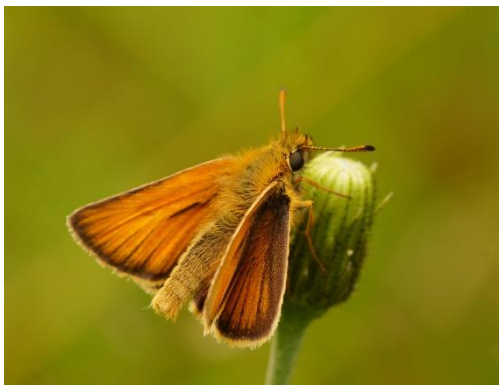


Het effect van maaibeheer op de Nederlandse dagvlinders

Zoë Delamore



Het effect van maaibeheer op de Nederlandse dagvlinders

Auteur

Zoë Delamore

Datum

24-08-2020

Opleiding

Master Biology (MBI) & Master Plant Sciences (MPS)

Vakcode

PEN-70424

Studentnummer

960233-177100

Begeleiders

Chris van Swaay (De Vlinderstichting) & Michiel Wallis de Vries (WUR)

Rapportnummer De Vlinderstichting

SV2020.009

Foto's voorpagina

Chris van Swaay (vlinders) en Zoë Delamore (grasland)

Dit rapport kan worden geciteerd als:

Delamore, Z. (2020) Het effect van maaibeheer op de Nederlandse dagvlinders. Rapport SV2020.009, De Vlinderstichting, Wageningen.

Inhoud

Samenvatting.....	5
Summary	7
1. Inleiding	9
1.1 Achteruitgang dagvlinders.....	9
1.2 Graslandbeheer en vlinders	9
1.3 Onderzoeksvragen en hypothesen	11
2. Methode	12
2.1 Selectie vlindersoorten.....	12
2.2 Kenmerken per route	13
Voedselrijkdom.....	13
Begroeiingstype	13
Maaifrequentie.....	14
Maaimoment	14
2.3 TRIM modellen	14
2.4 Statistische analyses maaibeheer	16
3. Resultaten.....	17
3.1 Maaibeheer op monitoringsroutes	17
3.2 Beste beheer per soort.....	18
Argusvlinder	18
Atalanta	19
Bont zandoogje.....	20
Boomblauwtje	20
Bruin blauwtje	20
Bruin zandoogje.....	21
Citroenvlinder.....	21
Dagpauwoog.....	22
Distelvlinder.....	22
Eikenpage	23
Geelsprietdikkopje	23
Gehakelde aurelia.....	24
Groot dikkopje.....	25
Groot koolwitje.....	25
Hooibeestje	26
Icarusblauwtje	26
Klein geaderd witje	27

Klein koolwitje	27
Kleine vos.....	28
Kleine vuurvliender	28
Koevinkje	29
Landkaartje.....	29
Oranje zandoogje	30
Oranjetipje.....	30
Zwartsprietdikkopje.....	31
3.3 Overzicht beste beheer	32
4. Discussie	33
4.1 Aanbevelingen en conclusie	35
Referenties	36
Bijlagen	39
Bijlage 1. Aantal routes per soort.....	39
Bijlage 2. Statistische resultaten	40
Bijlage 3. Vliegtijden en verspreiding per soort	42
Bijlage 4. Trends per soort.....	55

Samenvatting

De afgelopen decennia is een forse afname van het aantal insecten waargenomen. Een van de insecten groepen waar snelle achteruitgang is waargenomen is bij dagvlinders. Eén van de oorzaken van de achteruitgang van het aantal vlinders is het intensieve maaibeheer, waardoor de mogelijk voordelen van maaien (vershraling en toenemende plantendiversiteit), teniet worden gedaan door de schade die wordt toegebracht.

Na jarenlang onderzoek wordt tegenwoordig geadviseerd om gefaseerd te maaien, waardoor een meer heterogeen landschap ontstaat, vlinders in de nabijheid nectar kunnen vinden en eitjes, poppen en rupsen minder massaal beschadigd worden. Experimentele onderzoeken laten zien dat gefaseerd maaien zou moeten helpen om de diversiteit van vlinders en andere flora en fauna te stimuleren, maar de effecten op lange termijn zijn nog onduidelijk. Het Meetnet Vlinders kan helpen om de effecten van (gefaseerd) maaien te onderzoeken en te bepalen welk type maaibeheer voordelig is voor de Nederlandse graslanden.

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van vlindertellingen van het Meetnet Vlinders van 1992 tot en met 2019, waarbij van 25 Nederlandse dagvlindersoorten en hun relatie tot verschillende typen maaibeheer zijn onderzocht. Per monitoringsroute zijn de volgende kenmerken vastgesteld: voedselrijkdom (rijk of arm), maaifrequentie (< 1.1 of ≥ 1.1), maaifrequentie bij alleen geheel maaien (< 1.1 of ≥ 1.1), maaimoment (tijdens vliegtijd of buiten vliegtijd). Met behulp van *rtrim* zijn de (langjarige) trends van de verschillende factoren bepaald en zijn verschillen getoetst met de Wald toets.

Per soort is getoetst of een combinatie van beheersmaatregelen leidt tot een positievere trend ten opzichte van de trend op overige monitoringsroutes. De resultaten laten een gevarieerd beeld zien, waarbij een aantal soorten het duidelijk beter doen bij een één type beheer of juist helemaal geen voorkeur laten zien (zie tabel hieronder).

Soort	Voorkeur beheer	Maaimoment	Maaï intensiteit voedselarm	Maaifrequentie voedselarm	Maaï intensiteit voedselrijk	Maaifrequentie voedselrijk
Bruin zandoogje	Overig beheer	Buiten vliegtijd	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1	Geheel	≥ 1.1
Oranje zandoogje	Overig beheer	Buiten vliegtijd	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1
Dagpauwoog	-	Tijdens vliegtijd	Geheel	≥ 1.1	Geheel	< 1.1
Gehakkelde aurelia	Overig beheer	-	Gedeeltelijk	< 1.1	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1
Landkaartje	Maaibeheer	-	Geheel	≥ 1.1	Geheel	≥ 1.1
Argusvlinder	Maaibeheer	Tijdens vliegtijd	Gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Citroenvlinder	Overig beheer	Tijdens vliegtijd	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Oranjetipje	-	-	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1
Zwartsprietdikkopje	Maaibeheer	Tijdens vliegtijd	Geheel	< 1.1	-	-
Atalanta	Overig beheer	-	-	-	Geheel	< 1.1
Boomblauwtje	-	-	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Distelvlinder	Overig beheer	-	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Groot dikkopje	Maaibeheer	-	Geheel	< 1.1	-	-
Klein geaderd witje	Overig beheer	-	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Icarusblauwtje	-	-	-	-	Gedeeltelijk	≥ 1.1
Kleine vuurvlinder	Overig beheer	Tijdens vliegtijd	-	-	-	-
Kleine vos	-	-	-	-	Geheel	< 1.1
Eikenpage	-	Tijdens vliegtijd	-	-	-	-
Groot koolwitje	Overig beheer	-	-	-	-	-
Hooibeestje	Maaibeheer	-	-	-	-	-
Koevinkje	Maaibeheer	-	-	-	-	-
Bont zandoogje	-	-	-	-	-	-
Bruin blauwtje	-	-	-	-	-	-
Geelsprietdikkopje	-	-	-	-	-	-
Klein koolwitje	-	-	-	-	-	-

De geanalyseerde soorten laten een voorkeur zien voor de gangbare maaifrequentie op voedselarme en –rijke bodems. Ondanks de mogelijke directe schade aan vlindersoorten bij vaker maaien, lijken de soorten dus meer te profiteren van de verschraling op voedselrijke graslanden. De soorten die een voorkeur hadden voor een maaimoment overwinteren grotendeels als rups (of ei) in graspollen. Deze soorten brengen dus een groot deel van het jaar immobiel door in grasland, waardoor het voor deze soorten dus waarschijnlijk is dat ze directe effecten ondervinden van het maaibeheer.

Een flink aantal soorten liet geen significante verschillen tussen de typen maaibeheer zien. Eén van de redenen kan zijn dat deze soorten worden als vlinder in grasland gevonden omdat ze nectar zoeken, maar ze zijn niet direct afhankelijk van grasland voor hun overleving.

Opvallend aan de maai intensiteit was dat een relatief veel soorten op voedselarme bodem een positievere trend lieten zien bij geheel maaien. Dit sluit niet aan bij de huidige ideeën over gefaseerd maaien. De soorten die in dit onderzoek zijn geanalyseerd, zijn de soorten die algemeen zijn in Nederland en voldoende waarnemingen hebben voor de *rtrim* analyses. Het is daarom waarschijnlijk dat deze soorten zich goed kunnen handhaven bij het intensieve maaibeheer dat veel in Nederland wordt toegepast.

Dit onderzoek is een startpunt voor het gebruik van het Meetnet Vlinders als bron voor informatie over het maaibeheer in Nederland. Het huidig onderzoek heeft laten zien dat de algemene soorten in Nederland het relatief goed doen bij het beheer dat de laatste 28 jaar is toegepast, maar ook veel kunnen profiteren van aanpassingen in het beheer. Daarnaast is het een belangrijke vraag wat het doel is van het toekomstige beheer: willen we de huidige soorten algemene zo goed mogelijk behouden, of willen we dat zeldzame soorten talrijker worden? Waar een specifieke vlindersoort gestimuleerd moet worden, kan namelijk het juiste beheer helpen, maar dit kan ten koste gaan van andere soorten. Dit onderzoek sluit aan bij het advies dat heterogeniteit in een landschap belangrijk is, om ervoor te zorgen dat zo veel mogelijk (vlinder)soorten een kans krijgen om te blijven bestaan.

Summary

In the last decades, the number of insects had decreased dramatically. Especially the number of butterflies had decreased, where the modern mowing regime is one of the factors affecting butterfly diversity and densities. Traditionally, mowing helps decreasing the nutrient levels in the soil, stimulating plant and fauna diversity, but current mowing regimes lead to damage and decreasing biodiversity.

Experimental research has shown that partial mowing can stimulate biodiversity by increasing the heterogeneity in a grassland and affect certain butterfly species less negatively by varying mowing dates. However, long-term and large-scale experimental research is expensive and labour intensive, so there are possibilities to study the effects of different mowing regimes. This research helps investigating the effects of different mowing regimes by using data from Dutch Butterfly Monitoring Scheme, for which butterfly counts and grassland management have been recorded since 1990.

In this study, the effects of mowing have been separated into a few factors: the mowing frequency (< 1.1 or ≥ 1.1), the mowing intensity (regular or partial mowing), and the timing of mowing (during flight or during other life stages). Besides, the monitoring routes have been divided into nutrient-rich and nutrient-poor, as the mowing frequency is generally higher in nutrient-rich grasslands. For 25 Dutch butterfly species, long-term trends have been calculated per factor, using rtrim. Differences between trends have been tested using the Wald test.

After all factors had been tested per species, I analysed if a species performed better on a combination of mowing types compared to its performance on all other routes. The results show a variety of preferences, with only few species sharing the exact same preference.

In general, the species showed a preference for the current most used mowing frequency on nutrient-poor and nutrient-rich soils. Despite the possible damage that comes with mowing more often, it is probable that depletion of nutrient-rich soils helps stimulate butterfly species. A possible cause is the increase of plant diversity when depleting nutrient-rich soils.

Only a few species showed a clear preference for the timing of mowing. Interestingly, these are the species that spend the winter in grassland as caterpillar (or egg). Therefore, these species can be affected directly by a change in mowing date, as mowing might kill individuals during their immobile life stage.

A large number of species did not show significant differences between the mowing regimes. One of the reasons is that these species do not have a life stage in grassland. After mowing, the number of observed individuals might be smaller due to a decreased nectar availability, but the number is not directly affected as the butterflies might disperse to surrounding flowers.

It was unexpected that many species did not show a preference for partial mowing, but more often for complete mowing or no preference at all. This does not match the current knowledge and literature about partial mowing. One possible explanation is that the analysed species are generally widespread in The Netherlands and occur in relatively high densities, as this is one of the prerequisites of the rtrim models. Therefore, these species might be better adjusted to the intense mowing regime that is often used in The Netherlands.

This research has shown that the Dutch Butterfly Monitoring Scheme is a good source of information about the mowing regime in the Netherlands. Also, it has become clear that the widespread species included in this research perform quite well under the current mowing regime. However, due to the found variety of mowing preferences and the lack of rare species in this research, it can be assumed

that a heterogeneous landscape can support more butterfly species than a grassland with just intense mowing. Therefore, I believe that the efforts to manage grasslands less intensively is the right way to go.

1. Inleiding

Na alarmerende berichten over de afname van het aantal insecten in de laatste decennia is er meer aandacht gekomen voor biodiversiteitsherstel (Hallmann et al., 2017; Harvey et al., 2020; Van Strien et al., 2019). Eén van de oorzaken van de afname van biodiversiteit is de intensivering van de landbouw, waardoor plantendiversiteit in (onder andere) graslanden sterk achteruit is gegaan. Huidige graslanden bestaan voornamelijk uit monoculturen van Engels raaigras (*Lolium perenne*), waarbij regelmatig bemest wordt om de productiviteit hoog te houden (Bink, 1992; Van Swaay, 2014). Daarnaast is het beheer niet alleen intensiever geworden, maar ook de manier van beheren is anders geworden. Waar historisch veel begrazing was, is nu maaien de norm, en het vervroegen van de maaidatum heeft tot een forse afname in grasland fauna geleid (Dahlström et al., 2008). Om biodiversiteit in agrarische gebieden en voornamelijk grasland te stimuleren worden op veel plaatsen akkerranden en bermen ingezaaid met bloemen, of wordt er ruimte gelaten voor natuurlijke ontwikkeling van deze stroken. De toegenomen aandacht voor de afname van insectenpopulaties leidt tot meer interesse in het natuurbeleid.

1.1 Achteruitgang dagvlinders

Een van de insecten groepen waar snelle achteruitgang is waargenomen is bij dagvlinders. Van de 76 Nederlandse soorten staat 62% op de Rode lijst, waarbij 15 soorten al uit Nederland verdwenen zijn (Van Swaay, 2019). De verspreiding van graslandvlinders is de afgelopen eeuw gemiddeld zelfs 80 procent verminderd (CBS et al., 2020), waarbij 6 van de 14 nog voorkomende soorten ‘gevoelig’ tot ‘ernstig bedreigd’ is. In Nederland worden zowel verspreiding als aantallen bijgehouden. Dit is belangrijk omdat de verspreiding vaak pas afneemt na een daling in aantallen, waardoor alleen verspreiding geen goed beeld geeft van de huidige vlinderstand.

De vlinderstand in Nederland wordt voornamelijk bijgehouden door middel van tellingen door vrijwilligers, die worden gecoördineerd door de Vlinderstichting. De vrijwilligers lopen (bij voorkeur) één keer per week een zelfgekozen route van circa één kilometer waarbij ze de vlindersoorten en aantallen daarvan tellen. De monitoring is zo veel mogelijk gestandaardiseerd doordat mensen alleen tellen in het “vlinderseizoen” (maart/april tot en met september/oktober), bij de juiste weersomstandigheden en alleen overdag (Van Swaay et al., 2008). Naast het tellen van vlinders wordt maandelijks bijgehouden hoeveel nectar houdende planten aanwezig zijn en wordt bijgehouden of er beheer op de route heeft plaatsgevonden (maaien, bemesten, plaggen, kappen, etc.). Deze informatie kan informatie geven over veranderingen in aantallen vlinders, maar een grootschalig onderzoek naar de effecten van het beheer op monitoringsroutes ontbreekt nog.

1.2 Graslandbeheer en vlinders

Van oudsher zijn er veel typen graslanden te onderscheiden op basis van grondsoort en gebruiksvorm, bijvoorbeeld kalkgraslanden en blauwgraslanden, maar door het intensieve beheer van bemesting en het gebruik van herbiciden zijn veel graslanden het best te omschrijven als grasakkers (Bink, 1992). Om de toename van plantensoorten in (halfnatuurlijk) grasland te bevorderen, is er op veel graslanden een afname van voedingsstoffen nodig. Dit wordt voornamelijk gedaan door enkele keren per jaar te maaien en het maaisel af te voeren. Op voedselrijke bodems wordt vaak twee keer per jaar gemaaid en op voedselarme bodems één keer (Tälle et al., 2018). Maaien kan ook de bloei van planten later in het jaar stimuleren (Johansen et al., 2019).

Toch zijn er ook nadelen aan maaien. De intensieve manier van maaien die vaak wordt gebruikt, kan vlinders directe en indirecte schade toebrengen door het vernietigen van bijvoorbeeld waardplanten, eitjes en verstopplekken (Van Klink et al., 2019; WallisDeVries, 2016). Bijvoorbeeld bij het zwartsprietdikkopje lijken de populaties het beter te doen wanneer er maar één keer per jaar wordt

gemaaid en niet vaker (Van Swaay & Poot, 2017). Het type maaimachine, het moment van maaien, de manier van afvoeren en de hoogte van afmaaien bepalen het effect op in de omgeving levende vlinders (Humbert et al., 2009; WallisDeVries, 2016).

Naast het effect van verschillende maaitechnieken, spelen verschillen tussen vlindersoorten een grote rol bij de mogelijke effecten van maaien. De meeste soorten zijn het best bestand tegen maaien als vlinder, maar wanneer dit is hangt af van de levenscyclus van een soort (Bink, 1992). Daarnaast zijn soorten met één of twee generaties gebaat bij verschillende maaimomenten. Laat in het seizoen maaien komt vooral ten goede aan soorten met één generatie, zoals het groot dikkopje en zwartsprietdikkopje. Dit komt doordat de soorten dan als ei, pop of jonge rups aanwezig zijn. Maaien tussen eind juni en half augustus kan voordeling zijn voor soorten met twee generaties, zoals het hooibeestje, omdat de hergroei gunstig is voor de tweede generatie (Bink, 1992).

Om ervoor te zorgen dat zo veel mogelijk vlindersoorten kunnen profiteren van het toenemend aantal plantensoorten in verschaalde gebieden, kan het best gefaseerd gemaaid worden (Bruppacher et al., 2016; Stip, 2017). Bij gefaseerd maaien blijft er na iedere maaibeurt een deel van de vegetatie staan, zodat voedselbronnen in een gebied behouden blijven. Door bij iedere maaibeurt een andere deel van de vegetatie te laten staan, zoals bij Sinusbeheer, ontstaat er ook variatie in een landschap (Cockuyt, 2015). Daarnaast zorgt op maaien op lange termijn voor hergroei en verlenging van het bloeiseizoen, wat de vlinderpopulatie ten goede komt (WallisDeVries, 2016). Al met al kan maaien op de juiste manier de vlinderpopulatie stimuleren.

In de praktijk is het maaibeleid vaak gebaseerd op de snelste en goedkoopste optie. Daarbij wordt nog vaak geheel gemaaid. Wanneer er gedeeltelijk wordt gemaaid, is dit vaak in bermen langs wegen, ook om het overzicht voor automobilisten te handhaven. Dit terwijl wegbermen bij het juiste beheer een hoge natuurwaarde hebben, aangezien ze een aanzienlijk deel van het halfnatuurlijk grasland in Nederland zijn (Haterd et al., 2009). In een langjarig onderzoek van Haterd et al. (2009) wordt geconcludeerd dat het type maaibeheer de plantenpopulatie kan beïnvloeden, maar dat afvoeren van het maaisel altijd nodig is voor een hogere natuurwaarde. Recente ontwikkelingen laten wel zien dat het maaibeheer in Nederland aan het veranderen is. De adviezen voor gefaseerd maaibeheer worden vaker toegepast en er zijn zelfs initiatieven voor software op maaimachines om bijzondere soorten te herkennen en het maairegime daarop aan te passen (Margé, 2020; Provincie Noord-Holland, 2020; Van Vuurde, 2020).

Ondanks de beschikbare kennis over maaibeheer, worden veel graslanden nog geheel gemaaid en gaan vlinderaantallen hard achteruit. Experimentele onderzoeken laten zien dat gefaseerd maaien zou moeten helpen om de diversiteit van vlinders en andere flora en fauna te stimuleren, maar de effecten op lange termijn zijn nog onduidelijk. Daarnaast zijn er veel factoren die samenhangen, zoals de voedselrijkdom van een gebied en de maaifrequentie, waardoor het soms lastig kan zijn om te bepalen welke factor meespeelt in de verandering van vlinderdiversiteit en dichtheden. Om die lang-termijn effecten te bestuderen, kan het meetnet vlinders van pas komen. Aangezien al sinds 1990 vlinderaantallen en het beheer op monitoringsroutes worden bijgehouden, kunnen langjarige trends per vlindersoort worden berekend. Aan de hand hiervan kan geanalyseerd worden hoe het maaibeheer de Nederlandse dagvlinders beïnvloed en of gefaseerd maaibeheer inderdaad voordelig is als graslandbeheer in Nederland.

1.3 Onderzoeksvragen en hypotheses

Hoofdvraag: Wat is het beste graslandbeheer voor de Nederlandse dagvlindersoorten?

Deelvraag 1. Wat zijn de effecten van één keer of vaker (gedeeltelijk) maaien per jaar?

- Hypothese 1.1: Dagvlinders laten een meer positieve trend zien waar gemiddeld één keer wordt gemaaid dan vaker.
- Hypothese 1.2: Dagvlinders laten een meer positieve trend zien waar gedeeltelijk wordt gemaaid in vergelijking met waar geheel wordt gemaaid.

Deelvraag 2. Wat is het effect van het moment van maaien?

- Hypothese 2.1: Dagvlinders laten een meer positieve trend zien waar voor of na de vliegtijd wordt gemaaid in vergelijking met tijdens de vliegtijd.
- Hypothese 2.2: Een effect van het moment van maaien is soort afhankelijk, door het verschil in levenscycli en vliegtijden.

2. Methode

Dit onderzoek is uitgevoerd aan de hand van vlindertellingen van het Meetnet Vlinders van 1992 tot en met 2019. Voor alle berekeningen en analyses is gebruik gemaakt van R (R Core Team, 2020), waarbij de packages ‘tidyverse’ en ‘ggpubr’ zijn gebruikt voor het opschonen van de data en het maken van de figuren (Kassambara, 2020; Wickham et al., 2019). Daarnaast zijn de packages ‘sf’ en ‘tmap’ gebruikt voor het maken van de kaarten (Pebesma, 2018; Tennekes, 2018).

2.1 Selectie vlindersoorten

Voor het berekenen van de trends per soort is gekozen om een selectie van dagvlindersoorten te maken (Tabel 1). Ten eerste zijn typische grasland dagvlindersoorten gekozen, aan de hand van soorten die in de literatuur als indicatoren voor graslandbeheer worden gebruikt (Van Swaay et al., 2016). Daarnaast zijn een aantal veel voorkomende dagvlinders geselecteerd aan de hand van de soorten die voorkomen in de NDFF verspreidingsatlas (Nationale Databank Flora en Fauna, 2020). Om de soort mee te nemen in de analyse, waren moest de soort op minimaal 100 monitoringsroutes voorkomen (zie hoofdstuk 2.3). Daarnaast moesten er per factor minimaal 50 routes met waarnemingen van de soort zijn, om mee te worden genomen in de analyses per routekenmerk. Wanneer deze voorwaarde voor één factor ontbrak, is de soort wel meegenomen in de analyse en is alleen de analyse van die factor niet uitgevoerd (zie hoofdstuk 2.3, Bijlage 1).

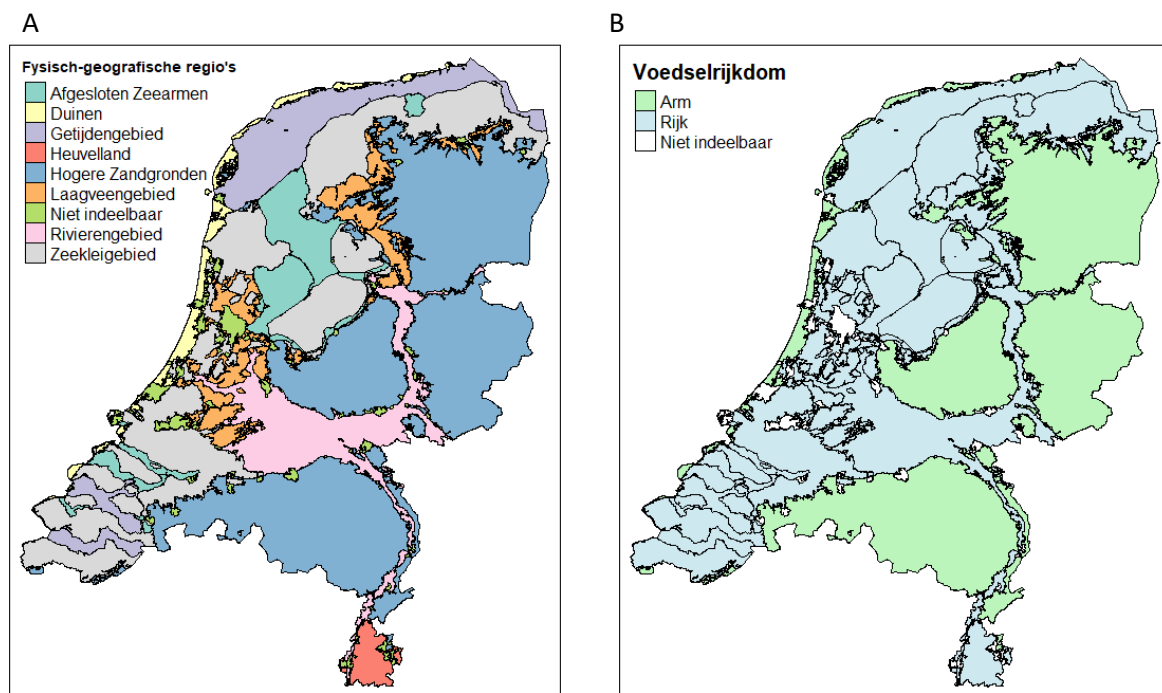
Tabel 1. Geanalyseerde dagvlindervlindersoorten en hun wetenschappelijke namen.

Vlindersoort	Wetenschappelijke naam
Argusvlinder	<i>Lasiommata megera</i>
Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>
Bont zandoogje	<i>Pararge aegeria</i>
Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>
Bruin blauwtje	<i>Aricia agestis</i>
Bruin zandoogje	<i>Maniola jurtina</i>
Citroenvlinder	<i>Gonepteryx rhamni</i>
Dagpauwoog	<i>Aglais io</i>
Distelvlinder	<i>Vanessa cardui</i>
Eikenpage	<i>Favonius quercus</i>
Geelsprietdikkopje	<i>Thymelicus sylvestris</i>
Gehakelde aurelia	<i>Polygonia c-album</i>
Groot dikkopje	<i>Ochlodes sylvanus</i>
Groot koolwitje	<i>Pieris brassicae</i>
Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>
Icarusblauwtje	<i>Polyommatus icarus</i>
Klein geaderd witje	<i>Pieris napi</i>
Klein koolwitje	<i>Pieris rapae</i>
Kleine vos	<i>Aglais urticae</i>
Kleine vuurvlinder	<i>Lycaena phlaeas</i>
Koevinkje	<i>Aphantopus hyperantus</i>
Landkaartje	<i>Araschnia levana</i>
Oranje zandoogje	<i>Pyronia tithonus</i>
Oranjetipje	<i>Anthocharis cardamines</i>
Zwartsprietdikkopje	<i>Thymelicus lineola</i>

2.2 Kenmerken per route

Voedselrijkdom

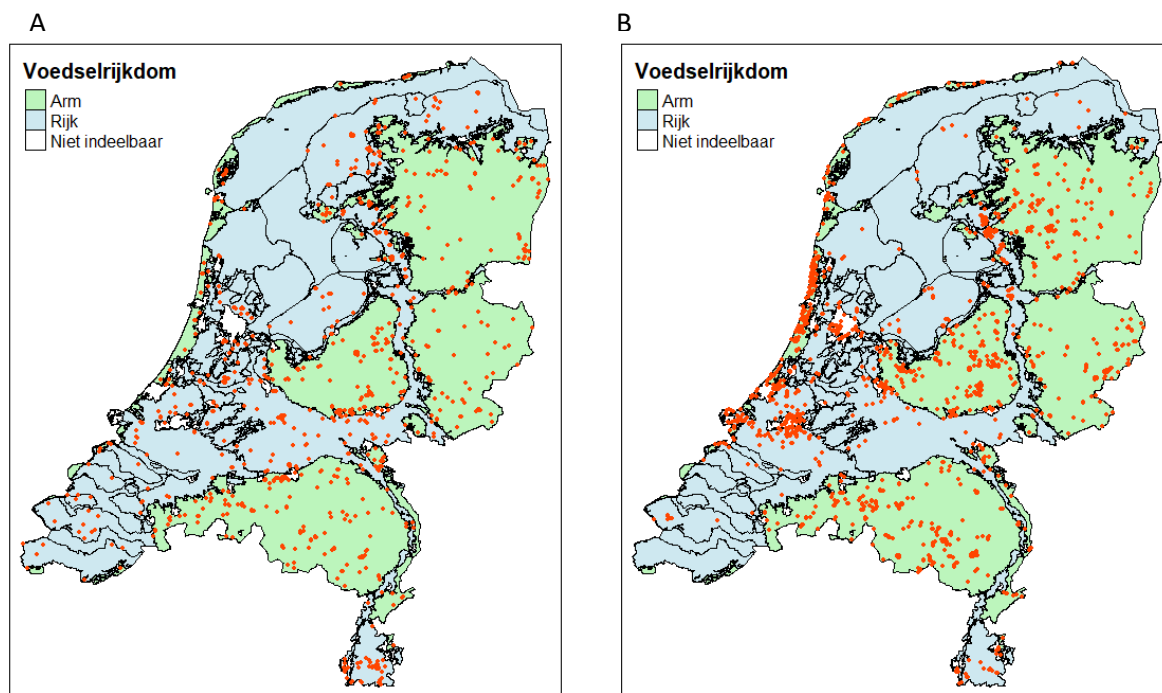
Per monitoringsroute zijn een aantal kenmerken vastgelegd: voedselrijkdom, begroeiingstype, maaifrequentie en maaimoment. De voedselrijkdom per route is bepaald aan de hand van de fysisch-geografische regio's van Nederland (Nationaal Georegister, 2013); Figuur 1A). De voedselarme fysisch-geografische regio's zijn de hoge zandgronden en duinen. De voedselrijke regio's zijn de laagveengebieden, rivierengebieden, zeekleigebieden en heuvellanden. Wanneer de centroïde van een route in water bevond, viel deze onder de fysisch-geografisch regio's getijdengebied of afgesloten zeearmen. Aangezien deze routes grensden aan voedselrijke regio's, zijn ze als routes met voedselrijke bodem beschouwd. Een aantal gebieden waren aangemerkt als 'niet indeelbaar' (Nationaal Georegister, 2013), de routes in die gebieden zijn niet opgedeeld naar voedselrijkdom (Figuur 1B).



Figuur 1. Kaart van Nederland op basis van de fysisch-geografische regio's (Nationaal Georegister, 2013) (A) en ingedeeld op voedselrijkdom (B).

Begroeiingstype

Voor het bepalen van het begroeiingstype van een route is de verdeling gemaakt tussen grasland en niet-grasland (Figuur 2). Hierbij is gebruik gemaakt van de kaart met landtypen/begroeiingstypen per hectarehok van het CBS, waarbij er per hectarehok percentueel is vastgesteld wat voor soort gebied het is. Zo kan een hectarehok bijvoorbeeld bestaan uit 55% stedelijk gebied, 18 % wegen en 27% agrarisch gebied. Voor dit onderzoek zijn de volgende terreinen zijn gerekend tot grasland: droog voedselarm grasland, gras wintergasten, matig voedselrijk grasland, overstromingsgrasland, vochtig voedselarm grasland, voedselrijk grasland/ruigte, agrarisch. Aangezien de monitoringsroutes in agrarische gebieden voornamelijk graslanden zijn (Van Swaay, persoonlijke communicatie 2020), zijn alle agrarische gebieden tot het grasland gerekend. Overige gebieden niet beschouwd als niet-grasland. Met behulp van de centröides van de routes is berekend in welk hectarehok de route zich bevindt. Vervolgens is gekeken of het hectarehok grasland bevat. Wanneer dit het geval was, is de route beschouwd als graslandroute (Figuur 2A), en 1681 als niet-graslandroute (Figuur 2B).



Figuur 2. Overzicht van de 2663 vlinder monitoringsroutes, waarvan 982 op grasland (A) en 1681 op niet-grasland (B). De oranje stippen geven de centroides van de routes weer.

Maaifrequentie

Bij het berekenen van de maaifrequentie zijn alleen de routes meegenomen waar maaibeheer is toegepast en zijn er twee benaderingen gebruikt. Bij de eerste benadering werd zowel geheel als gedeeltelijk maaien meegerekend als maaibeurt, terwijl bij de tweede benadering alleen geheel maaien werd meegerekend. Voor beide benaderingen werd de maaifrequentie per route bepaald. De maaifrequentie werd berekend door per sectie van een route het aantal maaibeurten te tellen. Vervolgens werd hieruit gemiddelde maaifrequentie per sectie berekend en uiteindelijk de gemiddelde maaifrequentie per route. Voor de analyses zijn routes opgesplitst in routes met een hoge of lage maaifrequentie, waarbij de hoge maaifrequentie groter of gelijk is aan 1.1, en een lage maaifrequentie kleiner dan 1.1.

Maaimoment

Het moment van maaien is per soort bepaald door de gemiddelde maaiboek te vergelijken met de vliegtijd van die soort. Om de gemiddelde maaiboek te bepalen, zijn alleen routes meegenomen met een maaifrequentie die lager is dan 1.1, om het uitmiddelen van de weken bij meerdere keren maaien te voorkomen. Vervolgens is per route en per jaar de maaiboek bepaald, en uiteindelijk de gemiddelde maaiboek per route. Om de vliegtijd van een soort te bepalen werd berekend hoeveel procent van de soort in de weken van het jaar vliegen. Bij een percentage boven de 2.5% wordt de week meegerekend als vliegtijd. Een nadeel van deze manier van berekenen is dat het leidt niet tot een vast percentage vlinders in de vliegtijd zoals gebruikelijk, maar een voordeel is dat op een makkelijke manier de vliegtijd van vlinders met meer dan één generatie bepaald kan worden. Het maaimoment is vervolgens gedefinieerd als maaien 'tijdens de vliegtijd' of 'buiten de vliegtijd'.

2.3 TRIM modellen

De vlindertrends zijn berekend worden met rtrim, gebaseerd is op het programma TRIM van het CBS, gemaakt voor het analyseren van (vogel)tellingen (Bogaart et al., 2020). De basis van het berekenen van de trends is een *generalized linear model* met Poisson verdeling. In deze modellen kunnen de

algemene trends worden berekend, maar kunnen ook covariaten worden toegevoegd. In dit onderzoek zijn per soort de volgende factoren als covariaat meegenomen in afzonderlijke analyses: voedselrijkdom (rijk of arm), maaifrequentie (< 1.1 of ≥ 1.1), maaifrequentie bij alleen geheel maaien (< 1.1 of ≥ 1.1), maaimoment (tijdens vliegtijd of buiten vliegtijd). Aangezien de maaifrequentie samenhangt met de voedselrijkdom (zie hoofdstuk 3.1), is de zijn alle maaifrequenties opgesplitst in voedselarm en voedselrijk.

Test-analyses

Ondanks dat TRIM gemaakt is om met ontbrekende tellingen om te gaan, zijn er voldoende waarnemingen nodig om een goed betrouwbaarheidsinterval te berekenen. Om dit uit te zoeken voor de vlindersoorten, zijn voor alle Nederlandse dagvlindersoorten de trends met covariaten berekend en bijgehouden hoeveel missende waarnemingen er kunnen zijn bij het meest complexe model (zie *Modelkeuze*). Uit de eerste test-analyses is gebleken dat soorten die op minder dan 100 monitoringsroutes zijn waargenomen een grote onzekerheid hebben. Daarnaast waren er minimaal 50 waarnemingen nodig per factor per covariaat, bijvoorbeeld 50 monitoringsroutes waarbij het maaimoment tijdens de vliegtijd is.

Daarnaast is geëxperimenteerd met het maximaal aantal factoren per covariaat. Een mogelijkheid zou namelijk zijn om een covariaat in meer dan twee groepen op te splitsen, bijvoorbeeld door het maaimoment met levenscyclus van een vlinder te analyseren. Hiervoor zouden vier groepen nodig zijn: ei, rups, pop en vlinder. Uit de test-analyses bleek echter dat voor covariaten met meer dan twee groepen vaak te weinig data is, niet omdat de soort te zeldzaam is, maar omdat niet tijdens alle levensstadia van een vlinder gemaaid wordt. Uiteindelijk is ervoor gekozen om voor alle covariaten twee groepen te maken, zodat de meeste vlindersoorten op dezelfde manier geanalyseerd kunnen worden en de resultaten met elkaar vergeleken kunnen worden.

