

Effecten van sinusbeheer op biodiversiteit in Noord-Brabant



Effecten van sinusbeheer op biodiversiteit in Noord-Brabant

Effecten van sinusbeheer op biodiversiteit in Noord-Brabant

Tekst

Anthonie Stip
Chris van Swaay

Met medewerking van

Menno Reemer (EIS Kenniscentrum Insecten)
David van Iersel (Brouwers Groenaanemers)
Rene Manger (De Vlinderstichting)
Kim Huskens (De Vlinderstichting)
Jens Bokelaar (De Vlinderstichting)
Michiel Wallis de Vries (De Vlinderstichting)
Martijn Kos (EIS Kenniscentrum Insecten)
Marco Tanis (EIS Kenniscentrum Insecten)

Rapportnummer

VS2020.028

Projectnummer

P-2017.005

Productie

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

Mogelijk gemaakt door financiële steun van

Provincie Noord-Brabant (kenmerk: C2259341/4654334)
Prins Bernhard Cultuurfonds

Deze publicatie kan worden geciteerd als

Stip, A. & Van Swaay, C.A.M. (2020). Effecten van sinusbeheer op biodiversiteit in Noord-Brabant. Rapport VS2020.028, De Vlinderstichting, Wageningen.

Trefwoorden

Graslandbeheer – dagvlinders – bijen – zweefvliegen - planten – microklimaat – sinusbeheer – gefaseerd maaien - biodiversiteit

December 2020



Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/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

Samenvatting	5
1. Inleiding.....	6
Achtergrond	6
Doelstellingen.....	7
Wat is sinusbeheer?	7
2. Methode.....	8
Onderzoeksgebieden	8
Uitvoering beheer	9
Projectorganisatie	10
Proefopzet.....	11
Microklimaat	11
Ervaringen met sinusbeheer	17
3. Resultaten	18
Ervaringen met sinusbeheer	35
4. Discussie.....	37
Planten	37
Dagvlinders.....	37
Bijen en zweefvliegen.....	39
Aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	43
Literatuur	44
Annex 1: Hoogste bedekking per plantensoort per gebied per jaar	2
Annex 2: Aantal bijen per soort per gebied per jaar	5
Annex 3: Aantal zweefvliegen per soort per gebied per jaar	7

Samenvatting

Biodiversiteit in Nederland staat onder druk. Dit wordt veroorzaakt door intensief gebruik van ons land, voor wonen, werken en voedselproductie. Planten en dieren hebben daardoor steeds minder leefruimte. Maatregelen die de biodiversiteit versterken kunnen deze trends keren. In sommige leefgebieden zoals graslanden kan een andere vorm van beheer ook soelaas bieden. Eén van die slimme vormen van beheer is sinusbeheer of sinusmaaïen. Sinusbeheer is in 2012 in Vlaanderen 'uitgevonden' door Jurgen Couckuyt. Daarna heeft De Vlinderstichting het in Nederland bij terreinbeheerders geïntroduceerd. Hoewel de ervaringen met sinusbeheer positief zijn, waren cijfers over de effecten van dit beheer op flora en fauna nog niet voorhanden. Daarom hebben wij ruim drie jaar lang de biodiversiteitseffecten van sinusbeheer gevolgd in vier natuurgebieden in Noord-Brabant. Wij hebben gekeken naar de effecten van sinusbeheer in vochtige graslanden op vegetatie, dagvlinders, bijen en zweefvliegen, vergeleken met de effecten van klassiek maaibeheer op dezelfde soortgroepen. Ook zijn de effecten op microklimaat onderzocht. Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek.

Dit onderzoek is uitgevoerd in vier vochtige graslandgebieden in Noord-Brabant: bij Heeze, Mierlo, Sint-Michielsgestel en Westelbeers. We hebben dat gedaan in een gepaarde onderzoeksopzet: in elk onderzoeksgebied is er gemeten in een perceel met sinusbeheer en een perceel met 'klassiek maaibeheer' waar alles werd gemaaid en afgevoerd. Zo is het netto-effect van sinusbeheer te bepalen.

In vochtige graslandpercelen met sinusbeheer wordt de temperatuur in het grasland variabele gedurende het groeiseizoen. Er ontstaan plekken met hoge temperaturen en locaties met lagere temperaturen. Dit kan gunstig uitpakken voor bijvoorbeeld allerlei insecten die warmte nodig hebben om te ontwikkelen. Positief is ook dat ruigteplanten niet significant toenemen in sinusbeheerde percelen gedurende dit project. Verder profiteren enkele soorten graslandvlinders: bruin zandoogje, klein geaderd witje en groot dikkopje hebben significant grotere aantallen per hectare bij sinusbeheer. Voor wilde bijen en zweefvliegen kon (nog) geen verschil worden aangetoond, maar kunnen de omstandigheden onder sinusbeheer wel te verbeteren door een potentieel groter voedselaanbod dat langer in de tijd aanwezig is, meer nestelplekken in overstaande planten en meer overwinteringsmogelijkheden. Deze laatste drie factoren moeten in vervolgonderzoek verder uitgediept worden. De extreem droge voorjaren en zomers van 2018-2020 hebben de resultaten van dit onderzoek waarschijnlijk beïnvloed. Het is mede daarom van belang het onderzoek voort te zetten.

Het is voor het eerst dat de ecologische effecten van sinusbeheer zijn aangetoond. De resultaten laten zien dat sinusbeheer potentieel heeft om op korte termijn in ieder geval een aantal insectensoorten te stimuleren en daarmee bij te dragen aan het herstel van biodiversiteit in graslanden. De lange termijn effecten dienen nader onderzocht te worden.

1. Inleiding

Achtergrond

Biodiversiteit staat wereldwijd sterk onder druk (Butchart et al 2010). Veranderingen in landgebruik en met name de landbouw laten hun sporen na in de populaties van planten en dieren. Zo is in Duitsland vastgesteld dat de biomassa van insecten met 76% afnam in 27 jaar tijd (Hallmann et al. 2017). In Nederland laat de beschikbare kennis over insecten een soortgelijk beeld van afname zien (Kleijn et al. 2018). Het aantal dagvlinders in Nederland nam bijvoorbeeld in ruim een eeuw af met 84% (Van Strien et al. 2019). Deze ontwikkelingen hebben met elkaar gemeen dat een complex van factoren ze veroorzaakt, maar dat deze te herleiden zijn tot de intensiteit en schaalgrootte van landgebruik en voornamelijk de landbouw.

Halfnatuurlijke graslanden vormen een belangrijk leefgebied voor veel plant- en diersoorten in Europa (Veen et al. 2009). Intensivering van het graslandgebruik in de afgelopen decennia heeft geleid tot een optimalisatie voor de landbouwkundige productie, met als keerzijde dat het leefgebied van allerlei plant- en diersoorten in die graslanden is gemarginaliseerd of verdwenen. Dat blijkt ondermeer uit de European Grassland Butterfly Indicator (Van Swaay et al. 2015): tussen 1990 en 2013 nam de index van 17 soorten graslandvlinders in Europa met 30% af. Belangrijke oorzaken hiervan zijn de intensivering en schaalvergroting in de landbouw. Deze processen hebben geleid tot landschappelijke homogenisatie van graslanden, verhoogd gebruik van externe inputs die de homogenisatie versnellen (kunstmest, bestrijdingsmiddelen) en gelijktijdige, hoogfrequente uitvoering van beheer op grote oppervlakten. Kortom: in hoog tempo is de kleinschalige variatie in graslandssystemen gereduceerd. De negatieve trends van graslandvlinders weerspiegelen dit. Wilde bijen in Europa staan eveneens onder druk, door vergelijkbare problemen (Nieto et al. 2014).

Voor organismen die in hun leven slechts een beperkt aantal meters kunnen verplaatsen, is variatie van levensbelang. Bijvoorbeeld voor veel insectensoorten: bijen, wespen, sprinkhanen en vlinders. Binnen een straal van tientallen tot honderden meters moet aan al hun levensbehoeften worden voldaan: voedsel, voortplanten en de mogelijkheid tot schuilen om ongunstige condities te overleven. Dat vraagt om *kleinschalige* variatie in hun habitat en bijpassende microklimatologische omstandigheden (Stuhldreher & Fartmann 2018). Omdat klassieke methoden van natuurbeheer er tot op heden vaak onvoldoende in slagen om die kleinschalige variatie te creëren of in stand te houden, is in Vlaanderen geëxperimenteerd met een nieuw concept: sinusbeheer. In 2013 heeft Jurgen Couckuyt het principe van sinusbeheer bedacht en in een aantal halfnatuurlijke graslanden in Vlaanderen geïntroduceerd (Figuur 1). Het beheer is flexibel (aan te passen op lokale condities) en combineert flora- en faunagericht beheer op perceelsniveau. Deze vorm van maaibeheer heeft grote potentie om kleinschalige variatie te stimuleren en daarmee negatieve populatietrends van insecten te keren (Couckuyt et al. 2015).

Hoewel sinusbeheer een aansprekend concept is, ontbreekt het tot op heden aan een solide wetenschappelijke basis voor de effecten op biodiversiteit in het algemeen en specifiek insecten. Daarom zijn in dit project de effecten van sinusbeheer op vegetatie, dagvlinders, bijen en zweefvliegen onderzocht en vergeleken met de effecten van klassiek maaibeheer op dezelfde soortgroepen. Ook zijn de effecten op microklimaat onderzocht. Deze inzichten kunnen de optimalisatie van graslandbeheer voor flora en fauna helpen en kunnen de acceptatie van sinusbeheer onder beheerders en beleidsmakers stimuleren. In het onderzoek staan de volgende drie onderzoeksvragen centraal:

1: Wat zijn de effecten van sinusbeheer op de bloembezoekende insectenfauna in graslanden, en hoe verhoudt zich dat tot de effecten van klassiek maaibeheer?

- 2: Wat zijn de effecten van sinusbeheer op de vegetatie en het microklimaat in graslanden, en hoe verhoudt zich dat tot de effecten van klassiek maaibeheer?
- 3: Welke ervaringen hebben natuurbeheerders met het uitvoeren van sinusbeheer?

Doelstellingen

Dit project heeft twee hoofddoelstellingen:

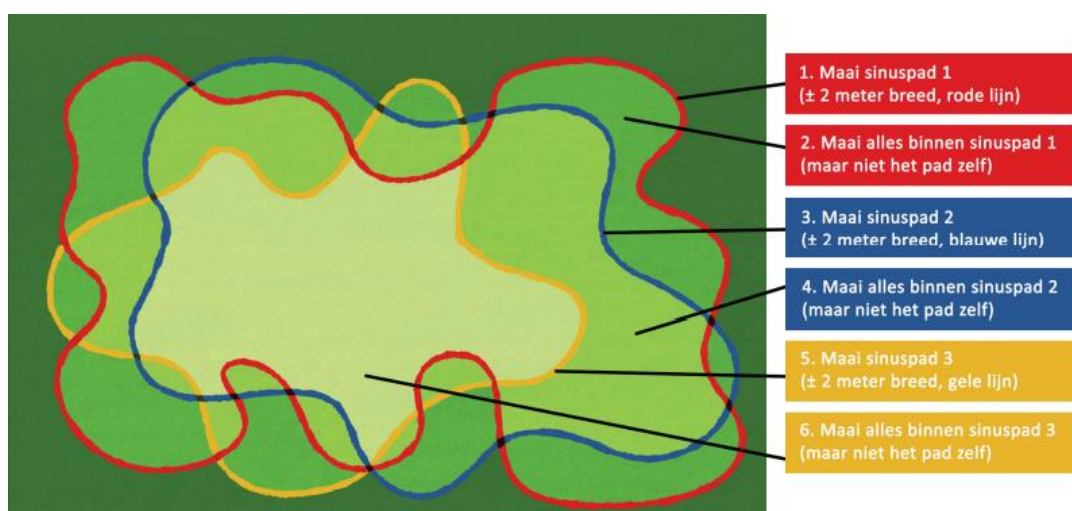
1. Het inzichtelijk maken van de effecten van sinusbeheer op de biodiversiteit, specifiek gericht op vegetatie en bloembezoekende insecten, in vergelijking met klassiek maaibeheer;
2. Het vergroten van de bekendheid van sinusbeheer onder de doelgroep natuurbeheerders, groenbeheerders, beleidsmakers, het groene onderwijs en geïnteresseerd publiek.

De focus in deze rapportage ligt op doelstelling 1. Over doelstelling 2 is meer te lezen in Stip (2020).

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. 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.



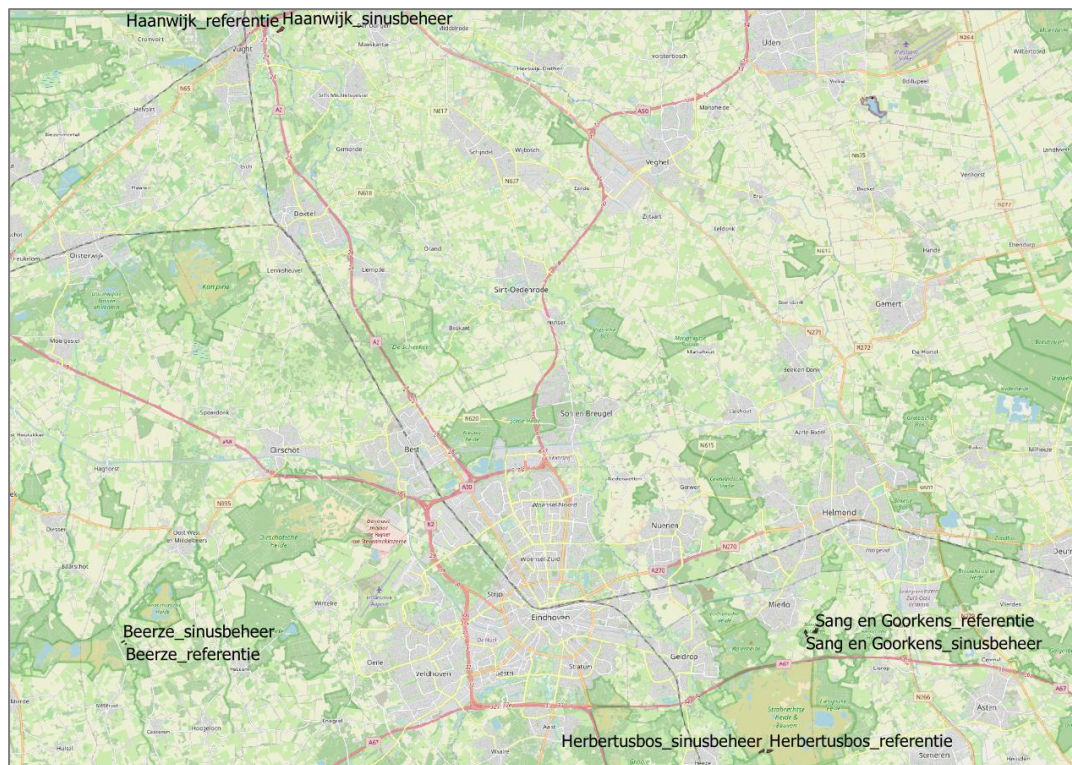
Figuur 1: Schematische weergave van de twee stappen van sinusbeheer in een denkbeeldig perceel, drie maal herhaald. In dit onderzoek staat elke kleur voor de beheerstappen in één jaar.
Illustratie: Tessa van de Nadort.

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.

2. Methode

Onderzoeksgebieden

Het onderzoek is uitgevoerd in halfnatuurlijke vochtige graslanden in Noord-Brabant, veelal gelegen in beekdalen. Terreinbeheerders zijn in 2016-2017 benaderd door de projectleider met de vraag of zij vochtige graslanden voor dit onderzoek ter beschikking konden stellen. Elk terrein is vervolgens bezocht. Uiteindelijk zijn in vier gebieden percelen gevonden waar sinusbeheer toegepast kon worden en in de nabijheid van hetzelfde gebied tevens een referentieperceel met klassiek maai-beheer (Figuur 2). Het betreft: Beersbroek bij Westelbeers (beheer: Brabants Landschap), Landgoed Haanwijk bij Sint Michielsgestel (Brabants Landschap), Herbertusbossen bij Heeze (Brabants Landschap) en het Sang en Goorkens bij Mierlo (Staatsbosbeheer). De vier gebieden worden in dit onderzoek de gebiedsparen genoemd. Elk gebiedspaar heeft een perceel met sinusbeheer en een referentieperceel zonder sinusbeheer, maar met maai- en afvoerbeheer. In gebiedspaar Haanwijk liggen het referentieperceel en perceel met sinusbeheer dichtbij elkaar, gescheiden door een opgaand landschapselement. Idealiter bedraagt de afstand tussen beide beheertypen minimaal 200 meter, maar dit wordt in Haanwijk niet gehaald. Bij de gebiedselectie waren alternatieve referentiepercelen helaas niet meer voorhanden vanwege lopende afspraken met pachters. Daarom is de keuze op het in omstandigheden zeer vergelijkbare, maar nabijgelegen perceel gevallen.



Figuur 2: Ligging van de vier onderzoeksgebieden en -percelen.

Qua landschappelijke context liggen alle vier de onderzoeksgebieden in een beekdal: Haanwijk langs de Dommel, Beersbroek langs de Groote Beerze, Herbertusbossen langs de Rieloop en Sang en Goorkens langs de Goorloop. De laatste twee gebieden liggen dicht tegen de Strabrechtse heide aan, een 1500 ha groot natuurgebied met afwisselend droge en natte heide, vennen, en akkertjes, ingeklemd tussen bossen. Dit heeft invloed op de soortensamenstelling van de insectenfauna in deze terreinen. Het Beersbroek wordt gekenmerkt door vochtige graslanden die ingeklemd liggen tussen droog grove dennenbos (verder van de beek af) en vochtig broekbos (bij de beek). Haanwijk is een landgoed langs de Dommel met afwisselend bos, graslanden en percelen in agrarisch gebruik. Voor alle gebieden geldt dat agrarisch grondgebruik in

de directe omgeving aanwezig is, bij Haanwijk en het Sang en Goorkens het dichtstbij (tegen het natuurgebied aan).

Uitvoering beheer

Het sinusbeheer is in elk terrein uitgevoerd door een externe partij, in het eerste jaar met aanwijzingen van de projectleider voor een correcte uitvoering van het beheer. In het Sang en Goorkens is het sinusbeheer gedurende de gehele projectperiode uitgevoerd door Brouwers Groenaannemers, in het Beersbroek door P. van Eerbeek. In Haanwijk is het sinusbeheer in 2017 en 2018 uitgevoerd door een pachter van Brabants Landschap en helaas is de uitvoering herhaaldelijk misgegaan. Op aandringen van de projectleider is het beheer in dit terrein in 2019 overgegaan naar het Brabants Landschap, met goede uitvoering tot gevolg. In het terrein Herbertusbossen is het sinusbeheer in 2017 uitgevoerd door een pachter (uitvoering voor verbetering vatbaar), en in 2018 en 2019 door een jaarlijks verschillende aannemer. Voor uitvoering van het sinusbeheer zijn de werkelijke kosten vergoed uit het project. Het beheer in de referentiepercelen is uitgevoerd door de terreinbeheerders zelf (al dan niet uitbesteed) en is uit het project geen beheervergoeding betaald.



