



**van hall
larenstein**
university of applied sciences



Altenburg & Wymenga

ECOLOGISCH ONDERZOEK

In samenwerking met

09-03-2026

Kruiden tussen de Coulissen: Habitat, grasland, boomwallen en insecten biodiversiteit



In opdracht van



**VERSNELLINGS
AGENDA** Subsidierегeling
Regiodeal
Noordoost-Fryslân

Kruiden tussen de Coulissen: habitat, grasland, boomwallen en insecten biodiversiteit

Arjen Strijkstra, Ate Boerema, Rutger Boersma, Henry Kuipers

LECTORAAT BIODIVERSITEIT VAN HET LANDELIJK GEBIED

Samenvatting

Dit rapport analyseert biodiversiteit van insecten in het coulisselandschap van de Noardlike Fryske Wâlden, met speciale aandacht voor de rol van graslandbeheer en boomwaltype. Het onderzoek is uitgevoerd in 2023 en 2024 op 39 percelen met houtwallen en elzensingels en met drie typen grasland: gangbaar intensief grasland, ingezaaid kruidenrijk grasland en semi-natuurlijk kruidenrijk grasland.

Insecten werden bemonsterd met potvallen (bodem bewonende insecten; loopkevers) en gele plakvallen (vliegende insecten; Zweefvliegen) langs een habitatgradiënt van boomkroon en boomwal naar de naastgelegen grasland randzone en midden van het perceel.

In totaal werden ongeveer 153000 geleedpotigen gevangen, waaronder ruim 129000 vliegende insecten en ruim 24000 bodem gebonden geleedpotigen. De insecten zijn verwerkt tot bruikbare taxonomische eenheden voor het bepalen van biodiversiteit: lopende en vliegende insecten families, en Loopkever en Zweefvliegen soorten zijn gebruikt als biodiversiteit indicatoren, die effecten van habitat, graslandtype en boomwaltype op biodiversiteit kunnen beschrijven.

De analyses tonen duidelijke patronen in seizoen, habitat en landschapsstructuur. Insectendiversiteit bereikt over het algemeen een piek in juli en augustus, wanneer vegetatie en bloei maximaal zijn. Habitat blijkt de belangrijkste factor voor insectenbiodiversiteit. Boomwallen en grasland randen functioneren als biodiversiteit hotspots, terwijl het grasland midden relatief lage soortenrijkdom en diversiteit vertoont.

De invloed van graslandtype verschilt per insectengroep. Semi-natuurlijk grasland ondersteunt vooral hoge diversiteit van bodem gebonden insecten en loopkevers, waarschijnlijk samenhangend met een grote structuurrijkheid, terwijl ingezaaid kruidenrijk grasland relatief hoge diversiteit van vliegende insectenfamilies kan bevorderen, waarschijnlijk samenhangend met bloemrijkheid. Gangbaar grasland vertoont doorgaans de laagste biodiversiteitswaarden.

Analyse van insectengroote en biomassa laat zien dat kleine insecten (1–4 mm) het grootste deel van de aantallen vormen, maar dat middelgrote insecten (4–12 mm) het grootste aandeel van de biomassa leveren. Deze middelgrote insecten komen vooral voor in lage boomwal en randzones van het grasland. Ecologisch gezien zit daar het belangrijkste voedsel voor onder meer typische boerenlandvogels als Gekraagde roodstaart.

Relaties tussen insectensamenstelling en graslandkenmerken kruidenrijkheid en nectarproductie zijn wel aanwezig, maar verklaren slechts een beperkt deel van de variatie in insectensamenstelling. Landschapsstructuur en habitatgradiënten lijken daarin belangrijker dan bloemrijkheid.

Het rapport onderbouwt dat het gevarieerde habitat het sterkste effect heeft op de insectenpopulaties, op zichzelf, maar ook in interactie met het type boomwal en met verschillend grasland beheer. Het lijkt daarmee effectiever om de gradiënt van boomwal naar perceelrand en het perceel te versterken dan het grasland sterk te veranderen.

In conclusie lijken maatregelen voor het verbeteren van de kwaliteit en diversiteit van boomwallen, het verbeteren van de kwaliteiten van randzones samen met extensiever beheerde graslanden de beste kansen te bieden voor het coulisselandschap om te groeien als biodivers en functioneel agro-ecosysteem.

Ter verbetering kan ingezet worden op bredere minder intensief gebruik in de randzones, door minder mesten en maaien naast de boomwallen, door verbeteren van boomwalstructuur en variatie en door meer gefaseerd beheer.

Inhoudsopgave

Samenvatting	1
Inleiding.....	3
Methodiek.....	5
Vangsten: plaatsing van vallen	5
Vangsten: potvallen	5
Verwerking potvallen	5
Vangsten: Plakvallen.....	6
Verwerking plakvallen.....	6
Object-detectie-algoritme	6
Lichaamslengte-algoritme	7
Statistische analyses.....	7
Analyse van aantallen en aantallen soorten/groepen.....	8
Resultaten en duiding van analyses.....	10
Potvalvangsten beschrijvend	10
Plakvalvangsten: beschrijvend.....	13
Analyses algemeen	15
Analyse van aantallen en aantallen soorten/groepen.....	15
Analyse met accumulatiecurves voor soortenrijkdom (SAC) en diversiteit (Shannon)	15
Samenvatting: seizoensdynamiek, habitatstructuur en graslandbeheer	21
Analyse van aantallen en diversiteit met multi-factorele analyse (GnLMM)	22
Analyse van verschillen in insecten samenstelling.....	24
Analyse van trofische waarde: grootte en biomassa	24
Analyse van aantallen en biomassa per lengte categorie	25
Samenhang tussen kruidenrijkheid, nectarproductie en insectensamenstelling in grasland.....	27
Kruidenrijkheid, nectarproductie en alle insectenfamilies	27
Kruidenrijkheid, nectarproductie en nectargebruikers.....	29
Conclusie	31
Referenties.....	32
Gebruikte determinatie middelen.....	33

Inleiding

Dit rapport is een ondersteunend rapport voor de projecten 'Kruiden tussen de Coulissen' en 'Boeren tussen Boomwallen'. In dit rapport wordt uitgebreider ingegaan op de analyses die gedaan zijn om de relaties tussen graslandkwaliteit en boomwalkkwaliteit en insecten te verdiepen. Daartoe worden de insectendata gebruikt die verzameld zijn in het kader van het project Kruiden tussen de Coulissen. Voor de inleiding en dataverzameling en verwerking van de andere data over bodem, kruidenrijkheid en graskwaliteit verwijzen we daarvoor naar het rapport 'Ingezaaide kruiden tussen de coulissen: Interactie van biodiversiteit singels en wallen met graslandtypes' van Venderbos et al. (2026). Om de plek en context van het voorliggende rapport te schetsen, is het relevant te vermelden dat het oorspronkelijke initiatief en onderzoeksontwerp voor deze studie zijn ontwikkeld door Altenburg & Wymenga en de vereniging Noardlike Fryske Wâlden (NFW). De insectenanalyses van hogeschool Van Hall Larenstein zijn daar vervolgens aan toegevoegd; het voorliggende rapport vormt hiervan de weerslag.

De Noardlike Fryske Wâlden worden gekenmerkt door een kleinschalig boerenlandschap op voornamelijk zandgrond met veel kleine graslandpercelen en ook enkele akkers, voornamelijk gebruikt voor veeteelt. De kleine percelen zijn vanuit de ontstaansgeschiedenis van het landschap omzoomd met boomwallen; een Coulissenlandschap. De boomwallen komen daarbij voor op de drogere gronden als eiken gedomineerde houtwallen, op nattere gronden als door elzen gedomineerde elzensingels. De biodiversiteit van een gevarieerd landschap met singels en houtwallen in de Noardlike Fryske Wâlden wordt als hoog en ecologisch waardevol gezien.

De productie van gras voor vee varieert in de Noardlike Fryske Wâlden van intensief gangbaar, met monotone graslanden met voornamelijk productie doelen, tot gevarieerde extensieve graslanden, met voornamelijk natuur doelen. Kruidenrijkheid van grasland beïnvloedt lokale insectenpopulaties, en wellicht daarmee ook de voedselbeschikbaarheid voor kenmerkende boerenlandvogels in het gebied, waarvoor boomwallen erg belangrijk zijn. Extensieve graslanden met natuurdoelen zijn kruidenrijker en bloemrijker dan gangbaar grasland. Kruidenrijkheid wordt vaak gekoppeld aan voedselrijkdom voor vogels, vanwege hun samenhang met trofisch belangrijke insecten, met name de grotere insectensoorten.

Ingezaaid kruidenrijk grasland wordt gezien als een kansrijke maatregel om de homogeniteit van gangbaar grasland te doorbreken, daarmee voor een hoger aantal en diversiteit aan insecten te zorgen, en daarmee voor meer voedselrijkdom voor boerenlandvogels zou kunnen zorgen: een natuur-inclusievere landbouw in een breed agro-ecosysteem. Het is echter niet duidelijk of en hoe ingezaaid kruidenrijk grasland in de Noardlike Fryske Wâlden de aanwezige insectengemeenschap beïnvloedt, in hoeverre boomwalkkwaliteit de aanwezige insectengemeenschap beïnvloedt, en in hoeverre de combinatie van boomwal en grasland elkaar kan versterken. Er is daarvoor een gebrek aan inzicht over effecten van graslandtypes en boomwalkkwaliteit op de insectengemeenschap in de praktijk.

De onderliggende onderzoeksvragen sluiten daarbij aan op de parallelle project rapportage van A&W (Venderbos et al 2026), waar de vragen gaan over wat het verschil is tussen ingezaaid kruidenrijk grasland, gangbaar productief grasland en semi-natuurlijk grasland wat betreft de diversiteit en biomassa van vegetatie- en bodem-bewonende ongewervelde fauna. Is er interactie tussen insecten van verschillende graslandtypes en populaties in de aanliggende singels en wallen? Zijn deze interacties gerelateerd aan de nectarproductie en kruidenrijkdom van de betreffende percelen?

Effecten van graslandtypes gangbaar, ingezaaid kruidenrijk en semi-natuurlijk op bodem, economische productie en productie van kruidenrijkheid, bloemrijkheid en nectarproductie zijn belicht in Venderbos et. al (2026), samen met eerste inzichten in effecten op de insectengemeenschap.

De effecten op de insectengemeenschap worden in dit rapport verder belicht en uitgewerkt, met nadruk op de meetmethodiek, de analyses van verschillen in soortenrijkdom, soortendiversiteit, soortensamenstelling en grootte klassen. Verder wordt in meer detail de relatie van de insectengemeenschap met de kruidenrijkheid en nectarindex van naastgelegen grasland bekeken.

Methodiek

Vangsten: plaatsing van vallen

Het onderzoek is uitgevoerd als een praktijkgerichte veldstudie in 2023 en 2024 in de Noardlike Fryske Wâlden. In totaal zijn 39 percelen onderzocht, verdeeld over drie graslandtypen: gangbaar intensief grasland, ingezaaid kruidenrijk grasland en semi-natuurlijk kruidenrijk grasland. Per locatie zijn paren of drietallen percelen geselecteerd die zo vergelijkbaar mogelijk waren qua bodemtype, beheer, landschappelijke ligging en aangrenzende singels of houtwallen. Voor details zie Venderbos et al. (2026).

Om de onderzoeksvragen goed te kunnen belichten is gestuurd op het kunnen meten van belangrijke variatie in het landschap. Het landschap van boomwallen en aanliggend grasland heeft een aantal duidelijk verschillende habitats: boomwallen en aanliggend grasland vormen een overgang qua vegetatie en structuur met erg verschillende habitats voor zowel bodem bewonende insecten als vliegende insecten. Er is daarom over transecten van boomwal en grasland gesampled, zowel in de boomwal als in het grasland.

Bodem bewonende insecten zijn op de grond niveau gevangen in de boomwal en in het grasland op 5m van de boomwal aan de rand van het perceel en rond 30m van de boomwal, dicht bij het midden van het perceel. Vliegende insecten zijn in boomwallen gevangen, zowel in de boomkroon, als laag in de boomwal, als laag in het grasland aan de rand van het perceel, als dicht bij het midden van het perceel.

Sampling is op drie tijden in het seizoen uitgevoerd: in mei, in begin juli en in augustus. Daarmee is een breed insectenseizoen bemonsterd. Sampling is in duplo uitgevoerd op 2 transecten per perceel. Langs deze transecten zijn alle insectenmetingen uitgevoerd op de verschillende habitat locaties.

De graslandeigenschap kruidenrijkheid is bemonsterd in vaste 1x1 meter plots, waarbij in het voorjaar alle soorten zijn geïnventariseerd en in latere rondes de focus lag op kruiden, grassen en nectar producerende soorten, en zijn samengenomen per transect. Graslandeigenschap nectarproductie is indirect berekend op basis van soort specifieke nectarwaarden uit de literatuur, gecombineerd met bedekking en bloei-intensiteit per plantensoort, en zijn samengenomen per transect. Deze beide variabelen zijn geanalyseerd voor hun relatie met de met plakvallen gevangen vliegende insecten op transect-basis. Hiertoe zijn analyses gedaan voor alle insectenfamilies en nectar gebruikende insectenfamilies apart.

Vangsten: potvallen

Standaard plastic koffiebekers (doorsnee 7 cm) zijn in de grond ingegraven in de boomwallen, op 5m van de boomwal (grasland rand) en op 20+m (grasland midden) van de boomwal. De rand van de potval was op gelijk niveau als het oppervlak van de bodem, zonder beletsel voor lopende insecten om de potval te bereiken. De potval was tot 2/3 gevuld met een 10% NaCl oplossing met wat detergent om de oppervlaktetenspanning te verlagen.

De potvallen werden gedurende ongeveer twee dagen blootgesteld aan op het grondoppervlak actieve geleedpotigen / insecten en daarna opgehaald voor verwerking. Door tenminste twee keer 24 uur te meten is een representatief beeld van insectenaanbod verkregen over de dagelijkse cyclus. Door twee dagen te meten zijn ook invloeden van kortdurende weersomstandigheden vermeden. De vangsten zijn in het veld gezeefd en opgeslagen in 70% ethanol voor latere verwerking.

Verwerking potvallen

Potval vangsten zijn geanalyseerd in het insecten lab van de hogeschool Van Hall Larenstein in Leeuwarden. De vangsten zijn uitgezocht door een expert onder een 7-63x vergroting binoculair (Bresser ETD 301). De gevangen geleedpotigen zijn ingedeeld tot het laagst haalbare taxonomische

niveau door de expert, waarbij gestreefd is om zo veel mogelijk het familie-niveau te bereiken. Loopkevers zijn zo veel mogelijk tot op soort gedetermineerd.

De determinatie is gedaan met behulp van determinatie sleutels voor verschillende groepen met behulp van websites en met vakliteratuur (zie Referenties: Gebruikte determinatie middelen).

Vangsten: Plakvallen

Standaard gele plakvallen van 10 × 25 cm (Signaalplaat geel: Brinkman/Certis; via Royal Brinkman B.V.; Certis: via KaRo B.V.) werden met punaises op houten latten (1 × 4 × 65 cm) bevestigd. Voor metingen in de boomwal is het kleverige oppervlak ongeveer 20–45 cm boven de bodem en gericht naar het zuiden opgesteld. De vegetatie rondom de val werd opengemaakt of weggesneden om te voorkomen dat gras of planten aan de vallen blijven kleven.

