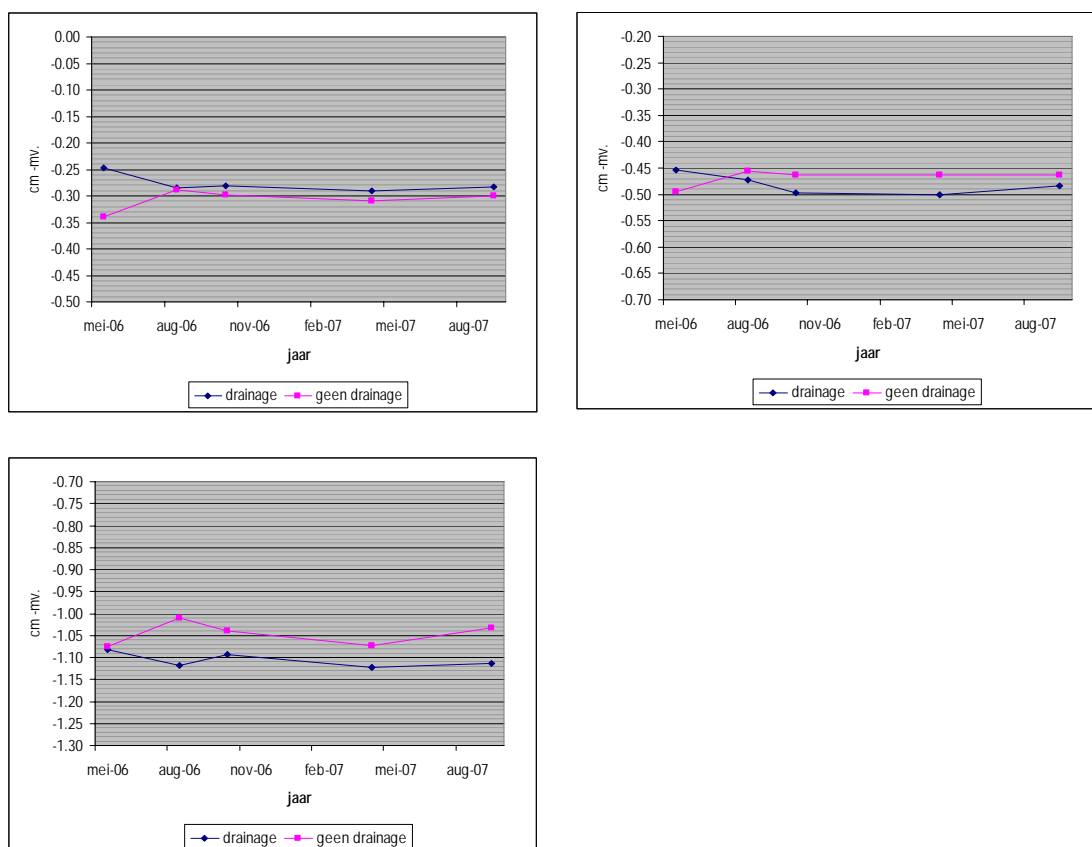
In 2006 zijn in Linschoten naast de metingen in het voor- en najaar de zakplaten ook in augustus ingemeten. De metingen van augustus vonden plaats na een extreem warme en droge periode in juli. De resultaten staan op de CD-rom weergegeven. In tabel 28 staan de gemeten hoogten weergegeven van de zakplaatjes in het voor- en najaar van 2006 en 2007. Uit de resultaten blijkt dat de zakplaatjes in de zomer van 2006 tot ca. 1 cm zakken en vervolgens tot en met de laatste meting in september 2007 omhoog komen. In september 2006 liggen de zakplaatjes 1 – 2 cm hoger dan de diepte waarop ze zijn geplaatst. Opvallend is dat de zakplaatjes in het gedraineerde gedeelte tijdens de droge periode in de zomer van 2006 minder zijn gezakt dan de zakplaatjes in het niet-gedraineerde gedeelte van het perceel, terwijl netto de zakplaatjes in het niet-gedraineerde gedeelte het meeste zijn gestegen ten opzichte van NAP. Het ondiepe zakplaatje in het gedraineerde gedeelte lijkt verstoord te zijn; het zakplaatjes ligt opeens 10 cm lager dan de vorige meting.

Tabel 28 hoogte [m] van de zakplaten in Linschoten ten opzichte van NAP.

	2006		2007	
	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
<i>ondiepe zakplaten</i>				
drains	-1.714	-1.710	-1.703	-1.700
geen drains	-1.683	-1.674	-1.668	-1.666
<i>matig diepe zakplaten</i>				
drains	-1.913	-1.911	-1.906	-1.906
geen drains	-1.847	-1.842	-1.831	-1.830
<i>diepe zakplaten</i>				
drains	-2.544	-2.544	-2.534	-2.535
geen drains	-2.415	-2.409	-2.406	-2.399

Na het eerste jaar is de trend in de hoogteligging van de zakplaten op beide proefvelden stijgend. De diepe zakplaten stijgen tussen het voorjaar van 2006 en het

voorjaar van 2007 10 mm bij het proefperceel met drains en met 3 mm bij het referentieperceel zonder drains. De ondiepe zakplaten stijgen bij het proefperceel met drains in dezelfde periode met 11 mm en bij het referentieperceel zonder drains met 15 mm. Opvallend is dat in het natte jaar 2007 het verschil in voor- en najaarsmeting in het algemeen nihil is. Alleen het diepe zakplaatje bij het perceel zonder drains lijkt 7 mm omhoog te zijn gekomen.



Figuur 25 verloop van de diepte t.o.v. maaiveld van de diepe zakplaten tussen voorjaar 2005 en voorjaar 2007.

