



Nestelmogelijkheden voor solitaire bijen in bodems van bloemrijke bermen

Een vergelijkend onderzoek tussen ingezaaide en niet-ingezaaide bermen in de gemeente Sint Anthonis

Dianne Sanders, G. Arjen de Groot, Paul W. Goedhart, Wim J. Dimmers, Ruud van Kats, Jeroen A. Scheper,
Ivo Roessink



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Nestelmogelijkheden voor solitaire bijen in bodems van bloemrijke bermen

Een vergelijkend onderzoek tussen ingezaaide en niet-ingezaaide bermen in de gemeente Sint Anthonis

Dianne Sanders¹, G. Arjen de Groot¹, Paul W. Goedhart², Wim J. Dimmers¹, Ruud van Kats¹, Jeroen A. Scheper³, Ivo Roessink¹

1 Team Dierecologie, Wageningen Environmental Research

2 Biometris

3 Leerstoelgroep Plantenecologie en Natuurbeheer, Wageningen University

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksprogramma 'Kennisimpuls Bestuivers' (projectnummer BO-43-011.06-007).

Wageningen Environmental Research

Wageningen, juni 2020

Gereviewd door:

Wim A. Ozinga, onderzoeker Vegetatie, bos- en landschapsecologie (WENR)

Akkoord voor publicatie:

Marion Kluijvers-Poodt, teamleider Dierecologie (WENR)

Rapport 3019
ISSN 1566-7197

Sanders D., G.A. de Groot, P.W. Goedhart, W.J. Dimmers, R. van Kats, J.A. Scheper, I. Roessink, 2020. *Nestelmogelijkheden voor solitaire bijen in bodems van bloemrijke bermen; Een vergelijkend onderzoek tussen ingezaaide en niet-ingezaaide bermen in de gemeente Sint Anthonis*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3019. 36 blz.; 11 fig.; 4 tab.; 25 ref.

Er zijn sterke aanwijzingen dat zowel de aantallen als de soortendiversiteit van bestuivers de laatste decennia sterk achteruit zijn gegaan. Een speerpunt van de Nationale Bijenstrategie is het verbeteren van het leefgebied van wilde bijen en andere bestuivers. De meeste initiatieven om leefgebied voor wilde bijen te creëren, richten zich op het aanleggen van een bloemrijke vegetatie. Belangrijk voor wilde bijen is echter dat naast voldoende voedsel ook voldoende geschikte nestlocaties aanwezig zijn. De bekende bijenhôtels helpen daarbij, maar het overgrote deel van de Nederlandse wilde bijensoorten nestelt ondergronds. Nestgelegenheid voor deze bodemnestelende bijen kan o.a. worden gecreëerd door zogenaamde nestelhoopjes of nesteldijkjes vorm te geven, maar dergelijke maatregelen zijn lang niet overal mogelijk. Een voorbeeld zijn de wegbermen, waar relatief makkelijk meer bloemaanbod te genereren is, maar gezien de verkeersveiligheid minder ruimte is voor het creëren van kale bodem of taluds. Onduidelijk is in hoeverre bloemrijke grasstroken, zoals deze wegbermen, al functioneren als nestlocatie voor wilde bijen en hoe deze potentiële functie verder kan worden bevorderd. In het voorliggende onderzoek is die vraag nader onderzocht door gedurende twee jaren in wegbermen met en zonder ingezaaide bloemranden de aanwezigheid van bodemnestelende bijen te inventariseren.

Trefwoorden: bestuivers, wilde bijen, nestgelegenheid, bodem, bermen, bijenlandschap

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/525325> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2020 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001. Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3019 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Piramidevallen in een ingezaaide wegberm aan de Boompjesweg, Gemeente Sint Anthonis. Fotograaf: Wim Dimmers, Wageningen Environmental Research



Veezel® maakt in Nederland papier van gerecyclede papiervezels en reststromen zoals bermgras. [Meer info op veezel.nl](http://www.veezel.nl)

Druk: dit rapport werd gedrukt op papier waarin bermgras is verwerkt. Zo wordt een deel van het maaisel van bermen hergebruikt. Meer informatie: www.veezel.nl

Inhoud

	Verantwoording	5
	Woord vooraf	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	11
	1.1 Achtergrond	11
	1.2 Doelstelling	12
	1.3 Vraagstelling	12
	1.4 Onderzoeksopzet	12
2	Methoden	13
	2.1 Studiegebied	13
	2.1.1 Bermbeheer	14
	2.2 Beschikbare relevante kennis over het studiegebied	14
	2.2.1 Bloemen	14
	2.2.2 Bestuivers	15
	2.3 Inventarisatie bodemnestelende bestuivers	16
	2.3.1 Locatiekeuze	16
	2.3.2 Inventarisatiemethode	17
	2.3.3 Uitvoering	20
	2.4 Statistische analyse	20
3	Aangetroffen bestuivers en andere bodemnestelende insecten	22
	3.1 Solitaire bijen en graafwespen	22
	3.2 Hommels	23
	3.3 Eikenpages	23
4	Mogelijke verklarende factoren	25
5	Discussie en conclusie	27
	5.1 Het gebruik van wegbermen als nestelplek	27
	5.2 Vegetatiestructuur, bloemaanbod en microklimaat als mogelijke sturende factoren	28
	5.3 Conclusie	30
	5.3.1 In hoeverre zijn wegbermen geschikt als nestelgelegenheid voor bodemnestelende bijen?	30
	5.3.2 Nestelen wilde bijen vaker in ingezaaide bermen dan in niet-ingezaaide bermen?	31
	5.3.3 In hoeverre hangt het gebruik als nestelgelegenheid samen met het bloemaanbod ter plekke (bloembedekking en bloemdiversiteit)?	31
	Literatuur	32
	Bijlage 1 Bloembezoekende bijen	34
	Bijlage 2 Overzicht modellen bodemnestelende bestuivers	35

Verantwoording

Rapport: 3019

Projectnummer: 5200056053

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Onderzoeker (Vegetatie, bos en landschapsecologie, WENR)

naam: Dr. W.A. Ozinga

datum: 4 maart 2020

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Marion Kluivers-Poodt

datum: 8 mei 2020

Woord vooraf

Samen met meer dan 80 maatschappelijke partners werkt het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) aan de Nationale Bijenstrategie. Er zijn meer dan 100 initiatieven die een gemeenschappelijk doel voor ogen hebben: in 2030 zijn bestuivers en bestuivingsdiensten in ons land duurzaam behouden en bevorderd. Binnen drie centrale thema's wordt gewerkt aan het terugbrengen van voldoende leefgebied, een betere wisselwerking tussen natuur en landbouw en een betere imkerpraktijk.

Om deze initiatieven effectief vorm te geven, is kennis vereist. Zowel om nieuwe initiatiefnemers de juiste handvatten te bieden om hun bijdrage zo effectief mogelijk vorm te geven als om meer mensen bewust te maken van de noodzaak om bestuivende insecten te ondersteunen en de wijze waarop zij hun steentje kunnen bijdragen. Gedurende de komende jaren (tot 2022) investeert het ministerie van LNV in deze kennisbehoefte via de Kennisimpuls Bestuivers, die wordt uitgevoerd door Wageningen University & Research, in nauwe samenwerking met Naturalis Biodiversity Center en EIS Kenniscentrum Insecten. Meer informatie over de kennisimpuls is beschikbaar via de projectwebsite: www.kennisimpulsbestuivers.nl.

Geschikt leefgebied moet zowel voedsel als nestelplekken bieden, in de termen van de Bijenstrategie (Nationale bijenstrategie; Bed & Breakfast for Bees 2018) dus zowel 'bed' als 'breakfast'. Het landelijk gebied biedt mogelijkheden om voedsel aan te bieden door bermen op een bijvriendelijke manier te beheren. Onderhavig rapport beschrijft de resultaten van een van de onderzoeksmodules binnen de Kennisimpuls Bestuivers. Deze module richt zich op het verschaffen van inzicht in de randvoorwaarden van nestelgelegenheid voor solitaire bijen binnen ingezaaide bloemenstroken. Voor deze module was er een kans om aan te haken bij het lopende project Bees@SintAnthonis.nl. De gemeente Sint Anthonis heeft in 2016 het initiatief genomen om samen met enkele andere gemeenten bloemrijke bermen aan te leggen. In het voorjaar van 2017 is hiervoor de top laag van de bermen verwijderd en zijn ze ingezaaid met een bloemrijk mengsel. De ontwikkeling van deze bermen en hun betekenis voor de lokale bestuiversgemeenschap is destijds gevolgd door twee masterstudenten van Wageningen Universiteit, Stef ten Dam en Jeffrey Willems, onder begeleiding van prof. David Kleijn. Voor de totstandkoming van dit rapport willen we hen dan ook bedanken voor het beschikbaar stellen van de door hen verzamelde data. Bart Huckriede (Gemeente Sint Anthonis) bedanken we voor het delen van informatie over project Bees@SintAnthonis.nl en details over de uitgevoerde werkzaamheden in de gemeentebermen.

In het voorliggende onderzoek werden het veld- en determinatiewerk uitgevoerd door Wim Dimmers, Dennis Lammertsma en Ruud van Kats. dr. Jeroen Scheper, dr. Arjen de Groot en dr. Ivo Roessink hebben in de uitvoerende fase het project opgezet en gecoördineerd. Paul Goedhart heeft de statistische analyse uitgevoerd. Dianne Sanders heeft de resultaten uitgewerkt en nam de leiding in de rapportage. Alle coauteurs hebben meegedacht in de interpretatie van de resultaten en de verwoording in dit rapport.

Samenvatting

Aanleiding en doelstelling

Er zijn sterke aanwijzingen dat zowel de aantallen als de soortendiversiteit van bestuivers de laatste decennia sterk achteruit zijn gegaan. Via de Nationale Bijenstrategie werkt het ministerie van LNV met meer dan 80 maatschappelijke partners samen om bestuivers en bestuivingsdiensten in ons land te behouden en bevorderen. Een speerpunt is daarbij het verbeteren van het leefgebied. De meeste initiatieven om leefgebied voor wilde bijen te creëren, richten zich op het aanleggen van een bloemrijke vegetatie, om zo het voedselaanbod te vergroten. Wilde bijen hebben daarnaast echter ook dringend behoefte aan voldoende geschikte nestlocaties.

De bekende bijenhôtels helpen daarbij, maar bedienen alleen de circa 60 soorten die normaal in dood hout en holle stengels leven. Het overgrote deel van de Nederlandse wilde bijensoorten nestelt ondergronds. Aanvullende nestgelegenheid voor deze bodemnestelende bijen kan o.a. worden gecreëerd door zogenaamde nestelhoopjes of nesteldijkjes vorm te geven, maar dergelijke maatregelen zijn lang niet overal mogelijk. Een voorbeeld zijn de wegbermen, waar relatief makkelijk meer bloemaanbod te genereren is, maar gezien de verkeersveiligheid minder ruimte is voor het creëren van kale bodems of taluds. Onduidelijk is in hoeverre bloemrijke grasstroken zoals deze wegbermen al functioneren als nestlocatie voor wilde bijen en hoe deze potentiële functie verder kan worden bevorderd. Doelstelling van het voorliggende onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de mate waarin bloemrijke grasstroken, zoals wegbermen, naast voedsel ook nestelgelegenheid kunnen bieden aan wilde bestuivers en welke factoren daarop van invloed zijn.

Opzet van het onderzoek

Om dit te onderzoeken, is aangehaakt bij een lopend onderzoek naar de gemeentelijke wegbermen in de gemeente Sint-Anthonis (Noord-Brabant). In 2016 werd, als onderdeel van project Bees@SintAnthonis.nl, een flink deel van de bermen in deze gemeente geroofd (vegetatie en toplaag van de bodem verwijderd) en opnieuw ingezaaid met een mengsel van bloeiende plantensoorten. In 2017, 2018 en 2019 werd via een aanpalend monitoringsprogramma de aanwezigheid van bloemen en bestuivende insecten geïnventariseerd, zowel in bermen die waren geroofd en ingezaaid (hier aangeduid als maatregelbermen) als in bermen waar deze behandeling achterwege was gelaten (controlebermen).