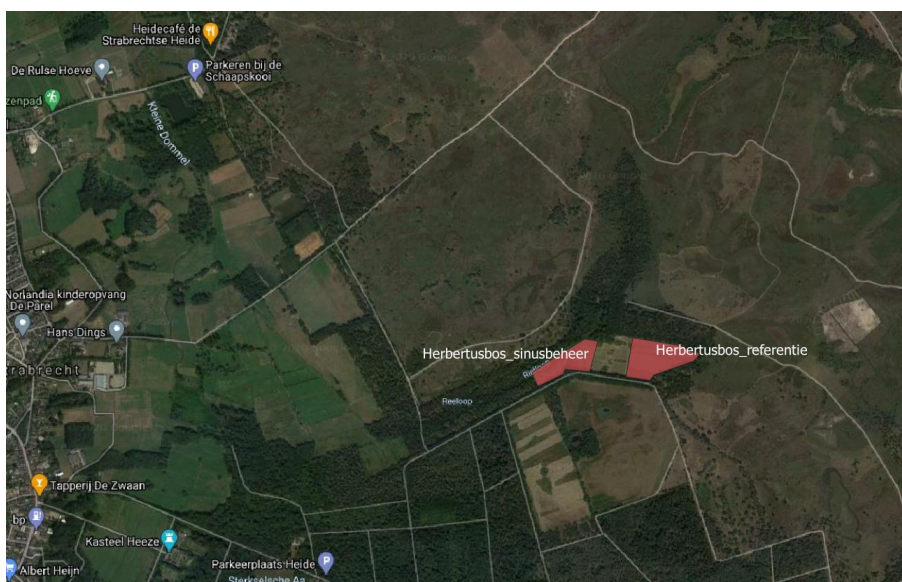
Figuur 4: Ligging van de onderzoekspercelen in het gebied Beersbroek.



Figuur 3: Ligging van de onderzoekspercelen in het gebied Haanwijk.



Figuur 5: Ligging van de onderzoekspercelen in het gebied Sangbroek en Goorkens.



Figuur 6: Ligging van de onderzoekspercelen in het gebied Herbertusbos.

Projectorganisatie

De coördinatie van dit project werd uitgevoerd door Anthonie Stip van De Vlinderstichting. In de projectgroep waren de volgende mensen vertegenwoordigd: Menno Reemer (EIS Kenniscentrum Insecten), David van Iersel en Bas Dielen (Brouwers Groenaannemers), Mari de Bijl, Frans Kolsters, Mark Philipsen en Theo Queckel (Brabants Landschap) en Jan Manders en Jap Smits (Staatsbosbeheer). Gedurende het project is er regelmatig afgestemd met betrokkenen bij een Vlaams onderzoek naar sinusbeheer: dr. Laurian Parmentier (UGent) en Jurgen Couckuyt (VZW Durme). Een klankbordgroep heeft gedurende het project waardevolle suggesties gedaan. In de klankbordgroep waren vertegenwoordigd: Florian Bijmold (Staatsbosbeheer), prof. dr. David Kleijn (Wageningen University), Karin van Dueren den Hollander (HAS Den Bosch), Johannes Regelink (Ranox Natuuraannemer) en Rick de Ruijter (Staatsbosbeheer).

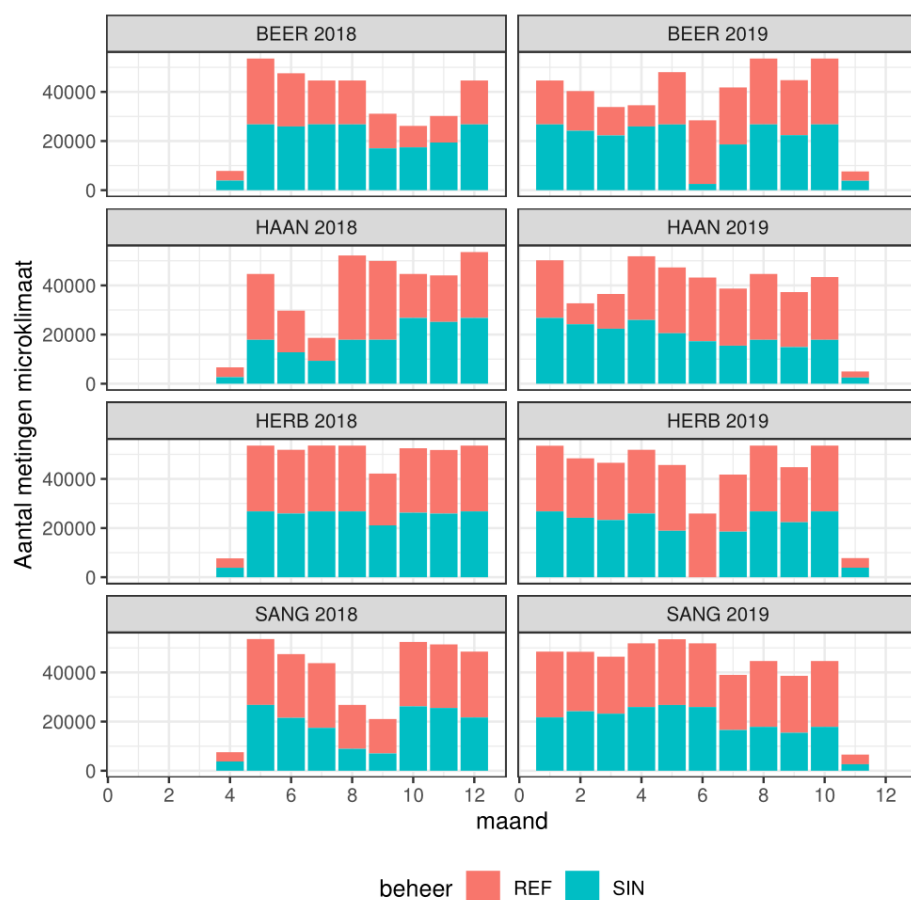
Proefopzet

Het veldwerk van dit onderzoek is uitgevoerd van juni 2017 tot en met mei 2020. In alle vier de gebieden zijn metingen uitgevoerd aan microklimaat, vegetatie, dagvlinders, bijen en zweefvliegen. De methode wordt per onderdeel beschreven. In dit rapport worden consequent de volgende afkortingen gebruikt voor gebieden en beheertype:

- 4 Gebieden
 - BEER: Beersbroek
 - HAAN: Haanwijk
 - HERB: Herbertusbossen
 - SANG: Sangbroek en Goorkens
- 2 Beheertypen:
 - REF: referentiegebied dat één keer per jaar geheel gemaaid is
 - SIN: gebied waar sinusbeheer is uitgevoerd

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 maaibeheer op het perceel werden de dataloggers herplaats, 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



Figuur 7: Verdeling van de meetpunten met dataloggers voor het microklimaat over de vier deelgebieden, twee beheertypen en twee jaren.

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)

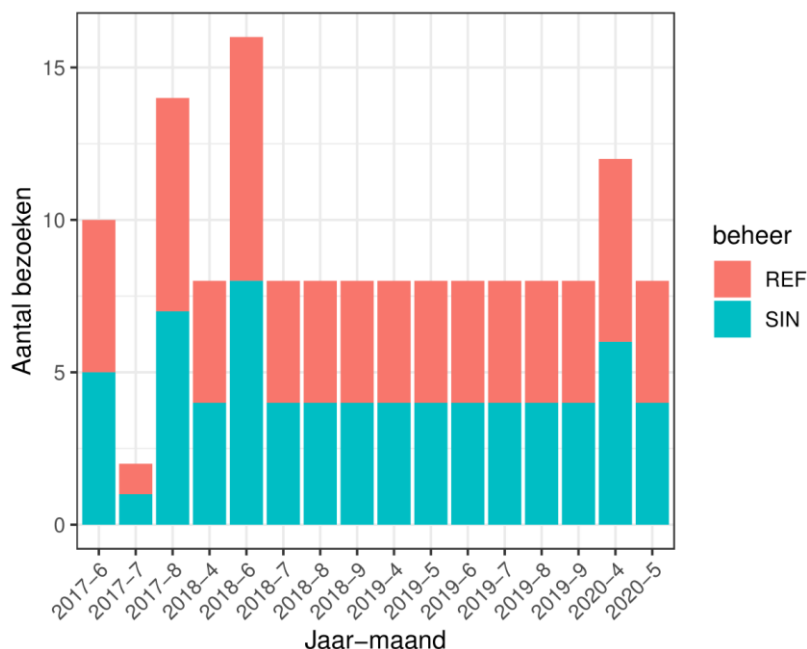
In de analyse zijn alleen de metingen van 2018 en 2019 gebruikt. In totaal leverde dit een dataset op met 3.256.215 meetpunten, verdeeld over vier gebieden, twee beheertypen (sinusbeheer en de referentie) en twee jaren. De metingen begonnen in april 2018 en liepen door tot in december 2019 (Figuur 7). In enkele maanden zijn er problemen met een of meer reeksen metingen geweest doordat dataloggers stuk gingen, verdwenen, batterijen sneller dan verwacht op waren, etc.

Planten

Jaarlijks is in het voorjaar en in de zomer een totale soortenlijst plus bedekking per soort per onderzoekgebied en per beheertype gemaakt volgens de methode van Tansley. Deze metingen zijn uitgevoerd door de florist van Brouwers Groenaanemers.

Dagvlinders

Dagvlinders zijn in elk gebied gemonitord in de maanden april tot en met september, beginnend in juni 2017 en eindigend in mei 2020. In totaal zijn 142 perceelsbezoeken gebracht in deze periode (Figuur 8). In een enkel geval kon door slecht weer geen bezoek in een maand gebracht worden, dat is dan gecorrigeerd in de maand daarna door een extra ronde, veelal aan het begin van de maand volgend op de maand waarin geen bezoek gebracht kon worden. De vlinders zijn allemaal op naam gebracht en geteld en met exacte positie ingevoerd in de Nationale Databank Flora en Fauna door medewerkers van De Vlinderstichting. Elke telling is uitgevoerd door één waarnemer en tijdens elke telling is zo vlakdekkend mogelijk geïnventariseerd.



Figuur 8: Aantal bezoeken om dagvlinders te tellen per jaar per maand voor de sinusbeheerde percelen en de referentiepercelen.

Bestuivers

De bestuivers zijn door EIS Kenniscentrum Insecten op drie manieren gemeten:

1. Gebiedsbezoek: in 45 minuten tijd is elk gebied doorlopen en zijn alle aanwezige soorten en aantallen genoteerd.

2. Pantraps: in elk gebied zijn 2 pantraps geplaatst. Deze stonden drie dagen open en werden daarna weer opgehaald en geleege. Elke pantrap bestaat uit een paal met daarin bakjes in drie kleuren: wit, geel en blauw.
3. Transecten: per gebied zijn op een representatieve locatie twee transecten van 25 meter lengte en 1 meter breedte gemonitord op alle aanwezige bijen en zweefvliegen. Dit gebeurde gedurende een standaard zoektijd van 10 minuten. Aantallen bijen en zweefvliegen zijn per soort genoteerd. Op advies van de klankbordgroep is het aantal transecten in 2019 uitgebreid naar vier per gebied.

Tabel 1: Bezoekmomenten voor het onderzoek aan de bestuivers per methode.

Methode	2017	2018	2019	2020
Gebiedsbezoek	Jun/jul Aug	Apr/mei Jun/jul Aug	Apr/mei Jun/jul Aug	Apr/mei
Pantraps	Jun/jul	Apr/mei Jun/jul	Jun/jul	-
Transecten	Jun/jul Aug	Apr/mei Jun/jul Aug	Apr/mei Jun/jul Aug	Apr/mei

Waarnemingen van aardhommel, aardhommel-complex en veldhommel zijn in de analyse vanwege taxonomische discussie (Alferink et al. 2020) samengevoegd tot het aardhommel-complex.

Analyse

Alle analyses zijn uitgevoerd met het programma R versie 4.0.2. De mixed models zijn gemaakt met het pakket lme4, waarbij beheer (referentie of sinusbeheer) als fixed variable en gebied en indien relevant jaar als crossed random variables zijn meegenomen (analoog aan Holzschuh et al. 2016). Verder is getoetst of er een effect was van de oppervlakte van het perceel door de log van de oppervlakte als co-variabele mee te nemen. Om te kijken of er een tijdeffect is, is jaar meegenomen als fixed factor. Met het pakket lmerTest is getoetst of resultaten significant zijn. Voor significantie is een p-waarde van 0,05 aangehouden. De analyse wordt gestructureerd met hypothesen per onderzoeksthema.

Microklimaat

Hypothese 1: Sinusbeheer leidt tot een grotere variatie in microklimaat in een perceel.

- 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 het temperatuurverschil tussen de warmste en koudste datalogger berekend.
- Vervolgens is per beheertype en per maand en per uur het gemiddelde temperatuurverschil berekend m.b.v een zogenaamd 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.

Hypothese 2: In sinusbeheerde percelen is het langere tijd warm in de vegetatie ($T > 30^{\circ}\text{C}$) dan in controlepercelen.

- 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 het aantal metingen met een temperatuur hoger of gelijk aan 30°C geteld per beheertype voor iedere combinatie van gebied en jaar.

Planten

Hypothese 3: Sinusbeheer leidt tot een toename van het aantal plantensoorten in sinusbeheerde terreinen vanwege grotere heterogeniteit in vegetatiestructuur.

Eerst is er gekeken naar de totale inventarisaties van de hele percelen.

- Het totaal aantal plantensoorten per gebied en beheertype is vastgesteld.
- Neemt het aantal soorten in de sinusbeheerde percelen in de loop der jaren toe? En zo ja, meer dan in de referentiepercelen?
- Komt er meer diversiteit in de levensvormen? Hiertoe zijn de plantensoorten op de percelen aan een levensvorm toegedeeld (uit de Ecodbase uit Turboveg: https://www.synbiosys.alterra.nl/turboveg3/help/en/edit_add_indicator_values.htm). Per levensvorm is daarna gekeken of er een verschil is in de ontwikkeling in de tijd in het aantal van die soorten per levensvorm tussen sinusbeheerde en referentiepercelen. Ook is er met behulp van de Shannon diversiteits index of er verschil is in de verdeling van de levensvormen tussen sinusbeheerde en referentiepercelen.

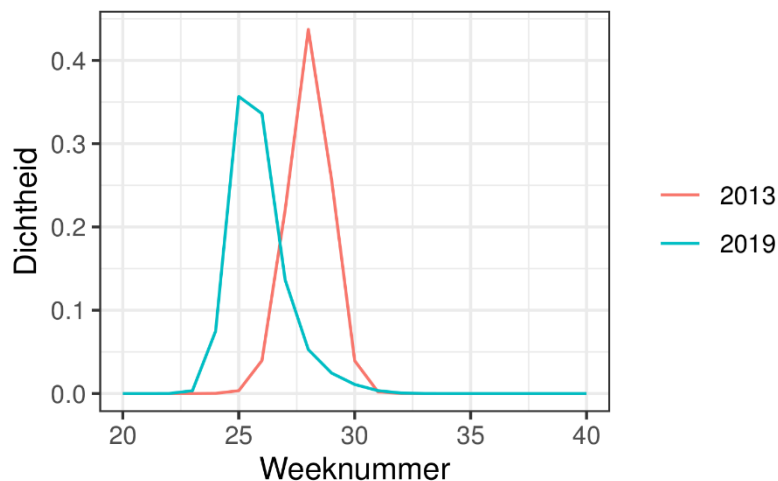
Hypothese 4: Sinusbeheer leidt tot een grotere bedekking van ruigteminnende plantensoorten.

- Zowel voor de percelen als geheel, als voor de PQ's, is het gewogen en ongewogen Ellenberggetal berekend voor voedselrijkdom en vocht. 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).
- De plantensoorten op de percelen zijn aan een levensvorm toegedeeld (uit de Ecodbase uit Turboveg: https://www.synbiosys.alterra.nl/turboveg3/help/en/edit_add_indicator_values.htm). Van deze levensvormen worden de volgende typen beschouwd als ruigteindicators: Kruidachtige chamaeëfyt, Houtachtige chamaeëfyt, Phanerofyt, Epifyt en Liaan.
- Het CBS onderscheidt 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 smeerwortel, grote brandnetel, grote kattenstaart, haagwinde, harig wilgenroosje, Jakobskruid, klee, koninginnenkruid, liesgras, moerasmelkdistel, moeraspirea, pitrus, ridderzuring, riet, rietgras, speerdistel, wilgenroosje en zevenblad. Het aantal ruigtekruidentsoorten per perceel is geteld en er is gekeken of er een trend in het soortenaantal zit.

Dagvlinders

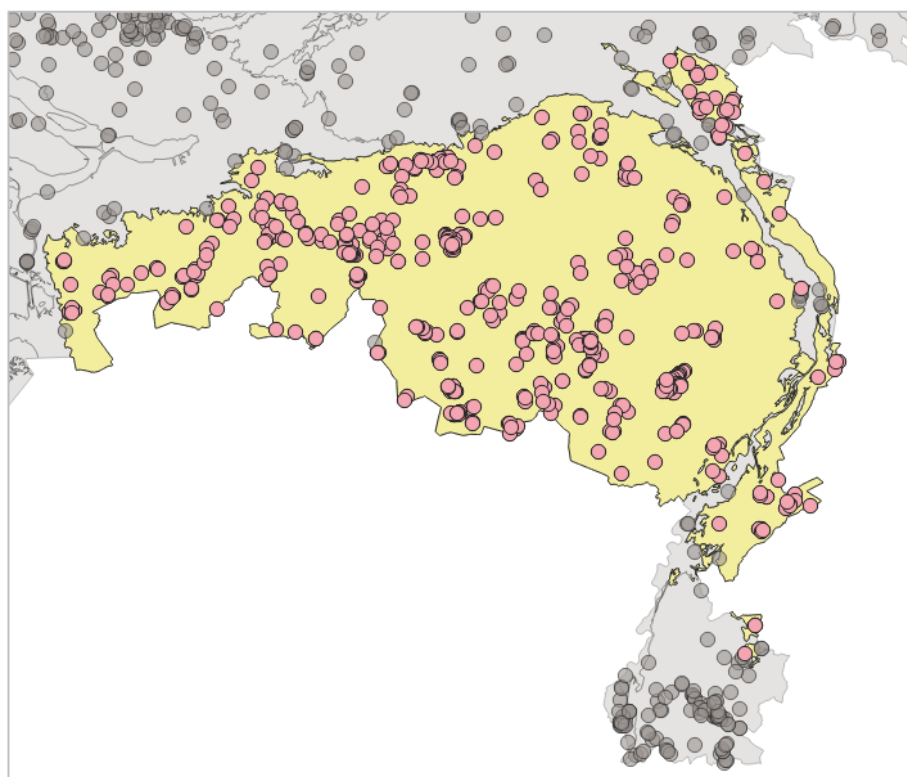
Bijschatten voor hele vliegtijd

De meeste dagvlinders hebben een of meer generaties per jaar. Zo'n generatie duurt enkele weken, en het maakt daarbij uit wanneer in de vliegtijd zo'n bezoek is gebracht. Dat kan worden geïllustreerd aan de hand van het voorbeeld van de bosparelmoevlinder (Figuur 9), een soort die overigens helaas niet meer voorkomt in Noord-Brabant (dit voorbeeld komt van de Veluwe). In 2013 duurde de vliegtijd ruwweg van week 25 (de derde week van juni) tot en met week 31 (eerste week van augustus) met de piek in week 28 (tweede week van juli), terwijl die na het warme en droge voorjaar van 2019 al begon in week 23 (eerste week van juni), piekte in week 25 (derde week van juni), maar alsnog ook duurde tot week 31. Terwijl een bezoek in week 25 in 2019 precies op het goede moment was om de piek in de vliegtijd mee te nemen, was dit in 2013 net voor het begin van de vliegtijd, toen er nog geen of maar heel weinig bosparelmoevlinders vlogen.



Figuur 9: Vliegtijddiagram zoals berekend door het R-package *rbms* van de bosparelmoevlinder in 2013 en 2019 als voorbeeld voor de verschillen in vliegtijd van jaar tot jaar. Bron: meetnet vlinder (Vlinderstichting, CBS).

Voor alle Nederlandse dagvlinders zijn deze vliegtijddiagrammen gemaakt met de gegevens van het meetnet vlinders (<https://www.vlinderstichting.nl/wat-wij-doen/meetnetten>), dat De Vlinderstichting samen met het CBS uitvoert in het kader van het Netwerk Ecologische Monitoring (<http://www.netwerkecologischemonitoring.nl>). Hiertoe is gebruik gemaakt van het R-package *rbms* (<https://github.com/RetoSchmucki/rbms>). Voor dit onderzoek zijn alleen



Figuur 10: Ligging van de vlindermonitoringroutes uit het meetnet vlinders (grijze bolletjes) die gebruikt zijn voor de correctie met de vliegtijd en de berekening van de trends voor de zandgronden van Zuid Nederland (roze bolletjes). De fysisch geografische regio hogere zandgronden zuid is geel gekleurd.

de telpunten gebruikt in de fysisch-geografische regio's hoger zandgronden zuid (Figuur 10).