Voor metingen in de boomkroon in boomwallen zijn vallen met papierklemmen op houten blokken bevestigd en met een haak over een tak opgehangen op ongeveer 5 meter hoogte in de boomkroon van een eik (in houtwallen) of een els (in elzensingels). Voor deze vallen kon de oriëntatie niet gecontroleerd worden door effecten van wind of de groeirichting van de tak.

De plakvallen werden gedurende circa twee dagen blootgesteld aan vliegende insecten en daarna opgehaald voor verwerking. Deze tijdsduur leverde een redelijke hoeveelheid insecten op, zonder dat de vallen al te vol zaten. Door tenminste twee keer 24 uur te meten is een representatief beeld van de vliegende insecten verkregen over de dag cyclus. Door twee dagen te meten zijn invloeden van kortdurende weersomstandigheden verminderd.

Verwerking plakvallen

De plakvallen werden visueel geanalyseerd op verschillende niveaus. Eerst zijn de vallen gescand met een foto-scanner (Canon Canoscan 9000F Mark II) op 1200 dpi. De scans zijn vervolgens grotendeels automatisch verwerkt met een binnen het lectoraat ontwikkelde analyse pijplijn. Insecten werden automatisch gedetecteerd met een *object-detectie-algoritme*, dat afzonderlijke afbeeldingen van insecten genereerde. Deze afbeeldingen werden handmatig geannoteerd in een annotatie platform (Labelstudio). Annotaties zijn uitgevoerd tot een praktisch realistisch haalbaar niveau, waarbij binnen Insecten gestreefd is om zoveel mogelijk tot familie niveau te komen. Zweefvliegen zijn zo veel mogelijk tot op soort gedetermineerd. De lichaamslengte van Insecten werd bepaald met een speciaal getraind segmentatie-algoritme.

Object-detectie-algoritme

Het object detectie algoritme (Boerema-Strijkstra Sticky-Trap Insect Detection Algorithm, versie 3.9.7) is ontwikkeld om geleedpotigen op gele plakvallen automatisch te kunnen herkennen. Het is geïmplementeerd in Python (versie 3.9.18) en gebaseerd op de YOLOv7-referentie-implementatie (Wang et al. 2022).

Het algoritme is getraind met insecten gevangen op gele plakvallen, verzameld op diverse locaties in Nederland en België. Voor training en validatie zijn 554 plakvallen gebruikt (training: n = 427 (77%) en validatie: n = 127 (23%)). De trainingsdataset van het algoritme bevatte insecten op vallen afkomstig uit diverse habitats, waaronder extensief en intensief beheerde natte en droge graslanden, binnen- en buitenstedelijke bermen, binnenstedelijke ruigte, slootkanten, agrarische bloemenranden, diverse gewassen, agroforestry, beekdal landschap en veenweidegebied. Het model is daarmee goed gegeneraliseerd voor insecten die verwacht mogen worden in het landschap van de Noordlijke Fryske Wâlden.

Voorafgaand aan de training werden alle geleedpotigen op de plakvallen gemarkeerd met bounding boxes, met behulp van het open-source bio-image-analyse-software pakket ICY (de Chaumont et al. 2012). De annotaties zijn omgezet naar het YOLO annotatie format met een

custom made Python script. Het model werd vervolgens getraind voor 120 epochs, met een Nvidia A6000 GPU op 3712 pixel resolutie. Na training behaalde het model een Mean Average Precision (mAP) van 0.962 bij IoU = 0.5 (mAP@0.5 = 0.962; mAP@0.5:0.95 = 0.714). Het optimum van de F1-curve (de curve waarbij evenveel belang wordt gehecht aan recall als aan precision) lag op 0.94 bij een confidence niveau van 0.361.

De vertrouwensdrempel van 0.361 is vervolgens toegepast voor alle verdere detecties van de gedigitaliseerde plakvallen met het getrainde object-detectie-algoritme. De detecties zijn met de hand gevalideerd en waar mogelijk zijn gemiste objecten of incorrecte bounding boxes met de hand gecorrigeerd. De gedetecteerde geleedpotigen zijn vervolgens geautomatiseerd individueel als afbeelding opgeslagen voor verdere verwerking in het annotatieplatform van het lectoraat.

Handmatige scoring van de afzonderlijke afbeeldingen tot het laagst haalbare taxonomische niveau werd uitgevoerd door een expert en studenten onder supervisie van een expert, met behulp van een voor insecten taxonomie geoptimaliseerd scoringssjabloon in het open-source annotatie platform Labelstudio (versie 1.21; Tkachenko et al. 2020). Kwaliteitscontrole werd gedaan door de expert. Bij het scoren zijn vals positieve detecties van het object-detectie-algoritme en niet-imago-stadia uit de dataset verwijderd.

Lichaamslengte-algoritme

Lichaamsoppervlakken van insecten werden bepaald met een segmentatie-algoritme (Boerema-Strijkstra Insect Body Segmentation Algorithm, versie 1.0), gebaseerd op de PyTorch-variant van U-NET, getraind via het NOUS-AI-platform (NOUS, Cosmonio Imaging B.V.). Voor training zijn 7139 afzonderlijke afbeeldingen van voor weidegebieden representatieve geleedpotigen uit Nederland en België gebruikt. Op elke afbeelding werd het lichaamsgebied handmatig omlind met een polygoon. Het model presteerde goed (Dice/F1 = 0.88), behalve voor libellen (Odonata) en vlinders (Lepidoptera), die ook vrij weinig op plakvallen voorkomen: deze soortgroepen zijn daarom uitgesloten van automatische oppervlakte-analyse.

De lengtes van de insecten werden berekend door de grootste afstand binnen het lichaamsgebied te bepalen, vanuit het zwaartepunt. Deze automatische lengtemeting correleerde sterk met handmatig gemeten lengtes in een subset van de data (lineaire regressie: $n = 10293$; $y = 0.9296 x$, $r^2 = 0.8995$). De berekeningen zijn doorgevoerd met een custom made Python-script.

Biomassa werd berekend vanuit de lichaamslengte met de lengte-naar-massa-relatie voor terrestrische insecten uit Sabo et al. (2002): $Biomassa (mg) = 0.03 \times (lichaamslengte (mm))^{2.63}$. Voor elke plakval zijn zowel de aantallen per lengte-categorie (1-4mm, 4-8mm, 8-12mm, >12mm) als de totale biomassa per lengte-categorie berekend.

Diversiteitsanalyses zijn uitgevoerd voor insecten op familieniveau en voor Zweefvliegen op soortniveau, zoals handmatig gedetermineerd.

De aantallen insecten en de op lengte gebaseerde maten (lengte in klassen, biomassa in lengte klassen) zijn geanalyseerd op de door de machine learning algoritmes bepaalde identiteit tot insect en lengte.

Statistische analyses

Achterliggende doelen van de statistische analyses

Om effecten van variabelen jaar, seizoen, habitat, boomwaltype en graslandtype op insecten te onderzoeken waren veel verschillende analyse richtingen mogelijk. Allen hadden ze beperkingen in de mate waarin ze iets zeggen over de verschillen in de gevangen insecten gemeenschappen.

Om te zien hoe de kwantiteit van insecten varieert met de variabelen kan naar *aantallen insecten* gekeken worden. Verschil in aantal kan iets zeggen over de rijkheid van een insectenleven, maar

geeft geen duidelijkheid op het gebied van diversiteit, soortensamenstelling, functie of ecologische rol: verschillen in individuen kan gebaseerd zijn op slechts enkele soorten, of kleine soorten.

Om te zien hoe de diversiteit van de insecten varieert met de variabelen kan naar *aantallen soorten of families* gekeken worden als een maat van diversiteit. Verschil in aantal soorten/groepen kan iets zeggen over diversiteit, maar weinig over samenstelling of functie of ecologische rol: er kan bij gelijke diversiteit een groot verschil zijn tussen samples in soortensamenstelling, functie en ecologische duiding.

Om te zien hoe de insectensamenstelling verschilt kan naar *(on)gelijkheid van soortensamenstelling* gekeken worden. Verschil kan nog weinig zeggen over functie en ecologische duiding.

Om te kijken naar een aspect van functionaliteit van insecten in een ecosysteem, kan gekeken worden naar trofische waarde: aantallen insecten zegt op zich niet alles over trofisch beschikbare biomassa, met name de grootte van insecten zijn belangrijk voor boerenlandvogels.

Om te kijken naar specifieke effecten van grasland eigenschappen kan naar de associatie van de insecten met de grasland eigenschappen gekeken worden. Daarmee kan ingezoomd op de nectar- en/of stuifmeel gebruikende insecten die het meest samenhangen met grasland eigenschappen: in deze analyses zijn kruidenrijkheid en nectarindex gebruikt om samenhang met insecten families en bestuivers en andere nectar en stuifmeel gebruikers te belichten.

Om deze verschillende aspecten van insecten biodiversiteit te belichten is een serie aan statistische analyses gedaan. Alle statistische analyses zijn uitgevoerd in R, of met op R gebaseerde online tools.

Allereerst zijn de potval- en plakvalsamples geanalyseerd en gedetermineerd tot vergelijkbare taxonomische eenheden. Voor gevangen insecten in potvallen betrof dit *algemene insecten, algemene Lopende insecten tot families* en de gevangen *Loopkevers tot soorten*. Voor plakvallen betrof dit *algemene Vliegende insecten* (zoals herkend door een algoritme), *algemene Vliegende insecten tot families* en gevangen *Zweefvliegen tot soorten*, de laatste twee op basis van determinatie.

Analyse van aantallen en aantallen soorten/groepen

Analyses zijn uitgevoerd met verschillende methodes: niet-parametrisch en parametrisch.

Accumulatie curves van soort(groep)en rijkdom en diversiteit

Allereerst is de data geanalyseerd op effecten van *meetronde, habitat, boomwaltype en graslandtype* met behulp van niet-parametrische methodes: met accumulatie curves voor *soortenrijkdom* (Species accumulation curves, SAC; Hill getal 0) en voor *soortendiversiteit* (Shannon diversity index; Hill getal 1) (Chao & Jost 2015; Hsieh et al. 2016; <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>).

De SAC geeft aan hoe de *soortenrijkdom* zich ontwikkelt binnen het sample, afhankelijk van het aantal gevangen individuen, door de data te sub-sampelen binnen de dataset (van 1 sample individu tot het totaal aantal samples, eventueel met extrapolatie). De accumulatiecurve van de *Shannon index* geeft de ontwikkeling aan van het aantal *gelijkmatig verdeelde soorten* binnen het sample: een index voor stabiele biodiversiteit verdeling binnen het sample (hoe hoger, hoe meer evenwichtig verdeelde soorten/groepen). De accumulatiecurves hebben als voordeel dat voor verschillen in sampling intensiteit kan worden gecorrigeerd door verschillen te toetsen bij gelijke aantallen gevangen individuen.

Met deze methodiek zijn de volledige samples (2023/2024) apart voor meetronde (mei, juli, augustus), habitat (boomkroon, boomwal, grasland rand, grasland midden), boomwaltype (houtwal/eik, elzensingel) en graslandtype (gangbaar, ingezaaid kruidenrijk, semi-natuurlijk) geanalyseerd. Deze analyse laat de meest algemene verschillen zien tussen de gemeten situaties in de data. De analyse kan echter geen verschil laten zien als er sprake is van onderlinge afhankelijkheid van effecten van de variabelen (bijvoorbeeld: als een effect van grasland alleen optreedt in een

bepaalde meetronde, een bepaald habitat, of een bepaald boomwaltype): er is dan sprake van interactieve effecten tussen de variabelen. Deze analyses zijn zowel voor data van potvallen als data van plakvallen gedaan.

Multifactor analyses van soort(groep)en: aantal en aantal soort(groep)en

Om interacties (onderlinge afhankelijkheid van effecten) tussen de variabelen te belichten is een parametrische benadering nodig. Effecten van *jaar*, *meetronde*, *habitat*, *boomwaltype* en *graslandtype* op aantallen en aantallen families/soorten is uitgevoerd met *Generalized Linear Mixed Models* (GnLMM). Het analyse design hield daarbij rekening met geneste (perceel, transect) en herhaalde metingen (meetronde). De verdelingen die voor de gefitte modellen zijn gebruikt, zijn aangepast op de eigenschappen van de dataset: afhankelijk van de verdelingen van data zijn Poisson verdeling (gebruikelijke keuze bij aantallen), Negatief Binomiale verdeling (bij overdispersie van data), Conway-Maxwell Poisson verdeling (bij onderdispersie van data) of een Tweedie verdeling (bij veel nulwaarden in de data). De modellen zijn samengesteld op basis van een uitgebreide data-exploratie fase aan significantie van de variabelen en de interacties. Uiteindelijk zijn de modellen gevormd door variabelen te handhaven bij significantie op een p-waarde van <0.05 , of (bij interacties) door een p-waarde van <0.10 met een belangrijke verandering van de AIC-waarde van het model. Deze analyses zijn uitgevoerd voor potvallen en plakvallen. Vanwege grote jaarverschillen zijn plakvalanalyses gedeeltelijk opgesplitst voor 2023 en 2024.

Analyse van gelijkheid van soorten/groepen

Deze bovenstaande analyses kunnen verschillen in aantallen insecten en diversiteit van families of soorten tussen situaties laten zien, maar niet verschillen in de samenstelling van families / soorten: bij gelijke aantallen en/of diversiteit kan dat gebaseerd zijn op verschillende samenstelling.

Om verschillen in samenstelling te laten zien, is een niet-parametrische methode gebruikt, de *Jaccard-index*: een maat voor (on)gelijkheid van verdeling van soorten/groepen, tussen de factoren meetronde, habitat, boomwaltype en graslandtype. (Chao et al. 2015; <https://chao.shinyapps.io/SpadeR/>). De data wordt kort besproken en is al eerder gepresenteerd in Venderbos et al. (2026).

Analyse van trofische waarde: grootte en biomassa

Om verschillen in insectensamenstelling meer te kunnen duiden in trofische zin (bijvoorbeeld als potentieel voedsel voor vogels) zijn analyses gedaan aan effecten van *meetronde*, *habitat*, *boomwaltype* en *graslandtype* en de interacties op *aantallen en biomassa van lengtecategorieën* van insecten (1-4mm, 4-8mm, 8-12mm >12mm). Daarmee kan een koppeling gemaakt worden welke meetsituaties (meetronde, habitat, boomwaltype, graslandtype) de meeste biomassa aan insecten leveren. Dit is gedaan met GnLMM met een Gamma verdeling (bij scheve continue verdelingen).

Analyse van effecten van grasland eigenschappen Kruidenrijkheid en Nectarproductie

Analyse van de effecten van kruidenrijkheid en nectarproductie zijn uitgevoerd met een PCA (Principle component analyse) en RDA (redundancy analysis) met familie samenstelling als respons variabele en de graslandkenmerken kruidenrijkheid en nectarproductie als verklarende variabelen. De Insecten familie data is eerst Hellinger-getransformeerd, omdat de familie data veel nullen bevatte, en een sterk scheve verdeling hadden. De Hellinger-transformatie zet aantallen om naar relatieve aantallen en neemt dan de vierkantswortel. Daardoor worden effecten van dominante soorten minder zwaar, en blijven zeldzame soorten beter zichtbaar. Deze analyse is uitgevoerd op alle met plakvallen in grasland (grasland rand, grasland midden) gevangen insectenfamilies, omdat daar de sterkste effecten van kruidenrijkheid en nectarproductie worden verwacht.

