

# Predatieproblematiek bij weidevogels



Wolf Teunissen,  
Christian Kampichler,  
Frank Majoor,  
Maja Roodbergen &  
Erik Kleyheeg

Sovon-rapport 2020/41







# Predatieproblematiek bij weidevogels

Wolf Teunissen, Christian Kampichler, Frank Majoor, Maja Roodbergen & Erik Kleyheeg

Dit rapport kwam mede tot stand dankzij een subsidie van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, en Vogelbescherming Nederland.



Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



## Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2020

Dit rapport is mede mogelijk gemaakt door een subsidie van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Vogelbescherming Nederland.

*Wijze van citeren:* Teunissen W., Kampichler C., Majoor F., Roodbergen M. & Kleyheeg E. 2020. Predatieproblematiek bij weidevogels. Sovon-rapport 2020/41. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

*Illustratie omslag:* Plasdras (Peter Eekelder), Kievit en jong (nestcam)

*Opmaak:* John van Betteray, Sovon Vogelonderzoek Nederland

*ISSN-nummer:* 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland

Toernooiveld 1

6525 ED Nijmegen

*e-mail:* [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)

*website:* [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon.



# Inhoud

Dankwoord	3
1. Inleiding	9
1.1. Aanleiding voor dit onderzoek	9
1.2. Expertmeeting	10
1.3. Doel en vraagstelling van het onderzoek	12
2. Predatie in een landschappelijke context	15
2.1. Inleiding	15
2.2. Materiaal en methoden	15
2.2.1. Nestgegevens	15
2.2.2. Landschapstypen	16
2.2.3. Predatoren	17
2.2.4. Analyses	19
2.3. Dagelijkse overleving van legsels	21
2.3.1. Uitkomstsucces en verliesoorzaken	21
2.3.2. Predatie in de loop der jaren	22
2.3.3. Landschappen	23
2.4. Verspreidingskaarten predatoren	28
2.4.1. Vliegende predatoren	28
2.4.2. Zoogdieren	28
2.4.3. Kans op voorkomen van predatoren per landschapstype	32
2.5. Landschapskenmerken en voorkomen predatoren	32
2.6. Predatieverlies, predatoren en landschap	35
2.7. Predatie op landschapsschaal: conclusies	38
3. Weerbaarheid populatie weidevogels	41
3.1. Inleiding	41
3.2. Materiaal en methoden	42
3.2.1. Data en databewerkingen	42
3.2.2. Analyses	43
3.3. Resultaten	45
3.3.1. Invloed van dichtheid op predatiekansen	45
3.3.2. Effect van Kievitdichtheden op predatiekansen weidevogels	46
3.3.3. Drempelwaarde voor effectieve predatorenafweer	48
3.3.4. Effect van nestpredatie op weidevogeldichtheden	50
3.4. Weerbaarheid: conclusies	51
4. Incubatiegedrag van weidevogels in relatie tot predatie	53
4.1. Achtergrond	53
4.2. Methoden	53
4.2.1. Data	53
4.2.2. Classificatie van incubatie	56
4.2.3. Berekening incubatiegedrag	56
4.2.4. Predatiedruk en lot van de nesten	56
4.3. Resultaten	57
4.3.1. Basisstatistieken	57
4.3.2. Verschillen in incubatiegedrag tussen soorten	59
4.3.3. Verschillen in incubatie-inspanning over de incubatieperiode	60
4.3.4. Verschillen in incubatiegedrag gedurende het seizoen	61
4.3.5. Verschillen in incubatiegedrag tussen dag en nacht	62
4.3.6. Kan variatie in incubatiegedrag worden verklaard door predatiedruk?	63
4.3.7. Verschillen tussen dag en nacht	64
4.4. Incubatiegedrag: conclusies	64

5. Predatiedruk reducerende maatregelen	67
5.1. Inleiding	67
5.2. Methode	67
5.2.1. Onderzoeksgebieden	67
5.2.2. Nestcontroles	68
5.2.3. Monitoren predatoren	68
5.3. Resultaten	70
5.3.1. Uitkomstsucces	70
5.3.2. Daders	72
5.3.3. Monitoring predatoren	74
5.4. Reductie predatiedruk: conclusies	76
6. Discussie	77
6.1. Algemeen	77
6.2. Landschap en predatie	78
6.3. Landschap en predatoren	78
6.4. Landschap, predatoren en predatieverliezen	79
6.5. Beheer en predatoren	80
6.6. Weerbaarheid van weidevogels	82
6.7. Incubatiegedrag	83
6.8. Predatorenbeheer	86
6.9. Omvang kerngebieden in relatie tot predatie	87
6.10. Predatiebeslisboom	90
Literatuur	93
Bijlagen	98
Bijlage 1. Predatiekaarten voor de afzonderlijke steltlopers	98
Bijlage 2. Verspreidingskaarten van zes vogelsoorten	101
Bijlage 3. Voorkomen per landschapstype voor een aantal potentiële predatoren.	102
Bijlage 4. De relatie tussen de beheervariabelen en het voorkomen van predatoren per landschapstype	111
Bijlage 5. Kwantiel regressies verliesoorzaken	129

---



## Dankwoord

Grootschalige analyses zoals beschreven in deze rapportage zijn alleen maar mogelijk dankzij de grote inzet van de vele vrijwilligers die actief zijn bij de bescherming van weidevogels, hetzij door actief nesten te beschermen, dan wel nauwkeurige tellingen van de vogels uit te voeren waardoor duidelijk kan worden hoe de vogels er voor staan. En last but not least de vele terreineigenaren die toestemming hebben verleend voor het verzamelen van gegevens op hun land. Teveel om allemaal op te noemen, maar toch willen we een paar mensen met name noemen.

Voor het onderzoek naar de effectiviteit van rasters bedanken we allereerst de Stichting BAO die bereid waren een elektrisch raster aan te schaffen en plaatsen in Arkemheen. Het Waterschap Vallei & Veluwe stelde een aansluitpunt voor de stroomvoorziening ter beschikking. Staatsbosbeheer verleende toestemming om eveneens een van haar percelen in het raster op te nemen. Ondersteuning werd verleend door Anja Hospes.

In Eemland verleenden Frans Rigter, Gerard Rigter, Gert Bieshaar, Jan Roodhart en Haije Valkema toestemming om in hun gebied legsels te volgen met wildcamera's.

In Hattem en Wapenveld hebben Cor Heidenrijk,

Jacob van Emst en Bernard van 't Land ons geholpen.

Tenslotte hebben Frank Majoor en Maja Roodbergen de coördinatie op zich genomen in Bemmelen met toestemming en medewerking van Louis Dolmans en Frank Houterman.

Voor het maken van de verspreidingskaarten van predatoren en de predatiekaart hebben vele mensen hun medewerking verleend. Allereerst natuurlijk de vrijwilligers die al die gegevens hebben verzameld. Voor de gegevens van de vrijwillige weidevogelbeschermers danken we Aad van Paassen (LandschappenNL). Jeroen Nienhuis (Sovon) zorgde voor het samenvoegen van deze gegevens met de gegevens van het Sovon-Nestkaartenproject. Gegevens over het voorkomen van zoogdieren met onderscheid naar verkeersslachtoffers werden beschikbaar door Martijn van Oene (Zoogdiervereniging). Verdere databewerking werd verzorgd door Dirk Zoetebier, Lara Marx en Jessica van der Wal (allen Sovon). Dank voor het conceptuele meedenken gaat uit naar Hans Schekkerman, Ruud Foppen, Henk Sierdsema (allen Sovon) en Maurice la Haye (Zoogdiervereniging).





## Samenvatting

### Aanleiding en doel van het onderzoek

Berichten over de achteruitgang van boerenlandvogels en weidevogels in het bijzonder achtervolgen ons al decennia, ondanks de invoering van beheermaatregelen ter voorkoming van die achteruitgang die startten met de Relatienota in 1975. Al langere tijd wordt als een van de mogelijke oorzaken van het uitblijven van succes via agrarisch natuurbeheer de toegenomen predatie onder weidevogels genoemd. Eerder onderzoek heeft laten zien dat predatie een complex probleem is waar veel verschillende soorten predatoren bij betrokken zijn en niet los gezien kan worden van andere verliesoorzaken die van invloed kunnen zijn op de predatiekans. Onderzoek heeft het inzicht over de betekenis van predatie voor weidevogels inmiddels vergroot. Maar vooral gevoed door het feit dat er geen verbetering is waar te nemen in de ontwikkeling van de weidevogelstand beginnen gaandeweg anekdotes en daarbij behorende emoties weer de overhand te krijgen. Dit alles draagt meestal niet bij aan het vinden van oplossingen. Daarom achtten wij het tijd om een aantal van de nog openstaande vragen nader uit te zoeken, wat dankzij financiële ondersteuning vanuit het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Vogelbescherming Nederland mogelijk is gemaakt.

Een aantal vragen stonden hierbij centraal:

- Is predatie in de loop der jaren toegenomen en hoe is dit verdeeld over het land? Zijn er landschappelijke factoren aan te wijzen die hierop van invloed zijn?
- Zijn de dichtheid aan weidevogels en de soortenrijkdom van invloed op de predatiekans?
- Zijn er ook indirecte effecten van predatie te onderscheiden?
- Kunnen predatieverliezen worden beperkt door het plaatsen van een elektrisch raster en hoe verhoudt dit zich tot andere vormen van predatorbeheer?
- Wat betekent de opgedane kennis in deze rapportage voor de kerngebiedenaanpak?

### Is predatie in de loop der jaren toegenomen en hoe is dit verdeeld over het land?

- Bij de vijf onderzochte steltlopersoorten zien we bij elke soort een toename in de legselverliezen door predatie in de loop der jaren. De sterkste toename zien we bij de Wulp en de kleinste bij Kievit en Tureluur. Gemiddeld over de periode 2004-2018 ging 50% van de wulpenlegsels door predatie verloren en bij de overige soorten lag dit rond de 30% (fig. 2.3).
- Voor de verdeling over het land is gekeken naar

landschapstypen binnen het agrarisch gebied.

Uit deze predatiekaart (fig. 2.6) blijkt dat tussen de landschapstypen grote verschillen bestaan in predatieverlies van de legsels met als uitersten de Oude Zeekleigebieden van Zuid-Nederland met een verlies van 11,6% en de Beekdallandschappen van Oost-Nederland met 52,5%. Grofweg worden de grootste predatieverliezen gevonden in het noordoosten van het land boven de lijn Stavoren-Winterswijk. Een vergelijking met de predatiekaart uit 2000 laat zien dat vooral in Friesland en Groningen de predatieverliezen zijn toegenomen.

- De belangrijkste predatoren van legsels zijn zoogdieren en in beperkte mate Zwarte Kraaien. De verspreidingskaarten van deze soorten (fig. 2.8 en 2.9) sluiten niet een op een aan bij de predatieverliezen in de predatiekaart, een indicatie dat de aanwezigheid van een predator niet overal hetzelfde effect heeft op de predatiekans van een legsel. Predatoren van legsels die vrij algemeen verspreid over Nederland voorkomen zijn Bunzing, Egel en Vos. Dassen worden vooral in het oosten van het land aangetroffen en Hermelijnen in het westen. Steenmarters treffen we vooral aan in het noordoosten van ons land.
- Voor negen landschapskenmerken hebben we nader onderzocht in hoeverre die het voorkomen van predatoren beïnvloeden. Dat zijn de groenindex (maat voor gebruiksintensiteit van het land), waterpeil, openheid van het landschap, afstand tot de bebouwde kom, het aandeel niet verstoord landschap, aandeel verstoord door aanwezigheid van riet, aandeel verstoord door bomen die verwijderd zouden kunnen worden (alle bomen behalve erfbeplanting en bos), aandeel opgaande verstoring door bebouwing en de aanwezigheid van wegen. Deze kenmerken blijken vaak een vergelijkbaar effect te hebben op zoogdieren en vliegende predatoren (tabel 2.6). De kans op hun aanwezigheid wordt over het algemeen kleiner als het landschap meer open wordt, als de locatie verder verwijderd is van de bebouwde kom, er meer verwijderbare bomen staan en de groenindex groter is. Een hoger waterpeil en wegen lijken een tegenovergesteld effect te hebben.
- Voor de afzonderlijke landschappen en soorten kan het effect van deze kenmerken heel verschillend zijn. Afhankelijk van waar men zich in Nederland bevindt kan het dus zo zijn dat men bij het beheer van het landschap ter voorkoming van predatieverliezen de aanwezigheid van een kenmerk juist moet stimuleren dan wel beperken. Dat wordt nog eens extra gecompliceerd doordat de afzonderlijke predatoren ook verschillend

reageren op die kenmerken en men dus voordat men tot actie overgaat eerst goed moet vaststellen welke predatoren in een gebied een rol spelen om tot een gebiedsplan te komen. Een hulpmiddel hiervoor is bijlage 4 waarin voor elke predator en landschapstype is aangegeven welke kenmerken het voorkomen van de betreffende predator beïnvloeden.

- De belangrijkste predatoren van legsels lijken Hermelijns, Steenmarter en Vos te zijn (tabel 2.10). Bunzing, Das en Zwarte Kraai hebben een minder grote invloed op de predatieverliezen. Maar let op; lokaal kan dit natuurlijk heel anders zijn.

Is het aantal weidevogels en de soortsaamenstelling van invloed op de predatiekans?

- De predatiekans van een legsel wordt kleiner als de dichtheid van de soort toeneemt. Die relatie kwam het duidelijkst naar voren in gebieden met relatief grote predatieverliezen (tabel 3.3). Daar speelt de weerbaarheid van een populatie dus een grotere rol. Uitzondering hierop werd gevormd door de Tureluur, die juist een toename in de predatieverliezen liet zijn bij een grotere populatiedichtheid.
- De kans dat legsels van Scholekster, Grutto of Tureluur worden gepredeerd neemt echter af naarmate er meer Kieviten in het gebied aanwezig zijn en de invloed van de Kievit is zo groot dat ook bij de Tureluur de toename in predatieverlies bij een grotere tureluurdichtheid wordt gecompenseerd waardoor het overalleffect is dat de predatiekans kleiner wordt (tabel 3.4). Een weidevogelpopulatie wordt dus niet alleen weerbaarder voor predatie als de aantallen van de soort toenemen, maar ook als het aantal aanwezige Kieviten groter wordt. Bescherming van weidevogels moet zich dus niet beperken tot een bepaalde soort, maar in ieder geval (ook) richten op de Kievit en soortenrijkdom.
- Er lijkt sprake te zijn van een omslagpunt in de predatiekans van een legsel bij een bepaalde dichtheid. Dit patroon was het duidelijkst bij de Kievit, waarbij de predatiekans afnam als de dichtheid toenam tot het omslagpunt, waarna het eenmaal boven het omslagpunt nog sneller afnam (tabel 3.6). Bij de andere soorten werd de sterkste afname in predatiekans juist gevonden in de dichtheidstoename tot het omslagpunt en eenmaal daarboven trad er nog maar weinig verandering in de predatiekans op. Het bleek echter niet mogelijk met de toegepaste analyses een duidelijk omslagpunt per soort te genereren. Een meer gerichte dataverzameling voor het beantwoorden van deze vraag kan daar wellicht in de toekomst antwoord op geven.

Zijn er indirecte effecten van predatie?

- De tijd die broedvogels op hun nest doorbrengen verschilt tussen soorten (fig. 4.6). Per dag zit de Grutto ongeveer vijf kwartier langer op de eieren dan een Kievit. Dat wordt vooral veroorzaakt doordat Kieviten vaker het nest verlaten (fig. 4.7), mogelijk om potentiële predatoren te verjagen. Als Grutto's of Tureluurs het legsel verlaten duurt het wel langer dan bij de Kievit voor er weer een broedvogel terugkeert op het nest (fig. 4.8).
- De laatste paar dagen voor het uitkomen van het legsel wordt het nest vaker tijdelijk verlaten (fig. 4.9), vermoedelijk omdat de broedvogel reageert op piepende jongen in het ei of reeds uitgekomen jongen. Dit verschijnsel doet zich echter ook voor in de laatste dagen voor een legsel wordt gepredeerd. Het is aannemelijk dat dit komt doordat voorafgaand aan het predatiemoment predatoren actief zijn in het gebied en vogels om die reden het nest regelmatig tijdelijk verlaten. Een aanwijzing daarvoor is ook dat bij de nesten die uiteindelijk werden gepredeerd vogels langer wegbleven bij het nest dan de vogels die succesvol waren.
- Later in het broedseizoen brengen de vogels minder tijd door op het nest (fig. 4.11). Dat komt vooral doordat het broeden vaker wordt onderbroken (fig. 4.12) en niet doordat de vogel langer afwezig is. Twee oorzaken liggen daar waarschijnlijk aan ten grondslag: 1) de gemiddelde temperatuur is hoger waardoor legsels minder snel afkoelen bij afwezigheid van de oudervogel en de noodzaak om snel terug te keren naar het nest dus minder groot is, en 2) er vindt meer predatie plaats in de loop van het seizoen waardoor broedvogels vaker verstoord zullen worden en het nest verlaten.
- 's Nachts zitten vogels langer op het nest dan overdag, maar dit was tevens afhankelijk van het eindresultaat van het legsel (fig. 4.14). Bij een succesvol legsel werd relatief meer tijd 's nachts op het nest doorgebracht dan bij gepredeerde legsels. Overdag wordt het nest vaker tijdelijk verlaten dan 's nachts en is er geen onderscheid tussen succesvolle en gepredeerde legsels. De gemiddelde duur dat het nest niet werd bebroed verschilde echter wel tussen succesvolle en gepredeerde nesten. Bij succesvolle legsels was de duur overdag iets langer dan 's nachts, terwijl dit bij gepredeerde legsels andersom was. Dit kwam het duidelijkst naar voren bij de Kievit (fig. 4.15).
- De gemiddelde predatiedruk in een gebied is hierop mede van invloed. Bij een hoge predatiedruk zaten Kieviten gemiddeld langer op het nest (fig. 4.18). De Grutto liet echter geen verschil zien. Voor beide soorten gold dat ze minder vaak tijdelijk het nest verlieten en dat de duur van hun afwezigheid iets toenam als de predatiedruk groter werd (fig. 4.19 en 4.20).



- Het verschil in reactie tussen Grutto en Kievit op een toename in de predatiedruk lijkt verklaard te kunnen worden door het verschil in incubatiegedrag van beide soorten. Waar de Kievit meer vertrouwt op tijdig het nest kunnen verlaten bij nadering van een predator, vertrouwt de Grutto juist op zijn vermogen zo lang mogelijk onzichtbaar te blijven voor een predator. Mogelijk compenseren Kieviten dan de verloren incubatietijd bij een hogere predatiedruk door nachttactieve roofdieren, door overdag meer tijd op het nest door te brengen.

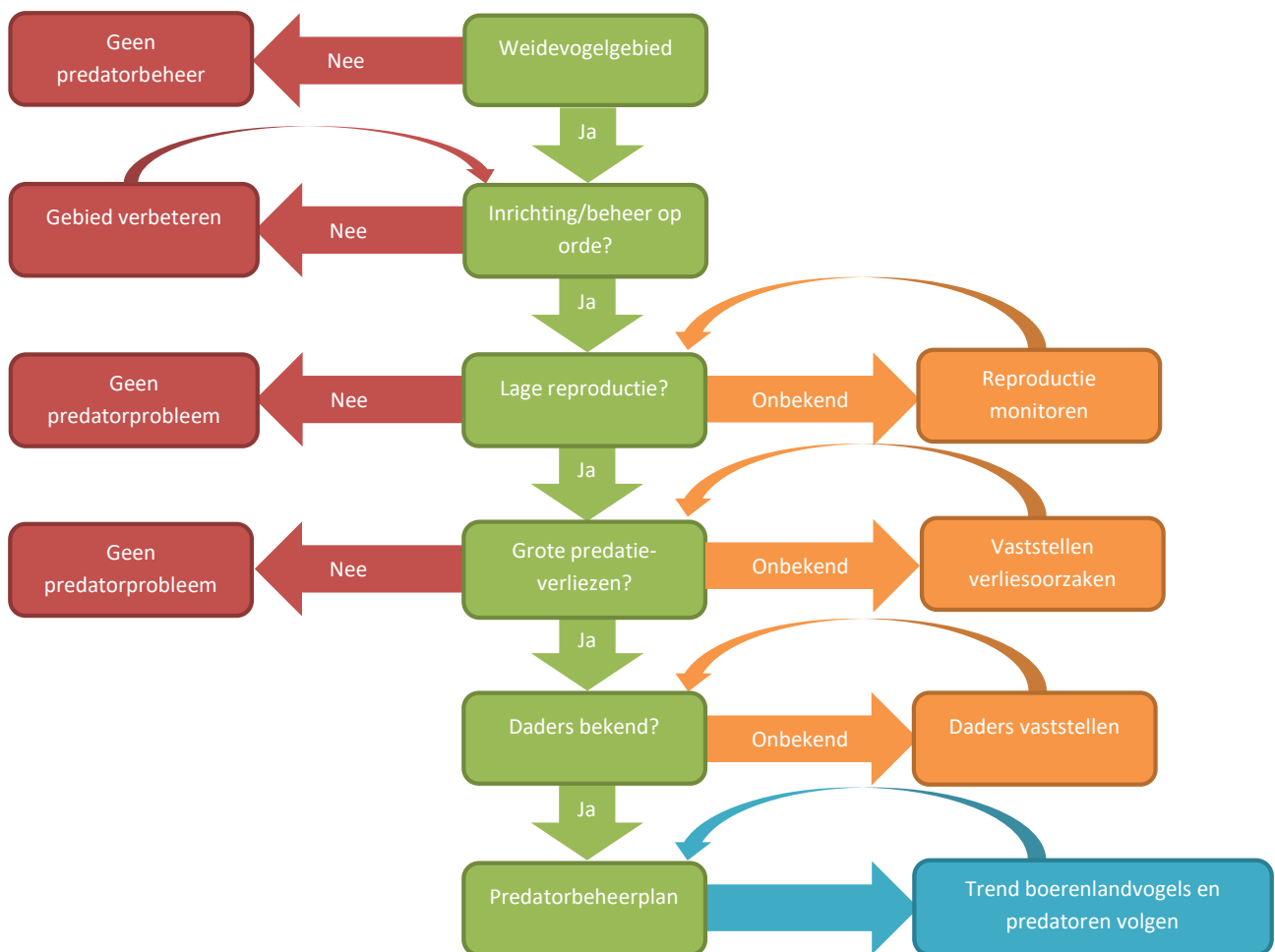
Reduceert predatorbeheer de predatieverliezen?

- Het uitrasteren van een gebied met een elektrisch raster leidt tot een aanzienlijke verbetering van het uitkomstsucces van weidevogellegfels, vooral doordat predatieverliezen worden beperkt. In gebieden met een raster ging 7% verloren door predatie, terwijl dit in controlegebieden 78% was. In één gebied werden Vossen voorafgaand aan en tijdens het seizoen afgeschoten. Dit beperkte de predatieverliezen wel enigszins, maar het resultaat bleef met 63% predatieverlies ver achter bij de gebieden met een raster (fig. 5.4).
  - In het afschotgebied bleek nog minimaal één Vos actief te zijn en dat laat dus zien dat bejaging ondanks de vaak grote inspanning niet altijd 100% effectief is. De overige vooral nachtelijke predatie die nog plaatsvond bleek met name veroorzaakt te worden door een Bunzing. Vermoedelijk heeft deze predator door het wegvallen van de concurrentie van de Vos in het gebied zijn rol (deels) overgenomen.
  - Vossen blijken niet alleen liefhebbers van eieren te zijn, maar ook van kuikens. Dit is lang onderbelicht gebleven, maar onderzoek in het buitenland aan gezenderde kuikens heeft dit duidelijk gemaakt. In het onderzoek aan kuikens in Nederland werd stevast een percentage van de kuikens nooit meer teruggevonden en dit percentage komt grofweg overeen met de percentages die in buitenlands onderzoek voor vossenpredatie werden gevonden. Het is verleidelijk dan aan te nemen dat de vermiste kuikens in Nederland vooral in vossenburchten terug te vinden zullen zijn. Maar vergelijkbare percentages vermist werden ook op Texel gevonden waar geen Vossen voorkomen. Dat wil niet zeggen dat Vossen geen belangrijke rol spelen bij kuikenspredatie, maar dat het niet logisch is hier bij voorbaat van uit te gaan.
  - Onder de vliegende predatoren werden Bruine Kiekendief, Zilvermeeuw, Buizerd en Raaf als meest bedreigend ervaren door de weidevogels (fig. 5.6).
- Wat betekenen deze resultaten voor de kerngebiedenaanpak?
- Voor een goed functionerend kerngebied is het van belang dat het gebied een dusdanige omvang heeft dat de aantallen vogels en de soortensamenstelling daarbinnen dusdanig zijn dat de weidevogels in staat zijn zich te weren tegen eventuele predatoren. Een minimumomvang van 250 ha is dan een absolute ondergrens. Groter is beter. Modelstudies hebben laten zien dat dergelijke gebieden eigenlijk minimaal 2500 ha zouden moeten beslaan.
  - De buffer rondom het kerngebied moet minimaal 600 m bedragen, maar als men predatoren buiten de deur wil houden is een buffer van 1000 m waarbinnen de inrichting dusdanig is dat het minder aantrekkelijk is voor predatoren aan te bevelen. Het bevorderen van de openheid van het landschap is daarvoor een van de belangrijkste maatregelen. Daarnaast is het zoveel mogelijk beperken van het aanbod aan stapelvoedsel in de vorm van muizen voor predatoren eveneens van belang. Muizen gedijen vooral in graslanden waar het gras boven de 20 cm uitkomt en de bedekking meer dan 80% is. In Noord-Amerika wordt zelfs een buffer van vier km aanbevolen.
  - Het beheer in het kerngebied moet optimaal zijn voor de weidevogels. Het moet bij voorkeur leiden tot een zogenaamd micromosaïek waarbij de vegetatie binnen een perceel wordt gekenmerkt door een grote afwisseling in vochtige en minder vochtige plekken en door een gevarieerde en soortenrijke vegetatie met grassen en kruiden. Dit kan bereikt worden door een combinatie van microreliëf (zoals wordt aangetroffen op permanente graslanden die ook extensief beweiden worden), in combinatie met een verhoogd waterpeil en door aangepaste (verminderde) bemesting met ruige stalmest. De afwisseling van open en dichte plekken, en hoge en lage vegetatie die hierdoor zal ontstaan biedt dan de verschillende weidevogelsoorten gedurende het gehele broedseizoen locaties waar ze kunnen broeden en waar kuikens kunnen opgroeien. Bij naderend gevaar kan een kuiken dan altijd in de nabijheid een schuilplek vinden tijdens het foerageren en vallen nesten ook minder snel op. Variatie in de vegetatie op kleine schaal is daarvoor belangrijk. Kleinschalige vegetatiekenmerken blijken namelijk een grote invloed te hebben op het uitkomstsucces van legfels. Dit soort beheer zorgt er tevens voor dat het aandeel lang gras beperkt blijft waardoor het minder aantrekkelijk is voor kleine zoogdieren en daarmee predatoren.
  - Mocht ondanks de juiste inrichting en beheer van een gebied predatie een grote factor blijken wordt het zaak in beeld te brengen wie daarvoor verant-

woordelijk zijn en zal er een plan opgesteld moeten worden om de verantwoordelijke predatoren kort te houden. Niet vergeten moet worden ook in beeld te brengen welke (potentiële) predatoren in een gebied wel aanwezig zijn, maar geen grote rol lijken te spelen in de uiteindelijke predatie. Dit laatste is essentieel om te kunnen inschatten of het wegnemen van een bepaalde predator andere aanwezige predatorsoorten kunnen bevoornden, waardoor het predatieprobleem niet wordt opgelost of zelfs verergert. Predatorenbeheer is daarvoor noodzakelijk, maar niet eenvoudig. Extra complicatie daarbij is dat alle predatoren beschermd zijn in Nederland en dus niet zo maar kunnen worden gevangen en/of gedood. Voor twee potentiële daders kan hierop een uitzondering worden gemaakt; Vossen en Zwarte Kraaien. De rol van Zwarte Kraaien lijkt echter beperkt te zijn, maar voor Vossen ligt dat anders. De beste methode om deze soort buiten de deur te houden lijkt het uitrasteren van gebieden. Afschot biedt veel minder resultaat, hoewel dit mogelijk verbeterd kan worden als men gericht jaagt op Vossen in de juiste periode van het jaar (februari-mei) en de jachtinspanning in het hele gebied gelijk en

groot is. Bij het uitrasteren van het kerngebied wordt bij voorkeur minimaal de omvang van het kerngebied zelf uitgerasterd. Indien kleinere delen worden uitgerasterd heeft dat als nadeel dat dit juist predatoren kan gaan aantrekken doordat broedvogels daar dan worden geconcentreerd en dus geen netto toegevoegde waarde zal hebben.

Voor een goed weidevogelbeheer in en rond een kerngebied is het daarom van belang niet alleen een goed beeld te krijgen van de aanwezige predatoren in een gebied en het type landschap waarin men zich bevindt, maar ook hoe de habitatkwaliteit verbeterd zou kunnen worden. Een hulpmiddel daarvoor is een aangepaste beslisboom die nader wordt toegelicht in §6.10. Daarbij gaat het dan niet alleen om landschappelijke inrichting, maar ook om de noodzakelijke kleinschalige vegetatiekenmerken die doorslaggevend zijn voor het beperken van de predatiekans. Weidevogelbeheer zal dus alleen succesvol zijn als het bestaat uit maatwerk op gebiedsniveau op meerdere fronten tegelijk. Indien deze lijn niet wordt gevolgd is de kans groot dat ingrijpen op slechts een van de fronten geen of zelfs een averechts effect zal hebben.



Beslisboom om te bepalen of het gebied voldoet aan de minimumvoorwaarden voor weidevogelkerngebied en of er sprake is van een predatieprobleem in het gebied. Zie voor een toelichting op de verschillende stappen §6.10.

# 1. Inleiding

## 1.1. Aanleiding voor dit onderzoek

Al een aantal decennia verschijnen er met regelmaat alarmerende berichten over de achteruitgang van boerenlandvogels en de weidevogels in het bijzonder (Beintema *et al.* 1995, Hagemeyer *et al.* 1996, Donald *et al.* 2001, Teunissen & Soldaat 2006, Voříšek *et al.* 2010, Van Turnhout *et al.* 2020). Voor deze achteruitgang worden twee belangrijke oorzaken al vanaf de jaren tachtig uit de vorige eeuw genoemd; habitatverlies door bijvoorbeeld stedelijke uitbreiding met de bijbehorende infrastructuur en het intensievere landgebruik door de landbouw (Chamberlain *et al.* 2000; Newton, 2004; Wilson *et al.* 2004; Shrubbs, 2009; Bell & Calladine, 2017). Via agrarisch natuurbeheer en reservaatbeheer wordt al sinds die jaren tachtig geprobeerd de achteruitgang van met name weidevogels te stoppen. Dit loopt via allerlei subsidieprogramma's met als meest recente voorbeeld het Subsidiestelsel Agrarisch Natuur en Landschapsbeheer (ANLb) dat in 2016 is gestart. Maatregelen bestaan onder andere uit verbetering van het habitat door uitgesteld maaien, aanpassingen in waterpeil, stimulering kruidenrijkdom, enz. Daarnaast is een belangrijke rol weggelegd voor vrijwilligers die helpen met het in beeld brengen van de locaties van nesten of gezinnen, zodat daar bij werkzaamheden rekening mee gehouden kan worden. In eerste instantie waren vrijwilligers vooral betrokken bij het vinden van de nesten en bijhouden van de lotgevallen. Dan blijkt dat niet elk nest uitkomt en dat de belangrijkste oorzaak van verlies bij beschermde nesten predatie is. In sommige gebieden waren de verliezen dusdanig groot dat vrijwilligers zich begonnen af te vragen wat nog de zin was van hun activiteiten als predatoren hun gang konden blijven gaan. De discussie over de rol van predatie werd rond de eeuwwisseling steeds heftiger, gevoed door de emoties van weidevogelbeschermers en beschermers van predatoren. In die discussie werd van alles beweerd en was het de vraag wat daarvan juist was en wat niet. Dit was de aanleiding voor een groot aantal partijen om een groot onderzoek op te zetten rondom deze problematiek waarbij gepoogd zou worden inzicht te krijgen in welke predatoren hierin een rol spelen, hoe groot de verliezen zijn in verschillende delen van het land, in hoeverre dit van invloed is op het uitkomstsucces van legfels en de overleving van kuikens en welke factoren dit proces beïnvloeden, teneinde feiten voor de discussie aan te dragen en zo de emotionele angel uit die discussie te verwijderen (Teunissen *et al.* 2005). Het onderzoek heeft laten zien dat predatie tussen gebieden en jaren grote verschillen kan vertonen, dat een breed

scala van predatoren hiervoor verantwoordelijk is, dat het in de eifase vooral om zoogdieren gaat en in de kuikenfase meer om vogels, maar ook dat andere verliesoorzaken ondanks de bescherming van de legfels nog steeds een belangrijke tol eisen. Vooral in de kuikenfase gaat er veel mis en zelfs als predatie geheel zou kunnen worden uitgesloten (wat in de praktijk onmogelijk is) zal de populatie zich nog steeds niet (voldoende) kunnen herstellen. Dit soort kennis heeft er mede toe geleid dat beheermaatregelen voor het behoud van weidevogels verder zijn uitgebreid met beheervormen die vooral de leefomstandigheden voor de kuikens moeten verbeteren, zoals meer aandacht voor een kruidenrijke vegetatie. Het ANLb moet hierin voorzien en dient te leiden tot het behoud van onze weidevogels. In het ANLb is gekozen voor een minder diffuse inzet van maatregelen door te streven naar een concentratie van beheer in de meer kansrijke gebieden voor weidevogels gebaseerd op het idee van kerngebieden zodat in ieder geval een substantieel deel van de populatie behouden kan worden (Teunissen *et al.* 2012). Daarbij is tevens gekozen voor een aanpak waarin de boeren meer verantwoordelijk zijn voor de organisatie en uitvoering van het beheer via zogenaamde collectieven waardoor in principe meer ruimte ontstaat voor lokale initiatieven en de betrokkenheid wordt vergroot en daarmee naar verwachting de effectiviteit van het beheer.

Ondanks dit soort maatregelen zien we helaas nog steeds weidevogels in beheerde gebieden achteruit gaan, hoewel minder snel dan in gebieden zonder agrarisch natuurbeheer, terwijl in de weidevogelreservaten sprake lijkt te zijn van een stabilisatie (van Turnhout *et al.* 2020). In en rond de collectieven is echter veel discussie over de rol die predatie speelt in het (uitblijven van) succes van het gehanteerde beheer. Men vraagt zich af:

- Welke rol speelt de toegenomen predatorenstand bij de achteruitgang? De indruk is dat vooral de generalisten onder de predatoren zich in areaal en aantallen hebben uitgebreid.
- En heeft agrarisch natuurbeheer wel zin bij het huidige predatorenbeleid?

Een van de gedachten achter de kerngebiedenbenadering die de basis vormt voor het ANLb is dat een hoge dichtheid aan maatregelen leidt tot betere leefomstandigheden voor de boerenlandvogels en dat de daaruit voortvloeiende grotere dichtheid aan weidevogelparen beter bestand is tegen predatie. Tegelijk zijn er signalen dat zelfs in grote, ogenschijnlijk goed beheerde weidevogelgebieden – waar aan de randvoorwaarden van een goed beheeremozaïek, openheid



en rust, waterpeil, *etc.* wordt voldaan – de reproductie evenmin voldoende is als gevolg van (vermoedelijk vossen-)verstoring en -predatie. Kentie *et al.* 2015 hebben laten zien dat in kruidenrijke graslanden het nestsucces van de Grutto (*Limosa limosa*) vergelijkbaar is met die in de jaren tachtig. Terwijl in de reguliere graslanden -gekenmerkt door uniforme graslanden en al vroege bewerkingen op het land, zoals maaien- ondanks beschermingsmaatregelen rondom de nesten de uitkomsten tegenwoordig veel lager zijn. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door meer predatieverliezen bij deze nesten. Op grond van deze vergelijking wordt geconcludeerd dat toenomen predatoraantallen alleen een probleem vormen voor nesten als de habitatkwaliteit laag is. Daarnaast hebben Schekkerman *et al.* (2009) laten zien dat kuikens van Grutto's een drie tot vijf keer zo grote kans hebben om gepredeerd te worden op percelen die recent zijn gemaaid in vergelijking met percelen die nog niet zijn gemaaid. Tevens bleek dat gruttokuikens in een slechte conditie een grotere sterftekans hadden. Ook in dit geval leidde dat tot de conclusie dat intensiever landgebruik resulteert in grotere predatieverliezen als gevolg van minder dekking voor de kuikens bij dreigend gevaar in uniforme graslanden en dat dit nog eens wordt versterkt door een lage conditie als gevolg van een verminderd voedselaanbod. De kwaliteit van het broedhabitat lijkt dus een belangrijke rol te spelen in het effect dat predatoren op een populatie kunnen hebben.

Eerder onderzoek heeft laten zien dat de predatiedruk sterk kan verschillen tussen gebieden binnen een jaar, maar ook tussen jaren binnen een gebied (Teunissen *et al.* 2005). Het al dan niet voorkomen van grote predatieverliezen lijkt daarmee vrij onvoorspelbaar en dat maakt het lastig om een generieke aanpak te ontwikkelen. Tegelijk blijkt dat de diversiteit aan predatoren groot is en per gebied kan verschillen. En hoewel in sommige gebieden een groot deel van de nestpredatie een gevolg kan zijn van een enkele predatorsoort die de eieren opeet, wil dat nog niet zeggen dat wanneer zo'n soort in een gebied aanwezig is dat altijd betekent dat er veel nesten door die soort worden gepredeerd. Bij de predatie van kuikens zijn vaak weer andere predatoren betrokken. Om het nog complexer te maken blijkt ook nog eens dat er interacties bestaan tussen de verschillende predatoren, waardoor het aanpakken van één bepaalde predator soms leidt tot toename van andere predatoren en de predatieverliezen juist toenemen.

De discussie over predatie is (weer) groeiende ondanks deze reeds opgebouwde kennis en leidt her en der tot demotivatie onder boeren en andere betrokkenen om te werken aan wat hard nodig is voor het

voortbestaan van boerenlandvogels en waarvoor ANLb bedoeld is; verbetering van de habitatkwaliteit.

## 1.2. Expertmeeting

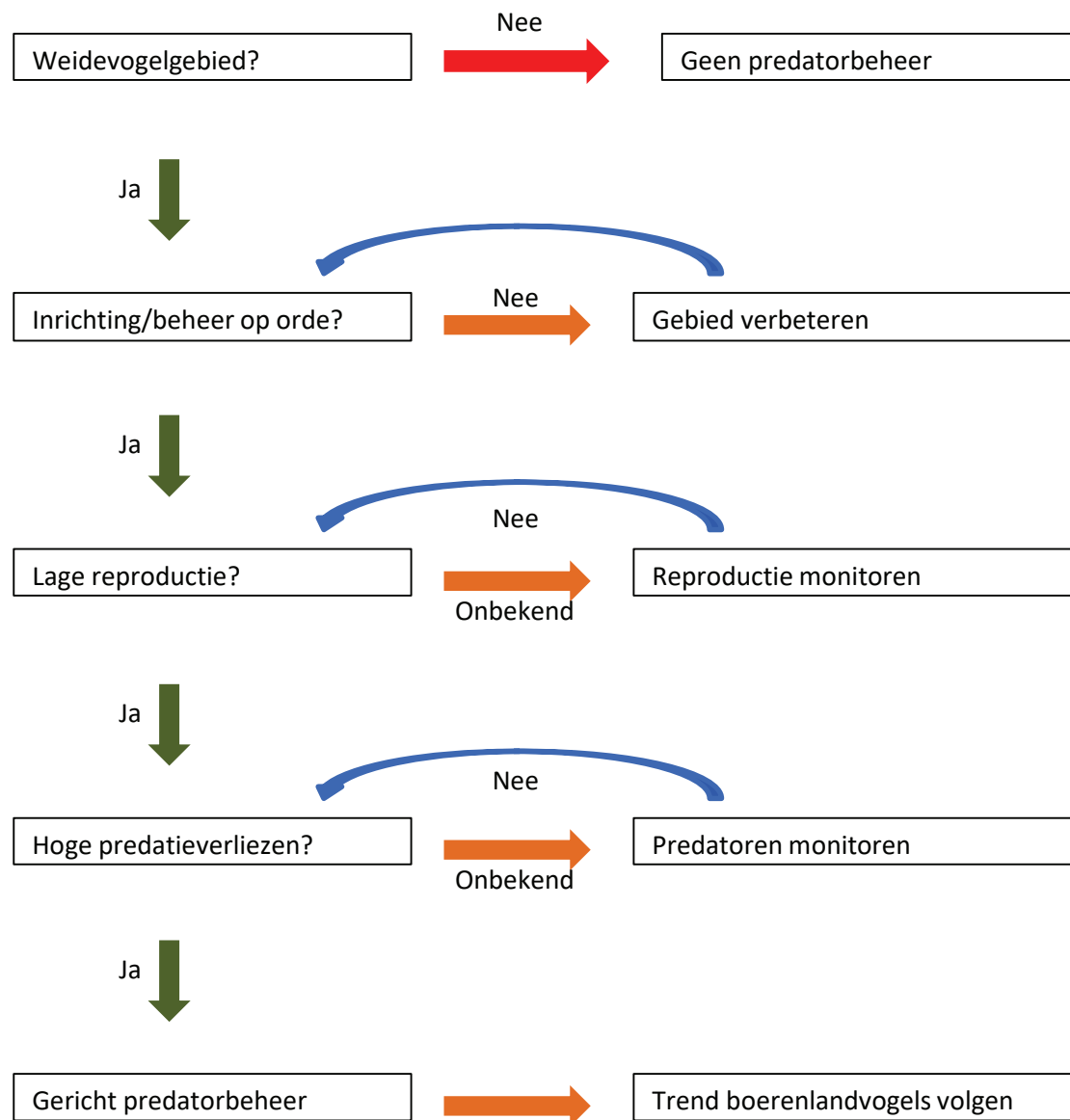
Vogelbescherming Nederland (VBN) heeft getracht de discussie over de rol van predatie in de populatieontwikkeling bij boerenlandvogels enige structuur te geven door een expertmeeting te organiseren over het elektrisch uitrasteren van (grote) percelen in weidevogelkerngebieden om de predatiedruk door zoogdieren te verkleinen (*dd.* 14-10-2016).

Uit de expertmeeting bleek dat er een grote behoefte is aan actualisering en verspreiding van de huidige kennis over de feitelijke rol die predatie speelt en de mogelijkheden die er zijn om het effect te verkleinen, maar ook welke risico's daaraan verbonden kunnen zijn. Dit heeft geleid tot een kennis-update over predatie bij weidevogels waarin naast een overzicht van de nieuwe kennis als het gaat om potentiële daders van predatie, ook een overzicht wordt gegeven van monitoringstechnieken om een beter beeld te krijgen van de daders, in hoeverre predatoren elkaar ook onderling beïnvloeden en de verschillende vormen van bestaand predatorenbeheer en hun effectiviteit (van der Wal & Teunissen 2018, maar zie ook Roos *et al.* 2018).

In de expertmeeting werd ook een stappenplan geformuleerd aan de hand waarvan kan worden nagegaan of men in een gebied predatorbeheer moet gaan toepassen. Als uitgangspunt daarvoor is het stappenplan van Bolton *et al.* (2007) gebruikt, waarin volgens een bepaalde procedure wordt vastgesteld of het onderhavige gebied geschikt is voor weidevogels en of predatie inderdaad het voornaamste probleem is en wie de dader(s) is(zijn). Het stappenplan wordt uitgebreid beschreven in Van der Wal & Teunissen (2018) en vormt in een aantal provincies die een predatorbeheerplan hebben de basis voor de aanpak.

De stappen uit de beslisboom:

1. De eerste stap is bepalen of er sprake is van een goed weidevogelgebied. Hiervoor zal een definitie moeten worden opgesteld. In de praktijk zal dit zich vertalen in randvoorwaarden waaraan het gebied moet voldoen. Die randvoorwaarden kunnen verschillend van aard zijn, bijvoorbeeld een minimumomvang van het gebied, een minimum dichtheid van een bepaalde soort of een lijst van soorten, waarbij sommige soorten zwaarder kunnen wegen dan andere. Een praktisch alternatief is om, zoals in het voorbeeld is gedaan, de begrenzingen van de aangewezen weidevogelkerngebieden hiervoor te gebruiken. Dus hooguit gebieden die binnen de door de provincies begrensde ge-



Figuur 1.1. Beslisboom om te bepalen of er sprake is van een predatieprobleem in een gebied. Belangrijke stappen om tot maatregelen over te gaan zijn onder andere het vaststellen van de habitatkwaliteit van het gebied, of de reproductie laag is, of predatie als relatief hoog kan worden aangemerkt en zo ja, welke predatoren daarin een rol spelen. Op basis van die informatie kan dan besloten worden welke maatregelen genomen kunnen worden. Vrij naar Bolton et al., 2007)

- bieden voor ANLb zijn gelegen komen dan in aanmerking voor predatorbeheer.
- De tweede stap betreft de kwaliteit van het weidevogelgebied. Ook hier zullen randvoorwaarden voor opgesteld moeten worden. Zie hiervoor bijvoorbeeld de randvoorwaarden die zijn gegeven in het rapport “Weidevogelkerngebieden voor de grutto” (Teunissen *et al.* 2012). Voor andere soorten of combinaties daarvan zal dit eveneens gedaan moeten worden. Een heterogene weidevogelgemeenschap heeft – voor zover de kennis reikt – de meeste kans op resultaat.
  - De derde stap vergt een goede, gestandaardiseerde monitoringopzet van de weidevogelstand, de reproductie, de predatoren en alternatieve

- voedselbronnen (muizenstand). Hier hoort ook het objectief vaststellen van eventuele ‘daders’ bij. Bijvoorbeeld door onderzoek met cameravallen. Dit garandeert dat elk gebied op dezelfde wijze zal worden beoordeeld. Idealiter kan deze opzet ook (of juist?) worden gebruikt bij de beheermonitoring. Zie voor methoden Van der Wal & Teunissen (2018).
- De vierde stap is het ontwikkelen van een goede, gestandaardiseerde opzet voor het vaststellen van de predatordichtheid. Vaststellen van aantallen predatoren kan arbeidsintensief zijn en is bij sommige soorten (bijvoorbeeld kleine marterachtigen) bijna onmogelijk. Toch is het in dit geval noodzakelijk ook dat te benoemen.

5. De laatste stap (welke maatregelen te treffen) is onderdeel van vervolgonderzoek. Er bestaan verschillende manieren om de aanwezigheid van predatoren te beperken (zie Van der Wal & Teunissen 2018). Hoe effectief die zijn is vaak nog onderwerp van discussie en/of onderzoek. Een eerste start kan al worden gemaakt door in gebieden waar al wordt geëxperimenteerd met maatregelen deze goed te evalueren. Daarbij kunnen de monitoringtechnieken uit de stappen drie en vier worden gebruikt en zullen ook referentiegebieden moeten worden onderzocht.

Naast de eerder genoemde kennisupdate (Van der Wal & Teunissen 2018) vormde deze discussie voor Sovon Vogelonderzoek Nederland de aanleiding om een voorstel op te stellen voor onderzoek dat moet leiden tot meer feitelijke kennis over de rol die predatie speelt in de aantalsontwikkeling van boerenlandvogels en dat tevens tot praktische handvaten kan leiden om die rol te verkleinen. Waarbij dient te worden opgemerkt dat de huidige kennis vooral is gebaseerd op onderzoek aan de steltlopers onder de boerenlandvogels, die vaak weer worden aangeduid met de term weidevogels. Het streven zou moeten zijn meer kennis te vergaren over de betekenis van predatie voor alle vogels die in het boerenland voorkomen; de boerenlandvogels dus.

De uitvoering van dit onderzoek is mogelijk gemaakt dankzij een subsidie van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Vogelbescherming Nederland.

### 1.3. Doel en vraagstelling van het onderzoek

In het projectvoorstel is een aantal onderwerpen opgenomen die voornamelijk op basis van bestaande data nader konden worden onderzocht en die naar verwachting bij kunnen dragen aan meer feitelijke kennis over de rol van predatie voor de populatieontwikkeling van weidevogels. Tevens zal gepoogd worden deze in een bredere context te plaatsen want predatie is niet de enige factor die de aantalsontwikkeling beïnvloedt en vele factoren zijn op hun beurt weer van invloed op de predatiedruk bij weidevogels.

#### H2: Predatie in een landschappelijke context

Voor het in beeld brengen van de predatieproblematiek is het allereerst van belang vast te stellen of er verschillen zijn in predatiedruk binnen Nederland en of dit kan worden gekoppeld aan bepaalde landschapstypen dan wel aan het voorkomen van bepaalde predatoren in die landschapstypen. Dit is al eerder geprobeerd door het maken van een zogenaamde predatiekaart voor de jaren 2000 en 2004 (zie Teunissen

*et al.* 2005). Tegenwoordig zijn er echter betere technieken beschikbaar voor het maken van dergelijke kaartbeelden, waardoor ook beter de relatie met landschapskenmerken kan worden onderzocht.

In het huidige beleid worden de ideeën rondom het inrichten van kerngebieden omarmd, waarbij men streeft naar gebieden van minimaal 250 ha groot, waarbij de kern van dat gebied 100 ha groot is met daaromheen een buffer van 300 m waarin de openheid van het landschap groot is en er voldoende foerageermogelijkheden zijn voor de weidevogels. De indruk is echter dat dit niet altijd voldoende is om de weidevogels daar te behouden en dat dat komt door een hoge predatiedruk. Dat betekent dat de hoge predatiedruk het succes van agrarisch natuurbeheer in de weg staat.

In dit onderdeel stonden de volgende vragen centraal:

- Wat is de relatie tussen predatiedruk en landschapstypen en hun kenmerken?
- Wat is de relatie tussen het voorkomen van bepaalde predatoren en het landschapstype en welke te beïnvloeden landschapskenmerken spelen daarbij een rol?
- Is de omvang van kerngebieden zoals in eerdere onderzoeken aangegeven wel toereikend in gebieden met veel predatoren?
- Moet voor het bepalen van de omvang van een kerngebied daarbij rekening worden gehouden met het verschil in actieradius van de in een gebied actieve predatoren?
- Wat betekent dit voor de omvang van het kerngebied waarbinnen via landschapsinrichting de predatiekans verkleind zou moeten worden?

#### H3: Weerbaarheid weidevogels

Verschillende onderzoeken hebben laten zien dat de predatiekans van een nest kleiner wordt als de dichtheid van omringende nesten toeneemt. Het omgekeerde gaat daarmee ook op, namelijk dat als de dichtheid afneemt de kans op predatie groter wordt. De toename die we tegenwoordig zien in predatieverliezen hoeft dan niet alleen het gevolg te zijn van toegenomen aantallen predatoren, maar kan ook veroorzaakt worden doordat weidevogels zover in dichtheid zijn afgenomen dat ze niet langer in staat zijn zich goed te verdedigen tegen predatoren. Dat roept tevens de vraag op of een hoge predatiedruk mede het gevolg is van een afgenomen dichtheid en of er een bepaalde drempelwaarde is waaronder de dichtheid onvoldoende is voor een stabiele populatie. Hoe lastig het ook is een dergelijke vraag te beantwoorden doordat dit snel leidt tot een kip en ei vraagstuk is het toch van belang om te proberen hier enig zicht op te krijgen, want daarmee kan beter

in beeld worden gebracht wat nu belangrijk is voor de vogels van het boerenland: het verbeteren van de kwaliteit van het broedhabitat of het beperken van predatie.

In dit onderdeel stonden de vragen centraal:

- Is de dichtheid aan weidevogels van invloed op de predatieverliezen bij legsels?
- Is de dichtheid van de Kievit (*Vanellus vanellus*) van invloed op de predatiekans van legsels van andere weidevogels?
- Is er sprake van een drempelwaarde waaronder de weidevogels niet langer in staat zijn zich te verdedigen tegen predatoren?
- Is de predatiedruk bij legsels van invloed op de weidevogeldichtheid en in welk jaar wordt dat dan zichtbaar?

#### H4: Incubatiegedrag weidevogels

In het predatieonderzoek bij legsels wordt regelmatig gewerkt met temperatuurloggers waarmee kan worden vastgesteld op welk moment van de dag een nest is gepredeerd. Daaruit is tevens gebleken dat in gebieden met grote predatieverliezen dit vooral komt door nachtelijke predatie en dus kan worden toegeschreven aan zoogdieren (Teunissen *et al.* 2008). De gegevens die met deze loggers worden verzameld bieden echter ook de mogelijkheid vast te stellen hoeveel tijd de vogel op het nest doorbrengt, hoe vaak het nest wordt verlaten en als het nest wordt verlaten hoe lang het dan wegblijft. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen het moment in het seizoen en tussen dag en nacht. Dit gedrag wordt mede beïnvloed door de predatiedruk in een gebied. Zo bleek uit een eerdere verkenning dat zolang er ganzennesten in een gebied aanwezig zijn Vossen (*Vulpes vulpes*) zich daarop richten en de weidevogels op dat moment ongestoord kunnen broeden, maar zodra de ganzen klaar zijn met broeden verandert dit beeld en schakelen de Vossen over op andere prooi zoals weidevogels (Gijsbertsen 2012). Uit camerabeelden is gebleken dat bij verstoring vroeg in de nacht van een broedvogel op het nest door bijvoorbeeld een passerende Vos dit de rest van de nacht niet meer werd bebroed. Dit kan gevolgen

hebben voor het moment waarop een nest uitkomt, waardoor het langer wordt blootgesteld aan het risico van predatie. De met de temperatuurloggers verzamelde gegevens bieden dan ook de mogelijkheid om dit meer in detail te onderzoeken.

De volgende vragen komen daarbij aan de orde:

- Is er een verschil in incubatie tussen soorten, in het seizoen en tussen dag en nacht?
- Wat is het verschil in incubatiegedrag tussen de onderzochte gebieden en kan dat worden verklaard door verschillen in predatiedruk tussen de gebieden?

#### H5: Reductie predatiedruk

Regulatie van predatoren vindt van oudsher plaats door afschot of vangen van de daders. Een nadeel van deze aanpak is dat het behoorlijk arbeidsintensief kan zijn en het jaar in jaar uit moet worden volgehouden. Een ander nadeel is, zo blijkt steeds vaker uit gedetailleerde studies, dat het probleem hierdoor alleen maar verergerd wordt, doordat een andere predator niet meer in toom gehouden wordt door de predator die wordt aangepakt en flink in aantal kan toenemen en zijn gebied uitbreiden. Daar komt bij dat er een steeds grotere maatschappelijke weerstand ontstaat tegen het doden van dieren. In binnen- en buitenland wordt daarom al langere tijd geëxperimenteerd met alternatieve methoden om predatoren aan banden te leggen. Een van de populairste methoden is het uitrasteren van een gebied met een elektrisch raster omdat vooral deze methode grotere zoogdieren kan tegenhouden en in gebieden met grote predatieverliezen Vossen de voornaamste daders zijn.

In Nederland was tot nu toe nog niet op systematische wijze onderzocht wat het effect van deze maatregel is in vergelijking met nesten die niet met zo'n raster werden beschermd of die in een gebied lagen waarin actief vossenbeheer plaatsvond.

Centrale vragen in dit onderdeel waren dan ook:

- Wat is het uitkomstsucces van legsels in gebieden met en zonder raster en hoe verhoudt dit zich tot een gebied waarin Vossen worden afgeschoten?





## 2. Predatie in een landschappelijke context

### 2.1. Inleiding

In een eerder uitgevoerd predatieproject is er voor de jaren 2000 en 2004 een zogenaamde predatiekaart gemaakt (Teunissen *et al.* 2005). Daarvoor zijn nestgegevens gebruikt die verzameld zijn door vrijwillige weidevogelbeschermers onder coördinatie van de provinciale stichtingen Landschapsbeheer (landelijk gecoördineerd vanuit LandschappenNL) en de Bond van Friese Vogelwachten (BFVW). Nederland is daarbij opgedeeld in zogenaamde eco-districten die zijn gebaseerd op landschapskenmerken, zoals bodemtype en cultuurhistorie, en die zijn opgenomen in de Landschapsecologische Kartering van Nederland (LKN). Voor elke hieruit gegenereerde regio in Nederland is bij voldoende nestgegevens het uitkomstsucces berekend en is de bijdrage van de verschillende verliesoorzaken hierin bepaald. Uit deze kaarten kwam naar voren dat vooral op de hoger gelegen zandgronden de predatiedruk het grootst was binnen Nederland.

Tegenwoordig zijn er betere technieken beschikbaar voor het maken van dergelijke kaartbeelden, zoals SDMaps (Kampichler *et al.* 2019). Deze procedure is al eerder gehanteerd bij het opstellen van de weidevogelkerngebiedkaarten (Teunissen *et al.* 2012, Melman & Sierdsema 2017) en de Vogelatlas (Sovon 2018). Behalve in kaart brengen hoe de predatiedruk op weidevogellegfels is verdeeld over Nederland, biedt deze aanpak ook de mogelijkheid te onderzoeken welke met beheer beïnvloedbare landschapskenmerken een rol spelen bij die predatiedruk. In aanvulling hierop kunnen er ook kaarten worden gemaakt die de kans op aanwezigheid van een bepaalde predator in Nederland beschrijven en welke van deze met beheer beïnvloedbare landschapskenmerken daar van invloed op zijn.

