

Kan temperatuurstijging veranderingen in de verspreiding van libellen in Nederland in de laatste 40 jaar verklaren?

Rapport over het effect van een warmer klimaat op de verspreiding van libellensoorten in Nederland



Rik Ruitenber
Toegepaste Biologie
Putten, mei 2022
Dr. Martijn Hammers



DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Kan temperatuurstijging veranderingen in de verspreiding van libellen in Nederland in de laatste 40 jaar verklaren?

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
Abstract	5
H1 Inleiding.....	6
Leeswijzer	8
H2 Methode	9
H3 Resultaten	12
Deelvraag 1.....	12
Deelvraag 2.....	13
Deelvraag 3.....	14
Data analyse	15
H4 Discussie.....	19
H5 Conclusie en aanbevelingen	21
Bronnen	22
Bijlagen	25

Samenvatting

De temperatuur op aarde stijgt en er wordt veel onderzoek gedaan naar de effecten van deze opwarming op verschillende diersoorten. Een veel bestudeerde soortgroep zijn de libellen, omdat deze koudbloedig zijn en voor een insect grote afstanden kunnen afleggen. Uit een onderzoek van 20 jaar geleden is gebleken dat met name zuidelijke libellen soorten flink in opkomst zijn in Nederland. Na 20 jaar is het hoog tijd voor een nieuw onderzoek met recentere data. Met name om er achter te komen of de opkomst van zuidelijke soorten heeft doorgezet, en of andere, minder warmteminnende soorten, mogelijk in gevaar komen door de temperatuurstijging. Vandaar dat de volgende hoofdvraag is opgesteld: In hoeverre kan temperatuurstijging veranderingen in de verspreiding van libellensoorten in Nederland in de laatste 40 jaar verklaren?

Om deze vraag te beantwoorden is gebruik gemaakt van temperatuurdata van het KNMI, verspreidingskaarten van soorten binnen Europa en verspreidingsdata van soorten in Nederland in 3 tijdvakken. De verspreidingsdata over de jaren heen zijn met elkaar vergeleken om een mogelijke stijging of daling te ontdekken. Ook is deze data gebruikt om te bepalen per soort of deze naar het noorden toegetrokken zijn over de jaren heen. De verspreidingskaarten binnen Europa zijn gebruikt om te bepalen of soorten een noordelijke, zuidelijke of algemene verspreiding hebben binnen Europa. Vervolgens is alle data geanalyseerd, om tot de volgende resultaten te komen.

Over het algemeen is de verspreiding van libellen in Nederland sinds 40 jaar geleden 18,8% toegenomen. Dit is een absoluut verschil geen relatief verschil. Van de 57 onderzochte soorten hebben 18 soorten een toename in verspreiding >25%. Verder zijn er 33 soorten die een kleinere toename in verspreiding hebben (0%-25%). 6 soorten zijn in verspreiding afgenomen sinds 1980.

Gemiddeld zijn soorten sinds 1980 40 km naar het noorden getrokken, zuidelijke soorten gemiddeld 60 km, algemene soorten 10 km en noordelijke soorten 30 km.

Uit de resultaten is geconcludeerd dat het aannemelijk lijkt dat een temperatuurstijging in Nederland de laatste jaren er mede voor heeft gezorgd dat libellen het in het algemeen beter doen dan 40 jaar geleden. Dit omdat met name de zuidelijke soorten er meer op vooruit zijn gegaan dan de noordelijke en algemene soorten. Toch zijn er ook een aantal soorten die er sinds 1980 op achteruit zijn gegaan, en dit zijn juist soorten die het al moeilijker hadden. Deze soorten zullen dus goed gemonitord moeten worden de komende jaren, want als deze trend doorzet kunnen ze mogelijk uit Nederland verdwijnen in de toekomst. Ook zal er meer onderzoek gedaan moeten worden naar de effecten van de betere waterkwaliteit en oevervegetatie sinds 1980, aangezien het mogelijk effecten gehad kan hebben op de verspreiding van noordelijke soorten in Nederland.

Abstract

The global temperatures are rising and a lot of research is being done into the effects of these rising temperatures on various animal species. A much studied species group are the dragonflies, because of their cold-bloodedness and can, for an insect, travel great distances. A study from around 20 years ago showed that southern dragonfly species in particular are on the rise in the Netherlands. After 20 years, it is high time for a new study with more recent data. In particular, to find out whether the emergence of southern species has continued, and whether other, less heat-loving species, may be endangered by the rise in temperature. That is why the following main question has been drawn up: To what extent can temperature rise explain changes in the distribution of dragonfly species in the Netherlands in the last 40 years?

To answer this question, temperature data from the KNMI, distribution maps of species within Europe and distribution data of species in the Netherlands in 3 time periods were used. The distribution data over the years have been compared with each other to discover a possible increase or decrease in distribution. This data has also been used to determine for all species whether they have migrated north over the years. The distribution maps within Europe have been used to determine whether species have a northern, southern or general distribution within Europe. All data was then analyzed to arrive at the following results.

In general, the distribution of dragonflies in the Netherlands has increased by 18.8% since 40 years ago. This is an absolute difference not a relative difference. Of the 57 species studied, 18 species have an increase in distribution >25%. Furthermore, there are 33 species that have a smaller increase in distribution (0%-25%). 6 species have declined in distribution since 1980.

On average, since 1980, species have migrated 40 km to the north, southern species on average 60 km, general species 10 km and northern species 30 km.

From the results it has been concluded that it seems plausible that a temperature increase in the Netherlands in recent years has contributed to dragonflies generally doing better than 40 years ago. This is because the southern species in particular have improved more than the northern and general species. Nevertheless, there are also a number of species that have declined since 1980, and these are precisely species that were already endangered. These species will therefore have to be properly monitored in the coming years, because if this trend continues, they may disappear from the Netherlands in the future. More research will also have to be done into the effects of better water quality and riparian vegetation since 1980, as it may have had effects on the distribution of northern species in the Netherlands.

H1 Inleiding

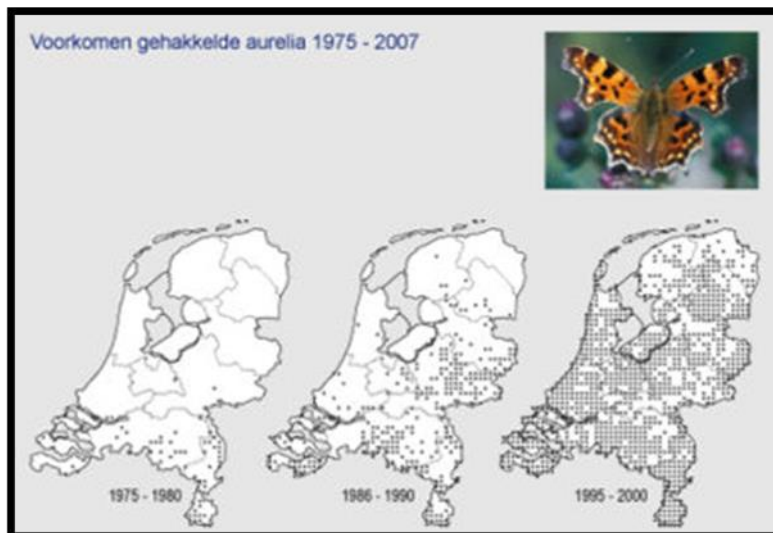
Het huidige klimaat is versneld aan het opwarmen. In 2014 kwam het vijfde klimaatrapport van de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) uit. Hierin stond onder andere vermeld dat de gemiddelde land en oceaan temperatuur in de laatste 32 jaar met gemiddeld 0,85°C is gestegen (Pachauri et al., 2014). De verwachting is dat tot 2100 hier nog eens 3 tot 4°C bij zal komen, als er verder niets aan de oorzaken van opwarming gedaan zou worden (Pachauri, et al., 2014). In het meest recente rapport van augustus 2021 worden deze alarmerende bevindingen nogmaals benadrukt (IPCC, 2021). Naast een warmere leefomgeving zal het effect van opwarming in Nederland ook te merken zijn door extra verdroging en een snellere stijging van de zeespiegel (KNMI, 2020a).

Zoals in een artikel van Bron en van Vliet (2007) wordt geschreven heeft deze verandering in het klimaat een groot effect op verschillende diergroepen. Zo krimpt bij sommige kouminnende vogelsoorten het broedgebied, terwijl sommige warmteminnende soorten hun broedgebied juist uitbreiden (Bron & van Vliet, 2007).

Temperatuurstijging kan een grote impact op de verspreiding van insecten hebben, bijvoorbeeld omdat insecten koudbloedig zijn en hun eigen warmte dus niet creëren (Mellanby, 1939). Hierdoor kunnen niet alle insectengroepen goed omgaan met de gevolgen die de snelle opwarming van het klimaat met zich meebrengt. Hommels hebben bijvoorbeeld veel last van opwarming. Uit onderzoek blijkt dat een aantal hommelsorten moeite heeft met overwinteren als de temperaturen in de winter te hoog worden (Vesterlund et al., 2014). Daarnaast is uit een ander onderzoek gebleken dat te hoge temperaturen in de zomer (>35°C) ook voor een aantal hommelsorten negatieve gevolgen hebben (Zembra et al., 2020; Pawlikowski et al., 2020). Temperatuurstijging, gepaard met het gebruik van pesticiden en de verandering in het landgebruik in Nederland heeft er toe geleid dat de laatste 20 jaar het aantal hommels in Nederland met 75% is gedaald (Kerr et al., 2015; Peeters et al., 2012).

Naast dat sommige diersoorten slecht tegen de huidige veranderingen in temperatuur kunnen, zijn er ook soorten die zich snel genoeg kunnen verplaatsen om te overleven, of beter gedijen onder warmere temperaturen, en deze soorten zijn in de noordelijkere landen van Europa (zoals Nederland) dus ook in opmars. Zo is bij onderzoeken naar de verandering van leefgebieden van libellen en vlinders in Groot-Brittannië waargenomen dat de noordgrens van de leefgebieden van warmteminnende soorten langzaam naar het noorden aan het verspreiden is (Warren et al., 2001; Hickling, 2005). Ook is er in 2003 in 'De Levende Natuur' een artikel geplaatst over de opkomst van zuidelijke insectensoorten in Nederland, waarin ook duidelijk staat aangegeven dat verschillende soorten naar Nederland aan het toetrekken zijn (Kleukers & Reemer, 2003).

Zo verschijnen er dus ook in Nederland steeds meer soorten die vroeger bijvoorbeeld Midden-Frankrijk als noordelijke grens van hun leefgebied hadden. Een voorbeeld is de gehakkelde aurelia (*Polygona c-album*) die in 1980 nog zeldzaam in Nederland was, en tegenwoordig algemeen in Nederland voorkomt (Noordijk et al., 2010) (zie Figuur 1). Naast de gehakkelde aurelia zijn de wespenspin (*Argiope bruennichi*) en de strekpoot (*Dicranopalpus ramosus*) ook goede voorbeelden van soorten die zich de laatste jaren in rap tempo door heel Nederland verspreid hebben (Van Swaay, 2003; Kalkman, van Duuren, Gmenig Meyling & Odé, 2008).



Figuur 1 Voorkomen gehakkelde aurelia in Nederland van 1975 (links) tot 2000 (rechts). Figuur afkomstig uit Noordijk et al., (2010).

Libellen zijn een van de meest interessante soortgroepen om te bestuderen in relatie tot temperatuurstijging, omdat deze net als vlinders zoals de gehakkelde aurelia goed kunnen vliegen en dus grotere afstanden kunnen afleggen. Soorten met een hoge mobiliteit hebben een grotere kans om een nieuw geschikt leefgebied te vinden, omdat ze een groter oppervlak kunnen doorzoeken. Zo kunnen ze zich over het algemeen sneller verspreiden dan soorten die meer stationair zijn. (Hickling, 2005). Daarnaast zijn een flink aantal soorten de laatste jaren behoorlijk in aantal toegenomen, zoals de vuurlibel (*Crocothemis erythraea*), kleine roodoogjuffer (*Erythromma viridulum*) en de grote keizerlibel (*Anax imperator*) (Bron & van Vliet, 2007). Dit is opvallend, omdat libellen voor voortplanting aan water gebonden zijn, terwijl dit met de hogere kans op droge zomers, juist een probleem zou kunnen vormen voor verspreiding in het land (KNMI, 2020; De Vlinderstichting, z.d.a).