Ten behoeve van het in dit rapport beschreven onderzoek werd gedurende het voorjaar van 2018 en 2019 de aanwezigheid van nesten van bodemnestelende bijen geïnventariseerd in een subset van tien maatregelbermen en tien controlebermen. Daarvoor is per berm een vijftal zogenaamde piramidevallen geplaatst. Deze vallen dekken elk een vierkante meter grondoppervlak af met een piramidevormige tent, met bovenaan een vangpot. Insecten die in het voorjaar hun bodemnest verlaten, worden op deze wijze gevangen en kunnen vervolgens worden geteld en gedetermineerd. Op deze manier is in beeld gebracht welke aantallen bijen nestelden in de wegbermen van Sint Anthonis. Daarnaast zijn deze resultaten statistisch gerelateerd aan een aantal variabelen, waaronder het bloemaanbod (bloemdiversiteit en bloembedekking) in de betreffende bermen, zoals gemeten in het voorafgaande jaar (het moment waarop de nesten werden gemaakt waaruit het volgende voorjaar weer bijen tevoorschijn kwamen) en de mate waarin de bermen werden overschaduwd door grote bomen (wat gevolgen heeft voor het microklimaat in de berm).

Bermen worden inderdaad gebruikt als nestelplek, zij het in beperkte mate

In totaal werden in 2018 en 2019 respectievelijk tien en drie solitaire bijen gevangen in de piramidevallen. In alle gevallen betrof het zandbijen (geelstaartklaverzandbij (*Andrena wilkella*), wimperflanzandbij (*Andrena dorsata*) en roodgatje (*Andrena haemorrhoa*, Figuur 1)).

Hoewel daarmee de dichtheden van grondnestelende bijen relatief laag waren in vergelijking met enkele buitenlandse studies naar bodemnestelende bijen in andere bodem- en habitattypen, duiden de aangetroffen dichtheden nog altijd op de aanwezigheid van een groot aantal bodemnesten van

bestuivers in de wegbermen van de gemeente Sint Anthonis. In 2016 is in totaal 27 kilometer wegberm in de gemeente Sint Anthonis ingezaaid, wat neerkomt op een oppervlakte van 50 ha. Bij 3 tot 10 bijennesten per 100 m² komt dit neer op potentieel 15.000 tot 50.000 bijennesten in alleen al de ingezaaide bermen te Sint Anthonis. Dit is belangrijk om in gedachten te houden bij de planning van eventuele werkzaamheden in bermen die de bodem verstoren, om zo de kans te beperken dat daarbij bodemnesten verloren gaan.

Het lijkt aannemelijk dat ook in andere regio's in Nederland wegbermen ten minste in zekere mate waardevol zijn als nestelplek voor bijen. Dit geldt vermoedelijk ten minste voor andere gemeentebermen op de hoge zandgronden in het oosten en zuiden van het land. Voor bermen op andere bodemtypen, zoals zeeklei en rivierklei, zou het waardevol zijn om het gebruik als nestelplek middels vergelijkbare studies te verifiëren. De soortensamenstelling van lokale bijenpopulaties, en daarmee ook de eisen die zij stellen aan een nestelplek, is namelijk sterk afhankelijk van het bodemtype.

Microklimaat, en mogelijk bloemaanbod, beïnvloedt de potentie van bermen als nestelplek

Het grote oppervlak aan wegbermen en het feit dat het (vaak intensieve) beheer daarvan momenteel sterk ter discussie staat, maakt het waardevol om meer zicht te krijgen op de factoren die de geschiktheid van bermen als nestelplek bepalen. In het huidige onderzoek vertoonden de maatregelbermen, die waren ingezaaid met een bloemenmengsel, niet aantoonbaar meer potentie als nestelplek dan de controlebermen. Dat is opvallend, omdat in recent buitenlands onderzoek een dergelijk effect van ingezaaide bermen wel werd aangetroffen. Zowel de vegetatiestructuur als het microklimaat speelt vermoedelijk een rol bij het ontbreken van dit verschil in de huidige proef. Beide worden onder meer sterk beïnvloed door de aanwezigheid van bomen in de berm, die enerzijds vocht onttrekken aan de bodem in droge perioden en anderzijds voor veel schaduw zorgen. In het huidige onderzoek bleek de potentie als nestelplek significant lager in bermen met bomen.

Daarnaast werd binnen de totale dataset van twintig bermen, wanneer het onderscheid tussen ingezaaide en controlebermen werd losgelaten, wel een significant positieve relatie gevonden tussen de potentie als nestelplek en de lokale bloemdiversiteit en bloembedekking in het voorafgaande seizoen. Dat zou erop kunnen duiden dat meer bloemen (voedsel) in de nabije omgeving een locatie geschikter maken als nestelplek voor bijen. Mocht dat het geval zijn, dan zou dat een belangrijk extra argument zijn om in te zetten op het bevorderen van het bloemaanbod in onze wegbermen: niet alleen via inzaaien, maar zeker ook via een aangepast maaibeheer. Op basis van onze resultaten is deze conclusie echter niet te trekken, mede omdat het bloemaanbod niet werd gemeten op exact hetzelfde moment als waarop de bijen hun nest zochten. Het is dan ook waardevol om deze hypothese nader te onderzoeken in gerichte experimenten, waarbij het bloemaanbod rondom artificiële nestelplekken wordt gevarieerd. Een dergelijk experiment loopt inmiddels binnen de Kennisimpuls Bestuivers.



Figuur 1 Een roodgatje (*Andrena haemorrhoa*) op een perenbloem. Het roodgatje is een belangrijke bestuiver van fruitbomen en nestelt uitsluitend ondergronds. Foto: Menno Reemer (EIS Kenniscentrum Insecten).

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Bij de productie van veel van onze voedselgewassen spelen bestuivers een essentiële rol (Albrecht et al., 2012; Garibaldi et al., 2013; Kleijn et al., 2015). Het gaat dan niet alleen over de gehouden honingbijen, maar ook over de in het wild voorkomende soorten bijen en zweefvliegen. Juist een goede mix en een diversiteit aan bestuivende soorten is van belang voor de stabiliteit en kwaliteit van ons voedselsysteem. Daarnaast spelen bloembezoekende insecten een belangrijke rol bij de bestuiving van een groot deel van de wilde plantensoorten (Ollerton et al., 2011). Los van het functionele belang van bestuivende insecten, vormen ze een belangrijke component van de biodiversiteit in de Nederlandse natuur.

Er zijn sterke aanwijzingen dat zowel de aantallen als de soortendiversiteit van bestuivers de laatste decennia sterk achteruit zijn gegaan. Dit geldt zowel internationaal (Nieto et al., 2014; Goulson et al., 2015; Potts et al., 2015; Potts et al., 2010) als binnen Nederland (Biesmeijer et al., 2006; Peeters et al., 2012; Scheper et al., 2014; Reemer, 2018). De achteruitgang van aantallen bloeiende planten, de intensivering in de landbouw en het (onjuiste) gebruik van gewasbeschermingsmiddelen worden genoemd als oorzaken, al is het relatieve belang van deze factoren onzeker (Kleijn et al., 2018).

Het leefgebied van bijen moet naast voldoende voedsel in de vorm van nectar en stuifmeel ook een voldoende geschikte nestlocatie bieden. Hoewel sommige soorten (zoals de slangenkruidbij (*Hoplitis adunca*) en de grote klokjesbij (*Chelostoma rapunculi*)) ruim 1.000 meter af kunnen leggen, vliegen veel solitaire bijen maximaal 100-300 meter vanaf hun nest naar hun voedsel (Zurbuchen et al., 2010). Ook voor bijen die relatief ver kunnen vliegen is het echter vanuit energetisch oogpunt voordelig om goede voedselvoorziening dicht bij het nest aanwezig te hebben (Peeters et al., 2012). Kortom, waar maatregelen worden genomen om het voedselaanbod voor de bijen te vergroten, dienen ook geschikte nestlocaties in de buurt aanwezig te zijn. In een studie aan Franse graanakkers omringd door kruidenrijk grasland, toonden Carrié et al. (2018) aan dat de lokale diversiteit van wilde bijen sterker correleerde met de hoeveelheid geschikte nestelplekken dan met het nabijgelegen oppervlak aan kruidenrijk grasland (als maat voor voedselbeschikbaarheid).

De ongeveer 360 soorten bijen in Nederland zijn grofweg in te delen in drie typen nestelaars en de koekoeksbijen (die zelf geen nesten maken). Ongeveer 250 soorten nestelen ondergronds, waarvan 101 soorten zelf geen nest maken, maar parasiteren op het nest van een andere soort (Peeters et al., 2012). Ongeveer 40 soorten maken voor hun nesten gebruik van (dood) hout en holle stengels van onder andere braam, riet en vlier. De overige soorten nestelen in bijvoorbeeld slakkenhuizen, boomholten, muizenholten, in kieren of spleten of onder mos. De hommelse soorten die hun nest onder de grond maken, gebruiken vaak muizen- of mollenholten die ze verder uitgraven. Zandbijen (75 soorten) en groefbijen (53 soorten) zijn bekende, grotere genera die hun nesten in de bodem uitgraven. De nesten die in de bodem worden gemaakt, kunnen 5 tot 60 cm diep zijn en uit één enkele simpele gang bestaan of meerdere ondergrondse vertakkingen hebben. De vrouwtjes maken in de gangen nestcellen waarin ze het eitje afzetten op een voorraad stuifmeel, wat als voedsel voor de larve dient. Koekoeksbijen als de wesp-, vilt-, kegel-, en bloedbijen maken zelf geen nest, maar proberen hun eitjes af te zetten in de nestcellen van soorten die hun nest in de bodem uitgraven. Ieder landschapstype heeft zijn specifieke soortensamenstelling in bijen, waarbij het bodemtype- en gebruik sterk sturend is in de soortensamenstelling (Ozinga et al., 2018). De meeste soorten die in de bodem nestelen, zijn gebaat bij kale grond of een schrale open vegetatie (Peeters et al., 2012), maar de uiteindelijke keuze voor een geschikte nestlocatie verschilt tussen soorten en kan afhangen van aanvullende factoren, zoals de hellingshoek, vochtigheid en pH van de bodem (Nichols et al., 2020, Potts & Willmer, 1997; Carrié et al., 2018). Er is echter maar relatief weinig bekend over de eisen die verschillende wilde bijensoorten stellen aan het microklimaat van hun nest. Daarnaast is ook onzeker in welke mate de nabije beschikbaarheid van bloemen als voedselbron een drijvende factor is voor

bijen in de keuze van een nestplek. Het kiezen van een nestplek nabij voldoende bloemaanbod zou voor bijen waardevol kunnen zijn, zowel om makkelijker in hun eigen energie te voorzien tijdens het graven en bevoorraden van het nest als om sneller meer pollen naar het nest te kunnen dragen.

De meeste initiatieven om leefgebied voor bijen te creëren, richten zich op het aanleggen van een bloemrijke vegetatie. Terreinen van gemeenten, provinciën en waterschappen leveren daarbij een grote bijdrage door de aanleg van bloemstroken en bloemweiden met relatief grote oppervlakten. Omdat in veel gevallen met het juiste maaibeheer al een flinke verbetering in het bloemaanbod kan worden gerealiseerd, is het belangrijk om vooraf te verkennen of en welke waardevolle bijenplanten reeds aanwezig zijn. In de praktijk wordt echter meestal overgegaan tot het inzaaien van bloemenmengsels. Vaak wordt daarbij de vegetatie verwijderd en de bodem omgewoeld (zaaiklaar maken) of wordt de voedselrijke toplaag afgeplagd om de bodem te verschralen. Verwijderen van de toplaag ('roven') vindt in bermen overigens ook vaak periodiek plaats om deze te verlagen vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid.

Het realiseren van een bloemrijke vegetatie heeft als primair doel om extra voedsel aan te bieden voor bijen en andere insecten. Indien daarnaast ook nestelgelegenheid wordt aangebracht, is dit vaak in de vorm van bijenhotels. Deze bijenhotels bedienen echter alleen de circa 60 soorten die normaal in dood hout en holle stengels leven; het overgrote aantal soorten bijen nestelt ondergronds en zal hier dus geen gebruik van maken. Aanvullende nestelgelegenheid voor bodemnestelende bijen kan o.a. worden gecreëerd door zogenaamde nestelhoopjes of nesteldijkjes vorm te geven, maar dergelijke maatregelen zijn lang niet overal mogelijk. Onduidelijk is in hoeverre bloemrijke grasstroken zelf al functioneren als nestlocatie voor wilde bijen. Daarnaast is onzeker in hoeverre een vergroting van het bloemaanbod deze functie verder kan bevorderen.

