

Effecten van sinusbeheer op de biodiversiteit van Brabantse beekdalgraslanden



Effecten van sinusbeheer op de biodiversiteit van Brabantse beekdalgraslanden: resultaten van zes jaar praktijkervaring

Tekst

Anthonie Stip & Michiel Wallis de Vries

Met medewerking van

Jitte Groothuis, Jinze Noordijk, Menno Reemer & Theo Zeegers (EIS Kenniscentrum Insecten); Ruud Beringen & Edwin Dijkhuis (FLORON); Annette van Berkel, Kim Huskens, René Manger & Kars Veling (De Vlinderstichting)

Rapportnummer

VS2024.003

Projectnummer

P-2021.010

Productie

De Vlinderstichting
Mennonietenweg 10
Postbus 506
6700 AM Wageningen
T 0317 46 73 46
E info@vlinderstichting.nl
www.vlinderstichting.nl

Subsidieverstrekker

Dit project is mede tot stand gekomen dankzij subsidie uit de subsidieregeling 'Biodiversiteit en leefgebieden' van de Provincie Noord-Brabant.

Deze publicatie kan worden geciteerd als

Stip, A. & Wallis de Vries (2024). *Effecten van sinusbeheer op de biodiversiteit van Brabantse beekdalgraslanden: resultaten van zes jaar praktijkervaring*. Rapport VS2024.003, De Vlinderstichting, Wageningen.

Trefwoorden

Natuurbeheer, maaien, biodiversiteit, insecten, vaatplanten, graslanden, bloemenaanbod, sinusbeheer

Juni 2024



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigden/of openbaar gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van De Vlinderstichting, noch mag het zonder een dergelijke toestemming gebruikt worden voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Inhoud

1	Inleiding.....	7
1.1	Aanleiding	7
1.2	Wat is sinusbeheer?.....	8
1.3	Doelstelling	8
1.4	Vragen en hypothesen	8
2	Proefopzet en onderzoeksgebieden	10
2.1	Proefopzet	10
2.2	Gebieden.....	10
2.3	Uitvoering beheer.....	12
2.4	Gegevensverzameling	13
2.5	Data-analyse	15
2.6	Dankwoord.....	17
3	Vegetatie, microklimaat en bloemenaanbod.....	19
3.1	Vegetatie.....	19
3.2	Microklimaat	21
3.3	Bloemenaanbod.....	22
4	Dagvlinders.....	24
5	Bijen en zweefvliegen.....	27
5.1	Bijen	27
5.2	Zweefvliegen	30
6	Biomassa overwinterende ongewervelden.....	33
7	Discussie veldproef.....	37
7.1	Verwachtingen en uitkomsten.....	37
7.2	Veranderingen in het microklimaat	37
7.3	Soortensamenstelling op de vegetatie	38
7.4	Bloemenaanbod.....	38
7.5	Effecten op dagvlinders	38
7.6	Effecten op bijen en zweefvliegen	39
7.7	Biomassa van overwinterende insecten en spinnen	39
7.8	Verschilt sinusbeheer van ander gefaseerd maaibeheer?	39
8	Kosten en praktische uitvoering.....	41
8.1	Kosten van sinusbeheer	41
8.2	Praktische uitvoering sinusbeheer	42
8.3	Sinusbeheer: veel baten voor iets hogere kosten.....	43
9	Conclusie en aanbevelingen.....	44
9.1	Conclusie.....	44
9.2	Aanbevelingen	44
10	Literatuur	46
	Bijlage 1: Botanische samenstelling	48

Bijlage 2: Dagvlinders	53
Bijlage 3: Bijen	54
Bijlage 4: Zweefvliegen.....	57

Samenvatting

Biodiversiteit in Nederland staat onder druk, zeker in open gebieden zoals graslanden. In de afgelopen drie decennia is de biomassa en het aantal insecten met ongeveer driekwart afgenomen. Om deze trends te keren zijn maatregelen nodig. Eén van mogelijke maatregelen is een kleinschaliger vorm van maaibeheer van graslanden, die meer ruimte biedt aan insecten en andere ongewervelden. Het in 2013 in Vlaanderen uitgevonden sinusbeheer is zo'n vorm van kleinschalig maaibeheer met potentieel positieve effecten voor biodiversiteit.

In een praktijkonderzoek van 2017-2020 (fase 1) en 2021-2023 (fase 2) zijn de effecten van sinusbeheer onderzocht in een aantal vochtige beekdalgraslanden in Noord-Brabant. Daarbij is zowel de korte als middellange termijn in ogenschouw genomen. Deze studie laat zien dat sinusbeheer in vochtige beekdalgraslanden positieve effecten heeft op biodiversiteit. In de context van voortdurend biodiversiteitsverlies en afname van insectenbiomassa is sinusbeheer daarmee één van de maatregelen die potentie heeft om het tij te keren in graslandsystemen. De positieve effecten van sinusbeheer blijken uit een aantal aspecten.

De vegetatie in de onderzochte beekdalgraslanden veranderde in de ruim vijf jaar van studie en werd soortenrijker, maar dat gebeurde ook in de referentiepercelen. Er was derhalve geen significant verschil in plantensoortenrijkdom tussen de percelen met en zonder sinusbeheer. Dit werd ook niet op voorhand verwacht. Er was echter ook geen indicatie voor een toename van ruigtesoorten of stikstofminnende plantensoorten, wat goed nieuws is. Sinusbeheer geeft veel variatie in de structuur van de vegetatie. Metingen aan het microklimaat in de eerste fase van het project wezen uit dat er door het sinusbeheer een grotere temperatuurvariatie ontstaat in het grasland, voornamelijk tijdens het groeiseizoen van april t/m augustus. Dit betekent dat er voor ongewervelden die in deze vegetatie leven meer mogelijkheden zijn om met temperatuurextremen om te gaan (er zijn altijd koude of juiste warme plekjes aanwezig). Bovendien kan door het positieve temperatuureffect de ontwikkeling van ongewervelden sneller verlopen indien deze temperatuurafhankelijk is. De grotere structuurvariatie zorgde ook voor een significant groter bloemaanbod door het sinusbeheer, vooral in de zomer. In percelen met sinusbeheer werden 3x meer kale jonker en 12x meer vlinderbloemigen gezien dan in referentiepercelen. Beide soorten of groepen planten zijn voor bloembezoekende insecten van groot belang als voedselplant of waardplant.

Deze veranderingen zagen we ook terug bij de insecten. Allereerst is er 44% meer biomassa van overwinterende ongewervelden (vooral insecten en spinnen) op percelen met sinusbeheer dan op percelen zonder sinusbeheer. Het aantal ongewervelden was ongeveer twee keer zo groot op percelen met sinusbeheer. Om de effecten op voortplanting van insecten te bestuderen, is van een modelsoort, het oranjepipje, het aantal eitjes geteld. In plots met sinusbeheer werden tweeënhalf keer zoveel eitjes geteld als in plots zonder sinusbeheer. Van de bloembezoekende insecten, tenslotte, werd een respons verwacht en ook aangetoond. Bij de vlinders was de graslandsoort bruin zandoogje significant talrijker onder sinusbeheer (2x meer), terwijl het klein geaderd witje juist 2x minder talrijk was onder sinusbeheer. Bij zweefvliegen werd geen significant effect op aantallen gevonden, maar leek de soortenrijkdom wel toe te nemen door het sinusbeheer. Bij wilde bijen waren de verschillen groter, voornamelijk in de zomer en waarschijnlijk als gevolg van het vergrote bloemaanbod. In augustus waren er 2,5x meer wilde bijen op percelen met sinusbeheer. Ook vonden we 3x meer zeldzame bijensoorten op percelen met sinusbeheer. Dit alles samengenomen maakt sinusbeheer een uiterst zinvolle en bewezen effectieve beheermethode in graslanden.

1 Inleiding

In 2017 is een praktijkproef gestart naar de effecten van sinusbeheer op biodiversiteit in vochtige graslanden van Brabantse beekdalen. Drie jaar onderzoek (2017-2019) brachten diverse positieve resultaten, maar deze waren sterk beïnvloed door drie uiterst droge jaren. Ook bleef er nog een aantal kennislacunes over de brede ecologische effecten van sinusbeheer. Daartoe is een tweede fase van sinusbeheer ingezet over de periode 2021-2023. Deze rapportage geeft een overkoepelend beeld van de resultaten over de effecten van sinusbeheer op de biodiversiteit en bespreekt ook de praktische randvoorwaarden voor toepassing in de praktijk.

1.1 Aanleiding

Er is veel aandacht voor de afname van biodiversiteit in Nederland. In de herfst van 2017 bracht een nieuwe wetenschappelijke publicatie veel opschudding met de boodschap dat de insectenbiomassa in 27 jaar tijd met 76% afgenomen was in West-Duitse natuurgebieden (Hallmann *et al.*, 2017). Er wordt alom aangenomen dat de situatie in Nederland niet veel beter is (zie Van Swaay & Poot, 2018; Kleijn *et al.*, 2018; Van Strien *et al.*, 2019). In 2013, ruim voor deze opschudding, is er in Vlaanderen en spoedig daarna ook in Nederland een nieuwe vorm van maaibeheer geïntroduceerd: sinusbeheer. Deze vorm van maaibeheer heeft enorme potentie om kleinschalige variatie te stimuleren en daarmee negatieve populatietrends van veel insecten te keren. Immers, voor veel insectensoorten geldt dat zij kleinschalige variatie in hun leefgebied nodig hebben om te kunnen overleven en de hele levenscyclus van ei tot volwassen insect te kunnen voltooien. Klassieke methoden van natuurbeheer (en specifiek: graslandbeheer) slagen er onvoldoende in om de benodigde kleinschalige variatie in stand te houden. Daarom dus sinusbeheer. Dit beheer is flexibel omdat meanderende maaipatronen kunnen meebewegen met de natuurwaarden in een terrein en combineert vanwege ruimtelijke spreiding in maaibeheer flora- en faunagericht beheer op perceelsniveau (Couckuyt *et al.*, 2015). De bereikte kleinschalige variatie in een landschap neemt met een factor drie toe ten opzichte van klassiek gefaseerd maaibeheer (Dirk Maes, ongepubl.). Hoewel sinusbeheer een uiterst aansprekend concept is, ontbrak het tot voor kort aan een solide wetenschappelijke basis voor de effecten op biodiversiteit in het algemeen en specifiek insecten. In de eerste fase is specifiek onderzoek verricht naar een beperkt aantal soortgroepen: vegetatie, dagvlinders, zweefvliegen en bijen (Stip & Van Swaay, 2020).

Daarom is er van 2017 tot begin 2020 in een eerste fase van dit project gewerkt aan het op wetenschappelijk verantwoorde wijze in kaart brengen van de effecten van sinusbeheer. Dit project is in december 2020 afgerond (Stip & Van Swaay, 2020). De resultaten uit dit project lieten een tendens zien dat het aantal dagvlinders per hectare toeneemt in de sinusbeheerde terreinen ten opzichte van standaardbeheer, maar door de korte reeks van jaren kon dit nog niet ondubbelzinnig worden vastgesteld. De wilde bijen lieten echter een afname zien sinds 2018 in zowel de sinusbeheerde als de referentieterreinen. De zomers van 2018 en 2019 waren ongekennd droog, zeker op de Brabantse zandgronden. Waarschijnlijk heeft de droogte op zulke grote schaal negatieve effecten gehad op wilde bijen, dat de eventuele positieve effecten van het sinusbeheer daarbij in het niet vielen. Ook was de tijdreeks sinds het sinusbeheer nog te kort om duidelijke effecten in de insectenpopulaties te kunnen constateren, hoewel de effecten op structuur en microklimaat al wel evident waren. Het was daarom belangrijk om in een tweede fase van het project door te gaan met de uitvoering van sinusbeheer en tegelijkertijd de effecten daarvan op biodiversiteit te meten.

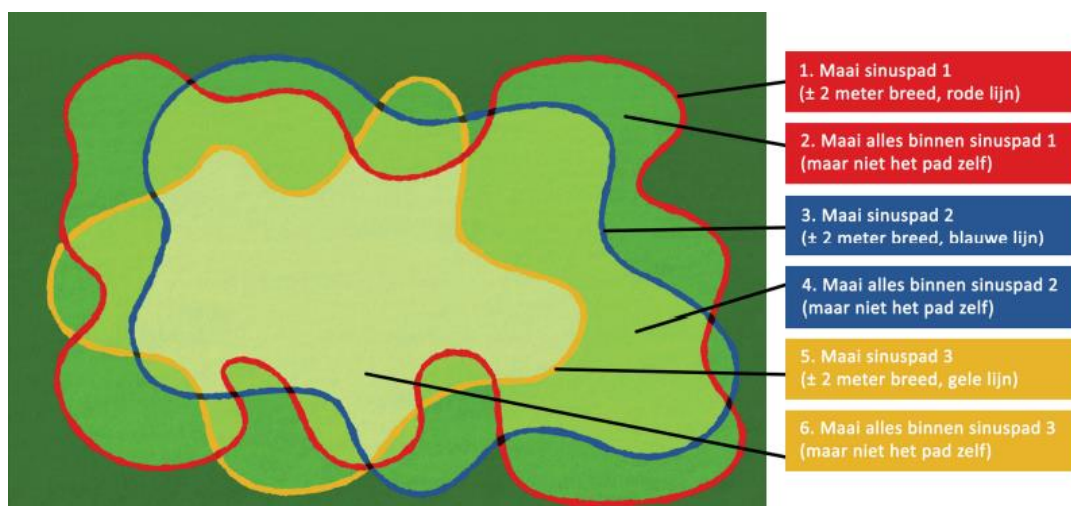
De tweede fase van dit project stelde zich ten doel om de effecten van sinusbeheer op vegetatie, dagvlinders, zweefvliegen en bijen verder te onderzoeken en te vergelijken met effecten van klassiek maaibeheer op dezelfde soortgroepen. Bovendien bood dit de gelegenheid om ook de effecten op de biomassa van overwinterende insecten vast te

stellen. Ten slotte wilden we ook inzicht verkrijgen in de kosteneffectiviteit van sinusbeheer ten opzichte van standaard maaibeheer.

1.2 Wat is sinusbeheer?

Sinusbeheer is een vorm van gefaseerd maaibeheer die werkt met meanderende maaivormen. Het bestaat uit twee basisstappen die, naar gelang de situatie in een terrein, meerdere keren per jaar uitgevoerd kunnen worden (Figuur 1.1).

1. Maai een slingerend maaipad ('sinuspad') dat begint en eindigt op dezelfde plek. Het maaipad is één maaier breed, ca. 2 meter. Voer het maaisel af.
2. Maai na verloop van tijd (meestal 4-8 weken na stap 1) de binnenzijde van het sinuspad, maar niet het pad zelf. Voer het maaisel af.



Figuur 1.1: Schematische weergave van de twee stappen van sinusbeheer in een denkbeeldig perceel, driemaal herhaald. In dit onderzoek staat elke kleur voor de beheerstappen in één jaar. (illustratie: Tessa van de Nadort).

In dit onderzoek wordt sinusbeheer vergeleken met wat wij 'klassiek maaibeheer' noemen. Dit houdt in dat er gemaaid en afgevoerd wordt op (vrijwel) 100% van het oppervlak van een perceel. In de onderzochte gebieden is één maaibeurt per jaar aangehouden, op de percelen met sinusbeheer vooraf gegaan door het maaien van het sinuspad.

1.3 Doelstelling

Het hier beschreven praktijkonderzoek kende twee hoofddoelstellingen:

- 1) Het inzichtelijk maken van de effecten van sinusbeheer op biodiversiteit en aantallen insecten in vergelijking met standaard maaibeheer zonder overstaande vegetatie
- 2) Het betrekken van natuur- en groenbeheerders bij de ervaringen en ontwikkelde kennis op het gebied van sinusbeheer.

1.4 Vragen en hypotheses

Er lagen bij aanvang van het project veel vragen op antwoord te wachten:

1. **Zorgt sinusbeheer door de grotere patroonvariatie in vergelijking met standaard maaibeheer ook voor een grotere variatie in microklimaat?**
Dit verwachtten we wel en zou ook gunstig zijn voor een grotere diversiteit aan insecten, die immers een grote variatie laten zien in hun voorkeur voor een warmer of koeler microklimaat.
2. **Leidt sinusbeheer behalve tot een andere structuur ook tot verandering in de soortensamenstelling van de vegetatie?**

- a. Verandering in de soortenrijkdom: dit is een langjarig proces, dus we verwachtten bij dit experiment nog weinig verschillen, maar mogelijk wel een eerste indicatie
 - b. Verruiging van de vegetatie: het zou kunnen dat door het laten overstaan van delen van de vegetatie en een mindere afvoer van nutriënten hoge grassen en ruigtekruiden de vegetatie gaan domineren
 - c. Opslag van bomen en struiken: ook deze zou kunnen worden bevorderd door delen minder vaak te maaien
3. **Leidt sinusbeheer tot een groter bloemenaanbod voor bloembezoekende insecten?**

Door het in het late voorjaar maaien van het sinuspad mag worden verwacht dat het bloemenaanbod in de zomer groter wordt. Het ongemaaid laten van delen van de vegetatie zou bij optredende verruiging wel tot een kleiner bloemenaanbod in het voorjaar kunnen leiden.

4. **Leidt sinusbeheer uiteindelijk ook tot meer soorten en grotere aantallen insecten?**

- a. Bij bloembezoekende insecten als dagvlinders, bijen en zweefvliegen
- b. Bij insecten en andere ongewervelden die in de bodem overwinteren

Voor beide groepen was dit wel de verwachting. Bij bloembezoekende insecten mogen al snel effecten worden verwacht via veranderingen in het bloemenaanbod (dat ook bloembezoekers uit de directe omgeving kan aantrekken). Bij in de bodem overwinterende insecten mag dit wel worden verwacht als gevolg van een kleinere directe sterfte, minder verstoring en meer strooiselophoping door minder maaien. De vraag was wel of dit effect binnen de termijn van het experiment zich al zou aftekenen.



Figuur 2: Een slingerend maaipad ('sinuspad') in een Brabants beekdalgrasland.

2 Proefopzet en onderzoeksgebieden

Het onderzoek vond plaats in twee fasen tussen 2017 en 2023. In elke fase werden vier terreinen met beekdalgrasland onderzocht. In elk gebied werd regulier maaien, eenmaal per jaar vlakdekkend, vergeleken met sinusbeheer. De effecten werden onderzocht op de vegetatie, bloembezoekende insecten (dagvlinders, bijen en zweefvliegen) en in het laatste jaar ook op de biomassa van overwinterende insecten en spinnen.

2.1 Proefopzet

Het veldwerk van dit onderzoek is uitgevoerd in twee fasen: van juni 2017 tot en met mei 2020 in fase 1 en in fase 2 van mei 2021 tot en met augustus 2022 (met metingen aan insectenbiomassa in piramidevallen uitsluitend in mei 2023).

In alle onderzoeksgebieden zijn metingen uitgevoerd aan microklimaat, vegetatie, dagvlinders, bijen en zweefvliegen. De methode wordt per onderdeel verderop in par. 2.4 van dit hoofdstuk beschreven.

Er zijn vijf gebieden onderzocht, waarbij één gebied afviel na Fase 1 en voor Fase 2 een ander gebied is gekozen. Het gaat om de volgende gebieden en beheervormen (met tussen haakjes de gebruikte afkortingen):

Gebieden (zie par. 2.2 voor nadere beschrijving):

- Beersbroek (BEER) – alleen Fase 1
- Landgoed Haanwijk (HAAN) – Fase 1 en 2
- Herbertusbossen (HERB) – Fase 1 en 2
- Kleine Dommel (KDOM) – alleen Fase 2
- Sangbroek en Goorkens (SANG) – Fase 1 en 2

Beheertypen (zie par. 2.3 voor details over de uitvoering):

- Referentie met regulier beheer van één keer per jaar geheel maaien (REF)
- Sinusbeheer volgens het in Figuur 1.1. uitgelegde principe (SIN)

2.2 Gebieden

Beersbroek

Vochtige beekdalgraslanden langs de Grote Beerze in een vrij besloten landschap met bos en tussen de percelen wilg- en elzensingels. Terreinbeheerder: Brabants Landschap. Dit gebedspaar deed alleen in de eerste fase van het onderzoek mee.



Figuur 2.1: Ligging van de onderzoekspcelen in het gebied Beersbroek.

Landgoed Haanwijk, Sint Michielsgestel

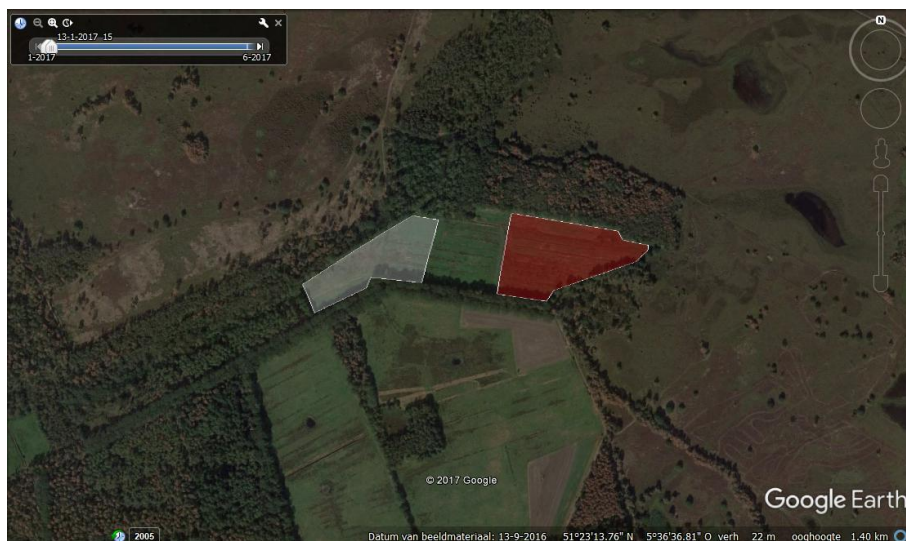
Matig voedselrijke, vochtige graslanden in een relatief gesloten landschap met bos en houtsingels. Terreinbeheerder: Brabants Landschap.



Figuur 2.2: Locatie van gebiedspaar 'Haanwijk' te Sint Michielsgestel. Rood = referentieperceel (1.3 ha), wit = sinusperceel (1.8 ha). Bron kaart: Google Earth.

Herbertusbossen, Heeze

Vochtige beekdalgraslanden langs de Rieloop in een vrij gesloten landschap met bos en houtwallen, ten zuiden van de Strabrechtse Heide. Terreinbeheerder: Brabants Landschap.



Figuur 2.3: Locatie van gebiedspaar 'Herbertusbossen' nabij Heeze. Rood = referentieperceel (2.5 ha), wit = sinusperceel (1.8 ha). Bron kaart: Google Earth.

Kleine Dommel, Heeze

Vochtige beekdalgraslanden langs de Kleine Dommel in een halfopen landschap met houtsingels, grenzend aan de Strabrechtse Heide. Dit terrein vervangt het gebiedspaar in het Beersbroek, omdat die laatste locatie vanwege inrichtingsmaatregelen niet langer beschikbaar is voor het onderzoek. In het terrein langs de Kleine Dommel wordt sinds 2020 sinusbeheer uitgevoerd door Staatsbosbeheer op 2 percelen. In de nabijheid zijn vergelijkbare percelen beschikbaar als referentie. Terreinbeheerder: Staatsbosbeheer.



Figuur 2.4: Locatie van gebiedspaar 'Kleine Dommel' nabij Heeze. Roze = referentieperceel (1.19ha), blauw = sinusperceel (0.76ha). Bron kaart: Google Maps.

