

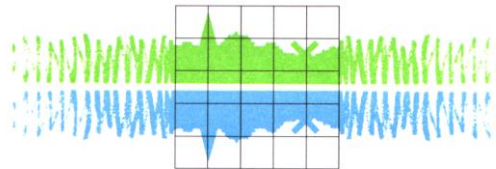
# Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems



*Zorg voor ons landschap*

**RUIMTE VOOR PLANT EN DIER**

Landschapsbeheer Zuid-Holland maakt deel uit van een samenwerkingsverband van twaalf provinciale organisaties: Landschapsbeheer Nederland. Zij streven naar behoud, beheer en ontwikkeling van een ecologisch cultuurlandschap met een streekeigen karakter. Het verbeteren van leefgebieden voor planten en dieren krijgt daarbij speciale aandacht. Elke provinciale organisatie beschikt over de specifieke kennis die nodig is om de regionaal sterk verschillende leefgebieden ook op kleine schaal in stand te houden, zoals in boomgaarden en groenstroken. Dat verzekert een levend landschap voor de toekomst.



**Landschapsbeheer Zuid-Holland**

Effecten van onderwaterdrainage op indringweerstand en bodemfauna veenbodems  
Waddinxveen, 30 november 2011

---

Opdrachtgever : Provincie Zuid Holland  
Tekst : Aletta van der Zijden en Maurice Kruk  
Veldwerk : Michael Zevenhoven

---

# Inhoud

1. Samenvatting .....	5
2. Inleiding .....	7
3. Vraagstelling.....	9
4. Materiaal en methoden .....	10
4.1 Gebied .....	10
4.2. Gemeten variabelen .....	10
5. Analyse.....	13
6. Resultaten .....	15
6.1. Effecten op indringingsweerstand .....	16
6.2. Effecten op bodemfauna.....	25
7. Conclusies en discussie.....	29
Dankwoord.....	31



# 1. Samenvatting

Onderwaterdrainage wordt gezien als een mogelijk alternatief voor het verhogen van slootpeilen om maaiveld dalingen in het veenweidegebied te beperken. Bij deze vorm van drainage worden op regelmatige afstanden buizen in de (veen)grond gebracht teneinde de grondwaterstand meer te stabiliseren: lager in natte periodes en hoger in nattere periodes ten opzichte van een situatie zonder drainage. De effecten op grondwaterstanden, bodemdaling, milieubelasting en agrarisch gebruik worden sinds enige jaren modelmatig en in de praktijk onderzocht.

Bij deze onderzoeken is tot nu toe nog geen aandacht geweest voor de mogelijke effecten van onderwaterdrainage op weidevogels. Dit kan enerzijds optreden door verandering in agrarisch gebruik (eerder en langer weiden en/of maaien, waardoor negatieve effecten kunnen optreden voor het broedsucces) of anderzijds door verandering in de beschikbaarheid en/of bereikbaarheid van prooidieren (bodemfauna: regenwormen en emelten).

Landschapsbeheer Zuid-Holland onderzocht in opdracht van de provincie Zuid-Holland de effecten van onderwaterdrainage op de indringingsweerstand van de bodem (de mate waarin druk moet uitgeoefend om in de bodem te dringen) en de aanwezigheid van wormen en emelten. Het onderzoek vond plaats gedurende het broedseizoen (maart-juni) op een zeer beperkt aantal percelen met een veenbodem en een klei-op-veenbodem. De percelen waren opgedeeld in perceelgedeelten met en zonder onderwaterdrainage. De resultaten zijn vanwege de beperkte opzet slechts indicatief. Een effect op het broedsucces ten gevolge van mogelijk veranderd agrarisch gebruik als gevolg van de drainage is niet onderzocht.

Er zijn slechts relatief kleine verschillen gevonden in indringingsweerstand van percelen met en zonder onderwaterdrainage, waarbij op de percelen met onderwaterdrainage over het algemeen sprake is van een wat lagere weerstand. De aanwezigheid van al dan niet een kleidek bepaalt in veel grotere mate (meer dan factor 2) de indringingsweerstand van de bodem.

Ondanks het zeer droge voorjaar van 2011 wordt de norm voor de maximale indringingsweerstand voor bereikbaarheid van prooien voor weidevogels op veenpercelen niet en klei-op-veen percelen gedurende enkele weken overschreden, ongeacht de aanwezigheid van onderwaterdrainage. De weerstanden op het gedeelte met onderwaterdrainage liggen gemiddeld evenwel wat lager, en ook het percentage van de metingen dat de norm overschrijdt in een bepaalde week ligt op percelen met drainage lager. De beschikbaarheid van bodemfauna lijkt niet duidelijk negatief beïnvloedt door de aanwezigheid van onderwaterdrainage, want op percelen met onderwaterdrainage werden gemiddeld wat hogere aantallen prooidieren, zowel wormen als emelten, aangetroffen dan percelen zonder drainage (uitgezonderd de emelten op percelen met kleidek). Met 1 jaar onderzoek kan daarom geen duidelijk effect van onderwaterdrainage op de aanwezigheid van bodemfauna en de voedselinname van weidevogels worden vastgesteld.



## 2. Inleiding

In de melkveehouderij is behoefte aan voldoende drooglegging voor het realiseren van een economisch gezonde bedrijfsvoering. Dat leidt tot de wens van peilaanpassingen en soms peilverlagingen. Met name in veenweidegebieden is dit een probleem vanwege de daling van de bodem ten gevolge van deze lagere grondwaterstanden.

In dit verband wordt de afgelopen jaren het middel van onderwaterdrainage genoemd. Bij deze vorm van drainage worden op regelmatige afstanden buizen in de (veen)grond gebracht teneinde de grondwaterstand meer te stabiliseren: lager in natte periodes en hoger in nattere periodes ten opzichte van een situatie zonder drainage. Belangrijkste doel daarbij is het tegengaan van bodemdaling door verminderde oxidatie van het veen.

Verschillende onderzoeken hebben zich gericht op de gevolgen van onderwaterdrainage voor de grondwaterstand, de waterkwaliteit en de indringweerstand van de bodem om de draagkracht voor agrarisch gebruik te meten. Vanwege een meer gelijkmatige grondwaterstand is de verwachting dat agrariërs ook eerder het land op zouden kunnen vanwege de verhoogde draagkracht van de bodem (Hoving e.a. 2008). Uit draagkrachtmetingen in Zegveld in 2004 blijkt dat het aantal dagen (in de periode van ongeveer half april tot half december) waarop het land kan worden beweid of bereiden toeneemt bij toepassing van onderwaterdrainage.

Wanneer op grotere schaal gebruik wordt gemaakt van onderwaterdrainage zou dat ook gevolgen kunnen hebben voor de beschikbaarheid en/of bereikbaarheid van voedsel voor weidevogels en dan met name voor de grutto. Er is zorg omtrent de mogelijke uitdroging van de bovenste laag van de bodem met mogelijke negatieve gevolgen voor de indringweerstand (een hogere weerstand vermindert de bereikbaarheid van voedsel) en bodemleven in de zode (beschikbaarheid van voedsel). De provincie Zuid-Holland heeft daarom Landschapsbeheer Zuid-Holland gevraagd om binnen het lopende onderzoek naar onderwaterdrainage door Alterra Wageningen Universiteit na te gaan wat de mogelijke effecten zijn van de onderwaterdrainage op de voedselsituatie voor de weidevogels.

De stand van de grutto (*Limosa limosa*), een rode lijstsoort, staat al geruime tijd onder grote druk. Hoewel diverse beheermaatregelen in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd, is de neergaande tendens nog niet tot staan gebracht. De belangrijkste factor in deze achteruitgang blijkt de verlaagde reproductie te zijn (Bruinzeel e.a. 2010).

Voor de volwassen grutto is het van belang om na aankomst in Nederland voldoende voedsel tot zich te nemen om in goede conditie te komen en zo tot broeden te komen. Daarnaast moet gedurende de gehele periode dat de grutto in de broedgebieden (graslanden) verblijft voldoende voedsel aanwezig zijn. De grutto moet daarvoor de beschikking hebben over voldoende prooidieren (met name regenwormen en emelten), die ook bereikbaar moeten zijn door voldoende doordringbaarheid van de zode.

In het hier volgend onderzoek van beperkte opzet is met behulp van een instrument dat de indringingsweerstand van de bodem meet, een zogenaamde penetrometer gebruikt om de indringweerstand te meten. In dit geval met een conus van 1 cm<sup>2</sup> dat model staat voor de gruttosnauw. Daarnaast zijn regenwormen en emelten bemonsterd als maat voor de aanwezigheid van voedsel voor de grutto. Er is daarnaast een conus van 5 cm<sup>2</sup> gebruikt als maat voor de draagkracht van de bodem voor agrarisch gebruik (beweiden en berijdbaarheid) tijdens het broedseizoen. Wanneer agrarische werkzaamheden eerder in het broedseizoen kunnen plaatsvinden kan dat namelijk ook gevolgen hebben voor de overleving van de grutto (nesten en nog niet vliegvlugge jongen). Met name gaat het dan om eerdere beweiding en/of beweiding met hogere dichtheden en vroegere maaidata.

