

In samenwerking met

Ingezaaide kruiden tussen de coulissen

Interactie van biodiversiteit singels en wallen met graslandtypes

A&W-rapport 22-381/2025



in opdracht van



Ingezaaide kruiden tussen de coulissen

Interactie van biodiversiteit singels en wallen met graslandtypes

A&W-rapport 22-381/2025

R.Venderbos
A.Strijkstra
E.B. Oosterveld

Foto Voorplaat

Perzische klaver in ingezaaid kruidenrijk grasland, foto: Ernst Oosterveld (A&W)

Auteurs: R. Venderbos, A. Strijkstra & E.B. Oosterveld, 2026

Ingezaaide kruiden tussen de coulissen. Interactie van biodiversiteit singels en wallen met graslandtypes . A&W-rapport 22-381/2025.

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgever

Vereniging Noardlike Fryske Wâlden

Florynwei 3h

9251 MP Burgum

Telefoon: 0511 74 52 00

info@nfw.frl

www.noardlikefryskewalden.nl

Uitvoerders

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

Hogeschool Van Hall Larenstein

Agora 1

8934 CJ Leeuwarden

Telefoon 058 284 61 00

info@hvhl.nl

www.hvhl.nl

Projectnummer

22-381/2025

Projectleider

R. Venderbos

Status

Definitief

Autorisatie

R. de Jong

Paraaf**Datum**

4 maart 2026

Kwaliteitscontrole

M. Brongers

Paraaf

Inhoud

1. Inleiding	1
1.1 Inleiding	1
1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen	2
2. Materiaal en methoden	3
2.1 Onderzoeksopzet	3
2.2 Onderzoekslocaties en -percelen	5
2.3 Bemonsteringen	6
2.4 Analyse	9
3. Resultaten	12
3.1 Vegetatie	13
3.2 Nectarproductie	14
3.3 Regenwormen en andere bodemfauna	16
3.4 Voederwaarde	17
3.5 Mineralengehaltes gewas	19
3.6 Geleedpotigen	21
4. Conclusie	29
5. Discussie	30
5.1 Vegetatie en nectarproductie	30
5.2 Bodemfauna	30
5.3 Voederwaarde en mineralengehalte gewas	30
5.4 Geleedpotigen	31
6. Literatuur	32
<i>Bijlage 1 Ervaringen met ingezaaid kruidenrijk grasland in de NFW, samengesteld door Jelle Pilat</i>	34
<i>Bijlage 2 Prooiaanvoer van de gekraagde roodstaart</i>	36

Dankwoord

De metingen zijn uitgevoerd bij de volgende boeren en grondeigenaren: B. Henstra, B. van der Veen, D. Trienks, P.J. Boersma, F. Benedictus, dhr. Kamstra, dhr. Tjoelker, J.A. Bos, M. Jelsma, J. de Jong, M. van Dijk, dhr. Bruining, dhr. Westerhof, S. Bosma, dhr. Hietkamp, dhr. Pompstra, dhr. Nicolai, dhr. Kamstra, dhr. Kroodsmā, dhr. Hooisma, dhr. Roorda, dhr. De Haan, dhr. van der Veen, dhr. Marinus en Staatsbosbeheer Noard-Fryslân. We danken hen zeer voor de medewerking en voor het verstrekken van beheerinformātie. De bemonstering van de insecten is uitgevoerd door Martijn Terpstra (A&W), de determinātie door Rutger Boersma (HVHL). Martijn Versluijs (A&W) gaf ondersteuning bij de statistiek. Stan Jannick (HVHL) heeft een deel van de statistiek uitgevoerd. Ate Boerema (HVHL) ondersteunde het project op verschillende manieren. Jelle Pilat (NFW) gaf feedback op landbouwkundige zaken en faciliteerde de zoektocht naar geschikte percelen en geïnteresseerde boeren. Sebastiaan Latour (A&W) ontwierp figuur 2.2.

1. Inleiding

1.1 Inleiding

Een relatief nieuw concept waar veel boeren momenteel mee experimenteren, zo ook in de Noardlike Fryske Wâlden (NFW), is ingezaaid kruidenrijk grasland. Grasland ingezaaid met deze kruidenmensels bestaande uit cultivars gekweekt voor een hoge gewasproductie kunnen een significante bijdrage leveren aan de mineralen en eiwit-levering en de droogteresistentie van het gewas (Janssen et al. 2024). Boeren die deze “productieve” kruidencultivars inzaaien hebben vaak moeite met het in stand houden van het kruidenbestand en het percentage kruidenbedekking in hun percelen daalt vaak al snel. Bemesting heeft hierin een belangrijke rol, net als het maai- of weideregime dat bepaalt of de kruiden zaad kunnen zetten. De ervaring met het gebruik van deze kruidenmengsels is groeiende en daarmee tot op zekere hoogte ook de successen in melkproductie die worden behaald met deze methode (Persoonlijke communicatie, de boeren in dit onderzoek, Janssen *et al.* 2024).

Er wordt regelmatig gesteld dat het grasland ingezaaid met productieve kruiden goed is voor de biodiversiteit (persoonlijke observatie, Rob Venderbos). Monotone Engels raaigrasweiden en het verlies van nectarproducerende planten lijken significante oorzaken te zijn van de sterke afname van de insectenfauna in het agrarische cultuurlandschap (Wagner et al. 2021, Hallman *et al.* 2017, Baude et al. 2016). Semi-natuurlijk kruidenrijk grasland daarentegen is een belangrijke bron van voedsel en waardplanten voor insecten. Het is voor te stellen dat ook ingezaaid kruidenrijk grasland met productieve cultivars ook een rol zou kunnen spelen in de zoektocht naar natuurvriendelijke opties in de melkproductie. Omdat dergelijke ingezaaide percelen echter primair voor de productie bedoeld zijn, worden ze echter regelmatig gemaaid of geweid waardoor de kruiden gewoonlijk niet of weinig tot bloei komen. Het is hierdoor lang niet zeker dat insecten van deze ingezaaide kruiden profiteren. Onderzoek naar het effect van productief ingezaaid kruidenrijk grasland op de biodiversiteit is beperkt en vond tot nu toe met name plaats op voor een experiment ontwikkelde graslanden die vaak in rotatie zijn met bouwland. Hierdoor worden er hogere kruidenbedekkingen gerealiseerd omdat deze gewassen er vaak maar één of slecht enkele jaar staan. Het gaat dit om tijdelijk grasland, afgewisseld met bijvoorbeeld mais, terwijl veel boeren in de Noardlike Fryske Wâlden juist proberen kruiden zo lang mogelijk in percelen te behouden. De onderzochte percelen waren vaak al een aantal jaren ingezaaid, waardoor er o.a. ook meer grassen aanwezig waren (persoonlijke observatie Rob Venderbos, Janssen et al. 2024).

De vereniging NFW heeft de biodiversiteit van het coulisselandschap hoog in het vaandel en is op zoek naar natuurinclusieve verdienmodellen. Uit onderzoek is gebleken dat de singels en de wallen bijzondere natuurwaarden herbergen in de vorm van planten van schrale omstandigheden, varens en mossen, bramen en rozen, houtwalvogels, vleermuizen en een diversiteit aan ongewervelden (Oosterveld, 2013). De vereniging is bezig deze biodiversiteit meer en meer in te passen in het beheer van de singels en wallen. In eerder onderzoek is gebleken dat de landschapselementen van de NFW een landelijk bolwerk vormen voor een bijzondere categorie broedvogels, de houtwalvogels (Oosterveld *et al.*, 2017). Dit is een groep zangvogels die broedt in de singels en de wallen en insecten eten die leven in de struiken, bomen en mogelijk ook het direct aangrenzende grasland. We vermoeden dat de toestand van het grasland niet alleen van invloed is op de insectengemeenschap in het grasland zelf, maar ook op die in de singels en wallen. Als ingezaaid productief kruidenrijk grasland insecten aantallen bevordert, zouden boeren daarmee de voedselvoorziening van de houtwalvogels misschien kunnen verbeteren. Tot dit onderzoek was er echter weinig bekend over of deze hypothese klopt.

De vereniging NFW wil meer kennis opdoen over de meerwaarde van (ingezaaid) kruidenrijk grasland in de NFW en wil haar leden-boeren de mogelijkheid bieden die kennis te gebruiken voor hun

bedrijfsontwikkeling. Om die reden heeft de vereniging, samen met Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek (A&W), het initiatief genomen voor een onderzoek dat gebiedsspecifieke kennis over (ingezaaid) kruidenrijk grasland in de NFW oplevert.

Het onderzoek betreft metingen aan vegetatie, insecten, regenwormen en grasopbrengst in graslandpercelen in de NFW. Grasland waar kruiden (cultivars met een hoge productie) zijn ingezaaid worden daarbij vergeleken met “gangbaar” grasland met vooral productieve grassen en met ‘semi-natuurlijk grasland’: extensief gebruikt kruidenrijk grasland met menselijk beheer, maar plantensoorten die hier door natuurlijke verspreiding zijn terechtgekomen. Het onderzoek loopt gedurende twee jaar: 2023 en 2024. Het onderzoek wordt gedaan door A&W samen met Hogeschool van Hall Larenstein (HVHL). HVHL voert de determinatie en analyse van de insecten uit, A&W doet het onderzoek aan de vegetatie, de regenwormen en de gewasopbrengst, verzamelt de insecten en schrijft het eindrapport. De resultaten van de door HVHL uitgevoerde analyse worden deels in dit rapport en deels apart gerapporteerd.

1.2 Doelstelling en onderzoeksvragen

Voor het onderzoek zijn de volgende doelstellingen geformuleerd:

- De bijdrage van ingezaaid kruidenrijk grasland aan de (geleedpotigen)biodiversiteit in het gebied toetsen, onder omstandigheden zoals deze voorkomen in de boerenpraktijk.
- Opdoen van meer en gebiedspecifieke kennis over de wisselwerking van de (geleedpotigen)biodiversiteit in graslandpercelen met de naastgelegen singels en wallen.
- Inzicht verkrijgen in de bijdrage van kruidenrijk grasland in de voedselvoorziening voor houtwalvogels.
- Meer en gebiedspecifieke kennis over het beheer en gebruik van kruidenrijk grasland in de bedrijfsvoering in de NFW.

Hiervoor zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

1. Wat is het verschil tussen ingezaaid kruidenrijk grasland, gangbaar productief grasland en semi-natuurlijk grasland wat betreft de diversiteit en biomassa van vegetatie- en bodembewonende ongewervelde fauna?
2. Hoe verhoudt het graslandtype zich tot de geleedpotigenpopulaties in de aanliggende singels en wallen?
3. Zijn deze mogelijke verschillen gerelateerd aan de nectarproductie van de betreffende percelen?
4. Wat zijn de indrukken van de boeren over het gebruik van kruidenrijk grasland? Wat zijn de productiewaarden in de NFW van ingezaaid kruidenrijk grasland in vergelijking met andere typen grasland. Komen deze bevindingen overeen met de literatuur over dit onderwerp?

De eerste drie vragen worden zoveel mogelijk in dit rapport behandeld. Wat betreft de insectenanalyse worden alleen de eerste resultaten meegenomen. Deze geven een eerste indruk, met name van het effect op insectendiversiteit. Voor een volledig overzicht van de bevindingen wat betreft de geleedpotigen wordt verwezen naar het door HVHL op te stellen aanvullende rapport (zie noordlikefryskewalden.nl/kruiden-tussen-de-coulissen). Vraag vier wordt deels in de hoofdttekst van dit rapport behandeld en deels in bijlage 1, die is opgesteld door de NFW met enige input van A&W. Om verdere context te bieden bij het belang van insectenpopulaties voor houtwalvogels zijn in bijlage 2 resultaten uit een recent studentenonderzoek naar de prooiaanvoer van de Gekraagde roodstaart opgenomen.

2. Materiaal en methoden

2.1 Onderzoeksopzet

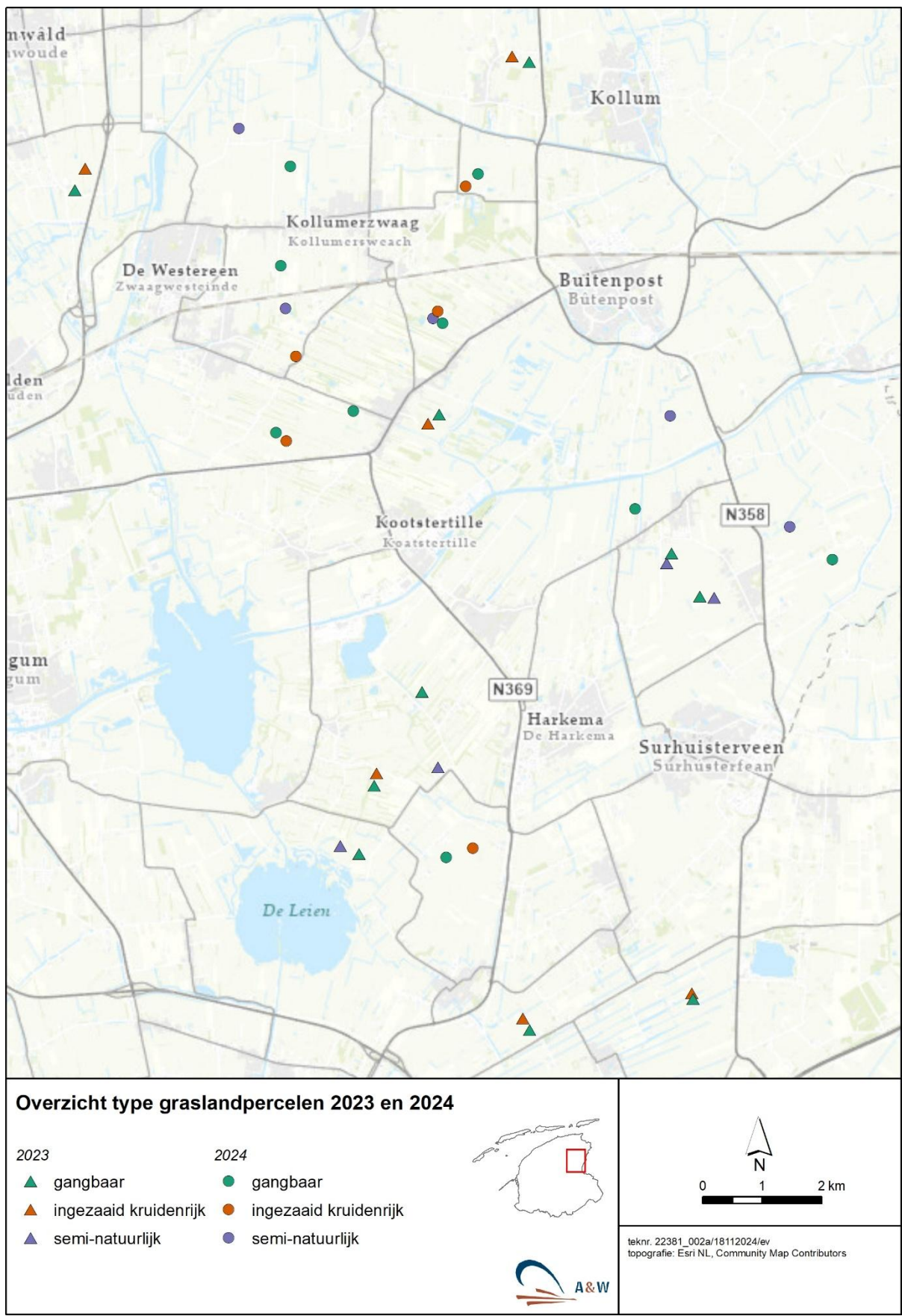
Het onderzoek vond plaats in 2023 en 2024, waarbij in 2023 10 locaties (20 percelen) zijn onderzocht en in 2024 9 locaties (19 percelen) zijn onderzocht.

Het onderzoek heeft zich gericht op ingezaaid, kruidenrijk grasland zoals dat te vinden is in de NFW (11 percelen). Vaak ingezaaide soorten hierin waren onder andere Smalle weegbree, Duizendblad, Witte klaver, Rode klaver, Peen, Wilde cichorei, Kleine pimpernel en Karwij. Dit betrof veredelde varianten met een grote groei- maar beperkte concurrentiekracht. In de NFW werd meestal gebruik gemaakt van de Field Star Kruidenmix, al dan niet gemengd met extra zaden van verschillende grassen. Om de biodiversiteit van de ingezaaid kruidenrijke percelen te kunnen plaatsen, zijn de metingen tegelijk ook uitgevoerd in gangbare graslandpercelen (19 percelen) en in semi-natuurlijke kruidenrijke percelen (9 percelen).