Uit de onderzoeken naar kerngebieden kwam naar voren dat kerngebieden minimaal een omvang van 250 ha moeten hebben (maar groter is beter), waarbij de kern van dat gebied 100 ha beslaat met daaromheen een buffer van 300 m waarin de openheid van het landschap voldoende is en er voldoende foerageermogelijkheden zijn voor de weidevogels. De ervaring is echter dat een aantal gebieden die qua landschapsinrichting en beheer aan deze minimumvoorwaarden voldoen toch geen stabilisering van de weidevogelstand kennen. Als belangrijkste oorzaak daarvoor wordt predatie gezien en daarmee lijkt predatie een bepalende factor voor de populatietrend van weidevogels en het succes van het uitgevoerde beheer te zijn. De vraag is derhalve hoe groot kern-

gebieden nu eigenlijk zouden moeten zijn willen ze ook 'predatiebestendig' zijn. Dat is natuurlijk een lastig te beantwoorden vraag en wordt onder andere bepaald door de samenstelling van predatoren in een gebied. In Nederland zijn al meer dan 20 verschillende soorten predatoren met zekerheid vastgesteld (zie Van der Wal & Teunissen 2018). Net als bij weidevogels wordt het voorkomen van predatoren sterk bepaald door het aanbod aan voedsel, veiligheid en voortplantingsmogelijkheden. Het gebied dat ze daarbij bestrijken verschilt sterk met de actieradius van de betreffende predator. Die is voor vliegende predatoren gemiddeld groter dan bij zoogdieren, en daarnaast afhankelijk van de grootte van de predator; de actieradius van een Vos is groter dan die van een Hermelijn (*Mustela erminea*). Voor twee predatorsoorten zijn er juridische mogelijkheden om ze te bestrijden; Vos en Zwarte kraai (*Corvus corone*). Andere predatoren kunnen niet langs deze weg worden kort gehouden.

Dit roept de volgende vragen op die in dit hoofdstuk worden behandeld:

- Zijn de predatieverliezen bij legfels de afgelopen jaren veranderd en zo ja, en is die verandering over geheel Nederland gelijk verlopen of zijn er verschillen tussen verschillende soorten landschap?
- Wat is de verspreiding van de belangrijkste predatoren binnen Nederland?
- Welke landschapskenmerken die door de mens zijn te beïnvloeden spelen een rol bij de verspreiding van predatoren en de kans dat een legfel wordt gepredeerd?

In de einddiscussie (hoofdstuk 6) wordt vervolgens nog ingegaan op onderstaande vragen:

- Is de omvang van kerngebieden zoals in eerder genoemde onderzoeken aangegeven wel toereikend in gebieden met veel predatoren?
- Moet voor het bepalen van de omvang van een kerngebied rekening worden gehouden met het verschil in actieradius van de in een gebied actieve predatoren?
- Wat betekent dit voor de omvang van het kerngebied waarbinnen via landschapsinrichting de predatiekans verkleind zou moeten worden?

### 2.2. Materiaal en methoden

#### 2.2.1. Nestgegevens

Als basis voor de predatiekaart zijn nestgegevens gebruikt, die worden verzameld door LandschappenNL

Tabel 2.1. Aantal nesten per soort en jaar dat uiteindelijk is gebruikt voor de analyses.

Jaar	Grutto	Kievit	Scholekster	Tureluur	Wulp	Totaal
2004	2272	8180	1796	1046	41	13335
2005	1823	7197	1675	870	28	11593
2006	1876	8074	1681	900	48	12579
2007	1666	7974	1193	790	46	11669
2008	2190	8391	1453	1043	51	13128
2009	355	1720	189	154	22	2440
2010	535	2512	362	224	42	3675
2011	482	2444	434	269	58	3687
2012	879	3802	916	424	65	6086
2013	1442	5968	1414	686	62	9572
2014	1208	6881	1261	642	61	10053
2015	1117	5937	934	702	76	8766
2016	1394	7169	1255	722	81	10621
2017	1307	7622	1062	658	96	10745
2018	1145	7585	1254	618	120	10722
Totaal	19691	91456	16879	9748	897	138671

via de boerenlandvogelmonitor en door Sovon via het Nestkaartenproject. Tevens is geprobeerd nestgegevens verzameld door de BFVW hieraan toe te voegen, maar uiteindelijk werden deze voor dit doel niet vrijgegeven.

De nesten in de database zijn allemaal indien nodig door vrijwilligers beschermd tijdens werkzaamheden en/of beweiding. Op het beschikbare databestand zijn een aantal selecties toegepast voor de uiteindelijke analyse. Alleen nestgegevens vanaf 2004 zijn geselecteerd van de vijf steltlopers; Scholekster (*Haematopus ostralegus*), Kievit, Grutto, Wulp (*Numenius arquata*) en Tureluur (*Tringa totanus*). Nestgegevens worden steeds vaker op individueel

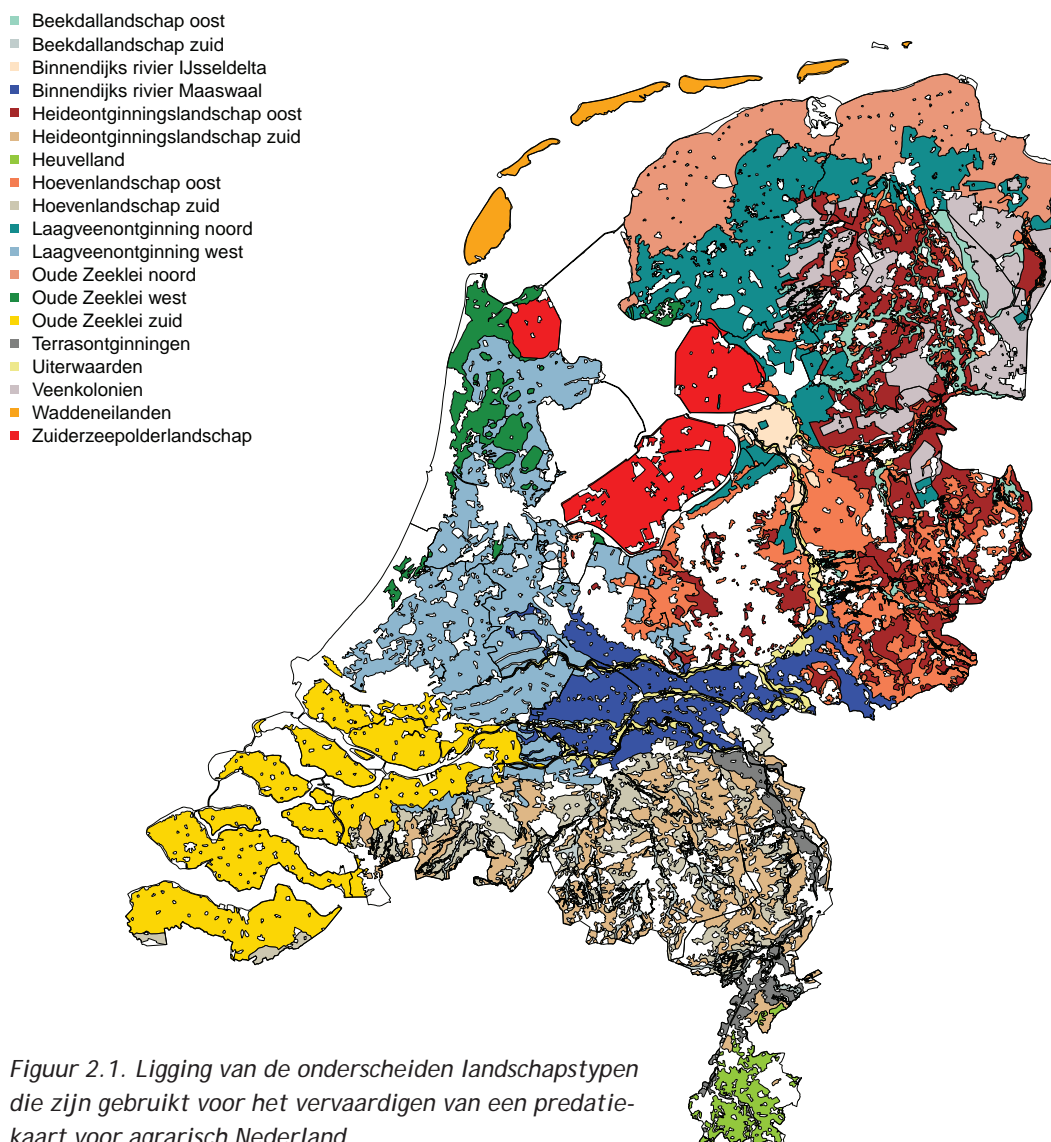
niveau verzameld dankzij de apps waarmee waarnemingen kunnen worden ingevoerd en daarnaast op groepsniveau (meestal gekoppeld aan een bedrijf). Hiermee is dus de locatie van een nest of exact bekend (tot op enkele meters) of in ieder geval binnen een bepaalde range (100 m). Dit leverde uiteindelijk in totaal 138671 nesten op die voor de verdere analyse zijn gebruikt (tabel 2.1). Op basis van de locatiegegevens zijn de individuele nesten gekoppeld aan een aantal landschapstypen.

#### 2.2.2. Landschapstypen

Het ligt in de lijn der verwachtingen dat de predatiekans niet overal hetzelfde zal zijn. Afhankelijk van

Tabel 2.2. Omschrijving van de onderscheiden landschapstypen op basis van een historisch-geografische benadering.

Landschapstype	Omschrijving
Beekdallandschap (oost en zuid)	Beekdalen in de zandgebieden, ook wel aangeduid als kampongtingingen met plaatselijke essen
Binnendijks rivier (IJsseldelta en Maaswaal)	Stroomrug-, kom-, rivierdelta- en riviervlakte-ontginningen
Heideontginningslandschap (oost en zuid)	(Natte) heide- of veenontginning
Heuvelland	Boerenlandschap van het Limburgse heuvelland
Hoevenlandschap (oost en zuid)	Kampongtingingen met plaatselijke essen
Laagveenontginning (noord en west)	Drooggemaakte veenplassen, veenontginningen met estuarine of fluvia-tiele bovenlaag of veenontginning op eolische of fluvia-tiele afzettingen.
Oude Zeeklei (noord, west en zuid)	Oude zeekleipolders, drooggemaakte natuurlijke meren en kwelderwal-ontginningen
Terrasontginningen	Rivierterrasontginningen
Uiterwaarden	Stroomrug- en komontginningen in het natte grote rivierenlandschap
Veenkoloniën	Veenkoloniën van het Fries-Gronings type
Waddeneilanden	De Waddeneilanden
Zuiderzeepolderlandschap	Zuiderzeepolders



Figuur 2.1. Ligging van de onderscheiden landschapstypen die zijn gebruikt voor het vervaardigen van een predatiekaart voor agrarisch Nederland.

het landschap zal de samenstelling en dichtheid van predatoren verschillen. Landschappen in Nederland zijn sterk door de mens beïnvloed en kunnen op basis van cultuurhistorie in verschillende landschapstypen worden onderverdeeld (Barends *et al.* 2010, Dirks & Nieuwenhuizen 2013). De lijst van landschapstypen is vervolgens vereenvoudigd door een aantal categorieën samen te voegen en te beperken tot landschapstypen die voorkomen binnen het agrarisch gebied, eventueel opgedeeld naar regio's (tabel 2.2, fig. 2.1).

### 2.2.3. Predatoren

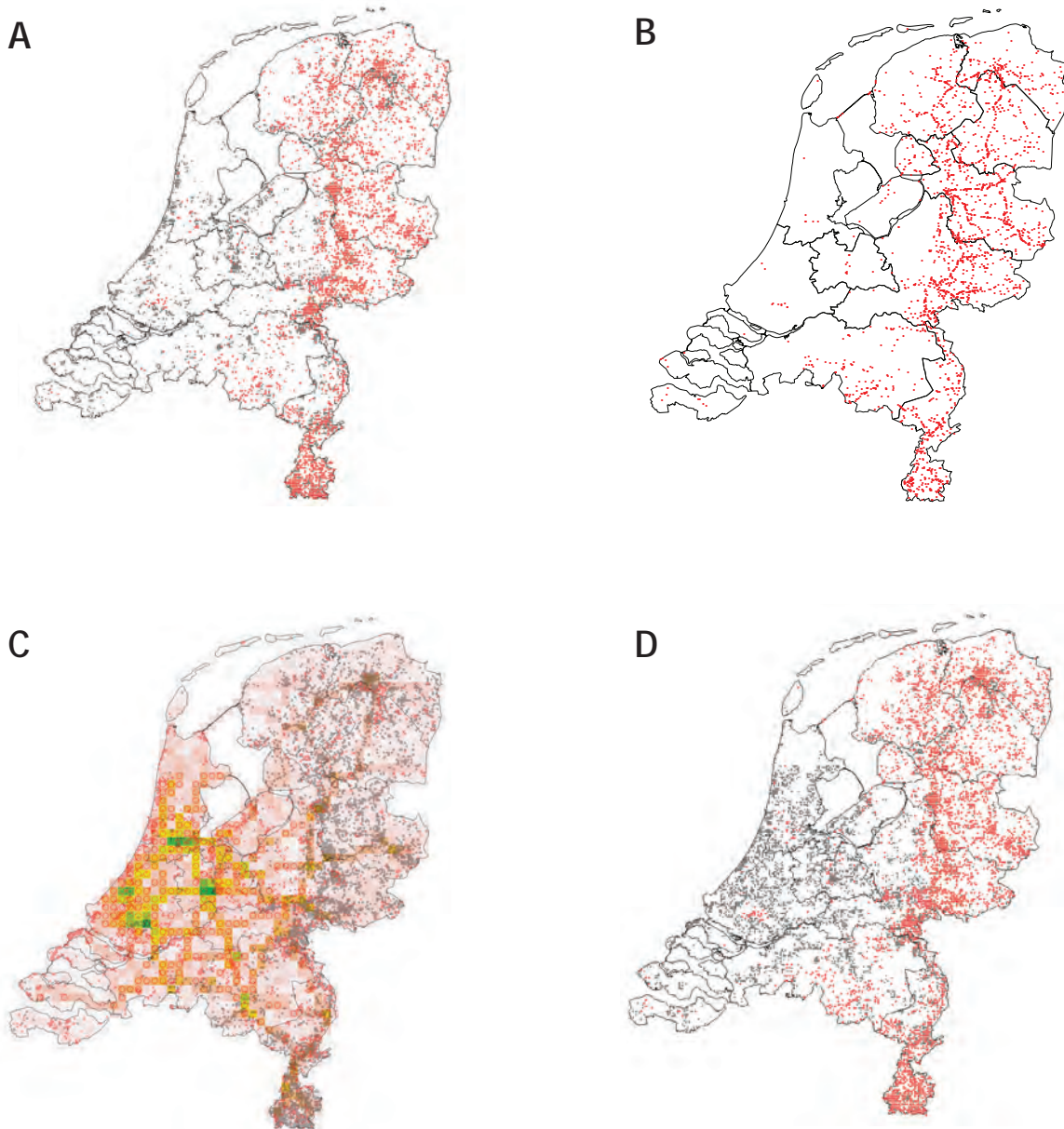
Om de relatie tussen de geconstateerde predatieverliezen bij legfels en predatoren te kunnen bepalen is het nodig de lotgevallen van weidevogellegfels te kunnen koppelen aan de presentie van potentiële predatoren. Voor de vliegende predatoren kan daarvoor gebruik worden gemaakt van de recent verschenen Vogelatlas (Sovon 2018), maar voor de zoogdieren onder de predatoren is dat veel lastiger. Voor

zoogdieren zijn geen of slechts in zeer beperkte mate dichtheden bekend per km-hok. Dat heeft natuurlijk alles te maken met de verborgen levenswijze van de meeste zoogdieren. De enige landelijk beschikbare informatie wordt verzameld via Waarneming.nl en Telmee welke in de NDFP samenkomen. Nadeel van deze data is echter dat het aantal waarnemingen in een km-hok geen relatie heeft met het werkelijke aantal individuen in een km-hok, maar eerder met het aantal waarnemers binnen een km-hok en de waarneemkans van de betreffende soort. Deze zogenaamde positieve waarnemingen geven dus wel uitsluitsel over waar een soort aanwezig is, maar bieden geen informatie over de aanwezige aantallen en misschien nog belangrijker, waar een soort *niet* zit. Het ontbreken van die informatie maakt het moeilijk om met behulp van SDmaps een verspreidingskaart voor een soort te maken gebaseerd op de kans van voorkomen. Kortom, het is belangrijk een methode te ontwikkelen waarmee ook km-hokken kunnen worden aangewezen waarbinnen met grote waar-

schijnlijkheid een soort niet voorkomt.

De NDFF hanteert een systeem om aan te geven hoe goed een km-hok is onderzocht, onder meer op basis van bestaand verspreidingsonderzoek muizen, dagactieve zoogdieren en het aantal soorten dat is waargenomen. Zo kan elk km-hok worden geclassificeerd en kan bij het ontbreken van een soort

binnen de als goed geclassificeerde km-hokken worden aangenomen dat die soort daar inderdaad niet voorkomt. Dat levert een beperkt aantal km-hokken op waarin een soort als afwezig wordt aangemerkt. In navolging van de NDFF-methode is een lijst van acht zoogdiersoorten (Egel (*Erinaceus europaeus*), Das (*Meles meles*), Hermelijn, Bunzing (*Mustela putorius*), Steenmarter (*Martes foina*), Konijn



Figuur 2.2. Beschrijving methode om te komen tot verspreidingskaarten van een aantal zoogdieren. Als voorbeeldsoort is de steenmarter gekozen. a) Km-hokken waarin de soort aanwezig (rode stippen) dan wel afwezig is (zwarte stippen), volgens de methode zoals die ook door de NDFF wordt gehanteerd. b) Waarnemingen van Steenmarters als verkeerslachtoffer in de laatste tien jaar (rode stippen). c) Kaart van Nederland met de verkeersintensiteit per atlasblok. Atlasblokken met een open rode cirkel hebben een verkeersintensiteit op grond waarvan verkeerslachtoffers worden verwacht, maar daar niet zijn gemeld (op de achtergrond zijn de km-hokken waarbinnen Steenmarters zijn gemeld als zwarte stippen weergegeven en de nullen (zie a) als rode kruisjes). d) Het uiteindelijke kaartbeeld van de km-hokken met Steenmarters (rode stippen) en de km-hokken zonder Steenmarters (zwarte stippen).



(*Oryctolagus cuniculus*), Haas (*Lepus europaeus*) en Ree (*Capreolus capreolus*) gehanteerd waarbij nullen worden gegenereerd door aan te nemen dat als bijvoorbeeld vijf van deze acht soorten zijn waargenomen in een km-hok de andere drie daar niet voorkomen. Dat levert uiteindelijk voor de meeste soorten een gering aantal km-hokken op waarin een bepaalde soort niet voorkomt en een groot aantal km-hokken waarvan niet bekend is of een soort daar al dan niet voorkomt (zie fig. 2.2a). Daarom is gezocht naar een aanvullende methode waarmee misschien een betere inschatting kan worden gemaakt van km-hokken zonder de betreffende soort. Zoogdieren worden regelmatig als verkeersslachtoffers doorgegeven. Het aantal verkeersslachtoffers dat binnen een km-hok wordt doorgegeven is daarbij afhankelijk van de dichtheid waarin die soort daar voorkomt, maar ook van de verkeersintensiteit binnen dat km-hok. Die informatie kan nu worden gebruikt om betere dichtheidskaarten te genereren. Daarvoor zal allereerst een beeld van de verkeersintensiteit moeten worden verkregen. Via de website van Rijkswaterstaat kan voor de rijkswegen het INWEVA-bestand worden gedownload. Hierin is voor elk baanvak de verkeersintensiteit (aantal passerende voertuigen) terug te vinden. Vervolgens is in een GIS elk baanvak opgeknipt met de begrenzing van de atlasblokken. De gemiddelde verkeersintensiteit op de rijkswegen binnen het atlasblok is vervolgens berekend door de verkeersintensiteit binnen een baanvak te vermenigvuldigen met de lengte van dat baanvak en vervolgens zijn die waarden bij elkaar opgeteld waarna de uitkomst is gedeeld door de som van de baanvaklengtes. Via de Nationale Databank Wegverkeersgegevens konden gegevens worden verkregen over het totale wegennet van Nederland opgesplitst naar Rijks-, Provinciale en Gemeentelijke wegen. Het achterhalen van de verkeersintensiteit op provinciale wegen was lastiger. Voor drie provincies bleek dit goed mogelijk te zijn; Gelderland, Noord-Holland en Overijssel. Vervolgens is onderzocht of de verhouding in verkeersintensiteit tussen de provinciale en rijkswegen binnen die drie provincies vergelijkbaar was. Dat bleek het geval te zijn en daarom is aangenomen dat het ook voor de andere provincies geldt, waarna op basis van die verhoudingen de verkeersintensiteit op provinciale wegen voor alle provincies kon worden ingeschat. Voor de gemeentelijke wegen is dit nog lastiger te achterhalen. Voor die wegen is aangenomen dat de gemiddelde verkeersintensiteit op die wegen 10% is van die op de provinciale wegen. Als maat voor de verkeersintensiteit in een atlasblok is vervolgens de som genomen van het product van de weglengte en de gemiddelde verkeersintensiteit per wegtype. Een deel van de zoogdieren uit het totaalbestand van Waarneming.nl en Telmee is als

verkeersslachtoffer gemeld. De Zoogdierverseniging heeft op basis daarvan een deelbestand aangeleverd met de verkeersslachtoffers van Vos, Bunzing, Steenmarter, Hermelijn, Das en Egel met de exacte vindlocatie (fig. 2.2b). In totaal bevatte dit bestand 30.075 meldingen van verkeersslachtoffers. Nu kan voor elk atlasblok met verkeersslachtoffers van een bepaalde soort de verkeersintensiteit daaraan worden gekoppeld. Voor de atlasblokken met verkeersslachtoffers is de mediane waarde van de verkeersintensiteit bepaald en is vervolgens aangenomen dat in atlasblokken zonder verkeersslachtoffers met een verkeersintensiteit die groter is dan die mediane waarde die soort daar niet voorkomt. Binnen zo'n atlasblok is toen random voor 12 van de 25 km-hokken binnen dat atlasblok een nul voor die soort gegenereerd (zie fig. 2.2c). Dit leverde een veel groter aantal km-hokken op waarin de soort niet voorkwam (fig. 2.2d) dan in de aanpak die wordt gevolgd door de NDFD of die we zelf hadden gehanteerd, waardoor het beter mogelijk werd een verspreidingskaart te genereren op basis van de kans op voorkomen van een soort met behulp van SDmaps.

#### 2.2.4. Analyses

##### Verspreidingskaarten predatoren

De gebruikelijke methode voor het koppelen van vastgestelde aantallen of aan- en afwezigheid van een soort aan omgevingsvariabelen zijn de zogenaamde Random Forest modellen (Boulesteix *et al.* 2012). Kruisvalidaties met een deel van de gegevens laten zien dat de verwachte aantallen op een bepaalde plek goed voorspeld kunnen worden met deze modellen (Meynard & Quinn 2007). Voor het maken van vogelatlassen is dit inmiddels de standaardaanpak geworden (zie bijvoorbeeld Balmer *et al.* 2013 (Verenigd Koninkrijk), Kuczyński & Chylarecki 2002 (Polen) en Sovon 2018). De methode zoekt op basis van een groot aantal variabelen, waaronder de omgevingsvariabelen en waarnemingen van overige soorten, naar het model dat de waarnemingen het beste beschrijft. De procedure die daarbij wordt gehanteerd werkt met zogenaamde 'regressiebomen' (vandaar de naam) die elk afzonderlijk zijn gebaseerd op een subset aan willekeurig gekozen gegevens en 'gedraaid' met een willekeurig gekozen set omgevingsvariabelen. De uiteindelijk vastgestelde relatie tussen waarnemingen en omgevingsvariabelen komt tot stand door de uitkomsten van de regressiebomen te middelen.

Om tot een goede modellering te komen is het belangrijk dat de lijst van omgevingsvariabelen die van invloed kunnen zijn op het voorkomen van een soort zo compleet mogelijk is. Daarbij is het een voordeel dat Random Forest modellen voor elke variabele afzonderlijk het relatieve belang van die variabele

bepalen, waarbij het niet uitmaakt of de variabelen onderling gecorreleerd zijn.

#### Verspreidingskaarten predatoren

Deze analyses zijn toegepast op in totaal zes zoogdiersoorten (Vos, Bunzing, Steenmarter, Hermelijn, Das en Egel; zie ook § 2.2.3.) en een negental vliegende predatoren (Blauwe Reiger (*Ardea cinerea*), Bruine Kiekendief (*Circus aeruginosus*), Buizerd, Grote Zilverreiger (*Casmerodius albus*), Havik (*Accipiter gentilis*), Kleine Mantelmeeuw (*Larus fuscus*), Ooievaar (*Ciconia ciconia*), Zilvermeeuw (*Larus argentatus*) en Zwarte Kraai (*Corvus corone*)). Voor elk van deze soorten is een verspreidingskaart gemaakt op basis van de kans op voorkomen van die soort.

#### Nestoverleving en predatieverlies

Op basis van de verzamelde nestgegevens zijn met een (binomiaal) GLM dagelijkse overlevingskansen (Mayfield 1961, 1975) berekend voor de vijf steltlopers afzonderlijk en de groep als totaal (Aebischer 1999). Dit is zowel gedaan voor de totale dagelijkse overlevingskans (in Mayfieldterminologie uitgedrukt: het totaal aantal dagen dat een nest heeft overleefd gedeeld door de som van het totaal aantal overleefde nestdagen plus het totaal aantal mislukte nesten) en de dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie (Mayfield: overleefde nestdagen gedeeld door de som van het aantal overleefde nestdagen plus het aantal nesten dat is gepredeerd).

#### Beheervariabelen

Voor het maken van de verspreidingskaarten wordt een groot aantal variabelen gebruikt die het landschap lokaal, dan wel op een ruimere schaal kunnen beschrijven. Een groot deel van die variabelen ligt vast, zoals bijvoorbeeld bodemtype, en kan met be-

heer- of inrichtingsmaatregelen niet of nauwelijks worden beïnvloed. Voor de verdere analyses is daarom een lijst gemaakt van een aantal variabelen die wel zouden kunnen worden beïnvloed en is onderzocht in hoeverre die het voorkomen van predatoren en de kans op predatie beïnvloeden. Daarmee kunnen vervolgens uitspraken worden gedaan over hoe de predatiedruk eventueel kan worden beperkt. Een overzicht van deze “beheervariabelen” staat vermeld in tabel 2.3.

#### Vaststellen relaties

In hoeverre beheervariabelen van invloed zijn op het voorkomen van de verschillende predatoren is onderzocht door voor heel Nederland en per landchapstype met GLM's het voorkomen te relateren aan de afzonderlijke beheervariabelen. Daarbij is tevens gekeken in hoeverre die relatie wordt beïnvloed door de andere beheervariabelen via tweeweginteracties.

Om de relaties tussen de totale dagelijkse overlevingskans (dsr-totaal) of die voor de specifieke verliesoorzaak predatie (dsrP) met het voorkomen van de predatoren dan wel met de beheervariabelen goed te kunnen vaststellen is gebruik gemaakt van de Betaregressie (Ferrari & Cribari-Neto 2004, Simas *et al.* 2010). Deze aanpak was nodig omdat de basiseenheid voor de analyse km-hokken zijn en er voor elk km-hok, mits er minimaal 10 nesten waren gevonden binnen het km-hok, een dsr-totaal of dsrP is bepaald. Deze afhankelijke variabele heeft altijd een waarde die tussen 0 en 1 ligt. Deze aanpak is beschikbaar in het R-pakket *betareg* (Cribari-Neto & Zeileis 2010).

Naast het selectie criterium van minimaal 10 nesten per km-hok is er voor de verdere analyse per

Tabel 2.3. Omschrijving van de variabelen die als beheervariabelen zijn gebruikt.

Beheervariabele	Omschrijving
Groenindex	Gemiddelde groenindex in mei. Maat voor de biomassa en daarmee voor de intensiteit van het landgebruik
Waterpeil	De gemiddelde grondwaterstand in het voorjaar ten opzichte van het maai-veld (zie Teunissen <i>et al.</i> , 2012)
Openheid	Gemiddelde vrije zichtafstand vanuit een punt (Meeuwssen & Jochem, 2011)
Stadsrand	Afstand tot de dichtstbijzijnde (stedelijke) bebouwing
Niet verstoord	Niet verstoord door opgaande elementen of wegen
Verstoord door bomen verwijderbaar	Verstoord door opgaande begroeiing (heggen, singels, bos e.d.) buiten erven
Verstoord door bomen niet verwijderbaar	Verstoord door opgaande begroeiing (heggen, singels, bos e.d.) op erven
Verstoord door riet	Verstoord door riet
Opgaande verstoring niet verwijderbaar	Verstoord door bebouwing
Wegen	Verstoord door wegen

Tabel 2.4. Het aantal km-hokken met minimaal tien nesten van vijf steltlopersoorten en voor deze soorten gecombineerd. Groen gemarkeerd zijn de soort/landschapstype-combinaties met minimaal 10 km-hokken.

Landschap	Grutto	Kievit	Scholekster	Tureluur	Wulp	Steltlopers
Beekdallandschap oost	1	53	1			55
Beekdallandschap zuid		19				20
Binnendijks rivier IJsseldelta	1	8				13
Binnendijks rivier Maaswaal	3	107	4	1		128
Heideontginningslandschap oost	2	44				63
Heideontginningslandschap zuid	3	117			6	136
Hoevenlandschap oost		28	1			37
Hoevenlandschap zuid		84	1			90
Laagveenontginning noord	3	104	4		3	183
Laagveenontginning west	315	774	218	148		987
Oude Zeeklei noord		1	1			24
Oude Zeeklei west	110	220	123	86		273
Oude Zeeklei zuid		40	2			51
Terrasontginningen		2				2
Uiterwaarden	1	14	1		1	17
Veenkolonien		59	3			72
Waddeneilanden	1	44	41			83
Zuiderzeepolderlandschap	10	105	8	2		171

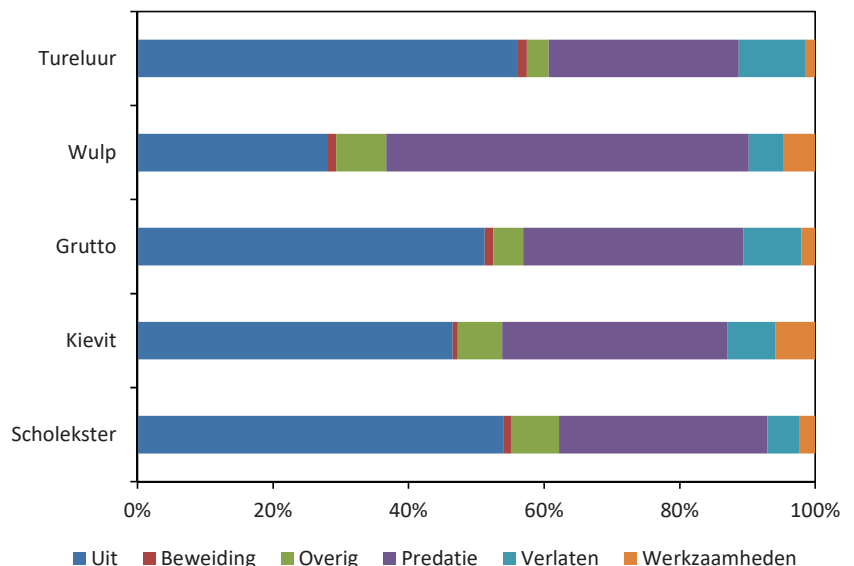
landschapstype als ondergrens gehanteerd dat er minimaal 10 km-hokken binnen dat landschapstype moeten liggen die aan dat criterium voldoen. Daarnaast is per km-hok het aandeel van de landschapstypen binnen het km-hok bepaald. In het geval er meerdere landschapstypen binnen het km-hok liggen is vastgesteld welke van die landschapstypen het grootste aandeel had. Vervolgens zijn alleen die km-hokken in de verdere analyses gebruikt waarvan het aandeel dominante landschapstype minimaal 25% bedroeg en die voor minimaal 25% uit agrarisch gebied bestaan. Voor de steltlopers gecombineerd is dan voor bijna elk landschapstype een analyse mogelijk (tabel 2.4).

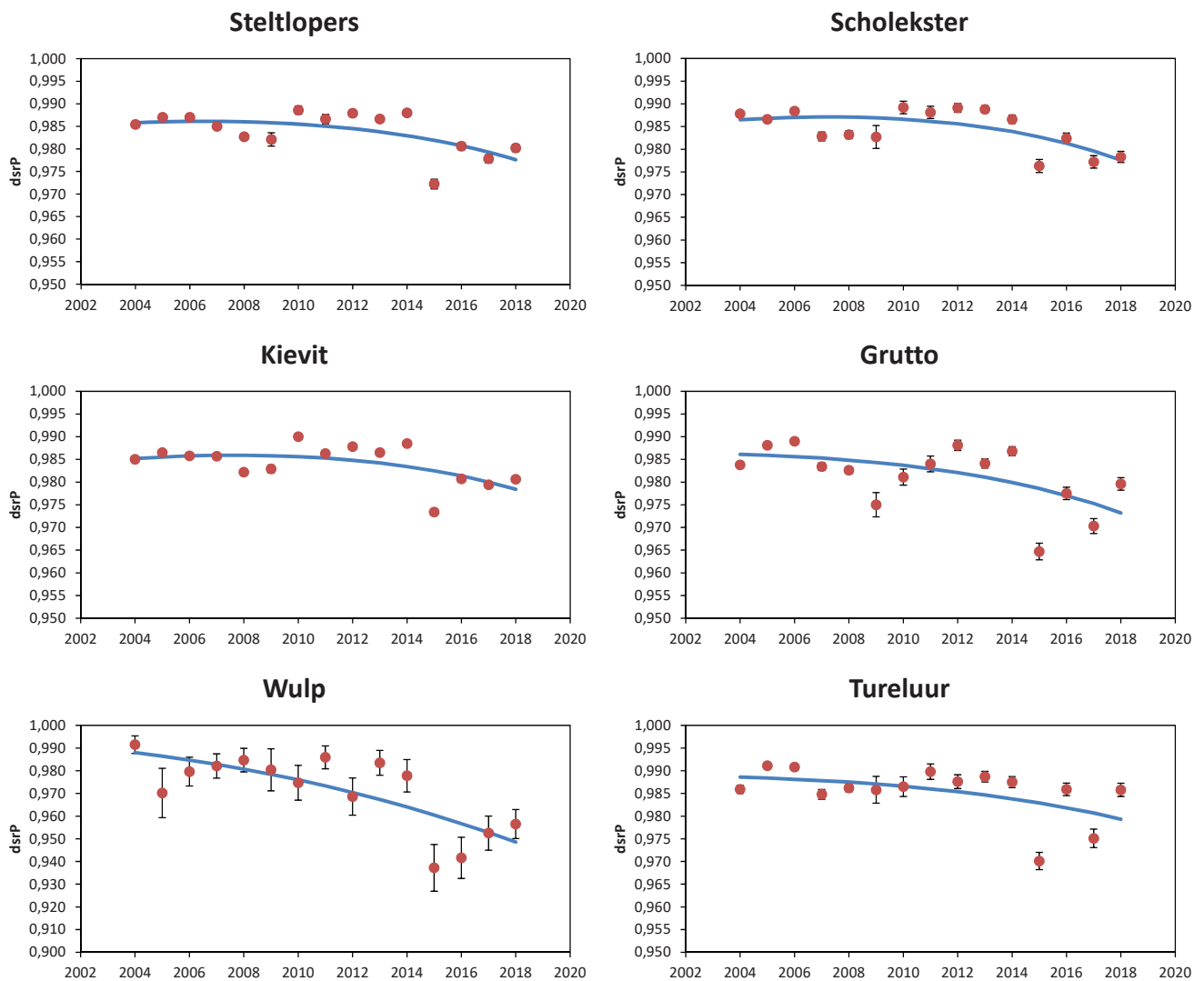
### 2.3. Dagelijkse overleving van legsels

#### 2.3.1. Uitkomstsucces en verliesoorzaken

Het aantal legsels verschilde sterk tussen soorten, maar was voldoende (zie tabel 2.1) om voor elke soort een betrouwbare schatting te maken van de totale dagelijkse overleving. Dit werd gedaan met een binomiale GLM-analyse waarbij landschap en jaar als verklarende variabelen werden meegenomen. Het jaareffect bleek bij de afzonderlijke soorten niet lineair te zijn, maar een kwadratisch verband te geven en was voor alle soorten significant ( $p < 0.001$ ; Scholekster:  $F_{19,16878} = 31,99$ ; Kievit:  $F_{19,91455} = 147,15$ ; Grutto:  $F_{19,19690} = 16,32$ ; Wulp:  $F_{16,896} = 6,64$ ; Tureluur:  $F_{17,9747} = 9,75$ ). Op basis van de dagelijkse overle-

Figuur 2.3. De lotgevallen van vijf steltlopersoorten op basis van dagelijkse overlevingskansen over de periode 2004-2018.





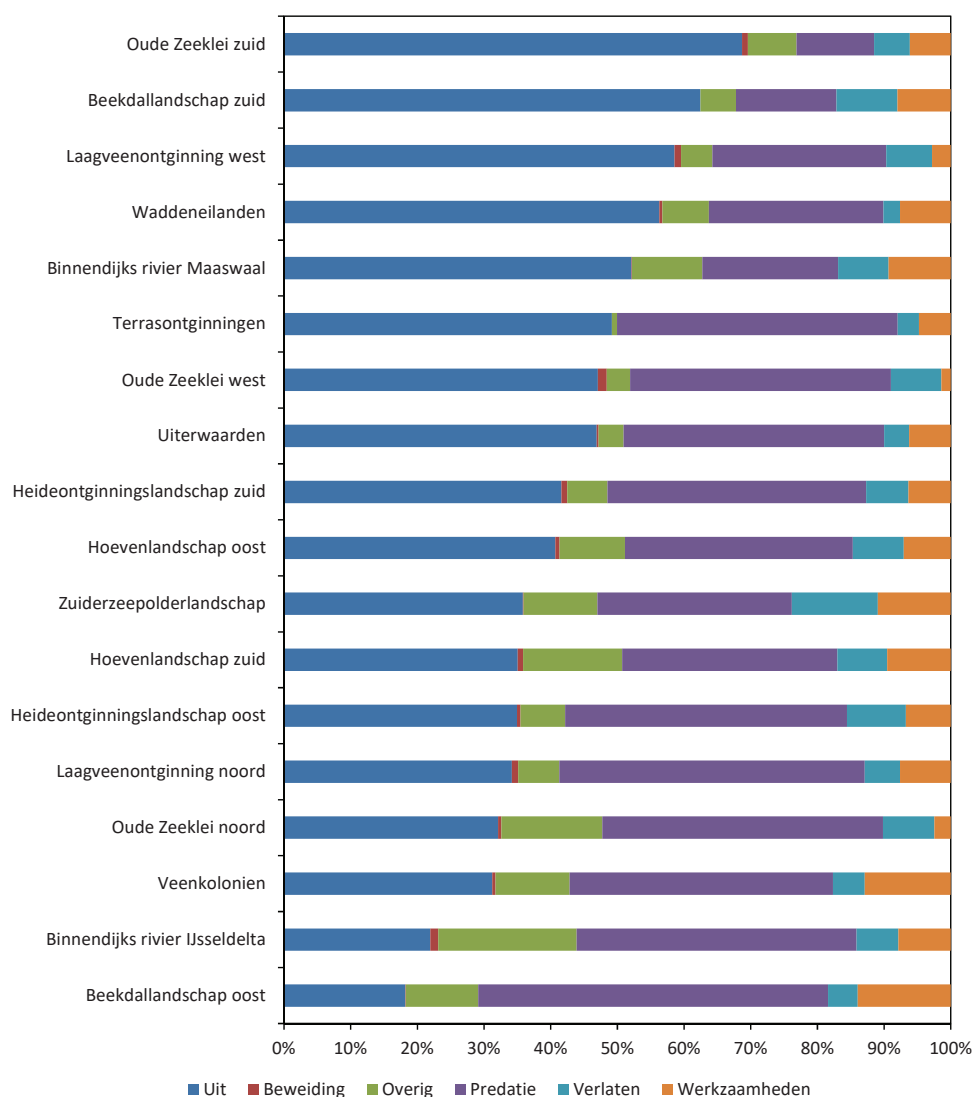
Figuur 2.4. De dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie ( $dsrP \pm$ standaardfout) voor de vijf afzonderlijke steltlopersoorten en de soorten gecombineerd (steltlopers) per jaar met standaardfout gecorrigeerd voor verschillen tussen landschappen. De blauwe lijn geeft de gemodelleerde ontwikkeling weer vanaf 2004. Let op de schaal van de y-as bij de Wulp, deze loopt van 0,9 tot 1, terwijl deze bij de overige soorten van 0,95 tot 1 loopt.

vingskans werd vervolgens het uitkomstsucces van de legsels per soort berekend en het aandeel van de legsels dat verloren is gegaan per lotgeval (fig. 2.3). Daarbij vallen een aantal dingen op. Het uitkomstsucces is het grootst bij de Tureluur en het kleinst bij de Wulp. Verliezen door beweiding zijn vergelijkbaar tussen de soorten. Overig varieert van ca. 3% bij de Tureluur tot ruim 7% bij de Wulp. Verlies door werkzaamheden speelt vooral een rol bij Kievit en Wulp en het minst bij de Tureluur. Scholeksters verlaten het minst vaak hun nest en ook Wulpen doen dat slechts in 5% van de gevallen, terwijl de Tureluur relatief vaak (bijna 10%) het nest verlaat. Maar verreweg de belangrijkste verliesoorzaak bij legsels die worden beschermd is predatie. Voor de meeste soorten schommelt het aandeel gepredeerd rond de 30%, alleen bij de Wulp ligt dat beduidend hoger met meer dan 50%. Dit hangt mogelijk samen met het

feit dat deze soort vooral op de hoger gelegen zandgronden wordt aangetroffen.

### 2.3.2. Predatie in de loop der jaren

Zoals gezegd bleek uit de GLM-analyse dat er een jaareffect was op de dagelijkse overlevingskans en dat dit niet lineair was, maar een parabolisch verloop kende. Om dat in beeld te brengen is voor elke steltlopersoort en de soorten gecombineerd de dagelijkse overlevingskans voor de verliesoorzaak predatie ( $dsrP$ ) bepaald na correctie voor landschapsverschillen. Dit is allereerst gedaan met jaar als een categorische variabele waardoor modelpredicties per jaar konden worden gemaakt en vervolgens een tweede analyse, maar nu met jaar als continue variabele waardoor het verloop in de  $dsrP$  kan worden bepaald. In alle gevallen betrof het een significante relatie.



Figuur 2.5. De lotgevallen van de vijf steltlopersoorten gecombineerd per landschapstype op basis van dagelijkse overlevingskansen over de periode 2014-2019.

Bij elke soort neemt de dsrP af in de loop der jaren en dat betekent dat de predatieverliezen zijn toegenomen. Bij de Kievit en Tureluur is de afname in dsrP het kleinst (fig. 2.4), gevolgd door Scholekster en Grutto. De sterkste afname zien we echter bij de Wulp. Voor de steltlopers als groep vertoont de ontwikkeling grote gelijkheid met die van de Kievit, wat wordt veroorzaakt door het grote aandeel kievitlegsels binnen de steltlopers. Wat verder opvalt is dat de dsrP tot en met 2014 wel fluctuaties vertoont, maar dat de verschillen tussen de jaren niet heel groot zijn. Dat geldt zeker voor Scholekster, Kievit en Tureluur. Zowel bij de Grutto als de Wulp zien we meer variatie. Bij alle soorten zien we echter een sterke daling van de dsrP in 2015, het jaar na de muizenplaag van 2014 waardoor het aantal predatoren sterk kon toenemen. Dat uitte zich dus in veel predatieverlies onder de legsels in het daaropvolgende jaar. De Scholekster lijkt hier het minste last van te hebben gehad, Kievit al meer, maar vooral Grutto, Wulp en Tureluur laten een sterke daling in dsrP zien in 2015 ten opzichte van 2014. In de daaropvolgende jaren herstelt de overleving zich weer

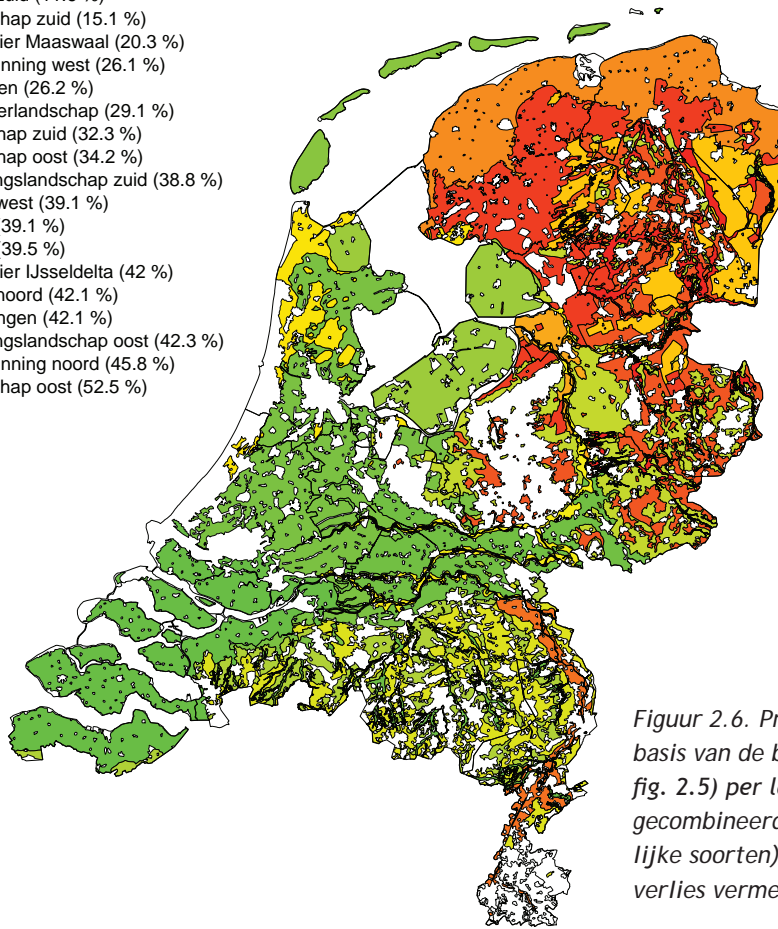
enigszins, maar blijft het bij de meeste soorten onder het oude niveau.

### 2.3.3. Landschappen

Op basis van hun ligging konden legsels ook worden toegekend aan de verschillende landschapstypen die we hebben gedefinieerd. Het uitkomstsucces verschilde behoorlijk tussen de landschappen van slechts 18% in de oostelijke beekdallandschappen tot bijna 70% in de zuidelijke zeekleigebieden (fig. 2.5). De verliezen door beweiding zijn in alle landschappen zeer vergelijkbaar met elkaar. De verliesoorzaak overig varieert van 3,5% in de westelijke zeekleigebieden tot ruim 20% in de IJsseldelta. Verliezen door werkzaamheden laten eveneens behoorlijke verschillen zien. In de westelijke zeekleigebieden speelt dit bijna geen rol, terwijl dit in de oostelijke beekdalen wel het geval is. Het verlaten van legsels varieerde van 2,5% op de Waddeneilanden tot 9,2% in de zuidelijke beekdalen. Wat echter vooral opvalt is dat in de Zuiderzeepolders bijna 13% van de steltloperlegsels is verlaten. De verschillen in uitkomstsucces tussen de landschappen konden echter vooral



- Oude Zeeklei zuid (11.6 %)
- Beekdallandschap zuid (15.1 %)
- Binnendijks rivier Maaswaal (20.3 %)
- Laagveenontginning west (26.1 %)
- Waddeneilanden (26.2 %)
- Zuiderzeepolderlandschap (29.1 %)
- Hoevenlandschap zuid (32.3 %)
- Hoevenlandschap oost (34.2 %)
- Heideontginningslandschap zuid (38.8 %)
- Oude Zeeklei west (39.1 %)
- Uiterwaarden (39.1 %)
- Veenkoloniën (39.5 %)
- Binnendijks rivier IJsseldelta (42 %)
- Oude Zeeklei noord (42.1 %)
- Terrasontginningen (42.1 %)
- Heideontginningslandschap oost (42.3 %)
- Laagveenontginning noord (45.8 %)
- Beekdallandschap oost (52.5 %)



Figuur 2.6. Predatiekaart voor Nederland op basis van de berekende predatieverliezen (zie fig. 2.5) per landschap voor de vijf steltlopers gecombineerd (zie bijlage 1 voor de afzonderlijke soorten). Tussen haakjes is het predatieverlies vermeld.

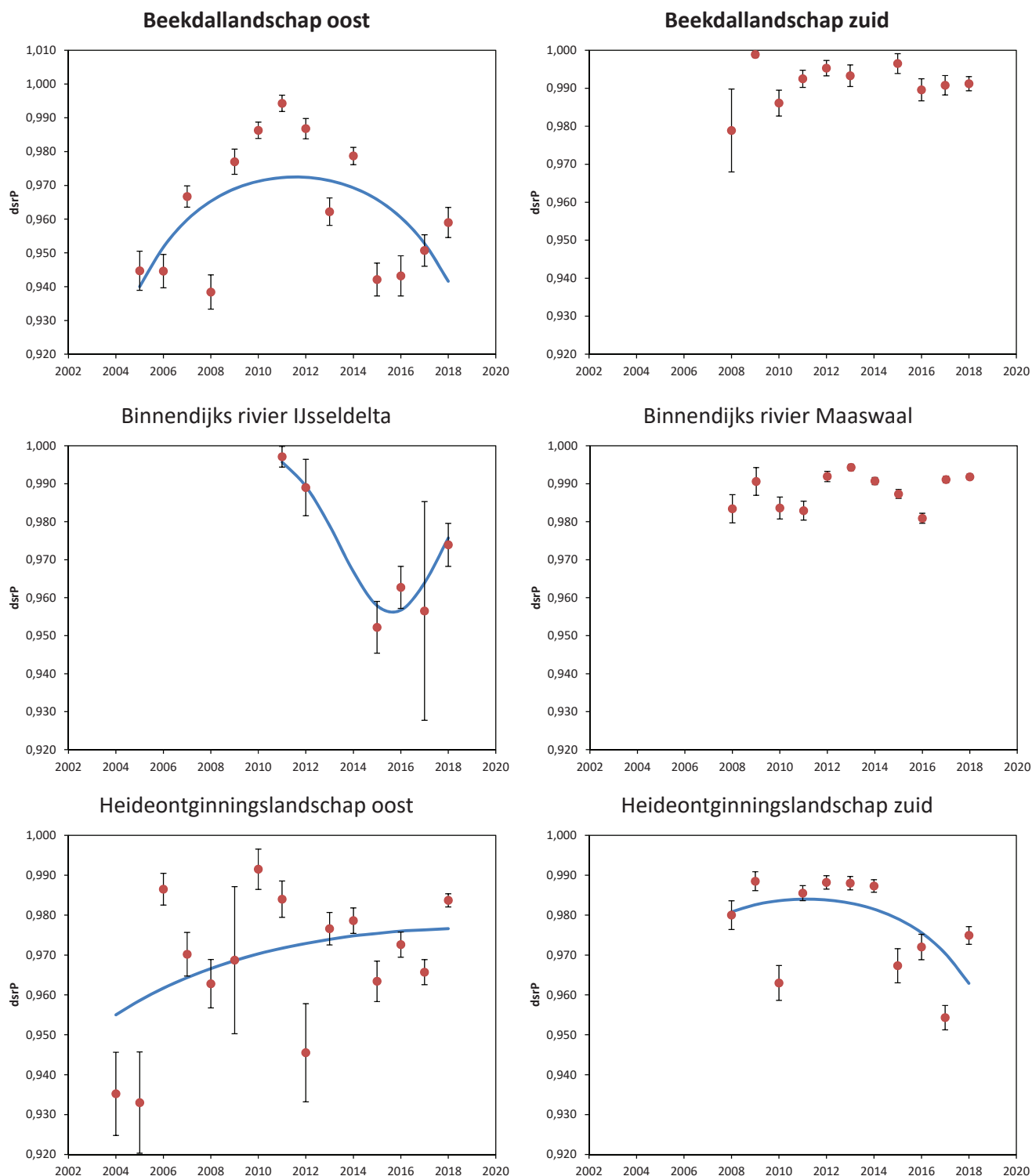
worden toegeschreven aan verschillen in predatieverlies. In de zuidelijke zeekleigebieden ging bijna 12% hierdoor verloren, terwijl dit in de oostelijke beekdalen ruim 52% bedroeg.

De analyse liet daarmee zien dat het belangrijk is per landschapstype te kijken naar welke factoren een rol spelen bij de geconstateerde predatieverliezen. Om ook ruimtelijk een indruk te krijgen van waar de verliezen door predatie groter zijn dan elders is in fig. 2.6 per landschapstype nog eens alleen het predatieverlies weergegeven. Dit laat zien dat het patroon dat al eerder werd vastgesteld (Teunissen *et al.* 2005) nauwelijks is veranderd. In grote lijnen komt het er op neer dat de predatieverliezen groter zijn op de hoger gelegen zandgronden van Nederland en dat het zwaartepunt van de predatieverliezen is gelegen in het Noordoostelijke deel van Nederland.

Voor elk van de afzonderlijke landschappen is vervolgens onderzocht hoe de dagelijkse overleving gegeven de verliesoorzaak predatie zich sinds 2004 heeft ontwikkeld, mits er voldoende data beschikbaar zijn in een jaar. Behalve in Beekdallandschap zuid en Binnendijks rivier Maaswaal werd in elk landschapstype een significant jaareffect vastgesteld.

Het patroon verschilde echter tussen de verschillende landschappen (fig. 2.7).

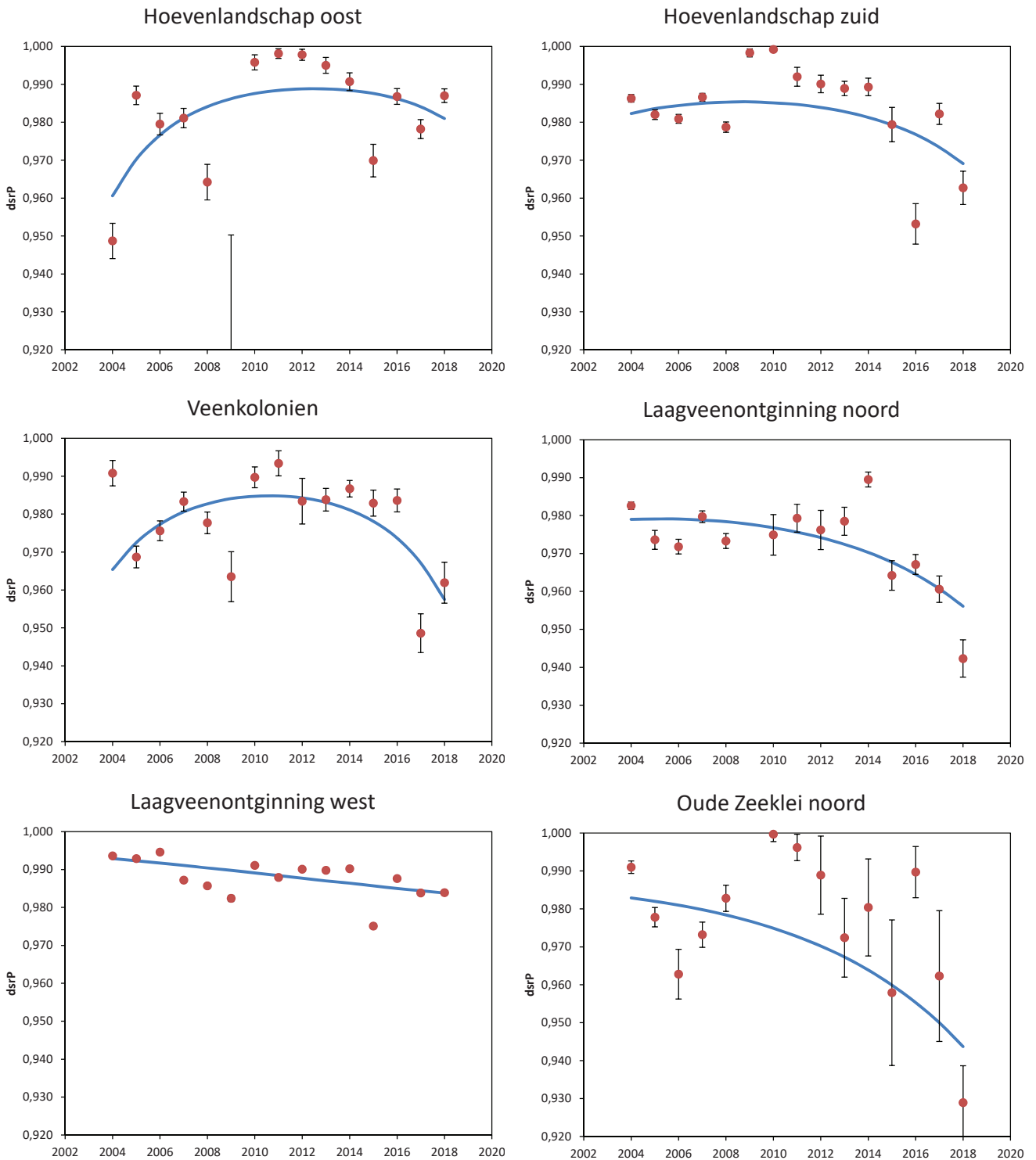
In drie landschapstypen werd een toename in de overleving ten opzichte van predatie vastgesteld; Hoevenlandschap oost, Terrasontginningen en Heideontginningslandschap oost. In Hoevenlandschap oost lijkt dat vooral veroorzaakt te worden door een betere overleving in de periode 2010-2014 en lijkt er recentelijk weer een afname in de overleving te zijn. De beschikbare data uit Terrasontginningen beslaan een relatief korte periode en eindigen in 2014, precies voor het moment dat elders een afname wordt geconstateerd. De overleving in Heideontginningslandschap oost vertoont veel jaarlijkse variatie, maar neemt gestaag toe. In Beekdallandschap oost werd een parabolisch verband van de overleving geconstateerd. Tot ongeveer 2012 nam de overleving toe, maar daarna neemt deze sterk af, vooral in het postmuizenjaar 2015. Een vergelijkbaar patroon werd vastgesteld in de Veenkoloniën, zij het dat de verschillen tussen jaren hier minder groot zijn. Ook zien we hier geen sterke afname in overleving in 2015, wat suggereert dat het muizenefect hier niet of nauwelijks aanwezig was. In dit landschap valt de scherpe daling in overleving in 2017 op.



