

# Habitatselectie en overleving van kievitskuikens in Nederlandse graslanden



## Colofon

©2022 IPO, Vereniging het Interprovinciaal Overleg, BIJ12, uitvoeringsorganisatie van de gezamenlijke provincies, Utrecht.

Rapport- en projectnummer OBN-2021-134-CU  
Driebergen, juli 2023

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12 en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Deze uitgave is online gepubliceerd op [www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)

### Auteursrecht

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Foto voorkant: Kievitskuiken drukt zich op een slikrandje langs een plasdras-situatie.

Fotograaf: Tim Visser

### Wijze van citeren

Kleyheeg, E., J. Loonstra, M. Roodbergen en T. Visser, 2023

Habitatselectie en overleving van kievitskukens in Nederlandse graslanden

Rapport nummer OBN-2021-134-CU, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.

### Samenstelling:

Erik Kleyheeg	Sovon Vogelonderzoek Nederland
Jelle Loonstra	Altenburg & Wymenga
Maja Roodbergen	Sovon Vogelonderzoek Nederland
Tim Visser	Wageningen Environmental Research

### Productie

Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)

Adres: Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen

Telefoon: 0343-745250

E-mail: [obn@vbne.nl](mailto:obn@vbne.nl)

---

## Voorwoord

Behoud maar zeker ook het herstel van biodiversiteit behoort tot de kerndoelen van de overheid. Om dit doel te realiseren ontwikkelt en verspreidt het OBN Kennisnetwerk daarvoor toepasbare kennis over herstelmaatregelen voor Natura 2000, de aanpak van stikstof, de leefgebiedenbenadering, de ontwikkeling van nieuwe natuur én het cultuurlandschap.

In dat cultuurlandschap gaat het de laatste twintig jaar niet goed met de Kievit. Beheerders en onderzoekers vermoeden dat de kuikenoverleving het knelpunt is voor het succes van deze bijzondere weidevogel. Voedselbeschikbaarheid en predatiekans zijn waarschijnlijk twee belangrijke factoren die het opgroeisucces van de Kievit bepalen. Maar ook de vochthuishouding van het habitat is belangrijk. En het type voedsel. En waarschijnlijk hangen al die factoren ook weer met elkaar samen.

Om uit te zoeken aan welke eisen het habitat voor de kuikens aan moet voldoen, is dit onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek richt zich op de vraag aan welke eisen het habitat van de kievitsgezinnen moet voldoen en hoe een beheerder die relevante habitatkenmerken kan beïnvloeden door inrichting en beheer. Het onderzoek resulteert in een aantal zeer praktische en goed onderbouwde aanbevelingen waar beheerders direct mee aan de slag kunnen.

Ik wens u veel leesplezier

Teo Wams

Voorzitter van de OBN Adviescommissie

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b> .....	<b>6</b>
<b>Summary</b> .....	<b>10</b>
<b>Dankwoord</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Methoden</b> .....	<b>17</b>
2.1 Aanpak op hoofdlijnen .....	17
2.2 Studiegebieden.....	17
2.3 Vangen en zenderen .....	20
2.3.1 Selectie van nesten .....	20
2.3.2 Vangen en handelingen.....	20
2.3.3 GPS-loggers .....	21
2.4 Metingen habitatkwaliteit .....	21
2.4.2 Metingen habitatkenmerken .....	22
2.5 Overige factoren .....	24
2.6 Analyse .....	25
2.6.1 Dataverwerking en controle.....	25
2.6.2 Samenhang habitatkenmerken .....	26
2.6.3 Analyse habitatselectie .....	26
2.6.4 Analyse gezinsoverleving .....	28
<b>3 Resultaten</b> .....	<b>30</b>
3.1 Gevolgde kievitsgezinnen.....	30
3.2 Ontwikkeling weersomstandigheden en habitatkenmerken.....	32
3.2.1 Weersomstandigheden .....	32
3.2.2 Habitatkenmerken: bodem en vegetatie .....	34
3.2.3 Habitatkenmerken: voedselaanbod wormen en insecten .....	36
3.3 Samenhang habitatkenmerken .....	39
3.4 Habitatselectie door kievitsgezinnen .....	42
3.4.1 Kievitspunten vs. Referentiepunten .....	42
3.4.2 Kievitspunten vs. verlaten kievits- en nestpunten .....	45
3.5 Kuikenoverleving in relatie tot habitat .....	47
<b>4 Discussie</b> .....	<b>49</b>
4.1 Habitatkeuze van kievitsgezinnen .....	49
4.2 Bewegingen van kievitsgezinnen in relatie tot habitatkenmerken.....	50
4.3 Relatie habitat en overleving.....	51
4.4 Overleving van kievitsgezinnen .....	52
4.5 Implicaties voor beheer en inrichting.....	54
4.5.1 Inrichting .....	54
4.5.2 Beheer .....	56

---

4.5.3 Overig.....	57
4.6 Mogelijke vervolgvragen .....	59
4.6.1 Landschapscompositie.....	59
4.6.2 Akkergebieden .....	60
4.6.3 Beweiding en overleving.....	60
4.6.4 Samenstelling van het dieet.....	60
4.6.5 GPS-gegevens.....	60
<b>5 Conclusies .....</b>	<b>63</b>
Bijlage 1. Correlatiematrix habitatkenmerken .....	69
Bijlage 2. Verschil in habitatkenmerken tussen Kievitspunten en referentiepunten.....	72
Bijlage 3. Aantal insecten/ongewervelden per orde .....	80





## Samenvatting

Hoewel de populatietrend van de Kievit langere tijd min of meer stabiel leek, neemt deze soort de laatste 20 jaar net zo hard af als de Grutto, de 'nationale vogel' waar binnen (agraris) natuurbeheer veel meer aandacht naar uitgaat. Net als bij de Grutto lijkt de kuikenoverleving het knelpunt te vormen. Voedselbeschikbaarheid en predatiekans zijn sterk bepalend voor het opgroeisucces van kievitskuikens en worden beïnvloed door de opgroeihabitat. Hier moet voldoende voedsel in de vorm van bodeminsecten en regenwormen aanwezig zijn, maar deze moet ook voldoende bereikbaar zijn voor kievitskuikens. De voedselbeschikbaarheid wordt bepaald door onder andere de timing, type en mate van bemesting, waterpeil en vegetatiehoogte. Ook voor de kans op predatie is de opgroeihabitat van belang, omdat deze bepalend is voor de aanwezigheid en dichtheden van predatoren, evenals voor het al dan niet bieden van voldoende dekking.

Er is veel kennis over deze aspecten van de ecologie van kievitskuikens, maar de integratie van de verschillende facetten in een gebiedsoverstijgende context ontbreekt grotendeels. Bovendien stamt veel kennis over de Nederlandse situatie uit de jaren tachtig van de vorige eeuw, toen het leefgebied er voor Kieviten waarschijnlijk nog heel anders uit zag. In dit onderzoek stonden de volgende onderzoeksvragen centraal:

- Deelvraag 1: Kan de habitatselectie van kievitsgezinnen worden verklaard door lokale verschillen in aspecten van de habitatkwaliteit, waaronder voedselbeschikbaarheid, vegetatiestructuur en bodemvocht?
- Deelvraag 2: Hoe worden de relevante habitatkenmerken beïnvloed door inrichting, beheer en weersomstandigheden?
- Deelvraag 3: Kunnen verschillen in het reproductief succes tussen kievitsgezinnen verklaard worden door verschillen in beschikbaarheid van geschikte opgroeihabitat?

Om deze vragen te beantwoorden zijn kievitsgezinnen gevolgd in zeven verschillende gebieden verspreid over Nederland (Land van Heusden en Altena NBr, Ronde Hoep NH, Polder Arkemheen Gld, Tolhuislanden Ov, Reitdiep Gr, Kollumerpomp Fr en Wynserpolder Fr). Hiervoor zijn in totaal 40 volwassen kievitsvrouwtjes voorzien van een GPS-zender en konden in Fryslân nog acht vrouwtjes gevolgd worden met een zender uit een eerdere studie uit 2021. De zender gaf informatie over de locatie en het gedrag van de vogels. Vanaf het moment dat de moedervogels met kuikens rondliepen zijn wekelijks de locaties bezocht waar het gezin zich ophield. Wanneer een gezin zich had verplaatst, werd ook de verlaten locatie bezocht. Op alle bezochte locaties zijn metingen verricht aan de vegetatiestructuur, vegetatiehoogte, bodemvochtigheid, de inprikbaarheid van de bodem (weerstand), de aantallen en het gewicht van regenwormen, het beheer en de aanwezigheid van geleedpotigen. Deze metingen zijn eveneens wekelijks verricht op zes representatieve vaste locaties per gebied ('referentiepunten'). Deze punten geven tezamen inzicht in de beschikbaarheid en variatie aan habitat binnen de gebieden. Vervolgens is met behulp van een statistische analyse vergeleken op welke wijze de door de kievitsgezinnen geselecteerde locaties ('kievitspunten') afwijken van de referentiepunten en van de punten die door kievitsgezinnen zijn verlaten. Daarnaast is bekeken in

hoeverre de metingen aan kievitspunten waar kuikens overleefden afwijken van de metingen waarna kuikens zijn doodgegaan. Op deze wijze is getracht te achterhalen welk type habitat de kievitsgezinnen opzoeken en hoe dit van invloed is op de overleving.

Door predatie van vijf gezenderde vrouwtjes (vier in de eifase, één in de jonge-kuikenfase) bleven er 43 vrouwtjes over die gevolgd konden worden. Van de eerste broedpogingen resulteerden er 30 in gezinnen met kuikens, waarvan er zeven succesvol jongen vliegvlug kregen. De tweede broedpoging leverde zeven gezinnen met kuikens op, waarvan er niet één vliegvlug werd. Van de 37 gezinnen met kuikens waren er 10 waarbij de kuikens al waren verdwenen voordat er habitatkenmerken bij kievitspunten konden worden gemeten. Van de overige 27 gezinnen zijn de habitatkenmerken bij minimaal één kievitspunt gemeten. Deze gezinnen zijn meegenomen in de analyses en hebben in totaal metingen in 78 kievitspunten opgeleverd. Er werden maar weinig gezinnen langer dan twee weken gevolgd. In de periode dat er gezinnen met kuikens waren, werden ook 298 metingen aan referentiepunten uitgevoerd.

#### *Habitatsselectie*

Uit de vergelijking tussen kievits- en referentiepunten bleek dat kievitsgezinnen plekken selecteerden met een relatief korte vegetatie, een lage bodemweerstand en veel bodemvocht. Kievitsgezinnen selecteerden een gewashoogte van gemiddeld ca. 10 cm, terwijl deze op referentiepunten gedurende het seizoen opliep tot meer dan 25 cm. Het vochtgehalte van de bodem was op kievitspunten gemiddeld 27.2% hoger dan op referentiepunten, vooral doordat in eind april/begin mei geen neerslag viel en de graslanden uitdroogden. De kievitsgezinnen zochten in die periode de relatief vochtige plekken op. Deze plekken hadden bovendien gemiddeld een lagere bodemweerstand, dus een betere inprikbaarheid van de bodem. Op de kievitspunten troffen we grotere aantallen kleine geleedpotigen (<4 mm) aan, met name insecten en spinnen. Het aantal en de biomassa aan grote insecten en wormen verschilde niet significant tussen kievits- en referentiepunten. Een analyse van habitatkenmerken uit een GIS analyse liet zien dat kieviten plekken met relatief veel microreliëf en een lagere productiviteit van de vegetatie selecteerden. De gemiddelde drooglegging op kievitspunten was lager dan op referentiepunten, maar dit verschil was net niet statistisch significant.

Wanneer kievitsgezinnen een plek verlieten, dan vertrokken ze naar een plek met gemiddeld een lagere vegetatiehoogte, een hoger bodemvochtgehalte en meer regenwormen. Dit waren doorgaans plasdras-situaties, oevers of recent (voor)beweide percelen. De gezinnen legden ze relatief korte afstanden af om deze plekken te bereiken, meestal minder dan 100 m, maar met uitschieters tot maximaal bijna 800 m.

#### *Overleving*

De overleving van de gezinnen was over het algemeen zeer laag. De meeste gezinnen konden niet meer dan twee weken gevolgd worden. Latere kuikens hadden een kleinere kans op overleving, maar hoe ouder de kuikens, hoe groter de overlevingskans. Van alle afzonderlijke habitatkenmerken, kwam alleen beweiding op een perceel naar voren als significant positief. De steekproef was echter klein en nader onderzoek hiernaar is gewenst. Daarnaast was er een significante interactie tussen

vegetatiehoogte en de biomassa aan geleedpotigen: een hoge vegetatie had alleen een negatief effect op kuikenoverleving als er weinig kleine geleedpotigen waren.

#### *Discussie*

De resultaten van deze studie laten zien dat kievitsgezinnen duidelijk plekken in het landschap selecteren met een relatief goede opgroehabitat. Doorslaggevend lijken de aanwezigheid van voedsel voor de jonge kievitskukens, namelijk kleine geleedpotigen die op de bodem leven, maar ook de bereikbaarheid daarvan in korte vegetatie. Eenmaal op een geschikte locatie, waren de gezinnen vrij stationair. Naarmate het broedseizoen vorderde, nam de beschikbaarheid van plekken met lage vegetatie, hoge vochtigheid en aanwezigheid van veel kleine insecten af. Als verplaatsingen zich voordeden, leek dit habitat- en mogelijk voedselgerelateerd. Door het snelle verdwijnen van de kukens was er echter slechts een beperkt aantal verplaatsingen om te analyseren.

De zeer lage overleving van de gezinnen past in een trend van andere recente onderzoeken aan de Kievit in Nederland. Van de 37 broedpogingen die kukens voortbrachten, waren er slechts zeven waarvan minstens één kuiken vliegvlug werd. De overlevende gezinnen onderscheidden zich niet van de andere gezinnen in habitatselectie. Van alle gemeten habitatkenmerken had alleen beweiding een positief effect op de overlevingskans. Het gebrek aan relaties tussen overleving en habitatkenmerken, gecombineerd met een sterke selectie van de foerageerplekken met betere omstandigheden dan het omliggende landschap, wijst op een aantal mogelijke problemen: 1) hoewel de gezinnen de beste plekken weten te vinden, zijn deze plekken nog steeds niet goed genoeg om kukens succesvol te laten opgroeien, 2) andere factoren dan de bestudeerde habitatkenmerken zijn sterk beperkend voor het opgroeisucces van kievitskukens, of 3) een combinatie van suboptimale habitatcondities en andere factoren bepaalt de lage overlevingskans. Het voorjaar van 2022 kende een zeer droge periode, die de verschillen tussen de referentie- en kievitspunten mogelijk heeft uitvergroot. De vraag is of er door de droogte nog voldoende geschikte habitat overbleef. Dat geldt ook voor de voedselbeschikbaarheid voor de volwassen vogels, gegeven het beperkte aanbod van regenwormen midden in het broedseizoen. Een opvallend lange interval tussen de eerste en tweede broedpogingen en het vertrek van twee volwassen vogels naar Oost-Europa na de eerste broedpoging suggereren dat de oudervogels het moeilijk hadden. De droogte kan bovendien een sterke concentratie van Kieviten en andere weidevogels tot gevolg hebben gehad, die voor een hoog predatierisico zorgde. Het is aannemelijk dat predatie de belangrijkste doodsoorzaak was voor kievitskukens, maar zonder het volgen van individuele kukens is dat niet aantoonbaar.

Analyse van de draagkracht van het agrarisch landschap voor gezinnen met opgroeiende kievitskukens zou een interessant vervolgonderzoek zijn om de schaal van benodigd beheer te bepalen. Onderzoek in akkergebieden zou aanvullende inzichten kunnen verschaffen, vooral over het belang van vegetatiehoogte en -structuur en vochtigheid. Het effect van beweidingssystemen op de overleving van kievitskukens zou goed handelingsperspectief kunnen bieden voor verbeterd beheer in graslandgebieden. Dat geldt ook voor vervolgonderzoek naar het dieet van kievitskukens en de ecologie van verschillende prooitypen.



### *Beheeradviezen*

De volgende adviezen komen voort uit de resultaten van deze studie:

- Positioneer beheer voor Kieviten op vochtige locaties, met veel microreliëf en een zo groot mogelijke landschappelijke openheid.
- Behoud microreliëf door percelen niet te egaliseren.
- Gebruik vernatting, voorbeweiding, extensieve beweiding, het verschrallen van percelen (lange termijn), het uitstellen van de mestgift tot na het broedseizoen en het toedienen van ruige mest om te zorgen voor voldoende aanbod van korte vegetaties.
- Werk aan vernatting door het opzetten van het waterpeil en het creëren van plasdraspercelen.
- Stimuleer het aanbod van (kleine) insecten door gedurende het hele voorjaar dergelijke vochtige condities te waarborgen.
- Zet beweiding in als een combinatie van extensieve beweiding en percelen met voorbeweiding en uitgestelde maaidatum. Reken niet op een positief effect van hergroei na maaien.
- Zorg voor goede opgroeicondities op voldoende grote schaal om predatie niet in de hand te werken.

## Summary

Although the population trend of the Northern Lapwing (*Vanellus vanellus*) seemed to be more or less stable for a long time, over the last 20 years this species has been declining as fast as the Black-tailed Godwit (*Limosa limosa*), the 'national bird' of the Netherlands to which much more attention is paid within agri-environment schemes. As with the Black-tailed Godwit, chick survival seems to be the bottleneck for Northern Lapwing. Food availability and predation probability strongly determine the fledging success of lapwing chicks and are influenced by the rearing habitat. Here sufficient food in the form of soil insects and earthworms must be present, but also sufficiently accessible to the chicks. Food availability is determined by timing, type and extent of fertilization, water level and vegetation height, among other factors. For the likelihood of predation, rearing habitat is important because it determines the presence and densities of predators, as well as whether or not sufficient cover is provided.

There is much knowledge about these aspects of lapwing ecology, but the integration of the various facets in a cross-area context is largely lacking. Moreover, much knowledge about the Dutch situation dates back to the 1980s, when environmental conditions may have been very different for lapwings. The following research questions were therefore central to this study:

- Sub-question 1: Can habitat selection of lapwing families be explained by local differences in aspects of habitat quality, including food availability, vegetation structure and soil moisture?
- Sub-question 2: How are relevant habitat characteristics affected by management and weather conditions?
- Sub-question 3: Can differences in reproductive success among lapwing families be explained by differences in availability of suitable rearing habitat?

To answer these questions, lapwing families were monitored in seven different areas across the Netherlands (Land van Heusden and Altena NBr, Ronde Hoep NH, Polder Arkemheen Gld, Tolhuislanden Ov, Reitdiep Gr, Kollumerpomp Fr and Wynserpolder Fr). For this purpose, a total of 40 adult lapwing females were fitted with a GPS transmitter and another eight females in Fryslân could be tracked with a transmitter from an earlier 2021 study. The transmitter provided information about the birds' location and behaviour. From the time the mother birds were wandering around with chicks, weekly visits were made to the locations where the family was staying. When a family had moved, the abandoned location was also visited. At all sites visited, measurements were made of vegetation structure, vegetation height, soil moisture, soil resistance, numbers and weight of earthworms and arthropods, and management. These measurements were also taken weekly at six representative fixed locations per area ("reference points"). Together, these points provide insight into the availability and variation of habitat within the areas. A statistical analysis was then used to compare how the locations selected by lapwing families ('lapwing points') differed from the reference points and from the points abandoned by lapwing families. In addition, the extent to which measurements at lapwing points where chicks survived differed from those after which chicks died

was examined. In this way an attempt was made to find out what type of habitat the lapwing families seek and how this affects survival.

Predation of five tagged females (four during incubation and one in the early chick phase) left 43 females that could be tracked. Of the first breeding attempts, 30 resulted in families with chicks, seven of which successfully fledged young. The second breeding attempt resulted in seven families with chicks, not one of which fledged. Of the 37 families with chicks, there were 10 where the chicks were gone before habitat characteristics at lapwing points could be measured. Of the remaining 27 families, habitat features at at least one lapwing point were measured. These families were included in the analyses and provided total measurements in 78 lapwing points. Few families were monitored for more than two weeks. During the period when families with chicks were present, 298 measurements were also taken at reference points.

### *Habitat selection*

The comparison between lapwing and reference points showed that lapwing families selected sites with relatively short vegetation, low soil resistance and high soil moisture. Lapwing families selected a sward height of about 10 cm on average, while on reference sites it increased to more than 25 cm during the season. Soil moisture content was 27.2% higher on average at lapwing points than at reference points, mainly because no precipitation fell in late April/early May and the grasslands dried out. Lapwing families sought the relatively moist sites during that period. These spots also had, on average, lower soil resistance, i.e. better soil penetration. At the lapwing sites we found greater numbers of small arthropods (<4 mm), especially insects and spiders. The number and biomass of large insects and worms did not differ significantly between lapwing and reference points. An analysis of habitat characteristics from a GIS analysis showed that lapwings selected sites with relatively high microrelief and lower vegetation productivity. The average water tables at lapwing sites were higher than at reference sites, but this difference was just not statistically significant.

When lapwing families left a site, they left for a site with, on average, lower sward height, higher soil moisture content and more earthworms. These were typically inundated fields, ditch banks or recently grazed meadows. The families travelled relatively short distances to reach these spots, usually less than 100 m, but with outliers to a maximum of nearly 800 m.

### *Survival*

Family survival was generally very low. Most families could not be followed for more than two weeks. Later born chicks were less likely to survive, but older chicks had a higher survival rate. Of all the individual habitat characteristics, only grazing by cattle emerged as significantly positive for survival. However, the sample size was small and further research on this is desirable. In addition, there was a significant interaction between vegetation height and arthropod biomass: high vegetation had a negative effect on chick survival only if there were few small arthropods present.

### *Discussion*

The results of this study show that lapwing families clearly select sites in the landscape with relatively good rearing habitat. Decisive seems to be the presence of food for the young lapwing chicks, namely

small arthropods living on the soil, as well as their accessibility in short vegetation. Once in a suitable location, families were quite stationary. As the breeding season progressed, the availability of sites with low vegetation, high moisture and presence of many small insects decreased. If displacements occurred, they seemed to be habitat- and possibly food-related. However, due to the low survival of families, there was only a limited number of displacements to analyse.

The very low survival of families fits into a trend revealed by other recent studies on the lapwing in the Netherlands. Of the 37 breeding attempts that produced chicks, only seven had at least one chick fledged. The surviving families did not differ from the other families in habitat selection. Of all habitat characteristics measured, only grazing had a positive effect on survival. The lack of relationships between survival and habitat characteristics, combined with a strong selection of foraging sites with better conditions than the surrounding landscape, indicates a number of possible problems: 1) although families are able to find the best sites, these sites are still not good enough for chicks to grow up successfully, 2) factors other than habitat characteristics are strongly limiting the growth success of lapwing chicks, or 3) a combination of suboptimal habitat conditions and other factors determines the low survival rate. The spring of 2022 had a very dry period, which may have magnified the differences between the reference and lapwing points. The question is whether sufficient suitable habitat remained due to the drought. This also applies to food availability for adult birds, given the limited supply of earthworms in the middle of the breeding season. A strikingly long interval between the first and second breeding attempts and the departure of two adult birds to Eastern Europe after the first breeding attempt suggest that the parent birds were struggling. In addition, the drought may have resulted in a high concentration of lapwings and other meadow birds, which created a high risk of predation. It is plausible that predation was the main cause of death for lapwing chicks, but without tracking individual chicks we could not demonstrate this.

Analysis of the carrying capacity of the agricultural landscape for lapwing families with chicks would be an interesting follow-up study to determine the scale of required management. Research in arable land could provide additional insights, especially on the importance of vegetation height and structure and moisture. The effect of grazing systems on survival of lapwing chicks could provide good perspectives for improved management in grassland areas. So would follow-up research on the diet of lapwing chicks and the ecology of different prey types.

#### *Management recommendations*

The following recommendations arise from the results of this study:

- Position management for lapwings on moist sites, with lots of micro-relief and as much landscape openness as possible.
- Maintain micro-relief by not levelling meadows.
- Use (re)wetting, pre-grazing, extensive grazing, long term reduction of fertilization, delaying manure application until after the breeding season and applying rough manure to ensure sufficient supply of short vegetation.
- Work on (re)wetting by raising water levels and creating wet (inundated) features.
- Increase the supply of (small) insects by ensuring such moist conditions throughout the spring.

- Deploy grazing as a combination of extensive grazing and plots with pre-grazing and delayed mowing dates. Do not count on a positive effect of regrowth after mowing.
- Provide good growing conditions on a large enough scale to avoid predation.

## Dankwoord

Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de inzet en medewerking van vele betrokkenen. Onze speciale dank gaat uit naar de collectieven en agrarische natuurverenigingen die ons hebben geholpen om studiegebieden te selecteren en contacten te leggen met agrariërs en andere terreinbeheerders. In het bijzonder danken wij de medewerkers van Collectief Noardlike Fryske Wâlden, Collectief West-Brabant, Collectief Noord-Holland Zuid, Collectief Noordwest-Overijssel en Stichting BAO Arkemheen. Wij danken de lokale weidevogelvrijwilligers in de onderzoeksgebieden voor hun hulp bij het lokaliseren van de nesten en voor het nauwgezet volgen van de situatie in het veld. Voor toegang tot de onderzoeksgebieden kregen wij medewerking van Brabants Landschap, Groninger Landschap, Staatsbosbeheer Arkemheen en talloze agrariërs en particuliere terreinbeheerders. Het vangen en zenderen van kieviten en het overige veldwerk werd (mede) uitgevoerd door Martijn Terpstra, Magali Frauendorf, Frank Majoor en Sander Moonen. Daarnaast konden we voor het veld- en labwerk rekenen op de inzet van de volgende studenten/stagiairs: Quinten Rosema, Sjoerd Bresser, Martijn Hartman, Germaine Bronkhorst, Adam van Kuik, Chris Berendsen en Roisín Normanly. Wij danken de leden van het Deskundigenteam Cultuurlandschap voor aanscherping van de onderzoeksvragen en -methodiek en commentaar op een eerdere versie van dit rapport. Dit onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door financiering door Kennisnetwerk OBN, Vogelbescherming Nederland, Provincie Fryslân, Provincie Overijssel, Collectief Noordwest Overijssel en Collectief Noardlike Fryske Wâlden.



# 1 Inleiding

De biodiversiteit in Nederland staat er slechter voor dan ooit, met name in open natuurgebieden en het agrarisch landschap (Wereld Natuur Fonds 2020). De belangrijkste oorzaak voor de afname van biodiversiteit in agrarisch gebied is de intensivering van de landbouw. Een soortgroep die hier sterk onder lijdt, terwijl Nederland er dankzij haar lage ligging en grote areaal open graslanden een internationale verantwoordelijkheid voor heeft, zijn de weidevogels, en dan met name de vier steltlopersoorten Grutto, Tureluur, Kievit en Scholekster. Ook deze soorten nemen al decennia sterk in aantal af (Kleyheeg *et al.* 2020), wat voornamelijk wordt veroorzaakt door een te lage nest- en kuikenoverleving (Roodbergen *et al.* 2012, Kentie *et al.* 2018, Loonstra *et al.* 2019). Hoewel de populatietrend van de Kievit langere tijd min of meer stabiel leek, neemt deze soort de laatste 20 jaar net zo hard af als de nationale vogel de Grutto, waar binnen (agrarisch) natuurbeheer veel meer aandacht voor is. Grutto's laten hun kuikens graag opgroeien in open, lang, ongemaaid gras en zijn daarmee kwetsbaar voor maaiactiviteit tijdens het broedseizoen. Binnen Agrarisch Natuur- en Landschapsbeheer (ANLb) wordt dan ook, naast legselbeheer, vaak ingezet op pakketten met uitgestelde maaidatum. Hierbij lijkt de Kievit echter veel minder gebaat, aangezien deze soort de voorkeur geeft aan korte vegetaties en het gras op ongemaaide percelen al snel te lang wordt. Daarmee kan agrarisch natuurbeheer soms zelfs een negatief effect hebben op de aantallen Kieviten in een gebied (Breeuwer *et al.* 2009).

De opgroeihabitat voor kievitskuikens is van invloed op de voedselbeschikbaarheid en de predatiekans en is daarmee bepalend voor de kans dat kuikens succesvol vliegvlug worden. In hun eerste weken zijn kievitskuikens vrijwel geheel afhankelijk van insecten en andere ongewervelden die op of net onder de grond leven (Beintema *et al.* 1991). In agrarische graslanden neemt de hoeveelheid insecten in mei doorgaans toe, terwijl deze in juni weer (tijdelijk) kan afnemen, ook al kan dit tussen jaren verschillen (De Felici *et al.* 2019, Loonstra *et al.* 2021). Vanaf half mei laten kievitskuikens een langzamere groei zien (Beintema *et al.* 1991). Om aan hun energiebehoefte te kunnen voldoen, moeten de kuikens overschakelen van bodeminsecten naar regenwormen (Beintema *et al.* 1991, Sheldon 2003). De hoeveelheid regenwormen in het dieet neemt dan ook toe met de leeftijd (Beintema *et al.* 1991, Sheldon 2003) en kuikens die meer regenwormen eten, hebben een betere conditie en een hogere groeisnelheid (Sheldon 2003). De regenwormenbiomassa wordt positief beïnvloed door de hoeveelheid organisch materiaal aan de oppervlakte en bodemvocht, maar neemt af gedurende het broedseizoen (Sheldon 2003).