Op iedere locatie is een kruidenrijk perceel (ingezaaid of semi-natuurlijk) vergeleken met een gangbaar intensief perceel, zo mogelijk binnen hetzelfde bedrijf (figuur 2.1). Percelen zijn geselecteerd die per paar (zoveel mogelijk) overeenkomen voor wat betreft grondsoort, landschappelijke ligging, ontwikkeling van de aangrenzende singel of wal, drooglegging en beheer (primair maaien of primair weiden). Op deze manier minimaliseren we de mogelijke (versturende) invloed van andere factoren dan het graslandtype. Op een biologisch bedrijf werden alle drie de graslandtypes aangetroffen: deze zijn niet als paar, maar als drietal meegenomen in het onderzoek (figuur 2.1).



Coulissenlandschap Noordlike Fryske Wâlden. Foto: Japke van Assen



Figuur 2-1 - De verdeling van de onderzochte percelen over de NFW per jaar en per graslandtype.

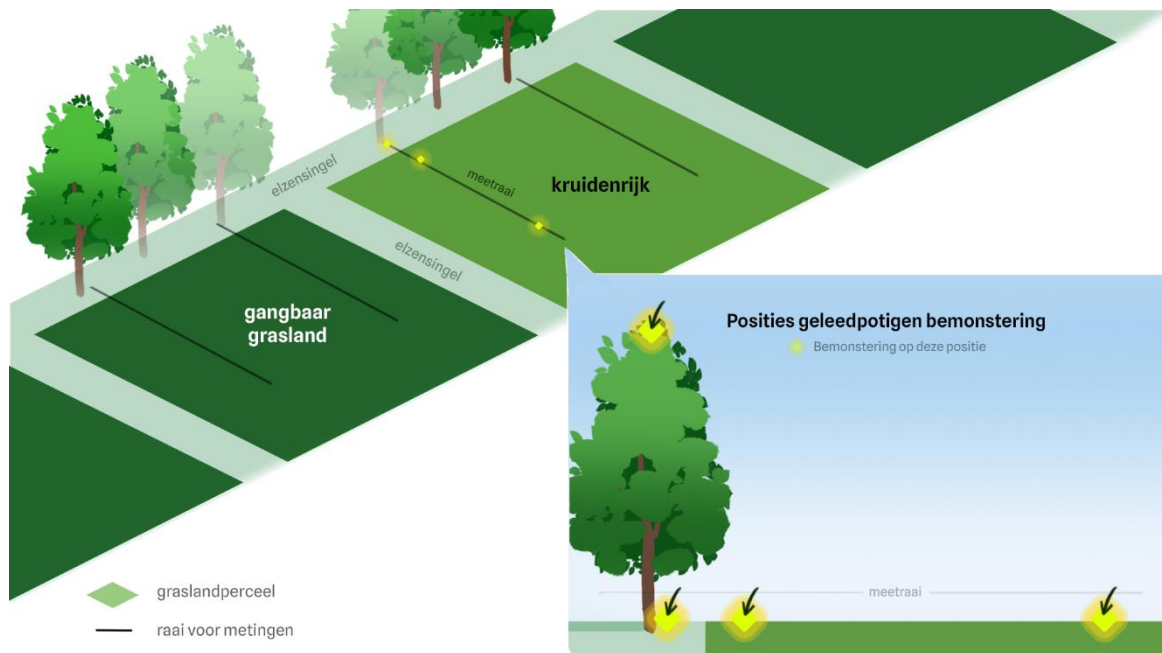
2.2 Onderzoekslocaties en -percelen

Van de kruidenrijke percelen hebben we in 2023 zes percelen geselecteerd die waren ingezaaid met een kruidenrijk mengsel met productie als primaire doelstelling en vier percelen met een half-natuurlijke kruidenrijke vegetatie. In 2024 waren dat in beide gevallen vijf percelen. En hoeveel gangbare percelen? Er is in het veld beoordeeld of de percelen voldoende representatief waren voor het betreffende graslandtype. Voor de “ingezaaide kruidenrijke” percelen was een belangrijk criterium dat de ingezaaide kruiden nog aspectbepalend aanwezig waren. Deze percelen zijn daarom gecontroleerd op een voldoende bedekking van de ingezaaide kruiden, waarvan door de herkenbaarheid vroeg in het seizoen met name de aanwezigheid van chicorei als vereiste werd gebruikt. “Gangbare” percelen zijn gecontroleerd op een sterke dominantie van hoog productieve grassen als Engels raaigras en Ruw beemdgras; ook enkele biologische percelen die daaraan voldeden zijn tot deze groep gerekend. Voor de “semi-natuurlijke” percelen werd de bedekking van kruiden en de aanwezigheid van soorten van extensief grasland (o.a. Veldzuring, Gewoon reukgras, Madeliefje en Scherpe boterbloem) gebruikt als indicatie voor de gewenste vegetatie; graslandtype gras-kruidenmix tot bloemrijk grasland zoals gedefinieerd door Schippers et al. (2023). Op de locaties met een gangbaar en een ingezaaid kruidenrijk perceel werden gewoonlijk beide percelen door dezelfde boer beheerd. De eigenaars en beheerders van de half-natuurlijke percelen hadden gewoonlijk geen gangbaar beheerde percelen beschikbaar, in deze gevallen is gekozen voor een zo dichtbij mogelijk gelegen gangbaar perceel met een vergelijkbare ligging, ontwikkeling van singel of wal, drooglegging en beheer (primair weiden of primair maaien). Dit bleek in 2024 ook voor één van de ingezaaid kruidenrijke percelen noodzakelijk.

Het onderzoek betrof metingen in zowel het grasland als in een daaraan grenzende houtwal of singel. Die singel of boomwal diende redelijk tot goed ontwikkeld te zijn in termen van leeftijd van de bomen en aanwezigheid van ondergroei. Een vereiste was dat er minstens enkele oudere elzen dan wel eiken beschikbaar waren, groot genoeg om het meetmateriaal aan te bevestigen en oud genoeg om een ontwikkelde insectengemeenschap te huisvesten (De Boer, 2014).

In elk perceel zijn twee raaien geplaatst. Het ene uiteinde van deze raaien lag bij een oudere el of eik in de singel of wal en het andere uiteinde op ca. twintig meter afstand daarvan of midden op het perceel. De raaien lagen haaks op de singel of wal waarin gemeten werd, en minstens 25 meter uit elkaar (Figuur 2.2).

De boeren (eigenaar, pachter of beheerder) van de percelen zijn gevraagd naar het beheer van hun percelen. Bij de selectie van de percelen is het beheer grofweg besproken en na het veldseizoen is een informatie gestructureerd verzameld via een enquête waarin werd gevraagd naar de maidata, de bemesting die de percelen dat seizoen hadden ontvangen per bemestingstype, de leeftijd van de grasmatten en de verdere beheersgeschiedenis van het perceel.



Figuur 2-2 - Ruimtelijk ontwerp van meetlocaties op paarsgewijs geselecteerde percelen langs raaien vanaf het hart van de aangrenzende singel of wal tot in het perceel

2.3 Bemonsteringen

Bemonstering van de vegetatie en de geleedpotigen plaats in drie meetrondes, steeds wanneer het voor de meeste boeren bijna tijd werd om te maaien (of te weiden). De meetrondes vielen vlak voor de eerste snede in mei (voorjaar), vlak voor een snede in juni/juli (vroeg zomer) en vlak voor een snede in augustus (hoogzomer). Deze momenten werden bepaald door de planning van de boeren en wanneer de omstandigheden gunstig waren voor insectenmetingen (droog, warm en geen harde wind). Door vlak voor de oogst te meten konden we de geleedpotigen en de vegetatie vaststellen op de momenten dat de kans op meetbare verschillen tussen de graslandtypen zo groot mogelijk is. De metingen vonden in alle percelen plaats binnen dezelfde dagen. Uitzondering was de tweede ronde in 2024 toen in verband met de planning van de boeren enkele percelen zo'n 2 weken na de rest zijn bemonsterd. Niet alle percelen werden gemaaid of geweid vlak na het bemonsteren. Vooral de half-natuurlijke percelen die slechts een of twee keer werden gemaaid bleven soms tot aan de tweede ronde ongemaaid. Tijdens meetrondes werd niet geweid in de percelen.

2.3.1 Vegetatie

In elk bemeten perceel zijn twee raaien gelegd. Per raai zijn in zes 1m² plots de vegetatie vastgesteld (drie aan weerszijden van de raaien, met enkele meters tussenruimte). In totaal ging het dus om twaalf plots per perceel. Tijdens de eerste ronde werden in elke plot alle vaatplanten gedetermineerd en is hun bedekking bepaald. Van de nectarplanten werd daarnaast per soort het aantal op dat moment bloeiende bloem-eenheden (bloemen dan wel bloemhoofdjes) geteld. Tijdens de tweede en derde ronde werden alleen de totale gras- en kruidenbedekkingen bepaald, alle nectarproducerende planten gedetermineerd, hun bedekking bepaald en per soort het aantal bloem-eenheden geteld. Omdat de ontwikkeling van kruiden voor de eerste snede meestal als standaardmaat wordt genomen om de

ontwikkeling van graslanden botanisch te vergelijken, is de floradiversiteit per perceel berekend uit alleen de gegevens van de eerste ronde.

2.3.2 Regenwormen

De regenwormen zijn bemonsterd in mei en oktober, toen de bodem nog/weer voldoende vochtig was voor regenwormenactiviteit in de toplaag van de bodem. Hierdoor werd voorkomen dat bepaalde soorten werden gemist omdat ze vanwege droge omstandigheden naar diepere lagen waren gekropen. Op elk perceel zijn per meetronde 6 kluiten grond uitgestoken (25x25cm: spabreedte, 20 cm diep). Op een stuk lichtgekleurd plastic zijn de kluiten uitgezocht en alle macrofauna is per kluit verzameld. Van elk individu is de soort, de leeftijd (volwassen of juveniel), het formaat (<5cm, 5-10cm, >10cm) en het versgewicht genoteerd. Van andere macrofauna is een zo laag mogelijke taxonomische groep bepaald en is het versgewicht genoteerd. De bodemfauna is na het determineren weer uitgezet in een grasland.

Door technische problemen is van acht percelen (een deel van) de macrofauna tijdens de ronde in oktober 2023 niet gewogen.

2.3.3 Voederwaarde

Tijdens elke ronde zijn op elk perceel gewasmonsters genomen. Volgens standaard landbouwkundige methodes heeft Eurofins Agro (Wageningen, Nederland) op deze monsters een voederwaardeonderzoek "gras vers" uitgevoerd. Van de metingen zijn de zes waarden meegenomen in de analyse die het meest zeggen over de melkproductie die een koe met dat gras kan realiseren (mondelijke mededeling H. Oud, voerspecialist bij voerleverancier Hoogland BV). Dit gaat om: droge stof, Voeder Eenheden Melk (VEM), Darm Verteerbaar Eiwit (DVE), ruw eiwit (RE), Onbestendige Eiwit Balans (OEB) en Verteringscoëfficiënt van de Organische Stof (VCOS). In 2024 is bovendien de mineralengehaltes van het gewas gemeten (ijzer, zink, mangaan, calcium, magnesium, kalium en fosfor).

2.3.4 Geleedpotigen

Geleedpotigen zijn elke ronde per raai op vier locaties bemonsterd:

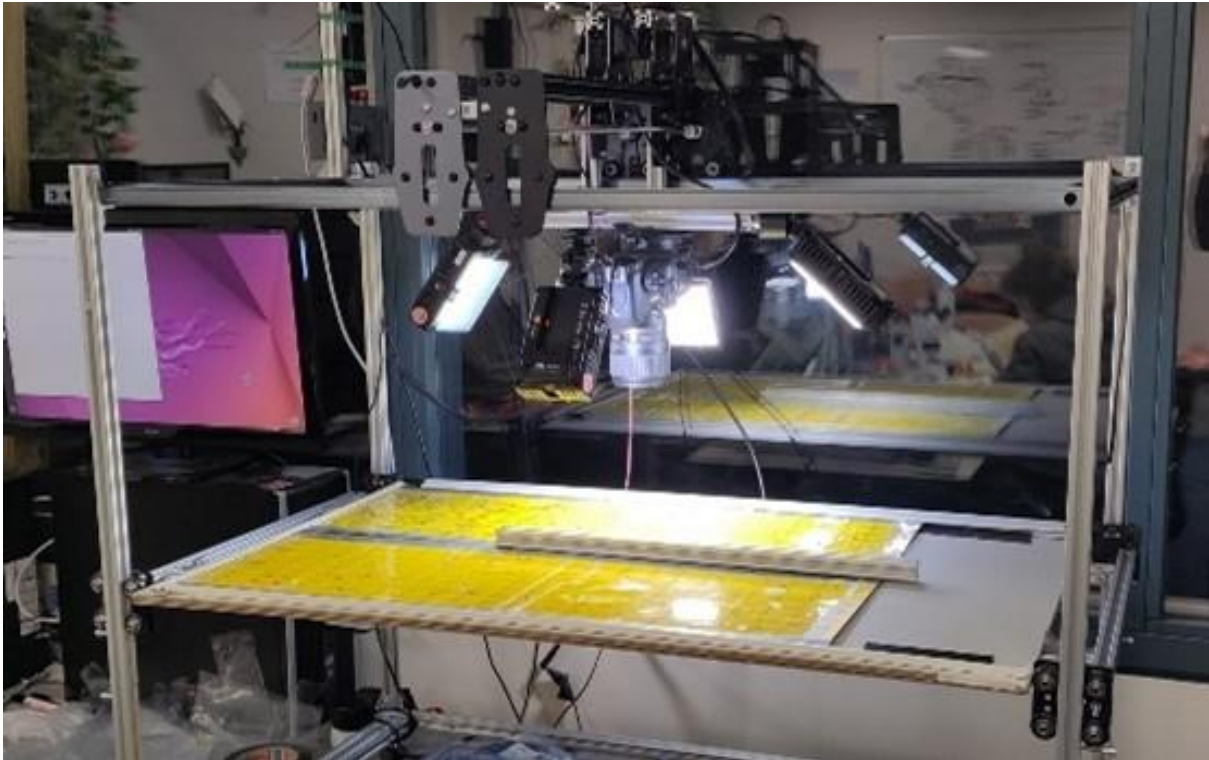
- midden op het perceel (twintig meter vanaf de perceel rand, bij smallere percelen (<40m) in het midden geplaatst),
- aan de rand van het perceel op vijf meter afstand van de houtwal of singel,
- in de singel of wal aan de voet van de bomen en
- boven in de boom (Figuur 2.1).

Bemonstering vond plaats met plakvallen en potvallen (ingegraven plastic koffiebekertjes met een zoutoplossing en zeep). In de boomtop is alleen een plakval gebruikt (figuur 2.3). Bij de plaatsing van de vallen is rekening gehouden met de lokale omstandigheden, zodat deze bijvoorbeeld niet in of direct naast een greppel zijn geplaatst. Vallen werden geplaatst bij zonnig weer met beperkte wind, zodat er voldoende insectenactiviteit was en bleven ongeveer 48 uur in de percelen staan. Tijdens elke ronde stonden minimaal 36 uur alle vallen tegelijk in het veld.



Figuur 2-3 - Plakval in grasland.

De plakvallen zijn gefotografeerd en de geleedpotigen werden met kunstmatige intelligentie gedetermineerd, zo mogelijk tot op familieniveau (Figuur 2.4). De inhoud van de potvallen is meegenomen en in alcohol bewaard tot ze handmatig konden worden gedetermineerd. Om ook op een lager taxonomisch niveau vergelijkingen te kunnen maken zijn als case studies zweefvliegen (een belangrijke groep onder de bestuivers) en loopkevers tot op soort gedetermineerd.



Figuur 2-4 - Stationaire camera voor het fotograferen van geleedpotigen op plakvallen zodat deze door kunstmatige intelligentie kunnen worden gedetermineerd.

2.4 Analyse

2.4.1 Nectarproductie

Dankzij een Brits onderzoek is informatie bekend over de nectarproductie van bijna alle soorten Nederlandse bloemplanten (Baude *et al.* 2016). Aanvullende data over de nectarproductie van twee in de NFW aangetroffen soorten die ontbreken in de Britse database konden worden toegevoegd uit Haslbachova & Nedbalova (1980) en Adamchuk *et al.* (2017). Voor tien van de door ons aangetroffen soorten konden geen gegevens van nectarproductie worden gevonden. Voor deze soorten zijn gegevens over de nectarproductie van verwante soorten gebruikt met een vergelijkbaar aantal en formaat bloemen of bloemhoofdjes per plant (tabel 2.1).