Er is al veel onderzoek gedaan naar de effecten van temperatuurstijging op de verspreiding van libellen in meerdere delen van Europa (De Knijf, 2003; Hickling, 2005). Ook in Nederland is er in 2010 een onderzoek gedaan naar het effect van temperatuurverandering op de verspreiding van libellensoorten in Nederland. Uit dit onderzoek bleek dat een aantal soorten libellen flink in opmars was vergeleken met eerdere jaren (Termaat et al., 2010). Echter stamt de meest recente data van dat onderzoek uit 2003. Omdat er in 18 jaar veel veranderd kan zijn met betrekking tot de verspreiding van libellen, en omdat er in 2019 en 2020 extreem warme zomers geweest zijn (18,4°C en 18,3°C respectievelijk tegen een gemiddelde temperatuur van 17,0°C (KNMI, 2020b; KNMI, 2021a)), is een nieuw verspreidingsonderzoek nodig, waarbij gebruik gemaakt wordt van recente verspreidingsgegevens.

Deze informatie kan vervolgens door natuurbeheerders worden gebruikt die kwetsbare soorten in natuurgebieden willen beschermen. Daarnaast kan dergelijke informatie worden gebruikt om te bepalen op welke soorten ze hun beheer willen richten in het algemeen.

Voor dit onderzoek de volgende hoofdvraag opgesteld.

In hoeverre kan temperatuurstijging veranderingen in de verspreiding van libellensoorten in Nederland in de laatste 40 jaar verklaren?

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn drie deelvragen opgesteld die de beantwoording van de hoofdvraag een duidelijke richting geven. De deelvragen luiden als volgt:

- 1) Hoe is de temperatuur in Nederland veranderd in de laatste 40 jaar?
- 2) Bij welke libellensoorten zijn, op het gebied van verspreiding in Nederland, duidelijke verschillen te zien met 40 jaar geleden?
- 3) Wat is de relatie tussen de verandering in verspreiding van soorten binnen Nederland en de geografische verspreiding van deze soorten binnen Europa?

Verwacht wordt dat de verspreiding van soorten die de laatste jaren vanuit het zuiden naar Nederland gekomen zijn verder is toegenomen, aangezien deze soorten mogelijk beter aangepast zijn aan een warmer klimaat. Daarentegen wordt ook verwacht dat soorten die van origine in Noord-Europese gebieden voorkomen minder goed bestand zijn tegen hoge temperaturen juist een daling in verspreiding laten zien.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt in detail uitgelegd wat de methode was om de hoofdvraag te beantwoorden. Hierna komen in hoofdstuk 3 de resultaten van deze methode aanbod, waarna vervolgens in hoofdstuk 4 de resultaten in context worden geplaatst en tekortkomingen van het onderzoek worden besproken. Als laatste zal in hoofdstuk 5 de conclusie van het onderzoek worden getrokken en worden eventuele aanbevelingen gedaan naar vervolgonderzoeken.

H2 Methode

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn drie deelvragen opgesteld. Deze deelvragen zijn beantwoord volgens de methoden die in dit hoofdstuk worden beschreven.

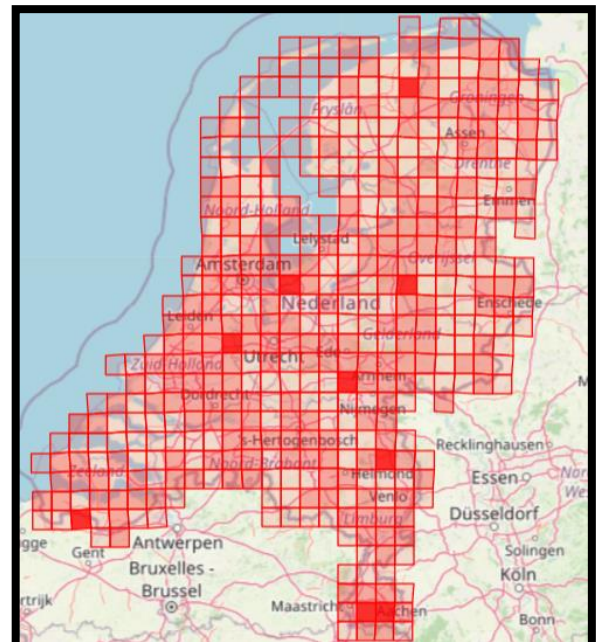
1) Hoe is de temperatuur in Nederland veranderd in de laatste 40 jaar?

Om deze vraag te beantwoorden is data uit het weerregister van de KNMI gehaald uit de periode 1980-2021. De KNMI houdt de temperaturen bij op verschillende datums van de verschillende weerstations in Nederland (KNMI, 2021b). Voor het onderzoek is alleen data van weerstation De Bilt gebruikt. Al deze data is in Excel geplaatst, zodat het verwerkt kon worden tot een grafiek over de periode 1980-2021. Voor deze grafiek zijn drie temperatuurvariabelen gebruikt; gemiddelde jaartemperatuur, gemiddelde zomertemperatuur en gemiddelde wintertemperatuur. De gemiddelde zomer- en wintertemperatuur zijn de gemiddelden van de temperaturen die voor dat jaar zijn gemeten in de respectievelijke meteorologische zomer en winter. De meteorologische zomer is van 1 juni t/m 31 augustus en de meteorologische winter is van 1 december t/m 28 of 29 februari (KNMI, 2020b; KNMI, 2021a). Deze gemiddelden worden per jaar in een grafiek gezet en met deze grafiek kan bepaald worden hoe de temperatuur in Nederland is veranderd de laatste 40 jaar.

2) Bij welke libellensoorten zijn, op het gebied van verspreiding in Nederland, duidelijke verschillen te zien met 40 jaar geleden?

Om deze deelvraag te beantwoorden is gezocht naar verspreidingskaarten van alle 71 in Nederland aanwezige libellensoorten. Op de site van de Vlinderstichting (www.vlinderstichting.nl) staan duidelijke verspreidingskaarten per soort over verschillende periodes met data uit de NDFF. De kaarten die gebruikt zijn, zijn die van 1980-1999 en die van 2000-2015. Voor data van 2016 tot het heden is gebruik gemaakt van Waarneming.nl (www.waarneming.nl). Hier is per soort een kaart gegenereerd die alle waarnemingen van die soort in Nederland weergeeft van 1 januari 2016 tot het heden. Een voorbeeld van zo'n kaart is te zien in Figuur 2.

Nadat deze data vergaard is, is een rasterkaart van Nederland gemaakt, waarin ieder hokje 10 x 10 km groot is (zie Figuur 2). Deze kaart van Nederland kan over verschillende verspreidingskaarten worden gelegd, ervan uitgaande dat de verspreidingskaart van Nederland is en hetzelfde geodetisch coördinatensysteem wordt gebruikt ('RD New'). Door per kaart en per tijdsperiode te kijken naar het aantal vakjes op het raster waar de doelsoort in voorkomt, kan bij iedere kaart een percentage worden berekend die aangeeft in hoeverre de soort in Nederland verspreid is (aantal km hokken aanwezig / aantal km hokken totaal * 100%). Dit percentage is ingevuld in een Excel tabel zoals weergegeven in Tabel 1. Voor de kaarten van Waarneming.nl is dit raster niet gebruikt, omdat de kaarten zelf al ingesteld kunnen worden om 10x10 kilometerhokken te gebruiken (zie Figuur 2).



Figuur 2 Voorbeeldkaart Nederland opgedeeld in kilometerhokken van 10x10 km. Afbeelding afkomstig van Waarneming.nl, 2021.

Tabel 1 Voorbeeld tabel met procentuele verspreiding van libellensoorten in Nederland in verschillende tijdsperiodes.

Soortnaam	Verspreiding (%)		
	1980-1999	2000-2015	2015-2021
Azuurwaterjuffer	69,9%	92,2%	92,4%
Bandheidelibel	5,5%	40,8%	24,0%

Zodra alle in Nederland voorkomende libellensoorten in de Excel tabel staan kunnen ze met elkaar vergeleken worden. Eerst is het verschil in verspreidingspercentage over de jaren per soort bepaald, door het verschil in verspreiding in de beginperiode te vergelijken met de eindperiode. Per soort is bepaald of er een duidelijk verschil in verspreiding is. Een duidelijk verschil in verspreiding betekent in dit geval een verschil in percentage van meer dan 25%. Hiermee wordt absoluut percentage bedoeld, geen procentuele verandering. Een verandering van 4% in 1950 naar 10% in 2020 is een verschil van 6%, niet 250%.

Bij alle soorten die meer dan 25% verschil hebben is dus een duidelijk verschil te zien in verspreiding in Nederland vergeleken met 40 jaar geleden, en kon vervolgens bepaald worden of een toe- of afname gerelateerd is aan een temperatuurstijging de laatste 40 jaar.

- 3) Wat is de relatie tussen de verandering in verspreiding van soorten binnen Nederland en de geografische verspreiding van deze soorten binnen Europa?

Om de deelvraag te beantwoorden is eerst de Noord-Zuid verspreiding in Nederland bepaald per soort en tijdsperiode. Dit is gedaan door bij iedere kaartanalyse aan te geven waar het meest noordelijke 10x10 km hok en het meest zuidelijke 10x10 km hok zich bevindt. Dit is mogelijk door alle rijen van het 10x10 km raster te nummeren van 1 t/m 32, met 1 als meest zuidelijke rij en 32 als meest noordelijke rij. Door het nummer van de rij aan te geven waar het meest noordelijke en zuidelijke exemplaar is waargenomen is makkelijk te zien of de verspreiding van de soort in de jaren richting het noorden of het zuiden is gegaan in Nederland. Een voorbeeld van hoe deze informatie in een Excel tabel is gezet is te zien in Tabel 2.

Tabel 2 Voorbeeld tabel met Noord-Zuid verspreiding soorten binnen Nederland in verschillende tijdsperiodes. (Libellen soorten in voorbeeld tabel zijn schattingen en zijn niet bepaald met rastermethode).

Soortnaam	Verspreiding (N-Z)					
	1980-1999		2000-2015		2015-2021	
	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid
Azuurwaterjuffer	31	1	32	1	32	1
Gaffellibel	2	2	8	5	12	3

Vervolgens zijn Europese verspreidingskaarten van de verschillende libellensoorten opgezocht. De kaarten die hiervoor gebruikt zijn, zijn afkomstig uit het boek 'De Nederlandse Libellen' (2002). Dit boek heeft bij iedere libellensoort een duidelijke kaart die aangeeft in welke nabij gelegen Europese gebieden de soort wordt aangetroffen (zie Figuur 3).

Met deze kaarten is bij iedere soort bepaald of de verspreiding voornamelijk zuidelijk, noordelijk of 'algemeen' is in Europa. Soorten met een zuidelijke verspreiding komen voornamelijk voor in landen/gebieden ten zuiden van Nederland (Frankrijk, Spanje, Italië, Zuid-Duitsland). Soorten met een noordelijke verspreiding komen voornamelijk voor in landen/gebieden ten noorden van

Nederland (Schotland en Scandinavië). Als een soort geen duidelijke noordelijke of zuidelijke verspreiding heeft (maar zowel in het noorden en zuiden voorkomt) kan het gezien worden als een 'algemene soort'. In het boek staat naast de kaart ook een omschrijving van de gebieden waar de soort wordt aangetroffen. Deze omschrijving kan ook helpen bij het bepalen, als de kaart niet genoeg duidelijkheid biedt. De informatie die hierbij vergaard is, is eveneens in Tabel 2 in Excel gezet. Zo is overzichtelijk gemaakt wat de Noord-Zuid verspreiding en geografische verspreiding is per soort.

Data analyse

Nadat alle data van de drie deelvragen was vergaard konden ze met elkaar worden vergeleken om de hoofdvraag te beantwoorden. Door de temperatuurgrafiek die in deelvraag 1 gemaakt is te vergelijken met de trends in de verspreidingsdata die bij deelvraag 2 gevonden zijn, kon onderzocht worden in hoeverre temperatuurverandering een verklaring zou kunnen geven voor waargenomen veranderingen in verspreiding. Door vervolgens de in deelvraag 3 vergaarde data over de Noord-Zuid verspreiding binnen Nederland en het voorkomen binnen Europa hiernaast te leggen, kon worden onderzocht in hoeverre de geografische verspreiding van een soort gecorreleerd is aan een waargenomen verandering in verspreiding. Op deze manier kon worden onderzocht of de verspreiding van zuidelijke soorten voornamelijk naar het noorden is toegenomen en de verspreiding van noordelijke soorten richting het zuiden voornamelijk is afgenomen. Deze analyse geeft een indicatie in hoeverre temperatuurverandering de verandering in verspreiding kan verklaren.