Het onderzoek heeft slechts op zeer beperkte schaal plaatsgevonden en is daarom slechts indicatief.



### 3. Vraagstelling

De vragen voor het onderzoek waren:

1. Is er een verschil in indringingsweerstand van de bodem tussen percelen (c.q. perceelsgedeelten) met en zonder onderwaterdrainage?
2. Is er een verschil in dichtheden wormen of emelten tussen percelen (c.q. perceelsgedeelten) met en zonder onderwaterdrainage?

## 4. Materiaal en methoden

### 4.1 Gebied

De studie werd in aanvulling op een lopend onderzoek naar effecten van onderwaterdrainage door Alterra uitgevoerd in het veenweidegebied van de Krimpener- en Lopikerwaard in de provincie Zuid-Holland. De percelen met en zonder onderwaterdrainage waren gelegen respectievelijk in polder Benedenkerk bij Stolwijk en polder Vlist Oostzijde (figuur 1). In Stolwijk betreft het percelen met een veenbodem zonder kleidek (koopveengrond) en in Vlist van een perceel met een klei-op-veen bodem met een kleipakket van ca. 30 cm (waardveengrond). De ontwateringsdiepte is respectievelijk ca. 50 en ca. 60 cm. beneden het maaiveld. In Stolwijk was er sprake van 2 percelen en in Vlist van 1 perceel, waarvan op elk perceel voor de helft van het perceel een onderwaterdrainage werd aangebracht in februari/maart 2001.



*Figuur 1. Ligging van de onderzoekpercelen in de Krimpener- en Lopikerwaard (Zuid-Holland)*

### 4.2. Gemeten variabelen

In twee- tot respectievelijk vierwekelijkse intervallen werden op de percelen twee omgevingsvariabelen gemeten. De bemonsteringsdata waren tussen week 10 (8 maart) en week 26 (29 juni). Indringingsweerstanden werden tweewekelijks (in 9 ronden) en bodemfaunagegevens vierwekelijks (in 5 ronden) gemeten.

De indringingsweerstand van de bodem werd bepaald met behulp van een penetrometer met een sonde van 1 en van 5 cm<sup>2</sup> doorsnee. Per perceel en per ronde werden 30 metingen gedaan waarvan de gemiddelde waarde gebruikt werd in de analyses. Het bepalen van de indringingsweerstand van de bodem werd altijd door dezelfde persoon gedaan. Het bleek niet altijd mogelijk de penetrometer in de bodem te kunnen drukken omdat de bodem te verhard as. In die gevallen is de indringingsweerstand op het maximum van 1000 kPa gesteld.

De conus van 5 cm<sup>2</sup> wordt gebruikt om de berijdbaarheid (met trekker en landbouwwerktuigen) en de beweidbaarheid (i.v.m. vertrapping) vast te stellen. Voor berijden moet de indringweerstand van een conus van 5 cm<sup>2</sup> groter zijn dan 500 kPa. Voor beweidbaarheid groter dan 600 kPa (Van den Akker e.a., 1993; Beuving e.a., 1989).

Een waarde van 250 kPa (conus 1 cm<sup>2</sup>) wordt aangehouden als grenswaarde waarbij foerageren door weidevogels nog mogelijk is (Klein e.a., 2011). Daarboven wordt de grond te droog en te hard voor optimaal foerageren.

De dichtheid bodemdieren werd bepaald door het nemen van bodemmonsters tot een diepte van 10 cm<sup>2</sup>. de diepte tot waar een vogelsnavel maximaal zou kunnen reiken. Per proefvlak en per bemonsteringsronde werden vijf monsters genomen op een diagonaal over het perceel. De monsters werden gemaakt met behulp van een spade van 20cm. Hiermee werden op 5 plaatsen vierkante monsters van 20 x 20 cm uitgestoken (400 cm<sup>2</sup>, totaal bemonsterd oppervlak per proefvlak per ronde: 2000 cm<sup>2</sup>). Bij het bepalen van de dichtheid prooidieren werd onderscheid gemaakt tussen regenwormen en emelten (larven van langpootmuggen, *Tipula* spp.). Overige bodemdieren (bijvoorbeeld larven van kortschildkevers, *Staphylinidae*) werden niet in de monsternamen betrokken. Er is voor gekozen om alleen de aantallen te bepalen en niet de biomassa omdat deze in hoge mate met elkaar gecorreleerd zijn (Kruk e.a., 1993).

#### Weergegevens

In Haastrecht (gelegen op ca. 6 km van de onderzoeklocaties) werden in de periode 14 maart- 6 juli vrijwel dagelijks de minimum- en maximumtemperatuur en de hoeveelheid neerslag bepaald.



## 5. Analyse

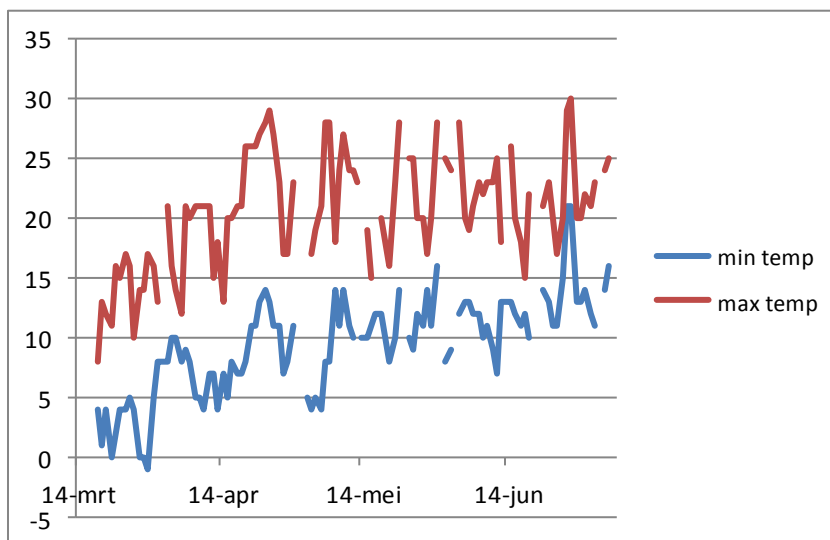
Eventuele variatie tussen en binnen de 6 percelen kan de analyse resultaten beïnvloeden omdat de blokken (bodemtypen) en behandelingen (wel of geen drainage) steeds op gehele percelen zijn uitgevoerd en niet zijn gerandomiseerd. Deze steekproefopzet laat niet toe dat een variantie-analyse (ANOVA) wordt toegepast waarbij uitspraken over de significantie van behandelingen of blokken wordt gedaan. Strikt genomen kunnen alleen beschrijvende statistieken worden berekend en kan niet op verschillen worden getoetst. Desondanks is een lineaire regressie uitgevoerd om een indicatie te verkrijgen of gevonden verschillen enige betekenis zouden kunnen hebben. Daarnaast zijn aantallen wormen en emelten gecorreleerd aan de aan- of afwezigheid van een kleidek respectievelijk aan- of afwezigheid van drainage. De statistische bewerking is uitgevoerd door Tom Hoogland, geostatisticus bij Alterra WUR. Al met al geldt dus dat de resultaten door de kleinschalige opzet niet meer dan een indicatie kunnen opleveren van het effect van onderwaterdrainage.



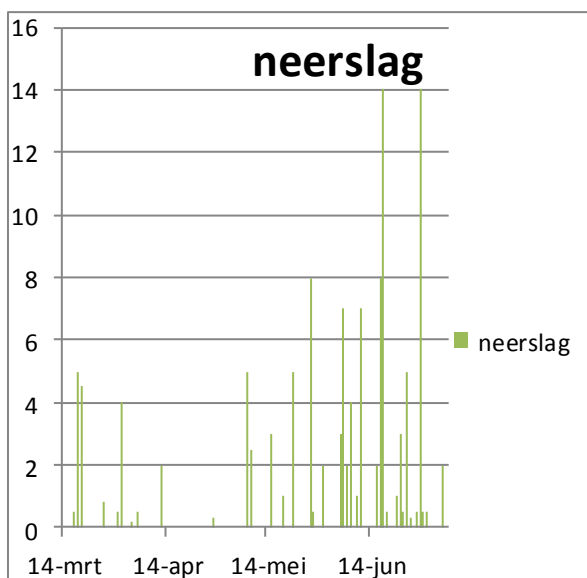
## 6. Resultaten

### Weersomstandigheden

De temperaturen en neerslaggegevens zijn weergegeven in figuur 2 en 3. Vanaf begin april was er sprake van een langdurige warme periode met maximum temperaturen rond de 20 graden en met geen tot geringe hoeveelheden neerslag. Vanaf ongeveer half mei is er weer sprake van enige, zij het nog steeds een beperkte hoeveelheid neerslag. In vergelijking met de normale waarden was er sprake van een droog tot zeer droog, warm en zonnig voorjaar (bron: [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)).