Tabel 2-1 - Aangetroffen nectarproducerende soorten in grasland van de Noardlike Fryske Wâlden waarvan geen nectarproductie bekend is en de soorten waarvan de nectarproductie daarvoor in de plaats is gebruikt.

Soort met missende nectarwaarden	Vervangende soort
<i>Carum carvi</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Vicia villosa</i>	<i>Vicia cracca</i>
<i>Anthemis arvensis</i>	<i>Matricaria recutita</i>
<i>Rorippa sylvestris</i>	<i>Brassica rapa</i>
<i>Persicaria amphibia</i>	<i>Persicaria maculosa</i>
<i>Trifolium incarnatum</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Lysimachia nummularia</i>	<i>Lysimachia nemorum</i>
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	<i>Hypochaeris radicata</i>
<i>Lythrum portula</i>	<i>Lythrum salicaria</i>

Door deze nectargegevens te combineren met de bedekking per soort (per jaar) en het aantal bloemhoofdjes per soort (per ronde), kon per soort en vervolgens per hectare de potentiële en gerealiseerde nectarproductie van een vegetatie worden berekend. De potentiële nectarproductie (uitgedrukt als kg suiker/ha bedekking/jaar) is hierbij de nectarproductie als alle planten volledig tot bloei zouden komen (bij niet maaien of weiden), berekend aan de hand van de bedekking van de verschillende soorten. De gerealiseerde nectarproductie (uitgedrukt als μg suiker/bloemhoofdje/24uur) is hierbij de daadwerkelijk behaalde nectarproductie op het moment van de meting, berekend aan de hand van het aantal bloemen of bloemhoofdjes per soort tijdens de meting. Het verschil tussen de potentiële en de gerealiseerde nectarproductie laat zien wat het effect van het beheer is op de nectarproductie.

2.4.2 Statische analyse

Om te bepalen of gevonden verschillen tussen flora diversiteit, nectarproductie, gewasproductie en de gemeenschappen van onder- en bovengrondse ongewervelden significant zijn of zo klein zijn dat ze als toeval moeten worden geïnterpreteerd, zijn statistische modellen gemaakt. Deze modellen gebruiken achtergrondinformatie over de percelen, zoals het beheer en de ligging om zoveel mogelijk ruis in de uitkomsten te voorkomen.

Statistische analyse vond plaats in R, met behulp van tidyverse (Wickham *et al.* 2019, R Core Team 2021). Data zijn gevisualiseerd met gebruik van boxplots en geanalyseerd met gebruik van gemixte modellen met steeds de drie graslandtypen, de leeftijd van de grasmat, het jaar, de stikstofbemesting in kg stikstof per hectare, de landschappelijke ligging (boomwallen of elzensingels) en de primaire oogstmethode (weiden of maaien) als fixed variabelen en met als random variabelen 'locatie' en - indien van toepassing - daarin genest 'perceel'. 'Ronde' is in elk model ook meegenomen als fixed variabele. Modellen werden gemaakt met lme4 of glmmTMB (Bates *et al.* 2015, Brooks *et al.* 2023). Via een omgekeerde regressieselectie werden niet-significante variabelen uit de modellen geëlimineerd tot een minimaal adequaat model (mam) werd gevonden. De significantie van onderlinge verschillen tussen de graslandtypes en - wanneer relevant - tussen de rondes is voor elk model getoetst met een tukey-test met gebruik van emmeans (Lenth *et al.* 2013). De modelaannames werden visueel en met testen gecheckt.

De vegetatiediversiteit werd gemodelleerd met een negatief binomiaal model met een log factor, het mam had alleen typegrasland als fixed variabele. Het aantal bloemhoofdjes werd gemodelleerd met een negatief binomiaal model met een log factor, met een nul-inflatiecorrectie per type grasland. Het mam had type grasland en ronde als fixed variabelen.

De nectarproductiemodellen en de modellen voor de bedekking van de kruiden voldeden moeilijk aan de modelaannames. Om geschikte modellen te vinden is gebruik gemaakt van een voorwaartse regressieselectie, waarbij fixed variabelen werden toegevoegd tot een betrouwbaar model was gevonden. Locatie werd uit de nectarmodellen verwijderd als random variabele, omdat deze de kwaliteit van de modellen negatief beïnvloedde. De potentiële nectarproductie is gemodelleerd met een tweedee model met een log factor, gecorrigeerd voor nul inflatie en type grasland, ronde, de interactie tussen ronde en type grasland en de geschaalde stikstofbemesting als fixed variabelen. De gerealiseerde nectarproductie is gemodelleerd met een gaussian model waarbij de nectarproductie eerst een logtransformatie heeft ondergaan. De kruidenbedekking is gemodelleerd met een betabinomiaal model waarbij de bedekking was geschaald ten opzichte van 100% en het graslandtype, de ronde en de interactie tussen ronde en grasland mee zijn genomen.

De biomassa van de bodemfauna is gemodelleerd met een nul inflatie gecorrigeerd gamma model met een logfactor en het mam bevatte het type grasland, de ronde en de stikstofbemesting met hun

interacties. De dichtheid van de volwassen regenwormen is gemodelleerd met een nul inflatie gecorrigeerd negatief binomiaal model met een log factor en het mam bevatte het type grasland, de ronde, de landschappelijke ligging en de stikstofbemesting met hun interacties. De dichtheid aan regenwormen is gemodelleerd met een nul inflatie gecorrigeerd negatief binomiaal model met een log factor en het mam bevatte het graslandtype, de ronde en de interactie daartussen. De verhouding rode ten opzichte van grijze wormen is gemodelleerd met een nul inflatie gecorrigeerd betabinomiaal model met een logit factor en het mam bevatte het type grasland en de ronde. De regenwormendiversiteit is gemodelleerd met een lineair model met het type grasland en de ronde in het mam.

De droge stof, het ruw eiwit, de VEM, de log-getransformeerde mangaan, de log-getransformeerde magnesium en de log-getransformeerde ijzergehaltes zijn gemodelleerd in een lineair model met het type grasland en de ronde in het mam. De DVE, de log getransformeerde calciumgehaltes en de log getransformeerde kopergehaltes zijn gemodelleerd in een lineair model met het type grasland, de ronde en de interactie daartussen in het mam. De OEB en de VCOS zijn gemodelleerd met een lineair model die de parameter $\text{dispformula} = \sim \text{typegrasland}$ gebruikt om de spreiding van de responsvariabele te laten variëren tussen de verschillende graslandtypes, met het type grasland en de ronde in het mam. De log getransformeerde zinkgehaltes zijn gemodelleerd met een lineair model die de parameter $\text{dispformula} = \sim \text{type grasland}$ gebruikt om de spreiding van de responsvariabele te laten variëren tussen de verschillende graslandtypes, met het type grasland, de ronde en de interactie daartussen in het mam. De log getransformeerde fosforgehaltes en kaliumgehaltes zijn gemodelleerd met een lineair model met het type grasland in het mam.

De geleedpotigendata werd geanalyseerd met gebruik van R en SPSS (IBM Corp. 2020, R Core Team 2021). De Shannon diversity index, het aantal families en de soortenrijkdom van de zweefvliegen en loopkevers van graslandtypes, habitat en meetrondes werden gecorrigeerd voor het aantal waarnemingen en visueel vergeleken voor de potvallen en de plakvallen. Aantallen insecten werden visueel weergegeven en beoordeeld op verschillen tussen de graslandtypes. Met modellen werd berekend of ronde, habitat, graslandtype, boomwaltype, jaar en hun interacties significant het aantal insecten, het aantal insectenfamilies, het aantal zweefvliegen, het aantal geleedpotigen, het aantal loopkevers en het aantal soorten loopkevers beïnvloedde. Met behulp van de Jaccard similarity index werd de betadiversiteit (mate van overeenkomst in soortensamenstelling tussen gemeenschappen) tussen habitats, graslandtypes en de meetrondes vergeleken. Van insectenfamilies, loopkeversoorten en zweefvliegsoorten werd vastgesteld of ze significant gebonden zijn aan een of meer habitats of graslandtypes. Van deze soorten en families werd in de literatuur gezocht naar de habitatkenmerken, waarmee de verschillen in biotische en abiotische kenmerken van de graslandtypes en monsterposities werden vastgesteld.



Een ingezaaid kruidenrijk grasland (links) en een semi-natuurlijk grasland (rechts) in de NFW. Fotografie: Rob Venderbos

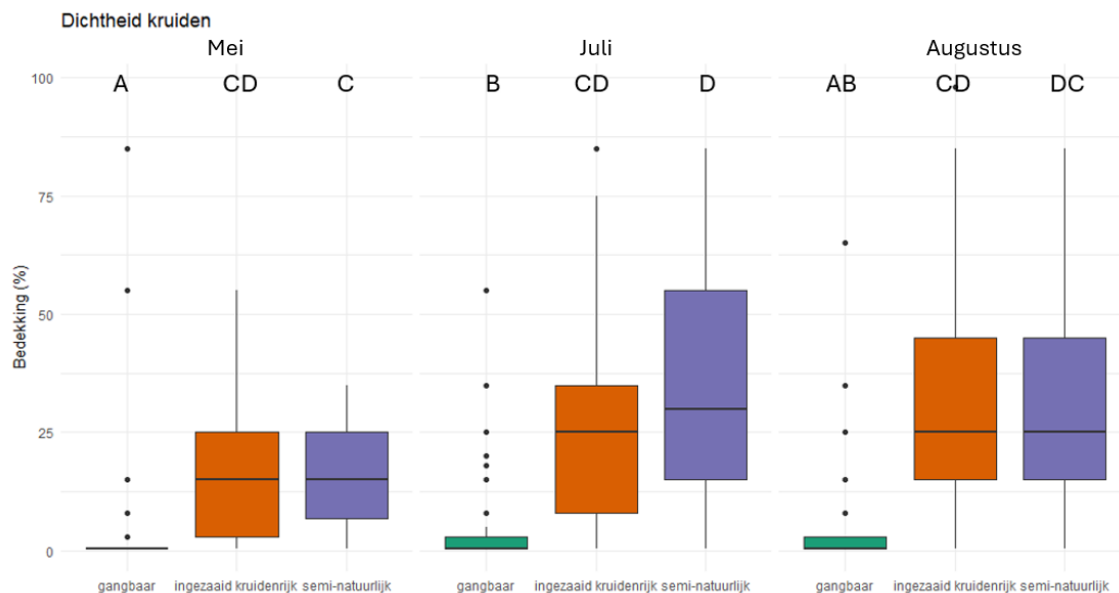
3. Resultaten

Tabel 3-1 - Beheer en landschappelijke ligging (elsensingel of eikenwal) van percelen onderzocht in de NFW per paar of drietal.

Locatie	Elsensingel of eikenwal	Meetjaar	Graslandtype	Stikstof bemesting (kgN/ha/jaar)	Leeftijd grasmat	Drijfmest	Kunstmest	Vaste mest
A	els	2023	ingezaaid kruidenrijk	163,8	4	x	x	x
A	els	2023	gangbaar	330	>30	x	x	
B	els	2023	gangbaar	64,61	1			x
B	els	2023	ingezaaid kruidenrijk	27,3	1			x
C	eik	2023	gangbaar	?	>30	x	x	
C	eik	2023	ingezaaid kruidenrijk	14,8	4	x		
D	eik	2023	gangbaar	280,5	>30	x	x	
D	eik	2023	semi-natuurlijk	120	>30	x		
E	eik	2023	ingezaaid kruidenrijk	220	4	x		
E	eik	2023	gangbaar	220	>30	x		
F	eik	2023	semi-natuurlijk	32	>30			x
F	eik	2023	gangbaar	320	>30	x	x	
G	els	2023	ingezaaid kruidenrijk	60	3	x		
G	els	2023	gangbaar	397	>30	x	x	
H	els	2023	gangbaar	?	>30	?	?	?
H	els	2023	ingezaaid kruidenrijk	100	1	?	?	?
I	els	2023	semi-natuurlijk	?	15	x		
I	els	2023	gangbaar	?	?	x	x	
J	els	2023	semi-natuurlijk	50	>30	x		
J	els	2023	gangbaar	364	>30	x	x	x
K	els	2024	semi-natuurlijk	0	>30			
K	els	2024	gangbaar	340	25	x	x	
L	els	2024	semi-natuurlijk	96	>30			x
L	els	2024	gangbaar	310	18	x	x	
M	els	2024	semi-natuurlijk	0	>30			

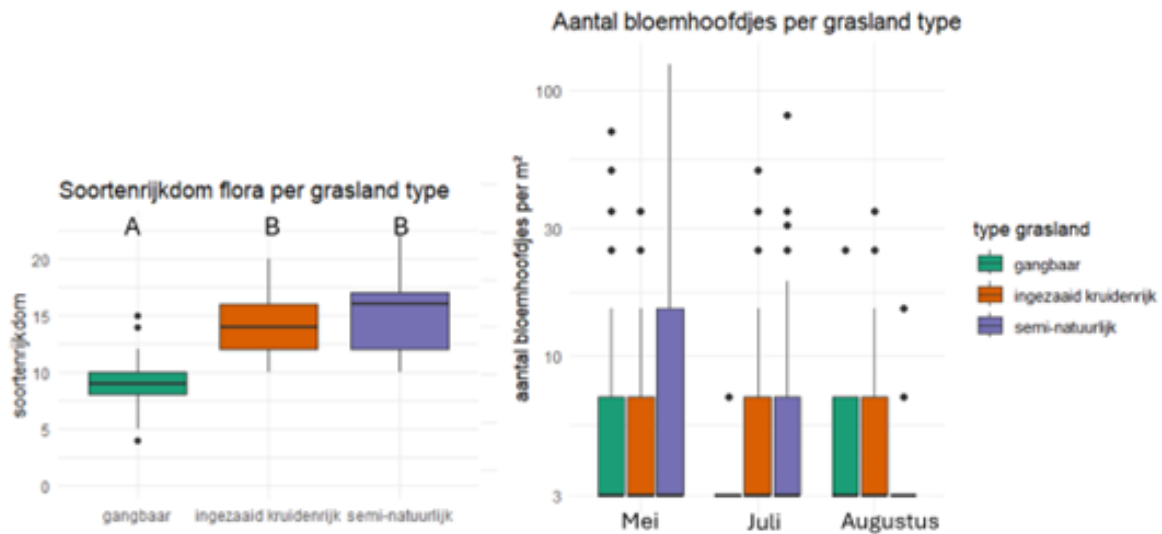
Locatie	Elsensingel of eikenwal	Meetjaar	Graslandtype	Stikstof bemesting (kgN/ha/jaar)	Leeftijd grasmat	Drijfmest	Kunstmest	Vastemest
M	els	2024	gangbaar	365	3	x	x	
N	eik	2024	ingezaaid kruidenrijk	280	1	x		x
N	eik	2024	gangbaar	330	10	x	x	
O	els	2024	ingezaaid kruidenrijk	120	1	x		
O	els	2024	gangbaar	340	>30	x	x	
P	els	2024	ingezaaid kruidenrijk	60	1	x		
P	els	2024	gangbaar	212	8	x		x
Q	els	2024	ingezaaid kruidenrijk	76,5	3	x		x
Q	els	2024	gangbaar	320	>30	x	x	
R	els	2024	semi-natuurlijk	0	>30			
R	els	2024	gangbaar	277	>30	x	x	
S	eik	2024	semi-natuurlijk	0	>30			
S	eik	2024	ingezaaid kruidenrijk	200	1	x		
S	eik	2024	gangbaar	260	>30	x		

3.1 Vegetatie



Figuur 3-1 - Kruidenbedekking van percelen met verschillende graslandtypes vlak voor de eerste snede, tweede snede en de snede in augustus in de Noardlike Fryske Wâlden in 2023 en 2024. Letters geven verschillen in significantie aan.

De kruidenbedekking was significant lager in gangbare percelen dan in kruidenrijke ($p < 0,0001$, $SE = 0,316$ en $SE = 0,338$), waarbij de ingezaaide en semi-natuurlijke graslanden onderling niet significant verschilden ($p > 0,1$). De bedekking van kruiden steeg significant tussen mei en juli ($p < 0,0001$, $SE = 0,1250$) en veranderde niet tussen juli en augustus ($p > 0,1$). De kruidenbedekking per graslandtype zijn per ronde te zien in figuur 3.1.