Zowel de beschikbaarheid als de bereikbaarheid van voedsel spelen een grote rol. McKeever (2003) stelde vast dat foerageersnelheid en -succes van kievitskuikens groter was op percelen met kortere vegetatie. Vroeg bemesten (19 april) met kunstmest van 750 kg/ha had een negatieve invloed op het foerageersucces, doordat de prooidichtheid en vindkans van prooien afnamen. Late bemesting (30 mei) en hoog waterpeil zorgden voor de hoogste (bereikbare) regenwormenbiomassa en voor de grootste aantallen op de bodem levende ongewervelden. Bij een hoog waterpeil leek de prooidichtheid, en bij een laag waterpeil de grashoogte, bepalend voor het foerageersucces (McKeever 2003). Het lijkt erop dat Kieviten alleen met hun kuikens op stap gaan als na het uitkomen

van de eieren het nestperceel ongeschikt wordt als foerageerhabitat, bijvoorbeeld door gewasgroei; de afstand die afgelegd moet worden om geschikt foerageerhabitat te bereiken was negatief gerelateerd aan kuikenoverleving (Galbraith 1988, Blomqvist *et al.* 1997).

De belangrijkste doodsoorzaak van kievitskuikens is predatie, met name door vogels (Schekkerman *et al.* 2009, Roodbergen *et al.* 2010). De kans op predatie wordt in belangrijke mate beïnvloed door de opgroeihabitat van de kuikens, aangezien deze bepalend is voor de aanwezigheid en dichtheden van predatoren, maar ook omdat het type habitat de kwetsbaarheid van kievitskuikens voor predatoren bepaalt, door het al dan niet bieden van voldoende dekking en voedsel. Zo was in een uitgebreide predatiestudie de predatiekans van kievitskuikens (in het algemeen en specifiek door vogels) kleiner op beweide percelen, mogelijk doordat deze percelen door sommige predatorsoorten worden gemeden (Schekkerman *et al.* 2009). Ook leek in een andere studie de aanwezigheid van hogere vegetatie later in het seizoen kievitskuikens uit herlegsels minder kwetsbaar te maken voor buizerdpredatie, door het bieden van schuilmogelijkheden (McKeever 2003). Slechte voedselomstandigheden kunnen ervoor zorgen dat het langer duurt voordat kievitskuikens vliegvlug worden (Jackson & Jackson 1975), waardoor deze langer kwetsbaar zijn voor predatoren. Bovendien zullen hongerige kuikens langer en actiever op zoek gaan naar voedsel en daarbij grotere risico's nemen om toch voldoende voedsel binnen te krijgen (Evans 2004, Sharpe *et al.* 2009).

Het bovenstaande overzicht van beschikbare literatuur geeft aan dat er veel kennis is over specifieke onderdelen van de ecologie van kievitskuikens, maar dat integratie van de verschillende facetten grotendeels ontbreekt. Bovendien stamt veel specifieke kennis over de Nederlandse situatie uit de jaren tachtig van de vorige eeuw, de tijd dat Albert Beintema onderzoek deed aan Kieviten (bijv. Beintema *et al.* 1991). Door de snelle veranderingen in het agrarisch gebied worden hedendaagse kievitskuikens geconfronteerd met landschap dat zowel in termen van habitat als beheer sterk is veranderd. Het gebrek aan integratie van recente inzichten bemoeilijkt soortgericht beheer en mede als een gevolg daarvan zien we de broedpopulatie van de Kievit sterk achteruit gaan. Dit onderzoek biedt een kans om hier concrete oplossingen voor aan te dragen. Hierbij hebben wij ons gericht op de volgende onderzoeksvragen:

- Deelvraag 1: Kan de habitatselectie (het wel of niet blijven op bepaalde locaties en de afstanden die worden afgelegd) van kievitsgezinnen worden verklaard door lokale verschillen in aspecten van de habitatkwaliteit, waaronder voedselbeschikbaarheid, vegetatiestructuur en bodemvocht?
- Deelvraag 2: Hoe worden de relevante habitatkenmerken beïnvloed door inrichting, beheer en weersomstandigheden?
- Deelvraag 3: Kunnen verschillen in het reproductief succes tussen kievitsgezinnen verklaard worden door verschillen in beschikbaarheid van geschikte opgroeihabitat?

## 2 Methoden

### 2.1 Aanpak op hoofdlijnen

Om inzicht te verkrijgen in de habitatselectie van kievitsgezinnen zijn tijdens het broedseizoen van 2022 in zeven verschillende gebieden verspreid over Nederland in totaal 48 volwassen kievitsvrouwjes gevolgd met een GPS-zender. De zenders gaven minimaal één keer per half uur informatie over de locatie en het gedrag van de vogels. Vanaf het moment dat de moedervogels met kuikens rondliepen zijn wekelijks de locaties bezocht waar het gezin zich ophield. Wanneer een gezin zich had verplaatst werd ook de verlaten locatie bezocht. Op alle bezochte locaties zijn metingen verricht aan de vegetatiestructuur, vegetatiehoogte, bodemvochtigheid, de inprikbaarheid van de bodem (bodemweerstand), het beheer en de aanwezigheid van ongewervelden op en in de bodem (geleedpotigen, slakken en regenwormen). Deze metingen zijn eveneens wekelijks verricht op zes voor het gebied representatieve vaste locaties in elk van de zeven studiegebieden. Dit zijn de 'referentiepunten'. Deze punten geven tezamen inzicht in de beschikbaarheid en variatie aan habitat binnen de gebieden. Vervolgens is met behulp van statistische analyses vergeleken op welke wijze de door de kievitsgezinnen geselecteerde locaties afwijken van de referentiepunten en van de punten die door kievitsgezinnen werden verlaten. Daarnaast is bekeken in hoeverre de habitatkenmerken van kievitspunten waar kuikens overleefden afwijken van de habitatkenmerken waarna kuikens zijn doodgegaan. Op deze wijze is getracht te achterhalen welk type habitat de kievitsgezinnen opzoeken en hoe dit van invloed is op de overleving. In dit hoofdstuk wordt in detail de toegepaste onderzoeksmethode beschreven.

### 2.2 Studiegebieden

Dit onderzoek heeft zich specifiek gericht op Kieviten die broeden op grasland. Met het oog op de landelijke spreiding van Kieviten en eventuele variatie in de kwaliteit van de habitat is het onderzoek uitgevoerd in de volgende gebieden (zie ook figuur 2.1):

1. Land van Heusden en Altena (Noord-Brabant): Bestaat voornamelijk uit grasland. Sporadisch komt bouwland voor (voornamelijk mais). Bodem bestaat hoofdzakelijk uit zware klei. Drooglegging is groot (80-120 cm). Agrarisch gebruik is intensief. Enkele percelen onder agrarisch natuurbeheer vormen daarop een uitzondering. In het gebied zijn enkele relatief grote golfplaatplasdrassen aanwezig, die gekenmerkt worden door een grote variatie van de bodemvochtigheid en vegetatiehoogte.
2. Ronde Hoep (Noord-Holland): Uitsluitend grasland. De kern van de polder betreft een weidevogelreservaat met zeer extensief gebruikte graslanden, die deels worden voorbeweid. Daaromheen ligt een schil van agrarisch natuurbeheer, met o.a. extensieve beweiding en uitgesteld maaibeheer. De randen van het gebied (de huiskavels) worden intensief gebruikt. De drooglegging is gering, van ca. 15 cm in het reservaat tot 30 cm in de rest van de polder.

3. Polder Arkemheen (Gelderland): Uitsluitend grasland. De bodem bestaat uit klei op veen. Het onderzoek is uitgevoerd op de overgang van het reservaat naar het omliggende land, dat deels onder agrarisch natuurbeheer ligt. Het reservaat wordt gekenmerkt door zeer extensief gebruikte graslanden, met een geringe drooglegging van ca. 20-35 centimeter. In het omliggende land ligt een combinatie van intensief gebruikte percelen en percelen met agrarisch natuurbeheer. In het gebied liggen verschillende plasdrassen en het reservaat staat in het vroege voorjaar voor een groot deel blank. Enkele percelen in het reservaat worden later in het voorjaar extensief beweid.
4. Tolhuislanden (Overijssel): Bestaat voornamelijk uit grasland met aan de randen van het gebied ook wat bouwland (voornamelijk mais). De bodem bestaat met name uit zand. Het grasland is deels extensief agrarisch natuurbeheer en deels intensief gebruikt grasland dat deels beweid wordt. Er ligt een enkele plasdras.
5. Reitdiep (Groningen): Bestaat uitsluitend uit grasland. De bodem bestaat uit zware klei. Het onderzoek is uitgevoerd in het reservaat, dat echter wordt omsloten door intensief gebruikt agrarisch land. In het reservaat zijn meerdere plasdrassen aanwezig, alle graslanden worden gekenmerkt door hun extensieve gebruik.
6. Kollumerpomp (Fryslân): Bestaat uit grasland op zware klei gronden. Het gehele onderzoeksgebied valt onder agrarisch natuurbeheer en wordt als zodanig beheerd. Het agrarisch gebruik van het gebied is dan ook vrij extensief en de percelen worden pas bewerkt als de laatste broedvogels weg zijn. Verspreid door het gebied bevinden zich meerdere (greppel)plasdrassen. De drooglegging van het gebied varieert tussen de +/- 45 cm tot 15 cm.
7. Wynserpolder (Fryslân): Bestaat voornamelijk uit grasland en een aantal percelen bouwland (mais). De bodem bestaat uit zware klei. Het onderzoek is uitgevoerd in het reservaat en het omringende grasland wat onder het agrarisch natuurbeheer valt. Het agrarisch gebruik van het reservaat is zeer extensief en wordt gedeeltelijk beweid, ook de percelen welke vallen onder het agrarisch natuurbeheer zijn vrij extensief te noemen. Verspreid door het hele gebied liggen meerdere plasdrassen en de droogligging in het hele gebied is gering (ca. 15 cm).

Bovenstaande gebieden verschillen onderling in de voor Kievit (vermoedelijk) relevante habitatfactoren en beheervormen. Daarmee vormen zij een mooie dwarsdoorsnede van de beschikbare graslandhabitat in Nederland. Bovendien is er voldoende variatie binnen de gebieden, wat essentieel is bij onderzoek naar habitatselectie.



**Figuur 2.1.** Ligging van de onderzoeksgebieden. Nummers corresponderen met de tekst.  
*Figure 2.1.* Location of the study sites in the Netherlands. Numbers match with the description in the text.

## 2.3 Vangen en zenderen

### 2.3.1 Selectie van nesten

Voor het onderzoek werden volwassen kievitsvrouwtjes gevangen op het nest. De locaties van nesten werden in de meeste gebieden doorgegeven door lokale vrijwilligers. Uit de gevonden nesten is vervolgens een selectie gemaakt. Daarbij is gezocht naar een zo groot mogelijke ruimtelijke spreiding en variatie in de beschikbare habitat in de omgeving van het nest.

### 2.3.2 Vangen en handelingen

Om de kievitsvrouwtjes te kunnen voorzien van een zender zijn deze gevangen op de van tevoren geselecteerde nesten, op één tot zeven dagen voor de geschatte uitkomstdatum (bepaald met behulp van een incubometer). Daarbij zijn verschillende handelingen uitgevoerd. Voor iedere vogel zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Tijdens het vangproces (max. 45 minuten) werden de eieren van het nest verwijderd en vervangen door kunsteieren. Dit om te voorkomen dat de eieren zouden beschadigen. De echte eieren werden zorgvuldig opgeborgen en op temperatuur gehouden.
2. Op het nest werd een klapval (45x45 cm) geplaatst. Dit is een netje met een metalen frame dat 'dichtvalt' zodra de oudervogel op het nest gaat zitten.
3. Het nest werd op afstand geobserveerd tot het moment dat de oudervogel terugkeerde naar het nest en de klapval over de moedervogel klapte.
4. Het kievitsvrouwtje werd gewogen en geringd met een metalen ring en een kleurring. Vervolgens werd de vogel uitgerust met een zender.
5. Tot slot werd het kievitsvrouwtje losgelaten en werden de echte eieren op het nest teruggeplaatst.





**Figuur 2.2.** Kievitsvrouw met een INTERREX MINI GPS-GSM logger. (Frank Majoor)

**Figure 2.2.** Female lapwing with INTERREX MINI GPS-GSM logger. (Frank Majoor)

### 2.3.3 GPS-loggers

Voor deze studie werden INTERREX MINI GPS-GSM loggers gebruikt met een gewicht van 5 gram. De zender werd op de rug van het volwassen vrouwtje bevestigd met behulp van een teflon tuigje (figuur 2.2). De zenders werden geprogrammeerd om elke 10 minuten een gedragsmeting te verrichten (de 'overall dynamic body acceleration', ODBA) en elk halfuur een GPS-positie te bepalen. De gegevens werden bijna real-time via het GSM-netwerk naar een server gestuurd, zodat uitlezen in het veld niet nodig was. Het zenderwerk werd uitgevoerd volgens studieprotocol Sovon-2022-04 onder ontheffing AVD25000202010465 van de Wet op de Dierproeven.

## 2.4 Metingen habitatkwaliteit

### 2.4.1 Locaties metingen

Onder metingen van habitatkenmerken worden alle praktische handelingen bedoeld die in het veld op één meetpunt hebben plaatsgevonden. Een meetpunt is een denkbeeldige cirkel met een diameter van 5 meter, waarbinnen metingen zijn gedaan die relevant zijn voor de habitatkwaliteit (figuur 2.3).

Binnen dit onderzoek werden vier verschillende typen meetpunten onderscheiden:

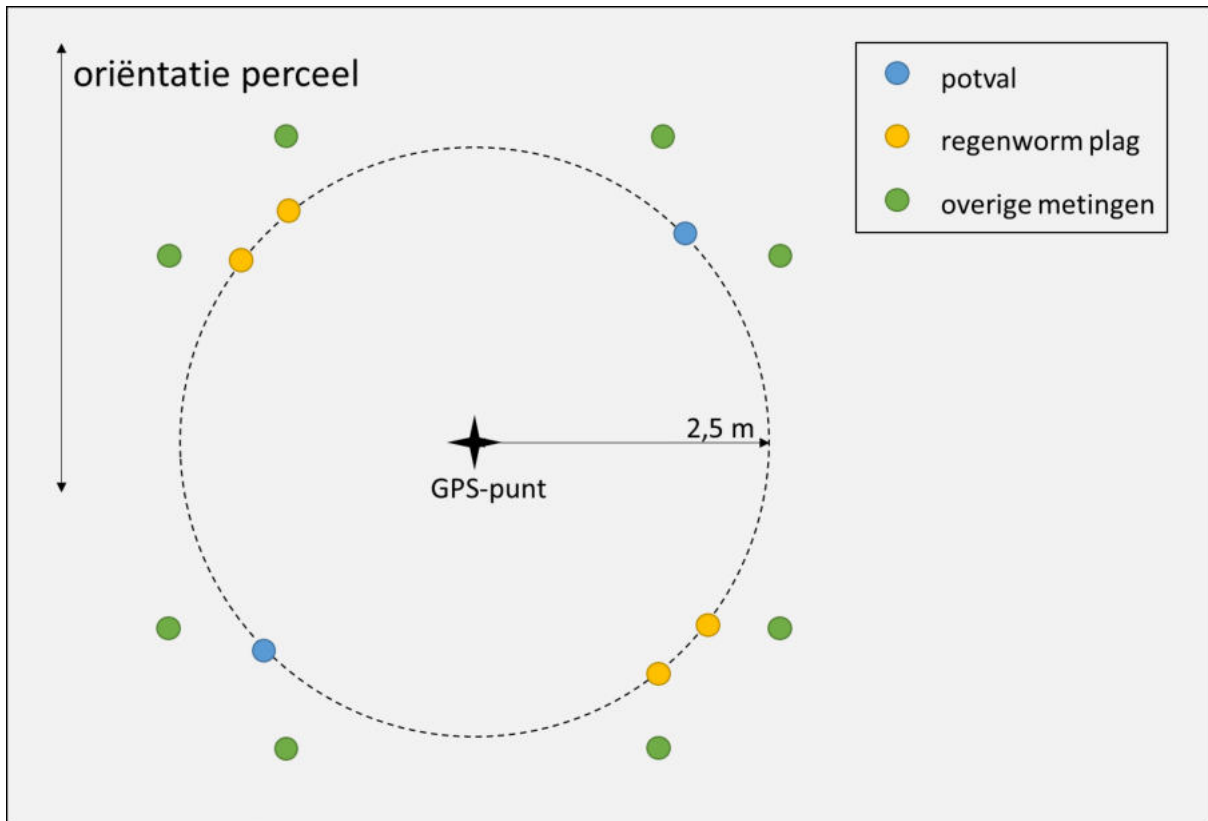
1. Nestpunten: de nestlocatie waar de kuikens uit het ei gekropen zijn.

2. Kievitspunten: meetpunten op de locatie waar een kievitsgezin zich ophoudt. Kievitspunten zijn gemeten vanaf 2 tot 3 dagen na uitkomen van de eieren. Iedere 7 dagen werd opnieuw een kievitspunt bepaald op basis van de GPS-posities, mits de kuikens nog in leven waren. De exacte locatie van het kievitspunt is bepaald door het centrale punt te nemen binnen het cluster van vastgestelde GPS-posities op de dag van het veldbezoek (zie ook figuur 2.3).
3. Verlaten kievitspunten: locaties die door een kievitsgezin verlaten zijn. In het geval dat een kievitsgezin zich meer dan 50 m had verplaatst ten opzichte van de locatie van de week daarvoor is een meting verricht op de verlaten locatie (=verlaten kievitspunt). Uiteraard werd ook op de nieuwe locatie van het gezin een meting verricht (=kievitspunt).
4. Referentielocaties: In ieder onderzoeksgebied zijn 6 referentiepunten gevolgd. Deze zijn voor de start van het broedseizoen geselecteerd, en wel op dusdanige wijze dat de combinatie van deze punten de verscheidenheid aan beschikbare habitat weerspiegelt. De referentiepunten (42 in totaal) zijn gedurende het gehele seizoen iedere week bezocht. Daarmee geeft de set aan referentiepunten eveneens inzicht in het seizoensverloop van de habitatkenmerken.

#### 2.4.2 Metingen habitatkenmerken

De volgende habitatkenmerken zijn bepaald:

- Voedselbeschikbaarheid in de vorm van geleedpotigen: per meting (zie boven voor definitie) zijn twee potvallen (500cc) geplaatst om het aanbod van geleedpotigen voor kievitskuikens te monitoren over een zevendaagse periode. De gevangen geleedpotigen zijn gedetermineerd tot op ordeniveau en opgemeten tot 1 mm nauwkeurig. De biomassa is bepaald op basis van de relatie tussen lengte en gewicht beschreven door Rogers et al. (1977).
- Voedselbeschikbaarheid in de vorm van regenwormen: per meting zijn twee bodemmonsters genomen met een bollensteker om het aantal en gewicht aan regenwormen te bepalen.
- Vegetatiehoogte en -structuur: per meting is de gewashoogte op acht willekeurige plekken middels een gewashoogtemeter (disc-pasture meter) gemeten. Hiermee kon zowel de gemiddelde gewashoogte als de variatie daarin worden berekend.
- Bodemvocht: per meting zijn op acht willekeurige plekken metingen aan het bodemvocht verricht, m.b.v. een bodemvochtmeter (VG200 van Stelzner). Daarnaast is een kwalitatieve beoordeling gedaan van de vochtigheid door aanwezigheid te noteren van (1) greppels binnen 20 m (met waterhoogte 0/5/10 cm) met of zonder slikrand, (2) plassen van regenwater, en (3) scheuren door droogte.
- Actueel beheer: per meting is genoteerd of het meetpunt binnen de zeven voorgaande dagen gemaaid of beweid is, of er drijfmest of ruige mest is uitgereden, en hoeveel koeienvlaaien er liggen.
- Bodemweerstand: per meting is op acht willekeurige plekken de bodemweerstand bepaald met behulp van een handpenetrometer. Hiervoor zijn drie verschillende penetrometers gebruikt, die onderling zijn gekalibreerd.



**Figuur 2.2.** Schematische weergave van een meetpunt.

*Figure 2.2.* Schematic representation of a measurement location.



**Figuur 2.3.** Voorbeeld van een gevolgd Kievitsgezin in Kollumerpomp met de GPS-posities van het vrouwtje (blauw), de locaties van de Kievitspunten (rood) en referentiepunten (wit) in de periode van 28 april t/m 8 juni. Wat opvalt is dat het vrouwtje een veel groter gebied gebruikt dan de kuikens, gezien de grote afstanden die zij aflegt bij uitstapjes.

**Figure 2.3.** Example of the activity range of a tracked lapwing family in Kollumerpomp with GPS-locations of the female (blue), locations of the lapwing points (red) and reference points (white) between April 28 and June 8. Note that the female uses a much larger area than the chicks, considering the large distances covered during her trips.

## 2.5 Overige factoren

Aan ieder meetpunt zijn een aantal abiotische kenmerken gekoppeld middels GIS. Hiertoe zijn allereerst de coördinaten van de meetpunten geüpload in GIS. Vervolgens zijn de waardes van verschillende kaartlagen geëxtraheerd naar de betreffende meetpunten. Het gaat hierbij om de volgende factoren:

- Microreliëf: Het Algemeen Hoogtebestand (AHN3) geeft inzicht in de hoogte van het bodemoppervlak. Om de mate van microreliëf te kwantificeren is de 'Rao's index of quadratic entropy' (Q) berekend binnen GIS. Daarbij is gebruik gemaakt van een moving window met een doorsnee van 5 m. Middels deze berekening kan de mate waarin ruimtelijke variatie in de hoogte van het bodemoppervlak optreedt worden gekwantificeerd.
- Openheid landschap: Voor het berekenen van de landschappelijke openheid is gebruik gemaakt van het viewscape model (Meeuwsen & Jochem, 2015). In dit model worden opgaande structuren zoals bomenrijen en bebouwing beschouwd als ondoorzichtige

elementen. Het model rekent voor 4.5 miljoen locaties in Nederland uit wat de zichtafstand is. Dit wordt gedaan door vanaf iedere afzonderlijke locatie zichtlijnen te trekken in alle richtingen (360 graden). Door vervolgens de lengte van de gemiddelde zichtlijnen te middelen ontstaat een kaart die inzicht geeft in de openheid van het landschap.

- S2REP: In het voorjaar, zodra de kou is verdwenen, begint het gras weer te groeien. De groei komt in gangbare graslanden eerder op gang, doordat de omstandigheden ideaal zijn voor groei (zoals de vocht- en nutriëntencondities). De groei op extensief gebruikte percelen komt trager op gang. Om dit fenomeen te kunnen detecteren is gekeken naar de 'Sentinel 2 red-edge position' in het voorjaar (eind april). Daarbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van één landsdekkend beeld, d.w.z. een moment opname o.b.v. een goed wolkenvrij beeld. Dit ter voorkoming van ruimtelijke en temporele variaties die wellicht kunnen optreden wanneer meerdere beelden nodig zijn om tot een landsdekkend beeld te komen, en waarvan de beelden op verschillende momenten zijn opgenomen. S2REP (Sentinel-2 Red-Edge Position) maakt gebruik van de unieke eigenschappen van de Red-Edge banden van Sentinel-2. Deze banden zijn gevoelig voor chlorofyl- en stikstofconcentraties in het blad en de conditie van het gewas (Bekkema en Eleveld, 2018). Door de gemiddelde waarde op perceelsniveau te bepalen kunnen groeizame/productieve graslanden worden onderscheiden van minder productieve/extensief gebruikte percelen.

## 2.6 Analyse

Databewerkingen en statistische analyses zijn uitgevoerd binnen het softwarepakket R, hierbij is gebruik gemaakt van 'simpele' regressieanalyses en mixed effects modellen, die kunnen corrigeren voor afhankelijkheid in de data (random factors). Bij de analyses is gekeken naar de habitatselectie van kievitsgezinnen en is bepaald of en welke habitatkenmerken van invloed zijn op de overleving van kievitsgezinnen.

### 2.6.1 Dataverwerking en controle

Met behulp van de waarnemingen in het veld en de ODBA-gegevens is zo nauwkeurig mogelijk vastgesteld wanneer de kuikens uit het ei zijn gekropen, of en wanneer het laatste kuiken van een gezin dood is gegaan en of, waar en wanneer er een herlegsel is geproduceerd. Gezinnen uit herlegsels zijn ook gevolgd, mits deze zich in of vlak bij de onderzoeksgebieden bevonden, en zijn beschouwd als nieuwe gezinnen met een nieuw gezins-id.

De verzamelde gegevens zijn gecontroleerd op fouten, onder andere door te checken of de gemeten kievitspunten op de dag van de meting daadwerkelijk betrekking hadden op een actief gezin (al uit het nest gekomen, en nog niet dood of vliegvlug; voor dit laatste is een maximale leeftijd van 40 dagen aangehouden) en of een verlaten kievitspunt daadwerkelijk verlaten was (dus meer dan 50 m van het nieuwe kievitspunt).

De geleedpotigen zijn ingedeeld in twee grootteklassen; kleiner dan of gelijk aan 4 mm en groter dan 4 mm. Vervolgens zijn alle gegevens aan elkaar gekoppeld aan de hand van het meetpunt-id en de datum.

## 2.6.2 Samenhang habitatkenmerken

Om meer zicht te krijgen op welke habitatkenmerken met elkaar samenhangen is een correlatiematrix opgesteld met de z-getransformeerde gegevens (package 'psych' in R, opties 'pairwise' en 'Spearman').

Daarnaast is een Principal Components Analyse uitgevoerd met de numerieke variabelen (package 'pcaMethods' in R, methode 'ppca'), waarmee de onderlinge samenhang van habitatkenmerken inzichtelijk wordt gemaakt.

## 2.6.3 Analyse habitatselectie

De habitatselectie van kievitgezinnen is op twee verschillende manieren geanalyseerd. Allereerst is een vergelijking gemaakt tussen de habitatkenmerken gemeten op kievitpunten en die gemeten op referentiepunten. Daarna zijn de kievitpunten vergeleken met verlaten kievitpunten en (verlaten) nestpunten.

### *Kievitpunten vs. referentiepunten*

Om deze vergelijking zo eerlijk mogelijk te maken is per gebied bepaald in welke periode gezenderde kievitgezinnen aanwezig waren en zijn alleen metingen van referentiepunten meegenomen uit deze periode (zie tabel 2.1). De vergelijking is uitgevoerd door per habitatkenmerk te bepalen of dit kenmerk significant verschilt tussen de twee typen punten, waarbij nestpunten met nog aanwezige kuikens zijn beschouwd als kievitpunten. Dit is gedaan met behulp van mixed effects modellen (packages lme4 en lmerTest), waarbij het betreffende habitatkenmerk als responsvariabele werd beschouwd, punttype (kievits- of referentiepunt) als verklarende variabele (fixed effects) en dagnummer en meetpunt genest in gebied als random effects. Dit laatste om te corrigeren voor het feit dat metingen op eenzelfde dag of eenzelfde plek, in eenzelfde gebied, niet onafhankelijk zijn van elkaar.

Het model zag er als volgt uit:

$$\text{Habitatkenmerk} = \text{punttype} + (1|\text{dagnummer} + 1|\text{gebied} + 1|\text{gebied:locatie})$$

Bij habitatkenmerken die aantallen betreffen (aantallen geleedpotigen en aantallen wormen) is gebruik gemaakt van de Poisson-verdeling met log-link-functie, in alle overige gevallen is aangenomen dat de gegevens de normale verdeling volgen.



De omgevingskenmerken die op basis van een GIS exercitie zijn bepaald (drooglegging, openheid, microreliëf en S2REP) hadden per locatie één waarde voor het hele seizoen. Voor deze variabelen is in de modellen dus geen random effect van dagnummer meegenomen. Het model voor de GIS-variabelen zag dus als volgt uit:

$$\text{Habitatkenmerk} = \text{puntype} + (1|\text{gebied} + 1|\text{gebied:locatie})$$

**Tabel 2.1.** Aantallen metingen aan referentie- en kievitspunten per onderzoeksgebied, met bijbehorende periode waarin gezenderde Kieviten met kuikens werden gevolgd.