1.2 Doelstelling

Hoofddoelstelling van het BO-programma Kennisimpuls Bestuivers, is het ondersteunen van initiatiefnemers bij het maken van de juiste keuzes om zo effectief mogelijk bij te dragen aan het behoud en de bevordering van wilde bestuivers. Onderdeel daarvan is het ontwikkelen en aanbieden van praktische vuistregels voor de vormgeving en landschappelijke samenhang van habitatmaatregelen. Het doel van dit onderdeel is om meer inzicht te krijgen in de mate waarin bloemrijke grasstroken, zoals wegbermen, naast voedsel ook nestelgelegenheid kunnen bieden aan wilde bestuivers en welke factoren daarop van invloed zijn. In het voorliggende onderzoek wordt die vraag nader onderzocht door in wegbermen met en zonder ingezaaide bloemranden de aanwezigheid van nestelende bijen te inventariseren.

1.3 Vraagstelling

In dit onderzoek wordt ingegaan op de volgende onderzoeksvragen:

1. In hoeverre zijn wegbermen geschikt als nestelgelegenheid voor bodemnestelende bijen?
2. Nestelen wilde bijen vaker in ingezaaide bermen dan in niet-ingezaaide bermen?
3. In hoeverre hangt het gebruik als nestelgelegenheid samen met het bloemaanbod ter plekke (bloembedekking en bloemdiversiteit)?

1.4 Onderzoeksopzet

Gedurende twee seizoenen (2018 en 2019) zijn nesten van bijen in de bodem geïnventariseerd door de uitvliegende insecten te vangen met behulp van piramidevallen. Dit onderzoek is uitgevoerd in twee verschillende typen wegbermen: 1) maatregelbermen waar de vegetatie en toplaag zijn verwijderd (geroofd) en die vervolgens zijn ingezaaid met een bloemenmengsel, en 2) controlebermen die niet zijn geroofd en/of ingezaaid.

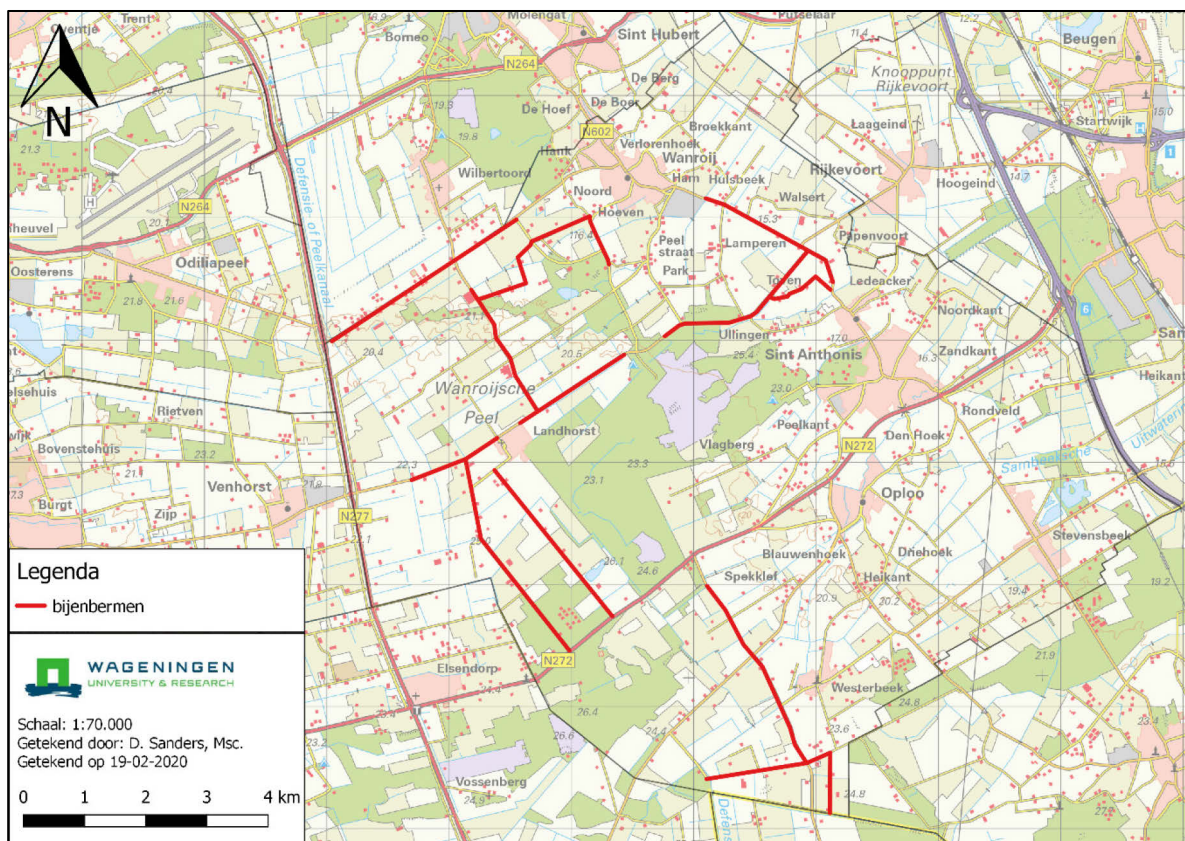
2 Methoden

2.1 Studiegebied

In samenspraak met enkele partners uit de Kennisimpuls Bestuivers en de Nationale Bijenstrategie is als locatie voor onderhavig onderzoek de Gemeente Sint Anthonis gekozen. De Gemeente Sint Anthonis heeft zich ingezet om meer geschikt leefgebied voor bijen te creëren in de vorm van het project 'BeeS@SintAnthonis.nl'. Daarbij is de gemeente samenwerkingen aangegaan om de impact van het project zo groot mogelijk te laten zijn met een zo efficiënt mogelijke inzet. Betrokken gemeenten zijn de gemeenten Boxtel, Eersel en Oirschot en daarnaast zijn de Agrarische Natuurvereniging Sint Anthonis (ANV), ZLTO, het Instituut voor Natuureducatie en duurzaamheid (IVN), Waterschap Aa en Maas en de provincie Noord-Brabant als projectpartners betrokken. Vanuit Wageningen UR was David Kleijn (leerstoelgroep Plantenecologie en Natuurbeheer) als adviseur betrokken bij de projectopzet.

In het voorjaar van 2017 is een deel van de bermen in de gemeente Sint Anthonis (Figuur 2) geroofd (verschralen door de vegetatie en voedselrijke toplaag te verwijderen) en ingezaaid. Het betrof in alle gevallen bermen van ten minste 3 meter breed. De overige bermen in de gemeente werden niet geroofd en/of ingezaaid (noch ten tijde van deze werkzaamheden, noch in de voorgaande 5 jaren; pers. comm. Bart Huckriede). Dit gaf de mogelijkheid om een vergelijkend onderzoek uit te voeren.

De typerende bodemtypen in de gemeente Sint Anthonis zijn voornamelijk voedselarme, vochtige tot droge zandgronden met daarnaast ook matig voedselrijk, vochtig tot nat beekdallandschap en voedselrijke eerdgronden (Geomorfologische kaart Nederland 2017).



Figuur 2 Ligging ingezaaide bermen in de gemeente Sint Anthonis (2018-2019).

2.1.1 Bermbeheer

Het reguliere bermbeheer in de gemeente Sint Anthonis bestaat uit het maaien van de eerste meter van de berm en de uitzichthoeken in juni en het maaien van de gehele berm in oktober. Dit werd (en wordt) tot op heden uitgevoerd met een klepelmaaier. De maatregelbermen worden sinds het inzaaien één keer per jaar gemaaid (in oktober) met een maai-zuigcombinatie.

2.2 Beschikbare relevante kennis over het studiegebied

Sinds 2016 voeren MSc-studenten van de leerstoelgroep Plantenecologie en Natuurbeheer jaarlijks een monitoring uit, gericht op de ontwikkeling van de vegetatie en de bloembezoekende bestuivers in zowel de maatregelbermen als een even groot aantal controlebermen. In 2016 betrof het een nulmeting van de situatie voorafgaand aan het roven en inzaaien, uitgevoerd door Henk Jan van der Kolk (Van der Kolk, 2016). In 2017 en 2018 betrof het een effectmeting uitgevoerd door Jeffrey Willems (2017, 2018) en Stef ten Dam (2018). Hoewel in het voorliggende onderzoek wordt ingezoomd op de nestelende bijen, vormen de resultaten van deze studentenprojecten wel relevante achtergrondinformatie, en zijn de ruwe data met betrekking tot het bloemaanbod in de vegetatie opgevraagd en meegenomen in de statistische analyses voor het huidige rapport (zie paragraaf 2.4). Om die reden geven we hieronder een beknopte samenvatting van de belangrijkste resultaten van deze monitoring. Voor meer achtergrond en details over de statistische analyses en significantie-waarden verwijzen we naar de masterthesis-rapporten van Willems (2018) en Ten Dam (2019).

In 20 verschaalde en ingezaaide bermen en 20 controlebermen zonder behandeling zijn transecten van 75 meter lang en 2 meter breed uitgezet en elk eenmalig bezocht per jaar ten behoeve van de twee typen inventarisaties. Per transect werd zowel de bloembedekking (aantal bloemhoofdjes per soort x gemiddelde oppervlakte per bloemhoofdje van die soort, opgeteld voor alle bloeiende soorten) als de bloemdiversiteit (het aantal plantensoorten dat in bloei stond) gemeten. Vervolgens werden gedurende 5 minuten alle aanwezige bloembezoekende bestuivers (honingbijen, hommels, solitaire bijen, zweefvliegen en vlinders) geïnventariseerd via netvangsten. De transecten werden elk jaar bezocht in de zomer, tussen half juli en half augustus.

2.2.1 Bloemen

Zoals zichtbaar in Figuur 3A, was de bloembedekking tijdens de nulmeting in 2016 gemiddeld al hoger in de maatregelbermen dan in de controlebermen. In de jaren daarop was geen sprake van een duidelijke toename in bloembedekking in de maatregelbermen ten opzichte van de controlebermen. Er was zelfs sprake van een significant negatieve interactie tussen het effect van bermtype en het jaartal (Ten Dam, 2019), wat wil zeggen dat de bloembedekking in de maatregelbermen harder terugviel dan in de controlebermen. Het inzaaien resulteerde dus niet in de beoogde verbetering van de bloembedekking. Overigens was in 2017 in absolute zin wel sprake van een hogere bloembedekking in de maatregelbermen, maar in 2018 niet meer. Waarschijnlijk speelde de grote droogte dat jaar hierbij een rol (Ten Dam, 2019).

De bloemdiversiteit (Figuur 3B) was ten tijde van de nulmeting ongeveer gelijk in beide bermtypen en liet een significant positieve interactie zien tussen bermtype en jaartal. Oftewel, er was sprake van een verbetering in bloemdiversiteit in de maatregelbermen ten opzichte van de controlebermen. Overigens was dit effect vooral te danken aan een verbetering in 2017, toen de bloemdiversiteit duidelijk hoger was in de maatregelbermen (Figuur 2B). In 2018 was dit minder duidelijk het geval en wanneer alleen 2018 in de analyse werd meegenomen, was de interactie met behandeling niet langer significant (Ten Dam, 2019).

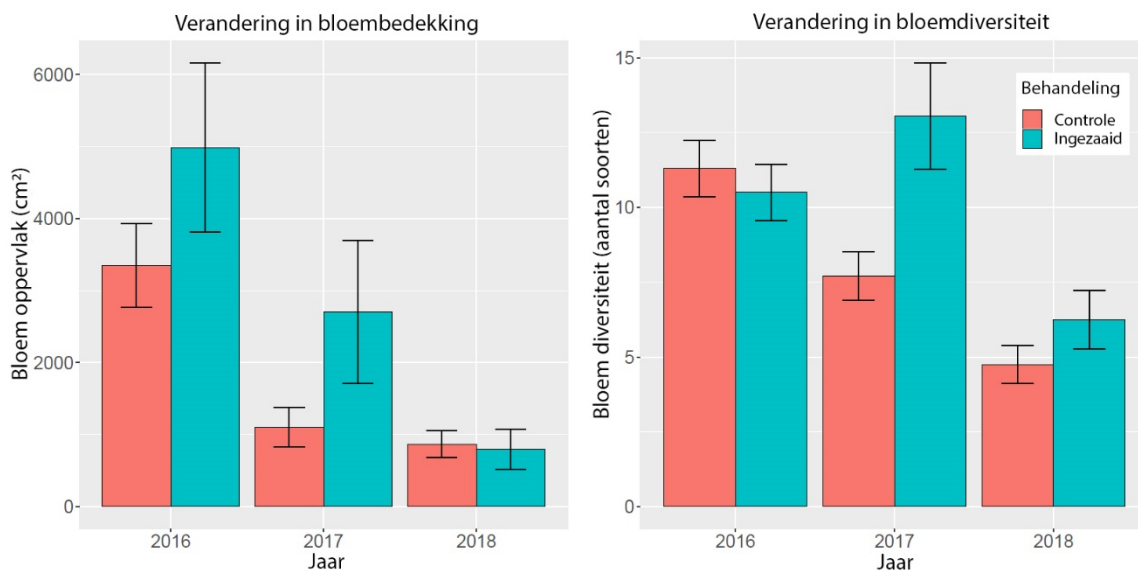
Zowel de bloembedekking als de bloemdiversiteit was significant lager in bermen die beschadwd werden door bomen, ongeacht het bermtype (Ten Dam, 2019).