Figuur 2. Minimum en maximumtemperatuur (in °C) te Haastrecht in de studieperiode (eigen metingen)



*Figuur 3. Hoeveelheid neerslag (in mm) per dag te Haastrecht in de studieperiode (eigen metingen)*

## **6.1. Effecten op indringingsweerstand**

Verloop indringingsweerstand in de tijd

De indringingsweerstand van zowel conus 1 cm<sup>2</sup> als conus 5 cm<sup>2</sup> nemen na de eerste week van april (vanaf week 16) sterk toe en bereiken in de eerste week van mei (week 18) een hoogtepunt om daarna tot medio juni (week 24) weer licht en daarna sterker af te nemen (figuur 4 en 5). De gemiddelde indringingsweerstand van de conus van 1cm varieerde tussen de ca. 75 en 250 kPa. De laagste indringingsweerstand werden aangetroffen in de eerste 3 weken van de metingen (week 10-14; maart), de hoogste in week 18-22 (mei). Het verloop in de tijd is voor zowel percelen met als zonder onderwaterdrainage ongeveer gelijk. Op de perceelsdelen zonder drainage lijken de indringingsweerstand over het algemeen iets hoger te zijn, hoewel dat op de percelen zonder kleidek minder eenduidig is.

De gemiddelde indringingsweerstand voor de conus van 5 cm<sup>2</sup> varieerden tussen ruim 200 en 800 kPa en waren eveneens het laagst aan het begin van de metingen in de eerste week van maart (week 10) en het hoogst in mei (week 18-22). Het verloop in de loop der tijd is op de perceelsdelen met en zonder onderwaterdrainage vergelijkbaar.

Op de percelen zonder kleidek wordt het maximum van 250 kPa voor de 1 cm<sup>2</sup> conus (= maximale weerstand om nog doordringbaar te zijn voor een vogelsnavel) zowel op de gedraineerde als niet gedraineerde percelen gemiddeld (bijna) behaald, maar niet overschreden (figuur 4a). Op de percelen met kleidek wordt het maximum van 250 kPa in de weken 18-22 overschreden op zowel het gedraineerde als niet gedraineerde perceelsgedeelte (figuur 4b).

In week 16-24 (einde april-medio juni) wordt de minimale weerstand van 500 kPa (voor berijdbaarheid) op de percelen zonder kleidek gemiddeld behaald voor zowel de gedraineerde als niet gedraineerde delen en de waarde van 600 kPa in de weken 18-24 (begin mei-medio juni; figuur 5a).

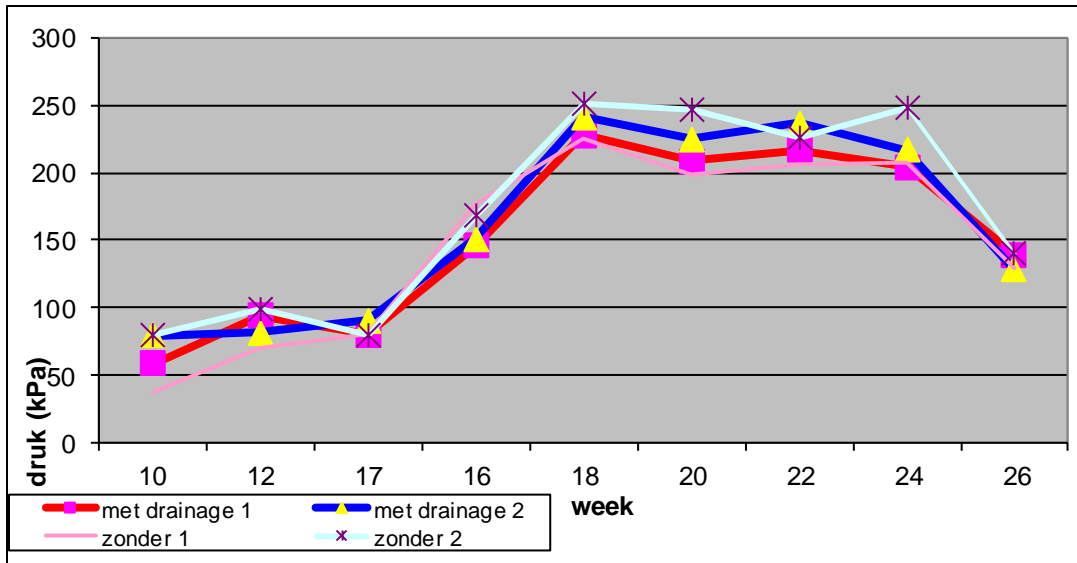
Voor de percelen met kleidek wordt gemiddeld voor de gehele periode vanaf week 16 tot het einde van de metingen in week 26 de weerstandsdruk 500 kPa behaald en de norm van 600 kPa in de weken 16-24 (figuur 5b).

Naast de gemiddelde indringingsweerstand kan ook worden gekeken naar het percentage van de (30) metingen dat de norm voor wat betreft de indringingsweerstand behaalt of overschrijdt.

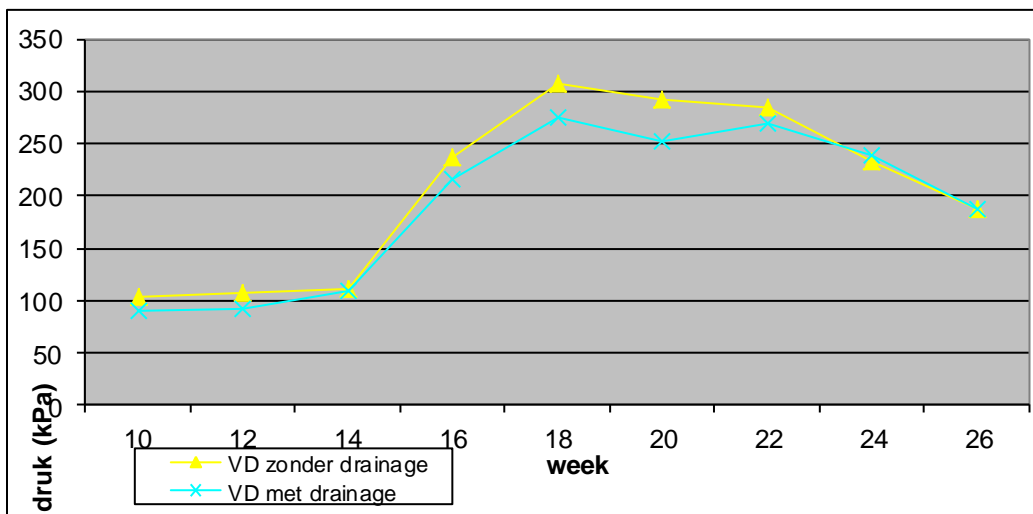
Het percentage metingen dat in een bepaalde week de norm van 250 kPa overschrijdt bedraagt op percelen zonder kleidek maximaal 45% en is op percelen zonder drainage over het algemeen wat hoger dan met drainage (figuren 6a). Op percelen met kleidek kan dit oplopen tot 50-80% en ook daar is het percentage metingen met een overschrijding van de 250kPa norm op het perceelsgedeelte zonder drainage over het algemeen groter dan op het gedeelte zonder drainage (figuur 6b).

De percentages van de metingen waarbij de norm van 500 kPa resp. 600 kPa wordt behaald vertoont tussen percelen met en zonder onderwaterdrainage slechts kleine verschillen (Figuren 7a-d).