Resultaten en duiding van analyses

Potvalvangsten beschrijvend

In totaal zijn er in 596 succesvolle potvallen 24415 geleedpotigen (gemiddeld 41,0; SEM 2,2) gevangen in 6 klassen, waarvan 13889 Insecten, 5507 Spinachtigen, 4128 Springstaarten, 807 Hogere Kreeftachtigen (Pissebedden), 59 Miljoenpoten en 25 Duizendpoten. Binnen Insecten is 97,1% tot op orde gedetermineerd in 9 ordes en 70,2% tot op familie in 81 families, waaronder 2 superfamilies (Ichneumonoidea/Sluipwespen; Chalcidoidea/Bronswespen). Van de grote familie (n=2302) van de Loopkevers is 99,96% tot op soort gedetermineerd. De potvalvangsten laten een brede gemeenschap zien met families en soorten die met name leven in lage vegetatie, open vegetatie, strooisel en veelal in vochtige omgevingen. Functioneel wordt de gemeenschap gedomineerd door detritivore en mycetofage groepen, met een belangrijk aandeel van predatoren, waaronder veel spinachtigen en loopkevers. Herbivore en bloembezoekende taxa zijn ook gevangen, vaak in lage aantallen als bijvangst. Met deze variatie in functies en rollen wordt een brede beschrijving van het ecologische systeem afgedekt voor bodem gebruikende insecten (voor totaaloverzicht zie tabel 1a,b,c).

Tabel 1a. Overzicht potvalvangsten Project Kruiden tussen de Coulissen 2023-2024: Klassen en ordes. Data in totaal aantal en als gemiddelde en standaard fout per potval.

	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	aantal	gemiddeld	SEM
Klasse	Insecta	Insecten	13889	23,304	1,999
Klasse	Arachnida	Spinachtigen	5507	9,240	0,431
Klasse	Collembola	Springstaarten	4128	6,926	0,458
Klasse	Malacostraca	Hogere kreeftachtigen	807	1,354	0,158
Klasse	Diplopoda	Miljoenpoten	59	0,099	0,020
Klasse	Chilopoda	Duizendpoten	25	0,042	0,009
Orde	Araneae	Spinnen	4755	7,978	0,406
Orde	Isopoda	Pissebedden	807	1,354	0,169
Orde	Mesostigmata	Roofmijten	574	0,963	0,098
Orde	Opiliones	Hooiwagens	110	0,185	0,035
Orde	Trombidiformes	Mijten	53	0,089	0,016
Orde	Polydesmida	Platrugmiljoenpoten	28	0,047	0,010
Orde	Lithobiomorpha	Steenlopers	13	0,022	0,006
Orde	Sarcoptiformes	Mosmijten	9	0,015	0,006
Orde	Chordeumatida	Dikwangmiljoenpoten	8	0,013	0,006
Orde	Julida	Slangenmiljoenpotenmiljoenpoten	8	0,013	0,010
Orde	Parasitiformes	Teken	6	0,010	0,005
Orde	Pleurostigmophora	Duizendpoten	4	0,007	0,004
Orde	Siphonaptera	Vlooiën	2	0,003	0,002
Orde	Geophilomorpha	Aardkruipers	1	0,002	0,002
Insecten ordes					
Orde	Diptera	Tweevleugeligen	4848	8,134	0,475
Orde	Coleoptera	Kevers	4175	7,005	0,304
Orde	Hymenoptera	Vliesvleugeligen	3673	6,163	1,906
Orde	Hemiptera	Halfvleugeligen	715	1,200	0,082
Orde	Thysanoptera	Tripsen	37	0,062	0,036
Orde	Orthoptera	Sprinkhanen krekels	21	0,035	0,011
Orde	Lepidoptera	Vlinders	15	0,025	0,007
Orde	Dermaptera	Oonwormen	12	0,020	0,007
Orde	Ephemeroptera	Eendagsvliegen	1	0,002	0,002

Tabel 1b. Overzicht potvalvangsten Project Kruiden tussen de Coulissen 2023-2024: Insecten families. Data in totaal aantal en als gemiddelde en standaard fout per potval.

Insecten families	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	aantal	gemiddeld	SEM
Familie	Carabidae	Loopkevers	2302	3,862	0,199
Familie	Formicidae	Mieren	2102	3,527	1,902
Familie	Staphylinidae	Kortschildkevers	925	1,552	0,091
Familie	Phoridae	Bochelvliegen	774	1,299	0,131
Superfamilie	Ichneumonoidea	Sluiwespen	485	0,814	0,109
Familie	Sphaeroceridae	Mestvliegen	411	0,690	0,172
Familie	Scathophagidae	Drekvliegen	260	0,436	0,047
Familie	Aphididae	Bladluizen	230	0,386	0,060
Familie	Cicadellidae	Dwergcicaden	220	0,369	0,043
Familie	Hydrophilidae	Spinnende waterkevers	207	0,347	0,081
Familie	Chrysomelidae	Bladkevers	200	0,336	0,043
Familie	Curculionidae	Snuitkevers	181	0,304	0,048
Superfamilie	Chalcidoidea	Bronswespen	166	0,279	0,029
Familie	Dolichopodidae	Slankpootvliegen	90	0,151	0,026
Familie	Calliphoridae	Bromvliegen	89	0,149	0,031
Familie	Lonchoceridae	Speervliegen	74	0,124	0,025
Familie	Histeridae	Spiegelkevers	71	0,119	0,017
Familie	Sepsidae	Wappervliegen	70	0,117	0,039
Familie	Sarcophagidae	Dambordvliegen	69	0,116	0,023
Familie	Muscidae	Echte vliegen	67	0,112	0,023
Familie	Silphidae	Aaskevers	52	0,087	0,030
Familie	Delphacidae	Spoorcicaden	48	0,081	0,019
Familie	Empididae	Dansvliegen	44	0,074	0,018
Familie	Latrididae	Schimmelkevers	44	0,074	0,025
Familie	Tephritidae	Boorvliegen	41	0,069	0,014
Familie	Coccinellidae	Lieveheersbeestjes	40	0,067	0,020
Familie	Opomyzidae	Grasvliegen	39	0,065	0,023
Familie	Scarabaeidae	Bladsprietkevers	39	0,065	0,018
Familie	Syrphidae	Zweefvliegen	36	0,060	0,012
Familie	Elateridae	Kniptorren	35	0,059	0,012
Familie	Psychodidae	Motmuggen	35	0,059	0,016
Familie	Leiodidae	Truffelkevers	30	0,050	0,012
Familie	Tipulidae	Langpootmuggen	27	0,045	0,011
Familie	Apidae	Bijen hommels	23	0,039	0,008
Familie	Acrididae	Veldsprinkhanen	21	0,035	0,011
Familie	Anthomyiidae	Bloemvliegen	19	0,032	0,012
Familie	Anthoceridae	Bloemwantsen	18	0,030	0,014
Familie	Pompiidae	Spinnendoders	17	0,029	0,013
Familie	Proctotrupidae	Priemwespen	15	0,025	0,008
Familie	Tachinidae	Sluipvliegen	14	0,023	0,007
Familie	Chloropidae	Halmvliegen	11	0,018	0,007
Familie	Brentidae	Spitsmuisjes	10	0,017	0,005
Familie	Miridae	Blindwantsen	10	0,017	0,011
Familie	Asilidae	Roofvliegen	9	0,015	0,007
Familie	Cryptophagidae	Harige schimmelkevers	8	0,013	0,005
Familie	Forficulidae	Oorwormen	5	0,008	0,005
Familie	Hybotidae	Bochedansvliegen	5	0,008	0,004
Familie	Lygaeidae	Bodemwantsen	5	0,008	0,004
Familie	Bibionidae	Zwarte vliegen	4	0,007	0,003
Familie	Chironomidae	Dansmuggen	4	0,007	0,003
Familie	Cixiidae	Glasveugelicicaden	4	0,007	0,004
Familie	Nabidae	Sikkelwantsen	4	0,007	0,003
Familie	Salidae	Oeverwantsen	4	0,007	0,005
Familie	Scirtidae	Glanskevers	4	0,007	0,003
Familie	Mycetophilidae	Paddenstoelmuggen	3	0,005	0,004
Familie	Vespidae	Plooi/leugelwespen	3	0,005	0,003
Familie	Cerylonidae	Dwerghoutkevers	2	0,003	0,003
Familie	Geotrupidae	Mestkevers	2	0,003	0,002
Familie	Hydraenidae	Waterkruipers	2	0,003	0,002
Familie	Kateretidae	Bastaardglanskevers	2	0,003	0,002
Familie	Mordellidae	Spartelkevers	2	0,003	0,003
Familie	Psyllidae	Bladvlooien	2	0,003	0,002
Familie	Therevidae	Viltvliegen	2	0,003	0,002
Familie	Tingidae	Netwantsen	2	0,003	0,002
Familie	Andrenidae	Zandbijen	1	0,002	0,002
Familie	Atelabidae	Bladrokevers	1	0,002	0,002
Familie	Dryopidae	Waterkevers	1	0,002	0,002
Familie	Endomychidae	Schimmelkevers	1	0,002	0,002
Familie	Fanniidae	Latrinevliegen	1	0,002	0,002
Familie	Hydrometridae	Waterlopers	1	0,002	0,002
Familie	Limoniidae	Steltmuggen	1	0,002	0,002
Familie	Megachilidae	Buikschuierbijen	1	0,002	0,002
Familie	Monotomidae	Kerkhofkevers	1	0,002	0,002
Familie	Naucoridae	Bootwantsen	1	0,002	0,002
Familie	Nitidulidae	Glanskevers	1	0,002	0,002
Familie	Pieridae	Witjes	1	0,002	0,002
Familie	Pulicidae	Vlooiën	1	0,002	0,002
Familie	Rhinophoridae	Pissebedvliegen	1	0,002	0,002
Familie	Tabanidae	Dazen	1	0,002	0,002
Familie	Tenebrionidae	Zwartlijven	1	0,002	0,002
Familie	Tenthredinidae	Echte bladwespen	1	0,002	0,002

Tabel 1c. Overzicht plakvalvangsten Project Kruiden tussen de Coulissen 2023-2024: Loopkevers. Data in totaal aantal en als gemiddelde en standaard fout per plakval.

Loopkevers	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	aantal	gemiddeld	SEM
Soort	Bembidion properans	Puntglansprietkever	874	1,466	0,127
Soort	Poecilus versicolor	Veelkleurige kielspriet	212	0,356	0,035
Soort	Agonum muelleri	Grassnelloper	170	0,285	0,033
Soort	Pterostichus melanarius	Gewone zwartschild	146	0,245	0,034
Soort	Pterostichus vernalis	Groeftarszwartschild	131	0,220	0,026
Soort	Poecilus cupreus	Koperen kielspriet	125	0,210	0,028
Soort	Loricera pilicornis	Borstelspriet	70	0,117	0,016
Soort	Clivina fossor	Roodbruine graver	65	0,109	0,018
Soort	Nebria brevicollis	Gewone kortnek	59	0,099	0,018
Soort	Amara aenea	Bronzen glimmer	53	0,089	0,019
Soort	Carabus granulatus	Kettingschallebijter	46	0,077	0,014
Soort	Pterostichus strenuus	Gepuncteerde zwartschild	45	0,076	0,014
Soort	Trechus obtusus	Gewone boogkever	37	0,062	0,014
Soort	Carabus nemoralis	Tuinschallebijter	27	0,045	0,009
Soort	Pterostichus diligens	Gladde zwartschild	21	0,035	0,009
Soort	Anisodactylus binotatus	Gewone roodkruin	15	0,025	0,008
Soort	Bembidion guttula	Weideprietkever	15	0,025	0,008
Soort	Pterostichus anthracinus	Oeverzwartschild	15	0,025	0,007
Soort	Bembidion lampros	Glansprietkever	14	0,023	0,009
Soort	Leistus fulvibarbis	Zwartblauwe baardloper	12	0,020	0,010
Soort	Amara plebeja	Gewone drietandglimmer	9	0,015	0,006
Soort	Bembidion quadrimaculatum	Vierlekprietkever	9	0,015	0,007
Soort	Amara communis	Veldglimmer	8	0,013	0,005
Soort	Amara spreta	Platte glimmer	8	0,013	0,005
Soort	Notiophilus substriatus	Oeverspiegelloopkever	8	0,013	0,005
Soort	Bembidion lunulatum	Kleine maanlekprietkever	7	0,012	0,006
Soort	Pterostichus niger	Grote zwartschild	7	0,012	0,004
Soort	Agonum emarginatum	Glanzende snelloper	6	0,010	0,005
Soort	Harpalus rufipes	Roodpoothalmkruiper	6	0,010	0,005
Soort	Oxypselaphus obscurus	Smalhalssnelloper	6	0,010	0,005
Soort	Bembidion tetracolum	Gewone vierlekprietkever	5	0,008	0,004
Soort	Calathus micropterus	Noordelijke tandkluw	5	0,008	0,005
Soort	Leistus ferrugineus	Roestbaardloper	5	0,008	0,004
Soort	Acupalpus exiguus	Kleibontloper	4	0,007	0,004
Soort	Amara lunicollis	Gewone glimmer	4	0,007	0,003
Soort	Pterostichus oblongopunctatus	Bronzen boszwartschild	4	0,007	0,003
Soort	Acupalpus meridianus	Akkerbontloper	3	0,005	0,003
Soort	Amara familiaris	Akkerroodpootglimmer	3	0,005	0,003
Soort	Harpalus latus	Breedkopkruiper	3	0,005	0,003
Soort	Paranichus albipes	Oeversnelloper	3	0,005	0,004
Soort	Agonum gracilipes	Kortpootsnelloper	2	0,003	0,002
Soort	Amara anthobia	Kleine roodpootglimmer	2	0,003	0,002
Soort	Anchomenus dorsalis	Akkersnelloper	2	0,003	0,002
Soort	Bembidion obtusum	Akkerprietkever	2	0,003	0,002
Soort	Bradycellus harpalinus	Gewone rondbuik	2	0,003	0,002
Soort	Chlaenius nigricornis	Zwartspruitfluweelloper	2	0,003	0,002
Soort	Elaphrus cupreus	Moerasoeverloopkever	2	0,003	0,002
Soort	Notiophilus rufipes	Bosspiegelloopkever	2	0,003	0,002
Soort	Oodes helopioides	Zwarte moerasloper	2	0,003	0,002
Soort	Paradromius linearis	Smalle schorsloper	2	0,003	0,002
Soort	Syntomus truncatellus	Zwarte dwergloper	2	0,003	0,002
Soort	Synuchus vivalis	Rondhalstandkluw	2	0,003	0,002
Soort	Agonum fuliginosum	Moerasnelloper	1	0,002	0,002
Soort	Agonum sexpunctatum	Zespuntsnelloper	1	0,002	0,002
Soort	Badister bullatus	Bosstompkaak	1	0,002	0,002
Soort	Bembidion doris	Groefkoprietkever	1	0,002	0,002
Soort	Calathus fuscipes	Gewone tandkluw	1	0,002	0,002
Soort	Demetrias atricapillus	Gele rietklimmer	1	0,002	0,002
Soort	Dyschirius globosus	Dwerggravertje	1	0,002	0,002
Soort	Leistus spinibarbis	Blauwe baardloper	1	0,002	0,002
Soort	Leistus terminatus	Zwartkopbaardloper	1	0,002	0,002
Soort	Limodromus assimilis	Bossnelloper	1	0,002	0,002
Soort	Notiophilus biguttatus	Tweevlekspiegelloopkever	1	0,002	0,002
Soort	Ophonus rufibarbis	Gewone halmklimmer	1	0,002	0,002

Plakvalvangsten: beschrijvend

In totaal zijn er in 842 succesvolle plakvallen 129734 geleedpotigen (gemiddeld 154,1; SEM 5,8) gevangen in 4 klassen, waarvan 128897 Insecten, 494 Spinachtigen, 332 Springstaarten en 11 Hogere Kreeftachtigen (Pissebedden). Binnen Insecten is 88,3% tot op orde gedetermineerd in 12 ordes en 24,7% tot op familie in 62 families, waaronder 2 superfamilies (Ichneumonoidea/Sluipwespen; Chalcidoidea/Bronswespen). Van de grote familie Zweefvliegen (n=1012) is 85,0% tot op soort gedetermineerd.