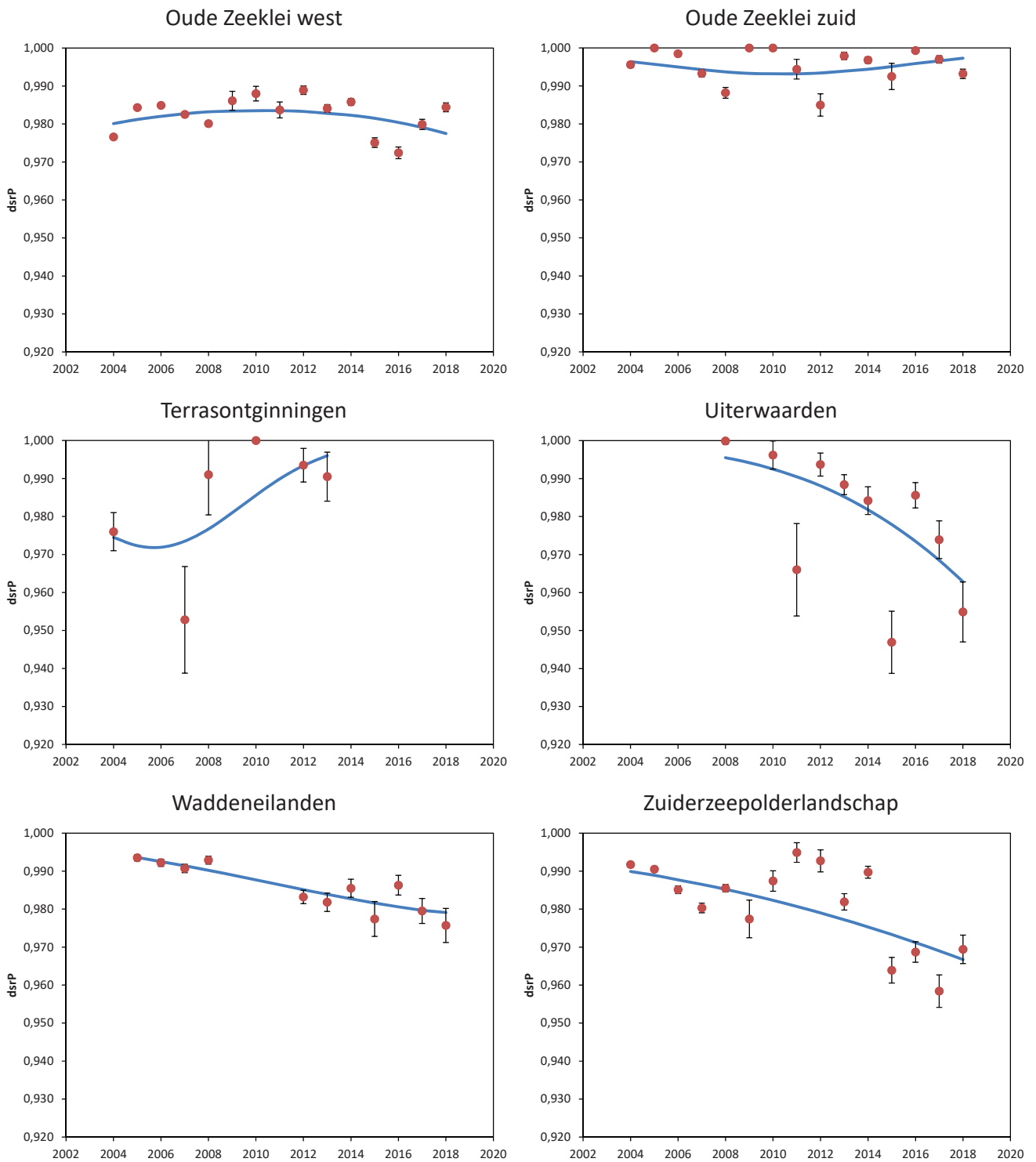
Figuur 2.7. De dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie ( $dsrP \pm$ standaardfout) voor de vijf steltlopersorten gecombineerd per jaar met standaardfout voor de afzonderlijke landschappen. De blauwe lijn geeft de gemodelleerde ontwikkeling weer.

Twee landschapstypen vertonen geen noemenswaardige verandering in overleving sinds 2014; Oude Zeeklei zuid en west, waarbij de overleving in zuid wel beter is dan die in west. De overige landschappen vertonen allen een afname

in overleving sinds 2014. De sterkste afname werd waargenomen in Oude Zeeklei noord, gevolgd door de Uiterwaarden, Laagveenontginning noord en Zuiderzeepolderlandschap.



Figuur 2.7. Vervolg. De dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie ( $dsrP \pm$ standaardfout) voor de vijf steltlopersoorten gecombineerd per jaar met standaardfout voor de afzonderlijke landschappen. De blauwe lijn geeft de gemodelleerde ontwikkeling weer.



Figuur 2.7. Vervolg. De dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie ( $dsrP \pm$ standaardfout) voor de vijf steltlopersoorten gecombineerd per jaar met standaardfout voor de afzonderlijke landschappen. De blauwe lijn geeft de gemodelleerde ontwikkeling weer.

## 2.4. Verspreidingskaarten predatoren

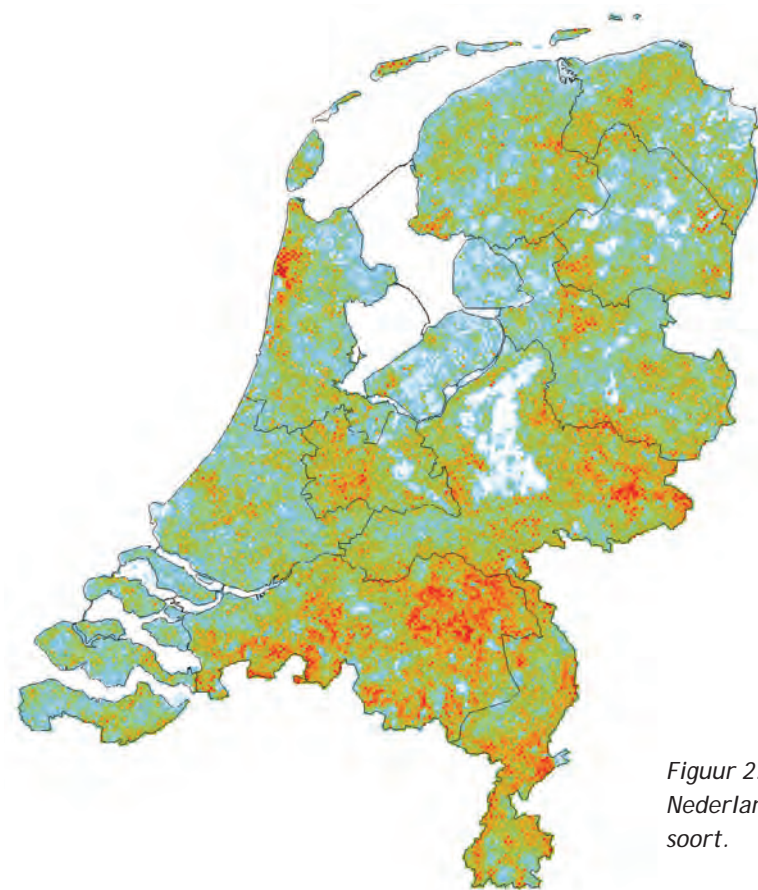
### 2.4.1. Vliegende predatoren

Voor de negen soorten vliegende predatoren zijn verspreidingskaarten gemaakt op basis van de kans op voorkomen van een soort als broedvogel. Als voorbeeld van dit soort kaartbeelden worden er in figuur 2.8 drie soorten gepresenteerd; Zwarte Kraai, Ooievaar en Buizerd. De overige zes vogelsoorten zijn te vinden in bijlage 2. Het verspreidingspatroon verschilt aanzienlijk tussen deze soorten. Zwarte Kraaien zijn vrij algemeen in Nederland en komen dan ook bijna overal voor. Voor Ooievaars ligt dat heel anders. Deze soort wordt veel meer gekenmerkt door concentraties op lokale schaal, veelal gerelateerd aan de vroegere ooievaarstations. De Buizerd is eveneens een algemeen voorkomende soort, maar de kans op voorkomen neemt toe met de aanwezigheid van bomen. Een soort als Blauwe Reiger broedt in kolonies en vertoont daardoor een onregelmatig verspreidingspatroon. Niettemin wordt de soort in heel Nederland aangetroffen en dan vooral in de meer waterrijke delen van het land. Voor de Grote Zilverreiger geldt dat in nog veel sterkere mate. Ook deze soort broedt in kolonies, vaak met andere reigerachtigen. Reigers hebben zoals de meeste vogels wel een grote actieradius en kunnen voor hun voedsel flinke afstanden afleggen. Naast de Buizerd zijn er kaarten gemaakt met de kans op voorkomen

van Havik en Bruine Kiekendief. Haviken zijn sterk gebonden aan een bosachtige omgeving en de kans om ze aan te treffen is dan ook het grootst in de oostelijke helft van ons land. De Bruine Kiekendief daarentegen treffen we vooral aan in de lagere delen van Nederland, waarbij rietmoerassen als een ideale broedplaats fungeren. Zilvermeeuwen tenslotte treffen we vooral langs de kust aan als broedvogel. Hoewel ook in het binnenland er her en der gebieden zijn waar ze als broedvogel kunnen worden aangetroffen. Kleine Mantelmeeuwen vertonen dezelfde voorkeur, maar komen nog iets dieper in het binnenland voor als broedvogel.

### 2.4.2. Zoogdieren

Zoals al uitgebreid toegelicht in § 2.2.3 was het vervaardigen van een goed verspreidingsbeeld van een zestal zoogdieren waarvan bekend is dat ze wel eens een weidevogelei eten nog een flinke uitdaging door het ontbreken van systematische tellingen. Uiteindelijk is er een methode ontwikkeld waarmee we, onder andere via uitgebreid overleg met de Zoogdierverseniging, naar ons idee een goed beeld kunnen schetsen van hun verspreiding (fig. 2.9). In ieder geval voldoende om ruimtelijk te kunnen aangeven waar een soort wel of niet voorkomt. De kans op voorkomen is daarbij natuurlijk ook een maat voor de dichtheden waarin die soort ergens voorkomt, alleen is niet in absolute zin aan te geven om

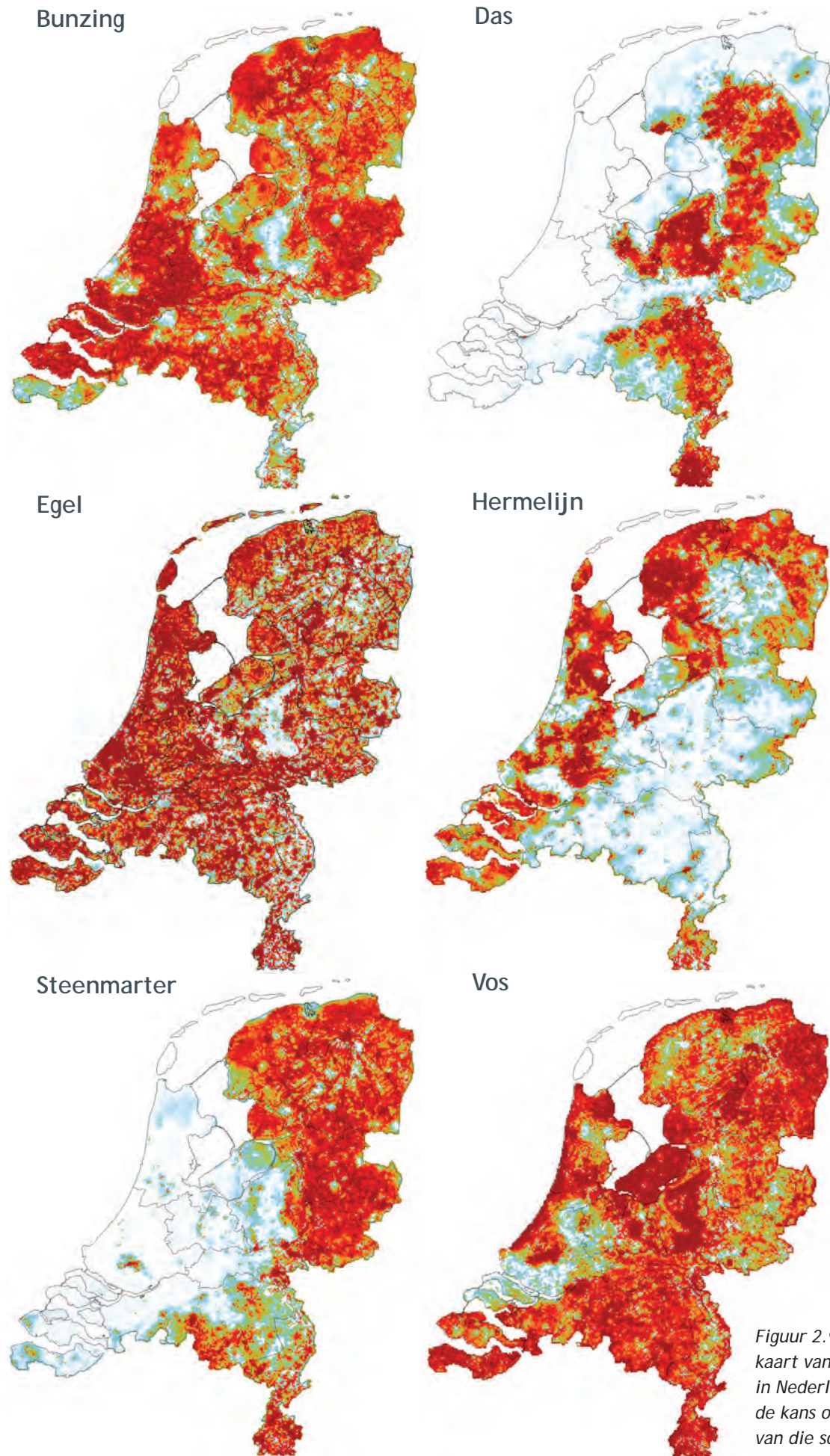


Figuur 2.8. Verspreidingskaart van de Zwarte Kraai in Nederland op basis van de kans op voorkomen van die soort.





*Figuur 2.8. Vervolg. Verspreidingskaart van Ooievaar (boven) en Buizerd (onder) in Nederland op basis van de kans op voorkomen van die soort.*



*Figuur 2.9. Verspreidingskaart van zes zoogdieren in Nederland op basis van de kans op voorkomen van die soort.*



wat voor aantallen het kan gaan.

De Bunzing komt in bijna heel Nederland voor met uitzondering van de Waddeneilanden. De kans op voorkomen is beperkt in Zeeuws Vlaanderen, grote delen van Limburg, de Veluwe en in sommige stedelijke gebieden.

De Das kent een heel ander verspreidingsbeeld. In lager gelegen Nederland komen ze niet voor; het voorkomen lijkt vooral gekoppeld te zijn aan de zandgronden.

Egels worden vaak over het hoofd gezien als potentiële daders van eierroof uit weidevogelnesten, maar er zijn redelijk wat voorbeelden van locaties waar Egels wel degelijk flink kunnen toeslaan. Zoals enigszins in de lijn der verwachtingen lag worden Egels bijna overal in Nederland aangetroffen; ook op de Waddeneilanden. De kans op voorkomen is kleiner in bosachtige omgeving, zoals de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug.

Hermelijnen kennen een geheel andere verspreiding. Ze worden vooral aangetroffen in het westen en noorden van ons land op de lager gelegen delen, maar opvallend genoeg ook in het Limburgse heuvelland. Verder treffen we Hermelijnen ook aan op Texel, tot nu toe het enige Waddeneiland waar deze

soort voorkomt. De verspreiding van de Hermelijn is wel sterk veranderd in de loop der jaren, want in de vorige eeuw kwam deze soort ook nog vrij algemeen voor in het oostelijke deel van Nederland (zie de Verspreidingsatlas Zoogdieren).

Een opkomende soort in Nederland is de Steenmarter. In de provincies Friesland, Groningen, Drenthe en Overijssel komt de Steenmarter overal voor. Ook in de oostelijke helft van Gelderland en Noord-Brabant, alsmede grote delen van Limburg komen Steenmarters tegenwoordig algemeen voor. Opmerkelijk is de concentratie rondom Rotterdam, waar ook veel meldingen van overlast vandaan komen.

Tenslotte het verspreidingsbeeld van de Vos. Behalve op de Waddeneilanden komt de Vos in bijna heel Nederland voor. Alleen op de Zuid-Hollandse en een deel van de Zeeuwse eilanden zijn Vossen nog niet zo algemeen. Ook het Groene Hart kent nog plekken met een kleine kans op voorkomen van deze soort. Wel zien we een aantal concentratiegebieden. Dat zijn de bosrijke gebieden van Nederland, maar ook de duingebieden en opvallend genoeg de omgeving van Amsterdam.

Tabel 2.5a. Gemiddelde kans op voorkomen van vliegende predatoren per landschapstype (zie ook bijlage 3)

Landschapstype	Blauwe Reiger	Bruine Kiekendief	Buizerd	Grote Zilverreiger	Havik	Kleine Mantelmeeuw	Ooievaar	Zilvermeeuw	Zwarte Kraai
Beekdallandschap oost	0,023	0,028	0,503	0,000	0,031	0,002	0,033	0,000	0,447
Beekdallandschap zuid	0,015	0,002	0,397	0,000	0,045	0,001	0,005	0,000	0,605
Binnendijks rivier IJsseldelta	0,029	0,039	0,441	0,001	0,016	0,000	0,047	0,001	0,413
Binnendijks rivier Maaswaal	0,038	0,033	0,522	0,000	0,021	0,004	0,051	0,001	0,512
Heideontginningslandschap oost	0,018	0,007	0,543	0,001	0,052	0,001	0,088	0,000	0,479
Heideontginningslandschap zuid	0,012	0,003	0,449	0,000	0,063	0,001	0,004	0,000	0,642
Hoevenlandschap oost	0,023	0,005	0,482	0,000	0,042	0,000	0,051	0,000	0,493
Hoevenlandschap zuid	0,011	0,005	0,416	0,000	0,038	0,002	0,009	0,000	0,632
Laagveenontginning noord	0,023	0,060	0,469	0,005	0,028	0,001	0,079	0,000	0,461
Laagveenontginning west	0,041	0,100	0,417	0,001	0,018	0,009	0,041	0,004	0,438
Oude Zeeklei noord	0,068	0,111	0,507	0,000	0,016	0,001	0,013	0,000	0,485
Oude Zeeklei west	0,031	0,079	0,307	0,001	0,022	0,049	0,011	0,024	0,454
Oude Zeeklei zuid	0,018	0,160	0,357	0,001	0,017	0,005	0,008	0,004	0,465
Terrasontginningen	0,048	0,002	0,501	0,000	0,039	0,002	0,002	0,002	0,633
Uiterwaarden	0,049	0,024	0,442	0,001	0,026	0,040	0,124	0,023	0,544
Veenkoloniën	0,032	0,017	0,401	0,000	0,033	0,001	0,012	0,000	0,437
Waddeneilanden	0,017	0,143	0,323	0,001	0,038	0,034	0,008	0,057	0,438
Zuiderzeepolderlandschap	0,020	0,081	0,388	0,000	0,031	0,001	0,003	0,002	0,278

Tabel 2.5b. Gemiddelde kans op voorkomen van grondpredatoren per landschapstype (zie ook bijlage 3)

Landschapstype	Bunzing	Das	Egel	Hermelijn	Steenmarter	Vos
Beekdallandschap oost	0,665	0,592	0,553	0,673	0,713	0,863
Beekdallandschap zuid	0,884	0,390	0,731	0,149	0,577	0,825
Binnendijks rivier IJsseldelta	0,614	0,258	0,602	0,851	0,774	0,605
Binnendijks rivier Maaswaal	0,706	0,271	0,777	0,262	0,216	0,826
Heideontginningslandschap oost	0,730	0,599	0,658	0,391	0,721	0,784
Heideontginningslandschap zuid	0,806	0,542	0,658	0,194	0,443	0,889
Hoevenlandschap oost	0,788	0,641	0,602	0,343	0,528	0,683
Hoevenlandschap zuid	0,778	0,566	0,777	0,140	0,454	0,823
Laagveenontginning noord	0,742	0,269	0,635	0,747	0,737	0,735
Laagveenontginning west	0,780	0,049	0,737	0,830	0,054	0,665
Oude Zeeklei noord	0,858	0,040	0,775	0,884	0,908	0,658
Oude Zeeklei west	0,701	0,020	0,816	0,849	0,047	0,757
Oude Zeeklei zuid	0,887	0,012	0,729	0,699	0,063	0,465
Terrasontginningen	0,517	0,633	0,504	0,110	0,555	0,710
Uiterwaarden	0,486	0,280	0,643	0,127	0,353	0,817
Veenkolonien	0,706	0,500	0,585	0,703	0,791	0,915
Waddeneilanden	0,000	0,000	0,942	0,879*	0,000	0,000
Zuiderzeepolderlandschap	0,691	0,198	0,703	0,549	0,557	0,828

\*Dit is de kans op voorkomen op Texel, op de andere Waddeneilanden komt de Hermelijn niet voor.

#### 2.4.3. Kans op voorkomen van predatoren per landschapstype

Zoals al bleek uit de predatiekaart (fig. 2.6) zijn er grote verschillen tussen de verschillende landschapstypen in predatieverlies. Dat hangt waarschijnlijk samen met de kans op voorkomen van de verschillende predatoren per landschapstype, mede gerelateerd aan bepaalde landschapkenmerken. Voor elk van de potentiële predatoren is de gemiddelde kans op voorkomen per landschapstype bepaald (zie voor kaartbeelden bijlage 3) samengevat in tabel 2.5.

Zoogdieren zijn de belangrijkste daders van het leegroven van nesten. Als we de landschappen rangschikken naar de kans op voorkomen per zoogdier waarbij het landschap met de grootste kans op voorkomen op 1 wordt gezet en het landschap met de een na grootste kans op 2, enz. en vervolgens bepalen we de gemiddelde rangschikking per landschap voor de zoogdieren, dan is de kans op aanwezigheid van zoogdieren in de noordelijke oude zeekleigebieden het grootst, gevolgd door de veenkoloniën en dan het zuidelijke beekdallandschap (zie bijlage 3). De kleinste kans op het voorkomen van zoogdieren treffen we aan in de uiterwaarden, Waddeneilanden en de terrasontginningen. Bij de vogels zien we een bijna omgekeerd patroon. De grootste kans op voorkomen wordt aangetroffen in de uiterwaarden en de kleinste kans in het zuidelijke beekdallandschap. De Zwarte Kraai is een van de weinige vogelsoorten die nog wel eens een ei wil roven. De grootste kans om deze soort als broedvogel aan te treffen zien we in het zuidelijke

heideontginningslandschap, gevolgd door terrasontginningen en het zuidelijke hoevenlandschap.

#### 2.5. Landschapkenmerken en voorkomen predatoren

De kans op voorkomen van predatoren kan behoorlijk verschillen tussen de verschillende landschappen. Dat kan deels te maken hebben met regionale effecten zoals bijvoorbeeld de verspreiding van de Steenmarter die vanuit Oost-Nederland bezig is met een opmars richting westen, maar natuurlijk ook met de samenstelling van het landschap. Veel eigenschappen van het landschap liggen vast, maar een aantal zijn door beheer- of inrichtingsmaatregelen te beïnvloeden (zie tabel 1.3). Voor die variabelen is met een GLM onderzocht of de kans op voorkomen van een predator in positieve of negatieve zin wordt beïnvloed als de waarde van die variabele groter wordt. Dit is allereerst voor Nederland in zijn totaliteit gedaan en vervolgens per landschap. Behalve een analyse voor elke afzonderlijke predator is dat ook voor de vliegende predatoren en zoogdieren als afzonderlijke groepen gedaan, waarbij de kans op voorkomen de som is van de afzonderlijke kansen op voorkomen (zie tabel 2.5) binnen de twee groepen. Uit het overzicht in tabel 2.6 blijkt dat de beheervariabelen in de meeste gevallen een vergelijkbaar effect hebben op zowel de vliegende predatoren als de zoogdieren. In zijn algemeenheid gaat een intensiever landgebruik (groenindex), een grotere openheid

Tabel 2.6. Effect van beheervariabelen op de aanwezigheid van vliegende predatoren (V) en zoogdieren (Z) voor Nederland en een aantal landschappen. Positief (pos) de kans op aanwezigheid neemt toe bij een toename van de variabele of neemt juist af (neg). Alleen significante effecten zijn vermeld.

Landschapstype	Groenindex		Waterpeil		Openheid		Stadsrand		niet verstoord		verstoord riet		bomen verwijderbaar		opgaande verstooring		wegen	
	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg
Nederland		V, Z	V, Z		V, Z		V, Z				V		V, Z				V, Z	
Beekdallandschap oost		V, Z	V, Z				V, Z	V, Z					V, Z					V, Z
Beekdallandschap zuid							V, Z											V, Z
Binnendijks rivier IJsseldelta		V, Z		V, Z	V, Z		Z			V					V, Z			
Binnendijks rivier Maaswaal						V, Z	V, Z						V, Z					
Heideontginningslandschap oost		V, Z	V, Z			V, Z	V, Z						V, Z					
Heideontginningslandschap zuid							V		Z				V, Z					
Hoevenlandschap oost				V, Z		V, Z							V, Z					V, Z
Hoevenlandschap zuid			V, Z		V, Z		V, Z	V, Z										V, Z
Laagveenontginning noord				V, Z	V, Z		V, Z					V, Z	V, Z					V, Z
Laagveenontginning west		V, Z	V, Z			V, Z	V, Z				V, Z		V, Z					
Oude Zeeklei noord		V, Z			V, Z								V, Z		V, Z			
Oude Zeeklei west							V, Z				V, Z				V, Z			
Oude Zeeklei zuid		V, Z	V, Z				V, Z		V, Z		V, Z		V, Z					
Terrasontginningen		V, Z	V, Z					V, Z					V, Z					
Uiterwaarden		V, Z	V, Z			V, Z	V, Z				V, Z				V, Z			
Veenkolonien				V, Z		V, Z	V, Z	V, Z					V, Z					
Waddeneilanden	V, Z			V, Z	V, Z								V, Z					
Zuiderzeepolderlandschap		V, Z	V, Z		V, Z						V, Z		V, Z		V, Z			

van het landschap, een grotere afstand ten opzichte van de stadsrand en meer bomen die verwijderbaar zijn gepaard met een afname in de kans op voorkomen van predatoren. Een hoger waterpeil en meer verstooring door wegen gaat juist gepaard met een grotere kans op voorkomen. Speciaal voor vliegende predatoren geldt dat meer verstooring door de aanwezigheid van riet gepaard gaat met een kleinere kans op voorkomen.

Ook bij de afzonderlijke landschappen zien we vergelijkbare patronen en reageren vogels en zoogdieren op vergelijkbare wijze. Met uitzondering van de Waddeneilanden gaat een toename van de groenindex gepaard met een afname in de aanwezigheid van predatoren. Een toename in de afstand ten opzichte van de stadsrand gaat bijna overal samen met een afname in de aanwezigheid van predatoren, behalve in laagveenontginning west; grofweg de Randstad. Vervolgens kan het per landschap verschillen of de kans op voorkomen toe of afneemt bij een toename in de waarde van een variabele.

Op soortniveau zien we tussen de soorten wel degelijk verschillen hoe ze reageren op een toe- of afname van de beheervariabelen in Nederland (tabel 2.7; zie

voor de afzonderlijke landschappen bijlage 4). Zo blijkt een hogere groenindex gepaard te gaan met een grotere kans op aanwezigheid van Bunzing, Egel, Hermelijn en Blauwe Reiger, terwijl die kans juist afneemt voor Das, Vos, Bruine Kiekendief, Havik, Kleine Mantelmeeuw en Zilvermeeuw. Voor een belangrijke rover als de Hermelijn geldt in algemene zin voor Nederland dat het voorkomen van deze soort kan worden verminderd door de gebruikintensiteit van het land (groenindex), de openheid van het landschap, het aandeel niet verstoord, verstoord door riet en verwijderbare bomen (bomen buiten erven zoals heggen, singels en bos) te beperken en een relatief laag waterpeil. Maar zoals uit bijlage 4 blijkt kan dit per landschap behoorlijk verschillen. Het is dus belangrijk als men iets aan het voorkomen van predatoren wil doen eerst vast te stellen in welk type landschap men is en vervolgens te kijken welke landschapskenmerken/beheervariabelen het beste kunnen worden beïnvloed. Dit overzicht is te vinden in bijlage 4 waar per landschapstype in rood is aangegeven welke van de potentiële predatoren daar relatief veel voorkomen en of hun aanwezigheid positief dan wel negatief wordt beïnvloed door een van de beheervariabelen. Als voorbeeld zien we dan dat in het 'Beeklandschap Oost' (zie voor de begrenzing van



Tabel 2.7. Het effect dat de beheervariabelen kunnen hebben op de aanwezigheid van de verschillende predatoren voor Nederland totaal.

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Groenindex
	neg	niet verstoord, bomen verwijderbaar
Das	pos	Stadsrand
	neg	Groenindex, Openheid, niet verstoord, verstoord door riet, wegen
Egel	pos	Groenindex, Openheid
	neg	Stadsrand, niet verstoord, verstoord door riet, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	Groenindex, Openheid, niet verstoord, verstoord door riet, bomen verwijderbaar
	neg	Waterpeil
Steenmarter	pos	Openheid, Stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	Wegen
Vos	pos	Waterpeil, Stadsrand
	neg	Groenindex
Blauwe Reiger	pos	Groenindex, waterpeil, bomen verwijderbaar
	neg	Stadsrand
Bruine Kiekendief	pos	Openheid, verstoord door riet, bomen verwijderbaar, wegen
	neg	Groenindex, Stadsrand
Buizerd	pos	Stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	Waterpeil
Grote Zilverreiger	pos	Waterpeil, bomen verwijderbaar
	neg	
Havik	pos	Stadsrand, verstoord door riet, bomen verwijderbaar
	neg	Groenindex, Waterpeil, Openheid
Kleine Mantelmeeuw	pos	Waterpeil
	neg	Groenindex, Stadsrand, niet verstoord, bomen verwijderbaar
Ooievaar	pos	bomen verwijderbaar
	neg	niet verstoord
Zilvermeeuw	pos	Waterpeil, Openheid
	neg	Groenindex, Stadsrand, niet verstoord
Zwarte Kraai	pos	Stadsrand
	neg	Openheid

dit landschapstype fig. 2.1) de met rood gemarkeerde soorten Das, Hermelijn, Steenmarter, Vos, Buizerd, Kleine Mantelmeeuw en Ooievaar een grote kans hebben hier te worden aangetroffen. De das reageert positief op de aanwezigheid van 'verwijderbare bomen'. Dit betekent dat als men het aantal aanwezige Dassen zou willen verminderen men het aantal 'verwijderbare bomen' omlaag zou moeten brengen. Dat leidt dan tevens tot een afname in het aantal aanwezige Vossen, maar tegelijk tot een toename in het aantal Steenmarters (negatieve relatie). Bij Vossen en Steenmarters is het aandeel 'niet verstoord' landschap eveneens van invloed, waarbij het effect tegengesteld is; Vossen komen vaker voor als het aandeel 'niet verstoord' afneemt, terwijl Steenmarters dan juist toenemen. Dat laatste heeft uiteraard te maken

met de voorkeur van Steenmarters voor bebouwing. Hermelijn tenslotte neemt juist toe als de 'Openheid' van het landschap groter wordt (bijv. door een afname in begroeiing en bebouwing). Dit schetst al gelijk het probleem waarvoor men vaak gesteld zal worden, veranderingen in het landschap om een bepaalde predator af te laten nemen kan de aanwezigheid van een andere predator juist bevorderen. Helaas is niet aan te geven in welke mate een beheervariabele aangepast moet worden en dient men zich te realiseren dat een aanpassing ook negatieve effecten kan hebben doordat een andere predator juist profiteert van de aanpassing. Houd bij dit soort maatregelen dus goed rekening met de potentiële impact van een bepaalde predator.

## 2.6. Predatieverlies, predatoren en landschap

Het geconstateerde predatieverlies (zie § 2.3.) kan niet direct worden gekoppeld aan daders. Slechts in enkele gevallen is een directe waarneming mogelijk door observaties of met behulp van hulpmiddelen als wildcamera's. Zoals al beschreven in § 2.2.4. zijn er strenge selectiecriteria voor de steekproefomvang gehanteerd voor het vaststellen van relaties tussen het predatieverlies enerzijds en het voorkomen van predatoren en landschapskenmerken anderzijds. Allereerst is met een betaregressie onderzocht in hoeverre de dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie wordt beïnvloed door de gecombineerde kans op aanwezigheid van zoogdieren en vliegende predatoren voor de steltlopers gecombineerd en de vier afzonderlijke soorten (tabel 2.8). De Wulp viel af doordat deze soort niet voldeed aan de selectiecriteria, zelfs niet voor Nederland als geheel.

De analyse laat zien dat de dagelijkse overleving afneemt voor de steltlopers als groep en voor de Kievit als de kans op voorkomen van zoogdieren toeneemt, kortom meer zoogdieren betekent grotere verliezen door predatie. Voor de afzonderlijke landschappen is dit beeld enigszins anders. In vijf

landschappen is er een significant verband tussen de dagelijkse overleving en de aanwezigheid van zoogdieren bij de steltlopers, maar dit is niet consistent. In Heideontginningslandschap Oost, Hoevenlandschap Oost en Oude Zeeklei West neemt de overleving door predatie af als er meer zoogdieren aanwezig zijn, terwijl in Hoevenlandschap Zuid en het Zuiderzeepolderlandschap de overleving juist toeneemt. In de overige landschappen is er geen significant verband aangetroffen of werd de steekproef als te klein beschouwd. Opvallend is verder dat bij de afzonderlijke soorten in het geval van een significant verband een grotere aanwezigheid van predatoren gepaard gaat met een betere overleving. Als we echter kijken naar de totale overleving, dus naar het effect van alle verliesoorzaken, zoals naast predatie verlaten, beweiding, werkzaamheden en overige verliesoorzaken ontstaat een ander beeld (tabel 2.9).

Een toename in de aanwezigheid van zoogdieren gaat dan gepaard met een afname van de overleving bij de steltlopers als groep en de afzonderlijke soorten Kievit en Scholekster. Bij de steltlopers treffen

Tabel 2.8. Uitkomst van de Betaregressieanalyse waarin is onderzocht hoe groot de invloed van de cumulatieve kans op voorkomen van zoogdieren dan wel vogels is op de dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie (dsrP) van legfels. De getallen geven de estimates van de regressie. In rood als de dsrP afneemt en in groen als deze toeneemt. Een niet significante relatie is met ns aangegeven. Als er helemaal niets is weergegeven voldeed de steekproef niet aan de gestelde minimumeisen. Z = zoogdieren; V = vogels.

Landschapstype	steltlopers		Scholekster		Kievit		Grutto		Tureluur	
	Z	V	Z	V	Z	V	Z	V	Z	V
Nederland	-0,25	-0,1	ns	ns	-0,22	ns	ns	-0,3	ns	ns
Beekdallandschap oost	ns	ns			ns	ns				
Beekdallandschap zuid										
Binnendijks rivier IJsseldelta										
Binnendijks rivier Maaswaal	ns	ns			ns	ns				
Heideontginningslandschap oost	-0,52	ns			ns	ns				
Heideontginningslandschap zuid	ns	ns			ns	ns				
Hoevenlandschap oost	-0,47	ns			ns	ns				
Hoevenlandschap zuid	0,66	ns			0,58	ns				
Laagveenontginning noord	ns	ns			ns	ns				
Laagveenontginning west	ns	ns	ns	ns	0,22	ns	ns	0,40	ns	ns
Oude Zeeklei noord	ns	ns								
Oude Zeeklei west	-0,44	ns	ns	0,79	0,43	ns	ns	ns	ns	0,81
Oude Zeeklei zuid	ns	ns			ns	ns				
Terrasontginningen										
Uiterwaarden										
Veenkoloniën	ns	ns			ns	ns				
Waddeneilanden	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
Zuiderzeepolderlandschap	0,52	ns			0,46	ns				

Tabel 2.9. Uitkomst van de Betaregressieanalyse waarin is onderzocht hoe groot de invloed van de cumulatieve kans op voorkomen van zoogdieren dan wel vogels is op de totale dagelijkse overlevingskans (dsr) van legsels. De getallen geven de estimates van de regressie. In rood als de dsr afneemt en in groen als deze toeneemt. Een niet significante relatie is met ns aangegeven. Als er helemaal niets is weergegeven voldeed de steekproef niet aan de gestelde minimumeisen. Z = zoogdieren; V = vogels.

Landschapstype	steltlopers		Scholekster		Kievit		Grutto		Tureluur	
	Z	V	Z	V	Z	V	Z	V	Z	V
Nederland	-0,33	ns	-0,16	ns	-0,35	ns	ns	ns	ns	ns
Beekdallandschap oost	ns	ns			-0,29	0,65				
Beekdallandschap zuid										
Binnendijks rivier IJsseldelta										
Binnendijks rivier Maaswaal	-0,36	0,51			-0,48	ns				
Heideontginningslandschap oost	-0,52	ns			-0,42	ns				
Heideontginningslandschap zuid	ns	ns			ns	ns				
Hoevenlandschap oost	-0,44	ns			-0,56	ns				
Hoevenlandschap zuid	0,44	ns			ns	ns				
Laagveenontginning noord	ns	ns			ns	ns				
Laagveenontginning west	ns	ns	ns	ns	-0,21	ns	ns	-0,31	ns	ns
Oude Zeeklei noord	ns	ns								
Oude Zeeklei west	-0,29	ns	ns	ns	-0,41	ns	ns	ns	ns	ns
Oude Zeeklei zuid	ns	ns			ns	ns				
Terrasontginningen										
Uiterwaarden										
Veenkolonien	-0,49	ns			ns	ns				
Waddeneilanden	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
Zuiderzeepolderlandschap	0,26	ns			0,35	ns				

we nu in zeven landschappen een significant verband aan, waarvan in twee gevallen een positief effect en in de overige vijf een negatief verband. Maar vooral bij de Kievit is het beeld nu anders, terwijl deze soort wel het gros van de steekproef vormt (zie tabel 2.4). Alleen in het Zuiderzeepolderlandschap treffen we een positief verband aan, terwijl daarnaast in zes landschappen een negatieve relatie wordt aangetroffen. Kennelijk hebben legsels van Kieviten relatief veel last van andere verliesoorzaken dan predatie en dan in combinatie met de aanwezigheid van zoogdieren.

Zowel voor de totale overleving als de dsrP heeft de aanwezigheid van vliegende predatoren maar in een beperkt aantal gevallen invloed op de overleving. Dat is niet geheel onverwacht gegeven het feit dat als legsels worden gepredeerd dit vooral door zoogdieren wordt gedaan en veel minder door vogels.

Welke rol elke afzonderlijke predator speelt is meer in detail onderzocht door voor de verschillende zoogdieren en de Zwarte Kraai, als de voornaamste eters van eieren, het effect van hun aanwezigheid op de totale overleving en die voor predatie afzonderlijk met een betaregressie te onderzoeken (zie tabel 2.10). Dan blijkt dat voor de steltlopers gezamenlijk een toename in de kans op voorkomen van Hermelijn,

Steenmarter en Vos leidt tot een vergelijkbare afname in de overleving als gevolg van predatie. Voor Steenmarter en Vos zien we tevens een negatief effect op de totale overleving, maar bij de Hermelijn is dat niet het geval. Een toename in de kans op voorkomen van de Das heeft wel consequenties voor de totale overleving, maar niet voor de overleving ten opzichte van predatie. In gebieden waar de Egel relatief veel voorkomt zien we zowel ten opzichte van predatie als het totaal een verbeterde overleving. Opvallend genoeg geldt dat ook voor de totale overleving in gebieden waar relatief veel Bunzings aanwezig zijn.

Bij de afzonderlijke steltlopers zien we een vergelijkbare uitkomst, maar met de nodige uitzonderingen. Hermelijn en Vos lijken een vergelijkbare invloed te hebben op de overleving door predatie bij de Scholekster. Ook de totale overleving gaat in de gebieden waar deze predatoren voorkomen achteruit, maar dat is veel sterker het geval in gebieden met veel Hermelijnen, dan in gebieden met veel Vossen. Opmerkelijk is het positieve effect op de overleving in gebieden met veel Steenmarters.

Bij de Kievit zien we een vergelijkbaar effect op de overleving ten opzichte van predatie in gebieden waar Das, Hermelijn of Vos relatief veel voorkomen. Voor de gebieden met relatief veel Dassen en Vossen

Tabel 2.10. Uitkomst van de Betaregressieanalyse waarin is onderzocht in hoeverre de bekende daders van nestpredatie van invloed zijn op de overleving als gevolg van alleen predatie (dsrP), dan wel het totaal aan verliesoorzaken (dsrTot). Alleen de significante relaties met de bijbehorende estimates (indicatief voor de grootte van hun effect) zijn weergegeven. Dit is gedaan voor Nederland als geheel voor de afzonderlijke steltlopers en als groep en voor de steltlopers als geheel ook nog voor drie landschapstypen met een voldoende grote steekproef.

Landschapstype	Bunzing		Das		Hermelijn		Steenmarter		Vos		Egel		Zwarte Kraai	
	dsrP	Dsr-Tot	dsrP	Dsr-Tot	dsrP	Dsr-Tot	dsrP	Dsr-Tot	dsrP	Dsr-Tot	dsrP	Dsr-Tot	dsrP	Dsr-Tot
Nederland steltlopers		0,14		-0,31	-0,27		-0,27	-0,36	-0,21	-0,30	0,36	0,25		
Nederland scholekster					-0,71	-0,92	4,13	3,55	-0,76	-0,55				
Nederland kievit	0,22	0,22	-0,24	-0,40	-0,27			-0,35	-0,26	-0,33	0,26			
Nederland grutto	0,62	0,48									0,49	0,41		0,96
Nederland tureluur					1,11	0,93				-0,66	-0,82	-0,79		
alleen steltlopers														
Laagveenontginning noord											0,61	0,48	-1,37	
Laagveenontginning west			-0,51	-0,44							0,45	0,37	0,59	
Oude Zeeklei west	0,90	0,61		-5,68					-1,29	-0,82			-1,11	-1,31

zien we dat ook de totale overleving hierdoor afneemt. Gebieden met relatief veel Bunzings en Egels lijken juist gepaard te gaan met een toename in de overleving.

Bij de Grutto zien we een heel ander patroon. De predatoren die bij de vorige soorten een negatief effect lijken te hebben op de overleving, hebben geen effect op de overleving van gruttolegsels.

Tenslotte zien we bij de Tureluur dat de overleving van de legsels beter wordt naarmate er meer Hermelijnen in het gebied voorkomen, terwijl de aanwezigheid van Vossen en Egel wel gepaard gaat met een afname in de overleving.

Voor een drietal landschapstypen waren er voldoende data om voor de steltlopers gecombineerd eenzelfde analyse uit te voeren. Daaruit komt naar voren dat gebieden met Bunzings in 'Oude Zeeklei west' worden gekenmerkt door een toename in de overleving. De aanwezigheid van de Das daarentegen is in zowel 'Laagveenontginning west' als 'Oude Zeeklei west' gecorreleerd met een sterke afname in de overleving. Bedenk daarbij echter dat Dassen in deze beide landschappen niet of nauwelijks voorkomen, waardoor het overall effect van Dassen hier verwaarloosbaar zal zijn. Binnen de drie afzonderlijke landschapstypen zien we alleen in de 'Oude Zeeklei west' een sterke afname in de overleving bij een toegenomen aanwezigheid van Vossen. In de Laagveenontginningsgebieden gaat een grotere aanwezigheid van de Egel samen met een toename in de overleving. Tenslotte gaat een grotere aanwezigheid van de Zwarte Kraai in 'Laagveenontginning noord' en 'Oude Zeeklei west' gepaard met een sterke afna-

me in de overleving, terwijl in 'Laagveenontginning west' dit juist samen gaat met een toename in overleving.

De resultaten van deze analyse laat daarmee zien dat landelijk vooral Hermelijn, Steenmarter en Vos met een flinke afname in de overleving zijn gecorreleerd en de Das in wat mindere mate. Zwarte Kraaien lijken weinig effect te hebben op het nestsucces van weidevogels, behalve bij de Grutto, waar het effect positief was. Ook het effect van Bunzing, en Egel lijkt (overwegend) positief. Bij de drie afzonderlijke landschapstypen komen vooral de Vos en Zwarte Kraai als potentiële daders naar voren. Ook hier lijkt het effect van Bunzing en Egel eerder positief. De invloed van de Das is mogelijk een artefact en speelt in deze landschappen naar alle waarschijnlijkheid geen rol.

Tenslotte is gekeken naar het effect van de beheervariabelen op de overleving als predatie de enige verliesoorzaak zou zijn en de totale overleving (tabel 2.11). Op landelijk niveau zien we dan geen significante effecten van de afzonderlijke beheervariabelen op de overleving met uitzondering van waterpeil bij de Grutto. Bij deze soort zien we een afname in de overleving als predatie de enige verliesoorzaak zou zijn (dus grotere predatieverliezen) als het waterpeil hoger wordt.

Bij de afzonderlijke landschappen zien we eveneens een afname bij een hoger waterpeil in 'Laagveenontginning west'. De overige relaties die zijn vastgesteld per landschap en beheervariabele laten allemaal een positief effect zien op de over-

Tabel 2.11. Uitkomst van de Betaregressieanalyse waarin is onderzocht in hoeverre de beheervariabelen correleren met de overlevingskans van legfels; zowel de totale overleving (dsrTot) als de overleving als gevolg van alleen predatie (dsrP). Alleen significante relaties zijn weergegeven en of er sprake is van een positief, dan wel negatief effect op de overleving. Dit was mogelijk voor Nederland als totaal en voor een aantal te onderscheiden landschapstypen.

Landschapstype	Groenindex		gvg		Openheid		Stadsrand		niet verstoord		Verstoord riet		bomen verwijderbaar		bomen niet verwijderbaar		Opgaande verstoring		wegen		
	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	dsrP	dsrTot	
	Nederland steltlopers																				
Nederland scholekster																					
Nederland kievit																					
Nederland grutto			-																		
Nederland tureluur																					
alleen steltlopers																					
Binnendijks rivier Maaswaal																					
Heideontginningslandschap zuid							+	+													+
Laagveenontginning noord					+	+	+	+					+	+				+	+		
Laagveenontginning west			-	-								+							+		
Oude Zeeklei west																		+			
Zuiderzeepolderlandschap	-																				

leving als de waarde van de beheervariabele toeneemt; een grotere openheid (Laagveenontginning noord), een grotere afstand ten opzichte van de bebouwde kom (Heideontginningslandschap zuid en Laagveenontginning noord), meer verstoring door riet (Laagveenontginning west), meer bomen die verwijderd kunnen worden (Laagveenontginning noord), meer opgaande verstoring (Laagveenontginning noord en west, Oude Zeeklei west) en meer wegen (Heideontginningslandschap zuid).

## 2.7. Predatie op landschapsschaal: conclusies

- Voor alle vijf onderzochte steltlopers zien we bij legfels die worden beschermd door vrijwilligers een afname in de overleving in de loop der jaren. Over de periode 2004-2018 gemiddeld is het uitkomstsucces van tureluurlegfels het grootst en van de Wulp het kleinst. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door het veel grotere aandeel gepredeerde legfels bij de Wulp ten opzichte van de andere steltlopersoorten.
- Binnen de onderscheiden landschappen zien we grote verschillen in overleving en die verschillen worden vooral veroorzaakt door verschillen in predatieverlies, met als uitersten 'Oude Zeeklei zuid' met een predatieverlies van 11.6% en 'Beekdallandschap oost' met 52.5%. De ontwik-

keling in de predatie-overleving verschilt tussen de 18 onderscheiden landschapstypen. In drie landschapstypen is de overleving ten opzichte van predatie verbeterd, maar in elf landschapstypen is sprake van een afname in de overleving ten opzichte van predatie. Deze informatie is omgezet naar een kaartbeeld voor heel Nederland in de vorm van een predatiekaart. De kaart laat zien dat vooral Noordoost-Nederland met relatief grote predatieverliezen te maken heeft.

- Betrouwbare verspreidingskaarten van vliegende predatoren zijn goed beschikbaar dankzij de Vogelatlas. Voor zoogdieren was dat tot voor kort niet het geval. Verspreidingskaarten beperkten zich tot aanwezigheidskaarten op basis van losse waarnemingen waardoor voor locaties zonder waarnemingen niet duidelijk was of de soort daar niet voorkwam of dat er sprake was van ontbrekende waarnemingen (zogenaamde harde nullen of 'missing values'). Door gebruik te maken van bestanden met verkeersslachtoffers en deze te koppelen aan de lokale verkeersintensiteit werd het mogelijk met een grotere betrouwbaarheid aan te geven waar een soort niet voorkwam, waarna de verspreiding op basis van voorkomen kon worden gemodelleerd voor Nederland. Dit is voor zes soorten gedaan: Bunzing, Das, Egel, Hermelijn, Steenmarter en Vos. Een deel van de soorten komt in bijna heel Nederland voor (Bunzing, Egel en Vos), met uitzondering van



de Waddeneilanden (behalve de Egel). Das en Hermelijn kennen een bijna tegengestelde verspreiding, waarbij de Das vooral op de hoger gelegen zandgronden voorkomt en de Hermelijn juist in Laag-Nederland. De Steenmarter is vooral algemeen in Oost-Nederland, maar rukt wel op richting westen. Een vergelijking met de predatiekaart laat zien dat de geconstateerde verschillen in predatieverlies bij de nesten niet een op een aansluit bij de verspreiding van een van de predatoren. Er lijkt sprake te zijn van gebiedsspecifieke verschillen.

- De verschillen in verspreiding hebben onder andere te maken met regionale verschillen, zoals we bij de Steenmarter zien, maar voor de overige predatoren spelen vooral landschapskenmerken een rol. Veel van die eigenschappen liggen vast, maar een aantal zijn door inrichtings- of beheermaatregelen te beïnvloeden. In de analyse hebben we er negen onderscheiden; groenindex (NDVI, als maat voor de gebruiksintensiteit), waterpeil, openheid landschap, afstand tot de bebouwde kom, aandeel niet verstoord landschap, aandeel verstoord door de aanwezigheid van riet, aandeel verstoord door bomen die in theorie kunnen worden verwijderd (alle bomen behalve erfbeplanting), aandeel opgaande verstoring door bebouwing en de aanwezigheid van wegen. Veel van deze variabelen blijken een vergelijkbaar effect te hebben op het voorkomen van vliegende predatoren en zoogdieren. De kans op aanwezigheid van beide predatorstypen in zijn algemeenheid wordt kleiner als het landschap meer open van karakter is, de locatie verder verwijderd is van de bebouwde kom, meer verwijderbare bomen aanwezig zijn en het landgebruik intensiever is, terwijl een hoger waterpeil en meer wegen het tegenovergestelde effect lijken te hebben. Binnen de verschillende landschapstypen zien we vergelijkbare patronen. Er zijn echter ook een aantal verschillen tussen de landschappen. Zo lijkt in tegenstelling tot de rest van Nederland juist in de Randstad de kans op aanwezigheid van predatoren groter te worden naarmate men dichterbij de bebouwde kom komt.
- Op soortsniveau is echter wel verschil in hoe de aanwezigheid wordt beïnvloed door de beheervariabelen. Dit betekent dat afhankelijk van het type

landschap waarin men zich bevindt andere beheervariabelen een rol spelen bij het voorkomen van dezelfde predator en dat de aard van de maatregelen voor dezelfde predator per landschapstype dient te verschillen om effectief te zijn.

- Niet geheel onverwacht blijkt de overleving als gevolg van predatie af te nemen in gebieden waar de kans op voorkomen van zoogdieren groter is. Dat geldt voor Nederland als geheel, maar niet voor elk landschapstype. In een deel van de landschappen nam de overleving juist toe. Het beeld veranderd als we niet alleen kijken naar de effecten van predatie, maar naar het totaal van de overleving, dus inclusief verliesoorzaken als verlaten, agrarische activiteiten en onbekend. Dit pakt zeker bij de Kievit negatiever uit en dat kan eigenlijk alleen verklaard worden als bij de Kievit in aanwezigheid van zoogdieren ook andere verliesoorzaken dan predatie toenemen.
- De afzonderlijke predatoren hebben niet altijd een effect op de overleving als gevolg van predatie. Het lijken vooral Hermelijn, Steenmarter en Vos te zijn die de overleving verlagen, terwijl een grotere kans op voorkomen van de Egel juist lijkt te leiden tot een verbetering van de overleving. Bunzing, Das en Zwarte Kraai lijken hier geen rol in te spelen. Hoewel dat in de afzonderlijke landschapstypen wel het geval kan zijn. Zo heeft de aanwezigheid van de Zwarte Kraai in 'Oude Zeeklei west' wel een negatief effect op de overleving bij steltlopers.
- Op de schaal van Nederland is geen effect aangetoond van een van de beheervariabelen op de legseloverleving. Dit was anders op het niveau van de afzonderlijke landschappen. Voor een zestal landschapstypen waren voldoende gegevens aanwezig om dit nader te onderzoeken. Een toename in de groenindex-waarde leidde in het 'Zuiderzeelandschap' tot een lagere legseloverleving. Dat bleek ook het geval voor een hoger waterpeil in 'Laagveenontginning west'. Voor een deel van de afzonderlijke landschappen werd een positief effect op de overleving vastgesteld bij een grotere openheid, een toegenomen afstand ten opzichte van de bebouwde kom, het aandeel verstoord door riet, het aandeel verwijderbare bomen, opgaande verstoring en de aanwezigheid van wegen.



## 3. Weerbaarheid populatie weidevogels

### 3.1. Inleiding

Een van de ideeën die regelmatig in de discussie rondom predatie bij weidevogels naar voren komt is dat de geconstateerde hoge predatiedruk in een gebied (mede) een gevolg is van afgenomen dichtheden onder de weidevogels. Bij lage dichtheden zijn ze niet langer in staat om aanwezige predatoren te verdrijven uit hun gebied voor ze schade kunnen aanrichten. Daarbij rijst ook de vraag of er een bepaalde drempelwaarde voor de dichtheid aan vogels is te geven waaronder ze niet langer in staat zijn zich voldoende te verdedigen tegen predatoren. Deze vraag is lastig te beantwoorden en al snel kan er een discussie ontstaan over oorzaak en gevolg, want evengoed kan beredeneerd worden dat de dichtheden aan weidevogels zijn afgenomen door de toegenomen predatiedruk. Dit is lastig van elkaar te onderscheiden; een kip en ei kwestie. Desondanks wordt in dit hoofdstuk geprobeerd dit nader te onderzoeken want dit onderwerp speelt juist in de discussie over wat nu belangrijk is voor de vogels; het verbeteren van het broedhabitat of het terugdringen van de predatie. Daarvoor zullen gebieden moeten worden gevonden waarin onafhankelijk van elkaar de aantallen vogels en de predatiedruk in een reeks van jaren zijn gevolgd. Tegenwoordig zijn er voldoende lange reeksen van jaren uit gebieden waarin de predatieverliezen van nesten zijn vastgelegd die zijn opgeslagen in de databases van LandschappenNL en Sovon. Door deze te combineren met telplots uit het Broedvogel Monitoring Project (BMP) van Sovon kan de dichtheid aan broedparen of nesten worden gekoppeld aan de predatiedruk.

Een belangrijke vraag in de discussie rondom predatie bij weidevogels is dus of een hoge predatiedruk in een gebied (mede) een gevolg is van afgenomen dichtheden onder weidevogels, en zo ja, of er een bepaalde drempelwaarde voor de dichtheid van vogels is aan te geven waaronder ze niet langer in staat zijn zich voldoende te verdedigen tegen predatoren. Een correlatie tussen weidevogeldichtheden en predatieverliezen kan echter ook worden veroorzaakt doordat grote predatieverliezen ervoor zorgen dat de weidevogeldichtheden afnemen, doordat vogels uit het gebied vertrekken en/of er te weinig jongen worden geproduceerd om de sterfte onder volwassen vogels te compenseren (lagere recruitment in de daaropvolgende jaren).

