

# Vegetatiemonitoring van het natuurherstelproject Noordenveld

Tussenrapportage 2021

Rudy van Diggelen

Charlotte Liczner

Willem Liczner

Mathilde Liczner

Rapport 022-R256

De in dit rapport beschreven resultaten komen voort uit onderzoek gesubsidieerd door de provincie Drenthe onder verplichtingnummer 77431



#### **Colofon**

Opgesteld door:

Rudy van Diggelen  
Charlotte Liczner  
Willem Liczner  
Mathilde Liczner

Dit rapport verschijnt als rapport van de Stichting WBBS, als rapport 020-R256 van de Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer ECOBE en als rapport 022-08 van ECological ASsesment & Consulting ECASCO

Wijze van refereren:

Van Diggelen, R., Liczner, C., Liczner, W. & Liczner M. 2022. Vegetatiemonitoring van het natuurherstelproject Noordenveld. Tussenrapportage 2021. Rapport Stichting WBBS/Universiteit Antwerpen/ECASCO Comm.V.

2 augustus 2022

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Inleiding.....	4
Bestaande kennis .....	4
Hypothese .....	6
Doel van het project.....	6
Onderzoeksvraag .....	6
Werkwijze .....	6
Opzet.....	6
Resultaten van de periode 2011-2018.....	8
Onderzoeksplanning .....	9
Vegetatiemonitoring.....	10
Veldmetingen.....	10
Data verwerking.....	11
Resultaten .....	11
Totale bedekking.....	12
Soortenrijkdom .....	14
Rode Lijst soorten .....	16
Soortensamenstelling .....	18
Bovengrondse biomassa .....	20
Tussentijdse conclusies.....	22
Geciteerde literatuur: .....	23

# Vegetatiemonitoring van het natuurherstelproject Noordenveld

---

## Inleiding

De huidige staat van instandhouding van droge, voedselarme habitats zoals heide, heischrale graslanden en kalkgraslanden is in de meeste W-Europese landen ronduit slecht te noemen, (<http://bd.eionet.europa.eu/article17/habitatsummary>). Ook in Nederland is dit het geval. Zowel herstel van de kwaliteit van bestaande heides als ook het vergroten van de oppervlakte (goed ontwikkelde) heide binnen de EHS en Natura2000-gebieden zijn daarmee een expliciet beleidsdoel. Dit betreft zowel natte heide (H-4010; *Ericetum tetralicis*) als Europese droge heide (H-4030; *Genisto-Callunetum*). Een groot deel van de beoogde uitbreiding moet worden gerealiseerd op voor dit doel uit productie genomen landbouwgronden en over dergelijke inrichting is relatief weinig bekend. Studies naar en analyses van knelpunten en mogelijke oplossingen daarvan bij omvorming van landbouwgronden naar heides zijn daarmee van bovenregionaal belang.

## Bestaande kennis

De eerste studies naar de effecten van ontgronding ten behoeve van de omvorming van landbouwgrond tot heide (o.a. Aerts et al. 1995; Klooker et al. 1999; Verhagen et al. 2003) bevestigen een sterke verlaging van de nutriëntenbeschikbaarheid. Tezamen met studies over abiotische kenmerken van diverse habitattypen (de Graaf et al. 2009), allerlei lokale rapporten en een recent overzicht over in Nederland uitgevoerde natuurontwikkelingsprojecten (Aggenbach et al., 2017) is ondertussen veel kennis over de abiotische verschillen tussen landbouwgrond en heides beschikbaar.

*Ontgronding is geschikt om de bodemvruchtbaarheid van landbouwgronden te verlagen naar waardes die vergelijkbaar zijn aan die van bestaande heides. De hogere pH blijft echter ook na ontgronden bestaan, mogelijk leidt dit tot een verhoogde mineralisatiesnelheid, een hogere nutriëntenbeschikbaarheid en een van beoogde heidebegroeiingen conform de beschreven habitattypen afwijkende vegetatie.*

Vaak is de verbreiding van planten (en dieren) naar omgevormde percelen een probleem. Uitzonderingen daargelaten bestaat de zaadbank van voormalige landbouwpercelen voornamelijk uit zaden van algemene onkruiden en ontbreken de karakteristieke soorten vrijwel geheel (Aerts et al. 1995; Bekker et al. 1997). Ook het transport via grazers is meestal veel beperkter dan vaak wordt aangenomen (Mouissie 2004). Vestiging van planten aan de andere kant is slechts mogelijk zolang de vegetatie nog open is, in de meeste gevallen is dit alleen in de eerste jaren na omvorming het geval. Slechts onder voedselarme omstandigheden duurt

het langer voordat de vegetatie zich sluit en zijn er (waarschijnlijk) langer mogelijkheden voor binnenkomende soorten om zich te vestigen.

*Verbreiding en vestiging van plantensoorten naar omgevormde terreinen is een belangrijke bottleneck en leidt vaak tot soortenarme vegetaties met weinig doelsoorten die gedurende lange tijd nauwelijks veranderen.*

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat het aanwezige bodemvoedselweb een knelpunt zou kunnen vormen op voormalige landbouwgrond. Bodemfauna en micro-organismen (bacteriën en schimmels) zorgen samen voor de afbraak van organisch materiaal en de mineralisatie van nutriënten, en zijn daarmee bepalend voor de stofkringloop. Het weinige onderzoek wat beschikbaar is laat zien dat de bodemfauna op omgevormde voormalige landbouwgronden na ruim 10 jaar qua samenstelling nog veel lijkt op die van intensief gebruikte landbouwgronden (Frouz et al. 2009; van der Bij et al. 2017).

*Het voorgaande impliceert hoogstwaarschijnlijk dat veel bodemprocessen in omgevormde landbouwgronden anders verlopen dan in ongestoorde heide.*

De bovengenoemde abiotische en biotische knelpunten zouden mogelijk kunnen worden opgelost door na ontgroning actief in te grijpen in bodembuffering, beschikbaarheid van zaden, bodemfauna en micro-organismen. Hiermee is echter weinig ervaring, laat staan dat er reeds goed ontwikkelde herstelstrategieën zijn ontwikkeld om heide te ontwikkelen op voormalige landbouwgrond. Voor zover één of meer van de bovengenoemde parameters in een omvormingsproject wordt gemanipuleerd zijn de resultaten meestal niet eenduidig en vrijwel altijd slecht gedocumenteerd.

*Een experimenteel veldonderzoek op praktijkschaal waarbij de bovengenoemde parameters worden gemanipuleerd kan dit probleem oplossen en als input kunnen dienen voor een veelheid aan heide-ontwikkelingsprojecten.*

Het in 2011 gestarte onderzoek “Experimentele monitoring van het Natuurherstelproject Noordenveld” beoogt de bovengenoemde vragen te onderzoeken. De resultaten over de eerste jaren zijn ook reeds in internationale context gepubliceerd (Weijters et al. 2015; van der Bij et al. 2018). De eerste jaren laten een duidelijk effect van plagsel additie op de snelheid van heide-ontwikkeling zien maar in latere jaren lijkt het er op dat ook het toevoegen van maaisel en zelfs het alleen ontgronden tot heide-ontwikkeling leidt, zij het beduidend langzamer. Wat ook duidelijk is, is dat droge zomers (2018, 2019) grote effecten op de vegetatie-bedecking hebben gehad en mogelijk ook op de samenstelling. Hierdoor wordt de vegetatie opener voor de vestiging van mogelijk nieuwe soorten en dit zou kunnen leiden tot andere ontwikkelingsrichtingen.

*Een continuering van de jaarlijkse vegetatiemonitoring is daarmee van groot belang. Er is daarom besloten de experimentele opzet ook na 2018 in stand te houden en de jaarlijkse vegetatiemonitoring een aantal jaren voort te zetten.*

## Hypothese

Uit eerder onderzoek naar de effecten van verschraling vanuit agrarisch grasland cq. spontane kolonisatie van kaal zand door schrale gemeenschappen (bijv. Van der Bij et al., 2013) is bekend dat zowel vegetatie, nutriëntendynamiek als de bodemgemeenschap ook na meer dan 2 decennia nog veranderen maar dat de grootste veranderingen in het eerste decennium plaatsvinden. We verwachten door het inbrengen van planten en bodemgemeenschappen dit proces te kunnen versnellen. We verwachten niet dat de herstelde terreinen dan identiek zullen zijn aan een oude heide of heischraal grasland maar wel dat de “distance to target” veel kleiner zal zijn dan bij spontane ontwikkeling na inrichting.

## Doel van het project

Het onderzoek richt zich op een analyse van de mogelijkheden om de omvorming landbouwgronden naar heides te versnellen door actieve manipulatie van bodemchemie, vegetatie en bodembiota na ontgronding. Het betreft hier de habitattypes H4030 *Droge heide*, H4010 *Vochtige heide* en mogelijk ook H2320 *Binnenlandse kraaiheibegroeiingen* en de voor deze habitats typische soorten.