De plakvalvangsten laten een gemeenschap zien met families en soorten die verbonden zijn met verschillende vegetatiestructuren, zoals bomen, struiken, ruigten en (kruidenrijke) graslanden. Daarnaast zijn er bodem en strooisel gebonden families aanwezig, waaronder detritivoren en epigeïsche (bodem) predatoren. Een kleine fractie bestaat uit families van open bodems en warme, schrale plekken. Verder is er een brede mix van detritivoren, herbivoren, predatoren en parasitaire families, naast een duidelijke groep bestuivende families, waaronder Zweefvliegen. Deze combinatie wijst op een structuurrijk landschap waarin hoge en lage vegetatie, bodem en open micro-habitats elkaar op korte afstand afwisselen. Met deze variatie in functies en rollen wordt ook een brede beschrijving van het ecologische systeem afgedekt voor vliegende insecten (voor totaaloverzicht zie tabel overzicht Potvalvangsten in Tabellen 2a,b,c).

Tabel 2a. Overzicht plakvalvangsten Project Kruiden tussen de Coulissen 2023-2024: Klassen en ordes. Data in totaal aantal en als gemiddelde en standaard fout per plakval.

	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	aantal	gemiddeld	SEM
Klassen					
Klasse	Insecta	Insecten	128897	153,084	5,763
Klasse	Arachnida	Spinachtigen	494	0,587	0,035
Klasse	Collembola	Springstaarten	332	0,394	0,116
Klasse	Malacostraca	Hogere kreeftachtigen	11	0,013	0,005
Insecten ordes					
Orde	Diptera	Tweevleugeligen	84452	100,299	4,274
Orde	Hymenoptera	Vliesvleugeligen	17304	20,551	0,824
Orde	Thysanoptera	Tripsen	5819	6,911	0,572
Orde	Hemiptera	Halfvleugeligen	5048	5,995	0,323
Orde	Coleoptera	Kevers	807	0,958	0,073
Orde	Psocodea	Stofluizen en echte luizen	122	0,145	0,030
Orde	Orthoptera	Rechtvleugeligen	84	0,100	0,041
Orde	Mecoptera	Schorpioenvliegachtigen	74	0,088	0,012
Orde	Neuroptera	Netvleugeligen	30	0,036	0,009
Orde	Ephemeroptera	Eendagsvliegen	10	0,012	0,004
Orde	Dermaptera	Oorwormen	3	0,004	0,002
Orde	Trichoptera	Schietmotten	3	0,004	0,002

Tabel 2b. Overzicht plakvalvangsten Project Kruiden tussen de Coulissen 2023-2024: Vliegende insecten families. Data in totaal aantal en als gemiddelde en standaard fout per plakval.

	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	aantal	gemiddeld	SEM
Insecten families					
Superfamilie	Ichneumonoidea	Sluiwespachtigen	6702	7,960	0,384
Familie	Psychodidae	Motmuggen	4783	5,681	0,867
Familie	Cicadellidae	Dwergcicaden	3390	4,026	0,266
Familie	Empididae/Hybotidae-indet.	Dansvliegen en Bocheldansvliegen in	2733	3,246	0,579
Familie	Dolichopodidae	Slangpootvliegen	2046	2,430	0,177
Superfamilie	Chalcidoidea	Bronswespen	1828	2,171	0,148
Familie	Sarcophagidae	Dambordvliegen	1631	1,937	0,196
Familie	Chironomidae	Dansmuggen	1260	1,496	0,161
Familie	Syrphidae	Zweefvliegen	1012	1,202	0,100
Familie	Scathophagidae	Drekvliegen	837	0,994	0,068
Familie	Calliphoridae	Bromvliegen	634	0,753	0,069
Familie	Phoridae	Bochelvliegen	528	0,627	0,059
Familie	Sphaeroceridae	Mestvliegen	516	0,613	0,083
Familie	Anthomyiidae	Bloemvliegen	511	0,607	0,073
Familie	Muscidae	Echte vliegen	421	0,500	0,059
Familie	Tachinidae	Sluipvliegen	402	0,477	0,122
Familie	Sepsidae	Wappervliegen	357	0,424	0,036
Familie	Staphylinidae	Kortschildkevers	355	0,422	0,029
Familie	Tipulidae	Langpootmuggen	309	0,367	0,039
Familie	Tenthredinidae	Echte bladwespen	270	0,321	0,027
Familie	Stratiomyidae	Wapenvliegen	182	0,216	0,029
Familie	Psyllidae	Bladvlooien	177	0,210	0,032
Familie	Tephritidae	Boorvliegen	122	0,145	0,028
Familie	Asilidae	Roofvliegen	86	0,102	0,016
Familie	Acrididae	Veldsprinkhanen	73	0,087	0,041
Familie	Cantharidae	Soldaatjes	70	0,083	0,021
Familie	Panorpidae	Eigenlijke schorpioenvliegen	67	0,080	0,011
Familie	Chloropidae	Halmvliegen	64	0,076	0,012
Familie	Apidae	Bijen en hommels	54	0,064	0,011
Familie	Andrenidae	Zandbijen	48	0,057	0,011
Familie	Coccinellidae	Lieveheersbeestjes	37	0,044	0,008
Familie	Opomyzidae	Grasvliegen	33	0,039	0,031
Familie	Chrysomelidae	Bladkevers	30	0,036	0,007
Familie	Delphacidae	Spoorcicaden	28	0,033	0,006
Familie	Curculionioidea	Snuitkevers	23	0,027	0,006
Familie	Sciomyzidae	Slakkendoders	23	0,027	0,006
Familie	Chrysopidae	Gaasvliegen	23	0,027	0,009
Familie	Formicidae	Mieren	22	0,026	0,006
Familie	Anthocoridae	Bloemwantsen	21	0,025	0,006
Familie	Latridiidae	Schimmelkevers	15	0,018	0,005
Familie	Elateridae	Kniptorren	13	0,015	0,004
Familie	Melittidae	Dikpootbijen	11	0,013	0,006
Familie	Halictidae	Groefbijen	10	0,012	0,006
Familie	Carabidae	Loopkevers	10	0,012	0,004
Familie	Rhagionidae	Snavelvliegen	9	0,011	0,004
Familie	Vespidae	Plooiwleugelwespen	7	0,008	0,003
Familie	Chrysididae	Goudwespen	7	0,008	0,003
Familie	Hemerobiidae	Bruine gaasvliegen	7	0,008	0,003
Familie	Pompilidae	Spinnendoders	6	0,007	0,003
Familie	Tabanidae	Dazen	6	0,007	0,003
Familie	Hydrophilidae	Spinnende waterkevers	5	0,006	0,003
Familie	Tettigoniidae	Sabelsprinkhanen	5	0,006	0,003
Familie	Conopidae	Blaaskopvliegen	5	0,006	0,003
Familie	Scarabaeidae	Bladspruitkevers	4	0,005	0,002
Familie	Therevidae	Viltvliegen	4	0,005	0,002
Familie	Ptychopteridae	Glansmuggen	3	0,004	0,002
Familie	Forficulidae	Oorwormen	3	0,004	0,002
Familie	Megalopodidae	Halstandhaantjes	2	0,002	0,002
Familie	Leiodidae	Truffelkevers	2	0,002	0,002
Familie	Scatopsidae	Mestmuggen	1	0,001	0,001
Familie	Membracidae	Bochelcicaden	1	0,001	0,001
Familie	Colletidae	Korttongbijen	1	0,001	0,001

Tabel 2c. Overzicht plakvalvangsten Project Kruiden tussen de Coulissen 2023-2024: Zweefvliegen. Data in totaal aantal en als gemiddelde en standaard fout per plakval.

	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	aantal	gemiddeld	SEM
Zweefvliegen soorten					
Soort	Episyrphus-balteatus	Pyamazweefvlieg of snorzweefvlieg	304	0,361	0,052
Soort	Eupeodes-corollae	Terrasjeskommazweefvlieg	161	0,191	0,029
Soort	Rhingia-campestris	Gewone snuitvlieg	122	0,145	0,028
Soort	Eristalis-tenax	Blinde bij	72	0,086	0,013
Soort	Helophilus-pendulus	Gewone pendelvlieg	57	0,068	0,013
Soort	Melanostoma-mellinum	Gewone driehoekszweefvlieg	53	0,063	0,010
Soort	Sphaerophoria-scripta	Grote langlijf	27	0,032	0,007
Soort	Helophilus-trivittatus	Citroenpendelvlieg	19	0,023	0,009
Soort	Eristalis-nemorum	Puntbijvlieg	12	0,014	0,005
Soort	Eristalinus-sepulchralis	Weidevlekoog	8	0,010	0,004
Soort	Eristalis-similis	Onvoorspelbare bijvlieg	8	0,010	0,005
Soort	Eristalis-arbustorum	Kleine bijvlieg	4	0,005	0,002
Soort	Eumerus-strigatus	Gewone bollenzweefvlieg	3	0,004	0,002
Soort	Tropidia-scita	Moeraszweefvlieg	2	0,002	0,002
Soort	Eristalis-pertinax	Kegelbijvlieg	2	0,002	0,002
Soort	Eristalis-intricaria	Hommelbijvlieg	1	0,001	0,001
Soort	Ferdinandea-cuprea	Gewone kopermantel	1	0,001	0,001
Soort	Sphaerophoria-rupepelli	Kleine langlijf	1	0,001	0,001
Soort	Myathropa-florea	Doodskopzweefvlieg	1	0,001	0,001
Soort	Syritta-pipiens	Menuetzweefvlieg	1	0,001	0,001
Soort	Xylota-segnis	Gewone rode bladloper	1	0,001	0,001

Analyses algemeen

De vangsten zijn gemeten in afhankelijkheid van tijd van het jaar (meetronde: mei, juli, augustus), habitat (boomkroon, boomwal, grasland rand, grasland midden), boomwaltype (houtwal/eik, elzensingel) en graslandtype (gangbaar, ingezaaid kruidenrijk, semi-natuurlijk). De effecten op de insecten gemeenschap is bepaald op verschillende manieren. De resultaten en duiding van analyses wordt opgesplitst per analyse methode.

Eerst wordt ingegaan op analyses van *aantallen en aantallen soort(groep)en*, met accumulatie curves en met multivariate methodes. Daarna worden verschillen in samenstelling van insectengemeenschappen belicht. Daarna wordt gefocust op verschillen in grootte van insecten als indicatie van trofische waarde als prooidier voor boerenlandvogels. Als laatste onderwerp worden effecten van grasland (kruidenrijkheid, nectarproductie) op de vliegende insectengemeenschappen behandeld.

Per onderwerp worden zowel de resultaten beschreven, als geïnterpreteerd.

Analyse van aantallen en aantallen soorten/groepen

Analyse met accumulatiecurves voor soortenrijkdom (SAC) en diversiteit (Shannon)

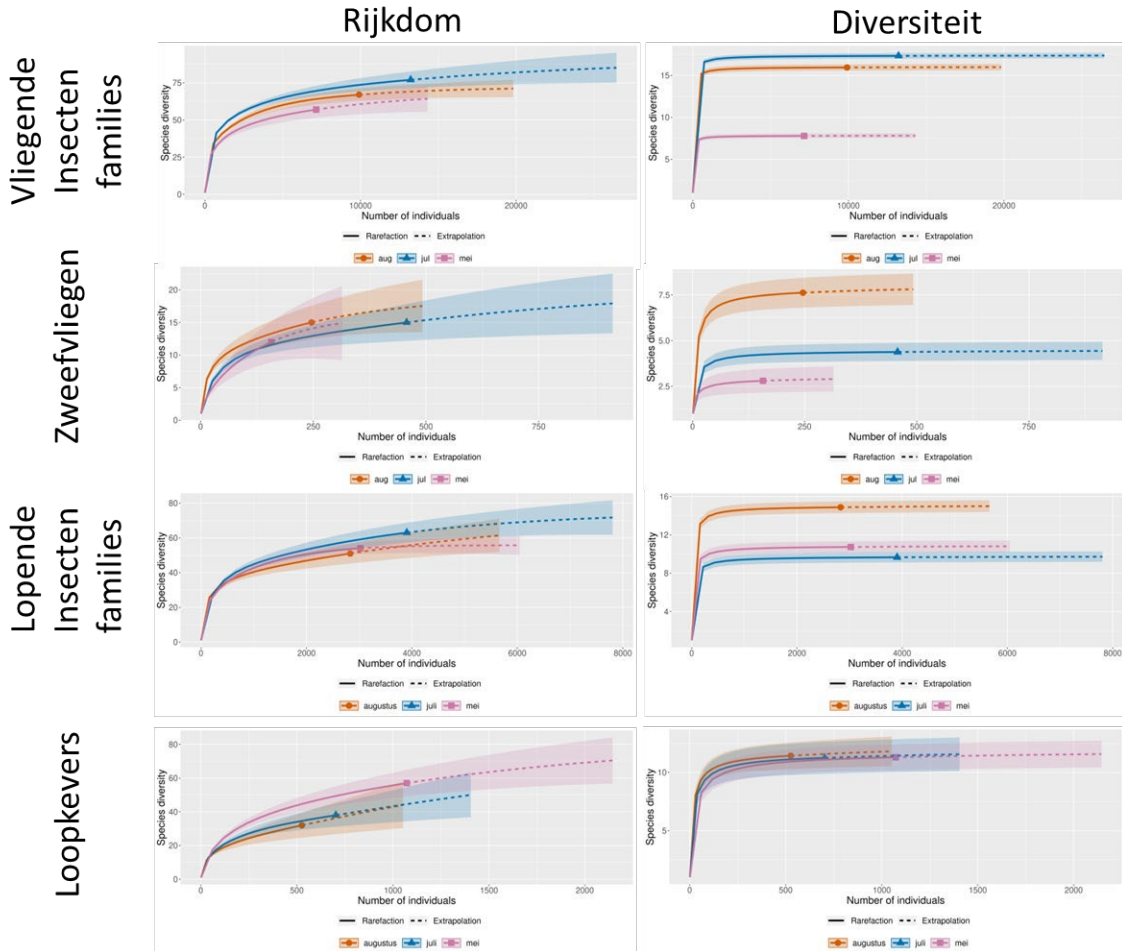
Om de effecten van meetrondes (mei, juli, augustus), habitats (boomkroon, boomwal, grasland rand, grasland midden), bommwaltype (houtwal/eik, elzensingel) en graslandtype (gangbaar, ingezaaid kruidenrijk, semi-natuurlijk) op soortenrijkdom en diversiteit te onderzoeken zijn verschillen tussen de meetsituaties onderzocht met accumulatiecurves. Daarmee wordt een vangsthistorie gesimuleerd, en wordt voor verschil in vangstinspanning en succes gecorrigeerd. Dit is gedaan voor de biodiversiteitsmaten soortenrijkdom (Hill getal 0) en de Shannon index (Hill getal 1).