Sang en Goorkens, Mierlo

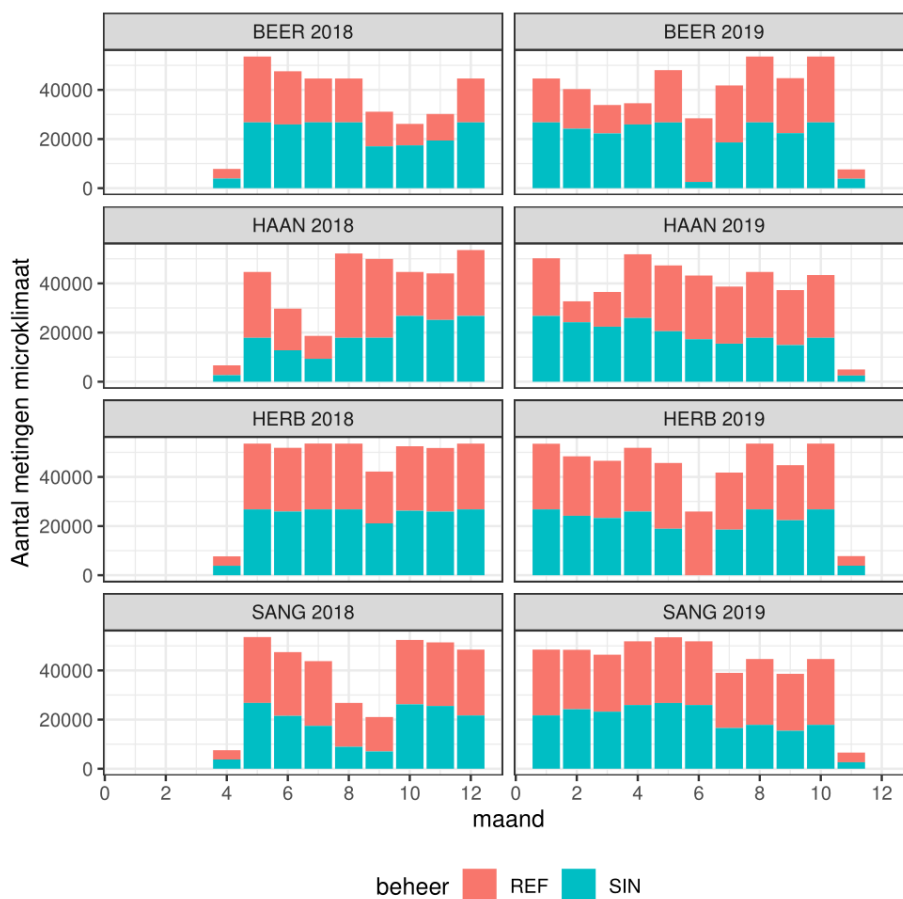
Vochtige schraalgraslanden in een vrij gesloten landschap met vochtig bos en wilgenstruweel, ten noorden van de Strabrechtse Heide. Terreinbeheerder: Staatsbosbeheer.



Figuur 2.5: Locatie van gebiedspaar 'Sang en Goorkens' nabij Mierlo. Rood = referentiepercelen (2.5 ha), wit = sinuspercelen (2.3 ha). Bron kaart: Google Earth.

2.3 Uitvoering beheer

De beheerwerkzaamheden van het sinusbeheer ten behoeve van het onderzoek werd in drie van de vier gebiedsparen uitgevoerd door een aannemer (Van Boxmeer, Helmond). Het betrof Herbertusbossen, Kleine Dommel en Sang en Goorkens. Het sinusbeheer gebeurde vanwege de vochtigheid van de terreinen met een wetlandtrack en een kleine opraapwagen. Het maaisel werd ter plaatse en op aanwijzingen van de beheerder op depot gezet en later afgevoerd. In gebied Haanwijk werd het sinusbeheer uitgevoerd door een pachter van Brabants Landschap die bekend is met het terrein. Ook hier werd het maaisel afgevoerd. Na elke maaibeurt van het sinuspad is de ligging ervan ingemeten met GPS. Daarmee werd de overstaande vegetatie in kaart gebracht.



Figuur 2.6: Verdeling van de meetpunten met dataloggers voor het microklimaat over de vier deelgebieden, twee beheertypen en twee jaren.

2.4 Gegevensverzameling

Microklimaat

Om de effecten van sinusbeheer op het microklimaat te meten zijn EL-USB dataloggers gebruikt (EasyLog USB2 datalogger van Lascar Electronics). Deze zijn in elk onderzoeksgebied opgesteld in serie van drie dataloggers met onderlinge afstand van 5 meter op 10 centimeter boven maaiveld. In percelen met sinusbeheer (met jaarlijks 1x sinuspad maaien en 1x de binnenzijde maaien) werd één datalogger geplaatst op de binnenzijde van het sinuspad, één op het sinuspad en één aan de buitenzijde van het sinuspad. Op referentiepercelen stonden de dataloggers wél in serie, maar allemaal onder hetzelfde beheer. Na uitvoering van maai-beheer op het perceel werden de dataloggers herplaatst, zoveel mogelijk op dezelfde positie als daarvoor. In referentiepercelen kon dat exact en op GPS, in sinusbeheerde percelen is er jaarlijks meebewogen met de locatie van het sinuspad. Dat betekent in de praktijk dat een serie dataloggers in een jaar tijd meestal 1x werd herpositioneerd, na het maaien van het sinuspad. Tijdens het maaien van de binnenzijde van het sinuspad werden de loggers tijdelijk (meestal maximaal 2 dagen) weggehaald om schade aan de dataloggers te voorkomen. De dataloggers verzamelden elke vijf minuten de volgende gegevens:

- Temperatuur (°C)
- Relatieve vochtigheid (%)
- Dauwpunt (°C)

In de analyse zijn alleen de metingen van 2018 en 2019 gebruikt. In totaal leverde dit een dataset op met 3.256.215 meetpunten, verdeeld over vier gebieden, twee beheertypen (sinusbeheer en de referentie) en twee jaren. De metingen begonnen in april 2018 en liepen door tot in december 2019 (Figuur 2.6). In enkele maanden zijn er problemen met

een of meer reeksen metingen geweest, o.m. doordat dataloggers stuk gingen, verdwenen of batterijen sneller dan verwacht op waren.

Vegetatie

De soortensamenstelling van de vegetatie is in Fase 1 in alle onderzoeksgebieden jaarlijks onderzocht en in Fase 2 alleen in het laatste jaar van uitvoering 2022. Elk gebied is daarbij tweemaal bezocht en doorkruist door een ervaren florist: in het voorjaar en in de zomer. Op een streeplijst is de presentie van plantensoorten aangekruist en een inschatting van de abundantie gemaakt volgens de schaal van Tansley.

Het bloemenaanbod is vanaf 2019 tijdens iedere telronde van bijen en zweefvliegen geïnventariseerd op dezelfde transecten waar deze zijn geteld (zie hieronder). Hierbij is per bloemsoort het aantal bloemen of bloeiwijzen per transect geteld.

Fauna

Dagvlinders

De dagvlinders zijn tussen april en augustus maandelijks vlakdekkend geteld in elk onderzoeksgebied, zes bezoeken per gebied per jaar, met een gestandaardiseerde zoektijd van 45 minuten per beheertype. De exacte GPS-posities van elke vlinder is bepaald en ingevoerd in de Nationale Databank Flora en Fauna. In Fase 1 kon vanwege een late opstart niet in april-mei worden geteld; deze telling is in 2020 wel uitgevoerd.

Tijdens Fase 2 is in 2021 en 2022 in elk gebied tevens het voortplantingssucces van een kenmerkende en veel voorkomende dagvlinder, het oranjetipje, bepaald via de ei-afzet op de waardplant pinksterbloem. Dit is steeds uitgevoerd aan het eind van de vliegtijd van de soort in mei door bloeistengels van pinksterbloemen, de waardplant, te tellen evenals de daarop afgezette eitjes. Dit vond voor elk beheertype plaats in een transect van 100 meter lang en 50 cm breed. De transecten werden steeds vanaf de perceelrand langs het midden van het perceel gelegd. Tellingen werden voor elke meter langs het transect apart genoteerd.

Bijen en zweefvliegen

De monitoring van bijen en zweefvliegen bestond uit een combinatie van twee verschillende methoden. De soortenrijkdom is in beeld gebracht door driemaal per jaar een **vlakdekkende inventarisatie** uit te voeren, in het voorjaar, de voorzomer en de zomer. Daarbij is net als bij de dagvlinders de zoektijd per perceel constant gehouden op 45 minuten. Soorten worden zoveel mogelijk in het veld op naam gebracht door ervaren veldmedewerkers. Indien determinatie in het veld onmogelijk was, werd het exemplaar verzameld en later door specialisten gedetermineerd.

Om dichtheden van deze bestuivers te bepalen zijn in elk gebied vaste **transecten** (25 m lengte bij 3 m breed) uitgezet waarin alle zweefvliegen en bijen op naam gebracht en geteld worden. In de jaren 2017-2018 waren dit er twee per beheertype in elk gebied; vanaf 2019 werd het aantal transecten verdubbeld naar vier. De bloeiende kruiden werden in deze transecten bij hetzelfde bezoek geteld om een relatie te kunnen leggen tussen bloemenaanbod en bestuivers.

Biomassameting en telling insecten en spinnen

Om de invloed van overstaande vegetatie bij sinusbeheer op overwinterende insecten en spinnen vast te stellen zijn bij de eindmeting in mei 2023 piramidevallen gebruikt. Deze bemonsteren de ter plekke uitkomende ongewervelden, welke werden opgevangen in een flesjes met 70% ethanol bovenin de val.

Op elk van de vier locaties zijn vijf vallen geplaatst, twee bij het standaardbeheer en drie bij het sinusbeheer, verdeeld over plekken met een verschillende tijd sinds de laatste maaibeurt:

- centraal in het perceel, jaarlijks gemaaid, zowel bij sinusbeheer als in referentie
- langs de rand van het perceel: niet gemaaid in sinusperceel, wel gemaaid in referentie; afstand en expositie ten opzichte van de (bos)rand werden identiek gehouden in beide beheertypen, waarbij de vallen niet in de schaduw van bomen of struiken werden geplaatst
- alleen bij sinusbeheer: locatie die de helft van de keren werd gemaaid (dus binnen het sinuspad viel).



Figuur 2.7: Voorbeeld van de plaatsing van de piramidevallen voor het bemonsteren van overwinterende insecten op de locatie Haanwijk. De lijnen geven de gemaaide sinuspaden aan, waarbinnen jaarlijks werd gemaaid: geel – jaarlijks gemaaid in beide percelen, groen – wel jaarlijks gemaaid in referentie, niet gemaaid bij sinusbeheer, blauw – de helft van de keren gemaaid bij sinusbeheer.

De vallen werden bemonsterd in mei, wanneer de overwinterende geleedpotigen uitkomen. Na plaatsing van de piramidevallen werden deze met een meetinterval van 1 week driemaal geleegd en na elke bemonstering over een kleine afstand (1 m) verplaatst binnen de delen met dezelfde maaibehandeling (dus zelfde vegetatiestructuur). Van elke plek werd voor plaatsing een foto van bovenaf gemaakt. In totaal werd er dus in 3 weken gemeten (over een periode van 4 weken vanaf de inzet). De monsters werden op alcohol bewaard en gedetermineerd op Orde-niveau. Voor elke orde zijn zowel de aantallen als de verse biomassa bepaald.

2.5 Data-analyse

Alle analyses zijn uitgevoerd met het programma R versie 4.2.1 (R Core Team 2022). De lineaire mixed models zijn gemaakt met het pakket lme4, waarbij voor alle data die jaarlijks zijn verzameld beheer (referentie of sinusbeheer) en jaar als verklarende variabelen zijn meegenomen, inclusief hun interactie, met gebied als random factor. Met het pakket lmerTest dan wel pbkrtest is getoetst of resultaten significant zijn. Voor significantie is een p-waarde van 0,05 aangehouden, maar zijn p-waarden tussen 0,05 en 0,10 wel als indicatief benoemd.

Microklimaat

Eerst zijn de uren geselecteerd waarin alle drie de loggers 12 metingen hebben gedaan in zowel de percelen met sinusbeheer als de referentiepercelen. Alleen zo zijn er complete reeksen om te vergelijken. Voor elke serie van drie dataloggers is daarna het

temperatuurverschil tussen de warmste en koudste datalogger berekend. Vervolgens is per beheertype en per maand en per uur de significantie van het gemiddelde temperatuurverschil getoetst met een mixed model waarbij gebied en jaar een random variabele waren. Zo kan gekeken worden hoe de variatie tussen de loggers door het jaar heen en gedurende de dag fluctueert. Ook is getoetst of het in sinusbeheerde percelen langere tijd warm was in de vegetatie dan in controlepercelen. Hiertoe is voor elke serie van drie dataloggers het aantal metingen met een temperatuur hoger of gelijk aan 30°C vergeleken tussen beheertypen voor iedere combinatie van gebied en jaar.

Vegetatie

De vegetatie is vooral onderzocht op verschillen in soortenrijkdom en indicatoren van verruiging. Hiervoor zijn de gegevens uit de inventarisaties van de hele percelen uit verschillende jaren gebruikt.

Voor de soortenrijkdom is het totaal aantal plantensoorten is per gebied, beheertype en per jaar vastgesteld en geanalyseerd.

Voor de indicatoren van verruiging zijn twee indicatoren gebruikt: het stikstof-indicatiegetal en de bedekking van ruigteminnende soorten:

- Voor de eerste is het gewogen en ongewogen Ellenberggetal berekend voor stikstof oftewel voedselrijkdom. Hiervoor is het zogenaamde Hill getal gebruikt, dat meer aangepast is aan de situatie in NW Europa (de Ellenberggetallen gelden vooral voor Centraal Europa) en ook completer is (Hill *et al.*, 2001).
- Voor de tweede onderscheidt het CBS op het Compendium voor de Leefomgeving (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl1548-vegetatie-van-halfnatuurlijke-graslanden>) de volgende ruigtesoorten: akkerdistel, bijvoet, bitterzoet, boerenwormkruid, echte valeriaan, fluitenkruid, gewone berenklauw, gewone braam, gewone engelwortel, gewone smeewortel, grote brandnetel, grote kattenstaart, haagwinde, harig wilgenroosje, Jakobskruid, kleeftuig, koninginnenkruid, liesgras, moerasmelkdistel, moeraspirea, pitrus, ridderzuring, riet, rietgras, speerdistel, wilgenroosje en zevenblad. De som van de Tansleywaarden van deze ruigtekruidentsoorten per perceel is berekend en er is gekeken of deze verschilt tussen sinusbeheerde percelen en referenties en of dit verschil varieerde over de jaren.

Op eenzelfde manier als bij de ruigteminnende soorten is gekeken naar de opslag van bomen, namelijk grauwe wilg s.l., grove den, ratelpopulier, ruwe berk, zachte berk, zomereik en zwarte els. Echter, de opslag was over het geheel dusdanig beperkt dat hiervoor geen statistische analyse mogelijk was.

Bloemenaanbod

Het bloemenaanbod werd jaarlijks in drie ronden (1: mei, 2: eind juni, 3: augustus) bepaald op dezelfde transecten als waar de bijen werden geteld. De analyses vonden apart per ronde plaats om de seizoensvariatie in beeld te kunnen brengen. Voor de analyse werd het totale gesommeerde aanbod over alle soorten samen geanalyseerd evenals de talrijkheid voor de meest talrijke soorten of soortgroepen apart: boterbloemen (totaal van kruipende, scherpe en egelboterbloem; apart voor mei en gesommeerd voor de twee zomerronden), pinksterbloemen, kale jonker (som van perioden 2 en 3), moerasrolklaver (som van perioden 2 en 3), vlinderbloemigen totaal en walstro (moeras- en ruw walstro samen); de analyses vonden steeds plaats op log₁₀-getransformeerde waarden, waarbij de waarden voor afzonderlijke transecten per gebied per beheertype per jaar vóór analyse werden gemiddeld.

Dagvlinders

Voor de analyse op soortenrijkdom is het aantal waargenomen soorten per gebied per beheertype per jaar geteld. De tellingen in april 2020 zijn niet meegenomen in de analyse omdat toen de rest van het seizoen niet is geteld.

Voor de analyse op de talrijkheid van de vlinders zijn de aantallen uitgedrukt als dichtheden (aantal vlinders per hectare), dus gecorrigeerd voor de perceelsgrootte.

Daartoe zijn voor elke soort per beheertype per jaar de aantallen gesommeerd en gedeeld door de perceelsgrootte (de oppervlakte van de polygoon in de getekende shape). Voor de totale talrijkheid van de dagvlinders zijn de dichtheden over alle soorten opgeteld. Voor de talrijkere soorten zijn de verschillen in dichtheid tussen beheertypen en jaren ook per soort uitgevoerd. De analyse vond steeds plaats op $\log_{10}$ -getransformeerde waarden. De analysemethode voor de aantallen vlinders wijkt overigens af van die door Stip Van Swaay (2020) voor de data uit Fase 1 van het onderzoek, in de zin dat er geen bijschatting van aantallen over de hele vliegtijd heeft plaatsgevonden. Omdat in elk gebied de percelen onder sinusbeheer en de referenties op achtereenvolgens op dezelfde dag werden geteld, is steeds sprake van gepaarde tellingen en is deze bewerking dus niet nodig om het effect van sinusbeheer vast te stellen; daarnaast wordt hierdoor ook eventuele ruis door de methode van het bijschatten vermeden.

Bijen en zweefvliegen

De bijen en zweefvliegen zijn zowel vlakdekkend als in transecten geteld. Honingbijen zijn steeds buiten beschouwing gelaten om de analyse te beperken tot de wilde soorten. De vlakdekkende tellingen zijn alleen geanalyseerd op soortenrijkdom, omdat dichtheidsbepalingen hier minder betrouwbaar zijn om de talrijkheid vast te stellen. De transecttellingen zijn zowel op soortenrijkdom als op talrijkheid geanalyseerd. Daarbij is de soortenrijkdom over alle transecten samen beschouwd en zijn de aantallen als gemiddelde dichtheid per transect van 50 m² uitgedrukt. De analyses zijn met oog op de seizoensvariatie in relatie met het bloemenaanbod steeds voor elk van de drie rondes apart uitgevoerd. Voor de transecttellingen zijn ook de jaartotalen geanalyseerd.

Biomassa en aantallen insecten en spinnen

De analyse op zowel biomassa als aantallen vond steeds plaats op $\log_{10}$ -getransformeerde waarden per vangstweek voor het totaal en ook apart voor de meest aangetroffen orden: spinnen, vliegen en kevers. Bij de analyses werd vangstweek als factor meegenomen, naast gebied als random factor. Er werden twee modellen toegepast. In het eerste model werden de verschillen tussen de vijf beheercombinaties getoetst (sinus-rand, sinus-intermediair, sinus-centraal, referentie-rand, referentie-centraal). In het tweede model werd sinus-intermediair weggelaten, zodat een factorieel model inclusief de interactie tussen beheertype en positie kon worden getoetst.

2.6 Dankwoord

Dit project werd mede mogelijk gemaakt door de provincie Noord-Brabant (fase 1 en 2), het Cultuurfonds (fase 1), De Vlinderstichting (fase 1 en 2), Brabants Landschap (fase 1 en 2) en Staatsbosbeheer (fase 2). Dank aan beheerders Mari de Bijl, Nick Jeurissen, Theo Quekel, Mark Philipsen, Frans Kolsters, Gerard van Griensven (Brabants Landschap), Jos Kerssemakers, Jan Manders, Geoffrey de Rooij, Jap Smits en Annelies van der Hidde (Staatsbosbeheer). Zonder jullie gastvrijheid en nieuwsgierigheid naar sinusbeheer en de ecologische effecten ervan was dit project niet van de grond gekomen. Dank ook aan Wouter van Overmeire en Jurre Dekker die met hun thesisonderzoek in respectievelijk 2018 en 2022 een mooie bijdrage leverden aan de inzichten over sinusbeheer. Tessa van de Nadort danken wij voor de schematische tekening van het sinusbeheer. Collega's bij EIS Kenniscentrum Insecten (Jinze Noordijk, Jitte Groothuis, Menno Reemer en Theo Zeegers) en bij FLORON (Edwin Dijkhuis en Ruud Beringen) danken wij voor hun constructieve bijdrage aan dit project. Ditzelfde geldt ook voor collega's Kim Huskens, Rene Manger, Kars Veling en Annette van Berkel van De Vlinderstichting. Veel dank voor jullie hulp!



3 Vegetatie, microklimaat en bloemenaanbod

De ontwikkelingen in de vegetatie bij sinusbeheer zijn onderzocht op verschillende aspecten die belangrijk zijn voor insecten. Het effect op structuur springt het meest in het oog en is geanalyseerd via de variatie in microklimaat. Verschillen in de soortensamenstelling van de vegetatie zijn vooral een kwestie van de lange termijn. Op de kortere termijn van dit onderzoek is vooral aandacht besteed aan het effect op bloemenaanbod en mogelijke verruiging of bosopslag.

3.1 Vegetatie

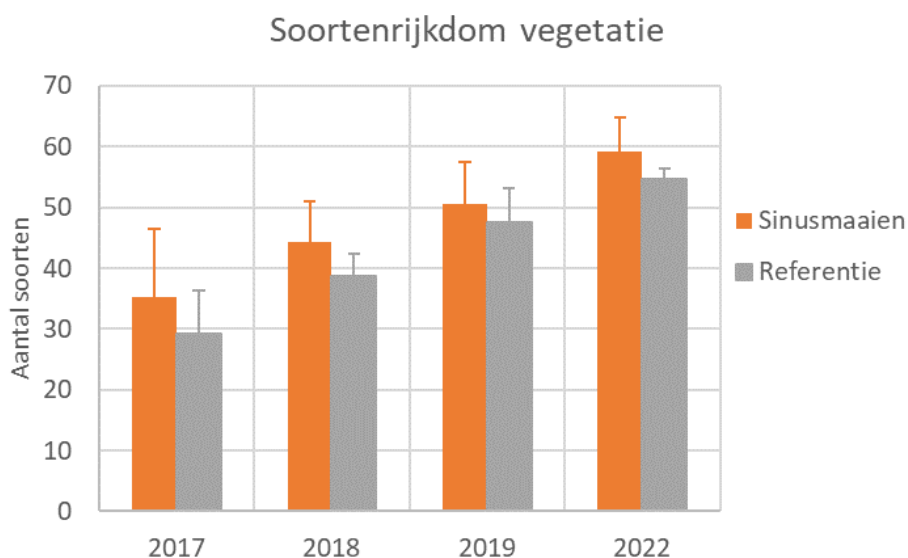
In totaal werden 160 plantensoorten in de onderzochte beekdalgraslanden vastgesteld, met een variatie tussen 33 en 74 soorten per perceel. Kleine Dommel en Sang en Goorkens telden de meeste soorten, Beersbroek de minste. Soorten die in alle terreinen voorkwamen waren:

Gestreepte witbol, Pitrus, Moerasrolklaver, Grote wederk, Pinksterbloem, Kale jonker, Veldzuring, Echte koekoeksbloem, Rood zwenkgras, Smalle weegbree, Witte klaver en Wolfspoot.

Riet, kruipende boterbloem, hennegras en reukgras kwamen in vier van de vijf terreinen veel voor. Grote ratelaar was zeldzaam tot frequent bij de Herbertusbossen, Kleine Dommel en Sang en Goorkens. Brede orchis kwam ook in deze terreinen voor.