*Table. 2.1. Number of measurements at 'reference points' and 'lapwing points' (locations with lapwing family) per study area with the total period during which lapwings with chicks were followed.*

Gebied	Startdatum	Einddatum	Referentiepunt	Kievitspunt	Totaal
Arkemheen	27-04-2022	01-06-2022	36	10	46
Altena	26-04-2022	08-07-2022	66	8	74
Kollumerpomp	27-04-2022	01-06-2022	42	10	52
Reitdiep	22-04-2022	24-06-2022	60	24	84
Ronde Hoep	06-05-2022	18-05-2022	18	6	24
Tolhuislanden	19-05-2022	23-06-2022	34	8	42
Wynserpolder	26-04-2022	31-05-2022	42	12	54
<b>Totaal</b>	22-04-2022	08-07-2022	298	78	376

#### *Kievitspunten vs. verlaten kievits- en nestpunten*

In de tweede analyse zijn de habitatkenmerken van kievitspunten met kievitsgezinnen vergeleken met de kenmerken van verlaten kievitspunten. Hierbij is bepaald of de habitatkenmerken van invloed zijn op de aanwezigheid van kievitsgezinnen; de aanwezigheid van kievitsgezinnen is hierbij beschouwd als responsvariabele (kievitspunt: aanwezig, 1; verlaten kievitspunt: afwezig, 0, tabel 2.2). Nestpunten waar de jonge kuikens nog aanwezig waren zijn gerekend tot de kievitspunten en verlaten nestpunten tot de verlaten kievitspunten. Als verklarende variabelen werden meegenomen: gebied, dagnummer, leeftijd van de kuikens en habitatkenmerk.

Het model zag er als volgt uit:

$$\text{Aanwezigheid} = \text{gebied} + \text{dagnummer} + \text{leeftijd} + \text{habitatkenmerk}$$

Voor de analyses werden Generalized Linear Models (GLMs) gebruikt, met de binomiale verdeling (0/1). De beperkte hoeveelheid metingen aan met name verlaten kievitspunten zorgde voor singulariteits- en/of convergentieproblemen wanneer mixed effects modellen werden gebruikt; er kon dus geen rekening worden gehouden met de locatie van de metingen. Ook konden interacties tussen habitatkenmerken hierdoor slechts beperkt worden meegenomen.

**Tabel 2.2.** Aantallen gemeten kievitspunten en verlaten kievitspunten per onderzoeksgebied.

*Table. 2.2.* Number of 'lapwing points' (locations with lapwing family) and 'deserted lapwing points' per study area.

Gebied	Kievitspunten	Verlaten kievitspunten	Totaal
Arkemheen	10	2	12
Altena	8	0	8
Kollumerpomp	10	4	14
Reitdiep	24	5	29
Ronde Hoep	6	0	6
Tolhuislanden	8	2	10
Wynserpolder	12	9	21
<b>Totaal</b>	<b>78</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

#### 2.6.4 Analyse gezinsoverleving

De selectie van een habitattype door een kievitsgezin betekent niet automatisch dat dit habitattype de grootste kans op overleving van de kuikens oplevert. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat in bepaalde gebieden optimale habitat simpelweg niet beschikbaar is, of dat de selectie van een bepaald habitattype een "ecologische val" blijkt. Om de optimale opgroei-habitat te bepalen, moet dus de relatie tussen habitat en overleving worden bepaald. Dit is gedaan door de habitatkenmerken gemeten aan kievitspunten waarbij na de meting de kuikens nog in leven waren (= overleefd, 1) te vergelijken met de habitatkenmerken van metingen aan kievitspunten waarna de kuikens zijn doodgegaan (= dood, 0). Hierbij was de responsvariabele het al dan niet overleven van een meetinterval van een week (0/1, binomiale verdeling) en waren de verklarende variabelen gebied, dagnummer, leeftijd en habitatkenmerk, en de interactie tussen de laatste twee.

Het model zag er als volgt uit:

$$\text{Overleving} = \text{gebied} + \text{dagnummer} + \text{leeftijd} * \text{habitatkenmerk}$$

Daarnaast zijn ook de interacties tussen dagnummer en leeftijd, tussen vegetatiehoogte en – standaarddeviatie en tussen insectenbiomassa/-aantallen en vegetatiehoogte getoetst.

Ook voor deze analyses werden Generalized Linear Models (GLMs) gebruikt, omdat de beperkte hoeveelheid metingen voor singulariteits- en/of convergentieproblemen zorgde wanneer mixed effects modellen werden gebruikt; er kon dus geen rekening worden gehouden met de onderlinge afhankelijkheid van metingen binnen één gezin. Ook konden interacties tussen habitatkenmerken hierdoor slechts beperkt worden meegenomen.

**Tabel 2.3.** Aantallen gevolgde gezinnen en aantallen metingen aan kievitspunten waarna het gezin nog in leven was of niet per onderzoeksgebied.

*Table. 2.3. Number of tracked families and the number of measurements of 'lapwing points' after which the family remained alive per study area.*

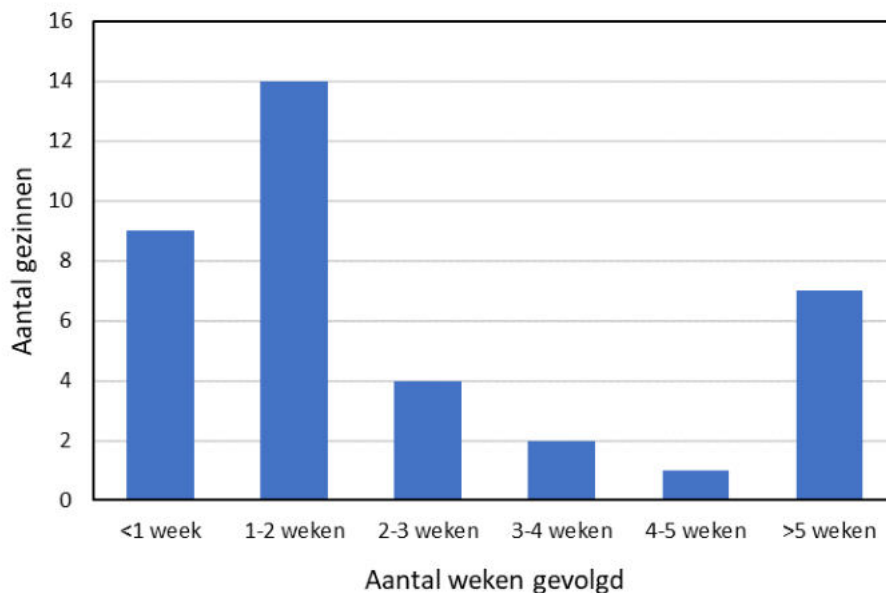
Gebied	N gezinnen	N gezinnen vliegvlug	N metingen		
			waarna overleefd	N metingen waarna dood	N metingen totaal
Arkemheen	3	1	10	2	12
Altena	2	1	7	1	8
Kollumerpomp	5	1	6	4	10
Reitdiep	8	2	19	6	25
Ronde Hoep	3	0	3	3	6
Tolhuislanden	2	1	8	1	9
Wynserpolder	4	1	11	3	14
<b>Totaal</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>64</b>	<b>20</b>	<b>84</b>

## 3 Resultaten

### 3.1 Gevolgde Kievitsgezinnen

In elk van de studiegebieden kwamen voldoende Kieviten tot broeden om het gewenste aantal vrouwtjes op het nest te kunnen vangen. In totaal zijn er 40 vrouwtjes gevangen; daarnaast waren er vanuit een zenderstudie in Fryslân in 2021 nog acht gezenderde vrouwtjes Kieviten die ook dit jaar gevolgd konden worden (Loonstra *et al.* 2022). Daar staat tegenover dat er in vier gebieden predatie plaatsvond van gezenderde vrouwtjes: in Arkemheen (1), Tolhuislanden (1) en Kollumerpomp (2) werd een vrouwtje in de eifase gepredeerd, in Altena werd een vrouwtje gepredeerd toen de kuikens twee dagen oud waren.

Van de overige vogels hebben we in totaal 42 eerste broedpogingen vastgesteld, waarvan er 12 in de eifase mislukten (28.6%), 23 al hun kuikens verloren (54.8%) en er zeven minstens één vliegvlug kuiken produceerden (16,6%). Geen van de 13 tweede broedpogingen van gezenderde vrouwtjes leverde vliegvlugge jongen op; zes mislukten in de eifase (46.2%) en de overige zeven in de kuikenfase (53,8%). In Tolhuislanden werd een derde broedpoging vastgesteld, die in de eifase mislukte. Deze vogel had in de eerste broedpoging haar kuikens verloren en de tweede poging was ook in de eifase gestrand. Noemenswaardig is dat twee vogels na hun eerste mislukte broedpoging naar Oost-Europa trokken, mogelijk om daar nog een broedpoging te doen (zie ook box 1).

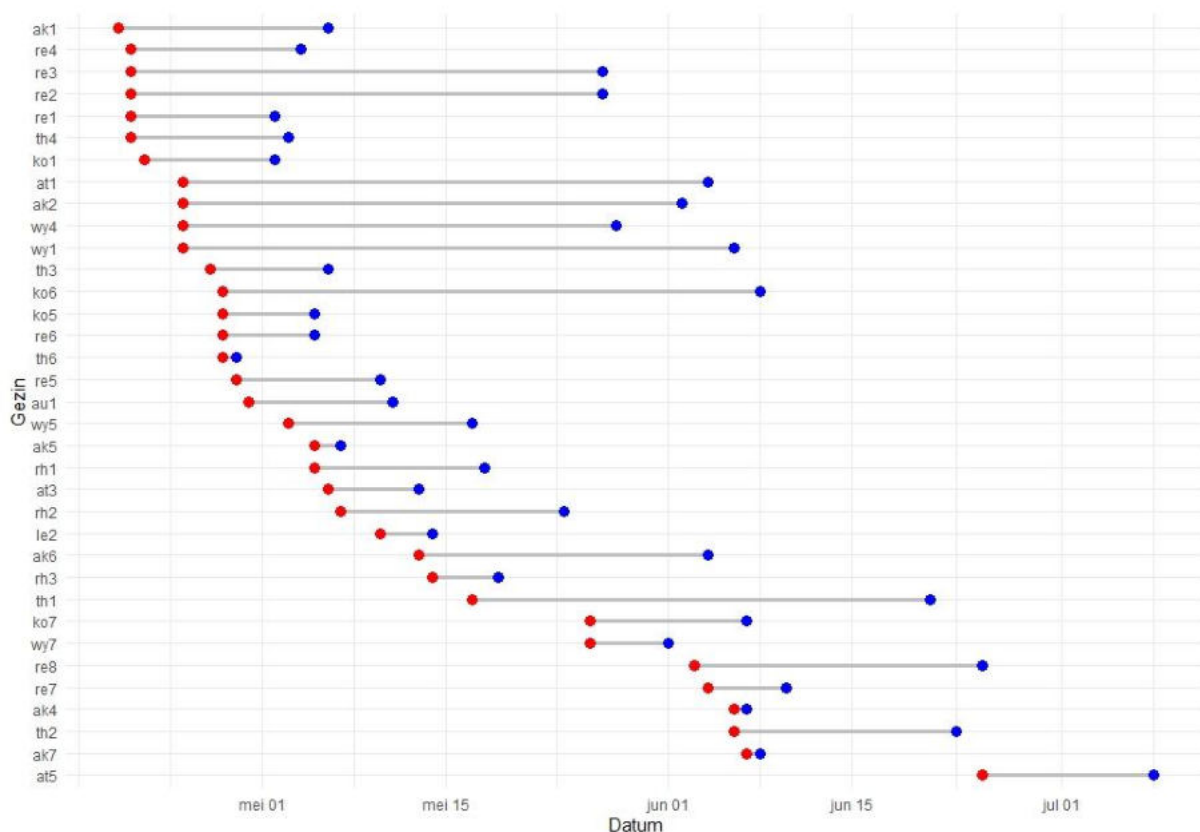


**Figuur 3.1.** Verdeling van het aantal weken dat kievitsgezinnen overleefden en gevolgd konden worden.

*Figure 3.1. Distribution of the number of weeks that a lapwing family survived and could be tracked.*

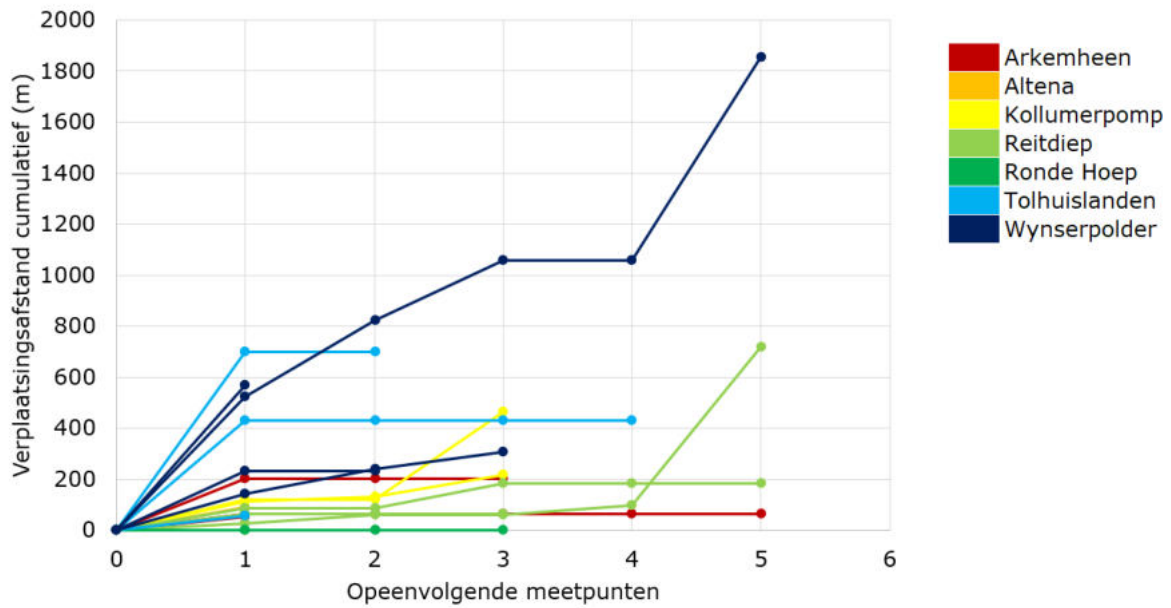
Er waren uiteindelijk dus 37 legfels die resulteerden in kuikens (30 bij de eerste broedpoging, zeven bij de tweede broedpoging). Hiervan waren er 10 gezinnen waarbij de kuikens al direct bij het nest verdwenen. Van de overige 27 gezinnen konden habitatkenmerken worden gemeten. Alleen deze gezinnen zijn meegenomen in de analyses. In twee gevallen ging het om de kuikens van de eerste en de tweede broedpoging van hetzelfde vrouwtje (in Reitdiep en Kollumerpomp). Er werden maar weinig gezinnen langer dan twee weken gevolgd (figuur 3.1, 3.2).

Vrijwel alle kievitsgezinnen verplaatsten zich na het uitkomen van de eieren binnen enkele dagen weg van de nestlocatie (figuur 3.3). De gemiddelde afstand die daarbij werd afgelegd was ca. 207 m (53-568 m). Ruim de helft van de gevolgde gezinnen had vanaf dat moment nog maar een actieradius van enkele tientallen meters. Als een gezin zich wel (opnieuw) verplaatste, was de afstand over het algemeen minder dan 100 m, met uitschieters tot maximaal 797 m. Hoewel de meeste gezinnen niet langer dan enkele weken gevolgd konden worden, was er een trend dat de grotere afstanden werden afgelegd door de oudere kuikens. Uiteindelijk waren er 22 verplaatsingen die we konden gebruiken om de habitatkenmerken op de nieuwe locatie te vergelijken met die op de verlaten locatie.



**Figuur 3.2.** Duur van tracking van kievitsgezinnen tijdens de kuikenfase (alleen gezinnen die minstens een dag zijn gevolgd zijn weergegeven).

**Figure 3.2.** Duration of tracking of lapwing families with chicks (only families tracked for at least a day are represented).



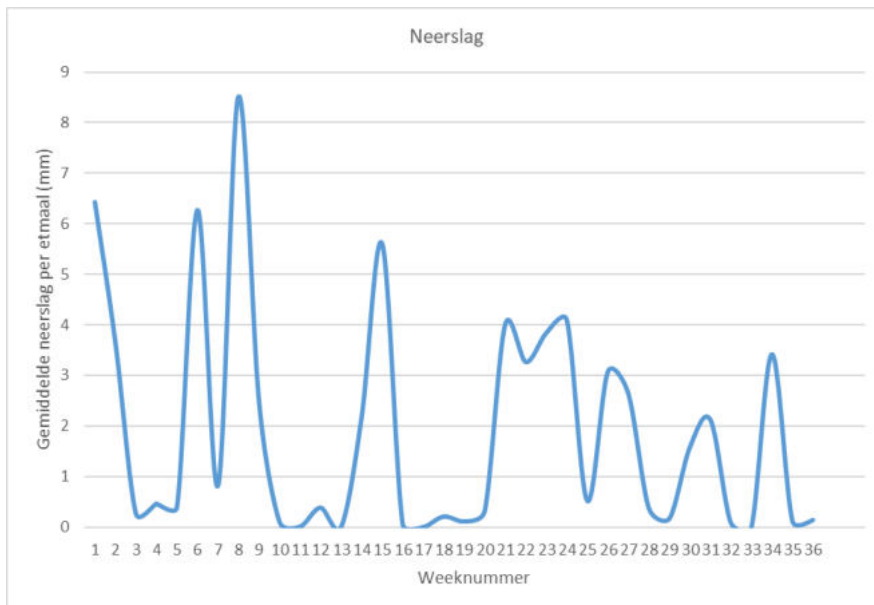
**Figuur 3.3.** Cumulatieve afstanden die door kievitsgezinnen werden afgelegd vanaf het eerste meetpunt (meestal het nestpunt).

**Figure 3.3.** Cumulative distance travelled by lapwing families after the first measurement point (typically nest location).

## 3.2 Ontwikkeling weersomstandigheden en habitatkenmerken

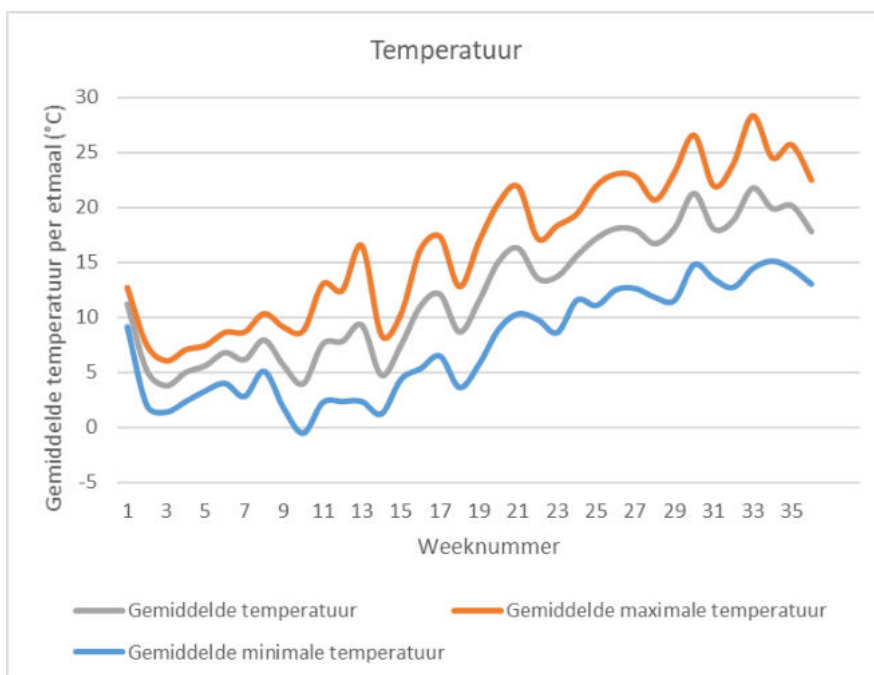
### 3.2.1 Weersomstandigheden

De lente van 2022 (maart-mei) was droog met gemiddeld over het land 105 mm neerslag t.o.v. 148 mm langjarig gemiddelde (KNMI). Vooral maart was zeer droog met gemiddeld 14 mm ten opzichte van een langjarig gemiddelde van 53 mm (figuur 3.4). April en mei verliepen redelijk volgens de verwachting op vlak van de hoeveelheid neerslag. De lente was zacht, met een gemiddelde temperatuur van 10.2 °C t.o.v. een langjarig gemiddelde van 9.9 °C (figuur 3.5). Maart en mei waren iets warmer dan het langjarig gemiddelde, april juist iets koeler (9.3 t.o.v. 9.8 °C).



**Figuur 3.4.** Gemiddelde neerslag per etmaal, per week. Gebaseerd op data van de volgende weerstations (geselecteerd op nabijheid t.o.v. onderzoeksgebieden): De Bilt, Gilze-Rijen, Leeuwarden, Lauwersoog, Schiphol, Marknesse (KNMI,2022).

**Figure 3.4.** Average precipitation per day per week. Based on data from the following weather stations (selected based on proximity to study areas): De Bilt, Gilze-Rijen, Leeuwarden, Lauwersoog, Schiphol, Marknesse (KNMI, 2022).



**Figuur 3.5.** Gemiddelde, maximale en minimale temperatuur per etmaal, per week. Gebaseerd op data van de volgende weerstations (geselecteerd op nabijheid t.o.v. onderzoeksgebieden): De Bilt, Gilze-Rijen, Leeuwarden, Lauwersoog, Schiphol, Marknesse (KNMI,2022).

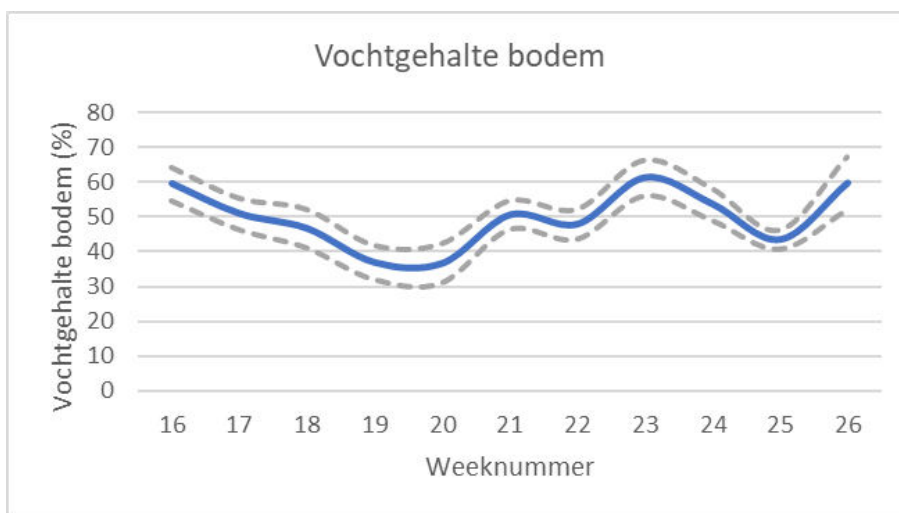
**Figure 3.5.** Average, maximum and minimum daily temperature per week. Based on data from the following weather stations (selected based on proximity to study areas): De Bilt, Gilze-Rijen, Leeuwarden, Lauwersoog, Schiphol, Marknesse (KNMI, 2022).



### 3.2.2 Habitatkenmerken: bodem en vegetatie

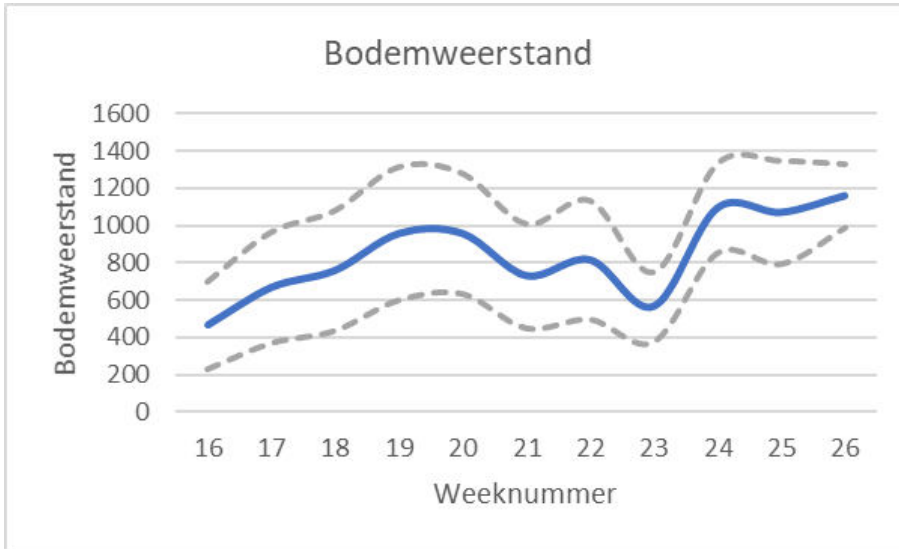
Vanaf week 16 (half april) nam het vochtgehalte van de bodem geleidelijk af, tot een dieptepunt in week 19 en 20 (eerste twee weken van mei) (figuur 3.6). Daarna was een geleidelijke toename van de bodemvochtigheid waarneembaar, alhoewel in week 24 en 25 nog een terugval waarneembaar was (tweede en derde week juni).

De fluctuaties in het vochtgehalte van de bodem lijken 1 op 1 samen te hangen met de bodemweerstand (figuur 3.7): als de bodemvochtigheid laag is dan is de weerstand hoog en vice versa.



**Figuur 3.6.** Gemiddelde vochtgehalte bodem (%) per week, op de referentiepunten. De grijze stippellijn toont de standaarddeviatie.

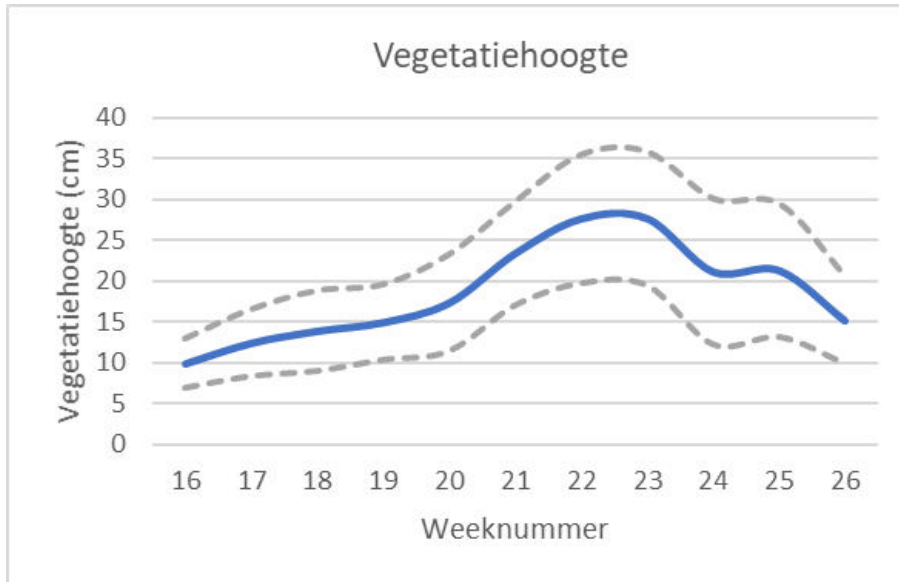
**Figure 3.6.** Average soil moisture content (%) per week at the reference points. Grey lines represent standard deviation.



**Figuur 3.7.** Gemiddelde bodemweerstand per week, op de referentiepunten. De grijze stippellijn toont de standaarddeviatie.

**Figure 3.7.** Average soil resistance per week at reference points. Grey lines represent standard deviation.

De gemiddelde vegetatiehoogte nam gedurende het broedseizoen geleidelijk toe tot aan week 22 (begin juni), waarna een afname volgde als gevolg van maaien en het platvallen van de vegetatie (figuur 3.8). De structuur van de vegetatie (variatie in vegetatiehoogte) volgde hetzelfde patroon als de vegetatiehoogte.