Modelkeuze

In dit onderzoek zijn twee typen rtrim modellen gebruikt. Voor de (algemene) trend en standaard error per factor is standaard model 3 geselecteerd, waarbij veranderingen per factor en per jaar goed te visualiseren zijn (Bijlage 4). Model 2 is gebruikt om de langjarige trend te berekenen en in enkele gevallen gebruikt om model 3 te vervangen bij een tekort aan waarnemingen. Model 3 houdt in dat voor ieder tijdspunt en voor iedere groep een afzonderlijke hellingshoek wordt berekend, waardoor er voor ieder jaar en iedere covariaat minimaal één telling nodig is. Het simpelere model 2 berekent voor ieder covariaat een afzonderlijke trend, maar neemt aan dat de hellingshoek voor opeenvolgende jaren hetzelfde kan zijn, waardoor er jaren kunnen zijn waarin tellingen ontbreken. Als output van model 2 kan daarom een gemiddelde hellingshoek over de gehele onderzoeksperiode geven (Bogaart et al., 2020). Daarnaast is voor model 2 de *autodelete* functie gebruikt, waarbij de hellingshoek per jaar gelijk wordt gesteld aan de hellingshoek van het jaar ervoor bij een gebrek aan waarnemingen (Tabel 2).

Tabel 2. Instellingen rtrim per type model

Model	Overdispersion	Autocorrelation	Autodelete	Model berekening
2	✓	✓	✓	model = aantal ~ plot + jaar + covariaat
3	✓	✓	x	

Statistische analyses rtrim

Om te toetsen of de langjarige trends tussen factoren verschillen zijn Wald toetsen voor de significantie van covariaten uitgevoerd. Daarnaast is per soort een Wald toets uitgevoerd om te toetsen of de hellingshoek van algemene trend verschilt van 0 en de soort significant toe- of afneemt.

2.4 Statistische analyses maaibeheer

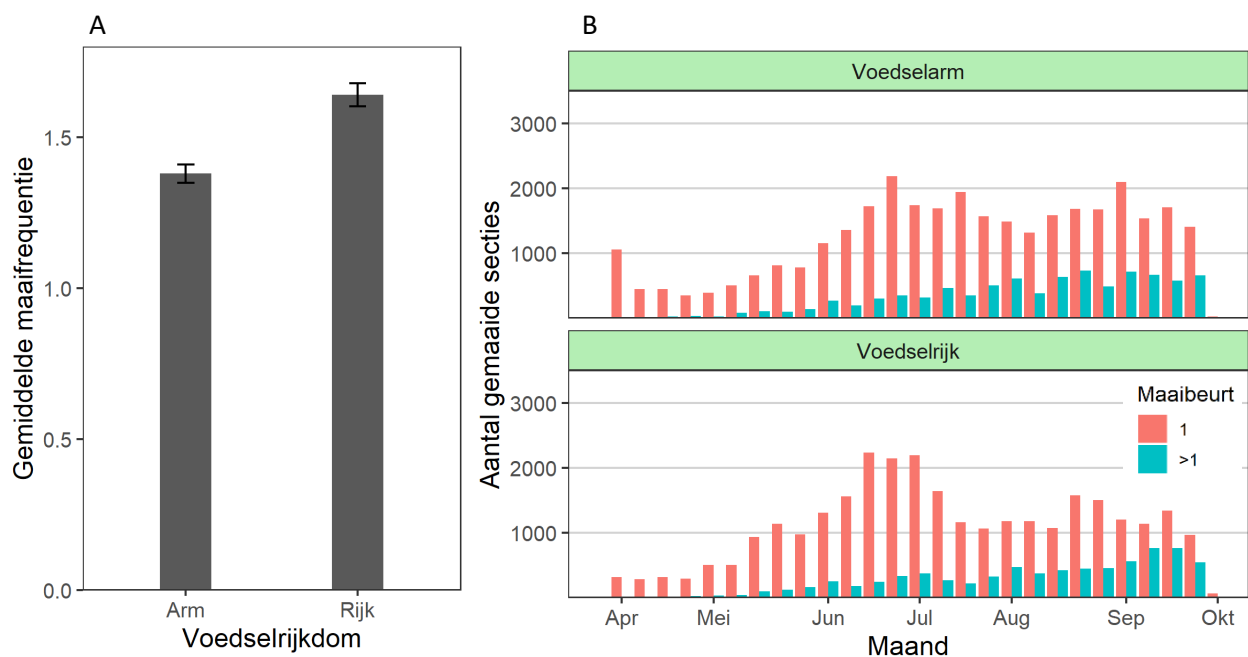
Om de verschillen tussen de gemiddelde maaifrequenties op voedselarme en –rijke bodem te onderzoeken, is een non-parametrische Wilcoxon rank test gebruikt. Er is gekozen voor deze non-parametrische toets, omdat de data niet normaal verdeeld zijn.

3. Resultaten

3.1 Maaibeheer op monitoringsroutes

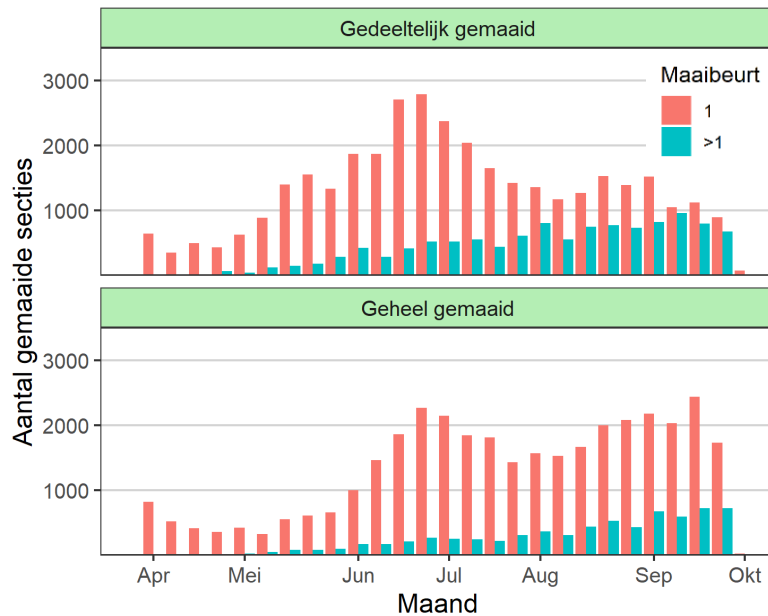
De 2663 Nederlandse dagvlinder monitoringsroutes liggen verspreid door Nederland en beslaan een variëteit aan landschappen en een daarbij passende variatie aan beheersmaatregelen. Op 1166 de routes is maaibeheer vastgelegd voor vrijwilligers die hun vlinderroute liepen van 1990 tot en met 2019. De gemiddelde maaifrequentie voor een sectie is 1.51, waarbij zowel geheel en gedeeltelijk maaien zijn meegenomen. Er is een significant verschil tussen de maaifrequentie op voedselarme en -rijke bodems ($W = 92670$, $p < 0.001$), waarbij de gemiddelde maaifrequenties respectievelijk 1.38 en 1.64 zijn (Figuur 3A).

Aangezien de monitoringsroutes worden gelopen van april tot oktober, zijn alleen maaibeurten in die periode vastgelegd. Echter is in de eerste monitoringsweek een kleine piek van maaibeurten geregistreerd (Figuur 3B), wat erop kan wijzen dat maaibeurten die voor april zijn gedaan nog zijn vastgelegd. Tussen april en oktober piekt het maaibeheer in juni en eind augustus tot en met halverwege september (Fig. 3B & 4), waarbij voedselrijkdom van de route en de maai intensiteit invloed hebben op wanneer er gemaaid wordt. Op voedselrijke bodems ligt de piek voor de eerste maaibeurt in juni, terwijl de maaibeurten op voedselarme bodems meer gelijkmatig zijn verdeeld tussen juni en oktober.



Figuur 3. Maaibeheer op voedselarme en voedselrijke bodems. A) Gemiddelde maaifrequentie per jaar op voedselarme en -rijke bodems. De maaifrequentie is significant hoger op voedselrijke bodems ($W = 92670$, $p < 0.001$). B) Het aantal gemaaide secties van alle jaren en routes opgedeeld aan de hand van voedselrijkdom en per week (bij de eerste week van de maand staat de maand aangegeven). Roze/rood: eerste maaibeurt van een sectie in een jaar. Blauw: latere maaibeurt van een sectie in hetzelfde jaar.

Wanneer onderscheid wordt gemaakt tussen geheel of gedeeltelijk gemaaid secties, is te zien dat er bij gedeeltelijk gemaaid secties vaker meerdere maaibeurten zijn (Fig. 4) en de piek van eerste maaibeurten in september ontbreekt. Daarbij komt wel dat er op gedeeltelijk gemaaid secties vaker een tweede of verdere maaibeurt is dan op geheel gemaaid secties. Bij geheel gemaaid secties is de piek in september wel aanwezig, wat erop kan wijzen dat er door beheerders vaker wordt gekozen om één keer per jaar in juni of september geheel te maaien.



Figuur 4. Het aantal gemaaid secties van alle jaren en routes opgedeeld aan de hand van maai intensiteit en per week (bij de eerste week van de maand staat de maand aangegeven). Roze: eerste maaibeurt van een sectie in een jaar. Blauw: latere maaibeurt van een sectie in hetzelfde jaar.

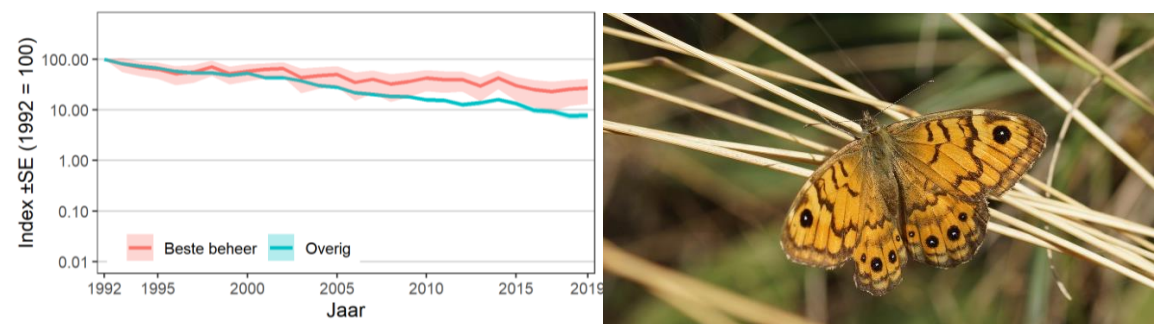
3.2 Beste beheer per soort

Per soort is geanalyseerd of ze een significant positievere trend hebben bij een combinatie van de verschillende typen maai-beheer, waarbij de maai intensiteit, maai-frequentie en het maai-moment zijn geanalyseerd. Hieronder staat de uitkomst per soort beschreven en zijn de belangrijkste resultaten samengevat. De langjarige trends en uitkomst van statistische toetsen per covariaat zijn te vinden in bijlage 2. Daarnaast zijn de verspreiding per soort en bijbehorende vliegtijd per soort te vinden in bijlage 3 en de figuren van afzonderlijke analyses in bijlage 4.

Argusvlinder

De argusvlinder (*Lasiommata megera*) is een typische graslandsoort die sterk in aantallen achteruit is gegaan, met een langjarig gemiddelde van 7.6% per jaar. De soort heeft een voorkeur voor korte vegetatie en een relatief warm microklimaat en overwintert als rups vlakbij de bodem in struiken en graspollen of tussen verdorde planten (Bink, 1992; Bos et al., 2006) (&vroeg vogels 2016). Op de monitoringsroutes laat de argusvlinder een minder negatieve trend zien op voedselarme bodem wanneer er minder dan 1.1 keer per jaar wordt gemaaid. Bij dit beheer is de gemiddelde afname per jaar 4.1%, terwijl dit op de overige routes 8.8% per jaar is (Figuur 5, $W = 14.9$, $p < 0.001$). Ondanks dat de soort minder hard afneemt in minder intens gemaaid gebieden, blijft de afname fors. Een mogelijke reden van de afname is een verandering in het microklimaat, waarbij er door warmte meer

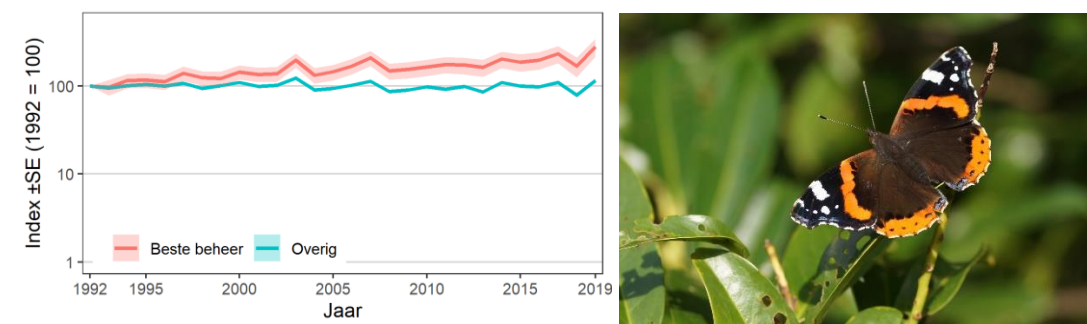
nakomelingen van de tweede generatie hetzelfde jaar uitkomen in plaats van overwinteren. Als resultaat is de eerste generatie van het volgende jaar compleet afhankelijk van de derde generatie, met het risico dat een ongeschikte nazomer leidt tot een kleine populatie argusvlinders in het opeenvolgende jaar (Puls et al., 2013).



Figuur 5. Links: Beste beheer voor de argusvlinder op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar maaien een langjarige trend met een gemiddelde afname van 4.1 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 8.8 % per jaar ($W = 14.9$, $p < 0.001$). Rechts: Foto argusvlinder (Chris van Swaay).

Atalanta

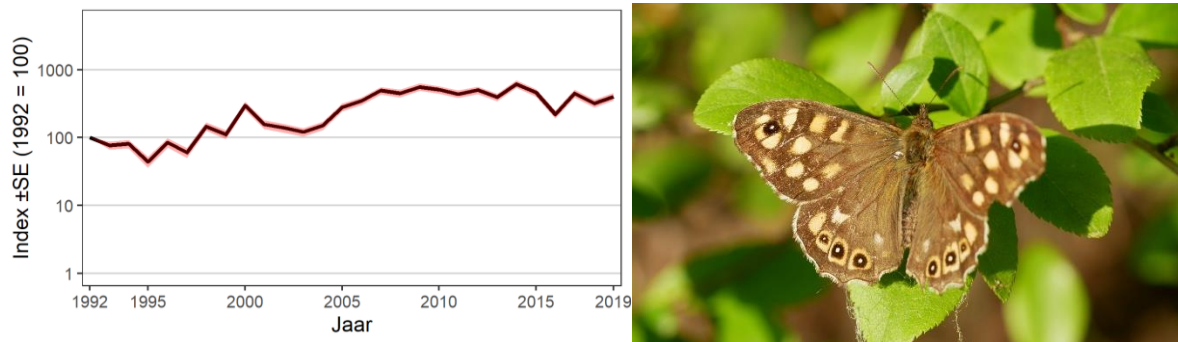
De atalanta (*Vanessa atalanta*) is een trekvlinder die in het najaar naar het zuiden migreert, maar in Nederland de brandnetel als waardplant gebruikt (Bink, 1992; Bos et al., 2006). De soort laat een significant positievere trend zien op voedselrijke bodem in vergelijking met voedselarme bodem, wat mogelijk kan worden verklaard doordat brandnetels vaak beter groeien op voedselrijk bodem. Daarnaast laat de atalanta een toenemende trend van gemiddeld 2.7 % per jaar zien op voedselrijke bodems die minder dan 1.1 keer per jaar geheel gemaaid wordt, tegenover een afname van gemiddeld 0.1% per jaar op overige voedselrijke routes ($W = 19.8$, $p < 0.001$, Figuur 6). Dit beheer wordt toegepast op 37% van de voedselrijke routes. Er is geen significant verschil gevonden tussen de typen graslandbeheer op voedselarme bodem.



Figuur 6. Links: Beste beheer voor de atalanta op voedselrijke bodem, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar geheel maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 2.7 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 0.1 % per jaar ($W = 19.8$, $p < 0.001$). Rechts: Foto atalanta (Chris van Swaay).

Bont zandoogje

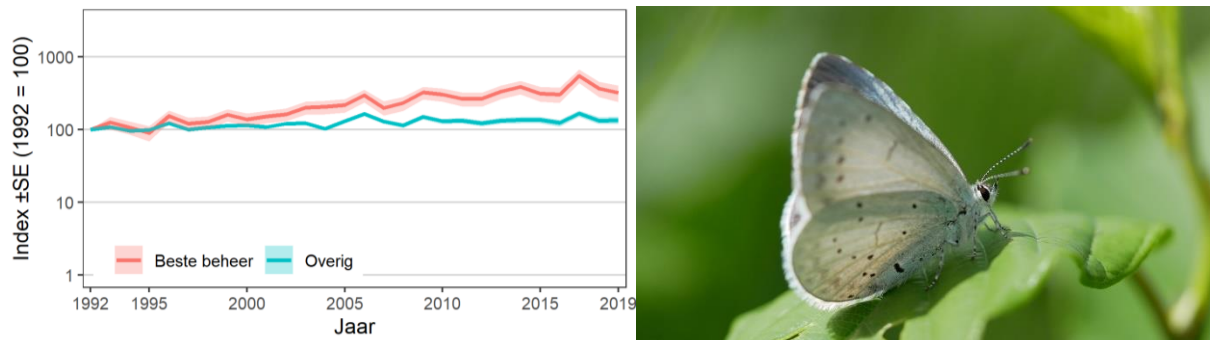
Het bont zandoogje (*Pararge aegeria*) leeft vooral bij bosranden of in bosrijke omgevingen (Bos et al., 2006). De soort neemt gemiddeld met 8.2% per jaar toe (Figuur 7) en is niet afhankelijk van graslanden en de typen graslandbeheer. Vaker dan 1.1 keer per jaar geheel maaien lijkt voordelig te zijn op voedselrijke bodems, maar dit is niet significant beter dan overige routes. De toename wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de opwarming van het klimaat (Bos et al., 2006).



Figuur 7. Links: Algemene trend van het bont zandoogje, waarbij de langjarige trend een gemiddelde toename van 8.2% per jaar laat zien. Rechts: Foto bont zandoogje (Chris van Swaay).

Boomblauwtje

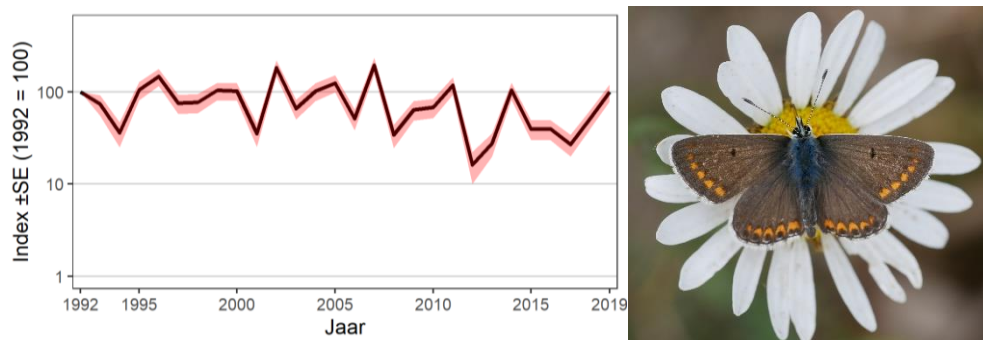
Het boomblauwtje (*Celastrina argiolus*) is een algemene soort die voorkomt in bossen tot parklandschappen (Bink, 1992), met voorkeur voor bosranden en mantels. Deze voorkeur voor dichtere begroeiing wordt weerspiegeld door de voorkeur voor gebieden die weinig worden gemaaid. Het beste beheer voor deze soort is dan ook minder dan 1.1 keer maaien, voor zowel geheel als gedeeltelijk maaien op voedselarme bodem. Met dit beste beheer, dat op 38% van de voedselarme routes wordt toegepast, is de langjarige trend een gemiddelde toename van 5.4% per jaar, terwijl de toename op overige routes gemiddeld 1.3 % per jaar is ($W = 30.5$, $p < 0.001$, Figuur 8).



Figuur 8. Links: Beste beheer voor het boomblauwtje op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 5.4 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 1.3 % per jaar ($W = 30.5$, $p < 0.001$). Rechts: Foto boomblauwtje (Chris van Swaay).

Bruin blauwtje

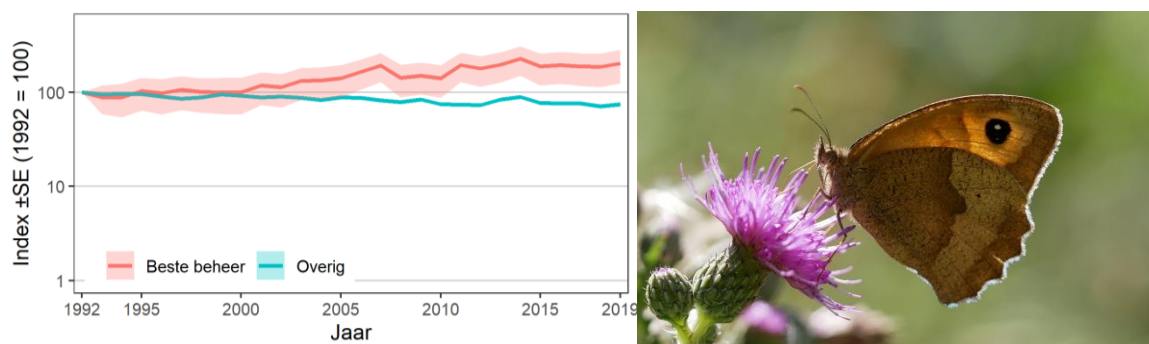
Het bruin blauwtje (*Aricia agestis*) leeft op droge, schrale graslanden en in de duinen. De soort gaat achteruit met een langjarig gemiddelde van 2.6% per jaar (Bos et al., 2006, Figuur 9). Ondanks dat het bruin blauwtje veel op graslanden voorkomt, is er geen significant beter beheer te onderscheiden. Mogelijke oorzaken van de dalende aantallen bruin blauwtjes zijn verrijking van de bodem en verruiging (Bos et al., 2006).



Figuur 9. Links: De algemene trend van het bruin blauwtje. De langjarige trend laat een gemiddelde achteruitgang van 2.6% per jaar zien. Rechts: Foto bruin blauwtje (Chris van Swaay).

Bruin zandoogje

Het bruin zandoogje (*Maniola jurtina*) is een algemene vlindersoort die het goed doet op graslanden. De soort neemt licht af, maar profiteert van intensief maaibeheer van Nederlandse graslanden. Het beste maaibeheer voor deze soort is dan ook om vaker dan 1.1 keer per jaar te geheel maaien op voedselrijke bodems, waarbij de langjarige een toename van 3.3% per jaar laat zien, terwijl op overige routes een lichte afname van gemiddeld 1.0% per jaar te zien is ($W = 29.6$, $p < 0.001$, Figuur 10). Op voedselrijke bodems wordt dit beheer op 34% per de routes toegepast. Dat deze soort zich goed handhaaft bij een hoge maai intensiteit is te verklaren doordat vrouwtjes hun eitjes graag afzetten in pas gemaaid graslanden (Bink, 1992). Pas maaien na de ei-afzet zou dus negatieve gevolgen kunnen hebben. Mogelijk is strikt geheel maaien niet noodzakelijk voor de soort; Bos et al. (2006) beschrijven dat gefaseerd maaien voor de in stand houding van de soort kan zorgen, zolang er open plekken voor de ei-afzet beschikbaar blijven.

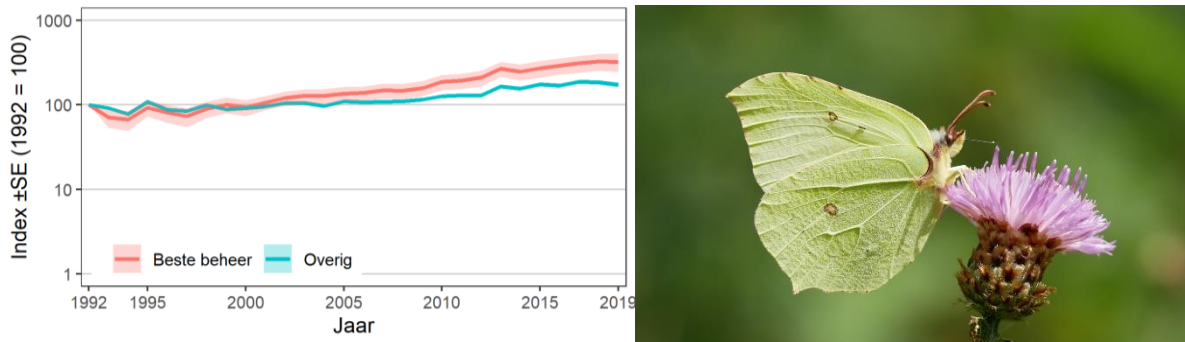


Figuur 10. Beste beheer voor het bruin zandoogje op voedselrijk bodem, waarbij vaker dan 1.1 keer per jaar te geheel maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 3.3 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 2.0 % per jaar ($W = 29.6$, $p < 0.001$). Rechts: Foto bruin zandoogje (Chris van Swaay).

Citroenvlinder

De citroenvlinder (*Gonepteryx rhamni*) is een wijdverspreide soort. Deze soort is geen typische graslandsoort, maar routes waar tijdens de vliegtijd is gemaaid laten een grotere toename zien dan maaien buiten de vliegtijd. De soort overwintert als vlinder in struikgewas of dichte graspollen (Bink, 1992; Bos et al., 2006). Maaien buiten de vliegtijd zou dus schade kunnen toebrengen aan overwinterende vlinders. Daarnaast wordt de soort minder waargenomen op voedselrijke dan op voedselarme bodems, waardoor er geen significant beter beheer te onderscheiden op voedselrijke bodems. Het beste beheer op voedselarme bodems is een combinatie van maaien tijdens de vliegtijd en minder dan 1.1 keer maaien. Dit beheer wordt op 18% van de voedselarme routes toegepast en

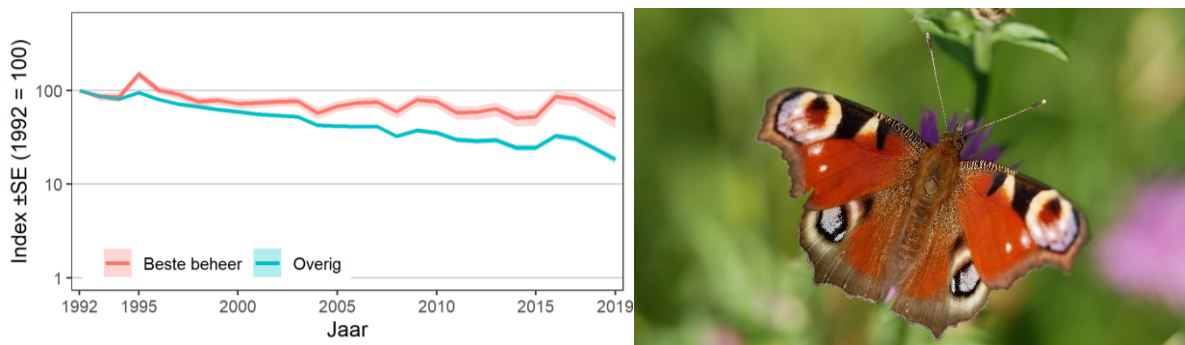
stijgen de aantallen gemiddeld met 6.3% per jaar, tegenover een gemiddelde toename van 3.1% op overige routes ($W = 13.1$, $p < 0.001$, Figuur 11).



Figuur 11. Links: Beste beheer voor de citroenvlinder op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer maaien per jaar tijdens de vliegtijd een langjarige trend met een gemiddelde toename van 6.1 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 3.1 % per jaar ($W = 13.1$, $p < 0.001$). Rechts: Foto citroenvlinder (Chris van Swaay).

Dagpauwoog

De dagpauwoog (*Aglais io*) is een soort die houdt van een relatief warm en vochtig (micro)klimaat (Bink, 1992), en laat een gemiddelde afname zien van 4.3% per jaar. De soort komt voor op ruige graslanden waar brandnetels aanwezig zijn, aangezien dit de waardplant is (Bink, 1992; Bos et al., 2006). De resultaten laten zien dat de soort het minst afneemt wanneer er wordt gemaaid tijdens de vliegtijd, waar de gemiddelde afname 2.0% per jaar is, tegenover gemiddeld 5.5% afname op overige routes ($W = 32.5$, $p < 0.001$, Figuur 12). De soort wordt vooral in graslanden gevonden om nectar te zoeken en overwintert ook als vlinder. Doordat maaien de bloei van planten kan stimuleren, zou maaien tijdens de vliegtijd voor een groter nectaraanbod kunnen zorgen.

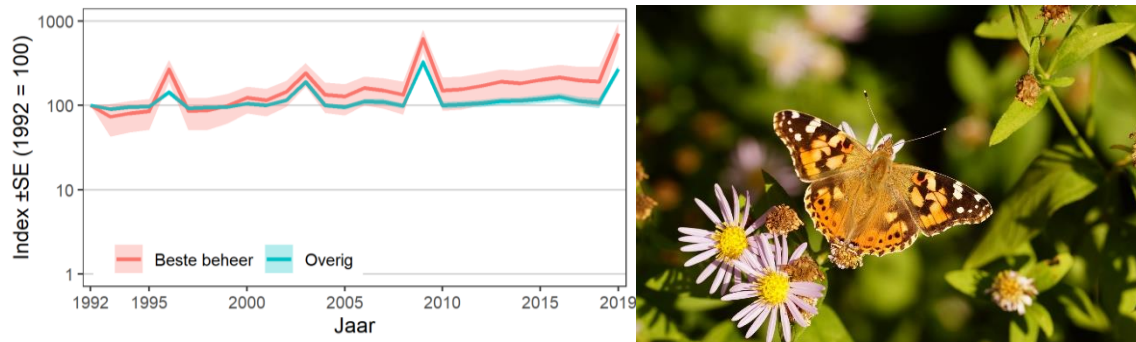


Figuur 12. Links: Beste beheer voor de dagpauwoog, waarbij maaien tijdens de vliegtijd een langjarige trend met een gemiddelde afname van 2.0 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 5.5 % per jaar ($W = 32.5$, $p < 0.001$). Rechts: Foto dagpauwoog (Chris van Swaay).

Distelvlinder

De distelvlinder (*Vanessa cardui*) laat sterke schommelingen zien in aantallen, vanwege het migratiegedrag van deze soort. De soort heeft in Nederland een voorkeur voor een mozaïek van loge grond en hoge ruigten, waar distels aanwezig moeten zijn voor de rupsen (Bink, 1992; Bos et al., 2006). Sinds circa 2012 is er een verschil ontstaan in trend tussen de distelvlinders op gemaaide en overig beheerde routes ($W = 13.185$, $p < 0.001$), waarbij de soort het beter doet op overig beheerde routes (Bijlage 2 & 4). Daarnaast doet de soort het significant beter op voedselarme bodems wanneer er minder dan 1.1 keer per jaar wordt gemaaid in vergelijking met overige routes ($W = 7.0$, $p = 0.008$,

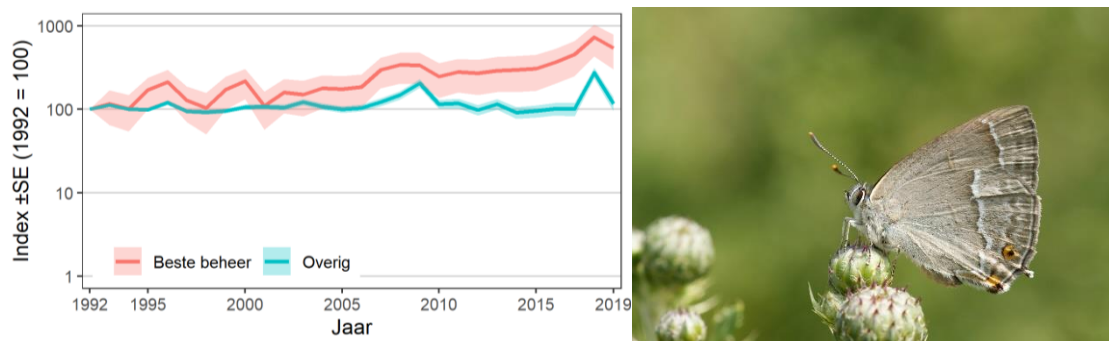
Figuur 13). Bij dit beste beheer neemt de distelvlinder met gemiddeld 4.8% per jaar toe en wordt op 36% van de routes toegepast, tegenover een toename van 1.6% op overige routes.



Figuur 13. Links: Beste beheer voor de distelvlinder op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 4.8 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 1.6 % per jaar ($W = 7.0$, $p = 0.008$). Rechts: Foto distelvlinder (Chris van Swaay).

Eikenpage

De eikenpage (*Favonius quercus*) leeft als vlinder grotendeels in de boomtoppen van eikenbomen en komt voor van dichte bossen tot open parklandschappen, zolang er (groepjes) eikenbomen zijn (Bink, 1992). Ondanks deze levenswijze, laten de resultaten zien dat de positieve trend van de eikenpage significant groter is wanneer er wordt gemaaid tijdens de vliegtijd in vergelijking met daarbuiten ($W = 16.4$, $p < 0.001$, Figuur 14). Op monitoringsroutes met dit beheer nemen de aantallen van de eikenpage gemiddeld 6.2% per jaar toe en dit beheer wordt op 24% van de routes toegepast. Op overige routes laat de langjarige trend een gemiddelde toename van 1.3% per jaar zien. Dit is onverwachts omdat de eikenpage geen levensstadium in grasland heeft. Dit resultaat kan betekenen dat er een indirect effect is van het beheer dat tijdens de vliegtijd wordt gedaan, eventueel het snoeien van eikenbomen.

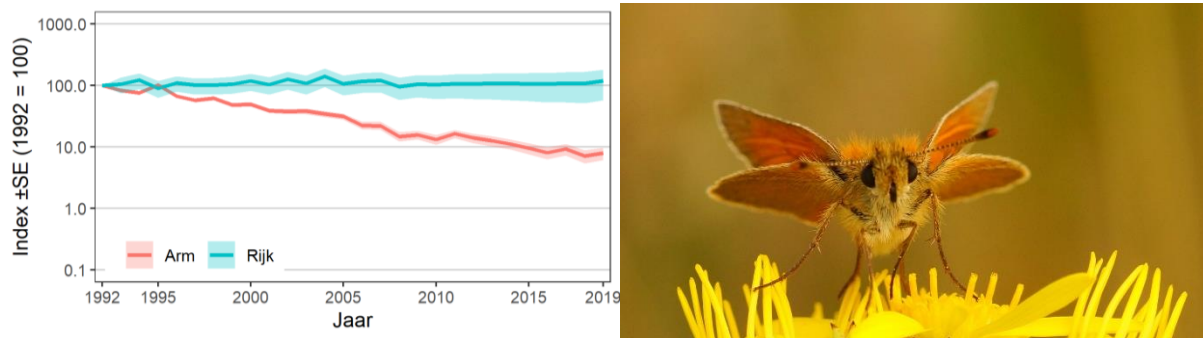


Figuur 14. Links: Beste beheer voor de eikenpage, waarbij maaien tijdens de vliegtijd een langjarige trend met een gemiddelde toename van 6.2 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 1.3 % per jaar ($W = 16.4$, $p < 0.001$). Rechts: Foto eikenpage (Chris van Swaay).