Figuur 3-2 (links) - Soortenrijkdom van de flora in percelen met verschillende graslandtypes vlak voor de eerste snede in de Noordlike Fryske Wâlden in 2023 (n=20) en 2024 (n=19).

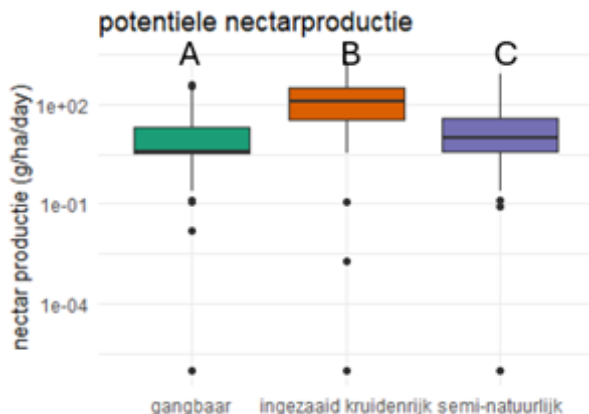
Figuur 3-3 (rechts) - Het aantal bloemen dan wel bloemhoofdjes in percelen met verschillende graslandtypes vlak voor de eerste snede (mei), tweede snede (juli) en augustus snede in de Noordlike Fryske Wâlden in 2023 (n=20) en 2024 (n=19). De punten kunnen meerdere metingen van het betreffende aantal bloemhoofdjes aangeven.

De ingezaaid kruidenrijke percelen hadden een floradiversiteit vergelijkbaar met dat van semi-natuurlijke percelen ($p > 0,1$). Gangbare percelen hadden duidelijk een lagere floradiversiteit dan ingezaaid kruidenrijke percelen ($p = 0,0002$, $SE = 0,119$) of semi-natuurlijke percelen ($p < 0,0001$, $SE = 0,118$) (figuur 3.2).

Het aantal bloemhoofdjes was hoger in semi-natuurlijke percelen dan in gangbare percelen ($p = 0,0178$, $SE = 0,216$), terwijl ingezaaid kruidenrijke percelen steeds een daartussen gelegen aantal bloemhoofdjes had en niet significant met de andere graslandtypes verschilde ($p > 0,1$). Het hogere aantal bloemhoofdjes in semi-natuurlijke percelen wordt met name veroorzaakt door een hoog aantal vroeg in het seizoen (figuur 3.3).

3.2 Nectarproductie

De potentiële nectarproductie (de nectarproductie die zou zijn bereikt als percelen niet waren gemaaid of geweid en volledig tot bloei waren gekomen) was hoger in ingezaaid kruidenrijke percelen dan zowel dat van de gangbare ($p < 0,0001$, $SE = 0,521$) als de semi-natuurlijke percelen ($p = 0,0003$, $SE = 0,430$). De semi-natuurlijke percelen hadden een hogere potentie voor nectarproductie dan de gangbare percelen ($p = 0,0272$, $SE = 0,660$) (figuur 3.4).

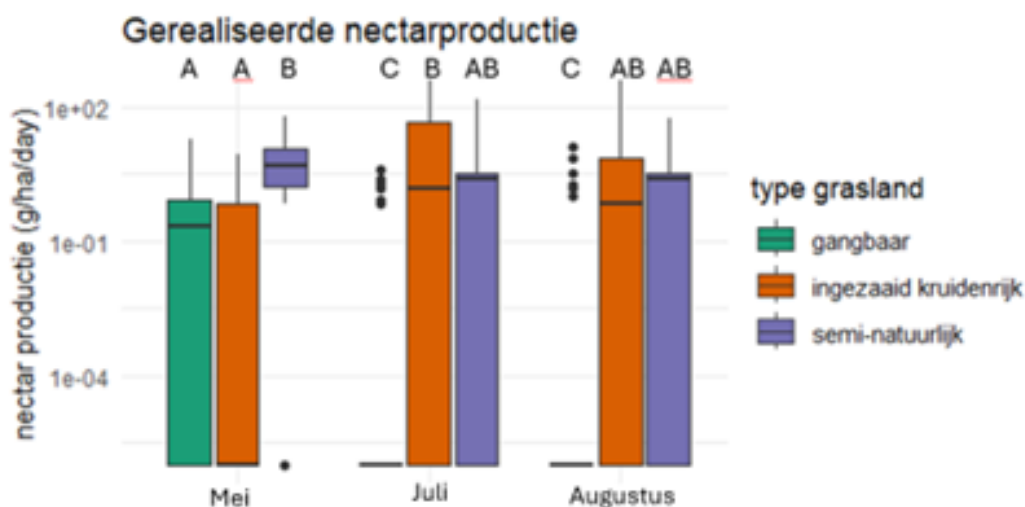


Figuur 3-4 - De nectarproductie die percelen met verschillende graslandtypen zouden bereiken als deze niet gemaaid zouden worden, bepaald aan de bedekking van individuele kruiden in 37 percelen, in 2023 en 2024. Standaard nectarproductie per ha per soort is primair ontleend aan Baude et al. (2016)

De daadwerkelijk gerealiseerde nectarproductie lag anders. Over het volledige groeiseizoen verschilden de gerealiseerde nectarproductie niet tussen de semi-natuurlijke percelen en de ingezaaid kruidenrijke percelen ($p > 0,1$), terwijl gangbare percelen significant minder nectar produceerden ($p < 0,0001$, $SE = 0,941$ en $p < 0,0001$, $SE = 0,941$).

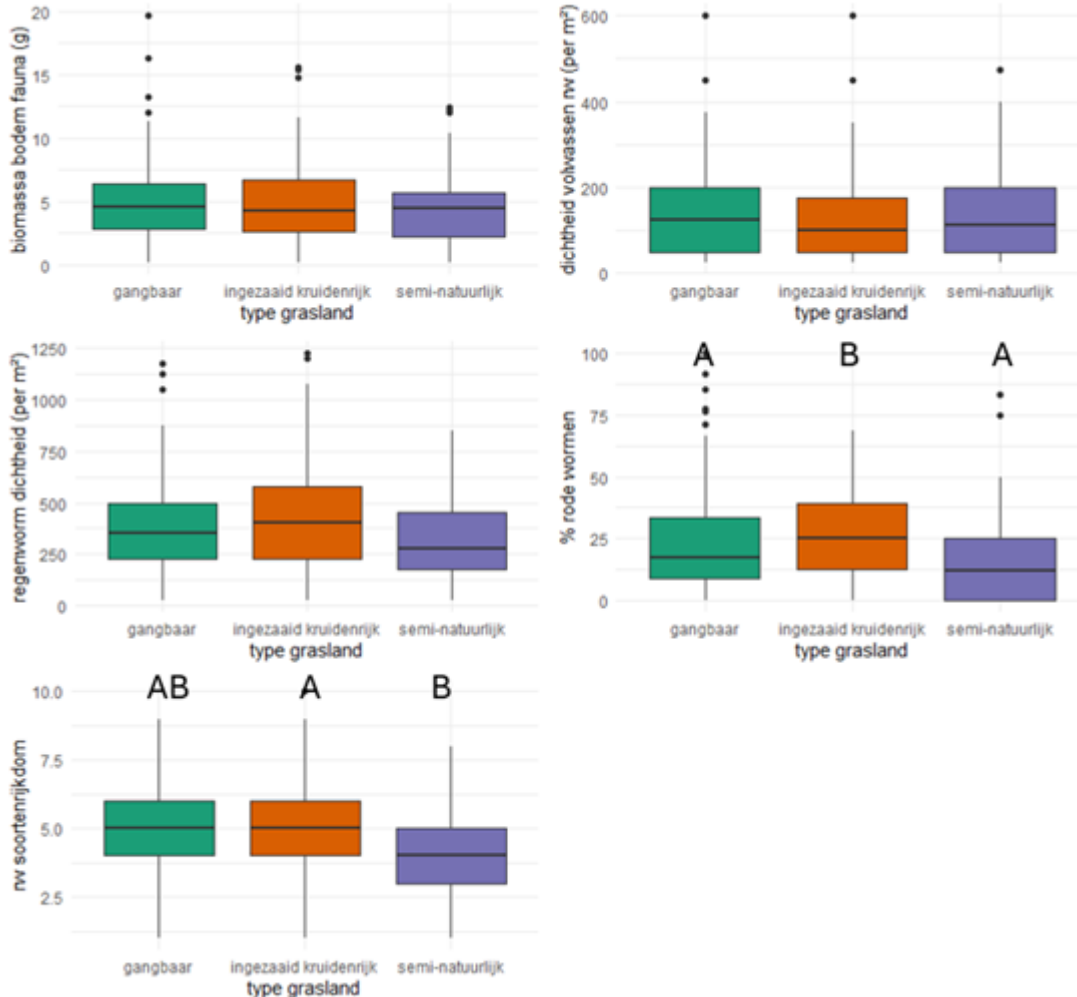
De nectarproductie werd hoger gedurende het seizoen, met een niet-significante trend die suggereert dat de derde ronde een iets hogere nectarproductie had dan de tweede ($p = 0,0638$, $SE = 0,488$) terwijl de eerste ronde de laagste nectarproductie had ($p = 0,0005$, $SE = 0,493$ en $p < 0,0001$, $SE = 0,476$).

Semi-natuurlijke percelen produceerden significant meer nectar dan de andere graslandtypes vroeg in het seizoen, terwijl ingezaaid kruidenrijke percelen pas tijdens de latere rondes een vergelijkbaar hoge nectarproductie bereikten. Gangbare percelen produceerden vooral vroeg in het seizoen nog nectar, wat voornamelijk werd veroorzaakt door steeds dezelfde kruiden, voornamelijk paardenbloem, gewone hoornbloem en vogelmuur, maar produceerde in de zomer veel minder nectar dan de kruidenrijke graslanden (figuur 3.5).



Figuur 3-5 - De nectarproductie van verschillende types graslandpercelen in de Noardlike Fryske Wâlden in 2023 en 2024 in 37 percelen, berekend aan het aantal bloemhoofdjes of bloemen per soort, met de significantieniveaus. Gemeten vlak voor de eerste snede, tweede snede en de snede in augustus. Standaard nectarproductie per bloem(hoofdje) per soort is primair ontleend aan Baude et al. (2016)

3.3 Regenwormen en andere bodemfauna



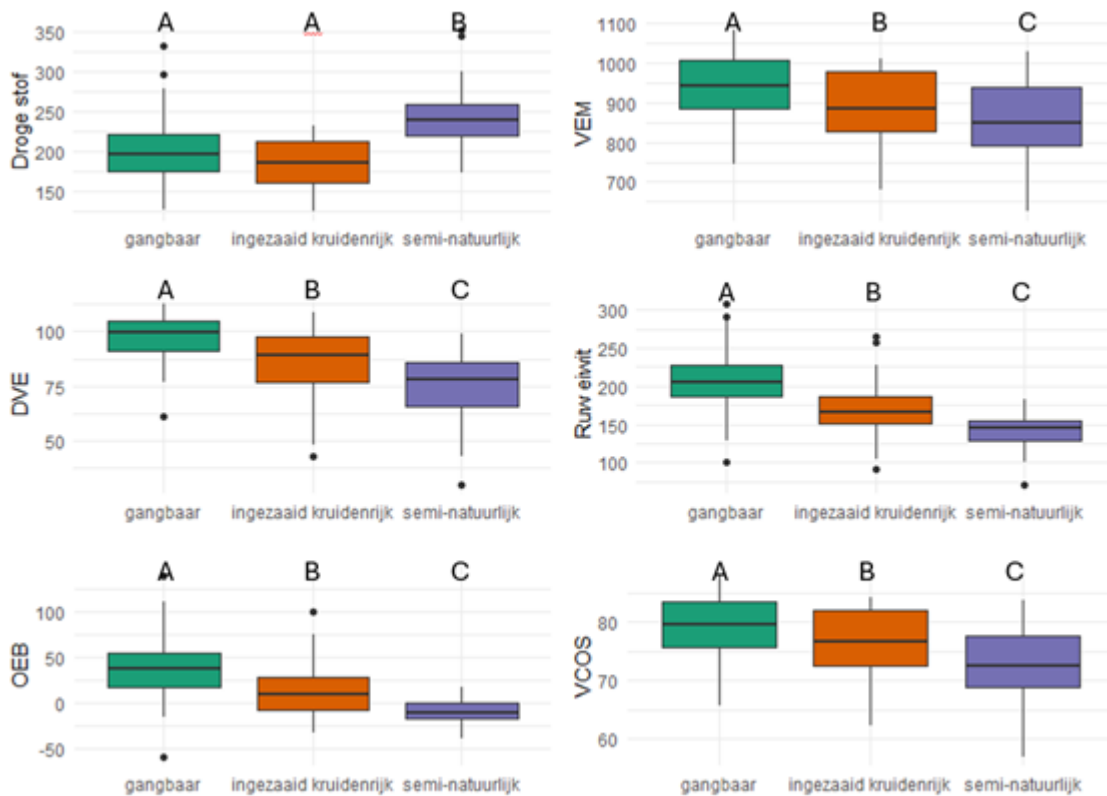
Figuur 3-6 - Biomassa van bodemfauna (g per m²), dichtheid van volwassen regenwormen (aantal per m²), regenwormsoortenrijkdom (per 0.0625m²), regenwormdichtheid en het percentage rode wormen (detritivoren) in 39 percelen met verschillende types grasland (19 gangbare percelen, 11 ingezaaid kruidenrijke percelen en 9 semi- natuurlijke percelen), in mei en oktober van 2023 (20 percelen) en 2024 (19 percelen) tijdens voldoende natte omstandigheden voor regenwormactiviteit. Per perceel zijn 6 kluiten van 25cm*25cm*20cm gestoken en uitgezocht.

De graslandtypes verschilden niet van elkaar in de biomassa van de bodemfauna (regenwormen, emelten, loopkevers etc.), de dichtheid van volwassen regenwormen en de dichtheid van de regenwormen totaal ($p > 0,1$). Wel zijn er aanwijzingen dat ingezaaide kruidenrijke percelen een iets hogere regenwormdichtheid zouden kunnen hebben dan de semi-natuurlijke percelen ($p = 0,06$, $SE = 0,114$). Verder hadden de ingezaaide kruidenrijke percelen een hoger percentage aan rode regenwormen (detritivoren; strooiselbewoners en pendelaars) dan de gangbare en semi-natuurlijke percelen ($p = 0,028$, $SE = 0,110$ en $p = 0,023$, $SE = 0,137$). De soortenrijkdom van de regenwormen is hoger in de ingezaaide kruidenrijke percelen dan in de semi-natuurlijke percelen ($p = 0,0102$, $SE = 0,323$) en er is enige aanwijzing dat ook de soortenrijkdom in de gangbare percelen lager zou liggen ($p = 0,0878$, $SE = 0,267$) (figuur 3.6).

De massa van de bodemfauna en de soortenrijkdom van de regenwormen veranderden niet significant tussen de meetrondes, maar de dichtheid van de volwassen regenwormen was hoger in oktober dan

in mei ($p=0.0023$, $SE=0.238$), terwijl de dichtheid van alle regenwormen samen een trend van hetzelfde patroon liet zien ($p=0.0509$, $SE=0.065$). Het percentage rode wormen in de populatie werd juist lager in de loop van de zomer ($p=0.0001$, $SE=0.088$).

3.4 Voederwaarde



Figuur 3-7 - Voederwaarde van het verse gras van verschillende graslandtypes in 2023 en 2024 in de Noordelijke Fryske Wâlden, gemiddeld over de eerste (mei) en tweede (juli) snede en voor de snede in augustus, bepaald via standaard landbouwkundige methodes door Eurofins Agro (Wageningen, Nederland).

Semi-natuurlijke percelen produceerden een gewas met een hoog droge-stofgehalte ($p=0.2019$, $SE=9,29$), terwijl ingezaaide kruidenrijke percelen en gangbare percelen hierin niet significant van elkaar verschilden. In de gangbare percelen was de VEM (Voeder eenheid melk) het hoogst ($p<0.0008$, $SE=13.2$ en $SE=13.9$), de ingezaaide kruidenrijke percelen hadden een lagere VEM en in de semi-natuurlijke percelen was deze waarde nog lager dan in de ingezaaid kruidenrijke ($p=0.0185$, $SE=16.6$). Ditzelfde patroon werd ook gevonden voor het DVE (Darm verteerbaar eiwit), Ruw eiwit, de OEB (Onbestendig eiwit balans) en de VCOS (Verteringcoëfficiënt organische stof), waarbij in gangbare percelen hogere waarden werden gevonden dan in ingezaaid kruidenrijke percelen ($p=0.0001$, $SE=2,46$; $p=0,0015$, $SE=9,86$; $p=0,0010$, $SE=7,13$ en $p=1,0148$, $Se=0,973$) en semi-natuurlijke percelen ($p<0.0001$, $SE=2,62$; $p<0.0001$, $SE=10.01$, $p<0,0001$; $SE=6,25$ en $p<0,0001$, $SE=0,952$) en ingezaaid kruidenrijke percelen hogere waarden hadden dan semi-natuurlijke percelen ($p=0.0013$, $SE=3.11$; $p=0.0197$, $SE=11.31$; $p=0.384$, $SE=7,27$ en $p=0,0024$, $SE=1,244$) (figuur 3.7).