Figuur 3 Kaart van verspreiding van een kanaaljuffer in Europa. De soort in het voorbeeld is de kanaaljuffer (Erythromma lindenii). Kaart afkomstig uit het boek De Nederlandse Libellen, 2002.

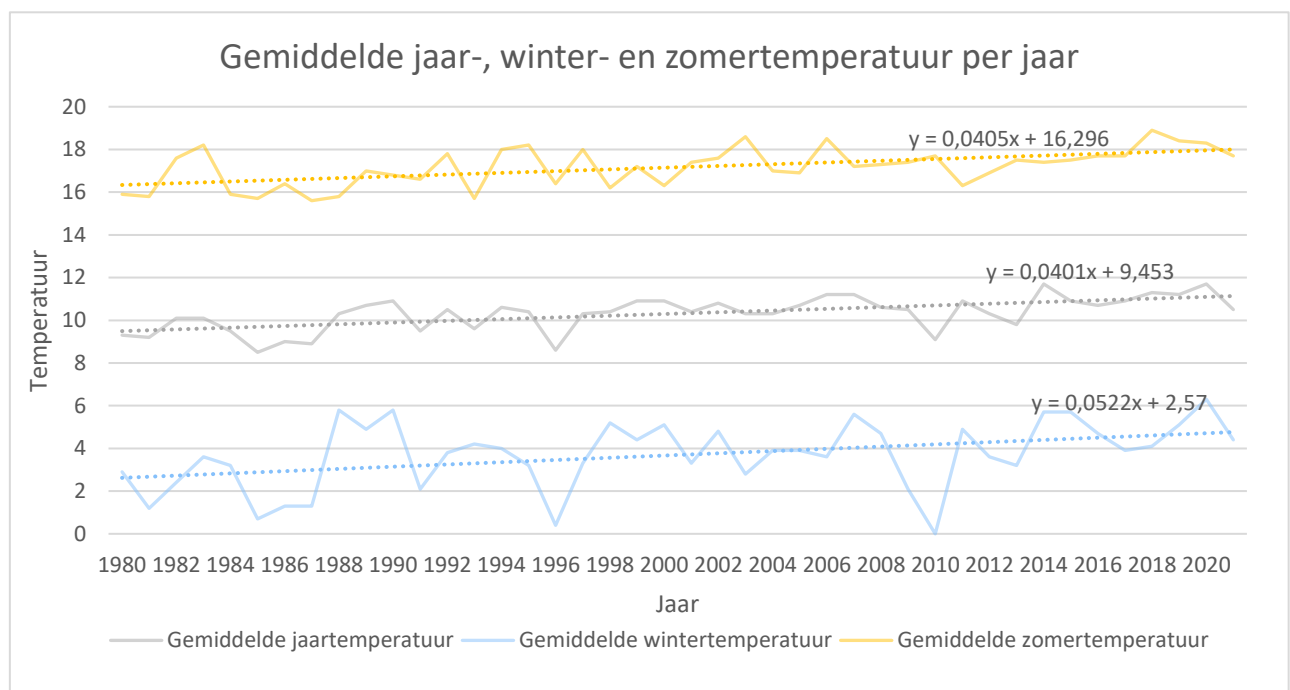
H3 Resultaten

Deelvraag 1

Hoe is de temperatuur in Nederland veranderd in de laatste 40 jaar?

Met data afkomstig van het KNMI is een tabel gemaakt met de gemiddelde temperaturen per maand bij ieder jaar vanaf 1980 tot 2021. Door de gemiddelden te nemen van de maanden december-februari en juni-augustus konden per jaar de gemiddelde winter- en zomertemperaturen berekend worden. Verder is ook voor ieder jaar de totale gemiddelde temperatuur berekend (zie Bijlage I). Met behulp van de data uit Bijlage I is de onderstaande figuur 4 gemaakt, waar vanaf 1980 te zien is wat de verandering in gemiddelde jaar-, winter- en zomertemperatuur is. Uit de formules van de trendlijnen in figuur 4 kan opgemaakt worden dat de gemiddelde jaar- en zomertemperatuur per jaar met ongeveer 0,04 °C gestegen zijn en de gemiddelde wintertemperatuur iets meer met een gemiddelde jaarlijkse stijging van 0,052 °C per jaar.

Figuur 4 Gemiddelde jaar- (grijs), winter- (blauw) en zomertemperatuur (geel) per jaar vanaf 1980 tot 2021 met lineaire trendlijnen. De formules voor de trendlijnen worden in de grafiek weergegeven (y = temperatuur, x = jaar).



Deelvraag 2

Bij welke libellensoorten zijn, op het gebied van verspreiding in Nederland, duidelijke verschillen te zien met 40 jaar geleden?

Voor deze vraag is voor iedere tijdsperiode het verspreidingspercentage over Nederland berekend per soort (zie H2 Methode). Deze informatie is te vinden in de tabel in Bijlage II. Met deze percentages is per soort de procentuele verandering in verspreiding berekend tussen 1980 en 2021. Hiervan zijn de uitkomsten te zien in tabel 3. Soorten die in geen tijdsperiode een verspreiding boven de 10% hebben gehad zijn niet meegenomen in de analyse. Hierna bleven 57 van de 71 soorten over. Gemiddeld zijn de in Nederland voorkomende libellensoorten met 18,8% in verspreiding toegenomen. In totaal zijn er 18 soorten die een duidelijk verschil (>25% toename) in verspreiding laten zien terwijl 33 geen duidelijk verschil tonen (25%-0% toename). Van de 57 soorten zijn 6 soorten in aantal afgenomen sinds 1980. Dit zijn de Geelvlakheidelibel, Gewone pantserjuffer, Lantaarntje, Maanwaterjuffer, Venglazenmaker en Zwarte heidelibel. De vijf soorten met de grootste toename in verspreiding zijn de Bruine winterjuffer, Vroege glazenmaker, Vuurlibel, Zuidelijke keizerlibel en de Zwervende heidelibel. Deze soorten hebben een toename in verspreidingspercentage van 61,7% tot 76,8% sinds 1980.

Tabel 3 Verschil in verspreidingspercentage tussen 1980 en 2021 per soort, en of een duidelijk verschil merkbaar is. Een 'duidelijk verschil' is een toename in verspreidingspercentage van meer dan 25%. De kleurenschaal in de tabel loopt van laag (rood) naar hoog (groen).

Soortnaam	Verschil verspreidingspercentage (%)	Duidelijk verschil? (>25%)
Azuurwaterjuffer	22,5%	0
Bandheidelibel	18,5%	0
Beekoeverlibel	19,8%	0
Beekrombout	14,1%	0
Blauwe breedscheenjuffer	19,2%	0
Blauwe glazenmaker	10,5%	0
Bloedrode heidelibel	8,6%	0
Bosbeekjuffer	7,6%	0
Bruine glazenmaker	2,9%	0
Bruine korenbout	39,4%	1
Bruine winterjuffer	64,0%	1
Bruinrode heidelibel	20,4%	0
Gaffelwaterjuffer	25,1%	1
Geelvlakheidelibel	-64,0%	0
Gevlekte glanslibel	8,6%	0
Gevlekte witsnuitlibel	43,8%	1
Gewone oevellibel	10,7%	0
Gewone pantserjuffer	-5,9%	0
Glassnijder	41,9%	1
Groene glazenmaker	1,5%	0
Grote keizerlibel	23,2%	0
Grote roodoogjuffer	14,9%	0
Houtpantserjuffer	8,0%	0
Kanaaljuffer	24,6%	0
Kleine roodoogjuffer	15,6%	0
Koraaljuffer	29,7%	1
Lantaarntje	-0,8%	0
Maanwaterjuffer	-12,4%	0
Metaalglanslibel	11,4%	0
Noordse witsnuitlibel	11,8%	0
Paardenbijter	8,4%	0
Plasrombout	4,2%	0
Platbuik	26,5%	1
Rivierrombout	11,2%	0
Sierlijke witsnuitlibel	20,0%	0
Smaragdlibel	34,1%	1
Steenrode heidelibel	5,5%	0
Tangpantserjuffer	7,8%	0
Tengere grasjuffer	41,1%	1
Tengere pantserjuffer	34,9%	1
Variabele waterjuffer	4,2%	0
Venglazenmaker	-21,1%	0
Venwitsnuitlibel	6,5%	0
Viervlek	13,5%	0
Vroege glazenmaker	61,9%	1
Vuurjuffer	21,9%	0
Vuurlibel	76,8%	1
Watersnuffel	4,8%	0
Weidebeekjuffer	25,7%	1
Zadellibel	29,3%	1
Zuidelijke glazenmaker	37,9%	1
Zuidelijke heidelibel	43,2%	1
Zuidelijke keizerlibel	67,8%	1
Zuidelijke oevellibel	12,6%	0
Zwarte heidelibel	-14,3%	0
Zwervende heidelibel	61,7%	1
Zwervende pantserjuffer	9,5%	0

Deelvraag 3

Wat is de relatie tussen de verandering in verspreiding van soorten binnen Nederland en de geografische verspreiding van deze soorten binnen Europa?

Naast dat bij iedere soort is bepaald wat de totale verspreiding in het land was, is ook bepaald wat de meeste noordelijk en zuidelijke punten van verspreiding zijn per soort. Hierbij is de rastervorm aangehouden met hokken genummerd van 0 tot 32. Ieder hok is 10x10 km groot. De maximum noordelijk verspreiding is dus 32 (zie H2 Methode). Deze informatie staat ook in de tabel in Bijlage III. Vervolgens is bepaald of de soorten meer naar het noorden zijn verspreid ten opzichte van 1980 (zie tabel 4). Ook voor deze deelvraag is geen data gebruikt van soorten die in geen tijdvak meer dan 10% verspreiding hadden. Gemiddeld zijn soorten 40 km (4 hokken) richting het noorden verspreid sinds 1980. Zoals in tabel 4 te zien is, is één soorten sinds 1980 helemaal van het zuiden naar het noorden van Nederland verspreid en één soort bijna met 31 hokken. Dit zijn de Zuidelijke heidelibel en Sierlijke witsnuitlibel. Er zijn bijna geen soorten uit het noorden weggetrokken, de grootste verandering is bij de variabele waterjuffer met 3 hokken (zie tabel 4).

Voor het bepalen van de geografische verspreiding is aan de tabel voor deelvraag 2 een kolom toegevoegd waarbij per soort is bepaald of de geografische verspreiding binnen Europa over het algemeen noordelijk, zuidelijk of 'algemeen' (geen duidelijke noordelijke of zuidelijke verspreiding) is. Dit is gedaan aan de hand van het boek 'De Nederlandse Libellen' van de boekenreeks 'De Nederlandse fauna'. De 71 Nederlandse libellensoorten zijn in de volgende verhouding ingedeeld (zie tabel 4).

Noordelijk: 18 soorten

Zuidelijk: 25 soorten

Algemeen: 28 soorten

Er zijn net iets meer zuidelijke en algemene soorten in Nederland dan noordelijke soorten.

Van de 57 soorten die meer dan 10% verspreiding hebben of hadden is de verhouding als volgt:

Noordelijk: 12 soorten

Zuidelijk: 23 soorten

Algemeen: 22 soorten

Tabel 4 Verschil in noordelijk verspreiding per soort en classificering van geografische verspreiding per soort. De kleurschaal in de tabel loopt van 'wegtrekken uit het noorden' (rood) naar 'verspreiden naar het noorden' (blauw).