Geelsprietdikkopje

Het geelsprietdikkopje (*Thymelicus sylvestris*) laat een forse achteruitgang zien van gemiddeld 8.8% per jaar, waarbij de soort vooral in aantallen hard achteruit gaat op voedselarme bodems, maar het aantal routes nog flink hoger is dan op voedselrijke bodems (Figuur 15). Er zijn echter wel flink minder monitoringsroutes op voedselrijke bodem dan op voedselarme bodem, respectievelijk 50 en 189 routes. Er zijn geen significante verschillen gevonden tussen de maaibeheer factoren. Een mogelijke reden van de waargenomen achteruitgang van de soort kan de aandacht zijn voor de verkeerde

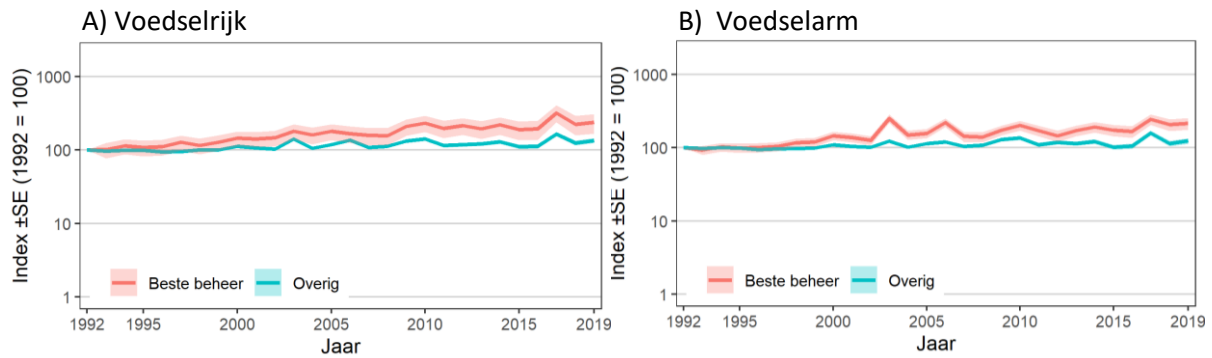
determinatie van veel geelsprietdikkopjes waar inmiddels meer aandacht voor is, zodat betere determinatie mogelijk is en minder geelsprietdikkopjes worden gevonden. Eerder onderzoek heeft laten zien dat de door vrijwilligers waargenomen geelsprietdikkopjes vaak zwartsprietdikkopjes zijn (Vantieghem et al., 2016). Echter is de dalende trend van deze soort al langer gaande, waardoor er ook andere factoren mee moeten spelen. Ten eerste overwintert het geelsprietdikkopje als rups in een zijden coconnetje op grassprietten (Bos et al., 2006), dus maaien kan directe schade toebrengen wanneer de soort immobiel in grasland aanwezig is. Ten tweede is het geelsprietdikkopje de soort met het minst aantal waarnemingen van de analyse, waardoor de power van de statistische toets mogelijk lager ligt. De huidige analyse kan daardoor helaas geen inzicht geven hoezeer het maaibeheer invloed heeft op de populatie.



Figuur 15. Links: Trend van het geelsprietdikkopje op voedselarme en –rijke bodem. De gemiddelde afname op voedselarme bodem is 9.7% per jaar, terwijl de soort op het kleine aantal voedselrijke bodems stabiel is ($W = 29.7$, $p < 0.001$). Rechts: Foto geelsprietdikkopje (Chris van Swaay).

Gehakkelde aurelia

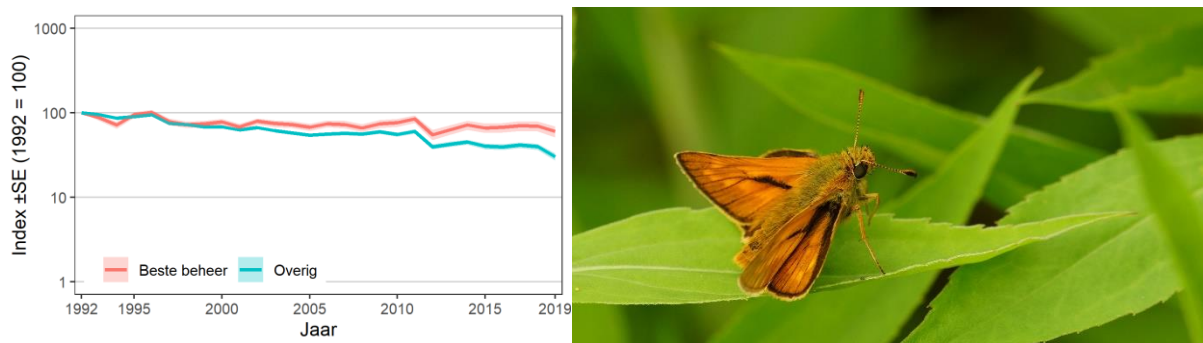
De gehakkelde aurelia (*Polygonia c-album*) heeft een voorkeur voor voedselrijke bodems en leeft in en bij bossen op vochtige plekken. Daarnaast worden de vlinders regelmatig gevonden in droge graslanden om nectar te zoeken (Bink, 1992; Bos et al., 2006). De voorkeuren voor beheer passen bij het beheer dat het vaakst wordt toegepast, vooral op voedselrijke bodems. Op 90% van de voedselrijke routes wordt vaker dan 1.1 keer per jaar gemaaid, waarbij de gehakkelde aurelia een gemiddelde toename van 2.8% heeft, tegenover een gemiddelde toename van 1.0% op overige routes ($W = 9.6$, $p = 0.002$, Figuur 16A). Daarentegen laat de soort op voedselarme bodem een positievere trend zien waar minder dan 1.1 keer per jaar gedeeltelijk wordt gemaaid, met een gemiddelde toename van 3.4% per jaar. Dit beheer wordt op 39% van de voedselarme routes toegepast. Op overige voedselarme routes is de gemiddelde toename significant lager met 1.3% per jaar ($W = 7.7$, $p = 0.005$, Figuur 16B). De relatie die wordt gevonden tussen de trend van de gehakkelde aurelia en maaibeheer heeft waarschijnlijk betrekking op de nectarzoekende vlinders in de graslanden. Maaien zal een directe invloed hebben op het aantal bloemen in het grasland, waardoor de vlinders op zoek zullen gaan naar andere nectarrijke locaties.



Figuur 16. A) Beste beheer voor de gehakkelde aurelia op voedselrijke bodem, waarbij vaker dan 1.1 per jaar maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 2.8 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 1.0 % per jaar ($W = 9.6$, $p = 0.002$). B) Beste beheer voor de gehakkelde aurelia op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar gedeeltelijk maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 3.4 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 1.1 % per jaar ($W = 7.7$, $p = 0.005$).

Groot dikkopje

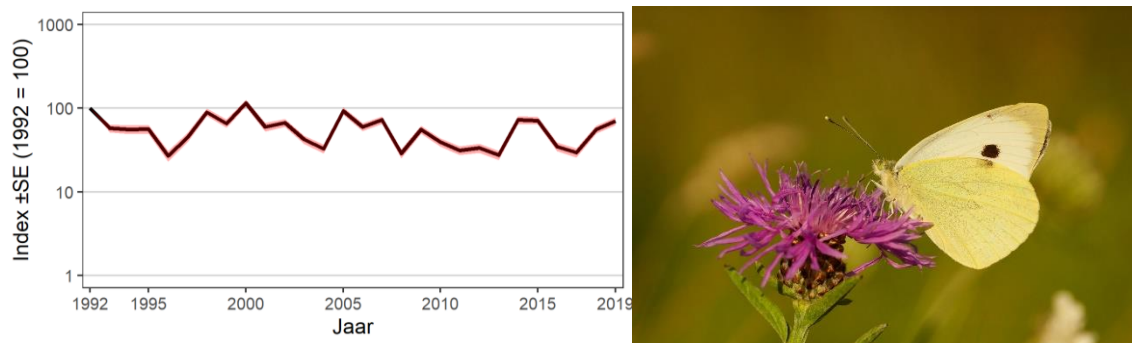
Het groot dikkopje (*Ochlodes sylvanus*) komt voornamelijk voor op (vochtige) graslanden met ruigten (Bink, 1992; Bos et al., 2006). De resultaten laten zien dat de soort een significant minder negatieve trend laat zien, van gemiddeld - 1.2% per jaar, wanneer er minder dan 1.1 keer geheel gemaaid wordt, in vergelijking met overige routes waar de gemiddelde afname 3.6 % per jaar is ($W=27.2$, $p < 0.001$, Figuur 17). Aangezien de meeste eitjes worden gelegd in relatief hoge vegetatie (Bos et al., 2006), zou weinig maaien de ontwikkeling van ruigten waarin eitjes worden gelegd ten goede kunnen komen.



Figuur 17. Links: Beste beheer voor het groot dikkopje op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer geheel maaien een langjarige trend met een gemiddelde afname van 1.2 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 3.6 % per jaar ($W = 21.7$, $p < 0.001$). Rechts: Foto groot dikkopje (Chris van Swaay).

Groot koolwitje

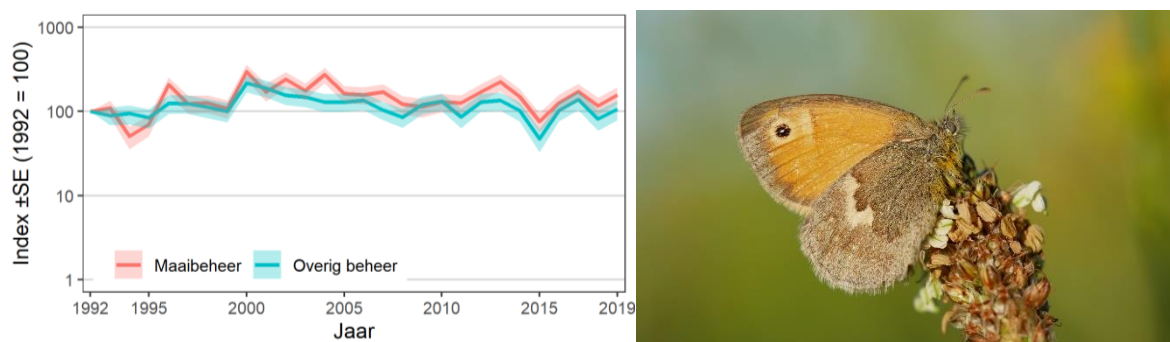
Het groot koolwitje (*Pieris brassicae*) is een veelvoorkomende vlindersoort, die geen levensstadium in grasland heeft. De soort heeft een lichte afname van gemiddeld 1.5% per jaar (Figuur 18), hierbij is geen relatie gevonden met het maaibeheer.



Figuur 18. Links: Algemene trend van het groot koolwitje. De langjarige trend van deze soort laat een gemiddelde afname van 1.5% per jaar zien. Rechts: Foto groot koolwitje (Chris van Swaay).

Hooibeestje

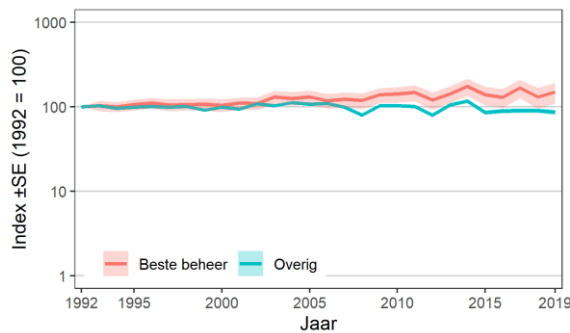
Het hooibeestje (*Coenonympha pamphilus*) is een typische graslandsoort en doet het significant beter op gemaaide routes dan waar ander beheer wordt toegepast ($W = 8.2$, $p = 0.004$, Figuur 19). De soort komt volgens de literatuur vooral voor op niet bemeste graslanden die één keer per jaar vroeg in het jaar gemaaid worden om de rupsen in grasland niet te verstoren (Bink, 1992). De huidige analyse laat geen significant verschil zien tussen de soorten maaibeheer. Aangezien de aantallen van het hooibeestje stabiel zijn, is aan te nemen dat het huidige beheer op de routes waar de soort voorkomt de populaties in stand houdt.



Figuur 19. De trend van het hooibeestje op routes waar maaibeheer wordt toegepast en routes waar ander beheer wordt toegepast. De soort laat een significant positievere trend zien waar maaibeheer wordt toegepast ($W = 8.2$, $p = 0.004$). Rechts: Foto hooibeestje (Chris van Swaay).

Icarusblauwtje

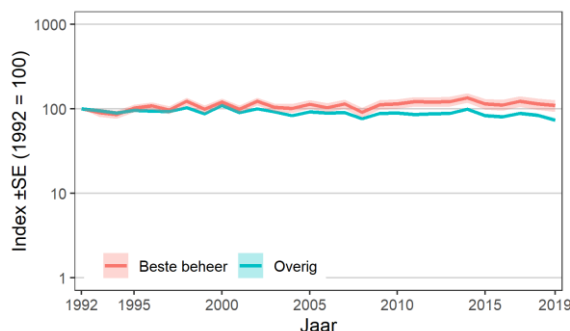
Het icarusblauwtje (*Polyommatus icarus*) is een typische graslandsoort, die het goed doet in graslanden die beweiden worden of in de zomer worden gemaaid (Bink, 1992). De soort laat een stabiele tot licht toenemende trend zien van gemiddeld 0.5% per jaar. De hoogste dichtheden van het icarusblauwtje worden gevonden in droge graslanden, waar de rupsen overwinteren in de strooisellaag of tegen de stengels van vlinderbloemigen (Bos et al., 2006). Het beste beheer op voedselrijke bodem is waar vaker dan 1.1 keer gedeeltelijk wordt gemaaid, waarbij de soort een gemiddelde toename van 1.6% per jaar laat zien. Dit beheer wordt toegepast op 71% van de monitoringroutes. Op overige routes wordt een gemiddelde afname van 0.3% waargenomen, wat significant slechter is dan het beste beheer ($W = 5.4$, $p = 0.020$, Figuur 20). Een mogelijke reden voor de voorkeur voor dit beheer kan zijn dat vaker maaien de bloei van nectarplanten later in het seizoen kan bevorderen en latere generaties van het icarusblauwtje stimuleren.



Figuur 20. Links: Beste beheer voor het icarusblauwtje op voedselrijke bodem, waarbij vaker dan 1.1 keer gedeeltelijk maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 1.6 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 0.3 % per jaar ($W = 5.4$, $p = 0.020$). Rechts: Foto icarusblauwtje (Chris van Swaay).

Klein geaderd witje

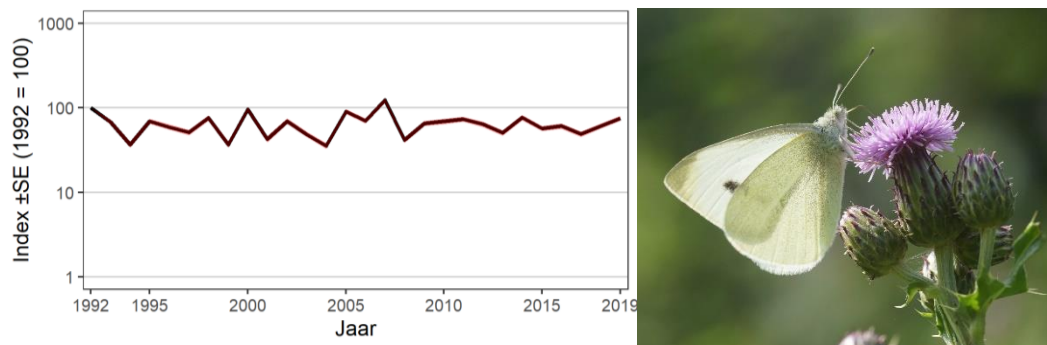
Het klein geaderd witje (*Pieris napi*) wordt gevonden op open graslanden wanneer mannetjes op zoek zijn naar vrouwtjes. De waardplanten van deze soort zijn de pinksterbloem, look-zonder-look en andere kruisbloemigen (Bos et al., 2006). Ondanks dat de soort een stabiele trend laat zien, is er een significant verschil tussen beheer op voedselarme routes waar minder dan 1.1 keer per jaar wordt gemaaid in vergelijking met overige routes ($W = 8.9$, $p = 0.003$, Figuur 21). Op 40% van de voedselarme routes wordt dit beheer toegepast en is een positieve trend van 0.8% gevonden, tegenover een afname van 0.6% op overige routes. Waardoor dit kleine, maar significante, verschil wordt veroorzaakt, is nog onduidelijk.



Figuur 21. Links: Beste beheer voor het klein geaderd witje op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 0.8 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 0.6 % per jaar ($W = 8.9$, $p = 0.003$). Rechts: Foto klein geaderd witje (Chris van Swaay).

Klein koolwitje

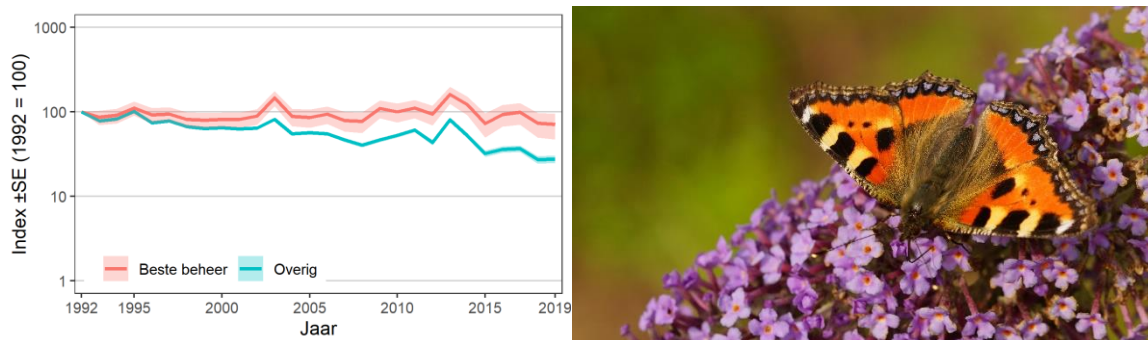
Net zoals het klein geaderd witje laat het klein koolwitje (*Pieris rapae*) een stabiele trend zien (Figuur 22). Het koolwitje komt voor in allerlei begroeiingstypen: van grasland ruigten en tuinen tot bosranden, waar de hoogste vlinder dichtheden worden gevonden in droge graslanden (Bos et al., 2006). De soort laat geen voorkeuren voor typen maaibeheer zien.



Figuur 22. De algemene trend van het klein koolwitje, die een stabiele trend laat zien. Rechts: Foto klein koolwitje (Chris van Swaay).

Kleine vos

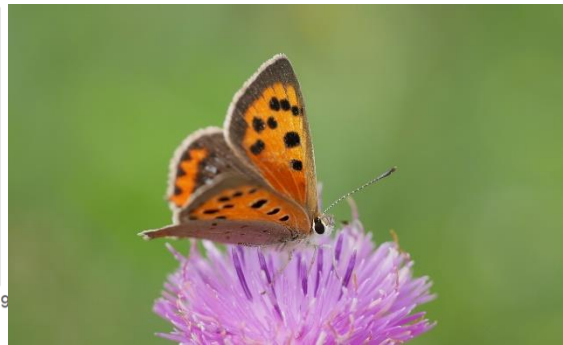
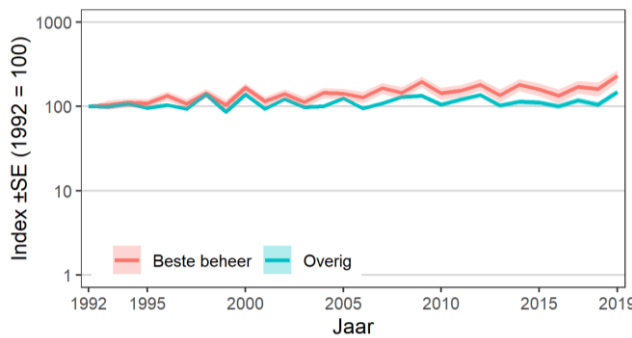
De kleine vos (*Aglais urticae*) heeft sinds het begin van het meetnet flinke schommelingen laten zien, maar gaat de afgelopen jaren harder achteruit dan voorheen (Bijlage 4). De langjarige trend laat een gemiddelde afname van 3.1% per jaar zien. De soort komt vooral voor in grensvegetaties en pioniersvegetaties, waar brandnetels dienen als waardplant (Bink, 1992). De vlinders worden vaak gevonden op droge graslanden op zoek naar nectar. De resultaten laten zien dat de soort stabiel is op voedselrijke bodems waar minder dan 1.1 keer geheel wordt gemaaid, tegenover een afname van gemiddeld 3.4 % op overige routes ($W = 15.6$, $p < 0.001$, Figuur 23). Dit beheer wordt op 36% van de routes toegepast. Aangezien de kleine vos niet afhankelijk is van graslanden, worden er waarschijnlijk minder vlinders waargenomen wanneer er wordt gemaaid en voldoende nectar (tijdelijk) afwezig is.



Figuur 23. Links: Beste beheer voor de kleine vos op voedselrijke bodem, waarbij minder dan 1.1 keer geheel maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 0.1 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 3.4 % per jaar ($W = 15.6$, $p < 0.001$). Rechts: Foto kleine vos (Chris van Swaay).

Kleine vuurvinder

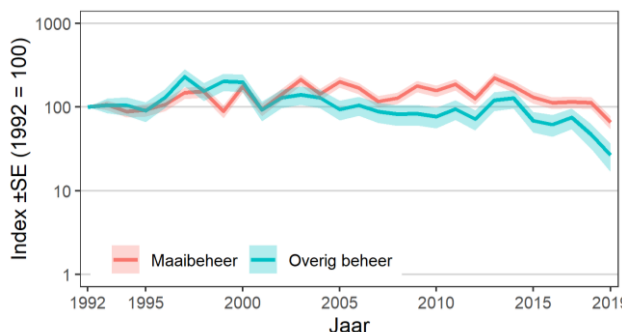
De kleine vuurvinder (*Lycaena phlaeas*) is voornamelijk te zien op schrale graslanden (Bink, 1992). Dit blijkt ook uit de analyses, waarbij er te weinig waarnemingen op voedselrijke bodems waren om een betrouwbare trends te berekenen. De resultaten laten zien dat de soort het relatief goed doet op routes waar wordt gemaaid tijdens de vliegtijd (gemiddelde toename van 1.9% per jaar), terwijl de soort op overige routes een stabiele tot licht toenemende trend laat zien van 0.6% ($W = 5.9$, $p = 0.010$, Figuur 24). De soort lijkt in eerste instantie ook gebaat bij een hoge maaifrequentie, maar het verschil tussen de langjarige trends is niet significant. De voorkeur voor maaien tijdens de vliegtijd is te verklaren doordat de soort overwinter als rups op zuring (in graslanden) of in de strooisellaag (Bos et al., 2006). Maaien buiten de vliegtijd zou schade kunnen toebrengen aan de rupsen.



Figuur 24. Links: Beste beheer voor de kleine vuurvliender, waarbij maaien tijdens de vliegtijd een langjarige trend met een gemiddelde toename van 1.9 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde toename van 0.6 % per jaar ($W = 5.9$, $p = 0.010$). Rechts: Foto kleine vuurvliender (Chris van Swaay).

Koevinkje

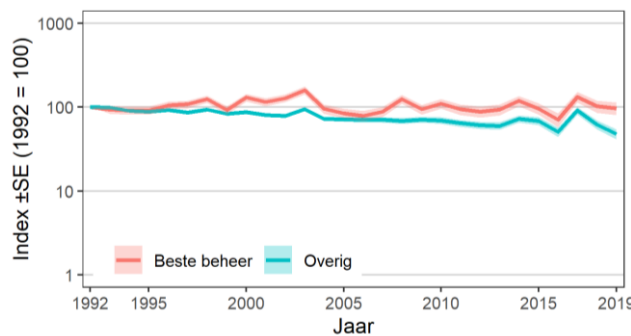
Het koevinkje (*Aphantopus hyperantus*) komt veel voor langs de randen van beweide graslanden die laat in het seizoen worden gemaaid (Bink, 1992). De soort heeft over het algemeen een stabiele trend en laat geen significante verschillen tussen de typen maaibeheer zien, ondanks dat de soort het iets beter lijkt te doen wanneer er minder dan 1.1 keer geheel of gedeeltelijk gemaaid wordt. Het koevinkje heeft wel een significante voorkeur voor maaibeheer in vergelijking met overig beheer ($W = 17.8$, $p < 0.001$, Figuur 25), waarbij de soort stabiel is bij maaibeheer maar gemiddeld 3.0% per jaar afneemt bij ander beheer. De rupsen van het koevinkje overwinteren in graspollen vlak bij de grond (Bos et al., 2006), waardoor maaien mogelijk minder schade toebrengt aan de rupsen dan wanneer ze hoger in de vegetatie zouden zitten.



Figuur 25. Links: Trends van het koevinkje bij maaibeheer (stabiel) en overig beheer (gemiddelde afname 3.0% per jaar), waarbij de soort het significant beter doet bij maaibeheer ($W = 17.8$, $p < 0.001$). Rechts: Foto koevinkje (Chris van Swaay).

Landkaartje

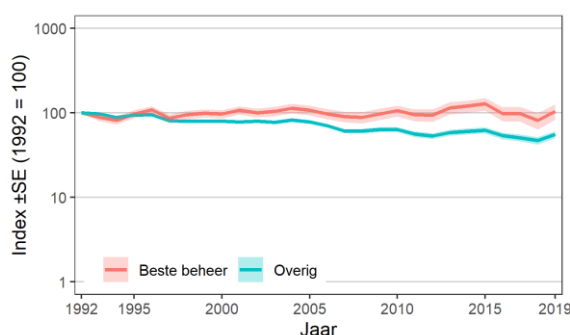
Het landkaartje (*Araschnia levana*) komt in het voorjaar voornamelijk op open velden voor en trekt in de zomer naar het bos (Bink, 1992). Aangezien er te weinig waarnemingen waren om op voedselrijkdom te scheiden, is het maaibeheer op beide soorten bodems meegenomen. Op routes waar vaker dan 1.1 keer per jaar geheel wordt gemaaid is de soort stabiel, tegenover een afname van gemiddeld 1.8% per jaar op overige routes ($W = 7.0$, $p = 0.008$, Figuur 26). Een verklaring voor de voorkeur voor vaker maaien is nog onduidelijk.



Figuur 26. Links: Beste beheer voor het landkaartje, waarbij vaker dan 1.1 keer per jaar geheel maaien een stabiele trend laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 1.8 % per jaar ($W = 7.0$, $p = 0.008$). Rechts: Foto landkaartje (Chris van Swaay).

Oranje zandoogje

Het oranje zandoogje (*Pyronia tithonus*) komt voor in graslanden met ruigte en zoomvegetaties (Bink, 1992). Ondanks dat de rupsen grassen eten, laten de resultaten zien dat de soort het beter doet op routes waar buiten de vliegtijd gemaaid wordt. Daarnaast lijkt de soort een voorkeur te hebben voor een maaifrequentie van minder dan 1.1 keer per jaar, waarbij de intensiteit niet bepalend is. De combinatie van dit beheer wordt op 9% van de routes toegepast en leidt tot een licht positieve trend van gemiddeld 0.4% per jaar, tegenover een afname van 2.1% per jaar op overige routes ($W = 6.1$, $p = 0.014$, Figuur 27). Een verklaring voor de voorkeur van het maaimoment buiten de vliegtijd kan zijn dat een groot nectar aanbod tijdens de vliegtijd in juli en augustus gunstig is voor de soort (Bos et al., 2006).

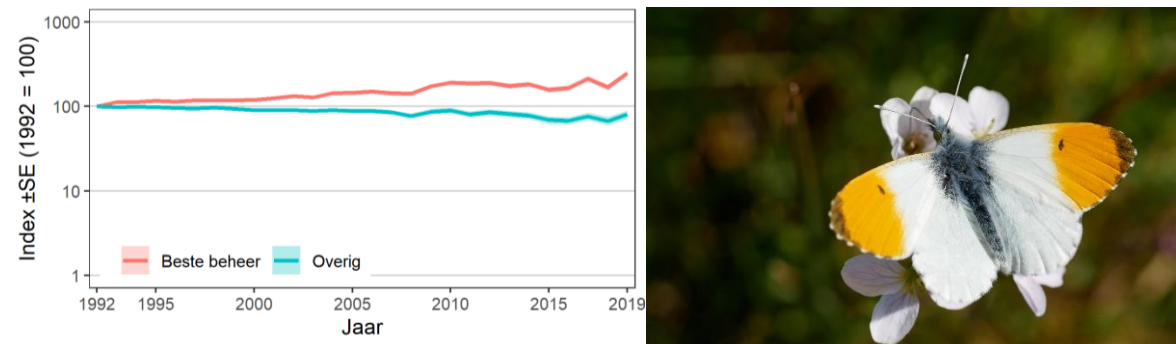


Figuur 27. Beste beheer voor het oranje zandoogje, waarbij minder dan 1.1 keer per jaar maaien buiten de vliegtijd een langjarige trend met een gemiddelde toename van 0.4 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 2.1 % per jaar ($W = 6.1$, $p = 0.014$). Rechts: Foto oranje zandoogje (Chris van Swaay).

Oranjetipje

Het oranjetipje (*Anthocharis cardamines*) vliegt vroeg in het voorjaar doordat de soort overwintert als pop. Na de vliegtijd zijn de rupsen afhankelijk van bloeiende waardplanten, omdat de rupsen zich voeden met de jonge vruchtjes van o.a. de pinksterbloem en look-zonder-look in vochtige graslanden (Bink, 1992; Bos et al., 2006). De pop hangt vanaf eind juni aan struweel van zoom vegetaties, waardoor maaien het best kan gebeuren na eind juni (Bos et al., 2006). De resultaten laten zien dat de soort het beter doet op routes waar meer dan 1.1 keer per jaar geheel of gedeeltelijk wordt gemaaid en toeneemt met gemiddeld 2.7% per jaar. In vergelijking, op de overige routes laat de soort een langjarige trend zien van -1.2% per jaar ($W = 64.6$, $p < 0.001$, Figuur 28). Aangezien er te weinig

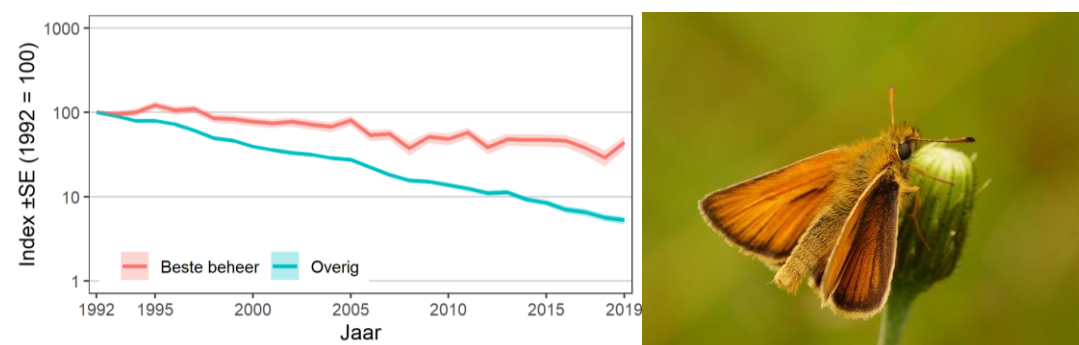
waarnemingen waren om op te splitsen op voedselrijkdom, is de analyse voor het oranjetipje samengevoegd.



Figuur 28. Links: Beste beheer voor het oranjetipje, waarbij meer dan 1.1 keer per jaar maaien een langjarige trend met een gemiddelde toename van 2.7 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 2.1 % per jaar ($W = 64.6$, $p < 0.001$). Rechts: Foto oranjetipje (Chris van Swaay).

Zwartsprietdikkopje

Het zwartsprietdikkopje (*Thymelicus lineola*) komt voor op graslanden, waarbij de rupsen zich het best ontwikkelen in grazige, ruige vegetaties. De soort overwintert als ei in grassen en leeft dus een groot deel van het jaar immobiel in grasland (Bink, 1992; Bos et al., 2006). De soort is flink achteruit gegaan, maar laat flinke verschillen zien tussen de typen maaibeheer. De routes waar de soort het minst afneemt op voedselarme bodem met gemiddeld 4.1% per jaar worden minder dan 1.1 keer per jaar geheel gemaaid, tegenover een gemiddelde afname van 10.4% bij overig beheer ($W = 141.1$, $p < 0.001$, Figuur 29). Dit beheer wordt op 26% van de voedselarme routes toegepast. Daarnaast is er een groot verschil in afname tussen een hoge en lage maaifrequentie wanneer alleen naar geheel maaien wordt gekeken, maar niet wanneer gedeeltelijk maaien wordt meegenomen. Dit laat zien dat ondanks de soort het goed doet op geheel gemaaide routes met een lage maaifrequentie, de maaifrequentie minder van belang is bij gedeeltelijk maaien (Bijlage 4). Het juiste maaibeheer kan voor het zwartsprietdikkopje dus bijdragen aan de overleving van de soort, maar kan de achteruitgang niet volledig stoppen.



Figuur 29. Links: Beste beheer voor het zwartsprietdikkopje op voedselarme bodem, waarbij minder dan 1.1 keer geheel maaien een langjarige trend met een gemiddelde afname van 4.1 % per jaar laat zien. Dit is significant beter dan de langjarige trend op overige routes, met een gemiddelde afname van 10.4 % per jaar ($W = 141.1$, $p < 0.001$). Rechts: Foto zwartsprietdikkopje (Chris van Swaay).

3.3 Overzicht beste beheer

De resultaten in hoofdstuk 3.2 laten zien dat de verschillende vlindersoorten positievere trends laten zien bij een bepaald soort beheer of een combinatie van beheersmaatregelen. Een samenvatting van deze resultaten is te vinden in Tabel 3, waar de significante voorkeuren per soort zijn verzameld.

Tabel 3. Overzicht van de voorkeuren maaibeheer per vlindersoort. Wanneer een beheermaatregel of combinatie van beheersmaatregelen significant beter is dan het beheer op overige routes, is het resultaat in de tabel opgenomen. De mintekens staan voor niet-significante resultaten. De uitkomsten van de statistische toetsen per soort zijn te vinden in hoofdstuk 3.2.

Soort	Voorkeur beheer	Maaimoment	Maai intensiteit voedselarm	Maaifrequentie voedselarm	Maai intensiteit voedselrijk	Maaifrequentie voedselrijk
Bruin zandoogje	Overig beheer	Buiten vliegtijd	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1	Geheel	≥ 1.1
Oranje zandoogje	Overig beheer	Buiten vliegtijd	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1
Dagpauwoog	-	Tijdens vliegtijd	Geheel	≥ 1.1	Geheel	< 1.1
Gehakelde aurelia	Overig beheer	-	Gedeeltelijk	< 1.1	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1
Landkaartje	Maaibeheer	-	Geheel	≥ 1.1	Geheel	≥ 1.1
Argusvlinder	Maaibeheer	Tijdens vliegtijd	Gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Citroenvlinder	Overig beheer	Tijdens vliegtijd	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Oranjetipje	-	-	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1	Geheel of gedeeltelijk	≥ 1.1
Zwartsprietdikkopje	Maaibeheer	Tijdens vliegtijd	Geheel	< 1.1	-	-
Atalanta	Overig beheer	-	-	-	Geheel	< 1.1
Boomblauwtje	-	-	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Distelvlinder	Overig beheer	-	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Groot dikkopje	Maaibeheer	-	Geheel	< 1.1	-	-
Klein geaderd witje	Overig beheer	-	Geheel of gedeeltelijk	< 1.1	-	-
Icarusblauwtje	-	-	-	-	Gedeeltelijk	≥ 1.1
Kleine vuurvlinder	Overig beheer	Tijdens vliegtijd	-	-	-	-
Kleine vos	-	-	-	-	Geheel	< 1.1
Eikenpage	-	Tijdens vliegtijd	-	-	-	-
Groot koolwitje	Overig beheer	-	-	-	-	-
Hooibeestje	Maaibeheer	-	-	-	-	-
Koevinkje	Maaibeheer	-	-	-	-	-
Bont zandoogje	-	-	-	-	-	-
Bruin blauwtje	-	-	-	-	-	-
Geelsprietdikkopje	-	-	-	-	-	-
Klein koolwitje	-	-	-	-	-	-

4. Discussie

Het doel van dit onderzoek was om analyseren wat het effect was van graslandbeheer op de Nederlandse dagvlindersoorten, om zo te bepalen welk beheer het best geschikt is om de vlinderpopulatie in stand te houden en mogelijk te stimuleren. Met behulp van de gegevens van het meetnet zijn de effecten van maaifrequentie, maaimoment en maai intensiteit onderzocht.

De resultaten betreffende de maaifrequentie laten zien dat de meerderheid van de soorten op voedselarme bodem een meer positieve trend lieten zien bij minder dan 1.1 keer maaïen. Daartegenover deden de soorten het op voedselrijke bodem beter bij vaker dan 1.1 keer maaïen. Opvallend hieraan is dat de onderzochte soorten dus de voorkeur hebben voor wat gangbaar is, aangezien uit de resultaten naar voren kwam dat er op voedselrijke bodems vaker wordt gemaaid. Deze voorkeur kan verklaard worden doordat vaker maaïen op voedselrijke bodem voor snellere verschraling zorgt, waardoor er meer plantendiversiteit mogelijk is (Haterd et al., 2009). Daarnaast werd in een meta-analyse gevonden dat de natuurwaarde, een combinatie van planten en dieren rijkdom en diversiteit, nauwelijks verschilt tussen gebieden met verschillende maaifrequentie. De voedselrijkdom van de bodem werd wel als een bepalende factor gevonden voor het bepalen van de juiste maaifrequentie (Tälle et al., 2018). Ondanks de mogelijke directe schade aan vlindersoorten in grasland, lijken de soorten dus meer te profiteren van de vegetatie die wordt gestimuleerd om door het maaïen later weer te bloeien.