Vervolgens zijn de tellingen per perceel met een bepaald beheer (sinusbeheer of referentie) over de hele vliegtijd volgens de vliegtijd diagrammen bijgeschat. Dit is nodig omdat niet elk gebied op dezelfde dag geteld kon worden. Deze bijgeschatte aantallen geven aan hoeveel vlinderweken van die soort op dat perceel geteld zouden zijn als iedere week geteld zou zijn, en de vorm van het vliegtijd diagram (zoals in Figuur 9) in dat hok precies zo zou zijn als op de rest van de zandgronden in Zuid Nederland. Dit aantal vlinderweken wordt ook in het meetnet vlinders gebruikt als eenheid voor verdere analyse. Om te bepalen hoeveel vlinders er daadwerkelijk gevlogen hebben, zou dit aantal gedeeld moeten worden door de gemiddelde tijd die een vlinder in het onderzoeksgebied doorbrengt (voor honkvaste soorten dus de levensduur, voor andere soorten de verblijfsduur). Deze tijd kan verschillen van jaar tot jaar en is o.a. afhankelijk van het weer (kort door de bocht: bij veel mooi weer is hij kleiner), maar ook van andere zaken als predatie (bv. door vogels) die van jaar tot jaar verschillen. Het vaststellen van de verblijfsduur kan nu alleen door merk-terugvangst, wat bijzonder arbeidsintensief is. Zolang er geen aanwijzing is dat deze verblijfsduur in de tijd verandert, en dus alleen voor 'ruis' in de berekeningen zorgt, negeren we dit effect.

Daarnaast is het van belang dat ook bezoeken zonder vlinders te onderscheiden zijn. Dit is gedaan aan de hand van de gps-tracks die bij elk bezoek zijn opgenomen. Voor het bijschatten is ook gebruik gemaakt van het R-package rbms. De onderzochte percelen hebben verschillende afmetingen. Daarom zijn alle bijschattingen daarna omgerekend naar dichtheden per hectare.

Omdat de seizoenen van 2017 en 2020 niet helemaal geteld zijn (Figuur 8) konden de dichtheden alleen voor de seizoenen 2018 en 2019 vergeleken worden.

Hypothese 5: Bij sinusbeheer zijn er meer soorten vlinders, vanwege de hogere heterogeniteit van het leefgebied en het grotere aantal bloemen.

Het aantal soorten per beheertype is geteld. Vervolgens is per beheertype het gemiddelde aantal soorten berekend m.b.v een zogenaamd mixed model waarbij gebied een random variabele was.

Hypothese 6: Sinusbeheer leidt tot meer vlinders, vanwege de hogere heterogeniteit van het leefgebied en het grotere aantal bloemen.

Hiervoor is gebruik gemaakt van de dichtheid per soort per perceel zoals berekend volgens de hierboven beschreven methode. Alle dichtheden zijn opgeteld en is een analyse over het totaal aantal vlinders per perceel uitgevoerd. Daarna is dit ook gedaan voor de graslandvlinders (CBS et al., 2020). Per beheertype is ook het gemiddelde aantal per soort berekend m.b.v een zogenaamd mixed model waarbij gebied en jaar een random variabele waren.

Bestuivers

Het jaar 2020, waarin alleen één vroeg voorjaarsbezoek is gebracht, is niet meegenomen in de analyses.

Hypothese 7: Sinusbeheerde percelen hebben een grotere soortenrijkdom van bijen en zweefvliegen dan referentiepercelen.

Per methode (gebiedsbezoek, transect, pantrap) is:

- Het totaal aantal soorten bestuivers per gebied en beheertype per jaar is vastgesteld.
- Bij alle methoden bleek er een verschil in onderzoeksintensiteit per jaar, waardoor het niet mogelijk bleek om naar een trend in de tijd te kijken. Niet alle soorten bijen en zweefvliegen zijn immers op hetzelfde moment in het jaar actief, waardoor het telmoment uitmaakt. Meer tellingen leiden dan ook tot meer soorten en meer individuen

- Wel kon worden gekeken naar de verschillen tussen de sinusbeheerde en referentiepercelen via een mixed model waarbij gebied en jaar random variabelen zijn.

Hypothese 8: De Shannon-index van bijen en zweefvliegen (apart) is groter in sinusbeheerde percelen dan in referentiepercelen.

Eerst is de Shannon diversiteits index per combinatie van gebied, beheer en jaar berekend voor bijen en zweefvliegen. Daarna is gekeken naar de verschillen tussen de sinusbeheerde en referentiepercelen via een mixed model waarbij gebied en jaar random variabelen zijn. Dit is uitgevoerd voor transecttellingen en gebiedsbezoek. De logaritme van de oppervlakte van een perceel is als covariabele gebruikt.

Hypothese 9: Er is een negatieve relatie tussen het aantal honingbijen in een perceel en het aantal wilde bijen. Hoe meer honingbijen, des te minder wilde bijen.

Per bezoekdatum is het aantal honingbijen en het aantal overige bijen geteld, en deze zijn voor de onderzoeksmethode “gebiedsbezoek” en “transect” in een grafiek gezet. Daarna is met een generalized linear mixed-effects model met poisson verdeling en gebied en datum als random variabele gekeken naar de effecten van zowel beheer als de aanwezigheid van honingbijen op het aantal overige bijen:
`glmer(AantalOverigeBijen~beheer*AantalHoningbijen + (1 | gebied) + (1 | datum), family = poisson).`

Ervaringen met sinusbeheer

Gedurende de looptijd van het project zijn beheerders uit het projectteam bevraagd op hun ervaringen met sinusbeheer. Deze zijn meegenomen in het overzicht van kansen en knelpunten van sinusbeheer. Tevens is er in november 2020 een korte enquête uitgezet door De Vlinderstichting om de bekendheid van en ervaringen met sinusbeheer te peilen onder een wat breder publiek. Deze enquête heeft tien dagen opengestaan en is door 151 respondenten ingevuld. De gegevens van de enquête zijn geanalyseerd in Excel.



Figuur 11: In onderzoeksgebied het Beersbroek is het sinuspad gemaaid. Het maaisel wordt later afgevoerd. Foto Anthonie Stip.

3. Resultaten

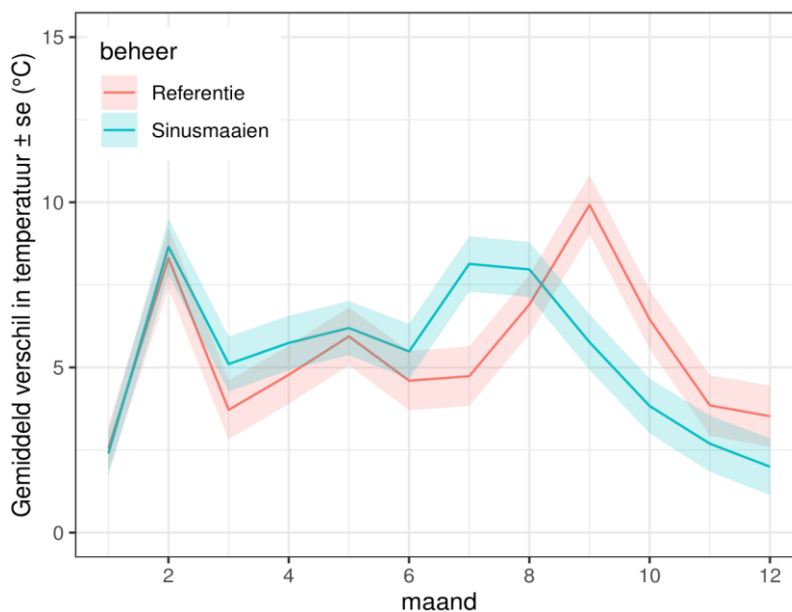
In dit hoofdstuk worden de resultaten voor elke hypothese van het onderzoek uitgewerkt.

Microklimaat

Hypothese 1: Sinusbeheer leidt tot een grotere variatie in microklimaat in een perceel.

Door het jaar heen

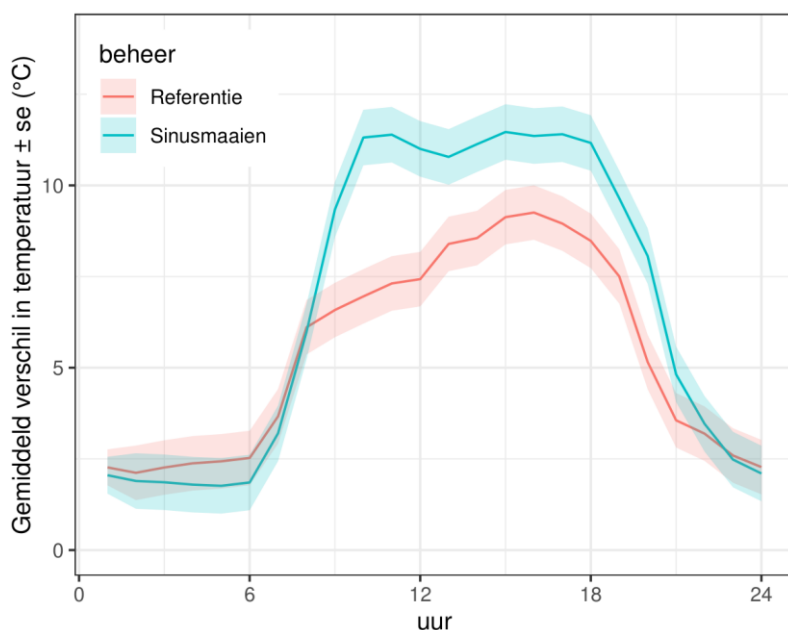
In het groeiseizoen is er op de percelen met sinusbeheer een groter verschil in temperatuur (grotere temperatuurvariatie) dan in de referentiepercelen (Figuur 12), maar het verschil is niet significant. Na het compleet maaien in augustus zijn de verschillen juist groter in de referentiepercelen en in september ($t=3,4$) en oktober ($t=2,2$) ook significant. In de winter zijn de verschillen klein.



Figuur 12: Gemiddelde temperatuurverschil tussen de warmste en koudste datalogger per maand voor het perceel met sinusmaaien en het referentieperceel. In de maanden januari-maart en december zijn gegevens uit één jaar beschikbaar, uit de overige maanden uit twee jaren.

Gedurende de dag

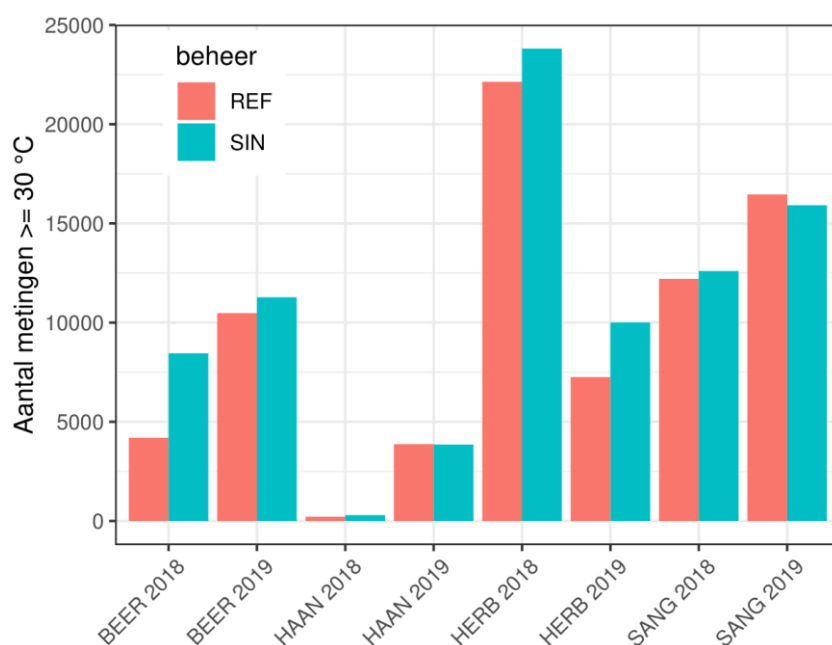
Over het hele jaar bekeken is er gedurende de dag weinig verschil in het temperatuurverschil tussen de dataloggers op percelen met sinusbeheer en de referentiepercelen. Maar dat komt vooral omdat in de winter de verschillen klein zijn. Juist in het groeiseizoen (hier is april-augustus aangehouden) is het verschil op de percelen met sinusbeheer altijd veel groter (Figuur 13), tussen 8 uur 's morgens en 21 uur 's avonds is dit verschil ook significant.



Figuur 13: Gemiddelde temperatuurverschil tussen de warmste en koudste datalogger per uur voor sinusbeheerde- en referentiepercelen in het groeiseizoen.

Hypothese 2: In sinusbeheerde percelen is het langere tijd warm in de vegetatie ($T > 30^{\circ}\text{C}$) dan in controlepercelen.

Op alle meetlocaties is het aantal meetmomenten waarop de temperatuur 30°C of meer is groter op de sinusgemaaide percelen dan op de referentiepercelen, behalve in Sangbroek en Goorkens in 2019. Dat verschil is echter zeer klein (Figuur 14).



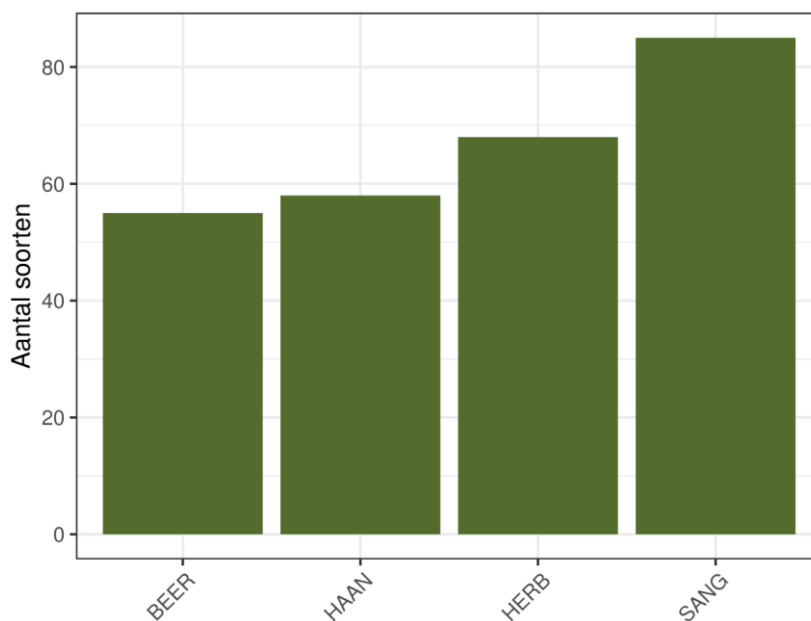
Figuur 14: Aantal meetmomenten waarop een datalogger een temperatuur van 30°C of meer heeft gemeten.

Planten

Hypothese 3: Sinusbeheer leidt tot een toename van het aantal plantensoorten in sinusbeheerde terreinen vanwege grotere heterogeniteit in vegetatiestructuur.

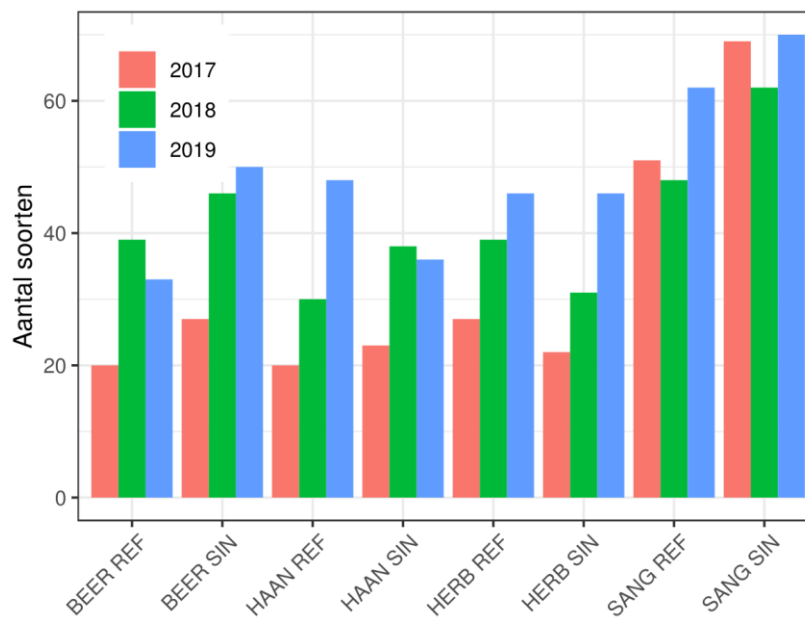
Gehele percelen

Er zijn duidelijke verschillen tussen de vier onderzoeksgebieden. Vooral op Sangbroek en Goorkens werden veel plantensoorten gevonden op de onderzochte percelen, duidelijk meer dan op Beersbroek en Haanwijk (Figuur 15). Overigens loopt de oppervlakte van de onderzochte gebieden ook op van het kleinst in Beersbroek naar het grootst in Sangbroek.



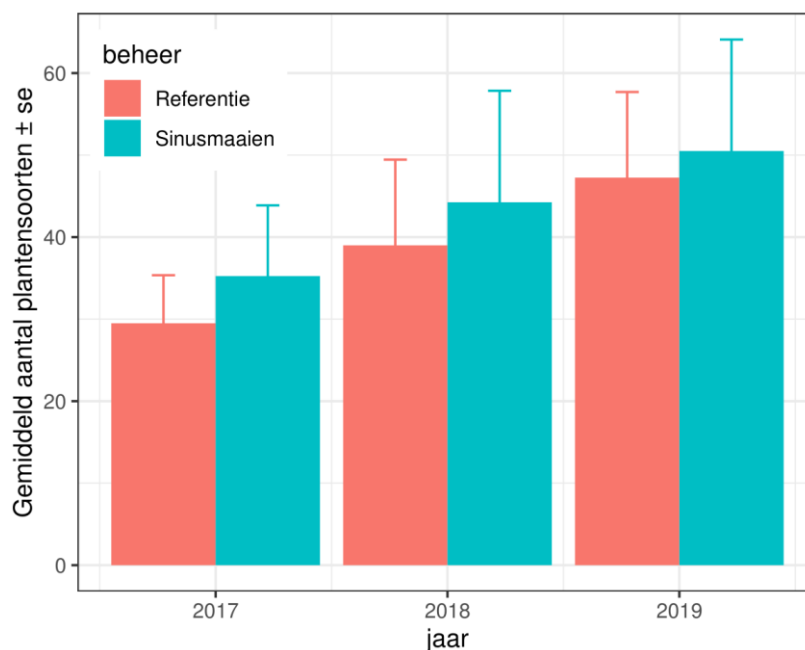
Figuur 15: Totaal aantal plantensoorten die gerapporteerd zijn in de vier gebieden op de onderzochte percelen.

In vrijwel alle onderzochte terreinen nam het aantal plantensoorten in de loop van het onderzoek toe, zowel op de terreinen die sinusgemaaid werden als in de referentiepercelen (Figuur 16).



Figuur 16: Totaal aantal plantensoorten per jaar per gebied en per beheertype.