Bij het beantwoorden van deze vraag dient daarom goed onderscheid te worden gemaakt tussen oorzaak en gevolg. Er kunnen een aantal hypotheses worden opgesteld die leiden tot onderstaande onderzoeksvragen:

1. Bij lage weidevogeldichtheden kunnen weidevogels hun legsels minder effectief verdedigen en nemen de predatieverliezen toe: predatieverliezen in jaar T worden verklaard door de broedvogeldichtheid in datzelfde jaar T. Dit geldt waarschijnlijk vooral voor soorten die hun nest fel verdedigen (vooral Kievit en in iets mindere mate Grutto en Scholekster). Dat leidt tot de vraag: Verandert de predatiedruk bij legsels met de dichtheid aan vogels in hetzelfde jaar? In aanvulling hierop bestaat het beeld dat sommige soorten mogelijk profiteren van de aanwezigheid van andere soorten in hetzelfde gebied. Een vaak genoemd voorbeeld is dat Tureluurs bij voorkeur nabij een kievitnest broeden. Daarom is ter aanvulling op de eerste vraag ook onderzocht: Is de dichtheid van de Kievit van invloed op de predatiekans van legsels van Grutto, Tureluur en Scholekster?
2. Indien er een relatie bestaat tussen de dichtheid aan weidevogels en de geconstateerde predatiedruk is de verwachting dat dit verband niet lineair is aannemende dat bij lage dichtheden er onvoldoende weidevogels in een gebied aanwezig zijn om een predator te verjagen of in ieder geval het leven zo zuur te maken dat predatoren minder succesvol zijn in het prederen van de eieren. In dat geval is de verwachting dat er een bepaalde grenswaarde voor de dichtheid moet zijn waaronder de predatiedruk relatief veel groter is dan boven die grenswaarde. De vraag is dus: Is er een drempelwaarde voor de weidevogeldichtheid waaronder de weidevogels niet langer goed in staat zijn zich te verdedigen tegen predatoren en dus de predatiekans van nesten sterk toeneemt?
3. Grote predatieverliezen veroorzaken een afname in weidevogeldichtheden. Dit kan via twee mechanismen, die elkaar niet uitsluiten en vaak ook moeilijk te scheiden zijn:
  - a. Vogels verlaten het gebied: de weidevogeldichtheid in jaar T wordt verklaard door de predatieverliezen in jaar T-1, onafhankelijk van de soort (ervan uitgaande dat dit mechanisme bij alle soorten in gelijke mate speelt).
  - En/of
  - b. De recruitment is te laag. Het aantal jaren verschil tussen de hoge predatieverliezen en de afname in aantallen is afhankelijk van de leeftijd waarop jonge vogels voor het eerst mee gaan doen aan de reproductie en verschilt daarom tussen soorten. De weidevogeldichtheid in jaar T+1 (Kievit, Tureluur), jaar T+2 (Grutto) of T+3 (Scholekster) wordt verklaard door de

predatieverliezen in jaar T. Dit betekent dat er bij de Kievit en Tureluur op basis van deze gegevens geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de twee mechanismen. Bij de Grutto en vooral de Scholekster kan dit (in theorie) wel.

Dit leidt tot de volgende onderzoeksvragen:

Neemt de weidevogeldichtheid af na een jaar met hoge predatiedruk van legsels?

En gebeurt dit direct in het daaropvolgende jaar, en/of pas in het jaar waarin de recruitment plaatsvindt?

Als de aantallen broedparen de veranderingen in predatiedruk volgen zijn de aantalsveranderingen dus vooral het gevolg van de predatie, maar als de predatiedruk toeneemt volgend op een aantalsafname is een toename in predatiedruk dus eerder het gevolg van de aantalsverandering. In dat laatste geval is dat een argument om vooral de kwaliteit van het habitat te verbeteren, terwijl in het eerste geval de focus meer gericht moet worden op het beperken van predatieverliezen. Deze analyse levert daarmee informatie op voor de eerste stap uit het stappenplan (hebben we wel te maken met een goed weidevogelgebied, zie de algemene inleiding) en tevens argumenten om te bepalen of de focus gericht moet zijn op verbetering van het habitat of het beperken van predatieverliezen. Het is ook goed mogelijk dat predatiedruk en weidevogeldichtheden elkaar wederzijds beïnvloeden, waardoor er een negatieve spiraal ontstaat totdat de dichtheden onder de drempelwaarde komen en een gebied leegloopt. In dat geval verwachten we bevestigende antwoorden op alle drie de onderzoeksvragen.

## 3.2. Materiaal en methoden

### 3.2.1. Data en databewerkingen

Om de relatie tussen predatieverliezen en dichtheden van de weidevogels Kievit, Grutto, Scholekster, Wulp en Tureluur te kunnen bepalen zijn telgegevens uit het BMP en nestgegevens van LandschappenNL en Sovon gebruikt uit de periode 2002-2015. BMP-gegevens verschaffen informatie over het aantal territoria (=broedparen) in een bepaald gebied. De kracht van deze telmethode is de sterke standaardisatie waarbij jaarlijks binnen exact dezelfde grenzen het aantal broedparen wordt geschat. Bedenk dat dit altijd een benadering van de werkelijke aantallen zal zijn. Geen enkele methode is in staat een absoluut aantal te bepalen. Dat geldt ook voor nestvondsten. Bij nestvondsten doen zich een aantal problemen voor. Er worden geen strakke gebiedsgrenzen aangehouden waarbinnen naar nesten wordt gezocht en ook wordt niet elk perceel afgezocht op nesten. Dit wordt nog eens versterkt door

dat tegenwoordig op percelen met maaibeheer en zeker ook in reservaten geen nesten worden gezocht. Ook worden niet alle nesten gevonden, zoals jaarlijks blijkt in gebieden waar men denkt alle nesten gevonden te hebben die vervolgens zijn mislukt waarna er dan toch gezinnen in het gebied blijken te zijn. Het zoeken van nesten heeft als primair doel deze te beschermen voor de nadelige gevolgen van agrarische activiteiten. Vanwege efficiency-overwegingen worden door vrijwilligers vooral nesten gezocht op percelen waar meerdere vogels nestelen. Percelen met een enkele broedvogel worden daarom niet altijd afgezocht op het nest. Nestgegevens hebben dus vooral betrekking op nesten die worden beschermd tegen agrarische activiteiten. Dit betreft alle gegevens die afkomstig zijn van LandschappenNL en voor een deel voor de gegevens uit het Nestkaartenproject van Sovon.

De gegevens uit deze projecten werden aan elkaar gekoppeld door in QGIS (versie 3.6) alle nesten uit de nestgegevens die zich in of binnen een straal van 250m rondom het BMP-telplot bevonden te selecteren om een goede schatting te krijgen van de predatiedruk binnen en in de directe omgeving van het BMP-telplot. Hiervoor konden dan ook alleen nestgegevens worden gebruikt waarvan de exacte ligging bekend was. Elke regel in de dataset beschrijft dus de nestgegevens per gekoppeld BMP-plot (met oppervlak tussen de 25 en 250 ha) in een bepaald jaar. Plot/jaar combinaties waarin geen broedparen werden geteld of nesten werden gevonden in/



Figuur 3.1. Ligging van de BMP-plots waaraan nestgegevens konden worden gekoppeld.

bij een BMP-plot werden verwijderd, evenals plot/jaar combinaties met minder dan twee nestdagen (dit is het aantal nesten keer de observatieduur). Om de foutmarge die het gebruik van de buffer met zich meebrengt te minimaliseren is ook gekeken naar grote verschillen tussen het aantal broedparen en het aantal gemonitorde nesten in een regel van de dataset, en zijn een aantal duidelijke uitschieters eruit gehaald (verschil tussen aantal broedparen en aantal nesten groter dan 50, samen 3-6% van de data). In totaal waren er 438 BMP-plots die gekoppeld konden worden aan nestgegevens (fig. 3.1). Het aantal plot/jaar combinaties was uiteraard groter en verschilde per soort. Naast een analyse voor de afzonderlijke soorten is ook een analyse uitgevoerd voor de vijf steltlopersoorten gecombineerd waarbij de aantallen broedparen per plot/jaar combinatie zijn gesommeerd evenals het aantal nestdagen en het aantal mislukte legfels per verliesoorzaak.

In de nestgegevens waren onder andere het aantal gemonitorde nestdagen, het totaal aantal overleefde nestdagen en de verliesoorzaken geregistreerd (vertrapping door vee, predatie, verlating, werkzaamheden, onbekend en overig). De predatieverliezen werden bepaald met de Mayfield-methode (Mayfield, 1961, 1975), door

- 1) alleen naar de verliesoorzaak predatie te kijken en
- 2) naar de combinatie van de verliesoorzaken predatie, verlating en overig. De laatste twee oorzaken kunnen namelijk mede worden veroorzaakt door hoge predatiedruk. Daarnaast werden ook
- 3) alle verliesoorzaken gezamenlijk bepaald.

Bij alle analyses zijn voor verliezen steeds deze drie waarden gebruikt.

### 3.2.2. Analyses

#### *Dichtheid en predatieverliezen*

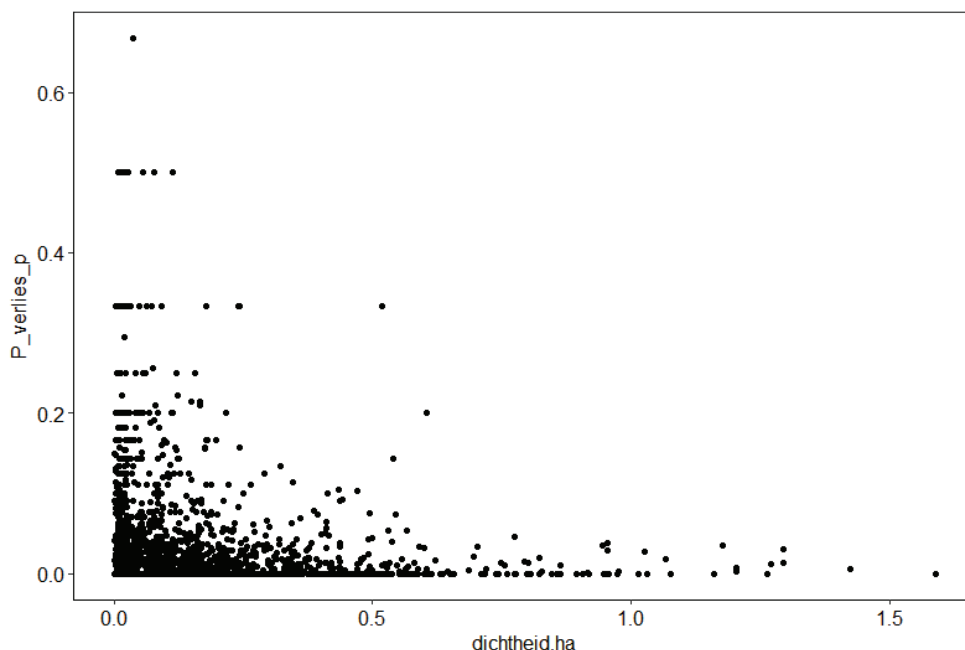
Data zijn geanalyseerd in R versie 3.2.3 (R Development Core Team 2015). Linear mixed effects modellen (LMM's) zijn uitgevoerd met het 'lme4' pakket (Bates *et al.* 2015), waarvoor vervolgens de p-waarden zijn bepaald met de Anova() functie in het 'car' pakket (Fox & Weisberg 2011), waarmee Type III Wald chisquare testen worden berekend. De aannames van normaliteit van de data en van gelijke varianties voor LMM's werden gecontroleerd door visuele inspectie van de residuen en normale waarschijnlijkheidsverdelingen.

Om te kijken of de dichtheid aan broedparen van invloed was op de predatieverliezen (eerste onderzoeksvraag) werd een linear mixed effects model uitgevoerd, met predatieverlies als responsvariabele en dichtheid in hetzelfde jaar als verklarende variabele (fixed effect). De binomiale verdeling is gebruikt, met een logit-transformatie van de verlieskans om de fit van het model te optimaliseren. Om te corrigeren voor eventuele verstoringende effecten van 'jaar' en 'telplot' (genest in 'fysisch-geografische regio') zijn deze meegenomen als random effects. Daarnaast werd het 'aantal gemonitorde nesten' als weegfactor meegenomen. Deze analyses zijn uitgevoerd per soort.

Het uiteindelijk model in R zag er als volgt uit:  

$$\text{Predatieverlies}[T] \sim \text{dichtheid}[T] + (1|\text{jaar}) + (1|\text{fgr}:\text{plotnr})$$

Een voorbeeld van de relatie tussen de dichtheid en het predatieverlies is te zien in figuur 3.2. Bij de hierboven beschreven normale lineaire regressie wordt



Figuur 3.2. De relatie tussen de dagelijkse verlieskans door predatie bij verschillende dichtheden aan weidevogels.



gekeken naar de relatie ten opzichte van het gemiddelde. Omdat meestal niet alle verklarende factoren zijn opgenomen in een statistisch model kan een gevolg zijn dat bij een normale regressie de relatie tussen (het gemiddelde van de distributie van) de responsvariabele (y) en de gemeten verklarende factoren (x) zwak of afwezig is. Onder andere doordat deze regressietechnieken extra gevoelig zijn voor uitbijters en onregelmatigheden in de dataverdeling (Scharf *et al.* 1998). Relaties tussen de afhankelijke variabele en de verklarende variabele kunnen echter variëren tussen verschillende delen van de distributie van de responsvariabele. Door middel van kwantielregressie kunnen deze andere delen van de distributie van de variabele worden onderzocht. Hiermee wordt het inzicht vergroot in de complexiteit van interacties tussen verschillende factoren die leiden tot gegevens met een ongelijke variatie van een variabele voor verschillende waarden van een andere variabele en kan meer inzicht worden verkregen in de mogelijke causale relaties tussen variabelen in ecologische processen, aangezien nooit alle factoren die hierop van invloed zijn kunnen worden gemeten (Cade & Noon 2003). Kwantiel regressie richt zich op het schatten van de voorwaardelijke mediaan of andere kwantilen van de responsvariabelen en dus niet op een analyse van het gemiddelde (Koenker & Bassett 1978, Koenker 2005). Kwantiel regressie is geïmplementeerd in het R-pakket *quantreg* (Koenker 2019).

Het basismodel voor de kwantielregressie zag er als volgt uit:

$$\text{Logit}(\text{Predatieverlies} + 0,00001) \sim \text{dichtheid}, \tau = 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 \text{ of } 0,9 \text{ (kwantielwaarde)}$$

Vanwege de beperkte steekproef is de Wulp na de eerste verkennende analyse verder niet meer meegenomen in de analyses.

Voor de soorten Scholekster, Grutto en Tureluur is het model nog uitgebreid met de dichtheid aan kievitbroedparen. Dit leidde tot het volgende model:

$$\text{Logit}(\text{Predatieverlies} + 0,00001) \sim \text{dichtheid} + \text{dichtheidkievit}, \tau = 0,1, 0,25, 0,5, 0,75 \text{ of } 0,9 \text{ (kwantielwaarde)}$$

### Bepalen drempelwaarden

De door ons onderzochte relaties tussen predatieverlies en vogeldichtheid zijn niet lineair maar bestaan uit een polynoom. Dat houdt in dat de respons van de afhankelijke variabele bij eenzelfde af- of toename in absolute zin van de onafhankelijke variabele niet constant is. Afhankelijk van de uitgangswaarde van de dichtheid zal eenzelfde toename in dichtheid (bijv. 0,1 bij een dichtheid van 0,1 in vergelijking tot een dichtheid van 0,5) een andere verandering in predatieverlies opleveren. Naar verwachting is het effect van de verandering in dichtheid met 0,1 bij een lage dichtheid groter dan bij een hogere dichtheid. Dat roept de vraag op of er een punt is waarop de respons ineens veel sterker wordt bij een verandering in waarde van de onafhankelijke variabele. Een methode die hiervoor kan worden gebruikt is de zogenaamde gesegmenteerde regressie, ook wel aangeduid met stukjesregressie (Rodrigues *et al.* 2016, Ehlers Smith *et al.* 2018). Een onafhankelijke variabele wordt daarbij in intervallen verdeeld waarna voor elk interval de relatie kan worden bepaald met het R-package *segmented* (Muggeo 2008).

Een indicatie voor welk model het best de data beschrijft geeft de regel van Burnham & Anderson (2004), waarbij een absoluut verschil in AIC-waarde tussen de modellen groter dan 2 een 'significant' verschil tussen beide modellen aangeeft.

### Effect predatieverlies in de daarop volgende jaren

Predatie kan langs verschillende processen de weidevogeldichtheden beïnvloeden (zie §3.1). Bijvoorbeeld doordat predatieverliezen in een bepaald jaar aanleiding zijn voor de weidevogels om uit te wijken naar andere gebieden waar ze wellicht minder last hebben van predatoren. Een tweede optie is dat de dichtheden afnemen doordat als gevolg van de predatiedruk de vogels onvoldoende jongen produceren om de sterfte te compenseren; de recruitment is onvoldoende. Uiteraard is een combinatie van beide processen ook een mogelijkheid. Doordat soorten verschillen in de leeftijd waarop ze gaan deelnemen aan het broedproces kunnen we hier meer zicht op krijgen door de dichtheid in een bepaald jaar te relateren aan de predatiedruk in voorgaande jaren.

Tabel 3.1. Het aantal jaar/plot combinaties per soort dat voor de verschillende analyses beschikbaar was. De afstand in jaren geeft aan hoeveel jaren er zitten tussen de nestverliezen door predatie en het bepalen van de weidevogeldichtheden.

Afstand in jaren	Steekproefgrootte					
	Kievit	Scholekster	Grutto	Tureluur	Wulp	Weidevogels
$\Delta t = 1$	460	349	282	228	30	560
$\Delta t = 2$	449	326	286	220	24	531
$\Delta t = 3$	313	230	198	153	28	382

Tabel 3.2. Resultaten van de analyses van de invloed van dichtheden op de dagelijkse verlieskans door predatie in hetzelfde jaar bij weidevogels. Significante resultaten ( $p < 0,05$ ) zijn vet en trends ( $0,05 < p < 0,1$ ) zijn cursief weergegeven.

soort	n	alleen predatie			predatie, verlaten en overig				totaal verlies				
		Chisq	Df	P	slope	Chisq	Df	P	slope	Chisq	Df	P	slope
Kievit	842	7,25	1	<0,001	-0,708	8,401	1	0,004	0,703	9,364	1	0,002	-0,711
Scholekster	608	0,005	1	0,945		1,193	1	0,275		0,313	1	0,576	
Grutto	528	0,122	1	0,727		0,034	1	0,855		0,228	1	0,633	
Wulp	47	0,235	1	0,628		1,765	1	0,184		1,734	1	0,188	
Tureluur	397	3,084	1	0,079	0,729	1,595	1	0,207		0,835	1	0,361	
Weidevogels	1003	0,698	1	0,403		0,584	1	0,445		1,369	1	0,242	

De gebruikte gegevens komen uit de periode 2002-2015. Voor de koppeling tussen tel- en nestgegevens zie paragraaf 3.2.1, alleen zijn nu de predatieverliezen in jaar t-1, t-2 of t-3 gekoppeld aan de dichtheid in jaar t. De steekproefgrootte voor de analyses varieert afhankelijk van de afstand in jaren want een BMP-plot wordt niet altijd jaarlijks geteld net zoals niet jaarlijks nestgegevens beschikbaar waren. Maar in het algemeen is de steekproef kleiner naarmate de afstand tussen de onderzochte jaren groter wordt (maximaal drie jaar, zie tabel 3.1). Vooral bij de Wulp is de steekproef erg klein en om die reden is deze soort verder buiten de analyse gehouden.

Hetzelfde model dat is gebruikt voor de eerste vraag is nu weer gebruikt, waarbij de term Predatieverlies[T], werd vervangen door Predatieverlies[T-1] enzovoort.

### 3.3. Resultaten

3.3.1. Invloed van dichtheid op predatiekansen  
 Bij de Kievit is sprake van een significant negatief effect van dichtheden op de dagelijkse predatieverliezen en dat houdt in dat de predatieverliezen toenemen naarmate de dichtheid aan Kieviten kleiner wordt. Daarbij is er weinig verschil tussen de drie definities van predatieverliezen (tabel 3.2). Daarnaast is er ook een trend gevonden bij de Tureluur voor predatie als enige verliesoorzaak. Het verband is echter tegengesteld aan dat bij de Kievit; hoe hoger de dichtheid des te groter ook de predatieverliezen.

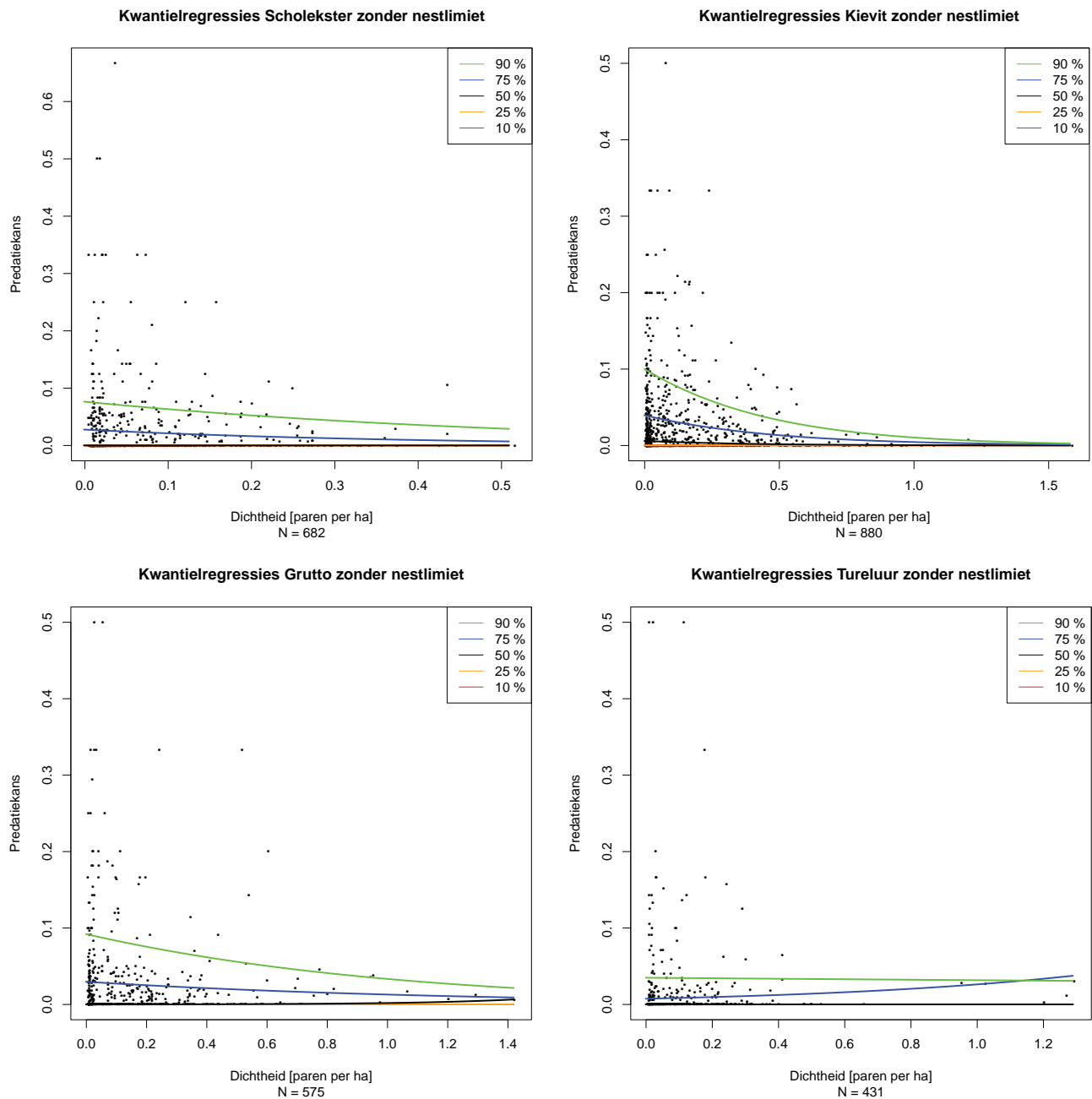
Deze relatie is gebaseerd op de traditionele regressieanalyse waarbij de relatie wordt bepaald tussen de gemiddelde waarden van de verlieskans voor predatie en de dichtheid van de betreffende soort. Om meer inzicht te krijgen in de mogelijk causale relatie tussen beide is eveneens de relatie bepaald voor verschillende kwantielwaarden van de verlieskans voor

predatie (fig. 3.3). De figuur laat zien dat de kans op verlies van het nest door predatie toeneemt als de dichtheid afneemt. Dit fenomeen doet zich vooral voor in jaar/plotcombinaties met een bovengemiddeld predatieverlies bij een gegeven dichtheid (tabel 3.3). Bij lage kwantielwaarden is de coëfficiënt nul doordat in een groot deel van de jaar/plotcombinaties er geen of nauwelijks nesten verloren gingen door predatie, maar het sterke effect van een lage dichtheid op de verlieskans bij de hogere kwantielwaarden laat zien dat de dichtheid wel degelijk een grote invloed kan hebben op de verlieskans. Een uitzondering wordt gevonden bij de Tureluur. Hier zien we nauwelijks een effect van de dichtheid op de verlieskans en in het enige geval dat er een significant effect is gevonden (75% kwantiel) leidt een toename in de dichtheid tot grotere predatieverliezen.

Voor de weidevogels als groep is dit eveneens gedaan (zie tabel 3.3). Zoals verwacht mocht worden op basis van wat bij de afzonderlijke soorten is aangetroffen zien we ook nu weer een afname van de predatiekansen als de dichtheid toeneemt. Dit geldt echter niet voor alle kwantielwaarden. Bij kwantiel 50% zien we juist een toename in predatieverlies bij een toename in dichtheid. Wanneer we echter eenzelfde analyse uitvoeren met als randvoorwaarde dat er per jaar/plotcombinatie minimaal vijf nesten aanwezig moe-

Tabel 3.3. Coëfficiënten voor de dichtheid voor verschillende kwantielwaarden van de dagelijkse verlieskans voor predatie. Vetgedrukte waarden zijn significant ( $p < 0,05$ ).

Soort	10%	25%	50%	75%	90%
Scholekster	0	0	0	-2,717	-2,000
Kievit	0	0	-2,583	-2,211	-2,352
Grutto	0	0	2,969	-0,846	-1,076
Tureluur	0	0	0	1,272	-0,099
Weidevogels	0	0	0,894	-0,513	-0,874



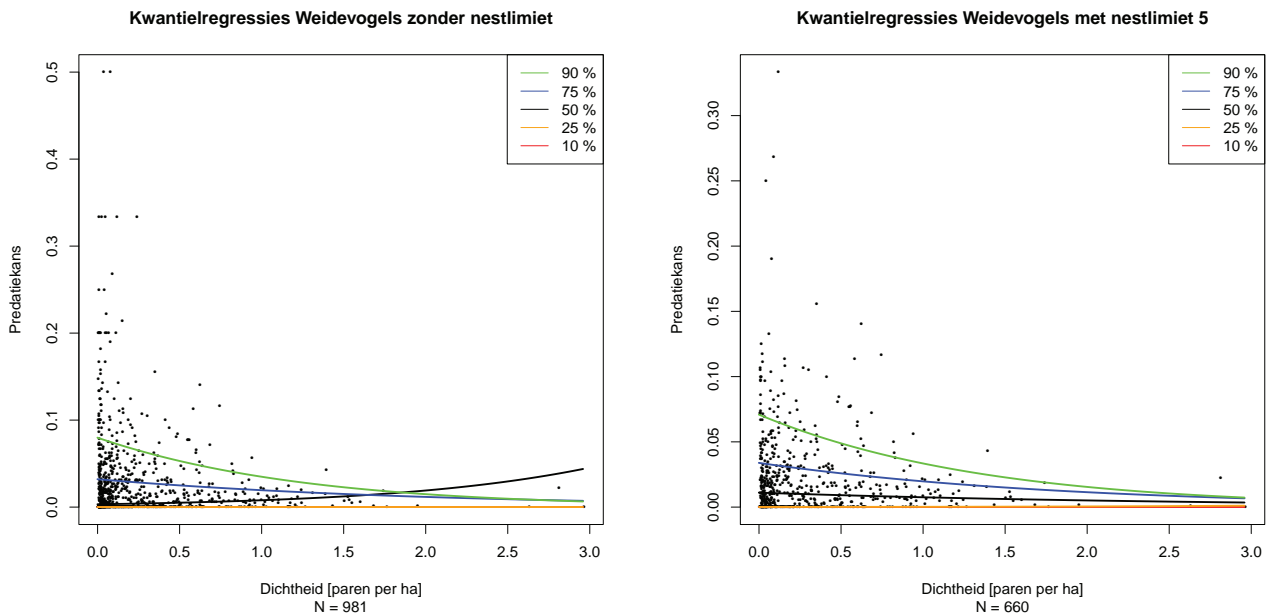
Figuur 3.3. Kwantielregressie voor de dagelijkse verlieskans voor predatie in relatie tot de dichtheid van de betreffende soort. Lijnen geven de relatie weer voor de verschillende kwantielwaarden. De steekproefgrootte verwijst naar het aantal jaar/plotcombinaties dat beschikbaar was.

ten zijn voor het berekenen van de predatiekans zien we een patroon dat meer in lijn is met wat we vonden bij de afzonderlijke soorten (fig. 3.4). Waarom het patroon afwijkt bij het 50% kwantiel als geen ondergrens wordt gehanteerd voor het aantal nesten is onduidelijk. Het laat echter zien dat de uitkomsten van deze analyses voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden en het beter is te kijken naar het algemene patroon dat hieruit naar voren komt.

### 3.3.2. Effect van kievitdichtheden op predatiekans weidevogels

Voor het vaststellen van de invloed van de kievit-

dichtheid op de predatiekans bij Scholekster, Grutto en Tureluur is wederom gebruik gemaakt van kwantielregressie. Telkens is voor de kwantielen 75% en 90% en voor elke plot-jaar combinatie met minimaal één nest (geen nestlimiet) of minimaal vijf nesten voor de drie verliesoorzaken (zie § 3.2.1.) de relatie bepaald tussen de dichtheid en het predatieverlies. Figuur 3.3 liet zien dat voor de 90% kwantielwaarden de predatieverliezen afnemen naarmate de dichtheid toeneemt bij de Scholekster en de Grutto en dat bij de Tureluur er geen zichtbaar effect van de tureluurdichtheid is waar te nemen op de predatiekans. Als we een kwantielregressie uitvoeren



Figuur 3.4. Kwantielregressie voor de dagelijkse verlieskans voor predatie in relatie tot de dichtheid van de steltlopers. Lijnen geven de relatie weer voor de verschillende kwantielwaarden. De steekproefgrootte verwijst naar het aantal jaar/plotcombinaties dat beschikbaar was. Links geen nestlimiet per jaar/plotcombinatie en rechts met minimaal vijf nesten per jaar/plotcombinatie.

om de invloed van de dichtheid op de predatiekans te bepalen alsmede het additionele effect van de Kievitdichtheid daarop, blijkt dat voor Scholekster, Grutto en Tureluur weliswaar niet significant te zijn, maar wel steeds in dezelfde richting te werken; een vermindering van de predatiekans door zowel toenemende dichtheden van de specifieke soort (behalve bij de Tureluur) als van de Kievit (tabel 3.4). Daarbij lijkt het er op dat de toename in predatiekans bij de Tureluur als de dichtheid groter wordt ruim gecompenseerd wordt door de aanwezigheid van Kieviten en het overall effect leidt tot een afname in predatieverliezen.

Tabel 3.4. Uitkomst van de regressieanalyse voor de 90% kwantielen tussen de dichtheid per ha aan broedparen in een BMP-plot en de dagelijkse verlieskans voor predatie. Een negatieve slope wil zeggen dat bij een toename van de dichtheid de kans op verlies door predatie afneemt (groen) en bij een positieve slope toeneemt (rood). In slope-Kievit is het additionele effect van de dichtheid aan broedparen (bp/ha) van Kieviten op de verliezen door predatie weergegeven. Vetgedrukte waarden zijn significant. Zie voor de analyses van de 75% kwantielen en de overige verliesoorzaken (predatie, verlaten en overig gecombineerd, en het totale verlies) bijlage 5.

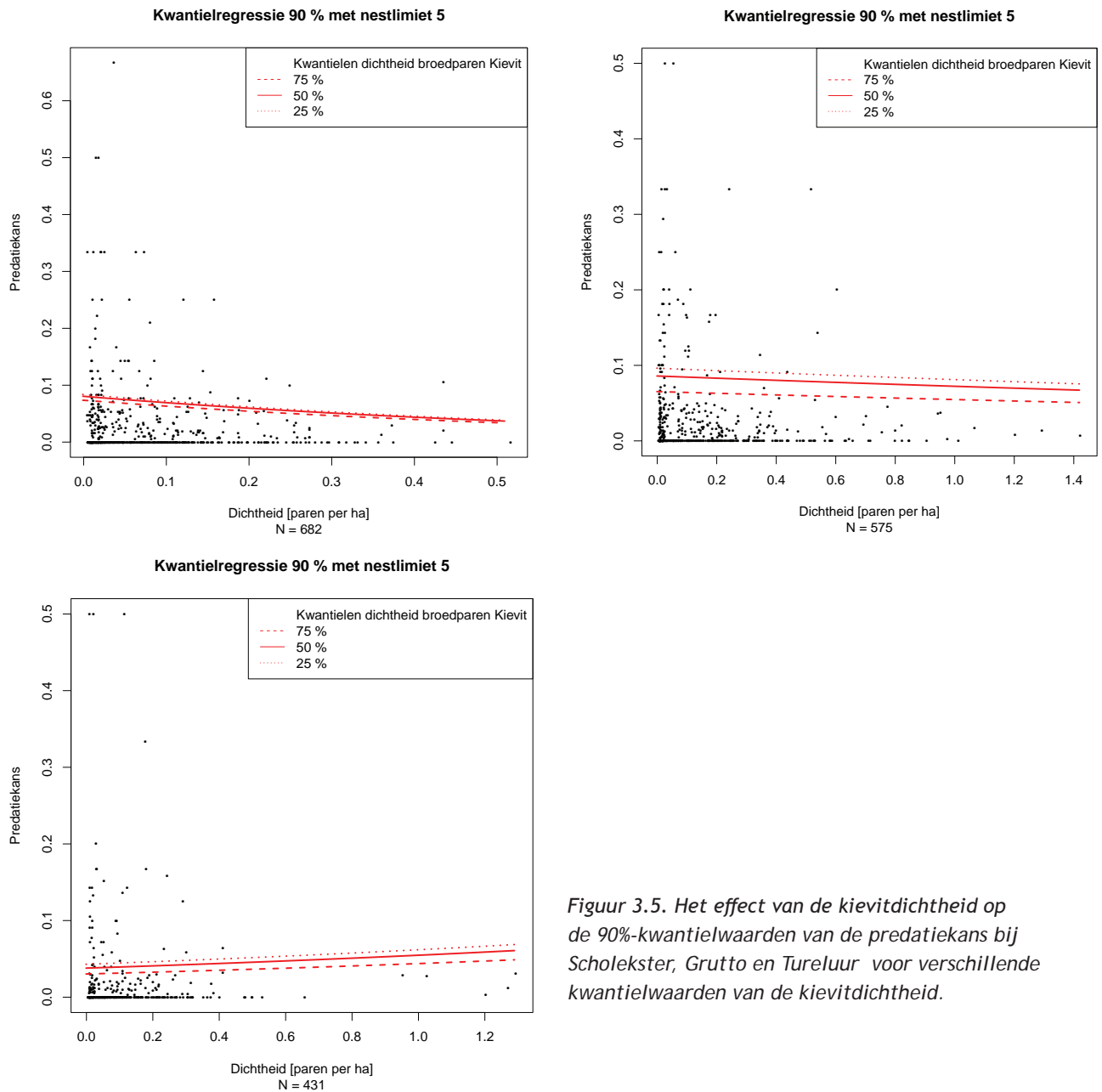
soort	slope	slope-kievit
Grutto	-0,1874	-1,6664
Scholekster	-1,6196	-0,5694
Tureluur	0,3842	-1,0868

Uit de regressieanalyse komt geen significant effect van de Kievitdichtheid op de predatiekans voor de afzonderlijke soorten naar voren, maar betekent dit dan ook dat het regressiemodel met Kievitdichtheid de data minder goed beschrijft dan het basismodel zonder de Kievitdichtheid? Bij kwantielregressie kan dit het beste worden gedaan door de AIC-waarden van beide modellen met elkaar te vergelijken (Ehlers Smith *et al.* 2018). Voor elk van de modellen blijkt dan dat het model met de Kievitdichtheid een betere beschrijving oplevert van de data dan het model zonder Kievitdichtheid (tabel 3.5).

Als we dit grafisch weergeven blijkt dat de Grutto het sterkst lijkt te profiteren van de aanwezigheid van Kieviten, vervolgens de Tureluur en de Scholekster het minst (fig. 3.5). Hoe groter de Kievitdichtheid

Tabel 3.5. AIC-waarden voor het basismodel van de 90%-kwantielen waarin het effect van de dichtheid van een bepaalde soort op de predatiekans is bepaald (AIC.uni) en het model waarin tevens het additionele effect van de Kievitdichtheid is onderzocht (AIC.multi). In  $\Delta AIC$  is het verschil in AIC-waarden weergegeven waaruit blijkt dat AIC-multi altijd kleiner is dan AIC.uni en dus een significant betere beschrijving van de data oplevert.

Soort	AIC.uni	AIC.multi	$\Delta AIC$
Grutto	3096.47	3090.28	6.19
Scholekster	3773.72	3127.86	645.87
Tureluur	2398.79	2395.71	3.08



Figuur 3.5. Het effect van de kievitdichtheid op de 90%-kwantielwaarden van de predatiekans bij Scholekster, Grutto en Tureluur voor verschillende kwantielwaarden van de kievitdichtheid.

(vergelijk de 25% kwantielen van de kievitdichtheid met die van de 75% kwantielen (fig. 3.5)) des te kleiner de predatiekans bij een gegeven dichtheid van de Scholekster, Grutto of Tureluur.

### 3.3.3. Drempelwaarde voor effectieve predatorenafweer

Hiervoor hebben we gezien dat de predatiekans groter wordt naarmate de dichtheid waarin de weidevogels voorkomen kleiner wordt. Een belangrijke vraag wordt dan of er ook een drempelwaarde is aan te geven voor de dichtheid waaronder de predatiekans beduidend toeneemt. Dit hebben we proberen te onderzoeken door een zogenaamde gesegmenteerde regressie uit te voeren voor de verschillende kwantielwaarden. Deze methode kijkt of er een bepaalde dichtheid is waaronder en waarboven de relatie

tussen de dichtheid en de predatiekans van elkaar afwijkt. De duidelijkste relatie tussen beide variabelen werd gevonden voor het 75% en 90% kwantiel, dus bij relatief grote waarden van de predatiekans. Omdat we vaak ook geïnteresseerd zijn in het gemiddelde beeld hebben we tevens de mediane waarde meegenomen; 50% kwantiel.

Het eerste dat opvalt in tabel 3.6 is dat de break-points/drempelwaarde per soort tussen de kwantielen sterk kan verschillen. Zo zien we bij de Kievit voor de mediane waarde zonder nestlimiet dat de drempelwaarde rond de 35 broedpaar per 100ha ligt, voor de 75% kwantielen bij de 27 broedparen en voor het 90% kwantiel bij de 13 broedparen. In alle drie de gevallen zien we een veel sterkere afname van de predatiekans na de drempelwaarde. Dit zou



Tabel 3.6. Uitkomst van de gesegmenteerde kwantielregressie voor de afzonderlijke soorten en gecombineerd voor alle jaar/plotcombinaties en voor de jaar/plotcombinaties met minimaal vijf nesten. Breakpoint geeft de dichtheid in broedparen per ha bij het omslagpunt, links geeft de slope tussen dichtheid nul en het breakpoint en rechts de slope na het breakpoint. Groen gearceerde getallen geven aan dat het model met breakpoint significant ( $\Delta AIC > 2$ ) beter paste op de data dan het model zonder breakpoints (zie fig. 3.3 en 3.4). Indien geen waarden zijn vermeld wilde het model niet convergeren en kon er geen breakpoint worden bepaald. Tussen haakjes zijn de drempelwaarden weergegeven voor het multivariate model waarbij het additionele effect van de Kievit op de predatiekans is onderzocht.

Soort	Kwantiel	geen nestlimiet				minimaal vijf nesten			
		breakpoint	links	rechts	$\Delta AIC$	breakpoint	links	rechts	$\Delta AIC$
Scholekster	50%					0,02 (0,04)	389,7	-0,79	17.49
Scholekster	75%	0,44 (0,44)	-2,24	-60,07	1.85	0,01 (0,01)	1004	-0,05	7.00
Scholekster	90%					0,01 (0,01)	1156	-2,02	6.04
Kievit	50%	0,35	1,13	-5,72	4.73	0,30	2,00	-5,11	15.71
Kievit	75%	0,27	-0,26	-4,32	2.68	0,28	0,80	-4,45	6.82
Kievit	90%	0,13	-0,74	-2,72	1.48	0,47	-0,90	-3,55	4.25
Grutto	50%	0,56 (0,56)	0	6,65	6.23				
Grutto	75%	0,25 (0,02)	-2,5	-0,08	0.54	0,23 (0,24)	-2,82	-0,05	0.66
Grutto	90%	0,25 (0,26)	-4,33	0,00	5.31	0,21 (0,95)	-2,72	0,17	0.63
Tureluur	50%	0,59 (0,59)	0	8,21	16.82	1,23 (0,03)	-0,88	41,76	1.52
Tureluur	75%	0,01 (0,01)	1076	1,16	14.26	0,03 (0,03)	27,12	0,45	0.38
Tureluur	90%	0,14 (0,01)	-3,13	0,07	1.45	0,03 (0,05)	60,89	-0,12	0.75
Weidevogels	50%	0,09	51,34	0,03	57.88	0,02	-184,6	-0,23	7.28
Weidevogels	75%	0,23	0,50	-0,87	1.63	0,02	-155,1	-0,46	12.21
Weidevogels	90%	0,03	-39,91	-0,63	12.05	2,57	-0,80	3,67	0.72

betekenen dat pas als de dichtheid groter is dan de drempelwaarde de predatiekans sterker afneemt en de lokale populatie kennelijk groot genoeg is geworden om zich beter te kunnen verdedigen tegen de aanwezige predatoren. Bij de andere soorten zien we echter een ander patroon. Weliswaar zien we bij alle soorten dat de drempelwaarde kleiner wordt als de kwantielwaarde groter wordt, maar in tegenstelling tot wat bij de Kievit gebeurt zien we de sterkste afname in predatiekans juist tussen dichtheid nul en de drempelwaarde. En als de dichtheid groter wordt dan de drempelwaarde zien we de predatiekans toenemen. Een vergelijkbaar patroon wordt gevonden als we als randvoorwaarde voor de dataset alleen de jaar/plotcombinaties gebruiken met minimaal vijf nesten. Bij de Kievit zien we dan een vergelijkbare drempelwaarde voor de kwantielen 50% en 75%, maar een sterke verandering bij het 90% kwantiel; 47 broedparen per 100 ha versus 13 broedparen bij de volledige dataset. Het model met breakpoint geeft echter wel een betere fit dan het model zonder breakpoint ( $\Delta AIC = 4,25$ ). Bij de weidevogels als groep zien we enigszins vergelijkbare patronen als bij de Kievit, dat wil zeggen een sterkere afname (dan wel minder sterke toename) na de drempelwaarde. Opvallend is de veel lagere drempelwaarde die hier wordt gevonden van maximaal drie bij het

90% kwantiel bij de volledige dataset en twee bij de kwantielen 50% en 75% van de beperkte dataset. De extreem hoge waarde voor het 90% kwantiel bij de beperkte dataset is zeer waarschijnlijk niet betrouwbaar omdat het model met breakpoint ook al geen verbetering opleverde ten opzichte van het model zonder breakpoint.

Bij de Grutto worden vergelijkbare waarden gevonden met beide datasets en lijkt de drempelwaarde rond de 25 broedparen per 100 ha te liggen. Boven die drempelwaarde neemt de predatiekans minder snel af (75% kwantiel) of zelfs toe (90% kwantiel). Voor de Scholekster leverde het model met breakpoint alleen een verbetering ten opzichte van het basismodel zonder breakpoint als de beperkte dataset werd gebruikt. De drempelwaarden liggen echter zeer laag bij een tot twee broedparen per 100 ha en een afname in predatiekans na de drempelwaarde. De Tureluur leverde het vreemdste beeld op in deze analyse; grote verschillen in drempelwaarde en in de meeste gevallen een toename van de predatiekans bij een toegenomen dichtheid.

Tenslotte is ook onderzocht of de dichtheid van de Kievit van invloed is op de drempelwaarden (de tussen haakjes vermelde getallen in tabel 3.5). Bij de Scholekster leverde dat geen andere resultaten op, evenals bij de Grutto en Tureluur. Alleen bij de be-

perkte dataset van het 90% kwantiel bij de Grutto was er een duidelijk verschil, maar het multivariate model leidde ook niet tot een significant beter model. Dat gold eveneens voor de Tureluur bij de beperkte dataset en de mediaan, terwijl voor de volledige dataset bij het 90% kwantiel het multivariate model wel tot een betere fit van de data leidde.

De analyse laat echter zien dat er nog veel haken en ogen zitten aan deze benadering en dat waarschijnlijk de grootte van de steekproef nog te beperkt is voor een robuuste analyse. Daarom zullen de resultaten enigszins met een slag om de arm geïnterpreteerd moeten worden en zullen we ons tot de grote patronen moeten beperken die uit de analyses naar voren komen.

### 3.3.4. Effect van nestpredatie op weidevogel-dichtheden

Tabel 3.7 vat de resultaten van de analyse samen. Negatieve getallen indiceren dat de dichtheid is afgenomen als gevolg van de verliezen in voorgaande jaren ( $t = -1, -2$  of  $-3$ ). Indien het effect van predatie op de dichtheid vooral leidt tot het verlaten van het gebied verwachten we vooral in het daaropvolgende jaar ( $t = -1$ ) het grootste effect. Alleen bij Kievit, Scholekster en Grutto lijkt dit het geval als we alleen naar de verliesoorzaak predatie kijken. Voor de Tureluur lijkt te gelden dat de dichtheden juist toenemen als de predatieverliezen in het voorgaande jaar groot zijn. Het verwachte effect zouden we natuurlijk vooral terug moeten vinden bij de combinatie van predatie, verlaten en overig (PVOv) en dat lijkt inderdaad het geval. Het effect van de verliezen

in jaar  $t = -1$  is het sterkst bij de Kievit, gevolgd door Scholekster, Grutto en Tureluur (niet significant). Indien de verandering in dichtheid vooral door migratie wordt veroorzaakt verwachten we vooral het grootste effect in jaar  $t-1$ . Ten opzichte van jaar  $t-2$  lijkt dit op te gaan, maar het grootste effect van predatieverliezen wordt juist in jaar  $t-3$  aangetroffen voor Kievit, Scholekster en Grutto. Op basis van onze hypothese (zie vraag 3 in §3.1) zou dit voor de Scholekster kunnen betekenen dat de afname in dichtheid vooral het gevolg is van een te kleine aanwas en minder van migratie. Maar volgens diezelfde hypothese zou dat moeten betekenen dat we bij de Grutto het grootste effect van de verliezen te zien krijgen in jaar  $t-2$  en daar is het effect juist het kleinst.

Het enige significante effect werd gevonden bij de Tureluur en het totaal verlies voor  $t-2$  en nog een trend voor jaar  $t-3$  voor de Kievit bij PVOv. Met name dat laatste is verrassend aangezien dit op een positief effect zou duiden, terwijl alle andere relaties voor de Kievit een negatieve relatie lieten zien. Waarschijnlijker is daarom dat het verband bij de Tureluur en Kievit foute uitkomsten zijn, hetgeen verwacht kan worden als we ons realiseren dat bij een p-niveau van 5% in gemiddeld een op de twintig gevallen een foutieve relatie gevonden kan worden.

Het onderscheid tussen migratie als gevolg van predatie en te beperkte aanwas is dus niet te maken. Hooguit bij de Scholekster kan dat dus wel als onze aannamen voor het broedproces juist zijn.

Tabel 3.7. Relatie tussen de dichtheid van een soort met het predatieverlies in het voorgaande jaar ( $t = -1$ ), enz. Relaties zijn bepaald voor verliezen door predatie, predatie+verlaten+overig en het totale verlies. Vetgedrukte waarden zijn significant ( $p < 0,05$ ) en cursiefgedrukte waarden indiceren een trend. ( $0,05 < p < 0,1$ ).

	Kievit	Scholekster	Grutto	Tureluur	Weidevogels
alleen predatie					
$t = -1$	-2,474	<b>-1,749</b>	-0,537	2,762	-2,125
$t = -2$	-0,099	-0,880	-0,143	3,717	-0,295
$t = -3$	-5,056	-2,245	-1,992	1,128	-2,940
predatie+verlaten+overig					
$t = -1$	-1,043	<b>-0,421</b>	-0,422	2,308	-0,566
$t = -2$	-0,502	0,039	1,222	3,504	0,302
$t = -3$	4,726	0,191	0,519	1,306	-1,380
Totaal verlies					
$t = -1$	-1,221	<b>-0,630</b>	<b>-0,947</b>	1,944	-1,647
$t = -2$	-1,078	-1,044	0,952	4,015	-0,344
$t = -3$	-3,516	0,549	-0,474	1,965	-0,525

### 3.4. Weerbaarheid: conclusies

- Alleen bij de Kievit is er een duidelijk effect gevonden van de populatiedichtheid op de predatiekans van een legsel. Die kans wordt kleiner als de dichtheid aan Kieviten groter wordt. Een meer gedifferentieerde analyse waarbij voor verschillende kwantielen van de predatiekans wordt gekeken wat het effect van de populatiedichtheid is, laat zien dat bij bovengemiddelde predatieverliezen deze wel degelijk worden verminderd als de populatiedichtheid groter wordt. Dit zien we bij alle soorten alsmede bij de soorten gecombineerd. Alleen bij de Tureluur lijkt de relatie omgekeerd.
- De dichtheid aan Kieviten verkleint de predatiekans voor Scholekster, Grutto en Tureluur. Dit geldt misschien wel het sterkst voor de Tureluur die bij afwezigheid van Kieviten alleen maar een toename van de predatieverliezen laten zien als de dichtheid toeneemt. Voor de afzonderlijke soorten is het daarom belangrijk de focus bij bescherming niet alleen op een bepaalde soort te richten, maar ook op de Kievit en op de gemeenschap van soorten.
- Er lijkt wel sprake te zijn van een drempelwaarde in de dichtheid waarboven de predatiekans sneller afneemt bij de Kievit. Bij de Scholekster lijkt dit ook het geval. Maar bij de Grutto lijkt eerder het omgekeerde het geval te zijn; een sterke afname in de predatiekans als de dichtheid groter wordt tot de drempelwaarde en daarna een beperkte afname of zelfs lichte toename in de predatiekans als de dichtheid groter wordt. De dichtheid van de Kievit lijkt niet van invloed op de gevonden drempelwaardes voor Scholekster, Grutto en Tureluur.
- De methode die is gehanteerd voor het vinden van drempelwaarden levert echter nogal tegenstrijdige resultaten op en daarom lijkt het verstandig geen uitspraken te doen over de hoogte van de drempelwaarden per soort. Wat echter blijft staan is dat de predatiekans afneemt naarmate de populatiedichtheid groter wordt.
- De populatiedichtheid in een bepaald jaar lijkt vooral gecorreleerd te zijn met de predatiedruk in het voorgaande jaar. Vooral bij de Kievit lijkt dat effect relatief groot en in mindere mate bij de Scholekster en Grutto. De Tureluur vertoont het tegenovergestelde beeld. Op basis van onze analyses kunnen we echter geen uitspraak doen over of dit komt door een afgenomen aanwas als gevolg van predatieverliezen of dat dit eerder is veroorzaakt door wegtrek uit gebieden met een grote predatiedruk.



## 4. Incubatiegedrag van weidevogels in relatie tot predatie

### 4.1. Achtergrond

Tijdens het broedseizoen is de nestfase een periode dat zowel de eieren als de broedende volwassen vogel kwetsbaar zijn voor predatie. De tijd die een broedvogel op het nest doorbrengt, evenals het gedrag van de vogel rondom het nest, kan enerzijds beïnvloed worden door de aanwezigheid van predatoren en anderzijds het gedrag van predatoren en daarmee de predatiekans beïnvloeden. Een vogel die op het nest zit is zelf kwetsbaar voor predatie en de aanwezigheid van predatoren zal er mogelijk voor zorgen dat een vogel vaker het nest verlaat, ofwel om zelf te ontkomen aan een predator, ofwel om een predator te verjagen. De zichtbaarheid van een broedende vogel, met name door verplaatsingen van en naar het nest, kan ook de aanwezigheid van een nest verraden en juist predatoren aantrekken. De strategie van de broedende vogel, en daarmee het incubatiegedrag, zal dus het resultaat zijn van een afweging tussen de veiligheid van het nest en de veiligheid van de volwassen vogel, en beïnvloed worden door de predatiedruk in het gebied. Aangezien vooral nacht-actieve grondpredatoren een grote impact kunnen hebben op het nestsucces, is de verwachting dat effecten van predatiedruk 's nachts duidelijker meetbaar zijn dan overdag.

Om dit nader te onderzoeken is over een tijdspanne van bijna 20 jaar in verschillende weidevogelgebieden in Nederland het incubatiegedrag van vijf soorten weidevogels bestudeerd, namelijk Kievit, Grutto, Scholekster, Tureluur en Wulp. In de nesten van deze soorten is een temperatuursensor aangebracht waarmee gedurende de nestperiode werd geregistreerd of er een oudervogel op het nest zat of niet. Met behulp van de gegevens die hiermee werden gegenereerd, is het incubatiegedrag in kaart gebracht en geanalyseerd hoe zich dit verhoudt tot de predatiedruk in een gebied. De proportie van de tijd die een vogel op het nest doorbrengt noemen we vanaf hier 'incubatie-inspanning'. Specifiek werden de volgende vragen beantwoord:

- 1) Is er een verschil in incubatie-inspanning tussen soorten?
- 2) Is er een verschil in incubatie-inspanning over de tijd?
- 3) Is er een verschil in incubatie-inspanning tussen dag en nacht?
- 4) Is er een verschil in incubatie-inspanning tussen gebieden?
  - a. Is het verschil in incubatie-inspanning tussen gebieden te verklaren door predatiedruk?
  - b. Wordt de incubatie-inspanning 's nachts beïnvloed door predatiedruk?
  - c. Is er een verschil in incubatie-inspanning tussen nesten die uiteindelijk zijn gepredeerd en nesten die zijn uitgekomen? (binnen gebieden met eenzelfde predatiedruk)

De verwachting was dat soorten die hun nest op relatief kale grond leggen (Kievit en Scholekster) vanwege de grotere zichtbaarheid relatief minder tijd op het nest doorbrengen dan soorten met een meer verborgen nest (Grutto, Tureluur en Wulp). Door de verminderde zichtbaarheid voor predatoren zou dit verschil 's nachts kleiner moeten zijn en door de lagere temperatuur verwachtten we dan een overall hogere incubatie-inspanning. In gebieden met een grote predatiedruk verwachtten we dat 'zichtbare' weidevogels vooral 's nachts vaker van het nest af gaan, terwijl minder zichtbare weidevogels zich op het nest schuil houden om de locatie van het nest niet te verraden. Het verschil in incubatie-inspanning tussen de twee groepen zou hierdoor kunnen worden uitvergroot.