De verschillen in voederwaarde tussen de graslandtypes waren consistent tijdens het gehele seizoen; elke ronde vertoonde hierin hetzelfde patroon. Het droge-stofgehalte en ruw eiwit in het gewas verschilde niet tussen de rondes. De VEM was het hoogst tijdens de eerste snede ($p<0,0001$, $SE=12,5$ en $SE=12,6$), het laagst halverwege het seizoen en was weer wat hoger tijdens de derde ronde

($p < 0,0001$, $SE = 12,6$). Ditzelfde patroon werd gevonden voor DVE en VCOS, die tijdens de eerste ronde (vlak voor de eerste snede) hoger waren dan zowel de tweede ($p < 0,0001$, $SE = 2,42$ en $p < 0,0001$, $SE = 0,861$) als de derde ronde ($p = 0,0001$, $SE = 2,34$ en $p < 0,0001$, $SE = 0,824$), en in de derde ronde weer hoger dan in de tweede ronde ($p = 0,0001$, $SE = 2,40$ en $p < 0,0001$, $SE = 0,854$). OEB werd gedurende het seizoen steeds hoger, waardoor er een significant verschil ontstond tussen de waarde van de eerste ronde en de derde ronde ($p = 0,0227$, $SE = 5,09$).





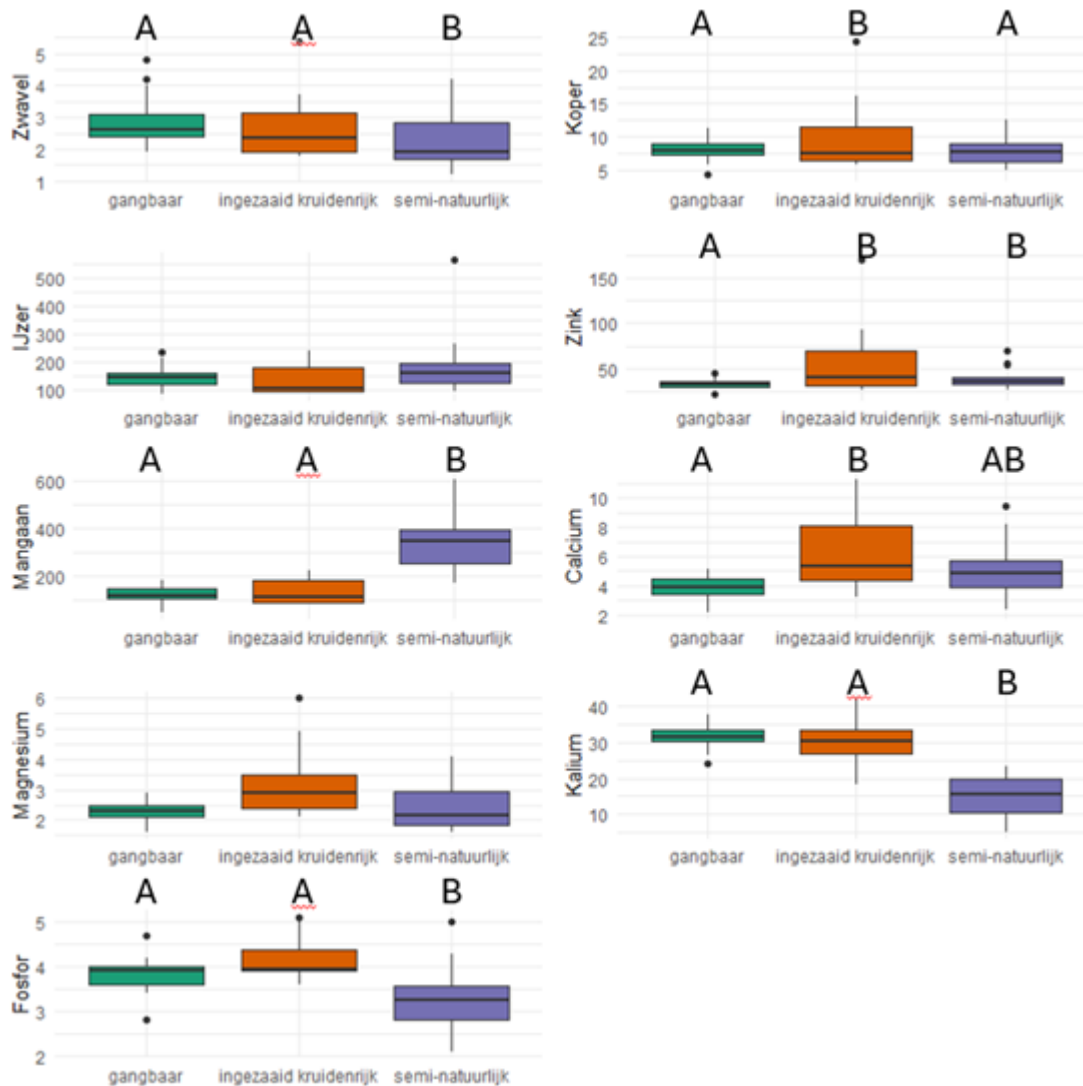
Graslandtypes in de NFW. Gangbaar grasland met o.a. engels raaigras (boven, vorige bladzijde), semi-natuurlijk grasland met o.a. scherpe boterbloem, geknikte vossenstaart, kruipende boterbloem, reukgras en gestreepte witbol (onder, vorige bladzijde) en ingezaaid kruidenrijk grasland met chicorei, rode klaver, witte klaver en smalle weegbree. Fotograaf: Rob Venderbos

3.5 Mineralengehaltes gewas

Semi-natuurlijke percelen hadden een lager zwavelgehalte dan gangbare en ingezaaid kruidenrijke percelen ($p=0,0045$, $SE=0,173$ en $p=0,0484$, $SE=0,209$), terwijl er geen significant verschil was tussen gangbare en ingezaaid kruidenrijke percelen ($p>0,1$). Ditzelfde gold voor het fosfor- en het kaliumgehalte van het gewas, dat niet verschilde tussen gangbare percelen en ingezaaid kruidenrijke percelen ($p>0,1$), maar lager was in semi-natuurlijke percelen ($p=0,0035$, $SE=0,0527$ en $p=0,0002$, $SE=0,0632$, respectievelijk $p<0,0001$, $SE=0,1293$ en $p=0,0001$, $SE=0,1525$) (figuur 3.8).

Het gewas van de ingezaaid kruidenrijke percelen had een hoger kopergehalte dan dat van gangbare percelen ($p=0,0298$, $SE=0,0723$) en semi-natuurlijke percelen ($p=0,0282$, $SE=0,0806$), terwijl er geen significant verschil was tussen het gewas van deze laatste twee ($p>0,1$). Het calciumniveau van het gewas was hoger in ingezaaid kruidenrijke percelen dan in gangbare percelen ($p=0,0027$, $SE=0,125$), terwijl dat van semi-natuurlijke percelen niet significant van de andere graslandtypes verschilde ($p>0,1$) (figuur 3.8).

Het zinkgehalte van het gewas verschilde niet tussen semi-natuurlijke en ingezaaid kruidenrijke percelen, maar was wel lager in gangbare percelen ($p=0,0407$, $SE=0,0247$ en $p=0,0090$, $SE=0,0247$). Het ijzergehalte en het magnesiumgehalte van het gewas verschilde niet significant tussen de drie graslandtypes. Hoewel een niet-significante trend suggereerde dat ingezaaid kruidenrijke percelen een iets hoger magnesiumgehalte hadden dan gangbare percelen ($p=0,0630$, $SE=0,114$) (figuur 3.8).



Figuur 3-8 - Mineralengehalte van het verse gras van verschillende graslandtypes in 2023 en 2024 in de Noordlike Fryske Wâlden, gemiddeld over de eerste (mei) en tweede (juli) snede en voor de snede in augustus, bepaald via standaard landbouwkundige methodes door Eurofins Agro (Wageningen, Nederland).

De ingezaaide kruidenrijke percelen leverde een gewas met een mangaangehalte dat niet van dat van gangbare percelen verschilde ($p > 0,1$), maar semi-natuurlijke percelen leverden significant meer dan zowel ingezaaid kruidenrijke als gangbare percelen ($p < 0,0001$, $SE = 0,148$ en $p < 0,0001$, $SE = 0,111$) (figuur 3.8).



Natuur en melkproductie in de NFW. Fotografie: Maaïke Krol

3.6 Geleedpotigen

3.6.1 Sample size en determinatie succès

Eén potval in een boomwal is buiten de analyse gelaten omdat deze naast een mierennest geplaatst bleek te zijn en daardoor sterk afweek van de rest. Enkele plakvallen in de boomkronen zijn verloren gegaan omdat deze uit de boom zijn gewaaid.

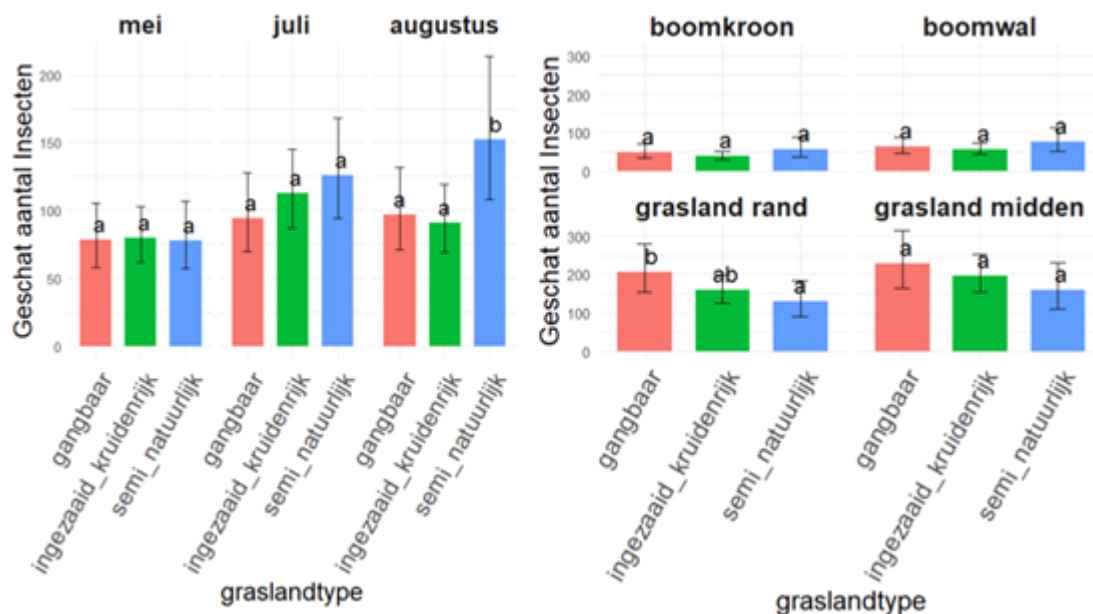
Op de plakvallen zijn 87,7% van de individuen tot ordeniveau gedetermineerd ($n=12$), 23,4% tot (super)familieniveau ($n=90$) en zijn 85% van de zweefvliegen tot op soortniveau gedetermineerd ($n=21$). In de potvallen zijn 97,2% van de individuen tot ordeniveau gedetermineerd ($n=10$), 82,4% tot (super)familie ($n=81$) en zijn 99,96% van de loopkevers tot op soortniveau gedetermineerd ($n=64$). 2023 was een goed jaar voor geleedpotigenpopulaties: er werden 33239 meer individuen gevangen dan in 2024. De geleedpotigen in de potvallen die door een expert handmatig zijn gedetermineerd werden vaker tot op familieniveau gebracht (72,55%) dan de automatisch gedetermineerde geleedpotigen op de plakvallen (24,9%). Zowel de expert als de kunstmatige intelligentie verbeterde significant in determinatiekunde tussen 2023 en 2024, waardoor in het tweede jaar vaker tot een lager taxonomisch niveau werd gedetermineerd. Op ordeniveau ging dit slechts om 1,5% meer succesvolle determinaties, maar op familieniveau steeg het percentage succesvolle percentages van 40,2% naar 57,2 procent. Van de zweefvliegen werd in 2023 81% succesvol tot op soort gebracht, tegen 89,3% in 2024. De loopkevers werden ook in 2023 al vrijwel allemaal op soort gebracht, dus voor deze groep veranderde het percentage succesvolle determinaties niet.

Tabel 3-2 - De aantallen aangetroffen geleedpotigen per groep per valtype. Met voor het totale aantal geleedpotigen per valtype de Standard error of mean (SEM).

Groep	Aantal	Gemiddeld per val
Plakvallen		
Totaal geleedpotigen	129734	154,1 (SEM 5,8)
Insecten	128897	153,1
Spinachtigen	494	0,6
Springstaarten	332	0,4
Hogere kreeftachtigen	11	0,01
Zweefvliegen	1012	1,2
Potvallen		
Totaal geleedpotigen	24415	41,0 (SEM 2,2)
Insecten	13889	23,3
Spinachtigen	5507	9,2
Springstaarten	4128	6,9
Kreeftachtigen	807	1,35
Miljoenpoten	59	0,1
Duizendpoten	25	0,04
Loopkevers	2301	3,9

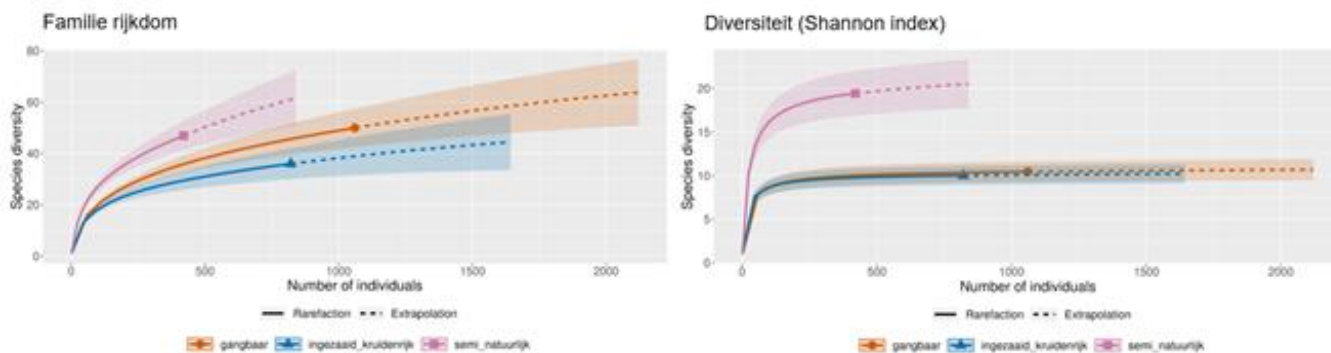
3.6.2 Aantallen insecten

De aantallen insecten verschilden deels significant tussen de graslandtypes (figuur 3.9). Zo waren er significant meer insecten in het semi-natuurlijke grasland dan in het ingezaaid kruidenrijke grasland en het gangbare grasland, maar alleen in augustus. De juli-data suggereren dat ingezaaid kruidenrijk grasland een insectenaantal heeft dat tussen gangbaar en semi-natuurlijk grasland in ligt, maar dat verschil is niet significant en zet bovendien niet door in augustus. Gemiddeld over het jaar is er per habitat alleen een verschil in insectenaantallen tussen de graslandtypen aan de rand van het grasland, waarbij gangbare percelen de hoogste aantallen hebben en ingezaaid kruidenrijke graslanden een gemiddelde positie innemen (figuur 3.9). Het verloop van het aantal insecten over het seizoen verschilde zeer sterk tussen 2023 en 2024, waarbij in 2023 het aantal insecten dramatisch lager was in augustus dan in juli (afbeelding ontbreekt). Tijdens de meeste meetrondes werden de hoogste insectenaantallen gevonden in het grasland (met name midden in het perceel) en de laagste aantallen in de boomwal.