Bij het analyseren van het effect van maaimoment was te zien dat soorten het vaker beter deden bij maaïen tijdens de vliegtijd dan buiten de vliegtijd, al had de meerderheid van de soorten geen significante voorkeur voor het maaimoment. De soorten die een voorkeur hadden voor een maaimoment overwinteren grotendeels als rups (of ei) in graspollen: argusvlinder, kleine vuurvlinder, zwartsprietdikkopje, bruin zandoogje, oranje zandoogje. Deze soorten brengen dus een groot deel van het jaar immobiel door in grasland, waardoor het voor deze soorten dus waarschijnlijk is dat ze directe effecten ondervinden van het maaibeheer. Dit was ook de verwachting in het Zwitserse onderzoek van Van Klink et al. (2019). In dit onderzoek werd de invloed van maaïen geanalyseerd op aantallen ongewervelden die als larve of volgroeid insect in grasland voorkomen. De resultaten lieten zien dat soorten die als larve in grasland leven het volgende jaar in hogere aantallen aanwezig waren wanneer de maaidatum werd uitgesteld, terwijl dit voor andere soorten niet uitmaakte. Daarnaast concluderen de onderzoekers dat het moment van de eerste maaibeurt, en het uitstellen daarvan, meer invloed had dan de maaifrequentie (Van Klink et al., 2019). Aangezien in het huidige onderzoek het maaimoment alleen is onderzocht voor monitoringsroutes met een lage maaifrequentie is dat waarschijnlijk ook de eerste maaibeurt en zijn de resultaten vergelijkbaar met het Zwitserse onderzoek.

Opvallend aan de maai intensiteit was dat een relatief veel soorten op voedselarme bodem een positievere trend lieten zien bij geheel maaïen (dagpauwoog, landkaartje, zwartsprietdikkopje, groot dikkopje) en maar weinig bij gedeeltelijk maaïen (gehakelde aurelia, argusvlinder). Daarnaast was voor veel soorten de maaifrequentie belangrijker dan de maai intensiteit. Dit is in tegenstelling met recente onderzoeken en het huidige beeld van vlindervriendelijk maaïen in Nederland (Bonari et al., 2017; Bruppacher et al., 2016; WallisDeVries, 2016), waarbij aanbevolen wordt om gefaseerd te maaïen en in plaats van alles in één keer te maaïen. Experimenteel onderzoek laat zien dat een combinatie van later maaïen en een deel van de vegetatie laten staan leidt tot de hoogste soortenrijkdom van specialistische vlindersoorten (Bruppacher et al., 2016). Daarnaast wordt benadrukt dat heterogeniteit in het landschap het belangrijkste is om zo veel mogelijk soorten in stand te houden, waarbij maaïen, begrazen en periodes zonder beheer een goede combinatie vormt (Bonari et al., 2017). Toch is het mogelijk dat de resultaten van het huidig onderzoek en de experimentele

onderzoeken elkaar niet tegenspreken. In het huidige onderzoek is gekeken naar individuele soorten en niet naar de vlinder diversiteit en de totale dichtheden. Waar enkele soorten het goed doen bij het intensieve maaibeheer dat op veel monitoringsroutes wordt toegepast, kan het zijn dat de totale dichtheden en diversiteit afnemen. Hannappel en Fischer (2020) beweren zelfs dat de effecten van een intensief maaibeheer voor vlinders ingrijpender kunnen zijn dan voor andere insectensoorten, omdat vlindersoorten vaak specialistischer zijn en dus meer last hebben van plantensoorten die verdwijnen door hoge maaifrequenties en regelmatige bemesting (Hannappel & Fischer, 2020).

Een flink aantal soorten liet geen significante verschillen tussen de typen maaibeheer zien, daar kunnen een aantal redenen voor zijn. Ten eerste zijn er algemene dagvlindersoorten gekozen voor dit onderzoek die niet allemaal een levensstadium in grasland hebben. Deze soorten worden als vlinder in grasland gevonden omdat ze nectar zoeken, maar ze zijn niet direct afhankelijk van grasland voor hun overleving. Wanneer er wordt gemaaid, zal dit vaak dus niet direct effect hebben op de aantallen individuen die overleven (Van Klink et al., 2019). Ten tweede is er voor een aantal factoren bij sommige soorten relatief veel variatie en dus een grote standaard deviatie. Dit kwam meestal voor wanneer een soort op minder routes voorkomt waar een bepaald beheer wordt toegepast. Er zijn bijvoorbeeld een aantal soorten met een lange vliegtijd (hooibeestje, koolwitjes, kleine vos, gehakelde aurelia), waardoor er weinig routes zijn waar buiten de vliegtijd wordt gemaaid. Voor deze soorten is dus lastig een betrouwbare trend te bepalen en het effect van maaimoment vast te stellen. Dit is ook te zien aan het kleine aantal uitgevoerde analyses op voedselrijke routes, veel soorten komen meer voor op voedselarme routes.

De gevonden resultaten sluiten niet direct aan bij de huidige ideeën over het beste maaibeheer voor Nederland, waar wordt gepleit voor gefaseerd maaibeheer (WallisDeVries, 2016). Toch is het niet verwonderlijk dat de analyse met de huidige soorten dit resultaat geeft. De soorten die in dit onderzoek zijn geanalyseerd, zijn de soorten die algemeen zijn in Nederland en voldoende waarnemingen hebben voor de *rtrim* analyses. Het is daarom waarschijnlijk dat deze soorten zich goed kunnen handhaven bij het intensieve maaibeheer dat veel in Nederland wordt toegepast. Juist voor minder algemene soorten zou een minder intensief beheer, zoals met gefaseerd maaien, voordelig kunnen zijn. Dit zou ook kunnen betekenen dat de soorten die nu zeer algemeen zijn dalen in aantallen, wat vergelijkbaar is met het stimuleren van een veranderende vegetatie bij ander maaibeheer (Haterd et al., 2009). Bijvoorbeeld, het vrouwtjes van het bruin zandoogje zetten hun eitjes af op pas gemaaid gras. Wanneer er minder wordt gemaaid, kunnen de aantallen van de volgende generatie(s) lager uitvallen dan voorheen. Daarnaast moet er met het maaibeheer rekening worden gehouden met andere soort groepen. Bijvoorbeeld, bij een experimenteel onderzoek naar bijenpopulaties werd gevonden dat niet het aanpassen van de maaidatum, maar het gefaseerd maaien ervoor zorgde dat de bijen dichtheid verdubbelde (Buri et al., 2014).

Goed maaibeheer kan bijdragen aan stimuleren van soort, maar vaak moeten er ook andere factoren meespelen in de achteruitgang in aantallen. Uit de resultaten bleek dat significant beter maaibeheer niet altijd samenhangt met een positieve trend, bijvoorbeeld bij het zwartsprietdikkopje, waar beter beheer de achteruitgang van de soort niet compleet tegen lijkt te gaan. Andere factoren die kunnen meespelen zijn het compleet verdwijnen van leefgebied, bemesting, verdroging of andere veranderingen in het (micro)klimaat van een vlinderhabitat (Bos et al., 2006). Voorspellen hoe deze factoren samen de vlinderstanden beïnvloeden kan complex zijn. Zo kan versnippering van het habitat leiden tot verminderde dispersie, maar kunnen hogere temperaturen dat mogelijk weer (deels) compenseren door dat vlinders vaak langer vliegen bij geschikte weersomstandigheden (Cormont et al., 2011).

4.1 Aanbevelingen en conclusie

Dit onderzoek is een startpunt voor het gebruik van het Meetnet Vlinders als bron voor informatie over het maaibeheer in Nederland. Door de lange tijdspan die het meetnet inmiddels heeft, zijn er veel mogelijkheden om aanvullend onderzoek te verrichten. Bijvoorbeeld is in het huidige onderzoek al het beheer van een monitoringsroute samengenomen, maar veel gebieden worden niet 30 jaar lang op dezelfde manier beheerd. Een interessante toevoeging zou dus zijn om te kijken naar hoe het beheer is veranderd door de jaren heen en of dit te correleren is aan het verdwijnen van vlindersoorten op bepaalde locaties. Voor zo een analyse zal er in meer detail gekeken moeten worden naar wat er op de monitoringsroutes gebeurt. Dit kan ook de mogelijkheid geven om zeldzamere soorten te analyseren. De huidige analyse was hier niet voor geschikt, mede door de vereiste van een relatief groot aantal waarnemingen in de *rtrim* modellen.

Het is wel duidelijk dat veel factoren meespelen bij het voortbestaan van vlindersoorten. Van klimaat en habitatfragmentatie tot lokaal beheer. Het huidig onderzoek heeft laten zien dat de algemene soorten in Nederland het relatief goed doen bij het beheer dat de laatste 28 jaar is toegepast, maar ook veel kunnen profiteren van aanpassingen in het beheer. Een van de moeilijkheden bij het bepalen van het juiste maaibeheer is dat soorten verschillende voorkeuren laten zien. Waarbij geheel maaien verrassend vaak een positief effect had in het huidig onderzoek, of het maaimoment vaak geen significant effect had, zijn er ook soorten die een erg specifiek beheer nodig hebben. Daarom zal heterogeniteit in een landschap, of grasland, van belang zijn om verschillende vlindersoorten een kans te geven. Daarnaast is het een belangrijke vraag wat het doel is van het toekomstige beheer: willen we de huidige soorten algemene zo goed mogelijk behouden, of willen we dat zeldzame soorten talrijker worden? Waar een specifieke vlindersoort gestimuleerd moet worden, kan namelijk het juiste beheer helpen, maar dit kan ten koste gaan van andere soorten. Ook de behoeften van andere flora en fauna in aanmerking worden genomen bij een beleid voor beheer in de toekomst. Dit onderzoek sluit aan bij het advies dat heterogeniteit in een landschap belangrijk is, om ervoor te zorgen dat zo veel mogelijk (vlinder)soorten een kans krijgen om te blijven bestaan.

Referenties

- Bink, F. A. (1992). *Ecologische Atlas van de Dagvlinders van Noordwest-Europa*. Schuyt & Co Uitgevers en Importeurs bv, Haarlem.
- Bogaart, P., van der Loo, M., & Pannekoek, J. (2020). *rtrim: Trends and Indices for Monitoring Data*. <https://cran.r-project.org/package=rtrim>
- Bonari, G., Fajmon, K., Malenovský, I., Zelený, D., Holuša, J., Jongepierová, I., Kočárek, P., Konvička, O., Uříčář, J., & Chytrý, M. (2017). Management of semi-natural grasslands benefiting both plant and insect diversity: The importance of heterogeneity and tradition. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246(August), 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.010>
- Bos, F., Bosveld, M., Groenendijk, D., Swaay, C. van, & Wynhof, I. (2006). Hoofdstuk 9 De soorten. In *De dagvlinders van Nederland, verspreiding en bescherming (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea. – Nederlandse Fauna 7* (pp. 59–328). Leiden. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, knnv Uitgeverij & European Invertebrate Survey - Nederland.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.02.018>
- Buri, P., Humbert, J.-Y., & Arlettaz, R. (2014). Promoting Pollinating Insects in Intensive Agricultural Matrices: Field-Scale Experimental Manipulation of Hay-Meadow Mowing Regimes and Its Effects on Bees. *PLOS ONE*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085635>
- CBS, PBL, RIVM, & WUR. (2020). *Dagvlinders van graslanden, 1890-2018 (indicator 1181, versie 15, 5 februari 2020)*.
- Cockuyt, J. (2015). *Sinusbeheer: maaibeheer op maat van dagvlinders en insecten*.
- Cormont, A., Malinowska, A. H., Kostenko, O., Radchuk, V., Hemerik, L., WallisDeVries, M. F., & Verboom, J. (2011). Effect of local weather on butterfly flight behaviour, movement, and colonization: Significance for dispersal under climate change. *Biodiversity and Conservation*, 20(3), 483–503. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9960-4>
- Dahlström, A., Lennartsson, T., Wissman, J., & Frycklund, I. (2008). Biodiversity and traditional land use in south-central Sweden: The significance of management timing. *Environment and History*, 14(3), 385–403. <https://doi.org/10.3197/096734008X333572>
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D., & De Kroon, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hannappel, I., & Fischer, K. (2020). Grassland intensification strongly reduces butterfly diversity in the Westerwald mountain range, Germany. *Journal of Insect Conservation*, 24(2), 279–285. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00195-1>
- Harvey, J. A., Heinen, R., Armbrrecht, I., Basset, Y., Baxter-Gilbert, J. H., Bezemer, T. M., Böhm, M., Bommarco, R., Borges, P. A. V., Cardoso, P., Clausnitzer, V., Cornelisse, T., Crone, E. E., Dicke, M., Dijkstra, K. D. B., Dyer, L., Eilers, J., Fartmann, T., Forister, M. L., ... de Kroon, H. (2020). International scientists formulate a roadmap for insect conservation and recovery. *Nature Ecology and Evolution*, 4(2), 174–176. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-1079-8>
- Haterd, R. J. W. Van De, Hengel, B. Van Den, & Keizer, P. J. (2009). Lange termijn effecten van maaibeheer in wegbermen. *De levende natuur*, 110(2), 88–94.

- Humbert, J.-Y., Ghazoul, J., & Walter, T. (2009). Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 130(1–2), 1–8.
- Johansen, L., Westin, A., Wehn, S., Iuga, A., Ivascu, C. M., Kallioniemi, E., & Lennartsson, T. (2019). Traditional semi-natural grassland management with heterogeneous mowing times enhances flower resources for pollinators in agricultural landscapes. *Global Ecology and Conservation*, 18, e00619. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00619>
- Kassambara, A. (2020). *ggpubr: “ggplot2” Based Publication Ready Plots*. <https://cran.r-project.org/package=ggpubr>
- Margé. (2020). *Flevoland past bermbeheer aan op bijen*. Noordoostpolder Nieuws. <https://noordoostpolder.nieuws.nl/nieuws/26419/flevoland-past-bermbeheer-aan-op-bijen/>
- Nationaal Georegister. (2013). *Fysisch Geografische Regio's 2013*. <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/c8b5668f-c354-42f3-aafc-d15ae54cf170?tab=general>
- Nationale Databank Flora en Fauna. (2020). *Naamlijst van de Nederlandse Dagvlinders*. <https://www.verspreidingsatlas.nl/soortenlijst/dagvlinders>
- Pebesma, E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal*, 10(1), 439–446. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- Provincie Noord-Holland. (2020). *Meer biodiversiteit in bermen*. https://www.noord-holland.nl/Actueel/Archief/2020/Juli_2020/Meer_biodiversiteit_in_bermen#:~:text=De provincie Noord-Holland beheert,meer dan 2000 hectare grond.
- Puls, R., Maes, D., & Bonte, D. (2013). Wordt de grond te warm onder de poten van de Argusvlinder? *Natuur.focus*, 12(4), 140–144.
- R Core Team. (2020). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. <https://www.r-project.org/>
- Stip, A. (2017). Sinusbeheer slaat aan! *Vlinders*, 1, 18–19.
- Tälle, M., Deák, B., Poschlod, P., Valkó, O., Westerberg, L., & Milberg, P. (2018). Similar effects of different mowing frequencies on the conservation value of semi-natural grasslands in Europe. *Biodiversity and Conservation*, 27(10), 2451–2475. <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1562-6>
- Tennekes, M. (2018). {tmap}: Thematic Maps in {R}. *Journal of Statistical Software*, 84(6), 1–39. <https://doi.org/10.18637/jss.v084.i06>
- Van Klink, R., Menz, M. H. M., Baur, H., Dosch, O., Kühne, I., Lischer, L., Luka, H., Meyer, S., Szikora, T., Unternährer, D., Arlettaz, R., & Humbert, J. Y. (2019). Larval and phenological traits predict insect community response to mowing regime manipulations. *Ecological Applications*, 29(4). <https://doi.org/10.1002/eap.1900>
- Van Strien, A. J., Van Swaay, C., van Strien-van Liempt, W. T. F. H., Poot, M. J. M., & WallisDeVries, M. F. (2019). Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. *Biological Conservation*, 234(November 2018), 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.023>
- Van Swaay, C. (2014). General introduction. In *Tracking butterflies for effective conservation* (pp. 7–17).
- Van Swaay, C. (2019). *Basisrapport Rode Lijst Dagvlinders 2019 volgens Nederlandse en IUCN-criteria*.
- Van Swaay, C., Nowicki, P., Settele, J., & Van Strien, A. J. (2008). Butterfly monitoring in Europe:

- Methods, applications and perspectives. *Biodiversity and Conservation*, 17(14), 3455–3469.
<https://doi.org/10.1007/s10531-008-9491-4>
- Van Swaay, C., & Poot, M. (2017). Niet te vaak maaien voor het zwartsprietdikkopje. *Vlinders*, 4, 10–11. <https://assets.vlinderstichting.nl/docs/0646b235-e7b9-49f3-82c7-301a65dc339c.pdf>
- Van Swaay, C., van Strien, A. J., Aghababayan, K., Astrom, S., & Botham, M. (2016). *The European Butterfly Indicator for Grassland species 1990-2015. Report VS2016.019*.
<https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>
- Van Vuurde, L. (2020). *Provincie Overijssel maakt extra stap in ecologisch bermbeheer*. Nature Today.
<https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=26147#:~:text=Provincie Overijssel maait haar bermen,kans krijgen om te kiemen.>
- Vantieghem, P., Maes, D., Kaiser, A., & Merckx, T. (2016). Quality of citizen science data and its consequences for the conservation of skipper butterflies (Hesperidae) in Flanders (northern Belgium). *Journal of Insect Conservation*. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9924-4>
- WallisDeVries, M. (2016). Vlindervriendelijk maaien: hoe doe je dat? *Vlinders*, 3, 10–13.
<https://doi.org/10.1007/s12632-013-0086-2>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., ... Yutani, H. (2019). Welcome to the {tidyverse}. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

Bijlagen

Bijlage 1. Aantal routes per soort

Tabel B1. Aantallen routes waarop een soort is gevonden per factor. In het rood aangegeven zijn de factoren waar minder de soort op minder dan 50 routes is waargenomen. Daarnaast is het totaal aantal routes weergegeven en de langjarige trend. De p-waarde geeft het resultaat weer van de Wald toets die berekend of de langjarige trend significant verschilt van 0 en de soort dus toeneemt, afneemt of stabiel is.

Soort	Voedsel- arm	Voedsel- rijk	Grasland	Niet- grasland	Maaifrq geheel <1.1	Maaifrq geheel ≥1.1	Maaifrq <1.1	Maaifrq ≥1.1	Tijdens vliegtijd	Buiten vliegtijd	Maai beheer	Overig beheer	Totaal aantal routes	Trend (% per jaar)	p- waarde
Argusvlinder	299	241	298	273	174	181	137	181	86	89	139	87	692	-7.6	<0.001
Atalanta	618	431	601	557	469	386	418	386	374	96	286	143	1556	-0.1	0.408
Bont zandoogje	477	254	427	360	321	262	269	262	208	114	229	114	952	8.2	<0.001
Boomblauwtje	411	199	333	336	280	242	215	242	224	57	221	107	790	4.0	<0.001
Bruin blauwtje	149	75	100	143	93	86	79	86	73	21	71	43	292	-2.6	<0.001
Bruin zandoogje	614	336	547	486	440	315	395	315	323	118	245	142	1421	-0.8	<0.001
Citroenvlinder	548	230	435	398	348	267	300	267	217	132	228	123	1054	2.6	<0.001
Dagpauwoog	564	385	542	487	430	347	355	347	242	189	276	144	1307	-4.4	<0.001
Distelvlinder	575	405	569	498	437	350	367	350	408	30	274	141	1397	2.0	<0.001
Eikenpage	309	34	178	174	156	104	132	104	104	53	113	72	439	1.5	0.005
Geelsprietdikkopje	189	50	137	114	114	78	97	78	89	26	81	52	321	-8.8	<0.001
Gehakkelde aurelia	496	287	433	439	342	310	295	310	304	39	256	123	1073	1.9	<0.001
Groot dikkopje	508	168	383	320	315	214	269	214	210	106	195	113	944	-2.0	<0.001
Groot koolwitje	500	336	475	436	391	325	318	325	336	56	254	133	1102	-1.5	<0.001
Hooibeestje	451	147	330	304	268	192	243	192	259	10	160	88	866	0.1	0.656
Icarusblauwtje	423	263	378	363	330	256	255	256	184	147	201	114	916	0.5	0.048
Klein geaderd witje	556	374	532	469	415	352	345	352	346	70	274	139	1232	-0.2	0.203
Klein koolwitje	583	408	565	523	450	379	380	379	374	77	282	140	1350	0.1	0.553
Kleine vos	533	398	539	485	421	357	355	357	402	20	274	139	1306	-3.1	<0.001
Kleine vuurvvlinder	493	184	381	333	298	243	246	243	225	74	195	117	860	1.9	<0.001
Koevinkje	375	97	280	206	224	131	204	131	130	95	133	80	631	-0.5	0.090
Landkaartje	413	225	365	310	278	250	228	250	211	68	211	117	800	-1.5	<0.001
Oranje zandoogje	301	109	248	174	184	111	170	111	103	82	114	61	600	-1.8	<0.001
Oranjetipje	434	216	381	297	296	220	250	220	25	272	194	112	815	1.4	<0.001
Zwartsprietdikkopje	531	218	431	363	335	270	289	270	224	112	215	124	1036	-8.1	<0.001

Bijlage 2. Statistische resultaten

Tabel B2A. Langjarige trends per soort en per factor, berekend volgens model 2 in *rtrim* (zie methode). Ontbrekende trends zijn weergegeven met een minteken. Significante verschillen tussen twee factoren zijn te vinden in tabel B2B.

Soort	Trend voedselarm	Trend voedselrijk	Trend arm <1.1	Trend arm ≥ 1.1	Trend rijk <1.1	Trend rijk ≥ 1.1	Trend geheel arm <1.1	Trend geheel arm ≥ 1.1	Trend geheel rijk <1.1	Trend geheel rijk ≥ 1.1	Trend buiten vliegtijd	Trend tijdens vliegtijd	Trend maai beheer	Trend overig beheer
Argusvlinder	-7.3	-10.5	-4.2	-9.1	-8.1	-11.3	-8.5	-7.5	-7.7	-13.3	-12.6	-4.6	-6.9	-10.5
Atalanta	-0.8	2.3	-0.2	-1.4	0.9	2.5	-1.1	-1.2	2.7	0.8	-0.6	0.0	-0.3	1.2
Bont zandoogje	4.4	12.7	5.5	3.3	10.9	13.2	4.8	4.1	10.5	15.3	6.4	5.8	4.7	5.8
Boomblauwtje	2.4	3.5	5.4	0.5	7.5	1.2	3.7	0.1	3.5	2.2	5.2	3.6	3.3	2.8
Bruin blauwtje	-3.1	1.6	-3.3	-3.0	3.9	-0.7	-3.2	-3.2	-0.6	-	-5.0	-	-4.3	-
Bruin zandoogje	-1.4	1.8	-2.1	-0.6	1.3	2.5	-1.0	-1.0	1.0	3.4	2.1	-1.6	-1.4	-0.3
Citroenvlinder	3.0	4.5	5.8	1.9	3.9	5.1	4.1	0.6	8.4	2.1	2.0	6.0	3.7	1.9
Dagpauwoog	-5.8	-3.3	-4.7	-6.1	-4.4	-2.9	-7.2	-4.1	-1.4	-5.5	-8.9	-2.0	-5.0	-4.2
Distelvlinder	2.5	1.8	4.8	0.3	1.4	3.0	2.1	0.7	1.6	0.1	-	1.2	1.2	2.7
Eikenpage	1.9	-	3.6	1.7	-	-	4.3	-	-	-	1.2	6.2	2.9	2.6
Geelsprietdikkopje	-9.7	0.1	-8.3	-9.5	-	-	-6.5	-	-	-	-5.1	-8.0	-8.3	-10.3
Gehakelde aurelia	0.8	2.7	3.4	0.2	1.7	2.7	1.2	0.4	3.4	1.9	-	1.9	0.7	2.2
Groot dikkopje	-1.9	-3.7	-2.9	-1.4	-	-5.2	-1.2	-3.6	-	-	-0.5	-1.7	-2.0	-4.1
Groot koolwitje	-1.9	-1.1	-1.0	-2.0	-	-0.9	-0.8	-2.0	-2.6	0.2	0.2	-1.7	-2.5	0.6
Hooibeestje	-0.5	0.4	-0.1	-0.7	-	1.1	0.8	-0.4	-	-	-	0.5	0.4	-1.2
Icarusblauwtje	0.1	-0.4	-0.3	0.2	-1.0	1.8	-0.4	0.7	-0.4	-	-0.8	-1.3	-0.9	0.0
Klein geaderd witje	-0.7	0.4	0.8	-1.2	-0.8	0.7	0.0	-1.2	0.6	0.0	0.2	0.1	-1.1	0.9
Klein koolwitje	-0.6	0.2	-0.4	-0.9	-0.7	0.3	-0.5	-1.1	0.9	-0.5	2.2	0.2	-0.1	-0.8
Kleine vos	-4.4	-2.1	-3.2	-4.7	-0.5	-2.3	-5.7	-3.7	0.1	-5.3	-	-3.0	-2.9	-2.3
Kleine vuurvlinder	0.5	-	1.4	0.3	-	-	0.9	0.1	-	-	-0.9	2.0	-1.3	0.5
Koevinkje	-1.2	1.2	-0.6	-1.5	-	-	-1.2	-2.2	-	-	-0.6	-1.7	-0.2	-3.0
Landkaartje	-1.7	1.7	-0.7	-1.9	0.0	1.8	-2.2	-0.8	2.6	1.5	-4.0	-0.7	1.0	-1.9
Oranje zandoogje	-1.8	-2.2	0.3	-2.6	2.9	-4.4	-0.7	-3.0	0.6	-5.1	-0.3	-2.6	-3.5	-0.4
Oranjetipje	0.4	6.7	-1.4	1.1	-1.1	13.0	0.8	0.8	2.8	12.2	1.4	-	1.9	1.5
Zwartsprietdikkopje	-8.4	-8.6	-7.9	-6.7	-	-8.4	-5.1	-10.2	-9.6	-9.4	-8.1	-4.7	-6.1	-12.3

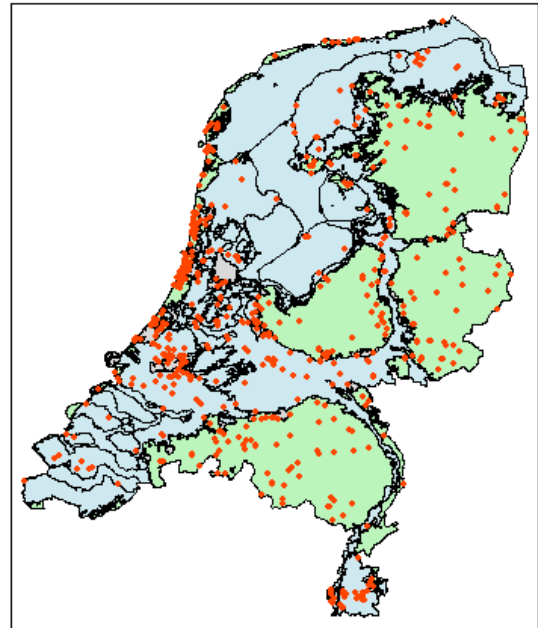
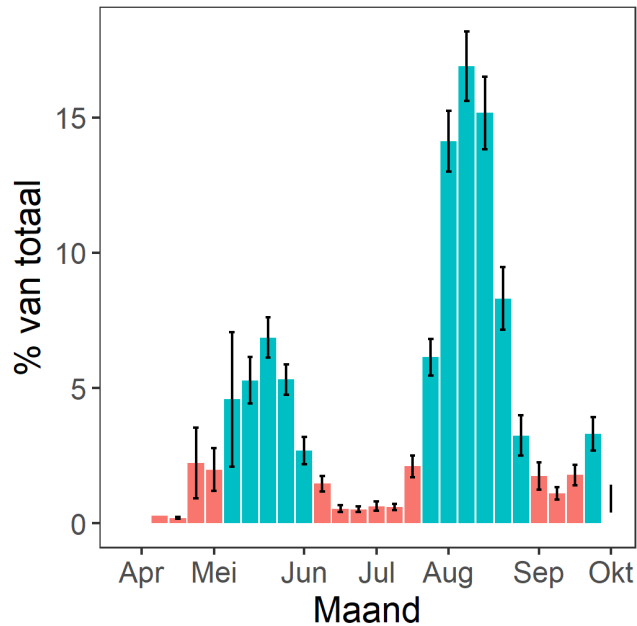
Tabel B2B. Resultaten Wald toetsen per factor, waarbij is berekend of de langjarige trend per factor verschillen. Ontbrekende analyses zijn weergegeven met een minteken.

Soort	Voedselarm vs voedselrijk		Maaifrequentie voedselarm <1.1 vs >= 1.1		Maaifrequentie voedselrijk <1.1 vs >= 1.1		Maaifrequentie geheel, voedselarm <1.1 vs >= 1.1		Maaifrequentie geheel, voedselrijk <1.1 vs >= 1.1		Tijdens vliegtijd vs buiten vliegtijd		Maai beheer vs overig beheer	
	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p	W	p
Argusvlinder	11.6	<0.001	18.9	<0.001	1.8	0.176	0.9	0.349	7.9	0.005	29.1	<0.001	13.1	<0.001
Atalanta	58.0	<0.001	6.1	0.013	1.7	0.198	0.1	0.810	4.9	0.027	0.5	0.478	10.9	<0.001
Bont zandoogje	97.3	<0.001	9.3	0.002	0.9	0.345	0.6	0.423	9.0	0.002	0.4	0.550	2.4	0.118
Boomblauwtje	1.2	0.282	31.9	<0.001	10.0	0.002	13.0	<0.001	0.7	0.413	1.5	0.215	0.4	0.524
Bruin blauwtje	7.9	0.005	0.1	0.742	1.7	0.189	0.0	0.970	-	-	-	-	-	-
Bruin zandoogje	42.9	<0.001	8.1	0.004	2.8	0.097	0.0	0.945	8.6	0.003	26.0	<0.001	5.8	0.016
Citroenvlinder	2.0	0.154	22.2	<0.001	0.4	0.553	19.1	<0.001	14.8	<0.001	18.9	<0.001	6.1	0.014
Dagpauwoog	18.7	<0.001	2.3	0.128	2.1	0.147	13.2	<0.001	17.4	<0.001	53.1	<0.001	1.4	0.232
Distelvlinder	0.5	0.467	11.5	<0.001	7.7	0.005	4.1	0.043	0.8	0.371	-	-	13.2	<0.001
Eikenpage	-	-	2.2	0.136	-	-	-	-	-	-	8.1	0.004	0.0	0.832
Geelsprietdikkopje	29.7	<0.001	0.5	0.469	-	-	-	-	-	-	2.2	0.142	2.1	0.144
Gehakkelde aurelia	10.9	<0.001	19.8	<0.001	0.4	0.536	1.0	0.307	1.7	0.196	-	-	5.1	0.023
Groot dikkopje	4.6	0.032	6.2	0.013	-	-	16.5	<0.001	-	-	2.8	0.091	13.2	<0.001
Groot koolwitje	1.6	0.203	1.1	0.287	-	-	2.0	0.159	5.3	0.021	1.6	0.212	19.3	<0.001
Hooibeestje	0.5	0.487	1.2	0.272	-	-	3.5	0.060	-	-	-	-	8.2	0.004
Icarusblauwtje	1.0	0.326	0.5	0.500	9.9	0.002	2.1	0.146	-	-	0.4	0.525	2.3	0.130
Klein geaderd witje	8.9	0.003	14.5	<0.001	2.9	0.086	6.1	0.014	0.7	0.409	0.0	0.911	24.4	<0.001
Klein koolwitje	3.2	0.073	0.4	0.516	1.3	0.260	0.8	0.358	3.4	0.064	4.5	0.033	1.7	0.195
Kleine vos	12.5	<0.001	2.1	0.147	1.6	0.211	4.3	0.039	20.9	<0.001	-	-	0.7	0.411
Kleine vuurvlinder	-	-			-	-	x	x	-	-	13.4	<0.001	10.3	0.001
Koevinkje	6.0	0.015	1.8	0.176	-	-	2.3	0.130	-	-	1.8	0.176	17.8	<0.001
Landkaartje	19.4	<0.001	1.6	0.202	0.5	0.466	2.9	0.091	0.4	0.504	7.2	0.007	14.3	<0.001
Oranje zandoogje	0.1	0.703	12.6	<0.001	11.6	<0.001	6.4	0.011	7.6	0.005	4.9	0.026	15.5	<0.001
Oranjetipje	96.3	<0.001	17.6	<0.001	167.5	<0.001	0.0	0.960	41.8	<0.001	-	-	0.5	0.475
Zwartsprietdikkopje	0.1	0.785	3.2	0.073	-	-	47.4	<0.001	0.0	0.837	15.5	<0.001	74.1	<0.001

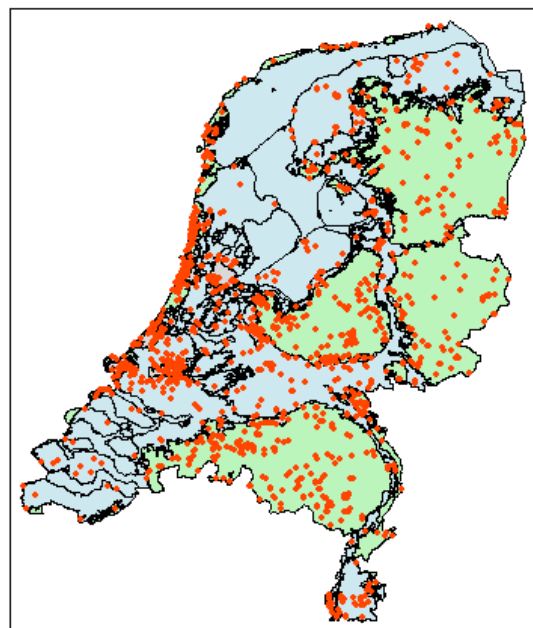
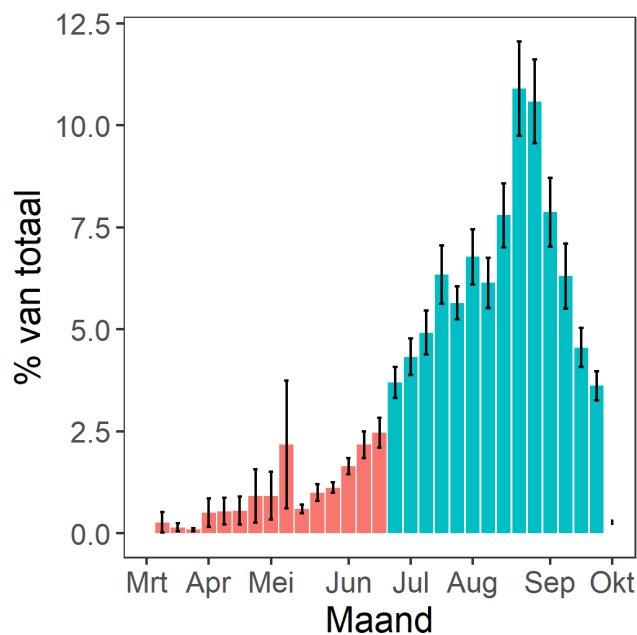
Bijlage 3. Vliegtijden en verspreiding per soort

Hieronder zijn per soort de vliegtijd (links) en verspreiding (rechts) weergegeven. De vliegtijd laat het gemiddelde percentage vlinders zien dat in een week vliegt ($\pm$ SE), waarbij de blauwe staven de weken tijdens de vliegtijd aangeven. De rode staven hebben een gemiddelde van onder de 2,5% en zijn buiten de vliegtijd gerekend. Bij de eerste week van de maand staat de maand aangegeven; week 14 begint op 1 april. De verspreiding per soort is aangegeven met oranje stippen op die kaart van Nederland, die de centroïde aangeeft van de route waarop de soort voorkomt. De kaart is opgedeeld in gebieden met voedselarme bodem (groen) en voedselrijke bodem (blauw).