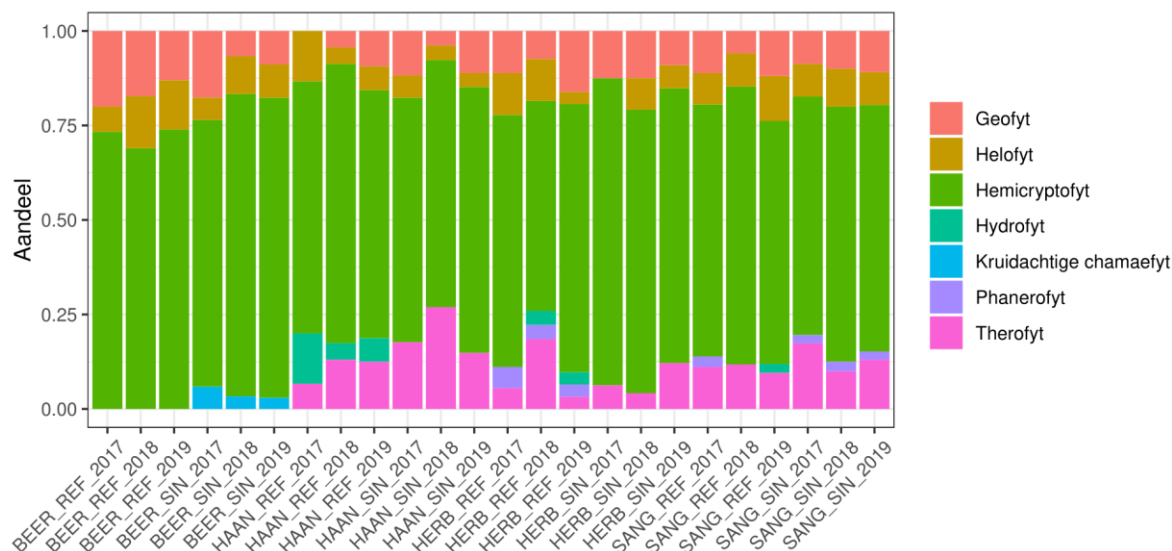
Het mixed model laat deze ontwikkeling ook zien voor de ontwikkeling door de jaren: het aantal soorten was in de percelen die geselecteerd waren voor sinusmaaieren al hoger in het eerste jaar, en in de drie opeenvolgende jaren steeg het aantal plantensoorten op zowel de sinusbeheerde als de referentiepercelen significant (Figuur 17): sinusbeheer: stijging 7,6 soorten per jaar, $t=3,286$, $p<0.05$; referentie: stijging 8,9 soorten per jaar, $t=4,163$, $p<0.01$. Er is geen significant verschil in de stijging tussen sinusbeheerde en referentiepercelen ($t=1,224$; ns) of van de oppervlakte van de percelen ($t=1,309$, ns).



Figuur 17: Gemiddeld aantal plantensoorten per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen.

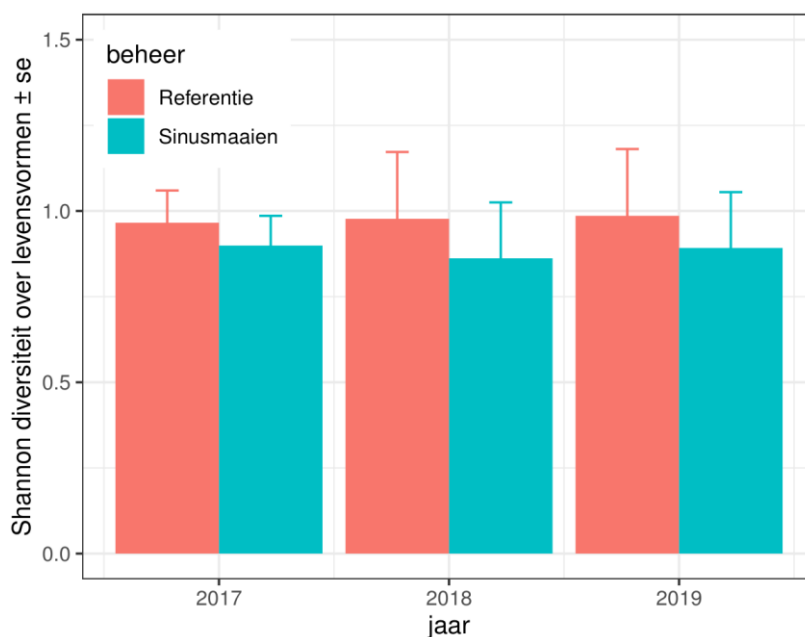
Ontwikkeling verdeling over de levensvormen van planten

Alle plantensoorten op de percelen zijn toegedeeld aan levensvormen. De verdeling laat zien dat met name Hemicryptofyten veel voorkomen (Figuur 18). Dit zijn tweejarige- of vaste planten met de knoppen op of iets onder de grond, zodat ze worden beschermd door de strooisellaag. Op sommige percelen is het aandeel Therofyten (eenjarige planten) duidelijk hoger dan op andere.



Figuur 18: Verdeling van de plantensoorten per gebied, beheer en jaar over de levensvormen.

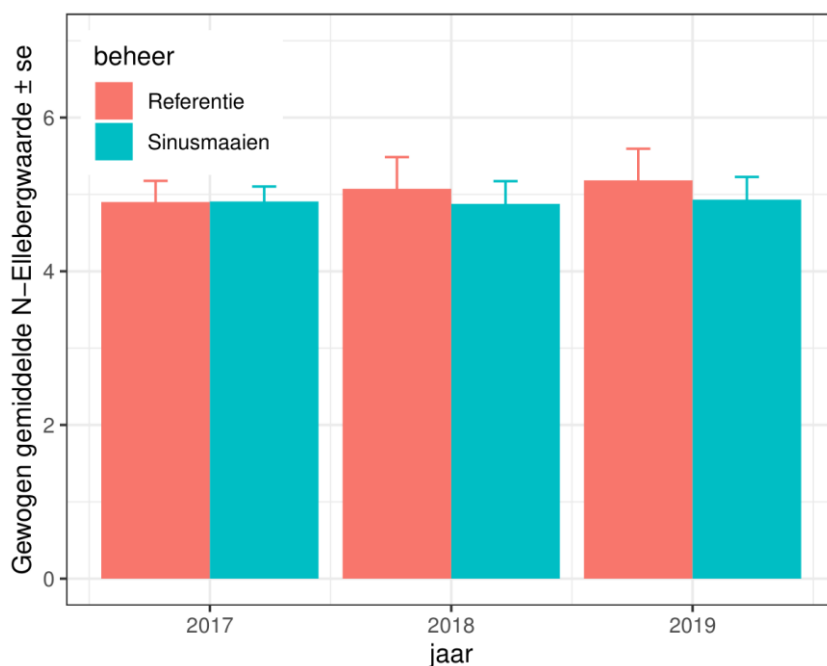
Kijken we naar de diversiteit in de verdeling van de levensvormen via de Shannon index (Figuur 19), dan hadden de sinusgemaaide percelen al in het beginjaar een lagere Shannon entropie. Er is geen significante trend in de Shannon diversiteit voor de levensvormen door de drie onderzoeksjaren. Wel is er een positief effect van de oppervlakte van de percelen, waarbij grotere percelen een hogere diversiteit hebben ($t=3,936$, $p<0,001$).



Figuur 19: Shannon diversiteitsindex over de levensvormen per beheertype per jaar.

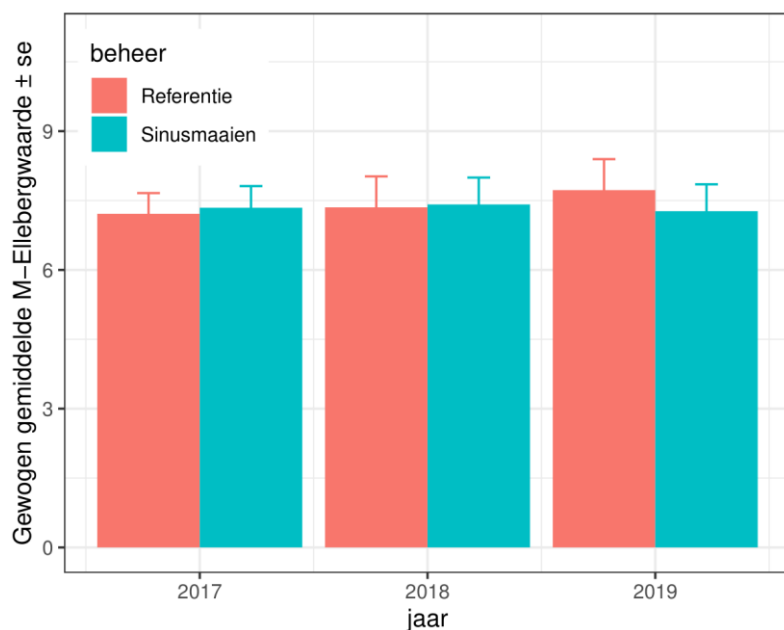
Hypothese 4: Sinusbeheer leidt tot een grotere bedekking van ruigteminnende plantensoorten.

Eerst is gekeken naar de ontwikkeling van het gewogen gemiddelde van de stikstof (N-Hill) waarde (in Ellenbergeenheden) voor de hele percelen met sinusbeheer of het referentiebeheer (Figuur 20). De percelen met sinusbeheer laten geen significante trend zien ($t=0,27$; ns), maar de referentiepercelen laten wel een stijging zien ($0,14$ Ellenbergeenheden/jaar, $t=2,11$; $p<0,05$) van de stikstofwaarde. Het verschil tussen referentiepercelen en sinusbeheerde percelen is echter niet significant ($t=-1,54$; ns).



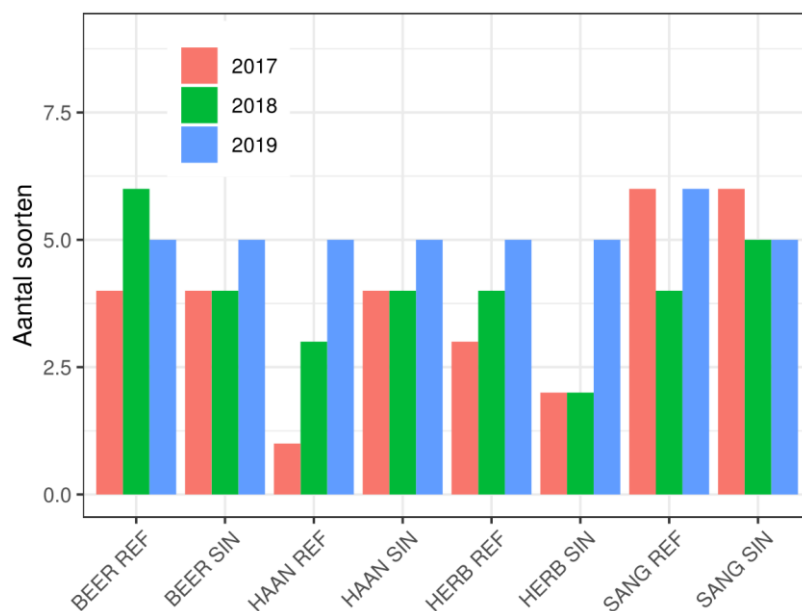
Figuur 20: Gewogen gemiddelde N-Hill waarde (Ellenbergeenheden voor stikstof) per beheertype.

Voor het gemiddelde gewogen vochtgetal (M-Hill in Ellenbergeenheden) geldt ruwweg hetzelfde (Figuur 21), waarbij het vochtgetal voor de referentiegebieden significant stijgt ($0,26$ Ellenbergeenheden/jaar, $t=2,39$, $p<0,05$) en op de sinusbeheerde percelen niet lijkt te veranderen ($t=-0,71$; ns).



Figuur 21: Gewogen gemiddelde M-Hill waarden (Ellenberg-eenheden voor vocht) per beheertype.

De toedeling van levensvormen aan ruigtekruiden leverde slechts drie ruigtekruidensoorten op. De aanpak via de ruigtekruiden uit de lijst van het CBS (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl1548-vegetatie-van-halfnatuurlijke-graslanden>) laat zien dat het aantal soorten ruigtekruiden laag is (maximaal zes soorten) en vrijwel overal het hoogst is in 2019, zowel op de sinusbeheerde terreinen als op de referentielocaties.



Figuur 22: Aantal soorten ruigtekruiden per gebied per beheertype per jaar.

Dagvlinders

In totaal zijn 30 soorten dagvlinders waargenomen (Tabel 2), wat voor Nederlandse begrippen veel is. Vooral Sangbroek en Goorkens bleek rijk aan vlinders. Speciale vermelding verdienen hier ook drie Rode Lijstsoorten:

- Op 26 juni 2018 werden twee spiegeldikkopjes gezien en gefotografeerd tijdens de inventarisatie van Sangbroek en Goorkens. De soort is hier later niet meer aangetroffen.
- Op dezelfde dag werd een grote weerschijnvlinder gezien. Deze soort breidt zich de laatste jaren langzaam uit over vochtige bossen en aangrenzende vochtige graslanden, eerst vooral in Oost- en Noord-Nederland, maar de laatste jaren ook in Zuid-Nederland.
- De kleine ijsvogelvlinder is weliswaar niet zo zeldzaam in vochtige bosgebieden in Noord-Brabant, het blijft een soort die je niet alle dagen tegenkomt.



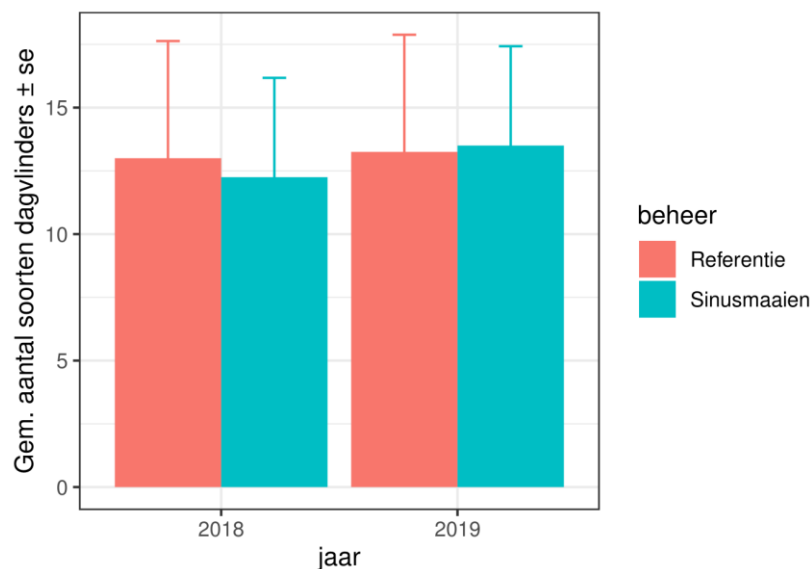
*Spiegeldikkopje 26 juni 2018 in Sangbroek en Goorkens.
Foto: René Manger.*

Tabel 2: Totaal aantal waargenomen dagvlinders per soort per gebied in de hele onderzoeksperiode.

Soort	Beersbroek	Haanwijk	Herbertus- bossen	Sangbroek en Goorkens
Atalanta	1	10	6	20
Bont dikkopje	1			
Bont zandoogje	6	14	9	30
Boomblauwtje		3	5	11
Bruin zandoogje	32	119	207	2190
Citroenvlinder	12	1	52	33
Dagpauwoog	6	13	46	35
Distelvlinder	1	8	14	36
Eikenpage	5		4	4
Gehakelde aurelia	2	4		8
Groentje			8	
Groot dikkopje	18	2	137	86
Groot koolwitje	1	45	9	30
Grote weerschijnvlinder				1
Hooibeestje	4		8	12
Icarusblauwtje	2	10	1	42
Klein geaderd witje	27	77	194	132
Klein koolwitje	23	39	48	75
Kleine ijsvogelvlinder				8
Kleine parelmoervlinder	4	1		2
Kleine vos				1
Kleine vuurvlinder		8	10	35
Koevinkje	1		35	81
Koninginnenpage	1			
Landkaartje	6	8	10	39
Oranje luzernevlinder	1	1		
Oranje zandoogje	2		4	24
Oranjetipje	84	67	39	135
Spiegeldikkopje				2
Zwartsprietdikkopje			1	14

Hypothese 5: Bij sinusbeheer zijn er meer soorten vlinders, vanwege de hogere heterogeniteit van het leefgebied en het grotere aantal bloemen.

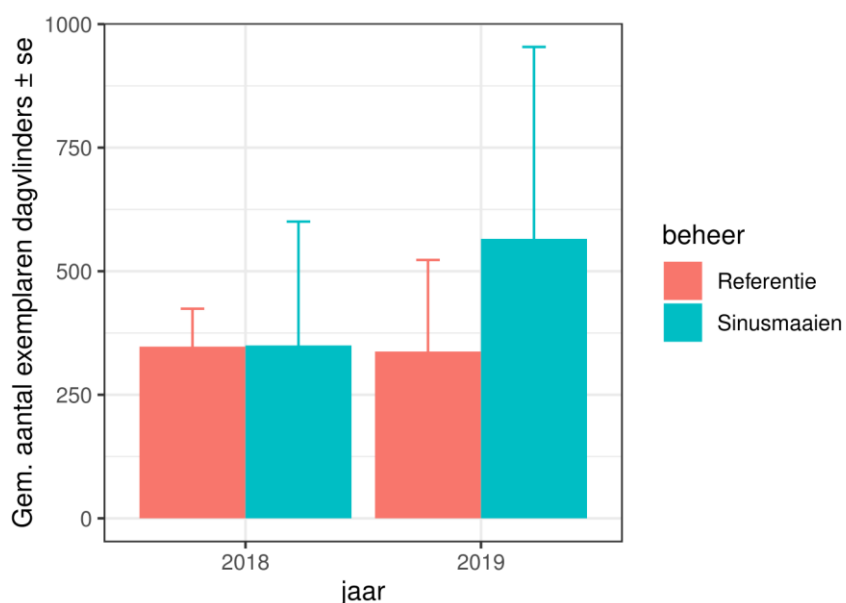
Er is in de twee jaar dat de percelen in het hele seizoen konden worden onderzocht geen significant verschil tussen de twee beheersvormen. Ook is er geen significante trend, al is het aantal soorten op de sinusbeheerde percelen wel toegenomen en op de referentiepercelen niet. Er is geen significant effect van de perceelsgrootte.



Figuur 23: Gemiddeld aantal soorten dagvlinders per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen.

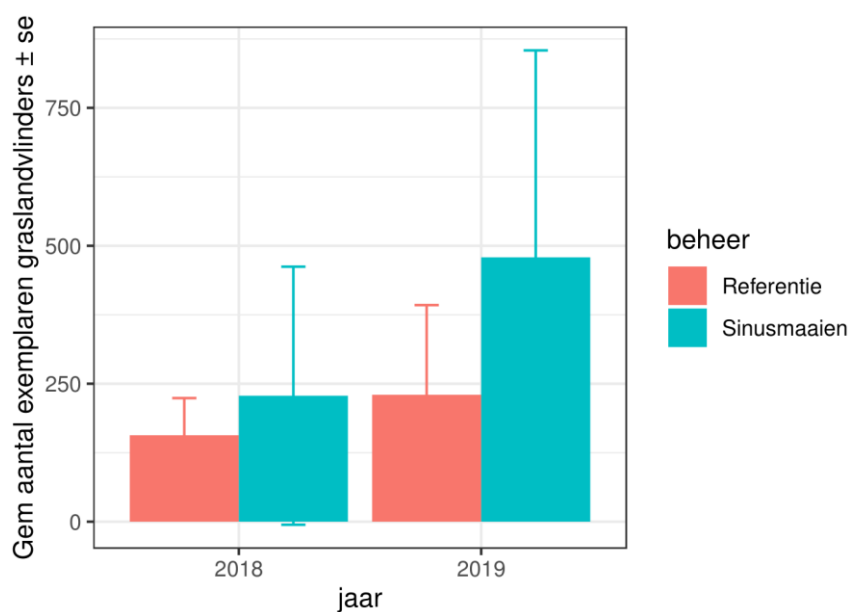
Hypothese 6: Sinusbeheer leidt tot meer vlinders, vanwege de hogere heterogeniteit van het leefgebied en het grotere aantal bloemen.