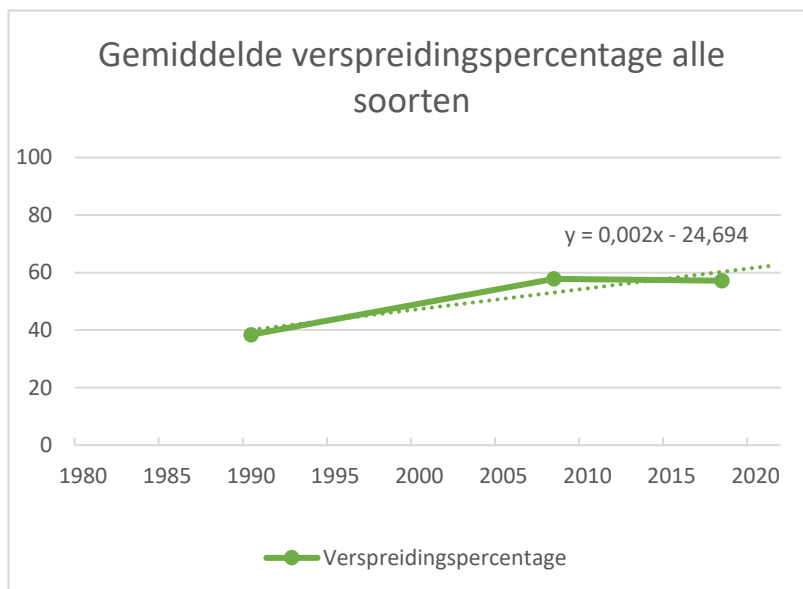
Soortnaam	Noordelijke verspreiding 1950-2021	Geografische verspreiding
Azuurwaterjuffer	1	Algemeen
Bandheidelibel	-1	Algemeen
Beekoeverlibel	8	Zuidelijk
Beekrombout	8	Algemeen
Blauwe breedscheenjuffer	0	Algemeen
Blauwe glazenmaker	0	Algemeen
Bloedrode heidelibel	0	Algemeen
Bosbeekjuffer	9	Algemeen
Bruine glazenmaker	1	Noordelijk
Bruine korenbout	1	Algemeen
Bruine winterjuffer	7	Zuidelijk
Bruinrode heidelibel	0	Algemeen
Gaffelwaterjuffer	17	Zuidelijk
Geelvlekheidelibel	-1	Algemeen
Gevlekte glanslibel	3	Algemeen
Gevlekte witsnuitlibel	2	Noordelijk
Gewone oeverlibel	0	Zuidelijk
Gewone pantserjuffer	0	Noordelijk
Glassnijder	1	Algemeen
Groene glazenmaker	-2	Noordelijk
Grote keizerlibel	0	Zuidelijk
Grote roodoogjuffer	1	Algemeen
Houtpantserjuffer	0	Zuidelijk
Kanaaljuffer	9	Zuidelijk
Kleine roodoogjuffer	0	Zuidelijk
Koraaljuffer	1	Zuidelijk
Lantaarntje	0	Algemeen
Maanwaterjuffer	0	Noordelijk
Metaalglanslibel	2	Noordelijk
Noordse witsnuitlibel	0	Noordelijk
Paardenbijter	0	Zuidelijk
Plasrombout	3	Zuidelijk
Platbuik	1	Zuidelijk
Rivierrombout	13	Algemeen
Sierlijke witsnuitlibel	31	Noordelijk
Smaragdlibel	3	Algemeen
Steenrode heidelibel	0	Noordelijk
Tangpantserjuffer	-2	Algemeen
Tengere grasjuffer	0	Zuidelijk
Tengere pantserjuffer	0	Zuidelijk
Variabele waterjuffer	-3	Algemeen
Venglazenmaker	-1	Noordelijk
Venwitsnuitlibel	0	Noordelijk
Viervlek	0	Algemeen
Vroege glazenmaker	1	Zuidelijk
Vuurjuffer	-1	Algemeen
Vuurlibel	15	Zuidelijk
Watersnuffel	0	Algemeen
Weidebeekjuffer	-1	Algemeen
Zadellibel	15	Zuidelijk
Zuidelijke glazenmaker	9	Zuidelijk
Zuidelijke heidelibel	32	Zuidelijk
Zuidelijke keizerlibel	8	Zuidelijk
Zuidelijke oeverlibel	12	Zuidelijk
Zwarte heidelibel	0	Noordelijk
Zwervende heidelibel	1	Zuidelijk
Zwervende pantserjuffer	0	Zuidelijk

Bij de geanalyseerde soorten is de verhouding zuidelijke en algemene soorten tegenover noordelijke soorten een stuk groter.

Wat opvalt aan het verschil in noordelijk verspreiding en de geografische verspreiding is dat soorten die richting het noorden getrokken zijn voornamelijk zuidelijke soorten zijn. Al zijn er ook een aantal algemene soorten die zich richting het noorden hebben verspreid. De gemiddelde noordelijk verspreiding van zuidelijke soorten is 60 km (6 hokjes), van algemene soorten 10 km (1 hokje) en van noordelijke soorten 30 km (3 hokjes). Het gemiddelde van noordelijke soorten zou 0 km zijn, als het gemiddelde niet hevig beïnvloed werd door de sierlijke witsnuitlibel, die zoals eerder genoemd een noord-zuid verspreiding heeft van 310 km (31 hokjes).

Data analyse

Door te berekenen wat de gemiddelde toename van verspreiding per jaar is voor de vroege en late tijdsperiodes, kan worden gekeken of de gemiddelde verspreiding extra is toegenomen bij de hogere temperaturen in de latere jaren. Hierom is de onderstaande figuur 5 gemaakt.

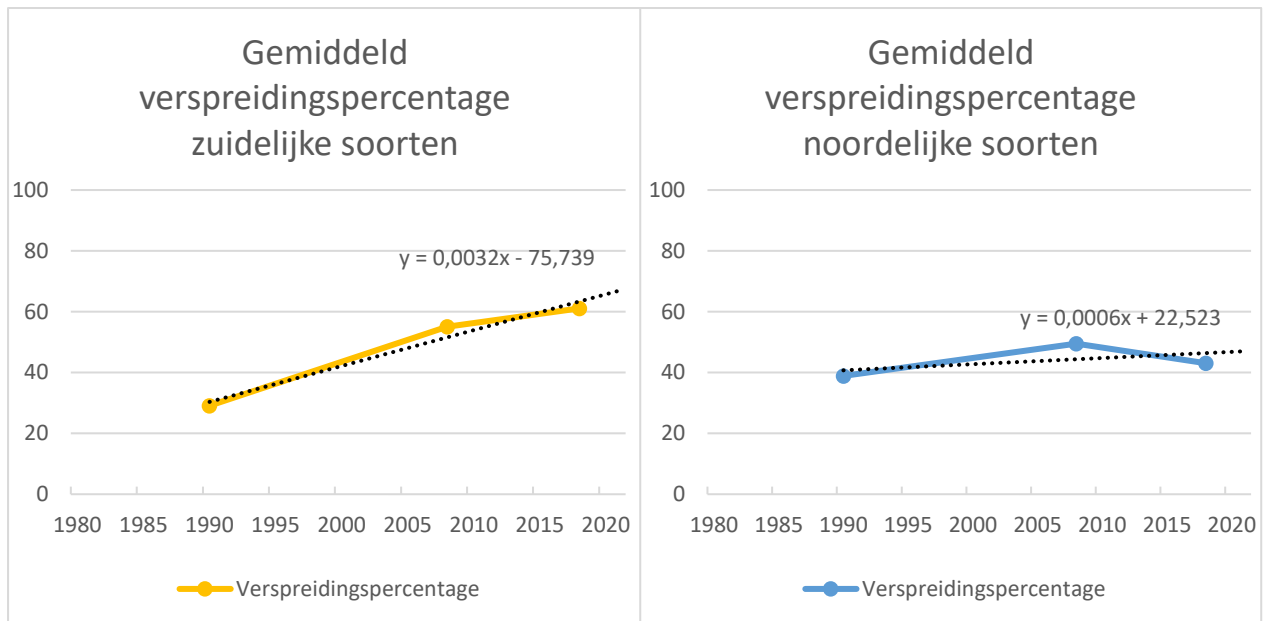


Figuur 5 Grafiek met gemiddelde verspreidingspercentage van alle soorten, gerekend met verschil in grootte van verschillende tijdsperiodes. Zwarte stippellijn is een lineaire trendlijn met vergelijking aangegeven in de grafiek ($y = \text{verspreidingspercentage} \times \text{jaar}$).

In figuur 5 is te zien dat tot 2008 de verspreiding van libellen in Nederland lineair toenam en sindsdien gestagneerd is. De trendlijn geeft aan dat soorten zich gemiddeld jaarlijks met 0,2% meer over Nederland hebben verspreid de laatste 40 jaar.

Verspreiding is dus evenals de gemiddelde jaartemperatuur toegenomen de laatste 40 jaar, maar is in de laatste jaren afgevlakt.

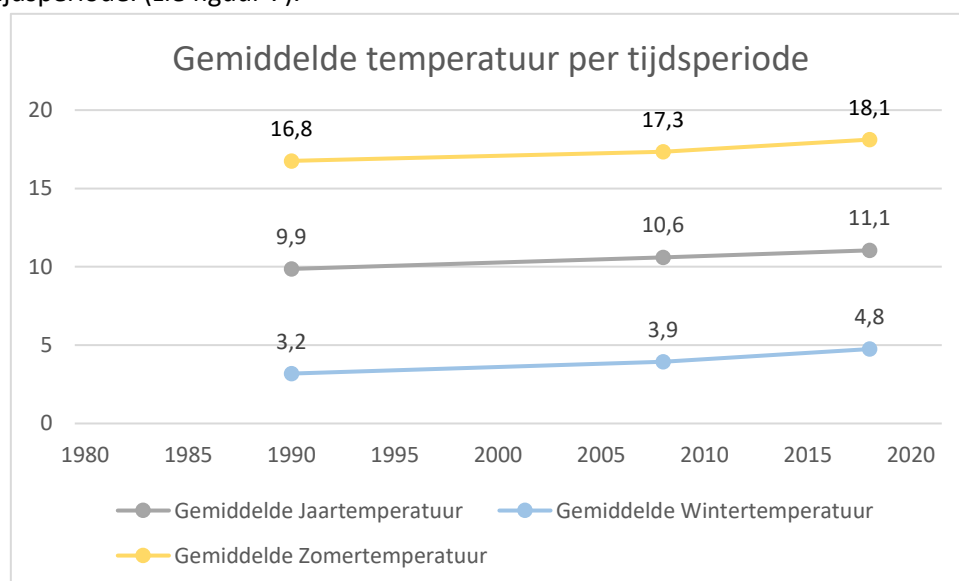
Als een grafiek zoals figuur 5 wordt gemaakt voor enkel de soorten met een zuidelijke verspreiding en noordelijke verspreiding komt het beeld zoals in figuur 6 te zien is tevoorschijn.



Figuur 6 Links: Grafiek met gemiddelde verspreidingspercentage van alle zuidelijke soorten, gerekend met verschil in grootte van verschillende tijdsperiodes. Rechts: Grafiek met gemiddelde verspreidingspercentage van alle noordelijke soorten, gerekend met verschil in grootte van verschillende tijdsperiodes. Zwarte stippellijnen zijn lineaire trendlijnen met vergelijkingen aangegeven in de grafiek ($y = \text{verspreidingspercentage}$ $x = \text{jaar}$).

In figuur 6 is te zien dat zuidelijke soorten zich jaarlijks gemiddeld 0,3% meer verspreiden over Nederland. Hier tegenover staat het gemiddelde verspreidingspercentage voor noordelijke soorten die zich jaarlijks gemiddeld 0,06% meer over Nederland verspreiden. Hiernaast bij noordelijke soorten de laatste jaren ook een afname te zien in verspreiding. De twee grafieken geven een verschillend beeld.

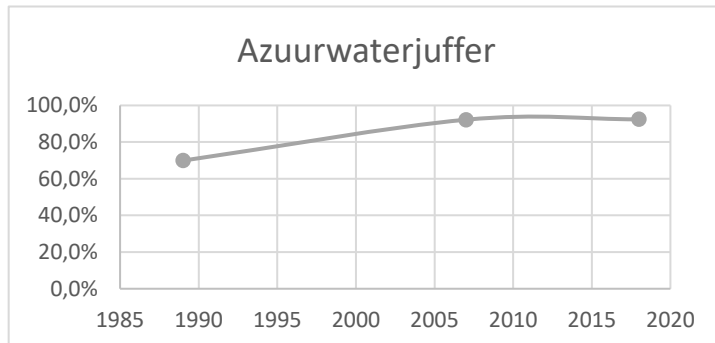
Als een grafiek wordt gemaakt met de gemiddelde jaar-, winter- en zomertemperatuur per tijdsperiode, is te zien dat iedere tijdsperiode de gemiddelde temperatuur met ongeveer 0,6°C stijgt, waarbij wintertemperatuur zelfs met 0,8°C stijgt. Ook is te zien dat de gemiddelde zomer- en wintertemperatuur tussen de tweede en derde tijdsperiode meer gestegen is als tussen de eerste en tweede tijdsperiode. (zie figuur 7).