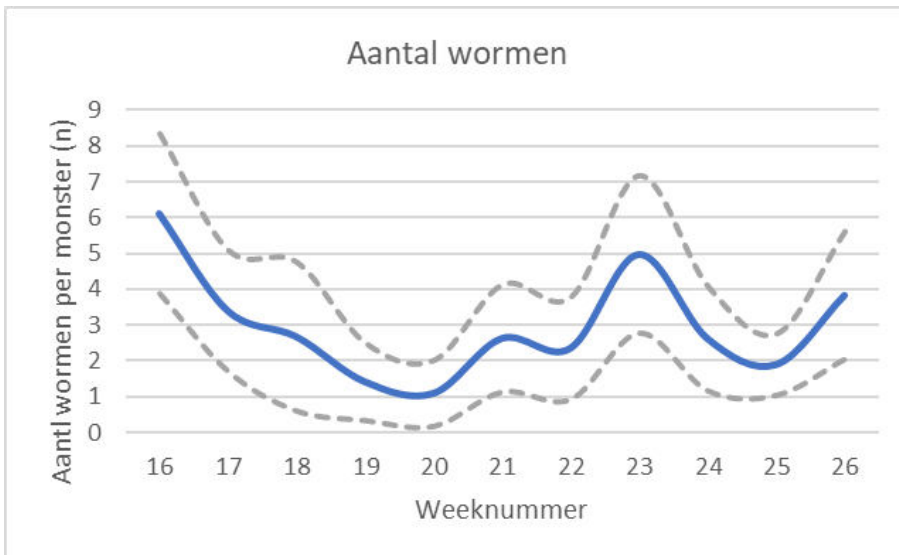
**Figuur 3.8.** Gemiddelde vegetatiehoogte (cm) per week, op de referentiepunten. De grijze stippellijn toont de standaarddeviatie.

*Figure 3.8.* Average vegetation height (cm) per week at referente points. Grey lines represent standard deviation.

### 3.2.3 Habitatkenmerken: voedselaanbod wormen en insecten

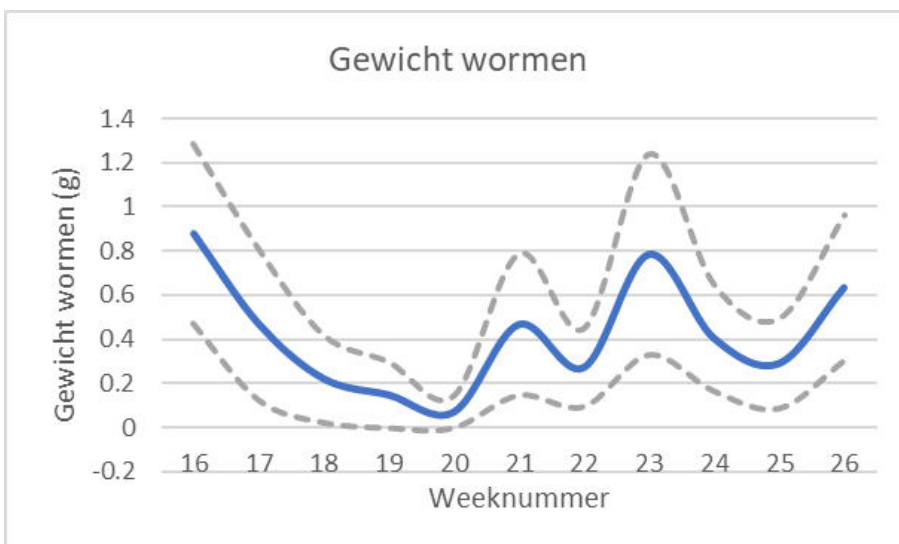
Vanaf week 16 (half april) nam het aantal en het gewicht aan wormen geleidelijk af, tot een dieptepunt in week 19 en 20 (eerste twee weken van mei) (figuur 3.9, 3.10). Daarna was een herstel van het aantal wormen waarneembaar. In week 24 en 25 kelderde het aantal wormen nogmaals (tweede en derde week juni). Deze trends lijken 1 op 1 samen te hangen met bodemvocht, en bodemweerstand. Daardoor ontstaat het beeld van alles of niks: week 19, 20 en 24, 25 worden gekenmerkt door een lage bodemvochtigheid, hoge bodemweerstand en beperkt aantal wormen. Voor de overige weken geldt min of meer het tegenovergestelde.

In week 16 (18-24 april) zijn opvallend hoge aantallen geleedpotigen vastgesteld, gevolgd door een terugval en vervolgens een geleidelijke toename tot aan week 19 en 20 (eerste twee weken van mei). Daarna volgde een gestage afname tot week 22 (eind mei/begin juni), waarna weer een toename volgde (figuur 3.11). Een vergelijking tussen figuur 3.11 en 3.12 maakt duidelijk dat spinnen met de grootste aantallen zijn vastgesteld, gevolgd door de kevers, terwijl dit op bij de biomassa precies andersom is. Figuur 3.11 maakt inzichtelijk dat het aantal spinnen vroeger in het seizoen zijn piek bereikt (week 19, midden mei) dan het aantal kevers (week 24, midden juni).



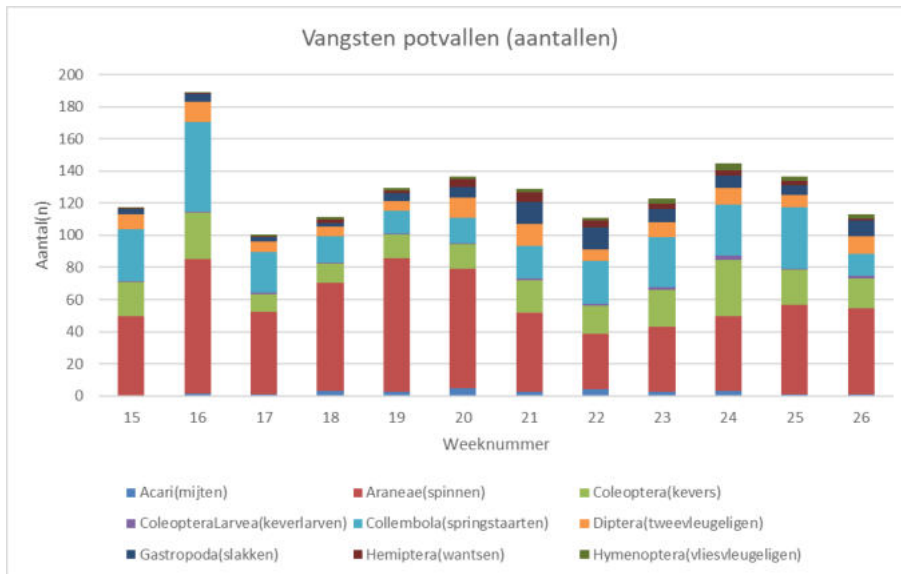
**Figuur 3.9.** Gemiddelde aantal wormen per monster (n) per week, op de door ons bezochte locaties. Uitsluitend referentiepunten zijn meegenomen. De grijze stippellijn toont de standaarddeviatie.

**Figure 3.9.** Average number of worms per sample (n) per week at reference points. Grey lines represent standard deviation.



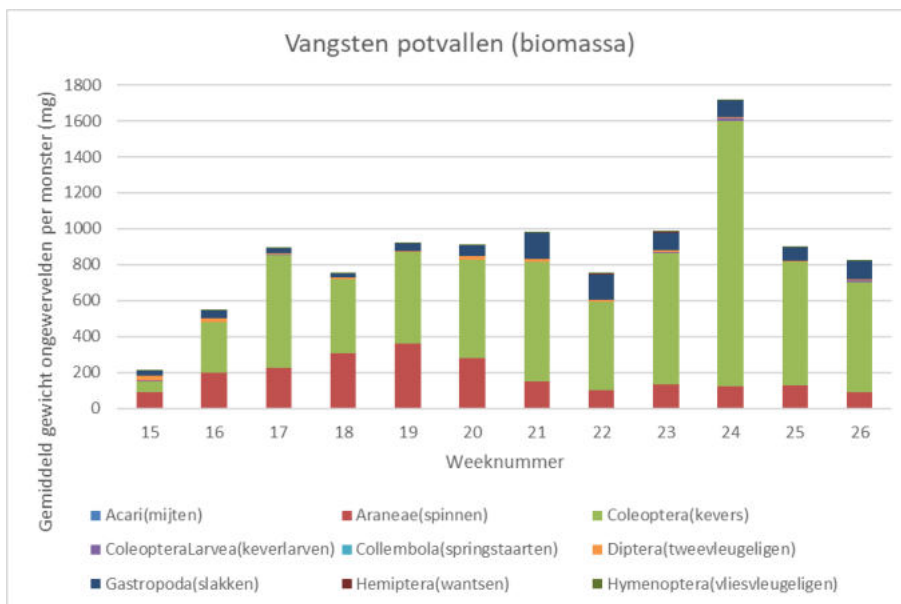
**Figuur 3.10.** Gemiddelde biomassa aan wormen (g) per perceel, per week, op de door ons bezochte locaties. Uitsluitend referentiepunten zijn meegenomen. De grijze stippellijn toont de standaarddeviatie.

**Figure 3.10.** Average worm biomass (g) per week at reference points. Grey lines represent standard deviation.



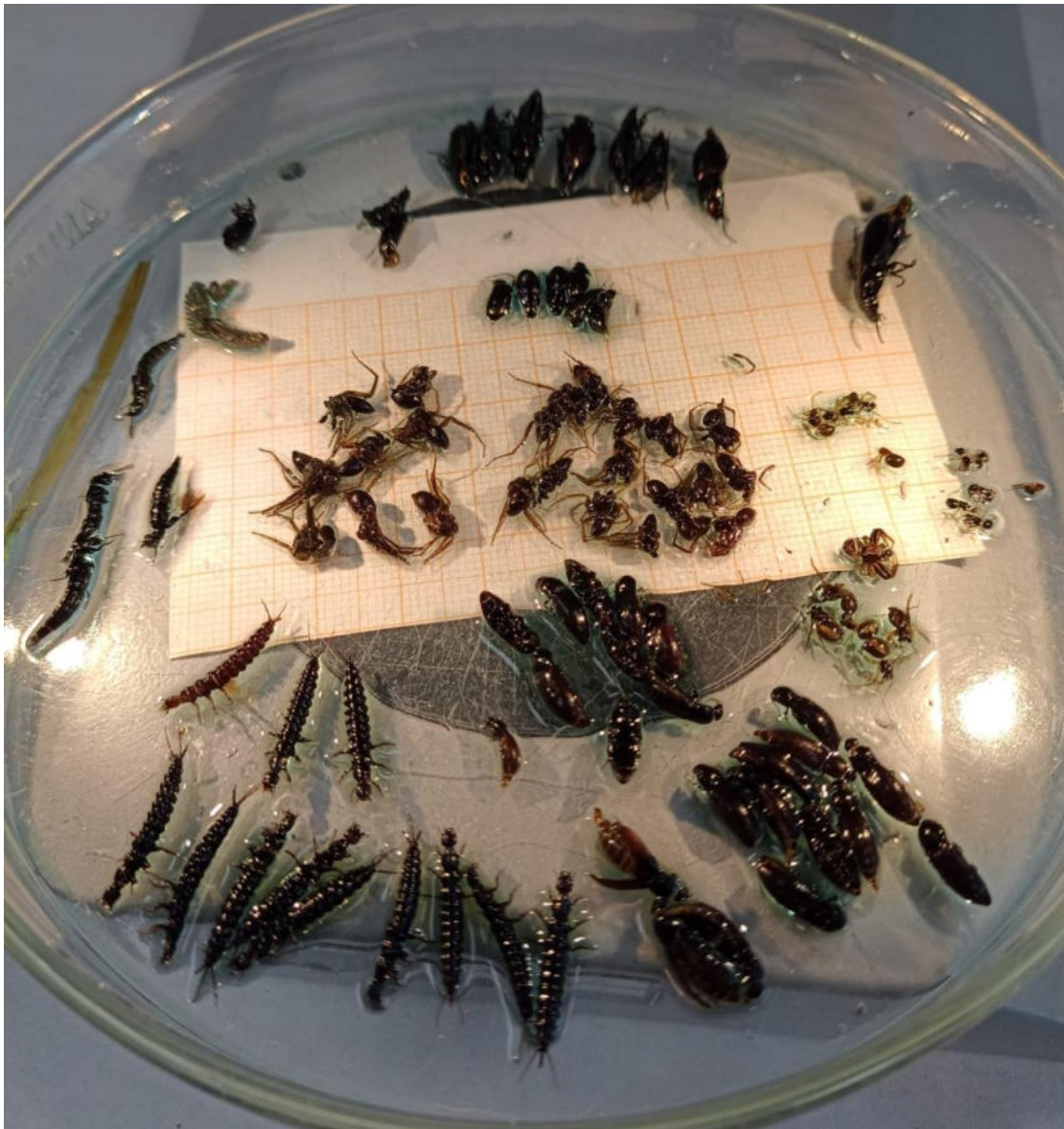
**Figuur 3.11.** Aantal ongewervelden per week. Weergegeven is het gemiddelde aantal individuen per monster, per orde per week. Ordes met gemiddeld minder dan 1 individu per monster zijn buiten beschouwing gelaten.

**Figure 3.11.** Number of invertebrates per week in pitfall traps. Bars represent the average number of individuals per sample per order per week. Orders with <1 individual on average are not included in the graph.



**Figuur 3.12.** Gemiddelde biomassa van ongewervelden per week. Weergegeven is de gemiddelde totale biomassa per monster, opgesplitst naar orde. Ordes met gemiddeld minder dan 1 individu per monster zijn buiten beschouwing gelaten.

**Figure 3.12.** Average invertebrate biomass per week. Bars represent the average total biomass per sample per order. Orders with <1 individual on average are not included in the graph.



**Figuur 3.13.** Verschillende ordes geleedpotigen uit een potval.

*Figure 3.13.* Multiple orders of arthropods from a pitfall trap.

### 3.3 Samenhang habitatkenmerken

Een groot aantal habitatkenmerken is gecorreleerd aan elkaar. Inzicht in deze correlaties helpt om de resultaten van de regressieanalyses beter te kunnen interpreteren in een ecologische context. De correlatiematrix (tabel 3.1) laat de mate van correlatie tussen alle afzonderlijke habitatkenmerken zien. De correlatiecoëfficiënten, steekproefgroottes en significanties zijn terug te vinden in bijlage 1.

Een aantal correlaties valt op:

- De gemiddelde vegetatiehoogte is positief gecorreleerd met de productiviteit en drooglegging, en negatief met de openheid en vochtgehalte.
- Productiviteit is positief gecorreleerd met de bodemweerstand en drooglegging en negatief met de openheid van het landschap.

- Aantal en biomassa aan grote en alle geleedpotigen is positief gecorreleerd met de gemiddelde vegetatiehoogte en drooglegging, terwijl biomassa van kleine geleedpotigen negatief is gecorreleerd met drooglegging en productiviteit, en positief met microreliëf en openheid van het landschap. Het aantal kleine geleedpotigen is positief gecorreleerd met het bodemvocht en negatief met vegetatiehoogte.
- Aantal en biomassa aan regenwormen is positief gecorreleerd met het gemiddelde vochtgehalte en negatief gecorreleerd met de gemiddelde bodemweerstand.
- Drooglegging correleert positief met vegetatiehoogte, bodemweerstand, biomassa en aantallen van grote insecten en biomassa van alle insecten en negatief met de biomassa van kleine insecten.
- Microreliëf correleert negatief met bodemweerstand en positief met de biomassa aan kleine geleedpotigen en de aantallen van grote geleedpotigen.

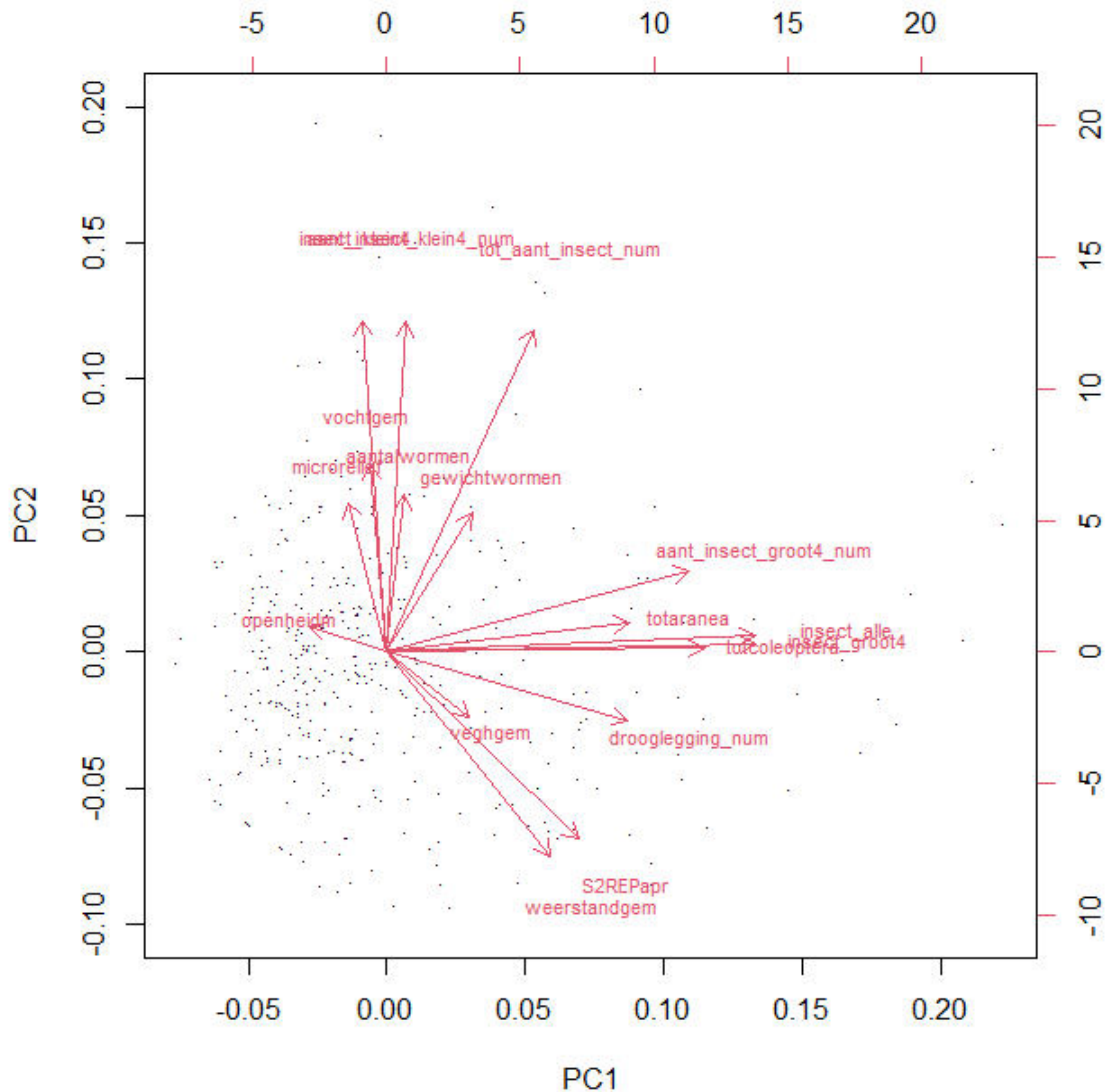
**Tabel 3.1.** Correlatiematrix met richting van de correlatie tussen alle habitatkenmerken. Alleen significante correlaties zijn weergegeven ( $p < 0.05$ ). De kleuren geven de hoogte van de correlatiecoëfficiënt (geel = 0-0.2, oranje = 0.2-0.5, rood =  $>0.5$ ). Zie bijlage 1 voor meer details.

**Table 3.1.** Correlation matrix with the direction of correlations between all habitat traits. Only significant correlations are represented ( $p < 0.05$ ). Colours depict the strength of the correlation (yellow = 0-0.2, orange = 0.2-0.5, red =  $>0.5$ ). See appendix 1 for more details.

	Vegetatiehoogte (gem)	Vochtgehalte (gem)	Weerstand van de bodem	Wormen (aantal)	Wormen (gewicht)	Insecten groot (gewicht)	Insecten klein (gewicht)	Insecten alle (gewicht)	Aranea (gewicht)	Coleoptera (gewicht)	Diptera larvae (gewicht)	Insecten klein (aantal)	Insecten groot (aantal)	Insecten alle (aantal)	Microreliëf	Drooglegging	Openheid landschap	Productiviteit S2REP (apr)
Vegetatiehoogte (gem)		-	+	-		+		+		+	+	-	+		+	+	-	+
Vochtgehalte (gem)				+	+	-		-		-	-	+		+	-			-
Weerstand van de bodem				-	-		-				+				-	+		+
Wormen (aantal)					+		+				-	+		+				
Wormen (gewicht)												+					-	
Insecten groot (gewicht)								+	+	+	+		+	+		+		
Insecten klein (gewicht)									+			+	+	+	+	-	+	-
Insecten alle (gewicht)									+	+	+		+	+		+		
Aranea (gewicht)										+		+	+	+		+	+	
Coleoptera (gewicht)													+	+		+		+
Diptera larvae (gewicht)												-					+	+
Insecten klein (aantal)													+	+				-
Insecten groot (aantal)														+	+	+		-
Insecten alle (aantal)															+	+		-
Microreliëf																+	-	-
Drooglegging																	-	+
Openheid landschap																		-
Productiviteit S2REP (apr)																		



Hoewel uit de paarsgewijze correlaties al een bepaald beeld ontstaat, werpt een PCA nog iets meer licht op de belangrijkste processen die achter deze correlaties zitten (figuur 3.13). De eerste as (PC1) lijkt vooral gecorreleerd aan kenmerken die te maken hebben met de intensiteit van het landgebruik, waaronder de drooglegging, openheid van het landschap, vegetatiehoogte en in mindere mate productiviteit. Opvallend is dat de biomassa aan (vooral grote) geleedpotigen ook correleert met deze as, in tegenstelling tot het aantal (vooral kleine) geleedpotigen, dat juist sterk gecorreleerd is met de tweede as (PC2). Deze as correleert vooral met kenmerken die te maken hebben met vochtigheid, zoals het vochtgehalte van de bodem, weerstand van de bodem, microreliëf en het aantal wormen.



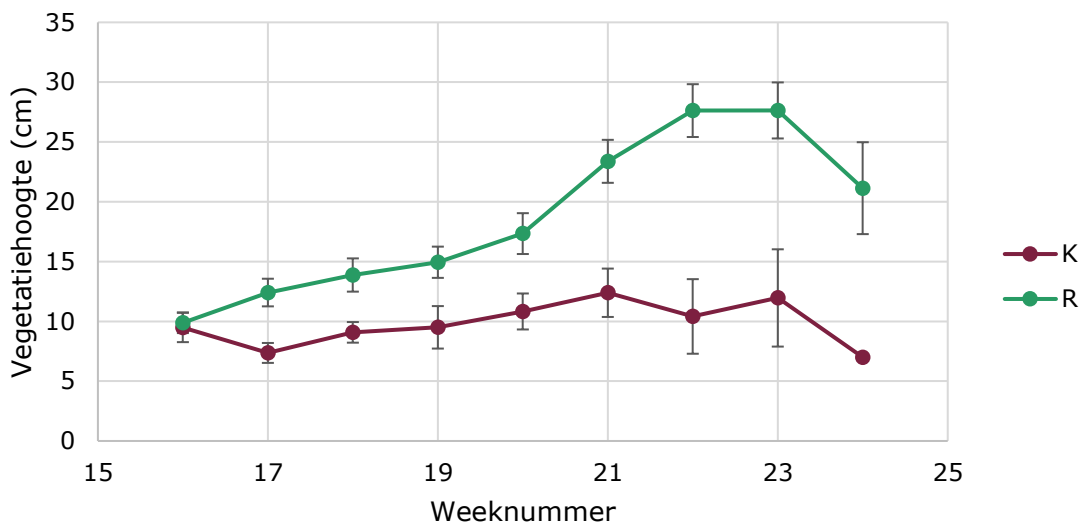
**Figuur 3.13.** Resultaten van de PCA met alle numerieke variabelen, behalve de biomassa aan dipteralarven.  
**Figure 3.13.** Results of PCA with all numeric variables except diptera larvae biomass.

## 3.4 Habitatselectie door kievitsgezinnen

### 3.4.1 Kievitspunten vs. Referentiepunten

Door de lage overleving van de kuikens en het beperkte aantal kievitsgezinnen dat daardoor kon worden gevolgd, is het aantal metingen aan kievitspunten (78) kleiner dan het aantal metingen aan referentiepunten (298) (tabel 2.1). Omdat op sommige meetpunten niet alle habitatkenmerken zijn gemeten varieerde de werkelijke totale steekproef tussen 249 en 369 meetpunten, afhankelijk van het habitatkenmerk. Hoewel de referentiepunten over een iets langere periode gemeten zijn, zijn de figuren in deze paragraaf beperkt tot de relevante periode voor de gevolgde gezinnen (half april tot half juni).

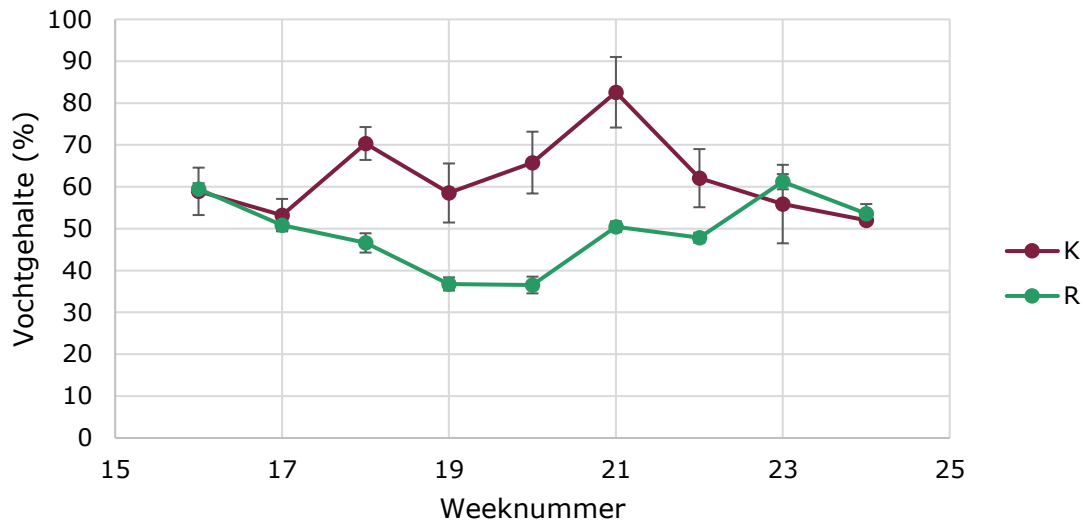
De gemiddelde vegetatiehoogte was op kievitspunten ca. 10 cm korter dan op referentiepunten ( $p < 0.001$ , bijlage 2). Kievitsgezinnen selecteerden dus plekken met een relatief korte vegetatie. Het verschil in vegetatiehoogte nam toe gedurende het seizoen, van ca. 5 cm in eind april tot meer dan 15 cm in begin juni (figuur 3.14). Het lijkt erop dat de kievitskuikens ook laat in het seizoen, ondanks de toenemende vegetatiehoogte, toch de plekjes met lagere vegetatie wisten te vinden.



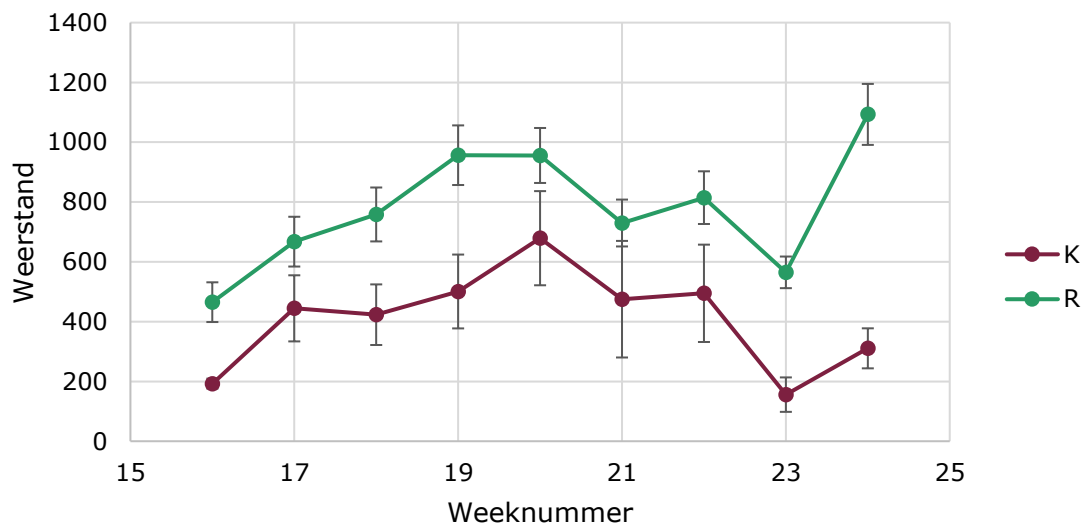
**Figuur 3.14.** Vegetatiehoogte in de loop van het seizoen op referentie- (R) en kievitspunten (K).

*Figure 3.14.* Vegetation height during the chick rearing season at reference (R) and lapwing points (K).