In de twee jaren dat het aantal vlinders per hectare per jaar vergeleken kon worden, is dat totaal aantal op de referentiepercelen vrijwel gelijk gebleven, maar op de sinusbeheerde percelen flink toegenomen. Omdat er echter een grote standaardfout is, zijn de verschillen tussen beide behandelingen niet significant ($t=-0,47$; ns).

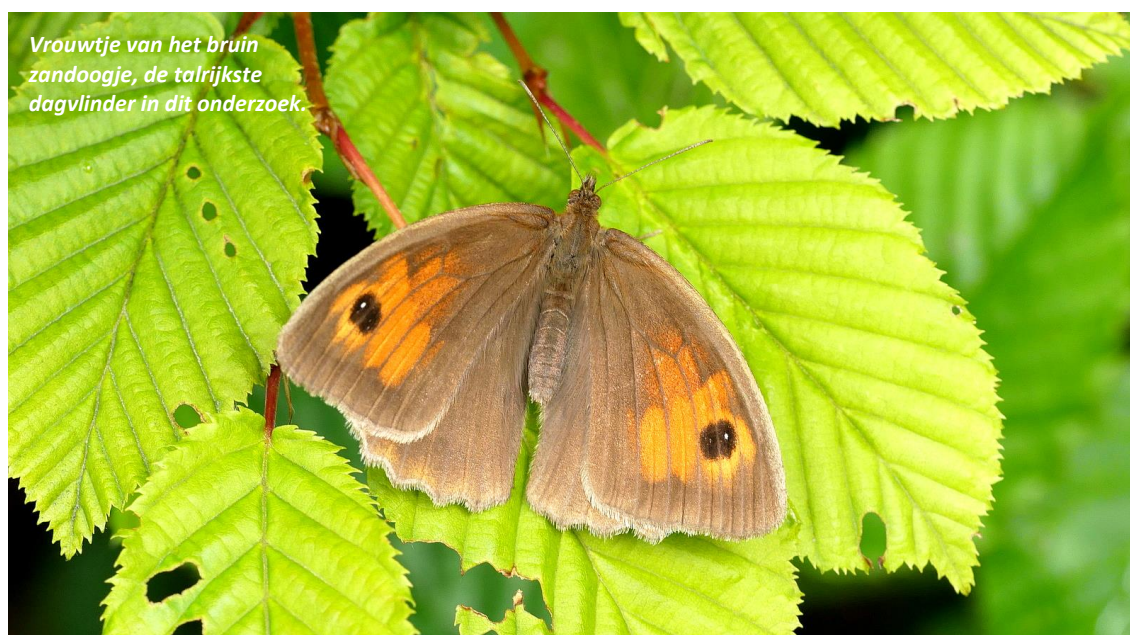


Figuur 24: Gemiddelde aantal vlinders per ha per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen.

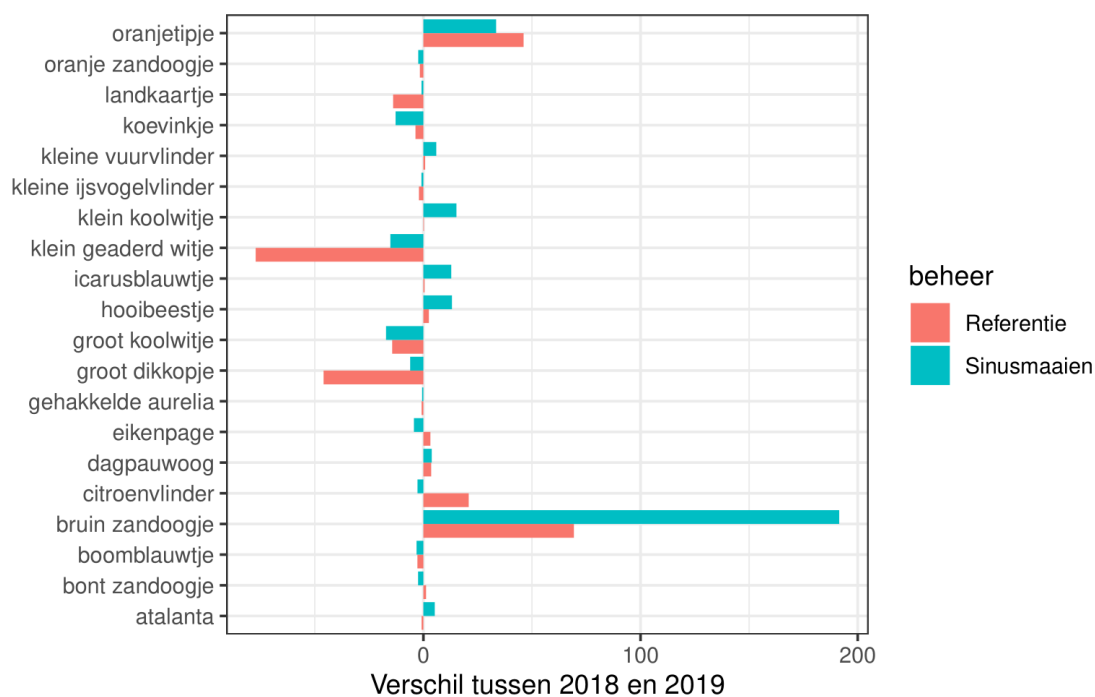
Kijken we alleen naar de graslandvlinders, dan zien we dat die op de sinusbeheerde percelen in beide jaren hoger lagen dan in de referentiepercelen, en op allebei flink toegenomen zijn in 2019. Het verschil tussen beide beheermethoden is niet significant ($t=-0,567$; ns), en ook de perceelsgrootte draagt niet significant bij.



Figuur 25: Gemiddeld aantal graslandvlinders per ha per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen.



Door te kijken naar de verschillen per soort tussen sinusgemaaide en referentiepercelen (Figuur 26) is te zien dat met name het bruin zandoogje heeft geprofiteerd van sinusmaaien. Bij het klein geaderd witje en het groot dikkopje is de achteruitgang op de referentiepercelen veel groter dan op de sinusbeheerde percelen. Deze drie soorten zijn de drijvende kracht achter het verschil in Figuur 24. Bij de overige soorten zijn de verschillen klein, al is het in het algemeen zo dat er op de sinusbeheerde percelen meer vlinders aanwezig zijn in 2019 dan in 2018 (zie bijvoorbeeld klein koolwitje en hooibeestje). Overigens kon deze analyse niet voor alle soorten uitgevoerd worden.



Figuur 26: Verskil in dichtheid per vlindersoort tussen 2018 en 2019 op sinusgemaaide en referentiepercelen. Een positieve waarde betekent dat de dichtheid in 2019 hoger was.

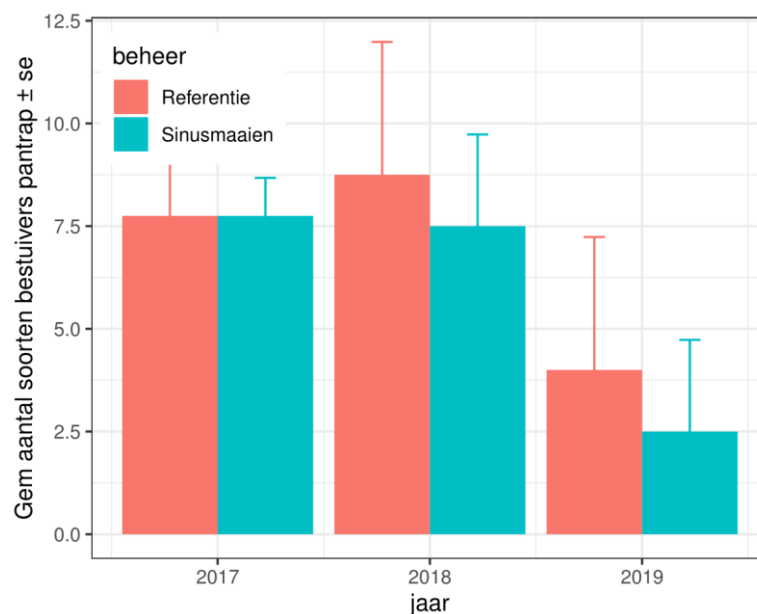
Bestuivers

Er zijn in totaal 73 soorten wilde bijen en 72 soorten zweefvliegen aangetroffen in dit onderzoek (Annex 2 en 3). Vermeldenswaardig is de tweecellige zandbij (*Andrena lagopus*) die in het voorjaar van 2020 als nieuwe soort voor Nederland gevonden werd in het referentieperceel van gebied Herbertusbossen bij Heeze.

Hypothese 7: Sinusbeheerde percelen hebben een grotere soortenrijkdom van bijen en zweefvliegen dan referentiepercelen.

Pantrap-methode

Het laatste jaar (2019) is maar gedeeltelijk geteld met pantraps. Er is geen significant verschil tussen het aantal soorten op sinusbeheerde en referentiepercelen via de pantrap-methode (Figuur 27). Zonder de factor jaar is het aantal soorten op de referentiepercelen $6,6 \pm 1,7$, op de sinusbeheerde percelen $5,9 \pm 0,8$, het verschil is niet significant ($t = -0,793$; ns). Ook is er geen significant verschil door de perceelsgrootte.

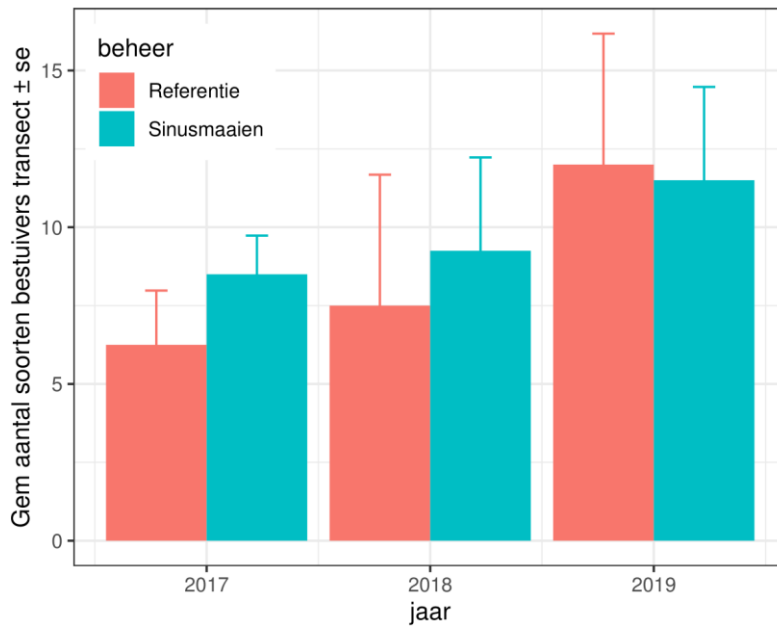


Figuur 27: Gemiddeld aantal soorten bestuivers per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen bij de onderzoeksmethode “pantrap”. Let op dat er in 2019 alleen een zomertelronde was voor deze methode, terwijl in andere jaren ook een voorjaarsronde was.

Transectmethode

Er is een verschillend aantal transecttellingen per jaar verricht, die bovendien in verschillende momenten zijn gedaan (Tabel 1). Dat maakt het moeilijk om de aantallen soorten te gebruiken voor een vergelijking in de tijd (Figuur 28). De stijging in de tijd is significant voor de referentiepercelen ($t = 2,40$, $p = 0,04$) en niet voor de sinusbeheerde percelen ($t = 1,79$; ns).

Laten we het jaar (en het aantal bezoeken per jaar) buiten beschouwing en nemen ze mee als random variabele, dan is het aantal soorten op referentiepercelen $8,6 \pm 1,5$ en op sinusbeheerde percelen $9,8 \pm 1,1$. Het verschil is niet significant ($t = 1,03$; ns). Er is ook geen significant effect van de perceelsgrootte.

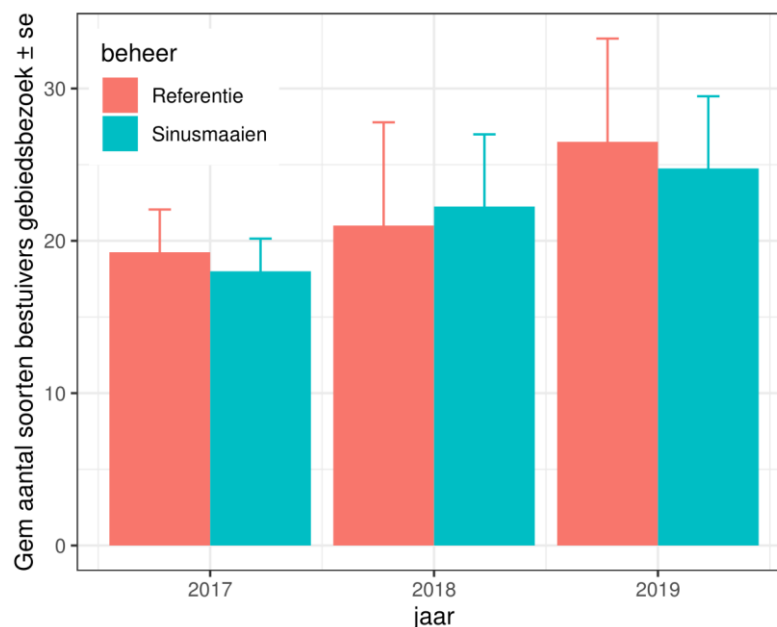


Figuur 28: Gemiddeld aantal soorten bestuivers per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen bij de onderzoeksmethode “transect”.

Gebiedsbezoek

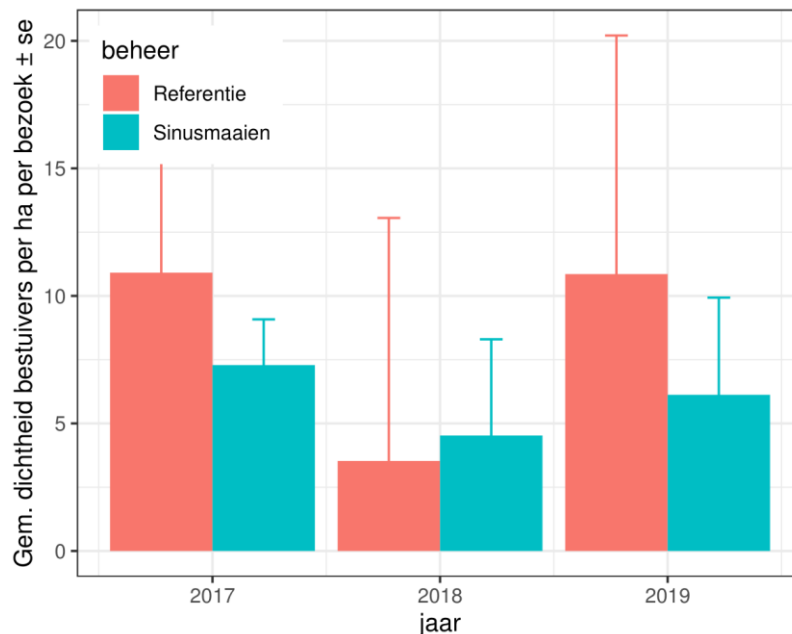
De jaren hebben ieder een verschillende onderzoeksintensiteit, wat een vergelijking in de tijd moeilijk maakt (Figuur 29). Laten we het jaar (en het aantal bezoeken per jaar) buiten beschouwing, dan is het aantal soorten op referentiepercelen $21,9 \pm 2,4$ en op sinusbeheerde percelen $21,5 \pm 1,8$. Het verschil is niet significant ($t=-0,234$; ns).

De stijging van het aantal soorten is op de sinusbeheerde percelen significant ($t=2,80$, $p=0,03$), maar op de referentiepercelen niet ($t=1,92$; ns).



Figuur 29: Gemiddeld aantal soorten bestuivers per jaar op sinusbeheerde en referentiepercelen bij de onderzoeksmethode “gebiedsbezoek”.

In de resultaten van de transectmethode kunnen we ook kijken naar de dichtheid van de bestuivers per bezoek per jaar. Daarbij is eerst per bezoek gekeken naar het aantal bestuivers, dat is daarna omgerekend naar een dichtheid per hectare, en daarna is gekeken naar de gemiddelde dichtheid per bezoek per jaar (Figuur 30). Helaas is er een grote variatie tussen de dichtheden per bezoek. Vergelijken we alleen de sinusbeheerde transecten met de referentietransecten over alle jaren en bezoeken heen, dan is de dichtheid op referentiepercelen $8,3 \pm 3,0$ bestuivers per ha per bezoek, en op sinusbeheerde percelen $5,9 \pm 1,9$. Dit verschil is (net) niet significant ($t = -1,32$, $p = 0,07$).

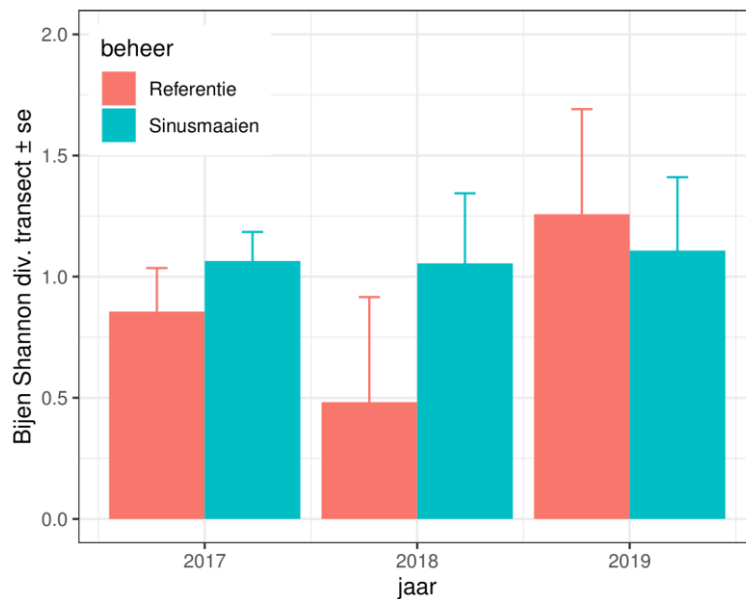


Figuur 30: Gemiddelde dichtheid van bestuivers per bezoek per jaar op transecten op sinusbeheerde en referentiepercelen.

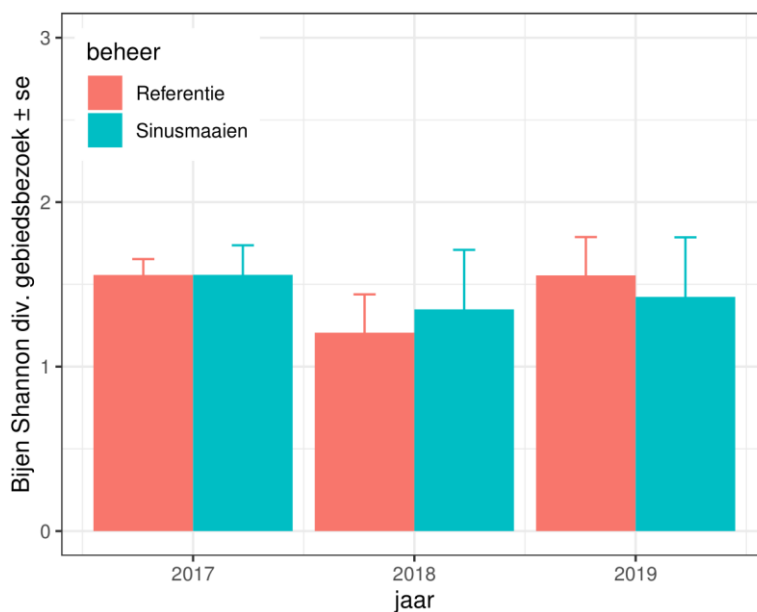
Hypothese 8: De Shannon-index van bijen en zweefvliegen (apart) is groter in sinusbeheerde percelen dan in referentiepercelen

Bij de methode “transect” is de Shannon-index voor bijen op referentiepercelen $0,87 \pm 0,14$, op sinusbeheerde percelen $1,09 \pm 0,14$, dit verschil is niet significant ($t = 1,60$; ns) (Figuur 31). Voor beide beheertypen is er geen significante trend in de tijd in de Shannon-index.