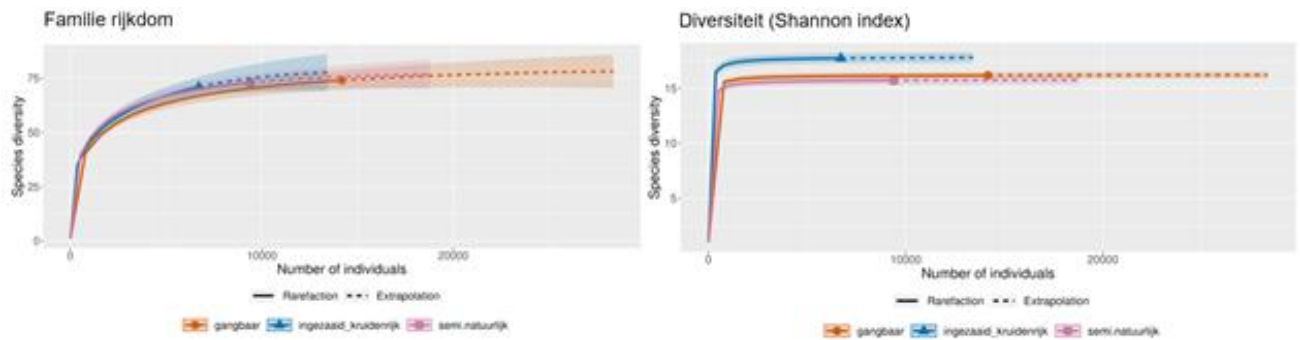
Figuur 3-9 - Insectenaantallen afhankelijk van graslandtype en maand in 2024 (links) of habitat in 2023 (rechts) in de NFW.

3.6.3 Alfa diversiteit insecten



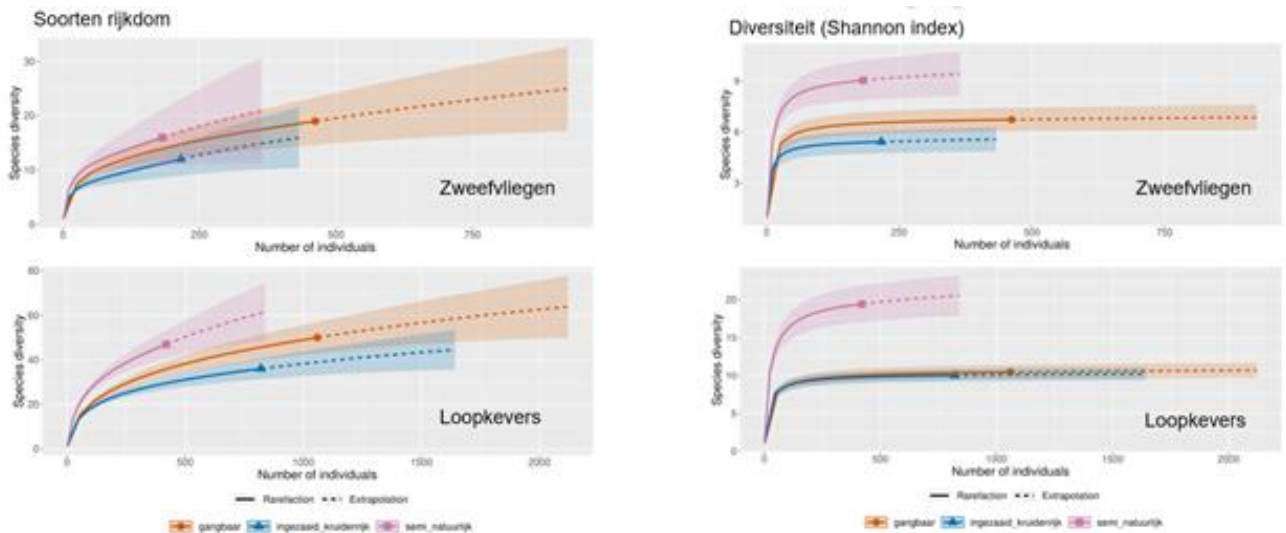
Figuur 3-10 - Familierijkdom (links) en Shannon diversity index) van lopende insecten gevangen met potvallen in grasland percelen en aangrenzende singels of wallen in verschillende graslandtypen (n=39) in de NFW.

De diversiteit van lopende insecten is significant hoger (geen overlap van het 95% betrouwbaarheidsinterval) in semi-natuurlijke percelen dan in de gangbare en ingezaaid kruidenrijke percelen, voor zowel het aantal families (rijkdom) als het evenwichtig voorkomen van deze families in de populatie (Shannon diversity index). De minimale overlap in betrouwbaarheidsinterval suggereert dat de gangbare percelen een iets hoger aantal families zouden hebben dan ingezaaid kruidenrijke percelen, maar dit wordt vooral veroorzaakt door enkele zeldzamere individuen, aangezien de overlap van de betrouwbaarheidsintervallen bij de Shannon diversity index bijna volledig is (figuur 3.10).



Figuur 3-11 - De familierijkdom (links) en Shannon diversity index) van vliegende insecten gevangen met plakvallen in grasland percelen en aangrenzende singels of wallen in verschillende graslandtypen (n=39) in de NFW)

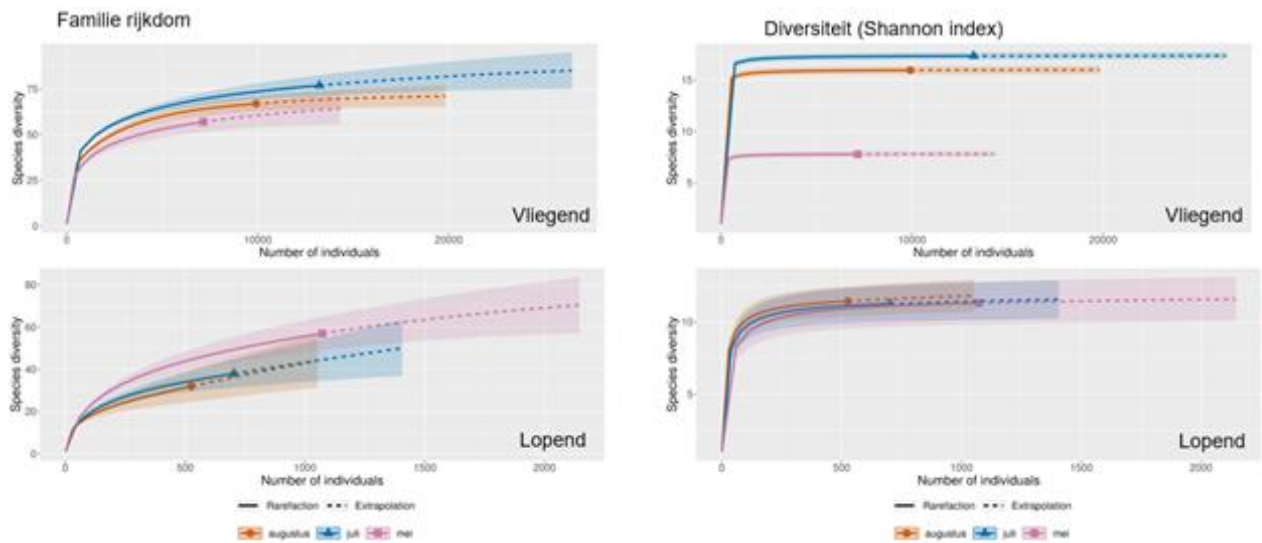
Bij de vliegende insecten is geen verschil te zien in het aantal families tussen de graslandtypes, wel is de gemeenschap van de ingezaaid kruidenrijke percelen significant evenwichtiger verdeeld over de families dan die van de gangbare en semi-natuurlijke percelen (figuur 3.11).



Figuur 3-12 - De familierijkdom (links) en Shannon diversity index) van zweefvliegen (boven) en loopkevers (onder) in grasland percelen en aangrenzende singels of wallen in verschillende graslandtypen (n=39) in de NFW)

Bij de zweefvliegen is er een suggereert de data dat semi-natuurlijke percelen mogelijk een hogere soortenrijkdom hebben dan ingezaaid kruidenrijke percelen, maar zijn er geen significante verschillen in de soortenrijkdom. De Shannon diversity index verschilt echter wel significant, met veel hogere waarden voor semi-natuurlijke percelen en een trend die suggereert dat gangbare percelen hogere waarden hebben dan ingezaaid kruidenrijke percelen (figuur 3.12).

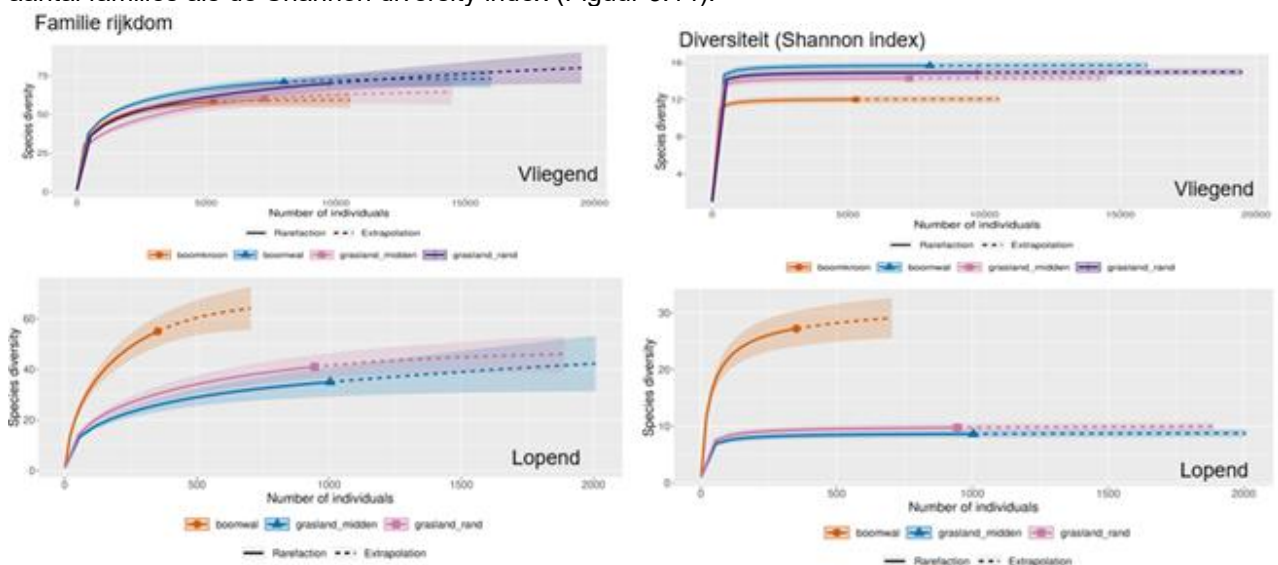
Bij de loopkevers hebben semi-natuurlijke percelen een significant hogere soortenrijkdom en Shannon diversity index dan de gangbare en ingezaaid kruidenrijke percelen. Ook suggereren de data dat de gangbare percelen een hogere soortenrijkdom zouden kunnen hebben dan de ingezaaide percelen (figuur 3.12).



Figuur 3-13 - De familierijkdom (links) en Shannon diversity index) van vliegende insecten (boven) en lopende (onder) gevangen in grasland percelen en aangrenzende singels of wallen tijdens verschillende meetrondes (n=39) in de NFW

Het grootste aantal families werd bij de vliegende insecten aangetroffen in juli en bij de lopende insecten in mei, deze verschillen zijn echter niet significant. De Shannon diversity index van de lopende insecten verschilde niet significant tussen de meetrondes, maar die van de vliegende wel. De Shannon diversity index van de vliegende insecten laat zien dat de hoogste diversiteit voor deze groep wordt gevonden in juli, een iets lagere diversiteit in augustus en de laagste diversiteit in mei (figuur 3.13).

Onder de vliegende insecten zijn minimale verschillen te zien in het aantal families tussen de habitats. In de boomwal en aan de graslandrand is de familierijkdom het hoogst en in de boomkroon het laagst. Bij de Shannon diversity index is het patroon hetzelfde, maar zijn de verschillen sterker significant. Onder de lopende insecten is de diversiteit veruit het hoogst in de boomwal en suggereert een trend iets hogere waarden voor de rand van het grasland dan het midden van het grasland voor zowel het aantal families als de Shannon diversity index (Figuur 3.14).



Figuur 3-14 - De familierijkdom (links) en Shannon diversity index) van vliegende insecten (boven) en lopende (onder) gevangen in grasland percelen en aangrenzende singels of wallen (n=39) in de NFW

3.6.4 Bèta diversiteit insecten

Tabel 3-3 - Tabel 3.3 - De uitkomsten van een Jaccard similarity index van vliegende insectenfamilies en zweefvliegsoorten in de graslanden en aangrenzende singels en wallen in de NFW, met een vergelijking tussen verschillende habitats, graslandtypes en landschappelijke ligging (eiken- of elzenlandschap). Een 1 geeft volledige overlap aan, een 0 volledig verschillende gemeenschappen. De -95% en +95% geven de 95% onzekerheidsmarge van de Jaccard similarity index aan. Als 1 binnen de onzekerheidsmarge ligt, dan is het verschil niet significant. Hoe donkerder de groene kleur, hoe sterker het verschil. Insecten zijn gevangen met plakvallen.

Plakval data		Insecten families			Zweefvliegen		
Similarity		Jaccard	-95%	+95%	Jaccard	-95%	+95%
boomkroon	boomwal	0,72	0,583	0,857	0,25	0,108	0,392
boomkroon	grasland-rand	0,512	0,339	0,684	0,3	0,189	0,41
boomkroon	grasland-midden	0,762	0,514	1	0,25	0,149	0,35
boomwal	grasland-rand	0,706	0,487	0,925	0,52	0	1
boomwal	grasland-midden	0,709	0,478	0,939	0,273	0,088	0,459
grasland-rand	grasland-midden	0,631	0,475	0,788	0,408	0,187	0,628
gangbaar	ingezaaid-kruidenrijk	0,793	0,559	1	0,549	0,361	0,738
gangbaar	semi-natuurlijk	0,723	0,535	0,911	0,527	0,347	0,706
ingezaaid-kruidenrijk	semi-natuurlijk	0,744	0,479	1	0,656	0,525	0,788
eik	els	0,799	0,579	1	0,354	0,211	0,497

Op familie niveau laten de vliegende insecten (inclusief zweefvliegen) laten slechts een klein verschil zien tussen de gemeenschappen van gangbare percelen en de semi-natuurlijke percelen. Tussen de ingezaaid kruidenrijke en de gangbare of de semi-natuurlijke percelen zijn er geen significante verschillen. Op soortniveau verschilt de zweefvliegengemeenschap wel significant tussen de drie graslandtypen, waarbij de gemeenschap van de ingezaaid kruidenrijke percelen mogelijk iets meer lijkt op de semi-natuurlijke percelen dan de gangbare (Tabel 3.3).

De grootste verschillen in gemeenschappen tussen de verschillende habitats werd gevonden tussen vliegende insecten in de boomkronen en die op grondniveau (laagste Jaccard similarity waarden). Tussen de boomkroongemeenschap en die van het midden van het grasland werd juist geen verschil gevonden. In de vliegende insectenfamilies zijn op grondniveau kleine verschillen tussen de gemeenschappen gevonden. De zweefvliegsoorten verschilden echter wel sterk tussen de boomwal en het midden van het grasland. De rand van het grasland verschilde minder sterk van het midden van het grasland en van de boomwal in zweefvliegengemeenschap. Dat wijst erop dat er aan de rand van het grasland relatief meer uitwisseling van soorten is met zowel het midden van het grasland als de boomwal (Tabel 3.3).

De gemeenschap vliegende insectenfamilies die gevangen zijn in het iets hoger gelegen landschap van eikenwallen verschilde niet significant van die in het elzensingellandschap. De zweefvliegengemeenschap verschilde wel sterk (Tabel 3.3).

Tabel 3-4 - De uitkomsten van een Jaccard similarity index van lopende insectenfamilies en loopkeversoorten in de graslanden en aangrenzende singels en wallen in de NFW, met een vergelijking tussen verschillende habitats, graslandtypes en landschappelijke ligging (eiken of elzen landschap). 1 geeft volledige overlap aan, een 0 volledig verschillende gemeenschappen. De -95% en +95% geven de onzekerheidsmarge van de Jaccard similarity index aan. Als die 1 omvat, dan is het verschil niet significant. Hoe groener de kleur, hoe sterker het verschil. Insecten zijn gevangen met potvallen.