## Onderzoeksvraag

De volgende kennisvraag wordt onderzocht:

*In hoeverre wordt de ontwikkeling in de richting van doelvegetaties versneld ten gevolge van inbrengen van doelsoorten en manipulaties van de pH en hoe volledig is dit herstel?*

Deze kennisvragen worden onderzocht in een experimentele setup waar zowel de bodem pH als de aan-/afwezigheid van bodemfauna en plantmateriaal wordt gemanipuleerd. Daarvoor zijn op een droge en een natte plek proefvlakken aangelegd.

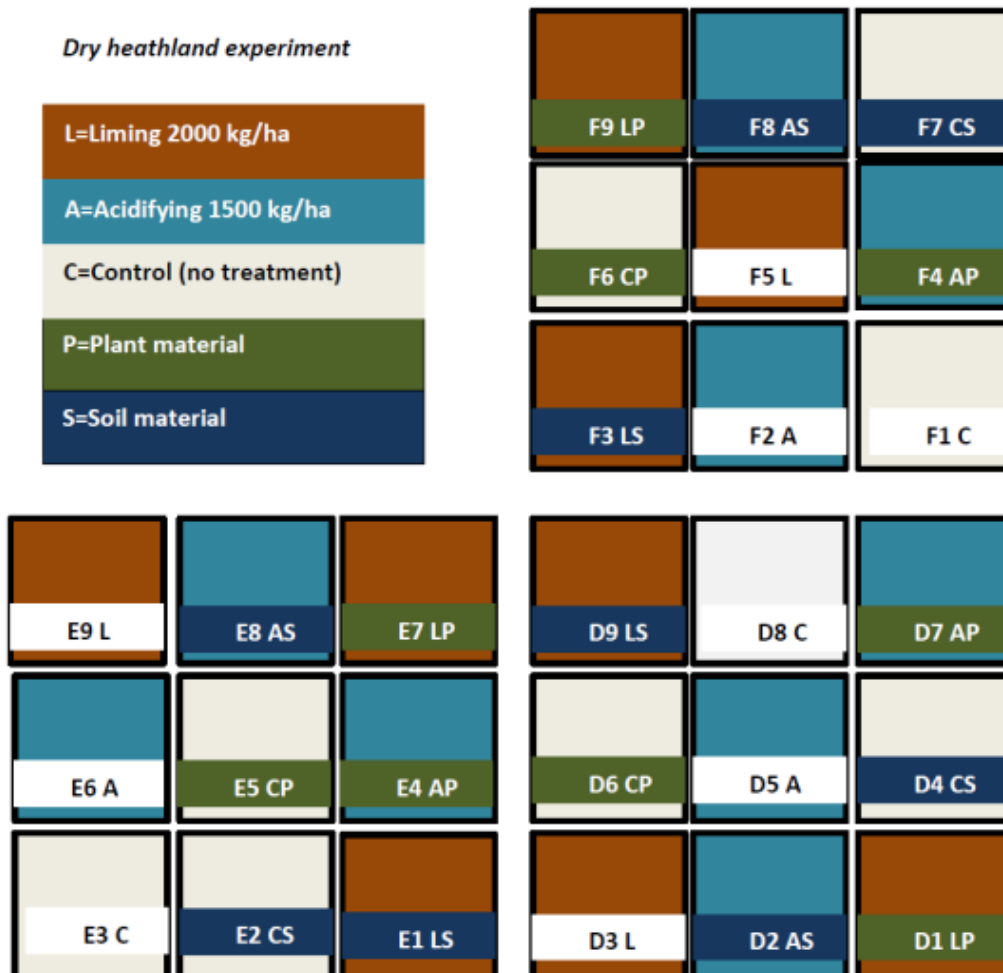
## Werkwijze

### Opzet

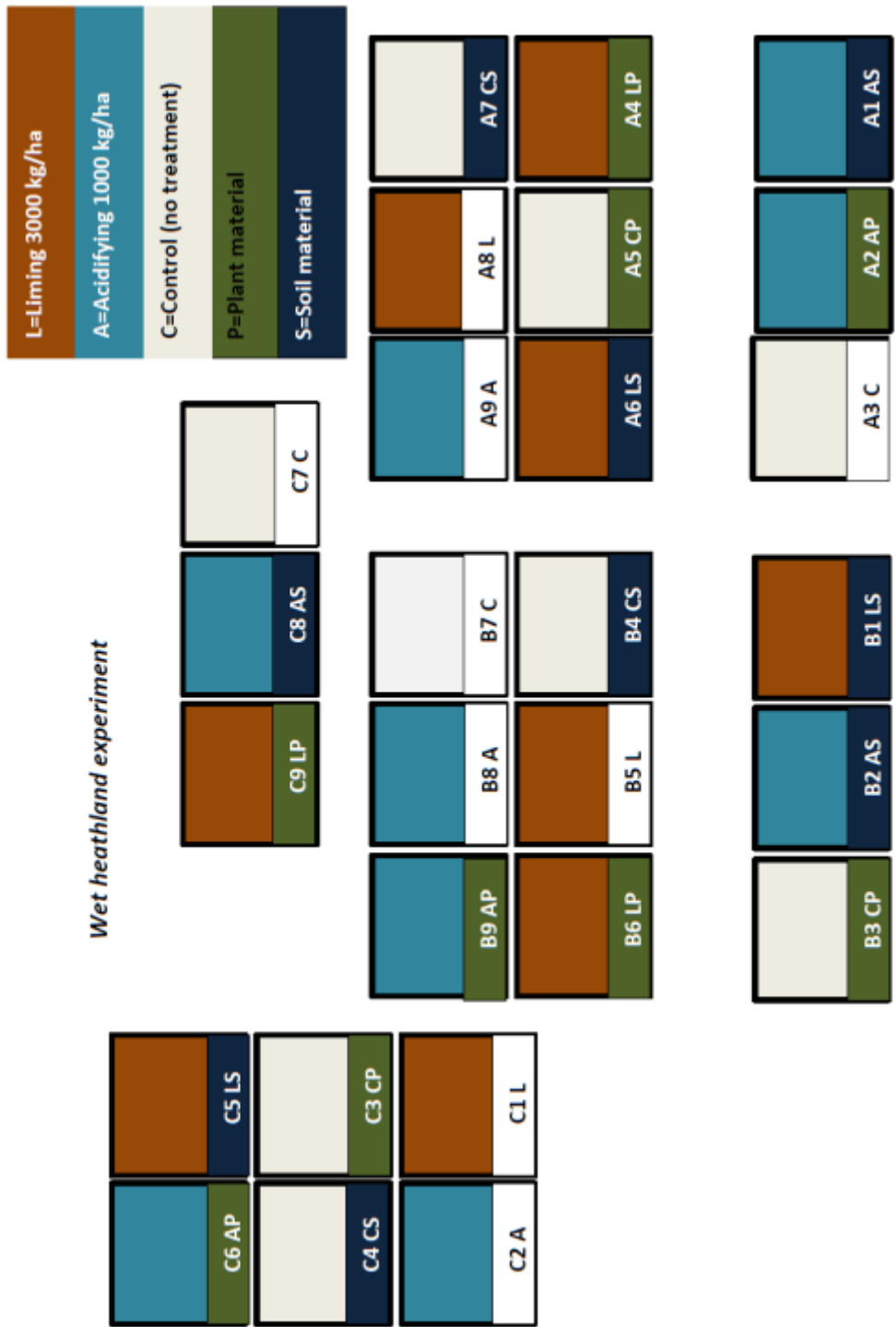
In het najaar van 2011 is een grootschalig veldexperiment opgezet, bestaande uit twee delen. Eén deel gericht op de ontwikkeling van natte heide, het andere is gericht op de ontwikkeling van droge heide. In ieder deelexperiment zijn twee experimentele gradiënten ingericht, een gradiënt in zuurgraad door te bekalken of te verzuren, en een gradiënt in het aanvoeren van biota (maaisel of plagsel). De proefopzet is factorieel, waardoor 3 x 3 behandelingen zijn opgezet (zie Figuur 2, Figuur 3), elk bestaande uit drie replica's. De proefvlakken zijn ieder 22 x 22 m groot in het natte gedeelte, en 15 x 15 m in het droge deel. Alle behandelingen zijn per toeval over de proefvlakken verdeeld. De proefvlakken zijn verzuurd door elementair zwavel (S) toe te voegen, het bekalken is uitgevoerd met dolokal (Calciummagnesium carbonaat).



Figuur 1. Globale ligging proefvlakken (luchtfoto augustus 2019, kijkrichting NW). De droge proefvlakken zijn met rood omlijnd, de natte met blauw



Figuur 2. Detail indeling droge proefvlakken



Figuur 3. Detail indeling natte proefvlakken

## Resultaten van de periode 2011-2018

Na een eerste ontwikkelingsfase met een open vegetatie en weinig concurrentie tussen soorten neemt de bedekking van kruid- en moslaag gestaag toe en lijkt concurrentie steeds



belangrijker te worden. In 2014 werd verwacht dat dit op de wat langere termijn zou leiden tot een toename van de bedekking door grassoorten ten koste van de heide. Ook werd een afname van de Rode Lijst soorten verwacht.