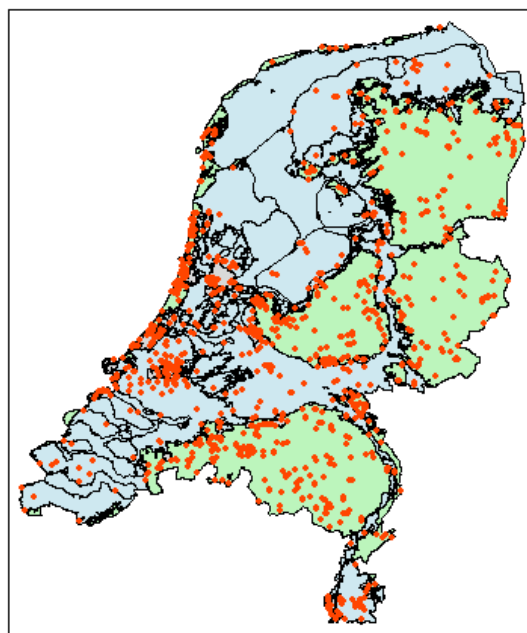
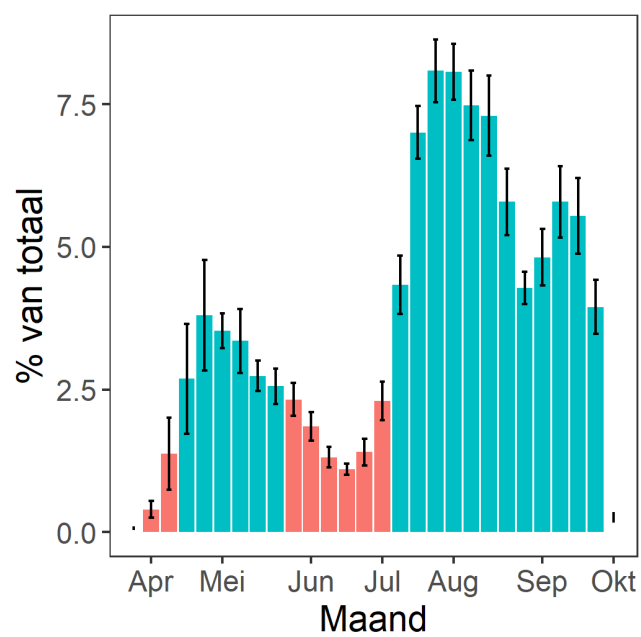
Argusvlinder



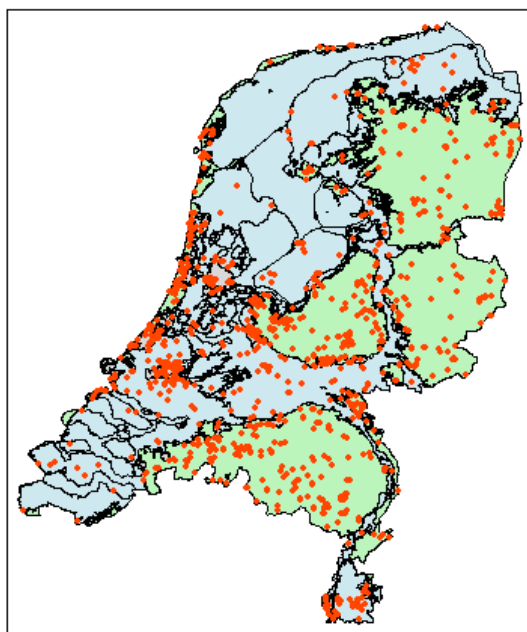
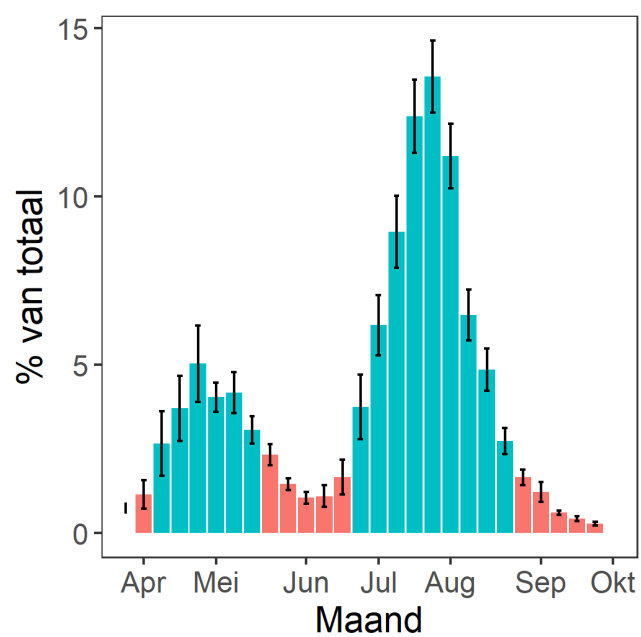
Atalanta



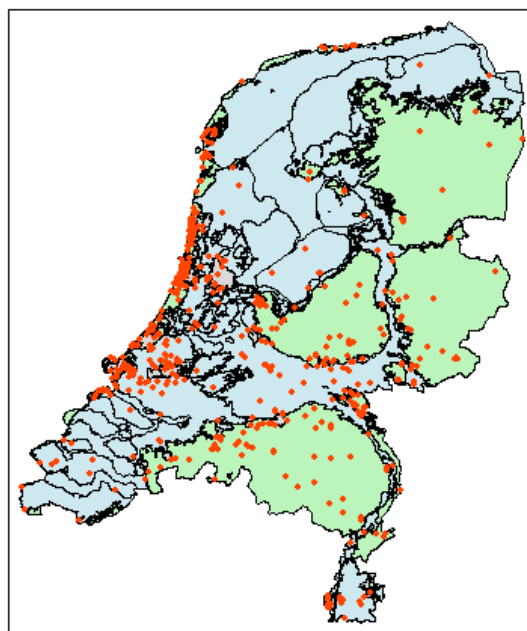
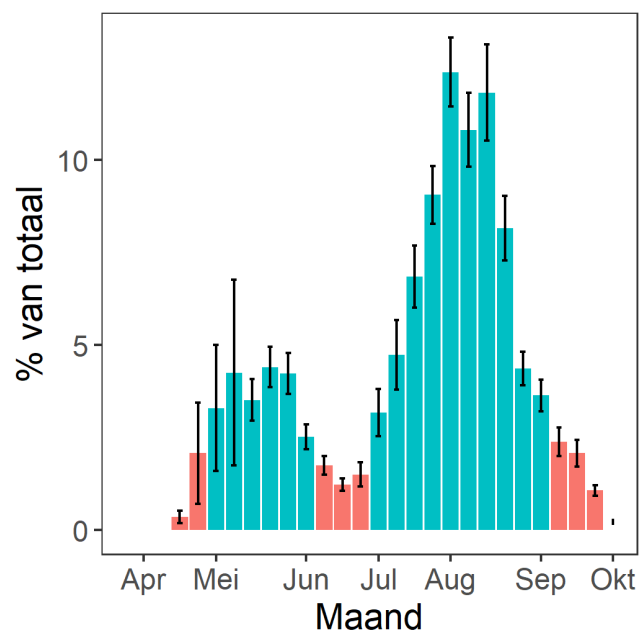
Bont zandoogje



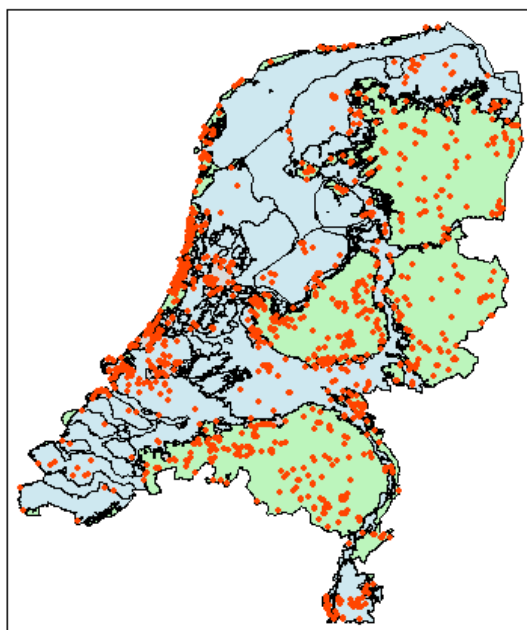
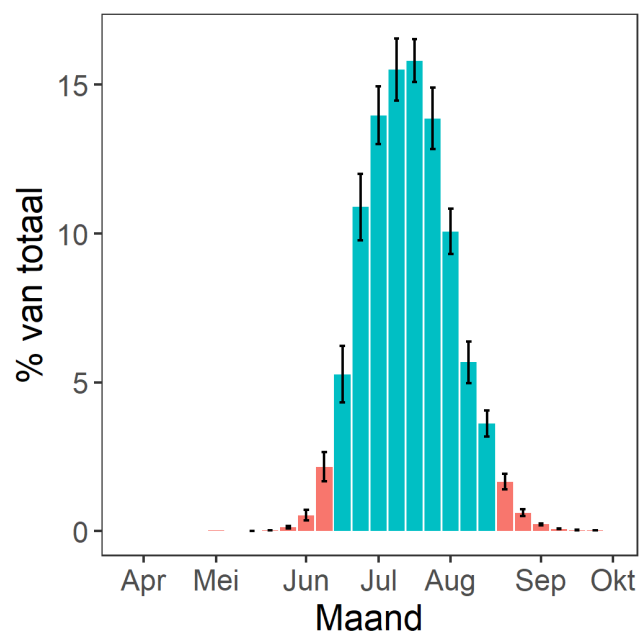
Boomblauwtje



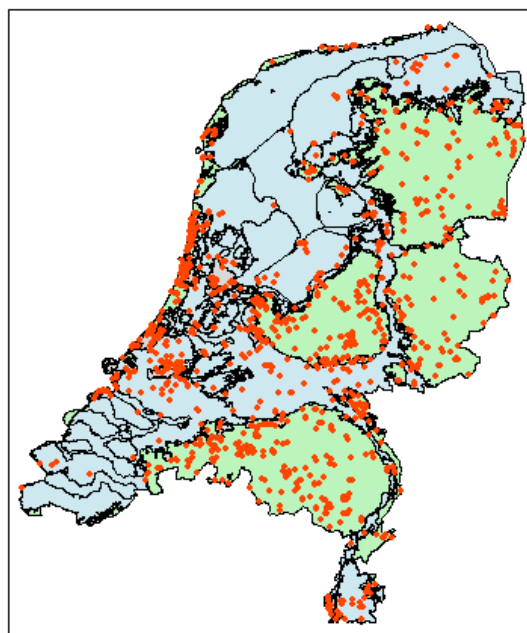
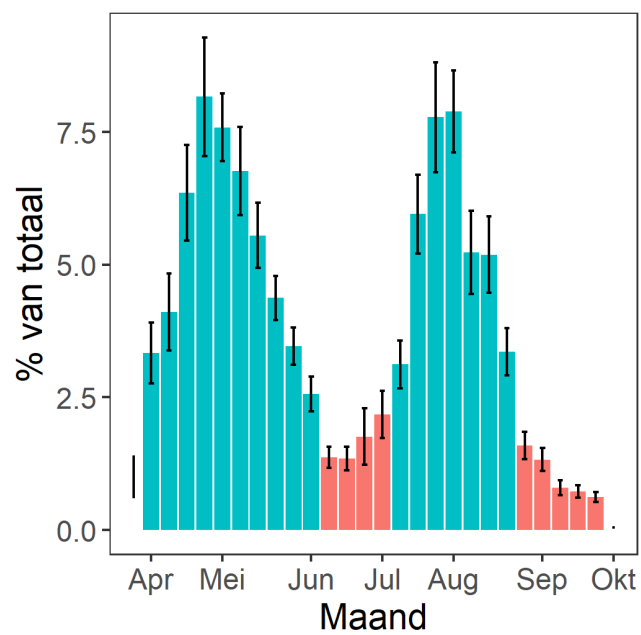
Bruin blauwtje



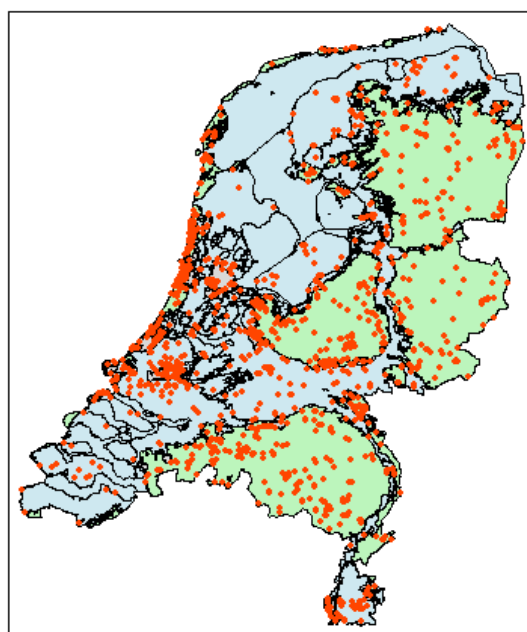
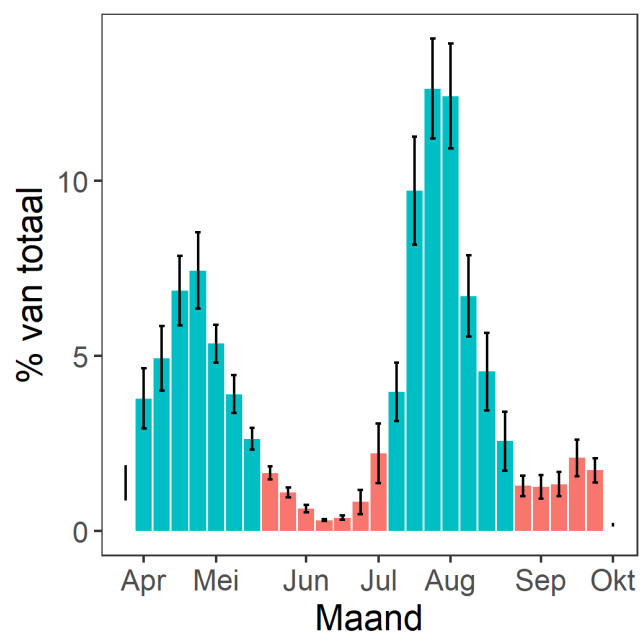
Bruin zandoogje



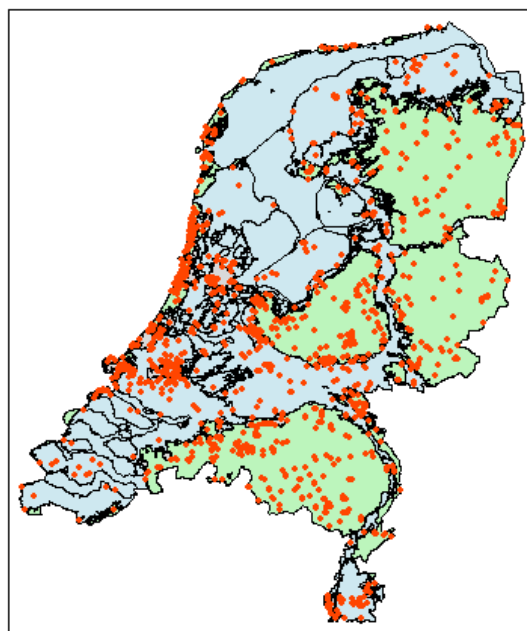
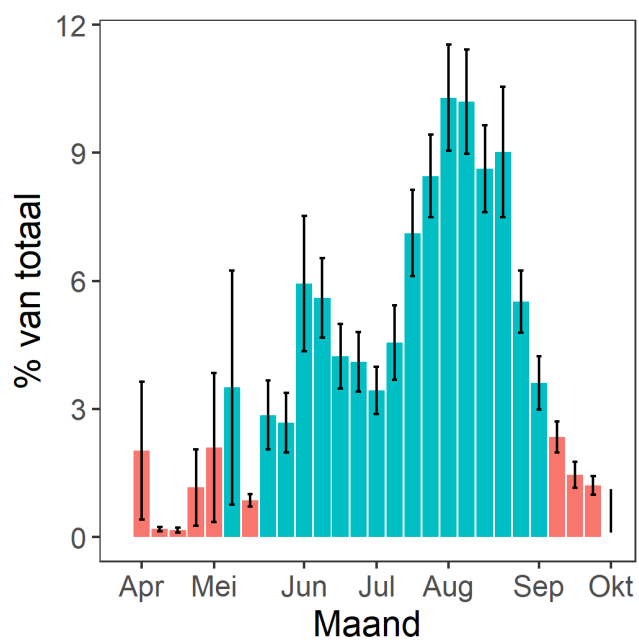
Citroenvlinder



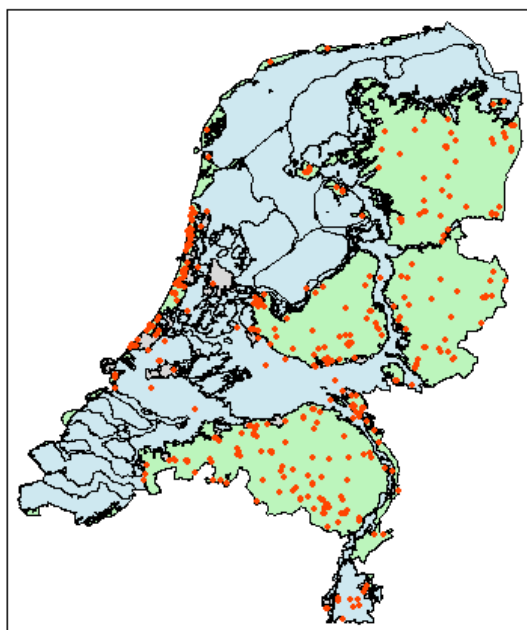
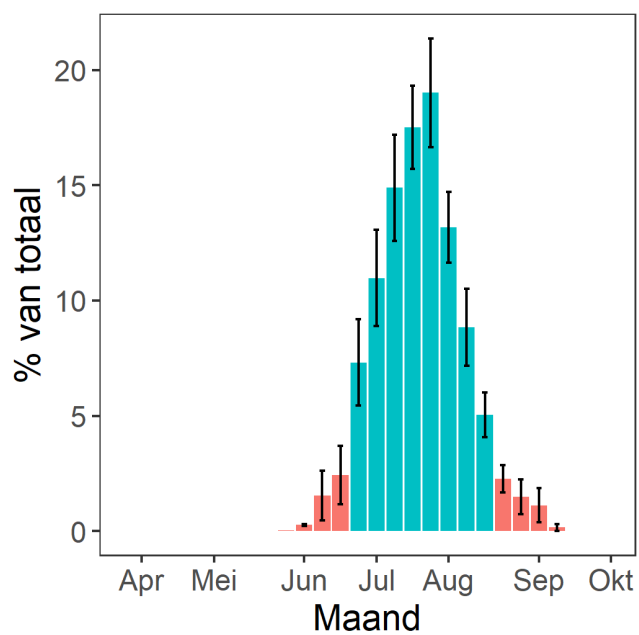
Dagpauwoog



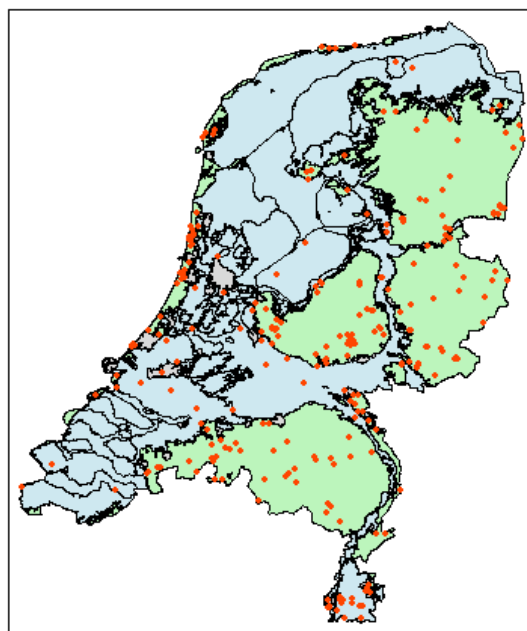
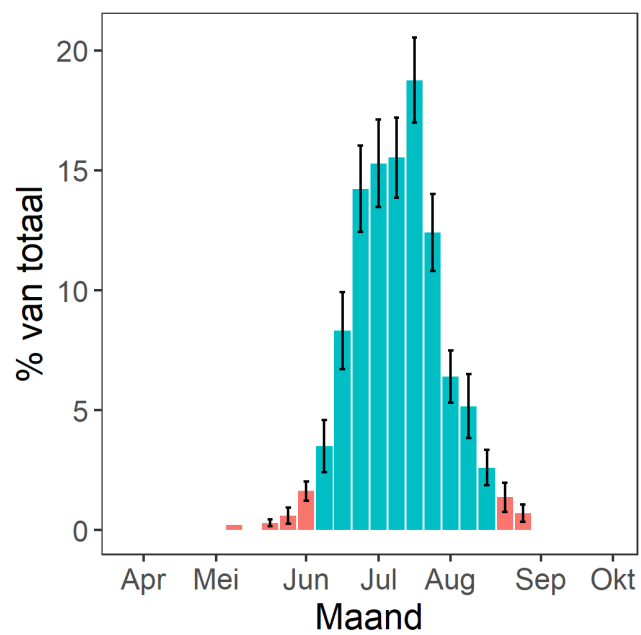
Distelvlinder



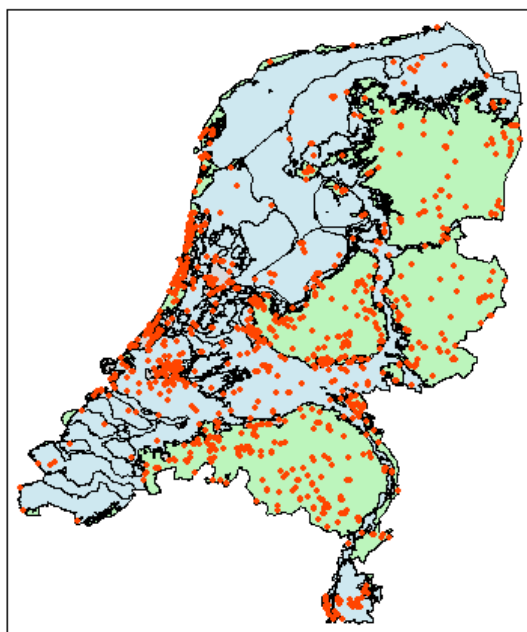
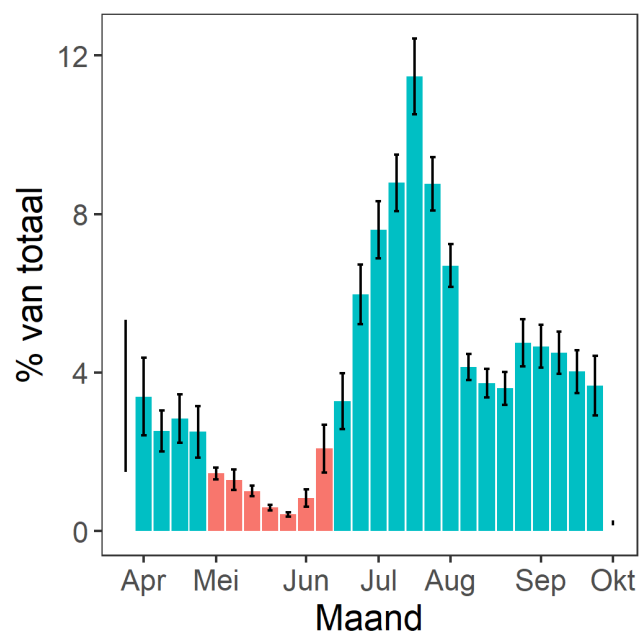
Eikenpage



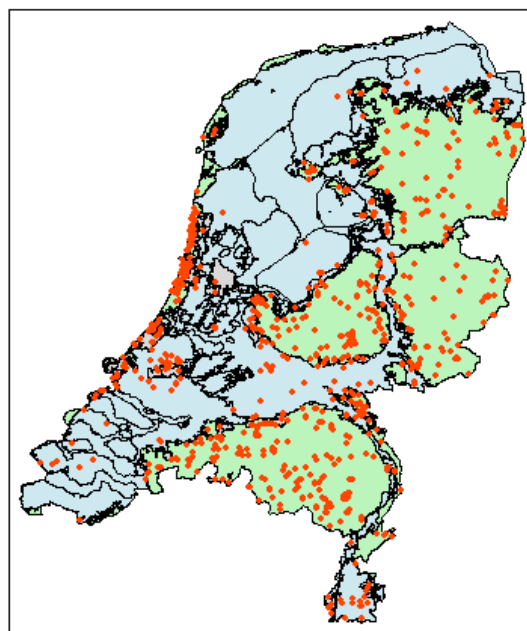
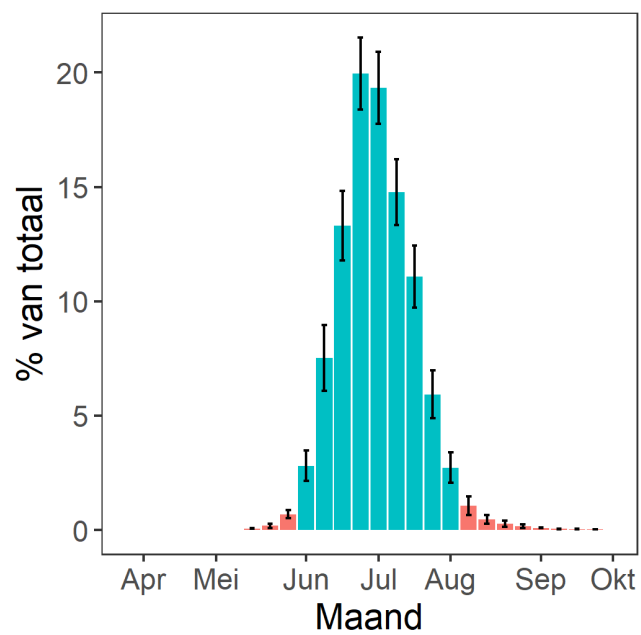
Geelsprietdikkopje



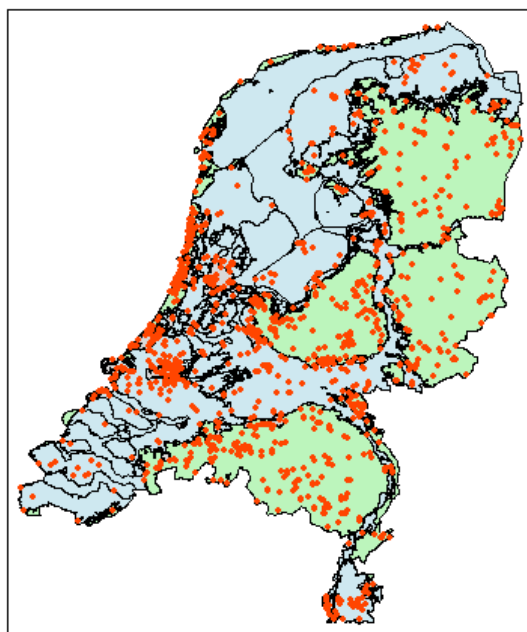
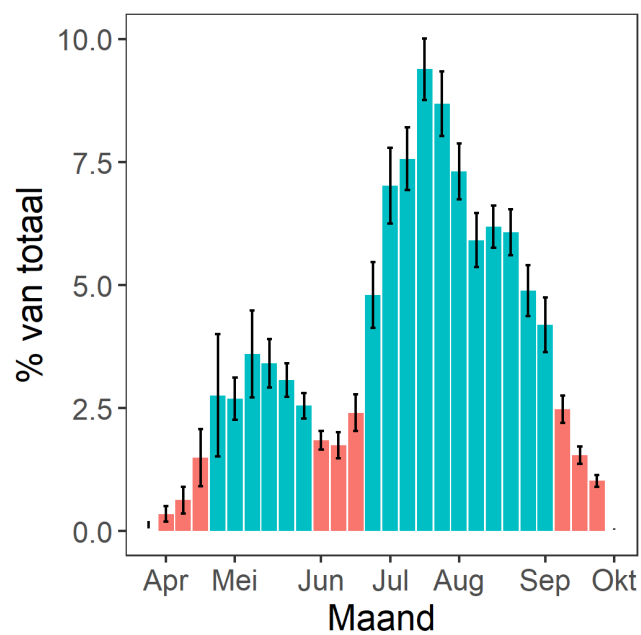
Gehakkelde aurelia



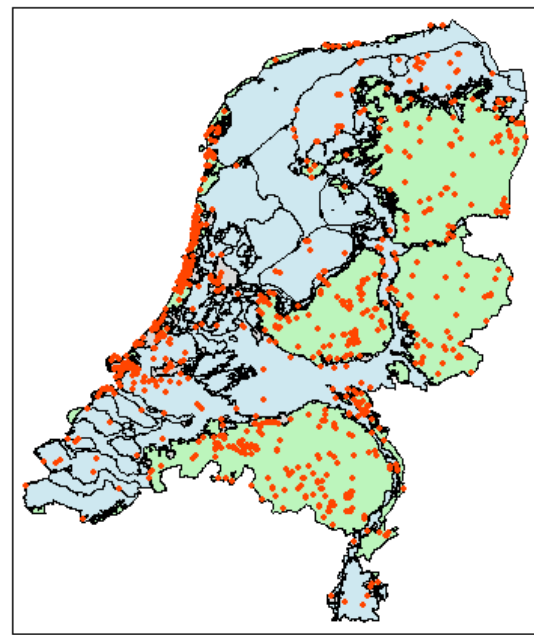
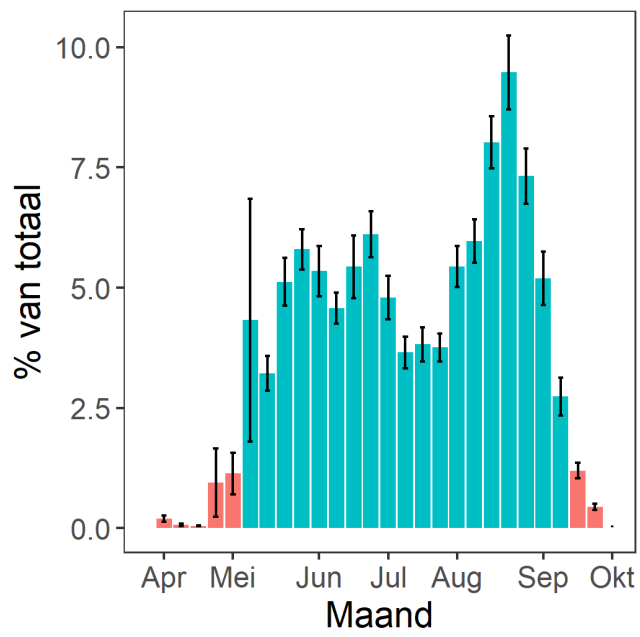
Groot dikkopje



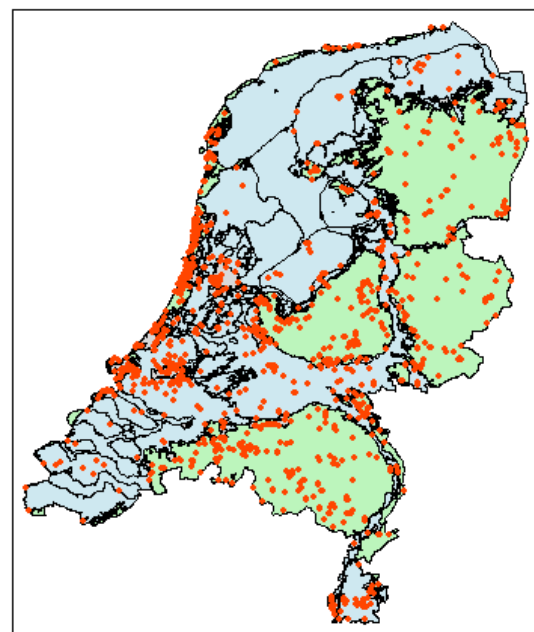
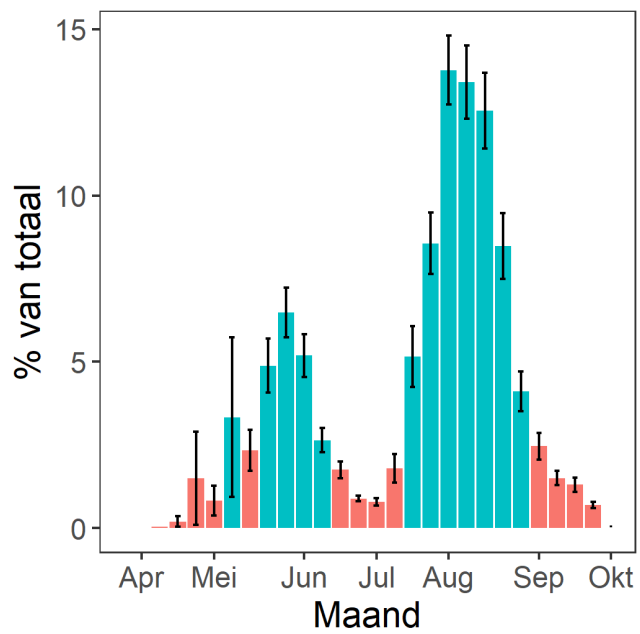
Groot koolwitje



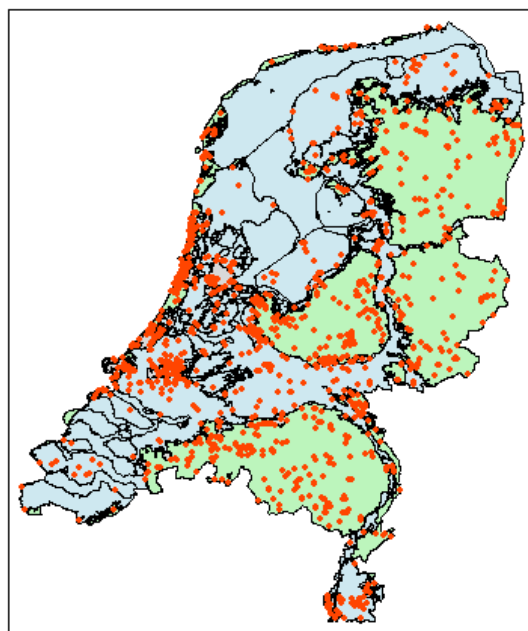
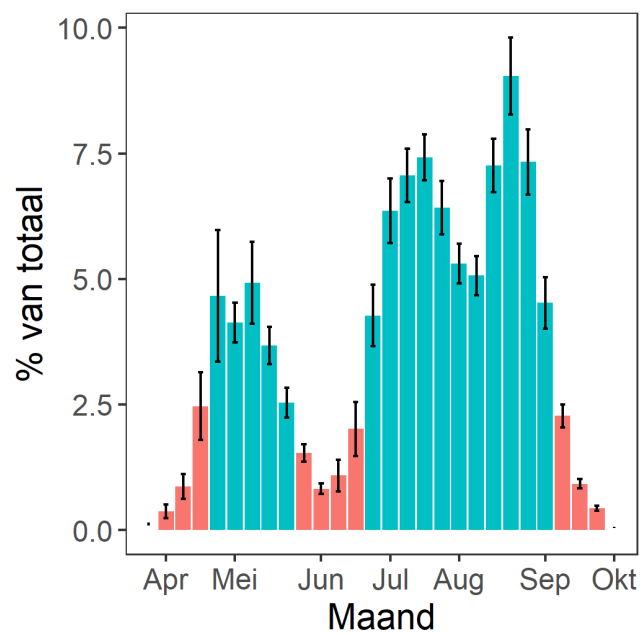
Hooibeestje



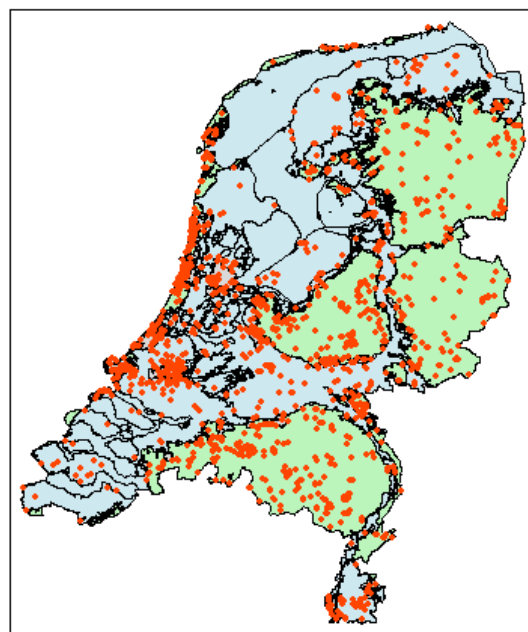
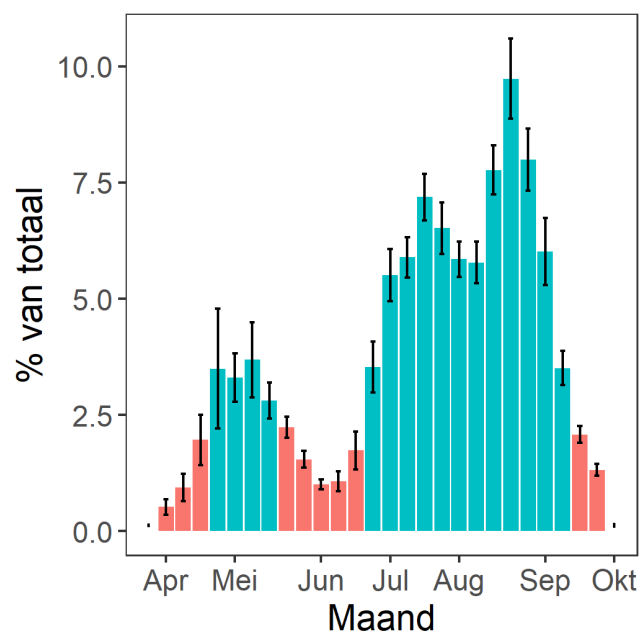
Icarusblauwtje