De soortenrijkdom (SAC) laat het aantal gevangen soort(groep)en zien zoals dat groeit met het aantal gevangen individuen. De Shannon index laat het aantal evenwichtig verdeelde soorten zien zoals dat groeit met het aantal gevangen individuen.

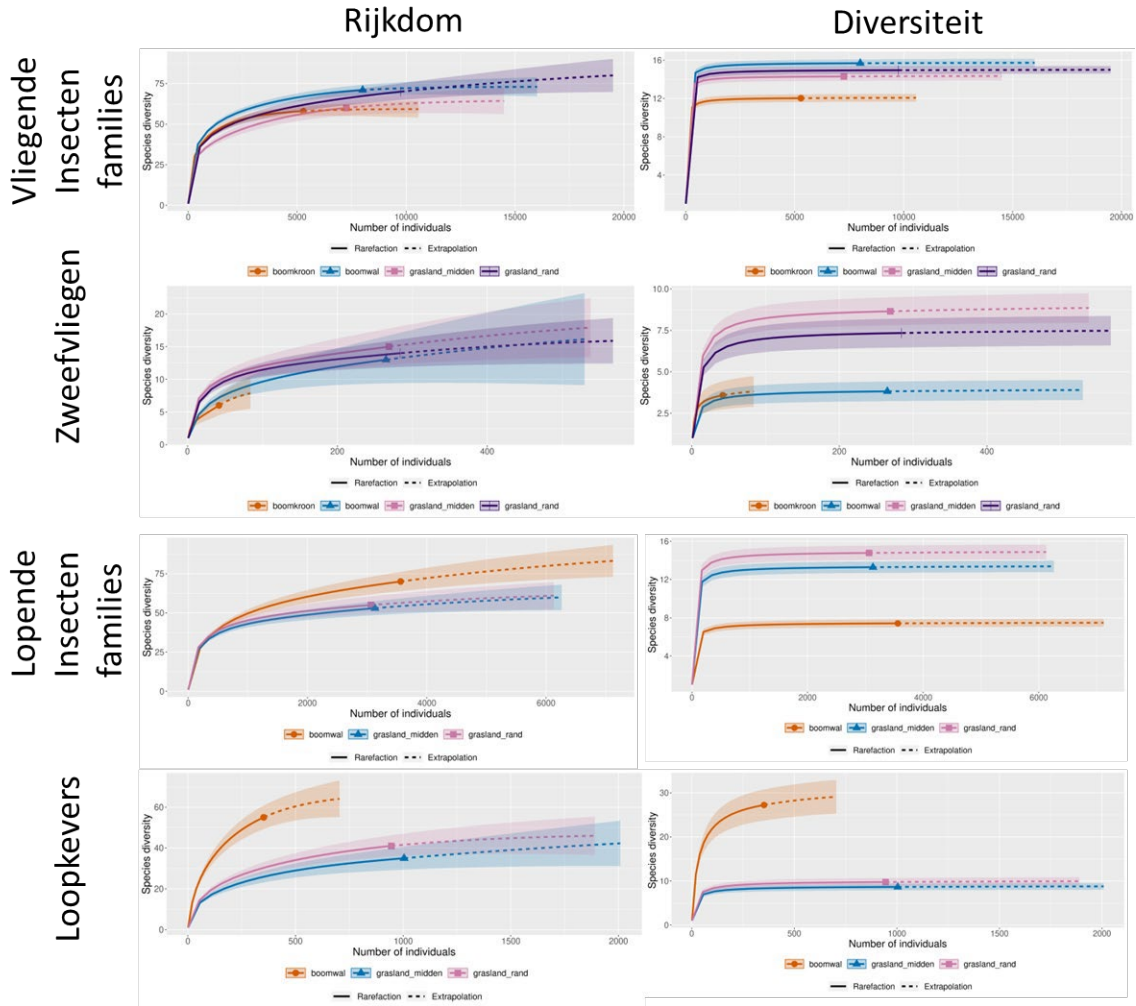
Figuren 1a-d laten de patronen zien van de soortenrijkdom en Shannon diversiteit, zoals die opgetreden zijn bij de verschillende onderscheiden soortgroepen (vliegende insecten families, lopende insecten families) en soorten (Zweefvliegen, Loopkevers) voor de verschillen in meetronde, habitat, boomwaltype en graslandtype. Er zijn vaak duidelijke verschillen tussen de lijnen te zien. Om te zien of de verschillen ook significant zijn is een 95% betrouwbaarheidsinterval in de figuren opgenomen: bij geen overlap van de betrouwbaarheidsintervallen zal er een significant verschil zijn. Bij kleine overlap kan er echter nog wel sprake zijn van een significant verschil.

Om de patronen verder te onderzoeken is een methode gebruikt waarmee de te vergelijken datasets opnieuw zijn gesubsampled (bootstrap met teruglegging; 2000 iteraties) om een toetsing te kunnen doen bij niveaus bij gelijke sample aantallen: samples verschillen altijd in aantallen individuen en toetsing is dan het best uit te voeren bij het sample met het laagste aantal individuen. Dit is uitgevoerd voor zowel de soortenrijkdom, als de Shannon index.

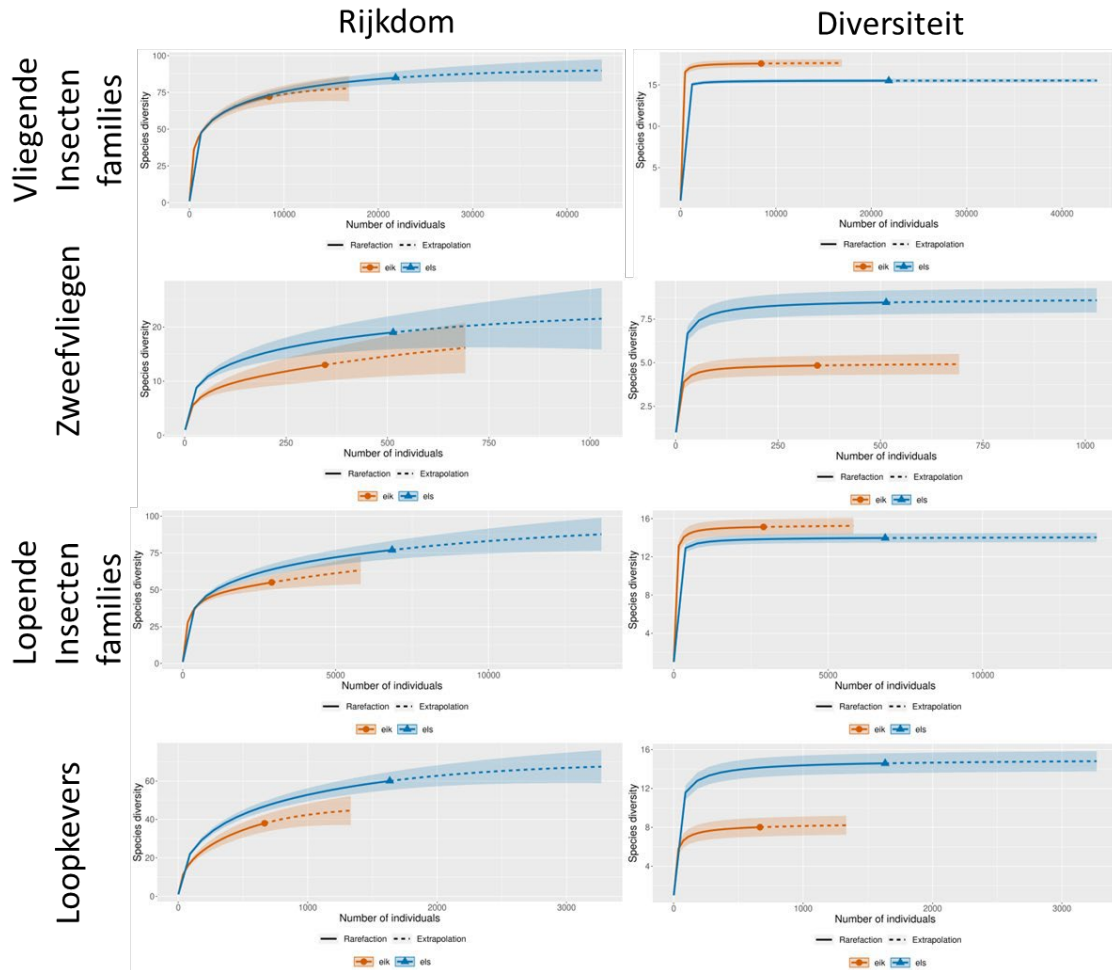
Figuur 1a. Seizoen variatie van accumulatiecurves van soortenrijkdom (SAC) en diversiteit (Shannon index) van Vliegende insecten families en Zweefvliegen gevangen met plakvallen en Lopende insecten families en Loopkevers gevangen met potvallen voor samples gevangen in mei (mei), juli (jul) en augustus (aug). Doorgetrokken lijnen zijn de rarefaction resultaten, gestippelde lijnen extrapolatie; symbolen zijn de uiteindelijke waarden.



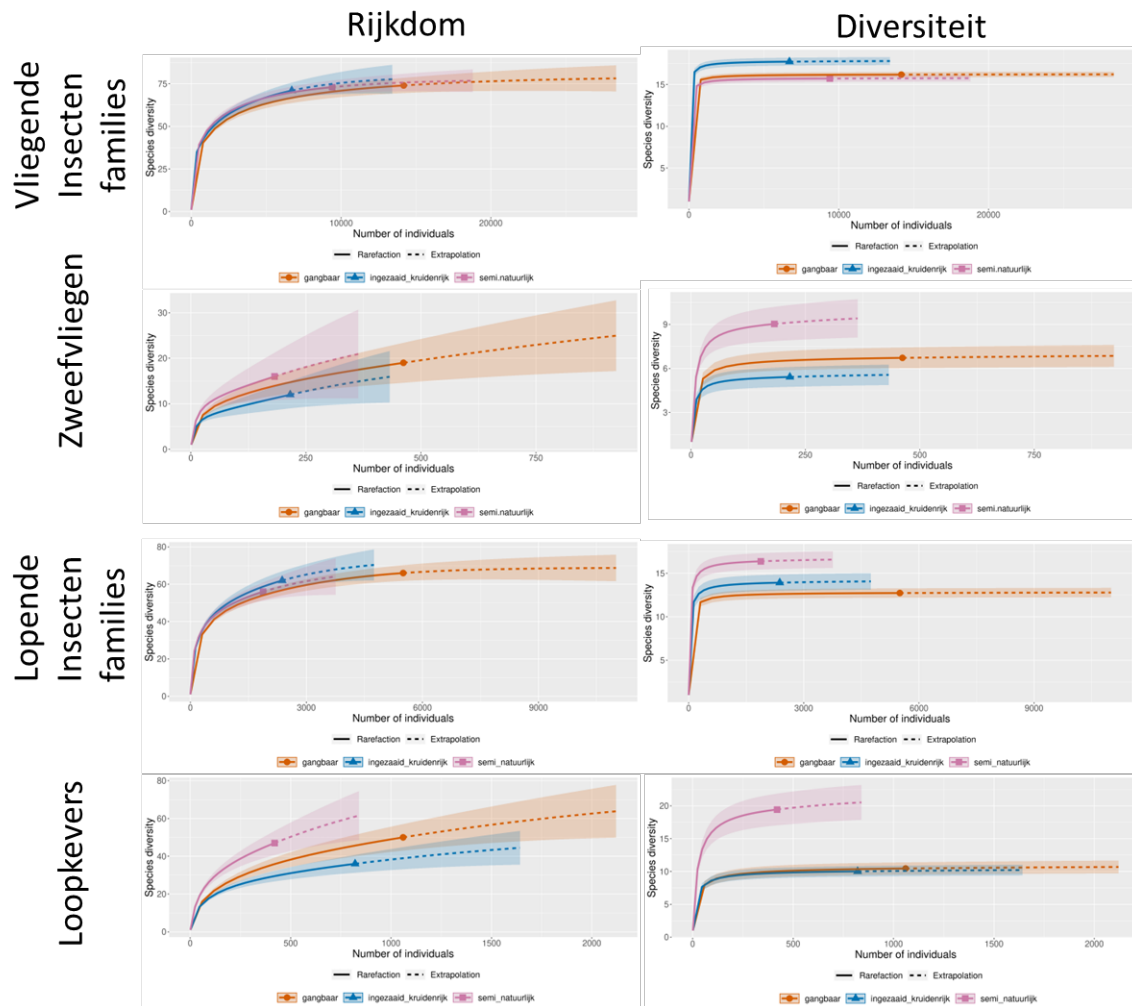
Figuur 1b. Habitat variatie van accumulatiecurves van soortenrijkdom (SAC) en diversiteit (Shannon index) van Vliegende insecten families en Zweefvliegen gevangen met plakvallen en Lopende insecten families en Loopkevers gevangen met potvallen voor samples gevangen in boomkroon, boomwal, grasland rand en grasland midden. Doorgetrokken lijnen zijn de rarefaction resultaten, gestippelde lijnen extrapolatie; symbolen zijn de uiteindelijke waarden.



Figuur 1c. Boomwalytype variatie van accumulatiecurves van soortenrijkdom (SAC) en diversiteit (Shannon index) van Vliegende insecten families en Zweefvliegen gevangen met plakvallen en Lopende insecten families en Loopkevers gevangen met potvallen voor samples gevangen in houtwal/eik (eik) en elzensingels (els). Doorgetrokken lijnen zijn de rarefaction resultaten, gestippelde lijnen extrapolatie; symbolen zijn de uiteindelijke waarden.



Figuur 1d. Graslandtype variatie van accumulatiecurves van soortenrijkdom (SAC) en diversiteit (Shannon index) van Vliegende insecten families en Zweefvliegen gevangen met plakvallen en Lopende insecten families en Loopkevers gevangen met potvallen voor samples gevangen in gangbaar, ingezaaid kruidenrijk en semi-natuurlijk grasland. Doorgetrokken lijnen zijn de rarefaction resultaten, gestippelde lijnen extrapolatie; symbolen zijn de uiteindelijke waarden.



De resultaten van de bootstrap analyses op de soortenrijkdom en Shannon index zijn schematisch weergegeven in figuur 2.

Alle insectgroepen vertoonden duidelijke seizoen patronen. Vliegende insecten bereikten hun biodiversiteitspiek in juli, gevolgd door augustus, terwijl mei lagere waarden had. Zweefvliegen vertoonden hun hoogste biodiversiteit in augustus, gevolgd door juli. Bij lopende insecten was soortenrijkdom het hoogst in juli, terwijl Shannon-diversiteit het hoogst is in augustus. Loopkevers vertoonden een vroege piek in soortenrijkdom in mei, een bekend gegeven. Veel diversiteit was zichtbaar in de zomer, een bekend patroon voor insecten in het algemeen.

Figuur 2. Schematische weergave van verschilpatronen uit de accumulatiecurve figuren 1a,b,c,d. Voor de verschillende variabelen habitat (boomkroon, boomwal, grasland rand, grasland midden), graslandtype (gangbaar, ingezaaid kruidenrijk, semi-natuurlijk), boomwaltype (houtwal/eik, elzensingel) en seizoen (mei, juli, augustus) is weergegeven wat de significante volgorde verschillen zijn in soortenrijkdom (aantal soorten) en Shannon index (aantal gelijkmatig verdeelde soorten). Volgorde is in kleur aangegeven van hoog naar laag (groen, geel, oranje, rood).