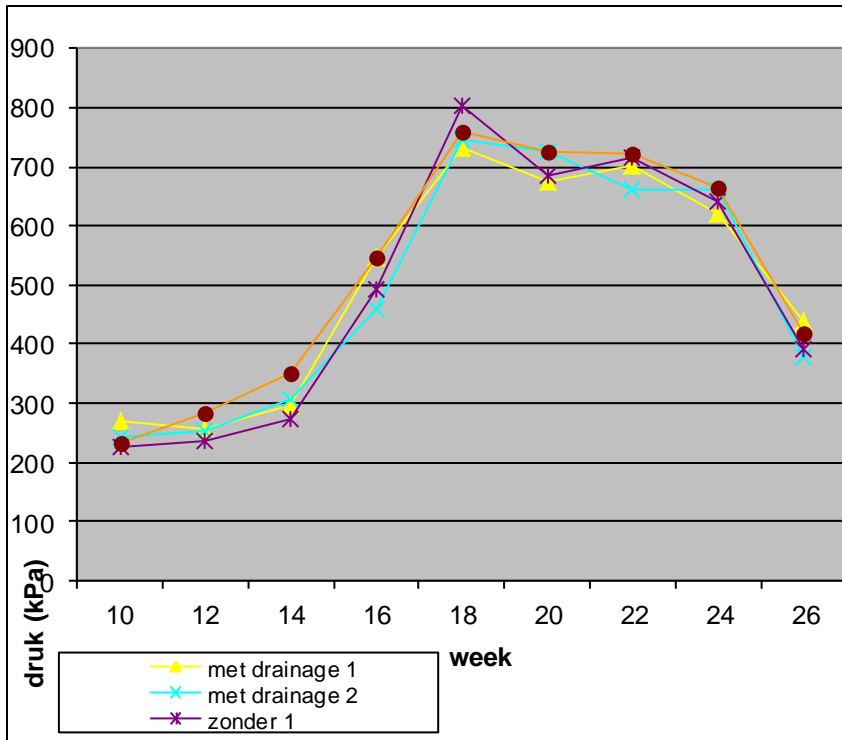




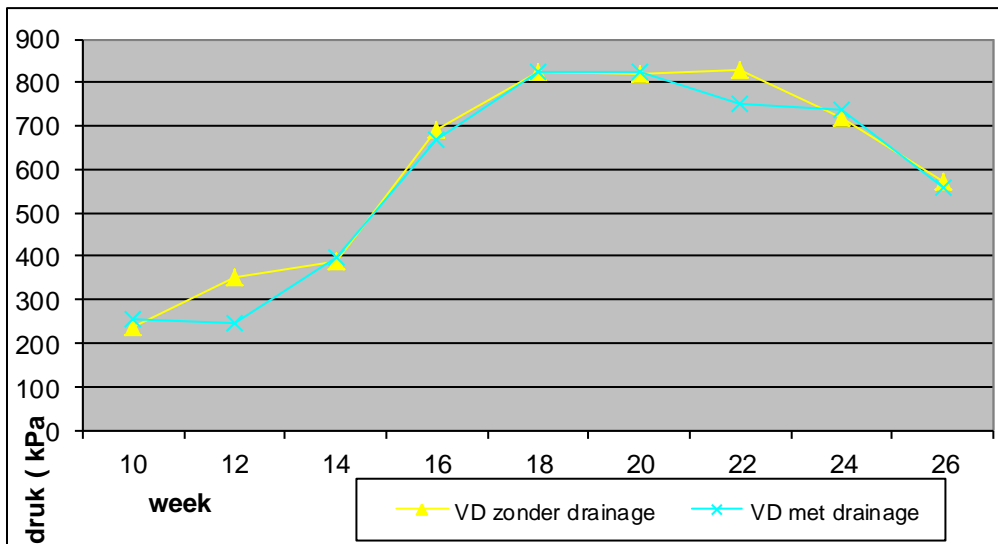
Figuur 4a. Gemiddelde indringingsweerstand (in kPa) op 2 percelen (1 en 2) zonder kleidek met en zonder onderwaterdrainage voor een conus van 1 cm<sup>2</sup> gedurende de studieperiode maart-einde juni.



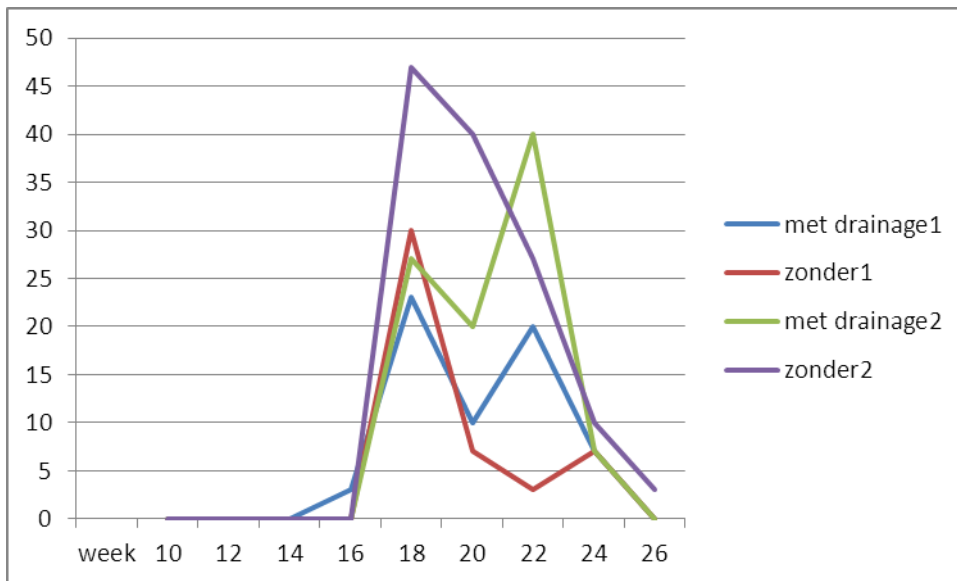
Figuur 4b. Gemiddelde indringingsweerstand (in kPa) op 1 perceel met kleidek met en zonder onderwaterdrainage voor een conus van 1 cm<sup>2</sup> gedurende de studieperiode maart-einde juni.



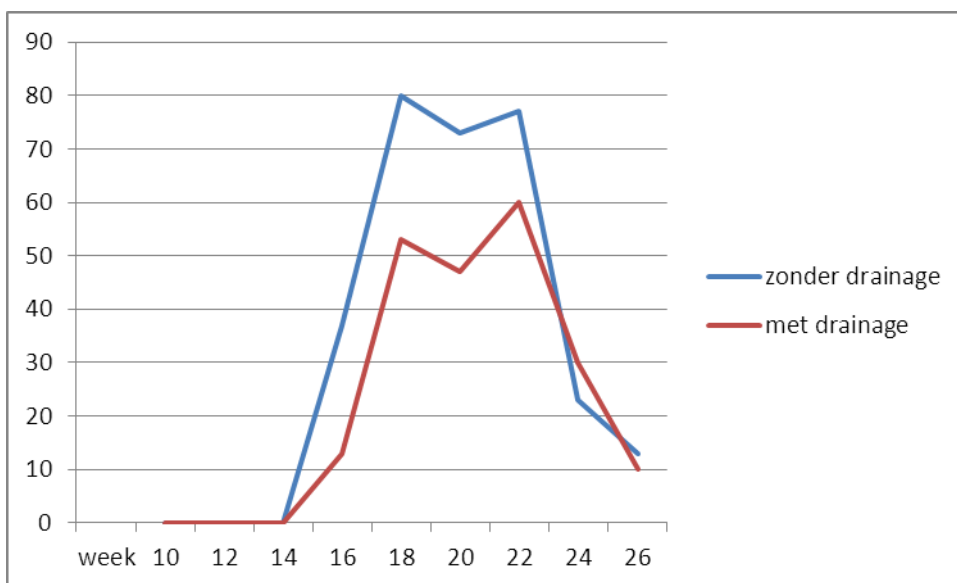
Figuur 5a. Gemiddelde indringingsweerstand (in kPa) op 2 percelen zonder kleidek met en zonder onderwaterdrainage voor een conus van 5 cm<sup>2</sup> gedurende de studieperiode maart-einde juni.



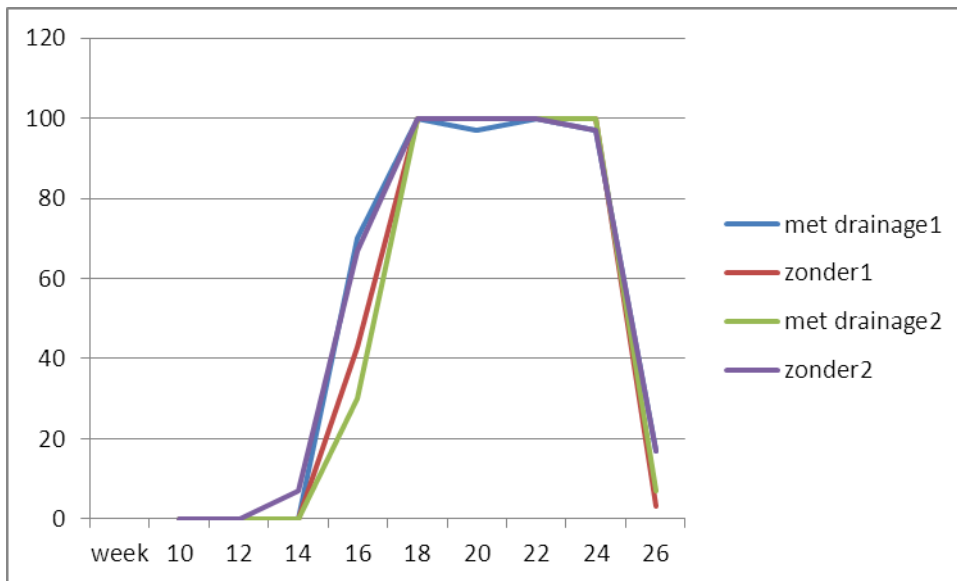
Figuur 5b. Gemiddelde indringingsweerstand (in kPa) op perceeldelen met kleidek met en zonder onderwaterdrainage voor een conus van 5 cm<sup>2</sup> gedurende de studieperiode maart-einde juni.