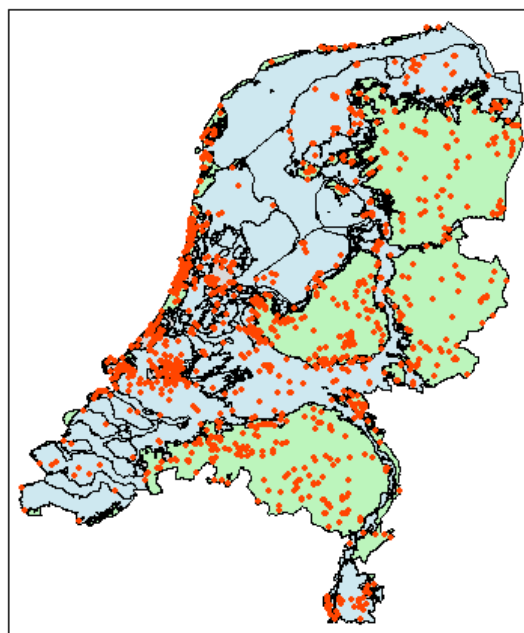
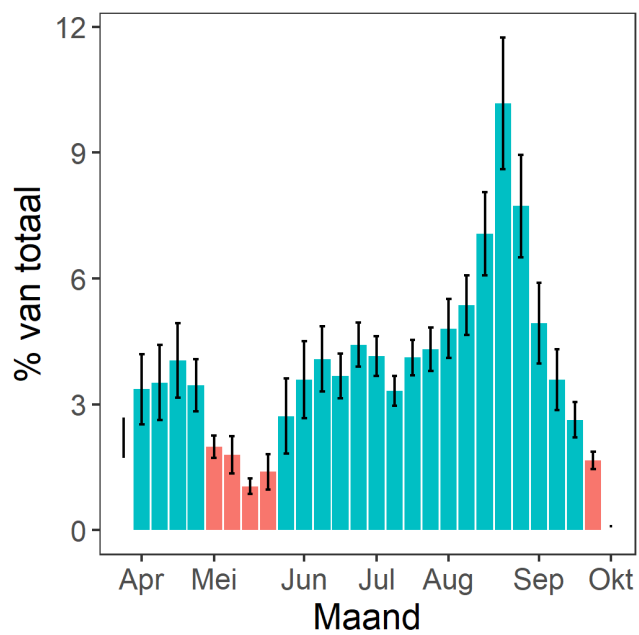
Klein geaderd witje



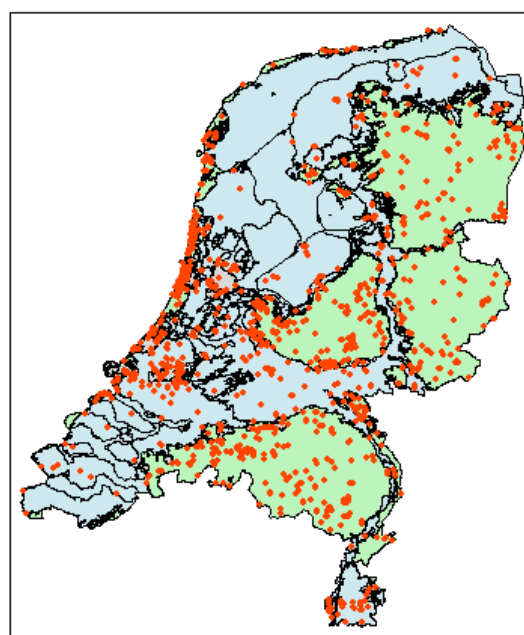
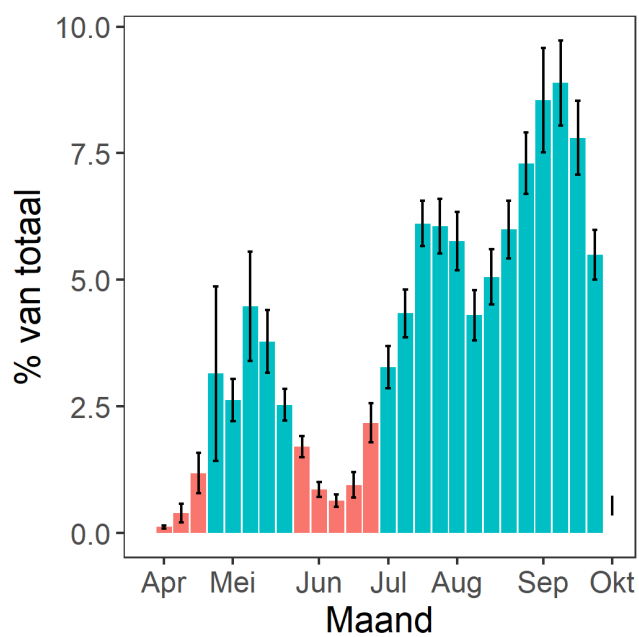
Klein koolwitje



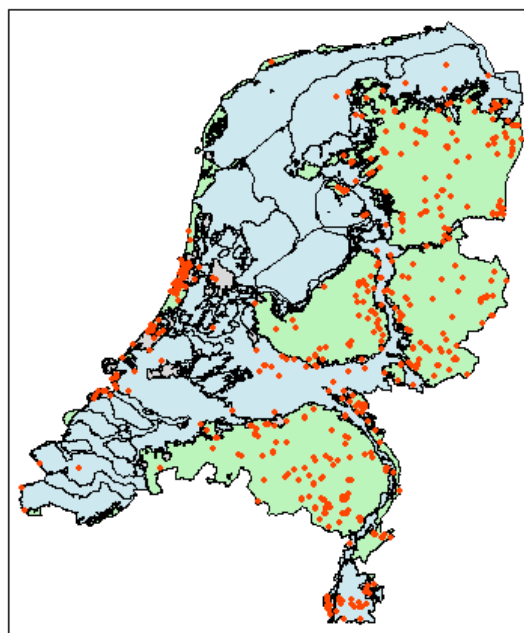
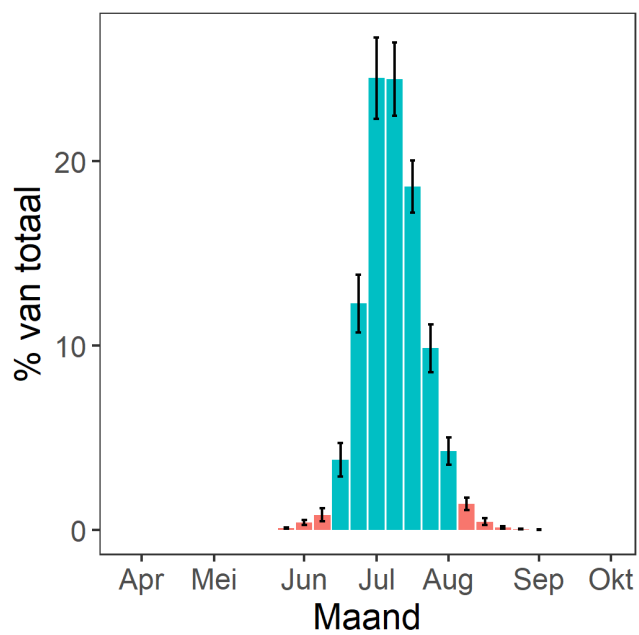
Kleine vos



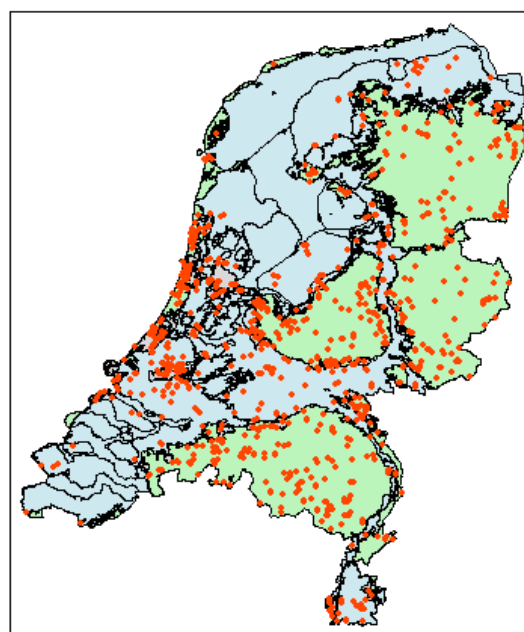
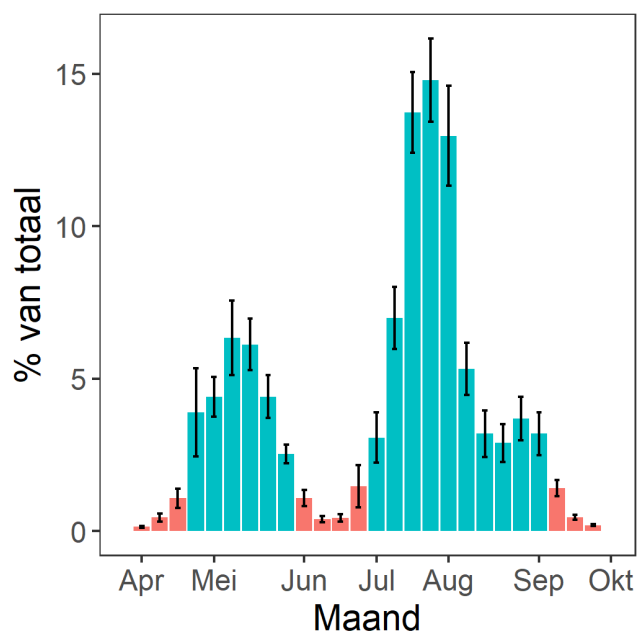
Kleine vuurvliinder



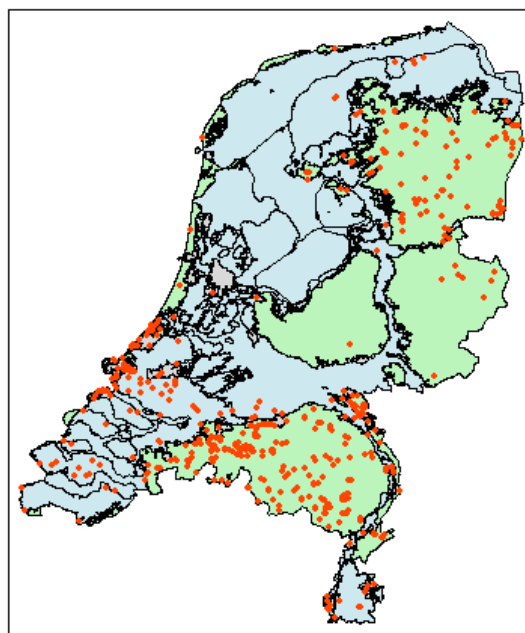
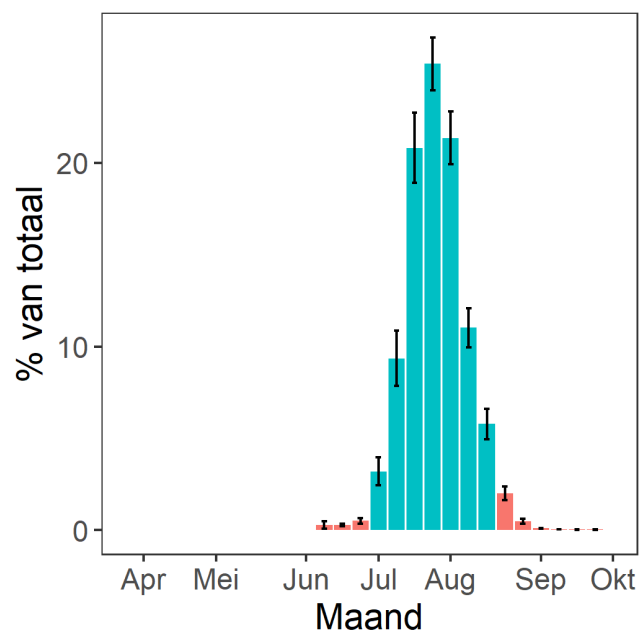
Koevinkje



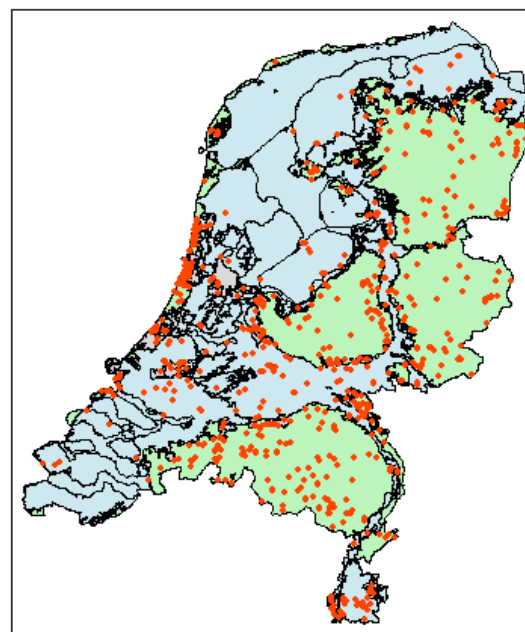
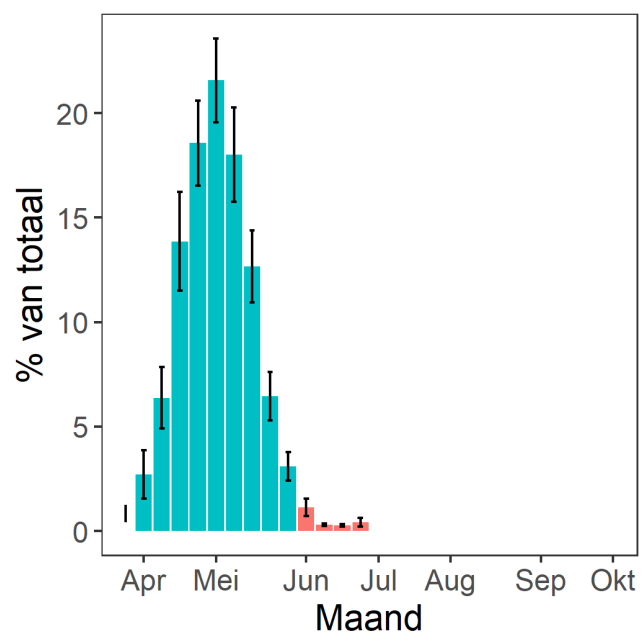
Landkaartje



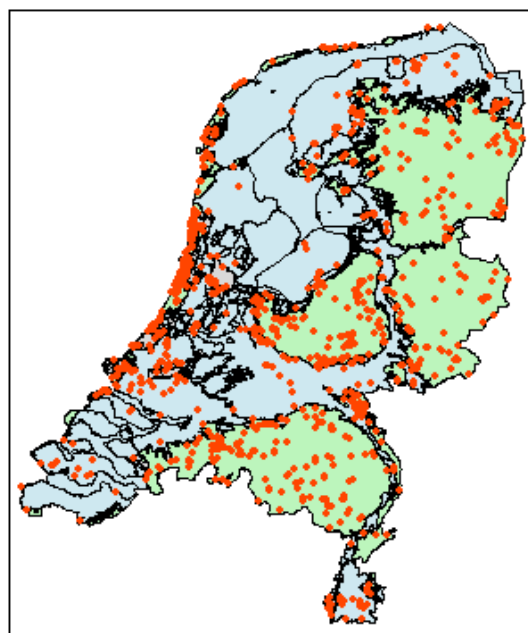
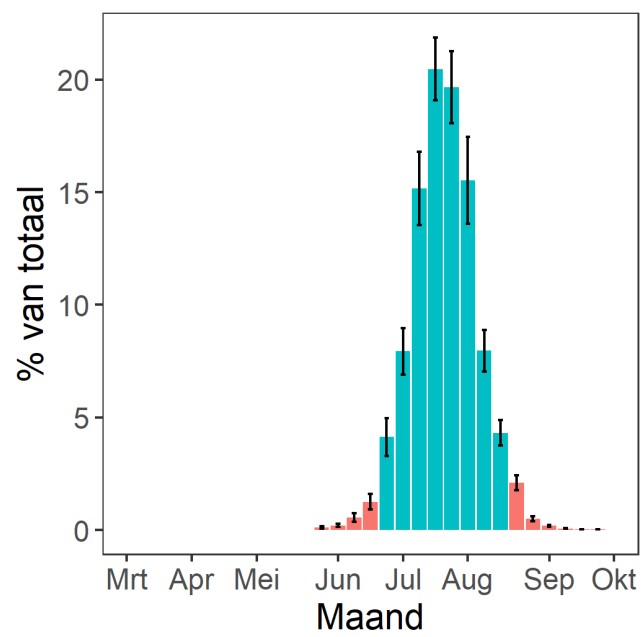
Oranje zandoogje



Oranjetipje



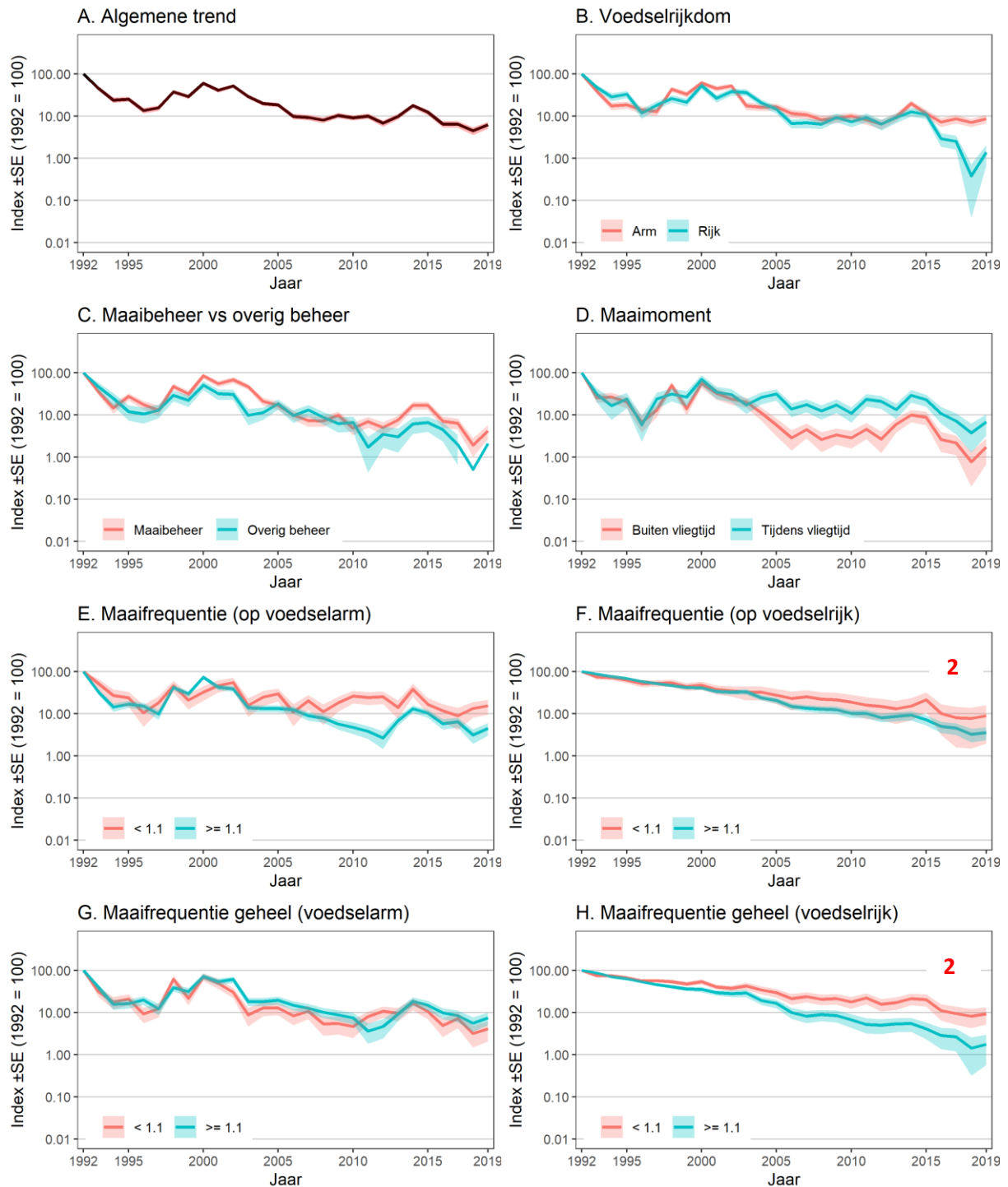
Zwartsprietdikkopje



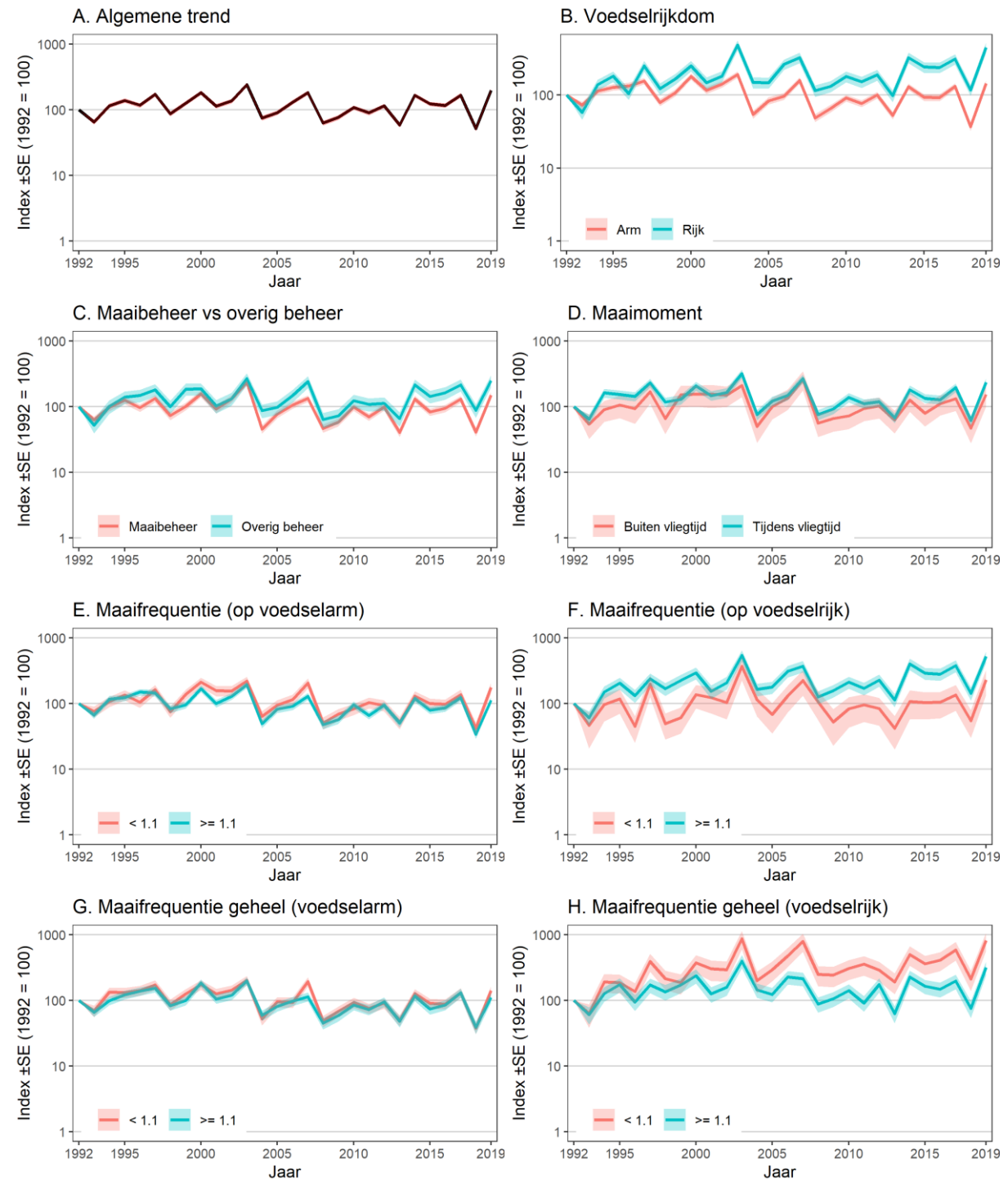
Bijlage 4. Trends per soort

Hieronder zijn per soort de berekende algemene trend en trends per factor te zien ($\pm$ standaard error). De trends zijn berekend met model 3 van rtrim, of wanneer aangegeven met een rode 2 in de rechterbovenhoek van de figuur, met model 2 (zie hoofdstuk 2.3). Uitkomsten van Wald toetsen voor verschillen tussen langjarige trends tussen factoren zijn te vinden in bijlage 2.

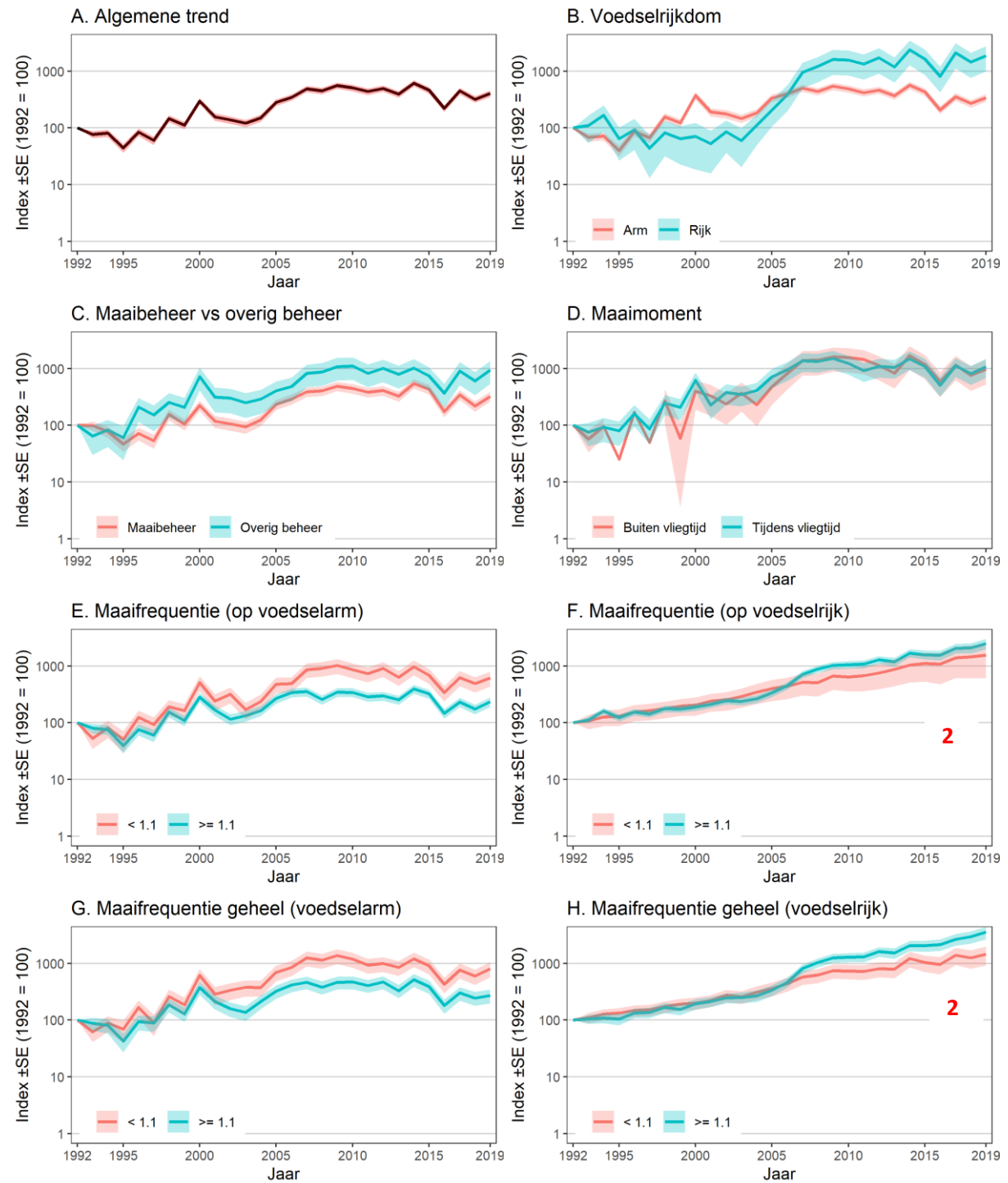
Argusvlinder



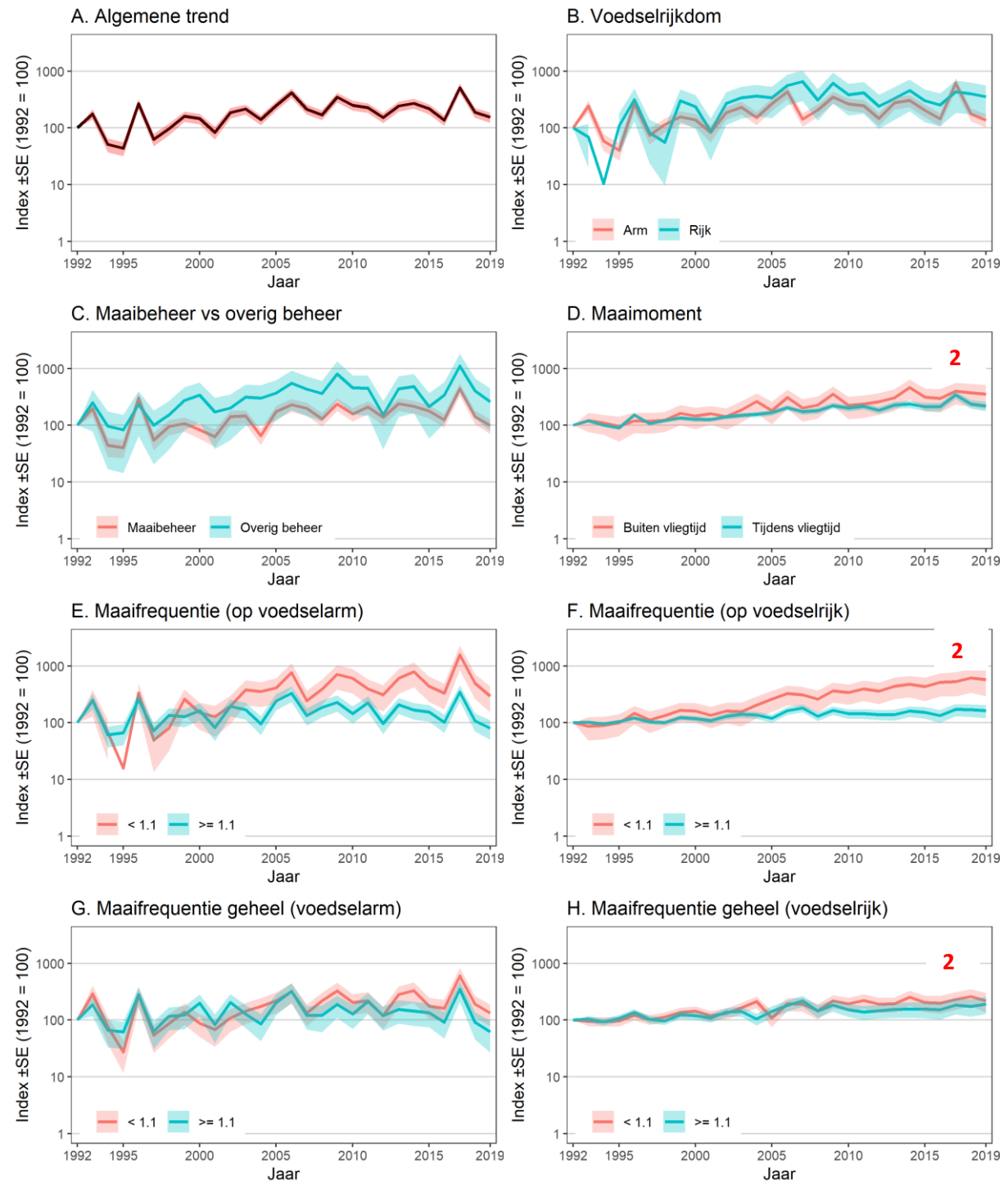
Atalanta



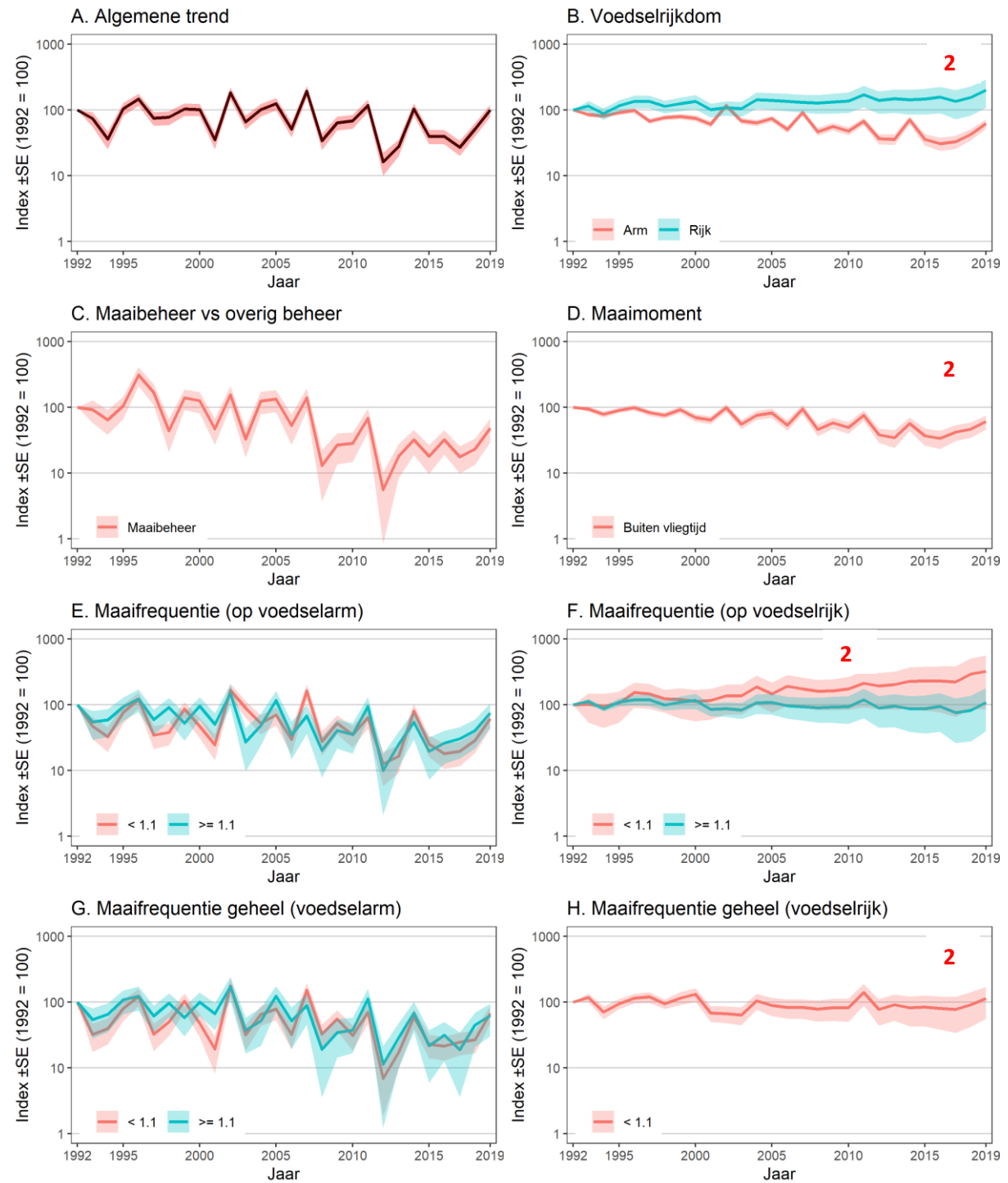
Bont zandoogje



Boomblauwtje

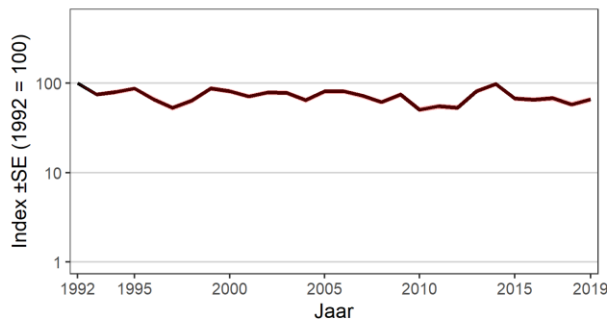


Bruin blauwtje

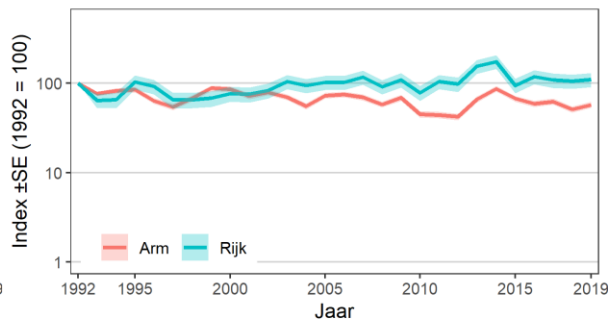


Bruin zandoogje

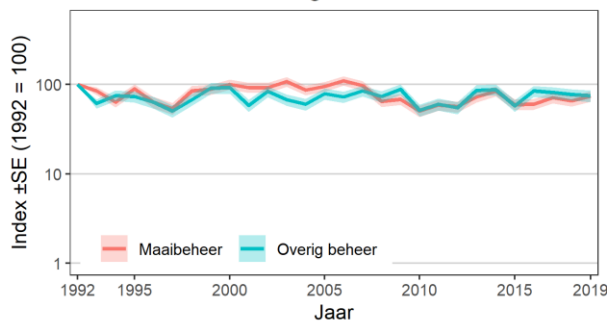
A. Algemene trend



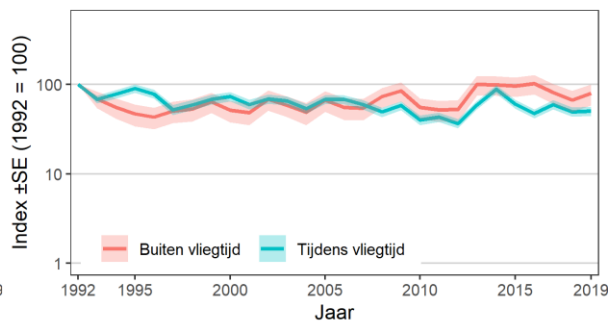
B. Voedselrijkdom



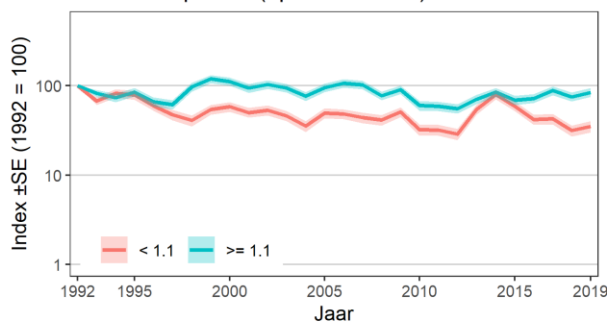
C. Maaibeheer vs overig beheer



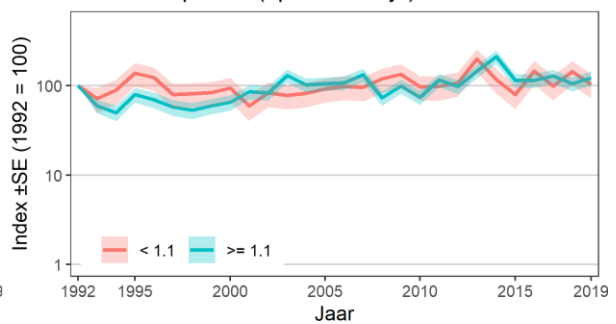
D. Maaimoment



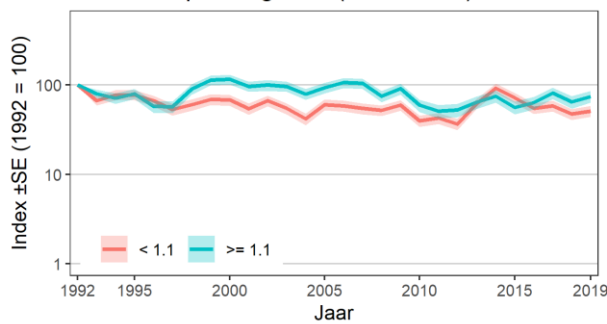
E. Maaifrequentie (op voedselarm)