### 4.2. Methoden

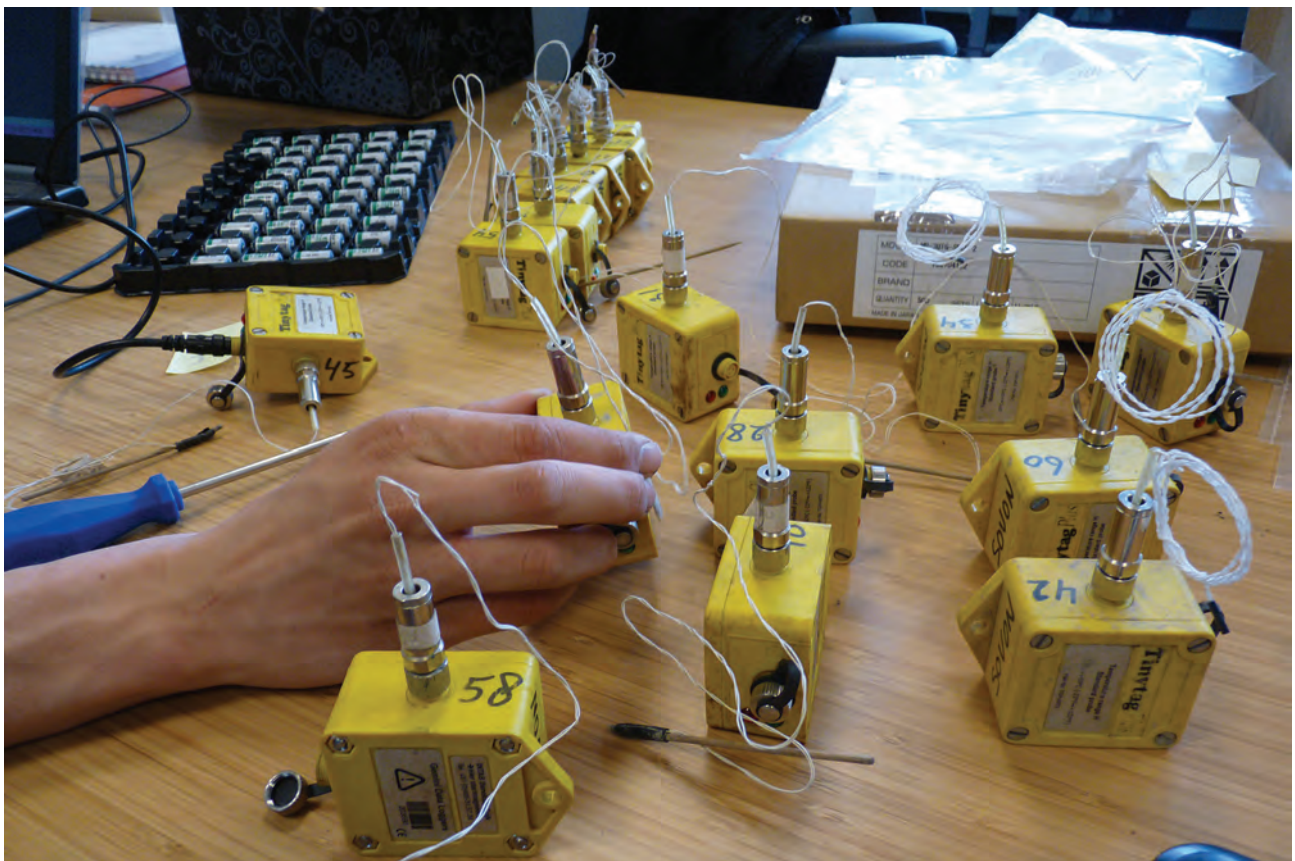
#### 4.2.1. Data

Van 1999 tot en met 2018 zijn in totaal 895 weidevogelnesten voorzien van een temperatuurlogger (Gemini Data, model Tinytag) om het incubatiegedrag van de vogels te bestuderen. De sensoren werden geplaatst in nesten van Grutto, Kievit, Scholekster, Tureluur en Wulp in een twintigtal gebieden verspreid over Nederland (fig. 4.1). De loggers sloegen elke drie minuten (in 1999 elke vijf minuten) de temperatuur op zoals deze werd gemeten door de sensor in het nest. De sensor werd geplaatst op een satéprikker, die tussen de eieren in het nest werd gestoken. Het kwam voor dat de vogel bij het keren van de eieren de sensor verplaatste, waardoor deze niet meer op de meest optimale plek in het nest lag om de temperatuur te meten. Ook werd in sommige gevallen de sensor uit het nest gewerkt en in een heel zeldzaam geval werd het complete nest een stuk verplaatst. Hierdoor varieerde de kwaliteit van de datasets tussen nesten/loggers aanzienlijk en om die reden werden de datasets op het oog ingedeeld in vier kwaliteitscategorieën, lopend van 1 (uitstekend) tot 4 (onbruikbaar). In categorie 1 kwamen datasets met een duidelijk stabiele incubatietemperatuur die over de tijd nauwelijks verloop liet zien (zie figuur 4.2A voor een voorbeeld). Categorie 2 liet wel een duidelijk incubatiepatroon zien, maar werd wel

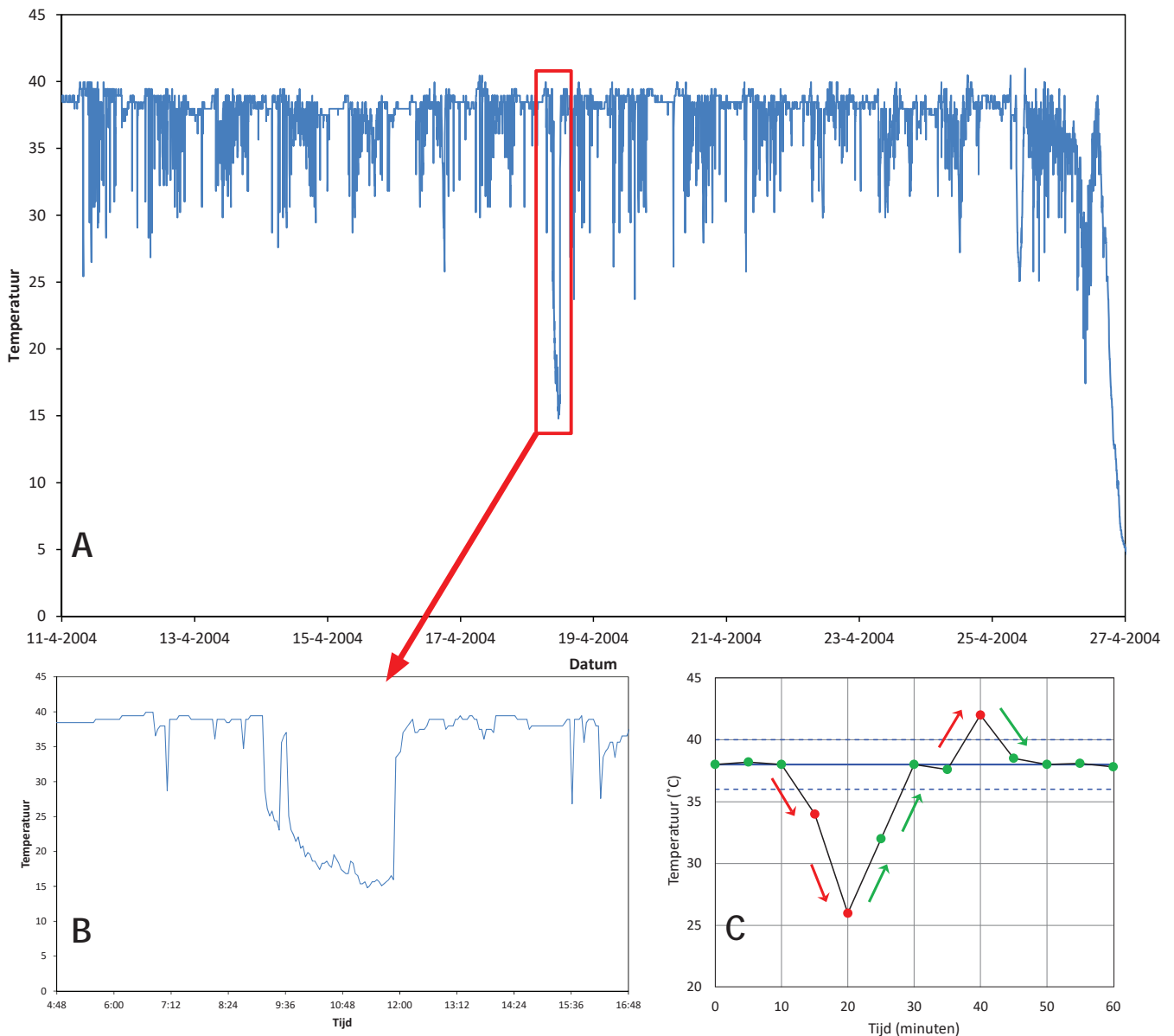




Figuur 4.1. Ligging van de onderzoeksgebieden en jaren waarbinnen legfels zijn gevolgd met temperatuurloggers.



Voorbereiden van de temperatuurloggers. Foto: Harvey van Diek.



Figuur 4.2. De classificering van de incubatie. Een voorbeeld van een meting bij een Kievit in 2002 (A). De pieken naar beneden indiceren dat de vogel het nest heeft verlaten. Inzoomen op het rood omkaderde deel op 18-4-2002 (B) laat zien hoe het temperatuurverloop dan in detail verloopt. Tenslotte wordt in een fictief voorbeeld (C) toegelicht hoe dit is geassocieerd als wel of geen incubatie, waarbij de mediaan van stabiele temperaturen ligt op 38°C en het maximum van de temperatuurrange voor incubatie (99e percentiel, bovenste stippellijn) op 40°C. Dezelfde afwijking naar beneden geeft de minimumgrens van de temperatuurrange, dus deze ligt op 36°C (onderste stippellijn). Alle stabiele temperaturen binnen deze range worden geassocieerd als incubatie (groene stippen tussen de stippellijnen). Indien de temperatuur meer dan 1°C verandert weg van de mediaan, dan wordt dit beschouwd als geen incubatie (rode stippen). Dit kan een afwijking naar beneden zijn (lage buitentemperatuur) of een afwijking naar boven (beschenen door de zon). Wanneer de temperatuur met stappen van meer dan 1°C richting de mediaan beweegt, is dit geassocieerd als hervatte incubatie.

gekenmerkt door een relatief groot verloop in temperatuur over de tijdreeks. In categorie 3 was nog wel een patroon zichtbaar waardoor het moment van uitkomst of mislukking kon worden ingeschat, maar was het patroon al onvoldoende duidelijk om een goede inschatting te krijgen van de momenten waarop het nest werd bezet, dan wel tijdelijk verlaten. In categorie 4 tenslotte kwamen alleen datasets

terecht waarin geen enkel patroon zichtbaar was of waar de meetwaarden uitsluitend de buitentemperatuur volgden. Voor de analyses werden uiteindelijk alleen datasets met kwaliteit 1 en 2 meegenomen, samen goed voor 732 nesten. In alle gevallen werd bepaald of het nest succesvol was uitgebreed en zo niet, wat de verliesoorzaak was. Het eindmoment van de meetserie werd op het oog bepaald door te

kijken wanneer de temperatuur scherp daalde en niet meer terug kwam op de incubatietemperatuur. Het startpunt werd bepaald als de eerste dag dat de temperatuur de hoogte bereikte van de incubatietemperatuur. Gemiddeld lagen de sensoren 12 dagen (SD:  $\pm 7$ ) in het nest.

#### 4.2.2. Classificatie van incubatie

De bemonstering van de temperatuur levert bij een interval van drie minuten in totaal 480 punten per dag op en bij een interval van vijf minuten 288 meetpunten. Van elk van deze punten moest worden bepaald of de vogel op het nest zat (incubatie) of afwezig was (geen incubatie). Aangezien er niet parallel een buitentemperatuur is gemeten, hebben wij op basis van een aantal criteria van elk meetpunt bepaald of op dat moment wel of geen incubatie plaatsvond. Hiervoor zijn per dag de stabiele temperaturen geselecteerd, dat wil zeggen meetpunten waarbij de temperatuur minder dan  $1^\circ\text{C}$  afweek van het voorgaande of volgende meetpunt. Van deze temperaturen is de mediaan en het 99<sup>e</sup> percentiel bepaald. Het 99<sup>e</sup> percentiel werd als bovengrens voor de temperatuurrange van incubatie geselecteerd. Dezelfde afwijking van de mediaan naar de bovengrens werd gebruikt om de ondergrens te bepalen. Alle meetpunten met een stabiele temperatuur binnen deze range werden als incubatie beschouwd. Meetpunten met een stabiele temperatuur buiten deze range werden beschouwd als geen incubatie. Vervolgens is gekeken naar de punten waarbij de temperatuur niet stabiel was. Hierbij is aangenomen dat als de temperatuur  $>1^\circ\text{C}$  veranderde weg van de mediaan (afkoeling of opwarming door de zon), er op dat meetpunt geen incubatie was. Als de temperatuur  $>1^\circ\text{C}$  veranderde in de richting van de mediaan, werd dit wel als incubatie beschouwd. In figuur 4.2 is de vertaling van de metingen naar incubatiegedrag schematisch weergegeven. Deze aanpak heeft als consequentie dat de incubatie-inspanning werd onderschat als de temperatuur sterk schommelde doordat de sensor niet goed onder de vogel lag.

#### 4.2.3. Berekening incubatiegedrag

Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen waren enkele responsvariabelen nodig die moesten worden berekend uit de geclassificeerde temperatuurdata. Deze zijn onderverdeeld in een drietal maten voor incubatiegedrag:

Proportie incubatie (incubatie-inspanning). Het deel van de dag dat de vogel op het nest zat. Dit is gedaan door het aantal meetpunten met incubatie te delen door het totaal aantal meetpunten op een dag. Vervolgens is dit berekend voor elke afzonderlijke dag en nacht (respectievelijk de periode tussen zonsopkomst en zonsondergang en

*vice versa*).

Aantal keren dat een vogel het nest tijdelijk verlaat. Voor het aantal vertrekmomenten werd elk moment geteld waarop de classificatie van de temperatuurmetingen veranderde van wel incubatie (1) naar geen incubatie (0), dus het aantal transitities van 1 naar 0.

Gemiddelde duur van afwezigheid. Eerst werd de totale duur van afwezigheid berekend door de proportie van meetpunten zonder incubatie te vermenigvuldigen met de daglengte (of de nachtlengte). De totale duur van afwezigheid in minuten werd gedeeld door het aantal vertrekmomenten om de gemiddelde duur van afwezigheid te berekenen.

#### 4.2.4. Predatiedruk en lot van de nesten

Het lot van de gevolgde nesten werd bepaald door middel van een nacontrole. Tijdens de nacontrole werd vastgesteld of het nest was uitgekomen, verlaten, gepredeerd of op een andere manier verloren gegaan. De mate van predatiedruk in een gebied is bepaald op basis van de lotgevallen van alle gevolgde nesten in de onderzochte gebieden (dus alle nesten met én zonder temperatuurlogger), uitgedrukt als de kans dat een nest verloren ging aan predatie op basis van dagelijkse overlevingskansen van de nesten (Mayfield 1961, 1975, Aebischer 1999).

#### 4.2.5. Analyse

Per nest is vervolgens voor de totale periode dat het nest is gevolgd de proportie meetpunten met incubatie gescoord, alsmede per etmaal en per dag/nacht. Voor elk van deze perioden is daarnaast bepaald hoe vaak de broedende vogel het nest verliet en hoe lang de periode van afwezigheid gemiddeld duurde. Voor verschillen tussen soorten, jaren, gebieden, dagnummer, mate van predatiedruk en dagdeel zijn regressieanalyses uitgevoerd met het pakket "lme4" (Bates *et al.* 2015). Voor verschillen per dag gedurende de incubatieperiode zijn eveneens regressieanalyses uitgevoerd, waarbij tevens specifiek is gekeken naar de laatste vier dagen tot en met de dag van uitkomst of verlies van de eieren. Deze analyse is uitgevoerd voor alle nesten tezamen en apart voor nesten die uit zijn gekomen (waarbij de datareeks dus eindigde bij het uitkomen van de eieren en niet bij tussentijds verlies) en nesten die uiteindelijk werden gepredeerd. Voor analyses op basis van de incubatie-inspanning (proporties) zijn logistische regressies gebruikt, voor de vertrekmomenten (telgegevens) uitgaande van een Poisson-verdeling en voor de gemiddelde duur van afwezigheid lineaire regressies. Aangezien de nesten meerdere dagen werden gevolgd, werd de nestidentiteit als random factor meegenomen. Deze analyses zijn uitgevoerd in het programma R (R Core Team 2018).



### 4.3. Resultaten

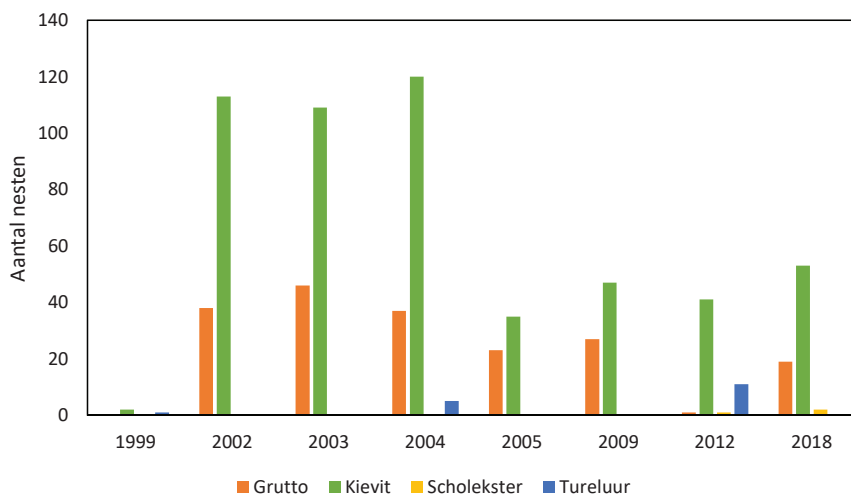
#### 4.3.1. Basisstatistieken

Van de 732 datareeksen binnen de kwaliteitscategorieën 1 en 2 waren veruit de meeste van de Kievit (520), gevolgd door de Grutto (191). De meeste nesten werden gevolgd in de periode 2002 tot en met 2004 (fig. 4.3). Van de Scholekster bleven slechts drie nesten over en van de Wulp één (tabel 4.1). Deze beide soorten zijn vanwege de kleine steekproef buiten de analyses gehouden. Alle gebieden en jaren gecombineerd was het aandeel van nesten met temperatuurlogger dat succesvol uitkwam 64% voor zowel Grutto als Kievit. Het aandeel nesten met temperatuurloggers dat werd gepredeerd was 24% voor Grutto en 30% voor Kievit. Dit aandeel varieerde sterk tussen jaren en tussen gebieden, maar aanzienlijke predatieverliezen werden geconstateerd in Leende (2004), Noordmeer (2002), Ruinen (2005)

Tabel 4.1. Kwaliteitsklassen (1 is hoogste kwaliteit; 3 en 4 zijn onbruikbaar en vallen af).

	1	2	3	4
Grutto	12	179	21	12
Kievit	132	388	29	36
Scholekster	0	3	2	0
Tureluur	2	15	3	0
Wulp	0	1	0	0

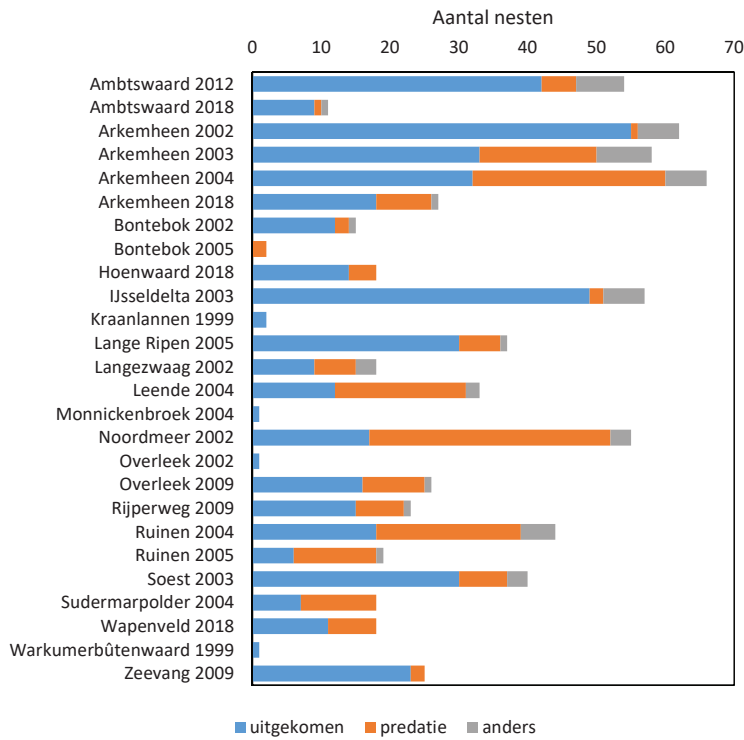
en Sudermarpolder (2004). In deze gebieden ging meer dan de helft van de weidevogelnesten met temperatuurlogger verloren aan predatie (fig. 4.4). De algehele predatiedruk, gebaseerd op alle gevolgde nesten in het gebied, varieerde sterk tussen gebieden en jaren met minima rond de 20% en een maximum van boven de 90% (fig. 4.5).



Figuur 4.3. Aantal met temperatuurlogger gevolgde nesten (kwaliteitsklasse 1 en 2) per jaar uitgesplitst per soort.

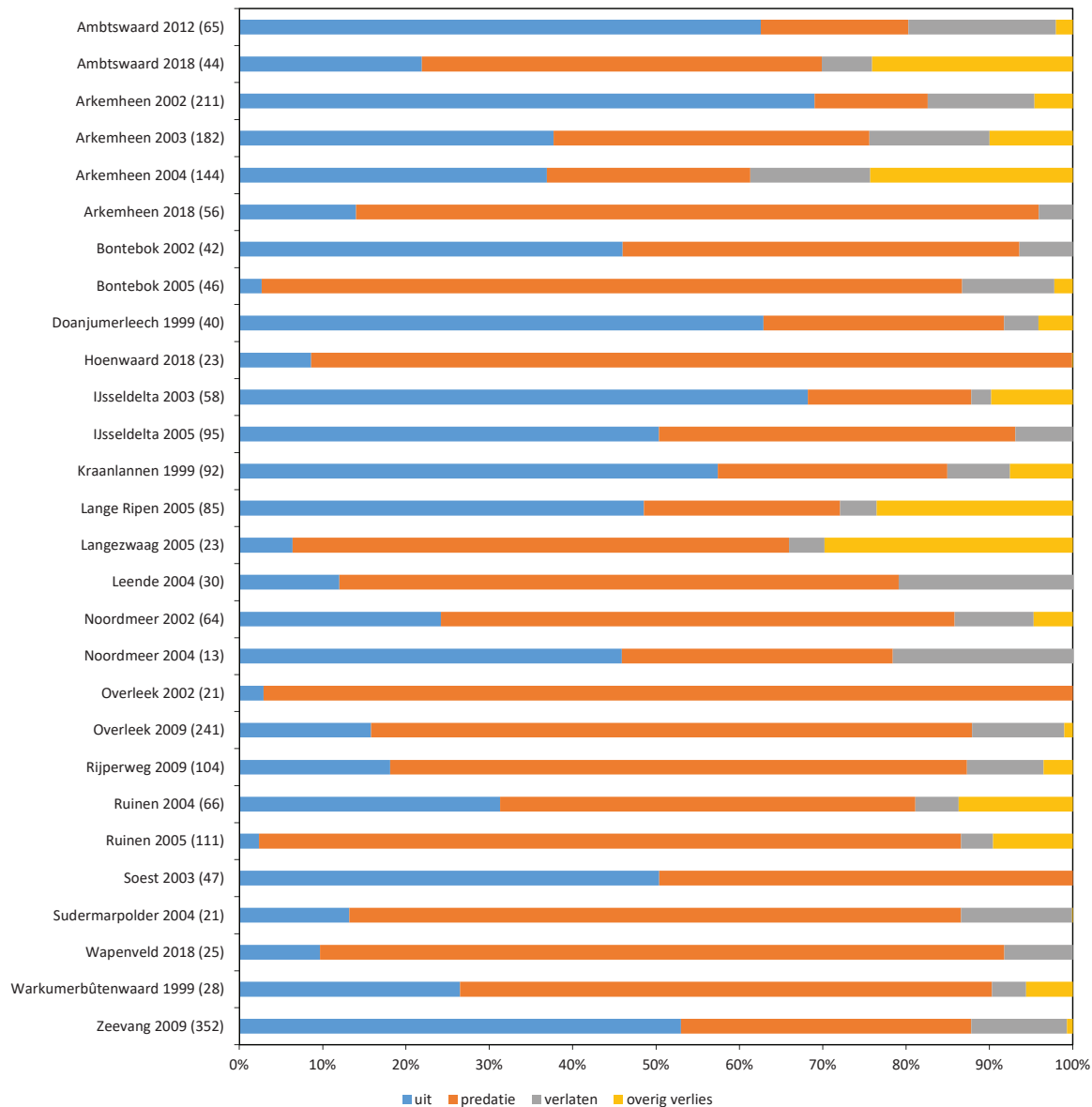


Gruttonest met temperatuursensor bijna midden tussen de eieren die is verbonden met de logger.  
Foto: Guy Ackermans.



Figuur 4.4. Hiernaast. Lotgevallen van de met een temperatuurlogger gevolgde nesten (kwaliteitsklasse 1 en 2) van alle weidevogels gecombineerd per studiegebied en jaar.

Figuur 4.5. Onder. Lotgevallen van alle gevonden legsels van de soorten gecombineerd per gebied en jaar waar met temperatuurloggers legsels werden gevolgd. Tussen haakjes het aantal nesten waarop de berekening is gebaseerd.



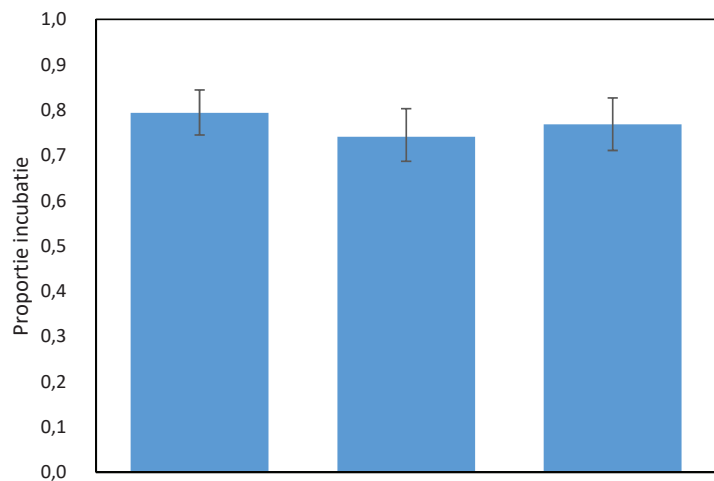


#### 4.3.2. Verschillen in incubatiegedrag tussen soorten

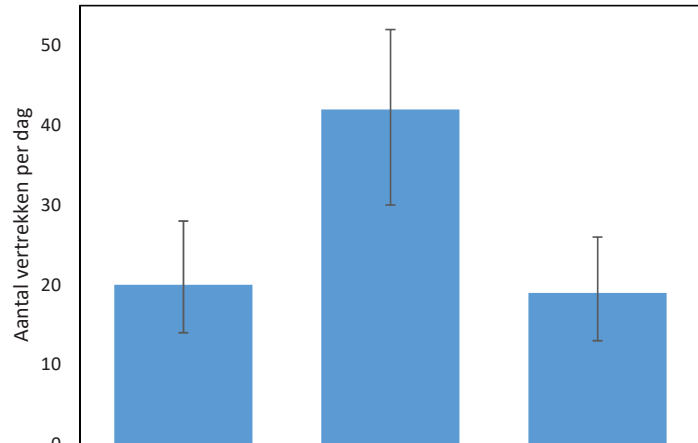
De incubatie-inspanning per etmaal verschilde significant tussen Kievit en Grutto ( $p < 0,001$ ; fig. 4.6), maar niet tussen Kievit en Tureluur ( $p = 0,288$ ) en tussen Grutto en Tureluur ( $p = 0,645$ ). De Grutto bracht 79,4% van de tijd door op het nest, terwijl Kievit 74,1% van de tijd op het nest zat. De Tureluur zat met 76,9% tussen beide andere soorten in. Het verschil in incubatie-inspanning tussen Kievit en Grutto houdt in dat de Grutto ongeveer vijf kwartier per dag langer op het nest zit dan de Kievit.

Het aantal keren per etmaal dat de vogels het nest verlieten, verschilde ook tussen de soorten ( $p < 0,001$ ; fig. 4.7). De Kievit verliet twee keer zo vaak het nest als Grutto en Tureluur ( $p < 0,001$ ), terwijl Grutto en Tureluur niet van elkaar verschilden ( $p = 0,430$ ). De duur van de afwezigheid van het nest liet een overeenkomstig beeld zien (fig. 4.8). Hoewel de Kievit vaker het nest verliet dan Grutto en Tureluur, keerde deze wel sneller terug naar het nest ( $p < 0,001$ ). De Tureluur bleef over het algemeen nog net iets langer weg bij het nest dan de Grutto ( $p = 0,022$ ).

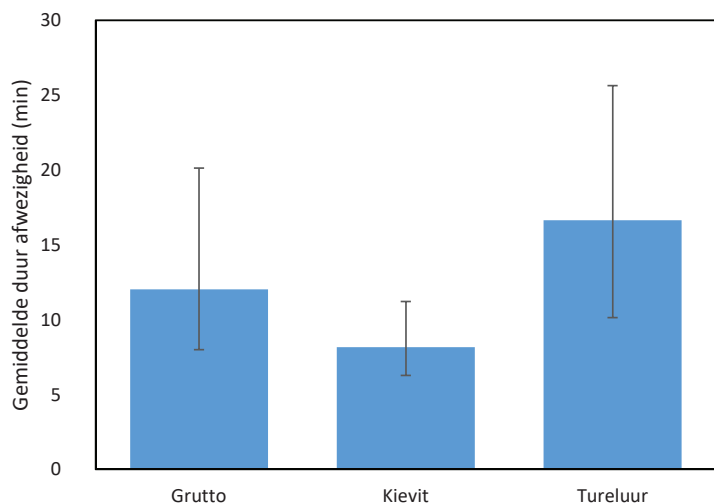
Figuur 4.6. De proportie van de tijd (per etmaal) die Grutto, Kievit en Tureluur op het nest doorbrachten. De grafiek toont de mediaan met foutbalken die het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weergeven.



Figuur 4.7. Het aantal keren per dag dat Grutto, Kievit en Tureluur het nest verlieten. De grafiek toont de mediaan met foutbalken die het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weergeven.



Figuur 4.8. De gemiddelde duur in minuten dat Grutto, Kievit en Tureluur per keer van het nest af zijn. De grafiek toont de mediaan met foutbalken die het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weergeven.



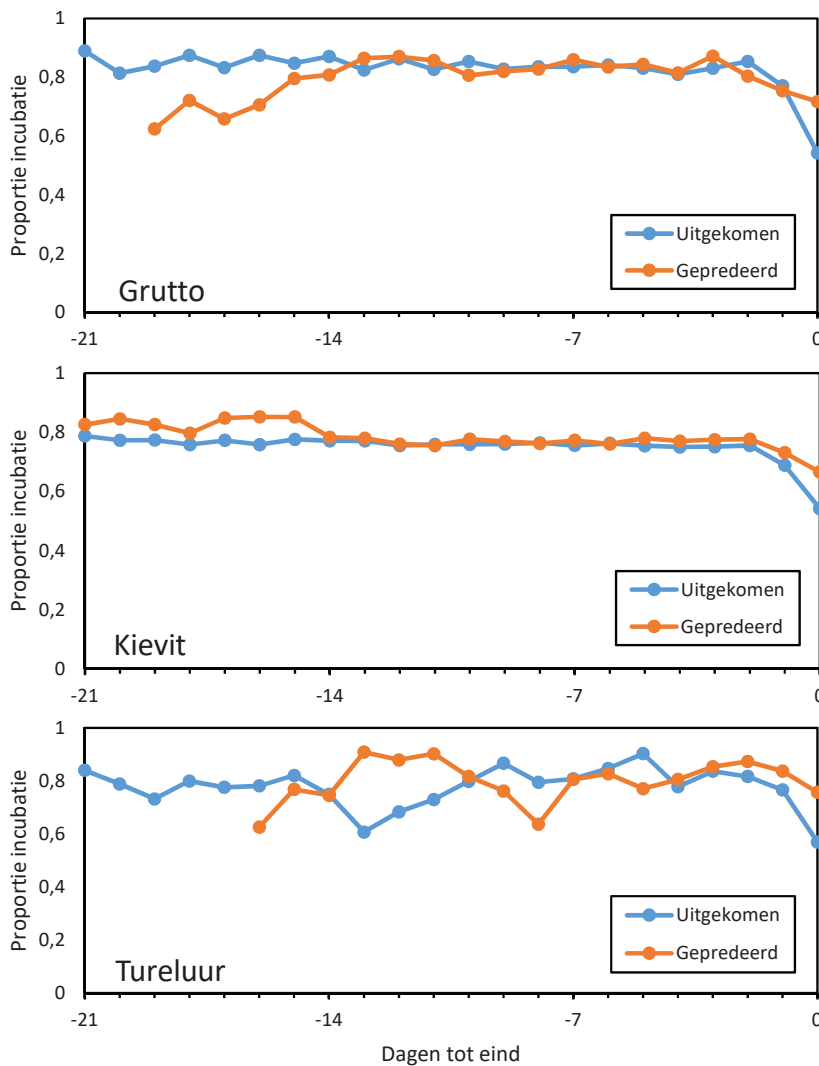
Tabel 4.2. Samenvatting van de basisstatistieken per soort met de proportie van de tijd dat de vogel op het nest zit (incubatie), het aantal keren dat het nest werd verlaten per dag (vertrekken) en de gemiddelde duur van afwezigheid. Weergegeven zijn de mediane waarden met de 25% en 75% percentielen tussen haakjes.

	incubatie	vertrekken	afwezigheidsduur
Grutto	0,79 (0,74-0,84)	20 (14-28)	12,0 (8,0-20,1)
Kievit	0,74 (0,69-0,80)	42 (30-52)	8,2 (6,3-11,2)
Tureluur	0,77 (0,71-0,83)	19 (13-26)	16,6 (10,1-25,6)

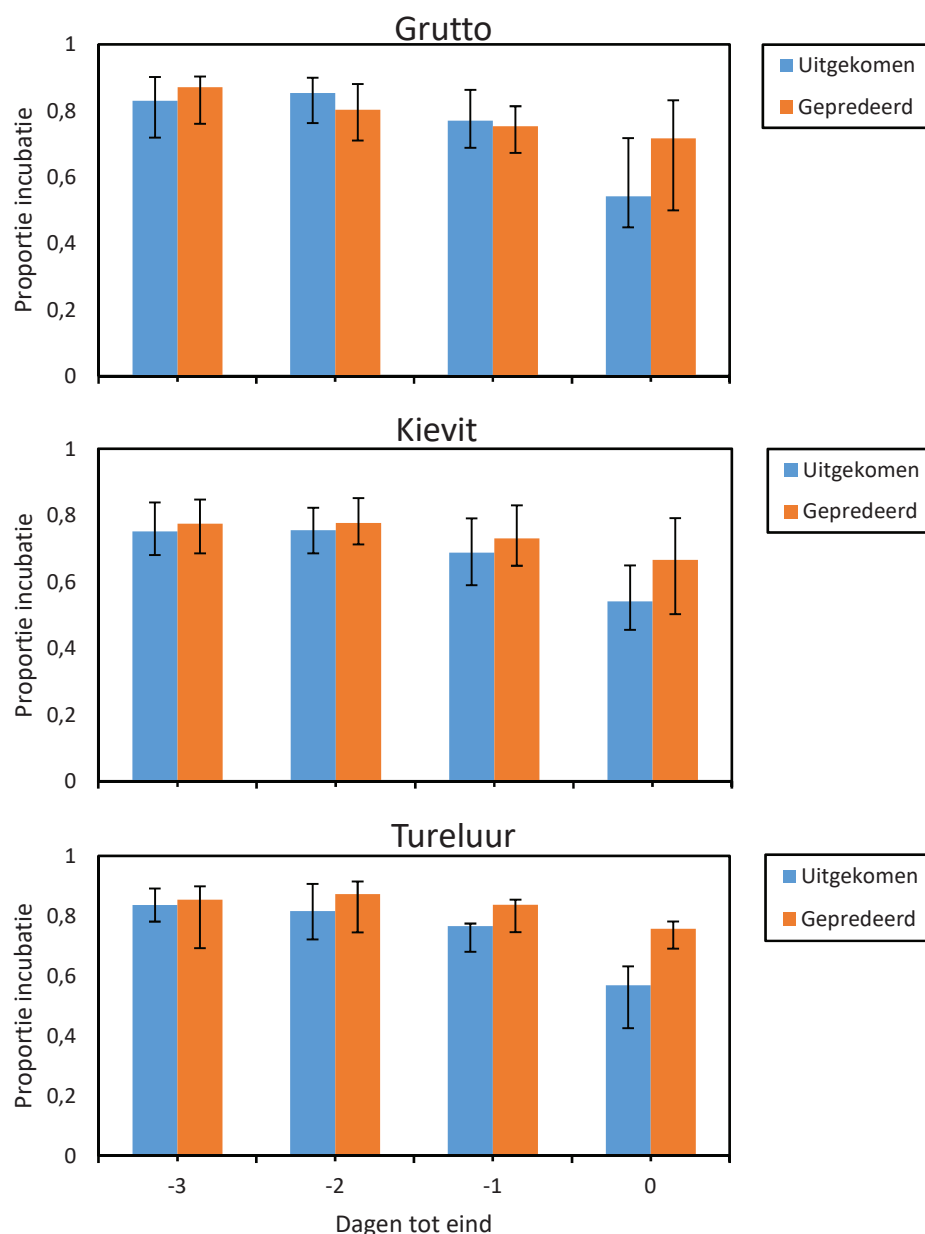
#### 4.3.3. Verschillen in incubatie-inspanning over de incubatieperiode

Gedurende de nestperiode was er over het algemeen weinig variatie in incubatie-inspanning per dag (fig. 4.9). De schijnbare variatie aan het begin van de incubatieperiode komt door de kleine steekproefgrootte op die dagen. Het aantal dagen dat een nest werd gevolgd met een temperatuurlogger verschilde. De steekproef was maximaal op de dag van uitkomst dan wel mislukking overeenkomstig het aantal legfels dat beschikbaar was per soort (zie tabel 4.1) en minimaal bij het begin van de periode (dag -21 in fig. 4.9). Pas in de laatste dagen voor de uitkomst (of het verlies) van de eieren traden er veranderingen

op (fig. 4.10). In die periode zaten de vogels over het algemeen steeds minder op het nest. Voor de nesten die succesvol uitkomen is de incubatie-inspanning op de dag voor uitkomst (dag -1) al significant lager dan op de dagen daarvoor en op de dag van uitkomst (dag 0) het laagst. Dit komt waarschijnlijk omdat er dan al kuikens in het nest liggen, die ervoor zorgen dat de oudervogel af en toe opstaat of van het nest wegloopt. Op deze dag is de incubatie-inspanning voor alle drie soorten ook lager dan bij nesten die gepreedeerd worden. Toch is ook voor nesten die gepreedeerd worden de incubatie-inspanning op de dag van predatie zelf en de dag voorafgaand aan de predatie lager dan in de dagen daarvoor. Mogelijk leidt de



Figuur 4.9. De proportie van de tijd dat Grutto, Kievit en Tureluur op het nest zitten in het geval van nesten die uiteindelijk uitgekomen zijn (blauw) en nesten die uiteindelijk gepreedeerd zijn (oranje), uitgezet tegen het aantal dagen tot uitkomst of predatie van de eieren. Het algemene beeld is dat er tot een aantal dagen voor uitkomst of verlies van de eieren geen patroon te zien is in de incubatie-inspanning van de weidevogels; de eilegperiode is hierbij niet meegenomen. In de laatste dagen van de incubatieperiode neemt het aandeel tijd dat op het nest wordt doorgebracht iets af.



Figuur 4.10. De proportie van de tijd dat Grutto, Kievit en Tureluur op het nest zitten gedurende de laatste vier dagen tot het uitkomen van de eieren (blauw) of tot predatie van het nest (oranje). De staven tonen de mediaan en de foutbalken geven de 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weer.

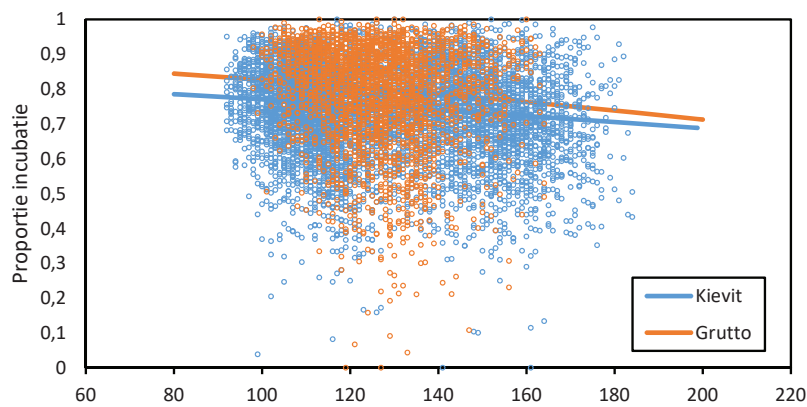
aanwezigheid van een predator in de buurt van het nest ertoe dat deze al vaker verlaten wordt, hoewel anderzijds niet kan worden uitgesloten dat het nest juist wordt gevonden door de predator doordat een vogel regelmatig van het nest af gaat.

Het aantal keren dat een Kievit het nest verliet was significant groter op de dag voordat het nest uitkwam/verloren ging en op de dag zelf significant minder. Dit gold zowel voor nesten die de volgende dag succesvol uitkwamen als de nesten die gepredeerd waren, hoewel de nesten die uitkwamen veel vaker werden verlaten dan de nesten die gepredeerd werden. Het beeld voor de Grutto was precies hetzelfde, met ook een lichte stijging van het aantal vertrekmomenten op de dag voor predatie. Voor Tureluur was het patroon weliswaar vergelijkbaar, maar in het geval van gepredeerde nesten niet significant.

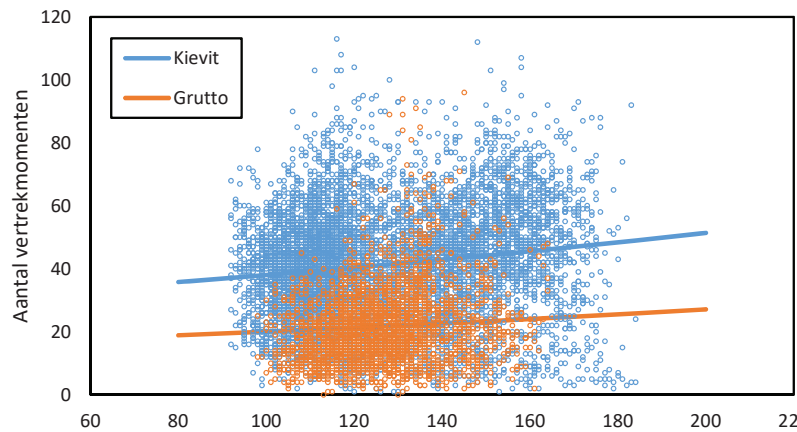
De gemiddelde duur van afwezigheid per keer liet voor de Kievit geen significante verschillen zien op de laatste dagen voor uitkomst of predatie. Wel was de duur van afwezigheid op de voorlaatste dag (dag -1) significant langer voor nesten die gepredeerd werden dan voor nesten die succesvol uitkwamen. Grutto's bleven vanaf drie dagen voor uitkomst elke dag per keer iets minder lang weg bij het nest. Dit verschilde significant met nesten die gepredeerd werden. Daar bleven Grutto's op de voorlaatste dag juist relatief lang weg van het nest, maar dit was niet significant verschillend met de dagen daarvoor.

#### 4.3.4. Verschillen in incubatiegedrag gedurende het seizoen

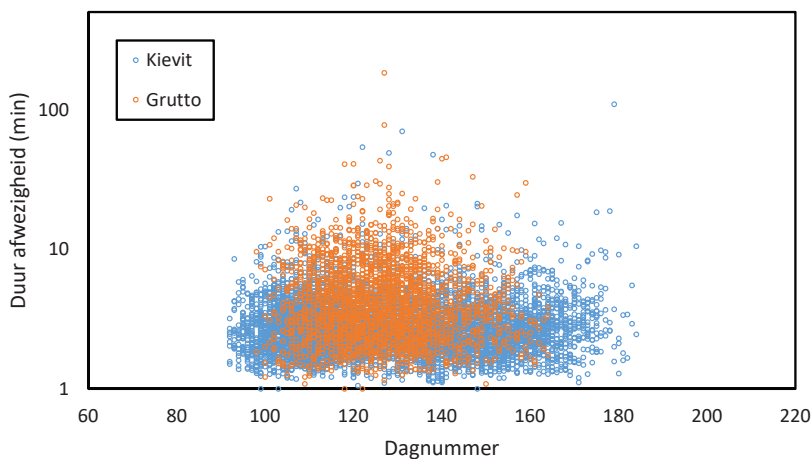
In de loop van het broedseizoen traden er lichte veranderingen op in het incubatiegedrag. Over het algemeen spendeerden de vogels vroeg in het broedseizoen een groter deel van hun tijd op het nest dan



Figuur 4.11. Proportie van tijd die door Kievit (blauw) en Grutto (oranje) per dag op het nest wordt doorgebracht in relatie tot het dagnummer. De stippen geven de ruwe data weer en de lijnen geven de door het model voorspelde relatie weer tussen incubatie en dagnummer.



Figuur 4.12. Het aantal momenten per dag dat Kievit (blauw) en Grutto (oranje) het nest (tijdelijk) verlaten in relatie tot het dagnummer. De stippen geven de ruwe data weer en de lijnen geven de door het model voorspelde relatie weer tussen incubatie en het aantal vertrekmomenten.



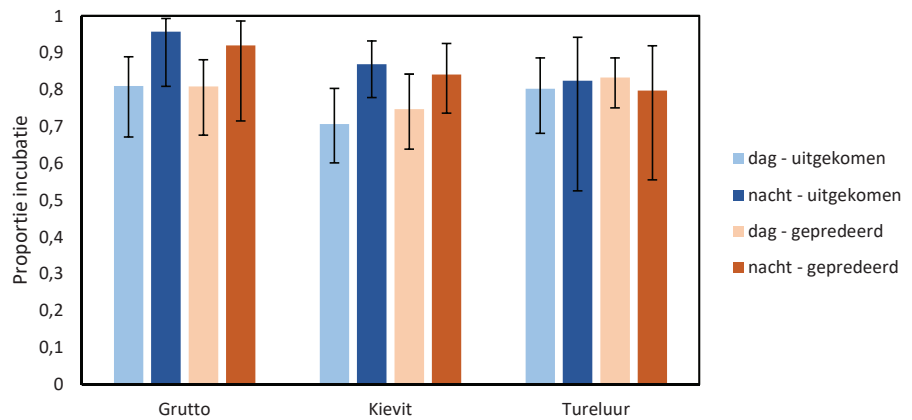
Figuur 4.13. De duur van de afwezigheid van het nest van Kievit (blauw) en Grutto (oranje) per periode van afwezigheid in relatie tot het dagnummer. Zie dat de Y-as een logaritmische schaal heeft.

later in het broedseizoen. Voor Kievit was dit sterker significant ( $p < 0,001$ ) dan voor Grutto ( $p = 0,048$ ), hoewel de hellingshoek voor de Grutto iets steiler was. De proportie van de tijd op het nest nam tussen dag 100 (11 april) en dag 180 (28 juni) bij Kieviten af van 0,77 tot 0,70 en bij Grutto's van 0,82 tot 0,74 op basis van de voorspellingen in het model (fig. 4.11). Deze afname van incubatie-inspanning kan worden verklaard doordat de vogels significant vaker van het nest af gingen ( $p < 0,001$ ). In dezelfde periode nam dat namelijk bij Kieviten toe van 38 naar 48 keer per dag en bij Grutto van 20 naar 26 keer per dag (fig. 4.12). Per keer dat de vogels van het nest af waren was de duur van de afwezigheid niet langer ( $p = 0,41$ ; fig. 4.13).

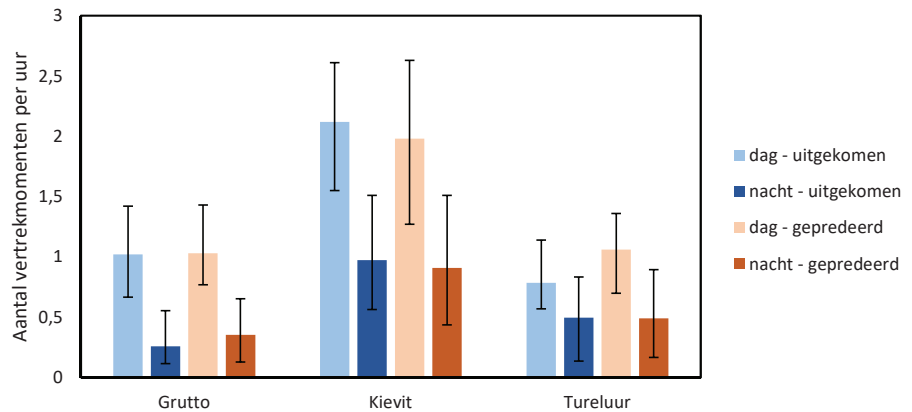
#### 4.3.5. Verschillen in incubatiegedrag tussen dag en nacht

Zowel de Kievit als de Grutto brachten 's nachts een groter deel van hun tijd door op het nest dan overdag (beide  $p < 0,001$ ; fig. 4.14). Volgens het regressiemodel bracht de Tureluur 's nachts juist minder tijd door op het nest, hoewel dit verschil in de praktijk niet groot lijkt te zijn. Voor deze soort waren er geen significante verschillen tussen succesvolle en gepreede nesten. Voor Grutto en Kievit was er wel een significante interactie tussen het resultaat (uitgekomen of gepreede) en dagdeel (dag of nacht). Nadere verkenning van de data liet zien dat het verschil in incubatie-inspanning tussen dag en nacht bij beide soorten aanzienlijk groter was bij nesten die uiteindelijk uitkwamen dan bij nesten die uiteinde-

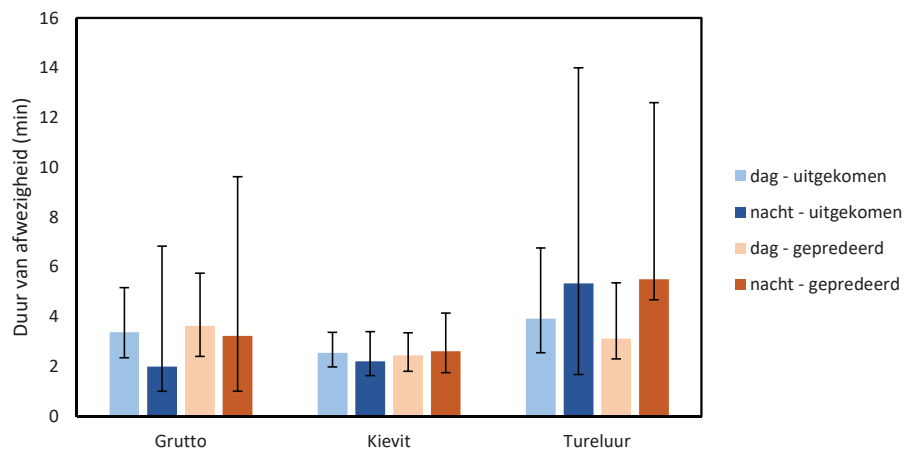
*Figuur 4.14. Verschil in tijdsinvestering in incubatie tussen dag en nacht voor nesten die uiteindelijk succesvol uitkwamen en nesten die uiteindelijk gepredeerd werden. De staven tonen de mediaan en de foutbalken geven het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weer.*



*Figuur 4.15. Verschil in aantal vertrekmomenten tussen dag en nacht voor nesten die uiteindelijk succesvol uitkwamen en nesten die uiteindelijk gepredeerd werden. De staven tonen de mediaan en de foutbalken geven het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weer.*



*Figuur 4.16. Verschil in de duur van afwezigheid per keer tussen dag en nacht voor nesten die uiteindelijk succesvol uitkwamen en nesten die uiteindelijk gepredeerd werden. De staven tonen de mediaan en de foutbalken geven het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weer.*



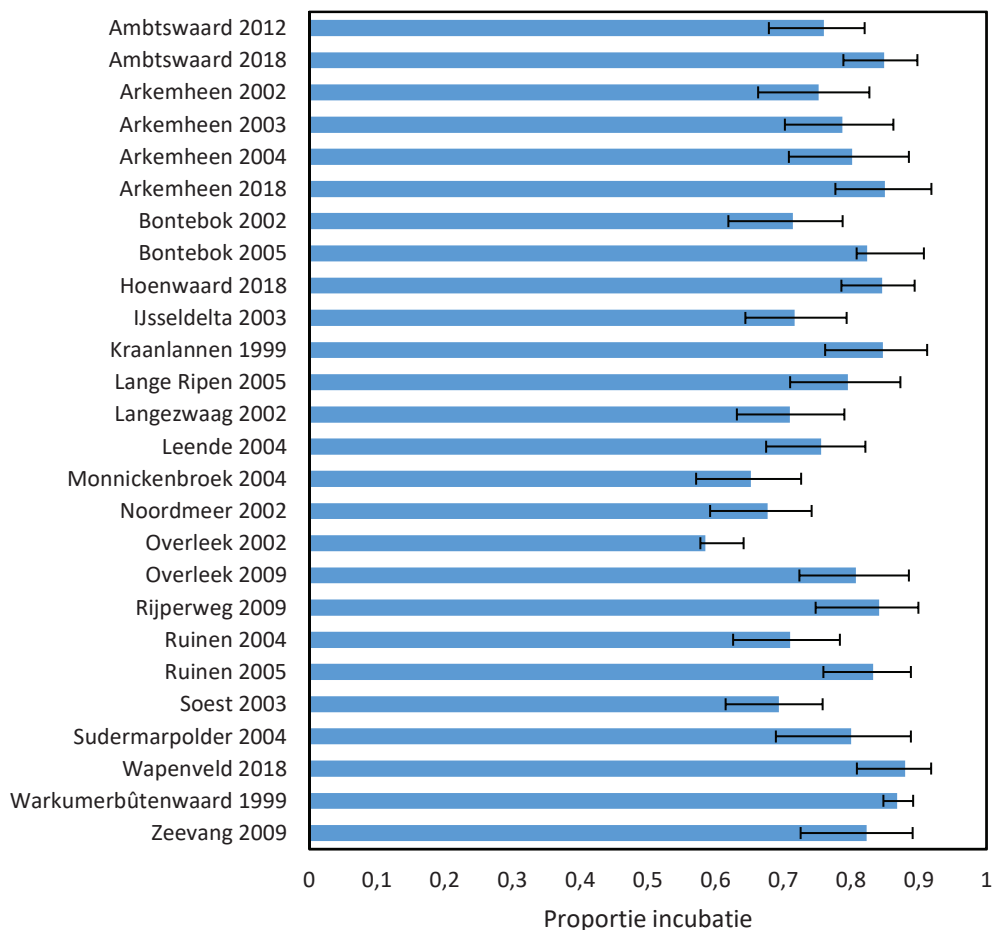
lijk werden gepredeerd. Kievit, Grutto' en Tureluur verlieten elk overdag vaker het nest dan 's nachts ( $p < 0,001$ ; fig. 4.15). Dat gold zowel voor nesten die succesvol uitkwamen als voor nesten die uiteindelijk gepredeerd werden. Er was geen significante interactie tussen dagdeel en resultaat voor Kievit ( $p = 0,129$ ) en Grutto ( $p = 0,429$ ), maar wel voor Tureluur ( $p = 0,004$ ). Bij de Tureluur was er een sterker verschil tussen dag en nacht in het geval van nesten die uiteindelijk gepredeerd werden. Gemiddeld werd het nest overdag per uur iets vaker verlaten bij nesten die uiteindelijk gepredeerd werden (maar niet significant,  $p = 0,552$ ) en 's nachts was het aantal vertrekken per uur gelijk ( $p = 0,999$ ). Daarnaast was de gemiddelde duur van afwezigheid bij een succesvol nest van de Kievit overdag iets lan-

ger dan 's nachts ( $p < 0,001$ ) en juist 's nachts iets langer bij nesten die gepredeerd werden ( $p < 0,001$ ). Bij de Grutto was er geen verschil bij gepredeerde nesten ( $p = 0,713$ ), maar bij succesvolle nesten was de gemiddelde afwezigheid 's nachts korter dan overdag ( $p < 0,001$ ). Tureluurs waren 's nachts iets langer weg bij nesten die gepredeerd werden, maar dit was slechts zwak significant ( $p = 0,04$ ; fig. 4.16).

#### 4.3.6. Kan variatie in incubatiegedrag worden verklaard door predatiedruk?

Tussen gebieden en jaren waren grote verschillen in de proportie van de tijd die op het nest werd doorgebracht ( $p < 0,001$ , fig. 4.17). Ook verschillen de gebieden sterk in de mate van predatiedruk van weidevogelnesten (fig. 4.5). Voor Kievit en Grutto





Figuur 4.17. De proportie van de tijd die werd doorgebracht op het nest door Kievit, Grutto en Tureluur gecombineerd in elke gebied/jaar-combinatie in deze studie. De staven tonen de mediaan en de foutbalken geven het 25<sup>e</sup> en 75<sup>e</sup> percentiel weer.

waren voldoende data voorhanden om te verkennen of er een verband is tussen het incubatiegedrag en de predatiedruk.

Voor de Grutto bleek de incubatie-inspanning niet afhankelijk te zijn van de predatiedruk ( $p = 0,325$ ). Echter, Kieviten brachten significant meer tijd door op het nest in gebieden met hoge predatiedruk ( $p < 0,001$ ; fig. 4.18). Het aantal keren dat een vogel het nest verlaat (fig. 4.19) en de gemiddelde duur van de afwezigheid (fig. 4.20) lieten een sterk verband zien met de predatiedruk. Voor beide soorten was het aantal vertrekmomenten significant kleiner bij een grotere predatiedruk en duurde het langer voordat ze weer terugkeerden naar het nest ( $p < 0,001$  voor alle relaties).

#### 4.3.7. Verschillen tussen dag en nacht

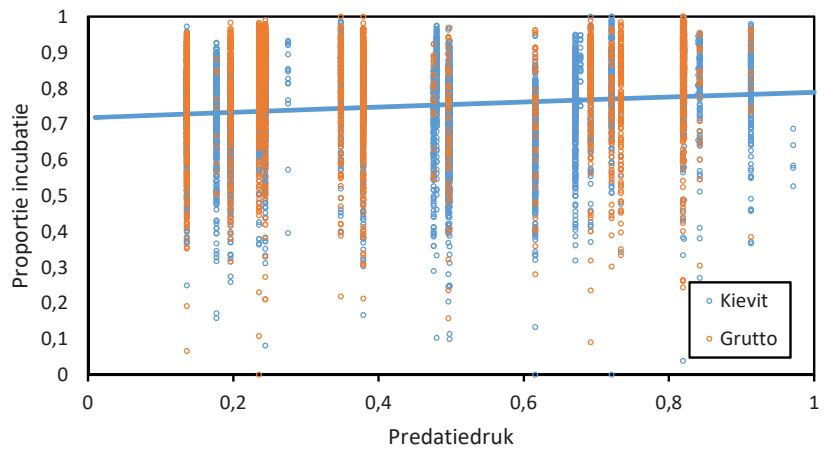
Aangezien de meeste predatoren van nesten nachtactieve zoogdieren zijn, hebben we gekeken of de effecten van predatiedruk op het incubatiegedrag verschillen tussen dag en nacht. Hiervoor hebben we in de regressie analyses de interactie tussen dagdeel en predatiedruk meegenomen. Voor de Kievit was er alleen een effect van predatiedruk op de proportie van tijd die de vogels overdag op het nest doorbrachten ( $p < 0,001$ ). Er was 's nachts geen toename van incubatie bij een grotere predatiedruk ( $p = 0,654$ ). Voor de Grutto was er geen relatie tussen de

incubatie-inspanning en predatiedruk, maar indien uitgesplitst per dagdeel, bleek er wel een trend te zijn ( $p = 0,097$ ), die vergelijkbaar was met die van de Kievit. De negatieve relatie tussen predatiedruk en het aantal keren dat een Kievit het nest verliet verschilde niet significant tussen dag en nacht ( $p = 0,126$ ). Voor de Grutto was dit wel het geval ( $p = 0,023$ ) en geldt dat de negatieve relatie tussen predatiedruk en het aantal keren dat het nest werd verlaten overdag sterker was dan 's nachts. Voor de duur van de afwezigheid is het beeld omgedraaid. Bij de Kievit was de positieve relatie tussen predatiedruk en de gemiddelde duur van afwezigheid van het nest 's nachts sterker dan overdag ( $p < 0,001$ ), terwijl de tijd van de dag voor de Grutto geen effect had op deze relatie ( $p = 0,359$ ).