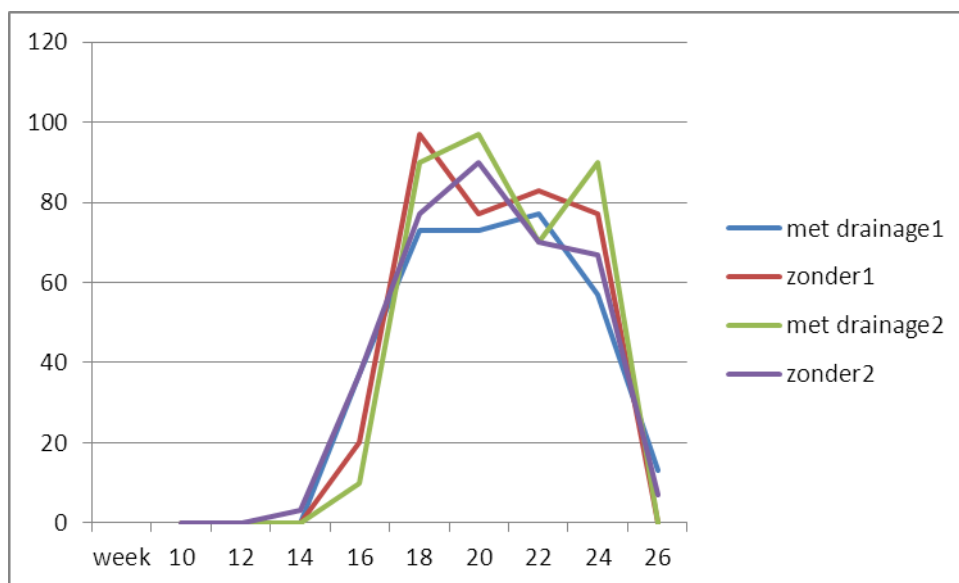
*Figuur 6a. Het percentage in de loop der tijd van de (30) metingen dat een indringingweerstand van 250 kPa overschrijdt inde loop der tijd op 2 percelen zonder kleidek met en zonder onderwaterdrainage.*



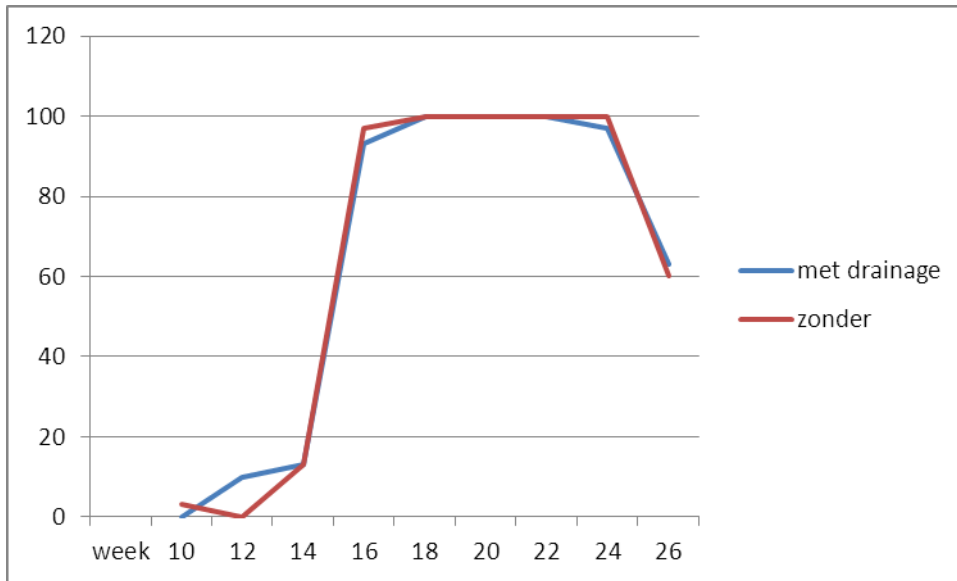
*Figuur 6b. Het percentage in de loop der tijd van de (30) metingen dat een indringingweerstand van 250 kPa overschrijdt inde loop der tijd op perceelgedeelten met kleidek met en zonder onderwaterdrainage.*



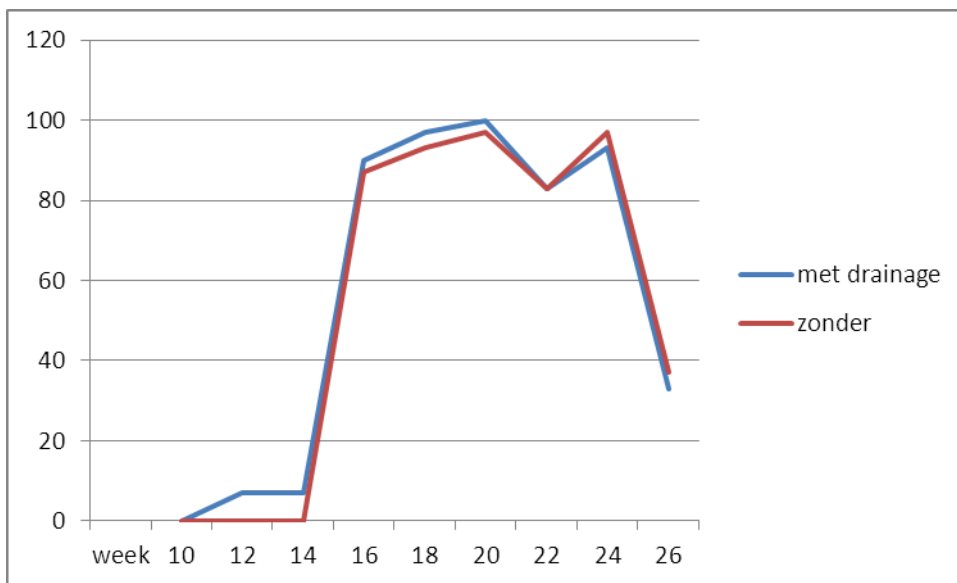
*Figuur 7a. Het percentage in de loop der tijd van de (30) metingen dat een indringingweerstand van 500 kPa overschrijdt in de loop der tijd op percelen zonder kleidek met en zonder onderwaterdrainage.*



*Figuur 7b. Het percentage in de loop der tijd van de (30) metingen dat een indringingweerstand van 600 kPa overschrijdt in de loop der tijd op percelen zonder kleidek met en zonder onderwaterdrainage.*



*Figuur 7c. Het percentage in de loop der tijd van de (30) metingen dat een indringingweerstand van 500 kPa overschrijdt in de loop der tijd op perceelgedeelten met kleidek met en zonder onderwaterdrainage.*



*Figuur 7d. Het percentage in de loop der tijd van de (30) metingen dat een indringingweerstand van 600 kPa overschrijdt in de loop der tijd op perceelgedeelten met kleidek met en zonder onderwaterdrainage.*

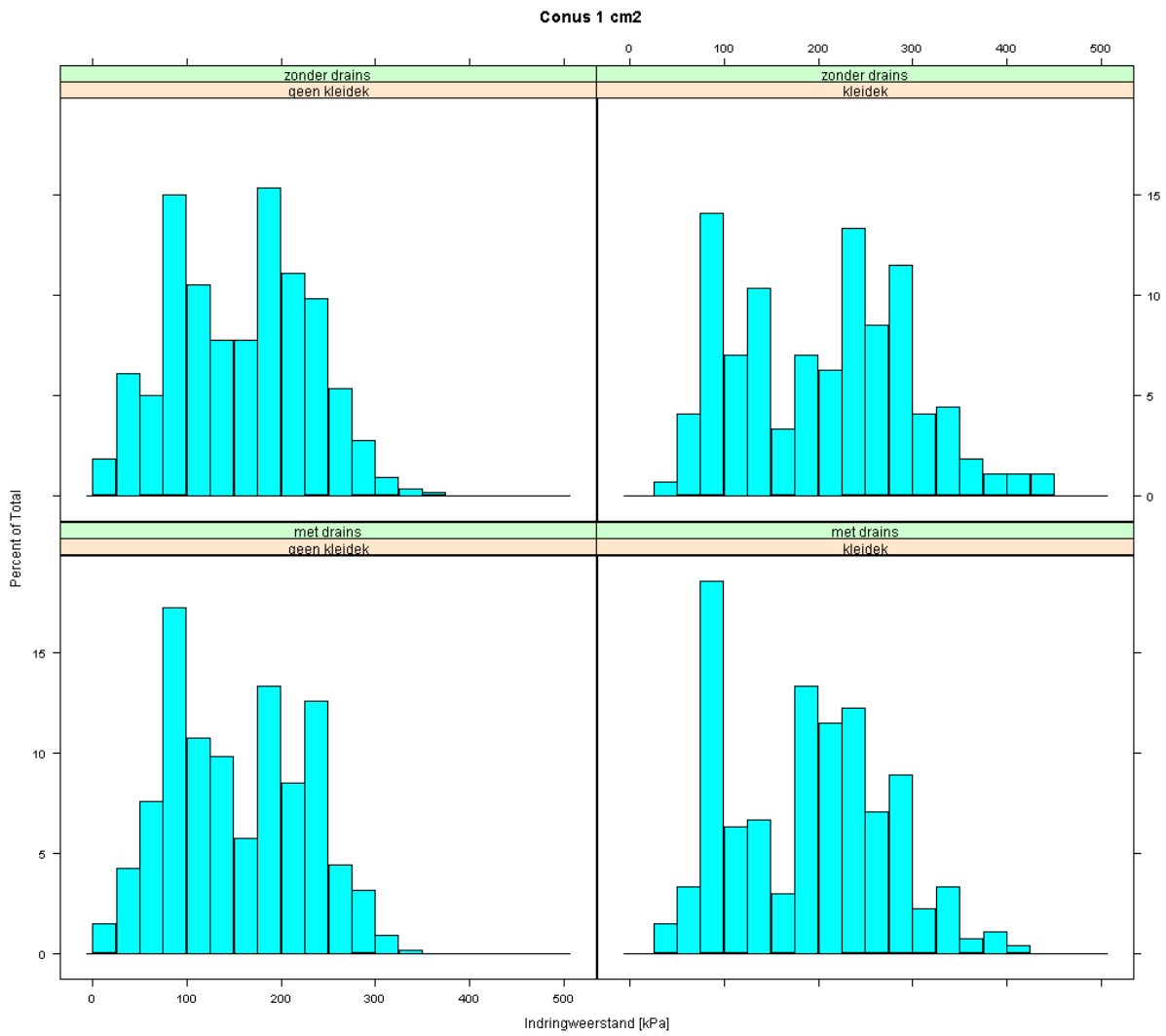
#### Vergelijking van gemiddelde indringingsweerstand