Het vochtgehalte van de bodem was gemiddeld 27.2% (13.5 procentpunt) hoger op kievitspunten dan op referentiepunten ( $p < 0.001$ ). Dit verschil werd vooral veroorzaakt door het uitdrogen van de graslanden in april/mei, zoals gemeten op de referentiepunten (figuur 3.15). De bodemweerstand was gemiddeld ca. 250 N/cm<sup>2</sup> lager op kievitspunten dan op referentiepunten ( $p < 0.001$ ; figuur 3.16). De kievitsgezinnen selecteerden dus de relatief vochtige plekken met een betere inprikbaarheid van de bodem.

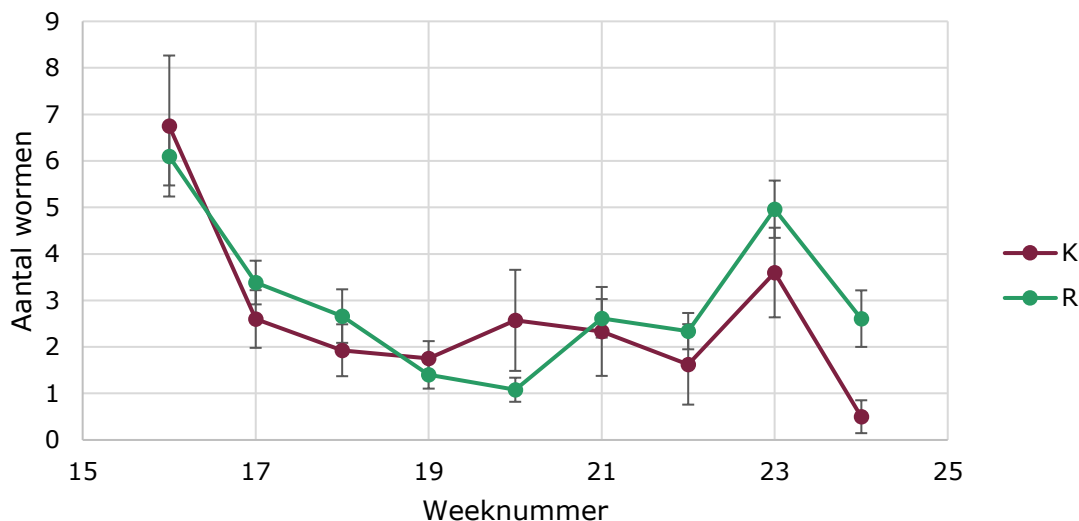


**Figuur 3.15.** Verschil in bodemvochtgehalte over de tijd tussen referentie- (R) en kievitspunten (K).  
**Figure 3.15.** Difference in soil moisture content over time between reference (R) and lapwing points (K).



**Figuur 3.16.** Verschil in bodemweerstand over de tijd tussen referentie- en kievitspunten.  
**Figure 3.16.** Difference in soil resistance over time between reference and lapwing points.

Het aantal en gewicht van regenwormen in de bodemmonsters verschilde niet tussen kievitspunten en referentiepunten ( $p=0.60$ , resp.  $p=0.20$ ). Het aantal regenwormen nam in de droge periode in eind april/begin mei sterk af, om later in het seizoen weer iets te herstellen (figuur 3.17).

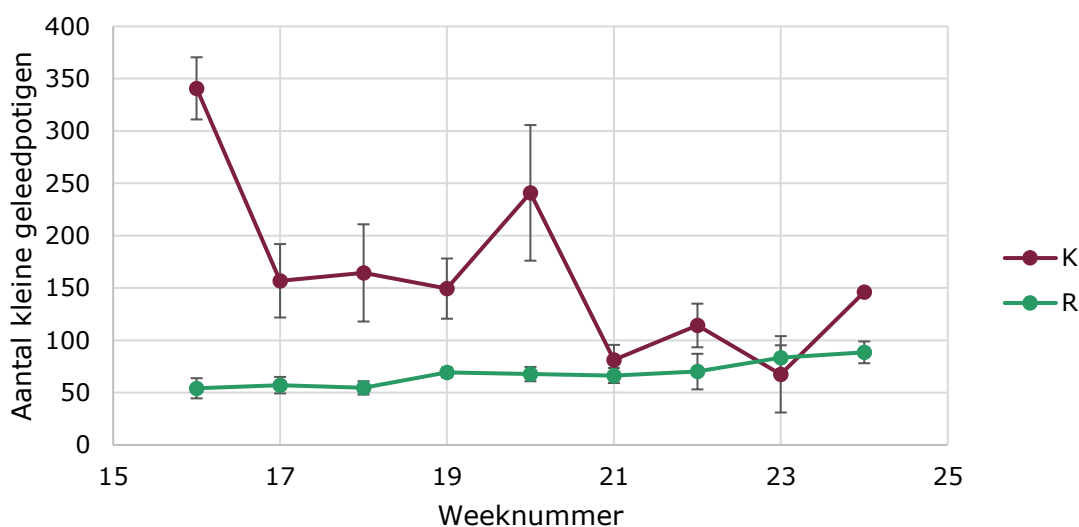


**Figuur 3.17.** Verschil in aantal wormen over de tijd tussen referentie- en Kievitspunten.

**Figure 3.17.** Difference in number of worms over time between reference and lapwing points.

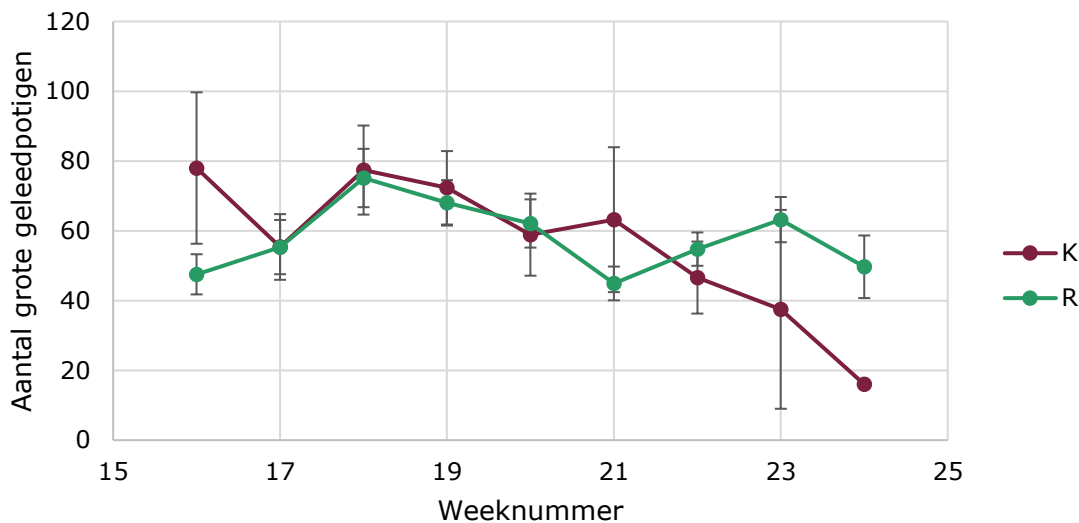
De aantallen van alle geleedpotigen tezamen waren gemiddeld groter op Kievits- dan op referentiepunten ( $p < 0.001$ ). Opvallend genoeg leek de totale *biomassa* van insecten echter juist kleiner op Kievitspunten, al was dit verschil net niet significant ( $p = 0.08$ ). Dit kan worden verklaard door verschillen in de grootte van de aanwezige insecten.

De aantallen en biomassa aan kleine geleedpotigen waren op de Kievitspunten aanzienlijk groter dan op de referentiepunten (in beide gevallen  $p < 0.001$ ), vooral aan het begin van het seizoen (figuur 3.18). De aantallen en biomassa van grote insecten waren gemiddeld juist groter op referentiepunten, waarbij het verschil in biomassa bijna significant was ( $p = 0.18$ , resp.  $p = 0.06$ , figuur 3.19).



**Figuur 3.18.** Verschil in aantal kleine insecten over de tijd tussen referentie- (R) en Kievitspunten (K).

**Figure 3.18.** Difference in the number of small insects over time between reference and lapwing points.



**Figuur 3.19.** Verschil in aantal grote insecten over de tijd tussen referentie- (R) en Kievitspunten (K).

**Figure 3.19.** Difference in number of large insects over time between reference (R) and lapwing points (K).

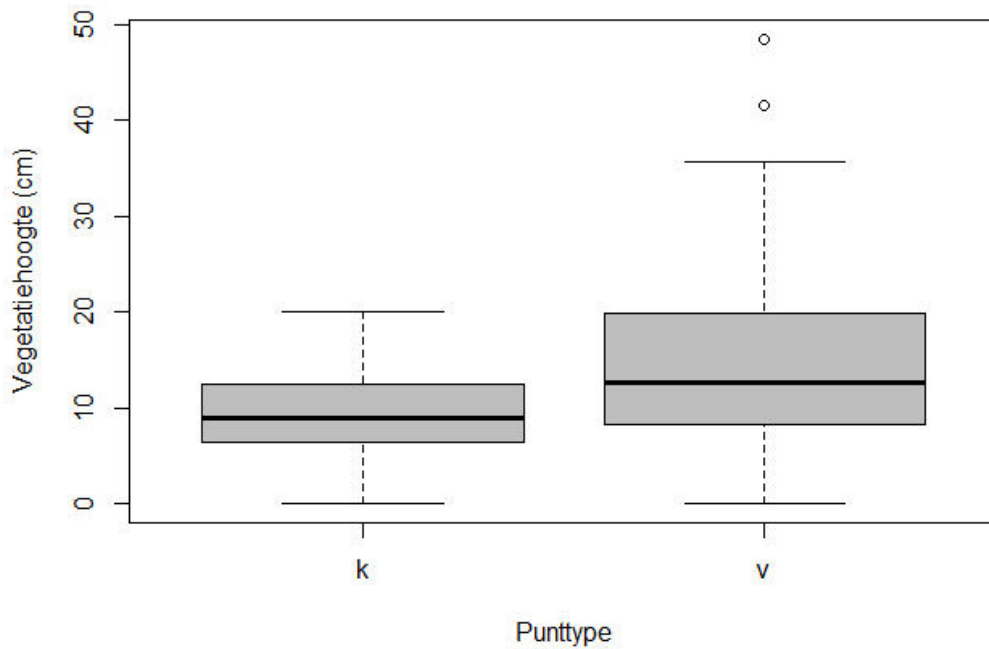
De omgevingskenmerken die op basis van een GIS exercitie zijn bepaald (drooglegging, openheid, microreliëf en S2REP) hadden één waarde per punt voor het hele seizoen en waren voor de referentiepunten dus constant over de tijd. De drooglegging was gemiddeld ca. 13 cm minder op Kievitspunten dan op referentiepunten, maar dit effect was net niet significant ( $p=0.09$ ). De openheid verschilde niet significant tussen Kievitspunten en referentiepunten ( $p=0.26$ ). Het microreliëf op Kievitspunten was groter dan op referentiepunten ( $p<0.05$ ) en Kievitsgezinnen leken in de loop van het seizoen in toenemende mate gebruik te maken van percelen met (meer) microreliëf. De variabele S2REP, die een maat geeft voor de productiviteit van de vegetatie, was significant kleiner op Kievitspunten dan op referentiepunten ( $p<0.01$ ). Wel werden in de loop van het seizoen in toenemende mate plekken gekozen met een iets hogere groenindex.

### 3.4.2 Kievitspunten vs. verlaten Kievits- en nestpunten

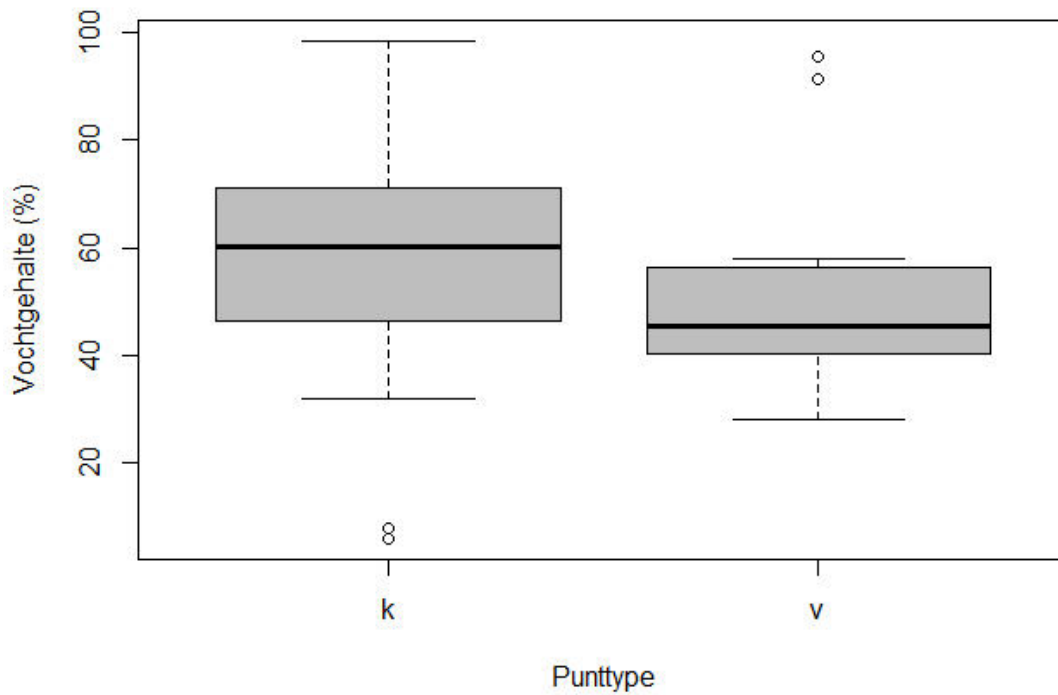
De aantallen metingen aan Kievitspunten en verlaten Kievitspunten varieerde sterk tussen gebieden (tabel 2.2), wat grotendeels werd veroorzaakt door de beperkte frequentie waarmee gezinnen verhuisden. In twee gebieden zijn geen metingen aan verlaten Kievitspunten uitgevoerd. In totaal werden 78 metingen verricht aan Kievitspunten en 22 aan verlaten Kievitspunten; de steekproef was dan ook vele malen kleiner dan bij de vergelijking tussen Kievitspunten en referentiepunten. Omdat in sommige meetpunten niet alle habitatkenmerken zijn gemeten varieerde de werkelijke steekproef tussen 68 en 97 meetpunten, afhankelijk van het habitatkenmerk.

De verlaten Kievitspunten hadden gemiddeld een grotere vegetatiehoogte en variatie hierin (in beide gevallen  $p<0.01$ ,  $n = 88$  resp.  $87$ ) dan de meetpunten waar Kievitsgezinnen aanwezig waren. Het gemiddelde vochtgehalte van de bodem was op de verlaten punten juist lager ( $p<0.05$ ,  $n = 68$ ). De overige habitatkenmerken verschilden niet tussen de twee typen punten, evenmin als de interacties

( $p > 0.05$ ). De variabele maaien (ongemaaid, gemaaid, hergroei) kon niet worden meegenomen in de analyse, aangezien er slechts één verlaten punt was gemaaid en één Kievitspunt op hergroei lag; de overige verlaten en Kievitspunten lagen op ongemaaide percelen (en in enkele gevallen op akkers).



**Figuur 3.20.** Verschil in vegetatiehoogte (cm) tussen Kievitspunten (k) en verlaten Kievits-/nestpunten (v).  
*Figure 3.20.* Difference in vegetation height (cm) between lapwing points (k) and deserted lapwing/nest points (v).



**Figuur 3.21.** Verschil in bodemvocht (%) tussen verlaten kievitspunten (k) en kievitspunten/nestpunten (v).  
**Figure 3.21.** Difference in soil moisture content (%) between lapwing points (k) and deserted lapwing/nest points (v).  
 Een directe paarsgewijze vergelijking tussen verlaten kievitspunten en de kievitspunten waar de gezinnen heen waren verhuisd leverde vergelijkbare resultaten op. De nieuwe kievitspunten hadden een significant minder hoge vegetatie en variatie daarin ( $p < 0.05$ ). Ze verschilden niet significant in vochtgehalte van de bodem ( $p = 0.8$ ), maar wel was zowel het aantal als het gewicht aan regenwormen groter op de nieuwe kievitspunten ( $p < 0.05$ ). Er was een trend dat er meer kleine insecten waren op de nieuwe kievitspunten ( $p = 0.07$ ).

### 3.5 Kuikenoverleving in relatie tot habitat

In de zeven gebieden samen zijn er metingen aan kievitspunten van 27 gezinnen uitgevoerd, die samen 84 metingen hebben opgeleverd. De aantallen metingen aan kievitspunten waarna het gezin nog in leven was (in totaal 64) of dood (in totaal 20) en de verhouding tussen de twee, varieerden sterk tussen gebieden (tabel 2.3), wat vooral te maken had met hoe lang gezinnen gevolgd konden worden en dus met de overleving. Omdat in sommige meetpunten niet alle habitatkenmerken zijn gemeten, varieerde de werkelijke steekproef tussen 56 en 84 meetpunten, afhankelijk van het habitatkenmerk. In totaal hebben zeven vrouwtjes kuikens vliegvlug gekregen.

Over het algemeen bleek de overleving af te nemen met dagnummer (latere kuikens hadden kleinere kans op overleving,  $p < 0.05$ ) en overleving nam toe met leeftijd (oudere kuikens hadden een hogere overlevingskans,  $p < 0.05$ ).

Van de afzonderlijke habitatkenmerken had alleen beweiding een significant effect op de overlevingskans ( $p < 0.05$ , estimate=2.97, tabel 3.2), maar de steekproef aan metingen op beweidde percelen was klein. Het effect van maaien kon niet worden getoetst, omdat er te weinig metingen op gemaaide/hergroei percelen waren.

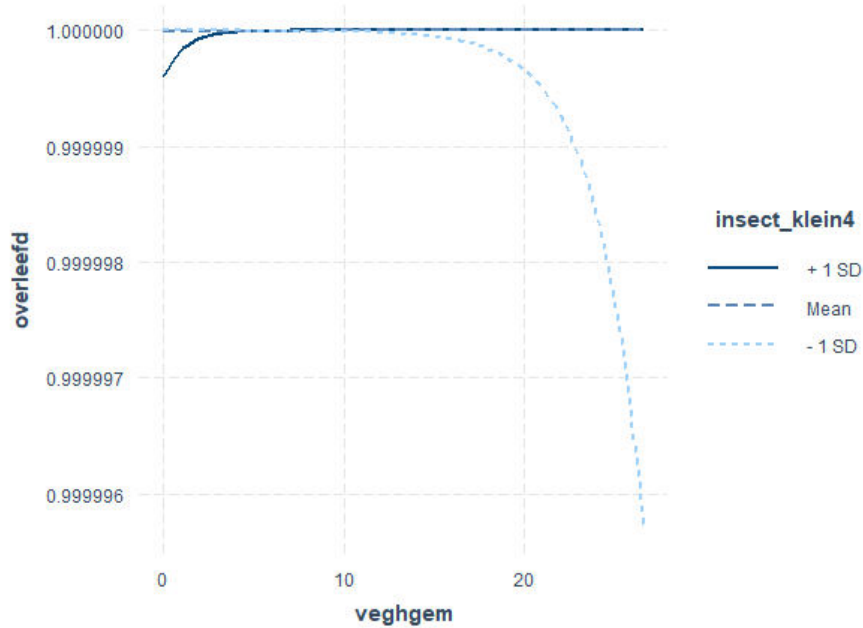
**Tabel 3.2.** Beheerstatus van de percelen waarop meetpunten lagen met onderscheid tussen de meetpunten waarna de kuikens doodgingen en de meetpunten waarna de kuikens overleefden tot de volgende meting.

**Table 3.2.** Management status of the fields where measurements took place with distinction between measurements after which the chicks died and those after which chicks survived until the next measurement.

Categorie	Status	Dood	Overleefd
Beweiding	Niet beweid	18	56
	Beweid	2	8
	Beweid geweest	0	0
Maaistatus	Ongemaaid	17	56
	Gemaaid	0	1
	Hergroei	1	0
	Overig (akker)	2	7



Naast beweiding had de interactie tussen de biomassa aan kleine insecten en de vegetatiehoogte een significant effect op de overleving ( $p < 0.05$ , figuur 3.22). Wanneer het gewicht aan kleine insecten laag was nam de kans op overleving af met de vegetatiehoogte.



**Figuur 3.22.** Het effect van variatie in de biomassa aan kleine insecten op de relatie tussen kuikenoverleving en vegetatiehoogte (cm) op basis van de modelpredicties. De lichtblauwe stippellijn laat zien dat overleving negatief wordt beïnvloed door vegetatiehoogte bij een lage beschikbaarheid aan kleine insecten.

**Figure 3.22.** The effect of variation in small insect biomass on the relation between chick survival and vegetation height (cm) based on model predictions. The light blue dashed line shows that survival is negatively affected by vegetation height when small insect availability is low.

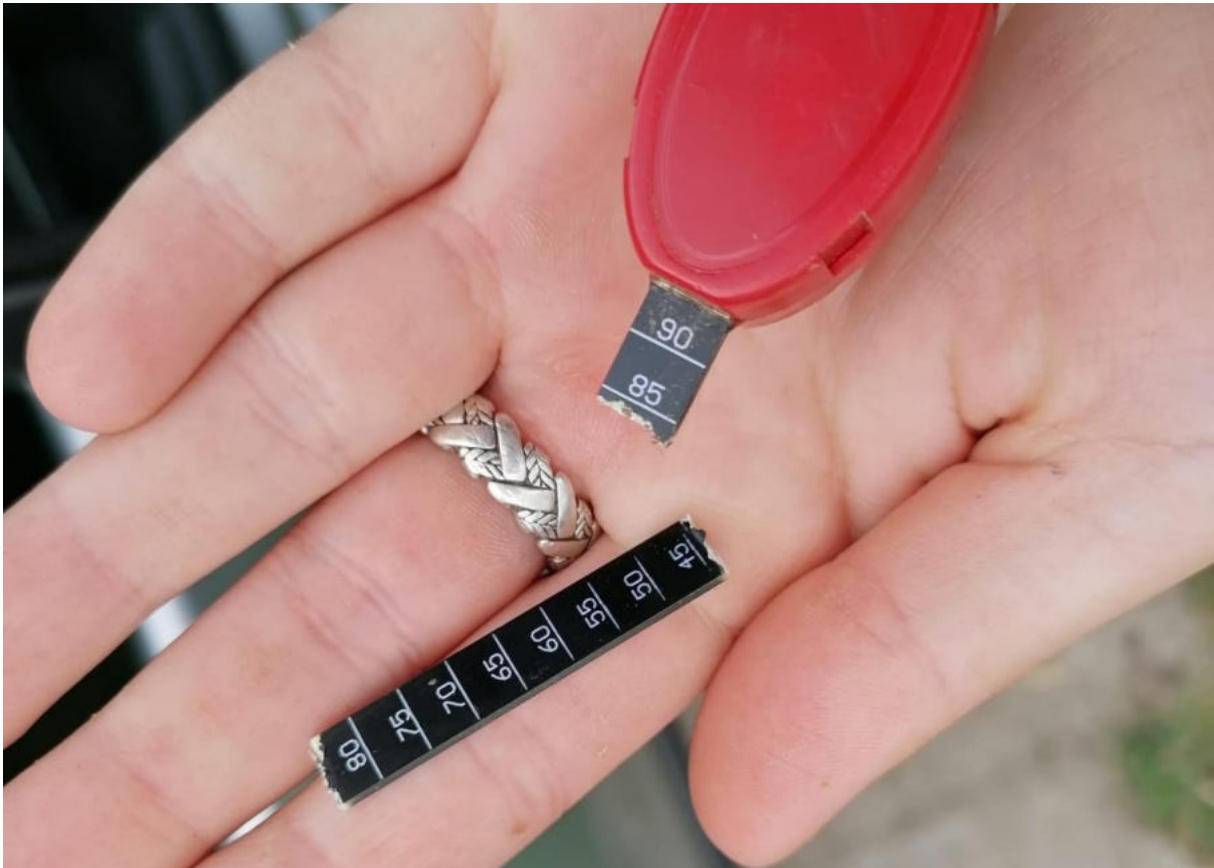
## 4 Discussie

### 4.1 Habitatkeuze van kievitsgezinnen

Door het zenderen en volgen van broedende kievitsvrouwtjes tijdens het voorjaar van 2022 in de provincies Friesland, Groningen, Overijssel, Gelderland, Noord-Holland en Noord-Brabant hebben wij de habitatselectie van kievitsgezinnen in kaart kunnen brengen. De resultaten van dit onderzoek laten zien dat kieviten met jonge kuikens in grasland duidelijk selecteren op een habitat die zich kenmerkt door (1) een lagere vegetatie, (2) een vochtigere bodem met lagere weerstand en (3) meer talrijke aanwezigheid van kleine geleedpotigen dan beschikbaar in het omringende landschap. De correlatieanalyse laat zien dat deze habitatkenmerken in de onderzoeksgebieden met elkaar samenhangen.

De aanwezigheid én bereikbaarheid van voedsel voor de kievitskuikens lijken doorslaggevend in de habitatselectie. Kieviten – zowel de volwassen vogels als de kuikens – zijn zichtjagers en foerageren bij voorkeur in zeer lage vegetatie of op een kale bodem. In Nederlandse graslanden hebben kievitskuikens een brede voedselkeuze, maar het hoofdbestanddeel van het dieet bestaat uit kevers (Coleoptera) en andere kleine ongewervelden die op de grond leven (Beintema *et al.* 1991). In deze studie was het aantal kleine (<4 mm) geleedpotigen van alle ordes zoals aangetroffen in de potvallen ruim tweemaal zo groot op de foerageerplekken van kievitsgezinnen als op de referentiepunten. In het geval van kevers (Coleoptera) van <4 mm was dit verschil gemiddeld maar liefst een factor 6,8.

Naarmate kievitskuikens ouder worden, neemt het aandeel regenwormen in het dieet toe omdat de energiebehoefte van de grotere kuikens toeneemt en ze niet meer voldoende hebben aan kleine insecten (Beintema *et al.* 1991). In dit onderzoek vonden we geen verschil in beschikbaarheid van regenwormen tussen kievits- en referentiepunten. Een verklaring hiervoor is dat de meeste metingen aan kievitspunten betrekking hadden op kleine kuikens, die vanwege hun kleine formaat nog maar beperkt regenwormen eten (Beintema *et al.* 1991). Daarnaast bleef het aantal regenwormen in de bodemmonsters vanaf het zeer droge vroege voorjaar op zowel de referentiepunten als de kievitspunten laag. Wel werd bij verplaatsingen van gezinnen gevonden dat hierbij plekken met meer wormen werden geselecteerd, want goed aansluit bij de grotere behoefte aan regenwormen voor oudere kuikens. Het gemiddeld aantal grote geleedpotigen (>4 mm) per meetpunt veranderde nauwelijks over het seizoen en verschilde niet tussen de referentie- en kievitspunten. Dit kan erop duiden dat de gezinnen met overwegend kleine kievitskuikens niet selecteerden op plekken met veel grote geleedpotigen, of dat er in het landschap simpelweg weinig locaties waren met veel grote geleedpotigen. Het totale aantal geleedpotigen leek op kievitspunten wel af te nemen over de tijd. Dit suggereert dat de totale voedselbeschikbaarheid over het broedseizoen gemiddeld afnam en dat de gezinnen niet in staat waren om habitat te vinden met een groter voedselaanbod, mogelijk omdat deze in het landschap simpelweg niet voor handen was.



**Figuur 4.1.** Door het gebrek aan neerslag in het vroege voorjaar werd de grond zo hard door uitdroging, dat er twee bodemvochtmeters afbraken. (Jelle Loonstra)

**Figure 4.1.** The lack of precipitation in early spring caused rock solid soils, breaking two of or soil moisture probes. (Jelle Loonstra)

## 4.2 Bewegingen van kievitsgezinnen in relatie tot habitatkenmerken

De meeste gezinnen verplaatsten zich kort na het verlaten van het nest over een afstand van 50 tot 500 meter naar plekken die gemiddeld vochtiger waren en een kortere vegetatie hadden. Uit de literatuur is bekend dat Kieviten die in graslanden broeden weinig specifieke eisen stellen aan hun nestlocatie (Verhulst *et al.* 2007), hoewel ze op landschapsschaal wel degelijk selecteren voor nesten in open gebieden met een relatief lage intensiteit van het landgebruik (Visser *et al.* 2022). Visser *et al.* (2022) laten bovendien zien dat weidevogels, waaronder de Kievit, strengere eisen stellen aan hun habitat in de kuikenfase dan in de nestfase.

Eenmaal op een geschikte locatie, was de kans dat een kievitsgezin een week later op dezelfde plek zat groter dan de kans dat het zich had verplaatst. Als een gezin zich wel had verplaatst, was dit meestal over een korte afstand met enkele uitschieters tot bijna 800 m. De resultaten suggereren dat deze verplaatsingen habitat- en mogelijk voedselgerelateerd waren. Door de verlaten locatie te vergelijken met de nieuwe locatie konden we vaststellen dat de gezinnen zich verplaatsten naar

locaties met gemiddeld een lagere vegetatie, een hoger vochtgehalte en meer wormen. Omdat het totale aantal verplaatsingen gering was, zijn effecten van andere habitatkenmerken mogelijk niet uit de statistische toets naar boven gekomen. De indruk uit het veld was dat de verplaatsingen ofwel naar plasdras-situaties of oevers waren, of naar percelen die recent (voor)beweid waren geweest.