Potval data		Insecten families			Loopkevers		
Similarity		Jaccard	-95%	+95%	Jaccard	-95%	+95%
boomwal	grasland-rand	0,546	0,307	0,784	0,528	0,077	0,979
boomwal	grasland-midden	0,562	0,23	0,895	0,63	0,36	0,9
grasland-rand	grasland-midden	0,525	0,323	0,727	1	0,392	1
gangbaar	ingezaaid-kruidenrijk	0,666	0,478	0,854	0,481	0,16	0,802
gangbaar	semi-natuurlijk	0,628	0,188	1	0,538	0,249	0,827
ingezaaid-kruidenrijk	semi-natuurlijk	0,696	0,415	0,977	0,445	0,22	0,67
eik	els	0,597	0,441	0,752	0,592	0,061	1

Op familie niveau verschilde de gemeenschap van lopende insecten (inclusief loopkevers) in kruidenrijk grasland significant van die in gangbaar en semi-natuurlijk grasland, maar die van gangbaar en semi-natuurlijk grasland verschillen niet significant van elkaar. De loopkevergemeenschap verschilde op soortniveau significant tussen de drie graslandtypes (Tabel 3.4).

De gemeenschappen van lopende insectenfamilies in de boomwal, de rand van het grasland en het midden van het grasland verschillen ongeveer even sterk van elkaar. De loopkevergemeenschap in de boomwallen verschilde van die van het grasland, terwijl de gemeenschap aan de rand van het grasland niet verschilde met die in het midden van het grasland (Tabel 3.4).

De gemeenschap van lopende insectenfamilies die zijn gevangen in het iets hoger gelegen landschap van eikenwallen verschilde significant van die in het elzensingellandschap. De loopkevergemeenschap verschilde echter niet significant (Tabel 3.4).

3.6.5 Indicatieve soorten en habitatkenmerken

Een aantal soorten bleek significant gebonden te zijn aan een of twee van de graslandtypes. Volgens de literatuur (zie tabel 3.5):

- zijn de indicatieve soorten van gangbaar grasland (n=3) met name generalisten,
- horen de soorten die indicatief zijn voor ingezaaid kruidenrijk grasland (n=8) thuis in bloemrijke, droge, open vegetaties en ruigtes met strooisel op de bodem en
- horen de soorten die indicatief zijn voor semi-natuurlijk grasland (n=18) thuis in kruidenrijke vegetaties en ruigtes in zowel natte als droge graslanden.

Tabel 3-5 - Tabel 3.5. Indicatieve insectensoorten en families voor gangbaar, ingezaaid kruidrijk en semi-natuurlijk grasland in de NFW. Hoe meer sterretjes, hoe sterker de soort indicatief is voor het graslandtype of de twee graslandtypes.

Indicatief voor graslandtype		gangbaar	ingezaaid kruid	semi-natuurlijk	Literatuur
Lopende insecten					
Curculionidae	Snuitkevers		***	***	Droge tot matig vochtige graslanden met veel kruidlaag
Coccinellidae	Lieveheersbeestjes			***	Kruidrijke vegetaties, struiken
Silphidae	Aaskevers		**	**	Ruigte, strooiselrijke graslanden en bosranden
Acrididae	Veldsprinkhanen			**	Droge, open graslanden
Hydraenidae	Waterkruipers			*	Nat tot zeer vochtig grasland, greppels, oevers
Loopkevers					
Carabus granulatus	Kettingschallebijter			***	Vochtig grasland, ruigten, greppelranden
Pterostichus anthracinus	Oeverzwartschild			***	Natte graslanden, greppelranden
Bembidion guttula	Weidepriemkever			***	Open graslanden, vochtige bodems
Amara aenea	Bronzen glimmer		**	**	Droog tot matig vochtig grasland
Amara spreta	Platte glimmer			**	Droge, open graslanden
Pterostichus oblongopunctatus	Bronzen boszwartschild			**	Bosranden, houtwallen
Bembidion lunulatum	Kleine maanvlekpriemkever			*	Open zandige bodem
Bembidion quadrimaculatum	Viervlekpriemkever		*		Open droge gronden
Amara familiaris	Akkerroodpootglimmer		*		Open graslanden en akkers
Pterostichus melanarius	Gewone zwartschild	**			Open graslanden, akkers, randen
Vliegende insecten					
Cantharidae	Soldaatjes			***	Kruidrijke graslanden, bloemenrijke randen
Tabanidae	Dazen			**	Vochtig grasland, ruigte, bij vee
Coccinellidae	Lieveheersbeestjes		*	*	Kruidrijke vegetatie, struiken
Chrysopidae	Gaasvliegen	*		*	Bosranden, graslanden met struiken
Acrididae	Veldsprinkhanen			*	Droge, open graslanden
Conopidae	Blaaskopvliegen		*		Bloemrijke graslanden en bosranden
Zweefvliegen					
Eristalis nemorum	Puntbijvlieg			**	Vochtige graslanden, ruigten en slootkanten
Sphaerophoria scripta	Grote langlijf	**	**		Bloemrijke graslanden en akkers

4. Conclusie

Ingezaaid kruidenrijk grasland heeft een kruidenbedekking die grotendeels vergelijkbaar is met dat van Semi-natuurlijk grasland en significant hoger is dan dat van gangbaar grasland. Hoewel ingezaaid kruidenrijk grasland vergeleken met gangbare percelen een hogere bedekking aan kruiden, een hogere dichtheid van bloemen en bloemhoofdjes en later in het seizoen ook een hogere nectarproductie oplevert, vertaalt zich dat in de NFW niet naar een hogere dichtheid van insecten. Dit komt mogelijk omdat de nectarproductie in ingezaaid kruidenrijke percelen pas laat op gang komt, terwijl dit in semi-natuurlijk grasland met natuurlijkere vegetaties vroeg in het seizoen al veel hoger is. Het verloop van het nectaraanbod over het seizoen in ingezaaid kruidenrijk grasland wijkt dus af van dat van semi-natuurlijk grasland.

In de NFW is de insectendichtheid behoorlijk hoog, in elk geval vergeleken met de open delen van Friesland. De insecten in de NFW zijn vrij trouw aan hun plek in het landschap (grasland, singel of wal), gezien de grotendeels beperkte vergelijkbaarheid van de gemeenschappen. De voorlopige resultaten suggereren geen effect van het aangrenzende graslandtype op de insectenpopulaties in de singels en wallen wat betreft aantallen en diversiteit. De diversiteit van de insectenpopulaties in de ingezaaid kruidenrijke percelen blijkt weinig anders dan die van gangbare percelen. Wel blijkt het voor een significant deel om andere soorten te gaan. Voor een hogere insectendiversiteit heb je wat betreft de alfadiversiteit semi-natuurlijk grasland nodig, dat zich ontwikkelt bij extensief beheer en voor de meeste soortgroepen opvalt door de hogere insectensoortenrijkdom en Shannon diversiteit index.

Uit de ecologie van de kenmerkende soorten en bovendien uit het grote aantal kenmerkende soorten blijkt, dat in semi-natuurlijk grasland de bemesting en modern agrarisch gebruik minder bepalend zijn voor de soortensamenstelling dan in ingezaaid kruidenrijk en gangbaar grasland, en de natuurlijke variatie in het landschap de leefomstandigheden hier sterker bepalend is voor de geleedpotigen, iets wat e.g. Schippers et al. (2023) voor planten al vaststelde. De vegetatie loopt in semi-natuurlijke percelen sterker uiteen met een diverse vegetatiestructuur (zowel laag als hoog) en omdat deze groep zowel natte als droge percelen bevat. In ingezaaid kruidenrijk grasland is deze diversiteit in habitats niet of minder te vinden. De kenmerkende insecten van ingezaaid kruidenrijk grasland lijken te profiteren van de kruiden en hoger opgaande vegetatie en zijn bovendien vaak gebonden aan de open grond die te vinden is in een jongere grasmat. Ze wijzen erop dat ingezaaid kruidenrijk grasland tot op zekere hoogte een nieuw en unieke habitat vormt, anders dan gangbaar of semi-natuurlijk grasland. Op landschapsschaal vergroot het gebruik van enkele percelen ingezaaid kruidenrijk grasland per boer dus mogelijk de habitat diversiteit voor insecten.

Uit het beperkte onderzoek naar bodemfauna bleken geen grote verschillen tussen de graslandtypen. We kunnen voorzichtig concluderen dat het zwart maken van de percelen, dat moet gebeuren om de productieve kruiden in te kunnen zaaïen en resulteert in een gemiddeld jongere grasmat in ingezaaid kruidenrijke percelen, geen langetermijneffecten heeft voor de regenwormenpopulatie.

Het ingezaaid kruidenrijke grasland produceert in deze proef een minder eiwitrijk gewas dan gangbare percelen, maar wel significant eiwitrijker dan semi-natuurlijke percelen. Semi-natuurlijke percelen produceren van een gewas met een hoog droge-stofgehalte en relatief hoge gehalten van zink en mangaan. Ingezaaid kruidenrijke percelen produceren een gewas met een relatief hoog gehalte aan koper, zink en calcium.

5. Discussie

5.1 Vegetatie en nectarproductie

Ingezaaid kruidenrijke percelen leveren een significante toename in floradiversiteit en kruidenbedekking op ten opzichte van gangbare percelen met vooral grassen. Het betreft echter wel grotendeels niet-inheemse soorten en variëteiten, die onder andere door hun bloeiperiode en bloemvorm niet altijd (even) geschikt zijn voor het leveren van nectar aan een diverse bestuivergemeenschap (e.g. Hayes et al., 2025 en Seitz et al., 2020)

Omdat de nectarproductie gemeten is vlak voor er gemaaid of geweid werd, toen de vegetatie zo ver mogelijk ontwikkeld was, zullen de gevonden waarden momentopnamen zijn van ongeveer de hoogste nectarproducties in het seizoen. Als men de bijdrage aan de biodiversiteit van ingezaaid kruidenrijke percelen zou willen vergroten zou het toevoegen van een vroegbloeiende soort aan het mengsel mogelijk kunnen helpen omdat de nectarproductie van dit grasland type nu laag is vroeg in het seizoen, vergeleken met natuurlijkere vegetaties.

Kanttekening bij het gebruik van de resultaten over nectarproductie is dat we deze niet direct hebben gemeten, maar data hebben gebruikt van de gemiddelde productie die bekend is van de wilde varianten van de betreffende soorten. In kruidenrijke percelen worden juist agrarische cultivars toegepast, die mogelijk een afwijkende nectarproductie hebben. Het aantal nectarplanten waarvan de nectarproductie onbekend was is beperkt en deze soorten kwamen meestal weinig voor. Voor deze soorten is de productie van een gelijkende en zoveel mogelijk verwante soort gebruikt. We verwachten dat deze substitutie een te verwaarlozen effect op de resultaten heeft. Hoewel we dus een goed beeld hebben van de nectarproductie in de onderzochte percelen, hebben we geen beeld van de stuifmeelproductie, die voor veel bestuivers ook van vitaal belang is.

5.2 Bodemfauna

De gevonden verschillen tussen de graslandtypes in soortenrijkdom en aandeel rode wormen in de populatie hebben vermoedelijk meer te maken met de verschillen in het type en de hoeveelheid bemesting van de percelen dan met verschillen in de vegetatie zelf. Deze hogere soortenrijkdom en aandeel rode wormen worden vermoedelijk veroorzaakt doordat veel van de ingezaaid kruidenrijke percelen primair vaste mest krijgen, wat ideaal is voor rode wormen (Onrust & Piersma 2019). Gangbare percelen krijgen vrijwel altijd primair drijfmest en terwijl semi-natuurlijke percelen een kleine gift aan vaste mest krijgen of helemaal onbemest zijn. Een hoger aandeel van de relatief zeldzamere rode wormen zal de reden zijn dat de soortenrijkdom van de regenwormen in ingezaaid kruidenrijke percelen dan in semi-natuurlijke percelen.

5.3 Voederwaarde en mineralengehalte gewas

Selenium is een mineraal waar koeien soms een tekort aan hebben. Het zou goed geleverd kunnen worden door ingezaaid kruidenrijk grasland, maar is helaas niet meegenomen in de vers gras analyse.

Voor de gehalten van kalium en fosfor in het gewas lijkt bemesting een belangrijkere factor dan de soortsaamenstelling van het gewas. Dit aangezien de gangbare en de ingezaaid kruidenrijke percelen beide significant hogere waardes hebben dan de onbemeste of slechts licht bemeste semi-natuurlijke graslanden.

Een belangrijke kanttekening is dat de metingen voor gewasopbrengst en mineralengehaltes worden gedaan met machines die zijn gekalibreerd op monsters van Engels raaigras. Hierdoor is het waarschijnlijk dat de metingen aan het gewas van de kruidenrijke percelen structureel worden onderschat (mondelijke mededeling medewerker WUR). Kruidenrijk grasland produceert daarom in werkelijkheid een gewas met mogelijk wat meer voedingswaarde dan hier wordt weergegeven.

5.4 Geleedpotigen

Aantallen en het formaat van insecten zijn bepalend voor de voedselvoorziening van veel houtwalvogels in de NFW, waaronder de gekraagde roodstaart. De mate waarin graslandtypes het voorkomen van insecten en hun relatieve afmetingen in het algemeen en specifiek in de singels en wallen beïnvloeden, wordt verder uitgewerkt in de door het HVHL opgestelde aanvullende rapportage. In dit onderzoek zijn er geen significante verschillen gevonden in aantallen insecten tussen graslandtypes. Dat is mogelijk een gevolg van de verhoudingsgewijs hoge natuurwaarden van het coulisselandschap in de NFW. Vergeleken met de open landschappen van Friesland zijn de aantallen in de NFW gevonden insecten namelijk uitzonderlijk hoog (persoonlijke observatie, Arjen Strijkstra).

De sterk uiteenlopende aantallen insecten die gevangen zijn per jaar en de zich verbeterende determinatievaardigheden van de expert en de kunstmatige intelligentie maakten analyse van de volledige dataset moeilijk. Daarom zijn sommige modellen per jaar apart geanalyseerd. In beide jaren was het aantal gevangen en het aandeel gedetermineerde insecten ruim voldoende voor een robuuste analyse.

Plakvallen en potvallen zijn niet geschikt voor het vangen van rupsen, een voor houtwalvogels zeer belangrijke prooi (zie bijlage 2). Parallel aan dit onderzoek zijn echter op gestandaardiseerde wijze in elke raai rupsenpoepjes die uit de eiken of elzen vielen verzameld. Tijdens een vervolgonderzoek moeten deze poepjes geanalyseerd worden om te kijken of de nachtvlinderpopulaties en daarmee de aantallen rupsen verschillen afhankelijk van de graslandtypes.