Soortenrijkdom

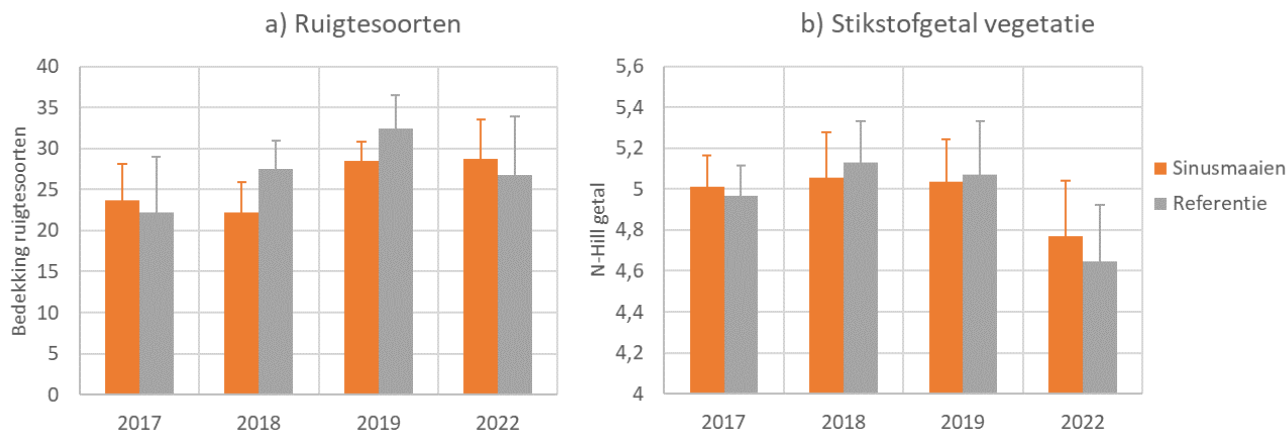
Het aantal plantensoorten nam significant toe over de jaren ($p < 0,01$; $F_{3,20}=9,17$), maar verschilde niet tussen de beheertypen (Figuur 3.1). Weliswaar lag het gemiddelde hoger bij sinusmaaaien dan in de referenties, maar dit verschil is dus niet significant en het verschil liet ook geen trend in de tijd zien. Deze uitkomst was naar verwachting, omdat verschillen in soortenrijkdom in graslandvegetatie onder invloed van maaibeheer zich pas over een langere termijn voordoen.



Figuur 3.1: Gemiddeld aantal plantensoorten per terrein (met standaardfout) in de jaren 2017-2019 en 2022 voor de twee beheertypen.

Verruiging

Of er mogelijk verruiging in de vegetatie optreedt bij sinusbeheer, omdat er meer vegetatie blijft overstaan, werd op twee manieren onderzocht: via de bedekking van ruigteminnende soorten en via het stikstof-indicatiegetal van de plantensoorten in de vegetatie.



Figuur 3.2: Indicatoren voor verruiging: a) bedekking van ruigteminnende soorten en b) stikstof-indicatiewaarde van Hill. De balken geven het gemiddelde per terrein (met standaardfout) in de jaren 2017-2019 en 2022 voor de twee beheertypen.

Er was geen aanwijzing voor sterkere verruiging bij sinusmaaien. Noch voor de bedekking van ruigteminnende soorten (Figuur 3.2a), noch voor het stikstofgetal (Figuur 3.2b) was er een verschil tussen de beheertypen. Wel was er bij het stikstofgetal een significant lagere waarde in 2022 ($p < 0,025$; $F_{3,20} = 4,60$), maar dat was toe te schrijven aan het wegvallen van Beersbroek en het toevoegen van Kleine Dommel, waar de vegetatie relatief schraler is dan in de andere terreinen. Overigens was er voor het stikstofgetal geen enkel verschil of de indicatiewaarde wel of niet werd gewogen naar rato van de bedekking van de voorkomende soorten.

Bosopslag

Er was over het geheel weinig bosopslag in de onderzochte graslanden. Ruwe en zachte berk waren beide in de Kleine Dommel lokaal frequent tot lokaal abundant, zonder verschil tussen sinusbeheer en referentie. Grauwe wilg kwam, ook in de Kleine Dommel, eerder wat meer voor in de referentie (frequent vs. lokaal frequent).

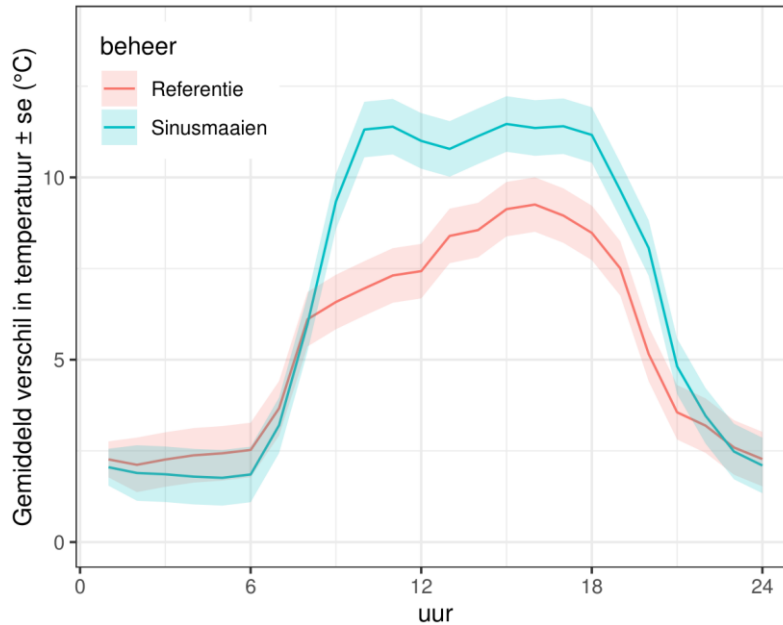
Met zwarte els moet in beekdalgraslanden sterker rekening worden gehouden. In Kleine Dommel gold dit echter zowel voor sinusbeheer als regulier maaien: in beide percelen waren elzen lokaal abundant. In mindere mate was zwarte els wel wat talrijker bij sinusmaaien dan in de referentie in twee terreinen: Haanwijk (lf vs. r) en Sang en Goorkens (o vs. niet).

Opslag van zwarte els moet met sinusbeheer wel in de gaten worden gehouden.



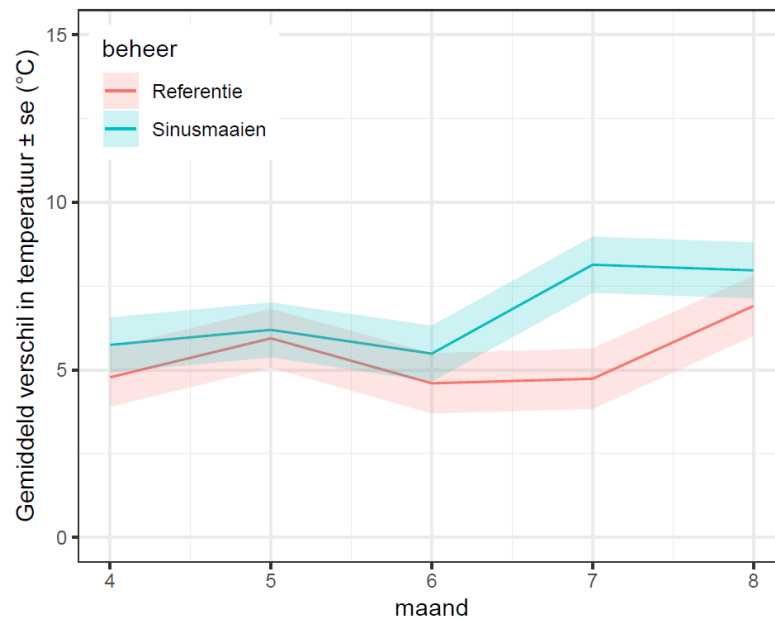
3.2 Microklimaat

Over het hele jaar bekeken was er gedurende de dag weinig verschil in het temperatuurverschil tussen de dataloggers op percelen met sinusbeheer en de referentiepercelen. Maar dat komt vooral omdat in de winter de verschillen klein zijn. Juist in het groeiseizoen (hier is april-augustus aangehouden) was het verschil op de percelen met sinusbeheer altijd veel groter (Figuur 3.3) en tussen 9 uur 's morgens en 20 uur 's avonds was dit verschil ook significant ($p < 0,01$): bij sinusbeheer was het verschil tussen de warmste en de koudste datalogger 2 tot 4 graden groter dan in de referentie.



Figuur 3.3: Gemiddelde temperatuurverschil tussen de warmste en koudste datalogger per uur voor sinusbeheerde- en referentiepercelen in het groeiseizoen ($\pm$ standaardfout in lichte kleuring).

In het groeiseizoen was er op de percelen met sinusbeheer een groter verschil in temperatuur (grotere temperatuurvariatie) dan in de referentiepercelen (Figuur 3.3.4), maar voor de afzonderlijke maanden was dat verschil alleen in juli significant ($t=2,8$; $p < 0,01$). Na het compleet maaien in augustus nivelleerden de verschillen weer.

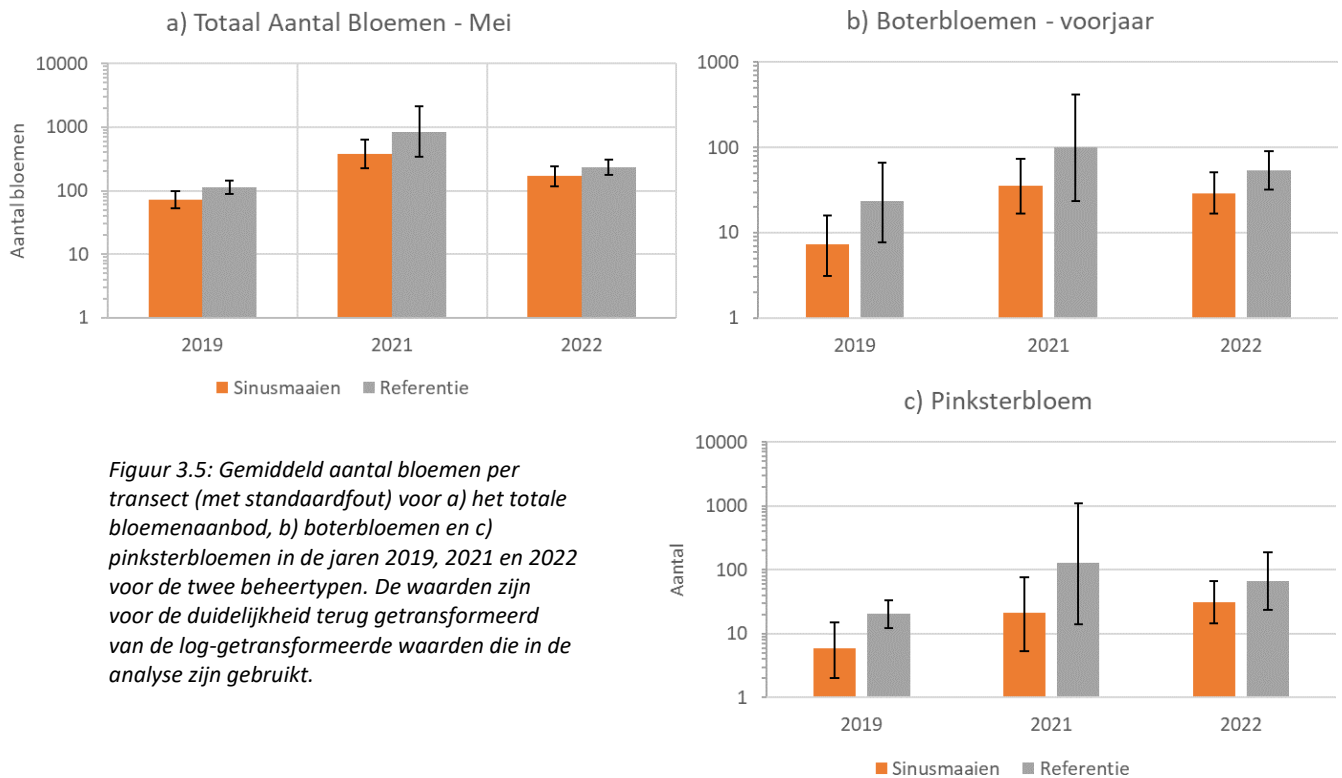


Figuur 3.4: Gemiddelde temperatuurverschil tussen de warmste en koudste datalogger per maand voor sinusbeheerde- en referentiepercelen. In het groeiseizoen ($\pm$ standaardfout in lichte kleuring).

3.3 Bloemenaanbod

Voorjaar

De talrijkheid van het totale bloemenaanbod verschilde in het voorjaar (mei) niet significant tussen de beheertypen en tussen de jaren (Figuur 3.5a). Het aantal boterbloemen neigde wel naar hogere waarden in de referentie ($p < 0,10$; $F_{1,11}=3,31$). Gemiddeld waren er 2,5 meer boterbloemen in de referentie dan bij sinusbeheer (Figuur 3.5b). Pinksterbloemen leken eveneens talrijker in de referentie (gemiddeld 3-4x), maar dit verschil was door de grote variatie niet significant (Figuur 3.6c).

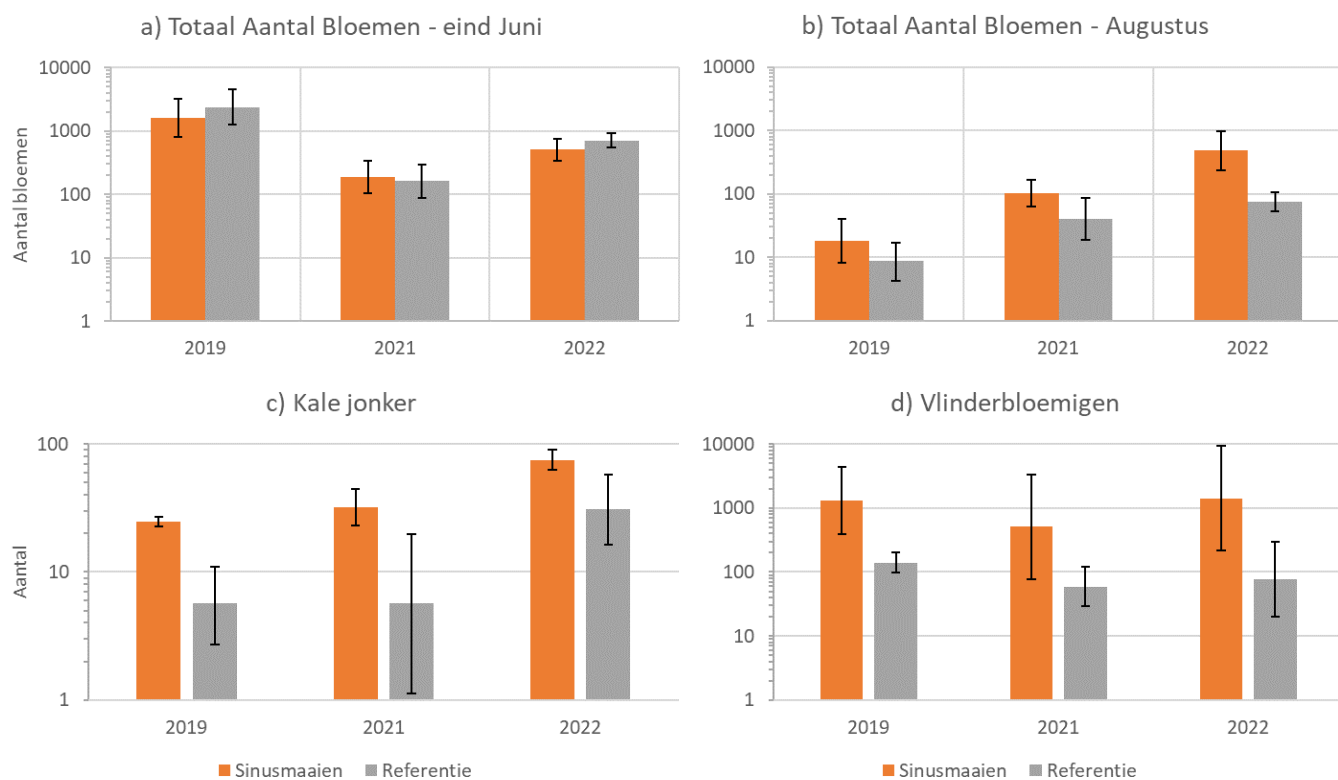


Figuur 3.5: Gemiddeld aantal bloemen per transect (met standaardfout) voor a) het totale bloemenaanbod, b) boterbloemen en c) pinksterbloemen in de jaren 2019, 2021 en 2022 voor de twee beheertypen. De waarden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

Zomer

In de zomer was de totale bloemenrijkdom in 2019 significant hoger dan in de twee latere jaren ($p < 0,025$; $F_{2,12}=5,26$), maar er was geen verschil tussen sinusbeheer en referentie (Figuur 3.6a). In augustus leek het aantal bloemen gemiddeld wel hoger bij sinusmaaien dan in de referentie, maar dit verschil was niet significant en ook tussen de jaren was er geen aantoonbaar verschil (Figuur 3.6b).

De verschillen voor twee belangrijke afzonderlijke groepen lieten wel significante effecten van het beheer zien. Kale jonkers waren in de gebieden Herbertusbossen en Sang en Goorkens gemiddeld 3x talrijker bij sinusmaaien dan in de referentie ($p < 0,05$; $F_{1,5}=7,42$; Figuur 3.6c), zonder duidelijke verschillen over de jaren. In de gebieden Haanwijk en Kleine Dommel waren kale jonkers eveneens het talrijkst bij sinusmaaien, maar de aantallen waren hier erg laag, zodat ze niet in de statistische analyse meegenomen zijn. Vlinderbloemigen, vooral moerasrolklaver en witte klaver, bloeiden eveneens meer bij sinusmaaien dan in de referentie, gemiddeld 12x meer ($p < 0,05$; $F_{1,13}=5,83$; Figuur 3.6d).

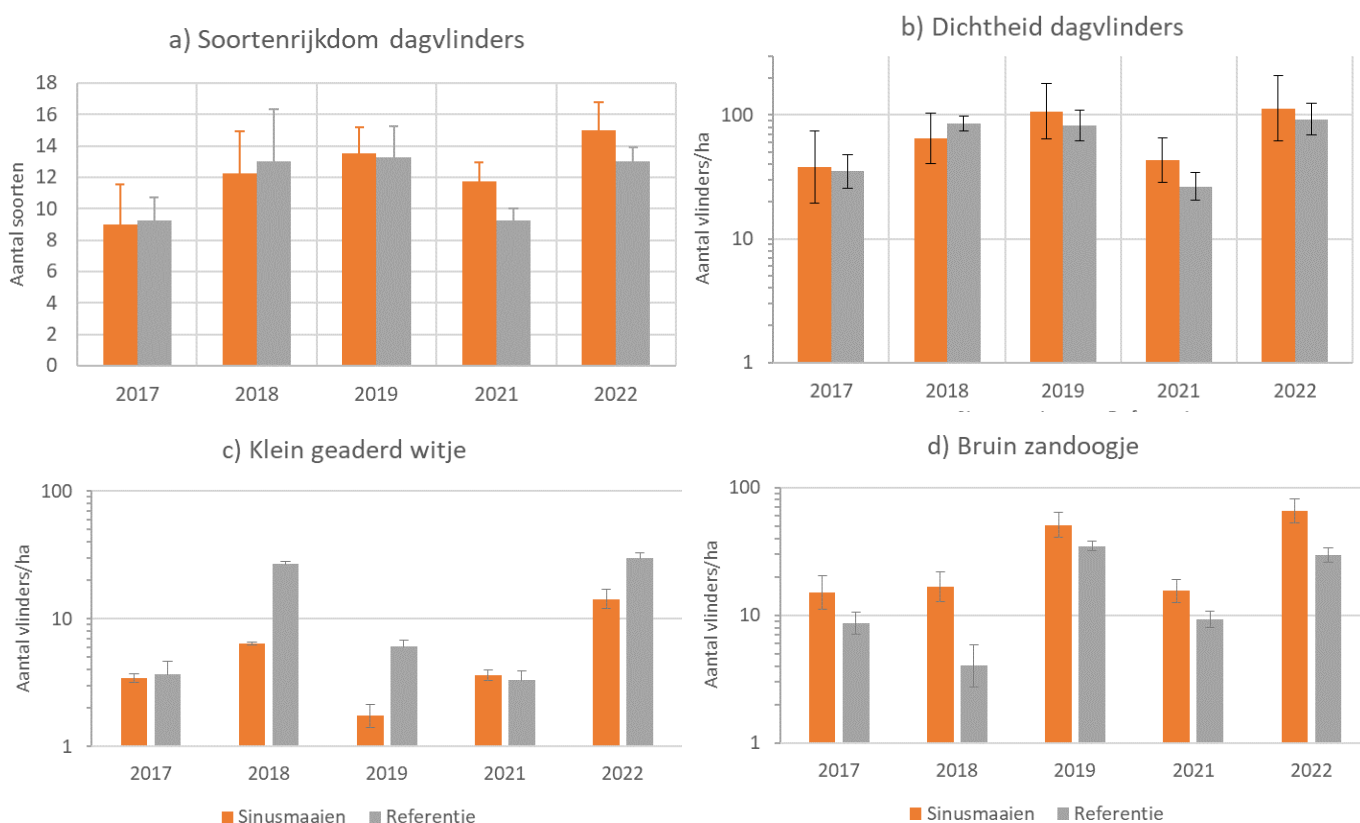


Figuur 3.6: Gemiddeld aantal bloemen per transect (met standaardfout) in de zomer voor a) het totale bloemenaanbod eind juni, b) idem in augustus, c) kale jonker en d) vlinderbloemigen in de jaren 2019, 2021 en 2022 voor de twee beheertypen. De waarden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

4 Dagvlinders

De dagvlinders werden onderzocht op verschillen in soortenrijkdom en aantallen onder invloed van sinusbeheer. Voor het oranjetipje werd ook naar de eifazet op pinksterbloemen gekeken.

In totaal werden er gedurende het onderzoek 6941 dagvlinders van 31 soorten geteld (Bijlage 2). De top drie bestond uit bruin zandoogje (3706), klein geaderd witje (925) en oranjetipje (393). Er werden 6 Rode Lijst-soorten gezien: bont dikkopje (Beersbroek), bruin blauwtje (Kleine Dommel, Sang en Goorkens), kleine ijsvogelvlinder (Sang en Goorkens), kleine parelmoervlinder (Beersbroek, Haanwijk, Herbertusbossen, Sang en Goorkens), oranje zandoogje (Beersbroek, Haanwijk, Kleine Dommel, Sang en Goorkens) en spiegeldikkopje (Sang en Goorkens). Op Sang en Goorkens de meeste vlinders en soorten geteld; ook de grote weerschijnvlinders werd daar waargenomen.