Figuur 7 Grafiek met de gemiddelde jaar- (grijs), winter- (blauw) en zomertemperatuur (geel) voor de verschillende tijdsperiodes met verschil in grootte van de verschillende tijdsperiodes.

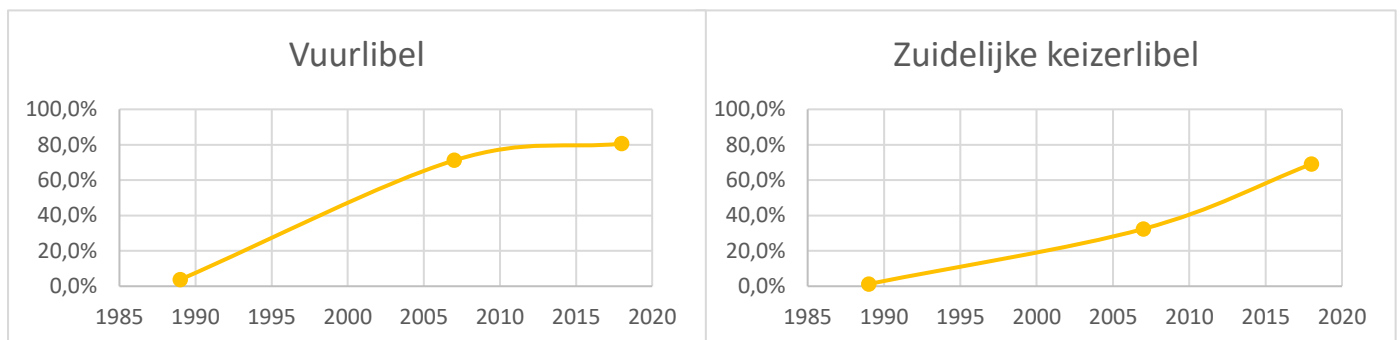
De verspreidingsgrafieken van een aantal uitgelichte soorten zien er als volgt uit.

De azuurwaterjuffer is al sinds 1980 over heel Nederland verspreid (noord-zuid verspreiding van hokje 1 tot 32). In figuur 8 is te zien dat de procentuele verspreiding toch sinds 1980 met meer dan 20% is toegenomen.



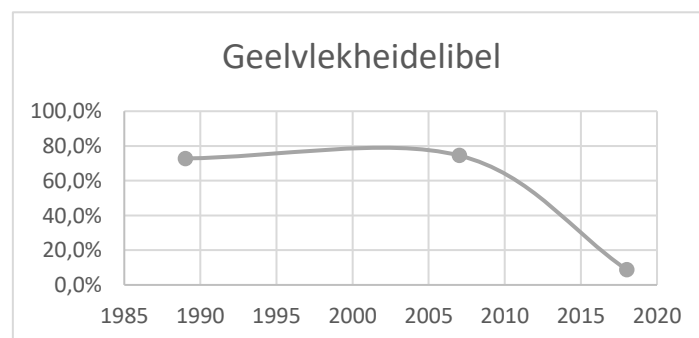
Figuur 8 Verspreidingspercentage azuurwaterjuffer in de drie tijdsperiodes.

Een aantal zuidelijke soorten kwamen in 1980 nauwelijks in Nederland voor en hebben zich snel over een groot deel van het land verspreid. In figuur 9 zijn de verspreidingsgrafieken te zien van de vuurlibél en de zuidelijke keizerlibél, waar de drastische verspreiding duidelijk wordt weergegeven.



Figuur 9 Verspreidingsgrafieken van de vuurlibél (links) en de zuidelijke keizerlibél (rechts) over de drie tijdsperiodes.

Een opvallende soort was de geelvlakheidlibél, die verreweg de grootste daling in verspreiding heeft sinds 40 jaar geleden (-65%) (zie figuur 10).



Figuur 10 Verspreidingsgrafiek geelvlakheidlibél over de drie tijdsperiodes.

Als laatste valt de sierlijke witsnuitlibel ook op als noordelijke soort die sinds 1980, 310 km is toegenomen in noord-zuid verspreiding (zie tabel 4). In de onderstaande figuur 11 is te zien dat de soort in 1980 nog niet in Nederland voorkwam en recentelijk een verspreiding van ongeveer 20% heeft. De soort is dus wel over een groot deel van Nederland verspreid, maar niet in grote aantallen.



Figuur 11 Verspreidingsgrafiek sierlijke witsnuitlibel over de drie tijdsperiodes.

H4 Discussie

De resultaten geven aan dat libellen in het algemeen in verspreiding zijn toegenomen de laatste 40 jaar, maar zuidelijke soorten een grotere stijging laten zien dan noordelijke en algemene soorten. De vuurlibel en zuidelijke keizerlibel zijn goede voorbeelden hiervan. Ook de verspreiding richting het noorden is zichtbaar voor veel zuidelijke soorten, al zijn er ook enkele noordelijke en algemene soorten die een dergelijke verspreiding laten zien. Deze stijging ligt in lijn met de stijging in temperatuur die ook de laatste 40 jaar heeft plaatsgevonden.

Uit nader onderzoek naar de afname in verspreiding van de geelvlakheidelibel blijkt dat het mogelijk komt door de leefwijze van de soort. De geelvlakheidelibel plant zich een aantal jaar op een bepaalde locatie voort en verdwijnt daarna weer om zich op nieuwe locatie een aantal jaar voort te planten (Vlinderstichting, z.d.b). Omdat de laatste tijdsperiode korter is dan de vorige, is er een kans dat er weinig jaren zijn geweest waarbij de geelvlakheidelibel zich heeft voortgeplant in Nederland, en is de soort om die reden weinig waargenomen.

De reden dat sommige noordelijke en algemene soorten zich naar het noorden hebben verspreid ligt aan hoe ze in de vroeger jaren over Nederland verspreid waren. Als een soort in 1980 op een aantal plekken in Nederland voorkomt, en in de loop der jaren in aantallen toeneemt, kan de soort zich op nieuwe plekken met dezelfde omstandigheden settelen. Deze gebieden kunnen noordelijker of zuidelijker liggen, en als ze noordelijker liggen neemt de noord-zuid verspreiding toe voor de soort.

Een voorbeeld is de sierlijke witsnuitlibel, een noordelijke soort die sinds 1980 in Nederland is verschenen en zich sporadisch over bijna heel Nederland heeft verspreid in kleinere aantallen.

Waar het onderzoek in tekortkwam is het feit dat met het gebruik van de tijdsperiodes, niet naar jaarlijkse fluctuaties gekeken kon worden. Zo kon bijvoorbeeld niet gekeken worden of na een extreem hete zomer, bepaalde soorten het volgende jaar minder zijn waargenomen. Alleen de algemene trend als de warmere zomers aan blijven houden is zichtbaar. Het was niet mogelijk om verspreidingspercentages te berekenen voor ieder jaar, omdat deze informatie moeilijk beschikbaar is met name voor langer geleden, en de totale hoeveelheid tijd die benodigd zou zijn om deze informatie te achterhalen was te groot om dit binnen het kader van dit onderzoek uit te voeren.

Verder is bij het onderzoek eerst ook de tijdsperiode 1950-1979 gebruikt, maar bij het verwerken van de data werd duidelijk dat alle soorten een beperktere verspreiding hadden, en er in die tijd een minder landsdekkende inventarisatie was van soorten. Het Kenniscentrum EIS Nederland (EIS = European Invertebrate Survey) die zich bezig houdt met data verzamelen op landelijk en Europees niveau, en deze informatie toegankelijk maakt voor de mensen, is opgericht op 8 januari 1980. Voor deze tijd werd data voornamelijk gehaald van individuele onderzoeken, en werden er minder structurele landelijke inventarisaties gedaan (EIS-Nederland, 2022). Om die reden is de data van deze tijdsperiode uit het onderzoek gehaald.

Als laatste kan temperatuur niet als enige bepalende factor voor verspreiding van libellensoorten in Nederland worden gezien. In 1993 is door Lenssen, Van der Putten, Klein Breteler en Van Zetten de handleiding voor beheer van oevervegetaties langs grote wateren geschreven. Hierin stond vermeld dat met het beheer in die tijd zelfs de 'natuurvriendelijke' oevers niet aan de verwachtingen voldoen. Vervolgens leggen ze uit waarom dit zo is en dat met het gebruik van onder anderen kribben met strekdammen en gestructureerd maaien de oevervegetatie flink in kwaliteit kan toenemen (Lenssen et al., 1993). Ook is Rijkswaterstaat sinds de jaren 70 bezig met allerlei maatregelen om de waterkwaliteit in Nederland te reguleren en te verbeteren, voorbeelden hiervan zijn het opstellen van beheerplannen voor Natura 2000 gebieden, naast monitoring ook toezicht en handhaving van

waterkwaliteit, verbinden van gebieden om versnippering te verminderen en water voor meer soorten toegankelijk maken, zoals het bouwen van vispassages en creëren van wetlands (Rijkswaterstaat, z.d.). Deze twee factoren dragen eveneens bij aan de verspreiding van libellen in Nederland, want een libel kan ergens niet settelen als er geen juiste habitat aanwezig is. Toch blijft voor de grotere opkomst van zuidelijke soorten in Nederland, temperatuur de meest interessante factor, omdat deze behoefte een belangrijk, niet soort specifiek, verschil is tussen zuidelijke en noordelijke soorten. Over het algemeen zijn zuidelijke soorten beter gewend aan warmere temperaturen dan noordelijke soorten.

Wat de doelgroep uit dit onderzoek kan halen, is dat libellen het op dit moment beter doen in Nederland dan 40 jaar geleden, maar dat goed gelet moet worden op soorten die van nature in hoogvenen voortplanten, zoals de venglazemaker en maanwaterjuffer. Deze soorten zijn de laatste 40 jaar in aantal afgenomen. Hoogvenen staan onder druk in de zomer door de grotere droogte in recente jaren (Van Os, 2018).

Zoals in de inleiding is besproken is er in het begin van dit millennium een vergelijkbaar onderzoek gedaan door Termaat et al. (2010). Uit dit onderzoek bleek dat van de 60 bestudeerde libellensoorten 39 in verspreiding zijn toegenomen en 5 zijn gedaald. Onder de soorten die zijn toegenomen zijn aanzienlijk meer soorten met een zuidelijke verspreiding, en de noordelijke soorten hebben een hoger percentage aan soorten die in verspreiding gedaald zijn (Termaat et al., 2010). Deze resultaten zijn ook waargenomen in dit recentere onderzoek. Een verschil met het onderzoek van Termaat is dat de verspreiding van noordelijke soorten een neerwaartse trend had en bij dit onderzoek zijn ook bijna alle noordelijke soorten toegenomen in verspreiding, alleen wel minder dan de zuidelijke soorten. De reden in voor de neerwaartse trend wordt in het onderzoek gegeven als mogelijk door andere omgevingsfactoren dan direct door klimaatverandering (Termaat et al., 2010). Mogelijk hebben de eerder genoemde verbeterde waterkwaliteit en oevervegetatie dus effect gehad op de verbeterde verspreiding van noordelijke soorten in Nederland, dit zal echter verder onderzocht moeten worden voordat er conclusies getrokken kunnen worden.

Een onderzoek uit 2019 van Termaat et al. over het effect van klimaatverandering op de verspreiding van Europese libellensoorten, laat zien dat libellen het de laatste jaren steeds beter doen. Van de 99 onderzochte soorten zijn 55 in bezetting toegenomen en geen soorten gedaald. Op continentaal niveau lijkt klimaatverandering een positief effect te hebben op libellen in Europa. Als redenen hiervoor worden het positieve effect van klimaatverandering op warmteminnende soorten, verbetering in waterkwaliteit en projecten voor restauratie van wetlands gegeven. De grootte van deze effecten verschilt per onderzochte regio (Termaat et al., 2019).

H5 Conclusie en aanbevelingen

Het doel van dit onderzoek was om een recent beeld te krijgen van de verschillen in verspreiding voor de soorten libellen in Nederland vergeleken met 40 jaar geleden, en wat het effect van temperatuurverandering daarop was.

Om dit doel te bereiken is de volgende hoofdvraag gemaakt:

In hoeverre kan temperatuurstijging veranderingen in de verspreiding van libellensoorten in Nederland in de laatste 40 jaar verklaren?

Deze hoofdvraag is beantwoord met behulp van conclusies op de volgende drie deelvragen.