4.4.3 Polder Zeevang

Maaiveld rondom de meetopstelling

De gemiddelde hoogteligging van het maaiveld rondom de meetopstelling in 2007 zijn in tabel 29 gepresenteerd. Het verschil in hoogteligging tussen het voorjaar en najaar van 2007 is met name in Kwadijk fors; > 1cm. Deze variatie kan te maken hebben met het feit dat in het voorjaar van 2007 het gemiddelde is bepaald uit slechts vier hoogte metingen (op ieder hoekpunt van de meetopstelling) i.p.v uit 10 hoogte metingen. Omdat de variatie in het maaiveld een grote invloed heeft op de meetresultaten is later besloten de maaiveld hoogte te bepalen uit tenminste 10 hoogte metingen.

Tabel 29 gemiddelde hoogte van het maaiveld rondom de bak met zakplaten in 2007 bij de locaties in de polder Zeevang.

	Kwadijk		Hobrede	
	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
Veld 1	-2.259	-2.249	-2.307	-2.306
Veld 2	-2.232	-2.220	-2.285	-2.285
referentieperceel	-2.233	-2.293	-2.148	-2.135

Zakplaten

Op de locaties Kwadijk en Hobrede zijn in het voorjaar van 2007 de zakplaten voor het eerst ingemeten. De initiële hoogten staan in tabel 30 weergegeven. De variatie in de gemeten hoogtes bedraagt 1 – 4 mm, maar op het (natte) niet gedraineerde perceel in Kwadijk zijn de afwijkingen veel (>1 cm) groter en vergelijkbaar met de variatie in de maaiveldligging. Omdat het aantal metingen in de tijd gering is kan echter nog niets over de oorzaak van de verschillen worden geconcludeerd.

Tabel 30 Hoogtes van de zakplaatjes ten opzichte van NAP in Kwadijk en Hobrede op 23 april 2007

	Kwadijk		Hobrede	
	voorjaar	najaar	voorjaar	najaar
Drains 1				
0,40	-2.549	-2.547	-2.611	-2.611
0,80	-3.169	-3.170	-3.179	-3.178
1,20	-3.432	-3.430	-3.475	-3.472
Drains 2				
0,40	-2.559	-2.556	-2.593	-2.594
0,80	-3.049	-3.047	-3.180	-3.184
1,20	-3.392	-3.393	-3.380	-3.381
Geen drains				
0,40	-2.637	-2.644	-2.457	-2.453
0,80	-2.954	-2.945	-2.963	-2.961
1,20	-3.195	-3.210	-3.262	-3.264

Literatuur

Akker, J.J.H. van den, J. Beuving, R.F.A. Hendriks en R.J. Wolleswinkel, 2007. *Maaiveldddaling, afbraak en CO₂ emissie van Nederlandse veenweidegebieden*. Leidraad Bodembescherming, Sdu, Den Haag, 32 p

Beuving, J. en J.J..H. van den Akker. 1996. *Maaiveldsdaling van veengrasland bij twee slootpeilen in de polder Zegveldbroek. Vijftientig jaar zakkingsmetingen op ROC Zegveld*. Wageningen. Staring Centrum DLO. Rapport 377

L.J. Pons en A.J. Wiggers. 1959/1960. *De Holocene wordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied*. Wageningen. STIBOKA.

Wagenaar, K en C van Wallenburg. 1987. *Bodemkaart van Nederland*, Blad 19 Oost Alkmaar, STIBOKA. Wageningen.

Mulder, E.F.J. de, M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff en T.E. Wong. 2003. *De ondergrond van Nederland*. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO. Geologie van Nederland 7. Groningen

Sluijs, P van der. 1990. *Grondwatertrappen*. Hoofdstuk 11 in Bodemkunde van Nederland. Deel I. Algemene bodemkunde. W.P. Locher en H. de Bakker (red). Den Bosch. Malmberg.

Niet gepubliceerd in kader van BSIK programma klimaat voor ruimte.

Peek, G en L. Nol. 2006. *Soil inventarisation Zegveld*. Site description ten behoeve van BSIK programma Klimaat voor ruimte. Wageningen. Wageningen Universiteit

Bijlage 1 Foto's aanleg onderwaterdrains op Zegveld



De buisdrainage wordt gelegd met een kettingfrees.



De buisdrainage wordt afgewerkt met een pvc-buis



De drainagebuis ligt in een geul



De geul waarin de buisdrainage ligt wordt opgevuld en aangereden



Na afwerking zijn de geulen nog duidelijk zichtbaar



Na de droge juli van 2006 zijn de geulen door verkleuring en groei van het gras weer zichtbaar

Bijlage 2 Foto's aanleg moldrainage op Zegveld



De conus waarmee een "gang" wordt getrokken door het bodemprofiel



De drainage wordt sleufloos aangelegd



De moldrainage wordt afgewerkt met een flexibele buis



De "gang" van waaruit de moldrainage bestaat



Na aanleg is er geen noemenswaardige schade aan het perceel waarneembaar



De volledige combinatie aan het werk tijdens de aanleg van moldrainage

Bijlage 3 Foto's aanleg onderwaterdrains op Linschoten



De drainage wordt aangelegd met een draineercombinatie achter een trekker



De drainage wordt sleufloos aangelegd



Er is geen noemenswaardige schade aan het perceel zichtbaar



Afwerking van de drainage in de sloot. Het is duidelijk te zien dat de onderwaterdrains diagonaal door het perceel lopen.

Bijlage 4 Foto's aanleg onderwaterdrains polder Zeevang



De drainage wordt aangelegd met een draineercombinatie achter een trekker op rupsbanden



De drainage wordt sleufloos aangelegd



Na installatie zijn de buizen niet zichtbaar aan het maaveld



In de greppels is de zode opengetrokken



Spoorvorming op de natte gedeelten van het perceel