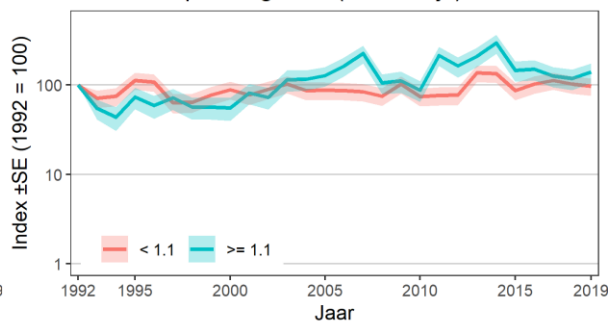
F. Maaifrequentie (op voedselrijk)



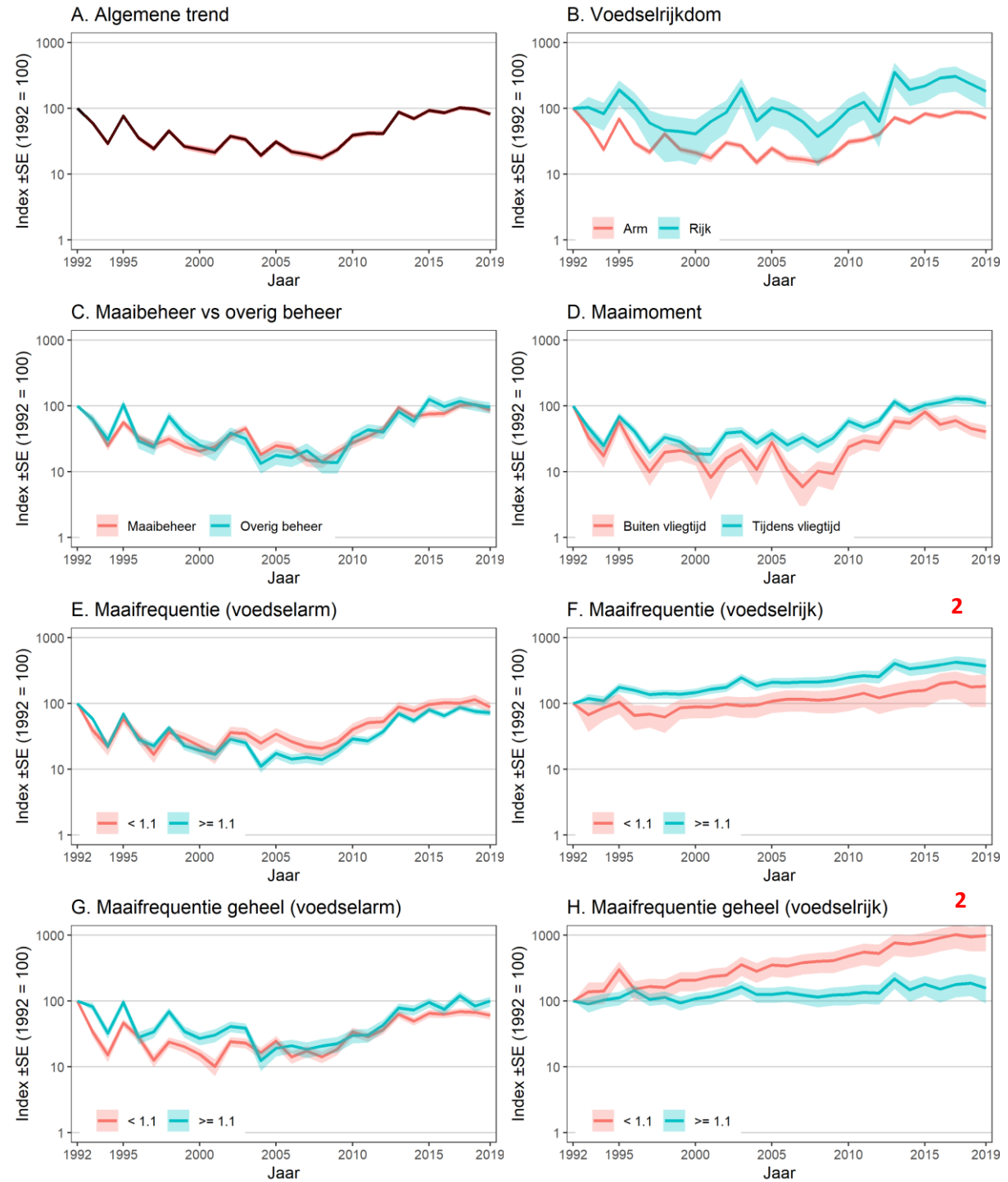
G. Maaifrequentie geheel (voedselarm)



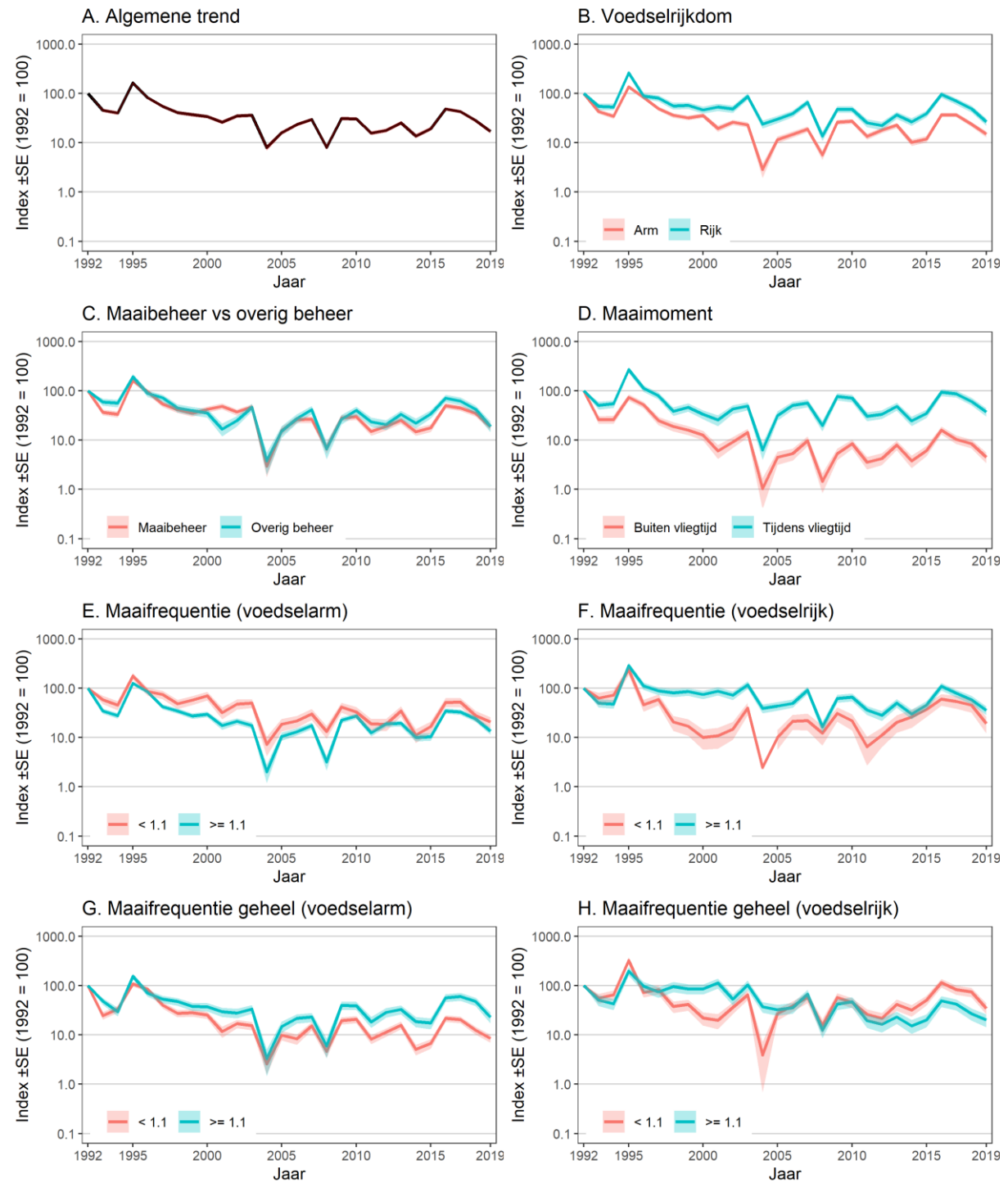
H. Maaifrequentie geheel (voedselrijk)