Hieronder zijn gemiddelde indringweerstand (in kPa) voor een conus van 1 cm<sup>2</sup> (bovenste deel van tabel 1) en van 5 cm<sup>2</sup> (onderste deel van de tabel 1) weergegeven voor alle vier de combinaties van blokken en behandelingen.

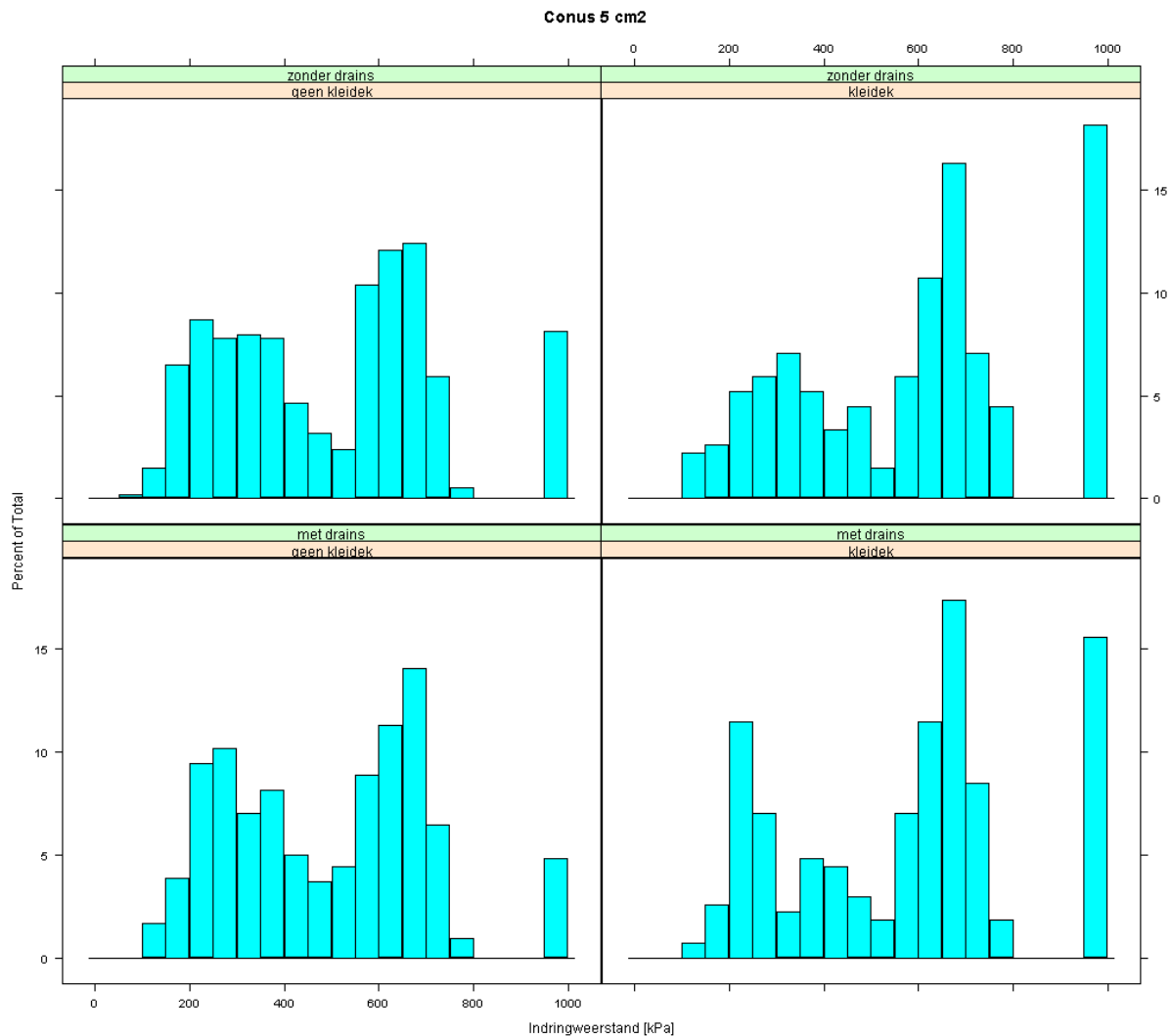
**Tabel 1. Gemiddelde indringingsweerstand (in kPa) op percelen met en zonder kleidek voor een conus van 1 en 5 cm<sup>2</sup>.**

<i>1 cm<sup>2</sup> conus</i>	<b>geen kleidek</b>	<b>met kleidek</b>
<b>met drains</b>	156,5463	191,7963
<b>zonder drains</b>	158,7500	206,4815
<i>5 cm<sup>2</sup> conus</i>		
<b>met drains</b>	498,4444	584,5185
<b>zonder drains</b>	509,8611	604,259

Het effect van de verschillende conusoppervlakken op de indringweerstand is groot; meer dan een factor 2. Het effect van de behandelingen en blokken bij verschillende conus oppervlakken is vergelijkbaar namelijk een hogere indringweerstand in de percelen zonder drains en een hogere indringweerstand voor percelen met een kleidek. Het effect van de blokken (met of zonder kleidek) is wel duidelijk groter dan het effect van de behandeling wel of geen drainage. Als de effecten voor beide conus oppervlakten grafisch worden weergegeven (figuur 7 en 8) valt op dat er geen duidelijke scheiding tussen de blokken bestaat en nog minder tussen behandelingen: de verdelingen vertonen een grote overlap.



*Figuur 7. Verdeling van de afzonderlijk gemeten indringingsweerstand (kPa) op percelen met en zonder kleidek en met en zonder drainage voor een conus van 1 cm<sup>2</sup>.*



*Figuur 8. Verdeling van de afzonderlijk gemeten indringingsweerstand (kPa) op percelen met en zonder kleidek en met en zonder drainage voor een conus van 5 cm<sup>2</sup>. De waarde van 1000 voor de indringingsweerstand geeft aan dat de weerstand groter was dan kon worden gemeten met de penetrometer.*

Als via lineaire regressie naar het effect van behandelingen en blokken wordt gekeken (wat eigenlijk niet mag met deze steekproefopzet) is van beiden wel een effect te kwantificeren (zie tabel 2 voor een conus van 1 cm<sup>2</sup> en tabel 3 voor een conus van 5 cm<sup>2</sup>).



**Tabel 2. Resultaten van de statistische analyse van de gemiddelde indringingsweerstand bij een conus van 1 cm<sup>2</sup> op percelen met en zonder kleidek en met en zonder onderwaterdrainage**

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )
(Intercept)	160.830	3.055	52.640	<2e-16 ***
drain	-6.364	3.865	-1.647	0.0998 .
kleidek	41.491	4.099	10.122	<2e-16 ***

Residual standard error: 77.78 on 1617 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.06107, Adjusted R-squared: 0.0599

F-statistic: 52.58 on 2 and 1617 DF, p-value: < 2.2e-16

**Tabel 3. Resultaten van de statistische analyse van de gemiddelde indringingsweerstand bij een conus van 5 cm<sup>2</sup> op percelen met en zonder kleidek en met en zonder onderwaterdrainage**

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )
(Intercept)	511.248	9.145	55.907	< 2e-16 ***
drain	-14.191	11.567	-1.227	0.22
kleid	90.236	12.269	7.355	3.02e-13 ***

Residual standard error: 232.8 on 1617 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.03324, Adjusted R-squared: 0.03205