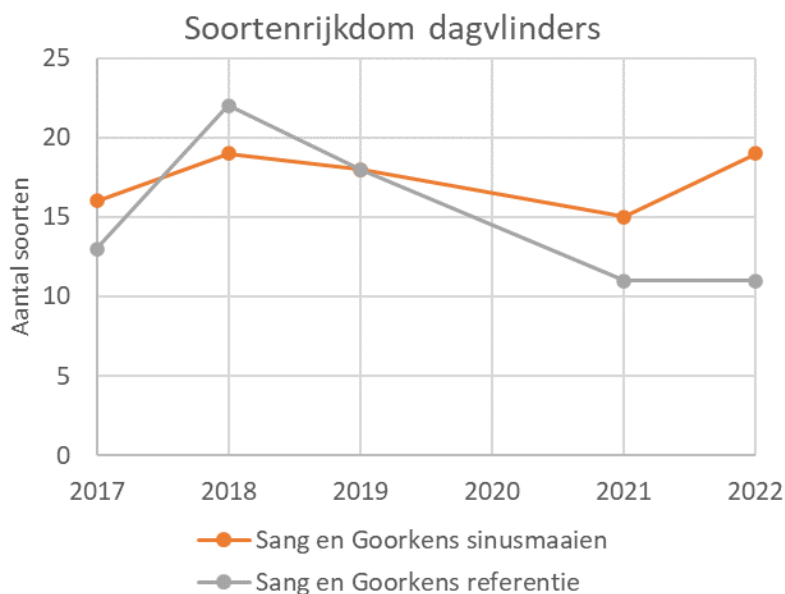
Figuur 4.1: Vergelijking tussen sinusmaaien en referentie voor dagvlinders voor a) soortenrijkdom en aantal vlinders per hectare voor a) alle soorten samen, c) bruinzandoogje en d) klein geaderd witje voor de jaren 2017-2019, 2021 en 2022. Getoond zijn de gemiddelden met standaardfout; de waarden van de dichtheden vlinders zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

Soortenrijkdom en dichtheden

De soortenrijkdom van de dagvlinders verschilde wel tussen jaren ($p < 0,01$; $F_{4,26} = 7,19$), maar niet tussen de beheertypen (Figuur 4.1a); in 2017 is er vooral in het voorjaar minder geteld, zodat de soortenrijkdom toen lager uitkwam. Ook de talrijkheid, dat wil zeggen de dichtheid dagvlinders verschilde alleen tussen jaren ($p < 0,01$; $F_{4,26} = 6,63$), maar niet tussen sinusbeheer en referentie (Figuur 4.1b).

Weliswaar was de soortenrijkdom niet verschillend tussen de beheertypen. Opvallend was wel dat in het vlinderrijkste gebied van Sang en Goorkens de soortenrijkdom van dagvlinders tussen 2017 en 2022 bij sinusmaaïen vrij stabiel bleef, terwijl deze in de referentie afnam na 2018 (Figuur 4.2). De ontwikkeling in de soortenrijkdom was dus relatief gunstig onder sinusmaaïen. Wanneer het slechter getelde jaar 2017 buiten beschouwing wordt gelaten (3 in plaats van 5 tellingen), dan is het trendverschil tussen sinusmaaïen en referentie ook significant ($p=0,039$ voor de interactie beheertype x jaar).

Figuur 4.2: Ontwikkeling van het aantal soorten dagvlinders op Sang en Goorkens bij sinusmaaïen in vergelijking met de referentie; in 2017 zijn minder soorten waargenomen om dat er minder is geteld dan in de andere jaren.

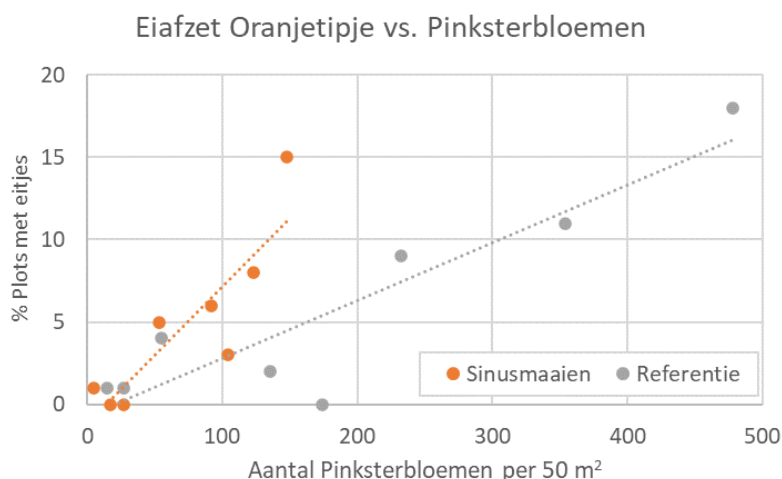


De twee talrijkste vlinders vertoonden wel reacties op het sinusmaaïen, maar met een contrast tussen de soorten. Het klein geaderd witje was over het geheel ruim 2x talrijker in de referentie dan bij sinusmaaïen ($p<0,01$; $F_{4,26}=7,62$; Figuur 4.1c), met ook een significante variatie tussen jaren ($p<0,01$; $F_{4,26}=9,95$). Het verschil tussen beheertypen leek te verschillen tussen jaren, maar dat was niet aantoonbaar het geval (n.s.; $F_{4,26}=1,55$). Het bruin zandoogje was juist het 2x talrijker bij sinusmaaïen ($p<0,01$; $F_{4,26}=8,49$; Figuur 4.1d). Ook hier was de dichtheid verschillend tussen jaren ($p<0,01$; $F_{4,26}=7,60$), maar in elk jaar viel het verschil in kleinere of grotere mate in het voordeel van sinusmaaïen uit.

Eiafzet oranjetipje

In 2021 en 2022 is in elk terrein langs een vast transect van 100 x 0,5 m het aantal pinksterbloemen geteld en het aantal door oranjetipje afgezette eitjes. Het percentage

Figuur 4.3: Percentage plots met eiafzet door oranjetipjes in relatie tot het aantal pinksterbloemen op transecten van 100 x 0,5 m met 1 plot op elke meter. De gegevens zijn uit 4 terreinen en twee jaren.



eiafzet per plot (1 x 0,5 m voor elke meter van een transect; zie foto hiernaast) hangt sterk samen met het aanbod van de waardplant, maar wanneer beide tegen elkaar worden uitgezet (Figuur 4.3), dan blijkt de lijn bij sinusmaaien significant steiler te lopen dan in de referentie ($p=0,03$ voor de interactie tussen beheertype en aantal pinksterbloemen). Bij eenzelfde dichtheid aan pinksterbloemen waren er gemiddeld 2,4x meer plots met eitjes bij sinusbeheer dan in de referentie.

Het aantal eitjes per transect uitgezet tegen het aantal pinksterbloemen gaf eenzelfde beeld, 2,6x meer eitjes bij eenzelfde aantal pinksterbloemen, maar om te voorkomen dat de clustering van eitjes op eenzelfde plant het beeld zou vertekenen, is de voorkeur gegeven aan het weergeven van percentage met eitjes bezette plots.



Eitelplotje voor oranjetipje.



Kleine vuurvliender op gemaaid sinuspad.

5 Bijen en zweefvliegen

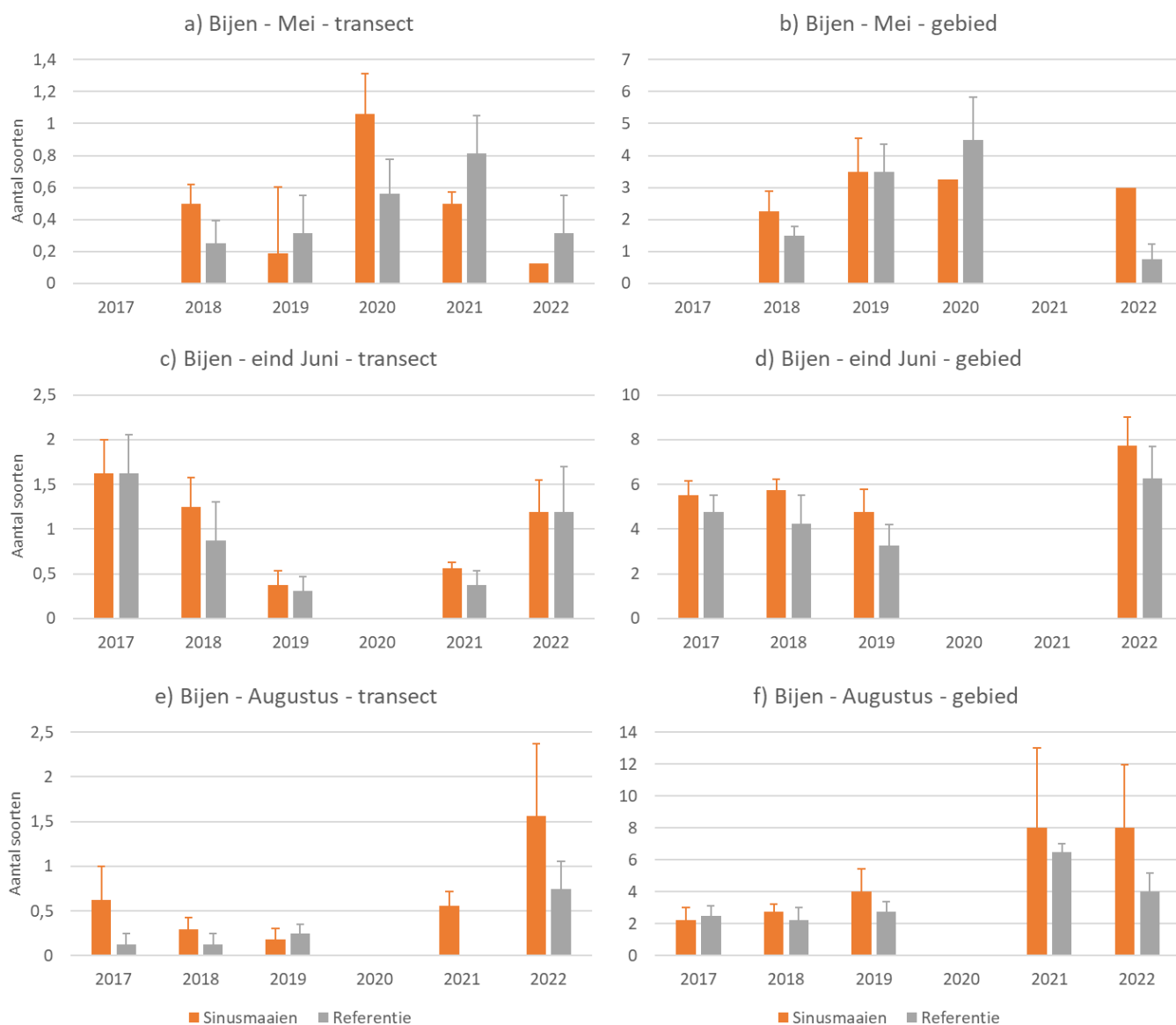
Bijen en zweefvliegen zijn belangrijke bestuivers die sterk reageren op het bloemenaanbod. Dat bleek ook uit dit onderzoek. Het grotere bloemenaanbod in augustus bij sinusmaaien blijkt vooral voor bijen een significante meerwaarde.

5.1 Bijen

Er zijn gedurende het onderzoek 3121 bijen van 102 soorten waargenomen (Bijlage 3). Daar zaten 20 Rode Lijst-soorten bij en ook de honingbij. De terreinen Herbertusbossen (60 soorten) en Kleine Dommel (50) waren voor de bijen het meest soortenrijk, met ook de meeste zeldzame soorten.

Soortenrijkdom

De soortenrijkdom van de bijen was het hoogst tijdens de tellingen eind juni (Figuur 5.1).



Figuur 5.1: Aantal soorten bijen (gemiddelde met standaardfout) voor de twee beheertypen in mei (a,b), eind juni (c,d) en augustus (e,f) bij tellingen op vaste transecten (a,c,e) en gebiedstellingen (b,d,f). In 2017 was er geen telling in mei, maar in 2020 wel. In 2021 was de gebiedstelling in mei en eind juni onvolledig.

In mei was er noch bij de transecttellingen, noch bij de gebiedstelling een verschil tussen sinusmaaïen en referentie.

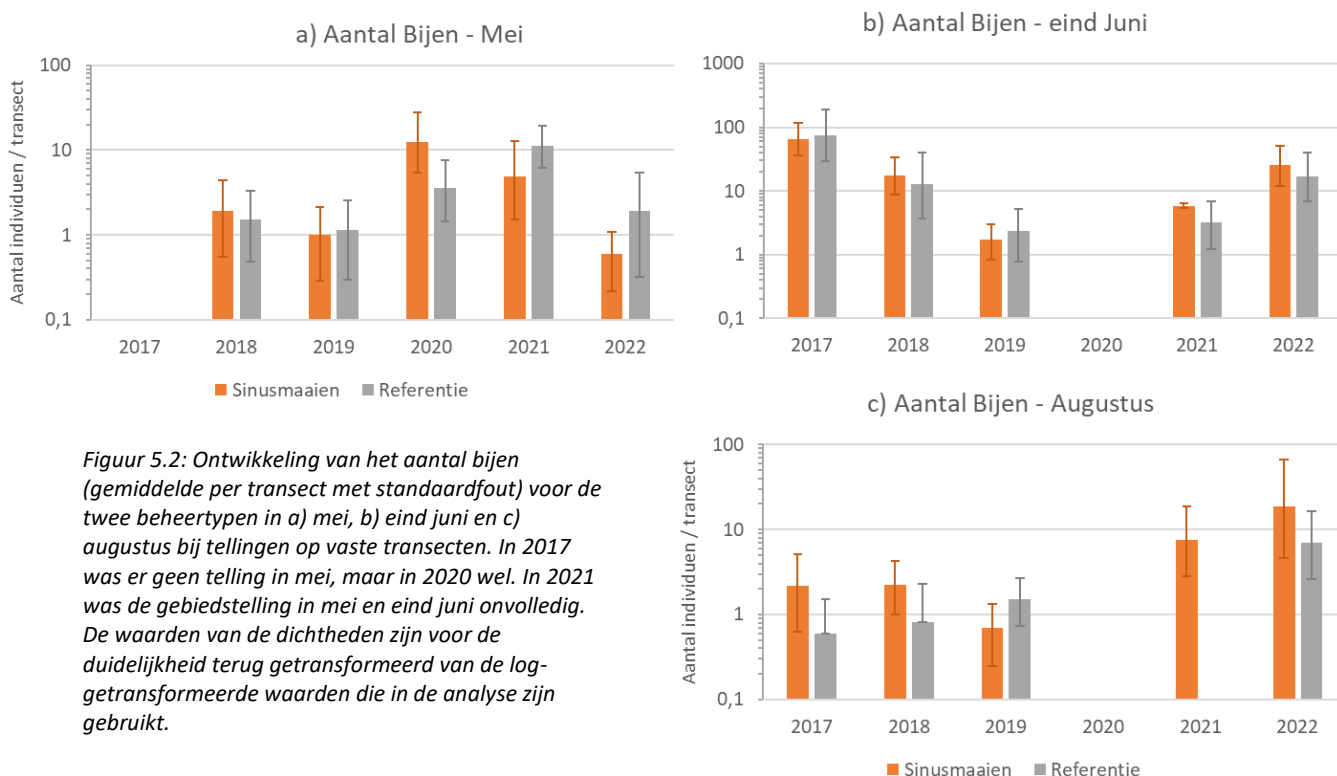
Eind juni waren er wel verschillen onder invloed van het beheer voor de gebiedstelling, met een significante 28% hogere soortenrijkdom bij sinusmaaïen ($p < 0,05$; $F_{1,20}=4,63$), maar bij de transecttelling werd dit verschil niet gevonden (hoewel de gemiddelde soortenrijkdom eveneens wel 14% hoger lag bij sinusmaaïen).

In augustus was de soortenrijkdom wel hoger bij sinusmaaïen op de transecttellingen ($p < 0,05$; $F_{1,26}=4,60$), met gemiddeld 2,6x meer soorten onder sinusbeheer dan in de referentie. Maar bij de gebiedstelling was het verschil nu niet significant, ondanks een gemiddeld 39% hogere soortenrijkdom bij sinusbeheer.

Aantal individuen

De resultaten over de aantallen, feitelijk: dichtheden, zijn voor de bijen (exclusief honingbij) alleen voor de transecttellingen geanalyseerd omdat deze betrouwbaarder zijn om de dichtheden vast te stellen dan de gebiedstellingen.

De dichtheden bijen varieerden tussen de jaren, met lagere aantallen bij droogte, maar het verschil tussen de beheertypen was alleen zwak significant in augustus ($p < 0,10$; $F_{1,26}=4,10$; Figuur 5.2), met een tendens naar hogere aantallen (gemiddelde 2,5x meer) bij sinusmaaïen; in 2021 werden er in augustus zelfs helemaal geen bijen in de referentie geteld!



Figuur 5.2: Ontwikkeling van het aantal bijen (gemiddelde per transect met standaardfout) voor de twee beheertypen in a) mei, b) eind juni en c) augustus bij tellingen op vaste transecten. In 2017 was er geen telling in mei, maar in 2020 wel. In 2021 was de gebiedstelling in mei en eind juni onvolledig. De waarden van de dichtheden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

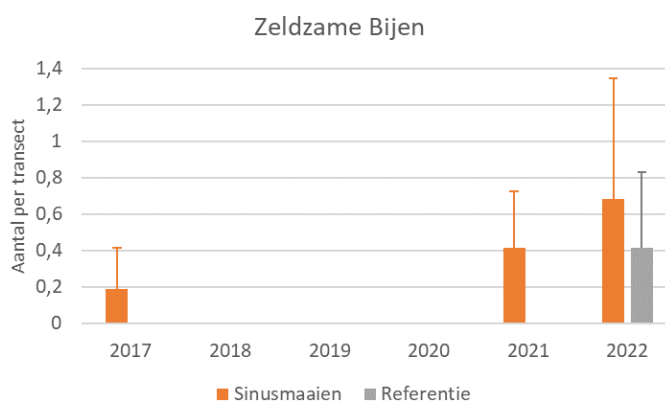
De dichtheid van honingbijen is apart geanalyseerd van de dichtheid andere bijensoorten. De aantallen honingbijen lagen bijzonder laag, gemiddeld 0,4 per 100 m² (tussen 0 en 3 voor afzonderlijke percelen). De aantallen op de transecten waren zelfs te laag om statistisch goed te kunnen analyseren. De dichtheden uit de vlakdekkende tellingen verschilden niet significant tussen de beheertypen ($F_{1,33}=1,09$). Uit beide tellingen kwam een trend naar voren van toename onder sinusmaaïen ten opzichte van de referentie, maar deze kan niet goed worden onderbouwd.

Tabel 5.1: Aantal waargenomen bijen van Rode Lijst-soorten bij de twee verschillende beheertypen (totaal over alle jaren en terreinen). De gewone tubebij, grote roetbij en stomptandwespbij werden in de Herbertusbossen waargenomen en de vierbandgroefbij in de Kleine Dommel, maar voor deze soorten was het onduidelijk is in welk beheertype.

Soort	Behandeling	
	Referentie	Sinusmaaien
breedbuikgroefbij (BE)	1	
bremzandbij (KW)		1
bruine slobkousbij (GE)	2	4
geelgespoorde houtmetselbij (KW)		2
geelstaartklaverzandbij (KW)	3	2
gewone tubebij (KW)		
grote koekoekshommel (KW)	3	8
grote roetbij (KW)		
kauwende metselbij (BE)	1	4
kielstaartkegelbij (GE)	1	
lapse behangersbij (KW)	1	2
rietmaskerbij (KW)	1	
Rinks maskerbij (BE)		2
sporkehoutzandbij (KW)		1
stomptandwespbij (BE)		
tweekleurige koekoekshommel (KW)	1	
veenhommel (KW)	6	5
vierbandgroefbij (EB)		
weidemaskerbij (KW)		1
zwartbronzen houtmetselbij (KW)		3
Totaal	20 (10 srt)	35 (12 srt)

Bijen van de 20 zeldzame soorten (Tabel 5.1) werden vaak incidenteel en ook niet in alle jaren gezien. Het aantal bijen van zeldzame soorten was alsnog zwak significant hoger bij sinusmaaien ($P < 0,10$; $F_{1,32} = 2.95$; Figuur 5.3), met gemiddeld 3x meer zeldzame bijen onder sinusbeheer. Voor afzonderlijke soorten leek dit vooral bij de grote koekoekshommel het geval (Tabel 5.1).

Figuur 5.3: Aantallen bijen van de Rode Lijst (gemiddelde per transect met standaardfout) voor de twee beheertypen bij tellingen op vaste transecten. In 2018, 2019 en 2020 (alleen mei-telling) werden er geen zeldzame bijen op de transecten waargenomen. De waarden van de dichtheden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.



5.2 Zweefvliegen

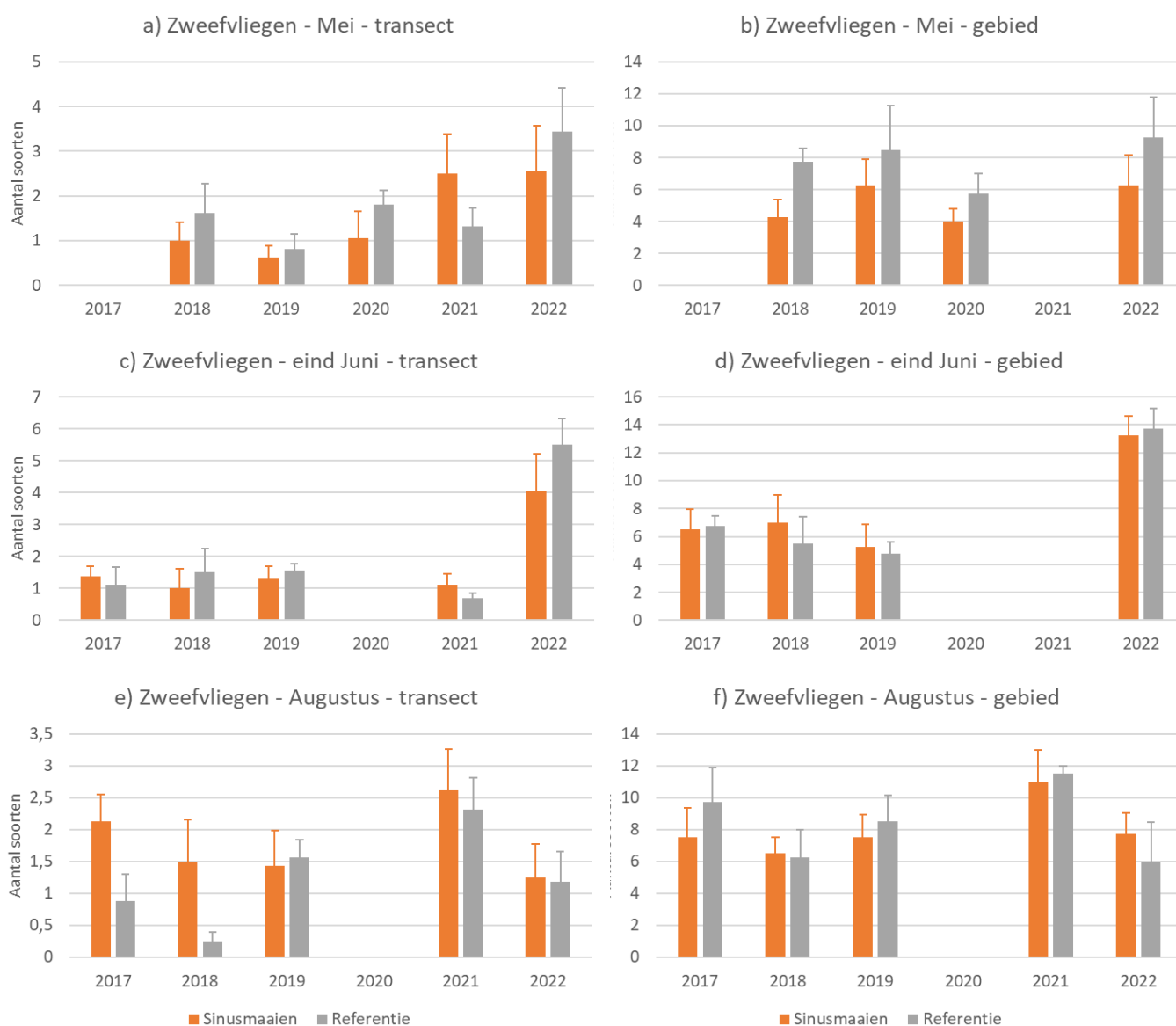
Bij de zweefvliegen zijn in dit onderzoek 100 soorten geteld, waarvan er 15 landelijk vrij zeldzaam zijn (Bijlage 4). De meeste soorten werden gevonden in Sang en Goorkens (65) en de Herbertusbossen (60).