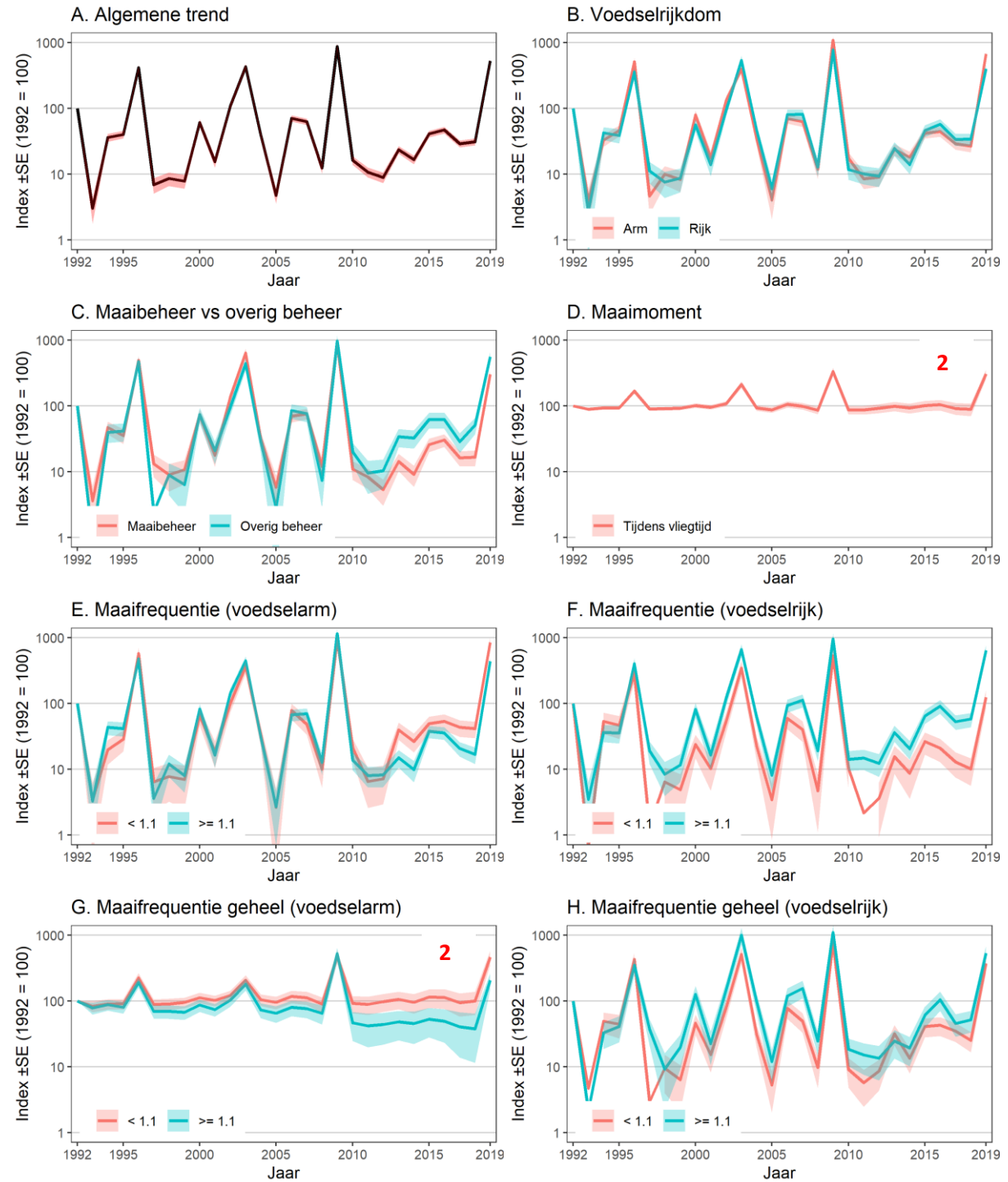
Citroenvlinder



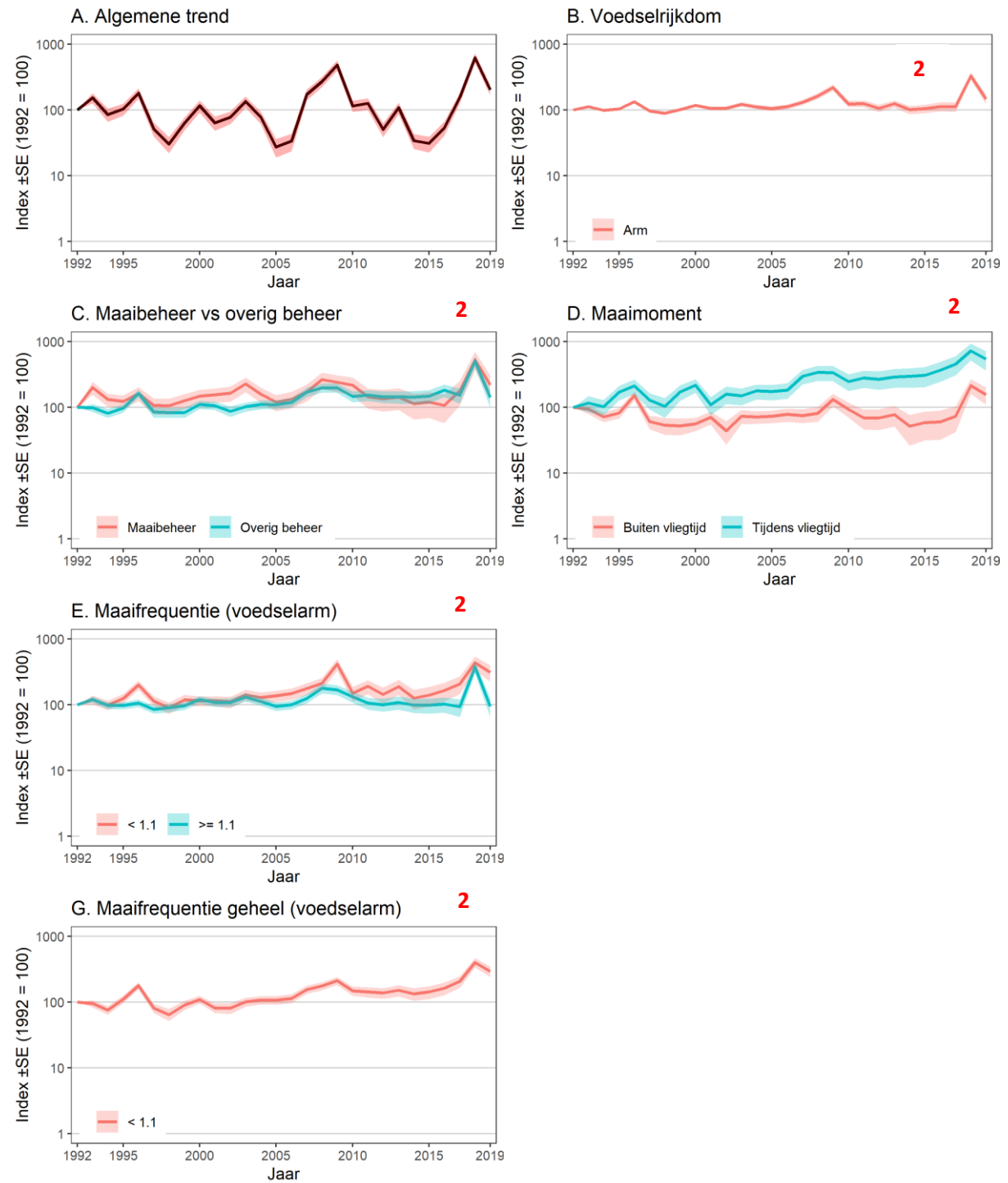
Dagpauwoog



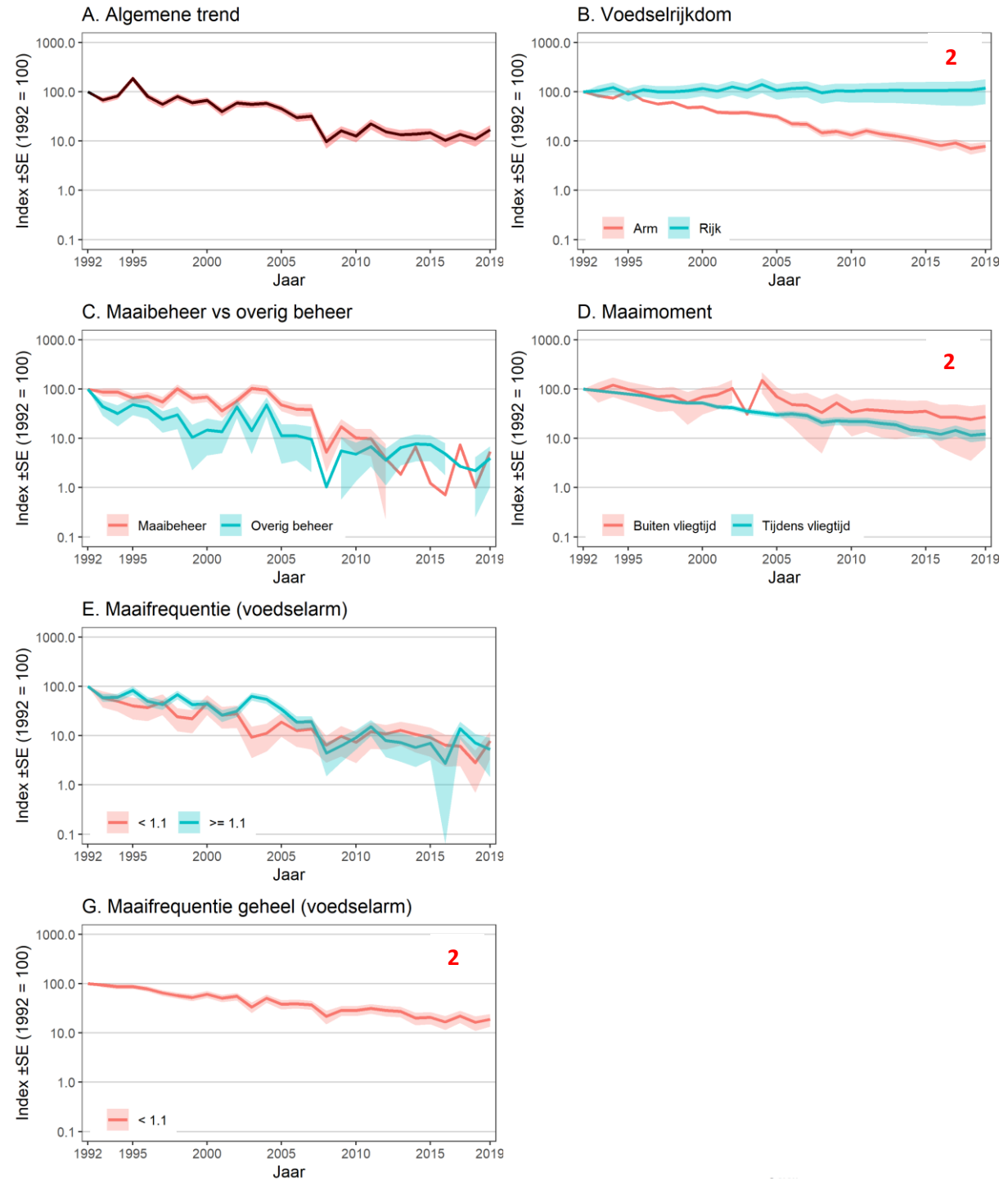
Distelvlinder



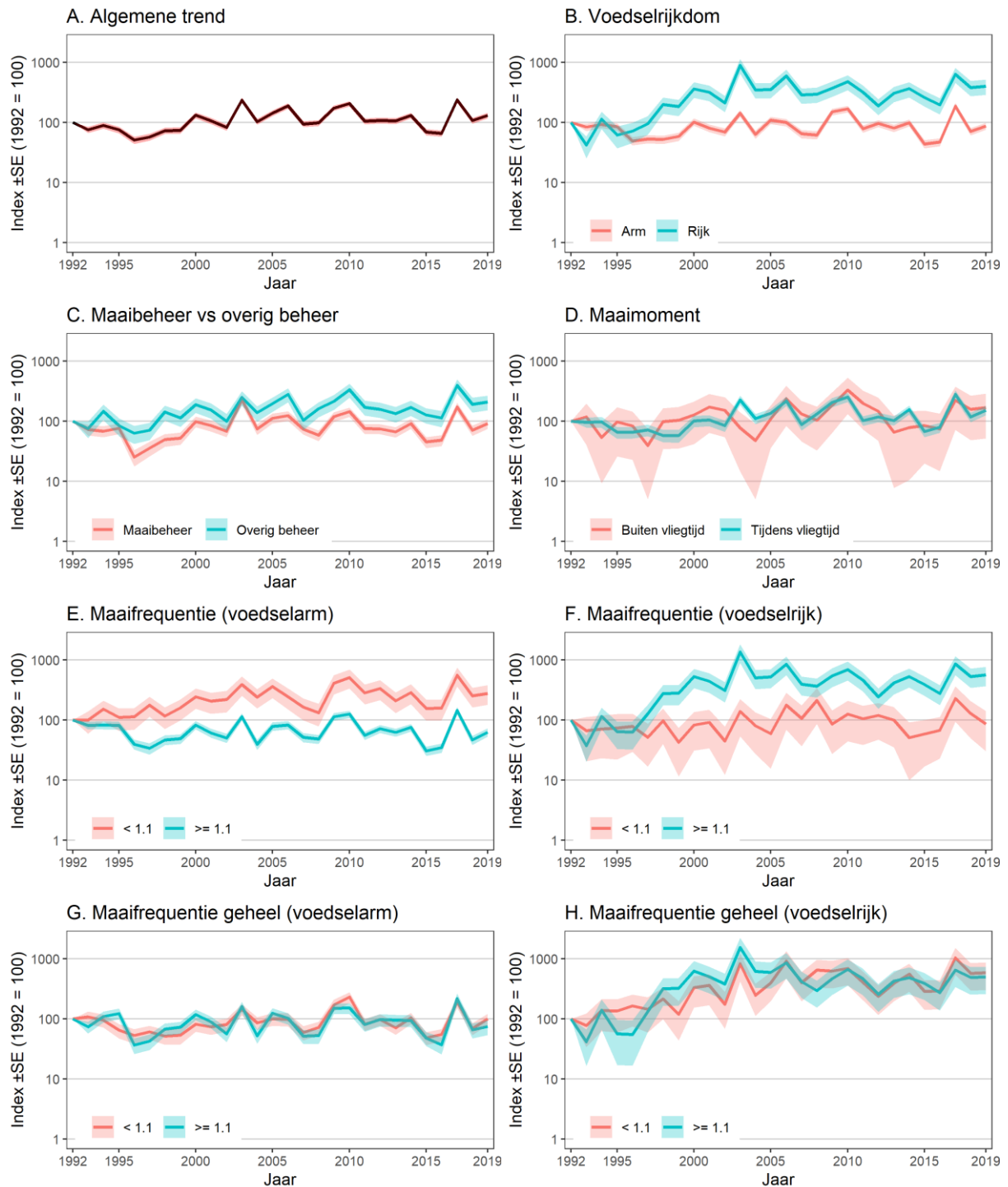
Eikenpage



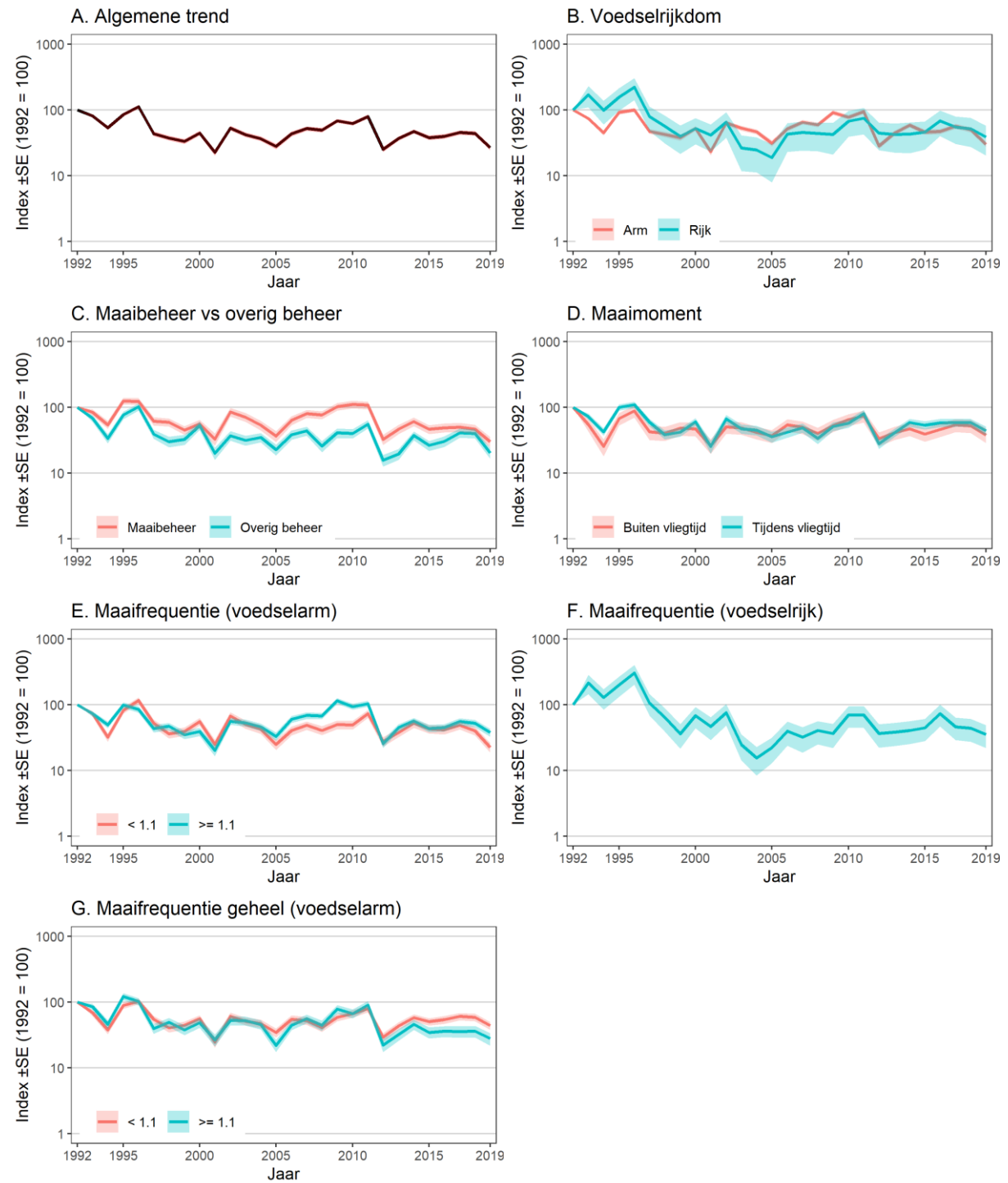
Geelsprietdikkopje



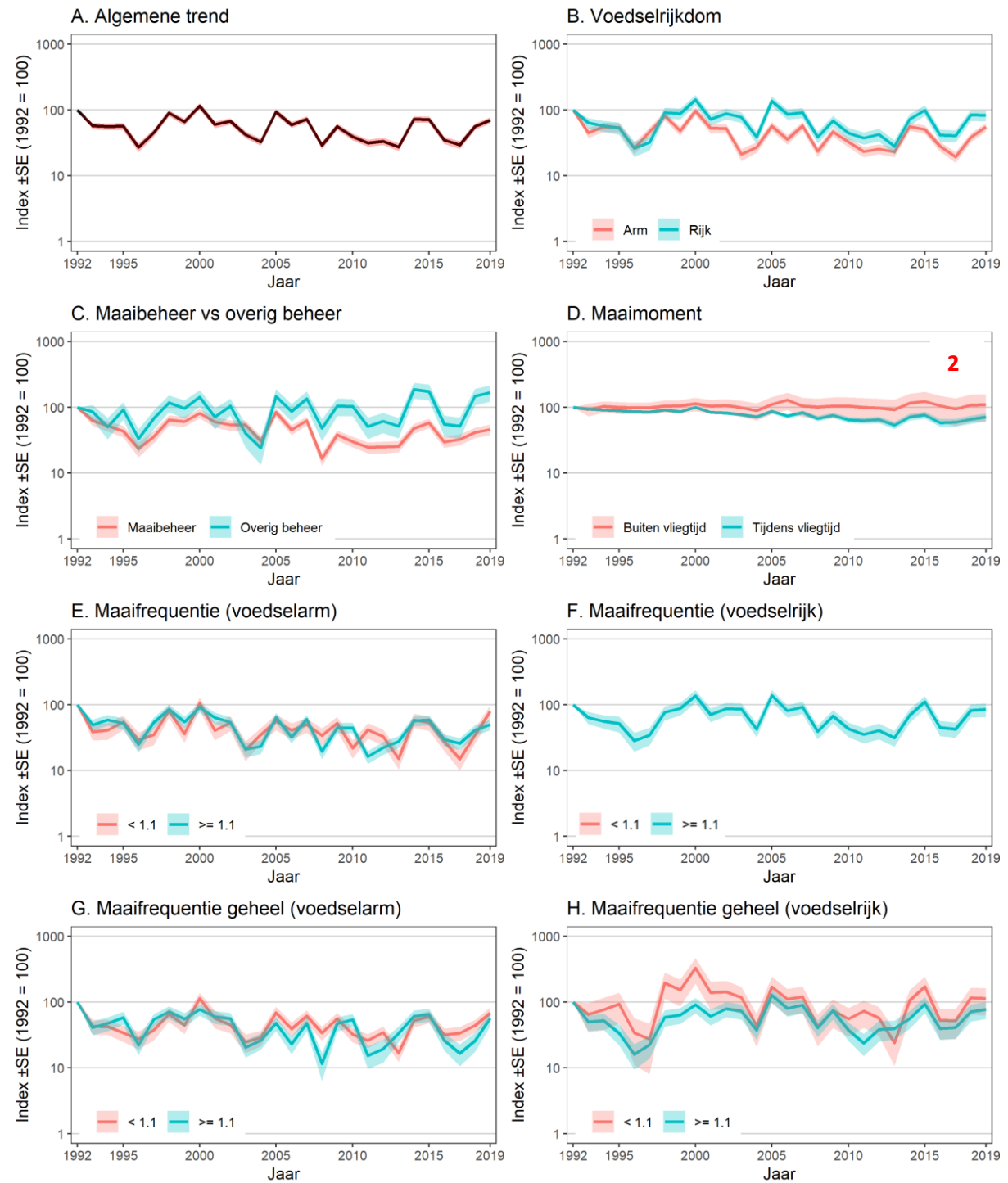
Gehakkelde aurelia



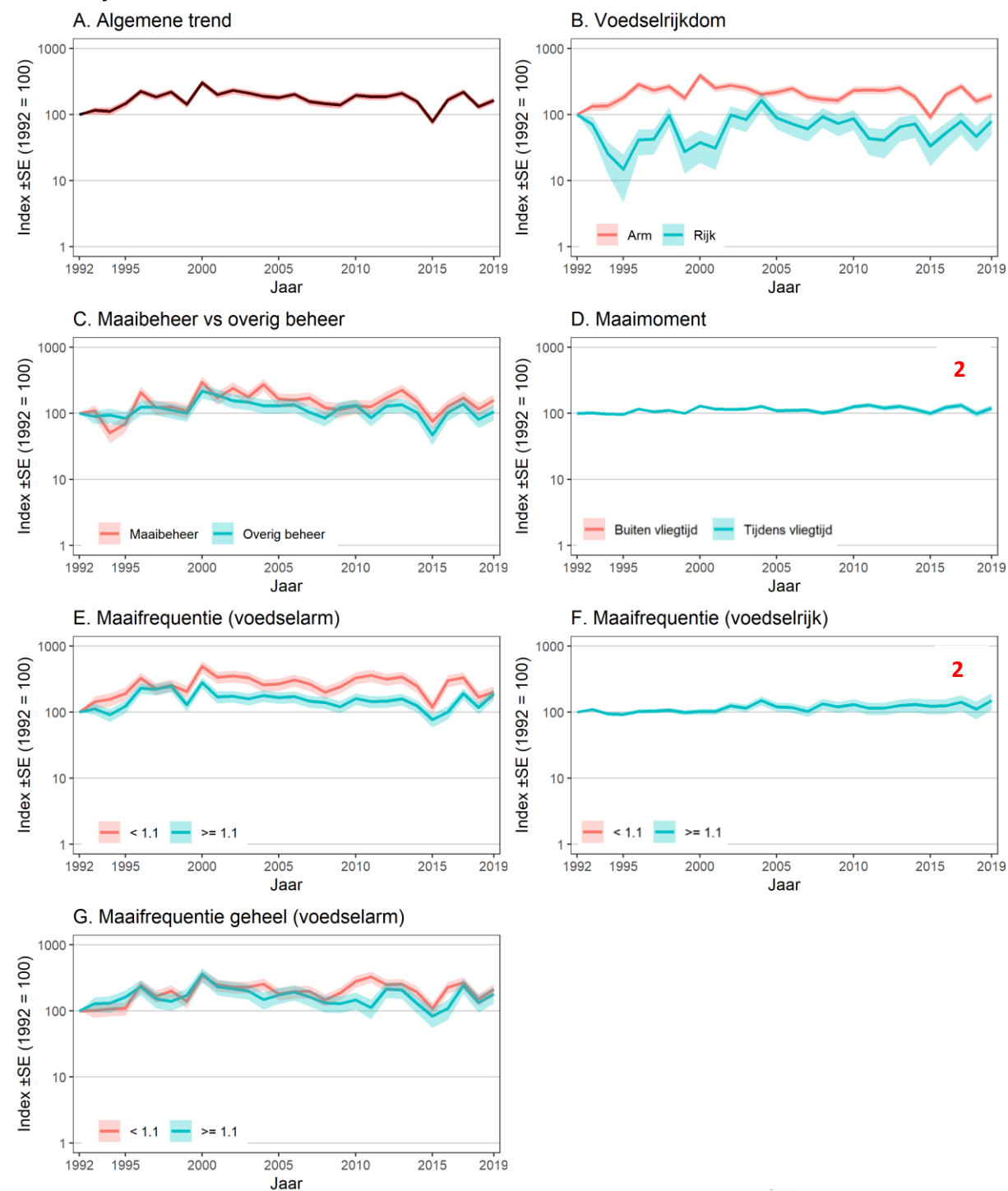
Groot dikkopje



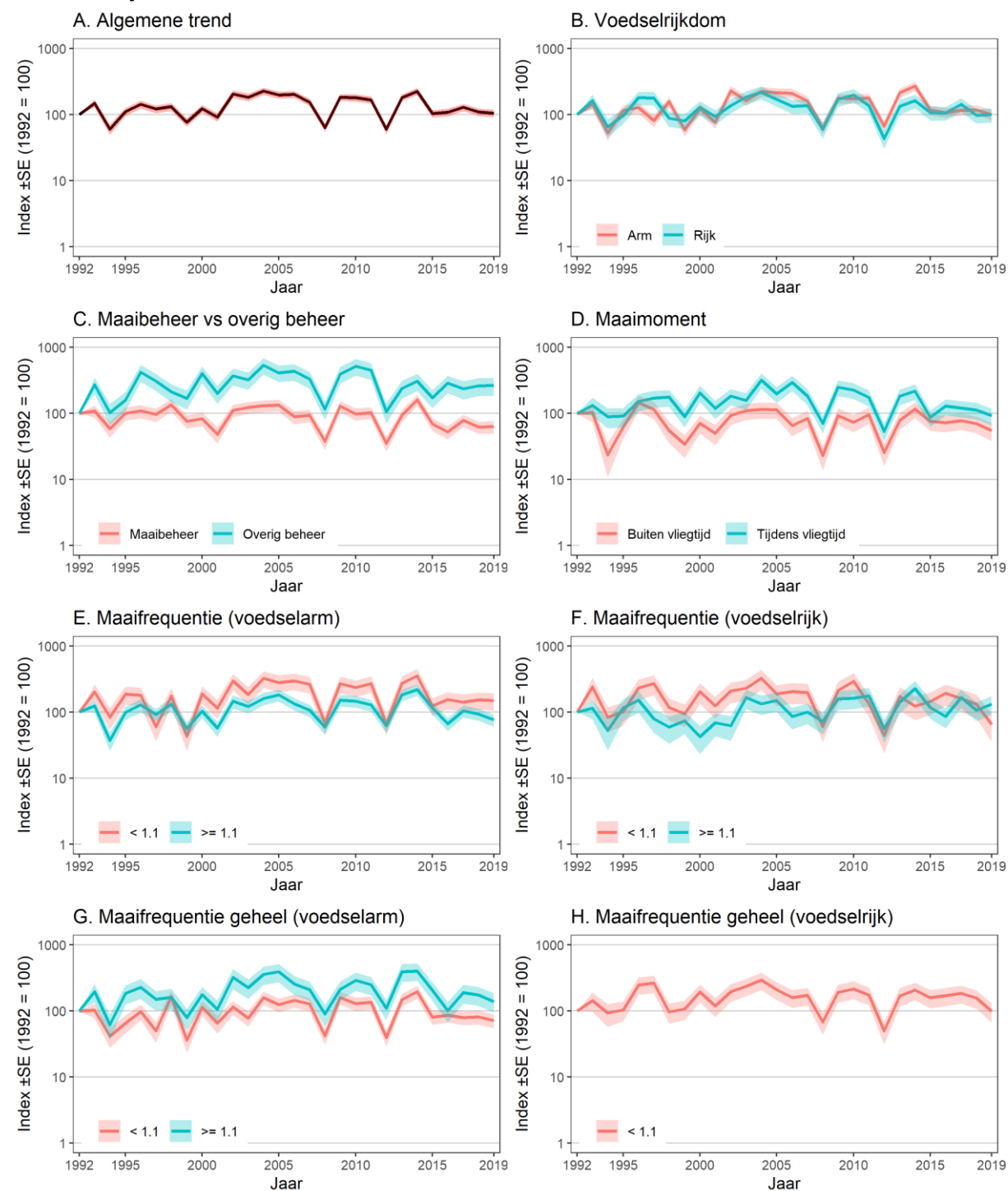
Groot koolwitje



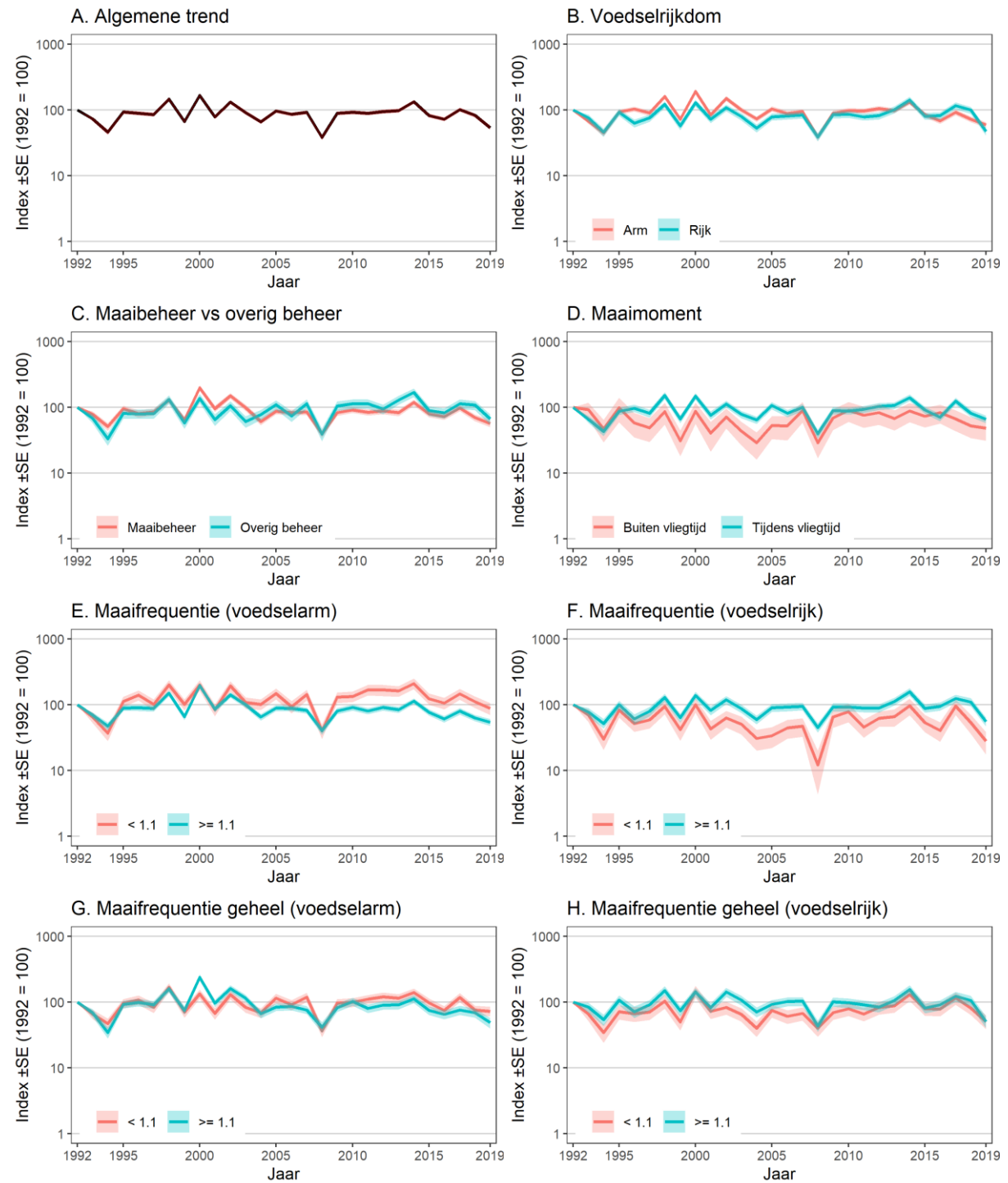
Hooibeestje



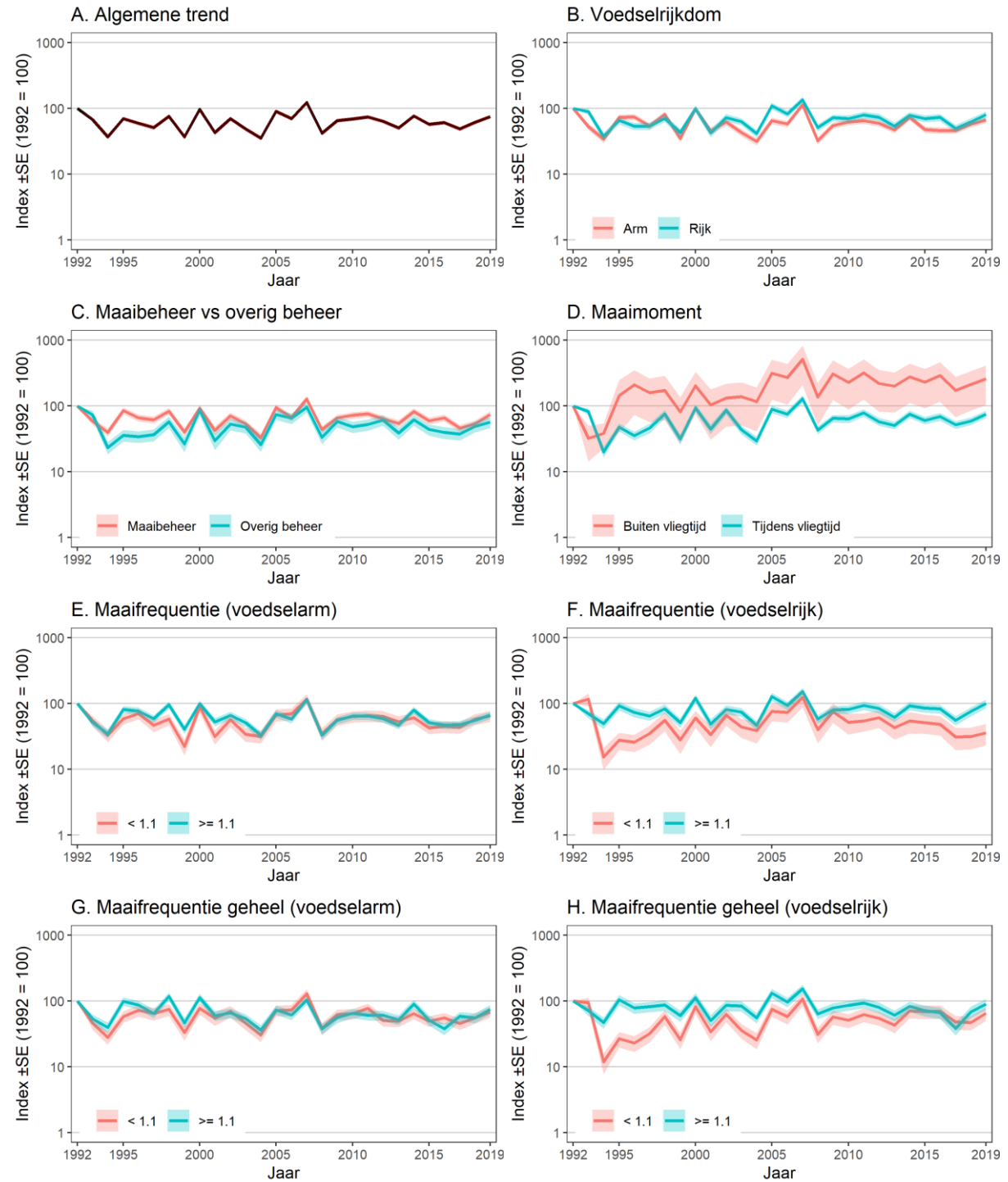
Icarusblauwtje



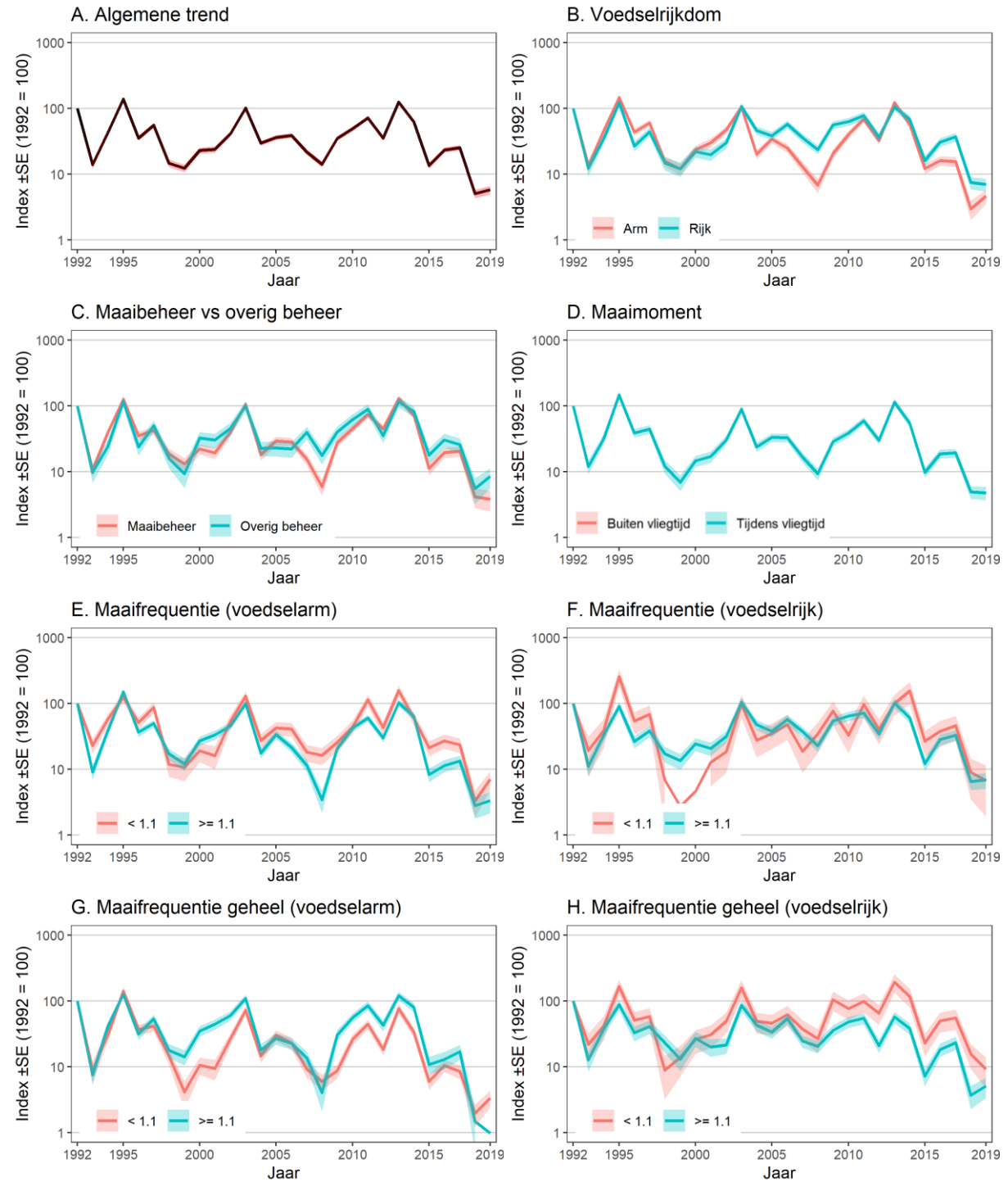
Klein geaderd witje



Klein koolwitje

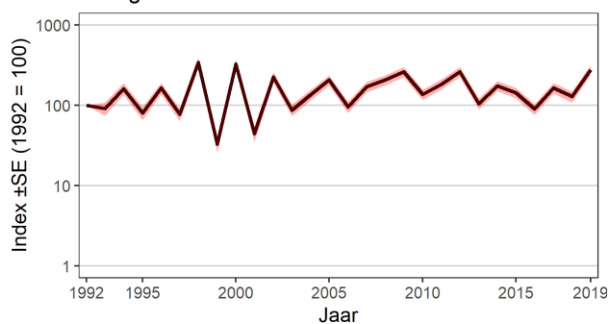


Kleine vos

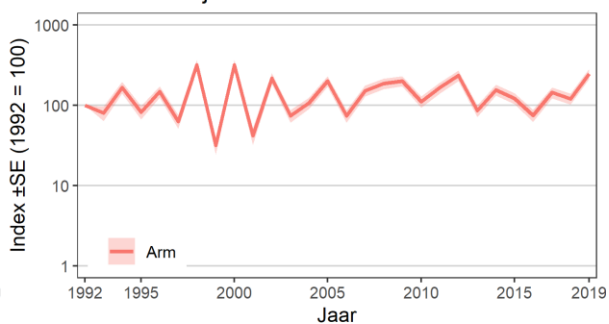


Kleine vuurvliinder

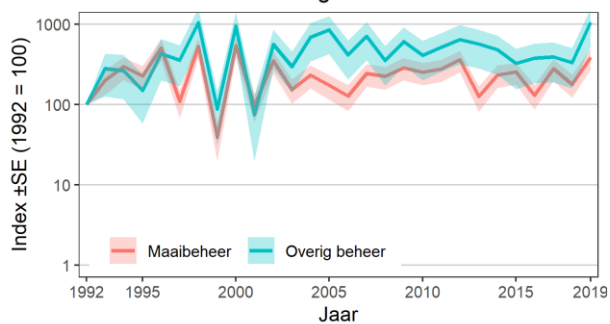
A. Algemene trend



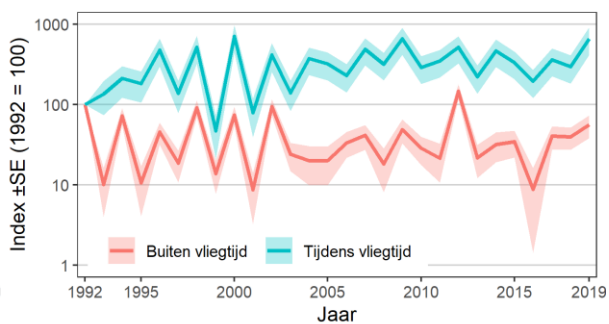
B. Voedselrijkdom



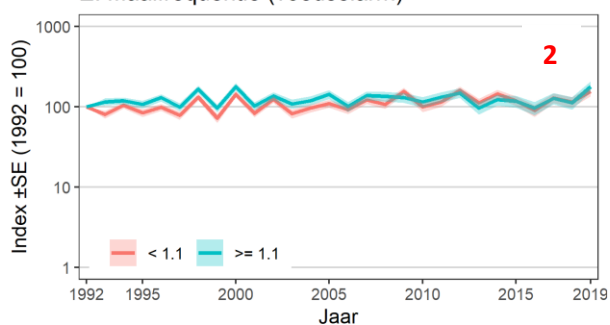
C. Maaibeheer vs overig beheer



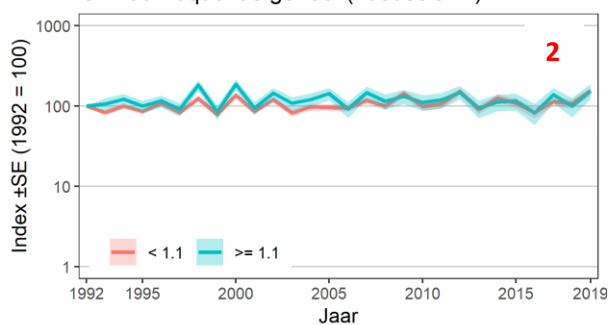
D. Maaimoment



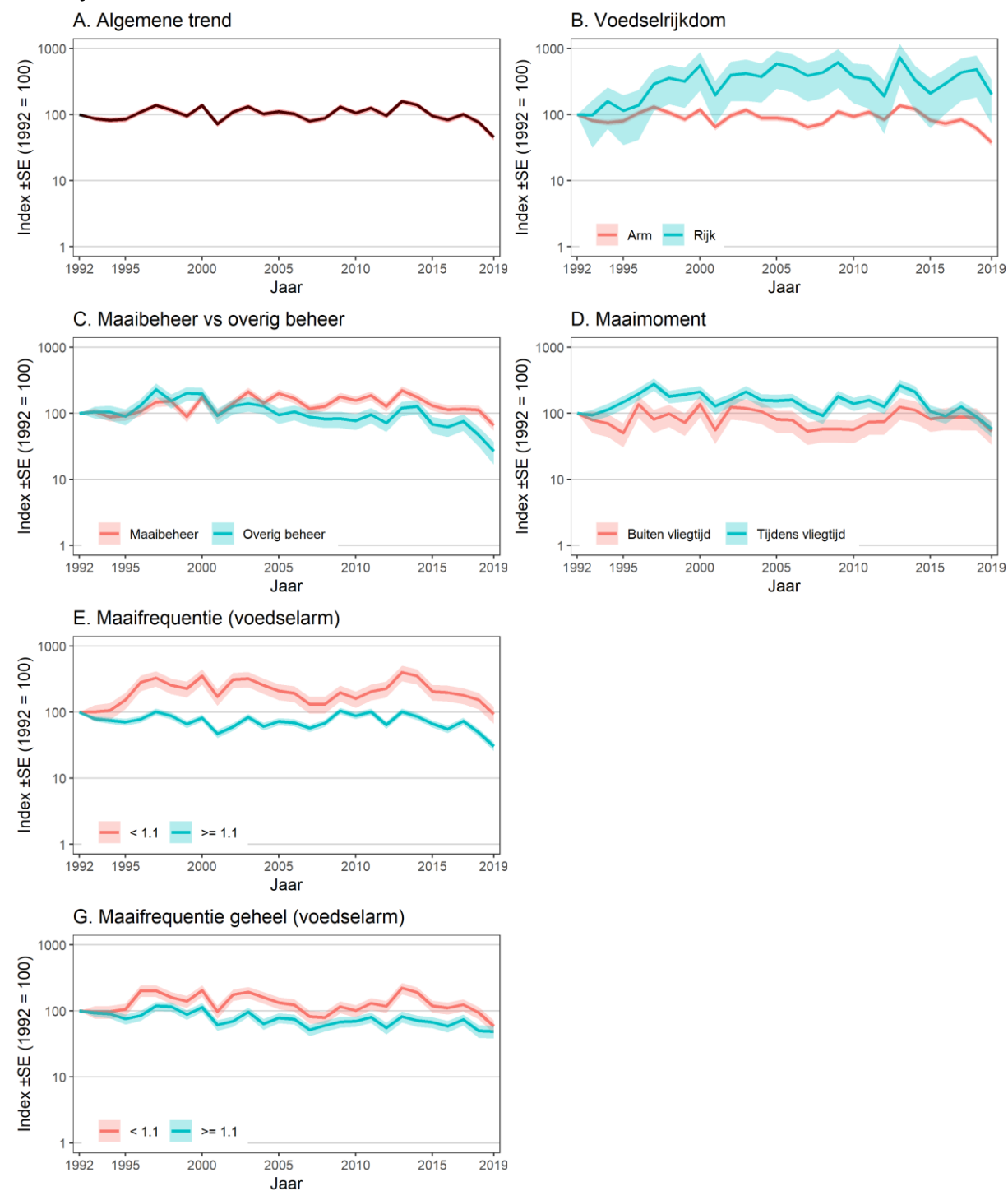
E. Maaifrequentie (voedselarm)



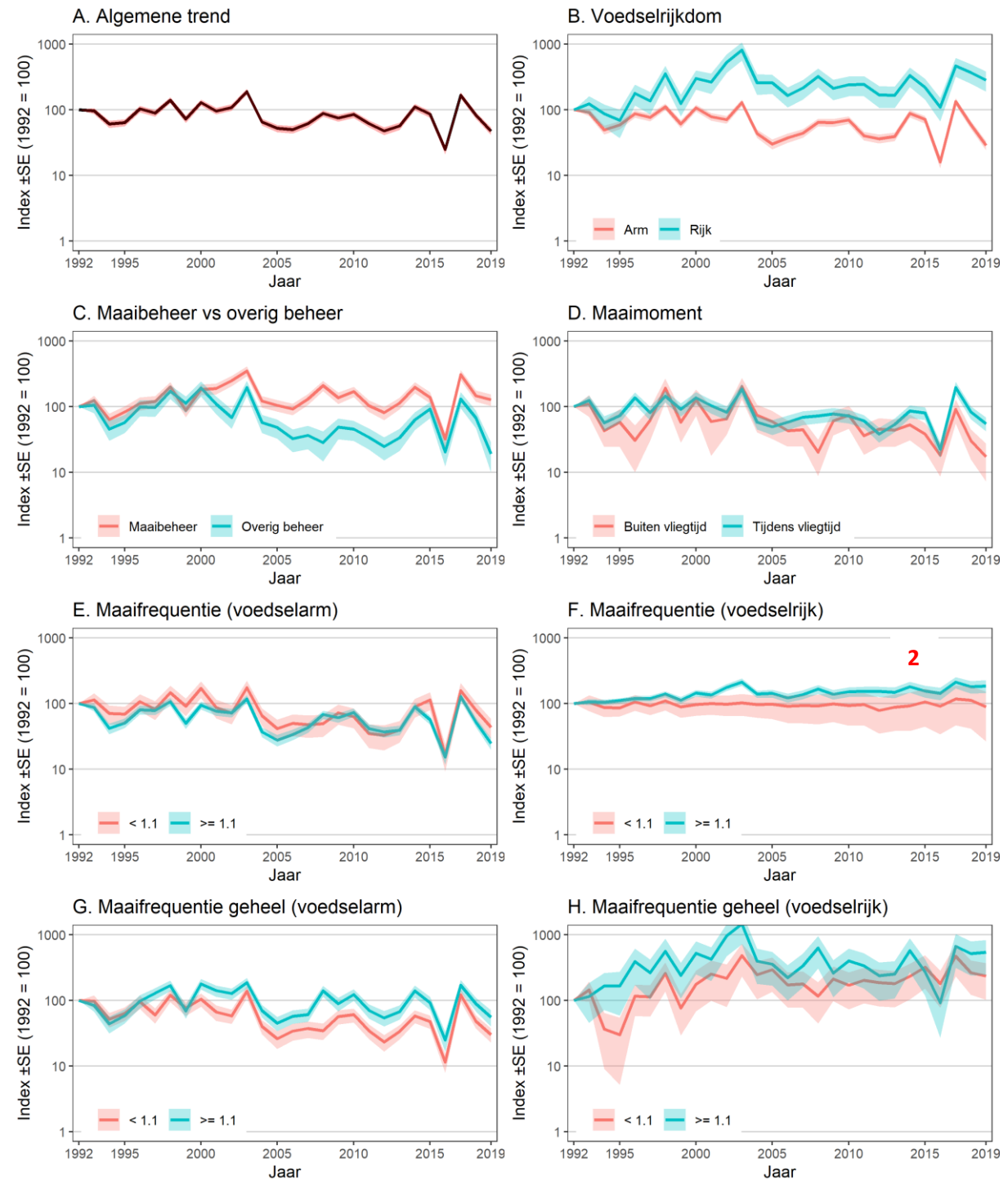
G. Maaifrequentie geheel (voedselarm)



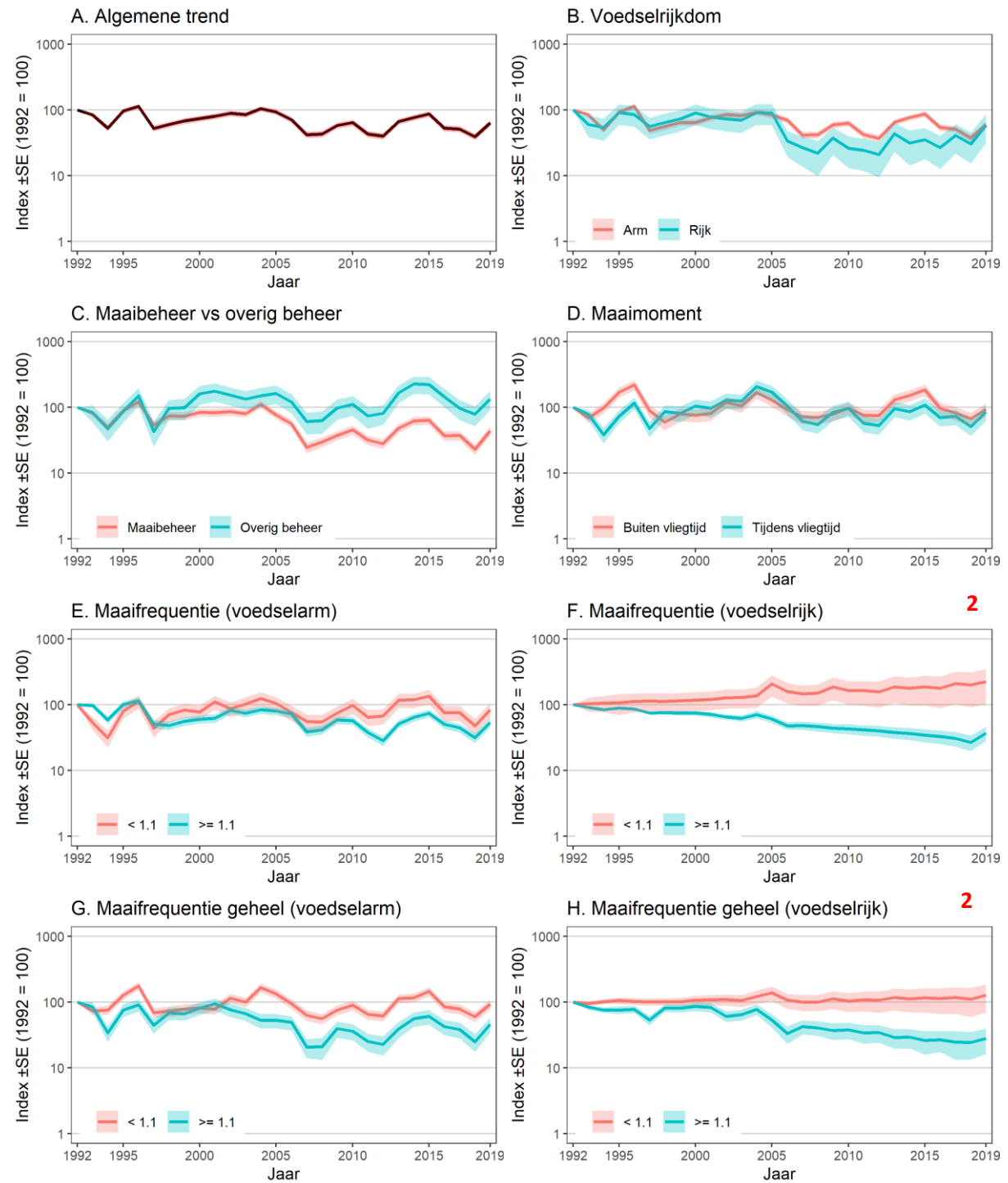
Koevinkje



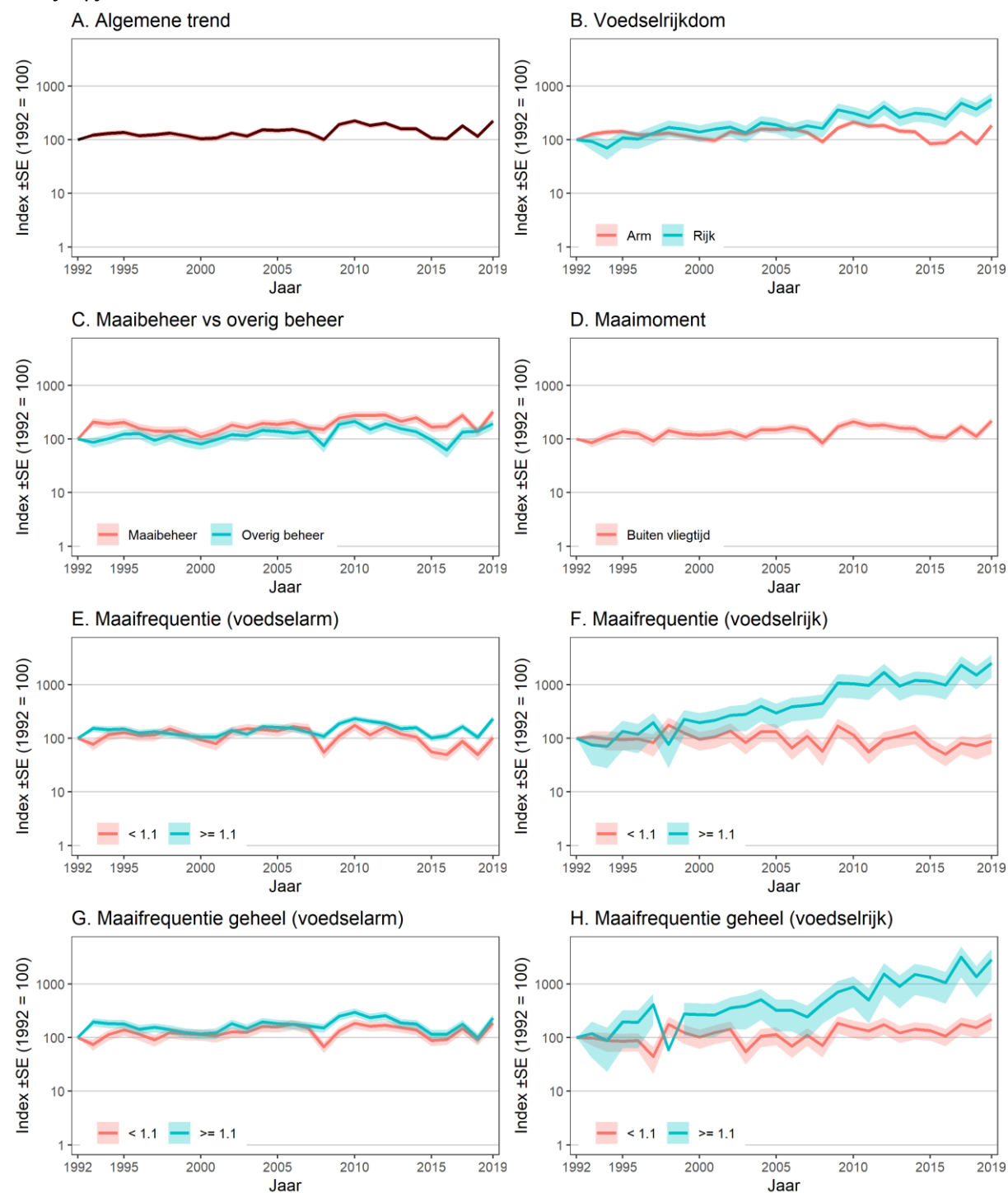
Landkaartje



Oranje zandoogje



Oranjetipje



Zwartsprietdikkopje