Bij de methode “gebiedsbezoek” is de Shannon-index voor bijen op referentiepercelen $1,40 \pm 0,12$, op sinusbeheerde percelen $1,43 \pm 0,11$, dit verschil is niet significant ($t = -0,25$, ns) (Figuur 32).



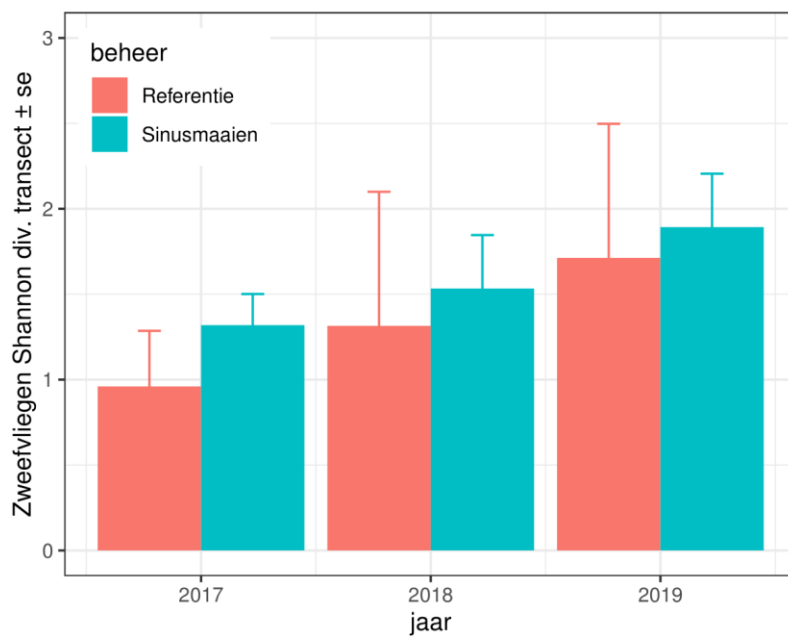
Figuur 31: Shannon index voor bijen op sinusbeheerde en referentiepercelen per jaar bij de onderzoeksmethode "transect".



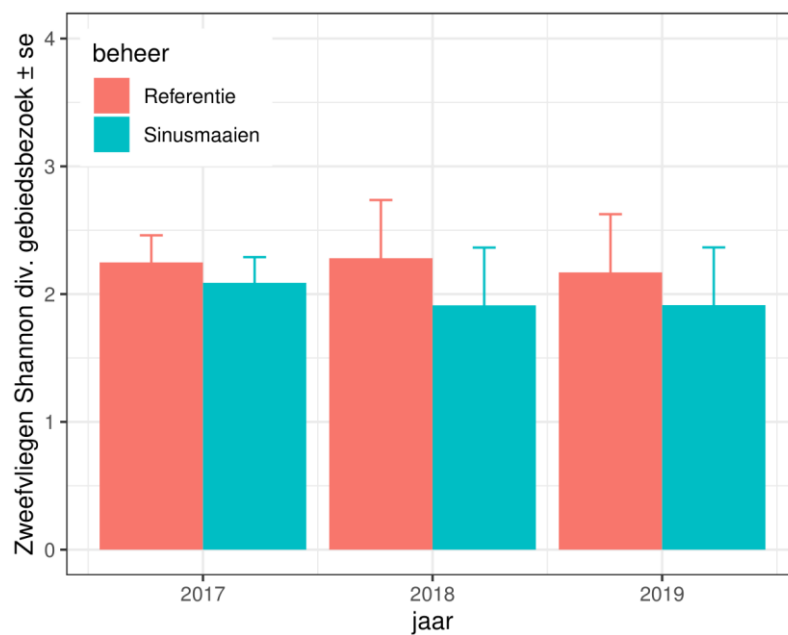
Figuur 32: Shannon index voor bijen op sinusbeheerde en referentiepercelen per jaar bij de onderzoeksmethode "gebiedsbezoek".

Bij de methode "transect" is de Shannon-index voor zweefvliegen op referentiepercelen $1,33 \pm 0,25$, op sinusbeheerde percelen $1,58 \pm 0,18$, dit verschil is niet significant ($t=0,39$, ns) (Figuur 33). De stijging op sinusbeheerde percelen is $0,29 \pm 0,09$ per jaar ($t=4,59$; $p<0,01$), op referentiepercelen $0,38 \pm 0,22$ per jaar, echter niet significant ($t=1,72$; ns).

Bij de methode "gebiedsbezoek" is de Shannon-index voor zweefvliegen op referentiepercelen $2,23 \pm 0,13$, op sinusbeheerde percelen $1,97 \pm 0,14$, dit verschil is (net) niet significant ($t= -1,83$, $p=0,08$) (Figuur 34). Er is ook geen significante trend in de tijd voor beide beheertypen.



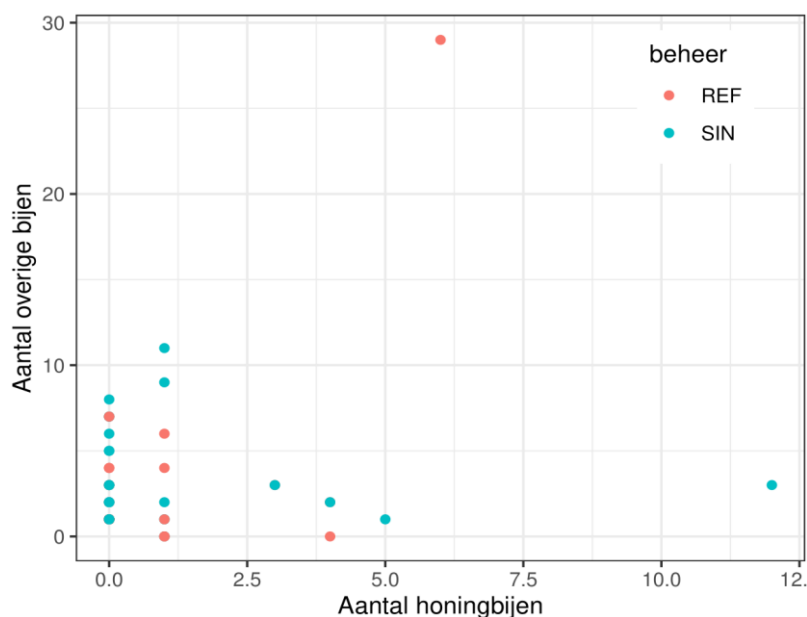
Figuur 33: Shannon index voor zweefvliegen op sinusbeheerde en referentiepercelen per jaar bij de onderzoeksmethode "transect".



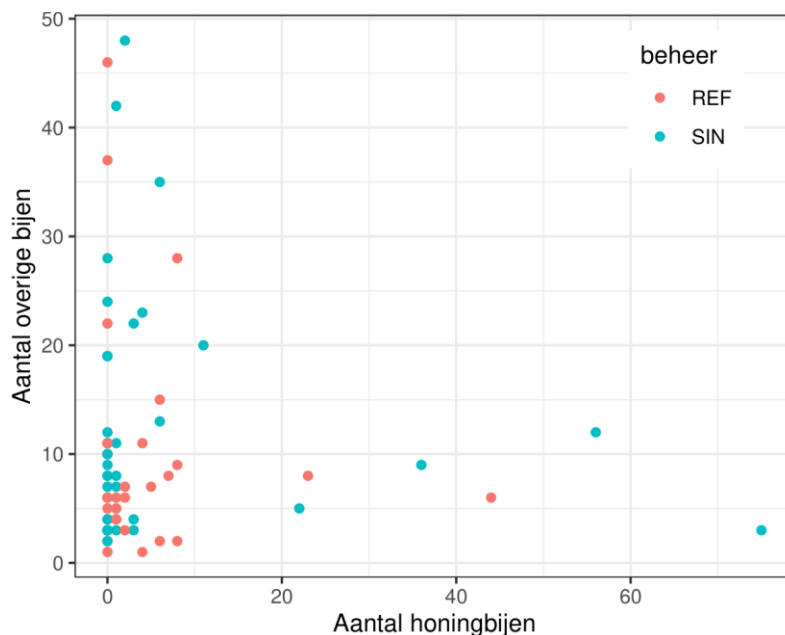
Figuur 34: Shannon index voor zweefvliegen op sinusbeheerde en referentiepercelen per jaar bij de onderzoeksmethode "gebiedsbezoek".

Hypothese 9: Er is een negatieve relatie tussen het aantal honingbijen in een perceel en het aantal wilde bijen. Hoe meer honingbijen, des te minder wilde bijen.

Per datum is het aantal honingbijen en overige bijen geteld. Bij de onderzoeksmethode "gebiedsbezoek" (Figuur 35) is goed te zien dat als er meer dan tien honingbijen geteld worden, het aantal overige bijen vrijwel niet meer boven de tien uitkomt. Bij minder dan tien honingbijen worden er tot wel 50 overige bijen geteld. Bij de onderzoeksmethode "transect" (Figuur 36) is dit verschil veel minder duidelijk. Wel is het zo dat er in het algemeen meer overige bijen geteld worden bij weinig honingbijen, maar er is ook een uitbijter. De toets met het generalized linear mixed-effects model op de gebiedsbezoekdata laat zien dat er significant meer overige bijen gezien worden op sinusbeheerde percelen dan op referentiepercelen ($z=4,80$; $p<0,001$), en dat de relatie met honingbijen niet significant is ($z=-0,42$; ns); de interactie is niet significant ($z=-0,83$; ns). Passen we deze toets toe op de transectdata, dan zien we (net) geen significant effect van het beheer ($z=1,84$; $p=0,07$), maar wel van de aanwezigheid van honingbijen ($z=3,37$; $p<0,001$).



Figuur 36: Relatie tussen het aantal honingbijen en het aantal overige bijen per datum bij de methode "transect".



Figuur 35: Relatie tussen het aantal honingbijen en het aantal overige bijen per datum bij de methode "gebiedsbezoek".

Ervaringen met sinusbeheer

151 respondenten vulden de enquête over sinusbeheer in. Van hen was 32% niet bekend met sinusbeheer (en die respondenten hebben de inhoudelijke vragen over sinusbeheer niet gekregen), 52% bekend met sinusbeheer en voert 16% sinusbeheer zelf uit of laat het uitvoeren. Van de 102 respondenten die de inhoudelijke vragen over sinusbeheer invulden, gaf de helft aan sinusbeheer “altijd” te willen inzetten. 14% zegt sinusbeheer alleen in te willen zetten in bloemrijke situaties, 7% om juist bloemrijkere situaties te krijgen en 17% in situaties met weinig variatie (met als doel de variatie te verhogen). De resterende 12% geeft een andere reden op, vaak te herleiden tot het bereiken van meer variatie.

Over de kosten van sinusbeheer wordt verschillend gedacht (Tabel 3). De respondenten is gevraagd naar de (eventuele) meerkosten van sinusbeheer ten opzichte van 2x per jaar maaien en afvoeren. Bijna de helft vindt of verwacht dat sinusbeheer duurder is (47%), een derde vindt het even duur (32%) en een minderheid (21%) vindt sinusbeheer goedkoper. Waarschijnlijk is de locatie vrij bepalend in de kosten, bijvoorbeeld voor het afvoeren van het maaisel. In dit onderzoek bedragen de kosten voor de uitvoering van sinusbeheer tussen de 500 en 1800 euro per hectare, afhankelijk van het terreintype (in natte omstandigheden zijn in vochtige graslanden aangepaste machines nodig) en de ervaring van de ingezette maaier. De bovengrens wordt bereikt wanneer een ecooloog enkele meters voor de maaimachine uitloopt en zo de ligging van het sinuspad bepaalt, de ondergrens van de genoemde range is van toepassing wanneer één maaier zelf vanaf de machine bepaalt waar het sinuspad komt te liggen. Afvoerkosten van maaisel zijn in deze bedragen niet meegenomen. Vaakgenoemde knelpunten voor sinusbeheer zijn samengevat in Tabel 4.

Tabel 3: Wat zijn de (eventuele) meerkosten van sinusbeheer ten opzichte van 2x per jaar maaien en afvoeren? Weergegeven zijn de antwoorden van 102 respondenten.

Kosten sinusbeheer t.o.v. 2x per jaar maaien en afvoeren	n 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	102
Totaal duurder	18
Totaal goedkoper	8

Tabel 4: Door beheerders vaak genoemde knelpunten van sinusbeheer en de bevindingen met deze thema's in dit onderzoek.

Knelpunten	Bevindingen in dit onderzoek
"Sinusbeheer is duur"	Afhankelijk van het type terrein kan sinusbeheer gepaard gaan met extra kosten omdat er meer werkgangen plaatsvinden bij één maaironde. De kosten van sinusbeheer in dit onderzoek bedragen tussen de 500 en 1800 euro per hectare, afhankelijk van de vochtigheid van het terrein en de ervaring van de maaier.
"Sinusbeheer zorgt voor verruiging in mijn terrein"	In dit onderzoek is aangetoond dat drie jaar sinusbeheer niet leidt tot meer ruigteminnende plantensoorten. Hun bedekking neemt in dezelfde periode nauwelijks of niet toe.
"Ik krijg last van boomopslag in mijn terrein"	Op overstaande delen kunnen inderdaad jonge bomen opkomen. Het is niet uitgesloten dat dit lokaal een probleem kan worden. Binnen de drie jaar van dit onderzoek is in geen van de onderzoeksgebieden substantiële boomopslag voorgekomen. Lokale opslag kan bovendien door het gericht uitzetten van het sinuspad goed onder de duim gehouden worden.
"Maaibeheer is gebaat bij continuïteit, niet bij variatie"	Het is raadzaam om maaimomenten in het jaar slechts beperkt te laten afwijken van maaimomenten in voorgaande jaren. Dat is met sinusbeheer nog steeds mogelijk, de beheerder/maaier bepaalt immers. In ruimtelijke zin kan toepassing van sinusbeheer tot veel (meer) variatie in een terrein leiden.

4. Discussie

Deze studie laat voor het eerst zien wat de effecten van sinusbeheer zijn in vochtige graslanden onder natuurbeheer. Graslanden onder sinusbeheer kennen in het groeiseizoen een significant grotere variatie in microklimaat tussen 8:00 AM en 21:00 PM. Er zijn op deze percelen zowel warmere als koelere plekken aanwezig. 's Nachts en buiten het groeiseizoen (in de winter) zijn de verschillen klein. Ook is het op percelen met sinusmaaibeheer vaker en langer warm (met een temperatuur van 30°C of meer), al is het verschil met referentiepercelen klein. Hier kunnen de uitzonderlijk warme meetjaren 2018 en 2019 een rol in spelen: het was sowieso regelmatig warm in de beide meetjaren. Op 25 juli 2019, de dag waarop het Nederlandse temperatuurrecord in Gilze Rijen werd gesteld op 40.9°C, werd het op het sinuspad in het Sang en Goorkens maximaal 49°C, maar op 28 mei 2018 werd op dezelfde plek in het microklimaat 51°C gemeten bij een omgevingstemperatuur van 30°C, toen het sinuspad nog (net) niet gemaaid was. In structuurrijke graslanden kan het microklimaat dus behoorlijk warm worden. Deze studie laat zien dat sinusbeheer aan de variatie in het microklimaat bijdraagt: op de momenten dat het belangrijk is voor insecten (overdag van maart tot en met augustus) laten de percelen met sinusmaaibeheer een grotere variatie in temperatuur zien. Stuhldreher en Fartmann (2018) laten zien dat specialistische dagvlindersoorten in de Diemelvallei in Duitsland eigen microklimatologische voorkeuren hebben. Algemene dagvlindersoorten vertonen echter ook microklimatologische voorkeuren zoals Klop et al. (2015) en Stip & Wallis de Vries (2016) laten zien voor argusvlinder en bont zandoogje: de argusvlinder prefereert een warm microklimaat en het bont zandoogje een iets koeler microklimaat. Een grotere variatie in microklimaat maakt het daarom binnen een gebied voor meer soorten mogelijk om hun levenscyclus te voltooien.

Planten

In zowel de sinusbeheerde als de referentiepercelen is er een significante toename van het aantal plantensoorten. Vermoedelijk heeft de droogte van 2018 en 2019 hier een overheersende rol gespeeld. Door de droogte hadden veel grassen het moeilijk, en kwam er meer ruimte voor kruiden. De toename verschilt echter niet significant tussen beide beheertypen. Omdat verruiging in de overstaande delen op sinusbeheerde percelen een potentieel knelpunt is (Tabel 4), is er getoetst of het aantal ruigteminnende plantensoorten toeneemt. Gedurende de looptijd van het onderzoek laten de percelen met sinusbeheer geen significante trend zien in het aantal ruigteminnende plantensoorten, maar de referentiepercelen laten wel een stijging zien. Het verschil is echter niet significant. Ook het gemiddelde gewogen vochtgetal (M-Hill in Ellenbergeenheden) stijgt in de referentiegebieden significant, terwijl het op de sinusbeheerde percelen niet significant lijkt te veranderen. De vergelijking van het aantal ruigtekruidentsoorten laat zien dat het aantal soorten laag is (maximaal zes soorten) en vrijwel overal het hoogst is in 2019, zowel op de sinusbeheerde terreinen als op de referentielocaties. In bedekking is vrijwel geen van de ruigtekruidenten toegenomen (Annex 1), uitgezonderd riet in het Beersbroek. Binnen de looptijd van dit onderzoek lijkt sinusbeheer daarmee niet tot significante verruiging van percelen te leiden in vochtige graslanden. Omdat veranderingen in plantensoortensamenstelling over het algemeen langzaam verlopen, is het noodzakelijk om de effecten van sinusbeheer ook over een periode van 5-10 jaar te volgen.

Dagvlinders

Er is in de twee jaar dat de percelen in het hele seizoen konden worden onderzocht geen significant verschil in aantal soorten dagvlinders tussen de twee beheersvormen. Ook is er geen significante trend, al is het aantal soorten op de sinusbeheerde percelen wel toegenomen en op de referentiepercelen niet. In de twee jaren dat het aantal vlinders per hectare per jaar vergeleken kon worden, is dat totaal aantal op de referentiepercelen vrijwel gelijk gebleven, maar op de sinusbeheerde percelen

toegenomen. De verschillen zijn echter niet significant door de grote variatie tussen de vier onderzoeksgebieden.



Figuur 37: Een territoriale kleine vuurvliinder op een gemaaid sinuspad in het Sang en Goorkens. Zeker in het voorjaar biedt het sinuspad beschutting en warmte, waar enkele dagvlindersoorten gebruik van maken. Foto Anthonie Stip.