### 4.3 Relatie habitat en overleving

De kievitsgezinnen die in dit onderzoek zijn gevolgd waren succesvol in het vinden van plekken die in termen van habitat en voedselbeschikbaarheid voor de kuikens beter waren dan het omliggende landschap. Toch lukte het slechts zeven van de 27 gevolgde gezinnen (26%) om vliegvlugge kuikens te produceren. In werkelijkheid ligt dit percentage nog lager, omdat een aantal gezinnen de kuikens al binnen enkele dagen verloor, waardoor ze niet zijn meegenomen in deze analyses. Deze zeer lage kuikenoverleving komt goed overeen met andere recente studies naar kuikenoverleving bij Kieviten (o.a. Melman *et al.* 2020, Roodbergen & Kleyheeg 2020).

Uit de analyses komt naar voren dat de afzonderlijke habitatkenmerken de verschillen in overlevingskansen niet konden verklaren. Dit houdt in dat er geen kievitsgezinnen waren die zulke goede voedselcondities of habitat konden vinden dat dit zich uitte in een grotere kans om vliegvlug te worden dan andere gezinnen. Alleen beweiding leek een grotere kans op te leveren dat kievitsgezinnen een week later nog steeds in leven waren. Het aantal beweidde percelen was echter dermate laag dat het lastig is om hierover robuuste uitspraken te doen. Eerdere studies naar kuikenoverleving en predatie ondersteunen echter dit resultaat. Daaruit bleek dat de predatiekans van kievitskuikens kleiner was op beweidde percelen (Teunissen *et al.*, 2005, Roodbergen *et al.*, 2009). Interessant was verder de relatie die werd gevonden tussen overleving en de interactie tussen de biomassa aan kleine geleedpotigen en de vegetatiehoogte. Deze interactie gaf aan dat een hogere vegetatie leidt tot een lagere overlevingskans als er weinig kleine geleedpotigen aanwezig zijn, terwijl hoge vegetatie mogelijk zelfs leidt tot een hogere overleving als er veel insecten zijn. Dit lijkt te duiden op een wisselwerking tussen een lagere bereikbaarheid van insecten in hoge vegetatie en wellicht een lagere predatiekans door meer dekking in hoge vegetatie. Dat de hoeveelheid kleine geleedpotigen op zich geen relatie heeft met kuikenoverleving, maar de interactie met vegetatiehoogte wel, laat zien dat voor kievitskuikens in de onderzoeksgebieden de bereikbaarheid van voedsel belangrijker was dan de aanwezigheid ervan.



**Figuur 4.2.** Kievitskuiken drukt zich op een slikrandje langs een plasdras-situatie. De gezinnen concentreerden zich mede dankzij de droogte op dit soort vochtige plekken.

*Figure 4.2.* Lapwing chick hiding in a patch of bare soil near a wet feature. Due to the drought, the lapwing families concentrated around such wet features.

#### 4.4 Overleving van kievitsgezinnen

In lijn met resultaten uit onderzoeken in het recente verleden bleek de overleving van kievitskuikens zeer laag. Er waren geen opvallende verschillen tussen de onderzoeksgebieden: in zes van de zeven gebieden werden kuikens van minstens één gevolgd gezin vliegvlug (alleen niet in de Ronde Hoep) en in alle gebieden verloren de meeste gezinnen de kuikens binnen enkele weken. Een verschil met eerdere studies is dat er in dit onderzoek bewust voor is gekozen om de gezinnen te volgen door het volwassen vrouwtje en niet de kuikens te zenderen, om een eventueel effect van de zender op overleving van de kuikens te voorkomen. Deze aanpak heeft duidelijk niet geleid tot een opvallend hogere kuikenoverleving, wat nogmaals een bevestiging is dat de kuikenoverleving door omgevingsfactoren wordt beperkt.

Het gegeven dat er geen relaties konden worden gelegd tussen overleving en habitatkenmerken, gecombineerd met een sterke selectie van de foerageerplekken met betere omstandigheden dan het omliggende landschap, wijst op een aantal mogelijke problemen: 1) hoewel de gezinnen de beste plekken weten te vinden, zijn deze plekken nog steeds niet goed genoeg om kuikens succesvol te



laten opgroeien, 2) andere factoren dan habitatkenmerken zijn sterk beperkend voor het opgroeisucces van kievitskuikens, of 3) een combinatie van suboptimale habitatcondities en andere factoren bepaalt de lage overlevingskans.

#### *Is er wel geschikte opgroeihabitat beschikbaar?*

De gevolgde kievitsgezinnen slaagden erin om in het verdroogde weidelandschap van 2022 de relatief vochtige plekken met een lage vegetatie en hoge beschikbaarheid van geleedpotigen te vinden. Waar het gemiddelde vochtgehalte van de bodem op referentiepunten in de loop van april en mei afnam, bleef het vochtgehalte op de plekken waar de kieviten zich ophielden opvallend stabiel. Hetzelfde geldt voor de vegetatiehoogte, die op de referentiepunten over het seizoen sterk toenam, maar op de kievitspunten opvallend stabiel bleef rond de 10 cm. Hoewel in de droge periode in begin mei nauwelijks wormen meer beschikbaar waren, bleef de totale hoeveelheid geleedpotigen vrij stabiel. Op de kievitspunten troffen wij bovendien ruim tweemaal zoveel kleine geleedpotigen aan als op de referentiepunten en voor kleine kevers geldt dat dit verschil een factor zeven was. Ogenscheinlijk bleef er gedurende het broedseizoen dus geschikte habitat voor handen voor kievitskuikens, echter of de schaal van deze voorkeurs habitat voldoende was en of dit inderdaad de meest optimale habitat is, blijft in deze proefopzet onbeantwoord. Alleen een vergelijking met historische habitatomstandigheden onder een stabiele of toenemende populatie kieviten of een experimentele manipulatie van het landschap zou een sluitend antwoord op deze vraag kunnen geven.

#### *Welke andere factoren kunnen de kuikenoverleving hebben beïnvloed?*

Naast de onderzochte habitatkenmerken zijn diverse externe factoren mogelijk van directe en indirecte invloed op de overleving van kievitskuikens. Voor de hand liggende factoren zijn weersomstandigheden, predatie en landbewerking (Schekkerman *et al.* 2009, Roodbergen *et al.* 2010, Kentie *et al.* 2018, Visser *et al.* 2021). Het vroege voorjaar van 2022 was zeer droog en vrij zacht. Afkoeling door slecht weer is een risicofactor voor kievitskuikens, maar de weersomstandigheden waren in dat opzicht waarschijnlijk geen probleem. Indirecte gevolgen van de droogte (figuur 4.1), waardoor een eventueel gebrek aan wormen optrad, is waarschijnlijk een probleem voor de oudervogels en grotere kuikens geweest (Beintema *et al.* 1991). Ook de relatief lange interval tussen een verloren eerste broedsel en herleg geven aanleiding te denken dat oudervogels tijdens het broedseizoen van 2022 problemen hadden met de hoeveelheid beschikbaar voedsel. Voor zover wij hebben geconstateerd werden tijdens het onderzoek geen kuikens van de gevolgde gezinnen uitgemaaid of anderszins gedood door landbewerking. Verliezen door predatie hebben wij niet kunnen kwantificeren doordat de kuikens niet individueel werden gevolgd, maar het is aannemelijk dat dit de voornaamste doodsoorzaak was. Allicht hebben de droge omstandigheden van 2022 en de daarop volgende sterke clustering van kievitsgezinnen op slechts een aantal percelen het risico op predatie verhoogd. Resultaten uit eerdere studies laten ook zien dat de predatiedruk op kievitskuikens hoog is (Melman *et al.* 2020, Roodbergen & Kleyheeg 2020).

#### *Hoe kan een combinatie van factoren van invloed zijn?*

De resultaten van deze studie laten zien dat de kievitsgezinnen in het landschap op zoek gaan naar plekken met geschikte opgroeihabitat. Deze plekken hebben specifieke habitatkenmerken die, zeker

naarmate het broedseizoen vordert, afwijken van de gemiddelde condities in het landschap. In de praktijk betekent dit dat de kievitsgezinnen - en waarschijnlijk ook de gezinnen van andere steltlopersoorten - zich concentreren op een klein aantal locaties van beperkte omvang om hun kuikens te laten opgroeien. Dit zijn bijvoorbeeld aangelegde plasdras-situaties of afgeplagde slootkanten (figuur 4.2). Deze concentratie van gezinnen wordt verder versterkt door droogte in het voorjaar, waardoor natte omstandigheden schaarser worden. De GPS-tracks van de gevolgde gezinnen laten zien dat de kuikens een zeer kleine actieradius hebben. Dit in tegenstelling tot de bekende predatoren van weidevogelkuikens, waaronder met name enkele vogelsoorten die juist een groot jachtgebied gebruiken (Van der Wal & Teunissen 2018, Jonge Poerink & Dekker 2020). Net als de kievitsgezinnen laten deze predatoren zich ook aantrekken door plekken met een grote voedselbeschikbaarheid. In landschappen waar geschikte opgroeilocaties voor kievitskuikens wel beschikbaar zijn, maar beperkt in aantal en omvang, zijn kievitskuikens dus kwetsbaar voor predatie.

## 4.5 Implicaties voor beheer en inrichting

Binnen de uitgevoerde analyses t.a.v. habitatselectie en komt een aantal factoren naar voren die kunnen worden doorvertaald naar lessen voor beheer & inrichting. Deze worden hieronder afzonderlijk toegelicht. Uitsluitend factoren waarvoor een significant effect op habitatselectie en/of overleving kon worden vastgesteld worden besproken.

### 4.5.1 Inrichting

#### Microreliëf

Uit de analyses blijkt dat kievitsgezinnen locaties selecteren met meer microreliëf. Over het belang van microreliëf voor weidevogels is relatief weinig bekend. Bovendien is deze factor veelal niet meegenomen binnen onderzoeken die zich richten op het doorgronden van de landschappelijke factoren die de ruimtelijke verspreiding van weidevogels verklaren, met uitzondering van Visser *et al.* (2022). Dat onderzoek maakte duidelijk dat de mate van microreliëf een marginaal positief effect heeft op het aantal broedende kieviten en het aantal kievitsgezinnen per perceel.

De achterliggende reden voor het gevonden effect is niet geheel duidelijk. Mogelijke verklaringen zijn:

- Microreliëf is gunstig voor schuilgelegenheid: De aanwezigheid van hoogteverschillen vergroot wellicht de mogelijkheden voor kievitskuikens om zich te verstoppen wanneer gevaar dreigt.
- Microreliëf verbetert geschiktheid van het grasland als foerageerhabitat voor kievitskuikens: Microreliëf heeft een positief effect op de verscheidenheid aan microhabitats (hoog-laag, nat-droog, koud-warm). Dit heeft wellicht een gunstig effect op het voorkomen van insecten, hetgeen de correlatiematrix lijkt te onderbouwen wat betreft de biomassa van kleine geleedpotigen en van grote geleedpotigen.



- Microreliëf is indicatief voor extensief gebruikte (oude) graslanden: Mogelijkerwijs komt microreliëf significant naar voren binnen de analyse als indirecte indicator van extensief gebruikte percelen (weinig microreliëf duidt waarschijnlijk op sterk geëgaliseerde percelen, wat vaak samengaat met intensief graslandgebruik). Echter – het feit dat in de studie van Visser *et al.* (2022) de verklarende kracht van microreliëf overeind bleef staan ondanks het feit dat binnen de analyse meerdere factoren zijn meegenomen die een directe indicator zijn van de intensiteit van het graslandbeheer, lijkt erop te duiden dat microreliëf an sich een factor van belang is.

#### *Advies*

Behoud microreliëf door percelen niet te egaliseren. Positioneer beheer op locaties met veel microreliëf.

#### Bodemvochtigheid

Uit de vergelijking tussen kievitspunten en referentiepunten en de vergelijking tussen kievitspunten en verlaten kievit- en nestpunten blijkt dat de kievitsgezinnen locaties selecteren met een hoge bodemvochtigheid en kievitsgezinnen locaties een lage bodemvochtigheid eerder verlaten dan locaties met een hoge bodemvochtigheid. Dat kievitsgezinnen locaties prefereren met een hoge bodemvochtigheid is bekend (o.a. Joiner *et al.* 2002; Milsom *et al.* 2002, Visser *et al.* 2022). Ook de aantrekkingskracht van plasdras-percelen (Eglinton *et al.* 2008, Visser *et al.* 2017) en hoogwatersloten (Oosterveld *et al.* 2013) is meermaals aangetoond.

De voorkeur van kievitsgezinnen voor locaties met een hoge bodemvochtigheid valt vermoedelijk te verklaren door een combinatie van de volgende factoren:

- Meer insecten in vochtige habitats: Eglinton *et al.* (2008) komen tot de conclusie dat de biomassa aan over de bodem voortbewegende insecten twee- tot driemaal hoger is in vochtige habitats dan in droge habitats. Visser *et al.* (2017) komen tot vergelijkbare resultaten, weliswaar voor vliegende insecten. Ten slotte toont de correlatiematrix (bijlage 1) – gebaseerd op data uit voorliggend onderzoek – dat vochtige condities inderdaad samen gaan met hogere aantallen kleine geleedpotigen. Opmerkelijk genoeg geldt juist een negatieve correlatie met de biomassa aan grote geleedpotigen, en ook de biomassa van alle insecten tezamen.
- Betere beschikbaarheid van insecten: De hogere aantallen insecten in combinatie met de beperkte gewasgroei als gevolg van de hoge bodemvochtigheid verbetert de beschikbaarheid van prooidieren; ze zijn makkelijker te vangen. Eglinton *et al.* (2008) laten zien dat kievitskuikens in natte biotopen twee- tot driemaal zo vaak ‘pikken’ naar prooidieren als in droge biotopen. Ook de conditie van kievitskuikens binnen natte biotopen bleek beter te zijn dan in droge biotopen.
- Grotere beschikbaarheid van wormen als prooidier: De hoge bodemvochtigheid ‘stuwt’ regenwormen dichter naar het maaiooppervlak, waardoor zij beschikbaar zijn als prooidieren voor weidevogels (o.a. Sheldon 2003). Dit effect wordt ondersteund door de correlatiematrix,

waarin bodemvochtigheid significant is gecorreleerd aan het aantal wormen en de biomassa aan wormen.

#### *Advies*

Positioneer beheer op vochtige locaties en/of werk aan vernatting door het opzetten van het waterpeil en het creëren van plasdraspercelen (figuur 4.3).

#### Openheid

Openheid van het landschap correleert weliswaar met enkele relevante habitatkenmerken, maar kwam niet naar voren uit de analyses in deze studie. Dat de landschappelijke openheid een rol speelt bij habitatselectie van Kievit en andere weidevogels blijkt echter uit talloze onderzoeken. Opgaande structuren zoals bebouwing, bomenrijen en masten worden door weidevogels geassocieerd met de aanwezigheid van predatoren. Besloten gebieden worden dan ook in lagere dichtheden bezet door weidevogels (o.a. van 't Veer *et al.* 2008, Teunissen *et al.* 2012, Visser *et al.* 2022). Negatieve correlaties met vegetatiehoogte en drooglegging in deze studie hebben er waarschijnlijk mee te maken dat de huiskavels, die lager gescoord worden op openheid, relatief intensief gebruikt worden.

#### *Advies*

Positioneer beheer op locaties met een zo groot mogelijke landschappelijke openheid.

### **4.5.2 Beheer**

#### Hoogte vegetatie, maaistatus en beweiding

Uit de analyses blijkt dat Kieviten locaties selecteren met een kortere vegetatie en dat locaties met een hoge vegetatie een grotere kans hebben om te worden verlaten door Kievitsgezinnen dan locaties met een lagere vegetatie. Dit resultaat past bij het foerageergedrag van Kievitskuikens, die vooral insecten eten die zich over de bodem voortbewegen (Beintema *et al.* 2019). Het zien en vangen van deze prooidieren is eenvoudiger in korte vegetaties dan in lange vegetaties. De door ons gevolgde Kievitsgezinnen bevonden zich vrijwel nooit op percelen met hergroei na maaien. Vrijwel alle gezinnen bleven op ongemaaide percelen en daardoor was er geen statistische analyse mogelijk om de relatie tussen maai-beheer en kuikenoverleving te bepalen. Uit ander onderzoek blijkt dat maaien een sterk (tijdelijk) negatief effect heeft op het aanbod van ongewervelden (Schekkerman 1997). Kleijn *et al.* (2007) beschrijven dat percelen met gangbare hergroei een eentonige vegetatiestructuur samengaan met lage aantallen insecten, vooral in mei. Dit zijn duidelijk geen gunstige omstandigheden voor Kievitsgezinnen.

Uit de analyses kwamen sterke aanwijzingen dat Kievitsgezinnen die op zich beweide percelen een relatief grote kans hadden om te overleven tot de volgende meting. De aantrekkingskracht van beweide percelen op Kieviten is meermaals aangetoond (bijv. Redfern 1982, Galbraith 1988, Blomqvist & Johansson 1995). De achterliggende redenen laten zich eenvoudig verklaren: beweide percelen vergroten vanwege de vegetatiestructuur de bereikbaarheid van prooidieren.

### *Advies*

Zorg voor voldoende graslanden met (deels) korte vegetatie door een combinatie van percelen (mozaïek) met extensieve beweiding en percelen met voorbeweiding en uitgestelde maaidatum. Ook percelen met een uitgestelde maaidatum zonder voorweiden *kunnen* van waarde zijn voor de kievit tijdens de kuikenperiode, mits de groei zeer traag verloopt (zeer beperkte bemesting en/of hoge bodemvochtigheid). Het creëren van plasdrassituaties slaat twee vliegen in één klap: met deze maatregel wordt tegemoet gekomen aan de voorkeur van Kieviten voor vochtige locaties en wordt de gewasgroei beperkt.

De meerwaarde van percelen met hergroei lijkt zeer beperkt. Vertrouw daarom niet op hergroei als het gaat om het bieden van voldoende kuikenland.

### Productiviteit

Kieviten blijken locaties te selecteren met een lagere S2REP waarde. De S2REP waarde is een maat voor de productiviteit van het grasland. Hoge waardes passen bij hoogproductieve graslanden met een snelle gewasgroei, lage waardes passen bij graslanden met een trage gewasgroei (door hoge bodemvochtigheid en/of lage beschikbaarheid van nutriënten).

Dat kieviten extensief gebruikte percelen selecteren blijkt ook uit tal van andere onderzoek (o.a. Visser *et al.* 2022). Deze voorkeur past goed bij de voorkeur van kievitsgezinnen voor korte vegetaties en hoge bodemvochtigheid.

### *Advies*

Behoud en ontwikkel matig productieve percelen middels een beperkte mestgift en/of vernatting.

## **4.5.3 Overig**

### Insecten

Voordat advies kan worden gegeven over het vergroten van het prooiaanbod in de vorm van insecten voor kievitskuikens is het van belang om in acht te nemen dat zowel de aanwezigheid van insecten als de bereikbaarheid van insecten belangrijk zijn. Beide factoren tezamen bepalen immers de beschikbaarheid van insecten als voedselbron:

1. De aanwezigheid van insecten = aantal/biomassa van aanwezige insecten.
2. De bereikbaarheid van insecten = de mate waarin de vegetatie de kuikens in staat stelt om insecten te vangen. Voor kievitskuikens is bereikbaarheid optimaal in korte vegetaties en op kale bodems.
3. Beschikbaarheid insecten = de combinatie van punt 1 en 2 – de aanwezigheid en bereikbaarheid van insecten bepalen samen de beschikbaarheid van insecten als voedselbron voor kievitskuikens.

Uit onze analyses blijkt dat kievitsgezinnen locaties selecteren waar meer insecten voorkomen (zie hoofdstuk 3.4). Bijlage 3 maakt inzichtelijk dat op kievitspunten gemiddeld 221 insecten voorkomen, tegenover 131 insecten op referentiepunten. Het verschil wordt grotendeels veroorzaakt door een groter aantal insecten binnen vier ordes (meer springstaarten (58 vs. 22), meer kevers (41 vs. 17), meer spinnen (75 vs. 62) en meer diptera (28 vs. 10).

Wanneer in acht wordt genomen dat de oudervogels locaties selecteren met meer insecten in combinatie met een korte vegetatie wordt duidelijk dat de oudervogels goed in staat zijn om locaties te vinden waar de beschikbaarheid van insecten als prooidieren voor kuikens zo groot mogelijk is.

#### Advies

Het vergroten van de bereikbaarheid van insecten voor kievitskuikens kan worden gerealiseerd door middels het beheer te zorgen voor voldoende aanbod van korte vegetaties op landschapsschaal. Denk hierbij aan vernatting, voorbeweiding, extensieve beweiding, het verschrallen van percelen (lange termijn oplossing), het uitstellen van de mestgift tot na het broedseizoen en het toedienen van ruige mest (trage afgifte van nutriënten voorkomt sterke vegetatiegroei in korte periode, zie Visser et al. 2021).

Welke beheermaatregelen ervoor zorgen dat de aanwezigheid van insecten wordt vergroot is geen eenvoudige vraag. Bemesting lijkt als individuele factor geen eenduidig effect te hebben op het aantal insecten (Visser et al. 2021). Bodemvocht lijkt voorlopig een van de meest concrete aanknopingspunten voor beheer. Eglinton et al. (2008) komen tot de conclusie dat de biomassa aan over de bodem voortbewegende insecten twee- tot driemaal hoger is in vochtige habitats dan in droge habitats. Visser et al. (2017) komen tot vergelijkbare resultaten, weliswaar voor vliegende insecten. De correlatiematrix - gebaseerd op data uit voorliggend onderzoek – bevestigt het beeld dat vochtige condities samen gaan met hogere aantallen kleine geleedpotigen.



**Figuur 4.3.** De kuikens van de gevolgde gezinnen in het Land van Heusden en Altena brachten al hun tijd door rondom deze greppel-plasdras. (Tim Visser)

*Figure 4.3. The chicks of the lapwing families tracked in Land van Heusden en Altena spent all their time near this wet feature. (Tim Visser)*

## 4.6 Mogelijke vervolgvragen

### 4.6.1 Landschapscompositie

Nu gedetailleerde informatie beschikbaar is over de habitateisen voor opgroeiende kievitskuikens, vooral in de kwetsbare eerste weken, en de afstanden die gezinnen afleggen om deze plekken te vinden in Nederlandse graslanden, is het mogelijk om deze kennis te vertalen naar de landschapsschaal. Een belangrijke vraag is hoeveel habitat er daadwerkelijk beschikbaar is en moet zijn in belangrijke weidevogelgebieden. Wat is de theoretische draagkracht van een gebied voor een populatie kieviten? Daarbij is ook de interactie met predatiedruk een relevant aandachtspunt. Een dergelijke studie zou duidelijk moeten maken hoe de inrichting van het landschap kan worden verbeterd met het oog op de bescherming van kieviten en andere weidevogels.

#### **4.6.2 Akkergebieden**

De huidige studie heeft zich primair gericht op opgroehabitat van kievitskuikens in graslandgebieden. Hoewel aannemelijk is dat bepaalde mechanismen vergelijkbaar zijn in akkergebieden, zijn er ook fundamentele verschillen tussen deze habitattypen. Vegetatiehoogte wordt door het verbouwen van andere gewassen dan gras in akkergebieden op een hele andere manier gemodereerd en ook wat de rol van vocht is in deze over het algemeen veel drogere gebieden is een interessante vraag. Door de snelle afname van Kieviten die in grasland broeden, wordt aandacht voor akkergebieden steeds relevanter.

#### **4.6.3 Beweiding en overleving**

Ondanks de kleine steekproef, wezen de resultaten van de analyse op een grotere kans op overleving van kievitsgezinnen die zich op beweide percelen bevonden. Onduidelijk is of dit positieve relatie het effect is van een kortere vegetatie, een lagere predatiekans door de beweiding, een grotere beschikbaarheid van insecten op beweide percelen of andere factoren. Over de interactie tussen beweiding en de overleving van kievitskuikens is nog onvoldoende bekend. Daarnaast bestaat er een grote verscheidenheid aan beweidingssystemen, die mogelijk verschillende effecten hebben op Kieviten. Toekomstig onderzoek zou zich kunnen richten op de vraag welke beweidingssystemen positief uitpakken voor Kieviten.

#### **4.6.4 Samenstelling van het dieet**

Voedselbeschikbaarheid speelt vanzelfsprekend een belangrijke rol in de habitatselectie en overleving van kievitskuikens. In deze studie hebben we ons gefocust op algemene soortgroepen van ongewervelden die als dieet kunnen dienen. Een eerste opsplitsing in ordes laat direct zien dat er tussen deze ordes grote verschillen bestaan in voorkomen, abundantie en grootteverdeling. Voor het finetunen van beheer en inrichting zou het nuttig zijn om specifieker te kijken naar de ecologie van de verschillende prooitypen en hun relaties met habitatkenmerken. Ook het belang van de diversiteit aan prooidieren – zoals aangetoond voor onder andere Patrijs (Browne *et al.* 2006) en Veldleeuwerik (Donald *et al.* 2001, Hegemann *et al.* 2013) – blijft voor kievitskuikens vooralsnog onderbelicht.

#### **4.6.5 GPS-gegevens**

De aanpak van dit onderzoek, waarbij we volwassen Kieviten hebben uitgerust met een GPS-zender, heeft ervoor gezorgd dat we veel meer bewegingsgegevens van de vogels hebben verzameld dan benodigd voor deze studie. Deze uitgebreide en zeer gedetailleerde dataset van GPS-posities geeft de mogelijkheid om een groot aantal vragen te beantwoorden over de bewegingen van de volwassen vogels tijdens het broedseizoen (zowel nestfase als kuikenfase), na het mislukken van een



broedpoging en buiten het broedseizoen. Een sprekend voorbeeld is de verrassende vondst in deze studie dat twee vrouwtjes die in Nederland een mislukte broedpoging hadden naar Oost-Europa vlogen om mogelijk daar opnieuw een broedpoging te doen (box 1). De zendergegevens maken het onder andere mogelijk om onderzoek te doen naar de relatie tussen het wel of niet succesvol broeden en de locatie van hervestiging binnen en tussen broedseizoenen.

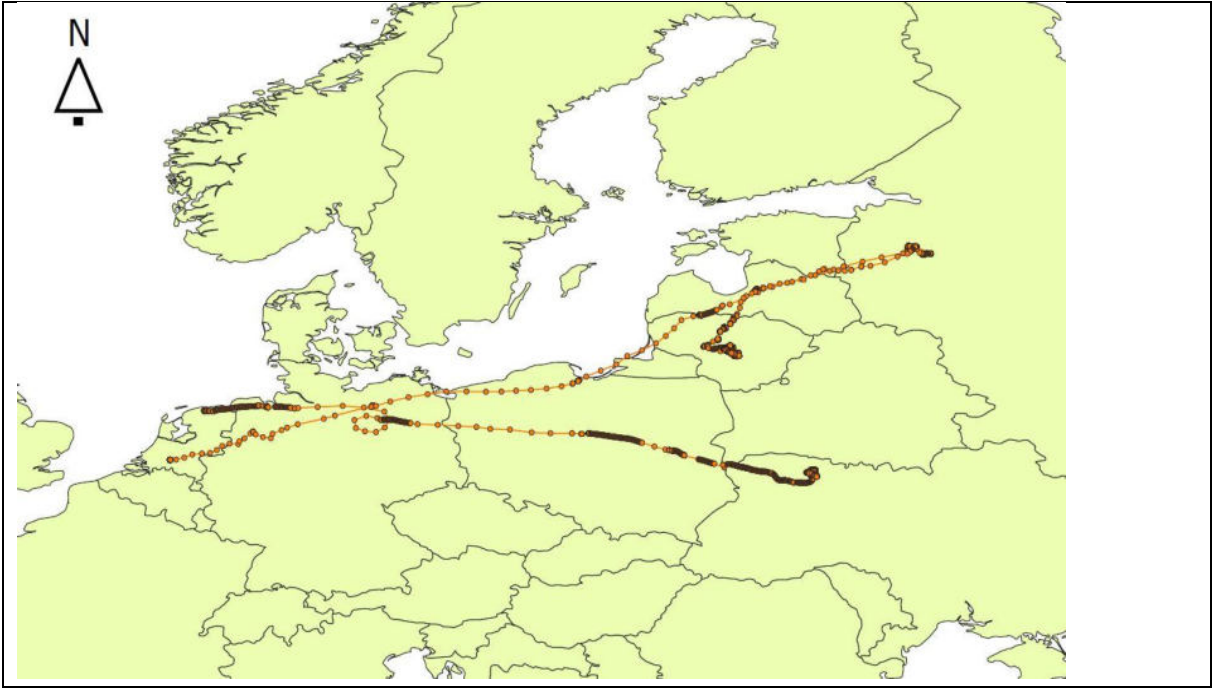
#### **Box 1. Vertrek naar Oost-Europa tijdens het broedseizoen**

Eind april/begin mei 2022 kwamen uit het hele land geluiden dat het broedseizoen van de weidevogels moeizaam verliep door grote droogte en hoge predatiedruk. Ook in deze studie raakten veel Kieviten vroegtijdig hun eieren of kuikens kwijt en het duurde lang voordat ze een nieuwe poging waagden. Hoewel over het algemeen wordt aangenomen dat Kieviten een tweede broedpoging doen in de buurt van waar ze hun eerdere broedpoging deden, lieten de GPS-gegevens in deze studie zien dat twee van de gevolgde Kieviten een volkomen andere strategie volgden.