Beide zijn nog niet duidelijk waar te nemen. Een verdere ontwikkeling naar heide vindt in vele proefvlakken plaats en de bedekking door grassoorten lijkt eerder af- dan toe te nemen. Wel zijn er grote verschillen tussen de droge en de vochtige proefvlakken. In de droge vlakken spelen grassen nauwelijks meer een rol, in de natte plots hebben ze nog steeds een behoorlijke bedekking. Tijdens het veldwerk in de droge zomers van 2017 en vooral van 2018 kon worden waargenomen dat vooral grassen en andere minder diep wortelende kruiden veel last hadden van de droogte, terwijl het effect op heide beperkt bleef.

De ontwikkelingen in aantal en bedekking door Rode Lijst soorten is variabel. Sommige soorten gaan inderdaad achteruit, andere zoals Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en Grondster (*Illecebrum verticillatum*) nemen elk jaar nog toe.

Ook zes jaar na dato zijn er nog steeds effecten van de uitgevoerde behandelingen te zien:

- Zowel onder vochtige als onder droge omstandigheden leidt toevoegen van plagsel het snelst tot de ontwikkeling van een vegetatie die grote verwantschap vertoont met vochtige cq. droge heides.
- Toevoegen van maaisel heeft minder sterke effecten.
- Daarnaast leidt zowel onder droge als onder vochtige omstandigheden bekalking tot de ontwikkeling van een vegetatie die minder op een typische heide lijkt maar eerder overeenkomt met een overgang naar droge dan wel vochtige heischrale graslanden.
- Verzuring lijkt heide-ontwikkeling enigszins te stimuleren, voornamelijk omdat veel andere soorten het onder dergelijke omstandigheden minder goed doen.

Al met al zijn de ontwikkeling onder droge omstandigheden het duidelijkst. Onder natte omstandigheden zijn ook trends te onderkennen maar de ontwikkelingen zijn veel variabel. Tegelijkertijd is de soortenrijkdom veel hoger en ook de relatie tussen het aantal Rode Lijst soorten en de bedekking van heide is veel duidelijker. Daarmee hebben de vochtige proefvlakken in potentie een grotere kans zich te ontwikkelen tot soortenrijke heides dan wel heischrale graslanden met veel bijzondere soorten. In hoeverre die potenties werkelijkheid worden is nog ongewis. Duidelijk is wel dat de ontwikkelingen zowel onder droge als onder natte omstandigheden nog niet ten einde zijn en waarschijnlijk nog wel een aantal jaren zullen doorgaan.

## Onderzoeksplanning

Gezien het voorgaande is besloten de monitoring van de vegetatie en waterstanden te continueren van 2019 t/m 2022. In de eerste fase van het onderzoek zijn in de jaren t=0, t=2 en t=6 daarnaast uitgebreide metingen uitgevoerd, waarbij zowel bodemchemie, vegetatie, meso- en macrofauna, microben en geleedpotigen zijn bemonsterd. Vanwege kostenaspecten zijn dergelijke uitgebreide metingen niet in de periode 2019-2022 voorzien.

Periode	Jaar	Werkzaamheden
T=0	2011	Nulmeting: beginsituatie. Uitgebreide meting
T=1	2012	Beperkte meting: bodemchemie, vegetatie, geleedpotigen
T=2	2013	Uitgebreide meting
T=3	2014	Beperkte meting: bodemchemie, vegetatie, geleedpotigen
T=4	2015	Beperkte meting: bodemchemie, vegetatie.
T=5	2016	Beperkte meting: bodemchemie, vegetatie, geleedpotigen
T=6	2017	Uitgebreide meting

T=7	2018	Beperkte meting: bodemchemie, vegetatie. Rapportage
T=8	2019	Meting: vegetatie, productiviteit. Reparatie en vervanging markeringen, herplaatsen grondwatermeetapparatuur ("divers" of vergelijkbare apparatuur)
T=9	2020	Meting: vegetatie, productiviteit
T=10	2021	Meting: vegetatie, productiviteit
T=11	2022	Meting: vegetatie, productiviteit. Eindrapportage vegetatiemonitoring

Tabel 1. Globale planning van het complete onderzoeksproject. De grijs gemarkeerde delen zijn reeds uitgevoerd.

## Vegetatiemonitoring

### Veldmetingen

In elk proefvlak zijn steeds per jaar drie vegetatieopnames gemaakt. Van het hele proefvlak is een soortenlijst van de waargenomen plantensoorten opgenomen met de Tansley schaal (Tansley, 1946). Bij deze opnames werd een buffer van 2 meter vanaf de rand van het proefvlak aangehouden. Op de diagonaal van ieder proefvlak liggen twee permanente kwadraten van 2 bij 2 meter. Van deze twee permanent kwadraten zijn detailopnames gemaakt met de Londo-schaal (Londo, 1976).

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Rode lijst
Blauwe zegge	<i>Carex panicea</i>	
Bochtige smele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	
Fijn schapengras	<i>Festuca filiformis</i>	
Gewone dophei	<i>Erica tetralix</i>	
Gewone veenbies	<i>Trichophorum cespitosum</i>	
Gewone veldbies	<i>Luzula campestris</i>	
Grondster	<i>Illecebrum verticillatum</i>	ja
Dwergviltkruid	<i>Filago minima</i>	ja
Kleine zonnedauw	<i>Drosera intermedia</i>	ja
Klokjesgentiaan	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	ja
Liggende vleugeltjesbloem	<i>Polygala serpyllifolia</i>	ja
Moerasstruisgras	<i>Agrostis canina</i>	
Pijpenstrootje	<i>Molinia caerulea</i>	
Pilzegge	<i>Carex pilulifera</i>	
Schapenzuring	<i>Rumex acetosella</i>	
Stekelbrem	<i>Genista anglica</i>	ja
Stijf Havikskruid	<i>Hieracium laevigatum</i>	
Stijve ogentroost	<i>Euphrasia stricta</i>	ja
Struikhei	<i>Calluna vulgaris</i>	
Tandjesgras	<i>Danthonia decumbens</i>	
Tormentil	<i>Potentilla erecta</i>	
Trekrus	<i>Juncus squarrosus</i>	
Veldbies, sp.	<i>Luzula sp.</i>	
Witte snavelbies	<i>Rhynchospora alba</i>	

Tabel 2. Kenmerkende heidesoorten die voorkomen in de referentiegebieden en/of proefvlakken



Foto 1. Proefvlakken Droge Heide

#### Data verwerking

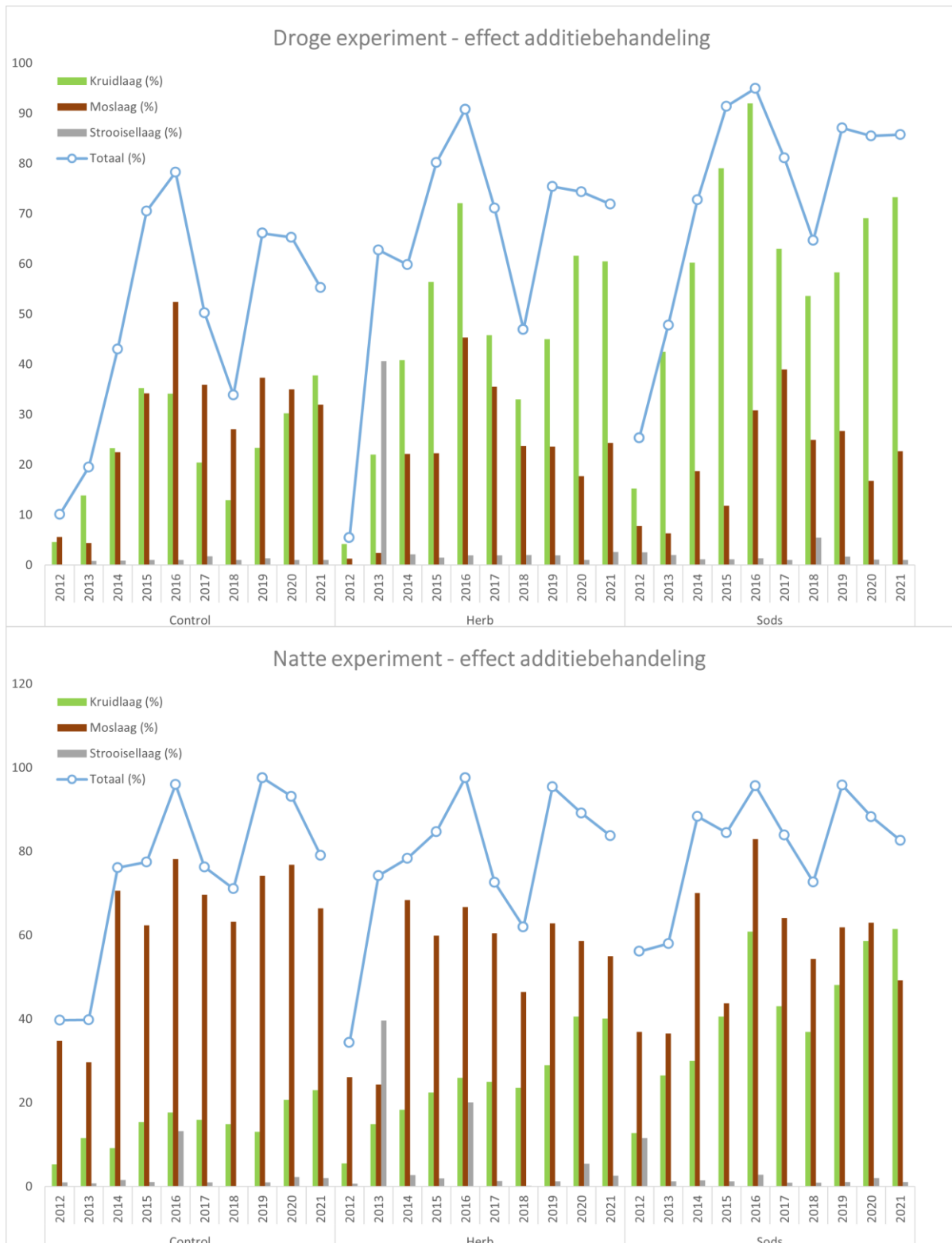
Teneinde te kunnen beoordelen in hoeverre de vegetatie in een bepaald proefvlak overeenkomt met een kenmerkende heidevegetatie, zijn het aantal kenmerkende heidesoorten uit Tabel 2 per proefvlak bepaald. Om de verhoudingen tussen verschillende soortgroepen te bepalen, zijn de soorten opgedeeld in 5 categorieën:

1. *Heide*. Deze groep bevat de dwergstruiken: Struikheide, Gewone dophei en Kraaiheide
2. *Heidesoorten*. Soorten kenmerkend voor droge heide, zoals Pilzegge en Stekelbrem.
3. *Algemene grassen*, zoals Gewone witbol, Struisgras (verschillende soorten) en Pijpenstrootje.
4. *Agrarische soorten*, zoals Engels raaigras.
5. *Ruderale soorten*, zoals Liggende vetmuur en Perzikkruid.
6. *Struiken*, zoals Berk en Wilg (beide verschillende soorten)

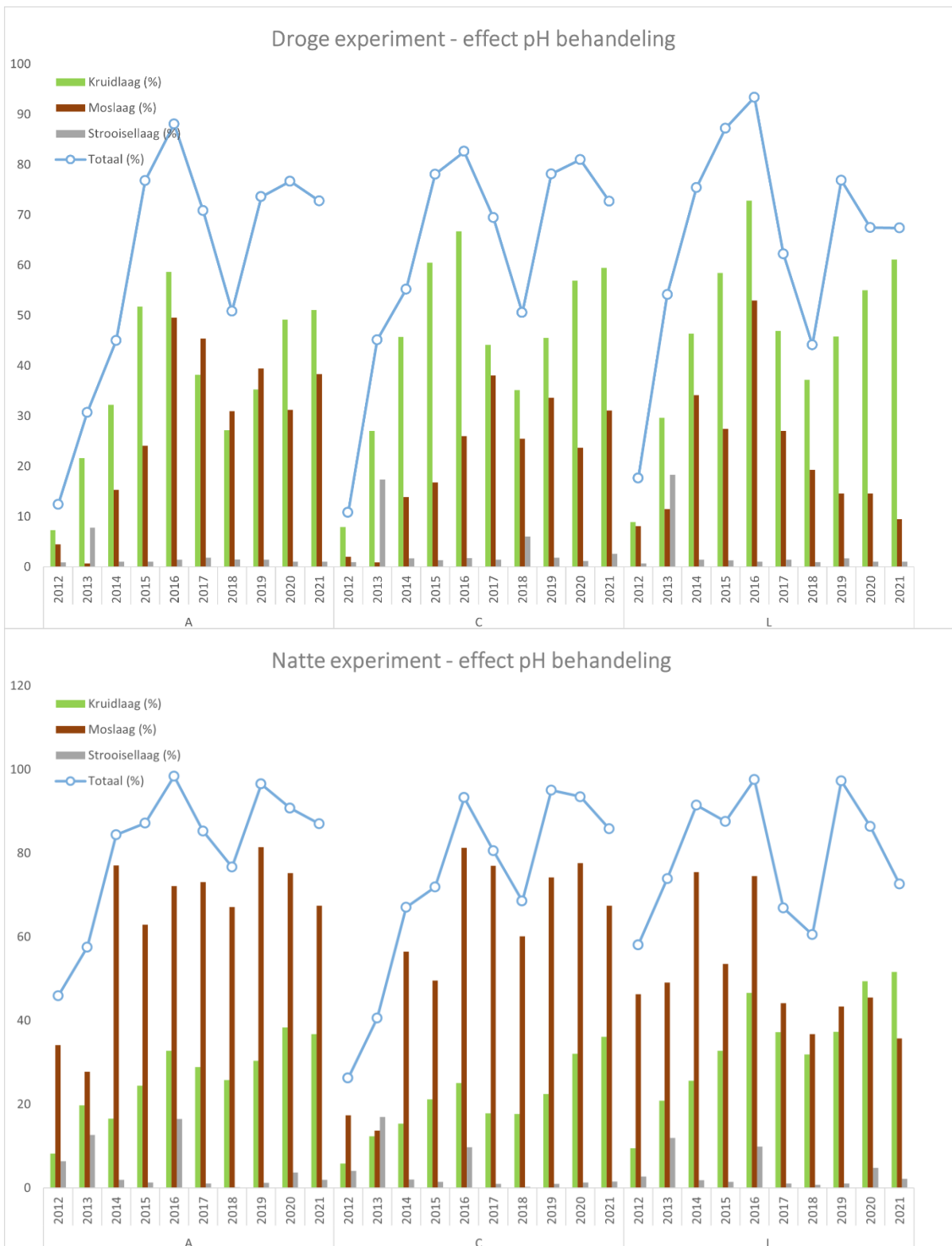
## Resultaten

De gevonden resultaten staan op de volgende pagina's samengevat in de vorm van figuren en tabellen. Hierbij worden de resultaten uit 2021 steeds in de context van de voorgaande jaren getoond.