Wanneer we de dagvlinders per soort bekijken, is het in het algemeen zo dat er op de sinusbeheerde percelen meer vlinders aanwezig zijn in 2019 dan in 2018. Daarbij heeft met name het bruin zandoogje geprofiteerd van sinusmaaien. Bij het klein geaderd witje en het groot dikkopje is de achteruitgang op de referentiepercelen veel groter dan op de sinusbeheerde percelen, een positief effect van het sinusbeheer dus, deze soorten zijn daar minder hard achteruitgegaan dan op de referentiepercelen. Deze drie soorten laten de grootste verschillen zien tussen sinusbeheerde en referentiepercelen in de onderzoeksjaren, waarbij er op sinusbeheerde percelen meer (of minder minder) vlinders zijn dan op de referentiepercelen. Diverse studies wijzen op de positieve effecten van het laten overstaan van een deel van de graslandvegetatie tijdens maaibeheer. Wallis de Vries & Knoters (2000) toonden dit aan voor zes insectengroepen (mieren, kortschildkevers, spiegelkevers, snuitkevers, hooiwagens en dagvlinders) terwijl voor wolfspinnen een negatief effect werd gevonden van gefaseerd maaibeheer. Bij de dagvlinders profiteerden argusvliinder, bruin zandoogje, kleine vos en zilveren maan specifiek van gefaseerd maaibeheer. In onze studie is van deze soorten alleen het bruin zandoogje vertegenwoordigd en die profiteert sterk van sinusbeheer. Bruppacher et al (2016) toetsten de effecten van verschillende maairegimes op dagvlinders in Zwitserse graslanden. Zij vonden meer vlinders en meer specialistische soorten in graslanden die later gemaaid werden (15 juli) en graslanden die gefaseerd gemaaid werden (10-20% laten overstaan) in vergelijking met graslanden die rond 15 juni in zijn geheel gemaaid werden. In een soortgelijk experiment in Zwitserland vonden Van Klink et al. (2019) een hogere abundantie van insectensoorten met in de vegetatie levende larven in graslanden met overstaande vegetatie of een latere maaidatum, vóór de eerste maaibeurt. Voor soorten die als larve onafhankelijk van de vegetatie leven werd geen verschil gevonden tussen de maairegimes. Dit onderstreept het belang van overstaande vegetatie in graslanden voor bepaalde soortgroepen. In ongemaaide delen van het grasland kan de abundantie van graslandvlinders na maaibeheer flink toenemen, terwijl dit voor generalisten niet het geval is (Lebau et al. 2015). Bovendien tonen Lebau et al. (2015) aan dat maaibeheer seksspecifieke effecten kan hebben: significant meer vrouwtjes bruin zandoogje gingen op zoek naar voedsel na maaibeheer, terwijl er voor mannetjes geen verschil werd gevonden.

Dit onderzoek laat zien dat drie dagvlindersoorten significant profiteren van sinusbeheer: bruin zandoogje, groot dikkopje en klein geaderd witje. Deze soorten worden tot de groep graslandvlinders gerekend die in Europa sterk onder druk staan (Van Swaay et al. 2015). Of sinusbeheer aantoonbaar beter is voor dagvlinders dan gefaseerd maaibeheer waarbij 10% van het perceel in stroken blijft overstaan, is met deze studie niet aan te tonen omdat dergelijk maaibeheer niet is meegenomen in de vergelijking. Voor dagvlinders en vooral graslandvlinders biedt een sinusbeheerd grasland tal van voordelen: er is grotere variatie in het microklimaat, er zijn meer opwarmplekjes in het grasland (in de bochten van het sinuspad) en bovendien zijn er na één ronde sinusbeheer drie lagen in de vegetatie gecreëerd met elk een bepaalde mate van hergroei van de vegetatie en nieuwe bloei van kruidachtigen. Deze spreiding van de bloeiboog wordt met 'gewoon' gefaseerd maaibeheer in veel mindere mate en op kleinere schaal bereikt. Het verdient de aanbeveling om in vervolgonderzoek het bloemaanbod in de tijd te kwantificeren.

Bijen en zweefvliegen

Er is geen significant effect gevonden van sinusbeheer op abundantie, soortenrijkdom en de Shannon diversity index voor wilde bijen en zweefvliegen. Er zijn meer soorten bijen en zweefvliegen gevonden in de sinusbeheerde percelen, maar dit verschil was niet significant. De dichtheid bestuivers per hectare over alle jaren en bezoeken heen was lager in de sinusbeheerde percelen dan in de referentiepercelen, maar dit verschil was eveneens niet significant (Figuur 30). Met de transectmethode werd over de tijd een significante toename in het aantal soorten bestuivers gevonden in de referentiepercelen, maar niet in de sinusbeheerde percelen. Met de methode gebiedsbezoek was dit echter precies tegenovergesteld: een significante toename van het aantal soorten bestuivers in de sinusbeheerde percelen, maar niet in de referentiepercelen. Voor zweefvliegen werd bovendien met de transectmethode een significant toenemende Shannon index gevonden in percelen met sinusbeheer, maar niet in de referentiepercelen. Met de methode gebiedsbezoek werd dit effect voor zweefvliegen echter niet gevonden. De resultaten voor de bijen en zweefvliegen zijn daarmee wisselend maar over het algemeen consistent in dat ze geen of nauwelijks significante effecten van het sinusbeheer laten zien. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Allereerst speelt de droogte van 2018 en 2019 vermoedelijk een rol. Hommels bijvoorbeeld zijn gedurende de drie jaar van het onderzoek (met zomermetingen, dus 2020 buiten beschouwing latend) in aantal afgenomen. Vooral bij het aardhommel-complex is die afname sterk, van 147 gevonden exemplaren in 2017 naar 31 in 2019. Helaas is het voor hommels (nog) niet mogelijk om trends te berekenen, hoewel hier wel aan gewerkt wordt voor het landelijk meetnet hommels van EIS Kenniscentrum Insecten en De Vlinderstichting. Vanwege hun sociale levenswijze hebben hommels van het vroege voorjaar tot het najaar voldoende bloeiende kruiden nodig om stuifmeel en nectar op te verzamelen. Droogte kan op twee manieren invloed hebben op plant-bestuiver interacties (Descamps et al. 2021): via signalen van planten (bv. bloemkleur en geur) en via beloningen van planten (bv. hoeveelheid nectar, suikerconcentratie van nectar, stuifmeelkwaliteit). Mogelijk heeft de zomerdroogte op de Brabantse zandgronden van 2018 en 2019 voor hommels tot slechte leefomstandigheden geleid, waardoor nesten vroegtijdig zijn verlaten en aantallen hommels in het veld afnamen (Rasmont & Iserbyt 2012). Aangezien hommels in de totale dataset 43% van het aantal bijen en 62% van het aantal wilde bijen bepalen, kan dit droogte-effect behoorlijk doorwerken in de aantallen. Mogelijk speelt ook de continuïteit van de verschillende monitoringsmethoden een rol. De drie monitoringsmethoden zijn aanvullend op elkaar toegepast en hebben elk hun voordelen en beperkingen. Zo staan pantraps erom bekend dat ze substantieel meer bestuivers vangen in bloemarme landschappen dan in bloemrijke landschappen, doordat de pantrap een bloem nabootst (O'Connor et al. 2019). Transectmetingen hebben hier geen last van, waardoor deze methode betrouwbaarder is om effecten van beheer op bloembezoekende insecten te meten. Vanwege de beperkingen is de methode pantrap in 2019 één ronde minder toegepast (op advies van de

klankbordgroep) en is het aantal transecten uitgebreid van 2 naar 4 per gebied. De analyses werden hier niet eenvoudiger op, maar zijn uiteindelijk wel robuust in hun beeld: geen effect van sinusbeheer op dichtheid, soortenrijkdom en de Shannon diversiteits index van wilde bijen en zweefvliegen.

Concurrentie met honingbijen speelt mogelijk een rol. In één analyse met de transectdata werd een significant negatieve relatie gevonden tussen het aantal honingbijen en het aantal wilde bijen. Met de gegevens uit het gebiedsbezoek kon dit echter niet aangetoond worden. Vooral in 2019 was het aantal honingbijen in alle gebieden groot (Annex 2). Uit de literatuur is bekend dat honingbijen een negatief effect kunnen hebben op wilde bijen, bijvoorbeeld door voedselconcurrentie of de overdracht van pathogenen (Mallinger et al. 2017). Mogelijk waren de bloeiende planten in de vochtige graslanden in de zomer van 2019 één van de weinige beschikbare voedselbronnen voor bloembezoekende insecten in de directe omgeving van de onderzoeksgebieden. En hebben honingbijen dit, al dan niet geholpen door imkers, ook ontdekt. Interessant genoeg blijkt bij toetsing van het effect van honingbijen op wilde bijen, op basis van de methode gebiedsbezoek, dat er geen significant effect is van honingbijen, maar wel van beheer: er worden significant meer wilde bijen gezien op sinusbeheerde percelen dan op referentiepercelen.



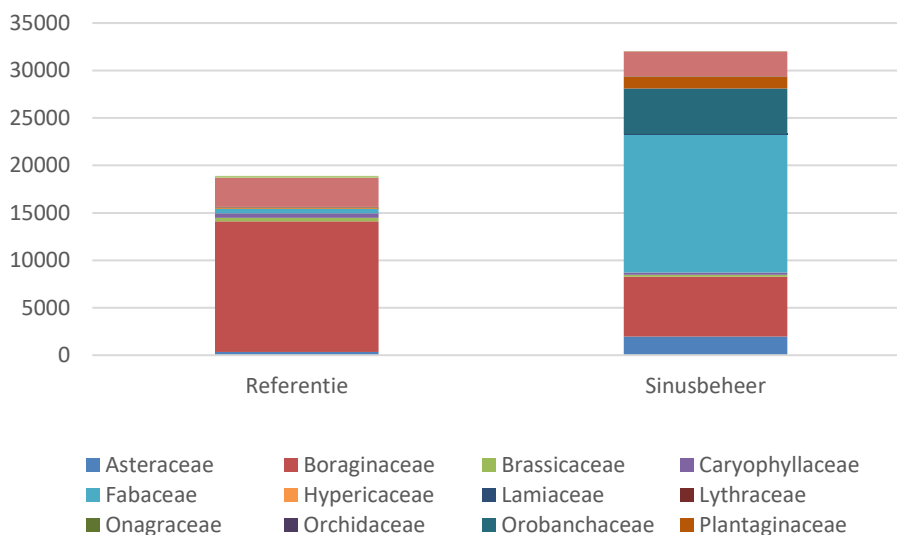
Figuur 38: In overstaande delen van de buitenzijde van het sinuspad (rechts) zijn er ook na een maaibeurt nog volop bloemen aanwezig, zoals hier in het Sang en Goorkens. Foto Anthonie Stip.

Een grasland onder sinusbeheer kan ecologisch gezien voor wilde bijen en zweefvliegen meerdere potentiële voordelen hebben. Allereerst kan sinusbeheer leiden tot een groter bloemaanbod dat gedurende langere periode in het jaar aanwezig is. Een eerste indicatie hiervoor vinden we in het bloemaanbod in de bestuiverstransecten. In 2019, het derde jaar met sinusbeheer, zijn in de transecten alle aanwezige bloemen of bloemhoofdjes geteld (Tabel 5). In de percelen met sinusbeheer zijn meer bloemen of bloemhoofdjes aanwezig dan in de referentiepercelen, maar de verschillen tussen de gebieden zijn groot. De verschillen zijn het opvallendst bij de Asteraceae (meer in sinusbeheerde percelen), Boraginaceae (minder in de sinusbeheerde percelen), Fabaceae (meer in sinusbeheerde percelen), Orobanchaceae (idem), Plantaginaceae (idem) en Rubiaceae (idem). Ook de diversiteit in het bloemaanbod lijkt groter in de sinusbeheerde percelen (Figuur 39). We dienen deze resultaten echter voorzichtig te interpreteren, omdat niet is uitgesloten dat de verschillen reeds voor introductie van het sinusbeheer aanwezig waren. Om de effecten van sinusbeheer op het bloemaanbod beter inzichtelijk te maken, is het

noodzakelijk om vervolgmetingen uit te voeren. Daarbij dient het bloemaanbod door het jaar heen eveneens bepaald te worden.

Tabel 5: Aantal bloemen of bloemhoofdjes per plantenfamilie in bestuivertransecten in 2019. Per gebiedspaar is een gelijk aantal bezoekerondes weergegeven waarvan het bloemaanbod bepaald is. Tussen de gebiedsparen verschilt het aantal bezoekerondes (zie N Rondes). In elk gebied zijn data van 4 transecten afkomstig. Bij de Rubiaceae bepaalt *Galium palustre* in grote mate het hoge aantal bloemen.

	Referentie				Sinusbeheer				Referentie	Sinusbeheer
	BEER	HAAN	HERB	SANG	BEER	HAAN	HERB	SANG	Totaal	Totaal
N Rondes ->	1	2	2	3	1	2	2	3		
Asteraceae	2	3	322	26		1527	302	122	353	1951
Boraginaceae	13741				4901			1424	13741	6325
Brassicaceae		73	87	233		2	61	124	393	187
Caryophyllaceae	50	66	10	350	74	134	39	11	476	258
Fabaceae	28	229	65	172	54	13719	525	252	494	14550
Hypericaceae				51					51	
Lamiaceae					20	10		2		32
Lythraceae								3		3
Onagraceae			2	9				2	11	2
Orchidaceae								2		2
Orobanchaceae				9				4805	9	4805
Plantaginaceae		4		64		109	60	1111	68	1280
Primulaceae				39	12				39	12
Ranunculaceae	1074	1505	28	467	1703	102	22	803	3074	2630
Rosaceae	190					2			190	2
Rubiaceae	6070		98500	63084	151550		20665	37650	167654	209865
Totaal	21155	1880	99014	64504	158314	15605	21674	46310	186553	241903



Figuur 39: Aantal bloemen of bloemhoofdjes per plantenfamilie, gebaseerd op 16 transecten per beheertype. Data uit bestuivertransecten, 2019. Rubiaceae buiten beschouwing gelaten.

Naast potentiële effecten op het bloemaanbod, kan het laten overstaan van vegetatie eveneens effect hebben op insecten. In overstaande delen van de vegetatie kan nestelhabitat voor wilde bijen ontstaan in de holle stengels van meerjarige planten, zoals riet. In ons onderzoek zijn bijvoorbeeld vijf verschillende soorten maskerbijen gevonden die allemaal in holle stengels nestelen (Annex 2). Het belang van

overstaande vegetatie als overwinteringsplek voor insecten wordt nog maar beperkt op waarde geschat, maar Unterweger et al. (2018) wijzen er terecht op dat ongemeind laten van vegetatiedelen allerlei plantenstructuren oplevert (zoals bloemhoofdjes, stengels en bladeren) waarop en waarin een breed scala aan insecten overwintert. Sinusbeheer heeft potentie om dit nest- en overwinteringshabitat voor insecten te creëren. In ons onderzoek is er echter geen specifieke aandacht aan besteed. Het is aan te bevelen om dit in vervolgonderzoek op te nemen.



Figuur 40: Sinusbeheer dient uitgevoerd te worden door iemand met kennis van het terrein en van ecologische relaties. Zo kan er rekening gehouden worden met bijzondere waarden in het terrein, zoals hier bloeiende grote wederik in het Beersbroek, een plant waarop de stuifmeelspecialist gewone slobkousbij (afgebeeld) haar stuifmeel verzamelt. Foto Anthonie Stip.

Tenslotte kan er in het sinusbeheer rekening gehouden worden met de voedselplanten van stuifmeelspecialisten (Figuur 40). Bij het uitzetten en maaien van het sinuspad kunnen terreindelen met bijvoorbeeld grote wederik worden ontzien, waardoor de slobkousbij haar voedselbron niet gedecimeerd ziet als gevolg van maaibeheer in de zomer. Het is wel zaak dat de ligging van het sinuspad wordt bepaald door iemand met kennis van zaken die ten eerste de nuances van het terrein kent en bovendien de (potentiële) ecologische interacties in het veld op waarde kan schatten en daar vervolgens op stuurt in het beheer.

Samenvattend blijkt sinusbeheer al op relatief korte termijn van drie jaar bewezen potentieel te hebben om in vochtige graslanden een beheer gericht op flora én fauna te combineren: het microklimaat in het groeiseizoen wordt variabel, ruigteminnende plantensoorten nemen niet toe, een aantal graslandvlinders profiteert significant van het beheer en voor wilde bijen en zweefvliegen zijn er potentiële mogelijkheden in een vergroot voedselaanbod, meer nestplekken in planten en meer overwinteringsmogelijkheden die nader onderzoek verdienen. Sinusbeheer kan daarmee één van de bouwstenen zijn die de dalende trends van biodiversiteit in graslanden kunnen keren.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

1. De onderzoeksperiode van drie jaar is eigenlijk te kort om significante effecten aan te tonen bij diverse soortgroepen, waaronder vegetatie, bijen en zweefvliegen. Het is daarom raadzaam om ook de lange termijneffecten van sinusbeheer in kaart te brengen.
2. De extreme droogte van 2018-2020 heeft de resultaten van het onderzoek beïnvloed. Dat maakt het lastiger om effecten van sinusbeheer hard te maken. Het toevoegen van enkele meetjaren kan deze effecten wel in beeld brengen, mits de volgende jaren niet opnieuw extreem droog worden.
3. Het daadwerkelijke bloemaanbod meten door de tijd heen in beide beheertypen. Dit geeft inzicht in de gevolgen van sinusbeheer voor het bloemaanbod in tijd en ruimte.
4. In kaart brengen wat het aanbod is van overstaande vegetatie in verschillende leeftijdscategorieën en de betekenis daarvan voor nestgelegenheid van bijvoorbeeld bijen en overwinteringsmogelijkheden voor insecten.
5. Vergroten van de steekproef kan de robuustheid van resultaten vergroten.
6. Sprinkhanen zijn een interessante groep om toe te voegen aan de soortgroepen waarvan de effecten onderzocht zijn. Sprinkhanen zijn thermofiel en eten veelal plantaardig materiaal. In graslanden kunnen ze bovendien talrijk voorkomen.
7. Sinds de publicatie van Hallmann et al. (2017) wordt er veel gemeten aan insectenbiomassa. Het is interessant om dat eveneens voor de effecten van sinusbeheer te doen.

Literatuur

Alferink, L., Marshall, L., De Jonghe, R. & Biesmeijer, J.C. (2020). Distinguishing white-tailed bumblebees in the Netherlands: morphology, ecology and DNA-barcoding. Authorea. September 10, 2020. DOI: 10.22541/au.159969685.50828819

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.

Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., et al (2010). Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science* 328: 1164-1168. DOI: 10.1126/science.1187512

CBS, PBL, RIVM, WUR (2020). Dagvlinders van graslanden, 1890-2018 (indicator 1181, versie 15 , 5 februari 2020). www.clo.nl. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Den Haag; PBL Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag; RIVM Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven; en Wageningen University and Research, Wageningen.

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.

Dechamps, C., Quinet, M. & Jacquemart, A.-L. (2021). The effects of drought on plant-pollinator interactions: What to expect? *Environmental and Experimental Botany* 182. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104297>.

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.

Hill, M.O., Roy, D.B., Mountford, J.O., Bunce, R.G. (2001). Extending Ellenberg's indicator values to a new area: an algorithmic approach. *Journal of Applied Ecology* doi.org/10.1046/j.1365-2664.2000.00466.x

Holzschuh, A., Dainese, M., Gonzalez-Varo, J.P., Mudri-Stojnic, S., Riedinger, V., Rundlöf, M., Scheper, J., Wickens, J.B., Wickens, V.J., Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Smith, H.G., Vilà, M., Vujic, A., Steffan-Dewenter, I. (2016). Mass-flowering crops dilute pollinator abundance in agricultural landscapes across Europe. *Ecology Letters*, (2016) 19: 1228–1236; doi:10.1111/ele.12657

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. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2871.

Klop, E., Omon, B. & Wallis de Vries, M.F. (2015). Impact of nitrogen deposition on larval habitats: the case of the Wall Brown butterfly *Lasiommata megera*. *Journal of Insect Conservation* 19: 393-402.

Lebau, J., R.A. Wesselingh & H. Van Dyck (2015). Butterfly Density and Behaviour in Uncut Hay Meadow Strips: Behavioural Ecological Consequences of an Agri-Environmental Scheme. *Plos One* DOI:10.1371/journal.pone.0134945.

Mallinger, R.E., Gaines-Day, H.R. & Gratton, C. (2017). Do managed bees have negative effects on wild bees? A systematic review of the literature. *PLoS ONE* 12(12): e0189268. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189268>

Nieto, A., Roberts, S.P.M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., García Criado, M., Biesmeijer, J.C., Bogusch, P., Dathe, H.H., De la Rúa, P., De Meulemeester, T., Dehon, M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F.J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S.G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V.G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozii, B., Window, J. & Michez, D. (2014). European Red List of bees. Luxembourg: Publication Office of the European Union.