Soortenrijkdom

De soortenrijkdom piekte bij de zweefvliegen minder duidelijk dan bij de bijen. In 2021 was de soortenrijkdom het hoogst in augustus, maar in 2022 was dat eind juni (Figuur 5.4). In mei was het aantal soorten zweefvliegen op de transecten niet significant verschillend tussen de beheertypen (gemiddeld 16% hoger in de referentie), maar bij de gebiedstelling was de soortenrijkdom significant hoger in de referentie ($p < 0,05$; $F_{1,20}=4,48$), met gemiddeld 51%.

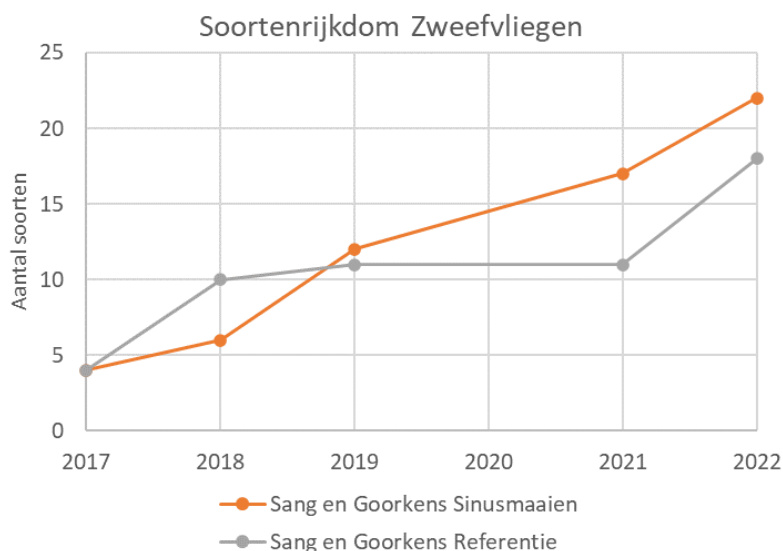
Eind juni was er noch op de transecten, noch in de gebieden een significant verschil tussen beheertypen.

In augustus was er voor de transecttellingen een licht significant hoger soortenaantal zweefvliegen bij sinusmaaien ($p < 0,10$; $F_{1,26}=4,08$), gemiddeld 44%, maar vooral in 2017 en 2018. Bij de gebiedstellingen was er echter in het geheel geen verschil.



Figuur 5.4: Aantal soorten zweefvliegen (gemiddelde met standaardfout) voor de twee beheertypen in mei (a,b), eind juni (c,d) en augustus (e,f) bij tellingen op vaste transecten (a,c,e) en gebiedstellingen (b,d,f). In 2017 was er geen telling in mei, maar in 2020 wel. In 2021 was de gebiedstelling in mei en eind juni onvolledig.

Figuur 5.5: Ontwikkeling van het aantal soorten zweefvliegen op Sang en Goorkens bij sinusmaaien in vergelijking met de referentie; in 2017 zijn minder soorten waargenomen om dat er de eerste rond niet is geteld.

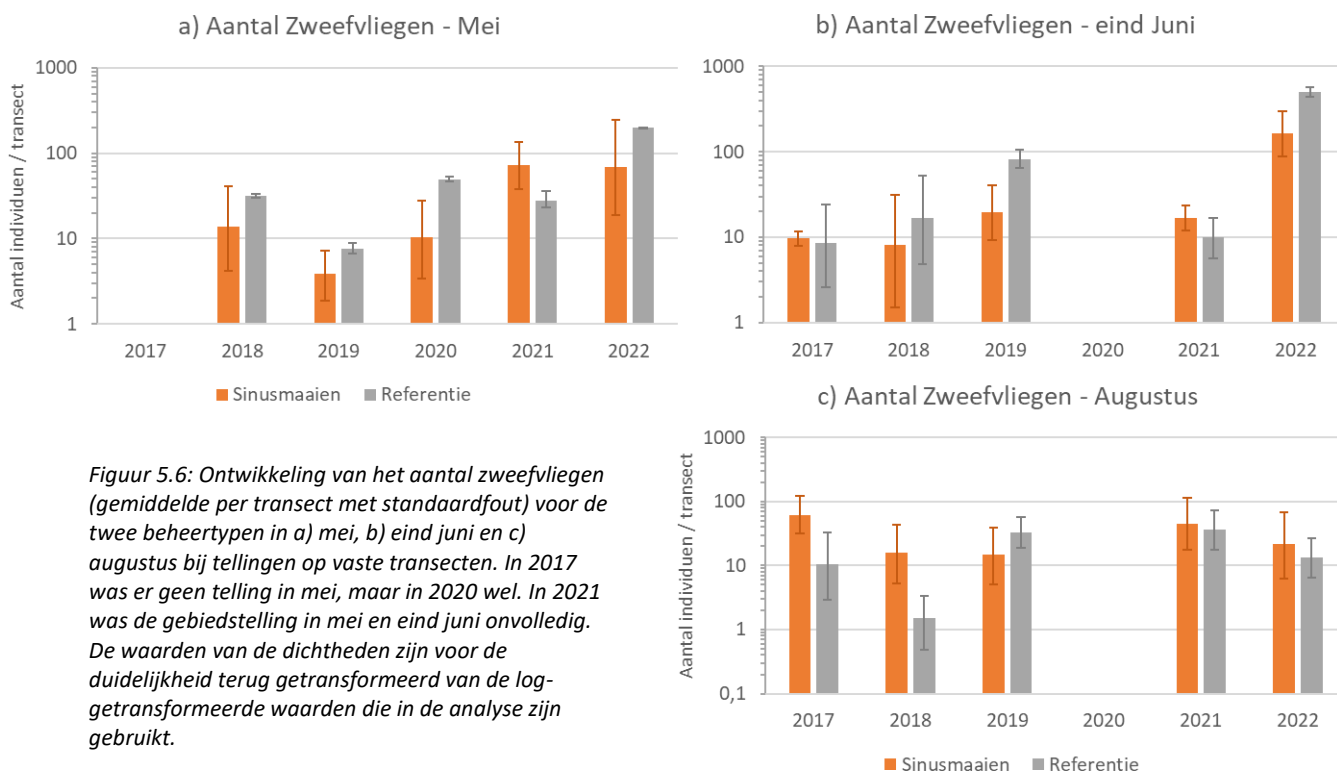


Net als bij de dagvlinders was Sang en Goorkens voor de zweefvliegen het meest soortenrijk en ook voor de zweefvliegen nam het aantal soorten in de loop der (warme) jaren sterker toe bij sinusmaaien dan in de referentie (Figuur 5.5), zij het minder sterk dan bij de dagvlinders, met een zwak significant verschil ($p=0,084$ voor de interactie tussen jaar en beheertype).

Aantal individuen

Net als bij de bijen zijn voor de zweefvliegen de resultaten over de aantallen, feitelijk: dichtheden, alleen voor de transecttellingen geanalyseerd omdat deze betrouwbaarder zijn om de dichtheden vast te stellen dan de gebiedstellingen.

De dichtheden van zweefvliegen (Figuur 5.6) varieerden in mei en juni wel tussen de jaren, maar deze variatie leek minder duidelijk met droogte samen te hangen dan bij de bijen. In



Figuur 5.6: Ontwikkeling van het aantal zweefvliegen (gemiddelde per transect met standaardfout) voor de twee beheertypen in a) mei, b) eind juni en c) augustus bij tellingen op vaste transecten. In 2017 was er geen telling in mei, maar in 2020 wel. In 2021 was de gebiedstelling in mei en eind juni onvolledig. De waarden van de dichtheden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

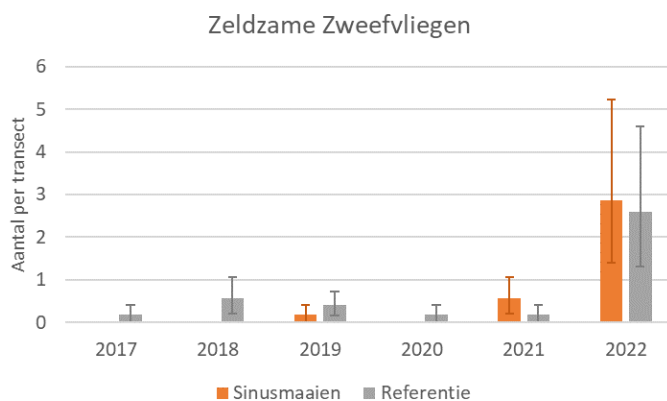
Tabel 5.2: Aantal waargenomen landelijk vrij zeldzame zweefvliegen bij de twee verschillende beheertypen (totaal over alle jaren en terreinen). De kleinvlekplatbek werd in de Herbertusbossen waargenomen, maar onduidelijk is in welk beheertype.

Soort	Behandeling	
	Referentie	Sinusmaaien
bosglimmer		1
donkere langlijf	2	1
gevlekte gouden bladloper		1
gewone rode bladloper	1	10
graslanglijf	21	24
groene didea		1
kleine rode bladloper	2	
kleinvlekplatbek		
Saksische fopwesp	1	
stipfopwesp	3	3
streepfopwesp		1
veenplatvoetje	17	3
veranderlijke kommazweefvlieg		1
vroege glimmer	1	1
zwervende platbek	1	
Totaal	49 (9 srt)	47 (11 srt)

geen enkele periode verschilden de dichtheden zweefvliegen tussen sinusmaaien en referentie.

Van de 15 landelijk vrij zeldzame soorten die tijdens de tellingen zijn gezien, werden er ongeveer even veel bij sinusmaaien geteld als in de referenties (Tabel 5.2). Vooral in 2022 werden er relatief veel vrij zeldzame soorten gezien (Figuur 5.7).

Figuur 5.7: Aantallen landelijk vrij zeldzame zweefvliegen (gemiddelde per transect met standaardfout) voor de twee beheertypen. De waarden van de dichtheden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

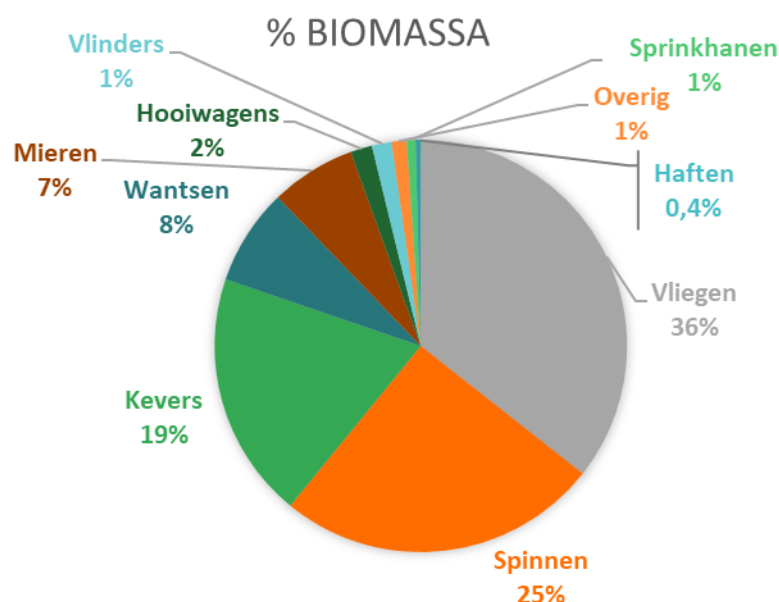


6 Biomassa overwinterende ongewervelden

In het laatste jaar van het onderzoek werd onderzocht of de biomassa overwinterende ongewervelden – vooral veel vliegen en muggen, kevers en spinnen – verschilden onder invloed van sinusmaaien. Dat bleek het geval te zijn.

Gedurende de drie weken in mei van 2022 werden er in totaal 14.592 individuen van ongewervelden in de 60 monsters uit de 20 piramidevallen geteld. De gezamenlijke (verse) biomassa daarvan bedroeg slechts 9,2 gram, ofte wel 0,63 mg per individu gemiddeld dan wel 116 (16-852) mg per val per week.

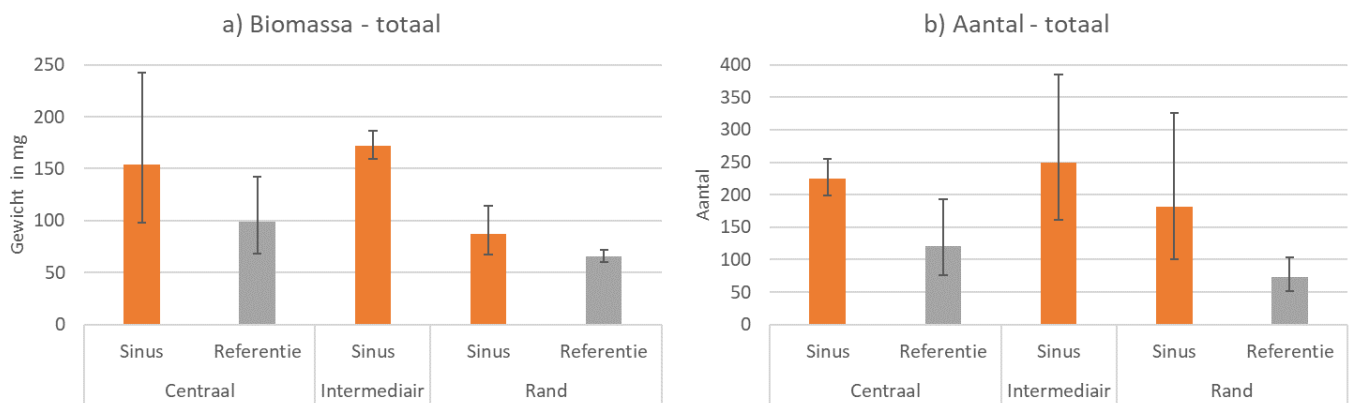
Vliegen, spinnen en kevers namen samen 80% van de biomassa voor hun rekening (Figuur 6.1). Alleen wantsen en mieren droegen verder nog meer dan 5% bij. De andere groepen bestonden uit vlinders, sprinkhanen, hooiwagens, haften en een categorie overig die niet te determineren viel van ruim 1%. De aantallen werden met een aandeel van 84% gedomineerd door vliegen en muggen. Alleen spinnen en wantsen kwamen nog tot een aandeel van net boven 5%.



Figuur 6.1: Verdeling van de biomassa tussen verschillende groepen geleedpotige ongewervelden voor de vangsten van 20 piramidevallen in mei 2022.

De piramidevallen leverden niet altijd ondubbelzinnige resultaten. De belangrijkste verstoringen waren dat de vloeistof in de vangpotten in de top van de piramide opraakte of dat aanwezige naaktslakken (9x) of spinnen (5x) een onbekend aantal andere ongewervelden opgegeten zou kunnen hebben. Toch zijn alle monsters opgenomen in de analyse. Uiteraard waren er grote verschillen in aantallen en biomassa tussen vallen, ook binnen soortgroepen, maar na log-transformatie voldeden de gegevens behoorlijk goed aan de randvoorwaarden voor een normale verdeling.

Aan de hand van de gemaakte foto's van de locaties werd een schatting van de vegetatiehoogte en het aandeel bedekking met dood materiaal gemaakt. De hoogte vegetatie was niet duidelijk verschillend tussen beheertypen, met waarden tussen 10 en 16 cm, al werden de hoogste twee waarden (21 en 28 cm) wel in de randzone van het sinusmaaien gevonden. Voor dood materiaal gold hetzelfde met waarden tussen 7 en 30% voor de verschillende beheertypen en de hoogste waarde (66%) in de randzone bij sinusbeheer.



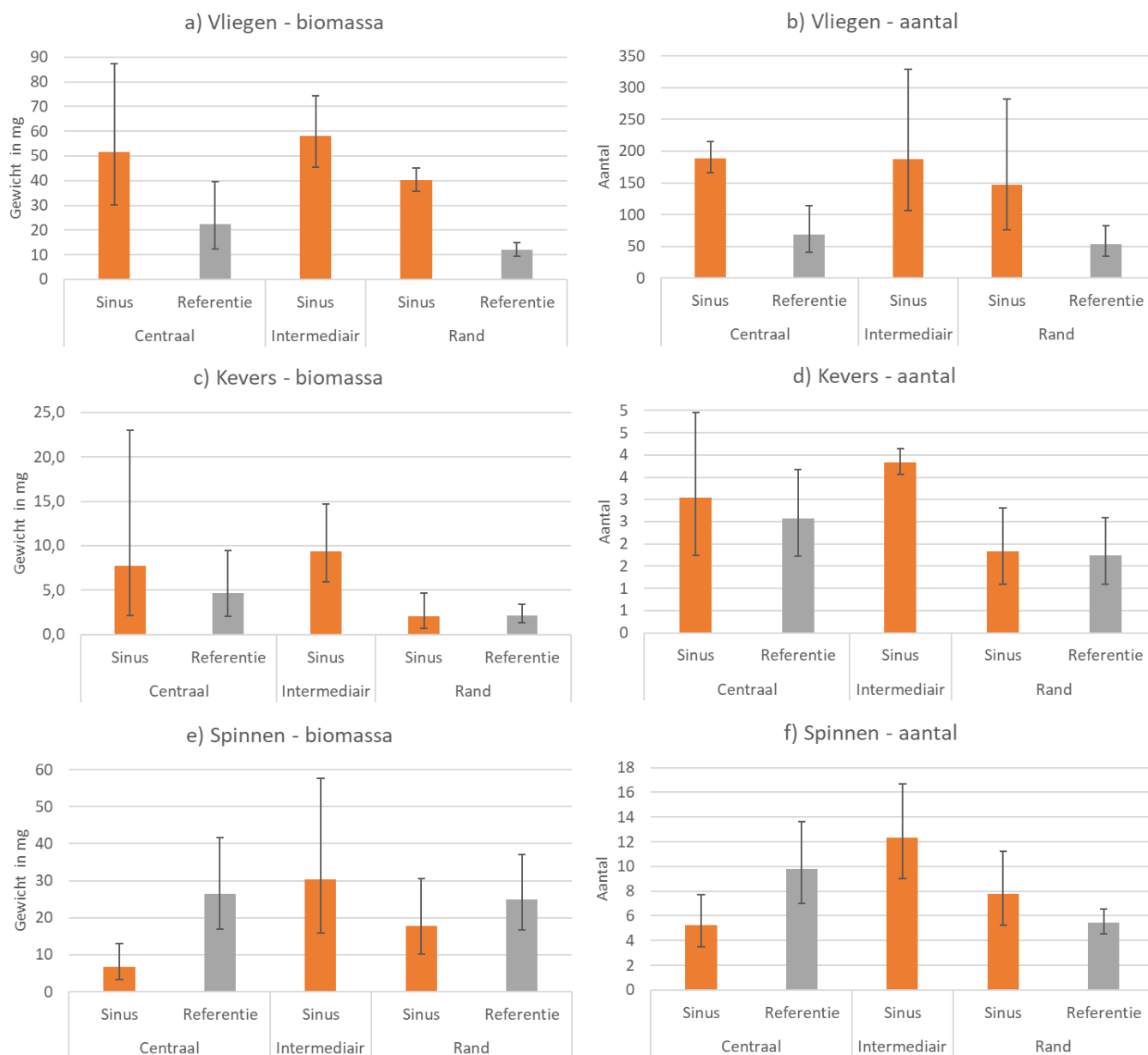
Figuur 6.2: Totale biomassa (a) en aantallen (b) (gemiddelden met standaardfout) van geleedpotige ongewervelden in piramidevallen op verschillende delen van de percelen onder sinusbeheer en in de referentie (waarden geven de wekelijkse vangsten per val weer). De waarden van de dichtheden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.

De totale vangsten van de geleedpotige ongewervelden (Figuur 6.2) verschilden significant tussen de vijf combinaties van beheer en m binnen het perceel, zowel voor de biomassa ($P < 0,05$; $F_{4,51}=3,17$) als voor de aantallen ($P < 0,025$; $F_{4,51}=3,48$). De waarden waren het hoogst in de centrale en intermediaire delen van het perceel bij sinusbeheer. Wanneer de vallen op de intermediaire positie in de sinuspercelen buiten beschouwing werden gelaten, konden de verschillen tussen beheertype en positie beter worden onderscheiden. Daaruit bleek dat zowel het beheer en de positie een zwak significant effect op de biomassa hadden ($p < 0,10$ met respectievelijk $F_{1,38}=2,92$ en $F_{1,38}=3,51$), met een 44% hogere biomassa bij sinusbeheer en meer centraal in het perceel. Voor de aantallen individuen was alleen het beheer van invloed, met ruim 2x hogere aantallen bij sinusbeheer ($p < 0,01$; $F_{1,38}=10,03$).

De gegevens konden voor de drie grote groepen – vliegen, spinnen en kevers – ook op per soortgroep worden geanalyseerd (Figuur 6.3). Daaruit bleek dat het totale beeld vooral werd bepaald door de gegevens over de dominante groep van vliegen en muggen. De biomassa verschildte sterk tussen de combinaties van beheer en locatie ($p < 0,01$; $F_{4,51}=4,39$), maar het verschil werd geheel bepaald door de 3x hogere biomassa bij sinusbeheer ($p < 0,01$; $F_{1,38}=9,27$), niet door de locatie binnen het perceel. Die uitkomst was voor de aantallen vliegen en muggen hetzelfde, met eveneens 3x hogere aantallen bij sinusbeheer ($p < 0,01$; $F_{1,38}=12,14$).

Voor de kevers lagen de biomassa en de aantallen veel lager en was de variatie groter, ook in biomassa en aantallen tussen verschillende soorten. Er waren daardoor geen aantoonbare verschillen van sinusbeheer of locatie binnen het perceel.

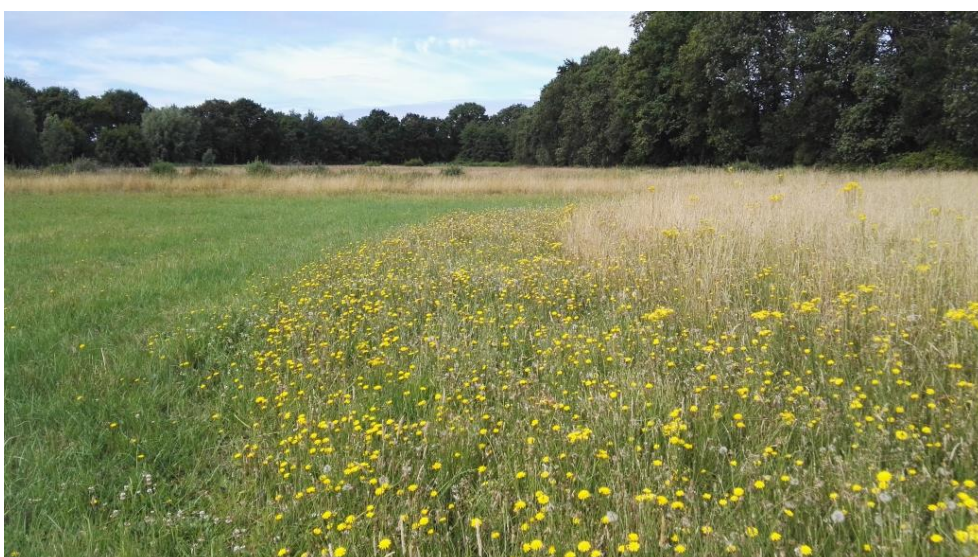
Voor de spinnen kwamen er wel enige significante verschillen naar voren. Er waren zwak significante verschillen tussen de combinaties van beheer en locatie voor biomassa ($p < 0,10$; $F_{4,51}=3,14$), maar niet voor de aantallen. De biomassa bij sinusmaaien was de helft (48%) van die in de referentie ($p < 0,05$; $F_{1,38}=5,15$). De aantallen duiden op contrasterende, zij het zwak significante verschillen van het beheer in de rand en in het centrum van de percelen: in de rand waren de spinnen 42% talrijker bij sinusmaaien ($p < 0,10$ voor de interactie tussen beheer x locatie; $F_{1,38}=3,78$), terwijl midden in het perceel de aantallen bij sinusmaaien maar ruim de helft (54%) waren van die in de referentie. Dit contrast deed zich ook voor bij het percentage bedekking van dood materiaal in de vegetatie: 30% bij sinusbeheer vs. 14% in de referentie in de rand en 16% bij sinusbeheer vs. 7% in de referentie op het midden van het perceel ($p < 0,10$ voor de interactie tussen beheer x locatie; $F_{1,38}=4,88$).