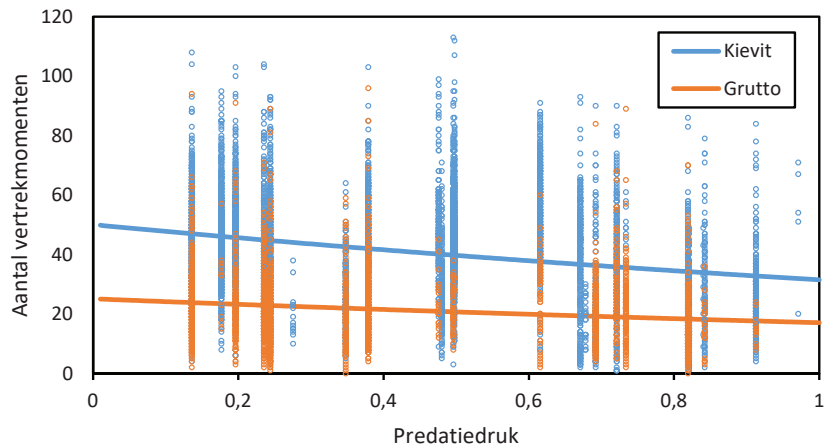
#### 4.4. Incubatiegedrag: conclusies

- De Grutto zit het langst per dag op de eieren, gevolgd door Tureluur en Kievit. Gevolg hiervan is dat de Grutto gemiddeld per dag vijf kwartier langer op de eieren zit dan de Kievit. Dit komt onder andere doordat de Kievit ongeveer twee keer zo vaak het nest verlaat per dag als de Grutto of Tureluur. De gemiddelde duur van de afwezigheid bij de Kievit is echter korter dan bij de

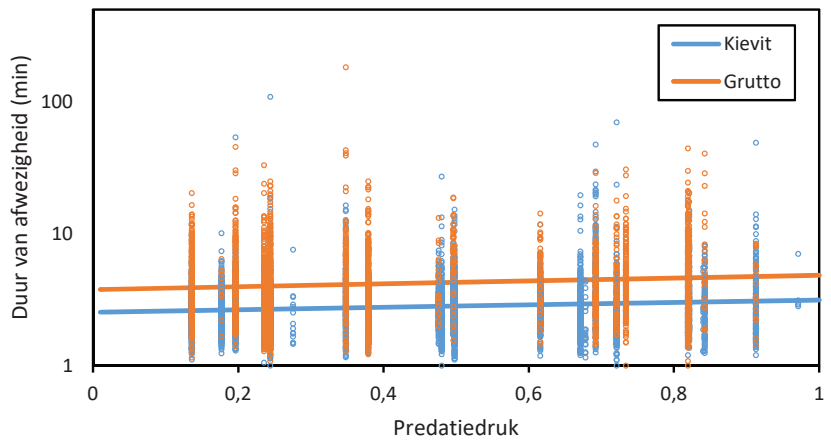
Figuur 4.18. Proportie van tijd die door Kievit (blauw) en Grutto (oranje) per dag op het nest wordt doorgebracht in relatie tot de predatiedruk in het gebied en jaar. De stippen geven de ruwe data weer en de lijn geeft voor de Kievit de door het model voorspelde relatie weer tussen incubatie en predatiedruk.



Figuur 4.19. Aantal momenten per dag dat Kievit (blauw) en Grutto (oranje) van het nest af gingen in relatie tot predatiedruk in het gebied en jaar. De stippen geven de ruwe data weer en de lijnen geven de door het model voorspelde relatie weer tussen incubatie en predatiedruk.



Figuur 4.20. Duur van afwezigheid van het nest per keer voor Kievit (blauw) en Grutto (oranje) in relatie tot predatiedruk in het gebied en jaar. De stippen geven de ruwe data weer en de lijnen geven de door het model voorspelde relatie weer tussen incubatie en predatiedruk.



beide andere soorten. Van de drie soorten bleef de Tureluur het langst weg bij zijn nest als het dat eenmaal had verlaten.

- De hoeveelheid tijd die de vogels per dag doorbrachten op het nest tijdens de incubatieperiode verschilde niet tussen succesvolle en gepredeerde nesten. Aan het eind van de incubatieperiode treedt er echter wel een verandering op. Zowel bij de succesvolle als gepredeerde nesten zien we een afname in de hoeveelheid tijd doorgebracht op het nest. Dat effect is het grootst bij de succesvolle nesten. Op de dag van uitkomst zitten de vogels tot het moment van het definitief verlaten van het nest nog maar 50-60% van de tijd op het nest. Meest waarschijnlijk is dat dit vooral wordt

veroorzaakt doordat er dan ook al jongen in en om het nest zitten waar de oudervogel naast het uitbroeden van het laatste ei ook aandacht aan moet besteden. Een vergelijkbaar patroon zien we echter ook bij de gepredeerde nesten, hoewel de afname in doorgebrachte tijd op het nest hier kleiner is. Mogelijk dat dit komt doordat de predator al in het gebied actief is en de broedvogel om die reden het nest door verstoring vaker verlaat. De doorgebrachte tijd op het nest kort voor het gepredeerd wordt moeten we echter vergelijken met de dagen ruim voor uitkomst van het succesvolle nest. Het verschil in tijd doorgebracht op het nest komt vooral doordat de incubatie vaker wordt onderbroken bij zowel de succesvolle als gepredeerde

de nesten. Er werd wel een verschil in de duur van de afwezigheid vastgesteld tussen succesvolle en gepredeerde nesten. Deze was langer bij nesten die uiteindelijk werden gepredeerd en zou kunnen duiden op verstoring door de aanwezigheid van een predator.

- In de loop van het broedseizoen brachten Kievit en Grutto steeds minder tijd door op het nest. De Kievit bracht op 11 april nog ongeveer 77% van de tijd door op het nest, maar op 28 juni was dit nog maar 70% van de tijd. Bij de Grutto was dit respectievelijk 82% en 74% en was de afname dus nog iets sterker. Deze afname werd vooral veroorzaakt doordat de incubatie over die periode steeds vaker werd onderbroken, terwijl de duur per keer dat de vogel van het nest af was niet verschilde in de loop van het broedseizoen.
- Kievit en Grutto zaten 's nachts langer op de eieren dan overdag. Het verschil in tijd doorgebracht op het nest gedurende de dag en nacht verschilde bij deze soorten significant tussen succesvolle en gepredeerde nesten. Dit verschil was het grootst bij de succesvolle nesten. Overdag werd het nest vaker verlaten door de broedvogel dan 's nachts en dit sluit aan bij het verschil in incubatietijd tussen dag en nacht. De gemiddelde duur van afwezigheid op het nest was bij de Kievit overdag langer dan 's nachts in het geval van succesvolle legfels. Bij gepredeerde legfels was dit juist andersom. Bij de Grutto werd hetzelfde patroon

gevonden voor succesvolle legfels, terwijl bij gepredeerde legfels er geen verschil was in de duur van afwezigheid. De Tureluur bleef juist 's nachts langer weg bij zijn nest.

- Het aandeel van de tijd dat wordt besteed aan broeden verschilde sterk tussen gebieden en jaren. De predatiedruk in een gebied was hierop bij de Grutto niet van invloed, maar bij de Kievit wel. In gebieden met een hoge predatiedruk zaten Kieviten langer op het nest. Beide soorten verlieten echter minder vaak het nest als de predatiedruk groter werd, maar als de incubatie werd onderbroken duurde het langer voor ze weer op het nest terugkeerden.
- De predatiedruk in een gebied had geen effect op de incubatie-inspanning van de Kievit gedurende de nacht, maar overdag werd in gebieden met een hoge predatiedruk wel meer tijd doorgebracht op het nest. Bij de Grutto kwam dit beeld minder prominent naar voren, maar leek hetzelfde te gelden. Bij de Kievit werd geen verschil gevonden in het aantal keren dat het nest werd verlaten tussen dag en nacht in relatie tot de predatiedruk. Bij de Grutto lag dit anders. De negatieve relatie tussen het aantal malen dat het nest wordt verlaten en de predatiedruk is overdag sterker dan 's nachts. De duur van de afwezigheid in relatie tot de predatiedruk neemt bij de Kievit 's nachts sterker toe dan overdag, terwijl dit bij de Grutto geen verschil liet zien.

## 5. Predatiedruk reducerende maatregelen

### 5.1. Inleiding

Het treffen van maatregelen om de predatiedruk te verkleinen is belangrijk voor het creëren van draagvlak onder boeren en andere betrokkenen in een gebied voor de uitvoering van beheermaatregelen die de stand van boerenlandvogels moet verbeteren. Verschillende methoden worden daarbij genoemd, zoals:

- Beperken toegang tot het gebied (bijv. uitrasteren).
- Weglokken predatoren door alternatief prooiaanbod (bijv. muizenstroken).
- Verdrijven van predatoren (bijv. verwijderen bomen, verhogen waterpeil, verlagen of juist verhogen alternatief prooiaanbod).
- Wegnemen van predatoren (bijv. door afschot of wegvangen).
- Schuilplaatsen aanbieden (voor boerenlandvogels) of verwijderen (voor predatoren).
- Verminderen van verstoring (door bijv. recreatie of agrarische werkzaamheden) zodat vogels minder vaak van het nest (de kuikens) af hoeven en zo de plek van het nest (de kuikens) niet verraden.
- Verhogen van de voedselbeschikbaarheid voor kuikens, waardoor kuikens zich minder vaak kwetsbaar hoeven op te stellen.

In Nederland wordt al her en der geëxperimenteerd

met het (elektrisch) uitrasteren van een gebied of perceel. Tevens houdt men vaak het resultaat van de maatregel bij door het uitkomstsucces van de legsels binnen het raster te bepalen. Daarbij ontbreekt het echter vaak aan de juiste referentiemetingen waardoor de effectiviteit van de maatregel niet goed kan worden bepaald. De opzet van dit onderzoek was nog steeds vrij beperkt van karakter, maar bood wel de mogelijkheid een inschatting te geven van het potentieel van deze maatregel. Dankzij een aanvullende financiering vanuit Vogelbescherming Nederland konden legsels in een gebied waar Vossen worden afgeschoten eveneens worden gevolgd.

### 5.2. Methode

#### 5.2.1. Onderzoeksgebieden

In het voorjaar van 2018 werden een aantal gebieden gezocht waarbinnen een deel van het gebied met een elektrisch raster werd beschermd en een vergelijkbaar deel niet. Voor het onderzoek werd gezocht naar een aantal gebieden waar elektrische rasters al werden toegepast door vrijwilligers. Dit waren gebieden onder beheer van de agrarische natuurvereniging Veluwe IJsselzoom waarbinnen twee locaties zijn gekozen; Hattem (Hoenwaard) en Wapenveld (zie fig. 5.1). De andere locatie was de Ambtswaard bij Bemmel waar weidevogelbeheer wordt uitgevoerd

*Figuur 5.1. Ligging van de onderzoeksgebieden in Nederland. In blauw zijn de gebieden aangegeven waar elektrische rasters werden toegepast en waar tevens controlegebieden werden gezocht. In Eemland werden geen rasters toegepast, maar werden Vossen door de lokale WBE bestreden.*





door Frank Majoor. Een vierde locatie werd gezocht in Arkemheen naar aanleiding van berichten uit het recente verleden dat de weidevogels daar tegenwoordig veel last hebben van predatie. In dit gebied werden nog geen rasters toegepast. De agrarische natuurvereniging Stichting Biotoopverbetering Agrarisch Overleg (BAO), onderdeel van het Collectief Veluwe, was bereid een elektrisch raster aan te schaffen en toe te passen bij een plasdrasgedeelte in Arkemheen. Het gebied met afschot van Vossen als beheermaatregel is gevonden in Eemland, waar het Collectief Eemland de scepter zwaait.

### 5.2.2. Nestcontroles

In alle gebieden zijn deels door vrijwilligers, deels door veldmedewerkers nesten gezocht en werden de lotgevallen bijgehouden. Per bezoek aan een nest werd het aantal eieren genoteerd en werd op de vinddatum met een incubometer (van Paassen *et al.* 1984) een inschatting gemaakt van de verwachte uitkomstdatum. Nesten werden ingemeten met een GPS om nesten makkelijker terug te vinden. Lotgevallen werden vastgelegd door legselcontroles. Een leeg nest met kleine eischilfers in of op de bodem van het nest indiceert een succesvol nest, terwijl een leeg nest zonder eischilfers als gepreedeerd werd beschouwd. In het geval van eiresten kon ook besloten worden dat er sprake was geweest van predatie, maar ook verliesoorzaken als gevolg van agrarisch activiteiten konden daarvoor de reden zijn. In het geval van hele, koude eieren werd het nest als verlaten beschouwd. Bij een deel van de nesten werd een datalogger met thermistor geplaatst. De sensor werd aan een stokje bevestigd (stukje van een sa-

téprikker) en daarmee tussen de eieren in het nest geplaatst. Ondergronds werd de sensor verbonden met de datalogger (Gemini Data, model Tinytag Plus 2). Hiermee werd elke drie minuten de temperatuur in het nest vastgelegd en kon de aan-en afwezigheid van de broedvogel op het nest worden bepaald. Voornaamste doel is bij een gepreedeerd nest vastleggen of het nest overdag of 's nachts is leeggeroofd, waardoor een eerste indicatie wordt verkregen van de mogelijke dader.

In Eemland is een andere aanpak gekozen omdat daar naar verwachting geen predatie door Vossen zal plaatsvinden. Nesten zijn uiteraard met regelmaat gecontroleerd op de lotgevallen, maar om zekerheid te krijgen over de daders werd bij een deel van de legsels een wildcamera geplaatst (Bushnell Trophy Cam Essential E3). In de andere onderzoeksgebieden werd dit eveneens bij een enkel nest gedaan.

### 5.2.3. Monitoren predatoren

#### Zoogdieren

Een uitgebreide beschrijving voor hoe zoogdieren te monitoren is terug te vinden in van der Wal & Teunissen (2018). Hierin is een samenvatting terug te vinden van een overzicht dat werd opgesteld door de Zoogdierverseniging. Veel van de methoden die werden beschreven zijn zeer arbeidsintensief, zeker als er ook behoefte is aan kwantitatieve informatie. In deze studie hebben we ons beperkt tot kwalitatieve metingen, omdat bij het vermoeden van een predatieprobleem het allereerst belangrijk is te achterhalen welke predatoren actief zijn in een gebied. Voor de grotere zoogdieren, zoals Vos, Huiskat (*Felis*



Een kievitnest met datalogger (rechts) die wordt ingegraven naast het nest en de thermistor die centraal tussen de eieren wordt geplaatst (links). Foto's: Frank Majoor.





Plaatsen van een elektrische afrastering in Arkemheen. Foto: Frank Majoor.



Figuur 5.2. De vier onderzoeksgebieden waar rasters werden toegepast. De rood omgrenste gebieden waren voorzien van een raster en blauw-omgrensd de controlegebieden. De blauwe stippen in de verschillende gebieden geven de locatie aan van de wildcamera's die waren geplaatst om te kunnen zien welke predatoren in het gebied voorkwamen.



*catus*) en grote marterachtigen, is een wildcamera per 10-15 ha op een strategische plek (bijvoorbeeld een dam) voldoende. Dit is in de onderzoeksgebieden toegepast, waarbij één camera was gericht op het gebied binnen het raster en de tweede camera op het gebied buiten het raster. De kans om kleine zoogdieren als Hermelijn en Wezel (*Mustela nivalis*) vast te stellen is op deze manier erg klein. Daarvoor is een dichter netwerk van camera's nodig en zal ook de vegetatie voor de camera zeer kort gehouden moeten worden. Lokken met voedsel kan daarbij een hulpmiddel zijn.

Naast het gebruik van camera's werd ook geprobeerd om vossenactiviteit in een gebied vast te stellen (zie Mason *et al.* 2018). Daartoe werd een transect uitgezet langs de randen van het gebied (slootkanten) dat eens in de twee weken werd afgelopen op zoek naar vossenkeutels en eventueel kattenkeutels. Dit bleek nauwelijks resultaat op te leveren en daarom is deze aanpak verder buiten beschouwing gelaten.

#### *Vliegende predatoren*

Voor vliegende predatoren is de methode toegepast die staat beschreven in Mason *et al.* (2018) en die is gebaseerd op Walters (1990). Eens in de twee weken werden in elk gebied (raster en controle afzonderlijk) op een strategische plek gedurende twee uur alle vliegende (potentiële) predatoren geteld en werd te-

vens vastgelegd of de aanwezige weidevogels reageerden op de aanwezigheid van die vogel of dat ze hem links lieten liggen. Hiermee wordt enerzijds in beeld gebracht welke vogels door de weidevogels als een potentieel gevaar werden gezien en hoe groot ze dat gevaar dan inschatten en anderzijds wordt een kwantitatieve maat verkregen voor de aanwezigheid van de verschillende vliegende predatoren in een gebied.

### 5.3. Resultaten

#### 5.3.1. Uitkomstsucces

In totaal werden van zeven soorten legsels gevonden in een van de onderzoeksgebieden (tabel 5.1). Het merendeel van de legsels (63%) was afkomstig van Kieviten. De data werden vervolgens geanalyseerd met een binomiaal verdeelde GLM (Aebischer 1999), waarbij is getoetst of er verschillen zijn in dagelijkse overleving tussen de gebieden, de maatregel (wel of geen raster) en of het effect van de maatregel tussen de gebieden verschilt. Daarbij is allereerst gekeken of de totale dagelijkse overleving verschilde, waarna is onderzocht of de dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie, dan wel verlaten verschilde. Deze twee verliesoorzaken waren de enige die zijn geconstateerd. Eemland is in deze analyse niet meegenomen.



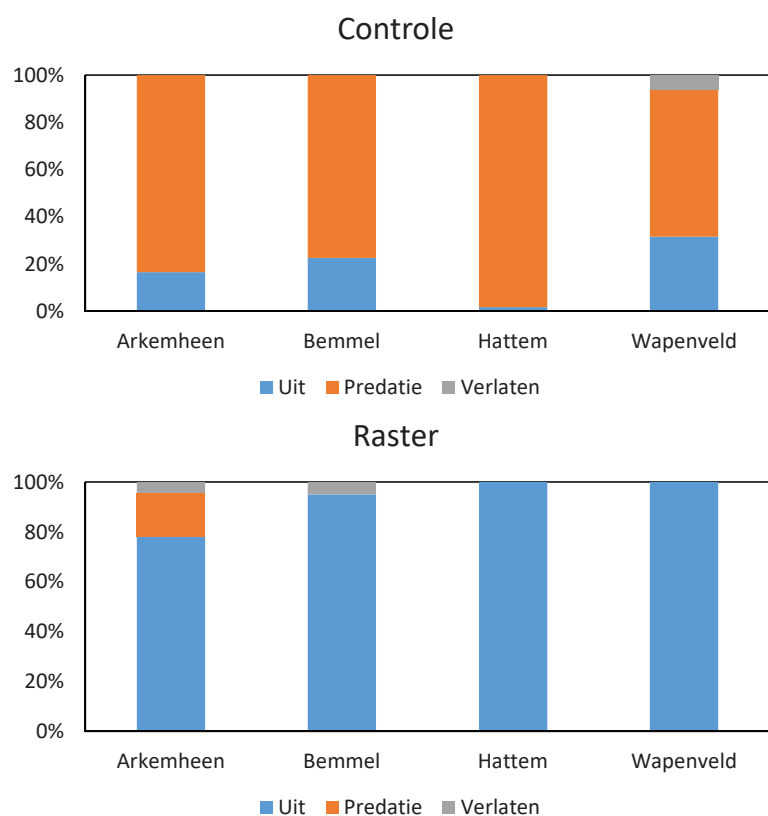
Frank Majoor plaatst een wildcamera bij het nest. Foto: Peter Eekelder.

Tabel 5.1. Overzicht van het totaal aantal gevonden legsels in de onderzoeksgebieden opgesplitst per soort en maatregel.

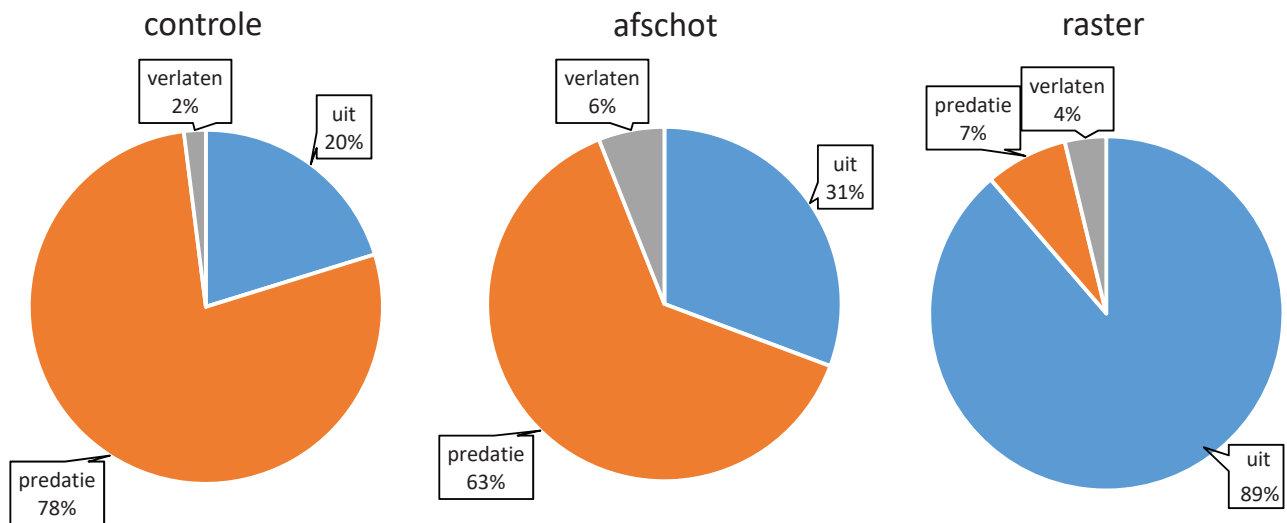
Gebied	Maatregel	Kievit	Grutto	Scholekster	Tureluur	Bontbekplevier	Kleine Plevier	Veldleeuwerik	Totaal
Bemmel	raster	19	0	1	3	0	1	0	24
	controle	13	0	1	2	0	0	0	16
Eemland	afschot	26	13	2	4	3	0	0	48
	raster	12	20	0	2	0	0	1	35
Arkemheen	controle	9	8	2	2	0	0	0	21
	raster	21	0	0	0	0	0	0	21
Hattem	controle	4	1	0	0	0	0	0	5
	raster	0	2	0	0	0	0	0	2
Wapenveld	controle	19	3	1	1	0	0	0	24
	raster	52	22	1	5	0	1	1	82
Totaal	controle	45	12	4	5	0	0	0	66
	Totaal	123	47	7	14	3	1	1	196

Er bleek een sterk verschil te zijn in de dagelijkse overlevingskans tussen wel of geen raster ( $F_{1,140}=54,7$ ,  $p<0,001$ ). Daarnaast was er een trend dat gebieden onderling verschilden in dagelijkse overlevingskans ( $F_{3,140}=5,9$ ,  $p=0,098$ ) en was het effect van het raster per gebied verschillend ( $F_{3,140}=6,2$ ,  $p=0,088$ ). Vooral de legsels in Hattem binnen het controlegebied hadden een lage dagelijkse overleving (zie fig. 5.3). Een vergelijkbaar resultaat werd gevonden voor de dagelijkse overlevingskans gegeven de verliesoorzaak predatie. Opnieuw was er sprake van een sterk verschil in overleving tussen gebieden met en zonder raster ( $F_{1,140}=61,3$ ,  $p<0,001$ ) en was er een

tendens dat de overlevingskans voor predatie tussen gebieden verschilde ( $F_{3,140}=5,8$ ,  $p=0,083$ ). Maar nu was er een duidelijke interactie tussen de maatregel en de gebieden ( $F_{3,140}=7,3$ ,  $p=0,038$ ), wat betekent dat het effect van het raster niet in elk gebied hetzelfde was. Het eerdere verschil in effect van het raster dat op de totale dagelijkse overleving werd gevonden in Hattem, lijkt dan ook vooral veroorzaakt te zijn door een veel groter verlies als gevolg van predatie in het controlegebied ten opzichte van het rastergebied dan in de andere drie gebieden. De dagelijkse overlevingskans voor de verliesoorzaak verlaten liet een ander patroon zien. Er werd geen verschil gevonden



Figuur 5.3. Lotgevallen van weidevogellegsels op basis van de dagelijkse overlevingskans per gebied en geen (boven) of wel (onder) raster.



Figuur 5.4. Lotgevallen van weidevogellegfels binnen de drie onderzochte maatregelen op basis van dagelijkse overlevingskansen.

in de dagelijkse overleving tussen gebieden met en zonder raster ( $F_{1,138}=0,3$ ,  $p=0,172$ ). Wel was er een tendens dat de kans op verlaten verschilde tussen de gebieden onderling ( $F_{3,138}=1,3$ ,  $p=0,051$ ) en hing dat mogelijk samen met het al dan niet aanwezig zijn van een raster ( $F_{3,138}=1,2$ ,  $p=0,08$ ). In Arkemheen en Bemmelen werden nesten vaker verlaten in de gebieden met een raster, in Hattum was er geen verschil en in Wapenveld werden nesten in de controlegebieden vaker verlaten. Daarbij moet de kanttekening worden geplaatst dat de steekproef in Arkemheen en Bemmelen evenwichtiger verdeeld was over de gebieden met en zonder raster, dan in de beide andere gebieden. In combinatie met de andere analyses zou dat kunnen betekenen dat het plaatsen van een raster kan leiden tot iets meer nesten die worden verlaten, mogelijk als gevolg van verstoring, maar dat dit ruimschoots wordt gecompenseerd door de verminderde predatie binnen die gebieden waardoor de totale overleving binnen gebieden met een raster groter is.

Vervolgens werd onderzocht hoe de maatregel afschot van Vossen zich verhoudt tot het al dan niet plaatsen van een raster. Met als belangrijke kanttekening dat deze maatregel slechts in één gebied werd toegepast. Gebieden met rasters en de bijbehorende controles werden om die reden samengevoegd en vervolgens werd met een binomiaal verdeelde GLM onderzocht of de dagelijkse overlevingskansen van de legfels tussen de drie typen maatregelen van elkaar verschilden. De totale dagelijkse overlevingskansen bleek sterk te verschillen tussen de maatregelen ( $F_{2,187}=62,7$ ,  $p<0,001$ ). Ook de dagelijkse overlevingskansen voor predatie ( $F_{2,187}=67,1$ ,  $p<0,001$ ) verschilde per maatregel. Alleen de dagelijkse overlevingskansen voor verlaten ( $F_{2,185}=0,9$ ,  $p=0,13$ ) was vergelijkbaar

tussen de maatregelen. Vertaald naar de lotgevallen van legfels bleken de predatieverliezen in de controlegebieden het grootst met 78%, maar het gebied met afschot van de Vos verschilde daar niet heel veel van met 63%, terwijl de uitgerasterde gebieden met 7% nauwelijks met predatieverliezen te maken hadden (fig. 5.4).

### 5.3.2. Daders

Bij een deel van de legfels werden dataloggers of wildcamera's geplaatst en kon worden vastgesteld wanneer nesten werden leeggeroofd (dataloggers en camera's) en eventueel door wie (camera's). In totaal werden er 94 nesten gevolgd met een datalogger en 30 nesten met een camera. Van deze nesten werden er in totaal 66 gepredeerd. Niet altijd bleek het mogelijk aan de hand van de datalogger- of camera-nesten het tijdstip van predatie vast te stellen, dat kon in respectievelijk 29 en 9 van de gevallen (tabel 5.2). Het kunnen vaststellen van nachtelijke predatie is in dit geval belangrijk omdat de rasters primair bedoeld zijn om grotere zoogdieren buiten te houden en deze zijn over het algemeen juist 's nachts actief.

Op grond van de legfels waar met zekerheid van kon worden vastgesteld op welk tijdstip ze werden gepredeerd bleek dat in controlegebieden 72% van de legfels 's nachts is gepredeerd. In de gebieden met een raster kwam nauwelijks predatie voor, maar van de gepredeerde legfels is een derde 's nachts leeggehaald. In het gebied met vossenafschot bedroeg dit percentage 60%. Dit bevestigt de verwachting dat in gebieden met een raster vooral de grotere zoogdieren zijn buitengesloten.

Van de 30 legfels die met een wildcamera werden gevolgd waren er 23 in Eemland geplaatst.



Tabel 5.2. Het totaal aantal legsels dat in een van de gebieden is gepredeerd, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de verschillende maatregelen en het tijdstip van predatie op basis van datalogger- of cameragegevens. In totaal waren er 116 nesten op deze wijze gevolgd, waarvan er in totaal 65 zijn gepredeerd.

Gebied	Dagdeel	afschot	controle	raster
Arkemheen	Dag		1	2
	Nacht		6	1
	Onbekend		9	1
Bemmel	Dag		3	
	Nacht		3	
	Onbekend		3	
Eemland	Dag	4		
	Nacht	6		
	Onbekend	12		
Hattem	Dag		1	
	Nacht		3	
	Onbekend		1	
Wapenveld	Dag		2	
	Nacht		6	
	Onbekend		2	
Totaal	Dag	4	7	2
	Nacht	6	18	1
	Onbekend	12	15	1
Totaal		22	40	4

Daarnaast werd in Arkemheen en Bemmel zowel binnen als buiten het raster één nest met camera gevolgd. In Hattem (1) en Wapenveld (2) werden alleen nesten met camera gevolgd in de controlegebieden. Van deze zeven nesten werd in het controlegebied van Bemmel een nest gepredeerd door een Zwarte Kraai direct na plaatsing van de camera. Een voorbeeld van het risico van nestcontroles omdat dit de aandacht kan vestigen op de nestlocatie; ook wel aangeduid met het bezoeken (zie ook Goedhart *et al.* 2010). Ook in Hattem werd het nest gepredeerd, maar hier kon geen dader worden vastgesteld doordat de camera omver was gelopen door een groep schapen.

Van de 23 legsels die in Eemland met een camera werden gevolgd waren er elf succesvol uitgekomen. Eén legsel werd als gepredeerd beoordeeld, maar op de camerabeelden werd geen predator waargenomen. Wel was er een mol (*Talpa europaea*) actief onder het nest, waardoor mogelijk de broedvogel het nest heeft verlaten en op een later tijdstip de eieren alsnog zijn verwijderd. Van de overgebleven elf legsels kon in drie gevallen niet worden vastgesteld wie de predator was (tabel 5.3). Verder bleek dat ondanks het afschot van Vossen toch nog een kievit- en gruttonest werd leeggehaald door een Vos. Deze werd korte tijd later door de lokale jagers



Op heterdaad betrapt in Eemland; het gebied met vossenafschot. Linksboven Hermelijn, rechtsboven Zwarte Kraai (Bemmel), linksonder Vos en rechtsonder Bunzing.



Tabel 5.3. Overzicht van de daders van legsels per weidevogelsoort die werden gepredeerd van de in totaal 23 legsels die met een wildcamera zijn gevolgd in Eemland.

Weidevogel	Vos	Hermelijn	Bunzing	Onbekend
Kievit	1		4	1
Grutto	1	1		1
Scholekster			1	1

verwijderd. Eén gruttonest werd leeggehaald door een Hermelijn, maar wat vooral opviel is dat vier kievitnesten en één scholeksternest door de Bunzing werden gepredeerd.

### 5.3.3. Monitoring predatoren

Gedurende een periode van twee uur werden op een aantal momenten in het broedseizoen alle zichtbare predatoren genoteerd en werd genoteerd of de aanwezige weidevogels hierop reageerden. Een overzicht van de uitkomsten is te zien in tabel 5.4. Hierbij zijn grote groepen (meer dan tien individuen) buiten beschouwing gelaten, omdat daar toevalseffecten

een grotere rol bij spelen en er bovendien ook geen reactie vanuit de weidevogels op deze groepen werd waargenomen. Groepen werden met name waargenomen in Eemland (kokmeeuwen (*Larus ridibundus*) en Hattem (kraaiachtigen).

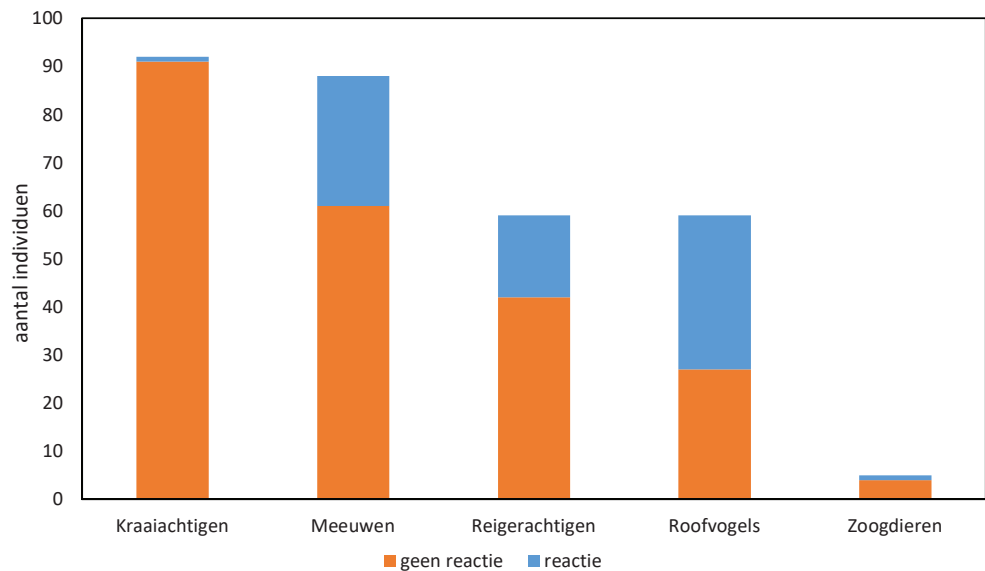
Het aantal aanwezige predatoren tijdens een telling bleek sterk te kunnen verschillen tussen tellingen in een gebied, maar ook tussen gebieden. Het verloop kon eveneens verschillen. Zo namen de aantallen predatoren in Arkemheen toe, vooral in juni. Ook in Eemland en Hattem werden de grootste aantallen predatoren tijdens de laatste telling vastgesteld. In Bemmelen en Wapenveld werd een dergelijk patroon niet aangetroffen.

De reactie op de predatoren verschilde per predatortype (fig. 5.5). Op kraaiachtigen werd nauwelijks gereageerd, maar bij de andere predatortypen bleek wel dat bij een belangrijk aantal individuen van de weidevogels een reactie werd ontlokt. Vervolgens werd onderzocht of de reactie van de weidevogels verschilde per predatorsoort met behulp van een GLM met binomiale verdeling. Uit deze analyse

Tabel 5.4. Aantal waargenomen predatoren per predatortype en gebied tijdens tellingen van twee uur tijdens de afzonderlijke tellingen.

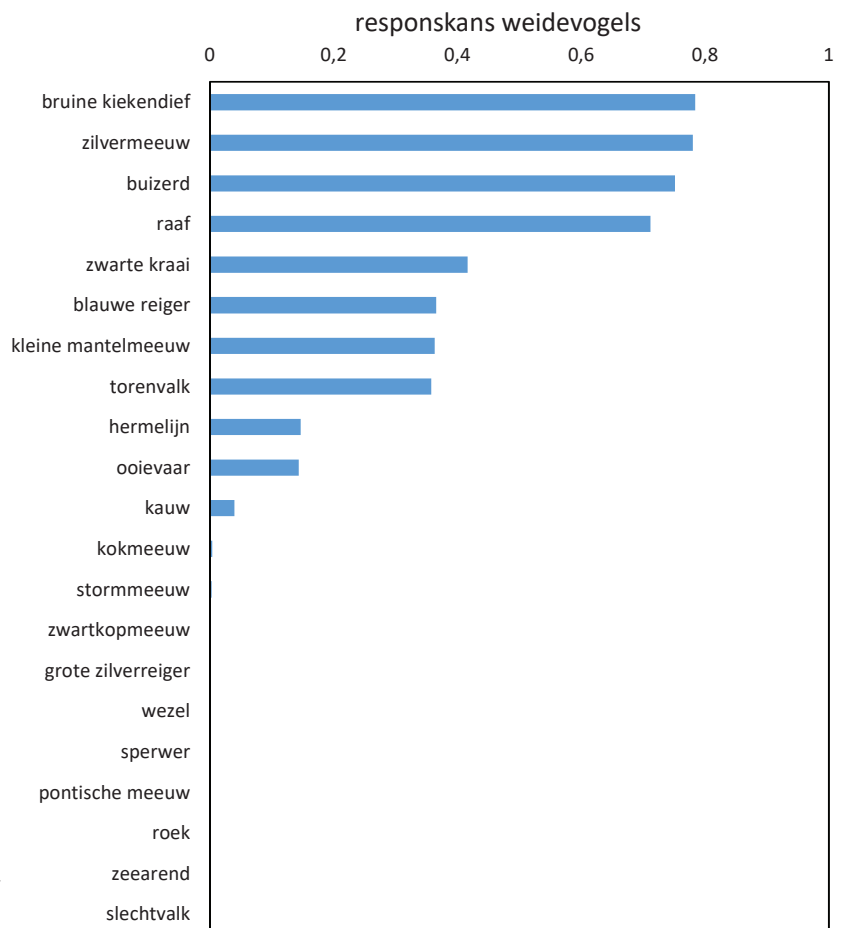
plaats	datum	Kraai-achtigen	Meeuwen	Reigerachtigen	Roofvogels	Zoogdieren	Totaal
Arkemheen	9-4-2018	1	5		3		9
	23-4-2018	2	4		1		7
	15-5-2018	1		1	5	1	8
	29-5-2018		1	2	2		5
	4-6-2018	11	12	2	2		27
	19-6-2018	3	25	3	8		39
Bemmelen	17-4-2018	6	2	1	1		10
	4-5-2018	6	1		1	1	9
	14-5-2018	7		1			8
	21-5-2018	2			1		3
Eemland	10-4-2018	1	2	2	1	1	7
	24-4-2018	1	2		2		5
	14-5-2018	1	7	7		1	16
	22-5-2018				4		4
	4-6-2018		7	2	5		14
	19-6-2018	6	1	5	8	1	21
Hattem	18-4-2018	5	8	1	1		15
	3-5-2018	5	4	1	1		11
	16-5-2018	11		1			12
	30-5-2018	3		4	2		9
	13-6-2018	14	5	1	2		22
Wapenveld	18-4-2018			7	2		9
	3-5-2018	3	2	5	1		11
	16-5-2018	1		5			6
	30-5-2018	1		4	3		8
	13-6-2018	1		4	3		8

Figuur 5.5. Het totaal aantal waarnemingen per predatortype gesommeerd over de gebieden en tellingen, waarbij onderscheid is gemaakt tussen waarnemingen van individuen waarop de weidevogels al dan niet reageerden.



bleek dat de reactie op de aanwezigheid van predatoren tussen gebieden verschilde ( $F_{4,135}=92,1$ ,  $p<0,001$ ). Dat kwam vooral door Hattem. Hier reageerden slechts 7% van de weidevogels op de aanwezigheid van predatoren, terwijl dit in de andere gebieden ongeveer het dubbele bedroeg. De grootste verschillen werden echter aangetroffen tussen de verschillende predatorsoorten ( $F_{20,135}=194,8$ ,  $p<0,001$ ; fig. 5.6). De sterkste reacties werden gezien bij de roofvogels, wat vooral op het conto komt van

de Bruine Kiekendief; in 78% van de gevallen lokte dat een reactie uit bij de weidevogels, en Buizerd (75%). Van de meeuwensoorten ontlokten vooral Zilvermeeuw (78%) en Kleine Mantelmeeuw (36%) een reactie bij de weidevogels. Ook reigerachtigen als Blauwe Reiger (37%) en Ooievaar (14%) leidden tot een reactie onder de weidevogels. Opmerkelijk genoeg werden Grote Zilverreigers als minder bedreigend ervaren (0,1%). Onder de kraaiachtigen werden vooral Raaf (*Corvus corax*, 71%) en Zwarte Kraai



Figuur 5.6. De kans dat weidevogels reageren op de aanwezigheid van een predator.

(42%) als een dreiging gezien. Zoogdieren werden nauwelijks waargenomen en daar is de methode ook niet voor bedoeld, maar er is mogelijk een verschil tussen Hermelijn (15%) en Wezel (0,1%) in het ontlokken van een reactie onder de weidevogels.

#### 5.4. Reductie predatiedruk: conclusies

- De verliezen door predatie worden in gebieden met een elektrisch raster sterk verminderd ten opzichte van nabij gelegen gebieden zonder raster. Over de gebieden gemiddeld was het uitkomstsucces van legsels in gebieden met een raster 89%, terwijl het in de controlegebieden slechts 20% bedroeg. De effectiviteit van het raster verschilt echter wel per gebied. Hier kunnen verschillende oorzaken aan ten grondslag liggen. Het waarschijnlijkst is dat de samenstelling van de lokale predatorgemeenschap hier een rol in speelt, maar mogelijk ook individuele verschillen tussen predatoren. Specialisatie op een bepaalde prooi-soort komt veelvuldig voor. Wat verder opvalt is dat in de twee gebieden waar men al lange tijd ervaring heeft met rasters (Hattem en Wapenveld) geen enkel legsel verloren is gegaan, terwijl in Arkemheen en Bemmelerwaard dit wel het geval is. In deze laatste gebieden wordt nog maar kort met rasters gewerkt. Het lijkt erop dat in gebieden met meer ervaring de rasters dus effectiever zijn, mogelijk doordat deze beter worden geplaatst en onderhouden.
  - In één gebied werd afschot van Vossen toegepast als beheermaatregel. In vergelijking tot de gebieden met rasters bleek deze vorm van predatorbeheer veel minder effectief. In gebieden met rasters ging gemiddeld 7% van de legsels verloren door predatie, terwijl in het gebied met afschot 63% hierdoor verloren was gegaan. Dat was altijd nog
- beter dan in de controlegebieden met 78% verlies door predatie. Een nadere beschouwing van het tijdstip waarop predatie had plaatsgevonden liet zien dat in de controlegebieden 72% van de gepredeerde nesten 's nachts is verdwenen, in de rastergebieden was dit éénderde en in het afschotgebied 60%. In de controlegebieden en het afschotgebied zijn zoogdieren dus de belangrijkste predatoren.
- In het afschotgebied is ongeveer de helft van de legsels met een wildcamera gevolgd. Elf nesten daarvan werden gepredeerd. In acht gevallen kon met zekerheid de dader worden vastgesteld; twee maal was dat een Vos, een maal een Hermelijn en vijf maal een Bunzing. Mogelijk is de rol van de Vos in dit gebied overgenomen door de Bunzing, een fenomeen dat wel vaker wordt waargenomen bij bestrijding van een van de predatoren. Waarom dat niet het geval lijkt in de rastergebieden is onduidelijk aangezien verwacht mag worden dat Buzings niet worden buitengesloten door een raster. Hoe dan ook lijkt het afschermen van een gebied met een raster effectiever dan afschot.
  - Monitoring van predatoren is zeer arbeidsintensief, vooral bij zoogdieren. Als test is gepoogd een beeld te krijgen van de aanwezigheid van Vossen en Katten door op regelmatige momenten een transect af te lopen en te zoeken naar uitwerpselen van deze dieren. Dit leverde nauwelijks iets op en lijkt daarom als methode niet erg geschikt. Van de aanwezigheid en mogelijke impact van vliegende predatoren kan een beter beeld worden verkregen, door gedurende twee uur elke vliegende predator en de reactie van de aanwezige weidevogels daarop te registreren. Met behulp van deze methode werd duidelijk dat Bruine Kiekendief, Zilvermeeuw, Buizerd en Raaf als meest bedreigend werden ervaren door weidevogels.
-

## 6. Discussie

### 6.1. Algemeen

Meerdere studies hebben laten zien dat de vogels van het boerenland er slecht voor staan in Nederland (o.a. Teunissen & Soldaat 2006, Roodbergen & Teunissen 2019, Van Turnhout *et al.* 2020), maar ook in Europa (Voříšek *et al.* 2010). Vooral veranderingen in de landbouwpraktijk hebben daarbij een rol gespeeld met als resultaat dat de dichtheid aan vogels is afgenomen door afnames in voedselkwaliteit en –kwantiteit (o.a. Chamberlain *et al.* 2000, Benton *et al.* 2002, Berg *et al.* 2015). Via de invoer van beheermaatregelen wordt gepoogd daar verandering in aan te brengen. Inmiddels zijn er veel studies verricht die de effectiviteit van het totaal aan maatregelen hebben onderzocht (o.a. Breeuwer *et al.* 2009, Kleijn *et al.* 2001, Kleijn & Sutherland 2003, Franks *et al.* 2018, Van Turnhout *et al.* 2020). Uit al deze studies blijkt dat zowel in Nederland als in de rest van Europa de genomen maatregelen de algemene achteruitgang van boerenlandvogels en weidevogels in het bijzonder tot nu toe niet hebben kunnen stoppen. Dit komt enerzijds doordat de omvang en kwaliteit van de genomen maatregelen onvoldoende zijn en anderzijds doordat men maatregelen vaak in eerste instantie richt op de zeldzame soorten vanwege het uitsterfrisico en men minder aandacht schenkt aan de meer algemene soorten, ondanks hun vaak grotere belang in termen van ecosysteemfuncties (Inger *et al.* 2015). Maar ook maatregelen die specifiek een bepaalde soort moeten bedienen leveren lang niet altijd het gewenste resultaat, zoals bleek in het project Nederland-Gruttoland. Idee achter dit project was een mozaïek creëren van graslanden in verschillende groeistadia zodat op elk gewenst moment in het broedseizoen een breed scala aan graslanden voorradig was waarin Grutto's konden broeden dan wel hun jongen laten opgroeien. Vooral dit laatste was het primaire doel. In de praktijk bleek de overleving van de jongen in gebieden met mozaïekbeheer echter niet beter te zijn dan die in vergelijkbare gebieden zonder deze specifieke maatregelen (Schekkerman *et al.* 2008). Dit bleek vooral te komen doordat weersomstandigheden de bepalende factor zijn voor het moment waarop gemaaid kan worden en niet de kalender. Roodbergen *et al.* (2012) lieten voor West-Europa zien dat het uitkomstsucces van legfels in de periode 1950-1980 sterk afnam en dat dit samenviel met een verdubbeling van de nestverliezen door agrarische activiteit, terwijl de predatieverliezen in die periode afnamen. Sinds halverwege de jaren tachtig uit de vorige eeuw zijn de nestverliezen door agrarische activiteit echter weer gehalveerd, terwijl de verliezen door predatie

sinds de jaren tachtig zijn verdubbeld. De kuikenoverleving liet een gestage afname zien over de totale periode. Het eindresultaat is dat er onvoldoende jongen groot worden om de populatie op peil te houden. Hierbij moet wel worden bedacht dat nestgegevens veelal betrekking hebben op nesten die worden beschermd tegen met name agrarische werkzaamheden; zeker in Nederland geldt dat voor het gros van de nestgegevens. Een eerdere vergelijking tussen nestgegevens eind jaren tachtig en eind jaren negentig van nesten die **niet** werden beschermd liet zien dat bij Kievit en Grutto zowel de verliezen door werkzaamheden als die door predatie sterk waren toegenomen (Teunissen & Willems 2004). Predatie was verdubbeld en verlies door werkzaamheden was bij de Kievit met een factor anderhalf toegenomen en bij de Grutto met een factor zeven. Dat laatste had zeer waarschijnlijk te maken met de vervroeging van de maaidatum in de loop der jaren, terwijl de legdatum van de Grutto nauwelijks is veranderd (Kleijn *et al.* 2010). Bij het gebruik van nestgegevens verzameld door vrijwilligers moeten we ons dus realiseren dat het nesten betrof die in principe werden beschermd tegen agrarische activiteiten. De wijze van nestgegevensverzameling heeft mede om die reden veelal een opportunistisch karakter. Dit houdt in dat men vooral nesten zoekt op percelen waarvan men weet dat er normaal gesproken veel nesten aanwezig zijn, en dat er werkzaamheden gaan plaatsvinden. Vanuit beschermingsoogpunt heeft dit als voordeel dat een relatief groot deel van de aanwezige nesten in een gebied kunnen worden beschermd en dat zo efficiënt mogelijk wordt gewerkt (meer gevonden nesten per tijdseenheid). Nadeel van deze aanpak kan zijn dat dit een overschatting geeft van de dagelijkse overlevingskans van een nest (de kans dat een nest dat vandaag wordt bebroed de volgende dag nog steeds wordt bebroed) ten opzichte van het verzamelen van nestgegevens volgens een gestandaardiseerd protocol waarin binnen vaste grenzen een gebied volledig wordt afgezocht op nesten (Conkling *et al.* 2015). De bezoekfrequentie van het nest door vrijwilligers/onderzoekers kan ook de schattingen van het nestsucces beïnvloeden. Afhankelijk van de predatiedruk in een gebied kan elk bezoek aan een legsel ter controle extra verliezen opleveren, vermoedelijk doordat predatoren dan geattendeerd worden op de ligging van het nest of doordat ze het loopspoor naar het nest kunnen volgen (Goedhart *et al.* 2010). Die extra verliezen kunnen snel oplopen tot wel 15% per nestcontrole in gebieden met een hoge predatiedruk. Dit heeft er onder meer toe geleid dat nesten tegenwoordig minder vaak worden gecontroleerd en dat percelen waarvan men weet dat er geen agrarische

activiteiten gaan plaatsvinden (bijvoorbeeld grasland met een rustperiode tot 15 juni) niet meer worden afgezocht op nesten.

## 6.2. Landschap en predatie

Het gemiddelde uitkomstsucces over de afgelopen 15 jaar lag rond de 50% bij de vijf steltlopers die we hebben onderzocht, met uitzondering van de Wulp waarbij slechts 30% van de legsels kuikens opleverde. Dit verschil werd vooral veroorzaakt door een groot verschil in predatieverliezen. Bij de Wulp werd ongeveer de helft van de legsels opgegeten. Bij de andere steltlopersoorten lag het predatieverlies rond de 30%. Als we vervolgens kijken naar de ontwikkeling van de predatieverliezen in de loop der jaren zien we bij de Wulp de sterkste toename in predatieverliezen. Bij de Scholekster en Grutto was die toename minder sterk en bij de Kievit en Tureluur was die nog minder sterk. Bij alle soorten is er een effect van het postmuizenjaar in 2015, waarin de verliezen door predatie veel groter waren dan in de voorafgaande periode. In de daaropvolgende jaren namen de predatieverliezen weer langzaam af, waarschijnlijk doordat de aantallen predatoren na het goede muizenjaar van 2014 weer langzaam zijn afgenomen door het verminderde prooiaanbod. Muizen vormen immers het stapelvoedsel van veel predatoren. Ook 2007 was een goed muizenjaar en dus hadden we verwacht dat we ook in 2008 een toename in predatieverlies zouden zien, maar dat is niet het geval. Wat hiervan de reden is, is onduidelijk.

De samenstelling van het landschap is een belangrijke factor voor het voorkomen van predatoren en hun prooidieren. Nederland kent een grote diversiteit aan landschappen waarin de mens een grote rol heeft gespeeld, vooral door zijn strijd tegen het water. Dit heeft geresulteerd in een groot aantal landschapstypen die zich onderscheiden in bodemsamenstelling en daarnaast vooral in de cultuurhistorische ontwikkeling. Landschapstypen verschillen onderling behoorlijk in uitkomstsucces, vooral door predatieverlies. Het ruimtelijke patroon in predatieverliezen komt goed overeen met de eerder geproduceerde predatiekaarten (zie Teunissen *et al.* 2005). Het lijkt er echter op dat de grootste predatieverliezen tegenwoordig grofweg worden gevonden in het noordoosten van ons land, terwijl dit bij de vorige predatiekaarten vooral het geval was in het grootste deel van Overijssel en de oostelijke helft van Gelderland. Daar zien we nu nog steeds relatief grote verliezen, maar het beeld is daar nu veel gedifferentieerder. In 2000 waren de predatieverliezen in het noorden van Groningen en Friesland, alsmede het westen van Friesland nog onder het gemiddelde van

Nederland, terwijl deze gebieden nu worden gekenmerkt door de grootste predatieverliezen. Het is dan ook extra jammer dat juist voor Friesland geen gebruik kon worden gemaakt van de grote hoeveelheid nestgegevens die daar jaarlijks worden verzameld door vrijwilligers van de BFVW omdat het bestuur deze niet beschikbaar wilde stellen. De berekeningen zijn dan ook gebaseerd op gegevens die door andere partijen zijn verzameld. Hierdoor is de steekproef helaas kleiner geworden in dit deel van Nederland dan nodig was geweest, maar ondanks dat zien we zowel in de Zeeklei- als de Laagveenontginningsgebieden van Noord-Nederland een sterke toename in de predatieverliezen en wordt het beeld uit de vergelijking tussen de verschillende predatiekaarten dus bevestigd. Een directe oorzaak is hier niet direct voor te geven vooral doordat het ontbreekt aan goede informatie over de regionale populatieontwikkeling van de verschillende zoogdieren die betrokken zijn bij predatie van legsels. Alleen voor de Vos is hier iets over bekend (NDFV Verspreidingsatlas Zoogdieren). De trend van de Vos is stabiel voor Nederland, maar de soort kent in Gelderland een matige afname en in Zuid-Holland en Flevoland een matige toename; in de regio's waar de predatieverliezen zijn toegenomen is de trend helaas onzeker. Voor de kleine marterachtigen is de trend in het geheel niet bekend, ook voor de Bunzing is deze onduidelijk. De aantallen van de Steenmarter zijn stabiel of toegenomen, maar vooral de verspreiding is veranderd. Ten tijde van de vorige predatiekaarten kwam de Steenmarter vooral in Overijssel, Drenthe en verspreid in Groningen en Friesland voor. Tegenwoordig is de Steenmarter alom tegenwoordig in de drie noordelijke provincies en lijkt het aannemelijk dat de sterke toename in legselverliezen in deze delen van Nederland voor een belangrijk deel hierdoor verklaard kunnen worden. De predatieverliezen zijn nog steeds het kleinst in de zeeklei- en rivierkleigebieden, met als uitzondering hierop de zeekleigebieden in Noord-Holland.

## 6.3. Landschap en predatoren

De verschillen in predatieverlies tussen de onderscheiden landschapstypen zijn vrij groot en dat roept de vraag op of dit wordt veroorzaakt doordat in bepaalde landschapstypen het aantal predatoren veel groter is en/of het landschap predatoren meer kansen biedt om nesten leeg te roven. Om daar zicht op te krijgen zijn voor een aantal predatoren waarvan bekend is dat ze wel eens een nest leegroven allereerst verspreidingskaarten gemaakt om voor de verschillende landschapstypen te kunnen aangeven in hoeverre een bepaalde predator daar al dan niet voorkomt. Voor vliegende predatoren is daar een goede bron voor beschikbaar; de Vogelatlas van Nederland



(Sovon 2018). Voor de belangrijkste predatoren van legfels, de zoogdieren, is dat echter niet het geval. Dat heeft alles te maken met de meer verborgen levenswijze van zoogdieren, waarvan vele nachtactief zijn. Een echte dichtheidskaart met de verspreiding van de zoogdieren is daardoor helaas niet mogelijk. Een verspreidingskaart met de kans op voorkomen van een zoogdier was hierdoor het maximaal haalbare (zie voor een beschrijving van de methodiek § 2.2.3.). Deze kaarten geven daarvan een inschatting en zijn natuurlijk een reflectie van de kans om een soort waar te nemen, de dichtheden waarin die daar voorkomt en het activiteitenpatroon. De kaarten zijn gebaseerd op waarnemingen jaarrond over een periode van tien jaar. De zoogdierkaarten en het proces om tot deze kaarten te komen zijn regelmatig besproken met de Zoogdierverseniging en sluiten goed aan bij het beeld dat bij deze experts leeft. De verspreidingskaarten van de vogels en zoogdieren zijn niet direct onderling vergelijkbaar, ook al zijn de kaarten van de vogels eveneens omgezet naar een kans op voorkomen. Een belangrijk verschil is namelijk dat de vogelwaarnemingen zijn gebaseerd op vastgestelde broedparen in het broedseizoen over een periode van drie jaar. Niet broedende individuen die in een gebied aanwezig kunnen zijn, zijn daarvoor niet meegenomen. De kans op voorkomen bij de zoogdieren is gebaseerd op waarnemingen over een periode van tien jaar en dus is de waarneming van een enkel individu in die periode al bepalend. Niettemin bieden de kaarten wel de mogelijkheid om de landschapstypen onderling te vergelijken en relaties met landschapkenmerken en de geconstateerde predatieverliezen te onderzoeken.