In het Land van Heusden en Altena werd op 21 april een kievitvrouw gezenderd die op 30 april haar nest kwijtraakte door landbouwwerkzaamheden. Nog diezelfde dag zette ze 's avonds koers naar het oosten om in een tijdsbestek van een week in een nagenoeg rechte lijn naar Rusland te vliegen. Hier verbleef ze een maand net ten zuiden van Sint-Petersburg, te kort voor een succesvolle broedpoging. Alsof dit niet vreemd genoeg was, werden we op 6 mei verrast door een vrouwtje dat op 26 april was gezenderd in Kollumerpomp. Dit vrouwtje kreeg op 28 april kuikens die op 5 mei al dood bleken. Daags daarna vertrok ook deze vrouw oostwaarts om op 14 mei te arriveren in het noordwesten van Oekraïne. Hier bezette ze tot eind augustus een klein territorium dat sterk doet vermoeden dat ze hier nog minstens een broedpoging heeft ondernomen. Beide vogels legden dus midden in het broedseizoen meer dan 1500 km af na een mislukte broedpoging.

We kunnen alleen speculeren over de oorzaak voor deze opmerkelijke trektochten. Onze habitatmetingen laten zien dat er in deze periode door de droogte nauwelijks wormen beschikbaar waren, een belangrijke voedselbron voor volwassen Kieviten. Mogelijk heeft dit ertoe geleid dat de vogels hun heil elders hebben gezocht. Eerder meldden Melman *et al.* (2020) ook een opvallend matige conditie van volwassen kievitvrouwtjes, wat mogelijk een groter probleem is dan tot nu toe bekend. Opmerkelijk is wel dat beide vogels zo'n grote afstand aflegden. Zouden deze vogels geboren zijn in Oost-Europa en zich als volwassen vogels gevestigd hebben in Nederland? Een andere fascinerende vraag is of dit gedrag zeldzaam is, of dat het regelmatig voorkomt dat Nederlandse broedvogels na een mislukte broedpoging naar Oost-Europa vliegen. Doordat we zelden volwassen Kieviten volgen met zenders is er nog maar weinig informatie voor handen over individuele strategieën.





## 5 Conclusies

De belangrijkste conclusies uit deze studie zijn als volgt:

- Kievitsgezinnen selecteren locaties in het landschap die worden gekenmerkt door een beperkte vegetatiehoogte, een hoog vochtgehalte van de bodem, veel microreliëf en een hoge dichtheid aan kleine geleedpotigen.
- In veel gevallen is vanaf de nestlocatie slechts één relatief lange beweging (50-500 m) nodig om een dergelijke plaats te bereiken, maar indien nodig vinden ook in de weken daarna nog verplaatsingen plaats.
- De habitatkenmerken die door kievitsgezinnen worden geselecteerd hangen nauw samen met de intensiteit van het landgebruik enerzijds en de vochtigheid van de bodem anderzijds. Met name de vochtigheid creëert omstandigheden die door Kieviten geprefereerd worden.
- Ondanks de sterke selectie van opgroeihabitat met habitatkenmerken die beter zijn dan het omliggende landschap, slaagden Kieviten er in 2022 beperkt in om kuikens succesvol vliegvlug te laten worden.
- Het vroege voorjaar van 2022 was zeer droog en heeft waarschijnlijk de habitatselectie versterkt. De mate van concentratie op de beperkte vochtige locaties in het landschap heeft mogelijk predatie van kuikens door mobiele (m.n. vliegende) predatoren in de hand gewerkt.
- De overleving van kievitskuikens wordt negatief beïnvloed door een hoge vegetatie als er weinig geleedpotigen aanwezig zijn. Als er veel geleedpotigen zijn, is het effect van een hoge vegetatie neutraal of zelfs positief.
- Ondanks de kleine steekproef gaf de analyse aanwijzingen dat kievitskuikens op beweidde percelen een relatief grote kans hadden om een week later nog in leven te zijn. Dit verdient nader onderzoek.

Uit de resultaten van deze studie komen de volgende adviezen voort:

- Positioneer beheer voor Kieviten op vochtige locaties, met veel microreliëf en een zo groot mogelijke landschappelijke openheid.
- Behoud microreliëf door percelen niet te egaliseren.
- Gebruik vernatting, voorbeweiding, extensieve beweiding, het verschrallen van percelen (lange termijn), het uitstellen van de mestgift tot na het broedseizoen en het toedienen van ruige mest om te zorgen voor voldoende aanbod van korte vegetaties.
- Werk aan vernatting door het opzetten van het waterpeil en het creëren van plasdraspercelen.
- Stimuleer het aanbod van (kleine) insecten door gedurende het hele voorjaar dergelijke vochtige condities te waarborgen.
- Zet beweiding in als een combinatie van extensieve beweiding en percelen met voorbeweiding en uitgestelde maaidatum. Reken niet op een positief effect van hergroei na maaien.
- Zorg voor goede opgroeicondities op voldoende grote schaal om predatie niet in de hand te werken. In het Aanvalsplan Grutto wordt gesproken van een minimumoppervlak van 1000 ha,

met minimaal 200 ha aan weidevogelgrasland van hoge kwaliteit (kruidenrijk met hoog grondwaterpeil/plasdras). Dit zou voor de Kievit ook kunnen worden aangehouden, mits het beheer er (ook) op Kieviten is toegespitst.

## 6 Referenties

- BEKKEMA, M. E., & ELEVELD, M. 2018. Mapping grassland management intensity using sentinel-2 satellite data. *GI\_Forum*, 2018(1), 194-213.
- BEINTEMA A.J., THISSEN J.B., TENSEN D. & VISSER G.H. 1991. Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Ardea*, 79(1), 31–44.
- BLOMQVIST D., JOHANSSON O.C. & GÖTMARK F. 1997. Parental quality and egg size affect chick survival in a precocial bird, the lapwing *Vanellus vanellus*. *Oecologia*, 110(1), 18–24. <https://doi.org/10.1007/s004420050128>.
- BOONSTRA F.G., NIEUWENHUIZEN W., VISSER T., MATTIJSSEN T., VAN DER ZEE F.F., SMIDT R.A. & POLMAN N. 2021, Stelselvernieuwing in uitvoering : tussenevaluatie van het agrarisch natuur- en landschapsbeheer. Rapport no. 3066. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- BREEUWER A., BERENDSE F., WILLEMS F., FOPPEN R., TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H. & GOEDHART P. 2009. Do meadow birds profit from agri-environment schemes in Dutch agricultural landscapes? *Biological Conservation*, 142(12), 2949–2953. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.020>.
- BROWNE S.J., AEBISCHER N.J., MOREBY S.J. & TEAGUE L. 2006. The diet and disease susceptibility of grey partridges *Perdix perdix* on arable farmland in East Anglia, England. *Wildlife Biology* 12:3–10.
- DE FELICI L., PIERSMA T. & HOWISON R.A. 2019. Abundance of arthropods as food for meadow bird chicks in response to short-and long-term soil wetting in Dutch dairy grasslands. *PeerJ*, 7, p.e7401.
- DONALD P.F., MUIRHEID L.B., BUCKINGHAM D.L, EVANS A.D., KIRBY W.B. & GRUAR D.J. 2001. Body condition, growth rates and diet of Skylark *Alauda arvensis* nestlings on lowland farmland. *Ibis* 143(3), 658-669.
- EGLINGTON S.M., GILL J.A., BOLTON M., SMART M.A., SUTHERLAND W.J., & WATKINSON A.R. 2008. Restoration of wet features for breeding waders on lowland grassland. *Journal of Applied Ecology*, 45(1), 305-314.
- EVANS K.L. 2004. The potential for interactions between predation and habitat change to cause population declines of farmland birds. *Ibis*, 146, 1–13.
- GALBRAITH H. 1988. Effects of Agriculture on the Breeding Ecology of Lapwings *Vanellus vanellus*. *The Journal of Applied Ecology*, 25(2), 487. <https://doi.org/10.2307/2403839>.
- HEGEMANN A., MATSON K.D., FLINKS H. & TIELEMAN B.I. 2013. Offspring pay sooner, parents pay later: experimental manipulation of body mass reveals trade-offs between immune function, reproduction and survival. *Frontiers in Zoology* 10(1), 1-12.
- JACKSON R. & JACKSON J. 1975. A study of breeding lapwings in the new forest, Hampshire 1971–74. *Ringing and Migration*, 1(1), 18–27. <https://doi.org/10.1080/03078698.1975.9673694>.
- JOINER C. 2002. Management of wet grassland for breeding waders: are wet features important for Northern Lapwing, *Vanellus vanellus*. Unpublished MSc thesis, University of East Anglia, Norwich.

- JONGE POERINK B. & DEKKER J.J.A. 2020. Terreingebruik steenmarters in weidevogelgebieden in Fryslân en Groningen – 2020. Ecosensys / Jasja Dekker Dierecologie , Zuurdijk / Arnhem.
- KENTIE R., COULSON T., HOOIJMEIJER J.C., HOWISON R.A., LOONSTRA A.J., VERHOEVEN M.A., BOTH C. & PIERSMA T. 2018. Warming springs and habitat alteration interact to impact timing of breeding and population dynamics in a migratory bird. *Global change biology*, 24(11), pp.5292-5303.
- KLEIJN D., DIMMERS W.J., VAN KATS R.J.M., MELMAN T.C.P. & SCHEKKERMAN H. 2007. De voedselsituatie voor gruttokuikens bij agrarisch mozaïekbeheer (No. 1487). Alterra.
- KLEYHEEG E., VOGELZANG T., VAN DER ZEE I. & VAN BEEK M. 2020. Boerenlandvogelbalans 2020. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen / LandschappenNL, De Bilt
- KLEYHEEG E. 2021. Predatoren van weidevogelnesten in Noordwest-Overijssel in 2021. Sovon-rapport 2021/64. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- LOONSTRA A.H.J. & OOSTERVELD E.B. 2021. Schapen en weidevogels - Verkennend onderzoek naar de beweiding van weidevogelgebieden door schapen. A&W-rapport 20-269. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- LOONSTRA A.H.J., TERPSTRA M. & BEKKEMA M. 2022. Opgroeiomstandigheden van kievitkuikens op braakstroken in grasland. A&W-rapport 22-022. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- LOONSTRA A.H.J., VERHOEVEN M.A., SENNER N.R., HOOIJMEIJER J.C., PIERSMA T. & KENTIE R. 2019. Natal habitat and sex-specific survival rates result in a male-biased adult seks ratio. *Behavioral Ecology*, 30(3), pp.843-851.
- MAJoor F. & KLEYHEEG E. 2020. Vogelmonitoring in het Buijtenland van Rhooon 2019-2020. Sovon-rapport 2020/97. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- MCKEEVER C.U. 2003. Linking grassland management, invertebrates and Northern Lapwing productivity. In *PhD thesis*. University of Stirling.
- MEEUWSEN H.A.M. & JOCHEM R. 2015. Openheid van het landschap: berekeningen met het model ViewScape (No. 44). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- MELMAN T.C.P., KLEYHEEG E., VISSER T., OOSTERVELD E., ROODBERGEN M. & TEUNISSEN W. 2020, Greppel-plasdras: bouwsteen voor beter weidevogelbeheer? *De Levende Natuur*, 121(5): 181-185.
- MILSOM T.P., HART J.D., PARKIN W.K. & PEEL S. 2002. Management of coastal grazing marshes for breeding waders: the importance of surface topography and wetness. *Biological Conservation*, 103(2), 199-207.
- OOSTERVELD E., HEIKOOP L., WYMENGA E., SIKKEMA M. & BEEMSTER N. 2017. Broedvogels van het coulisselandschap van Noordoost-Fryslân in heden en verleden. *Limosa* 90 (2017): 60-71.
- OOSTERVELD E.B., VAN LIEROP S. & SIKKEMA M. 2009. Use of unfertilised margins on intensively managed grassland by Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Redshank *Tringa totanus* chicks. *Wader Study Group Bull.* 116(2): 69–74.
- OOSTERVELD E.B., KUIPER M., SIKKEMA M. 2014. Effecten van tijdelijke slootpeilverhoging op weidevogels. A&W-rapport 1971. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden. In opdracht van Vogelbescherming Nederland.
- REDFERN C.P. 1982. Lapwing nest sites and chick mobility in relation to habitat. *Bird Study*, 29(3), pp.201-208.

- ROGERS L.E., BUSCHBOM R.L. & WATSON C.R. 1977. Length-weight relationships of shrub-steppe invertebrates. *Annals of the Entomological Society of America* 70(1):51-53.
- ROODBERGEN M., SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W. A. & OOSTERVELD E. 2010. De invloed van beheer en predatie op de overleving van weidevogelkuikens in Friesland. Sovon-orapport 2010/12. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- ROODBERGEN M., VAN DER WERF B. & HÖTKER H. 2012. Revealing the contributions of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: Review and meta-analysis. *Journal of Ornithology*, 153(1), 53–74. <https://doi.org/10.1007/s10336-011-0733-y>
- ROODBERGEN M. & KLEYHEEG E. 2020. Overleving van kievitskuikens op greppel-plasdras met en zonder vossenraster in Eemland. Sovon-rapport 2020/81. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- SCHEKKERMAN H. 1997. Graslandbeheer en groeimogelijkheden voor weidevogelkuikens (No. 292). DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek.
- SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W. & OOSTERVELD E. 2009. Mortality of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chicks in wet grasslands: Influence of predation and agriculture. *Journal of Ornithology*, 150(1), 133–145. <https://doi.org/10.1007/s10336-008-0328-4>.
- SCHEKKERMAN H., GERRITSEN G.J. & HOOIJMEIJER J. 2020. Jonge Grutto's in Nederland in 2020: een aantalschatting op basis van kleurringdichtheden. Sovon-rapport 2020/91, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- SHARPE F., BOLTON M., SHELDON R., & RATCLIFFE N. 2009. Effects of color banding, radio tagging, and repeated handling on the condition and survival of Lapwing chicks and consequences for estimates of breeding productivity. *Journal of Field Ornithology*, 80(1), 101–110. <https://doi.org/10.1111/j.1557-9263.2009.00211.x>.
- SHELDON R.D. 2003. Factors affecting the distribution, abundance and chick survival of the Lapwing (*Vanellus vanellus*) [The Open University]. In *PhD thesis*. <https://doi.org/10.5860/choice.51-2973>.
- SLATERUS R. & MAJOUR F. 2015. Tellingen van Grutto's en andere weidevogels in de provincie Utrecht in 2015. Sovon-rapport 2015/30. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- TEUNISSEN W.A., SCHOTMAN A.G.M., BRUINZEEL L.W., TEN HOLT H., OOSTERVELD E.O., SIERDSEMA H. H., WYMENGA E. & MELMAN T.C.P. 2012. Op naar kerngebieden voor weidevogels in Nederland. Werkdocument met randvoorwaarden en handreiking. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2344. Nijmegen, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Sovon-rapport 2012/21, Feanwâlden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A&W- rapport 1799. 144 blz.; 63 fig.; 22tab.; 76 ref.
- VAN DER WAL J. & TEUNISSEN W. 2018. Boerenlandvogels en predatie: een update van de huidige kennis. Sovon-rapport 2018/31. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VAN 'T VEER R., SIERDSEMA H., MUSTERS C.J.M., GROEN N. & TEUNISSEN W. 2008. Weidevogels op landsschapsschaal, ruimtelijke en temporele veranderingen Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit; Directie Kennis Ede.

- VISSER T., MELMAN T.C.P., BUIJ R., & SCHOTMAN A. 2017. Greppel plas-dras voor weidevogels: betekenis als habitatonderdeel voor weidevogelkuikens (No. 2845). Wageningen Environmental Research.
- VISSER T., ROS, M. & TIMMERMANS L. 2021. Effecten van bemesting op habitatkwaliteit grasland voor weidevogels. Rapport no. 3074. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
- VISSER T., MEIJNINGER W., ROERINK G., KLEYHEEG E. & GOEDHART P. 2022. Ontwikkeling systematiek voor vaststellen en monitoren van habitatkwaliteit agrarisch gebied (No. 3156). Wageningen Environmental Research.
- VAN DER WAL J. & TEUNISSEN W. 2018. Boerenlandvogels en predatie: een update van de huidige kennis. Sovon-rapport 2018/31. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- WERELD NATUUR FONDS 2020. *Living Planet Report Nederland 2020: Natuur en landbouw verbonden.*



## 7 Bijlagen

### Bijlage 1. Correlatiematrix habitatkenmerken

**Tabel A1.1.** Correlatiecoëfficiënten van paarsgewijze correlaties tussen de gemeten habitatkenmerken.

**Table A1.1.** Correlation coefficients of pairwise correlations between measured habitat characteristics.

	z.veghgem	z.vochtgem	z.weerstandgem	z.aantalwormen	z.gewichtwormen	z.insect_groot4	z.insect_klein4	z.insect_alle	z.totaranea	z.totcoleoptera	z.totdiptlarve	z.aant_insect_klein4	z.aant_insect_groot4	z.tot_aant_insect	z.microrelief	z.drooglegging	z.openheidm	z.S2REPapr
z.veghgem	1	-0.14	0.12	-0.11	-0.03	0.26	-0.11	0.24	-0.03	0.15	0.5	-0.13	0.24	0.02	0.16	0.4	-0.24	0.15
z.vochtgem	-0.14	1	-0.11	0.31	0.35	-0.18	0.13	-0.17	-0.04	-0.14	-0.31	0.29	-0.1	0.18	-0.19	-0.1	-0.08	-0.18
z.weerstandgem	0.12	-0.11	1	-0.21	-0.21	0.04	-0.3	0.03	0.03	0.06	0.22	-0.08	-0.1	-0.07	-0.56	0.33	-0.07	0.48
z.aantalwormen	-0.11	0.31	-0.21	1	0.91	0.03	0.16	0.04	-0.05	0.03	-0.18	0.17	-0.03	0.12	0.05	0.03	-0.1	-0.04
z.gewichtwormen	-0.03	0.35	-0.21	0.91	1	0.02	0.1	0.03	-0.02	0.01	-0.12	0.17	-0.01	0.1	0.02	0.09	-0.15	-0.02
z.insect_groot4	0.26	-0.18	0.04	0.03	0.02	1	0.07	1	0.51	0.86	0.24	0.02	0.78	0.42	0.08	0.49	0.07	0.1
z.insect_klein4	-0.11	0.13	-0.3	0.16	0.1	0.07	1	0.11	0.22	0.02	-0.08	0.71	0.27	0.64	0.28	-0.28	0.14	-0.36
z.insect_alle	0.24	-0.17	0.03	0.04	0.03	1	0.11	1	0.52	0.86	0.22	0.06	0.78	0.45	0.09	0.48	0.07	0.09
z.totaranea	-0.03	-0.04	0.03	-0.05	-0.02	0.51	0.22	0.52	1	0.21	0.01	0.16	0.72	0.5	0	0.34	0.13	-0.05
z.totcoleoptera	0.15	-0.14	0.06	0.03	0.01	0.86	0.02	0.86	0.21	1	0.15	0.01	0.48	0.25	-0.01	0.41	0.06	0.25
z.totdiptlarve	0.5	-0.31	0.22	-0.18	-0.12	0.24	-0.08	0.22	0.01	0.15	1	-0.21	0.11	-0.11	-0.11	-0.1	0.2	0.19
z.aant_insect_klein4	-0.13	0.29	-0.08	0.17	0.17	0.02	0.71	0.06	0.16	0.01	-0.21	1	0.16	0.82	0.06	-0.08	0.04	-0.17
z.aant_insect_groot4	0.24	-0.1	-0.1	-0.03	-0.01	0.78	0.27	0.78	0.72	0.48	0.11	0.16	1	0.64	0.21	0.37	0.05	-0.11
z.tot_aant_insect	0.02	0.18	-0.07	0.12	0.1	0.42	0.64	0.45	0.5	0.25	-0.11	0.82	0.64	1	0.13	0.17	0.07	-0.15
z.microrelief	0.16	-0.19	-0.56	0.05	0.02	0.08	0.28	0.09	0	-0.01	-0.11	0.06	0.21	0.13	1	0.3	-0.17	-0.17
z.drooglegging	0.4	-0.1	0.33	0.03	0.09	0.49	-0.28	0.48	0.34	0.41	-0.1	-0.08	0.37	0.17	0.3	1	-0.46	0.52
z.openheidm	-0.24	-0.08	-0.07	-0.1	-0.15	0.07	0.14	0.07	0.13	0.06	0.2	0.04	0.05	0.07	-0.17	-0.46	1	-0.35
z.S2REPapr	0.15	-0.18	0.48	-0.04	-0.02	0.1	-0.36	0.09	-0.05	0.25	0.19	-0.17	-0.11	-0.15	-0.17	0.52	-0.35	1

**Tabel A1.2.** Steekproefgrootte voor paarsgewijze correlaties tussen de gemeten habitatkenmerken.

**Table A1.2.** Sample size for pairwise correlations between measured habitat characteristics.

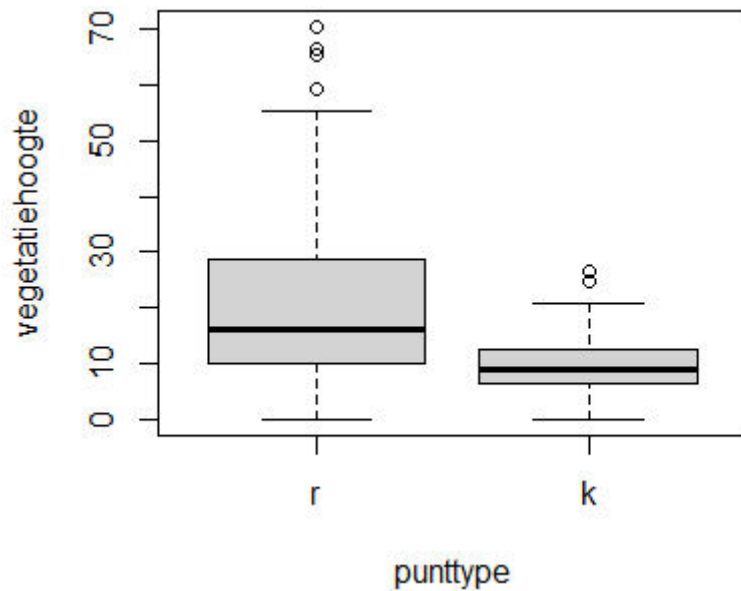
	z.veghgem	z.vochtgem	z.weerstandgem	z.aantalwormen	z.gewichtwormen	z.insect_groot4	z.insect_klein4	z.insect_alle	z.totaranea	z.totcoleoptera	z.totdiptlarve	z.aant_insect_klein4	z.aant_insect_groot4	z.tot_aant_insect	z.microrelief	z.drooglegging	z.openheidm	z.S2REPap
z.veghgem	382	282	382	382	354	331	331	331	331	329	116	331	331	331	371	247	371	359
z.vochtgem	282	289	289	289	261	249	249	249	249	248	94	249	249	249	286	202	286	274
z.weerstandgem	382	289	391	391	363	338	338	338	338	336	123	338	338	338	380	256	380	367
z.aantalwormen	382	289	391	391	363	338	338	338	338	336	123	338	338	338	380	256	380	367
z.gewichtwormen	354	261	363	363	363	317	317	317	317	315	115	317	317	317	352	228	352	341
z.insect_groot4	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.insect_klein4	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.insect_alle	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.totaranea	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.totcoleoptera	329	248	336	336	315	339	339	339	339	339	126	339	339	339	332	212	332	319
z.totdiptlarve	116	94	123	123	115	126	126	126	126	126	126	126	126	126	119	67	119	117
z.aant_insect_klein4	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.aant_insect_groot4	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.tot_aant_insect	331	249	338	338	317	341	341	341	341	339	126	341	341	341	334	213	334	321
z.microrelief	371	286	380	380	352	334	334	334	334	332	119	334	334	334	387	263	387	373
z.drooglegging	247	202	256	256	228	213	213	213	213	212	67	213	213	213	263	263	263	249
z.openheidm	371	286	380	380	352	334	334	334	334	332	119	334	334	334	387	263	387	373
z.S2REPap	359	274	367	367	341	321	321	321	321	319	117	321	321	321	373	249	373	373

**Tabel A1.3.** Statistische significantie (p-waarden) van paarsgewijze correlaties tussen de gemeten habitatkenmerken.

**Table A1.3.** Statistical significance (p-values) coefficients of pairwise correlations between measured habitat characteristics.

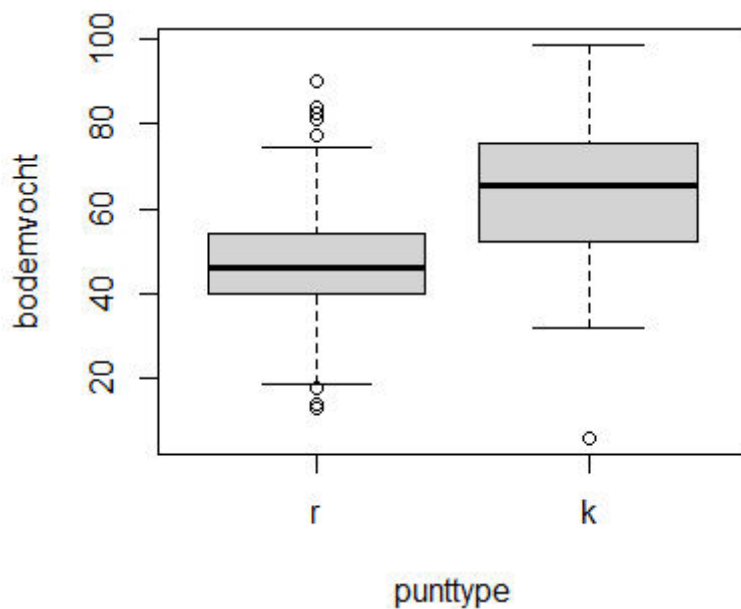
	z.veghgem	z.vochtgem	z.weerstandgem	z.aantalwormen	z.gewichtwormen	z.insect_groot4	z.insect_klein4	z.insect_alle	z.totaranea	z.totcoleoptera	z.totdiptlarve	z.aant_insect_klein4	z.aant_insect_groot4	z.tot_aant_insect	z.microrelief	z.drooglegging	z.openheidm	z.S2REPr
z.veghgem	0	0.02	0.02	0.03	0.53	0	0.05	0	0.58	0.01	0	0.02	0	0.67	0	0	0	0
z.vochtgem	0.02	0	0.07	0	0	0.01	0.05	0.01	0.52	0.03	0	0	0.12	0	0	0.18	0.2	0
z.weerstandgem	0.02	0.07	0	0	0	0.48	0	0.63	0.59	0.25	0.01	0.14	0.06	0.21	0	0	0.19	0
z.aantalwormen	0.03	0	0	0	0	0.64	0	0.47	0.4	0.59	0.04	0	0.54	0.03	0.34	0.59	0.06	0.43
z.gewichtwormen	0.53	0	0	0	0	0.73	0.06	0.59	0.74	0.84	0.19	0	0.83	0.06	0.67	0.18	0	0.65
z.insect_groot4	0	0.01	0.48	0.64	0.73	0	0.21	0	0	0	0.01	0.67	0	0	0.14	0	0.18	0.08
z.insect_klein4	0.05	0.05	0	0	0.06	0.21	0	0.05	0	0.77	0.39	0	0	0	0	0	0.01	0
z.insect_alle	0	0.01	0.63	0.47	0.59	0	0.05	0	0	0	0.01	0.29	0	0	0.1	0	0.18	0.11
z.totaranea	0.58	0.52	0.59	0.4	0.74	0	0	0	0	0	0.88	0	0	0	0.97	0	0.02	0.42
z.totcoleoptera	0.01	0.03	0.25	0.59	0.84	0	0.77	0	0	0	0.09	0.84	0	0	0.83	0	0.27	0
z.totdiptlarve	0	0	0.01	0.04	0.19	0.01	0.39	0.01	0.88	0.09	0	0.02	0.23	0.22	0.24	0.42	0.03	0.04
z.aant_insect_klein4	0.02	0	0.14	0	0	0.67	0	0.29	0	0.84	0.02	0	0	0	0.29	0.26	0.51	0
z.aant_insect_groot4	0	0.12	0.06	0.54	0.83	0	0	0	0	0	0.23	0	0	0	0	0	0.33	0.04
z.tot_aant_insect	0.67	0	0.21	0.03	0.06	0	0	0	0	0	0.22	0	0	0	0.02	0.01	0.23	0.01
z.microrelief	0	0	0	0.34	0.67	0.14	0	0.1	0.97	0.83	0.24	0.29	0	0.02	0	0	0	0
z.drooglegging	0	0.18	0	0.59	0.18	0	0	0	0	0	0.42	0.26	0	0.01	0	0	0	0
z.openheidm	0	0.2	0.19	0.06	0	0.18	0.01	0.18	0.02	0.27	0.03	0.51	0.33	0.23	0	0	0	0
z.S2REPr	0	0	0	0.43	0.65	0.08	0	0.11	0.42	0	0.04	0	0.04	0.01	0	0	0	0

## Bijlage 2. Verschil in habitatkenmerken tussen kievitspunten en referentiepunten



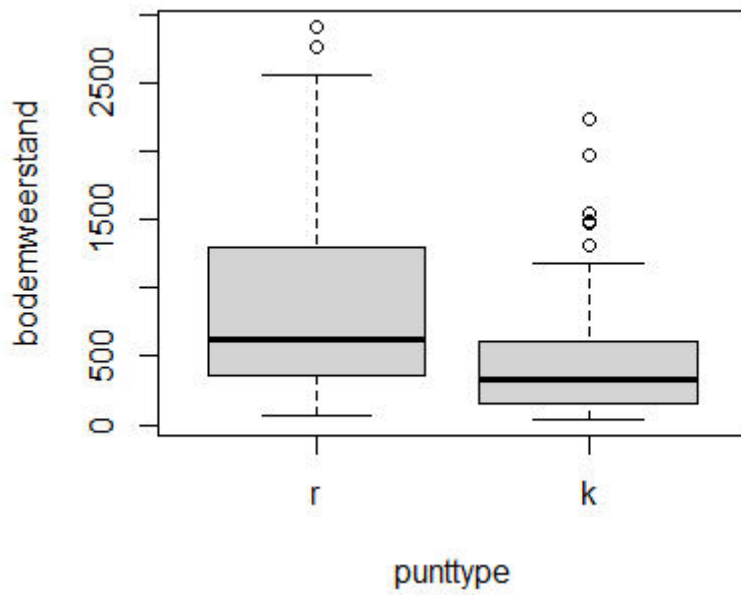
**Figuur A2.1.** Verschil in vegetatiehoogte tussen referentie- en kievitspunten.