Figuur 6.3: Biomassa (a,c,e) en aantallen (b,d,f) (gemiddelden met standaardfout) van vliegen en muggen (a,b), kevers (c,d) en spinnen (e,f) op verschillende delen van de percelen onder sinusbeheer en in de referentie (waarden geven de wekelijkse vangsten per val weer). De waarden van de dichtheden zijn voor de duidelijkheid terug getransformeerd van de log-getransformeerde waarden die in de analyse zijn gebruikt.



Voorbeelden van effecten van sinusbeheer: bloeiende kale jonkers in de overstaande vegetatie bij sinusbeheer (boven), bloei van witte klaver in het eerder gemaaide sinuspad (rechts) en variatie in structuur en bloei na het maaien van het binnenste deel, waarbij het sinuspad blijft overstaan (onder).



7 Discussie veldproef

In dit hoofdstuk gaan we in op de betekenis van de uitkomsten uit de veldproef met sinusbeheer. Dat gebeurt allereerst aan de hand van de resultaten over de effecten van sinusbeheer op de biodiversiteit. Vervolgens staan we stil bij de kosten en baten van de praktische uitvoering. We sluiten af met een conclusie en aanbevelingen voor onderzoek en uitvoering.

7.1 Verwachtingen en uitkomsten

Dit onderzoek is het eerste dat de effecten van sinusbeheer uitgebreid heeft uitgezocht. Een parallel onderzoek wordt in Vlaanderen uitgevoerd in droge graslanden, maar de resultaten daarvan zijn nog niet bekend. Vooralsnog is er dus geen vergelijkingsmateriaal voorhanden.

Bij aanvang van het onderzoek hadden we de volgende verwachtingen over de effecten van sinusbeheer (zie par. 1.4):

1. Sinusbeheer zorgt door de grotere patroonvariatie in vergelijking met standaard maaibeheer voor een grotere variatie in microklimaat
2. Wat betreft de soortensamenstelling van de vegetatie werd verwacht dat:
 - a. Sinusbeheer op een termijn van 5-6 jaar *niet* leidt tot belangrijke verandering, maar...
 - b. Er is een risico dat sinusbeheer leidt tot verruiging van de vegetatie door het laten overstaan van delen van de vegetatie
 - c. Opslag van bomen en struiken zou een probleem kunnen worden op minder vaak gemaaide delen
3. Sinusbeheer leidt tot een groter bloemenaanbod voor bloembezoekende insecten in de zomer, maar niet in het voorjaar.
4. Sinusbeheer leidt bij de insecten uiteindelijk ook tot:
 - a. meer soorten en grotere aantallen bloembezoekende insecten als dagvlinders, bijen en zweefvliegen en
 - b. een hogere biomassa en aantallen van insecten en andere geleedpotigen die in de bodem overwinteren. De vraag was wel of dit effect binnen de termijn van het experiment zich al zou aftekenen

In grote lijn zijn de meeste verwachtingen door het onderzoek bevestigd, maar de vrees voor de negatieve effecten van verruiging kwam niet uit en opslag van bomen en struiken was alleen van lokaal belang.

De effecten van het sinusbeheer waren niet altijd even duidelijk. Het aantal onderzoeksgebieden was door praktische randvoorwaarden (budget en haalbaarheid) al beperkt tot vier, wat voor een statistische analyse al minimaal is, maar helaas viel er bovendien door overmacht nog één terrein af na Fase 1, zodat er voor Fase 2 een ander terrein moest worden opgenomen. Daardoor waren er slechts drie terreinen die in alle jaren zijn onderzocht. Bovendien waren de zomers van 2018 en 2019 extreem droog, waardoor zowel het bloemenaanbod als de bloembezoekende insecten werden getroffen. Duidelijke ontwikkelingen van verschillen tussen sinusbeheer en referentie door de jaren heen mogen daarom nauwelijks worden verwacht.

Ondanks deze handicaps komen er toch verschillende effecten van het sinusbeheer naar voren. Dat zijn vooral verschillen die zich al binnen een enkel seizoen kunnen manifesteren.

7.2 Veranderingen in het microklimaat

De verschillen in het microklimaat onder invloed van sinusbeheer deden zich vooral voor in het groeiseizoen, wat voor insecten ook het meest relevant is. In juli was het contrast met de referentie het grootst. Gedurende de dag waren de temperatuurverschillen bij

sinusmaaier groter dan in de referentie. Dat betekent dat er meer mogelijkheden zijn voor aanwezige insecten om hun optimale microklimaat te kiezen. Ook hebben ze hierdoor meer mogelijkheden om in de structuurrijkere vegetatie warmere of koelere plekken op te zoeken om temperatuurextremen te vermijden. Vooral bij hitte en droogte kan dit van groot belang zijn.

7.3 Soortensamenstelling op de vegetatie

Op voorhand werden er geen grote veranderingen in de soortensamenstelling van de vegetatie verwacht: voor dergelijke veranderingen is een langere looptijd nodig dan de zes jaar van deze studie. Dat bleek ook uit het onderzoek. Op termijn zouden laat bloeiende planten als blauwe knoop en klokjesgentiaan wel kunnen profiteren door een betere zaadsetting in de overstaande vegetatie, die bij regulier maaier in de zomer voor deze soorten geregeld te vroeg afgemaaid wordt.

Veranderingen in bedekking van voorkomende plantensoorten mochten wel worden verwacht binnen de duur van het onderzoek. De gevreesde trend naar dominantie van soorten van ruigte en van stikstofminnende soorten door delen van het perceel niet te maaier trad echter niet op. Sinusbeheer lijkt dus geen recept voor verruiging te zijn. Ook de opslag van bomen en struiken was bij sinusbeheer niet noemenswaardig. Daar past wel de kanttekening bij dat opslag van zwarte els wel goed in de gaten gehouden moet worden. Maar dat geldt net zo goed voor regulier maaier. Bij sinusbeheer kan hier op worden ingespeeld door plekken met opslag selectief wel te maaier. En voor eventueel ongewenste ruigtesoorten kan die lijn ook worden gevolgd.

7.4 Bloemenaanbod

In het voorjaar was het bloemenaanbod groter in de referentie dan bij sinusbeheer, vooral bij de boterbloemen. Waarschijnlijk stimuleert het vlakdekkende maaier de hergroei en daarmee ook de bloei in het voorjaar. In de zomer wordt het bloemenaanbod juist steeds groter bij sinusbeheer dan bij regulier maaier. Dit kwam vooral bij de kale jonker en bij vlinderbloemigen naar voren. Ten eerste was er een rijkere bloei in de overstaande vegetatie, vooral bij kale jonker en moerasrolklaver. Ten tweede waren er in augustus ook veel bloeien de planten, zoals witte klaver, op het eerder gemaaide sinuspad. Het is dus juist de heterogeniteit in het maaitijdstip die bij sinusbeheer voor meer bloei in de zomer zorgt.

7.5 Effecten op dagvlinders

Net als voor de vegetatie trad er bij de dagvlinders geen verandering in de soortenrijkdom op wanneer alle terreinen werden beschouwd. Wel was het opvallend dat in het meest soortenrijke terrein, Sang en Goorkens, het aantal dagvlindersoorten bij sinusbeheer stabiel bleef, terwijl dit bij regulier maaier afnam. Mogelijk werd die afname mede door de serie droge zomers veroorzaakt. Dan zou dit verschil een indicatie kunnen zijn dat de meer gevarieerde vegetatiestructuur onder invloed van sinusbeheer voor de vlinders goed uitpakt. Eén enkel terrein is echter nog te weinig om hier harde conclusies aan te kunnen verbinden.

Bij de afzonderlijke soorten reageerden bruin zandoogje en oranjetipje positief op het sinusbeheer, terwijl het klein geaderd witje het beter deed bij regulier maaier. De eerste twee zijn kenmerkende graslandsoorten, terwijl het klein geaderd witje in veel meer biotopen voorkomt, dus voor die soort is een positieve respons van minder belang. Mogelijk dat de voorjaarsgeneratie klein geaderd witjes vooral reageerde op het grotere bloemenaanbod bij regulier maaier in mei.

Bij bruin zandoogje verklaart waarschijnlijk juist het grotere nectaraanbod in de zomer de hogere aantallen bij sinusbeheer. Dit effect kan bij meer soorten die tot in augustus-september vliegen worden verwacht.

Voor het oranjetipje zou men een eenzelfde respons als het klein geaderd witje kunnen verwachten, maar de verklaring moet misschien meer worden gezocht in de plekken voor de verpoping en overwintering. In tegenstelling tot het klein geaderd witje heeft het oranjetipje maar één generatie per jaar en zoeken de rupsen voor hun verpoping hogere vegetatie op. Daarin overwintert de pop. Het is dus goed mogelijk dat regulier maaier

sterfte onder een groot deel van de poppen veroorzaakt en dat de overstaande vegetatie bij sinusbeheer een hogere overleving biedt en dat dit ook wordt weerspiegeld door de hier gevonden grotere eiafzet in sinuspercelen. Juist de immobiele stadia van poppen en overwinterende rupsen zijn kwetsbaar voor maaien of andere verstoring (Van Noordwijk *et al.*, 2012). De overstaande vegetatie bij sinusbeheer biedt rupsen en poppen daarom ook een grotere overlevingskans tijdens de overwintering.

7.6 Effecten op bijen en zweefvliegen

Het aantal soorten waargenomen bijen was beduidend hoger dan bij de dagvlinders. Hier was een groeiend positief effect van sinusbeheer te zien naarmate het seizoen vorderde. In augustus werden op de transecten significant meer soorten en meer individuen bijen geteld bij sinusbeheer dan bij regulier maaien. Dit goed te verklaren door het rijkere bloemenaanbod bij sinusbeheer in augustus. Ook de zeldzame soorten waren talrijker bij sinusbeheer.

Bij de zweefvliegen waren er geen consistente effecten van sinusbeheer op de soortenrijkdom, al was hier net als bij de bijen de soortenrijkdom in augustus hoger bij sinusbeheer en was net als bij de dagvlinders de ontwikkeling relatief gunstig onder sinusmaaien in het relatief soortenrijke gebied Sang en Goorkens. De aantallen zweefvliegen werden echter niet duidelijk door het beheer beïnvloed.

7.7 Biomassa van overwinterende insecten en spinnen

Zowel de biomassa als de aantallen van overwinterende insecten en spinnen was beduidend hoger bij sinusbeheer dan bij regulier maaien. Vliegen en muggen waren daarbij de dominante groep. Voor spinnen leek er sprake van contrasterende effecten met meer spinnen in de perceelranden bij sinusbeheer en meer spinnen bij regulier maaien in het midden van het perceel. Hierbij kan het gaan om contrasten tussen vegetatie- en bodembewonende spinnen. Dat zou nader uitgezocht moeten worden. De grotere totale biomassa en aantallen overwinterende insecten bij sinusbeheer stemt overeen met de verwachting dat de structuurvariatie bij sinusbeheer net als voor het oranjetipje ook andere overwinterende insecten ten goede komt.

7.8 Verschilt sinusbeheer van ander gefaseerd maaibeheer?

Dit onderzoek heeft laten zien dat sinusbeheer leidt tot meer variatie in microklimaat en een rijker bloemenaanbod in de zomer. Vooral bijen, maar ook een kenmerkende graslandvlinders als het bruin zandoogje profiteert hiervan. Verder blijken ook de overwinterende insecten, waaronder ook het oranjetipje, van sinusbeheer te profiteren.

In hoeverre zouden deze uitkomsten ook zijn gevonden bij een meer klassiek gefaseerd maaibeheer, dus zonder sinuspad en bij overstaande vegetatie in blokken? De positieve effecten daarvan op de insectenfauna zijn al herhaaldelijk aangetoond (Wallis de Vries & Knotters, 2000; Cizek *et al.*, 2011; Pywell *et al.*, 2011; Garbuzov *et al.*, 2015; Bruppacher *et al.*, 2016). Waarschijnlijk zouden de effecten op het bloemenaanbod in overstaande vegetatie en die op overwinterende insecten vergelijkbaar zijn. Maar er zijn ook belangrijke verschillen. Door het maaien van het sinuspad wordt de patroonvariatie vergroot en daarmee ook de variatie in microklimaat. Die wordt nog eens versterkt door de kronkelige loop van het sinuspad, waardoor er in vergelijking met rechte blokken veel verschillende exposities zijn ten opzichte van de zon. Bovendien brengt het sinuspad een extra maaimoment, waardoor de bloeitijd in zijn geheel wordt verlengd door uitgestelde bloei of hernieuwde bloei na het maaien. Deze effecten geven aan sinusbeheer een duidelijke meerwaarde die in dit onderzoek ook naar voren is gekomen.

Verder onderzoek is wel wenselijk om een aantal redenen. Ten eerste om voor een sterkere onderbouwing van deze studie die slechts een beperkt aantal herhalingen kende. Ten tweede is het interessant om uit te vinden wat de effecten van sinusbeheer in andere graslandtypen zijn, zoals drogere graslanden, maar ook minder productieve of juist sterker productieve graslanden. In meer productieve graslanden zou het uittesten van

sinusbeheer met een groter aantal maaibeurten binnen één seizoen de moeite waard zijn. Ten derde zou het effect van het voortzetten van sinusbeheer over een langere reeks van jaren onderzoek verdienen, omdat dan ook vastgesteld kan worden of dit ook leidt tot veranderingen in de soortensamenstelling van de vegetatie en van de bijbehorende faunagemeenschap.

8 Kosten en praktische uitvoering

In dit hoofdstuk gaan we in op kosten en baten van sinusbeheer en de praktische uitvoering ervan. We beoordelen de meerkosten per hectare en zetten deze af tegen de ecologische resultaten.

8.1 Kosten van sinusbeheer

Sinusbeheer is in drie van de vier terreinen in dit project door een aannemer uitgevoerd met gespecialiseerde machines voor vochtige beekdalgraslanden, de wetlandtrack. In beide stappen van het sinusbeheer (slingerend maaipad, later binnenzijde van het maaipad) is er zowel gemaaid als maaisel afgevoerd. Na één volledige maaironde is ongeveer 60% van het perceel gemaaid en blijft ongeveer 40% van het perceel ongemaaid. In de context van deze studie in vochtige beekdalgraslanden bedragen de kosten van sinusbeheer ca. €1500,- per hectare. Hierbij dienen enkele zaken opgemerkt te worden:

- het perceel is vóór uitvoering van de maaierwerkzaamheden voorgelopen door een ecooloog op reekalveren en andere fauna;
- het maaien van het sinuspad werd voorgelopen door een ecooloog;
- er werd een wetlandtrack ingezet in de vochtige beekdalen, behalve als de terreinomstandigheden dit overbodig maakten in uitzonderlijk droge jaren;
- het maaisel werd in de nabijheid van het perceel op depot geplaatst en later afgevoerd door de terreinbeheerder;
- De terreinen waren relatief vlak en bevatten geen taluds.

In Haanwijk werd het sinusbeheer door een pachter uitgevoerd. Hierbij is goede instructie over de uitvoering én aanwezigheid van een beheerder met kennis van zaken tijdens de uitvoering van belang, in ieder geval tijdens de eerste keren waarop het sinusbeheer wordt uitgevoerd. Dit voorkomt beheerfouten door miscommunicatie. In het project is met succes hierop ingezet. Deze constructie heeft voor de beheerder weinig tot geen meerkosten gehad. Het is echter wel noodzakelijk dat een pachter over het juiste materieel beschikt om het sinusbeheer uit te voeren, en bovendien materieel dat aangepast is op de terreincondities.



Figuur 8.1: Maaien van de binnenzijde met een wetlandtrack en kleine opraapwagen in Herbertusbossen. Foto Anthonie Stip.

Eind 2020 is door De Vlinderstichting een enquête over sinusbeheer uitgevoerd onder natuurbeheerders. Respondenten zijn onder meer bevraagd op hun kennis over de kosten van sinusbeheer. Van de 102 respondenten hadden er 38 een beeld bij de meerkosten van sinusbeheer ten opzichte van tweemaal per jaar het gehele perceel maaien en afvoeren. Volgens 47% van hen is sinusbeheer duurder, 32% vindt dat sinusbeheer met evenveel kosten komt als tweemaal per jaar maaien en afvoeren en 21% vindt het goedkoper (Tabel 8.1). Sinusbeheer hoeft dus niet altijd met hogere kosten gepaard te gaan!

Tabel 8.1: Samenvatting van de antwoorden op de vraag naar de kosten van sinusbeheer ten opzichte van ongefaseerd tweemaal per jaar maaien en afvoeren. Respondenten zijn natuurbeheerders, enquête door De Vlinderstichting in najaar 2020. N=102.

Kosten sinusbeheer t.o.v. 2x p.j. maaien en afvoeren	# Respondenten
>200 euro/hectare duurder	2
150-200 euro/hectare duurder	2
101-150 euro/hectare duurder	1
51-100 euro/hectare duurder	7
1-50 euro/hectare duurder	6
Evenveel kosten als bij 2x/jaar maaien en ruimen	12
1-50 euro/hectare goedkoper	2
51-100 euro/hectare goedkoper	4
101-200 euro/hectare goedkoper	2
Geen idee	64
Totaal met een idee	38
Totaal duurder	18 (47%)
Totaal goedkoper	8 (21%)
Totaal evenveel kosten	12 (32%)

8.2 Praktische uitvoering sinusbeheer

Om sinusbeheer ecologisch effectief uit te voeren, is een aantal randvoorwaarden van belang:

- **Kennis van de topografie van het terrein bij degene die het maaibeheer uitvoert:** hiermee kunnen natte plekken, laagten en andere bijzonderheden in het terrein worden ontzien bij het beheer.
- **Kennis van flora en fauna in het terrein:** alleen wanneer voorafgaand aan het maaien een terrein is beoordeeld op aanwezige flora en fauna, kan er tijdens het uitvoeren van het sinusbeheer optimaal rekening mee gehouden worden. Denk aan het sparen van groei- en bloeiplaatsen van voor het terrein bijzondere plantensoorten en clusters van voor insecten belangrijke voedsel- en waardplanten. Maar denk ook aan verruigde terreindelen of stukken met teveel boomopslag. Het uitmaaien van het sinuspad is hét moment om ervoor te zorgen dat deze terreindelen binnen het sinuspad vallen, zodat ze in de tweede stap van sinusbeheer – het maaien en afvoeren van de binnenzijde – meegemaaid worden. Doe dit echter bij een deel van de verruigende terreindelen, want ook deze specifieke elementen zijn van waarde voor een deel van de ongewervelde fauna.
- **Een goede inschatting van het maaimoment:** de timing van het maaimoment is bij graslandbeheer cruciaal. Deze hangt af van de terreincondities in het specifieke groeiseizoen. Het maaien van het slingerende sinuspad – de eerste stap van

sinusbeheer – kan vaak al aan het begin van het groeiseizoen plaatsvinden, bijvoorbeeld in mei en ondanks het broedseizoen van vogels. De extra heterogeniteit die hierdoor op kleine schaal in het terrein ontstaat is voor allerlei organismen van betekenis. Uiteraard kan het sinuspad ook later in het groeiseizoen voor het eerst gemaaid worden, in laagproductieve systemen bijvoorbeeld na de langste dag. Het maaien van de binnenzijde van het sinuspad kan enkele weken tot soms twee maanden nadien plaatsvinden. Belangrijk om op te merken is dat er voor sinusbeheer geen vaststaande maaidata zijn, deze zijn flexibel en aan te passen op de lokale situatie én de lokale omstandigheden in een groeiseizoen.

- **Een goede inschatting van het aantal maaibeurten per jaar:** in voedselrijke(re) terreinen is het raadzaam om de twee stappen van het sinusbeheer per jaar tweemaal uit te voeren. Ditzelfde geldt voor groeizame omstandigheden die leiden tot veel gewasgroei, zoals vochtig, warm weer tijdens het groeiseizoen. In zo'n jaar is het raadzaam om sinusbeheer tweemaal uit te voeren per jaar. Onder droge omstandigheden is het ook in voedselrijke terreinen soms maar één keer per jaar nodig om sinusbeheer uit te voeren, net als in laagproductieve graslandsystemen. Ook hier geldt: beweeg mee met de lokale omstandigheden en het verloop van een groeiseizoen. Sinusbeheer biedt ruimte voor deze flexibiliteit.
- **De juiste machinekeuze:** kies machines voor de uitvoering van sinusbeheer die passen bij de beheervorm én bij het terrein. Het slingerende maaipad heeft bijvoorbeeld ecologisch meer effect wanneer deze rond de 2m breed is. Hierdoor is het effect op het microklimaat optimaal. Bij bredere maaipaden gaat dit effect deels verloren. Verder zijn maaimachines die werken met messenbalken en schijvenmaaiers te prefereren boven andere maaisystemen, vanwege de grotere overleving van ongewervelde fauna bij deze systemen (Humbert et al. 2009; Humbert et al. 2010). De maaihogte ligt idealiter tussen de 8 en 12cm boven maaiveld.

8.3 Sinusbeheer: veel baten voor iets hogere kosten

Sinusbeheer is een vorm van gefaseerd maaibeheer voor graslanden. Het brengt over het algemeen – maar lang niet altijd – iets hogere kosten met zich mee dan standaard tweemaal per jaar maaien en afvoeren. Daar tegenover staan echter vele baten, waaronder:

- Aantrekkelijk landschap met meanderende paden
- Geleidelijke(re) overgangen van bos naar grasland
- 3x meer randlengte
- Meer kleinschalige terreinvariatie
- Een gevarieerder microklimaat
- 44% meer biomassa van 2x hogere aantallen overwinterende ongewervelden
- Meer bloemen in de zomer en meer bloembezoekende insecten
- Meer voedsel in de voedselketen
- Verruiging van de vegetatie valt mee

Tegen de achtergrond van sterk afnemende ongewervelde fauna van graslanden is sinusbeheer daarom een interessante en effectieve beheervorm met veel potentie om deze trend te keren.

9 Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk brengen wij de opgedane inzichten samen over het meerjarig toepassen van sinusbeheer in vochtige beekdalgraslanden in Noord-Brabant. Ook worden enkele aanbevelingen gedaan.

9.1 Conclusie

Deze studie laat zien dat sinusbeheer in vochtige beekdalgraslanden positieve effecten heeft op biodiversiteit. In de context van voortdurend biodiversiteitsverlies en afname van insectenbiomassa is sinusbeheer daarmee één van de maatregelen die potentie heeft om het tij te keren in graslandssystemen. De positieve effecten van sinusbeheer blijken uit een aantal aspecten.