F-statistic: 27.8 on 2 and 1617 DF, p-value: 1.347e-12

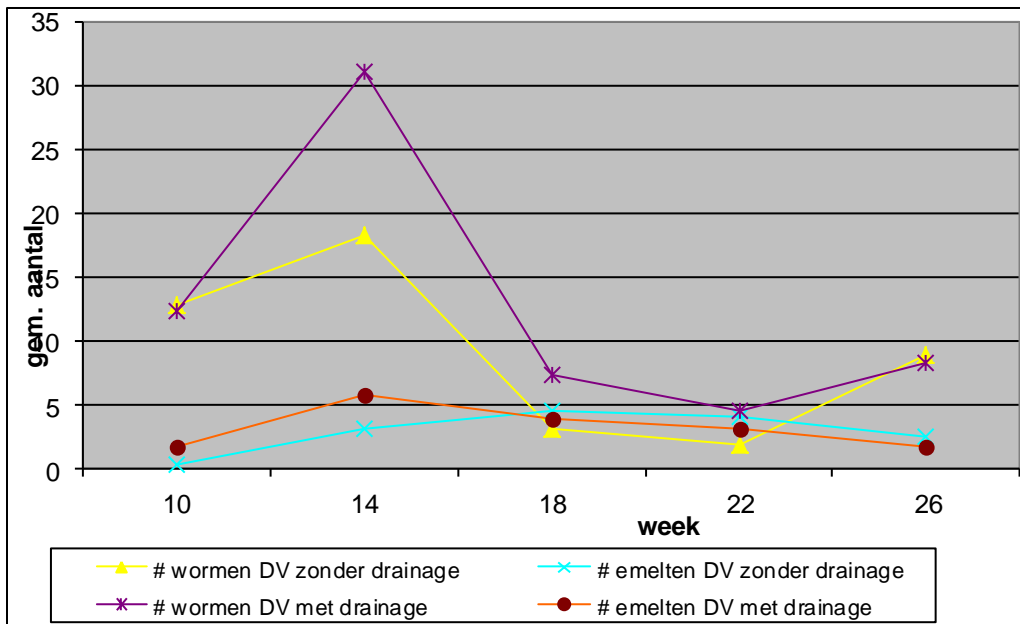
De gevonden relaties verklaren slechts een zeer beperkt deel van de variantie (5% of nog minder) en het effect van drainage lijkt niet-significant, dat van de aan- of afwezigheid van een kleidek wel significant.

## 6.2. Effecten op bodemfauna

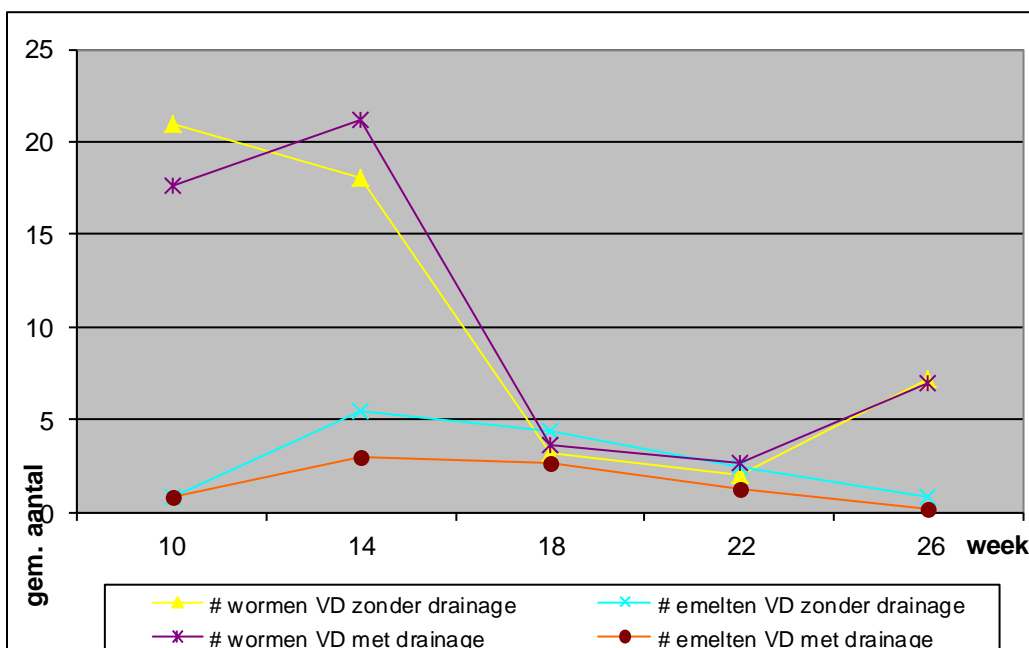
De gemiddelde aantallen wormen in de monsters varieerden in de loop der tijd van ruim 2 tot ruim 30, de aantallen emelten van ca. 0,5 tot 5.

De aantallen wormen en emelten nemen op percelen zonder kleidek nemen tussen week 10 en 14 toe en dalen daarna weer tot een dieptepunt in respectievelijk week 22 (wormen) en 26 (emelten). Het patroon van dit verloop in de tijd is voor zowel de percelen met als zonder onderwaterdrainage ongeveer gelijk (figuur 9).

Op percelen met een kleidek nemen de aantallen wormen en emelten in week 10-14 licht toe of blijven ongeveer gelijk, nemen daarna sterk af tot week 22 en weer licht toe in week 26 (wormen) of nog verder af tot vrijwel 0 (emelten; figuur 10).



Figuur 9. Gemiddelde aantal wormen (per 400 cm<sup>2</sup>) op percelen zonder kleidek met en zonder onderwaterdrainage gedurende de studieperiode (in weken na 1 januari; week 10 = 1<sup>e</sup> week maart).



Figuur 10. Gemiddelde aantal wormen (per 400 cm<sup>2</sup>) op percelen met kleidek met en zonder onderwaterdrainage gedurende de studieperiode (in weken na 1 januari; week 10 = 1<sup>e</sup> week maart).

**Tabel 4. Gemiddelde aantallen wormen en emelten op percelen met en zonder kleidek en met en zonder drainage.**

<i>Wormen</i>	<b>geen kleidek</b>	<b>met kleidek</b>
<b>met drains</b>	12.8	10.4
<b>zonder drains</b>	9.1	10.3
<i>Emelten</i>		
<b>met drains</b>	3.3	1.6
<b>zonder drains</b>	3.0	2.8

Op percelen zonder kleidek worden gemiddeld hogere aantallen wormen aangetroffen op de gedeelten met drains dan zonder de drains (tabel 4). Bij percelen met kleidek zijn de aantallen wormen op het gedeelte met drains gemiddeld ook wat hoger, maar dit verschil is zeer gering.

De gemiddelde aantallen emelten zijn op percelen zonder kleidek op de gedeelten met drains eveneens slechts in geringe mate hoger. Op percelen met kleidek zijn de gemiddelde aantallen emelten op de delen zonder drainage juist hoger.

De aantallen emelten en wormen per perceel vertonen een onderlinge correlatie die in grootte en richting verschilt. Het gaat steeds om een onderlinge vergelijking per perceel op basis van slechts 5 gemiddelde waarden voor de weken waarin metingen zijn uitgevoerd. Op de koopveengrond (zonder kleidek) is op de percelen zonder drainage een positieve correlatie tussen de aantallen wormen en emelten van 0.70 gevonden en op de gedraineerde percelen een negatieve correlatie van -0.57 (tabel 5).

**Tabel 5. Correlaties tussen gemiddelde aantallen wormen en emelten op percelen zonder kleidek met en zonder drainage (gele markering)**

	metdr_worm	Metdr_emelt	Zonderdr_worm	Zonderdr_emelt
Metdr_worm	1.0000000	<b>-0.5696728</b>	0.8962288	0.316027323
metdr_emelt	<b>-0.5696728</b>	1.0000000	-0.1700273	0.540391264
zonderdr_worm	0.8962288	-0.1700273	1.0000000	<b>0.702675140</b>
zonderdr_emelt	0.3160273	0.5403913	<b>0.7026751</b>	1.000000000

**Tabel 6. Correlaties tussen gemiddelde aantallen wormen en emelten op percelen met kleidek met en zonder drainage (gele markering).**

	zonderdr_worm	zonderdr_emelt	metdr_worm	metdr_emelt
Zonderdr_worm	1.00000000	<b>-0.0443329</b>	0.9625468	0.06676176
zonderdr_emelt	<b>-0.04433290</b>	1.0000000	0.1795908	0.98018036
metdr_worm	0.96254679	0.1795908	1.0000000	<b>0.25779511</b>

Correlaties op de waardveengronden (met kleidek) tussen gedraineerde en ongedraineerde percelen zijn ook tegengesteld maar de absolute grootte van de correlaties is duidelijk geringer.

Relatie tussen indringingsweerstand en aantallen bodemfauna

Tussen de indringweerstand en het aantal wormen per perceel is voor alle vier de percelen een sterke negatieve correlatie gevonden (tabel 7; gele markering; hogere weerstand betekent lagere aantallen wormen). De correlatie tussen aantallen emelten en indringweerstand per perceel is altijd positief (tabel 7; blauwe markering; hogere weerstand is hogere aantallen) maar minder eenduidig qua omvang.