*Figure A2.1.* Difference in variation in vegetation height between reference and lapwing points.

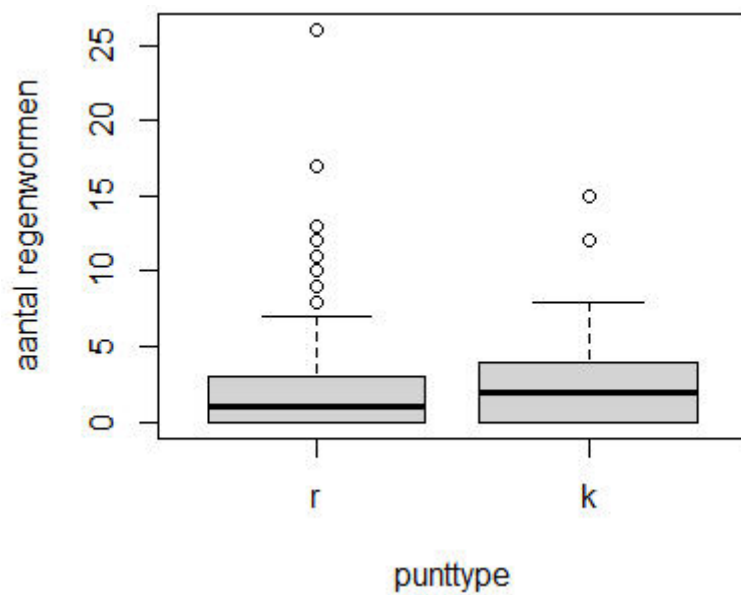


**Figuur A2.2.** Verschil in bodenvochtgehalte tussen referentie- en kievitspunten.

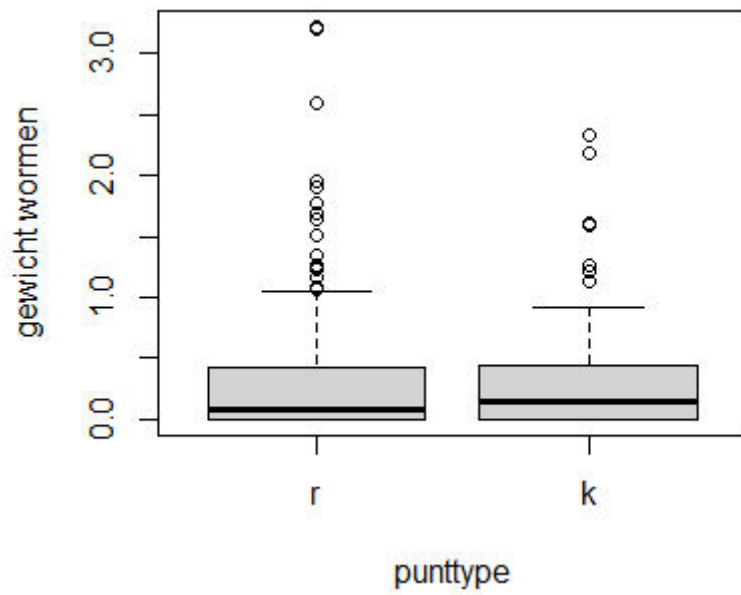
*Figure A2.2.* Difference in soil moisture content between reference and lapwing points.



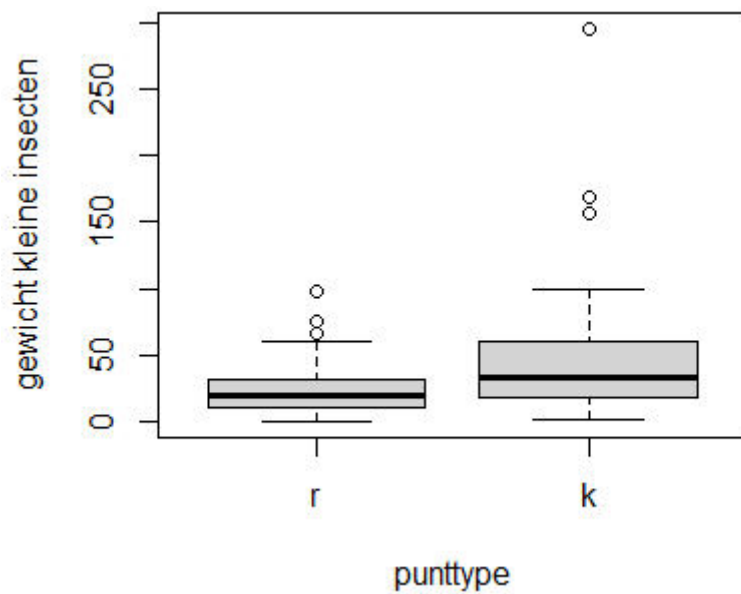
**Figuur A2.3.** Verschil in bodemweerstand tussen referentie- en kievitspunten.  
*Figure A2.3.* Difference in soil resistance between reference and lapwing points.



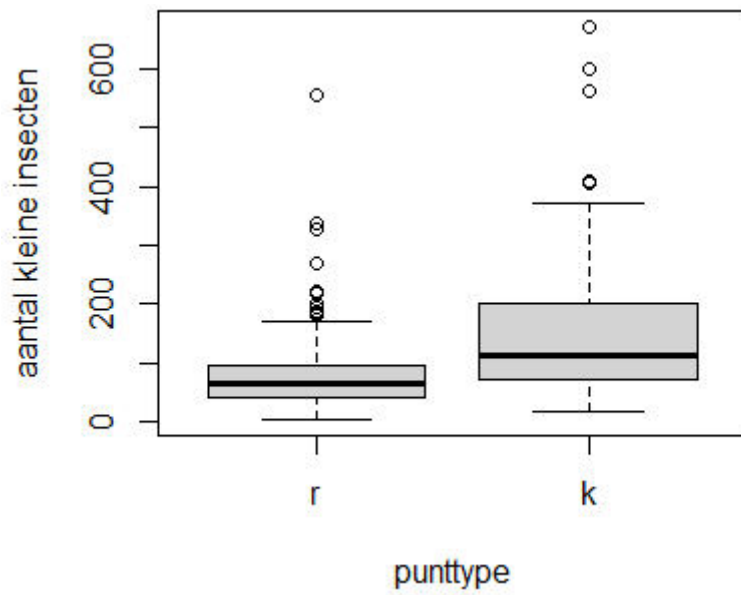
**Figuur A2.4.** Verschil in aantal regenwormen tussen referentie- en kievitspunten.  
*Figure A2.4.* Difference in number of earthworms between reference and lapwing points.



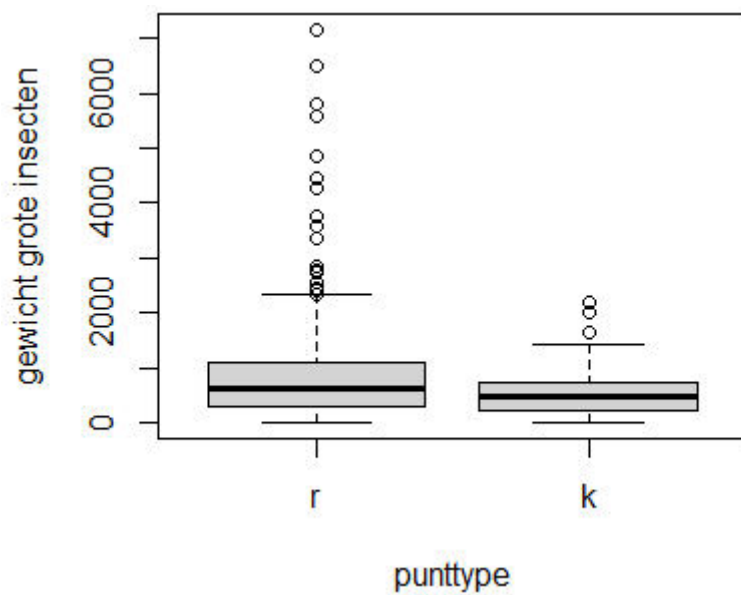
**Figuur A2.5.** Verschil in biomassa aan wormen tussen referentie- en Kievitspunten.  
**Figure A2.5.** Difference in worm biomass between reference and lapwing points.



**Figuur A2.6.** Verschil in biomassa aan kleine insecten tussen referentie- en Kievitspunten.  
**Figure A2.6.** Difference in biomass of small insects between reference and lapwing points.

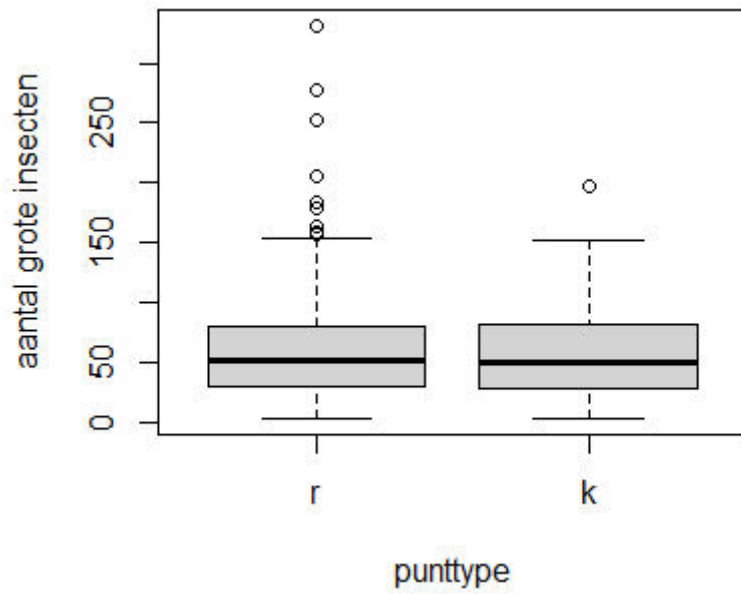


**Figuur A2.7.** Verschil in aantal kleine insecten tussen referentie- en kievitspunten.  
**Figure A2.7.** Difference in the number of small insects between reference and lapwing points.

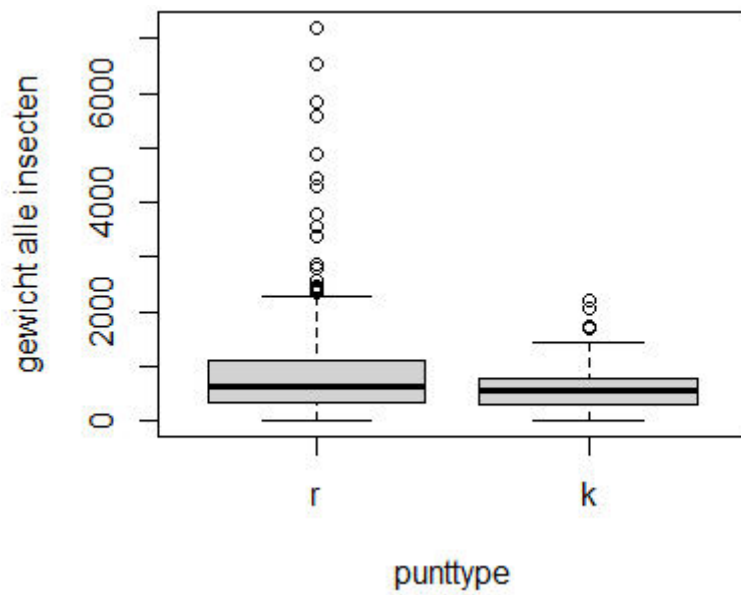


**Figuur A2.8.** Verschil in biomassa aan grote insecten tussen referentie- en kievitspunten.  
**Figure A2.8.** Difference in biomass of large insects between reference and lapwing points.

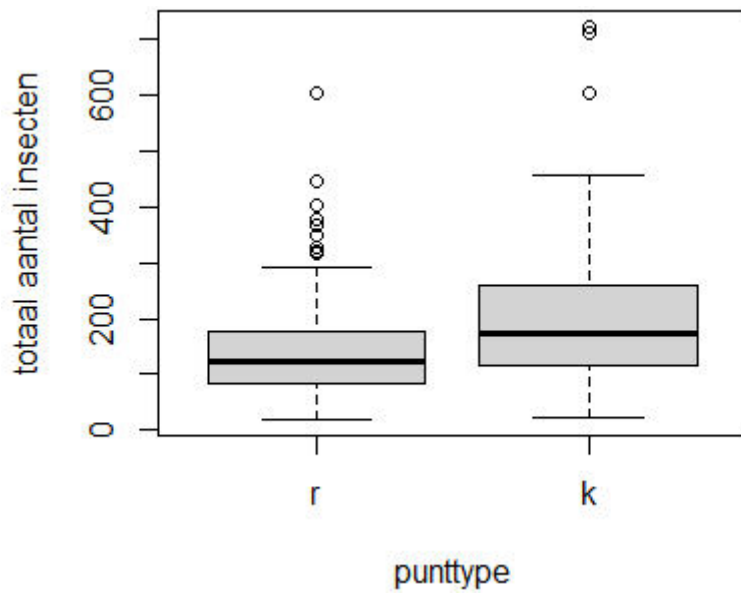




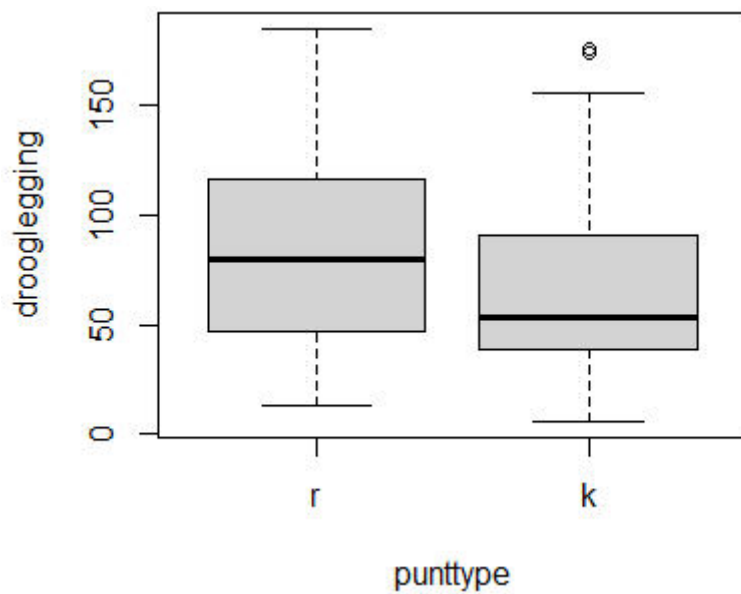
**Figuur A2.9.** Verschil in aantal grote insecten tussen referentie- en kievitspunten.  
*Figure A2.9.* Difference in number of large insects between reference and lapwing points.



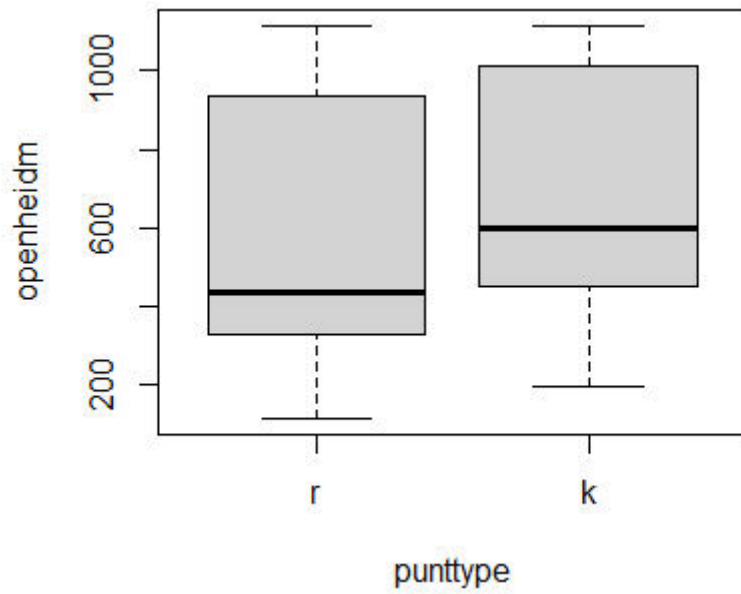
**Figuur A2.10.** Verschil in totale biomassa aan insecten tussen referentie- en kievitspunten.  
*Figure A2.10.* Difference in total biomass of insects between reference and lapwing points.



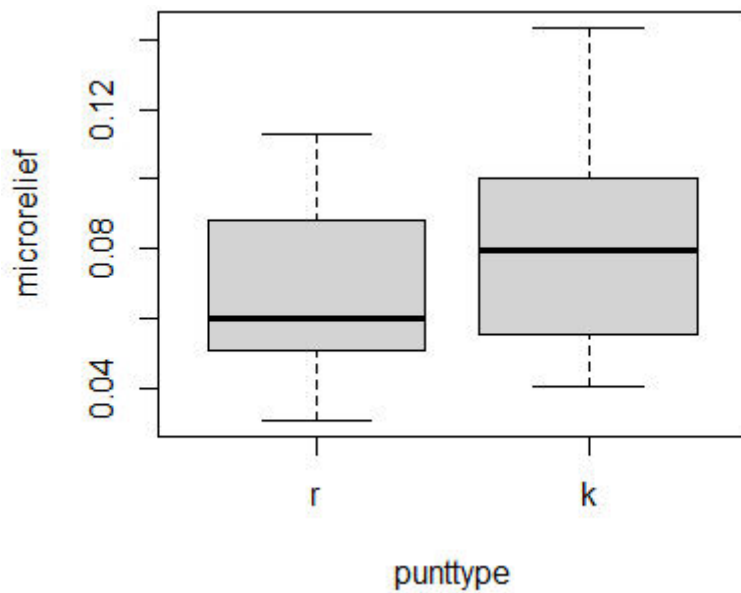
**Figuur A2.11.** Verschil in totale aantal insecten tussen referentie- en kievitspunten.  
**Figure A2.11.** Difference in total number of insects between reference and lapwing points.



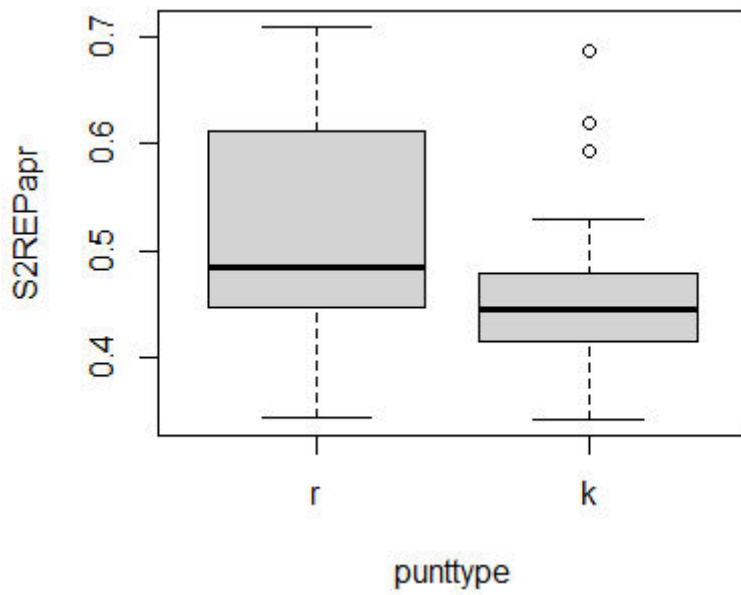
**Figuur A2.12.** Verschil in drooglegging tussen referentie- en kievitspunten.  
**Figure A2.12.** Difference in degree of drainage between reference and lapwing points.



**Figuur A2.13.** Verschil in openheid (in meters) tussen referentie- en Kievitspunten.  
**Figure A2.13.** Difference in degree of openness (in meters) between reference and lapwing points.



**Figuur A2.14.** Verschil in microrelief tussen referentie- en Kievitspunten.  
**Figure A2.14.** Difference in microrelief between reference and lapwing points.



**Figuur A2.15.** Verschil in intensiteit van landgebruik (S2REP\_april) tussen referentie- en kievitspunten.  
*Figure A2.15. Difference in land use intensity (S2REP\_april) between reference and lapwing points.*

### Bijlage 3. Aantal insecten/ongewervelden per orde

**Tabel A3.1.** Het gemiddelde aantal geleedpotigen/ongewervelden per monster (potval) per orde, per grootteklasse (0-1 mm, 1-2 mm, e.v.) voor zowel Kievitspunten (k, n=71) als referentiepunten (r, n=211). Alleen monsters van referentiepunten zijn meegenomen die binnen dezelfde week en binnen hetzelfde gebied als de Kievitspunten zijn onderzocht.

**Table A3.1.** The average number of arthropods/invertebrates per sample (pitfall trap) per order, per size class (0-1 mm, 1-2 mm, etc.) for lapwing points (k, n=71) and reference points (r, n=211). Only reference points that were measured in the same week and in the same area as lapwing points were included in this overview.

mm	Mijten Acari		Spinnen Araneae		Kevers Coleoptera		Kevers(l) ColeopteraLarvea		Springstaarten Collembola		Tweevleugeligen Diptera		Slakken Gastropoda		Wantsen Hemiptera		Vlievleugeligen Hymenoptera		Alle ordes	
	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r
1	3.9	4.0	2.2	4.8	0.1	0.1	0.0	0.0	15.8	7.4	1.0	0.4	0.0	0.0	0.5	0.9	0.7	0.6	24.1	18.1
2	2.8	0.8	28.2	16.5	10.8	1.0	0.0	0.0	39.9	13.5	15.6	4.8	0.0	0.0	0.8	2.1	1.3	0.4	99.4	39.1
3	0.0	0.0	15.6	10.1	11.3	1.7	0.0	0.0	2.1	0.9	8.7	2.3	0.0	0.0	0.6	0.5	0.5	0.3	38.8	15.9
4	0.0	0.0	6.8	5.2	4.6	1.1	0.0	0.0	0.3	0.3	1.1	0.8	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.6	13.2	8.2
5	0.0	0.0	12.9	14.9	3.1	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.8	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	17.5	16.7
6	0.0	0.0	6.7	8.1	1.2	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8	9.5
7	0.0	0.0	2.3	2.3	2.3	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	3.9
8	0.0	0.0	1.0	0.7	1.8	1.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	2.7
9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.8	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.9
12	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	2.4
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.9
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.2
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	6.7	4.9	75.8	62.7	41.7	16.9	1.6	0.7	58.1	22.0	28.6	10.0	4.2	7.4	2.4	3.8	2.5	1.9	221.7	130.4

**Tabel A3.2.** De gemiddelde biomassa aan geleedpotigen/ongewervelden per monster (potval) per orde, per grootteklasse (0-1 mm, 1-2 mm, e.v.) voor zowel kievitspunten (k, n=71) als referentiepunten (r, n=211). Alleen monsters van referentiepunten zijn meegenomen die binnen dezelfde week en binnen hetzelfde gebied als de kievitspunten zijn onderzocht.

**Table A3.2.** Mean biomass of arthropods/invertebrates per sample (pitfall trap) per order, per size class (0-1 mm, 1-2 mm, etc.) for lapwing points (k, n=71) and reference points (r, n=211). Only reference points that were measured in the same week and in the same area as lapwing points were included in this overview.

mm	Mijten Acari		Spinnen Araneae		Kevers Coleoptera		Kevers(l) ColeopteraLarvae		Springstaarten Collembola		Tweevleugeligen Diptera		Slakken Gastropoda		Wantsen Hemiptera		Vlievleugeligen Hymenoptera		Alle ordes	
	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r	k	r
1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3
2	0.2	0.1	9.6	5.6	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.9	0.0	0.0	0.2	0.5	0.1	0.0	15.6	7.4
3	0.0	0.0	17.5	11.3	7.6	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	1.1	0.0	0.0	0.4	0.3	0.1	0.1	30.0	14.1
4	0.0	0.0	17.6	13.4	6.9	1.7	0.1	0.1	0.0	0.0	1.1	0.8	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.4	26.1	16.6
5	0.0	0.0	64.3	74.6	8.6	1.5	0.4	0.1	0.0	0.0	2.0	1.3	0.4	1.7	0.3	0.2	0.0	0.0	76.0	79.4
6	0.5	0.0	57.3	68.7	5.6	4.0	0.2	0.1	0.0	0.0	1.7	0.9	0.7	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	66.1	75.0
7	0.0	0.0	30.1	30.9	16.2	7.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.5	0.9	2.1	1.9	0.1	0.0	0.0	0.0	49.4	41.5
8	0.0	0.0	20.6	13.5	18.5	14.8	0.5	0.3	0.0	0.0	0.6	0.6	0.3	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	40.6	32.3
9	0.0	0.0	2.0	2.1	12.0	8.7	0.4	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	2.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	13.5
10	0.0	0.0	0.5	1.1	21.3	15.6	1.3	0.4	0.0	0.0	0.5	0.4	8.2	9.3	0.0	0.0	0.0	0.1	31.8	26.9
11	0.0	0.0	0.0	1.7	21.7	16.5	0.4	0.2	0.0	0.0	0.2	0.4	0.7	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	20.6
12	0.0	0.0	0.9	1.2	58.6	51.2	1.5	0.6	0.0	0.0	0.6	0.2	4.6	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	66.2	60.2
13	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	53.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	2.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	27.4	58.7
14	0.0	0.0	0.0	0.5	11.2	49.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	52.6
15	0.0	0.0	0.0	0.0	29.6	74.0	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.6	8.7	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	39.0	85.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	11.6	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	2.6	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	16.4
17	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	23.9
18	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	22.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	26.9
19	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	21.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	24.1
20	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	45.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	24.5	54.8
21	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	24.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	24.7
22	0.0	0.0	0.0	0.0	12.3	19.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	22.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	28.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	29.3
24	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	10.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	11.6
25	0.0	0.0	0.0	0.0	14.1	41.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	43.1
26	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	2.6
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	11.9
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	3.6
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	0.8	0.1	220.6	224.8	347.2	574.2	8.9	3.2	0.2	0.1	14.9	10.2	42.4	77.3	1.4	1.3	0.4	0.7	636.7	891.9



Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



OBN Natuurkennis wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12.



Alle publicaties en producten van OBN Natuurkennis zijn te vinden op  
[www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)