Hoe is de temperatuur in Nederland veranderd in de laatste 40 jaar?

Uit de resultaten van deze deelvraag bleek dat de gemiddelde jaartemperatuur een gemiddelde jaarlijkse stijging van $0,04^{\circ}\text{C}$ had. Dit betekent dat de gemiddelde jaartemperatuur in 1980 $\pm 9,5^{\circ}\text{C}$ was en in 2021 $\pm 11^{\circ}\text{C}$ een verschil van $1,5^{\circ}\text{C}$. Ook opvallende was dat de gemiddelde wintertemperatuur een grotere stijging ondervond dan de gemiddelde zomertemperatuur.

Bij welke libellensoorten zijn, op het gebied van verspreiding in Nederland, duidelijke verschillen te zien met 40 jaar geleden?

Van de 57 geanalyseerde soorten hebben 18 soorten een stijging in verspreiding van meer dan 25% laten zien, waarvan 5 soorten een toename van meer dan 60% hebben. 33 soorten zijn met minder dan 25% toegenomen in verspreiding, en 6 soorten zijn in verspreiding afgenomen de laatste 40 jaar. Verder bestaan de soorten die afgenomen zijn grotendeels uit aan hoogveen gebonden soorten zoals de venglazemaker en maanwaterjuffer. Over het algemeen is de verspreiding van libellensoorten in Nederland met 18,8% toegenomen.

Wat is de relatie tussen de verandering in verspreiding van soorten binnen Nederland en de geografische verspreiding van deze soorten binnen Europa?

De 57 geanalyseerde soorten zijn in de volgende verhouding verdeeld op verspreiding binnen Europa; 12 noordelijke, 23 zuidelijke en 22 algemene soorten. De noord-zuid verspreiding van alle soorten gemiddeld is 40 km richting het noorden. Zoals verwacht hebben zuidelijke soorten een grotere noordwaartse verspreiding van gemiddeld 60 km, met een aantal soorten die sinds 1980 in Nederland verschenen zijn en zich binnen 40 jaar over heel Nederland hebben verspreid. De noordelijke en algemene soorten laten een minder duidelijke noord-zuid verspreiding zien.

Met de resultaten van de deelvragen kan de hoofdvraag als volgt beantwoord worden. Het lijkt aannemelijk dat een temperatuurstijging in Nederland de laatste jaren er mede voor heeft gezorgd dat libellen het in het algemeen beter doen dan 40 jaar geleden. Deze stijging in verspreiding is duidelijker merkbaar voor zuidelijke soorten die meer gewend zijn aan een warmer klimaat. Deze soorten hebben zich in korte tijd over heel Nederland verspreid. Echter zijn soorten die in vegetaties voorkomen die zeer negatief reageren op extra droogte, zoals hoogvenen, juist extra in gevaar gebracht. Deze vegetaties zijn in Nederland al zeldzaam, en bij het aanhouden van hogere temperaturen, kunnen deze vegetaties, en de soorten die ze nodig hebben, op den duur verdwijnen. Stijgende temperaturen zijn goed voor veel soorten, maar kunnen funest zijn voor soorten die het al moeilijk hebben in Nederland. Het is belangrijk dat de populaties in deze zeldzame habitatten goed gemonitord worden, evenals de waterkwaliteit in de habitatten zelf. Ook is een vervolgonderzoek naar de effecten van de verbeterde waterkwaliteit en oevervegetatie op de noordelijke soorten in Nederland belangrijke informatie.

Bronnen

Bron W. & van Vliet A. (2007). Effecten van klimaatverandering op natuur overal zichtbaar. Vakblad *Natuur, Bos en Landschap* 4(8), 1-7. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/34743>

De Nederlandse libellen. (2002). Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie, Dijkstra, K. D. B., Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie, Nederlandse Jeugdbond voor Natuurstudie, Jeugdbond voor Natuur- en Milieustudie, European Invertebrate Survey, & Nationaal Natuurhistorisch Museum (Netherlands). *De Nederlandse Libellen (Odonata)*. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis.

EIS-Nederland. (2022). Enkele jaartallen van EIS kenniscentrum insecten en andere ongewervelden. Geraadpleegd op 17 mei, 2022, van <https://www.eis-nederland.nl/over-eis/organisatie/historie>

Hickling, R., Roy, D. B., Hill, J. K., & Thomas, C. D. (2005). A northward shift of range margins in British Odonata. *Global Change Biology*, 11(3), 502-506.

IPCC. (2021).: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.

Kalkman J., L. van Duuren, W. Gmelig Meyling, B. Odé (2010). Veranderingen in de Nederlandse biodiversiteit. *De Nederlandse Biodiversiteit*. 339-354. – In: Noordijk, J., R.M.J.C. Kleukers, E.J. van Nieukerken & A.J. van Loon (redactie). *De Nederlandse biodiversiteit*. Nederlandse Fauna 10. Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis & European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden

Kerr, J. T., Pindar, A., Galpern, P., Packer, L., Potts, S. G., Roberts, S. M., ... & Pantoja, A. (2015). Climate change impacts on bumblebees converge across continents. *Science*, 349(6244), 177-180.

Kleukers, R. M. J. C., & Reemer, M. (2003). Veranderingen in de Nederlandse ongewerveldenfauna. *De Levende Natuur*, 104(3), 86-89.

de Knijf, G, Anselin, A, & Goffart, P. (2003). Trends in dragonfly occurrence in Belgium (Odonata). In M Reemer, P.J Helsdingen, & R.M.J.C Kleukers (Eds.), *Changes in ranges: invertebrates on the move. Proceedings of the 13th International Colloquium of the European Invertebrate Survey, Leiden, 2-5 September 2001* (pp. 33–38). European Invertebrate Survey - the Netherlands, Leiden.

KNMI. (2020a). Klimaatverandering. Geraadpleegd op 26 januari, 2021, van <https://www.knmi.nl/producten-en-diensten/klimaatverandering>

KNMI. (2020b). Jaar 2019. Geraadpleegd op 12 november, 2021, van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2019/jaar>

KNMI. (2021a). Jaar 2020. Geraadpleegd op 12 november, 2021, van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2020/jaar>

KNMI. (2021b). Klimaatdashboard. Geraadpleegd op 26 januari, 2021, van <https://www.knmi.nl/klimaatdashboard>

Lenssen, J. P. M., Van der Putten, W. H., Klein Breteler, J. T., & Van Zetten, M. (1993). Naar een gevarieerde oeverbegroeiing: handleiding voor beheer van oevervegetaties langs grote wateren.

Mellanby, K. (1939). Low temperature and insect activity. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, 127(849), 473-487.

Noordijk, J., R.M.J.C. Kleukers, E.J. van Nieukerken & A.J. van Loon (redactie) 2010. De Nederlandse biodiversiteit. – Nederlandse Fauna 10, Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis & European Invertebrate Survey - Nederland, Leiden.

Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & van Ypserle, J. P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). IPCC.

Pawlikowski, T., Sparks, T.H., Olszewski, P. et al. (2020). Rising temperatures advance the main flight period of *Bombus* bumblebees in agricultural landscapes of the Central European Plain. *Apidologie* 51, 652–663. <https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1007/s13592-020-00750-9>

Peeters, T.M.J., Nieuwenhuijsen, H, Smit, J, van der Meer, F, Raemakers, I.P, Heitmans, W.R.B, ... Reemer, M. (2012). *De Nederlandse bijen*. Naturalis Biodiversity Center & European Invertebrate Survey, Leiden.

Rijkswaterstaat. (z.d.). Maatregelen waterkwaliteit. Geraadpleegd op 31 mei, 2022, van <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/waterkwaliteit/maatregelen-waterkwaliteit>

Swaay, C.A.M. van (2003). Samenvatting effecten van klimaatverandering op dagvlinders. Rapport VS2003.012, De Vlinderstichting, Wageningen.

Termaat, T., Kalkman, V., & Bouwman, J. (2010). Changes in the range of dragonflies in the Netherlands and the possible role of temperature change. *BioRisk*, 5, 155.

Termaat, T., van Strien, A. J., van Grunsven, R. H., De Knijf, G., Bjelke, U., Burbach, K., ... & WallisDeVries, M. F. (2019). Distribution trends of European dragonflies under climate change. *Diversity and Distributions*, 25(6), 936-950. <https://doi.org/10.1111/ddi.12913>

Van Os, F. (2018, 10 augustus). Hoogveen in de problemen door droogte. *RTV Drenthe*. Geraadpleegd op 27 mei 2022, van, <https://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/137713/hoogveen-in-de-problemen-door-droogte>

Vesterlund, SR., Lilley, T.M., van Ooik, T. et al. (2014). The effect of overwintering temperature on the body energy reserves and phenoloxidase activity of bumblebee *Bombus lucorum* queens. *Insect. Soc.* 61, 265–272. <https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1007/s00040-014-0351-9>

Vlinderstichting (2021). Libellen. Geraadpleegd op 28 oktober 2021, van, <https://www.vlinderstichting.nl/libellen>

Vlinderstichting. (z.d.a). *Leefwijze en gedrag*. Geraadpleegd op 14 oktober 2021, van <https://www.vlinderstichting.nl/libellen/alles-over-libellen/leefwijze-en-gedrag>

Vlinderstichting. (z.d.b). Geelvlekheidelibel. Geraadpleegd op 21 april 2022, van <https://www.vlinderstichting.nl/libellen/overzicht-libellen/details-libel/geelvlekheidelibel>

Warren, M., Hill, J., Thomas, J. et al. (2001). Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414, 65–69. <https://doi.org/10.1038/35102054>

Zambra, E., Martinet, B., Brasero, N., Michez, D., & Rasmont, P. (2020). Hyperthermic stress resistance of bumblebee males: test case of Belgian species. *Apidologie*, 51, 911-920.

Bijlagen

Bijlage I Gemiddelde jaartemperatuur en maandelijkse temperaturen in De Bilt van 1950 tot 2021.