O'Connor, R.S., Kunin, W.E., Garratt, M.P.D., et al. (2019). Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods. *Methods in Ecology and Evolution* 10: 2129– 2140. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13292>

Rasmont, P. & Iserbyt, S. (2012). The Bumblebees Scarcity Syndrome: Are heat waves leading to local extinctions of bumblebees (Hymenoptera: Apidae: Bombus)?, *Annales de la Société Entomologique de France*, 48:3-4, 275-280, DOI: 10.1080/00379271.2012.10697776.

Stip, A. & Wallis de Vries, M.F. (2016). De argusvlinder: hoe keren we de afname van een gewone soort? *De Levende Natuur* 117 (2): 46-51.

Stip, A. (2020). Sinusbeheer – meanderend maaien voor biodiversiteit. Eindrapportage campagne. Rapport VS2020.036, De Vlinderstichting, Wageningen.

Stuhldreher, G. & Fartmann, T. (2018). Threatened grassland butterflies as indicators of microclimatic niches along an elevational gradient – Implications for conservation in times of climate change. *Ecological Indicators* 94: 83-98.

Unterweger, P.A., Klammer, J., Unger, M. & Betz, O. (2018). Insect hibernation on urban green land: a winteradapted mowing regime as a management tool for insect conservation. *BioRisk* 13: 1-29.

Van Klink, R., M. H. M. Menz, H. Baur, O. Dosch, I. Kuhne, L. Lischer, H. Luka, S. Meyer, T. Szikora, D. Unternährer, R. Arlettaz, & Humbert, J.-Y (2019). Larval and phenological traits predict insect community response to mowing regime manipulations. *Ecological Applications* 29(4):e01900. 10.1002/eap.1900

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.A.M., Van Strien, A.J., Aghababayan, K., Åström, S., Botham, M., Brereton, T., Chambers, P., Collins, S., Domènech Ferrés, M., Escobés, R., Feldmann, R., Fernández-García, J.M., Fontaine, B., Goloshchapova, S., Gracianteparaluceta, A., Harpke, A., Heliölä, J., Khanamirian, G., Julliard, R., Kühn, E., Lang, A., Leopold, P., Loos, J., Maes, D., Mestdagh, X., Monasterio, Y., Munguira, M.L., Murray, T., Musche, M., Öunap, E., Pettersson, L.B., Popoff, S., Prokofev, I., Roth, T., Roy, D., Settele, J., Stefanescu, C., Švitra, G., Teixeira, S.M., Tiitsaar, A., Verovnik, R., & Warren, M.S. (2015). The European Butterfly Indicator for Grassland species 1990-2013. Report VS2015.009, De Vlinderstichting, Wageningen

Veen, P., Jefferson, R., de Smidt, J. & van der Straaten, J. (2009). Grasslands in Europe of high nature value. KNNV Publishing, Zeist.

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

Annex 1: Hoogste bedekking per plantensoort per gebied per jaar

(Legenda aan het einde van de tabel)

	BEER_2017	BEER_2018	BEER_2019	HAAN_2017	HAAN_2018	HAAN_2019	HERB_2017	HERB_2018	HERB_2019	SANG_2017	SANG_2018	SANG_2019
Akker vergeet-me-nietje	f	f	f	f	f	f				o	o	o
Akkerdistel		r	s	lf		lf		o	o			
Akkermunt		lf	ld									
Bijvoet										s		
Bitterzoet										s	s	s
Blaartrekkende boterbloem										s	s	s
Blauwe knoop		r	r									
Blauwe zegge	a	a	ld								f	f
Bleke zegge	f	f	o									
Borstelgras		o	o									
Brede orchis												s
Dagkoekoeksbloem						lf						
Dotterbloem		o	o									
Echte koekoeksbloem		o	a						o	r	r	o
Echte valeriaan										lf	lf	lf
Egelboterbloem	o	o	a	s	s	s	o	o	o	o	o	o
Engels raaigras				ld	ld	ld			o			
Ereprijs spec					s	s				lf	lf	lf
Fijne kervel										r		
Fluitenkruid	lf	lf	o	lf	lf	lf						
Geknikte vossenstaart					r	lf	a	a	a	f		o
Gele lis	lf	lf	a				r	lf	lf	lf	lf	r
Gestreepte witbol		o	f	a	a	a	a	a	a	f	f	f
Gevleugeld hertshooi	o	o	o							o	o	o
Gewone berenklauw						a				s	s	s
Gewone brunel		o	o							s	s	s
Gewone hennepnetel					s	s				la	la	la
Gewone hoornbloem								o	o			
Gewone rolklaver									o			
Gewone smeerwortel					lf	lf		s				
Gewone waternavel	lf	lf	a						a	lf	f	a
Gewoon biggenkruid				f	f	f	f	f	f	o	o	o
Gewoon duizendblad												r
Gewoon reukgras					o	o		lf	f			
Gewoon struisgras									a			
Gewoon varkensgras										r		
Glanshaver									a			
Grasmuur							o	o	o	f	o	o
Grote brandnetel				lf	lf	lf	lf	lf	lf	o	o	o
Grote egelskop				lf		lf		r	r			
Grote erepijs												la
Grote kattenstaart	lf	lf	lf		r	r	lf	lf	lf	la	lf	la
Grote kroosvaren								ld	ld			
Grote lisdodde				lf	lf	lf	lf	lf	lf			
Grote ratelaar							r		r	lf	lf	lf
Grote vossenstaart		f	r			o	f	f	f	a	a	a
Grote waterweegbree				f		f						lf
Grote wederik	la	la	ld			s	la	la	la	la	la	la
Grote weegbree					o					s	s	s
Heelblaadjes				r	r	r						

	BEER_2017	BEER_2018	BEER_2019	HAAN_2017	HAAN_2018	HAAN_2019	HERB_2017	HERB_2018	HERB_2019	SANG_2017	SANG_2018	SANG_2019
Heermoes	lf	lf	lf			s		lf	lf	s	s	s
Hennegras		o	lf					f	f			
Herfstleuwentand	lf	lf	lf									
Holpijp										o	o	lf
Hondsdrif				o	o	lf		o	o	lf	o	o
Italiaans raaigras										s	s	s
Jacobskruiskruid				f	f	o						
Japanse duizendknoop										r	r	r
Kale jonker	o	o	a	s	o	lf	f	f	f	o	o	o
Kleefkruid				lf	s	lf	lf	lf	lf	r	s	s
Klein kruiskruid								r				
Klein streepzaad								r				
Kleine brandnetel										r		
Kleine klaver					o	o		r				
Kleine veldkers									o			
Kleine watereppe										o		r
Kleverige ogentroost										lf		r
Kluwenhoornbloem					o				o			
Knolrus										o	o	o
Knoopkruid										r	r	r
Koninginnokruid		s								lf	lf	la
Kropaar							f	o	o	o	o	o
Kruipend zenegroen			o									la
Kruipende boterbloem					o	o	o	o	o	o	o	o
Krulzuring					o					o	o	
Liggend walstro										o		
Liggende hoornbloem									s			
Look zonder look					r	r					r	r
Madeliefje							o	o	o			
Melkeppe		o	lf									
Moerasandoorn	lf	lf					lf					
Moerasbasterdwederik	o	o	o				f	f	f	o	o	o
Moerasdroogbloem										r		s
Moeraskartelblad										s	s	r
Moeraskers				lf	lf			f				
Moerasrolklaver	f	f	a	f	f	f	f	f	f	o	o	a
Moerasspirea	r	f	a							r	r	r
Moeraswalstro	f	f	o				la	o	la	a	a	a
Niervaren spec							f	f	f			
Oeverzegge		lf									s	s
Paardenbloem		o	a	a	a	a		o	o		o	o
Paarse dovenetel						o						
Peen									s			
Penningkruid	s	s	o									
Perzikkruid					r				lf	o	o	o
Pijpenstrootje							lf		lf			
Pijptorkruid										r		
Pinksterbloem		f	a		o	o	o	o	o	r	a	a
Pitrus	ld	ld	la	ld	ld	ld	lf	lf	lf	ld	ld	ld
Poelruit		f	la									
Ridderzuring						s			s			s
Riet	la	la	d		lf	lf	la	la	la	ld	ld	ld
Rietorchis										r		lf
Ringelwikke				o	o	o						
Rode klaver	lf	lf	o	o	o	o				o	o	o
Rood guichelheil							o					

	BEER_2017	BEER_2018	BEER_2019	HAAN_2017	HAAN_2018	HAAN_2019	HERB_2017	HERB_2018	HERB_2019	SANG_2017	SANG_2018	SANG_2019
Rood zwenkgras		f	o					lf	lf			
Scherpe boterbloem	o	o	a	a	a	a			o	o	o	o
Scherpe zegge										a	a	a
Sint Janskruid					o	o				o	r	r
Slanke sleutelbloem											s	s
Smalle weegbree			o	f	o	f	f	f	f	o	o	o
Smeewortel										lf	lf	lf
Speenkruid											s	
Speerdistel									s			r
Struikheide								s	s			
Struisgras spec	f	f	f							f	f	f
Tijmeprijs		s	s						s			
Veelbloemige veldbies		o	o									
Veldrus									lf			r
Veldzuring	f	o	lf		o	o	f	f	f	f	f	f
Vertakte leeuwentand					o	s			o			
Vijfvingerkruid										lf	o	r
Vogelmuur					lf	lf						
Vogelwikke				f	o	o			o	r	s	s
Watersaai	s	o	o							s	r	lf
Watermunt	o	o	f	lf	lf	o				f	f	f
Waterpeper		s										
Waterviolier				o	o	o						
Wilde bertram		s	r					r		s	r	r
Wilde gagele							r	s	s			
Winterpostelein						o						
Witte klaver		o	o	lf	lf	f	f	f	o	lf	lf	lf
Wolfspoot		lf	lf	f	lf	lf	lf	lf	lf	lf	lf	lf
Zachte ooievaarsbek						o						
Zeegroene muur		o	o					s				
Zevenblad		o	o									
Zilver schoon				f	o	f						
Zomprus										o	o	o
Zwarte zegge		o	o									

Legenda

s	sporadic, sparse, de soort is zeer zeldzaam, slechts enkele exemplaren aanwezig
r	rare, de soort is zeldzaam
o	occasional, de soort wordt zo nu en dan aangetroffen en is verspreid aanwezig
lf	locally frequent, plaatselijk frequent
f	frequent, de soort wordt frequent aangetroffen en is vrij talrijk
la	locally abundant, plaatselijk talrijk
a	abundant, de soort is talrijk, veel aanwezig maar nooit (co-)dominant
ld	locally dominant, plaatselijk overheersend
c(od)	codominant, de soort is overheersend samen met andere soorten
d	dominant, de soort is overheersend

Annex 2: Aantal bijen per soort per gebied per jaar

	BEER				HAAN				HERB				SANG			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
<i>Andrena angustior</i>				1							3	5				
<i>Andrena denticulata</i>							1									
<i>Andrena dorsata</i>									1	1						
<i>Andrena flavipes</i>					1					1						
<i>Andrena fulvida</i>							1									
<i>Andrena haemorrhoa</i>											1	3				
<i>Andrena helvola</i>											1					
<i>Andrena lagopus</i>												1				
<i>Andrena minitula</i>				1												
<i>Andrena nigroaenea</i>										1	10	3				
<i>Andrena nitida</i>							1									
<i>Andrena subopaca</i>				2												
<i>Andrena vaga</i>										1						
<i>Andrena wilkella</i>							1				1					
<i>Anthidiellum strigatum</i>			1						2	2	3					
<i>Apis mellifera</i>	7	2	125	5	35	8	48	3	25	1	104	15	13	4	93	6
<i>Bombus bohemicus</i>			1													
<i>Bombus hortorum</i>	1	1								2						
<i>Bombus hypnorum</i>		4	1							1			1			
<i>Bombus jonellus</i>	1	1		2					2	1	2	1				
<i>Bombus lapidarius</i>		1			18	2	5	1	1					2		
<i>Bombus magnus</i>										1	1					
<i>Bombus norvegicus</i>										1						
<i>Bombus pascuorum</i>	2	28	1		13	23	10	11	13	100	29	8	13	65	20	7
<i>Bombus pratorum</i>			1							1						
<i>Bombus sylvestris</i>			2		1											
<i>Bombus terrestris-complex</i>	8	17	6	1	15	6	8	1	90	17	11	2	34	90	6	
<i>Bombus vestalis</i>									1	3	2					
<i>Chalicodoma ericetorum</i>			2												1	
<i>Chelostoma florissomne</i>							1			2		1		9	9	6
<i>Chelostoma rapunculi</i>	1					1										
<i>Colletes succinctus</i>														1		
<i>Dasypoda hirtipes</i>		1	5		3	3	7		11	43	6					
<i>Halictus confusus</i>										1						
<i>Halictus rubicundus</i>													1			
<i>Halictus scabiosae</i>										1						
<i>Halictus tumulorum</i>		1										1				
<i>Heriades truncorum</i>					1	3	2						1			
<i>Hoplitis leucomelana</i>											1					
<i>Hylaeus brevicornis</i>											1		1			
<i>Hylaeus communis</i>							1				2					
<i>Hylaeus confusus</i>	2	1							1		2			1		
<i>Hylaeus dilatatus</i>									1							
<i>Hylaeus pectoralis</i>	1															
<i>Lasioglossum calceatum</i>		1			3	1		1		2		1				
<i>Lasioglossum fulvicorne</i>	3								1							
<i>Lasioglossum lativentre</i>								1								

<i>Lasioglossum leucozonium</i>		1					3							1	
<i>Lasioglossum monstificum</i>											2				
<i>Lasioglossum punctatissimum</i>									4						
<i>Lasioglossum semilucens</i>					1	1									
<i>Lasioglossum sexnotatum</i>						1	1	2							1
<i>Lasioglossum sexstrigatum</i>	2	1													
<i>Lasioglossum spec.</i>					1			1							
<i>Lasioglossum villosulum</i>						1		1							
<i>Lasioglossum zonulum</i>	12	2	2	2	8		7	4	1	3	1		4	2	3
<i>Macropis europaea</i>	15	4	34						11	2	2		6	7	11
<i>Macropis fulvipes</i>	1		5												
<i>Macropis spec.</i>														1	
<i>Megachile centuncularis</i>		1											1		
<i>Megachile lapponica</i>			1												
<i>Megachile ligniseca</i>										3	1		1		3
<i>Megachile spec.</i>									1		1				
<i>Megachile versicolor</i>											1				
<i>Megachile willughbiella</i>		1											1		3
<i>Melitta nigricans</i>							4								
<i>Nomada flava</i>											1				
<i>Nomada lathburiana</i>											1	3			
<i>Nomada succincta</i>												2			
<i>Osmia bicornis</i>			1	3		1	1					1			1
<i>Osmia leaiana</i>			1										1		
<i>Osmia leaiana/niveata</i>										1					
<i>Panurgus banksianus</i>											1				
<i>Panurgus calcaratus</i>										1					
<i>Sphecodes monilicornis</i>					1										
<i>Sphecodes scabricollis</i>		1													
<i>Sphecodes spec.</i>					1										

Annex 3: Aantal zweefvliegen per soort per gebied per jaar

	BEER				HAAN				HERB				SANG			
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
<i>Anasimyia interpuncta</i>															1	
<i>Anasimyia lineata</i>															1	
<i>Chalcosyrphus nemorum</i>															3	
<i>Cheilosia albitarsis</i>		1				3	12			10					3	2
<i>Cheilosia albitarsis/ranunculi</i>			1				16								9	
<i>Cheilosia albitarsus</i>				7				29				1				2
<i>Cheilosia bergenstammi</i>							1			1					1	
<i>Cheilosia fraterna</i>				7				1				2			2	5 25
<i>Cheilosia pagana</i>															3	1
<i>Cheilosia vernalis</i>	1					1										
<i>Chrysogaster/Lejogaster/ Orthonevra spec.</i>																1
<i>Chrysotoxum cautum</i>			1												1	
<i>Chrysotoxum festivum</i>			1													
<i>Chrysotoxum spec.</i>			2													
<i>Criorhina berberina</i>			1													
<i>Dasysyrphus albostratus</i>									1					1		
<i>Dasysyrphus venustus</i>															2	
<i>Didea fasciata</i>	1		1													
<i>Epistrophe eligans</i>		1	1													
<i>Episyrphus balteatus</i>	7	4	7		12	8	4		11	11	8			4	12	17
<i>Eristalinus sepulchralis</i>	1	1	1			1	4	1	7	1				1		
<i>Eristalis arbustorum</i>	2	3	1											2	3	3
<i>Eristalis horticola</i>									1	2					1	
<i>Eristalis horticola/picea</i>			1													
<i>Eristalis intricaria</i>			1	1	1				14		1			4		1
<i>Eristalis nemorum</i>			1			5				1				3	1	1
<i>Eristalis pertinax</i>		1	1			1				3				1	3	
<i>Eristalis picea</i>			1													
<i>Eristalis similis</i>									1							
<i>Eristalis spec.</i>			1									1				
<i>Eristalis tenax</i>	12	5	37		9	32	51		47	18	70			72	67	
<i>Eumerus strigatus</i>		2														
<i>Eumerus strigatus/sogdianus</i>	1	1														
<i>Eupeodes corollae</i>	2	1				1	2		1	1				2	3	2
<i>Eupeodes goeldlini</i>															1	
<i>Eupeodes latifasciatus</i>		2					2				2	2			1	
<i>Eupeodes luniger</i>	1	2			1						1				4	
<i>Helophilus hybridus</i>	2	2			1	4				6				1	1	2
<i>Helophilus pendulus</i>	3	19	2	8	1	23	9	2	3	3		1	11	62	12	8
<i>Helophilus spec.</i>									1						1	
<i>Helophilus trivittatus</i>																1
<i>Helophilus trivittatus</i>		1	2		1		3		9	1	3			3	4	5
<i>Melanogaster hirtella</i>			4				2			3	1				6	7
<i>Melanogaster hitella</i>				1				1								1
<i>Melanostoma mellinum</i>		9	2	11	8	10	5	3	10	32	9	9		5	11	10 27
<i>Melanostoma scalare</i>		1			2					1		1				
<i>Merodon equestris</i>							1									
<i>Myathropa florea</i>	5	22	20		1	1	3		1	4	1			10	14	17
<i>Neoascia spec.</i>															1	
<i>Neoascia tenur</i>										7	2				13	2 3
<i>Orthonevra geniculata</i>												1				

<i>Paragus haemorrhous</i>									1										
<i>Parhelophilus versicolor</i>						1													
<i>Pipiza noctiluca</i>																		1	
<i>Platycheirus angustatus</i>						1		1									1		
<i>Platycheirus clypeatus</i>			1		2												1	3	1
<i>Platycheirus occultus</i>			1	1															
<i>Pyrophaena granditarsa</i>					1												1		
<i>Pyrophaena rosarum</i>	5	1			2		1		1	1									
<i>Rhingia campestris</i>		1		5		1		5									1		10
<i>Scaeva pyrastris</i>										2							2		1
<i>Scaeva selenitica</i>																			1
<i>Scaeva spec.</i>																			1
<i>Sphaerophoria philanthus</i>										2									
<i>Sphaerophoria scripta</i>	3	2	22		5	18	31	3	2	3	18	1		4	7	45			5
<i>Sphaerophoria spec.</i>	2	4	12		10	25	27		1	12	24	1		2	9	22			
<i>Sphaerophoria taeniata</i>					2	4	1		1	4							3		
<i>Syrpitta pipiens</i>		4	7			4	1		1	3	4						1	4	
<i>Syrphus ribesii</i>	1		2		3		4										2		7
<i>Syrphus torvus</i>						1											1		
<i>Syrphus vitripennis</i>																	2		
<i>Temnostoma vespiforme</i>			2																
<i>Tropidia scita</i>	1	1		1														1	1
<i>Volucella bombylans</i>			3																
<i>Volucella pellucens</i>			1																
<i>Xanthogramma pedissequum</i>						1													
<i>Xylota segnis</i>	11								10								3		
<i>Xylota sylvarum</i>	3																2		
<i>Xylota tarda</i>	1		1																