## Totale bedekking

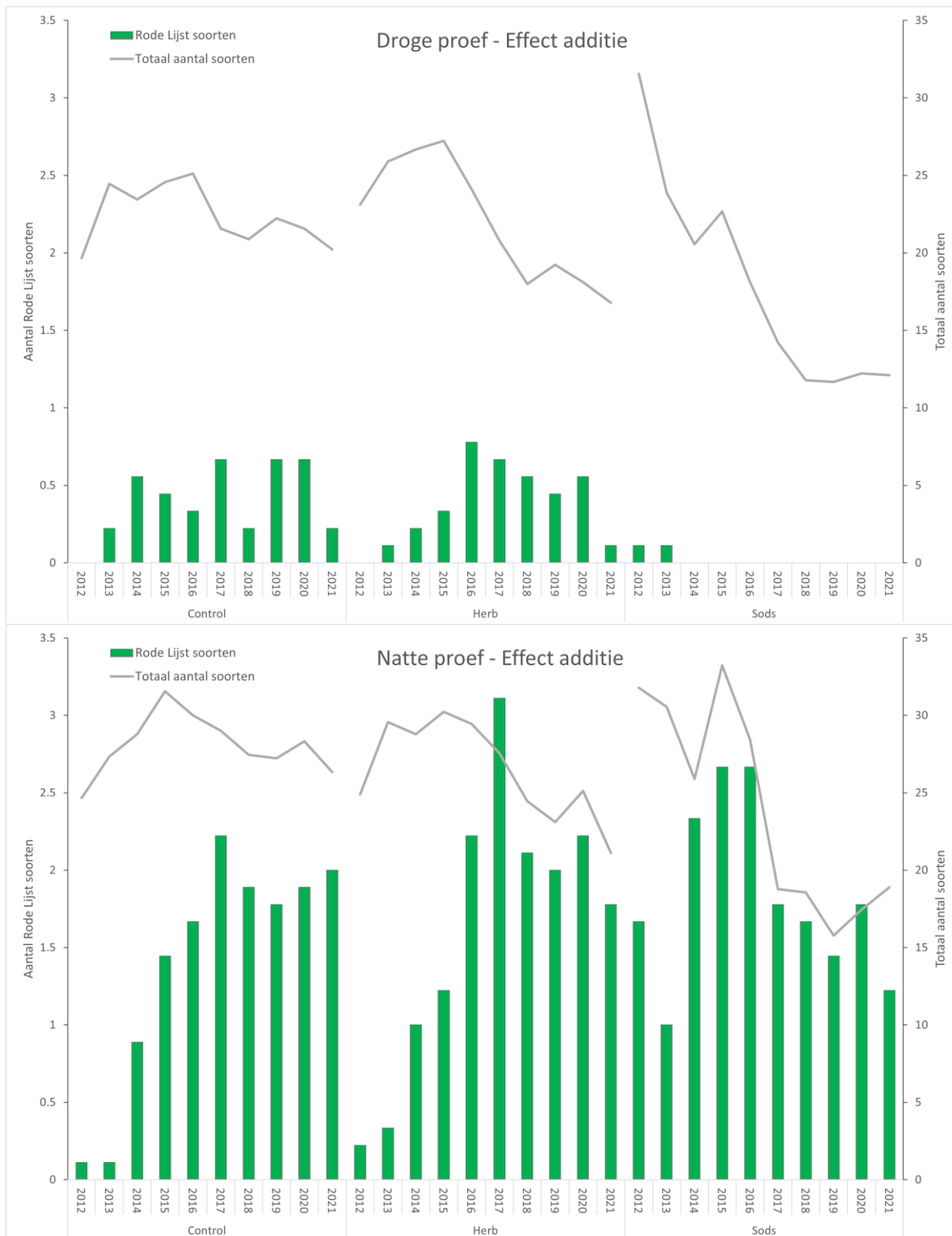


Figuur 4. Bedekking van kruiden, mos en strooisel in de droge (boven) en natte proefvlakken (onder) in relatie tot de additiebehandeling.

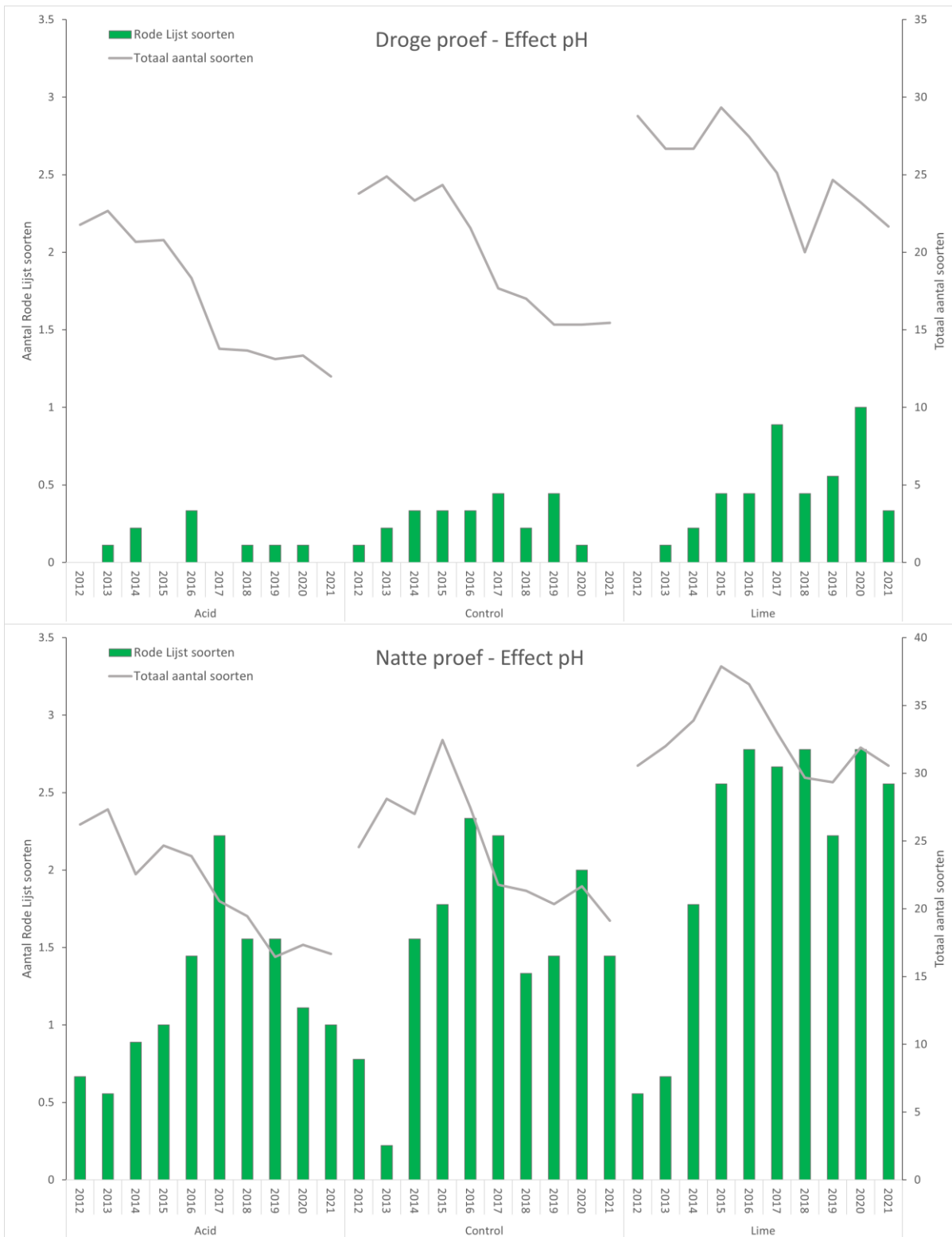


Figuur 5. Bedekking van kruiden, mos en strooisel in de droge (boven) en natte proefvlakken (onder) in relatie tot de pH-behandelingen (A=verzuurd, C=controle, L=bekalkt).

## Soortenrijkdom



Figuur 6. Soortenrijkdom in de droge (boven) en natte proefvlakken (onder) in relatie tot additiebehandeling.



Figuur 7. Soortenrijkdom in de droge (boven) en natte proefvlakken (onder) in relatie tot pH-behandeling

## Rode Lijst soorten

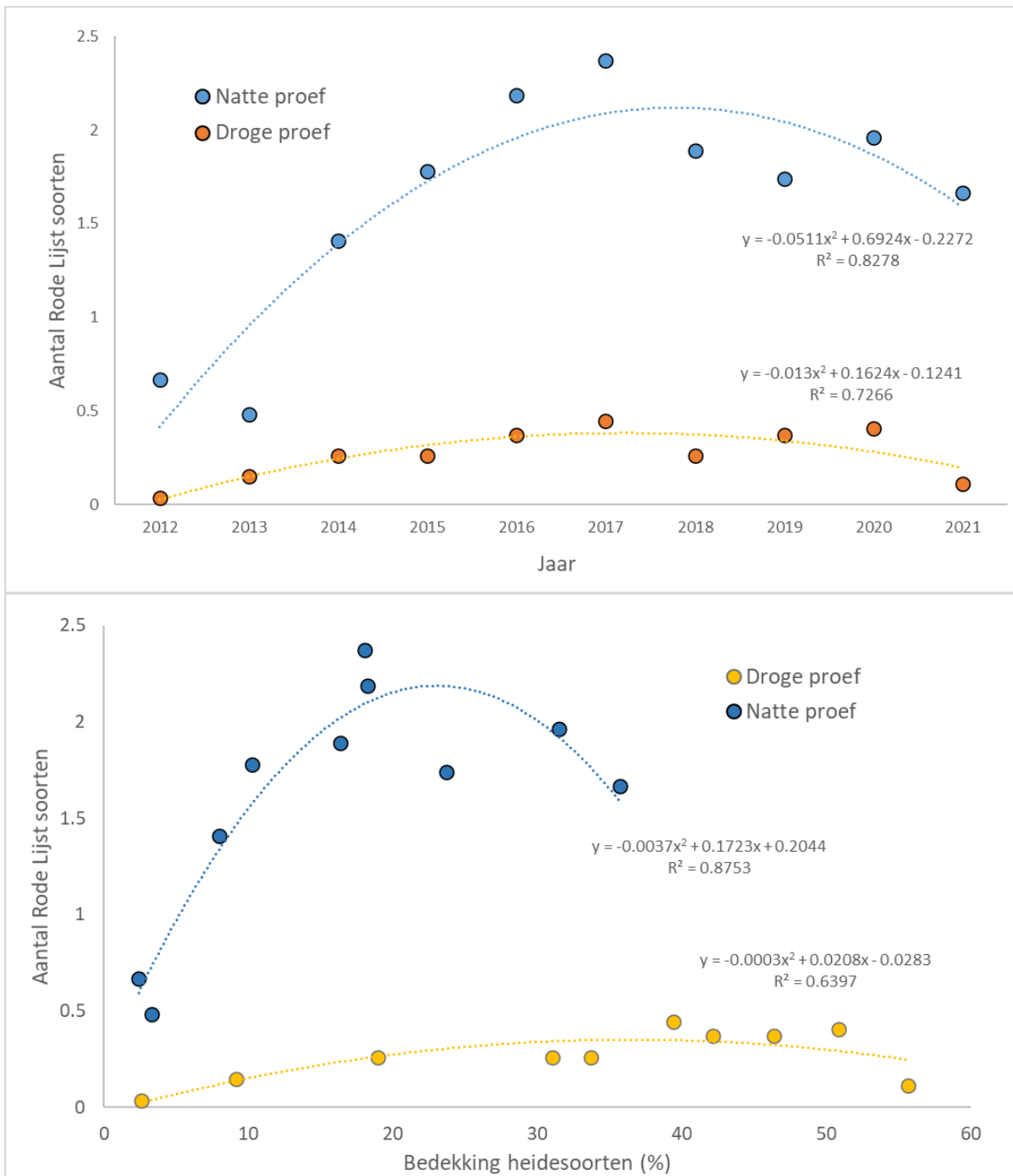
<b>DROOG</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>TOTAAL</b>
Drosera intermedia											
Gentiana pneumonanthe			1		1		1				3
Illecebrum verticillatum	1	2	5	2	1	2		3	3	2	21
Rhynchospora alba											
Euphrasia stricta		1	1	2	2	4	2	4	2	1	19
Gnaphalium sylvaticum		1		1	1	1			3		7
Filago vulgaris					1						1
Filago minima				1	1						2
Polygala serpyllifolia											
Genista anglica				1	3	3	4	3	3		17
Nardus stricta						2					2
Pedicularis sylvatica											
Epilobium palustre											
Lycopodiella inundata											
Genista pilosa										3	3
Rhynchospora fusca											
<b>TOTAAL</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>75</b>