2.2.2 Bestuivers

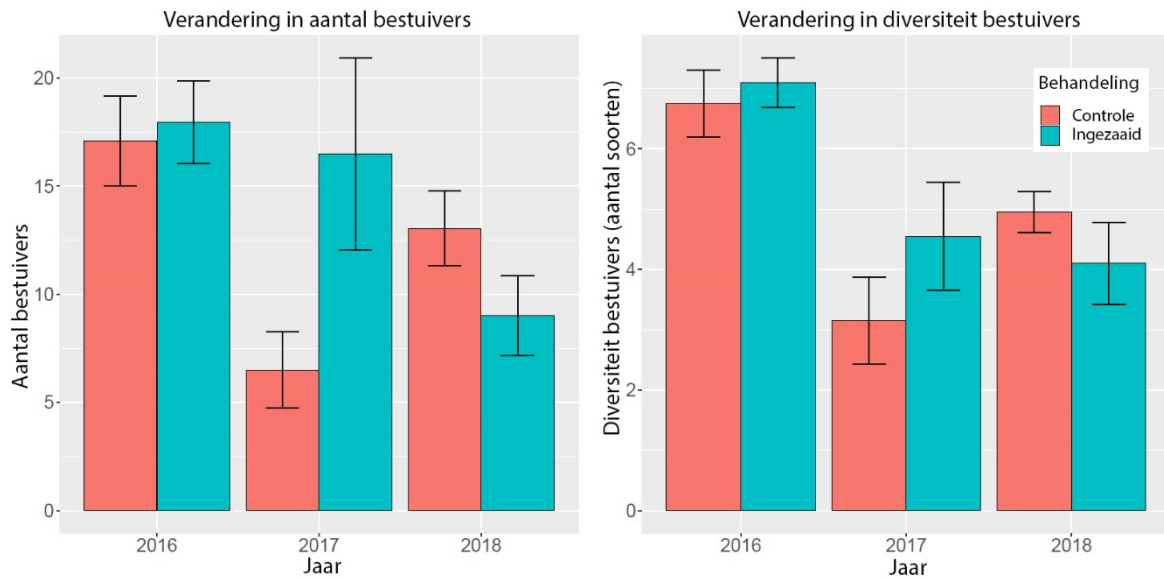
In 2016, 2017 en 2018 werden in totaal 28 verschillende soorten bijen waargenomen. Naast de honingbij en zes soorten hommels, betrof het 21 soorten solitaire bijen (zie Bijlage 1). De akkerhommel (*Bombus pascuorum*) was met 126 waarnemingen de meest waargenomen bijensoort, onder de solitaire bijen domineerden de wormkruidbij (*Colletes Daviesanus*, 32x), pluimvoetbij (*Dasypoda hirtipes*, 23x) en tronkenbij (*Heriades truncorum*, 17x). De blinde bij (*Eristalis tenax*), grote langlijf (*Sphaerophoria scripta*) en doodskopzweefvlieg (*Myathropa florea*) zijn de meest waargenomen zweefvliegen. Er zijn twee soorten bijen waargenomen met een status op de Rode Lijst van de bijen (Reemer, 2018), namelijk de donkere rimpelrug (*Andrena bimaculata*, kwetsbaar, eenmaal in 2018) en de weidemaskerbij (*Hylaeus gibbus*, kwetsbaar, eenmaal in 2017).

Zowel het aantal waargenomen bloembezoekende bestuivers als hun soortenrijkdom, vertoonden een sterke positieve relatie met het bloemaanbod (zowel in termen van bloembedekking als bloemdiversiteit; Ten Dam, 2019). Kortom, hoe meer (soorten) bloemen en hoe meer, hoe meer (soorten) bestuivers werden waargenomen.

Dit betekende tevens dat de verschillen tussen jaren en bermtypen voor de bestuivers op hoofdlijnen de eerder besproken patronen van bloembedekking en bloemdiversiteit volgden (Figuur 4). Met betrekking tot de aantallen bestuivers was wel sprake van een duidelijke toename in de maatregelbermen in 2017; echter, in 2018 keerde dit effect om en waren de aantallen juist lager in de maatregelbermen (Figuur 4A; resulterend in een overall niet-significante interactie tussen bermtype en jaartal). Dezelfde trends waren zichtbaar voor de soortenrijkdom van bloembezoekende bestuivers (Figuur 4B, eveneens resulterend in een niet-significante interactie). Net als de bloembedekking en bloemdiversiteit, waren ook het aantal en de soortenrijkdom van de bestuivers significant lager in bermen die beschaduwd werden door bomen.



Figuur 3 Waargenomen bloemoppervlak en aantal soorten bloemen, met in rood de controlelocaties en in blauw de ingezaaide locaties. Op basis van Ten Dam (2019).



Figuur 4 Waargenomen bloembezoekende bestuivers, met in rood de controlelocaties en in blauw de ingezaaide locaties. Op basis van Ten Dam (2019).

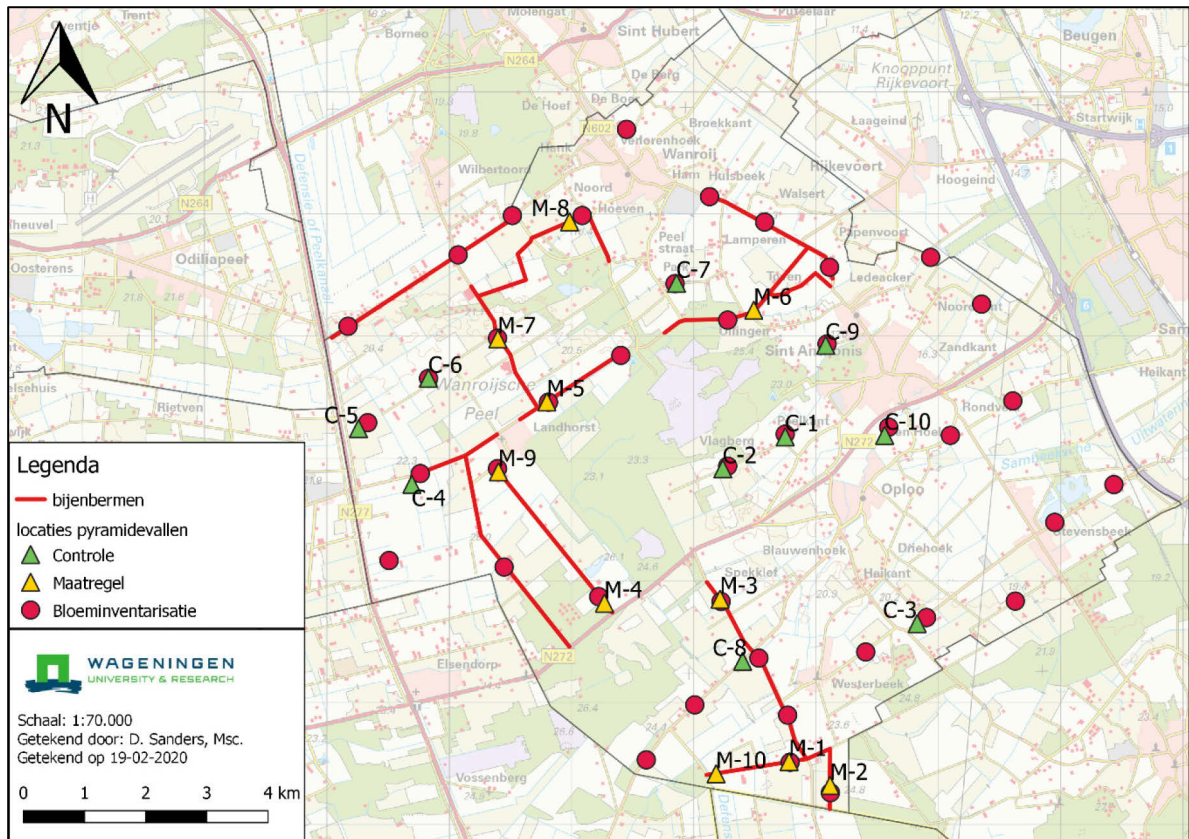
2.3 Inventarisatie bodemnestelende bestuivers

2.3.1 Locatiekeuze

Voor de inventarisatie van de bodemnestelende bestuivers zijn op twintig locaties vijf piramidevallen geïnstalleerd. Halverwege maart zijn op tien locaties met regulier bermbeheer en op tien locaties met bijvriendelijk beheer de vallen geplaatst. De vallen hebben gedurende het seizoen op exact dezelfde plek gestaan, maar zijn in de opeenvolgende jaren binnen de geselecteerde berm wel van locatie gewijzigd. Op de plekken waar de vallen hebben gestaan, kunnen geen nieuwe nesten aangelegd worden die het daaropvolgende jaar uit zouden komen.

De vangstlocaties zijn gelegen in berm in het buitengebied van gemeente Sint Anthonis. Alle vangstlocaties zijn gelegen binnen ongeveer 450 meter van een opnamelocatie van bloemdata (bloemdiversiteit en bloemoppervlakte). Een uitzondering daarop is vangstlocatie M10, de dichtstbijzijnde en relevantste bloemopnamelocatie daarvan ligt op 1,2 kilometer afstand, namelijk bij vangstlocatie M1. Locatie M1 en M10 zijn gelegen aan dezelfde straat en berm, in het veld waren geen aanwijzingen dat de vegetatie op de twee locaties erg verschillend waren in aanbod van bloem. De bloemdata van M1 zijn derhalve ook gebruikt voor vangstlocatie M10.

In Figuur 5 zijn de meetlocaties weergegeven met de bijvriendelijk beheerde berm, de controlelocaties van de piramidevallen en de maatregellocaties met de piramidevallen. Ook zijn de locaties van bloemopnames (Dam, 2019; Willems, 2018) weergegeven.



Figuur 5 Ligging van de onderzoekslocaties in Sint Anthonis.

2.3.2 Inventarisatiemethode

Bijenpopulaties worden vaak geïnventariseerd door middel van pan-vallen, vangsten met insectennetten (zie Figuur 6) of een combinatie van de twee. Deze methodes laten echter niet zien welke bijensoorten op exact die locatie uit het nest zijn gekomen. In eerder onderzoek (Sardiñas and Kremen, 2014; Sardiñas et al., 2016) is gebleken dat het gebruik van zogenaamde piramidevallen een effectieve methode is om in de bodem nestelende bijen te inventariseren. Deze val bestaat uit een piramide van dicht, donker doek, met aan de top een doorzichtige vangpot (zie Figuur 7 en 8). Wanneer de bijen na de winterrust de bodem uit komen, kunnen zij de piramide niet verlaten en vliegen ze naar boven het licht tegemoet, waar ze in de vangpot belanden. Doordat deze methode alleen lokaal aanwezige insecten vangt, is deze beter geschikt voor onderhavig onderzoek dan de klassieke pan-vallen en vangsten met netten. De val geeft voor een oppervlakte van één vierkante meter weer welke bijensoorten daar in het voorgaande voortplantingsseizoen in de bodem hebben genesteld. Op twintig locaties zijn vijf piramidevallen geplaatst met een onderlinge afstand van 3-6 m. Tien van de locaties zijn regulier beheerd, de andere tien locaties betreffen maatregellocaties waar de bodem is verschaald en ingezaaid met een bloemrijk mengsel.



Figuur 6 *Insecten vangen met een net langs een transect.*



Figuur 7 *Piramidevallen in een berm.*



Figuur 8 Vangpot boven op de piramideval.