De kaarten met de kans op voorkomen per zoogdier laten zien dat er grote verschillen bestaan tussen de soorten. Bunzing, Egel en Vos komen bijna overal in Nederland voor, terwijl Das, Hermelijn en Steenmarter alleen in bepaalde delen van Nederland worden aangetroffen. Een vergelijking met de predatiekaart (zie fig. 2.6) laat al direct zien dat het verspreidingspatroon van de afzonderlijke zoogdieren niet een op een aansluit op de predatieverliezen van weidevogels in Nederland. Zo zien we bij de Vos, die als een van de voornaamste predatoren wordt gezien, dat deze soms ook een hoge kans op voorkomen laat zien in gebieden met geringe predatieverliezen. Maar ook de kans op voorkomen van de zoogdieren gezamenlijk (bijlage 3) laat weinig overeenkomst zien met de predatieverliezen. Dit betekent dat

- 1) de soortensamenstelling van voor nestpredatie verantwoordelijke predatoren verschilt tussen gebieden/regio's, en/of dat
- 2) de effectiviteit waarmee zoogdieren (en waarschijnlijk ook vogels) nesten prederen verschilt tussen gebieden/regio's.

Dit laatste kan onder andere beïnvloed worden door de aan- of afwezigheid van geschikte uitvalsbases zoals bosjes of palen, door het aanbod aan alternatieve prooien, door de mate waarin nestlocaties van weidevogels opvallen en door de effectiviteit waarmee weidevogels predatoren kunnen verjagen.

#### 6.4. Landschap, predatoren en predatieverliezen

De analyses lieten zien dat als de kans op voorkomen van predatoren groter is in een gebied dit resulteert in meer legselverliezen door predatie. Voor de afzonderlijke steltlopersoorten werd dit alleen vastgesteld voor de Kievit als er een grotere kans is op zoogdieren en bij de Grutto bij meer vliegende predatoren. Dat laatste is enigszins onverwacht omdat we geen aanwijzingen hebben gevonden in allerlei camera-onderzoek naar daders die zo'n verschil tussen Kievit en Grutto kunnen verklaren. Op het niveau van de landschapstypen zien we soms ook omgekeerde effecten, waarbij de overleving juist toeneemt als predatoren toenemen. Dit illustreert het probleem bij dit soort correlatieve verbanden; het betreft lang niet altijd een oorzakelijk verband. Een ogenschijnlijk positief effect kan ontstaan doordat bijvoorbeeld het habitat waarin een positieve relatie wordt gevonden samengaat met meer alternatieve voedselbronnen voor de aanwezige predatoren en/of betere schuilmogelijkheden voor de broedvogels.

Van de predatoren die we hier hebben onderzocht zijn de zoogdieren samen met de Zwarte Kraai de belangrijkste predatoren van legfels (Teunissen *et al.* 2005, Van der Wal & Teunissen 2018). Daarom is voor elk van deze predatoren afzonderlijk het effect dat zij hebben op het predatieverlies onderzocht. Voor de steltlopers als groep blijkt dan dat de kans op voorkomen van Hermelijn, Steenmarter en Vos het sterkst correleert met de predatieverliezen bij nesten. De kans op voorkomen van de Das gaat samen met een toename in de totale verliezen bij steltlopers en Kievit, en alleen bij de Kievit gaat dat ook samen met meer predatieverliezen. De kans op voorkomen van de Bunzing vertoont juist een positieve correlatie met de nestoverleving. Dat lijkt ook te gelden voor de Egel, behalve bij de Tureluur, daar is het omgekeerde het geval. Voor drie landschapstypen waren er voldoende data (minimaal tien km-hokken met minimaal tien nesten) om voor de steltlopers gecombineerd te kijken naar de invloed van de verschillende predatoren. In de Oude Zeeklee west zien we een sterke negatieve relatie tussen predatie-overleving en de kans op voorkomen van Vos en Zwarte Kraai. Dit geldt ook voor de Zwarte Kraai in de Laagveenontginningsgebieden van

Noord-Nederland, maar in de Laagveenontginningsgebieden van West-Nederland is juist het omgekeerde het geval; hier gaat een toename in de kans op voorkomen van Zwarte Kraaien gepaard met kleinere verliezen door predatie (een positief effect op de overleving). In Nederland als geheel werd echter geen effect gevonden van Zwarte Kraaien, een aanwijzing dat het effect van de Zwarte Kraai nogal kan verschillen tussen landschapstypen. Een duidelijke oorzaak is hier niet voor aan te geven. De enige beheervariabele die van invloed was op het voorkomen van Zwarte Kraaien in Laagveenontginning west was de openheid van het landschap, waarbij een grotere openheid samen ging met een kleinere kans op het voorkomen van Zwarte Kraaien, terwijl die kans groter wordt naarmate de afstand tot de stadsrand kleiner is. Voor de twee andere landschapstypen werden geen effecten van beheervariabelen op het voorkomen van Zwarte Kraaien gevonden. Het gevolg van de gevonden relatie voor Laagveenontginningsgebied West zou dan inhouden dat een grotere openheid leidt tot een afname in de kans op voorkomen van de Zwarte Kraai en dat zou dan ongunstig zijn voor de weidevogels omdat uit de analyse naar voren kwam dat een toename van Zwarte Kraaien de overleving bevordert. Dat lijkt toch een onwaarschijnlijke uitkomst, ook al blijkt de rol van Zwarte Kraaien in predatieverliezen beperkt te zijn. Wellicht speelt hier een rol dat de kans op voorkomen van de Zwarte Kraai is gebaseerd op de aanwezigheid van broedparen en niet ook op losse exemplaren die niet deel nemen aan het broedproces. Die laatste zijn mogelijk meer van belang voor de kans op predatie van legsels.

Een belangrijke vraag die dan rest is in hoeverre de door ons als beheervariabelen aangemerkte landschapkenmerken van invloed zijn op de predatieverliezen (= 1 – dagelijkse overlevingskans ten opzichte van predatie) en totale overleving. Op het landelijk niveau zagen we geen relaties, alleen voor de Grutto zagen we een toename in predatieverliezen als het grondwaterpeil hoger was. Dat is tegengesteld aan de verwachting, aangezien een hoger waterpeil leidt tot een afname in de kans op voorkomen van de Hermelijn en het algemene beeld is dat ook Vossen nattigheid mijden. Een hoger waterpeil lijkt landelijk echter gepaard te gaan met een grotere kans op voorkomen van Vossen, Blauwe Reiger, Grote Zilverreiger, Kleine Mantelmeeuw en Zilvermeeuw (tabel 2.7). Van deze vijf soorten zijn alleen Vossen een belangrijke predator van legsels. Op het niveau van de landschapstypen voor de steltlopers als groep zien we meer relaties. De toename in predatieverliezen bij een hoger waterpeil zien we dan alleen terug in de Laagveenontginningsgebieden van West-Nederland. Dat betekent echter niet dat verlaging

van het grondwaterpeil voor weidevogels verstandig is, omdat het grondwaterpeil sterk bijdraagt aan de algehele verbetering van de kwaliteit van het habitat, onder andere door vertraging van de grasgroei, het bevorderen van een meer diverse vegetatie en daarmee een gevarieerder voedselaanbod voor kuikens (zie bijv. Eglington *et al.* 2010). Bij de overige vijf landschapstypen werd geen relatie vastgesteld. Verder werden alleen positieve relaties gevonden; met name in de Laagveenontginningsgebieden van Noord-Nederland.

Bij deze analyses moet echter bedacht worden dat de landschapsbeschrijving die we hebben gebruikt voor het leggen van relaties met predatieverlies mogelijk nogal grof is. Grootschalige elementen als bos en de samenstelling van het landschap voorspellen vooral de dichtheden van de weidevogels het best, terwijl het nestsucces juist het beste wordt voorspeld door kleinschalige vegetatiekenmerken (Reidy *et al.* 2017). Een fraai experiment van Muchai & du Plessis (2005) illustreert dit. Oude nesten werden met kunsteieren gevuld en vervolgens werden de lotgevallen van die nesten vergeleken met de oorspronkelijke lotgevallen. Daaruit bleek dat de oorspronkelijk gepredeerde nesten een veel grotere kans hadden om opnieuw gepredeerd te worden dan de succesvolle nesten. Zelfs als er een extra onderscheid werd gemaakt tussen ei- en kuikenfase. Dan bleek dat nesten die in de eifase waren gepredeerd een grotere kans hadden om opnieuw gepredeerd te worden dan nesten die in de kuikenfase waren gepredeerd. De kwaliteit van de nestlocatie is dus van grote invloed op de predatiekans van het legsel.

## 6.5. Beheer en predatoren

Het voorkomen van predatoren wordt bepaald door de karakteristieken van het landschap, maar ook door regionale ontwikkelingen. Zo kwam de Steenmarter tien jaar geleden vooral in de oostelijke regio van ons land voor, maar is deze nu meer naar het noorden en westen opgerukt. Bij de Hermelijn zien we juist dat deze zich in de afgelopen decennia steeds meer richting westen aan het terugtrekken is. De samenstelling van het landschap is een belangrijke factor in het voorkomen van predatoren. Daar zijn vele factoren bij betrokken die we hebben geprobeerd samen te vatten in de landschapstypen. Binnen die landschapstypen kunnen we een negental kenmerken van het landschap onderscheiden die door de mens zijn te beïnvloeden met beheer. Als we kijken in hoeverre deze kenmerken het voorkomen van de twee soortgroepen predatoren bepalen (vogels en zoogdieren) zien we in grote lijnen dat deze voor beide soortgroepen een vergelijkbaar effect hebben. Het is dus niet zo dat een bepaalde

beheervariabele een tegengesteld effect heeft voor zoogdieren ten opzichte van vogels. Voor Nederland als geheel gaat een intensiever landgebruik, meer openheid, grotere afstand tot de stadsrand en meer bomen die verwijderd kunnen worden gepaard met een kleinere kans op voorkomen van predatoren, terwijl een hoger waterpeil en meer verstoring door wegen juist gepaard gaan met een grotere kans op voorkomen van predatoren. Wel zijn er verschillen tussen de landschapstypen. Zo correleert verhoging van het waterpeil in sommige landschapstypen met een toename van het aantal predatoren, terwijl dit in andere landschapstypen juist een tegenovergesteld effect kan hebben. Dit kan worden veroorzaakt doordat het hier om relatieve veranderingen gaat. Een gemiddeld waterpeil van bijvoorbeeld 80 cm onder het maaiveld in een bepaald landschapstype kan bij verhoging naar 60 cm onder het maaiveld de leefomstandigheden voor een bepaalde predator verbeteren. Bijvoorbeeld doordat prooidieren in dichtheid toenemen dan wel beter bereikbaar worden. Maar andersom kan in landschapstypen die worden gekenmerkt door een relatief hoog waterpeil van bijvoorbeeld 40 cm onder maaiveld een verdere verhoging hier negatief op inwerken. Dit maakt de aanpak ingewikkeld omdat afhankelijk van de lokale omstandigheden een toename van een bepaald kenmerk in een gebied tot tegengestelde effecten kan leiden.

Als maat voor de intensiteit van het landgebruik hebben we de groenindex gebruikt die een indicatie is voor de hoeveelheid biomassa op een locatie. In het Nederlandse agrarische landschap betekent een hogere groenindex in het algemeen een hoge, dichte en monotone vegetatie. Dit heeft een negatief effect op het voorkomen van het voornaamste stapelvoedsel van veel predatoren; muizen (Schmidt *et al.* 2005, Villar *et al.* 2014, Pagh *et al.* 2015, Laidlaw *et al.* 2019), en kan er daarmee voor zorgen dat er minder predatoren zijn.

Een meer open landschap wordt gekenmerkt door minder predatoren, terwijl in meer gesloten gebieden veel predatoren een plek kunnen vinden waar ze kunnen schuilen, zich voortplanten of kunnen jagen. Maar ook de belangrijkste prooidieren vinden hier hun plekje. Vooral randen van percelen worden door muizen gebruikt (Cervinka *et al.* 2013, Šalek *et al.* 2010). Begrazing kan het voorkomen van muizen negatief beïnvloeden (Schmidt *et al.* 2005, Villar *et al.* 2014). In gebieden met vooral vliegende predatoren is er een relatie tussen de predatiekans en het habitatbeheer in de vorm van begrazing. Bij eenzelfde dichtheid aan predatoren leidt begrazing tot een toename in predatieverliezen, doordat de vegetatie korter wordt en daarmee de schuilmogelijkheden kleiner worden (Van der Wal & Palmer 2008, Schekkerman *et al.* 2009). Een minder open

landschap is complex van karakter door de afwisseling van verschillende landschapsstructuren zoals hagen en bosjes, maar ook verschillende gewassen. Dit type landschap wordt ook wel aangeduid als “het landschap van de angst” (Atuo & O’Connell 2017) en heeft invloed op het gedrag van de prooidieren. De verspreiding van broedvogels (vooral de trekvogels) wordt dan ook sterk bepaald door de kans op voorkomen van predatoren (Suhonen *et al.* 1994, Martínez-Padilla & Fargallo 2008). Zelfs het afspelen van geluiden van vliegende predatoren kan al leiden tot een afname in het voorkomen van een prooi-soort en soortenrijkdom (Hua *et al.* 2013). Aanwezigheid van antropogene structuren zoals muurtjes, prikkeldraad en erfbepanting en afstand tot stedelijke bebouwing spelen eveneens een rol. Predatoren als Das, Steenmarter, Vos, Buizerd, Havik en Zwarte Kraai worden hierdoor aangetrokken. Dit gaat namelijk gepaard met extra voedselbronnen (Manton *et al.* 2019) en uitvalsbases voor vogels (Wallander *et al.* 2006).

We vinden dus wel aanknopingspunten voor beheer via landschapsinrichting om de kans op voorkomen van predatoren te beperken, maar wat ook blijkt is dat het beheer niet in elk landschapstype hetzelfde effect zal hebben. Wanneer er een probleem met predatoren wordt vastgesteld is het dus niet alleen zaak vast te stellen welke predatoren in een gebied voorkomen, maar ook in wat voor soort landschap men zich bevindt en afhankelijk daarvan te besluiten welk beheer het beste kan worden toegepast. Hiervoor kan het beste gebruik worden gemaakt van de informatie die in bijlage 4 is te vinden waarin per landschapstype is aangegeven welke predatoren daar een relatief grote kans op voorkomen hebben en welke van de beheervariabelen die kans kunnen beïnvloeden. Deze aanpak kan worden samengevat met de leus:

#### Maatwerk op gebiedsniveau

Vooral het vaststellen welke predatoren actief zijn in een gebied is erg belangrijk voor men tot predatorbeheer overgaat. Er bestaat een delicaat evenwicht tussen de dichtheid aan prooidieren en predatoren, maar ook tussen predatoren onderling, en dat evenwicht kan ook nog eens verschillen tussen landschapstypen. Ingrijpen in zo’n systeem kan soms tot verrassende ontwikkelingen leiden. Er zijn talloze voorbeelden te vinden van het verwijderen van een bepaalde predator waardoor een andere predator werd bevoordeeld en het predatieprobleem soms groter werd dan vooraf het geval was (Bolton *et al.* 2007, Bellebaum & Bock 2009, Carlsson *et al.* 2010, Ellis-Felege *et al.* 2012, Trewby *et al.* 2014). Dit pleit er voor dat predatorbeheer wordt gericht op de hele groep van aanwezige predatoren, wat kan leiden tot

verbetering van de reproductie en groei van de populatie (Fletcher *et al.* 2010). In de praktijk is dit echter niet mogelijk. Alleen voor Vossen en Zwarte Kraaien kan een ontheffing worden verleend.

Het is tevens van belang een goed beeld te krijgen van de grootte van de impact die een predator heeft. Dat Vossen een grote impact op de populatie kunnen hebben is genoegzaam bekend (Teunissen *et al.* 2008, Mason *et al.* 2018). Een tweede soort die in Nederland vaak wordt genoemd en waarvoor ontheffing kan worden verleend ter bestrijding is de Zwarte Kraai. Een review van in totaal 42 studies naar het effect van kraaiachtigen op vogelpopulaties laat echter zien dat 81% van deze studies geen negatief effect hebben kunnen aantonen (Madden *et al.* 2015). In 46 % van de studies waar wel een effect werd aangetoond had dit betrekking op de reproductie en in 10% op de populatiedichtheid. Ook in Nederland lijkt de rol van de Zwarte Kraai beperkt (Teunissen *et al.* 2005, Oosterveld *et al.* 2017, Jonge Poerink & Dekker 2018, 2019). Zwarte Kraaien zijn slimme dieren en kunnen leren dat bij een markering of een camera wat te halen valt. Een recent voorbeeld is een Zwarte Kraai die had geleerd dat nabij wildcamera's eieren te vinden waren (Van der Velde *et al.* 2019). In het verleden is al aangetoond dat Zwarte Kraaien gebruik maken van markeerstokken bij nesten die vrijwilligers hebben geplaatst zodat de boer daar bij werkzaamheden rekening mee kan houden, doordat ze geleerd hebben dat daar iets te halen valt (Picozzi 1975, Salath 1987). Ze zijn zelfs in staat om hun langetermijngeheugen te gebruiken om eieren te gaan zoeken op exact dezelfde plek als een jaar daarvoor (Sonerud & Fjeld 1987). Het zijn voorbeelden van het vermogen bij Zwarte Kraaien om gebruik te maken van menselijk handelen, maar zoals uit onderzoek blijkt is hun impact beperkt. Aangezien camera's en markeerstokken Zwarte Kraaien kunnen aantrekken, mag worden verwacht dat het aandeel van nestpredatie door kraaien zelfs wordt overschat.

## 6.6. Weerbaarheid van weidevogels

Een van de mogelijke redenen waarom predatie een groter probleem is geworden voor weidevogels is de afname in dichtheid waarin weidevogels voorkomen. Dat zou kunnen betekenen dat veranderingen in habitatkwaliteit de predatiekans van een legsel of kuiken kunnen vergroten. Dit idee wordt gevoed door de waarneming dat als de dichtheid aan Kievitnesten groter wordt de predatiekans per nest afneemt (MacDonald & Bolton 2008). Bij een grotere dichtheid is de detectie kans van een predator groter en kunnen de broedvogels als groep zich beter verdedigen doordat ze met meer zijn. Een bekend fenomeen is dat de groepsgrootte van vluchten vogels een

bepalende factor is voor de predatiekans van een individuele vogel in een vlucht, zoals het geval blijkt te zijn bij Tureluurs in de winter (Cresswell & Whitfield 2008). Bij foeragerende vogels speelt voedselaanbod tevens een rol, want wanneer dit beperkt is, worden vogels gedwongen zich op te splitsen in kleinere groepen waarbij individuen zich verder uit elkaar bevinden.

In deze studie hebben we onderzocht in hoeverre de dichtheid aan broedvogels op basis van tellingen van invloed is op de predatiekans. Uit de resultaten blijkt dat vooral bij de Kievit de predatieverliezen van nesten afnemen bij toenemende dichtheden. Dit lijkt de hypothese te ondersteunen dat hogere dichtheden zorgen voor kleinere predatieverliezen door een efficiëntere verdediging van nesten, aangezien de Kievit ook de soort is die zijn nesten het felst verdedigt. Bij de overige soorten en de weidevogels als groep vinden we in eerste instantie geen verband tussen de dichtheid en de predatiekans. Wanneer we echter meer in detail dit onderzoeken blijkt er wel degelijk een verband te bestaan bij alle soorten als de predatie bovengemiddeld is (kwantielwaarden 75% en 90%). Behalve bij de Tureluur zien we dan bij alle soorten dat de predatiekans afneemt als de broedpaardichtheid toeneemt. Dit beeld verandert als we bij de analyse ook de dichtheid aan Kieviten betrekken, dan blijkt dat de aanwezigheid van Kieviten de predatiekans van tureluurnesten, maar ook die van grutto- en scholeksternesten verkleinen. Het is dan ook niet onverwacht dat nesten van Tureluurs regelmatig worden gevonden in de nabijheid van Kievitnesten. Voor Tureluurs is een grote dichtheid aan Kieviten dus van levensbelang voor het op peil houden van de populatie, maar ook voor Grutto en Scholekster dragen Kieviten flink bij aan het beperken van de predatieverliezen bij deze soorten. Dit illustreert het belang van bescherming voor niet alleen een bepaalde focussoort, maar voor de weidevogelgemeenschap als geheel en misschien wel de Kievit in het bijzonder.

Een review van 62 studies laat zien dat dit fenomeen bij veel soorten voorkomt en zich niet alleen beperkt tot vogels (Quinn & Ueta 2008). Soorten profiteren van andere soorten doordat die feller predatoren verjagen (voorbeeld Kievit) of vroegtijdig alarmeren voor predatoren. Maar zelfs potentiële predatoren kunnen als beschermende engel fungeren doordat ze fel de omgeving van hun eigen nest verdedigen tegen predatoren en daarmee een veilige omgeving creëren voor niet-predatoren. Zo kan de Rotgans (*Branta bernicla*) in jaren met een groot aanbod aan Lemmingen (*Lemmus sibiricus*) succesvol broeden in de nabijheid van een sneeuwuilennest (*Nyctea scandiaca*), omdat Sneeuwuilen zich voor hun voedsel voornamelijk richten op de lemmingen en



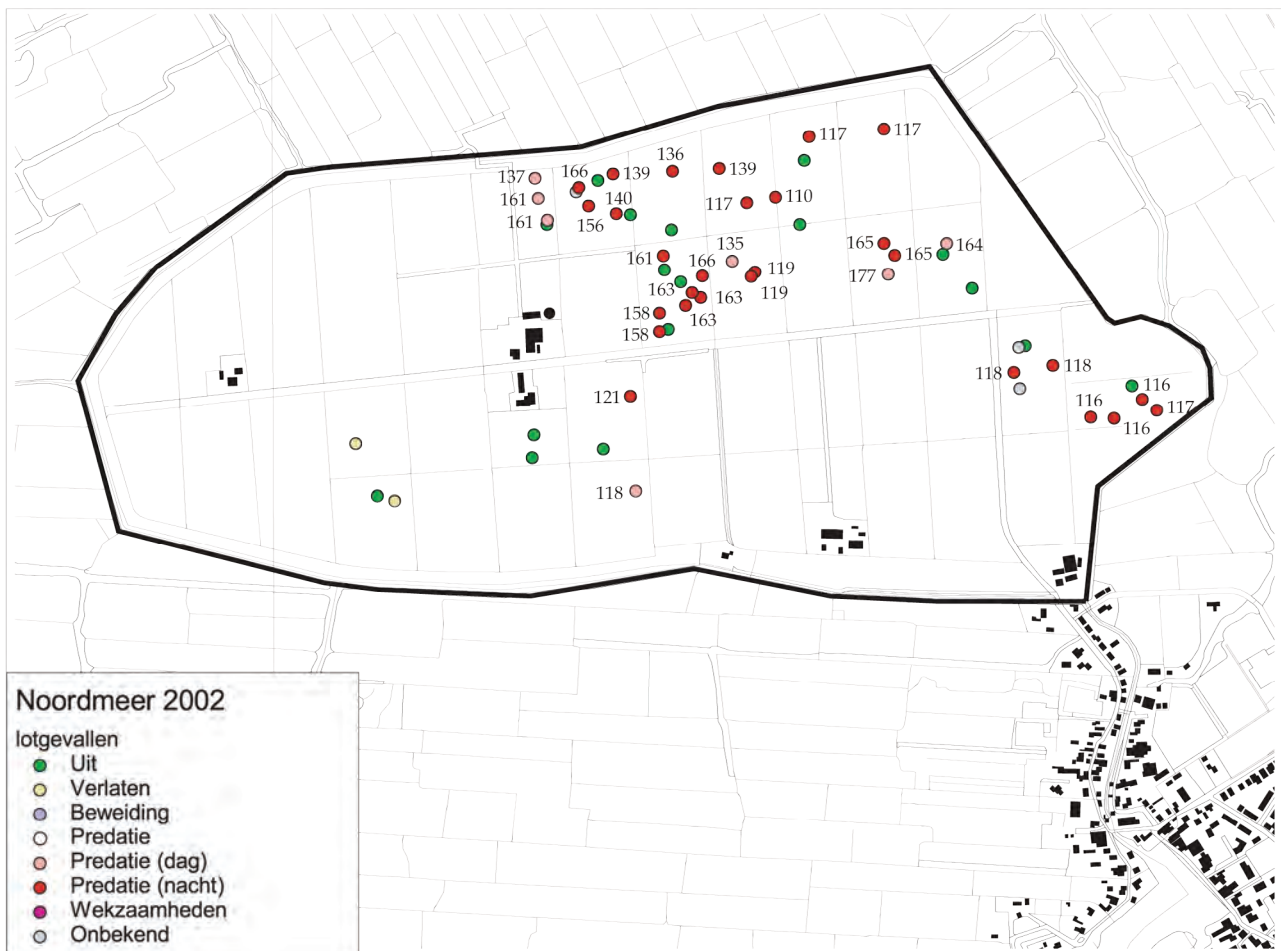
Poolvossen bij hun nest wegjagen (Ebbinge & Spaans 2002).

Er blijkt dus wel degelijk een relatie te bestaan tussen de dichtheid aan weidevogels en de predatiekans en dat roept de vraag op of er een dichtheid is aan te geven waarboven de predatiekans niet meer sterk verandert. We hebben dit proberen vast te stellen met gesegmenteerde kwantielregressie. De resultaten van deze analyses zijn niet eenduidig te noemen, waardoor het niet goed mogelijk is een duidelijke indicatie te geven van de minimale dichtheid die nodig is voor een populatie om predatoren te verjagen. Daar kunnen vele oorzaken voor worden aangegeven. Een belangrijke oorzaak is waarschijnlijk dat er grote verschillen in de relatie kunnen bestaan tussen type landschap. In onze analyse hebben we daar geen rekening mee kunnen houden vanwege de te beperkte steekproef per landschapstype. De strategie van de prooi-soort kan namelijk behoorlijk verschillen tussen graslandtypen. Afhankelijk van de grashoogte zullen Spreeuwen (*Sturnus vulgaris*) weglopen (lang gras) of opvliegen (kort gras) bij nadering van een Havik (Devereux *et al.* 2008) en zal de spreekwendingheid eveneens verschillen. Maar los van deze methodologische problemen zien we wel aanwijzingen dat er sprake is van een omslagpunt in de predatiekans bij een bepaalde dichtheid. Dat kwam het duidelijkst naar voren bij de Kievit waarbij we een sterke afname in de predatiekans zagen als de dichtheid boven de door het model berekende drempelwaarde lag. Bij de andere soorten zagen we een iets ander patroon. Hier zagen we een sterke afname in de predatiekans als de dichtheid toenam richting de berekende drempelwaarde en dat daar boven er nog maar weinig verandering in de predatiekans was. Dit zou betekenen dat voor de Kievit maximaliseren van de dichtheid gunstig is voor het verkleinen van de predatiekans, terwijl dit voor de andere soorten alleen maar geldt voor dichtheden onder de drempelwaarde. Maar zoals gezegd gaf de analyse geen eenduidig beeld. Het is duidelijk dat de predatiekans groter wordt naarmate de dichtheid afneemt, maar of er sprake is van een duidelijk omslagpunt is, is de vraag. Waarschijnlijker is dat er een bepaalde range is aan te geven in de dichtheid waaronder predatie meer kans krijgt en dat dit (sterk?) kan verschillen per landschapstype. Het is interessant om dit verder uit te werken omdat het ons inzicht vergroot in wat minimaal nodig is voor een kansrijke populatie, maar om dat goed te kunnen analyseren zullen we veel gericht gegevens moeten verzamelen. Het verdient daarbij aanbeveling de BMP-tellingen en de verzameling van nestgegevens beter op elkaar af te stemmen, door beide typen gegevens binnen dezelfde, duidelijk omgrensde gebieden te verzamelen.

In aansluiting hierop hebben we ook onderzocht in hoeverre de populatiedichtheid wordt beïnvloed door de predatiedruk. De analyse resulteerde niet in significante relaties, maar het algemene patroon lijkt er op te wijzen dat de populatiedichtheid vooral samen gaat met de predatiedruk in het voorafgaande jaar. Dit sluit aan bij Møller *et al.* (2018) die eenzelfde effect vonden bij een vijftal steltlopersoorten in een natuureservaat in Denemarken. Daar leidde een grote rijkdom aan nutriënten tot een hoge populatiedichtheid en verklaarde deze factor samen met de predatiedruk in het voorgaande jaar 86% van de variatie in populatieomvang. Møller *et al.* (2018) komen dan ook tot de conclusie dat hun bevindingen aansluiten bij de hypothese dat predatie de populatieomvang verkleint via een negatief verband met de populatiedichtheid, terwijl de nutriëntenrijkdom zorgt voor meer dekking via vegetatiegroei en voedselaanbod. In Nederland is dit voor voedselaanbod ook aangetoond voor de Grutto (Schekkerman *et al.* 2009, Kentie *et al.* 2015).

## 6.7. Incubatiegedrag

De incubatieperiode is een kwetsbare periode. Voor de vogels die de eieren bebroeden is dat de periode waarin ze het grootste risico lopen om zelf gepredeerd te worden. Toch is de incubatie van de eieren een essentieel onderdeel van de voortplanting, dus weidevogels ontkomen er niet aan om dit risico te nemen. Daarnaast zijn ook de eieren kwetsbaar voor predatie. Het minimaliseren van de duur van de incubatieperiode heeft dus een reeks aan voordelen: als een vogel zoveel mogelijk tijd op het nest doorbrengt, verkort dat de duur van de ontwikkeling van de embryo's, wat weer de tijd verkort dat de oudervogel en/of de eieren kunnen worden gepredeerd. Lange onderbrekingen in het broeden kunnen leiden tot stagnatie in de groei van het embryo en het verlengen van de totale broedduur (Webb 1987, Grønstøl 2003). Aan de andere kant is het zo dat als een oudervogel weinig op het nest zit, de kans dat zij zelf gepredeerd wordt kleiner is, en zij bovendien de locatie van haar eieren niet verraad. De oudervogel moet zichzelf echter ook onderhouden door voedsel te zoeken. Het aantal keren dat een vogel van het nest af of naar het nest toe gaat moet dan wel geminimaliseerd worden om geen aandacht op de nestlocatie te vestigen. Het is aannemelijk dat deze interactie tussen het incubatiegedrag en de predatiekans heeft geleid tot strategieën die de predatiedruk minimaliseren. Vogelsoorten die broeden op relatief kale grond of in kort gras verraden de locatie van hun nest naar verwachting eerder door hun aanwezigheid dan vogels die in hoger gras broeden. Daarom verwachtten we dat strategieën tussen soorten zullen



Figuur 6.1. Ligging van weidevogellegfels in de Noordmeerpolder in 2002, waarbij per nest per dagnummer is aangegeven wat het eindresultaat van het nest was (zie Teunissen *et al.* 2005).

verschillen. Bovendien verwachtten wij dat deze verschillen worden uitvergroot bij een hogere predatiedruk in een gebied.

In deze studie hebben wij van drie weidevogelsoorten voldoende gegevens verzameld voor robuuste uitspraken: de Grutto en Tureluur, die in relatief lang gras broeden, en de Kievit, die veelal op de kale grond of in kort gras broedt. In overeenstemming met onze verwachting vonden wij dat de Grutto en Tureluur gemiddeld een groter deel van de tijd op het nest doorbrachten dan de Kievit. Ook brachten zowel Kieviten als Grutto's over het algemeen 's nachts meer tijd op het nest door dan overdag. De Kievit verliet vaker het nest dan Grutto en Tureluur en ook voor kortere perioden. Het lijkt er dus op dat Grutto en Tureluur iets voorzigtiger met hun nestlocatie omgaan of minder vaak de noodzaak hebben om het nest te verlaten dan Kievit. Dit heeft waarschijnlijk ook te maken met een verschil in broedgedrag en uiterlijk, waarbij Kieviten vertrouwen op het verjagen van een predator, terwijl Grutto en Tureluur meer vertrouwen op de verborgen ligging van hun nest en hun eigen camouflage. Dit gedrag

wordt bevestigd doordat de tijd tussen het opvliegen van het nest en het verschijnen van de predator bij het nest bij de Kievit langer is dan bij de twee andere soorten (Teunissen *et al.* 2005). Het incubatiegedrag van zowel Kievit als Grutto veranderde iets naarmate het einde van de incubatie in zicht kwam. In de dagen voor het einde van de incubatieperiode brachten ze minder tijd op het nest door en verlieten vaker het nest. Dit gold zowel voor nesten die werden gepreedeerd als voor nesten die succesvol uitkwamen. Bij succesvolle legfels komt dit waarschijnlijk vooral doordat de broedvogel reageert op het piepen van de jongen in het ei en als eenmaal het eerste ei is uitgekomen zorgen de beweeglijke kuikens ervoor dat de broedvogel ook vaker zal bewegen en vaker het nest (even) verlaat. In het geval van gepreedeerde nesten zien we in de laatste dagen voor de predatie dat het nest eveneens vaker wordt verlaten, terwijl dit eigenlijk overeen zou moeten komen met de gemiddelde aanwezigheid ruim voor de uitkomstdatum van succesvolle legfels, aangezien nesten gemiddeld twaalf dagen voor de verwachte uitkomstdatum werden gepreedeerd (Teunissen *et al.* 2005). Het is niet uit de data af te leiden of dit gedrag van de vogel leidde

tot predatie of dat de aanwezigheid van een predator mogelijk zorgde voor meer onderbrekingen in de incubatie. Het laatste lijkt echter waarschijnlijker omdat het aantal keren dat het nest werd verlaten bij succesvolle en gepredeerde nesten vergelijkbaar was tot ongeveer twee dagen voor de uitkomst/predatie en we dus geen aanwijzingen hadden dat er gedragsverschillen bestonden tussen succesvolle en niet-succesvolle vogels. Predatie van een nabij gelegen nest kan leiden tot verstoring van het controle-nest (Bellebaum & Bock 2009). Het lijkt er op dat dit zeker in gebieden waarin Vossen een belangrijk deel van de predatie voor hun rekening nemen regelmatig zal voorkomen. Ter illustratie figuur 6.1 met een voorbeeld van legfels in de Noordmeer 2002, waarin per datum (dagnummer) de lotgevallen zijn aangegeven. Niet aangegeven is het tijdstip van predatie. Maar bijvoorbeeld op dagnummer 116 zijn er drie nesten kort na elkaar gepredeerd om 22:40, 23:00 en 23:20 uur. De broedvogels van het tweede en derde nest zijn dan natuurlijk verstoord, hetzij door de predator zelf, hetzij door de alarmerende broedvogel van het eerste legsel dat werd gepredeerd.

In de loop van het broedseizoen neemt de incubatie-inspanning langzaam af waardoor aan het eind van het seizoen Kieviten 100 min en Grutto's 115 minuten per etmaal minder tijd doorbrachten op het nest. Deze afname in incubatietijd werd vooral veroorzaakt doordat de broedvogels het nest vaker verlieten en dus niet omdat ze langer wegbleven. Hier kunnen meerdere redenen aan ten grondslag liggen. De gemiddelde temperatuur stijgt tijdens het seizoen waardoor eieren aan het eind van het seizoen minder snel zullen afkoelen dan aan het begin en vogels zich dus meer kunnen permitteren. Een tweede mogelijkheid is dat dit wordt veroorzaakt doordat later in het seizoen de predatiedruk toeneemt omdat de predatoren dan zelf ook jongen hebben en hun voedselbehoefte dus toeneemt (Chamberlain & Crick 2003, Teunissen *et al.* 2005).

Tussen studiegebieden en jaren waren grote verschillen in incubatie-inspanning, en dit bleek voor een deel te kunnen worden verklaard door verschillen in predatiedruk. In gebieden waar veel weidevogelnesten verloren gingen aan predatie, gedroegen zowel Kieviten als Grutto's zich anders dan in gebieden met een lage predatiedruk. Het effect van een hogere predatiedruk week echter af van onze verwachting op basis van onderzoek aan Tureluurs waarin werd gevonden dat nesten in gebieden met een hoge (nachtelijke) predatiedruk 's nachts minder vaak werden bebroed (Cervenci *et al.* 2011). In ons onderzoek reageerden Kieviten op een hogere predatiedruk door juist meer tijd op het nest door te brengen, terwijl bij Grutto's geen verschil werd aan-

getoond. Deze toename in incubatietijd bij de Kievit trad echter vooral overdag op. Mogelijk wil de oudervogel compenseren voor de toegenomen nachtelijke afwezigheid bij het nest wat wel aansluit bij de bevindingen van Cervenci *et al.* (2011). Daarnaast waren er bij zowel de Grutto als bij de Kievit minder bewegingen van of naar het nest bij hoge predatiedruk. Mogelijk om te voorkomen dat de nestlocatie wordt verraden. Ondanks het gegeven dat de meeste nestpredatie 's nachts plaatsvindt, was het dus niet zo dat vogels 's nachts vaker het nest verlieten. Dit kan ook samenhangen met de taakverdeling tussen de mannetjes en de vrouwtjes. Bij een deel van de nesten die met temperatuurloggers zijn gevolgd hebben ook camera's gestaan waarmee precies geregistreerd kon worden wanneer het mannetje en het vrouwtje broedt. Bij een selectie van in totaal 20 Kievitnesten is in het verleden gedurende een periode van vier dagen per nest het incubatiegedrag van mannetjes en vrouwtjes aan het begin van het broedseizoen (om de kans op herlegfels te beperken) onderzocht (Jongbloed *et al.* 2006). Daaruit kwam naar voren dat vrouwtjes overdag ongeveer tweederde van de incubatietijd voor hun rekening namen en 's nachts zelfs ruim 90%. De gemiddelde duur van een broedbeurt was overdag ongeveer 25 minuten voor beide geslachten, maar 's nachts duurde de broedbeurt van een mannetje ongeveer 45 minuten en die van een vrouwtje 135 minuten. Aannemende dat in eerste instantie de mannetjes zich bezig houden met het verjagen van predatoren kan dat verklaren waarom wij 's nachts minder vaak zien dat een nest werd verlaten in een gebied met veel predatie, omdat dan vooral de vrouwtjes op de eieren zitten. Om daar met zekerheid iets over te kunnen zeggen zou dit echter beter uitgezocht moeten worden.

Samenvattend zouden we kunnen speculeren dat Kieviten bij hogere predatiedruk door nachttactieve roofdieren dit overdag compenseren door meer tijd op het nest door te brengen, omdat ze 's nachts langere perioden van het nest af gaan. Het risico om daardoor zelf ten prooi te vallen aan predatoren is mogelijk aanvaardbaar door het gegeven dat de Kievit overdag vanaf het nest doorgaans redelijk goed uitzicht heeft en de met name nachttactieve zoogdieren zich dan minder vertonen en de Kievit er op kan vertrouwen op tijd weg te kunnen komen als een predator het nest benadert. De Grutto daarentegen broedt diep in het gras en kan predatoren minder goed aan zien komen. Het verlies van het eigen leven heeft bij een langlevende soort als de Grutto een grotere fitnessconsequentie dan het verlies van een legsel. Een langere afwezigheid van het nest op het moment dat nachtelijke predatoren actief zijn, kan een strategie zijn om de eigen overlevingskans te vergroten. Broedvogels proberen vaak in eerste





Voswerende nestbeschermers. Links het kooimodel en rechts de uitgebouwde nestbeschermer waarvan het dak onder stroom wordt gezet. De beschermers zijn gemaakt door Nils Spaans.

instantie de aandacht van het nest af te leiden door specifiek gedrag. Dit gedrag houdt ook een risico in, namelijk dat de broedvogel zelf gepakt wordt. Korte afwezigheid bij het nest gaat vaak samen met dit type afleidingsgedrag, terwijl een langere afwezigheid samen gaat met een grotere kans op predatie van het nest (Smith & Edwards 2018). Dit lijkt aan te sluiten bij de langere nachtelijke afwezigheid op het nest van de Kievit. Het belang van de ouderactiviteit in het beperken van predatiegedrag moet echter niet worden overschat. De kenmerken van de nestlocatie zijn van veel groter belang voor het uitkomen van een legsel dan de ouderactiviteit (Muchai & du Plessis 2005). Het is aannemelijk dat dit ook de verklaring is voor het verschil in uitkomstsucces van legfels tussen extensief en intensief beheerde graslanden, waarbij het uitkomstsucces in de extensief beheerde graslanden hoger is en vergelijkbaar met die op weilanden in de jaren tachtig van de vorige eeuw (Kentie *et al.* 2015).

## 6.8. Predatorenbeheer

Het wegvangen van Zwarte Kraaien en het afschieten van Vossen zijn methoden die al zeer lang in Nederland worden toegepast als predatorenbeheer onder strikte regelgeving. Per provincie kan deze echter verschillen. Inmiddels is gebleken dat in bepaalde delen van Nederland ook andere predatoren een belangrijke rol spelen met als bekendste voorbeeld op dit moment de Steenmarter in Noordoost-Nederland. Momenteel wordt geëxperimenteerd met het wegvangen van Steenmarters (Jonge Poerink & Dekker 2018, 2019). Er is echter veel discussie over het wegvangen en/of afschieten van predatoren. Enerzijds betreft het dan ethische vraagstukken en anderzijds geven jagers aan dat ze onvoldoende middelen ter beschikking krijgen (bijvoorbeeld vangkooien, lichtbakken) om dit predatorbeheer

goed uit te voeren. Om die reden wordt al vrij lang gezocht naar en geëxperimenteerd met alternatieve methoden om het aantal predatoren, of hun impact, te beperken.

In het verleden is wel gezocht naar mogelijkheden om individuele nesten af te schermen voor predatoren. Een bekend voorbeeld hiervan is het uitrasteren met schrikdraad van nesten van de Grauwe Kiekendief (*Circus pygargus*) door het Kenniscentrum Akkervogels (voorheen Werkgroep Grauwe Kiekendief). Door het beperkte aantal broedvogels van deze soort en de verspreid gelegen nesten is dit eigenlijk de enige methode voor deze soort. Voor weidevogels is dit vrijwel onmogelijk, omdat ze in Nederland in veel grotere aantallen en dichtheden voorkomen. Toch is met individuele nestbescherming tegen predatie in het verleden wel geëxperimenteerd. Bijvoorbeeld in Waterland waar men twee typen nestbeschermer heeft uitgetest; een nestbeschermer die bestaat uit een kooi waarvan de spijlen zo ver uit elkaar staan dat de broedvogel er wel door kan, maar een Vos niet (kooimodel) en een nestbeschermer gebaseerd op de traditionele nestbeschermer waarvan de bovenkant is vergroot en onder stroom wordt gezet waardoor een Vos om bij de eieren te komen in aanraking zal komen met die bovenkant (elektrisch model, zie foto's).

In een pilotstudie is onderzocht of deze vorm van nestbescherming de predatiekans kon verminderen (Teunissen 2005). Naast beide voswerende nestbeschermers werden ook legfels gevolgd met een standaard nestbeschermer en markering met bamboestokken. Nesten in de kooi werden vaker gepreedeerd dan nesten onder de elektrische en normale nestbeschermer, maar nesten onder de twee typen nestbeschermer werden weer vaker verlaten. Opvallend was dat relatief veel nesten 's nachts werden verlaten, waarschijnlijk als gevolg van verstoring door predatoren. Een vergelijkbaar experiment is



ook in Zweden uitgevoerd waarbij de nestbeschermer een soort combinatie vormde van de traditionele nestbeschermer en de kooiconstructie (Isaksson *et al.* 2006). Dit leidde wel tot een beter uitkomstsucces, maar de incubatietijd was langer bij de Kievit en Tureluurs bleken een grotere kans te hebben om zelf te worden gepredeerd. Vanuit populatiedynamisch oogpunt is de adultenoverleving belangrijker dan het nestsucces, dus nestbeschermers die de predatiekans van de oudervogel vergroten hebben eerder een negatief dan een positief effect op de populatie.

Voor zeldzame soorten als de Grauwe Kiekendief is lokale nestbescherming dus een goede methode om predatieverliezen te beperken (indien deze het risico voor de oudervogel niet vergroten), maar voor weidevogels zijn de geteste methoden te riskant en veel te arbeidsintensief gegeven de aantallen vogels. Tegenwoordig wordt daarom meer gewerkt met het uitrasteren van een heel gebied/groep percelen. Deze methode wordt uitgebreid toegepast in het Verenigd Koninkrijk bij weidevogelreservaten en vindt ook in Nederland steeds meer opgeld. Aan een systematisch onderzoek naar de effectiviteit van de maatregel ontbrak het nog in Nederland. Vandaar dat in 2018 in een aantal gebieden is onderzocht wat het uitkomstsucces is van legsels binnen een raster in vergelijking met gebieden zonder een raster. In hetzelfde jaar is ook onderzocht wat de legselresultaten waren in een gebied waar de Vos structureel werd bestreden. Het resultaat is duidelijk; in alle gebieden met raster was het uitkomstsucces van de legsels veel hoger (gemiddeld 89% met raster en 20% zonder raster). Tussen de gebieden waren er wel verschillen. Daarbij zal de samenstelling van de predatorgemeenschap een rol spelen of individuele verschillen in specialisatie voor een bepaalde prooi tussen de daders. Een bijkomend effect lijkt te zijn dat in de twee gebieden waar men al langer ervaring heeft met dit soort rasters er geen enkel nest werd verlaten, terwijl in de twee gebieden waar men voor het eerst met rasters werkte wel een (beperkt) deel van de nesten werd verlaten. Uit onderzoek in het Verenigd Koninkrijk blijkt dat het uitrasteren van een locatie altijd leidt tot een verbetering van het uitkomstsucces en tevens de reproductie (het aantal jongen dat vliegvlug wordt) ongeacht het type raster (Smith *et al.* 2011). Het beste resultaat werd echter bereikt met een elektrisch raster aangesloten op vaste stroom in combinatie met een standaard veeraster (Malpas *et al.* 2013). Rasters hebben dus niet alleen effect op het uitkomstsucces van het legsel, maar ook op de overleving van de jongen. Zo bleek in Zwitserland dat de kuikenoverleving van Kieviten 's nachts buiten het raster lager was dan er binnen, waarbij men het sterke vermoeden heeft dat dit door Vossen komt (Rickenbach *et al.* 2011). Dit is recent bevestigd door Mason *et al.* (2018) die

liet zien dat Vossen de grootste impact hadden op de kuikenoverleving en volledig verantwoordelijk waren voor de nachtelijke verliezen. Ook zangvogels kunnen profiteren van rasters. De belangrijkste verliesoorzaak voor Sprinkhaangorzen (*Ammodramus savannarum floridanus*) in Florida in gebieden zonder raster is predatie (Hewett Ragheb *et al.* 2019). Het uitvliegsucces van de vogels binnen het raster bleek 60% te zijn tegenover 28% daarbuiten. De effectiviteit van het afschot bleef daar dus ver achter bij het plaatsen van rasters. Werd binnen de rasters ongeveer 7% van de legsels gepredeerd, in het afschotgebied bedroeg dit 63%, slechts iets minder dan in de controlegebieden waar 78% werd gepredeerd. Doordat een deel van de nesten met temperatuurloggers of een wildcamera is gevolgd kon het tijdstip van predatie en/of de dader worden bepaald. In de controlegebieden werd 72% 's nachts gepredeerd, in de rastergebieden een derde en in het afschotgebied 60%. De nachtelijke predatie in het afschotgebied was dus nauwelijks minder dan in de controlegebieden en bleek deels toch nog het werk van een Vos, maar vooral van Bunzing. Hermelijn predeerde overdag nog een nest. Dat ondanks het afschot van de Vos toch nog zoveel legsels 's nachts werden gepredeerd is mogelijk een gevolg van concurrentie tussen twee soorten predator, waarbij de Bunzing gebruik heeft gemaakt van de vrijgekomen plekken door het vossenafschot. Dit wordt met regelmaat geconstateerd (Bodey *et al.* 2011). Na een uitgebreid experiment met predatorbeheer van Vos en Zwarte Kraai in het Verenigd Koninkrijk kwam men tot de conclusie dat er geen overall effect van het predatorbeheer was (Bolton *et al.* 2007) en dat het effect per gebied sterk kan verschillen. Verschillen in habitat tussen gebieden spelen daarbij eveneens een rol. Zo blijkt een toename van de begraaiing van 0% naar 10% in een gebied al te leiden tot een toename van 48% in de inspanning voor predatorbeheer om hetzelfde effect te bereiken (Douglas *et al.* 2014).

## 6.9. Omvang kerngebieden in relatie tot predatie

In de verschillende onderzoeken die zijn uitgevoerd naar de factoren die bepalend zijn voor het voorkomen van weidevogels is diverse malen gepoogd een indicatie te geven van de gewenste omvang van een weidevogelgebied om een stabiele gruttopopulatie binnen zo'n gebied mogelijk te maken (Teunissen *et al.* 2012, Melman *et al.* 2012). Als ondergrens voor een kerngebied wordt in die onderzoeken een omvang van ca. 250 ha of 450 ha genoemd, waarbij de kern van dat gebied 100 ha beslaat met daaromheen een buffer van 300 m resp. 600 m waarin de open-

heid voldoende is en er voldoende voedsel te vinden is voor de broedvogels. In de praktijk wordt vooral met de 250 ha gewerkt en dan blijkt echter dat lang niet alle gebieden waarvan men denkt dat die qua landschapsinrichting en beheer voldoen aan wat weidevogels nodig hebben een stabiele weidevogelstand kennen. In de verkenning naar de benodigde omvang van een kerngebied kwam naar voren dat bij een gebiedskwaliteit die samengaat met een stabiele populatie een omvang van 2500 ha noodzakelijk is, wil men de kans op uitsterven van die populatie zo klein mogelijk houden (Teunissen *et al.* 2012). Alleen in het geval van brongebieden, waarin een surplus aan jongen wordt geproduceerd, kan met kleinere gebieden worden volstaan van bijvoorbeeld 250 ha, mits deze zich in een netwerk van vergelijkbare gebieden bevinden. Op basis van modelberekeningen kwamen Melman *et al.* (2012) tot een benodigd oppervlak van 40.000 ha aan kerngebieden, waarvan een derde de kwaliteit van een brongebied moet hebben, om een grutpopulatie van 15.000 broedparen, de helft van de huidige populatie-omvang (Sovon 2018), in stand te houden.

Een omvang van 250 ha is dus wellicht aan de magere kant en het bereiken van de noodzakelijke kwaliteit daarbinnen zodat het als brongebied kan fungeren is ook niet eenvoudig. Als dit wel gerealiseerd kan worden is een telkens terugkerende vraag of voor het succes van het uitgevoerde beheer predatie niet de bepalende factor voor de populatietrend van weidevogels is. Zo ja, hoe groot moet een kerngebied en de buffer daaromheen dan zijn gegeven de aanwezige predatoren in een gebied? Dit is geen eenvoudig te beantwoorden vraag. We hebben daarbij niet alleen te maken met eieretende predatoren, maar ook kuikenetende predatoren. Onder de eiereters hebben we vooral te maken met zoogdieren en bij de kuikens met een combinatie van vogels en zoogdieren (zie bijv. Teunissen *et al.* 2008). De vogels kunnen grofweg worden onderscheiden in roofvogels en reigerachtigen. Van beide is bekend dat ze flinke afstanden kunnen afleggen voor hun voedsel, waarbij afstanden van minimaal vijf km geen uitzondering zijn. Van de zoogdieren zijn de belangrijkste predatoren de Steenmarter, Vos en Hermelijn, waarbij de eerste zich voor zover bekend beperkt tot het eten van eieren, terwijl de laatste twee ook kuikens vangen. De homerange van zoogdieren kan zeer variëren (tabel 6.1).

De grootte van het territorium/homerange wordt sterk bepaald door het voedselaanbod ter plekke. De homeranges van mannetjes en vrouwtjes kunnen enorm verschillen. Zo werd in Frankrijk bij de Europese Nerts (*Mustela lutreola*) een homerange van 2971 ha gevonden voor de ♂ en van 257 ha voor

Tabel 6.1. Homerange/territoriumgrootte van zes zoogdieren die een rol spelen bij predatie van weidevogellegels. Bron: Lange *et al.* 1994 en [www.zoogdierverseniging.nl](http://www.zoogdierverseniging.nl).

Soort	territorium	leeftijd	actief
Hermelijn	4-50 ha	♂ 3-4 x ♀	dag en nacht
Bunzing	8-1000 ha	♂ veel groter dan ♀	nacht
Steenmarter	80-700 ha	♂ veel groter dan ♀	nacht
Das	30-400 ha		nacht
Vos	100-400 ha		nacht
Egel	<30 ha	♂ veel groter dan ♀	nacht

de ♀ en was de gemiddelde afstand die per dag werd afgelegd respectievelijk 1,4 km en 0,4 km (Fournier *et al.* 2008). Bij de Bunzing vonden zij een homerange voor de ♂ van 707 ha en voor de ♀ van 51 ha en werd dagelijks gemiddeld respectievelijk 0,7 km en 0,2 km afgelegd. Hermelijnen vertonen binnen agrarisch gebied eveneens een grote variatie. In Canada was dit voor een ♂ 31 ha en voor een ♀ 5,4 ha, in de bergvalleien van Zwitserland had een ♂ een homerange van 21 ha en een ♀ een van 5,1 ha, terwijl in de Zweedse moeras- en graslanden de homerange van een ♂ in de paartijd 734 ha was en daarbuiten 17 ha (Hellstedt & Henttonen 2006). Ook bij Steenmarters wordt een grote variatie in homerange aangetroffen. Uit onderzoek aan 41 gezenderde Steenmarters op twee locaties die verschilden in de mate van isolatie ten opzichte van hun omgeving bleek dat de homeranges van mannetjes in het voorjaar/zomer groter waren en ongeveer 2-5 keer zo groot waren als die van de vrouwtjes (Wereszczuk & Zalewski 2019). De Steenmarters hanteerden twee strategieën; honkvast en verkennend. De verkennende individuen werden alleen op de geïsoleerde locatie waargenomen en hadden een home range die zeven keer zo groot was als die van de honkvaste. Vossen kunnen naar verwachting de grootste afstanden leggen op basis van hun grootte. Walton *et al.* (2018) hebben zes Vossen gevolgd met behulp van zenders. Dankzij de zenders werd duidelijk dat de werkelijk afgelegde afstand door een Vos ongeveer vijf keer langer was dan de rechte lijn tussen twee punten. Zo legden twee Vossen respectievelijk 114 km en 256 km af voor ze terugkeerden op een eerder gepasseerd punt waar ze zich vestigden. Dichtheden vaststellen op basis van dit soort waarnemingen is dan ook vrijwel onmogelijk. In de Avon Valley in het Verenigd Koninkrijk worden al een aantal jaren Vossen gezenderd. In 2017 waren dat tien Vossen die een grote overlap in leefgebied vertoonden (Short 2017). Het gebied is dan ook rijk aan voedsel. In 2016 werden zender- en cameravalgegevens gecombineerd en bleek dat binnen een vierkante kilometer 18 verschillende individuen waren gesignaleerd. Dat

is uiteraard niet de dichtheid, maar laat zien hoeveel individuen van een gebied gebruik kunnen maken en wat voor predatorbeheerinspanning nodig is wil men ze buiten het gebied houden. Dichtheden kunnen eventueel wel worden vastgesteld met behulp van DNA-technieken waarmee aan de hand van keutelvondsten individuen kunnen worden onderscheiden en met *capture/recapture* analyses kan dan een schatting worden gemaakt van het aantal individuen in een gebied. In een bosgebied van 50 km<sup>2</sup> in Zuid-Noorwegen bleken dat 36 verschillende Vossen te zijn, oftewel een dichtheid van 0,38/km<sup>2</sup> (Wegge *et al.* 2019).

Wat betekent dit nu voor de omvang van een kerngebied en de buffer daaromheen? Willen weidevogels in staat zijn predatie het hoofd te bieden, dan is niet alleen de weidevogeldichtheid van belang, maar ook het totale aantal dat aanwezig is. Een hoge dichtheid op een relatief kleine plek kan namelijk tot het omgekeerde effect leiden zoals in het Verenigd Koninkrijk bleek bij het uitrasteren van een kievitreservaat, waar Rode Wouwen (*Milvus milvus*) de kuikens kwamen ophalen (presentatie J. Smart, RSPB). Hoe hoger de kwaliteit van het habitat des te kleiner het kerngebied in theorie kan zijn, maar gegeven de huidige omstandigheden lijkt een omvang van een kerngebied van minimaal 250 ha echt een minimum en dan zal de kwaliteit dusdanig moeten zijn dat er meer jongen worden geproduceerd dan nodig is om de lokale populatie op peil te houden. Ten aanzien van de buffer rondom het kerngebied is een open landschap over een afstand van 600 m vanaf de grenzen van het kerngebied een minimum (zie Teunissen *et al.* 2012, Melman *et al.* 2012). Maar als we willen voorkomen dat de zoogdieren onder de predatoren makkelijk het kerngebied kunnen bereiken, zou de buffer eigenlijk nog groter moeten worden en komen we op basis van de homeranges al gauw uit op zo'n 1000 m. Shahan *et al.* (2017) beveelt voor zangvogels op de Noord-Amerikaanse graslanden zelfs aan bij het beheer van het landschap een buffer van vier km aan te houden.