Potvallen		Lopende insecten			Loopkevers				
Seizoen	Soortenrijkdom	juli	mei	augustus	mei	juli	augustus		
Seizoen	Shannon	augustus	mei	juli	augustus	juli	mei		
Habitat	Soortenrijkdom	boomwal	grasland rand	grasland midden	boomwal	grasland rand	grasland midden		
Habitat	Shannon	grasland rand	grasland midden	boomwal	boomwal	grasland rand	grasland midden		
Graslandtype	Soortenrijkdom	Ingezaaid kruidenrijk	semi-natuurlijk	gangbaar	semi-natuurlijk	gangbaar	ingezaaid kruidenrijk		
Graslandtype	Shannon	semi-natuurlijk	ingezaaid kruidenrijk	gangbaar	semi-natuurlijk	gangbaar = ingezaaid kruidenrijk			
Boomwaltype	Soortenrijkdom	els	eik		els	eik			
Boomwaltype	Shannon	eik	els		els	eik			
Plakvallen		Vliegende insecten			Zweefvliegen				
Seizoen	Soortenrijkdom	juli	augustus	mei	augustus	mei	juli		
Seizoen	Shannon	juli	augustus	mei	augustus	juli	mei		
Habitat	Soortenrijkdom	boomwal	grasland rand	grasland midden	boomkroon	grasland midden	grasland rand	boomwal	boomkroon
Habitat	Shannon	boomwal	grasland rand	grasland midden	boomkroon	grasland midden	grasland rand	boomwal	boomkroon
Boomwaltype	Soortenrijkdom	eik	els		els	eik			
Boomwaltype	Shannon	eik	els		els	eik			
Graslandtype	Soortenrijkdom	ingezaaid kruidenrijk	semi-natuurlijk	gangbaar	semi-natuurlijk	gangbaar	ingezaaid kruidenrijk		
Graslandtype	Shannon	ingezaaid kruidenrijk	gangbaar	semi-natuurlijk	semi-natuurlijk	gangbaar	ingezaaid kruidenrijk		

Habitat bleek de belangrijkste landschapsfactor voor insectenbiodiversiteit, maar het maximaal biodiverse habitat verschilde tussen insectgroepen. Vliegende insecten vertoonden de hoogste soortenrijkdom en Shannon-diversiteit in boomwallen, gevolgd door grasland randen en grasland midden, terwijl boomkronen de laagste waarden vertoonden. Zweefvliegen lieten een afwijkend patroon zien: hier lag de biodiversiteitspiek in grasland midden, gevolgd door grasland randen, terwijl boomwallen en boomkronen lagere waarden vertonen. Dit wijst op het belang van open bloemrijke vegetaties voor Zweefvliegen, terwijl boomwallen een sterke variatie in habitats hebben met structuur, nectarbronnen en overwinteringsmogelijkheden.

Bij lopende insecten lag de hoogste soortenrijkdom in boomwallen, terwijl Shannon-diversiteit het hoogst was in grasland randen. Boomwallen bevatten meer families, maar grasland randen hadden een evenwichtiger verdeling van families. Loopkevers vertoonden een duidelijk patroon waarbij zowel soortenrijkdom als Shannon-diversiteit het hoogst waren in boomwallen, gevolgd door grasland randen en grasland midden.

Boomwaltype had duidelijke groep-specifieke effecten. Bij vliegende insecten was biodiversiteit hoger in houtwallen/eik dan in elzensingels. Voor Zweefvliegen, lopende insecten en Loopkevers wordt het omgekeerde patroon: hier vertonen elzensingels hogere biodiversiteit. Dit verschil kan samenhangen met variatie in strooiselstructuur, bodemvocht, microklimaat en vegetatiestructuur onder de bomen.

Graslandtype beïnvloedde biodiversiteit sterk, maar de respons verschilde tussen insectengroepen. Bij vliegende insecten families was Shannon diversiteit het hoogst in ingezaaid kruidenrijk grasland,

terwijl gangbaar grasland en semi-natuurlijk grasland duidelijk lagere waarden vertoonden. Zweefvliegen vertoonden een ander patroon: hier was biodiversiteit het hoogst in semi-natuurlijk grasland, gevolgd door gangbaar grasland, terwijl ingezaaid kruidenrijk grasland lagere waarden had. Voor lopende insecten families lag de biodiversiteitspiek vooral in ingezaaid kruidenrijk grasland en semi-natuurlijk grasland, terwijl gangbaar grasland de laagste waarden had. Ook Loopkevers hadden hoge waarden voor soortenrijkdom en diversiteit in semi-natuurlijk grasland. Extensief beheer en een complexere vegetatiestructuur lijken hier belangrijk.

Wanneer alle insectgroepen gezamenlijk worden bekeken ontstaat een duidelijk beeld van het landschap. Boomwallen lijken kern habitats voor bodeminsecten te zijn en ondersteunen waarschijnlijk ook hoge diversiteit bij vliegende insecten. Grasland randen fungeren als diverse overgangszones waar vaak een evenwichtige gemeenschap aanwezig is. Semi-natuurlijk grasland ondersteunt hoge biodiversiteit van bodeminsecten, terwijl kruidenrijke inzaai vliegende insecten diversiteit bevordert.

Samenvatting: seizoensdynamiek, habitatstructuur en graslandbeheer

De biodiversiteit van insectengemeenschappen vertoont een duidelijke seizoen dynamiek. In mei is de soortenrijkdom en diversiteit over het algemeen lager, wat samenhangt met het vroege stadium van vegetatieontwikkeling en beperkte bloei. Richting juli neemt zowel het aantal soorten als de diversiteit toe, met name bij zweefvliegen en vliegende insecten, wanneer bloemaanbod, nectar- en stuifmeelbeschikbaarheid maximaal zijn. In augustus stabiliseert het, wat past bij veroudering van de vegetatie en het einde van de vliegperiode van een deel van de soorten.

Voor Zweefvliegen is deze seizoen respons uitgesproken: pieken in soortenrijkdom en diversiteit vallen samen met bloei en beschikbaarheid van zowel nectar (adulten) als geschikte microhabitats voor larven (bijv. bladluizenhaarden, natte zones, strooisel). Loopkevers laten daarentegen een meer afgevlakte seizoen respons zien. Hun activiteit en vangbaarheid variëren weliswaar over het seizoen, maar de soortensamenstelling is sterker gekoppeld aan structurele habitatkenmerken (bodem, strooisel, vocht) dan aan tijdelijke bloeipieken. Dit verschil onderstreept dat seizoen effecten vooral relevant zijn voor mobiele, bloei afhankelijke taxa, terwijl bodem bewonende groepen vooral reageren op ruimtelijke en structurele factoren.

Over alle soortgroepen heen functioneren boomwallen en graslandranden als hotspots van biodiversiteit. Deze habitats combineren structurele heterogeniteit, microklimaatvariatie en een divers aanbod aan voedselbronnen. Dit vertaalt zich mogelijk in hoge soortenrijkdom en hoge diversiteit. Voor Zweefvliegen zijn boomwallen en randen bijzonder belangrijk door het samenspel van bloeiende vegetatie, beschutting en een gevarieerd microhabitat voor larvale stadia. Loopkevers en andere lopende insecten profiteren vooral van de strooisel laag, bodemvocht en beperkte verstoring in deze habitats. Grasland midden daarentegen is structureel homogener en intensiever beheerd, en laat vrij consistent lage soortenrijkdom en diversiteit zien. De boomkroon neemt meestal een tussenpositie in: ecologisch waardevol als totaal ander habitat dan de lagere ruigte, kruiden en grasland.

Binnen boomwallen blijken elsrijke boomwallen soortenrijker dan houtwallen met eik, met name voor Zweefvliegen, lopende insecten families en Loopkevers. Elzensingels hebben doorgaans een vochtiger microklimaat, een snel afbrekend strooisel en een rijke ondergroei, wat gunstig is voor bodem bewonende fauna en voor insecten die afhankelijk zijn van een continu aanbod van micro- habitats. Eiken in houtwallen ondersteunen weliswaar ook biodiversiteit van insecten families, maar lijken wat minder soortenrijk. Dit wijst erop dat niet alleen de aanwezigheid van een boomwal, maar ook de boomsoortsamenstelling relevant is voor insecten diversiteit.

Van de graslandtypes had semi-natuurlijk grasland vaak hogere diversiteitwaarden. Dit geldt met name voor de soortgroepen Zweefvliegen en Loopkevers, waarschijnlijk door de structurele

heterogeniteit en variatie in vegetatiestructuur, en de lage mate van verstoring. Ingezaaid kruidenrijk grasland lijkt belangrijk voor lopende en vliegende insecten families in het algemeen. Dit komt waarschijnlijk door het bloemaanbod, maar het levert ook minder ecologische complexiteit dan semi-natuurlijk grasland en heeft een intensief beheer. Gangbaar grasland laat over het algemeen de laagste soortenrijkdom en diversiteit zien. Intensieve beheereffecten zijn minder duidelijk te zien bij vliegende insectenfamilies. Deze groep is ook mobiel en kan wellicht snel reageren bij verstoring.

De datasets die gebruikt zijn bij de accumulatie curves van soortenrijkdom en diversiteit zijn samengestelde datasets die weliswaar een bepaalde factor onderzoeken, maar waarbij alle andere factoren wel vertegenwoordigd zijn in de data. Bij de habitat analyse is er mogelijk een verstoring effect van seizoen en verschillen tussen boomwaltypes en graslandtypes op de verschillen tussen de habitats; dat kan ook het geval zijn bij de analyses van boomwaltype en graslandtype. Om daar rekening mee te houden is de data ook met een multifactoriële analyse geanalyseerd.

Analyse van aantallen en diversiteit met multi-factorele analyse (GnLMM)

Om effecten op de insectengemeenschap te analyseren op het gebied van aantallen/hoeveelheid en diversiteit is gebruik gemaakt van data per potval en plakval. Als indicator van aantallen is voor potvallen en plakvallen het aantal insecten per val gebruikt; daarnaast is bij potvallen het aantal Loopkevers en bij plakvallen het aantal Zweefvliegen ook gebruikt. Als indicator van diversiteit is bij zowel potvallen als plakvallen het aantal insecten families per val gebruikt; daarnaast is bij potvallen het aantal Loopkever soorten en bij plakvallen het aantal Zweefvliegen soorten gebruikt.

De multi-factoriele analyse kan hoofdeffecten van variabelen en interactieve effecten tussen variabelen signaleren, en daarmee een patroon van afhankelijkheden in kaart brengen. Via het inpassen van een model wordt de variatie in de meetwaarden optimaal toegedeeld aan de verklarende variabelen en hun interacties. Omdat de variatie ook optimaal wordt toegedeeld aan minder interessante verklarende modelvariabelen (zoals in dit geval effecten van jaar en meetronde), wordt daarvoor als het ware gecorrigeerd. Daarmee kan inzicht verkregen worden welke interessante variabelen direct (of in onderlinge interactie) invloed hebben op de aantallen insecten en aantallen soort(groep)en. Directe (hoofd)effecten zijn daarbij duidelijke directe aanwijzingen dat een variabele erg bepalend is; een interactie is daar een zwakkere aanwijzing voor omdat dat effect mede afhankelijk is van andere variabelen.

De analyses zijn uitgevoerd en de resultaten van aanwezige significante effecten is schematisch weergegeven in Tabel 3.

Zowel jaar als meetronde zijn robuust bepalend: jaar is altijd significant als hoofdeffect en als interactief effect met meetronde. Dat is begrijpelijk, aangezien er grote jaarverschillen kunnen optreden die de seizoen variatie beïnvloeden via verschillen in weersverloop en daarmee de fenologie en activiteit van insecten. Meetronde heeft daarnaast veel interactie effecten met habitat, boomwaltype en graslandtype.

Als je de jaar- en ronde-effecten buiten beschouwing laat (dus focust op de ecologisch meer interessante factoren habitat, boomwaltype en graslandtype), dan komt er uit deze matrix eigenlijk een vrij consistent patroon naar voren, met een belangrijk effect van habitat. Habitat heeft in alle analyses een sterk hoofdeffect en heeft ook robuust interacties met boomwaltype en graslandtype. Boomwaltype had zelden een hoofdeffect. Graslandtype had geen hoofdeffect. Het belang van de interactie met habitat laat zien dat de insecten aantallen en aantallen soort(groep)en vooral aanwezig waren in combinatie met habitat, en zwaar bepaald door meetronde en jaar.

Analyse van verschillen in insecten samenstelling

De analyse van verschillen tussen insecten samenstelling van de factoren habitat, boomwaltype en graslandtype is al beschreven in Venderbos et al. (2026; tabellen 3.3 en 3.4). Bij de vliegende insecten was sprake van beperkte verschillen in samenstelling van Vliegende insecten families tussen habitats, en eigenlijk geen verschillen tussen de graslandtypes en boomwaltypes. Er waren aanzienlijke verschillen in samenstelling van Zweefvliegen soorten tussen eigenlijk alle habitats, behalve tussen boomwal en grasland rand: het typische Zweefvliegen habitat. Er waren milde verschillen in Zweefvliegen soorten tussen de graslandtypes, met de hoogste mate van overeenkomst tussen ingezaaid kruidenrijk en semi-natuurlijk grasland. Er was een sterk verschil tussen de boomwaltypes.

Bij de lopende insecten waren er milde verschillen in lopende insecten families tussen habitats en tussen de boomwaltypes. Verschillen tussen graslandtypes waren nauwelijks aanwezig, en er was geen verschil tussen boomwaltypes. Er waren milde verschillen in Loopkever soorten tussen habitats tussen boomwal en grasland habitat: de grasland habitats verschilden niet. Er waren milde verschillen tussen graslandtypes, het meest uitgesproken verschil tussen ingezaaid kruidenrijk en semi-natuurlijk grasland. Er waren geen verschillen tussen boomwaltypes.

Het patroon laat zien dat de verschillen in Vliegende en Lopende insectenfamilies mild waren, wanneer aanwezig. Dit kan te maken hebben met het feit dat een familie samenstelling breed is en veel soorten omvat die zich binnen de variatie van habitat, graslandtype of boomwaltype kunnen handhaven. Verschillen in soortgroepen Zweefvliegen en Loopkevers waren meer uitgesproken, waarschijnlijk doordat de soorten sterke preferenties hebben voor bepaalde omstandigheden, meer dan families.

Analyse van trofische waarde: grootte en biomassa

Om effecten te analyseren op het gebied van trofische waarde van de insectengemeenschap voor houtwallandschap bewonende boerenlandvogels (zoals de Gekraagde roodstaart) is aandacht besteed aan aantallen en biomassa van verschillende grootte categorieën aan insecten. Hiervoor is een indeling gemaakt in de grootte categorieën 1-4mm, 4-8mm, 8-12mm, en >12mm, zoals die ingedeeld zijn door de met AI bepaalde lengtes van insecten op plakvallen. Biomassa is aan de hand van de lengte per insect geschat/berekend met de formule $Biomassa(mg) = 0,03 (lengte \text{ in } mm)^{2,63}$.

Gemiddeld werden in 2023 117.5 (SEM 6.6) insecten >1 mm grootte per plakval herkend door het AI algoritme. Libellen en vlinders zijn wel gedetecteerd maar verder niet meegenomen in de biomassaschattingen. De berekende biomassa was per plakval gemiddeld 136.1 mg (SEM 8.2 mg). In 2024 lag het niveau lager met gemiddeld 89.8 (SEM 3.3) insecten >1mm per plakval en een berekende biomassa van 96.4 mg (SEM 4.6) mg per plakval.