Boven in de piramideval zit een vangpot met een laagje vloeistof die de gevangen insecten doodt en conserveert (slepende melkziektedrank Amos; propyleen glycol 1:3, gemengd met water). De vangpotten zijn regelmatig gelegegd, waarbij alle gevangen insecten werden overgebracht in een opslagpot en meegenomen naar Wageningen voor determinatie. Bestuivers (bijen en graafwespen) werden gedetermineerd tot op soortniveau. De overige insecten werden gedetermineerd tot op ten minste ordeniveau.

2.3.3 Uitvoering

Gedurende twee achtereenvolgende jaren zijn de nesten van bijen in de bodem geïnventariseerd (Tabel 1). De piramidevallen hebben in deze jaren ongeveer drie maanden in het veld gestaan. De vangpotten zijn in 2018 tussendoor vijf keer en in 2019 vier keer gecontroleerd, gelegegd en bijgevuld waar nodig. De timing van deze tussentijdse bezoeken was afhankelijk van de snelheid waarmee de vloeistof verdampte, en dus van de weerscondities.

Tabel 1 Vangperiodes

	Installatiedatum	Opruim datum
2018	13 en 14 maart	27 en 28 juni
2019	6 en 7 maart	4 en 5 juli

2.4 Statistische analyse

De vraag in hoeverre bijen gebruikmaken van bermen als nestplek (onderzoeksvraag 1) is rechtstreeks af te leiden uit de aangetroffen aantallen bodemnestelende bijen in de vallen. Om de invloed van verschillende omgevingsfactoren (zoals bermtypen en bloemaanbod, onderzoeksvragen 2 en 3) op het nestgedrag te toetsen, is gebruikgemaakt van statistische modellen. Omdat het totaal aantal gevangen solitaire bijen in beide meetjaren erg beperkt was, werd daarbij besloten om ook de gevangen graafwespen mee te nemen in de analyse en de vangsten van beide soortgroepen samen te voegen (zie ook Cope et al., 2019). Graafwespen maken een zeer vergelijkbaar type nesten in de bodem en stellen tot op zekere hoogte dezelfde eisen aan het nestelhabitat als solitaire bijen. Deze benadering betekent dat we geen directe uitspraken doen over het effect van deze factoren op het aantal aangetroffen bodemnestelende bijen, maar over het effect op de potentie van een locatie als nestplek voor bijen.

Voor deze analyses werd gebruikgemaakt van logistische regressiemodellen, waarin de aanwezigheid, per locatie per jaar, van nest(en) van bijen en graafwespen als binomiale afhankelijke variabele werd gehanteerd. In de modellen werden de volgende vijf verklarende variabelen meegenomen: bloemdiversiteit (aantal bloeiende soorten) en bloembedekking (oppervlakte van bloemhoofdjes in m²) op de vanglocatie (op basis van de dichtst bij gelegen bloemeninventarisatielocatie, meestal binnen tientallen meters, zie Figuur 4), boombedekking (aanwezigheid van bomen die de berm op de vanglocatie beschaduwden (ja/nee)), jaar (jaar van de waarneming) en type (maatregellocatie of controlelocatie). De 'offset' (reductiefactor voor de tijd dat de vallen in werking waren) is ook opgenomen in de testen van de modellen. In 2018 waren de meeste vallen 107 dagen actief, enkele vallen zijn niet de gehele periode functioneel. In 2018 was het gemiddelde aantal dagen dat op een locatie een van de vijf vallen niet functioneel was, maximaal 12,6 dagen. In 2019 was dit bij een onderzoeksperiode van 121 dagen gemiddeld maar 1,2 dagen.

Omdat de gevangen bijen verschijnen uit nesten die het jaar daarvoor zijn aangelegd, is het bloemaanbod waar de moederbij op dat moment mee te maken had relevanter voor de keuze van een geschikte nestplek en/of het nestsucces dan het bloemaanbod op het moment dat de bijen uit de nesten kropen. Daarom zijn voor bloembedekking en bloemdiversiteit de data van het jaar voorafgaand aan de piramidevangsten (t-1) gebruikt voor de statistische analyse. Hierbij moet worden opgemerkt dat de bloembedekking en de bloemdiversiteit werden gemeten op één moment in de

zomer (juli/augustus), terwijl de vliegperiode van solitaire bijen, en daarmee ook het moment waarop ze gaan nestelen, verschilt per soort. Een flink deel van de soorten zal een nest hebben gemaakt voorafgaand aan het moment dat het bloemaanbod werd gemeten. In de huidige analyse is dus de aanname gedaan dat de verschillen in bloembedekking en bloemdiversiteit tussen bermen gedurende het seizoen min of meer gelijk bleven.

De analyse bestond uit een zogenaamde 'all-possible-subset-selection', waarbij een apart model werd gemaakt voor elke mogelijke combinatie van het wel of niet toevoegen van verklarende variabelen (predictoren) zijn getest. Eerst werden modellen gemaakt met telkens één predictor, vervolgens modellen met telkens een andere combinatie van twee predictoren), vervolgens modellen met drie en vier factoren, en uiteindelijk een model met vijf factoren. Telkens werd gecorrigeerd voor mogelijke verschillen tussen de twee jaren, bijvoorbeeld als gevolg van verschillende weersomstandigheden.

Per subset van modellen met hetzelfde aantal predictoren, werden de modellen geordend van best passend naar minst passend op basis van de mean deviance (een maat voor de goodness-of-fit). Per predictor die in het model is opgenomen, is de p-waarde bekend en bij een p-waarde kleiner dan 0,05 wordt een predictor als significant aangemerkt. Modellen waarvoor alle predictoren significant zijn, zijn nader onderzocht.

3 Aangetroffen bestuivers en andere bodemnestelende insecten

3.1 Solitaire bijen en graafwespen

In 2018 zijn in totaal tien solitaire bijen in de vallen terechtgekomen (zie Tabel 2). Daarvan waren er vier geelstaartklaverzandbijen (*Andrena wilkella*), alle op een maatregellocatie, en zes roodgatjes (*Andrena haemorrhoa*), waarvan twee op controlelocaties en vier op maatregellocaties.

In 2019 zijn in totaal drie solitaire bijen gevangen: twee roodgatjes, waarvan één op een controlelocatie en één op een maatregellocatie, en een wimperflanzandbij op een maatregellocatie (*Andrena dorsata*).

De geelstaartklaverzandbij is vrij zeldzaam en staat als kwetsbaar op de Rode Lijst (Reemer, 2018). De soort komt wel verspreid over het hele land voor en nestelt in alle bodemsoorten. Voor voedsel bezoekt deze soort echter alleen vlinderbloemigen. De geelstaartklaverzandbij heeft één generatie per jaar met de piek van de vliegperiode van half mei tot en met juni. De wimperflanzandbij en het roodgatje zijn beide algemene soorten en niet bedreigd. De wimperflanzandbij komt voornamelijk in zuidoost- en midden-Nederland voor en nestelt daar zowel op zandpaden als in steilwandjes van löss, klei of leem. De wimperflanzandbij heeft twee generaties per jaar waarbij de pieken in de vliegperiode in april en juli liggen. Het roodgatje is een algemeen voorkomende soort in Nederland en nestelt in zanderige gebieden in onder andere tuinen, parken, weilanden en akkers. Het roodgatje is een vroeg vliegende soort en heeft de piek in zijn vliegtijd van half april tot en met half mei. De wimperflanzandbij en het roodgatje zijn beide polylectisch, wat wil zeggen dat ze een brede variatie aan planten bezoeken voor nectar.

Tabel 2 Vangsten van solitaire bijen en graafwespen in de piramidevallen.

Jaar	Locatie	Soort	Aantal
2018	C1	<i>Andrena haemorrhoa</i>	2
2018	M1	<i>Andrena haemorrhoa</i>	2
2018	M10	<i>Andrena haemorrhoa</i>	1
2018	M10	<i>Andrena wilkella</i>	4
2018	M1	<i>Andrena haemorrhoa</i>	1
2018	M6	<i>Crabo peltarius</i>	2
2019	C9	<i>Andrena haemorrhoa</i>	1
2019	M2	<i>Andrena haemorrhoa</i>	1
2019	M5	<i>Andrena dorsata</i>	1
2019	M6	<i>Crabo cribrarius</i>	1

Op locatie M6 zijn tweemaal in 2018 en eenmaal in 2019 één graafwesp gevangen in de val. In 2018 betrof het de kleine zeefwesp (*Crabo peltarius*). In 2019 betrof het de grote zeefwesp (*Crabo cribrarius*). Graafwespen leven solitair en de meeste soorten nestelen net als solitaire bijen in de grond, sommige soorten nestelen in holle stammen of stengels. Graafwespen spelen in beperkte mate ook een rol als bestuivers, maar belangrijker: hun nesten en nestelplekken lijken in hoge mate op die van de meeste solitaire bijen. Derhalve zijn deze ook opgenomen in de analyse van de resultaten van de bodemnestelende bestuivers.

3.2 Hommels

In 2018 zijn er vier hommels in de piramidevallen terechtgekomen (één akkerhommel (*Bombus pascuorum*) op een controlelocatie, twee akkerhommels en één aardhommel (*Bombus terrestris*) op maatregellocaties) (zie Tabel 3). In 2019 zijn er tien hommels in de piramidevallen terechtgekomen (drie akkerhommels op controlelocaties, negen akkerhommels en één aardhommel op maatregellocaties).

De gevangen hommelsoorten zijn sociale bijen, waarvan alleen de koningin overwintert. Hommels die in februari tot en met ongeveer april actief zijn, betreffen alle koninginnen. Daarna volgen eerst de werksters en later ook de mannetjes en jonge koninginnen. De gevangen hommels in april (6) zijn dus mogelijk koninginnen en de vangsten van juni (8) werksters (op één mannetje na). De aangetroffen koninginnen zouden een holte in de bodem gebruikt kunnen hebben als verblijfplaats. Bij de aangetroffen aantallen is het niet aannemelijk dat er een nest in de bodem onder de piramidevallen aanwezig was, maar dat de werksters en mannetjes de piramideval zijn ingekropen. Afhankelijk van de soort kan een volk uit enkele tientallen tot enkele honderdtallen individuen bestaan. De hommels in de vallen betreffen dus waarschijnlijk voornamelijk werksters die onder het tentdoek kruipen en een uitweg proberen te zoeken via de vangpot. In de statistische analyse van mogelijke, verklarende factoren zijn de hommels dan ook niet meegenomen.

Tabel 3 Vangsten van hommels in de piramidevallen.

Jaar	Locatie	Soort	Aantal
2018	C10	<i>Bombus pascuorum</i>	1
2018	M10	<i>Bombus pascuorum</i>	1
2018	M10	<i>Bombus terrestris</i>	1
2018	M2	<i>Bombus pascuorum</i>	1
2019	C1	<i>Bombus pascuorum</i>	2
2019	C9	<i>Bombus pascuorum</i>	1
2019	M3	<i>Bombus pascuorum</i>	1
2019	M1	<i>Bombus pascuorum</i>	3
2019	M10	<i>Bombus pascuorum</i>	2
2019	M2	<i>Bombus terrestris</i>	1

3.3 Eikenpages

Hoewel eikenpages (*Favonius quercus*) geen befaamde bestuivers zijn (de volwassen vlinders voeden zich voornamelijk met honingdauw), ze ook niet nestelen in de bodem en dus ook niet relevant zijn voor het onderzoeksdoel, willen wij deze opvallende vondsten toch bespreken in deze rapportage. Tijdens de ronde op 14 juni 2018 werden opvallend veel eikenpages aangetroffen in de piramidevallen, zowel op controlelocaties als op maatregellocaties. In totaal betrof het tijdens die ronde twintig individuen, verdeeld over de volgende locaties: C-3 t/m 6, C-8, C-10, M-3, M-6 en M-9. Tijdens de ronde op 27 juni 2018 is tevens nog één eikenpage aangetroffen op locatie M-4. Het betrof zowel mannelijke als vrouwelijke vlinders.

De eikenpage leidt over het algemeen een teruggetrokken leven hoog in de toppen van grote zomereiken (*Quercus robur*). In de omgeving van Sint Anthonis staan veel zomereiken als rijbeplanting langs de wegen, zo ook op of nabij de meeste onderzoekslocaties. De rupsen van de eikenpage eten van de bladknoppen van zomereiken, maar verpopping kan zowel tussen de schors als in de strooisellaag onder de boom plaatsvinden. Vermoedelijk zijn de gevangen vlinders in de strooisellaag onder de piramidevallen verpopt en onbedoeld als bijvangst in de vangpotten terechtgekomen. Mogelijk heeft de verpopping door de warmte van de zwarte piramidevallen versneld plaatsgevonden, de standaard vliegtijd van de eikenpage is namelijk van begin juli tot en met eind augustus.