YYYY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	YEAR	Winter	Zomer
1950	1,1	5,6	6,5	7,6	12,6	16,7	16,8	16,6	13,2	9,1	5,9	-1,2	9,2	1,8	16,7
1951	4	3,9	4	7,1	11,9	15	16,5	16	15,2	8,7	8,4	4,3	9,6	4,1	15,8
1952	2,5	2,4	4,9	10,3	13,2	14,8	17,1	16,7	11,5	8,2	3	1,5	8,8	2,1	16,2
1953	1,3	2,4	4,8	8,5	12,9	15,5	16,8	16,3	13,7	11,3	7,2	5,4	9,7	3	16,2
1954	0,2	-0,3	5,9	6,7	12,9	15	14,3	15,7	13,4	11,9	6,7	5,5	9	1,8	15
1955	0,1	0,1	1,9	8,4	10	14,3	17,6	17,9	14,3	9,3	6,6	4,6	8,8	1,6	16,6
1956	2,2	-6,7	5,4	5,7	12,2	12,8	16,4	14	14,7	9,8	5,1	5,4	8,1	0,3	14,4
1957	3,7	5,1	8,4	8,5	10,3	16,3	17,6	15,6	12,9	10,8	6,4	3	9,9	3,9	16,5
1958	2,1	3,8	2,3	6,4	12,3	14,7	16,6	17,2	15,8	11,1	5,1	4,7	9,3	3,5	16,2
1959	1,7	0,7	7	9,9	13,4	16	18,5	17,8	15,5	11,3	5,1	4,4	10,1	2,3	17,4
1960	2,8	3,1	5,6	9,1	13	16,2	15,4	15,8	13,6	10,8	7,6	3,1	9,7	3	15,8
1961	2	6,3	7,1	10,5	11,1	15,4	15,6	16	16,6	11,4	4,7	1,6	9,9	3,3	15,7
1962	3,5	2,8	2	8	10	13,7	14,7	15,3	13	10,8	4,2	-0,7	8,1	1,9	14,6
1963	-5,2	-3,2	4,6	9	11	15,6	16,3	15,2	13,8	9,7	8,3	-1,1	7,8	-3,2	15,7
1964	0,6	3,5	2,7	8,7	14,3	15,3	16,8	16	14,1	7,9	6,4	2,4	9,1	2,2	16
1965	2,8	2,1	4,3	7,7	11,9	14,7	14,9	15,3	12,8	9,9	2,7	4,5	8,6	3,1	15
1966	0,4	4,3	5,2	8,4	12,9	16,7	15,4	15,7	13,8	11	4,3	4,4	9,4	3	15,9
1967	3,1	5,2	6,8	7,4	12,6	14,4	18,2	16,5	14,2	11,8	5,1	3,4	9,9	3,9	16,4
1968	2,1	1,5	6,2	9,3	11	15,4	16,3	17,1	14,4	11,7	4,9	-0,2	9,1	1,1	16,3
1969	4,4	-0,1	2,2	7,9	12,9	15,2	18,1	17,7	14,8	12,7	6,4	-1,7	9,2	0,9	17
1970	0,6	1,1	3	6,1	13,1	17,6	15,7	17	14,4	10,7	7,5	2,5	9,1	1,4	16,8
1971	2,3	3,8	2,7	8,1	13,7	13,9	17,2	17,1	13,3	10,5	5,7	5,4	9,5	3,8	16,1
1972	0,5	3,6	6,2	7,7	11,8	13,4	17,2	15,5	11,9	9	6	3,3	8,8	2,5	15,4
1973	2,9	2,9	5,3	6,1	12	16	17	17,7	14,9	8,7	5,1	2,7	9,3	2,8	16,9
1974	5,2	4,6	5,6	9,1	11,6	14,8	15,4	16,4	12,7	7	6,5	7,3	9,7	5,7	15,5
1975	6,2	3,1	4,7	7,5	11,1	15,1	17,8	19,9	15,2	8,5	5,2	3,5	9,8	4,3	17,6
1976	4,2	2,9	3	7,5	13,3	18	19,3	18	13,8	11,2	6,9	1,7	10	2,9	18,4
1977	3	4,9	7,1	6,7	11,9	14,6	17	16,1	13,4	11,5	6,8	5	9,8	4,3	15,9
1978	3	1,1	6,6	6,9	12,1	15	15,4	15,3	13,7	10,9	6,3	1,8	9	2	15,2
1979	-3,2	-0,9	4,7	7,8	11,5	14,9	15,9	15,6	13,9	10,9	5,6	5,4	8,5	0,4	15,5
1980	0,2	4,8	4,7	8	12,3	15	15,8	17	15,3	9,4	4,9	3,6	9,3	2,9	15,9
1981	2,7	1,5	8,1	8,3	13,3	14,4	16,3	16,7	14,7	8,5	6,7	-0,7	9,2	1,2	15,8
1982	1,1	2,8	5,2	7,6	12,9	16,6	18,9	17,2	15,6	11,1	8,2	3,4	10,1	2,4	17,6
1983	6,2	0,9	5,7	8,5	10,6	16,4	20,1	18,1	14,2	10,4	6,1	3,8	10,1	3,6	18,2
1984	3,4	2	4	7,9	10,6	13,8	15,9	18,1	13,5	11,7	8,2	4,3	9,5	3,2	15,9
1985	-3	-0,6	4,1	8,5	13,2	13,7	17,4	15,9	14,4	10,3	2,6	5,7	8,5	0,7	15,7
1986	2,4	-3,6	4,2	6,2	13,3	16,4	17,2	15,6	11,6	11,4	7,9	5,1	9	1,3	16,4
1987	-2,7	2,1	2,3	10,7	10,2	13,8	16,8	16,2	14,8	10,8	6,8	4,4	8,9	1,3	15,6
1988	5,9	4,6	5,1	8,7	14,4	14,8	16	16,6	14	10,9	6,1	7	10,3	5,8	15,8
1989	4,5	5,3	8,2	6,9	14,6	15,7	18,1	17,2	15,6	12,4	5,6	4,8	10,7	4,9	17
1990	5,7	7,6	8,5	8,9	13,9	15	16,9	18,5	13,1	12	6,2	4,2	10,9	5,8	16,8
1991	3,2	-0,8	8,8	8,5	10	12,7	19	18	15	10,2	5,3	3,9	9,5	2,1	16,6
1992	2,7	4,9	6,9	8,7	15,6	17,2	18,3	17,8	14,6	8	8	3,7	10,5	3,8	17,8
1993	5,1	2,4	5,8	11,1	14,3	15,9	16,1	15,2	13,1	9	2,2	5,1	9,6	4,2	15,7
1994	5,2	1,5	7,3	8,2	12,4	15	21,4	17,6	13,6	9,4	10,2	5,3	10,6	4	18
1995	3,8	6,7	5,5	9,2	12,8	14,7	20,1	19,7	14,2	12,7	6,8	-0,9	10,4	3,2	18,2
1996	-0,1	0,6	3,2	9,4	10,7	15,7	16,3	17,3	12,5	10,8	5,9	0,6	8,6	0,4	16,4
1997	-1,2	6,2	8	7,8	12,8	16	17,4	20,5	14,3	9,7	6,7	5	10,3	3,3	18
1998	4,7	6,4	7,6	9,4	14,9	15,8	16,3	16,5	15	9,9	3,7	4,6	10,4	5,2	16,2
1999	5,2	3,1	7,3	9,8	14,2	15	19,1	17,5	17,4	10,6	6,7	4,8	10,9	4,4	17,2
2000	4,3	5,9	6,8	10	14,7	16	15,5	17,4	15,8	11,3	7,8	5,1	10,9	5,1	16,3
2001	2,6	4,5	4,9	8,3	14,1	15,2	18,5	18,5	13,4	14,2	7,1	2,9	10,4	3,3	17,4
2002	4,4	7,1	7,2	9,3	13,4	16,5	17,6	18,6	14,6	9,5	7,9	2,9	10,8	4,8	17,6
2003	2,5	1,8	7,3	9,9	13,2	17,8	18,8	19,3	13,9	7,5	8	4	10,3	2,8	18,6
2004	3,6	4,8	5,9	10,4	12,3	15,5	16,7	18,8	15,2	11,3	6,3	3,2	10,3	3,9	17
2005	5,3	2,4	6,5	10,4	12,6	16,8	17,7	16,2	15,7	13,3	6,9	4	10,7	3,9	16,9
2006	1,5	2,9	3,9	9	14,5	16,7	22,3	16,4	17,9	13,6	9,2	6,5	11,2	3,6	18,5
2007	7,1	6	8	13,1	14,1	17,5	17	17,1	13,8	10,1	6,9	3,8	11,2	5,6	17,2
2008	6,5	5,1	5,9	8,9	15,7	16,5	18,1	17,4	13,6	10,1	6,9	2,4	10,6	4,7	17,3
2009	0,8	3,3	6,3	12,2	13,9	15,6	18,1	18,5	15	10,7	9,5	2,2	10,5	2,1	17,4
2010	-0,5	1,6	6,4	9,7	10,5	16,4	19,9	16,8	13,6	10,4	5,8	-1,1	9,1	0	17,7
2011	3,5	4,6	6	13,1	14	16,1	15,9	16,9	15,6	11,4	7,2	6,5	10,9	4,9	16,3
2012	4,9	0,8	8,3	8,4	14,5	14,9	17,3	18,5	14,2	10,5	6,8	5	10,3	3,6	16,9
2013	2	1,7	2,5	8,1	11,5	15,3	19,2	18,1	14,4	12,2	6,7	5,9	9,8	3,2	17,5
2014	5,7	6,5	8,4	12,1	13,2	16,2	19,8	16,1	15,9	13,4	8,2	4,8	11,7	5,7	17,4
2015	4	3,5	6,2	9	12,4	15,6	18,4	18,5	13,4	9,9	9,9	9,6	10,9	5,7	17,5
2016	4,8	4,6	5,4	8,7	14,5	16,8	18,4	17,9	17,3	9,9	5,4	4,7	10,7	4,7	17,7
2017	1,6	5,1	8,6	8,6	15	18	17,9	17,2	13,7	13,3	7,3	4,9	10,9	3,9	17,7
2018	5,6	0,7	4,7	12,2	16,4	17,5	20,7	18,5	14,7	11,9	6,8	6,1	11,3	4,1	18,9
2019	3,5	6,1	8	10,9	11,7	18,1	18,8	18,4	14,5	11,6	6,4	5,8	11,2	5,1	18,4
2020	6,2	7,2	6,8	11,1	13,1	17,5	17	20,4	15,2	11,3	8,9	5,5	11,7	6,3	18,3
2021	3,4	4,3	6,4	6,7	11,2	18,2	18	16,9	15,9	11,6	7,4	5,4	10,5	4,4	17,7

Bijlage II Verspreidingspercentage per soort per tijdsperiode.

Soortnaam	Latijnse naam	Verspreiding (%)				Verschil verspreidingspercentage (%)	Duidelijk verschil? (>25%)
		1950-1979	1980-1999	2000-2015	2015-2021		
Azuurwaterjuffer	Coenagrion puella	32,2%	69,9%	92,2%	92,4%	60,2%	1
Bandheidelibel	Sympetrum pedemontanum	0,0%	5,5%	40,8%	24,0%	24,0%	0
Beekoeverlibel	Orthetrum coerulescens	1,5%	6,7%	21,7%	26,5%	25,1%	1
Beekrombout	Gomphus vulgatissimus	0,6%	5,3%	22,9%	19,4%	18,7%	0
Blauwe breedscheenjuffer	Platycnemis pennipes	9,3%	33,7%	49,5%	52,8%	43,6%	1
Blauwe glazenmaker	Aeshna cyanea	19,6%	79,6%	91,2%	90,1%	70,5%	1
Bloedrode heidelibel	Sympetrum sanguineum	26,9%	83,8%	93,3%	92,4%	65,5%	1
Bosbeekjuffer	Calopteryx virgo	5,3%	7,8%	13,5%	15,4%	10,1%	0
Bronslibel	Oxygastra curtisii	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	-0,2%	0
Bruine glazenmaker	Aeshna grandis	22,7%	63,8%	77,7%	66,7%	44,0%	1
Bruine korenbout	Libellula fulva	3,4%	10,9%	38,5%	50,3%	46,9%	1
Bruine winterjuffer	Sympecma fusca	3,4%	11,6%	72,4%	75,6%	72,2%	1
Bruinrode heidelibel	Sympetrum striolatum	18,3%	73,9%	93,5%	94,3%	76,0%	1
Donkere waterjuffer	Coenagrion armatum	0,4%	0,2%	0,4%	0,2%	-0,2%	0
Dwergjuffer	Nehalennia speciosa	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0
Gaffellibel	Ophiogomphus cecilia	0,0%	0,2%	1,9%	1,5%	1,5%	0
Gaffelwaterjuffer	Coenagrion scitulum	0,0%	0,0%	7,4%	25,1%	25,1%	1
Geelvlakheidelibel	Sympetrum flaveolum	26,3%	72,8%	74,5%	8,8%	-17,5%	0
Gevlekte glanslibel	Somatochlora flavomaculata	1,1%	1,7%	11,6%	10,3%	9,3%	0
Gevlekte witsnuitlibel	Leucorrhinia pectoralis	3,4%	7,2%	39,8%	50,9%	47,6%	1
Gewone bronlibel	Cordulegaster boltonii	3,6%	1,9%	3,2%	3,8%	0,2%	0
Gewone oeverlibel	Orthetrum cancellatum	23,6%	83,2%	94,7%	93,9%	70,3%	1
Gewone pantserjuffer	Lestes sponsa	37,1%	75,4%	84,0%	69,5%	32,4%	1
Glassnijder	Brachytron pratense	14,7%	40,0%	81,3%	81,9%	67,2%	1
Groene glazenmaker	Aeshna viridis	5,3%	9,9%	15,2%	11,4%	6,1%	0
Grote keizerlibel	Anax imperator	18,7%	71,4%	94,7%	94,5%	75,8%	1
Grote roodoogjuffer	Erythromma najas	22,9%	66,7%	75,6%	81,7%	58,7%	1
Hoogveenglanslibel	Somatochlora arctica	0,8%	1,1%	3,4%	3,6%	2,7%	0
Houtpantserjuffer	Chalcolestes viridis	27,6%	81,1%	92,4%	89,1%	61,5%	1
Kanaaljuffer	Erythromma lindenii	0,8%	6,7%	27,8%	31,4%	30,5%	1
Kempense heidelibel	Sympetrum depressiusculum	0,8%	2,3%	2,9%	8,2%	7,4%	0
Kleine roodoogjuffer	Erythromma viridulum	3,4%	70,5%	89,5%	86,1%	82,7%	1
Kleine tanglibel	Onychogomphus forcipatus	0,0%	0,6%	1,7%	2,7%	2,7%	0
Koraaljuffer	Ceriagrion tenellum	7,8%	17,5%	45,3%	47,2%	39,4%	1
Lantaartje	Ischnura elegans	60,6%	95,2%	94,9%	94,3%	33,7%	1
Maanwaterjuffer	Coenagrion lunulatum	8,0%	22,3%	21,3%	9,9%	1,9%	0
Mercuruwaterjuffer	Coenagrion mercuriale	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0
Metaalglanslibel	Somatochlora metallica	9,7%	37,7%	46,9%	49,1%	39,4%	1
Noordse glazenmaker	Aeshna subarctica	0,6%	2,3%	5,9%	3,4%	2,7%	0
Noordse winterjuffer	Sympecma paedisca	6,1%	1,1%	9,3%	7,8%	1,7%	0
Noordse witsnuitlibel	Leucorrhinia rubicunda	11,8%	29,5%	56,8%	41,3%	29,5%	1
Oostelijke witsnuitlibel	Leucorrhinia albifrons	0,8%	0,6%	0,4%	2,3%	1,5%	0
Paardenbijter	Aeshna mixta	27,2%	86,9%	95,6%	95,4%	68,2%	1
Plasrombout	Gomphus pulchellus	4,6%	23,2%	32,4%	27,4%	22,7%	0
Platbuik	Libellula depressa	20,4%	65,9%	91,2%	92,4%	72,0%	1
Rivierrombout	Stylurus flavipes	0,0%	2,5%	13,1%	13,7%	13,7%	0
Sierlijke witsnuitlibel	Leucorrhinia caudalis	0,6%	0,0%	3,8%	20,0%	19,4%	0
Smaragdlibel	Cordulia aenea	12,6%	35,8%	69,9%	69,9%	57,3%	1
Speerwaterjuffer	Coenagrion hastulatum	4,2%	3,2%	3,2%	1,9%	-2,3%	0
Steenrode heidelibel	Sympetrum vulgatum	34,7%	85,9%	93,5%	91,4%	56,6%	1
Tangpantserjuffer	Lestes dryas	9,5%	33,3%	51,2%	41,1%	31,6%	1
Tengere grasjuffer	Ischnura pumilio	9,5%	22,3%	64,8%	63,4%	53,9%	1
Tengere pantserjuffer	Lestes virens	8,6%	22,9%	62,9%	57,9%	49,3%	1
Tweevlek	Epithea bimaculata	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0
Variabele waterjuffer	Coenagrion pulchellum	40,6%	73,5%	86,7%	77,7%	37,1%	1
Venglazenmaker	Aeshna juncea	13,1%	32,2%	30,3%	11,2%	-1,9%	0
Venwitsnuitlibel	Leucorrhinia dubia	13,5%	27,2%	40,0%	33,7%	20,2%	0
Viervlek	Libellula quadrimaculata	34,5%	76,8%	92,6%	90,3%	55,8%	1
Vroege glazenmaker	Aeshna isoteles	11,4%	22,9%	78,1%	84,8%	73,5%	1
Vuurjuffer	Pyrhosoma nymphula	28,8%	61,3%	86,1%	83,2%	54,3%	1
Vuurlibel	Crocothemis erythraea	0,4%	3,8%	71,2%	80,6%	80,2%	1
Watersnuffel	Enallagma cyathigerum	39,4%	76,6%	89,1%	81,5%	42,1%	1
Weidebeekjuffer	Calopteryx splendens	13,1%	46,9%	70,7%	72,6%	59,6%	1
Zadellibel	Anax ephippiger	0,0%	0,6%	3,4%	29,9%	29,9%	1
Zuidelijke glazenmaker	Aeshna affinis	0,2%	5,7%	25,5%	43,6%	43,4%	1
Zuidelijke heidelibel	Sympetrum meridionale	0,0%	0,0%	17,5%	43,2%	43,2%	1
Zuidelijke keizerlibel	Anax parthenope	0,0%	1,3%	32,4%	69,1%	69,1%	1
Zuidelijke oeverlibel	Orthetrum brunneum	0,0%	2,1%	11,2%	14,7%	14,7%	0
Zwarte heidelibel	Sympetrum danae	30,5%	76,0%	84,4%	61,7%	31,2%	1
Zwervende heidelibel	Sympetrum fonscolombii	1,1%	19,2%	71,8%	80,8%	79,8%	1
Zwervende pantserjuffer	Lestes barbarus	4,2%	43,2%	62,5%	52,6%	48,4%	1