**Tabel 7. Correlatie tussen indringingsweerstand en aantallen wormen (gele markering) en emelten (blauwe markering) op percelen met en zonder onderwaterdrainage en met en zonder kleidek.**

	Met klei+dr	Met klei-dr	Klei-dr	Klei + dr
- klei +d_worm	-0.926721267	-0.93496123	-0.8556671	-0.91338324
- klei+d_emelt	0.831276888	0.81376036	0.9090201	0.85221818
- klei-dr_worm	-0.688403257	-0.69566993	-0.5599650	-0.65580111
- klei-dr_emelt	0.007881106	0.01267061	0.1710629	0.05844154
+klei-dr_worm	-0.978064733	-0.95165307	-0.9543654	-0.96665445
+klei-dr_emelt	0.137650086	0.15669580	0.2993825	0.19091270
+klei+dr_worm	-0.947369830	-0.93333884	-0.8839521	-0.92778975
+klei+dr_emelt	0.056957415	0.09551445	0.2139726	0.11436298

## 7. Conclusies en discussie

De aanwezigheid van al dan niet een kleidek bepaalt in veel grotere mate (meer dan factor 2) de indringingsweerstand van de bodem dan het al dan niet aanwezig zijn van een onderwaterdrainage.

Er zijn slechts relatief kleine verschillen in indringingsweerstand van percelen met en zonder onderwaterdrainage, waarbij op de percelen met onderwaterdrainage over het algemeen sprake is van een wat lagere weerstand.

De minimaal benodigde draagkracht van 500 kPa voor berijding en van 600 kPa voor beweiding wordt zowel voor percelen met en zonder onderwaterdrainage in ongeveer dezelfde tijdspanne bereikt. De aan- of afwezigheid van een kleidek laat hier geen grote verschillen zien.

De maximale kracht die weidevogels nodig hebben om in de bodem door te dringen en zo bodemfauna te kunnen prederen is door Klein e.a. (2011) gesteld op 250 kPa. Deze norm wordt ondanks het relatief zeer droge en warme voorjaar gemiddeld niet overschreden op de percelen zonder kleidek, ongeacht de aanwezigheid van drainage. Op percelen met kleidek wordt deze norm evenwel gedurende week 18-22 (mei) gemiddeld evenwel overschreden, zowel op de perceelsgedeelten met als zonder onderwaterdrainage.

De weerstanden op het gedeelte met onderwaterdrainage liggen gemiddeld evenwel wat lager, en ook het percentage van de metingen dat de norm overschrijdt in een bepaalde week ligt op percelen met drainage lager dan op percelen zonder drainage. Hoewel de norm gemiddeld dus overschreden wordt zij op percelen met drainage dus wel meer gedeelten aanwezig waar de norm niet wordt overschreden. De risico's op overschrijding zijn dus op percelen met onderwaterdrainage dus enigszins kleiner. Klein e.a. (2011) vonden een sterk verband tussen vochtgehalten van de percelen en de indringingsweerstand, waarbij hogere vochtgehalten leiden tot lagere weerstanden. Wat dit evenwel betekent voor de weidevogels en in het bijzonder de Grutto is echter onduidelijk. Kleine e.a. constateerden nl. ondanks de genoemde 250 kPa geen grenswaarden qua indringingsweerstand waaronder of -boven Grutto's niet meer foerageerden. Zij stellen dat het aannemelijk is dat bodemvocht indirect het foerageersucces van Grutto's bevordert doordat de dichtheid emelten over het algemeen het hoogst is in percelen met een hoog vochtgehalte. Wij vonden gemiddeld een hoger aantal emelten in percelen met onderwaterdrainage indien geen kleidek aanwezig was, maar juist een lager aantal indien er wel een kleidek aanwezig was. Het lijkt aannemelijk dat de percelen door de onderwaterdrainage gemiddeld vochtiger waren. Het effect van vocht op de emelten is dus niet eenduidig. Daar komt bovendien bij dat in de studie van Kleine e.a. het foerageersucces (aantal verschalkte prooien per minuut) positief gerelateerd bleek met de indringingsweerstand van de bodem en dus negatief gerelateerd met het vochtgehalte van de bodem.

In elk geval lijkt de beschikbaarheid van bodemfauna niet duidelijk negatief beïnvloedt door de aanwezigheid van onderwaterdrainage, want op percelen met onderwaterdrainage worden gemiddeld wat hogere aantallen prooidieren, zowel wormen als emelten, aangetroffen dan zonder drainage (uitgezonderd de emelten op percelen met kleidek).

Het gaat hierbij evenwel om effecten die in het eerste jaar van de aanleg van de drainage zijn gemeten. Voorstelbaar is dat de bodemfauna enige tijd nodig heeft om zich in te stellen op de heersende vochtomstandigheden. De aanwezige emelten zijn het resultaat van eileg door langpootmuggen in het voorafgaande jaar, toen er nog geen onderwaterdrainage aanwezig was. Ook is niet bekend hoe snel wormen reageren op de verschillen in behandeling, mogelijk zijn de effecten eerst op langere termijn zichtbaar.

Ook zijn de metingen verricht bij uitzonderlijke omstandigheden, nl. grote droogte en hoge temperatuur. Bij andere omstandigheden zijn de effecten van kleidek en/of aanwezigheid van onderwaterdrainage wellicht anders. Om dat te kunnen vaststellen is een vervolgstudie vereist.

Verder kunnen hiermee geen uitspraken worden gedaan over het effect van onderwaterdrainage in vergelijking met een peilverlaging. Of en in welke mate onderwaterdrainage wat betreft beschikbaarheid van bodemfauna en doordringbaarheid van de bodem verschilt met een peilverlaging kan met deze studie niet worden vastgesteld.

Daarnaast geldt dat een mogelijk ander effect van onderwaterdrainage, nl. effect op dichtheid en tijdstip van beweiden en maaien, die beiden van belang zijn voor het broedsucces van weidevogels, niet is gemeten. Indien beweiden en maaien eerder in het broedseizoen kunnen plaatsvinden kan dat het broedsucces negatief beïnvloeden. Daar staat tegenover dat onderwaterdrainage er ook toe zou kunnen leiden dat het mesten en rollen/slepen van percelen juist eerder zou kunnen plaatsvinden, voor het broedseizoen, hetgeen juist gunstig zou zijn voor het broedsucces.

*Al met al kan dus met 1 jaar onderzoek geen duidelijk effect van onderwaterdrainage op de aanwezigheid van bodemfauna en de voedselinname van weidevogels worden vastgesteld. Een effect op het broedsucces ten gevolge van mogelijk veranderd agrarisch gebruik als gevolg van de drainage is niet onderzocht.*

## Dankwoord

De volgende personen worden bedankt voor hun bijdrage aan het onderzoek en/of de totstandkoming van dit rapport:

Dhr. M. de Vries, melkveehouder te Stolwijk

Dhr. A. van Diemen, melkveehouder te Vlist

Dhr. J. van den Akker, Alterra WUR

Dhr. T. Hoogland, Alterra WUR





## Literatuur

**Akker, J.J.H. van den, J. Beuvingen K. Oostindie, 1993.** Berijdingsmogelijkheden veengrasland I: draagkracht en uitrijmogelijkheden in het voorjaar. In: H. Snoek (ed.), Grasland en berijding; inleidingen van de themadag op donderdag 17 juni 1993. Lelystad, PR, 1993, blz. 19-26.

**Akker, J.J.H. van den, R. Hendriks, I. Hoving en M. Pleijter, 2010.** Toepassing van onderwaterdrains in veenweidegebieden. Effecten op maaiveld daling, broeikasgasemissies en water. Landschap 2010-3, blz. 137-149.

**Beuving, J., K. Oostindie en Th. Vellinga, 1989.** Vertrappingsverliezen door onvoldoende draagkracht van veengrasland. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 6, 31 p.

**Bruinzeel, L.W. (redactie), 2010.** Overleving, trek en overwintering van scholekster, kievit, tureluur en grutto. I.o.v. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Rapport DKI nr. 2010/dk128W, Ede 2010.

**Hoving, I.E., G. André, J.J.H. van den Akker en M. Pleijter, 2008.** Hydrologische en landbouwkundige effecten van gebruik "onderwaterdrains" op veengrond. Alterra rapport 102, Alterra, Wageningen.

**Kleijn, D., D. Lammertsma & G. Müskens, 2011.** Het belang van waterpeil en bemesting voor de voedselbeschikbaarheid van weidevogels pp. 41-60. In: Teunissen, W.A. & Wymenga, E. (Eds.) 2011. Factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van weidevogelpopulaties. Belangrijke factoren tijdens de trek, de invloed van waterpeil op voedselbeschikbaarheid en graslandstructuur op kuikenoverleving. SOVON onderzoeksrapport 2011/10. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. A&W-rapport 1532. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden. Alterra rapport 2187, Alterra, Wageningen.

**Kruk, M, K.A. Hofman & M.A.W. Noordervliet 1993.** Cattle slurry spreading by injection techniques in relation to soil fauna and the nesting success of meadow birds in the Netherlands. In: Kruk, M. (1993). Meadow bird conservation on modern commercial dairy farms in the Western peat district of the Netherlands: possibilities and limitations. Proefschrift R.U. Leiden.

**Woestenburg, M. 2009. Waarheen met het veen.** Kennis voor keuzes in het westelijk veenweidegebied. Uitgeverij Landwerk 2009, Wageningen.