<b>NAT</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>TOTAAL</b>
Drosera intermedia	7	1	13	16	15	9	5	1	4	5	76
Gentiana pneumonanthe	7	8	13	6	14	15	16	16	15	15	125
Illecebrum verticillatum	3		5	9	14	14	10	13	11	11	90
Rhynchospora alba	1				3			3	3		10
Euphrasia stricta		1	1	2	1	1	2	2	4	4	18
Gnaphalium sylvaticum		2	1				2	2			7
Filago vulgaris		1			1						2
Filago minima			2	3					1	1	7
Polygala serpyllifolia			1	2		1					4
Genista anglica			2	4	4	6	4	6	7		33
Nardus stricta				6	7	15	5	4	8	9	54
Pedicularis sylvatica						1					1
Epilobium palustre						1	3				4
Lycopodiella inundata						1	4				5
Genista pilosa										4	4
Rhynchospora fusca										4	4
<b>TOTAAL</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>59</b>	<b>64</b>	<b>51</b>	<b>47</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>444</b>

Tabel 3. Aantal proefvlakken met Rode Lijst soorten gedurende de diverse jaren

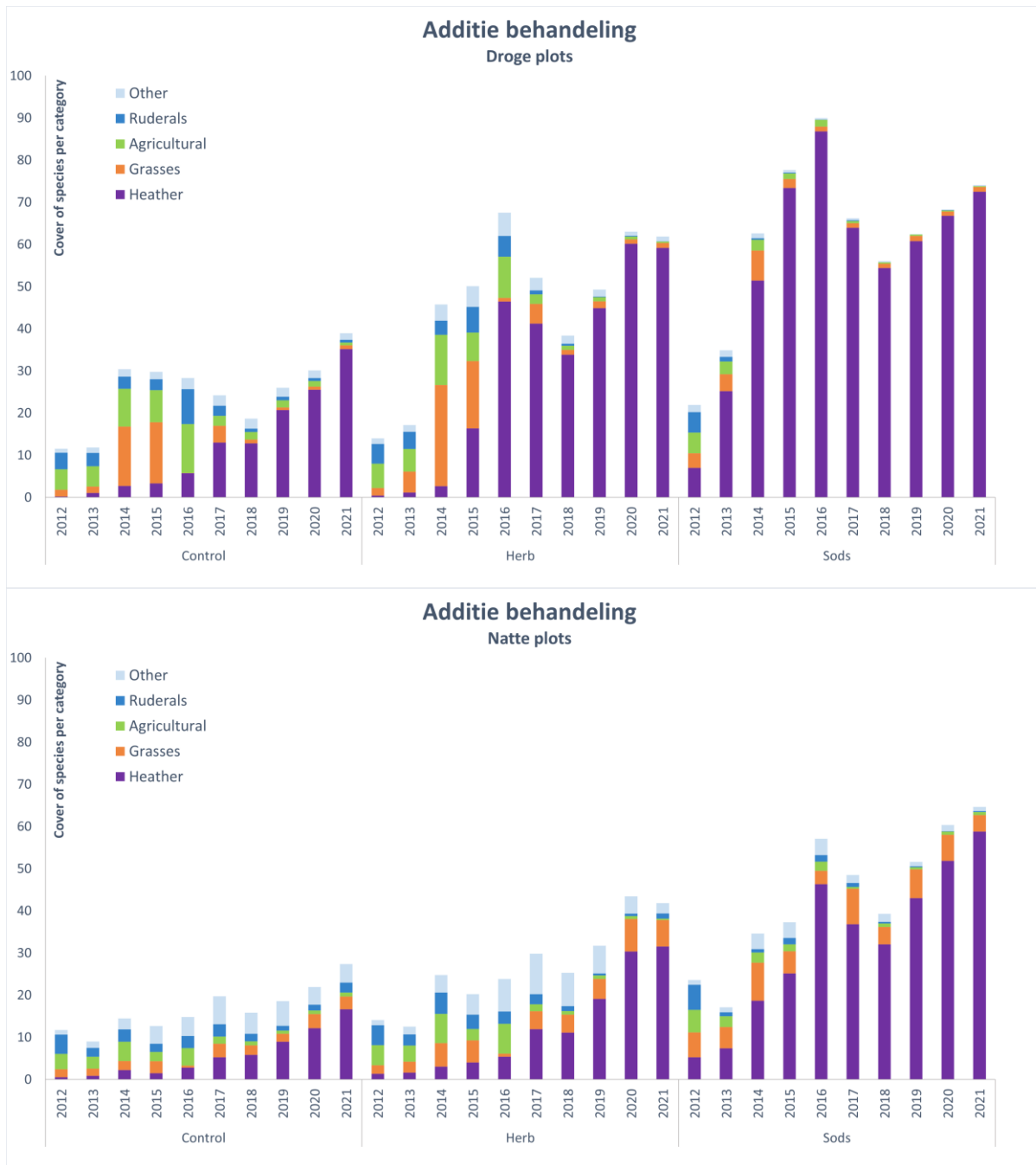




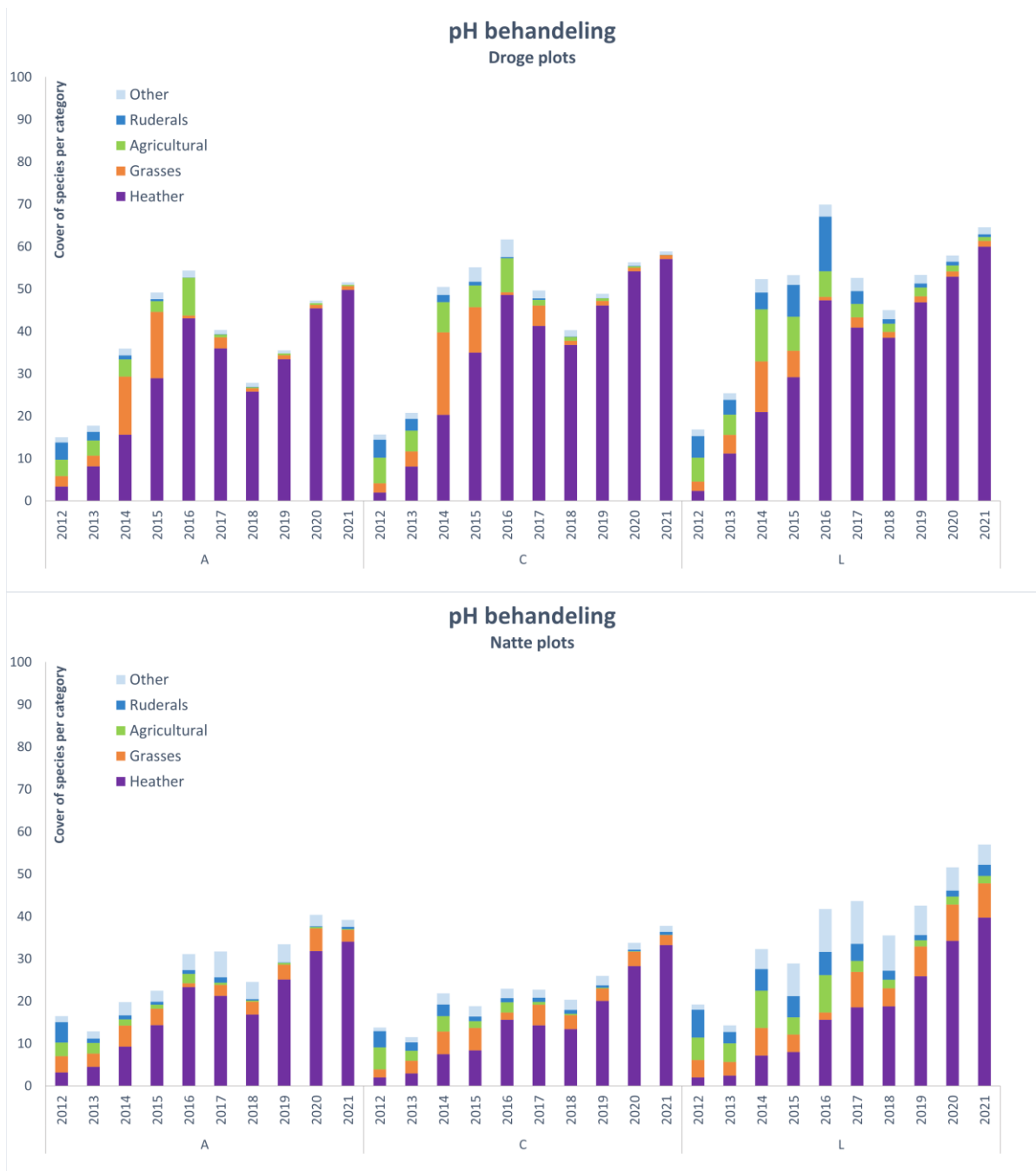
Figuur 8. Aantal Rode Lijst soorten in de loop van de tijd (boven) en als functie van de bedekking van heidesoorten (onder)