6. Literatuur

- Adamchuk, L., T. Bilotserkivets, and J. Šimková. 2017. Nectar and Pollen Productivity of Common Chicory. Pages 1–7 *Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality*. Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia.
- Bates, D., M. Machler, B. Bolker, and S. Walker. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 1:1–48.
- Baude, M., W. E. Kunin, N. D. Boatman, S. Conyers, N. Davies, M. A. K. Gillespie, R. D. Morton, S. M. Smart, and J. Memmott. 2016. Historical nectar assessment reveals the fall and rise of Britain in bloom. *Nature* 530:85–88.
- Brooks, M., B. Bolker, K. Kristensen, M. Maechler, A. Magnusson, M. McGillicuddy, H. Skaug, A. Nielsen, C. Berg, K. van Benthem, N. Sadat, D. Lüdtke, R. Lenth, J. O'Brien, C. J. Geyer, M. Jagan, B. Wiernik, and D. B. Stauffer. 2023. *glmmTMB: Generalized Linear Mixed Models using Template Model Builder*.
- De Boer, J.J. 2014. *Veldgids landschapselementen Noordlike Fryske Wâlden*. Tweede druk. Stichting Landschapsbeheer Friesland, Beetsterzwaag.
- Hallmann, C.A., M. Sorg, E. Jongejans, H. Siepel, N. Hofland, H. Schwan, W. Stenmans, A. Müller, H. Sumser, T. Hörrn, D. Goulson & H. de Kroon. 2017. More than 75 percent decline in over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10): e0185809. doi.org/10.1371/journal.pone.0185809
- Haslbachova, H. and V. Nedbalova. 1980. Jetel zvraceny (*Trifolium resupinatum* L.) a vcela medonosna (*Apis mellifera* L.). *Rostlinna Vyroba* 26:67–76.
- Hayes, J.J., N.C. Bell, L. R. Best, S. R. Bruslind, D.O. Johnson, M.E. Mead, T.S. Spofford & G.A. Langellotto. 2025. Pasific Northwest native plants and native cultivars, part I: pollinator visitation. *Environmental Entomology* 19;54(1):199-214. doi: 10.1093/ee/nvae126
- Janssen, P., M. Bruinenberg, N. van Eekeren, N. Hoekstra, J. Pijlman, T. van Schie, J. Wagenaar & J. de Wit. Handleiding productief kruidenrijk grasland. 2024. Louis Bolk Instituut, Bunnik, Nederland. 2023-026 LbD
- Lenth, R. V., B. Bolker, P. Buerkner, I. Biné-Vázquez, M. Herve, M. Jung, J. Love, F. Miguez, H. Riebl, and H. Singmann. 2013. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R.
- Onrust, J., and T. Piersma. 2019. How dairy farmers manage the interactions between organic fertilizers and earthworm ecotypes and their predators. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 273:80-85
- Oosterveld, E.B. (red.) 2013. In singel en wal: biodiversiteit van het coulisselandschap van de Noordlike Fryske Wâlden. Hoofdrapport. A&W-rapport 1724. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Oosterveld, E.B., L. Heikoop, E. Wymenga, M. Sikkema & N. Beemster. 2017. Broedvogels van het coulisselandschap van Noordoost-Fryslân in heden en verleden. *Limosa* 90:60-71
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Schippers, W., I. Bax, en Gardiener, M. 2023. *Ontwikkelen van kruidenrijk grasland*. Samenwerkende Uitgevers Vof, Utrecht. ISBN 9789062245383
- Seitz, N., D. van Engelsdorp, S.D. Leonhardt. 2020. Are native and non-native pollinator friendly plants equally valuable for native wild bee communities? *Ecol. Evol.* 10:12838–12850. 10.1002/ece3.6826
- Venderbos, R. 2022. *Agricultural intensification leads to larger earthworm abundance, but smaller individuals*. Masterscriptie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Wagner, D.L., E.M. Grames, M.L. Forister, M.R. Berenbaum & D. Stopak. 2021. Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *PNAS* 118 (2) e2023989118. doi.org/10.1073/pnas.2023989118
- Wickham, H., M. Averick, J. Bryan, W. Chang, L. McGowan, R. François, G. Golemund, A. Hayes, L. Henry, J. Hester, M. Kuhn, T. Pedersen, E. Miller, S. Bache, K. Müller, J. Ooms, D. Robinson, D.

Seidel, V. Spinu, K. Takahashi, D. Vaughan, C. Wilke, K. Woo, and H. Yutani. 2019. Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software* 4:1686.

Bijlage 1 Ervaringen met ingezaaid kruidenrijk grasland in de NFW, samengesteld door Jelle Pilat

Deze bijlage is geschreven door Jelle Pilat van de vereniging Noardlike Fryske Wâlden. Correspondentie over deze bijlage kan worden gericht aan info@nfw.frl.

Bijlage 1.1 Inleiding

Een van de doelen van het project was meer gebiedsspecifieke kennis over het beheer en gebruik van kruidenrijk grasland te delen. Boeren zijn geïnteresseerd in de praktijkervaringen en dan met name hoe men langer het kruidenbestand van productief ingezaaide percelen in stand kan houden. Aanvankelijk was het idee om een vaste groep van boeren samen te laten komen om in studiegroepverband ervaringen met elkaar te delen. Door een toch wat tegenvallend aantal aanmeldingen is gekozen om tijdens de bijeenkomsten waar de resultaten werden gedeeld meer tijd te reserveren voor discussie om vragen en ervaringen met elkaar te kunnen delen. Daarnaast is veel informatie verzameld in de individuele gesprekken met boeren tijdens het selecteren van de proefpercelen.

Tijdens een van deze bijeenkomsten, waarbij de tussenresultaten van het project zijn gepresenteerd heeft gastspreker Anne Jansma ook een toelichting gehouden vanuit het project Koeien en Kruiden, een onderzoek dat dieper op de het inpassen van ingezaaid kruidenrijkgrasland in het melkveebedrijf. Hierbij is de meerwaarde voor de koe, de boer en de weidevogel besproken.

Bijlage 1.2 Uitkomsten studiegroep

Een belangrijke reden dat kruidenrijk grasland steeds vaker wordt toegepast door boeren, is de verplichting tot gewasrotatie. Binnen het huidige landbouwbeleid is het niet langer toegestaan om jaar op jaar hetzelfde gewas, zoals maïs, op een perceel te verbouwen. Hierdoor ontstaat de noodzaak om percelen af te wisselen met grasland. In deze situatie wordt vaak gekozen voor productief kruidenrijke mengsels.

Deze mengsels leveren niet alleen een goede ruwvoer- en eiwitproductie, maar dragen ook bij aan verbetering van de bodemstructuur, het organische stofgehalte en het bodemleven na intensieve teelten zoals maïs. Daarnaast wordt vanuit verschillende melkstromen en zuivelconcepten steeds meer gestuurd op het produceren van eiwit van eigen land. Kruidenrijke mengsels, met name door de aanwezigheid van klavers, passen goed binnen deze doelstelling en worden daarom vaker ingezaaid. Ook vanuit de ecoregelingen binnen het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid wordt het toepassen van kruidenrijk grasland financieel en beleidsmatig gestimuleerd, wat de adoptie onder boeren verder vergroot. Boeren uit de studiegroep ervaren dat kruidenrijk grasland kansen biedt voor diergezondheid, biodiversiteit en bedrijfsvoering, maar dat het beheer vraagt om zorgvuldige afwegingen. Kruidenrijke percelen bevatten vaak meer mineralen en inhoudsstoffen die positief bijdragen aan de gezondheid en vruchtbaarheid van koeien en zijn beter bestand tegen droge zomers dan gangbaar grasland. Tegelijk blijkt het behoud van kruiden in productieve mengsels lastig, omdat soorten elkaar kunnen verdringen en bij intensief beheer dominante grassen de overhand krijgen.

Extensiever beheer en later maaien bevorderen biodiversiteit en insecten, maar kunnen leiden tot grover gewas en uitdagingen in smakelijkheid en voederwaarde, vooral bij weidegang. Boeren geven aan dat kruidenrijk grasland goed inpasbaar is tot een bepaald aandeel binnen het bedrijf, maar dat boven die grens het verdienmodel en het beheer complexer worden. De belangrijkste problematiek is

het in stand houden van productief kruidenrijk grasland, omdat er kosten zijn gemoeid met de kruidenmengsels en het inzaaien.

Bijlage 1.3 Problematiek bij het in stand houden van productief kruidenrijk grasland

Ondanks de vele voordelen lopen boeren in de praktijk tegen verschillende uitdagingen aan bij het langdurig in stand houden van productief kruidenrijk grasland. Een veelvoorkomend probleem is dat c.a. drie tot vier jaar na succesvolle vestiging het aandeel kruiden en klavers afneemt, terwijl productieve grassoorten de overhand krijgen. Dit komt vooral door concurrentie om licht, water en nutriënten, waarbij grassen – met name bij hogere stikstofbeschikbaarheid – vaak sterker zijn dan kruiden en de concurrentiestrijd winnen. Ook intensief maaien of beweiden, ongunstige weersomstandigheden en bodemverdichting kunnen bijdragen aan het teruglopen van het kruidenbestand. Hierdoor neemt de botanische diversiteit af en verdwijnen een deel van de beoogde voordelen voor bodem, biodiversiteit en diergezondheid. Om deze achteruitgang zoveel mogelijk te beperken, kunnen boeren verschillende maatregelen toepassen:

- Maak het perceel voor inzaai zwart, enkele boeren hebben geprobeerd kruidenrijke mengsels door te zaaien in bestaande grasmatten, dit leverde nauwelijks kruiden in het gewas op.
- Beperk de stikstofbemesting: een gematigd bemestingsniveau voorkomt dat grassen de kruiden verdringen. Dit betekent niet alleen het weglaten van de kunstmestgift, maar ook een lagere drijfmestgift. Vaak wordt er nog te veel bemesting op het perceel toegepast waardoor grassen sneller de overhand krijgen.
- Pas het maaibeheer aan: niet te vaak en niet te vroeg maaien geeft kruiden de kans om zich te herstellen en uit te zaaien en de concurrentie met gras te winnen. Of laat kleine delen staan zodat lokaal planten zich uit kunnen zaaien. Wat hierin de effectiefste methode is, is nog onduidelijk.
- Afwisseling tussen maaien en beweiden: dit zorgt voor variatie in gebruik en vermindert eenzijdige druk op bepaalde plantensoorten.
- Voorkom bodemverdichting: beperk zware machines en beweiding onder natte omstandigheden.
- Doorzaaien of bijzaaien van alleen kruiden in bestaand ingezaaid kruidenrijk grasland: dit kan helpen om het kruidenbestand op peil te houden na enkele jaren.
- Kies passende mengsels: stem het kruidenrijke mengsel af op bodemtype en gebruiksintensiteit. Veel mengsels zijn duur omdat er veel verschillende kruiden voor verschillende grondsoorten in zitten.

Met deze aandachtspunten kan de levensduur en functionaliteit van productief kruidenrijk grasland worden verlengd, al blijft het nodig om percelen periodiek opnieuw in te zaaien.

Bijlage 1.4 Conclusie

Productief kruidenrijk grasland vormt naar het idee van veel boeren een waardevolle schakel tussen landbouwproductie en natuur. Door een hoge ruwvoeropbrengst te combineren met bodemverbetering en vermoedelijk biodiversiteit en milieuwinst, sluit deze vorm van grasland mogelijk goed aan bij de uitdagingen van de moderne landbouw. Met het juiste beheer kan productief kruidenrijk grasland bijdragen aan een economisch rendabele, naar het idee van veel boeren duurzame en klimaatbestendige agrarische sector.

Voor meer informatie kunt u ook de volgende documenten bekijken:

www.louisbolk.nl/publicaties/koeien-en-kruiden

www.louisbolk.nl/publicaties/kruidenrijk-grasland-betekenis-voor-productie-bodem-en-biodiversiteit

Bijlage 2 Prooiaanvoer van de gekraagde roodstaart

De informatie in deze bijlage biedt context over het belang van insectenpopulaties voor houtwalvogels in de NFW en is afkomstig uit een recent studentenonderzoek (Keijzer & Hepkema 2024).

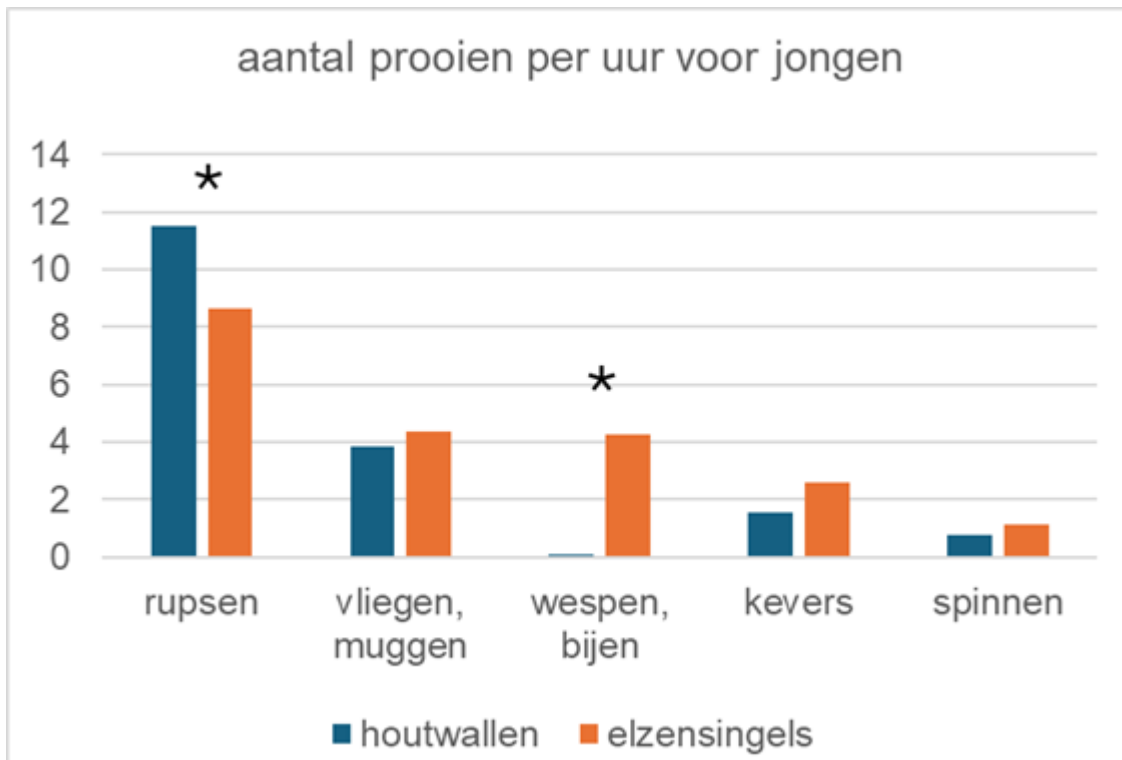
Bijlage 2.1 Methode

Om effecten van het insectenpopulaties op de voedselvoorziening van houtwalvogels te bepalen zijn we gestart met een onderzoek naar de prooiselectie voor hun jongen van een typische houtwalvogel, de Gekraagde roodstaart. Dit onderzoek kan antwoord geven op de vraag welk deel van de insecten door de Gekraagde roodstaart wordt benut als voedsel. We hebben ons vooralsnog beperkt tot de prooiaanvoer aan hun jongen gedurende de fase dat de jongen na het uitkomen van de eieren nog ca 14 dagen in het nest gevoerd worden tot ze uitvliegen. De prooiaanvoer hebben we vastgelegd met cameraopnames bij nestkasten die waren bezet door Gekraagde roodstaarten. De camerabeelden zijn geanalyseerd op de insecten(groepen) die door de oudervogels als prooi werden aangevoerd. De prooiën konden worden onderscheiden tot op het niveau van soortengroepen of ordes: rupsen (van nachtvinders), vliegen en muggen, wespen en bijen (vliesvleugeligen), kevers, spinnen, pissebedden, dagvlinders, nachtvinders etc. Omdat houtwallen en elzensingels voor broedvogels een significant verschillend habitat vormen, is de prooiaanvoer in beide habitats van elkaar onderscheiden. Gedurende de onderzoeksperiode zijn bij 41 nesten gedurende 74 uur gegevens verzameld.

De verschillen tussen de singels en de wallen zijn statistisch geanalyseerd met behulp van Generalised Linear Mixed Models (GLMM) in SPSS door de studenten Mathijs Keijzer en Siebe Hepkema in hun afstudeerproject (Keijzer & Hepkema 2024).

Bijlage 2.2 Resultaten

Rupsen van nachtvinders waren de belangrijkste prooi soort die door de oudervogels aan de jongen werden gevoerd, gevolgd door vliegen en muggen, wespen en bijen, kevers en spinnen (in volgorde van belangrijkheid, figuur 1). In houtwallen werden significant meer rupsen aangevoerd dan in elzensingels (W chi square=7,009, $p=0,008$). In elzensingels werden significant meer wespen en bijen aangevoerd (W chi square=6,456, $p=0,011$). Bij de andere prooi soorten was er geen verschil.



Figuur bijlage 2-1 - Prooien die door Gekraagde roodstaarten aan hun jongen werden gevoerd in nestkasten in elzensingels en houtwallen in de NFW. *duidt op een statistisch significant verschil ($p < 0.05$) (overgenomen uit Keijzer en Hepkema, 2024)

Bijlage 2.3 Discussie

Rupsen vormden de belangrijkste prooi-soort voor de jongen. In aantal was die aanvoer twee tot drie keer meer dan de eerstvolgende prooi-soort, de vliegen en muggen. Wat betreft de voedingswaarde is het gewicht van de prooien nog belangrijker dan het aantal. Rupsen zijn gemiddeld significant zwaarder dan de andere prooi-soorten. Daarmee is het belang van rupsen waarschijnlijk nog groter dan uit deze resultaten blijkt. Het onderzoek is nog niet zo ver gevorderd dat we de gewichten van de aangevoerd prooien hebben kunnen meten.

Bijlage 2.4 Literatuur

Keijzer, M. & S. Hepkema 2024. Een afstudeeronderzoek naar de prooi-toevoer bij de gekraagde roodstaart bij elzensingels en houtwallen. Hogeschool Van Hall Larenstein.



Adres Feanwâlden
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

Adres Amsterdam
Gebouw Matrix II,
Science Park 400/K1.05 t/m 1.07
1098 XH Amsterdam

www.altwym.nl