De verdeling van aantallen over de grootte categorieën was 82.54% (SEM 0.43%) voor 1-4mm, 12.22% (SEM 0.32%) voor 4-8mm, 4.29% (SEM 0.18%) voor 8-12mm en 0.94% (SEM 0.07%) voor >12mm. De verdeling van biomassa over de categorieën was 25.02% (SEM 0.72%) voor 1-4mm, 33.33% (SEM 0.67%) voor 4-8mm, 29.17% (SEM 0.70%) voor 8-12mm en 12.48% (SEM 0.65%) voor >12mm. Daarmee leveren de kleine insecten wel hoge aantallen, maar weinig biomassa: ongeveer 83% van de aantallen levert rond de 25% aan biomassa; bij de 4-12mm insecten leverde ongeveer 16% van de aantallen ongeveer 62% van de biomassa. De grootste insecten van >12mm kwamen erg weinig voor op de plakvallen, en dragen daarmee vrij weinig bij aan de totale biomassa.

Dit bevestigt het idee dat middelgrote insecten het belangrijkste stapelvoedsel vormen voor insectivore vogels. Dit maakt het belangrijk om de verdeling van die grootte klassen in het terrein te weten, en de afhankelijkheid van boomwalkwaliteit en graslandkwaliteit. Dit is geanalyseerd met multi-factoriele analyses.

Analyse van aantallen en biomassa per lengte categorie

Er zijn multifactoriële analyses gedaan met verklarende variabelen meetronde, habitat, boomwaltype en graslandtype, en met belangrijke interactieve effecten. Daarmee kan inzicht verkregen worden welke interessante variabelen direct (of in onderlinge interactie) invloed hebben op de aantallen insecten van verschillende grootte klassen en hun geschatte biomassa. Directe hoofdeffecten zijn daarbij duidelijke directe aanwijzingen dat een variabele bepalend is; een interactie is daar een zwakkere aanwijzing voor omdat dat effect mede afhankelijk is van andere variabelen. De analyses zijn gedaan op zowel aantallen als biomassa per plakval van de verschillende grootte klassen 1-4mm, 4-8mm, 8-12mm en >12mm. De uitkomsten zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Overzicht van verklarende variabelen voor multifactoriële analyses aan de effecten van jaar, meetronde, habitat, boomwaltype en graslandtype (en alle geanalyseerde interactie-termen) op het aantal insecten en de geschatte biomassa van verschillende grootte klassen van Vliegende insecten gevangen op plakvallen. Effecten zijn uitgesplitst voor hoofdeffecten en 2-weg en 3-weg interacties. Groen: hoofdeffecten; Lichtgrijs: interactietermen bij geen analyse significant bijdroegen.

	effect	hoofd			interactie			hoofd			interactie			interactie							
		2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	2-weg	3-weg	3-weg	3-weg	3-weg						
	jaar	ronde	r ^{*h}	r ^{*g}	r ^{*b}	habitat	r ^{*h}	h ^{*g}	h ^{*b}	graslandtype	r ^{*g}	h ^{*g}	g ^{*b}	boomwaltype	r ^{*b}	h ^{*b}	g ^{*b}	r ^{*h} g ^{*g}	r ^{*h} h ^{*b}	r ^{*g} g ^{*b}	h ^{*g} g ^{*b}
aantal Insecten 1-4mm	2023	***	***		***	***	**	***			**							**			
aantal Insecten 1-4mm	2024	***	**	**	***	***		***			**				***				***		
aantal Insecten 4-8mm	2023	***	***	.	**	***	***	**			.								*	**	
aantal Insecten 4-8mm	2024	***	***	.		***													*	**	
aantal Insecten 8-12mm	2023	***	***		.	***	***	***						*	.	***			*	*	
aantal Insecten 8-12mm	2024	***			**	***									**						
aantal Insecten >12mm	2023	***			**	***									**						
aantal Insecten >12mm	2024	***	**			***															
biomassa Insecten 1-4mm	2023	***	***		***	***	**	***						*				*	**		
biomassa Insecten 1-4mm	2024	***	***		***		***							*					***		
biomassa Insecten 4-8mm	2023	***	*	*	***	*	*	*			*				*						*
biomassa Insecten 4-8mm	2024	***	*		***																*
biomassa Insecten 8-12mm	2023	***	***	*	***		***	***			*				***			***	***		
biomassa Insecten 8-12mm	2024	***			***	***	**				**				***						
biomassa Insecten >12mm	2023	***	***		***	***	***							*							
biomassa Insecten >12mm	2024	***			**	***									**						
biomassa Insecten Totaal	2023	***	***	**	***		***	***					*	**	***				*	*	
biomassa Insecten Totaal	2024	***	*	*	***	*	*	*			*			*	*				*	*	

Het patroon aan significante effecten voor aantallen insecten is dat meetronde robuust bepalend is voor aantallen in alle grootte categorieën in alle jaren. Dat is ook het geval voor de aan lengte gekoppelde biomassa. Dat is begrijpelijk, aangezien er grote verandering in het seizoen optreden en grote verschillen tussen jaren kunnen optreden, door verschillen in het verloop van het weer en daarmee op de fenologie en activiteit van zowel kleine als grote insecten. Meetronde heeft daarnaast robuust interactie effecten met vooral habitat en boomwaltype en in wat mindere mate met graslandtype.

Voor alle grootteklassen en biomassa is het hoofdeffect van habitat altijd sterk aanwezig: ook hier lijkt de ruimtelijke positie in het landschap erg belangrijk voor de Vliegende insecten, van groot tot klein. Bij de grotere grootte klassen lijken interacties minder vaak voor te komen. Dit kan te maken hebben met de afwezigheid van interacties, maar kan ook te maken hebben met de aantallen, die sterk afnemen naarmate de insecten groter zijn. De effecten van boomwaltype en graslandtype lijken ook in deze dataset grotendeels afhankelijk te zijn van interacties met habitat.

Om de dominante habitatpatronen wat beter in te kunnen schatten zijn de kwantitatieve effecten van het habitat hoofdeffect op aantallen en biomassa van de verschillende grootte categorieën voor de verschillende analyses berekend en op volgorde gezet in Tabel 5. Het patroon geeft aan dat er lage aantallen en biomassa in de boomkroon zijn aangetroffen. Hoge aantallen zijn vooral aangetroffen in grasland rand, voor sommige categorieën ook in boomwal (4-8mm) en grasland midden (1-4mm; >12mm). Een lage biomassa is vooral aangetroffen in boomkroon en grasland midden, met name voor de middelgrote (4-8mm en 8-12mm) tot grote (<12mm) categorieën. Er was ook sprake van behoorlijk verschil in de patronen tussen jaren.

Het patroon laat in ieder geval zien dat de boomwal en met name ook de grasland randen belangrijk zijn voor middelgrote en grote insecten. Die grootte categorieën zijn ook met name belangrijk als stapelvoedsel voor kleine zangvogels.

Tabel 5. Overzicht van de effecten van verschillende habitats op aantallen en biomassa van de verschillende grootte categorieën 1-4mm, 4-8mm, 8-12mm, en >12mm. De getallen geven de verhouding weer ten opzichte van de referentiecategorie boomkroon (=1,00): het getal 1,08 geeft aan dat er 108% van de aantallen in de referentiecategorie boomkroon is aangetroffen in het habitat. De rangorde van hoog naar laag is aangegeven in kleur (groen, geel, oranje, rood).

Habitat hoofdeffect	boomkroon	boomwal	graslandrand	graslandmidden
Aantallen				
1-4 mm (2023)	1	1,08	2,33	1,85
1-4 mm (2024)	1	2,61	4,83	4,94
4-8 mm (2023)	1	2,03	2,74	1,08
4-8 mm (2024)	1	4,17	2,07	1,12
8-12 mm (2023)	1	2,45	3,22	1,91
8-12 mm (2024)	1	2,85	2,89	2,42
>12 mm (2023)	1	3,94	4,95	2,73
>12 mm (2024)	1	3,76	5,47	5,56
Biomassa				
1-4 mm (2023)	geen hoofdeffect			
1-4 mm (2024)	1	2,75	5,53	5,75
4-8 mm (2023)	1	1,67	2,34	0,88
4-8 mm (2024)	1	2,23	1,19	0,76
8-12 mm (2023)	1	2,69	3,94	2,03
8-12 mm (2024)	1	3,86	4,18	3,13
>12 mm (2023)	1	1,75	2,46	0,97
>12 mm (2024)	1	4,14	5,87	6,82

Wanneer de vier grootteklassen samen worden bekeken ontstaat een duidelijk schaalafhankelijk patroon. Kleine insecten hebben lage aantallen en biomassa in de boomkroon en boomwal en hogere aantallen in het grasland, tot wel 4,94x meer individuen en 5,75x meer biomassa dan in de boomkroon. Kleine insecten worden het meest gevonden in het grasland. Middelgrote insecten (4- 8mm) hebben hoge aantallen en biomassa in de boomwal / grasland rand zone. Grotere insecten (8- 12mm) pieken in aantallen en biomassa in de grasland randzone. De grootste categorie >12mm piekt weer meer in het grasland als geheel.

Het gecombineerde patroon suggereert dat de boomkroon relatief weinig vangbare insecten en biomassa bevat, dat in het open grasland vooral veel kleine en grote insecten in lage aantallen aangetroffen worden, en dat in de boomwal-grasland randzone hoge aantallen en biomassa van middelgrote en grote insecten aangetroffen wordt. Dit betekent dat de randzone van boomwal en grasland een belangrijke foerageerzone vormt voor insectivore zangvogels.

Kruidenrijkheid, nectarproductie en insecten in grasland

Graslanden herbergen een grote diversiteit aan insecten, variërend van bestuivers en bloembebruikers tot predatoren, parasitoiden en herbivoren. De ecologische kwaliteit van graslanden wordt vaak beoordeeld aan de hand van plantendiversiteit (kruidenrijkheid) en de beschikbaarheid van voedselbronnen zoals nectar.

In het kader van het project Kruiden tussen de Coulissen is ook kruidenrijkheid gemeten en nectarproductie ingeschat. Dit is in het rapport van Venderbos et al. (2026) ook beschreven. Er waren sterke aantoonbare verschillen in kruiden bedekkingspercentage in mei ten opzichte van juli en augustus, en grote verschillen in soortenrijkdom tussen gangbaar grasland en ingezaaid kruidenrijk en semi-natuurlijk grasland (zie Venderbos et al. (2026) figuren 3.1, 3.2). Met name semi-natuurlijk grasland en ingezaaid kruidenrijk grasland hadden een hoge geschatte gerealiseerde nectarproductie (zie Venderbos et al. (2026) figuur 3.5).

Die data van kruidenrijkheid en nectarproductie is gebruikt om effecten op de insectengemeenschap in grasland te onderzoeken. Dit om te kijken of en hoe de kruidenrijkheid de insectengemeenschap ondersteunt. Dit is gedaan met de data van Vliegende insecten families, omdat er in die dataset veel verschillend te typeren families in zitten, waaronder stuifmeel en nectar gebruikende families en ook typische bestuivende families. Daarnaast zijn het ook mobiele families die wellicht de afstand tussen ander leefhabitat (zoals boomwallen) naar het grasland kunnen en willen overbruggen.

De analyse van de effecten van kruidenrijkheid en nectarproductie is uitgevoerd op de soortensamenstelling van de hele gemeenschap van Vliegende insecten families, zoals die gevangen zijn met plakvallen in het grasland (grasland rand en grasland midden), omdat daar de meest uitgesproken relaties verwacht worden. Daarnaast is gekeken of de effecten van kruidenrijkheid en nectarproductie op de Insectengemeenschap sterker werden als alleen gekeken werd naar stuifmeel en nectar gebruikende en bestuivende Vliegende insectenfamilies.

De analyses zijn gebaseerd op plakvalvangsten in grasland midden en grasland rand. Na opschoning van de insecten dataset (verwijderen van lege vallen en ontbrekende waarden) zijn de gegevens geaggregeerd naar het niveau van transect/raai en meetronde, omdat zowel kruidenrijkheid als nectarproductie op dat niveau zijn gemeten.

De insectendata zijn geanalyseerd op familieniveau. Families die niet in grasland zijn gevangen zijn verwijderd. De aantalsgegevens zijn Hellinger-getransformeerd om de nadruk te leggen op soortensamenstelling in plaats van aantallen: de transformatie onderdrukt overheersende soorten.

Voor de analyse is een RDA (Redundancy Analysis) uitgevoerd met plantendiversiteit en nectarproductie als verklarende variabelen. Significanties van modellen en assen zijn getoetst met permutatietests (1000 iteraties).

Naast deze analyse voor alle insectenfamilies samen is een aparte RDA uitgevoerd voor de subset van bestuivers en andere nectar en stuifmeelgebruikers.

Kruidenrijkheid, nectarproductie en alle insectenfamilies

Voor de volledige insectengemeenschap zijn 56 families gevangen in grasland en gebruikt (zie Tabel 6). In totaal waren 194 cases beschikbaar voor analyse. De correlatie tussen kruidenrijkheid en nectarproductie was niet verontrustend hoog ($r=0,49$), dus konden beide variabelen gebruikt worden.

Tabel 6. De lijst met Vliegende insecten families gebruikt bij de analyse naar effecten van kruidenrijkheid en nectarproductie op insectengemeenschap van het grasland: alle aanwezige families.

56 Vliegende insecten families		
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	bloembezoeker?
Apidae	Bijen en hommels	Ja
Conopidae	Blaaskopvliegen	Ja
Anthomyiidae	Bloemvliegen	Ja
Tephritidae	Boorvliegen	Ja
Calliphoridae	Bromvliegen	Ja
Empididae/Hybotidae	Dansvliegen / bocheldansvliegen	Ja
Tabanidae	Dazen	Ja
Melittidae	Dikpootbijen	Ja
Scathophagidae	Drekvliegen	Ja
Tenthredinidae	Echte bladwespen	Ja
Chrysopidae	Gaasvliegen	Ja
Halictidae	Groefbijen	Ja
Colletidae	Korttongbijen	Ja
Tipulidae	Langpootmuggen	Ja
Psychodidae	Motmuggen	Ja
Vespidae	Plooiwielwesp	Ja
Tachinidae	Sluipvliegen	Ja
Cantharidae	Solfaatjes	Ja
Stratiomyidae	Wapenvliegen	Ja
Andrenidae	Zandbijen	Ja
Syrphidae	Zweefvliegen	Ja
Chalcidoidea	Bronswespen	Regelmatig
Ichneumonoidea	Sluipwespachtigen	Regelmatig
Chrysomelidae	Bladkevers	Soms
Scarabaeidae	Bladspruitkevers	Soms
Anthoridae	Bloemwantsen	Soms
Phoridae	Bochelvliegen	Soms
Hemerobiidae	Bruine gaasvliegen	Soms
Sarcophagidae	Dambordvliegen	Soms
Chironomidae	Dansmuggen	Soms
Muscidae	Echte vliegen	Soms
Panorpidae	Eigenlijke schorpioenvliegen	Soms
Chrysididae	Goudwespen	Soms
Chloropidae	Halmvliegen	Soms
Elateridae	Knijptorren	Soms
Staphylinidae	Kortschildkevers	Soms
Coccinellidae	Lieveheersbeestjes	Soms
Formicidae	Mieren	Soms
Asilidae	Roofvliegen	Soms
Sciomyzidae	Slakkendoders	Soms
Dolichopodidae	Slankpootvliegen	Soms
Rhagionidae	Snavelvliegen	Soms
Curculionoidea	Snuitkevers	Soms
Pompilidae	Spinnendoders	Soms
Psyllidae	Bladvlooien	Zelden
Membracidae	Bochelcicaden	Zelden
Cicadellidae	Dwergcicaden	Zelden
Opomyzidae	Grasvliegen	Zelden
Carabidae	Loopkevers	Zelden
Scatopsidae	Mestmuggen	Zelden
Sphaeroceridae	Mestvliegen	Zelden
Tettigoniidae	Sabelsprinkhanen	Zelden
Hydrophilidae	Spinnende-waterkevers	Zelden
Delphacidae	Spoorcicaden	Zelden
Acrididae	Veldsprinkhanen	Zelden
Sepsidae	Wappervliegen	Zelden

De RDA-analyse liet zien dat nectarproductie en kruidenrijkheid samen een significant effect hadden op de soortensamenstelling, maar dat dit effect relatief klein was. De verklarende variabelen verklaarden samen 8,1% van de totale variatie in de gemeenschap, terwijl het grootste deel van de variatie onverklaard bleef. Dit wijst erop dat kruidenrijkheid en nectarproductie een consistente, maar beperkte invloed hebben op de insectengemeenschap in het grasland.