# Soortensamenstelling

## Bedekking soortgroepen

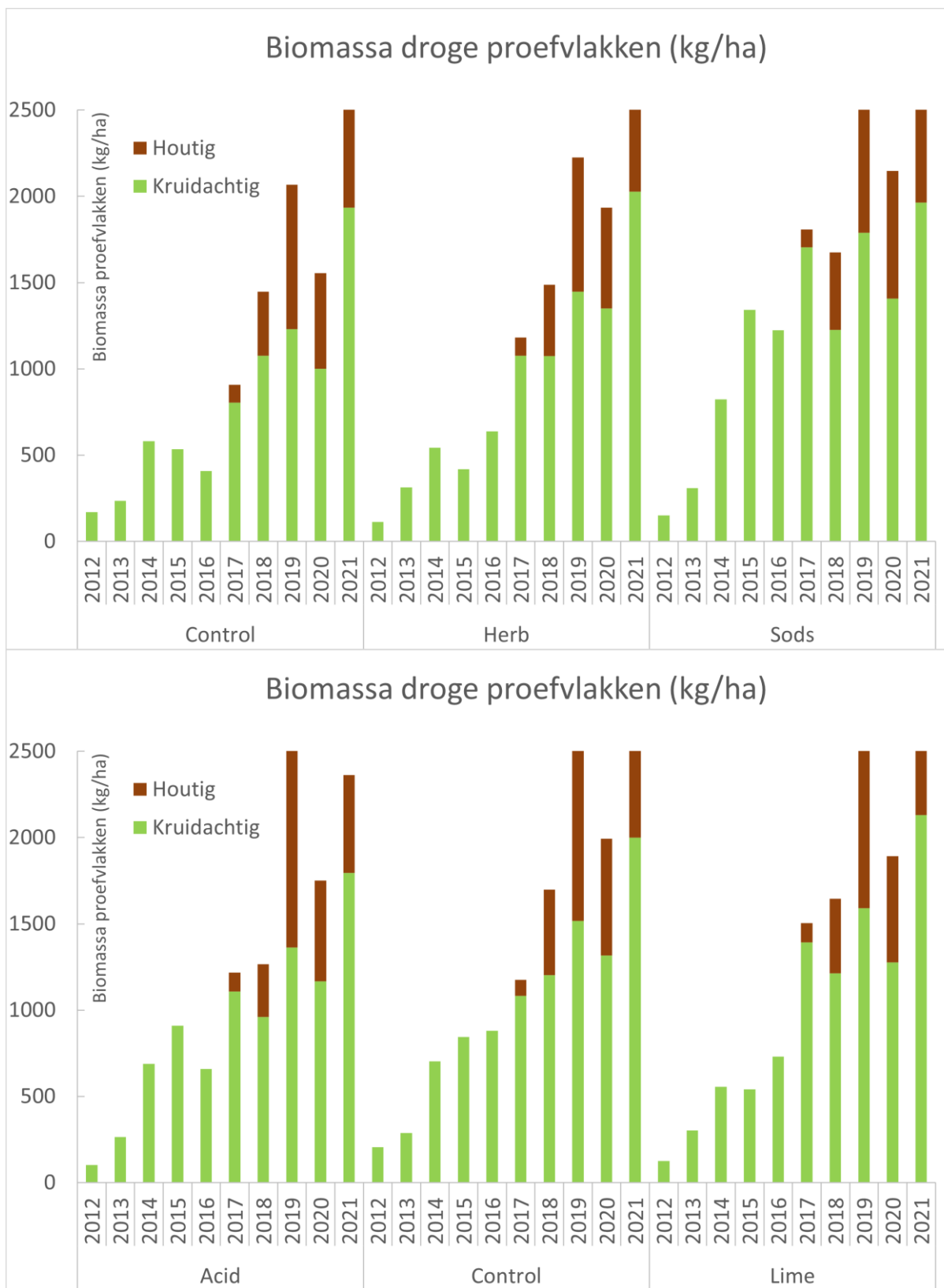


Figuur 9. Bijdrage van verschillende soortgroepen aan de totale bedekking in de permanente kwadraten van de droge (boven) en de natte proefvlakken (onder) in relatie tot de biota-addities.

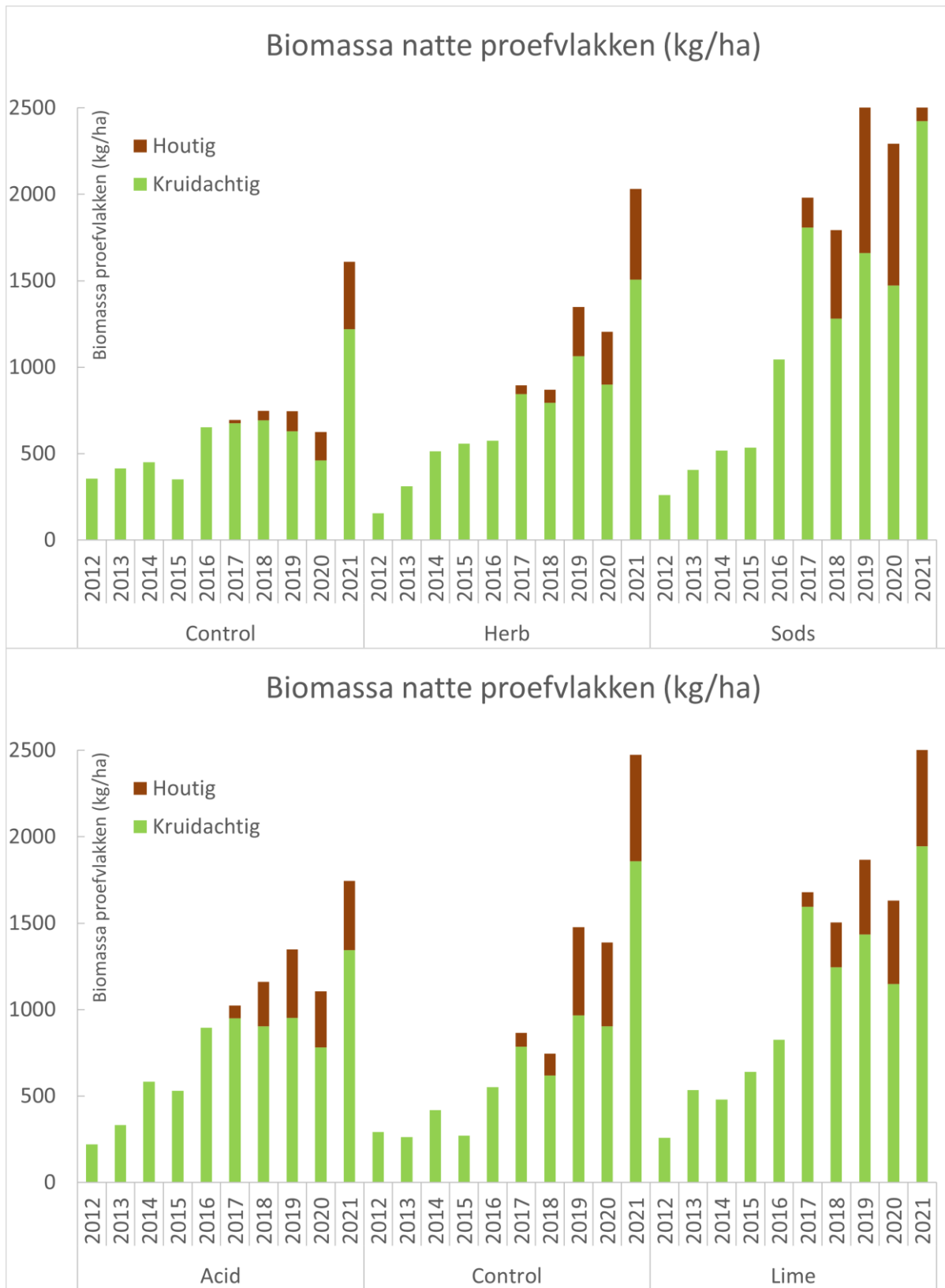


Figuur 10. Het effect van pH verschillen op de bedekking van verschillende soortgroepen in de permanente kwadraten van de droge (boven) en natte proefvlakken (onder).