De vegetatie in de onderzochte beekdalgraslanden veranderde in de ruim vijf jaar van studie en werd soortenrijker, maar dat gebeurde ook in de referentiepercelen. Er was derhalve geen significant verschil in plantensoortenrijkdom tussen de percelen met en zonder sinusbeheer. Dit werd ook niet op voorhand verwacht. Er was echter ook geen indicatie voor een toename van ruigtesoorten of stikstofminnende plantensoorten, wat goed nieuws is. Sinusbeheer geeft veel variatie in de structuur van de vegetatie. Metingen aan het microklimaat in de eerste fase van het project wezen uit dat er door het sinusbeheer een grotere temperatuurvariatie ontstaat in het grasland, voornamelijk tijdens het groeiseizoen van april t/m augustus. Dit betekent dat er voor ongewervelden die in deze vegetatie leven meer mogelijkheden zijn om met temperatuurextremen om te gaan (er zijn altijd koude of juiste warme plekje aanwezig). Bovendien kan door het positieve temperatuureffect de ontwikkeling van ongewervelden sneller verlopen indien deze temperatuurafhankelijk is. De grotere structuurvariatie zorgde ook voor een significant groter bloemaanbod door het sinusbeheer, vooral in de zomer. In percelen met sinusbeheer werden 3x meer kale jonker en 12x meer vlinderbloemigen gezien dan in referentiepercelen. Beide soorten of groepen planten zijn voor bloembezoekende insecten van groot belang als voedselplant of waardplant.

Deze veranderingen zagen we ook terug bij de insecten. Allereerst is er 44% meer biomassa van overwinterende ongewervelden (vooral insecten en spinnen) op percelen met sinusbeheer dan op percelen zonder sinusbeheer. Het aantal ongewervelden was ongeveer twee keer zo groot op percelen met sinusbeheer. Om de effecten op voortplanting van insecten te bestuderen, is van een modelsoort, het oranjepipje, het aantal eitjes geteld. In plots met sinusbeheer werden tweeënhalf keer zoveel eitjes geteld als in plots zonder sinusbeheer. Van de bloembezoekende insecten, tenslotte, werd een respons verwacht en ook aangetoond. Bij de vlinders was de graslandsoort bruin zandoogje significant talrijker onder sinusbeheer (2x meer), terwijl het klein geaderd witje juist 2x minder talrijk was onder sinusbeheer. Bij zweefvliegen werd geen significant effect op aantallen gevonden, maar leek de soortenrijkdom wel toe te nemen door het sinusbeheer. Bij wilde bijen waren de verschillen groter, voornamelijk in de zomer en waarschijnlijk als gevolg van het vergrote bloemaanbod. In augustus waren er 2,5x meer wilde bijen op percelen met sinusbeheer. Ook vonden we 3x meer zeldzame bijensoorten op percelen met sinusbeheer. Dit alles samengenomen maakt sinusbeheer een uiterst zinvolle en bewezen effectieve beheermethode in graslanden.

9.2 Aanbevelingen

Op basis van deze studie komen wij tot een aantal aanbevelingen. Allereerst is er nu voldoende bewijs dat sinusbeheer tot positieve effecten voor biodiversiteit leidt. De fasering in de aanpak en de grote variatie in structuur die daaruit voortkomt zijn daarin cruciaal. Daarom is het aan te bevelen om **sinusbeheer op veel meer plaatsen toe te passen** in het graslandbeheer. Een schaa sprong naar **brede toepassing van sinusbeheer**

in **graslandsystemen** is gezien de positieve effecten in de context van voortdurend biodiversiteitsverlies niet meer dan logisch. Deze studie richtte zich op de korte- en middellange termijneffecten van sinusbeheer. Wij bevelen aan om ook de **langetermijneffecten van sinusbeheer te volgen en onderzoek**, bijvoorbeeld na **10 en 15 jaar** toepassing van sinusbeheer. Daarmee kan vastgesteld worden of sinusbeheer ook leidt tot veranderingen in de soortensamenstelling van de vegetatie en de bijbehorende faunagemeenschap. Omdat deze studie een beperkt aantal herhalingen kende, is het voor een sterkere onderbouwing nodig om op **meer plaatsen de effecten van sinusbeheer te meten**. Ook is het interessant om uit te vinden wat de **effecten van sinusbeheer in andere graslandtypen** zijn, bijvoorbeeld in droge graslanden of weidevogelgraslanden. In productievere graslanden is het zeer aan te raden om de **effecten van een groter aantal maaibeurten binnen één seizoen te meten en volgen**. Gezien de voortdurende belasting van stikstofdepositie en het uitblijven van effectieve bronmaatregelen is het waarschijnlijk dat in het komende decennium meer graslanden in een productief stadium komen. Dit maakt de urgentie voor bovenstaand onderzoek groter. Wij bevelen ten slotte aan om te blijven **investeren in de kennisontwikkeling en kennisoverdracht van gefaseerd graslandbeheer en sinusbeheer** om huidige en toekomstige generaties graslandbeheerders te blijven inspireren en ontwikkelen.



Figuur 9.1: Kennisontwikkeling en kennisdeling met beheerders blijft van cruciaal belang. Zoals hier tijdens een veldwerkplaats over sinusbeheer in november 2023. Foto Anthonie Stip.

10 Literatuur

- Bruppacher, L., Pellet, J., Arlettaz, R. & Humbert, J.-Y. (2016) Simple modifications of mowing regime promote butterflies in extensively managed meadows: Evidence from field-scale experiments. *Biological Conservation* 196, 196–202.
- Cizek, O., Zamecnik, J., Tropek, R., Kocarek, P. & Konvicka, M. (2011) Diversification of mowing regime increases arthropods diversity in species-poor cultural hay meadows. *Journal of Insect Conservation* 16, 215–226.
- Couckuyt, J., Cuvelier, S. & Parmentier L. (2015). *Sinusbeheer: maaibeheer op maat van dagvlinders en insecten*. Vlaamse Vereniging voor Entomologie – Werkgroep Dagvlinders. Persoonlijk onderzoek 2015-2.
- Garbuzov, M., Fensome, K.A. & Ratnieks, F.L.W. (2015) Public approval plus more wildlife: twin benefits of reduced mowing of amenity grass in a suburban public park in Saltdean, UK. *Insect Conservation and Diversity* 8, 107–119.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., (...) & Goulson, D. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS one* 12(10), e0185809.
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J. & Walter, T. (2009). Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 130: 1-8.
- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J. & Walter, T. (2010). Impact of different meadow mowing techniques on field invertebrates. *Journal of Applied Entomology* 134 (7): 592-599.
- Kleijn, D., Bink, R.J., ter Braak, C.J.F., van Grunsven, R., Ozinga, W.A., Roessink, I., Scheper, J.A., Schmidt, A.M., Wallis de Vries, M.F., Wegman, R., van der Zee, F.F. & Zeegers, Th. (2018). *Achteruitgang insectenpopulaties in Nederland: trends, oorzaken en kennislacunes*. Rapport 2871, Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- Pywell, R.F., Meek, W.R., Hulmes, L., Hulmes, S., James, K.L., Nowakowski, M. & Carvell, C. (2011) Management to enhance pollen and nectar resources for bumblebees and butterflies within intensively farmed landscapes. *Journal of Insect Conservation* 15, 853-864.
- R Core Team (2022) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Stip, A. & Van Swaay, C.A.M. (2020). *Effecten van sinusbeheer op biodiversiteit in Noord-Brabant*. Rapport VS2020.028, De Vlinderstichting, Wageningen.
- Van Noordwijk, C.G.E., Flierman, D.E., Remke, E., WallisDeVries, M.F. & Berg, M.P. (2012) Impact of grazing management on hibernating caterpillars of the butterfly *Melitaea cinxia* in calcareous grasslands. *Journal of Insect Conservation* 16: 909-920.
- Van Strien, A., Van Swaay, C.A.M., van Strien-van Liempt, W.T.F.H., Poot, M.J.M. & Wallis de Vries, M.F. (2019). Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. *Biological Conservation* 234: 116-122.
- Van Swaay, C. & Poot, M. (2018). Meetnet Vlinders : achteruitgang van vlinders en andere insecten. *Vlinders* 33 (1), 11.

Wallis de Vries, M.F. & J.C. Kotters (2000). Effecten van gefaseerd maaibeheer op de ongewervelde fauna van graslanden. *De Levende Natuur* 101 (2): 37-40.

Bijlage 1: Botanische samenstelling

In de tabel zijn per terrein de Tansley-waarden aangegeven van de waargenomen plantensoorten per gebied en beheertype in het laatste jaar van opname (2019 voor Beersbroek; 2022 voor de andere terreinen). De soorten zijn gerangschikt naar algemeenheid van voorkomen over alle terreinen en vervolgens op afnemende Tansley-waarde.

Betekenis Tansley-schaal:

abundantie	code	waarde
sporadic, sparse	s	1
rare	r	2
occasional	o	3
locally frequent	lf	4
frequent	f	5
locally abundant	la	6
abundant	a	7
locally dominant	ld	8
codominant	c(od)	9
dominant	d	10

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Beersbroek referentie	Beersbroek sinusbeheer	Haanwijk referentie	Haanwijk sinusbeheer	Herbertus referentie	Herbertus sinusbeheer	Kleine Dommel referentie	Kleine Dommel sinusbeheer	Sang en Goorkens referentie	Sang en Goorkens sinusbeheer
<i>Holcus lanatus</i>	Gestreepte witbol	5	3	7	7	6	7	6	6	6	7
<i>Juncus effusus</i>	Pitrus	4	6	5	6	7	6	7	7	5	5
<i>Lotus pedunculatus</i>	Moerasrolklaver	7	7	5	3	5	5	7	7	5	7
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Grote wederik	4	8	6	3		4	4	4	8	5
<i>Cardamine pratensis</i>	Pinksterbloem	7	5	5	3	5	3	3	3	3	5
<i>Cirsium palustre</i>	Kale jonker	7	3	2	2	5	3	3	3	5	5
<i>Rumex acetosa</i>	Veldzuring	4	2	5	5	5	5		3		5
<i>Silene flos-cuculi</i>	Echte koekoeksbloem	4	7		2		3	3	4	5	5
<i>Festuca rubra</i>	Rood zwenkgras	3	3		5	5	3		3		4
<i>Plantago lanceolata</i>	Smalle weegbree		3		3	1		1	3	2	5
<i>Trifolium repens</i>	Witte klaver		3		3	4		4			3
<i>Lycopus europaeus</i>	Wolfspoot		4	2		2	2	2	2	2	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gewoon reukgras			7	7	7	7	3	7	7	7
<i>Ranunculus repens</i>	Kruipende boterbloem			7	3	7	7	3	7	5	7
<i>Juncus acutiflorus</i>	Veldrus			6		7	6	6	6	7	5
<i>Poa trivialis</i>	Ruw beemdgras			6	3	5	5		3	5	5
<i>Agrostis capillaris</i>	Gewoon struisgras				6	6		6	6	4	4
<i>Holcus mollis</i>	Gladde witbol			6		6	6		4	3	1
<i>Stellaria graminea</i>	Grasmuur			3		2	2	2	4	5	5
<i>Cerastium fontanum vulgare</i>	Gewone hoornbloem			3	5	4	3		3		5
<i>Rumex obtusifolius</i>	Ridderzuring			3		2	3		2	2	
<i>Cirsium arvense</i>	Akkerdistel		1	2	3		2		1		

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Beersbroek referentie	Beersbroek sinusbeheer	Haanwijk referentie	Haanwijk sinusbeheer	Herbertus referentie	Herbertus sinusbeheer	Kleine Dommel referentie	Kleine Dommel sinusbeheer	Sang en Goorkens referentie	Sang en Goorkens sinusbeheer
<i>Taraxacum officinale</i>	Paardenbloem	3	3	3	2	3	3		3		
<i>Hypochaeris radicata</i>	Gewoon biggenkruid				5	4		3	3		
<i>Phragmites australis</i>	Riet	8	4	6	6		8			8	8
<i>Agrostis stolonifera</i>	Fioringras		5	5	4	6	4			4	4
<i>Glyceria fluitans</i>	Mannagras			3		6	4			4	3
<i>Schedonorus pratensis</i>	Beemdlangbloem			3	3	3	4			2	2
<i>Carex disticha</i>	Tweerijige zegge			6		4				4	
<i>Phalaris arundinacea</i>	Rietgras			6	2		1				4
<i>Glechoma hederacea</i>	Hondsdrif			3	3	1	2			3	
<i>Ranunculus acris</i>	Scherpe boterbloem	3	7	5	5			2	3	5	4
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els			2	4			6	6		3
<i>Trifolium dubium</i>	Kleine klaver				3			3	3		2
<i>Calamagrostis canescens</i>	Hennegras	4	4			6	2	2	2	8	8
<i>Myosotis scorpioides</i>	Moerasvergeet-mij-nietje	5	3			3	3	3	5	5	5
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	Grote ratelaar					3	4	4	5	4	3
<i>Galium palustre</i>	Moeraswalstro	3	3			5	5	3		5	3
<i>Ranunculus flammula</i>	Egelboterbloem	7	7			3	2	3	3	4	3
<i>Carex leporina</i>	Hazenzegge					3		5	5		4
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Gewone waternavel		7			4		3	4		3
<i>Angelica sylvestris</i>	Gewone engelwortel						1	3	3	3	3
<i>Dactylorhiza majalis</i>	Brede orchis					1		2	3	2	3
<i>Hypericum mac. obtusiusculum</i>	Kantig hertshooi						1	2	3	4	
<i>Eleocharis palustris</i>	Gewone waterbies			4						4	4
<i>Calamagrostis epigejos</i>	Duinriet				2						1
<i>Carex x elytroides</i>	Scherpe x Zwarte zegge					6				4	6
<i>Carex nigra</i>	Zwarte zegge	3	3				4			5	5
<i>Equisetum fluviatile</i>	Holpijp					2	4			4	
<i>Juncus articulatus</i>	Zomprus						3			2	1
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Smalle stekelvaren					2	2				2
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Blaartrekkende boterbloem						2			3	
<i>Comarum palustre</i>	Wateraardbei		3				1				3
<i>Rubus sect. Rubus</i>	Zwarte braam			6	6			3	2		
<i>Trifolium pratense</i>	Rode klaver	3	3	3	3				4		
<i>Alopecurus pratensis</i>	Grote vossenstaart		2	6	7						
<i>Potentilla anserina</i>	Zilverschoon			6	3						
<i>Glyceria maxima</i>	Liesgras			4	4						
<i>Vicia cracca</i>	Vogelwikke			4	3						
<i>Convolvulus sepium</i>	Haagwinde			3	3						
<i>Veronica arvensis</i>	Veldereprijs			3	3						
<i>Carex acuta</i>	Scherpe zegge			6							
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Fluitenkruid	3	3	2	3						
<i>Quercus robur</i>	Zomereik			3	2						
<i>Carex hirta</i>	Ruige zegge				4						

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Beersbroek referentie	Beersbroek sinusbeheer	Haanwijk referentie	Haanwijk sinusbeheer	Herbertus referentie	Herbertus sinusbeheer	Kleine Dommel referentie	Kleine Dommel sinusbeheer	Sang en Goorkens referentie	Sang en Goorkens sinusbeheer
<i>Lysimachia nummularia</i>	Penningkruid		3	4							
<i>Persicaria amphibia</i>	Veenwortel				4						
<i>Phleum pratense</i>	Gewoon timoteegras				3						
<i>Jacobaea vulgaris</i>	Jakobskruid				3						
<i>Elymus repens</i>	Kweek			2							
<i>Erigeron canadensis</i>	Canadese fijnstraal				2						
<i>Lolium multiflorum</i>	Italiaans raaigras			2							
<i>Pteridium aquilinum</i>	Adelaarsvaren			2							
<i>Tanacetum vulgare</i>	Boerenwormkruid			2							
<i>Vicia hirsuta</i>	Ringelwikke			2							
<i>Urtica dioica</i>	Grote brandnetel			6	6	6	3				
<i>Poa pratensis subsp. pratensis</i>	Veldbeemdgras			3	3	3	3				
<i>Galium aparine</i>	Kleefkruid			4		4	3				
<i>Lolium perenne</i>	Engels raaigras			4	3		2				
<i>Dactylis glomerata glomerata</i>	Gewone kropaar				3	2	3				
<i>Schedonorus arundinaceus</i>	Rietzwenkgras				6	1					
<i>Bromus hordeaceus</i>	Zachte dravik			3		3					
<i>Rumex crispus</i>	Krulzuring			3			2				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glanshaver				3	1					
<i>Thalictrum palustre</i>	Poelruit	4	6								
<i>Carex pallescens</i>	Bleke zegge	3	3								
<i>Nardus stricta</i>	Borstelgras	3	3								
<i>Caltha palustris</i>	Dotterbloem		3								
<i>Leontodon autumnalis</i>	Vertakte leeuwentand		4								
<i>Aegopodium podagraria</i>	Zevenblad	3									
<i>Succisa pratensis</i>	Blauwe knoop		2								
<i>Stellaria alsine</i>	Moerasmuur					4	4				
<i>Aira praecox</i>	Vroege haver					4					
<i>Cardamine flexuosa</i>	Bosveldkers					1	2				
<i>Cirsium vulgare</i>	Speerdistel						2				
<i>Epilobium parviflorum</i>	Viltige basterdwederik						2				
<i>Achillea millefolium</i>	Duizendblad					1					
<i>Dactylorhiza maculata</i>	Gevlekte orchis						1				
<i>Sanguisorba officinalis</i>	Grote pimpernel						1				
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk					4		6	4		
<i>Epilobium tetragonum</i>	Kantige basterdwederik	3	3			3	3		3		
<i>Luzula multiflora multiflora</i>	Veelbloemige veldbies	3	3			4		2	3		
<i>Rumex acetosella</i>	Schapenzuring					4			2		
<i>Populus tremula</i>	Ratelpopulier					2		4			
<i>Achillea ptarmica</i>	Wilde bertram		2			3		2			
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk							4	6		
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe wilg s.l.							5	4		
<i>Ornithopus perpusillus</i>	Klein vogelpootje							4	4		

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Beersbroek referentie	Beersbroek sinusbeheer	Haanwijk referentie	Haanwijk sinusbeheer	Herbertus referentie	Herbertus sinusbeheer	Kleine Dommel referentie	Kleine Dommel sinusbeheer	Sang en Goorkens referentie	Sang en Goorkens sinusbeheer
<i>Solidago gigantea</i>	Late guldenroede							4	4		
<i>Euphrasia stricta s.l.</i>	Stijve ogentroost s.l.							4	4		
<i>Sagina procumbens</i>	Liggende vetmuur							3	4		
<i>Aira caryophyllea</i>	Zilverhaver							4	2		
<i>Leontodon saxatilis</i>	Kleine leeuwentand							3	3		
<i>Pinus sylvestris</i>	Grove den							2	3		
<i>Potentilla erecta</i>	Tormentil							2	3		
<i>Juncus tenuis</i>	Tengere rus							2	2		
<i>Carex vesicaria</i>	Blaaszegge								4		
<i>Galium mollugo subsp. erectum</i>	Glad walstro								4		
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Bosbies							4			
<i>Parentucellia viscosa</i>	Kleverige ogentroost							4			
<i>Cynosurus cristatus</i>	Kamgras								3		
<i>Myosotis discolor discolor</i>	Veelkleurig vergeet-mij-nietje								3		
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei							1	1		
<i>Hypericum humifusum</i>	Liggend hertshooi							2			
<i>Hypericum tetrapterum</i>	Gevleugeld hertshooi	3	3						2		
<i>Luzula congesta</i>	Dichte veldbies								2		
<i>Lythrum portula</i>	Waterpostelein							2			
<i>Isolepis setacea</i>	Borstelbies							2			
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Ruwe smeie							1			
<i>Juncus squarrosus</i>	Trekrus							1			
<i>Scrophularia nodosa</i>	Knopig helmkruid								1		
<i>Veronica serpyllifolia</i>	Tijmreprijs		1						1		
<i>Vulpia bromoides</i>	Eekhoorngras								1		
<i>Stellaria palustris</i>	Zeegroene muur	3	3					1	4	4	4
<i>Mentha aquatica</i>	Watermunt		6						2	6	3
<i>Prunella vulgaris</i>	Gewone brunel		3					2	5		3
<i>Agrostis canina</i>	Moerasstruisgras								3		6
<i>Galium uliginosum</i>	Ruw walstro							2		4	3
<i>Lythrum salicaria</i>	Grote kattenstaart	4	4					2		3	3
<i>Carex echinata</i>	Sterzegge							2			6
<i>Juncus conglomeratus</i>	Biezenknoppen								3	3	
<i>Valeriana officinalis</i>	Echte valeriaan								2	4	
<i>Iris pseudacorus</i>	Gele lis	3	3					2	2		1
<i>Centaurea jacea</i>	Knoopkruid								3		2
<i>Ajuga reptans</i>	Kruipend zenegroen		3						2		3
<i>Peucedanum palustre</i>	Melkeppe	4	3						2	2	
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Koninginnekruid								2	1	
<i>Filipendula ulmaria</i>	Moerasspirea	7	7						1		1
<i>Equisetum palustre</i>	Lidrus	4	4							5	6
<i>Carex rostrata</i>	Snavelzegge									4	2
<i>Carex canescens</i>	Zompzegge										4

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Beersbroek referentie	Beersbroek sinusbeheer	Haanwijk referentie	Haanwijk sinusbeheer	Herbertus referentie	Herbertus sinusbeheer	Kleine Dommel referentie	Kleine Dommel sinusbeheer	Sang en Goorkens referentie	Sang en Goorkens sinusbeheer
<i>Carex elata</i>	Stijve zegge									4	
<i>Carex lasiocarpa</i>	Draadzegge										4
<i>Carex panicea</i>	Blauwe zegge	7	7								4
<i>Lemna minor</i>	Klein kroos									4	
<i>Alopecurus geniculatus</i>	Geknikte vossenstaart									2	1
<i>Veronica scutellata</i>	Schildereprijs									3	
<i>Oenanthe aquatica</i>	Watertorkruid									2	
<i>Anemone nemorosa</i>	Bosanemoon										1
<i>Athyrium filix-femina</i>	Wijfjesvaren										1

Bijlage 2: Dagvlinders

Soort	Beersbroek referentie	Beersbroek sinusmaaien	Haanwijk referentie	Haanwijk sinusmaaien	Herbertusbossen referentie	Herbertusbossen sinusmaaien	Kleine Dommel referentie	Kleine Dommel sinusmaaien	Sang en Goorkens referentie	Sang en Goorkens sinusmaaien	Totaal
Atalanta	1		4	10	10	6	1	1	8	15	56
Bont dikkopje	1										1
Bont zandoogje	2	4	18	11	4	7	2		24	11	83
Boomblauwtje			4		4	1	1		1	10	21
Bruin Blauwtje								2	1		3
Bruin zandoogje	14	18	49	147	201	121	79	277	587	2213	3706
Citroenvlinder	8	4		2	29	34		4	13	29	123
Dagpauwoog	5	1	15	15	38	31	8	9	24	62	208
Distelvlinder		1	6	2	10	4			12	28	63
Eikenpage	3	2			2	3			1	3	14
Gehakkelde aurelia	2		4	2		2	1		3	7	21
Groentje					8	2		1			11
Groot dikkopje	10	8	2	4	117	27	1	3	43	49	264
Groot koolwitje		1	15	27	5	7		1	19	14	89
Grote weerschijnvlinder									1		1
Hooibeestje		4		3	7	5	4	20	2	14	59
Icarusblauwtje		2	1	10	2		41	64	4	41	165
Klein geaderd witje	21	10	93	39	281	72	97	50	173	89	925
Klein koolwitje	5	18	42	13	43	31	13	10	35	90	300
Kleine ijsvogelvlinder									5	4	9
Kleine parelmoervlinder		4	1		1					3	9
Kleine vos			1	1				1	1		4
Kleine vuurvlinder			4	14	6	10	1	7	18	29	89
Koevinkje	1				13	29	1		19	86	149
Koninginnenpage		1									1
Landkaartje	3	3	15	4	4	9	2	2	35	9	86
Oranje luzernevlinder	1			1				1			3
Oranje zandoogje	1	1			4	1	4	8	12	25	56
Oranjetipje	44	39	57	28	20	24	2	1	110	68	393
Spiegeldikkopje									2		2
Zwartsprietdikkopje			3	7	1			1	14	1	27
Aantal vlinders	122	121	334	340	810	426	258	463	1167	2900	6941
Aantal soorten	16	17	18	19	22	20	16	19	26	23	31

N.B. Beersbroek werd alleen in Fase 1 (2017-2019) geteld en Kleine Dommel alleen in Fase 2 (2021-2022).