Binnen het model bleek kruidenrijkheid ($p=0.001$) de belangrijkste verklarende factor te zijn en deze verklaarde significant meer variatie dan nectarproductie ($p=0,006$). Beide variabelen droegen significant bij aan het model. RDA-1 gerelateerd aan kruidenrijkheid was significant ($p=0,001$). RDA2 gerelateerd aan nectarproductie was ook significant ($p=0,018$).

Families met positieve RDA-1-scores waren Dansmuggen, Drekvliegen, Langpootmuggen, Motmuggen, Kortschildkevers en Zandbijen. Families met positieve RDA2-scores waren Motmuggen, Slankpootvliegen, Dambordvliegen, Bronswespen, Langpootmuggen en Mestvliegen. Beide groepen hebben geen duidelijke noodzakelijke binding met bloemrijkheid, uitgezonderd Zandbijen. Bijna alle families zijn wel op een andere manier bloembezoeker of nectargebruiker.

Families met sterk negatieve RDA1-scores waren vaak parasitoïden, predatoren en grassen-specialisten, zoals sluipwespen (Ichneumonoidea), slankpootvliegen (Dolichopodidae) en dwergcicaden (Cicadellidae). Deze taxa zijn minder direct afhankelijk van kruidenrijkheid en waarschijnlijk meer beïnvloed door landschappelijke context en de aanwezigheid van boomwallen.

Kruidenrijkheid, nectarproductie en nectargebruikers

Een gelijke analyse is uitgevoerd binnen een subset van 28 families met bestuivers en nectar-/bloembezoekers (zie Tabel 7). Hiermee werd 8.4% van de variatie in soortensamenstelling verklaard. Echter, hier bleek alleen kruidenrijkheid een significant effect te hebben ($p=0,001$); nectarproductie ($p=0,14$) droeg hier dus niet zelfstandig bij aan de verklaring van de soortensamenstelling. Dat is wat onverwacht aangezien van de soorten verwacht werd dat bloemrijkheid en nectarproductie meer direct effect zouden kunnen hebben.

Tabel 7. De lijst met Vliegende insecten families gebruikt bij de analyse naar effecten van kruidenrijkheid en nectarproductie op insectengemeenschap van het grasland: subset van 28 nectar/stuifmeel gebruikende families.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	bloembezoeker?
Apidae	Bijen en hommels	Ja
Conopidae	Blaaskopvliegen	Ja
Anthomyiidae	Bloemvliegen	Ja
Tephritidae	Boorvliegen	Ja
Calliphoridae	Bromvliegen	Ja
Empididae/Hybotidae	Dansvliegen / bocheldansvliegen	Ja
Tabanidae	Dazen	Ja
Melittidae	Dikpootbijen	Ja
Scathophagidae	Drekvliegen	Ja
Tenthredinidae	Echte bladwespen	Ja
Chrysopidae	Gaasvliegen	Ja
Halictidae	Groefbijen	Ja
Colletidae	Korttongbijen	Ja
Tipulidae	Langpootmuggen	Ja
Vespidae	Plooiwleugwespen	Ja
Tachinidae	Sluipvliegen	Ja
Cantharidae	Soldaatjes	Ja
Stratiomyidae	Wapenvliegen	Ja
Andrenidae	Zandbijen	Ja
Syrphidae	Zweefvliegen	Ja
Chalcidoidea	Bronswespen	Regelmatig
Ichneumonoidea	Sluipwespachtigen	Regelmatig
Chrysomelidae	Bladkevers	Soms
Scarabaeidae	Bladspruitkevers	Soms
Formicidae	Mieren	Soms
Dolichopodidae	Slankpootvliegen	Soms
Rhagionidae	Snavelvliegen	Soms
Curculionoidea	Snuitkevers	Soms

Dit duidt erop dat de aanwezigheid van deze set aan verschillende bestuivers/nectargebruikende families voornamelijk wordt bepaald door de kruidenrijkheid; wellicht heeft de geproduceerde nectar wel invloed op aantallen maar niet op welke families er voorkomen.

De twee analyses laten zien dat voor vliegende insecten families kruidenrijkheid de insecten gemeenschap het sterkst structureerde, waarbij nectarproductie voor de brede gemeenschap wel

bijdroeg, maar bij analyse van alleen bestuivers/nectargebruikers dat zelfstandige effect niet meer had. Verder waren de effecten weliswaar significant maar wel zwak. Er blijken in ieder geval meer variabelen in het spel om de soorten van het grasland te bepalen dan kruidenrijkheid en nectarproductie. Waarschijnlijk spelen vegetatiestructuur en andere variatie in micro-klimaat een belangrijkere rol.

Conclusie

De resultaten laten zien dat er een brede insectenbiodiversiteit in het coulisselandschap aanwezig is die samenhangt met landschapsstructuur en habitatgradiënten vanuit de combinatie van boomwallen en naastgelegen grasland. Boomwal en grasland randen vormen de soortenrijke kern van het de insectengemeenschap van zowel de bodem bewonende als vliegende insecten, doordat zij een combinatie bieden van structuur, microklimaat, en voedselbronnen in de overgang van boomsysteem naar graslandsysteem. Boomwallen bieden daarin stabiliteit, grasland met name productiviteit en voedsel.

Graslandbeheer speelt wel een rol, maar vooral in combinatie met de boomwallen als naastgelegen landschapselementen. Semi-natuurlijk grasland ondersteunt een hoge diversiteit van bodem gebonden insecten, terwijl ingezaaid kruidenrijk grasland met name vliegende insecten kan bevorderen. Gangbaar intensief grasland vertoont de laagste biodiversiteitswaarden.

De data laat onder meer zien dat soortenrijkdom van loopkevers en andere lopende insecten hoog is in boomwallen, dat randzones erg divers zijn, en dat het grasland op zich relatief weinig divers is.

Samenstelling van insectengemeenschappen in het grasland wordt beïnvloed door kruidenrijkheid en nectarproductie, maar in lage mate. Ook soorten die meer afhankelijk zijn van bloei (bestuivers, nectargebruikers) reageren op aanwezigheid van kruidenrijkdom, en niet zozeer op nectarproductie. De insectensamenstelling wordt meer gestuurd door andere omgevingsfactoren dan door kruidenrijkheid en nectarproductie.

Middelgrote insecten zijn de sleutel voor vogelhabitat. Biomassa van deze insecten pieken in randzones in de overgang van boomwal naar grasland. Hierdoor zijn juist deze randzones cruciaal als foerageergebied voor de vogelsoorten van het coulisselandschap. Behoud en herstel van deze overgangszones is essentieel voor voedselvoorziening van boerenlandvogels zoals de Gekraagde roodstaart.

Het onderzoek laat daarmee zien dat effectieve biodiversiteitsmaatregelen niet alleen gericht moeten zijn op perceel beheer, maar vooral op het behouden en versterken van de landschappelijke structuur. Het combineren van maatregelen voor het verbeteren van de kwaliteit en diversiteit van boomwallen, het verbeteren van de kwaliteiten van randzone samen met extensiever beheerde graslanden biedt de beste kansen voor het coulisselandschap als biodivers en functioneel agro- ecosysteem.

Het rapport onderbouwt dat het gevarieerde habitat het sterkste effect heeft op de insectenpopulaties, op zichzelf maar ook in interactie met het type boomwal en met verschillend grasland beheer. Het lijkt daarmee effectiever om de gradiënt van boomwal naar perceelrand en het perceel te versterken dan het grasland sterk te veranderen.

Ter verbetering kan ingezet worden op bredere minder intensief gebruik in de randzones, door minder mesten en maaien naast de boomwallen, door verbeteren van boomwalstructuur en variatie en door meer gefaseerd beheer.

Referenties.

Chao, A., Gotelli, N.J., Hsieh, T.C., Sander, E.L., Ma, K.H., Colwell, R.K. & Ellison, A.M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45-67.

Chao, A. and Jost, L. (2015). Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution*, 6, 873-882.

Chao, A., Ma, K.H., Hsieh, T.C., Chiu, C-H. (2015). Species-richness Prediction And Diversity Estimation in R. Beschikbaar via <https://chao.shinyapps.io/SpadeR/>.

de Chaumont, F. et al. (2012). ICY: An open bioimage informatics platform for extended reproducible research. *Nature Methods*, 9(7), Art. 7.

Hsieh, T.C., Ma, K.H. & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7, 1451

Sabo, J. L., Bastow, J. L., Power, M. E. (2002). Length–mass relationships for adult aquatic and terrestrial invertebrates in a California watershed. *Journal of the North American Benthological Society*, 21(2), 336–343.

Strijkstra, A.M., Boerema, A.S., & Boersma, R. (2023). BEESPOKE Frisian clay area: sticky trap protocol and analysis. <https://northsearegion.eu/beespoke/guides-evaluation-tools-other-publications/insect-biodiversity-assessments-in-the-frisian-clay-area/index.html>.

Tkachenko, M., Malyuk, M., Holmanyuk, A., & Liubimov, Nikolai. (2020). Label Studio: Data labeling software. Retrieved from <https://github.com/heartexlabs/label-studio>.

Venderbos, R., Strijkstra, A., Oosterveld, E.B. (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.

Wang, C.-Y., Bochkovskiy, A., Liao, H.-Y. M. (2022). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. arXiv:2207.02696.

Gebruikte determinatie middelen

Aaskevers van Nederland. (z.d.).
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=55#

Benisch, C. (2025, 28 november). *Käfer (Coleoptera) der deutschen Käferfauna - kerbtier.de*.
<https://www.kerbtier.de/>

Berg, M., & Evenhuis, C. (2001). Determinatietabel voor de Nederlandse Duizendpoten (Myriapoda: Chilopoda). *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 15.
https://repository.naturalis.nl/pub/218638/NFM15_041-078.pdf

Berg, M. P., Krediet, A., Heijerman, T., & Stichting Jeugdbondsuitgeverij. (2015). *Tabel voor de Nederlandse Miljoenpoten (Myriapoda: Diplopoda)*. Stichting Jeugdbondsuitgeverij.
<https://jeugdbondsuitgeverij.nl/wp-content/uploads/2024/04/Diplopoda.pdf>

Berg, M. P., & Wijnhoven, H. (1997). *Landpissebedden: een tabel voor de landpissebedden (Crustacea; Oniscidae) van Nederland en België*. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.

Berkholst, B., & Van 't Bosch, J. (2024). *Bijvliegen (Syrphidae: Eristalis) van Nederland*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=174#

Boer, P. (2023). *Mieren van de Benelux*. Stichting Jeugdbondsuitgeverij.

Bot, S., & Van de Meutter, F. (2020). *Veldgids zweefvliegen*. KNNV Uitgeverij.

Drukker, D. (2017). *Soortzoeker Pissebedden in de tuin*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=103#

Drukker, D. (2018). *Soortzoeker Schorpioenvliegen*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=132#

Kalkman, V. (2016). *Soortzoeker lieveheersbeestjes van Nederland*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=35#

Kleukers, R. (2019). *Oorwormen*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=130#

Kos, M. (2019). *Soortzoeker Hommels van Nederland*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=134#

Krediet, A., Heijerman, T., & Buesink, R. (2022). *Het geleedpotigenboek: tabellen voor de orden en families van Nederlandse Hexapoda, Myriapoda, Chelicerata, en Crustacea*. Jeugdbondsuitgeverij.

- Lompe, A. (z.d.). *Start*. <https://www.coleonet.de/coleo/html/start.htm>
- Mikes insect keys*. (z.d.). <https://sites.google.com/view/mikes-insect-keys/mikes-insect-keys>
- Muilwijk, J., Felix, R. F., Dekoninck, W., & Bleich, O. (2015). *De Loopkevers van Nederland en België (Carabidae)*. Nederlandse Entomologische Vereniging, Naturalis Biodiversity Center, EIS Kenniscentrum Insecten.
- Oosterbroek, P., De Jong, H., & Sijstermans, L. (2005). *De Europese families van muggen en vliegen (Diptera): determinatie, diagnose, biologie*. KNNV Uitgeverij.
- Paukkunen, J., Berg, A., Soon, V., Ødegaard, F., & Rosa, P. (2015). An illustrated key to the cuckoo wasps (Hymenoptera, Chrysididae) of the Nordic and Baltic countries, with description of a new species. *ZooKeys*, 548(548), 1–116. <https://doi.org/10.3897/zookeys.548.6164>
- Reemer, M. (2016). *Soortzoeker Wapenvliegen van Nederland*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=43#
- Schulten, A. (2014). *FotoGids ZWEEFVLIEGEN* (Door A. Veltman; 2de editie).
- Smit, J. T. (2016). *Soortzoeker Blaaskopvliegen van de Benelux*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=31
- Steven, F. (2017). *Veldgids Bijen voor Nederland en Vlaanderen*. Kosmos Uitgevers.
- Van Den Broek, R., & Schulten, A. (2013). Roofvliegen van Nederland en België inclusief Denemarken en de Britse Eilanden (Diptera – Asilidae). <https://kenniscentruminsecten.nl/publicaties/roofvliegen-van-nederland-en-belgie-inclusief-denemarken-en-de-britse-eilanden-diptera-asilidae/>
- Van Loon, A. (2017). *Soortzoeker Mieren van Nederland*. Naturalis Biodiversity Center & EIS Kenniscentrum Insecten en andere Ongewervelden, Leiden.
https://determineren.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/matrixkey/index.php?epi=108#
- Verhoogt, K. (2020). *Determinatietabel voor Nederlandse weekschildkevers (Cantharidae)*. Jeugdbondsuitgeverij.
- Wendler, A., Nüß, J., Schipper, W., & Stroo, A. (2002). *Libellen van Noordwest-Europa: determinatie, verspreiding, biotoopsvoorkeur en bedreiging van de libellensoorten van Noordwest-Europa*. Jeugdbondsuitgeverij.
- Wiśniowski, B. (2015). *Cuckoo-wasps (Hymenoptera: Chrysididae) of Poland: Diversity, Identification, Distribution*. Ojców National Park.
- Wolff, D., Gebel, M., & Geller-Grimm, F. (2018). *Die Raubfliegen Deutschlands: Entdecken - Beobachten - Bestimmen*. Quelle & Meyer Verlag.
- Zeegers, T., Schulten, A., Vassen, F., & Zeegers, T. (2000). Veldgids DAZEN (Diptera -Tabanidae) van Noordwest-Europa. In A. Schulten (Red.), *Veldgids DAZEN* (2de editie).