Het voorkomen van de eikenpage is van nature al vrij schaars, maar is de afgelopen decennia langzaam afgenomen (Vlinderstichting 2020). De vondst van deze eikenpages in de vallen te Sint Anthonis laat zien dat wegbermen niet alleen van waarde kunnen zijn voor wilde bijen en zweefvliegen, maar tegelijkertijd ook een waardevolle bijdrage leveren aan de levenscyclus van andere insecten.

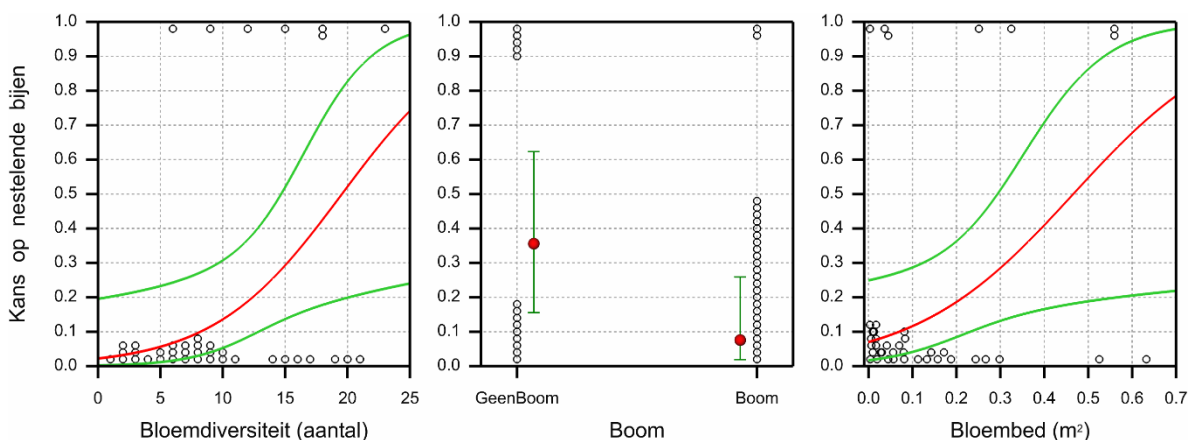
4 Mogelijke verklarende factoren

In Tabel 4 zijn de modellen met enkele predictoren weergegeven bij een logistische regressie volgens de all-possible-subset-selection methode, in grijs gearceerd de significante ($p < 0.05$) verklarende variabelen. In alle modellen is gecorrigeerd voor het jaar waarin de resultaten zijn verkregen. In Bijlage 2 is een overzichtstabel met de resultaten van alle mogelijke modellen te vinden. De 'adjusted R^2 ' geeft de maat voor het deel van de variatie dat wordt verklaard door het statistische model, aangepast voor het aantal predictoren dat in het model is opgenomen. Wanneer niet-significante predictoren in een model worden opgenomen, zal dat de waarde doen afnemen. 'MeanDev' is een waarde die de gemiddelde passendheid van het model weergeeft, waarbij een lagere waarde een beter passend model indiceert.

Tabel 4 Uitkomsten logistische regressie met all-possible-subset-selection.

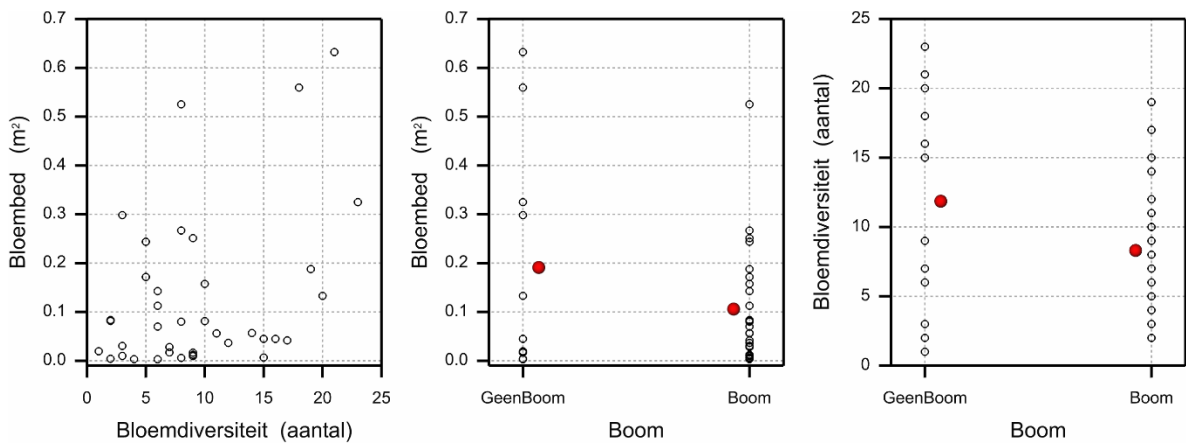
Model	Adjusted R^2	MeanDev	Bloemdiversiteit	Boom bedekking	Bloembedekking	Type locatie	Offset
A1	13.16	0.8260	.012	-	-	-	-
A2	9.11	0.8646	-	-	.026	-	-
A3	8.65	0.8690	-	.029	-	-	-
A4	<0.00	0.9545	-	-	-	.205	-
A5	<0.00	0.9924	-	-	-	-	.650

Na correctie voor jaar is er een significant effect van bloemdiversiteit ($p=0,012$), bloembedekking ($p=0,026$) en boombedekking ($p=0,029$). Er zijn geen aanwijzingen dat meerdere predictoren nodig zijn in een model; bij modellen met twee predictoren is bij alle mogelijke combinaties altijd maar maximaal één predictor significant (zie tabel Bijlage 2). Het type locatie (ingezaaid of niet ingezaaid) en de offset (het aantal dagen dat de vallen op die locatie gemiddeld actief waren) bleken geen significant effect te hebben op de kans van aanwezigheid van nesten van bodemnestelende bestuivers. In Figuur 9 wordt de kans op bodemnestelende bijen en de significante predictoren weergegeven met daarbij ook de 95% betrouwbaarheidsinterval (groen). Hieruit blijkt dat naarmate de diversiteit aan bloemen hoger is, de kans op aanwezigheid van nesten van bodemnestelende bestuivers groter is. Hetzelfde geldt voor de oppervlakte van bloemen (bloembedekking). Wanneer er geen bomen aanwezig zijn op een locatie is de kans ook groter dat er nesten van bodemnestelende bestuivers aanwezig zijn.



Figuur 9 Weergave relaties afhankelijke variabelen en de significante predictoren (rode lijn) met 95% betrouwbaarheidsinterval (groene lijnen). De bolletjes geven de gestapelde waargenomen aan- en afwezigheid weer.

In Figuur 10 zijn de significante predictoren tegen elkaar uitgezet. Er was geen sprake van een significante correlatie tussen bloembedekking en bloemdiversiteit (d.w.z. collineariteit tussen deze twee predictoren). Met andere woorden, wanneer de bloembedekking hoog was, wilde dat niet per se zeggen dat de diversiteit aan soorten bloemen ook hoog was en vice versa. Wel was zowel de bloemdiversiteit als de bloembedekking gemiddeld hoger op locaties zonder bedekking van bomen.



Figuur 10 Onderlinge relaties tussen de significante predictoren.

5 Discussie en conclusie

5.1 Het gebruik van wegbermen als nestelplek

Voor sommige soorten solitaire bodemnestelende bijen is onderzoek gedaan naar hun specifieke habitateisen. Zo bleek uit onderzoek van Potts & Willmer (1997) dat de roodpotige groefbij (*Halictus rubicundus*), een soort wiens nesten vaak worden waargenomen in zandige paden en opritten, strenge eisen stelt aan de textuur en vochtigheid van de bodem, evenals aan de windrichting indien sprake is van een helling. Daarentegen vonden Fortel et al. (2016) op basis van artificiële nestlocaties (ingegraven bakken met kale bodem) geen effect van bodemtype of bodemtextuur op het aantal nestelende bijen en hun soortenrijkdom. De meeste van deze studies hadden echter betrekking op kale bodems. Minder onderzoek is gedaan naar de mate waarin bodems met een grazige vegetatiebedekking, zoals wegbermen, een geschikte nestelplek kunnen bieden voor bijen en aan welke functie-eisen deze vegetatie moet voldoen. In de hier beschreven studie zijn deze vragen nader onderzocht door twee jaar lang bodemnestelende bijen en andere insecten te inventariseren in wegbermen in de gemeente Sint Anthonis.

In beide meetjaren was het totaal aantal solitaire bijen dat werd gevangen erg laag. Aangezien de vallen van begin maart tot eind juni continu bleven staan, is het onwaarschijnlijk dat veel bijen zijn gemist die wel in het door de val bedekte grondoppervlak nestelden. Er lijkt dus op de onderzochte locaties daadwerkelijk sprake te zijn geweest van een beperkte dichtheid van solitaire bijennesten. Dit is niet geheel onverwachts, aangezien de gemiddelde nestdichtheden van solitaire bijen vermoedelijk van nature vrij laag zijn. Welke dichtheden exact verwacht mogen worden op een geschikte nestlocatie, is slechts sporadisch onderzocht. Een van de weinige beschikbare voorbeelden is een experiment in Californië (Sardinas et al., 2014) waarbij piramidevallen met eenzelfde grondoppervlak (1 m² elk) werden geplaatst in een zeer open naaldbosbiotoop (chapparal). De daar aangetroffen aantallen bijen waren aanzienlijk hoger dan in de huidige studie (225 solitaire bijen in 40 vallen, tegenover respectievelijk drie en 10 solitaire bijen in 100 vallen te Sint Anthonis in 2018 en 2019). Een belangrijke reden daarvoor is vermoedelijk het feit dat California sowieso een in absolute zin veel groter aantal bijensoorten herbergt. Het is echter ook goed mogelijk dat dichtheden in bodems met een grazige vegetatie over het algemeen lager zijn. Het huidige onderzoek is een van de eerste die hier meer inzicht in geeft.

Wanneer de in dit onderzoek aangetroffen (lage) dichtheden inderdaad meer algemeen geldig zouden zijn, betekent dit echter nog niet dat wegbermen geen waardevolle bijdrage leveren als nestelhabitat voor bijen. Ondanks het aanzienlijke aantal gebruikte vallen betrof het totale onderzochte bodemoppervlak van 100 m² slechts een minieme fractie van het totale oppervlak aan gemeentelijke wegbermen in de gemeente Sint Anthonis. In 2016 is alleen al 27 kilometer aan wegbermen in de gemeente Sint Anthonis ingezaaid voor bestuivers, wat neerkomt op 50 hectare. Daarnaast zijn er ook nog bermen binnen de gemeente die niet ingezaaid zijn. Ook bij dichtheden van 5 tot 10 bijen per 100 m² betekent dit dat de gemeentelijke wegbermen in Sint Anthonis gezamenlijk mogelijk vele duizenden solitaire bijen kunnen huisvesten.

De mate waarin een habitat wordt benut als nestelplek, is uiteraard eveneens afhankelijk van het aantal bijen en bijensoorten dat de locatie weet te bereiken. In dat verband valt op dat in de netvangsten van bloembezoekende bijen in het eerdere onderzoek van studenten Van der Kolk (meetjaar 2016), Willems (meetjaar 2017+2018) en Ten Dam (meetjaar 2018) een flink aantal bodemnestelende solitaire bijensoorten werd aangetroffen (zie Bijlage 1; 14 bodemnestelende solitaire soorten waarvan zes in het overlappende meetjaar 2018), waarvan er geen enkele in de piramidevallen werd waargenomen. Een aanzienlijk verschil in gevangen soorten tussen verschillende meetmethoden komt vaker voor. Zo vonden Sardinas et al. (2014) eveneens weinig overlap tussen soorten gevangen via pan-vallen, netvangsten en piramidevallen. In de huidige studie zijn hier verschillende verklaringen voor denkbaar.

Ten eerste werd het merendeel van de genoemde veertien soorten slechts in één meetjaar waargenomen, en met slechts één of twee exemplaren, wat mogelijk betekent dat het toevallige migranten betrof en dat geen sprake is van een lokaal nestelende populatie. De drie soorten die in hogere aantallen werden waargenomen, de pluimvoetbij (*Dasypoda hirtipes*), matte bandgroefbij (*Lassioglossum leucozonium*) en kleine roetbij (*Panurgus calceratus*), nestelen communiaal en/of in aggregaties, wat de trefkans op basis van random geplaatste piramidevallen klein maakt.