Bijlage III Noord-zuid verspreiding per soort per tijdsperiode.

Soortnaam	Latijnse naam	Verspreiding (N-Z)								Noordelijke verspreiding 1950-2021	Geografische verspreiding
		1950-1979		1980-1999		2000-2015		2015-2021			
		Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid		
Azuurwaterjuffer	Coenagrion puella	32	2	31	1	32	1	32	1	0	Algemeen
Bandheidelibel	Sympetrum pedemontanum	0	0	29	2	31	1	28	1	28	Algemeen
Beekoeverlibel	Orthetrum coerulescens	15	3	21	1	26	1	29	1	14	Zuidelijk
Beekrombout	Gomphus vulgatissimus	10	7	21	4	27	1	29	1	19	Algemeen
Blauwe breedscheenjuffer	Platycnemis pennipes	28	3	30	1	30	1	30	1	2	Algemeen
Blauwe glazenmaker	Aeshna cyanea	31	1	32	1	32	1	32	1	1	Algemeen
Bloedrode heidelibel	Sympetrum sanguineum	32	2	32	1	32	1	32	1	0	Algemeen
Bosbeekjuffer	Calopteryx virgo	19	1	20	1	19	1	29	1	10	Algemeen
Bronslibel	Oxygastra curtisii	8	8	8	8	0	0	0	0	-8	Zuidelijk
Bruine glazenmaker	Aeshna grandis	32	5	31	1	31	1	32	1	0	Noordelijk
Bruine korenbout	Libellula fulva	25	6	28	6	29	1	29	1	4	Algemeen
Bruine winterjuffer	Sympecma fusca	25	7	24	1	32	1	31	1	6	Zuidelijk
Bruinrode heidelibel	Sympetrum striolatum	32	2	32	1	32	1	32	1	0	Algemeen
Donkere waterjuffer	Coenagrion armatum	28	14	24	24	24	24	24	24	-4	Noordelijk
Dwergjuffer	Nehalennia speciosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Algemeen
Gaffellibel	Ophiogomphus cecilia	0	0	2	2	8	5	12	3	12	Algemeen
Gaffelwaterjuffer	Coenagrion scitulum	0	0	0	0	14	1	17	1	17	Zuidelijk
Geelvlakheidelibel	Sympetrum flaveolum	32	1	32	1	32	1	31	4	-1	Algemeen
Gevlekte glanslibel	Somatochlora flavomaculata	31	5	29	2	32	2	32	4	1	Algemeen
Gevlekte witsnuitlibel	Leucorrhinia pectoralis	27	8	29	6	31	3	31	2	4	Noordelijk
Gewone bronlibel	Cordulegaster boltonii	29	1	16	2	18	1	16	1	-13	Algemeen
Gewone oeverlibel	Orthetrum cancellatum	31	1	32	1	32	1	32	1	1	Zuidelijk
Gewone pantserjuffer	Lestes sponsa	32	2	32	1	32	1	32	2	0	Noordelijk
Glassnijder	Brachytron pratense	31	4	31	1	32	1	32	2	1	Algemeen
Groene glazenmaker	Aeshna viridis	29	10	31	4	31	13	29	13	0	Noordelijk
Grote keizerlibel	Anax imperator	31	3	32	1	32	1	32	1	1	Zuidelijk
Grote roodoogjuffer	Erythromma najas	29	4	30	1	32	1	31	1	2	Algemeen
Hoogveenglanslibel	Somatochlora arctica	14	5	31	3	26	3	26	3	12	Noordelijk
Houtpantserjuffer	Chalcolestes viridis	32	5	32	1	32	1	32	1	0	Zuidelijk
Kanaaljuffer	Erythromma lindenii	10	1	16	1	22	1	25	2	15	Zuidelijk
Kempense heidelibel	Sympetrum depressiusculum	12	6	11	6	26	6	29	7	17	Algemeen
Kleine roodoogjuffer	Erythromma viridulum	28	8	32	1	32	1	32	1	4	Zuidelijk
Kleine tanglibel	Onychogomphus forcipatus	0	0	5	1	19	2	15	1	15	Algemeen
Koraaljuffer	Ceriagrion tenellum	28	3	28	2	29	1	29	2	1	Zuidelijk
Lantaarntje	Ischnura elegans	32	1	32	1	32	1	32	1	0	Algemeen
Maanwaterjuffer	Coenagrion lunulatum	28	5	28	5	30	5	28	5	0	Noordelijk
Mercurwaterjuffer	Coenagrion mercuriale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Zuidelijk
Metaalglanslibel	Somatochlora metallica	29	7	29	2	31	1	31	2	2	Noordelijk
Noordse glazenmaker	Aeshna subarctica	24	11	26	23	28	10	27	17	3	Noordelijk
Noordse winterjuffer	Sympecma paedisca	28	8	25	24	27	21	28	20	0	Noordelijk
Noordse witsnuitlibel	Leucorrhinia rubicunda	28	5	32	3	32	2	32	6	4	Noordelijk
Oostelijke witsnuitlibel	Leucorrhinia albifrons	18	8	26	18	26	6	28	9	10	Noordelijk
Paardenbijter	Aeshna mixta	32	5	32	1	32	1	32	1	0	Zuidelijk
Plasrombout	Gomphus pulchellus	27	4	28	1	28	1	31	2	4	Zuidelijk
Platbuik	Libellula depressa	31	1	31	1	32	1	32	1	1	Zuidelijk
Rivierrombout	Stylurus flavipes	0	0	15	10	24	1	28	8	28	Algemeen
Sierlijke witsnuitlibel	Leucorrhinia caudalis	18	7	0	0	26	1	31	6	13	Noordelijk
Smaragdlibel	Cordulia aenea	28	5	28	1	32	1	31	2	3	Algemeen
Speerwaterjuffer	Coenagrion hastulatum	19	7	19	7	17	7	17	8	-2	Noordelijk
Steenrode heidelibel	Sympetrum vulgatum	32	1	32	1	32	1	32	1	0	Noordelijk
Tangpantserjuffer	Lestes dryas	31	7	32	2	32	1	30	1	-1	Algemeen
Tengere grasjuffer	Ischnura pumilio	31	7	32	1	32	1	32	2	1	Zuidelijk
Tengere pantserjuffer	Lestes virens	32	5	31	2	31	1	31	2	-1	Zuidelijk
Tweevlek	Epithea bimaculata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Algemeen
Variabele waterjuffer	Coenagrion pulchellum	32	4	32	1	32	1	29	2	-3	Algemeen
Venglazenmaker	Aeshna juncea	28	3	28	1	31	1	27	2	-1	Noordelijk
Venwitsnuitlibel	Leucorrhinia dubia	28	3	31	4	32	2	31	3	3	Noordelijk
Viervlek	Libellula quadrimaculata	32	1	32	1	32	1	32	1	0	Algemeen
Vroege glazenmaker	Aeshna isoeles	28	7	31	5	32	1	32	1	4	Zuidelijk
Vuurjuffer	Pyrrhosoma nymphula	29	1	32	1	31	1	31	1	2	Algemeen
Vuurlibel	Crocothemis erythraea	21	16	17	1	31	1	32	1	11	Zuidelijk
Watersnuffel	Enallagma cyathigerum	32	1	32	1	32	1	32	1	0	Algemeen
Weidebeekjuffer	Calopteryx splendens	28	1	32	1	32	1	31	1	3	Algemeen
Zadellibel	Anax ephippiger	0	0	17	6	32	6	32	3	32	Zuidelijk
Zuidelijke glazenmaker	Aeshna affinis	11	11	22	1	32	2	31	1	20	Zuidelijk
Zuidelijke heidelibel	Sympetrum meridionale	0	0	0	0	31	2	32	2	32	Zuidelijk
Zuidelijke keizerlibel	Anax parthenope	0	0	24	1	30	1	32	2	32	Zuidelijk
Zuidelijke oeverlibel	Orthetrum brunneum	0	0	19	1	31	1	31	1	31	Zuidelijk
Zwarte heidelibel	Sympetrum danae	32	3	32	1	32	1	32	2	0	Noordelijk
Zwervende heidelibel	Sympetrum fonscolombii	17	9	31	1	32	1	32	1	15	Zuidelijk
Zwervende pantserjuffer	Lestes barbarus	32	6	32	1	32	1	32	2	0	Zuidelijk