Bijlage 3: Bijen

Nederlandse naam (Rode Lijst-status tussen haakjes; EB-BE-KW-GE)	Wetenschappelijke naam	Beersbroek Referentie	Beersbroek Sinusmaaien	Haanwijk Referentie	Haanwijk Sinusmaaien	Herbertusbossen Referentie	Herbertusbossen Sinusmaaien	Kleine Dommel Referentie	Kleine Dommel Sinusmaaien	Sang en Goorkens Referentie	Sang en Goorkens Sinusmaaien	Totaal
aardhommel complex	<i>Bombus terrestris complex</i>	7	8	14	16	49	46	3	27	44	68	286*
akkerhommel	<i>Bombus pascuorum</i>	13	10	24	50	65	137	13	67	28	89	506*
andornbij	<i>Anthophora furcata</i>								1			1
asbij	<i>Andrena cineraria</i>						1					1
behangersbij onbepaald	<i>Megachile spec.</i>					1	1					2
biggenkruid-groefbij	<i>Lasioglossum villosulum</i>				3			3				7*
blauwe ertsbij	<i>Ceratina cyanea</i>							1	2			3
bloedbij onbepaald	<i>Sphecodes spec.</i>			1								1
bonte viltbij	<i>Epeoloides coecutiens</i>								2			2
boomhommel	<i>Bombus hypnorum</i>		1		1		2				1	6*
boomkoekoeks-hommel	<i>Bombus norvegicus</i>						1					1
breedbandgroefbij	<i>Halictus scabiosae</i>					1	1	2	11			15
breedbuikgroefbij (BE)	<i>Lasioglossum lativentre</i>			1								1
breedkaakgroefbij	<i>Lasioglossum laticeps</i>			1								1
bremzandbij (KW)	<i>Andrena ovatula</i>								1			1
brilmaskerbij	<i>Hylaeus dilatatus</i>								1			1
bruine slobkousbij	<i>Macropis fulvipes</i>	2	4									6
dikkopbloedbij	<i>Sphecodes monilicornis</i>			2								2
distelbehangersbij	<i>Megachile ligniseca</i>					3	2			1	3	9
duinkegelbij	<i>Coelioxys mandibularis</i>					1						1
fijngestippelde groefbij	<i>Lasioglossum punctatissimum</i>					1	1			1	1	4
geelgespoorde houtmetselbij (KW)	<i>Hoplitis claviventris</i>						2					2
geelstaartklaver-zandbij (KW)	<i>Andrena wilkella</i>				1	2	1	1				5
geelzwarte wespbij	<i>Nomada succincta</i>					1	3					4
geriemde zandbij	<i>Andrena angustior</i>		1			3	5					10*
gewone behangersbij	<i>Megachile versicolor</i>					3	4		4			12*
gewone dubbeltand	<i>Nomada ruficornis</i>							*	*			1*
gewone dwergzandbij	<i>Andrena minutula</i>		1									1
gewone franjegroefbij	<i>Lasioglossum sexstrigatum</i>										1	1
gewone geurgroefbij	<i>Lasioglossum calceatum</i>			1	2	2		2	2		1	10
gewone maskerbij	<i>Hylaeus communis</i>			1	1		6	1	12	5		27*
gewone slobkousbij	<i>Macropis europaea</i>	21	31	1		4	31	2	2	26	8	127
gewone tubebij (KW)	<i>Stelis breviscula</i>					*	*					1*
gewone viltbij	<i>Epeolus variegatus</i>							1	2			3
gewone wespbij	<i>Nomada flava</i>						1					1
glanzende bandgroefbij	<i>Lasioglossum zonulum</i>	9	6	10	17	6	1	11	4	9	3	77
glanzende franjegroefbij	<i>Lasioglossum monstificum</i>					2	1		1			4
grasbij	<i>Andrena flavipes</i>				1	1		1				3

Nederlandse naam (Rode Lijst-status tussen haakjes; EB-BE-KW-GE)	Wetenschappelijke naam	Beersbroek Referentie	Beersbroek Sinusmaaien	Haanwijk Referentie	Haanwijk Sinusmaaien	Herbertusbossen Referentie	Herbertusbossen Sinusmaaien	Kleine Dommel Referentie	Kleine Dommel Sinusmaaien	Sang en Goorkens Referentie	Sang en Goorkens Sinusmaaien	Totaal
groefbij onbepaald	<i>Lasioglossum spec.</i>			1					1			2
grote bladsnijder	<i>Megachile willughbiella</i>		1			1	2	10	14	1	2	31
grote bloedbij	<i>Sphecodes albilabris</i>								1			1
grote koekoekshommel (KW)	<i>Bombus vestalis</i>				1	2	7			1		13*
grote roetbij (KW)	<i>Panurgus banksianus</i>					*	*					6*
grote spitstandbloedbij	<i>Sphecodes puncticeps</i>							*	*			1*
grote veldhommel	<i>Bombus magnus</i>					1	1					2
halfglanzende groefbij	<i>Lasioglossum semilucens</i>			1								1
heidebrons-groefbij	<i>Halictus confusus</i>						1		1			2
heizijdebij	<i>Colletes succinctus</i>										1	1
honingbij	<i>Apis mellifera</i>	37	84	57	66	69	871	16	28	60	113	1475*
houtmetselbij onbepaald	<i>Hoplitis spec.</i>								2			2
ingesnoerde groefbij	<i>Lasioglossum minutissimum</i>								1			1
kattenstaart-dikpoot	<i>Melitta nigricans</i>			4			2	3	16	4		29
kauwende metselbij (BE)	<i>Osmia leaiana</i>	1					1		2		1	6*
kielstaartkegelbij	<i>Coelioxys alatus</i>							1				1
klaverdikpoot	<i>Melitta leporina</i>								1			1
kleigroefbij	<i>Lasioglossum pauxillum</i>							1				1
kleine harsbij	<i>Anthidiellum strigatum</i>	1		*	*	4	3		1			11*
kortspriet-maskerbij	<i>Hylaeus brevicornis</i>						2					2
kruiskruidzandbij	<i>Andrena denticulata</i>			1	1				2			4
lapse behangersbij (KW)	<i>Megachile lapponica</i>	1					2					3
matte bandgroefbij	<i>Lasioglossum leucozonium</i>		1	4	4	1	1		1		2	14
metselbij onbepaald	<i>Osmia spec.</i>						1					1
parkbronsgroefbij	<i>Halictus tumulorum</i>					1			1			2
pluimvoetbij	<i>Dasypoda hirtipes</i>				12	14	29	1	48		3	108*
poldermaskerbij	<i>Hylaeus confusus</i>						1				1	3*
ranonkelbij	<i>Chelostoma florissomne</i>				1	1	2	9	8	16	7	44
rietmaskerbij (KW)	<i>Hylaeus pectoralis</i>	1										1
rimpelkruin-bloedbij	<i>Sphecodes reticulatus</i>					*	*					2*
Rinks maskerbij (BE)	<i>Hylaeus rinki</i>								2			2
roodgatje	<i>Andrena haemorrhoa</i>					1	3			*	*	5*
roodharige wespbij	<i>Nomada lathburiana</i>					1	3					4
roodpotige groefbij	<i>Halictus rubicundus</i>					*	*				1	2*
rosse metselbij	<i>Osmia bicornis</i>	4		1	2	2	1				1	15*
slanke groefbij	<i>Lasioglossum fulvicorne</i>					1	1	1	3			6
slobkousbij onbepaald	<i>Macropis spec.</i>									1		1
sporkehout-zandbij (KW)	<i>Andrena fulvida</i>				1							1
steenhoumel	<i>Bombus lapidarius</i>		1	14	15	1			2	1	2	36
stomptand-wespbij (BE)	<i>Nomada striata</i>					*	*					1*
tronkenbij	<i>Heriades truncorum</i>				6							6
tuinbladsnijder	<i>Megachile centuncularis</i>		1			1			3	2		7
tuinhommel	<i>Bombus hortorum</i>	1				1	1		10			13

Nederlandse naam (Rode Lijst-status tussen haakjes; EB-BE-KW-GE)	Wetenschappelijke naam	Beersbroek Referentie	Beersbroek Sinusmaaien	Haanwijk Referentie	Haanwijk Sinusmaaien	Herbertusbossen Referentie	Herbertusbossen Sinusmaaien	Kleine Dommel Referentie	Kleine Dommel Sinusmaaien	Sang en Goorkens Referentie	Sang en Goorkens Sinusmaaien	Totaal
tweecellige zandbij	<i>Andrena lagopus</i>					1						1
tweekleurige koekoekshommel (KW)	<i>Bombus bohemicus</i>	1										1
valse rozenzandbij	<i>Andrena helvola</i>						1					1
veenhommel (KW)	<i>Bombus jonellus</i>	2	1	*	*	3	2	1	2			13*
veldhommel	<i>Bombus lucorum</i>	2		1	1	15	2			5	5	32*
vierbandgroefbij (EB)	<i>Halictus quadricinctus</i>							*	*			1*
vierkleurige koekoekshommel	<i>Bombus sylvestris</i>	2										2
viltvlekzandbij	<i>Andrena nitida</i>			1	1							2
wafelbloedbij	<i>Sphecodes scabricollis</i>		1								1	2
weidehommel	<i>Bombus pratorum</i>		1		1		1			1		4
weidemaskerbij (KW)	<i>Hylaeus incongruus</i>						1					1
wimperflank-zandbij	<i>Andrena dorsata</i>							*	*			1*
witkopdwerg-zandbij	<i>Andrena subopaca</i>	1	1		1							3
wormkruidbij	<i>Colletes daviesanus</i>			1								1
zesvlekkige groefbij	<i>Lasioglossum sexnotatum</i>			3				1	1	1		6
zompmaskerbij	<i>Hylaeus gredleri</i>						4	6	2			12
zuidelijke zijdebij	<i>Colletes similis</i>			1								1
zwartbronzen houtmetselbij (KW)	<i>Osmia niveata</i>						1		1		1	3
zwartbronzen zandbij	<i>Andrena nigroaenea</i>					6	8			*	*	15*
zwartgespoorde houtmetselbij	<i>Hoplitis leucomelana</i>						1					1
zwartspriet-wespbij	<i>Nomada flavopicta</i>								2			2
	Aantal bijen	106	154	146	205	272	1203	91	295	207	316	3121
	Aantal soorten	17	17	23	23	36	48	23	41	18	23	102

*29 soorten werden wel in een of meer gebieden gezien, maar tijdens die telling niet toegewezen aan een beheertype; alleen voor soorten die exclusief toen in een gebied zijn waargenomen is een * aangegeven bij het betreffende gebied en wel voor beide beheertypen, omdat onduidelijk is welke het betrof.

N.B. Beersbroek werd alleen in Fase 1 (2017-2019) geteld en Kleine Dommel alleen in Fase 2 (2021-2022).

Bijlage 4: Zweefvliegen

Nederlandse naam (vz = vrij zeldzaam)	Wetenschappelijke naam	Beersbroek Referentie	Beersbroek Sinusmaaien	Haanwijk Referentie	Haanwijk Sinusmaaien	Herbertusbossen Referentie	Herbertusbossen Sinusmaaien	Kleine Dommel Referentie	Kleine Dommel Sinusmaaien	Sang en Goorkens Referentie	Sang en Goorkens Sinusmaaien	Totaal
bessenbandzweefvlieg	<i>Syrphus ribesii</i>	1	2	11	5	4	37	1	2	24	54	142*
bijvlieg onbepaald	<i>Eristalis spec.</i>		1			1	1					3
blinde bij	<i>Eristalis tenax</i>	29	23	37	90	124	120	22	66	70	116	723*
bloedrode bladloper	<i>Brachypalpoides lentus</i>			1	1							2
bokserwaterzweefvlieg	<i>Anasimyia interpuncta</i>									1		1
bollenzweefvlieg onbepaald	<i>Eumerus spec.</i>		2									2
bosbandzweefvlieg	<i>Syrphus torvus</i>			10	11				1	2		24
bosbijvlieg	<i>Eristalis horticola</i>	1		2	5		4		2	3	8	26*
bosdidea	<i>Didea fasciata</i>	1	1				1	1				4
bosglimmer (vz)	<i>Orthonevra brevicornis</i>				1							1
bretel wimperzweefvlieg	<i>Dasysyrphus albostrigatus</i>						1			1		2
citroenpendelvlieg	<i>Helophilus trivittatus</i>	2	1	15	10	19	4	3	5	10	14	88*
doflijfje onbepaald	<i>Chrysogaster spec.</i>									1		1
donkere fopwesp	<i>Chrysotoxum bicinctum</i>										1	1
donkere korsetzweefvlieg	<i>Neoascia meticulosa</i>										1	1
donkere langlijf (vz)	<i>Sphaerophoria philanthus</i>					1	1	1				3
donkere wespvlieg	<i>Temnostoma bombylans</i>									1		1
doodskopzweefvlieg	<i>Myathropa florea</i>	17	30	12	6	4	18	7	13	35	26	178*
echte wespvlieg	<i>Temnostoma vespiforme</i>	2					1			1	1	5
enkele bandzweefvlieg	<i>Epistrophe eligans</i>	1	1		1	1						4
fluweelzweefvlieg onbepaald	<i>Parhelophilus spec.</i>									*	*	1*
fopwesp onbepaald	<i>Chrysotoxum spec.</i>	1	1									2
geel platvoetje	<i>Platycheirus fulviventris</i>					1				1		2
gele halvemaanvlieg	<i>Scaeva selenitica</i>					1	1			1	2	5
gele kommazweefvlieg	<i>Eupeodes latifasciatus</i>		2	3		3	2			1		11
gele reus	<i>Volucella inflata</i>									1		1
gevlekte gouden bladloper (vz)	<i>Xylota xanthocnema</i>				1							1
gewone bollenzweefvlieg	<i>Eumerus strigatus</i>	1	1						1			3
gewone citroenzweefvlieg	<i>Xanthogramma pedissequum</i>			1				2	3			6
gewone driehoekszweefvlieg	<i>Melanostoma mellinum</i>	13	8	41	39	159	96	21	12	42	78	551*
gewone fluweelzweefvlieg	<i>Parhelophilus versicolor</i>			1		4			1			6
gewone korsetzweefvlieg	<i>Neoascia podagrica</i>					*	*					1*
gewone langsprietplatbek	<i>Pipizella viduata</i>								2			2
gewone pendelvlieg	<i>Helophilus pendulus</i>	15	17	81	66	20	16	38	20	59	111	453*
gewone rode bladloper (vz)	<i>Xylota florum</i>						2					2
gewone rode bladloper (vz)	<i>Xylota segnis</i>		2				6	1				9
gewone snuitvlieg	<i>Rhingia campestris</i>	6		12	2	2	2			2	9	35
gewone wimperzweefvlieg	<i>Dasysyrphus venustus</i>									2		2
gewoon glimlijfje	<i>Lejogaster metallina</i>			1		3	5	1	1		7	48*
gewoon krieltje	<i>Paragus haemorrhous</i>						1	1	1			3
gewoon platvoetje	<i>Platycheirus clypeatus</i>	1		3	1	2	17	2		7	5	38

Nederlandse naam (vz = vrij zeldzaam)	Wetenschappelijke naam	Beersbroek Referentie	Beersbroek Sinusmaaien	Haanwijk Referentie	Haanwijk Sinusmaaien	Herbertusbossen Referentie	Herbertusbossen Sinusmaaien	Kleine Dommel Referentie	Kleine Dommel Sinusmaaien	Sang en Goorkens Referentie	Sang en Goorkens Sinusmaaien	Totaal
graslanglijf (vz)	<i>Sphaerophoria taeniata</i>			4	4	8	7	8	10	1	3	46*
groene didea (vz)	<i>Didea alneti</i>						1					1
grofstippelde platbek	<i>Pipiza noctiluca</i>									1		1
grote fopwesp	<i>Chrysotoxum cautum</i>		1							1		2
grote gouden bladloper	<i>Xylota sylvarum</i>	1	1		3		6		1			12
grote kommazweefvlieg	<i>Eupeodes luniger</i>	1	2	2			1			5	1	12
grote langlijf	<i>Sphaerophoria scripta</i>	17	10	40	37	11	16	16	22	42	20	239*
grote narcisvlieg	<i>Merodon equestris</i>			1							1	2
halvemaanweefvlieg onbepaald	<i>Scaeva spec.</i>										1	1
hommelbijvlieg	<i>Eristalis intricaria</i>	2			1	18	13		6	8	19	67
hommelreus	<i>Volucella bombylans</i>	2	1									3
kaal doflijfje	<i>Melanogaster nuda</i>										1	1
kegelbijvlieg	<i>Eristalis pertinax</i>		2	17	29	2	7	3		7	7	80*
kervelgitje	<i>Cheilosia pagana</i>									1	5	6
kleine bandzweefvlieg	<i>Syrphus vitripennis</i>			10	12		22			12	3	60*
kleine bijvlieg	<i>Eristalis arbustorum</i>	3	3	2	5		2	11	2	8	4	45*
kleine rode bladloper (vz)	<i>Xylota tarda</i>	2										2
kleine woudzwever	<i>Criorhina berberina</i>	1										1
kleinvlekplatbek (vz)	<i>Trichopsomyia flavitarsis</i>					*	*					1*
klompvoetje	<i>Pyrophaena granditarsa</i>			1						1		2
korsetzweefvlieg onbepaald	<i>Neoascia spec.</i>									1		1
korte bladloper	<i>Chalcosyrphus nemorum</i>			2			4			2		8
kruiskruidgitje	<i>Cheilosia bergenstammi</i>			11	3		1	1		1		17
kustgitje	<i>Cheilosia vernalis</i>			2	1			1		1	1	7*
langlijf onbepaald	<i>Sphaerophoria spec.</i>	8	10	41	24	148	24	4	6	14	23	305*
menuetzweefvlieg	<i>Syritta pipiens</i>	7	4	6	2	8	13	12	20	4	8	86*
menuetzweefvlieg	<i>Tropidia scita</i>	1										1
micaplatvoetje	<i>Platycheirus albimanus</i>				1	3	1	3		*	*	9*
moerasgitje	<i>Cheilosia fraterna</i>	7		1		3	3			16	24	54
moeraspendelvlieg	<i>Helophilus hybridus</i>	2	2	4	1	6	3	1		5	3	28*
moeraszweefvlieg	<i>Tropidia scita</i>		2	1	4			10	1	9	6	35*
nazomergitje	<i>Cheilosia impressa</i>				1			1		*	*	3*
pendelvlieg onbepaald	<i>Helophilus spec.</i>						1				1	2
puntbijvlieg	<i>Eristalis nemorum</i>		1	8	6	2	4	15	10	4	3	53
Rechte waterzweefvlieg	<i>Anasimyia transfuga</i>					1						1
Saksische fopwesp (vz)	<i>Chrysotoxum verralli</i>					1						1
slank platvoetje	<i>Platycheirus angustatus</i>			3	1		2		1		2	11*
slanke driehoekszweefvlieg	<i>Melanostoma scalare</i>			2	1	1	1					7*
snorweefvlieg	<i>Episyrphus balteatus</i>	7	9	42	20	28	21	21	9	39	79	283*
snuitwaterzweefvlieg	<i>Anasimyia lineata</i>			2	1					13	142	158
stipfopwesp (vz)	<i>Chrysotoxum festivum</i>	1				1	1	1	1		1	6
streepfopwesp (vz)	<i>Chrysotoxum vernale</i>						1					2*
tengere korsetzweefvlieg	<i>Neoascia tenur</i>					7	21			27	2	58*
terrasjes kommazweefvlieg	<i>Eupeodes corollae</i>		3	3		1	1			4	3	15

Nederlandse naam (vz = vrij zeldzaam)	Wetenschappelijke naam	Beersbroek Referentie	Beersbroek Sinusmaaien	Haanwijk Referentie	Haanwijk Sinusmaaien	Herbertusbossen Referentie	Herbertusbossen Sinusmaaien	Kleine Dommel Referentie	Kleine Dommel Sinusmaaien	Sang en Goorkens Referentie	Sang en Goorkens Sinusmaaien	Totaal
tweekleurig gitje	<i>Cheilosia albipila</i>				1							1
variabel elfje	<i>Meliscaeva auricollis</i>			1	1							2
veenbijvlieg	<i>Eristalis picea</i>	1										1
veenplatvoetje (vz)	<i>Platycheirus occultus</i>	1								16	3	20
veranderlijke kommazweefvlieg (vz)	<i>Eupeodes goeldlini</i>										1	1
vlinderstrikje	<i>Pyrophaena rosarum</i>	3	3	6	2	7	4			1		27*
vroege glimmer (vz)	<i>Orthonevra geniculata</i>					1			1			2
weidedoflijfje	<i>Melanogaster hirtella</i>	4	1	3	1	157	11	2		7	16	204*
weidegitje	<i>Cheilosia albitarsis</i>	7	2	72	9	133	81	7	8	8	16	343
weidevlekoog	<i>Eristalinus sepulchralis</i>	1	2	2	4	1	9		1		2	22
witte halvemaanweefvlieg	<i>Scaeva pyrastris</i>						2		1	1	2	6
witte reus	<i>Volucella pellucens</i>	1		*	*							2*
zandlanglijf	<i>Sphaerophoria batava</i>					1	1					2
zweefvlieg onbepaald	<i>Syrphus spec.</i>			25	20	25		49	18	17		154
zwervende platbek (vz)	<i>Pipiza accola</i>			1								1
	Aantal zweefvliegen	171	151	546	434	923	621	267	248	542	836	4917
	Aantal soorten	36	32	44	41	40	51	31	31	51	45	100

*32 soorten werden wel in een of meer gebieden gezien, maar tijdens die telling niet toegewezen aan een beheertype; alleen voor soorten die exclusief toen in een gebied zijn waargenomen is een * aangegeven bij het betreffende gebied en wel voor beide beheertypen, omdat onduidelijk is welke het betrof.

N.B. Beersbroek werd alleen in Fase 1 (2017-2019) geteld en Kleine Dommel alleen in Fase 2 (2021-2022).



In vochtige beekdalgraslanden in Noord-Brabant is zes jaar lang praktijkonderzoek gedaan naar de effecten van sinusbeheer op biodiversiteit. Sinusbeheer is een vorm van gefaseerd maaibeheer met slingerende maaipaden. Uit deze studie blijken tal van positieve effecten van dit beheer: het leidt tot 44% meer ongewervelden, meer bloemen en meer bloembezoekende insecten. De vegetatie verruigt bovendien niet. Daarmee blijkt sinusbeheer een bewezen effectieve beheermethode voor graslanden met potentie om de afname van biodiversiteit te keren.