Verder heeft het onderzoek naar de bloembezoekende bestuivers steeds plaatsgevonden in de periode van eind juli tot en met begin augustus (zie Bijlage 1) en het onderzoek naar de nesten in de bodem vanaf ongeveer maart tot en met juni. Voor drie soorten, de pluimvoetbij (*Dasypoda hirtipes*), gewone slobkousbij (*Macropis europaea*) en de kleine roetbij (*Panurgus calceratus*), verklaart dit het gebrek aan waarneming in de piramidevallen, aangezien deze soorten pas vliegen pas vanaf juni. Voor de overige elf soorten is dit geen afdoende verklaring, aangezien zij een vliegtijd kennen die in ieder geval voor een aanzienlijk deel overlapt met de vangstperiode van de piramidevallen. Andersom geldt ook voor de drie soorten die wel in de piramidevallen werden gevangen (geelstaartklaverzandbij (*Andrena wilkella*), roodgatje (*Andrena haemorrhoa*) en wimperflanzandbij (*Andrena dorsata*)) dat de vliegtijd overlapt met beide inventarisatieperioden.

Ten slotte nestelen de veertien net-gevangen soorten alle in horizontale bodems met open kale/schaars-begroeide grond. Bijen zijn warmteminnende insecten en veel solitaire bijen nestelen in zon-beschenen bodem. Van slechts enkele soorten, de grasbij (*Andrena flavipes*) en de matte bandgroefbij (*Lassioglossum leucozonium*), is daarnaast met zekerheid bekend dat deze tevens nestelen in horizontale bodems met korte grazige vegetatie (Peeters et al., 2012), het habitatype dat het sterkst overeenkomt met de gemiddelde grazige berm. Daarvan werd alleen de matte bandgroefbij waargenomen in het overlappende meetjaar 2018.

Hoewel het niet ondenkbaar is dat meer van de veertien net-gevangen soorten ook af en toe in hogere grazige vegetatie nestelen, geven zij vermoedelijk in elk geval de voorkeur aan een meer schaars begroeide bodem. Dit habitatype is te Sint Anthonis ook aanwezig in de vorm van kale akkerranden en slotenkanten, wat wellicht de noodzaak om de grazige bermen te benutten vermindert, ook als ze daar nog wel foerageren. Recent namen ook Cope et al. (2019) een flink groter aantal grond-nestelende bijensoorten waar door vliegende exemplaren te vangen (via netvangsten en pan-vallen) dan door het vangen van bodem-verlatende bijen via piramidevallen. Zij vonden hierbij een relatie met het vliegvermogen van de bijen, waarbij grotere soorten die verder kunnen vliegen oververtegenwoordigd waren in de net-vangsten en pan-vallen. Dit doet vermoeden dat deze soorten inderdaad elders nestelden en slechts op de vanglocatie aanwezig waren op zoek naar voedsel.

5.2 Vegetatiestructuur, bloemaanbod en microklimaat als mogelijke sturende factoren

Mede op basis van de uit literatuur en praktijk bekende voorkeur van veel bodemnestelende bijen voor kale of schaars begroeide bodem, was voorafgaand aan het huidige onderzoek de hypothese dat een combinatie van het roven van de bodem en het inzaaien met bloemen, zoals toegepast in de gemeentelijke bermen te Sint Anthonis, zou resulteren in een hogere functionaliteit als nestelplek voor bijen. Het verwijderen van de voedselrijke toplaag resulteert zowel in een opener bodemstructuur als in een verminderde nutriëntenbeschikbaarheid in de nieuwe toplaag. In combinatie met het inzaaien van een grote hoeveelheid kruiden op een kale bodem vermindert dit de concurrentie van de kruidachtige vegetatie met snelgroeiende grassen, wat in potentie resulteert in een meer open vegetatiestructuur, waarbij meer zonlicht de bodem bereikt en de bodem makkelijker toegankelijk is voor bijen die op zoek zijn naar een nestelplek.

In het huidige onderzoek kon echter geen verschil worden aangetoond tussen de maatregelbermen (geroofd en ingezaaid) en de controlebermen in de potentie van de berm als nestelplek voor bijen. Deels spelen de lage aantallen waargenomen exemplaren hierbij een rol, wat het lastig maakt om harde uitspraken te doen over het daadwerkelijk ontbreken van een verschil in potentie als nestelplek

en eventuele oorzaken hiervan. De observaties ter plekke en de gevonden significante effecten van enkele omgevingsfactoren bieden echter wel aanknopingspunten en zijn aanleiding voor gerichte vervolgstudies.

Een belangrijke observatie is dat het verschil in vegetatiestructuur tussen de twee typen bermen gedurende de meetjaren 2018 en 2019 minder uitgesproken was dan op basis van de uitgevoerde behandeling was verwacht. Het voorjaar van 2017 (toen de bermen net waren geroofd en ingezaaid) en de drie daaropvolgende zomers (2017, 2018, 2019) waren aanzienlijk droger en warmer dan het langjarig gemiddelde voor deze maanden (KNMI, 2020). De combinatie van deze droge weersomstandigheden en de geroofde bodem heeft waarschijnlijk een negatieve invloed gehad op de kieming en rozet-ontwikkeling van met name de ingezaaide meerjarige kruiden, terwijl grassen konden oprukken vanuit de naastgelegen grasmat. Hoewel in 2017 de eenjarige kruiden wel opkwamen (Figuur 2 en Ten Dam, 2019), was het gevolg dat ten minste een deel van de maatregelbermen in het eerste meetjaar met piramidevallen (2018) alweer behoorlijk vergrast was en qua vegetatiestructuur maar beperkt verschilde van de controlebermen (zie Figuur 11 voor twee voorbeelden). Mogelijk maakte dit de bodem minder toegankelijk als nestplek voor bijen (Cane, 1991).

Onze huidige resultaten lieten wel een significante relatie zien tussen bermen met of zonder bomen, waarbij bermen die werden overschaduwd door bomen minder potentie vertoonden als nestplek voor bijen. Waarschijnlijk speelt hierbij met name de invloed op het microklimaat in en op de bodem een rol, aangezien veel bijen een zonbeschenen bodem prefereren die sneller opwarmt. De invloed van de bomen in de berm leek de effecten van de droogte van 2018 en 2019 te versterken, doordat de bomen al een goed ontwikkeld wortelstelsel hebben en bij droge zomers veel vocht uit de bodem onttrekken. Hierdoor was de bodem onder de bomen droger en harder, en wellicht minder geschikt als nestplek (Cane, 1991). Een tweede mogelijkheid is dat sprake was van een indirect effect, doordat de aanwezigheid van de bomen ook een negatieve invloed had op de bloemrijkdom (zowel in termen van bloemdiversiteit als bloembedekking; zie H2 en Ten Dam, 2019).

In een recent gepubliceerd onderzoek vergeleken Cope et al. (2019), eveneens op basis van piramidevallen, het gebruik als nestplek door bijen en graafwespen van velden van 0.1 ha die ofwel waren ingezaaid met een bloemenmengsel, ofwel bedekt waren met grasland. In deze studie bleken de ingezaaide velden wel duidelijk meer in gebruik als nestplek door bijen en graafwespen. Cope et al. (2019) verklaarden dit niet alleen via een effect op het microklimaat, maar ook via de grotere beschikbaarheid van bloemaanbod, wat meer bijen aantrekt en de bijen zou kunnen verleiden om het veld te kiezen als een geschikte nestplek vanwege de zekerheid van voldoende voedsel in de directe nabijheid van het nest. Hoewel een dergelijke relatie tussen bloemaanbod en de kans op het aantreffen van bodemnestelende bijen niet onlogisch is gezien de beperkte vliegafstand van veel solitaire bijensoorten (Gathmann & Tsjarntke, 2002), is er tot dusver weinig wetenschappelijk bewijs dat bijen de beschikbaarheid van bloemen meenemen in de keuze van hun nestplek. Wel vonden Suzuki et al. (2009) enig indirect bewijs dat hommelmengelingen een nestlocatie prefereren die in de buurt ligt van een plek met veel voedselaanbod: op dergelijke plekken werd een significant groter aantal koninginnen aangetroffen dat actief op zoek was naar een holte om in te nestelen. Binnen de Kennisimpuls Bestuivers is begin 2020 een experiment gestart waarbij artificiële nestplekken voor bodemnestelende bijen (kistjes met lemige en kleiige bodem) zijn geplaatst op verschillende afstanden van een ingezaaide bloemenrand. Wellicht biedt dit meer inzicht in de rol van afstand tot bloemaanbod op de keuze van een nestplek.

Indien het bloemaanbod ter plaatse inderdaad een rol speelt als criterium voor bijen bij het kiezen van een nestplek, zou dit een extra verklaring kunnen vormen voor het gebrek aan verschil in potentie als nestplek tussen de twee typen bermen in onze huidige studie. Hoewel de bloemdiversiteit en bloembedekking in 2017 in absolute zin wel significant hoger waren in de ingezaaide bermen dan in de controlebermen, was dit in 2018 al niet meer het geval. De meerjarige 'boost' van het bloemaanbod in de ingezaaide randen kwam dus minder tot stand dan gehoopt. En hoewel na 2017 in beide bermtypen het bloemaanbod beperkt was, waren ook in enkele controlebermen de nodige bloeiende plantensoorten te vinden.

Wanneer het onderscheid in bermtypen werd losgelaten en voor alle twintig onderzochte locaties het bloemaanbod in het jaar voorafgaand aan de vangsten in de piramidevallen (het moment waarop de keuze voor de nestelplek werd gemaakt) werd meegenomen in de statistische modellen, vonden we wel een significant positieve relatie tussen de potentie als nestelplek en zowel de bloemdiversiteit als de bloembedekking. Dit resultaat lijkt de hypothese dat bloemaanbod een rol speelt bij de nestelkeuze te ondersteunen, al moet daarvoor wel de aanname worden gedaan dat de verschillen tussen bermen in bloemdiversiteit en bloembedekking ten tijde van de vegetatie-inventarisaties (eind juli/begin augustus) min of meer gelijk waren aan de verschillen op de momenten dat de aangetroffen bijen hun nest maakten (verschillend per soort, maar voor alle soorten al eerder in het seizoen). In werkelijkheid is het bloemaanbod afhankelijk van de exacte soortensamenstelling van de lokale vegetatie en verandert deze vaak aanzienlijk gedurende het seizoen. Dit maakt het lastig om op basis van deze resultaten een harde conclusie te trekken over de waarde van de bloemdiversiteit en/of bloembedekking in een grazige berm voor diens waarde als nestelplek voor bijen. Verder is het niet onwaarschijnlijk dat de meer bloemrijke plekken ook een opener vegetatie hadden, zowel in de controlebermen als maatregelbermen, en het effect van de bloemrijke vegetatie dus toch weer via de vegetatiestructuur loopt.



Figuur 11 Piramidevallen in twee relatief sterk 'vergraste' maatregelbermen.

5.3 Conclusie

5.3.1 In hoeverre zijn wegbermen geschikt als nestelgelegenheid voor bodemnestelende bijen?

In beide meetjaren werden inderdaad bijen aangetroffen die in de bermen moeten hebben genesteld, al waren de aantallen gevangen grondnestelende bijen in beide meetjaren (2018 als 2019) relatief laag. Dit was echter niet onverwacht gezien het onderzochte grondoppervlak, en belangrijker: de aangetroffen dichtheden duiden nog altijd op de aanwezigheid van een groot aantal bodemnesten van bestuivers in de wegbermen van de gemeente Sint Anthonis. Als de aangetroffen dichtheden van 3 tot 10 bijennesten per 100 m² worden geëxtrapoleerd, komt dit neer op potentieel 15.000 tot 50.000 bijennesten in alleen al de ingezaaide bermen te Sint Anthonis. Dit is belangrijk om in gedachten te houden bij de planning van eventuele werkzaamheden in bermen die de bodem verstoren, om zo de kans te beperken dat daarbij bodemnesten verloren gaan.

Het lijkt aannemelijk dat ook in andere regio's in Nederland wegbermen ten minste in zekere mate waardevol zijn als nestelplek voor bijen. Dit geldt vermoedelijk ten minste voor andere gemeentebermen op de hoge zandgronden in het oosten en zuiden van het land. Voor bermen op andere bodemtypen, zoals zeeklei en rivierklei, zou het waardevol zijn om het gebruik als nestelplek middels vergelijkbare studies te verifiëren. De soortensamenstelling van lokale bijenpopulaties, en daarmee ook de eisen die zij stellen aan een nestelplek, is namelijk sterk afhankelijk van het bodemtype.