## Bovengrondse biomassa



Figuur 11. Bovengrondse biomassa in de droge proefvlakken in relatie tot additiebehandeling (boven) en pH-behandeling (onder).



Figuur 12. Bovengrondse biomassa in de natte proefvlakken in relatie tot additiebehandeling (boven) en pH-behandeling (onder).

## Tussentijdse conclusies

Op basis van de voorliggende resultaten kunnen de volgende, nog niet statistisch getoetste, voorlopige conclusies getrokken worden:

- De bedekking van zowel hogere planten als mossen neemt gestaag toe tot ca. 2016. Daarna fluctueert de bedekking en wordt duidelijk negatief beïnvloed door de droge jaren 2017, 2018, 2019 en 2020. Het natte jaar 2021 zorgt niet voor een duidelijke toename in bedekking.
- De additiebehandelingen (geen materiaal toevoegd, toevoegen van maaisel, van plagsel) hebben een meetbaar effect op de bedekking van hogere planten, waarbij de toevoer van plagsel tot de hoogste bedekking leidt en de toevoer van maaisel tot een intermediaire toename. De diverse pH behandelingen hebben geen duidelijk meetbaar effect op de bedekking van hogere planten.
- De mosbedekking in de droge en de natte proefvlakken verschilt zeer duidelijk waarbij de laatste categorie een duidelijk hogere bedekking heeft. Het effect van de diverse pH behandelingen is beduidend groter dan bij hogere planten: de proefvlakken waarbij zuur is toegevoegd hebben een duidelijk hogere bedekking met mossen. Bij de natte proefvlakken leidt de uitgevoerde bekalking tot een lagere mosbedekking. De effecten van additiebehandelingen op de mosbedekking daarentegen is zeer beperkt.
- Zowel in de natte als in de droge proefvlakken neemt het totale soortenaantal bij de uitgevoerde behandelingen (additie, pH) na een aanvankelijke toename gedurende de eerste twee Jaren gestaag af met de tijd. Wel ligt het totale aantal soorten bij de natte proefvlakken hoger dan bij de droge proefvlakken. Afhankelijk van de behandeling worden in 2021 in de natte proefvlakken tussen 20 en 25 en bij de droge proefvlakken tussen de 15 en 20 soorten waargenomen.
- Het aantal Rode Lijstsoorten ligt in de natte proefvlakken duidelijk hoger dan in de droge proefvlakken: gemiddeld komen er ca. 2 Rode Lijstsoorten per nat proefvlak voor terwijl dit aantal voor droge proefvlakken kleiner dan 0.5 bedraagt. Wel neemt het soortenaantal na een toename tot 2017 gestaag af, zowel in de droge als de natte proefvlakken. De data laten zien dat dit samenvalt met een toename van heide.
- De verschillende additiebehandelingen leiden tot duidelijke verschillen in soortensamenstelling tussen de proefvlakken. Weliswaar verschuift in alle plots de samenstelling in de loop van de tijd steeds meer in de richting van heide maar de snelheid waarmee dit gebeurt is duidelijk hoger in de proefvlakken waar plagsel is toegevoegd. Ook is daar de bedekking met heidesoorten hoger dan bij de andere additie behandelingen, waar de fractie niet-heidesoorten hoger is. Echter, ook daar neemt het heide aandeel toe.
- De verschillende pH behandelingen hebben vooral effect op de soortensamenstelling van de bekalkte proefvelden. Hier is het aandeel niet-heidesoorten hoger, vooral in de natte proefvelden. Er is geen duidelijk effect van verzuren ten opzichte van niets doen zichtbaar.
- In alle proefvlakken neemt de bovengrondse biomassa toe tot ca. 2500 kg droge stof/ha in 2021. Ook neemt sinds 2017 de fractie houtige delen toe tot ruim 20% in vrijwel alle proefvlakken, met andere woorden, de heide begint te verouderen. De productie van kruidachtige delen neemt in de eerste vijf Jaren gestaag toe maar is beperkt in zeer droge (2018, 2020) jaren. De iets minder droge Jaren 2017 en 2019 hebben een wat hogere productie terwijl het natte jaar 2021 zorgt voor een sterke toename in productiviteit van kruidachtige delen.

## Geciteerde literatuur:

- Aerts, R.; Huiszoon, A.; Van Oostrum, J.H.A.; Van de Vijver, C.A.D.M.; Willems, J.H. et al. 1995; The potential for heathland restoration on formerly arable land at a site in Drenthe, The Netherlands. *Journal of Ecology* 32: 827-835
- Aggenbach, C.J.S., Berg, M.P., Frouz, J., Hiemstra, T., Norda, L., Roymans, J. & van Diggelen, R., 2017. *Evaluatie strategieën omgang met overmatige voedingsstoffen*. Rapport OBN2017/214-NZ. 184 pp.
- Bekker, R.M., Verweij, G.L., Smith, R.E.N., Reine, R., Bakker, J.P. & Schneider, S., 1997. Soil seed banks in European grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology* 34: et al. 19971293-1310
- Bobbink, R. & Hettelingh J.P. 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships: Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010, 246 pp.
- De Graaf, M.C.C., Bobbink, R., Smits, N.A.C., van Diggelen, R., Roelofs, J.G.M. (2009) Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201
- Frouz, J., Van Diggelen, R., Pižl, V., Starý, J., Háněl, L., Tajovský, K., & Kalčík, J. 2009. The effect of topsoil removal in restored heathland on soil fauna, topsoil microstructure, and cellulose decomposition: implications for ecosystem restoration. *Biodiversity and Conservation* 18: 3963–3978.
- Klooker, J., Van Diggelen, R. & Bakker, J.P., 1999. Natuurontwikkeling op minerale gronden. Ontgronden: nieuwe kansen voor bedreigde plantensoorten. Laboratorium voor Plantenoecologie, Rijksuniversiteit Groningen, 155 pp., 6 Bijl.
- Mouissie, A.M., 2004. Seed dispersal by large herbivores. Implications for the restoration of plant biodiversity. Proefschrift R.U. Groningen, 120 pp.
- Van der Bij, A.U., Frouz, J. en Van Diggelen, R. 2013. Analyse ontwikkelingsmogelijkheden van droge heischrale graslanden in “De Liereman”. Rapport Universiteit Antwerpen, Onderzoeksgroep Ecosysteembeheer.
- van der Bij, A.U., Pawlett, M., Harris, J.A., Ritz, K., & van Diggelen, R. 2017. Soil microbial community assembly precedes vegetation development after drastic techniques to mitigate effects of nitrogen deposition. *Biological Conservation* 212: 476–483.
- van der Bij, A.U., Weijters, M.J., Bobbink, R., Harris, J.A., Pawlett, M., Ritz, K., Benetková, P., Moradi, J., Frouz, J., & van Diggelen, R. 2018. Facilitating ecosystem assembly: Plant-soil interactions as a restoration tool. *Biological Conservation* 220: 272–279.
- Verhagen, R., Van Diggelen, R., Bakker, J.P., 2003. Natuurontwikkeling op minerale gronden. Verandering in de vegetatie en abiotische omstandigheden gedurende de eerste tien jaar na ontgronden. Rapport Rijksuniversiteit Groningen, Laboratorium voor Plantenoecologie/It Fryske Gea.
- Weijters, M.J., van der Bij, A.U., Bobbink, R., Van Diggelen, R., Harris, J.A., Pawlett, M., Frouz, J., Vliegthart, A., & Vermeulen, R. 2015. *Praktijkproef heideontwikkeling op voormalige landbouwgrond in het Noorderveld. Resultaten 2011-2014*. B-Ware, Nijmegen.
- Weijters, M.J., van der Bij, A.U., Bobbink, R., Harris, J.A., Pawlett, M., Emsens, W.-J., Frouz, J., Benetkova, P., Verbruggen, E., Radujkovic, D., Verbaarschot, E., van Klink, R., Vermeulen, R., van Diggelen, R. & Bobbink, R., 2019. *Praktijkproef heideontwikkeling op voormalige landbouwgrond in het Noorderveld (Dwingelderveld)* B-Ware, Nijmegen.