5.3.2 Nestelen wilde bijen vaker in ingezaaide bermen dan in niet-ingezaaide bermen?

In het huidige onderzoek werd, in tegenstelling tot eerder buitenlands onderzoek, geen significant verschil gevonden in potentie als nestelplek tussen bermen die wel of niet waren ingezaaid met een bloemenmengsel (in combinatie met het roven van de bodemtoplaag). Zowel de vegetatiestructuur als het microklimaat speelt hierbij vermoedelijk een rol. Beide worden onder meer sterk beïnvloed door de aanwezigheid van bomen in de berm, die enerzijds vocht onttrekken aan de bodem in droge perioden en anderzijds voor veel schaduw zorgen. In het huidige onderzoek bleek de potentie als nestelplek significant lager in bermen met bomen.

5.3.3 In hoeverre hangt het gebruik als nestelgelegenheid samen met het bloemaanbod ter plekke (bloembedekking en bloemdiversiteit)?

Wanneer het onderscheid in maatregel- en controlebermen werd losgelaten, werd in de dataset als geheel een significant positieve relatie aangetroffen tussen de potentie als nestelplek en de lokale bloemdiversiteit en bloembedekking in het voorafgaande seizoen. Dit zou erop kunnen duiden dat meer bloemen (voedsel) in de nabije omgeving een locatie meer geschikt maken als nestelplek voor bijen. Mocht dat het geval zijn, dan zou dat een belangrijk extra argument zijn om in te zetten op het bevorderen van het bloemaanbod in wegbermen, niet alleen via inzaaien, maar zeker ook via een aangepast maaibeheer. Op basis van onze resultaten is deze conclusie echter niet te trekken, mede omdat het bloemaanbod niet werd gemeten op exact hetzelfde moment als waarop de bijen hun nest zochten. Het is dan ook waardevol om deze hypothese nader te onderzoeken in gerichte experimenten, waarbij het bloemaanbod wordt gevarieerd rondom artificiële nestelplekken (om zo de variatie in andere factoren zo ver mogelijk te beperken). Een dergelijk experiment loopt inmiddels binnen de Kennisimpuls Bestuivers.

Literatuur

- Albrecht, M., B. Schmid, Y. Hautier, and C. B. Muller. 2012. Diverse pollinator communities enhance plant reproductive success. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279 (1748): 4845-4852. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2012.1621>.
- Biesmeijer, J. C., S. P. M. Roberts, M. Reemer, R. Ohlemüller, M. Edwards, T. Peeters, A. P. Schaffers, et al. 2006. Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313 (5785): 351-354.
- Dam, S. v. 2019. *Multi-year effects of roadside wildflower strips on pollinators in Sint Anthonis*, Plant Ecology and Nature Conservation, Wageningen University and Research, Wageningen.
- Garibaldi, L. A., I. Steffan-Dewenter, A. Holzschuh, R. Winfree, F. Benjamin, D. Cariveau, M. A. Aizen, et al. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 340 (6127): 1608-1611. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1230200>.
- Geomorfologische kaart Nederland. 2017. edited by Wageningen University and Research: Publieke Dienstverlening Op de Kaart.
- Goulson, D., E. Nicholls, C. Botías, and E. L. Rotheray. 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science (New York, N.Y.)* 347 (6229): 1255957. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1255957>.
- Kleijn, D., R. J. Bink, C. J. F. t. Braak, R. v. Braak, W. A. Ozinga, I. Roessink, J. A. Scheper, et al. 2018. Achteruitgang insecten populaties in Nederland: trends, oorzaken en kennis lacunes. Wageningen: Wageningen Environmental Research.
- Kleijn, D., R. Winfree, I. Bartomeus, L. s. G. Carvalheiro, M. I. Henry, R. Isaacs, A.-M. Klein, et al. 2015. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications* 6 (1). <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms8414>.
- Nationale bijenstrategie; Bed & Breakfast for Bees 2018. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Nieto, A., S. P. M. Roberts, J. Kemp, P. Rasmont, M. Kuhlmann, M. García Criado, J. C. Biesmeijer, et al. 2014. "European red list of bees." In. Luxembourg: Publications Office. <http://bookshop.europa.eu/uri?target=EUB:NOTICE:KH0714078:EN:HTML> <http://dx.publications.europa.eu/10.2779/77003>.
- Ollerton, J., R. Winfree, and S. Tarrant. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120 (3): 321-326.
- Ozinga, W. A., J. A. Scheper, G. A. d. Groot, M. Reemer, I. Raemakers, C. v. Dooremalen, K. Biesmeijer, and D. Kleijn. 2018. "Wilde bijen en zweefvliegen per landschapstype." In. Wageningen: Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/465935>.
- Peeters, T. M. J., P. v. Breugel, A. J. v. Loon, and I. v. Noortwijk. 2012. *De Nederlandse bijen (Hymenoptera: Apidae S.L.)*. Natuur van Nederland, 2214-1189; 11. Leiden Utrecht: Naturalis Biodiversity Center; European Invertebrate Survey; KNNV Uitgeverij [distr.].
- Potts, S. c., K. c. Biesmeijer, R. c. Bommarco, T. c. Breeze, L. c. Carvalheiro, c. Franzén, J. P. c. González-Varo, et al. 2015. "Status and trends of European pollinators: key findings of the STEP project." In. Sofia: Pensoft Publishers. <http://edepot.wur.nl/389377>.
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger, and W. E. Kunin. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution* 25 (6): 345-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Reemer, M. 2018. "Basisrapport voor de Rode Lijst Bijen." In. [Leiden]: EIS Kenniscentrum Insecten en andere ongewervelden. <http://edepot.wur.nl/449292>.
- Sardiñas, H. S., and C. Kremen. 2014. Evaluating nesting microhabitat for ground-nesting bees using emergence traps. *Basic and Applied Ecology* 15 (2): 161-168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2014.02.004>.

-
- Sardiñas, H. S., K. Tom, L. C. Ponisio, A. Rominger, and C. Kremen. 2016. Sunflower (*Helianthus annuus*) pollination in California's Central Valley is limited by native bee nest site location. *Ecological Applications* 26 (2): 438-447. <http://dx.doi.org/10.1890/15-0033>.
- Scheper, J., M. Reemer, R. van Kats, W. A. Ozinga, G. T. J. van der Linden, J. H. J. Schaminée, H. Siepel, and D. Kleijn. 2014. Museum specimens reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in The Netherlands. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111 (49): 17552-17557.
- Willems, J. J. J. A. 2018. *Inzaaien van wegbermen heeft een positief effect op bestuivende insecten in Sint Anthonis*, Plant Ecology and Nature Conservation, Wageningen University and Research, Wageningen.
- Zurbuchen, A., L. Landert, J. Klaiber, A. Müller, S. Hein, and S. Dorn. 2010. Maximum foraging ranges in solitary bees: only few individuals have the capability to cover long foraging distances. *Biological Conservation* 143 (3): 669-676. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>.

Bijlage 1 Bloembezoekende bijen

Resultaten van het onderzoek uitgevoerd door Henk Jan van der Kolk (2016), Jeffrey Willems (2017, 2018) en Stef ten Dam (2018). De soorten in zwart lettertype nestelen in de bodem, de soorten in grijs niet. Wanneer de Nederlandse naam schuingedrukt is, is het een (semi)sociale bijensoort.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	2016		2017		2018	
		controle	maatregel	controle	maatregel	controle	maatregel
Donkere rimpelrug	<i>Andrena bimaculata</i>						1
Grasbij	<i>Andrena flavipes</i>	1					
Zandbij	<i>Andrena sp.</i>	2					
Kleine harsbij	<i>Anthidium strigatum</i>		5				1
Honingbij	<i>Apis mellifera</i>	1	3	1	26		
Steenhommel	<i>Bombus lapidarius</i>	1				1	1
Veldhommel	<i>Bombus lucorum</i>	1					
Akkerhommel	<i>Bombus pascuorum</i>	33	45	2	6	20	20
Weidehommel	<i>Bombus pratorum</i>			1			
Hommel	<i>Bombus sp.</i>	7	15	2			
Aardhommel	<i>Bombus terrestris</i>					5	4
Wormkruidbij	<i>Colletes daviesanus</i>	13	3	5	2	7	2
Zuidelijke zijdebij	<i>Colletes similis</i>					1	
Pluimvoetbij	<i>Dasypoda hirtipes</i>	5	10	3	1	1	3
Roodpotige groefbij	<i>Halictus rubicundus</i>	1					
Parkbronsgroefbij	<i>Halictus tumulorum</i>	2		1			
Tronkenbij	<i>Heriades truncorum</i>	2	4	7	2		2
Brilmaskerbij	<i>Hylaeus dilatatus</i>	1					
Weidemaskerbij	<i>Hylaeus gibbus</i>			1			
Berijpte geurgroefbij	<i>Lasioglossum albipes</i>	1		1			
Gewone geurgroefbij	<i>Lasioglossum calceatum</i>		1			1	
Glanzende bandgroefbij	<i>Lasioglossum zonulum</i>				2		
Gewone smaragdgroefbij	<i>Lasioglossum leucopus</i>	1					
Matte bandgroefbij	<i>Lasioglossum leucozonium</i>	2	2	1		1	2
Groefbij	<i>Lasioglossum sp.</i>		1				1
Biggenkruidgroefbij	<i>Lasioglossum villosulum</i>					3	1
Gewone slobkousbij	<i>Macropis europaea</i>	2	1				
Tuinbladsnijder	<i>Megachile centuncularis</i>				2		
Kleine roetbij	<i>Panurgus calceratus</i>	2	4	2	1		
Bloedbij (parasitair)	<i>Sphecodes sp.</i>					1	
Totaal aantal soorten	totaal	16	10	11	8	10	10
	Hommels	3	1	2	1	3	3
	Honingbij	1	1	1	1		
	Solitaire bijen	12	8	8	6	7	7

Bijlage 2 Overzicht modellen bodemnestelende bestuivers

Modellen logistische regressie volgens de 'all-possible-subset-selection' voor aanwezigheid van nesten van bodemnestelende bestuivers.

Model	Adjusted	MeanDev	BlmDiv	Boom	BlmBed	Type	Offset
A1	13.16	0.8260	.012	-	-	-	-
A2	9.11	0.8646	-	-	.026	-	-
A3	8.65	0.8690	-	.029	-	-	-
A4	<0.00	0.9545	-	-	-	.205	-
A5	<0.00	0.9924	-	-	-	-	.650
Model	Adjusted	MeanDev	BlmDiv	Boom	BlmBed	Type	Offset
B1	17.15	0.7881	.052	.139	-	-	-
B2	16.05	0.7986	.072	-	.178	-	-
B3	14.47	0.8136	-	.100	.091	-	-
B4	12.93	0.8283	.019	-	-	.388	-
B4	11.25	0.8442	.012	-	-	-	.680
B6	11.20	0.8447	-	-	.027	.208	-
B7	7.18	0.8829	-	.026	-	-	.544
B8	6.75	0.8870	-	-	.029	-	.808
Model	Adjusted	MeanDev	BlmDiv	Boom	BlmBed	Type	Offset
D1	17.91	0.7808	.161	.233	.307	-	-
C2	15.30	0.8057	.137	-	.203	.458	-
C3	15.11	0.8075	.061	.144	-	-	.739
C4	15.04	0.8082	.050	.216	-	.768	-
C4	13.65	0.8214	.074	-	.200	-	.985
C6	12.30	0.8342	-	.271	.086	.760	-
C7	12.02	0.8369	-	.104	.114	-	.974
C8	10.65	0.8499	.021	-	-	.422	.791
Model	Adjusted	MeanDev	BlmDiv	Boom	BlmBed	Type	Offset
D1	15.53	0.8035	.170	.348	.325	.918	-
D2	15.52	0.8036	.161	.233	.333	-	.943
D3	13.02	0.8274	.056	.204	-	.719	.695
D4	12.82	0.8293	.140	-	.213	.457	.946
D5	9.72	0.8588	-	.279	.108	.761	.998
Model	Adjusted	MeanDev	BlmDiv	Boom	BlmBed	Type	Offset
E1	13.00	0.8275	.169	.347	.364	.903	.923

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 3019
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 3019
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