Het beheer in de bufferzone speelt een cruciale rol voor de kans op voorkomen van predatoren. Hierbij moet bedacht worden dat agrarisch natuurbeheer een gebied niet alleen aantrekkelijker kan maken voor de weidevogels, maar ook voor predatoren (Leigh *et al.* 2017). Een hogere vegetatie biedt ook het stapelvoedsel (muizen) van de meeste predatoren meer dekking. De activiteit van kleine zoogdieren beperkt zich bijna volledig tot graslanden met een grashoogte van minimaal 20 cm en een bedekking van meer dan 80% (Laidlaw *et al.* 2013). Predatie van kievitnesten neemt toe als ze verder verwijderd liggen van locaties met lang gras en dich-

terbij perceelranden (<50 m) in natte graslanden, maar in droge graslanden juist als ze verder weg liggen van de perceelrand (Laidlaw *et al.* 2017). In natte graslandgebieden verdient het dus aanbeveling locaties of stroken/randten te hebben met langer gras waar kleine zoogdieren zich kunnen concentreren (Laidlaw *et al.* 2019). In de vochtige delen van dit soort grasland is de biomassa van aan de oppervlakte levende en vliegende evertrebraten ongeveer twee keer zo groot (Eglington *et al.* 2010). Om een dergelijk biotoop te bereiken moet het beheer zich richten op het creëren van percelen die gekenmerkt worden door een gevarieerde vegetatie van grassen en kruiden. Microreliëf dat vaak wordt aangetroffen bij permanente graslanden, in combinatie met hoog waterpeil, leidt tot een soort micromozaïek binnen het perceel. Dit micromozaïek bestaat dan uit een afwisseling van open en dichte plekken, en hoge en lage vegetatie. Voor de verschillende soorten weidevogels biedt dat op elk gewenst moment in het broedseizoen de mogelijkheid om te nestelen en de kuikens op te laten groeien. Een locatie om te schuilen voor een predator is dan altijd nabij en ook nesten vallen minder op. Door de variatie in vegetatie-ontwikkeling kan een Kievit niet alleen aan het begin van het broedseizoen, maar ook aan het eind nog steeds een goede nestlocatie vinden, terwijl op datzelfde moment een Grutto of Tureluur in de nabijheid kan broeden of zijn jongen groot brengen. Hierdoor is er voor de volledige weidevogelgemeenschap altijd een goed habitat te vinden en zoals we hebben gezien in hoofdstuk 3 draagt dat sterk bij aan de verdediging tegen predatoren. Tevens blijft dan de bedekking onder de hiervoor genoemde 80%, waardoor het minder aantrekkelijk is voor kleine zoogdieren en daarmee predatoren. Een dergelijk systeem is daarnaast ook beter in staat om calamiteiten op te vangen zoals een slecht weer periode. Een dergelijk extensief beheerd grasland kan dan leiden tot een kuikenoverleving die in het verleden normaal was in Nederland (Kentie *et al.* 2015). Dit betekent dus wel een andere aanpak dan nu vaak wordt nagestreefd in het agrarisch natuurbeheer, waarbij perceelsbreed eenzelfde vegetatie wordt gecreëerd via bijvoorbeeld een uitgestelde maaidatum. In dit mozaïek op perceelsniveau liggen de verschillende soorten habitat nog steeds ver uit elkaar, vooral omdat men vaak met blokken van percelen werkt. Dit heeft dus nog steeds als nadeel dat nesten en opgroei-habitat voor de kuikens niet dicht bij elkaar liggen, waardoor vogels gedwongen worden zich te verplaatsen over grote afstanden om de juiste plek te vinden en het risico groot is onderweg opgegeten te worden of bijvoorbeeld te verdrinken in een tussengelegen sloot (Schekkerman *et al.* 2009).

Predatorenbeheer zal voorlopig nodig blijven.



Aebischer *et al.* (2016) lieten zien dat bij een dichtheid van kraaiachtigen kleiner dan drie paar per km<sup>2</sup> en Vos van minder dan 0,2 per km<sup>2</sup> habitatbeheer voldoende was voor herstel van de weidevogelpopulatie. Maar als de predatordichtheid groter werd dan vijf kraaiachtigen per km<sup>2</sup> en 1,1 Vos per km<sup>2</sup> is daarnaast ook predatorbeheer nodig. De effectiviteit van vossenafschot blijkt beperkt te zijn (zie ook hoofdstuk 5). Bij een vergelijking tussen gebieden waarin de intensiteit van het vossenafschot verschilde bleek dat gericht vossenafschot geen effect had op de vossendichtheid en predatieverliezen (Kämmerlee *et al.* 2019). Afschot vond plaats in de periode december-februari, waarbij ongeveer vijf keer zoveel mannetjes als vrouwtjes werden geschoten. Kämmerlee *et al.* (2019) komen dan ook tot de conclusie dat deze vorm van afschot weinig verandering teweeg heeft gebracht in de lokale vossenpopulatie en pleitten daarom voor een grootschaliger aanpak als het gaat om vossenbestrijding. Dit sluit aan bij een van de problemen van predatorbeheer, namelijk dat het alleen effectief kan zijn als alle jachthouders in een gebied dezelfde (hoge) inspanning verrichten. Een betere manier om op een wat beperktere schaal toch effectief Vossen te bestrijden is vossenafschot in de periode februari-mei (Mulder 2017). In die periode zijn de territoria van Vossen gevestigd en is de kans dat een plek van een doodgeschoten Vos gedurende het broedseizoen wordt overgenomen door een andere rondzwervende Vos het kleinst.

Beheer van kerngebieden zal zich dus moeten richten op grotere gebieden dan nu in de regel het geval is. Het beheer binnen het kerngebied moet tot een dusdanige verbetering van het habitat leiden dat de populatie in ieder geval behouden wordt. De buffer rondom het kerngebied bedraagt minimaal 1000 m. In die buffer is het landschapsbeheer er op gericht het voedselaanbod in de vorm van kleine zoogdieren te beperken waardoor het gebied minder aantrekkelijk wordt voor predatoren. In het kerngebied zelf is het verstandig op beperkte schaal stroken met langer gras aan te leggen waarin muizen zich kunnen terugtrekken en daarmee de nog aanwezige predatoren in het kerngebied weglokken bij de weidevogels. Vooral voor een predator als de Vos zal predatorbeheer (voorlopig) noodzakelijk blijven, waarbij goede afspraken gemaakt zullen moeten worden met de lokale jagers om in de juiste periode (februari-mei) minimaal binnen het kerngebied met de bijbehorende buffer gericht Vossen te bestrijden. Alleen als alle jagers eenzelfde inspanning plegen zal dit de predatieverliezen kunnen beperken. Op kleinere schaal kunnen binnen het kerngebied zelf concentraties van weidevogels worden beschermd door plaatsing van rasters. Dit kan (op termijn) echter ook juist predatoren aantrekken dus blijft het zaak dit

goed te blijven monitoren en eventueel aanvullende maatregelen toe te passen om alternatieve prooien voor de predatoren aan te bieden via bijvoorbeeld grasstroken.

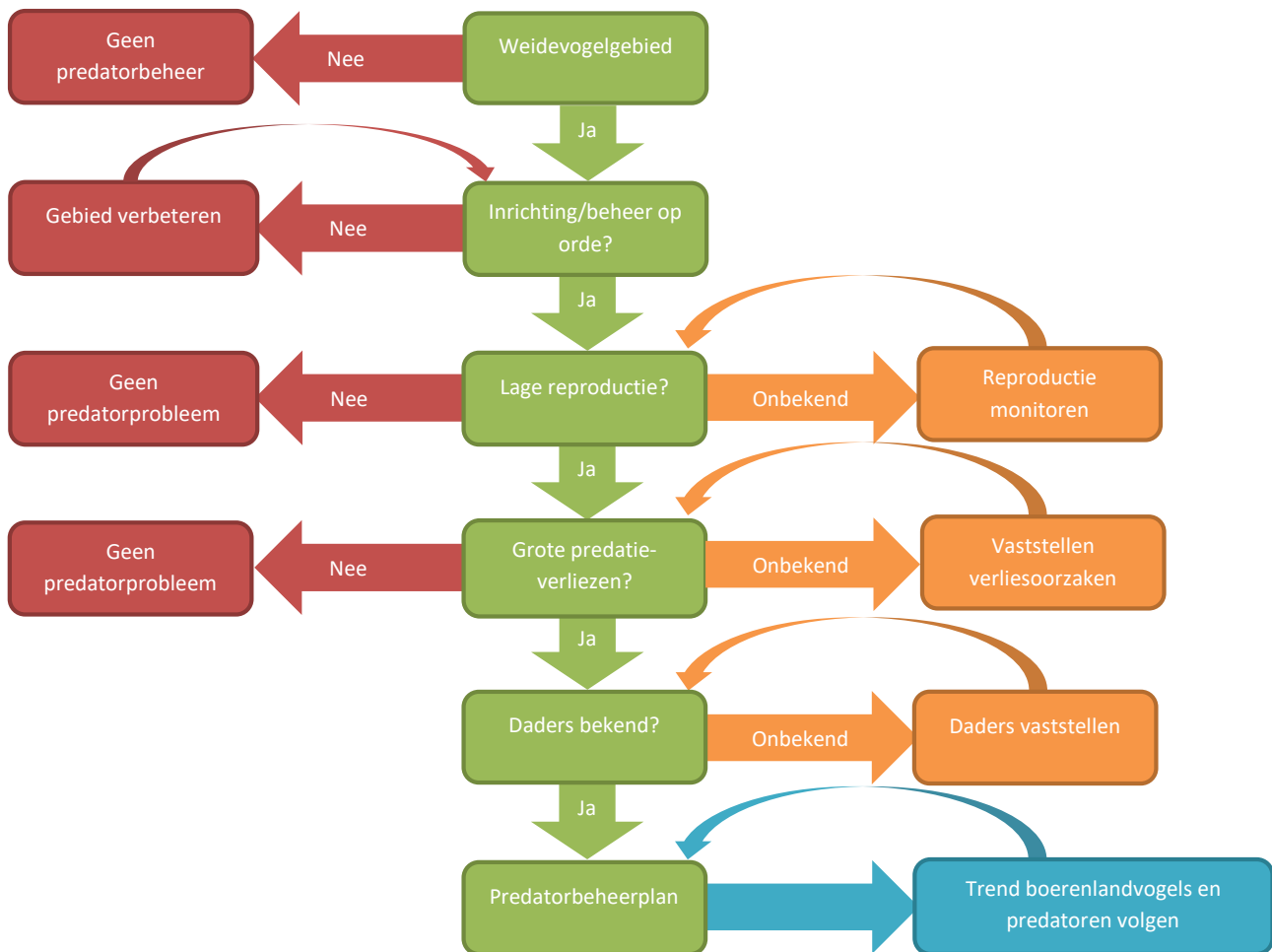
## 6.10. Predatiebeslisboom

In de inleiding is de beslisboom beschreven die in 2016 tijdens een expertmeeting was opgesteld en die in iets aangepaste vorm ook beschreven staat in Van der Wal & Teunissen (2018). Op een aantal punten leidde die tot misverstanden en maakte onvoldoende gebruik van de nieuw opgebouwde kennis. Daarom is een iets aangepaste beslisboom opgesteld (fig. 6.2) die hieronder zal worden toegelicht.

De volgende stappen worden daarbij onderscheiden:

1. Weidevogelgebied. Predatorbeheer met als doel een populatie weidevogels behouden heeft alleen zin als er in een gebied nog voldoende weidevogels zijn, als het gebied voldoende groot is en als het een weidevogeldoelstelling heeft (en dus wordt beschouwd als weidevogelkerngebied). Hoe groot die dichtheid moet zijn bij aanvang is moeilijk aan te geven. In de huidige praktijk wordt gesproken over gebieden van 250 ha (zie vorige paragraaf), waarbij het niet altijd duidelijk is of dit inclusief een buffer om de werkelijke kern is of dat dit exclusief is. Op basis van diverse eerdere onderzoeken stellen we voor als ondergrens voor de werkelijke kern 250 ha te hanteren, met als insteek dat het een bijdrage moet leveren aan het herstel van de weidevogelpopulatie in Nederland en als brongebied moet fungeren. Indien het geen brongebied betreft (dus geen surplus aan jongen produceert) is een grotere omvang noodzakelijk. Hoe groot precies verdient nog nader onderzoek, maar een veilige ondergrens lijkt 1000 ha. Binnen de kern moet het beheer er op gericht zijn om te komen tot een zo goed mogelijk broed- en opgroei-habitat voor de kuikens, zoals beschreven in § 6.9. Niet alleen het habitat binnen de kern bepaalt echter of het een goed weidevogelgebied betreft; ook de kwaliteit en de omvang van de buffer is hierbij belangrijk. De inrichting en het beheer van de bufferzone moet er op gericht zijn dat het totale gebied samen met de kern onaantrekkelijk is voor predatoren. Een veilige ondergrens voor de buffer lijkt 1000m.
2. Inrichting en beheer. Hiermee zijn we al bij de tweede stap aanbeland. Is de habitatkwaliteit op orde? De kwaliteit van een gebied wordt bepaald door 1) de hoeveelheid en beschikbaarheid van voedsel voor oudervogels en kuikens en 2) door de predatiekansen van oudervogels, nesten en kuikens. De tweede factor wordt weer bepaald door





Figuur 6.2. Beslisboom om te bepalen of er sprake is van een predatieprobleem in een gebied.

enerzijds de kans op voorkomen, dichtheid en soortensamenstelling van predatoren en anderzijds de weerbaarheid (mogelijkheden tot verdediging door oudervogels) en crypsis van weidevogels (broedende oudervogels, nesten en kuikens), en is in dit onderzoek nader bekeken. Gebleken is dat de habitatkenmerken die van belang zijn bij het voorkomen van predatoren per landschapstype kunnen verschillen. Openheid van het landschap is een steeds terugkerende eigenschap die van belang is, maar bijvoorbeeld waterpeil (wellicht beperkt van belang in verband met predatie, maar wel bepalend voor het voedselaanbod) en verstoring van de openheid door opgaande elementen in het landschap, alsmede de afstand tot stedelijke bebouwing spelen soms een grote rol. Zowel de voedselbeschikbaarheid als schuilmogelijkheden van weidevogels worden verbeterd door het creëren van “micromozaiëk”; variatie in vegetatie en vochttoestand binnen en tussen percelen. Zolang in het gebied het habitat niet op orde is zal predatorbeheer niet kunnen leiden tot het gewenste herstel van een weidevogel populatie. In het schema is daarom ook een terugkoppeling aangegeven tussen de maatregelen die worden getroffen om

het gebied te verbeteren en de uiteindelijke kwaliteit van het gebied.

3. Reproductiesucces. Als het gebied op orde lijkt, maar de populatiegrootte blijft achter bij de verwachting is de volgende stap bepalen of de aanwezige broedvogels wel voldoende jongen grootbrengen om de populatie op peil te houden. Daarbij moet men zich realiseren dat het niet alleen gaat om het aantal nesten dat uitkomt, maar ook om hoeveel van de geboren kuikens uiteindelijk vliegvlug wordt. Vooral dit laatste blijkt tegenwoordig ver achter te blijven bij wat nodig is voor een stabiele populatie. Is de reproductie onvoldoende, dan is het van belang ook te weten waardoor dit wordt veroorzaakt (zie volgende stap). Als de reproductie wel voldoende is, is er geen sprake van een predatieprobleem en hoeft er ook geen predatorbeheer plaats te vinden. Tenslotte, indien onbekend of onduidelijk is of de reproductie voldoende is, is monitoring van de reproductie noodzakelijk. Daarbij moet men zich realiseren dat de verliesoorzaken tussen jaren sterk kunnen verschillen. Geringe verliezen door predatie in het ene jaar kunnen het jaar daarop worden opgevolgd door grote verliezen. Hiervoor

is een gestandaardiseerde aanpak noodzakelijk die jaarlijks wordt herhaald (ook en misschien wel juist, als men maatregelen heeft getroffen). Het monitoren van nestsucces is redelijk eenvoudig, maar het bepalen van de kuikenoverleving is veel lastiger. Dat kan eigenlijk alleen goed met behoorlijk arbeidsintensieve methoden. Vooral als men onderscheid wil kunnen maken tussen de verschillende verliesoorzaken, want lang niet altijd is predatie de hoofdoorzaak.

4. Predatieverliezen? Als blijkt dat de lage reproductie niet het gevolg is van grote predatieverliezen is er geen sprake van een predatieprobleem en zijn er andere acties nodig om de lokale populatie vooruit te helpen. Als blijkt dat er wel sprake is van grote verliezen door predatie komen we bij de volgende stap.
5. Daders. Het is belangrijk te achterhalen wie de werkelijke daders zijn van de predatie van eieren en/of kuikens, voordat er een goed predatorbeheerplan kan worden opgesteld. Het is te makkelijk om te roepen dat de Vos en Zwarte Kraai de boosdoeners zijn. Dat is niet altijd het geval (zeker niet bij de Zwarte Kraai) en bovendien blijken er vaak nog andere kapers te zijn. Daarnaast dient te worden bepaald welke predatoren nog meer in het gebied actief zijn. Bestrijding van een predator kan namelijk soms juist leiden tot meer predatie omdat een andere predator dan meer kans krijgt toe te slaan.
6. Predatorbeheer. Als op alle stappen een bevestigend antwoord is gegeven zal er een predatorbeheerplan moeten worden opgesteld waarin

het totale pakket aan maatregelen om het gebied op orde te brengen wordt beschreven. Dan gaat het niet alleen om hoe een bepaalde predator te bestrijden, maar ook hoe het gebied en zijn omgeving moet worden ingericht en beheerd om het aantal predatoren te minimaliseren en de leefomgeving van de weidevogels te optimaliseren. Welke maatregelen het beste kunnen worden getroffen zal per gebied sterk verschillen, bijvoorbeeld omdat de samenstelling van predatoren kan verschillen, maar ook omdat afhankelijk van het landschapstype bepaalde maatregelen positief dan wel negatief kunnen uitpakken. Bijna altijd zal blijken dat een mix van maatregelen nodig is. De lange termijn oplossing zal dan bestaan uit maatregelen die de inrichting en beheer van het gebied betreffen (zie stap 2), terwijl op de meer korte termijn aanvullende gerichte maatregelen voor het beperken van het aantal predatoren noodzakelijk zullen zijn. Vooral voor de grotere zoogdieren zijn daar mogelijkheden voor in de vorm van afschot of bijvoorbeeld rasters, waarbij de laatste de voorkeur genieten vanwege hun gebleken grotere effectiviteit. Extra aandacht zal moeten worden besteed aan de monitoring van zowel de reproductie bij de weidevogels als de samenstelling van de predatoren. Een predatorbeheerplan zal dan ook zo flexibel moeten zijn dat het kan inspelen op veranderende situaties en daarmee ruimte bieden aan:

Maatwerk op gebiedsniveau op meerdere fronten tegelijk in tijd en ruimte.

# Literatuur

- AEBISCHER N.J. 1999. Multi-way comparisons and generalized linear models of nest success: extensions of the Mayfield method. *Bird Study* 46 (suppl.): S22-31.
- AEBISCHER N.J., BAILEY C.M., GIBBONS D.W., MORRIS A.J., PEACH W.J. & STOATE C. 2016. Twenty years of local farmland bird conservation: the effects of management on avian abundance at two UK demonstration sites. *Bird Study* 63, 10-30.
- ATUO F. & O'CONNELL T.J. 2017. The landscape of fear as an emergent property of heterogeneity: Contrasting patterns of predation risk in grassland ecosystems. *Ecology and Evolution* 7, 4782-4793.
- BALMER D.E., GILLINGS S., CAFFREY B., SWANN R.L., DOWNIE I.S. & FULLER R.J. 2013. *Bird Atlas 2007-11: the breeding and wintering birds of Britain and Ireland*. BTO Books, Thetford.
- BAREND S., BAAS H.G., DE HARDE M.J., RENES J., RUTTE R., STOL T., VAN TRIEST J.C., DE VRIES R.J. & VAN WOUDEBERG F.J. 2010. *Het Nederlandse landschap. Een historisch-geografische benadering*. Uitgeverij Matrijs, Utrecht.
- BATES D., MAECHLER M., BOLKER B. & WALKER S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- BEINTEMA A., MOEDT O. & ELLINGER D. 1995. *Ecologische Atlas van de Nederlandse Weidevogels*. Schuyt & Co, Haarlem.
- BELL M.V. & CALLADINE J. 2017. The decline of a population of farmland breeding waders: a twenty-five-year case study. *Bird Study*. Taylor & Francis, 64(2), 264-273. doi: 10.1080/00063657.2017.1319903.
- BELLEBAUM J. & BOCK C. 2009. Influence of ground predators and water levels on Lapwing *Vanellus vanellus* breeding success in two continental wetlands. *JOURNAL OF ORNITHOLOGY* 150, 221-230.
- BENTON T.G., BRYANT D.M., COLE L. & CRICK H.Q.P. 2002. Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology* 39, 673-687.
- BERG Å., WRETEBERG J., ZMIHORSKI M., HIRON M. & PÄRT T. 2015. Linking occurrence and changes in local abundance of farmland bird species to landscape composition and land-use changes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 204, 1-7.
- BODEY T.W., MCDONALD R.A., SHELDON R.D. & BEARHOP S. 2011. Absence of effects of predator control on nesting success of Northern Lapwings *Vanellus vanellus*: implications for conservation. *Ibis* 153, 543-555.
- BOLTON, M., TYLER G., SMITH K. & BAMFORD R. 2007. The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. *Journal of Applied Ecology*, 44(3), 534-544. doi: 10.1111/j.1365-2664.2007.01288.x.
- BOULESTEIX A.L., JANITZA S., KRUPPA J. & KONIG I.R. 2012. Overview of random forest methodology and practical guidance with emphasis on computational biology and bioinformatics. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery* 2: 493-507, doi: 10.1002/widm.1072
- 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, 2949-2953.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.R. 2004. Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. *Sociological Methods Research* 33, 261-304. doi: 10.1177/0049124104268644.
- CADE B.S. & NOON B.R. 2003. A gentle introduction to quantile regression for ecologists. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1, 412-420.
- CARLSSON N.O.L., JESCHKE J.M., HOLMQVIST N. & KINDBERG J. 2010. Long-term data on invaders: when the fox is away, the mink will play. *Biological Invasions* 12, 633-641.
- CERVENCI A., ESSER W., MAIER M., OBERDIEK N., THYEN S., WELLBROCK A. & EXO K.-M. 2011. Can differences in incubation patterns of Common Redshank *Tringa totanus* be explained by variations in predation risk? *Journal of Ornithology* 152, 1033-1043.
- ČERVINKA J., ŠÁLEK M., PADYŠÁKOVÁ E. & ŠMILAUER P. 2013. The effects of local and landscape-scale habitat characteristics and prey availability on corridor use by carnivores: A comparison of two contrasting farmlands. *Journal for Nature Conservation* 21, 105-113.
- CHAMBERLAIN D.E. & CRICK H.Q.P. 2003. Temporal and spatial associations in aspects of reproductive performance of Lapwings *Vanellus vanellus* in the United Kingdom. *Ardea* 91, 183-196.
- CHAMBERLAIN D.E., FULLER R.J., BUNCE R.G.H., DUCKWORTH J.C. & SHRUBB M. 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, 37(5), pp. 771-788. doi: 10.1046/j.1365-2664.2000.00548.x.
- CONKLING T.J., BELANT J.L., DEVAULT T.L., WANG G. & MARTIN J.A. 2015. Assessment of variation of nest survival for grassland birds due to method of nest discovery. *Bird Study* 62:2, 223-231.
- CRESWELL W. & WHITFIELD D.P. 2008. How starvation risk in Redshanks *Tringa totanus* results in predation mortality from Sparrowhawks *Accipiter nisus*. *Ibis* 150 (Suppl. 1), 209-218.
- CRIBARI-NETO F. & ZEILEIS A. 2010. Beta Regression in R. *Journal of Statistical Software*, 34(2), 1-24. <http://www.jstatsoft.org/v34/i02/>.

- DEVEREUX C.L., FERNÁNDEZ-JURICIC E., KREBS J.R. & WHITTINGHAM M.J. 2008. Habitat affects escape behaviour and alarm calling in Common Starlings *Sturnus vulgaris*. *Ibis* (Suppl. 1), 191-198.
- DIRKZ G.H.P. & NIEUWENHUIZEN W. 2013. Histland: Historisch-landschappelijk informatiesysteem. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 331.
- DONALD P.F., GREEN R.E. & HEATH M.F. 2001. Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1462), pp. 25–29. doi: 10.1098/rspb.2000.1325.
- DOUGLAS D.J.T., BELLAMY P.E., STEPHEN L.E., PEARCE-HIGGINS J.W., WILSON J.D. & GRANT M.C. 2014. Upland land use predicts population decline in a globally near-threatened wader. *Journal of Applied Ecology* 51, 194-203.
- EBBINGE B.S. & SPAANS B. 2002. How do Brent Geese (*Branta b. bernicla*) cope with evil? Complex relationships between predators and prey. *Journal of Ornithology* 143, 33-42.
- EGLINGTON S.M., BOLTON M., SMART M.A., SUTHERLAND W.J., WATKINSON A.R. & GILL J.A. 2010. Managing water levels on wet grasslands to improve foraging conditions for breeding northern lapwing *Vanellus vanellus*. *Journal of Applied Ecology* 47, 451-458.
- EHLERS SMITH D.A., SI X., EHLERS SMITH Y.C. & DOWNS C.T. 2018. Seasonal variation in avian diversity and tolerance by migratory forest specialists of the patch-isolation gradient across a fragmented forest system. *Biodiversity and Conservation* 27, 3707-3727.
- ELLIS-FELEGE S.N., CONROY M.J., PALMER W.E. & CARROLL J.P. 2012. Predator reduction results in compensatory shifts in losses of avian ground nests. *Journal of Applied Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02126.x.
- FERRARI S.L.P. & CRIBARI-NETO F. 2004. Beta Regression for Modeling Rates and proportions. *Journal of Applied Statistics*, 31(7), 799–815.
- FLETCHER K., AEBISCHER N.J., BAINES D., FOSTER R. & HOODLESS A.N. 2010. Changes in breeding success and abundance of ground-nesting moorland birds in relation to the experimental deployment of legal predator control. *Journal of Applied Ecology* 47, 263-272.
- FOURNIER P., MAIZERET C., FOURNIER-CHAMBRILLON C., ILBERT N., AULAGNIER S. & SPITZ F. 2008. Spatial behaviour of European mink *Mustela lutreola* and polecat *Mustela putorius* in southwestern France. *Acta Theriologica* 53, 343-354.
- FOX J. & WEISBERG S. 2011. *An R-Companion to Applied Regression*, Second edition. Sage, Thousand Oaks. URL <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>.
- FRANKS S., ROODBERGEN M., TEUNISSEN W., CARRINGTON COTTON A. & PEARCE-HIGGINS J.W. 2018. Evaluating the effectiveness of conservation measures for European grassland-breeding waders. *Ecology and Evolution* 8, 10555-10568.
- GOEDHART P., TEUNISSEN W. & SCHEKKERMAN H. 2010. Effect van nestbezoek en onderzoek op weidevogels. Sovon-onderzoeksrapport 2010/01. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- GRØNSTØL G. 2003. Mate-sharing costs in polygynous Northern Lapwings *Vanellus vanellus*. *Ibis* 145, 203-211.
- GIJSBERTSEN D.J. 2012. Vossenpredatie en weidevogel broedsucces. Onderzoek naar de invloed van een vos op weidevogelnesten in een ganzenrijk poldergebied. MSc-thesis, Wageningen Universiteit.
- HAGEMELJER E.J.M., TULP I., GROOT H., VAN DER JEUGD H. & SIERDSEMA H. 1996. Weidevogels in graslandgebieden van Nederland; trends en dichtheden. IKC-Natuurbeheer intern werkdocument, Wageningen; Sovon-onderzoeksrapport 1996/07. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- HELLSTEDT P. & HENTTONEN H. 2006. Home range, habitat choice and activity of stoats (*Mustela ermine*) in a subarctic area. *Journal of Zoology* 269, 205-212.
- HEWETT RAGHEB E.L., MILLER K.E. & LEONE E.H. 2019. Exclosure fences around nests of imperiled Florida Grasshopper Sparrows reduce rates of predation by mammals. *Journal of Field Ornithology* 90, 309-324.
- HUA F., FLETCHER JR. R.J., SIEVING K.E. & DORAZIO R.M. 2013. Too risky to settle: avian community structure changes in response to perceived predation risk on adults and offspring. *Proceedings of the Royal Society B* 280: 20130762. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.0762>.
- INGER R., GREGORY R., DUFFY J.P., STOTT I., VOŘÍŠEK P. & GASTON K.J. 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters* 18, 28-36.
- ISAKSSON D., WALLANDER J. & LARSSON M. 2007. Managing predation on ground-nesting birds: The effectiveness of nest exclosures. *Biological Conservation* 136, 136-142.
- JONGBLOED F., SCHEKKERMAN H. & TEUNISSEN W. 2006. Verdeling van de broedinspanning bij Kieviten. *Limosa* 79, 63-70.
- JONGE POERINK B. & DEKKER J. 2018. Monitoring pilot project beheer steenmarters weidevogelgebied Soarremoarre, provincie Fryslân - 2018. Ecosensys & Jasja Dekker Dierecologie, Zuurdijk/Arnhem.
- JONGE POERINK B. & DEKKER J. 2019. Monitoring nestsucces en effectiviteit rasters weidevogelgebieden Reitdiep en Winsumermeeden in 2019. Ecosensys & Jasja Dekker Dierecologie, Zuurdijk/Arnhem.
- KÄMMERLEE J.-L., NIEKRENS S. & STORCH I. 2019. No evidence for spatial variation in predation risk following restricted-area fox culling. *BMC Ecology*, <https://doi.org/10.1186/s12898-019-0235-y>.



- KAMPICHLER C., HALLMANN C. & SIERDSEMA H. 2019. SDmaps: an R package for the analysis of species abundance and distribution data, Extended Manual. Sovon, Nijmegen.
- KENTIE R., BOTH C., HOOLJMEIJER J.C.E.W. & PIERSMA T. 2015. Management of modern agricultural landscapes increases nest predation rates in Black-tailed Godwits *Limosa limosa*. *Ibis* (157), 614-625.
- KLEIJN D., BERENDSE F., SMIT R. & GILISSEN N. 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature*, 413, 723-725.
- KLEIJN D. & SUTHERLAND W.J. 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology* 40, 947-969.
- KLEIJN D., SCHEKKERMAN H., DIMMERS W.J., VAN KATS R.J.M., MELMAN D. & TEUNISSEN W.A. 2010. Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of Black-tailed Godwits *Limosa l. limosa* in the Netherlands. *Ibis* 152, 475-486.
- KOENKER R.W. & BASSETT G.W. 1978. Regression quantiles, *Econometrica*, 46, 33-50.
- KOENKER R.W. 2005. Quantile Regression, Cambridge University Press.
- KOENKER R.W. 2019. quantreg: Quantile Regression. R package version 5.40. <https://CRAN.R-project.org/package=quantreg>
- KUCZYNSKI L. & CHYLARECKI P. 2012. Atlas pospolitych ptaków lęgowych Polski. Rozmieszczenie, wybiórczość siedliskowa, trendy. GIOŚ, Warszawa.
- LAIDLAW R.A., SMART J., SMART M.A. & GILL J.A. 2013. Managing a food web: impacts on small mammals of managing grasslands for breeding waders. *Animal Conservation* 16, 207-215.
- LAIDLAW R.A., SMART J., SMART M.A. & GILL J.A. 2017. Scenarios of habitat management options to reduce predator impacts on nesting waders. *Journal of Applied Ecology* 54, 1219-1229.
- LAIDLAW R.A., SMART J., SMART M.A., BODEY T.W., COLEDALE T. & GILL J.A. 2019. Foxes, voles, and waders: drivers of predator activity in wet grassland landscape. *Avian Conservation and Ecology* 14(2):4. <https://doi.org/10.5751/ACE-01414-140204>.
- LANGE R., TWISK P., VAN WINDEN A. & VAN DIEPENBEEK A. 1994. Zoogdieren van West-Europa. KNNV, Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Utrecht.
- LEIGH S.G., SMART J. & GILL J.A. 2017. Impacts of grassland management on wader nest predation rates in adjacent nature reserves. *Animal Conservation* 20, 61-71.
- MACDONALD M.A. & BOLTON M. 2008. Predation of Lapwing *Vanellus vanellus* nests on lowland wet grassland in England and Wales: effects of nest density, habitat and predator abundance. *Journal of Ornithology* 149, 555-563.
- MADDEN C.F., ARROYO B. & AMAR A. 2015. A review of the impacts of corvids on bird productivity and abundance. *Ibis* 157, 1-16.
- MALPAS L.R., KENNERLEY R.J., HIRONS G.J.M., SHELDON R.D., AUSDEN M., GILBERT J.C. & SMART J. 2013. The use of predator-exclusion fencing as a management tool improves the breeding success of waders on lowland wet grassland. *Journal for Nature Conservation* 21, 37-47.
- MANTON M., ANGELSTAM P. & NAUMOV V. 2019. Effects of land use intensification on avian predator assemblages: a comparison of landscapes with different histories in Northern Europe. *Diversity* 11,70. Doi: 10.3390/d11050070.
- MARTÍNEZ-PADILLA J. & FARGALLO J.A. 2008. Fear in grasslands: the effect of Eurasian kestrels on skylark abundances. *Naturwissenschaften* 95, 391-398.
- MASON L., SMART J. & DREWITT A.L. 2018. Tracking day and night provides insights into the relative importance of different wader chick predators. *Ibis*, 160, pp. 71-88.
- MAYFIELD H. 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson. Bull.* 73: 255-261.
- MAYFIELD H. 1975. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bull.* 87: 456 - 466.
- MEEUWSEN H.A.M. & JOCHEM R. 2011. Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 281.
- MELMAN D., SIERDSEMA H., TEUNISSEN W., WYMENGA E., BRUINZEEL L. & SCHOTMAN A. 2012. Beleid kerngebieden weidevogels vergt keuzen. *Landschap* 29(4), 161-172.
- MELMAN TH.C.P. & SIERDSEMA H. 2017. Weidevogelscenario's; Mogelijkheden voor aanpak van verbetering van de weidevogelstand in Nederland. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2769.
- MEYNARD C.N. & QUINN J.F. 2007. Predicting species distributions: a critical comparison of the most common statistical models using artificial species. *Journal of Biogeography* 34: 1455-1469.
- MØLLER A.P., THORUP O. & LAURSEN K. 2018. Predation and nutrients drive population declines in breeding waders. *Ecological applications* 28(5), 1292-1301.
- MUCHAI M. & DU PLESSIS M.A. 2005. Nest predation of grassland bird species increases with parental activity at the nest. *Journal of Avian Biology* 36, 110-116.
- MUGGEO V.M.R. 2008. segmented: an R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships. *R News*, 8/1, 20-25. URL <https://cran.r-project.org/doc/Rnews/>.
- MULDER J. 2017. Population biology and management of Red Fox – experiences from research in The Netherlands. 12-14. *In: Leyrer J. (Ed.). Managing predation risk for breeding birds in the Wadden Sea.*

- Outcome from the workshop “Breeding bird predation management in the Wadden Sea” (7-8 March 2017 in Tönning, Germany).
- NEWTON I. 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis*, 146(4), pp. 579–600. doi: 10.1111/j.1474-919X.2004.00375.x.
- OOSTERVELD E.B., MULDER J., DE HOOP P. & DAVIDS L. 2017. Predatie en predatoren bij weidevogels in Noordwest-Overijssel. A&W-rapport 2236, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- PAGH S., TJØRNLOV R.S., OLESEN C.R. & CHRIEL M. 2015. The diet of Danish red foxes (*Vulpes vulpes*) in relation to a changing agricultural ecosystem. A historical perspective. *Mammal Research* 60, 319-329.
- PICOZZI N. 1975. Crow predation on marked nests. *J. Wildl. Manage.* 39: 151-155.
- QUINN J.L. & UETA M. 2008. Protective nesting associations in birds. *Ibis* 150 (suppl. 1), 146-167.
- R CORE TEAM 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- REIDY J., THOMPSON F.R. & O'DONNELL L. 2017. Density and nest survival of Golden-cheeked Warblers: Spatial Scale Matters. *Journal of Wildlife Management* 81, 678-689.
- RICKENBACH O., GRÜEBLER M.U., SCHAUB M., KOLLER A., NAEF-DAENZER B. & SCHIFFERLI L. 2011. Exclusion of ground predators improves Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chick survival. *Ibis* 153, 531-542.
- RODRIGUES M.E., DE OLIVEIRA ROQUE F., OCHOA QUINTERO J.M., DE CASTRO PENA J.C., DE SOUSA D.C. & DE MARCO JR. J. 2016. Nonlinear responses in damselfly community along a gradient of habitat loss in a savanna landscape. *Biological Conservation* 194, 113-120.
- 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), pp. 53–74. doi: 10.1007/s10336-011-0733-y.
- ROODBERGEN M. & TEUNISSEN W. 2019. Meadow birds in The Netherlands. *Wader Study* 126, 7-18.
- ROOS S., SMART J. & GIBBONS D. 2012. The predation of wild birds in the UK: an updated review (2007-2011) of its conservation impact and management. RSPB Research Report No. 50. ISBN 978-1-905601-39-4.
- ROOS S., SMART J., GIBBONS D.W. & WILSON J.D. 2018. A review of predation as a limiting factor for bird populations in mesopredator-rich landscapes: a case study of the UK. *Biological Reviews* (93), 1915-1937.
- SALATH T. 1987. Crow predation on Coot eggs: effects of investigator disturbance, nest cover and predator learning. *Ardea* 75: 221-229.
- ŠÁLEK M., KREISINGER J., SEDLÁČEK F. & ALBRECHT T. 2010. Do prey densities determine preferences of mammalian predators for habitat edges in an agricultural landscape? *Landscape and Urban Planning* 98, 86-91.
- SCHARF F.S., JUANES F. & SUTHERLAND M. 1998. Inferring ecological relationships from the edges of scatter diagrams: comparison of regression techniques. *Ecology* 79, 448-460.
- SCHEKKERMAN H., TEUNISSEN W. & OOSTERVELD E. 2008. The effect of ‘mosaic management’ on the demography of black-tailed godwit *Limosa limosa* on farmland. *Journal of Applied Ecology* 45, 1067-1075.
- 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. *J. Ornithology* (150): 133-145.
- SCHMIDT N.M., OLSEN H., BILDSØE M., SLUYDTS V. & LEIRS H. 2005. Effects of grazing intensity on small mammal population ecology in wet meadows. *Basic and Applied Ecology* 6, 57-66.
- SHAHAN J.L., GOODWIN B.J. & RUNDQUIST B.C. 2017. Grassland songbird occurrence on remnant prairie patches is primarily determined by landscape characteristics. *Landscape Ecology* 32, 971-988.
- SHORT M. 2017. The ecology of foxes in the Avon Valley. *In: Shervington L. & Swyer J. (Eds.) Review of 2017. A full report of the activities of the Game & Wildlife Conservation Trust. GWCT, Hampshire, UK, 14-17.*
- SHRUBB M. 2009. Effects of agricultural change on nesting Lapwings *Vanellus vanellus* in England and Wales. *Bird Study*, 37(2), pp. 115–127. doi: 10.1080/00063659009477047.
- SIMAS A.B., BARRETO-SOUZA W. & ROCHA A.V. 2010. Improved Estimators for a General Class of Beta Regression Models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 54(2), 348–366.
- SMITH R.K., PULLIN A.S., STEWART G.B. & SUTHERLAND W.J. 2011. Is nest predator exclusion an effective strategy for enhancing bird populations? *Biological Conservation* 144, 1-10.
- SMITH P.A., TULP I., SCHEKKERMAN H., GILCHRIST H.C. & FORBES M.R. 2012. Shorebird incubation behaviour and its influence on the risk of nest predation. *Animal Behaviour* 84, 835-842.
- SMITH P.A. & EDWARDS D.B. 2018. Deceptive nest defence in ground-nesting birds and the risk of intermediate strategies. *PLoS ONE* 13(10): e0205236. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205236>.
- SONERUD G.A. & FJELD P.E. 1987. Long-term memory in egg predators: an experiment with a Hooded Crow. *Ornis Scand.* 18: 323-325.
- SOVON VOGELONDERZOEK NEDERLAND 2018. Vogelatlas van Nederland. Broedvogels, wintervogels en 40 jaar verandering. Kosmos Uitgevers, Utrecht/Amstelveen.
- SUHONEN J., NORRDAHL K. & KORPIMÄKI E. 1994. Avian predation risk modifies breeding bird community

- on a farmland area. *Ecology* 75, 1626-1634.
- TEUNISSEN W.A. & WILLEMS F. 2004. Bescherming van weidevogels. Sovon-onderzoeksrapport 2004/06. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- TEUNISSEN W.A. 2005. Notitie onderzoek naar voserende nestbeschermende maatregelen. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H. & WILLEMS F. 2005. Predatie bij weidevogels. Op zoek naar de mogelijke effecten van predatie op de weidevogelstand. Sovon-onderzoeksrapport 2005/11. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- TEUNISSEN W. & SOLDAAT L. 2006. Recente aantalonwikkeling van weidevogels in Nederland. *De Levende Natuur* (107), 70-74.
- TEUNISSEN W., SCHEKKERMAN H., WILLEMS F. & MAJOUR F. 2008. Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. *Ibis*, 150(SUPPL.1), pp. 74–85. doi: 10.1111/j.1474-919X.2008.00861.x.
- TEUNISSEN W.A., SCHOTMAN A.G.M., BRUINZEEL L.W., TEN HOLT H., OOSTERVELD E.O., SIERDSEMA H.H., WYMENGA E. & MELMAN TH.C.P. 2012. Op naar kerngebieden voor weidevogels in Nederland. Werkdocument met randvoorwaarden en handreiking. Wageningen, Nijmegen, Veenwouden. Beschikbaar op: <http://edepot.wur.nl/240248>.
- TREWBY I.D., YOUNG R., MCDONALD R.A., WILSON G.J., DAVISON J., WALKER N., ROBERTSON A., DONCASTER C.P. & DELAHAY R.J. 2014. Impacts of removing badgers on localised counts of hedgehogs. *PLoS ONE* 9(4): e95477. Doi:10.1371/journal.pone.0095477.
- VAN DER VELDE E., HOOLJMEIJER J.C.E.W., WALINGA M. & PIERSMA T. 2019. Camera-onderzoek naar grondpredatoren en nestpredatie bij weidevogels in Skriezekrite Idzegea. Rapport Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- VAN PAASSEN A.C., VELDMAN D.H. & BEINTEMA A.J. 1984. A simple device for determination of incubation stages in eggs. *Wildfowl* 35: 173-178.
- VAN TURNHOUT C., FOPPEN R., ZOETEBIER D. & KLEYHEEG E. 2020. Recente trends van weidevogels bij verschillende vormen van beheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* (164), 18-19.
- VAN DER WAL R. & PALMER S.C.F. 2008. Is breeding of farmland wading birds depressed by a combination of predator abundance and grazing? *Biology Letters* 4: 256-258.
- VAN DER WAL J. & TEUNISSEN W. 2018. Boerenlandvogels en predatie: een update van de huidige kennis. Sovon-rapport 2018/31. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- VILLAR N., CORNULIER T., EVANS D., PAKEMAN R., REDPATH S. & LAMBIN X. 2014. Experimental evidence that livestock grazing intensity affects cyclic vole population regulation processes. *Population Ecology* 56, 55-61.
- VOŘÍŠEK P., JIGUET F., VAN STRIEN A., ŠKORPILOVÁ J., KLVAŇOVÁ & GREGORY R.D. 2010. Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost? *BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III*, p. <http://www.bou.org.uk/bouproc-net/lfb3/vorisek-eta>.
- WALLANDER J., ISAKSSON D. & LENBERG T. 2006. Wader nest distribution and predation in relation to man-made structures on coastal pastures. *Biological Conservation* 132, 343-350.
- WALTERS J.R. 1990. Anti-predatory behavior of Lapwings: Field evidence of discriminative abilities. *Wilson Bulletin*, 102(1), 49-70.
- WALTON Z., SAMELIUS G., ODDEN M. & WILLEBRAND T. 2018. Long-distance dispersal in red foxes *Vulpes vulpes* revealed by GPS tracking. *European Journal of Wildlife Research* 64: 64. <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1223-9>.
- WEBB D.R. 1987. Thermal tolerance of avian embryos: a review. *Condor* 89, 874-898.
- WEGGE P., BANKEN BAKKE B., ODDEN M. & ROLSTAD J. 2019. DNA from scats combined with capture-recapture modeling: a promising tool for estimating the density of red foxes; a pilot study in a boreal forest in southeast Norway. *Mammal Research* 64, 147-154.
- WERESZCZUK A. & ZALEWSKI A. 2019. Does the matrix matter? Home range sizes and space use strategies in stone marten at sites with differing degrees of isolation. *Mammal Research* 64, 71-85.
- WILSON A.M., AUSDEN M. & MILSOM T.P. 2004. Changes in breeding wader populations on lowland wet grasslands in England and Wales: causes and potential solutions. *Ibis*, 146(SUPPL. 2), pp. 32–40. doi: 10.1111/j.1474-919X.2004.00371.x.

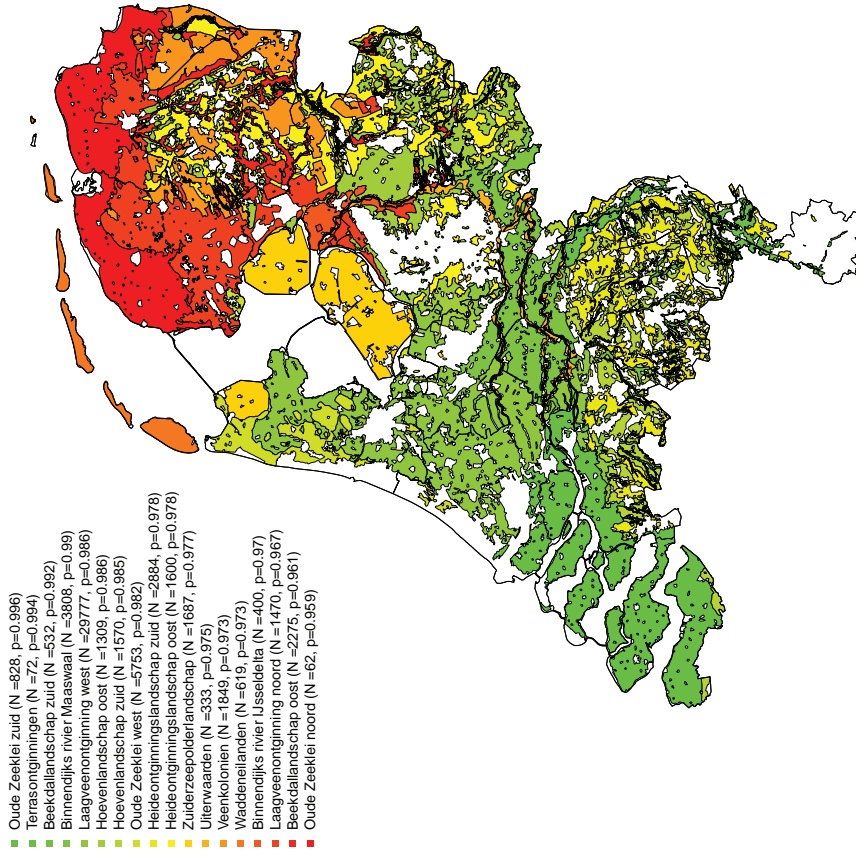


# Bijlagen

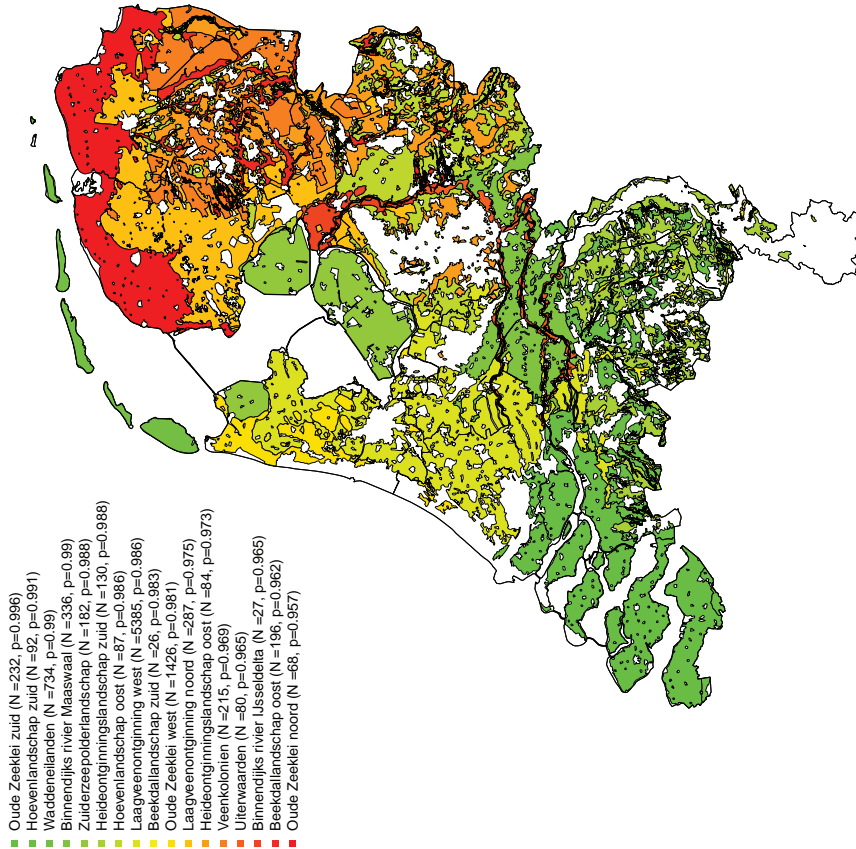
## Bijlage 1. Predatiekaarten voor de afzonderlijke steltlopers

Kaarten zijn gebaseerd op de dagelijkse overlevingskans voor de verliesoorzaak predatie.

### Kievit



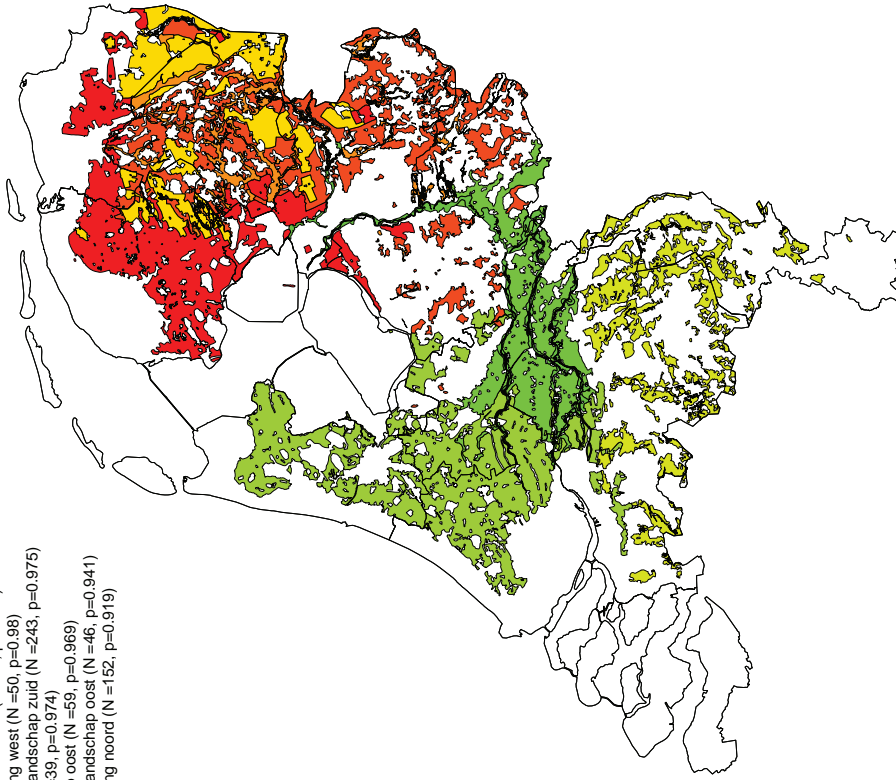
### Scholekster





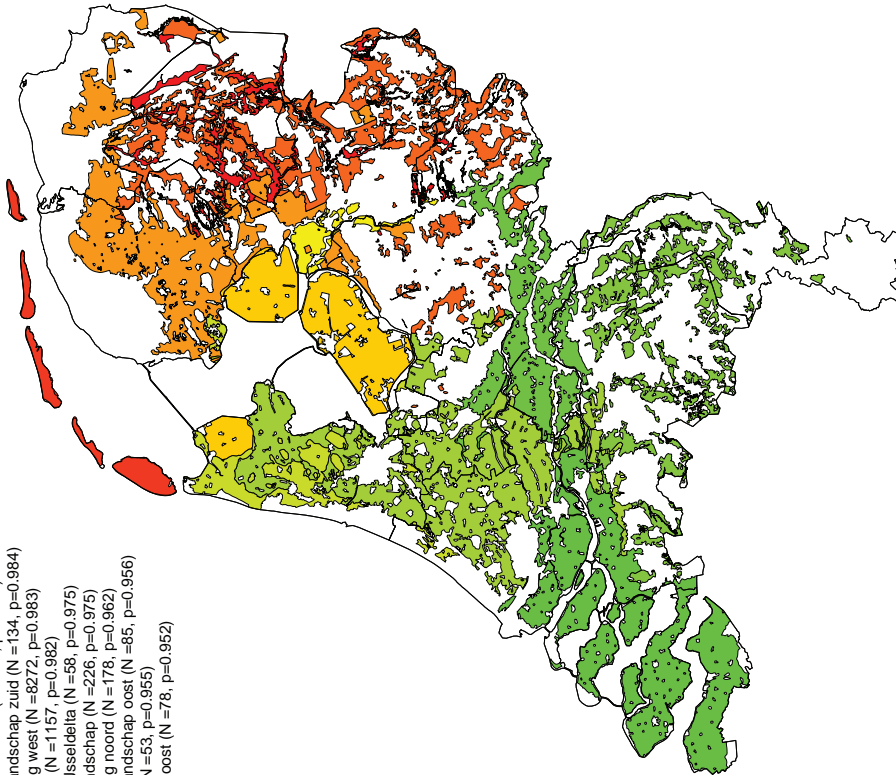
## Wulp

- Uiterwaarden (N =45, p=0.991)
- Binnendijks rivier Maaswaal (N =70, p=0.983)
- Laagveenontginning west (N =50, p=0.98)
- Heideontginninglandschap zuid (N =243, p=0.975)
- Veenkolonien (N =39, p=0.974)
- Beekdallandschap oost (N =59, p=0.969)
- Heideontginninglandschap oost (N =46, p=0.941)
- Laagveenontginning noord (N =152, p=0.919)

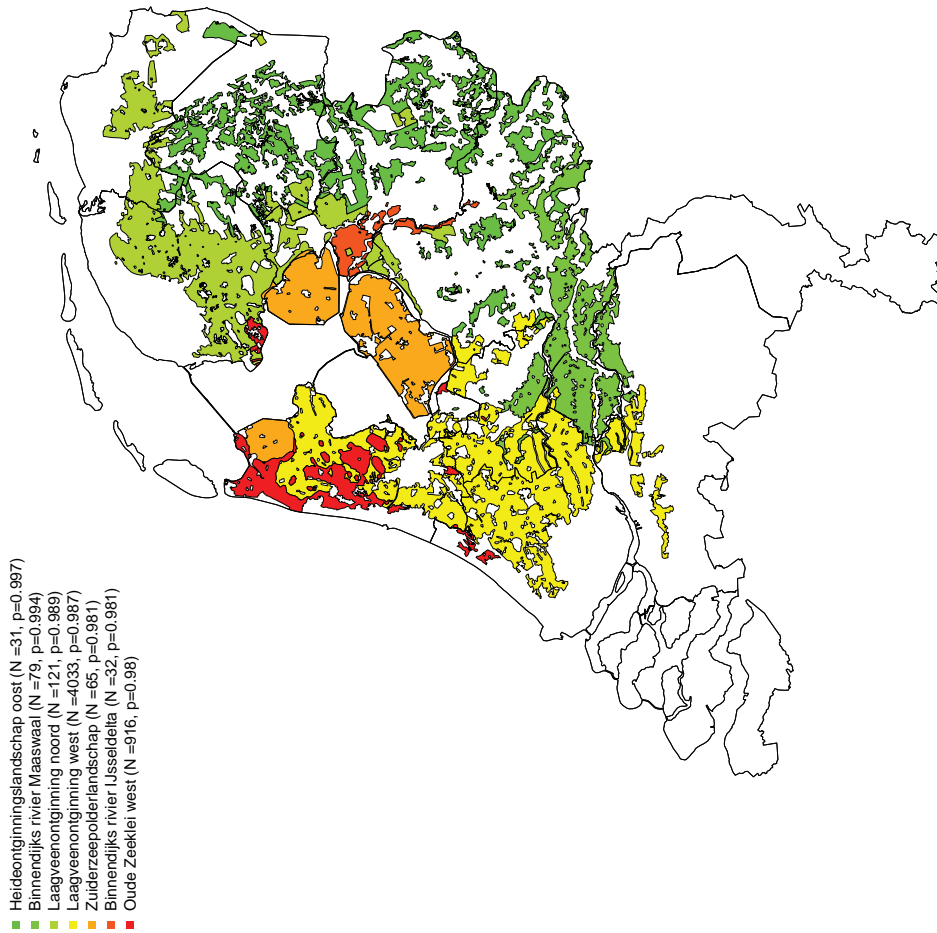


## Grutto

- Oude Zeeklei zuid (N =50, p=0.991)
- Binnendijks rivier Maaswaal (N =237, p=0.984)
- Heideontginninglandschap zuid (N =134, p=0.984)
- Laagveenontginning west (N =8272, p=0.983)
- Oude Zeeklei west (N =1157, p=0.982)
- Binnendijks rivier IJsseldelta (N =58, p=0.975)
- Zuiderzeepolderlandschap (N =226, p=0.975)
- Laagveenontginning noord (N =178, p=0.962)
- Heideontginninglandschap oost (N =85, p=0.956)
- Waddeneilanden (N =53, p=0.955)
- Beekdallandschap oost (N =78, p=0.952)



## Tureluur



## Bijlage 2. Verspreidingskaarten van zes vogelsoorten

Vliegende pradatoren die weidevogelnesten kunnen prederen op basis van de kans op voorkomen van die soort in een km-hok. Basisdata zijn ontleend aan de Vogelatlas (Sovon, 2018).

Grote Zilverreiger



Blauwe Reiger



Bruine Kiekendief



Havik



Kleine Mantelmeeuw



Zilvermeeuw



### Bijlage 3. Voorkomen per landschapstype voor een aantal potentiële predatoren.

Rangorde op basis van de kans op voorkomen waarbij rangorde 1 het landschap aangeeft met de grootste en 18 met de kleinste kans op voorkomen.

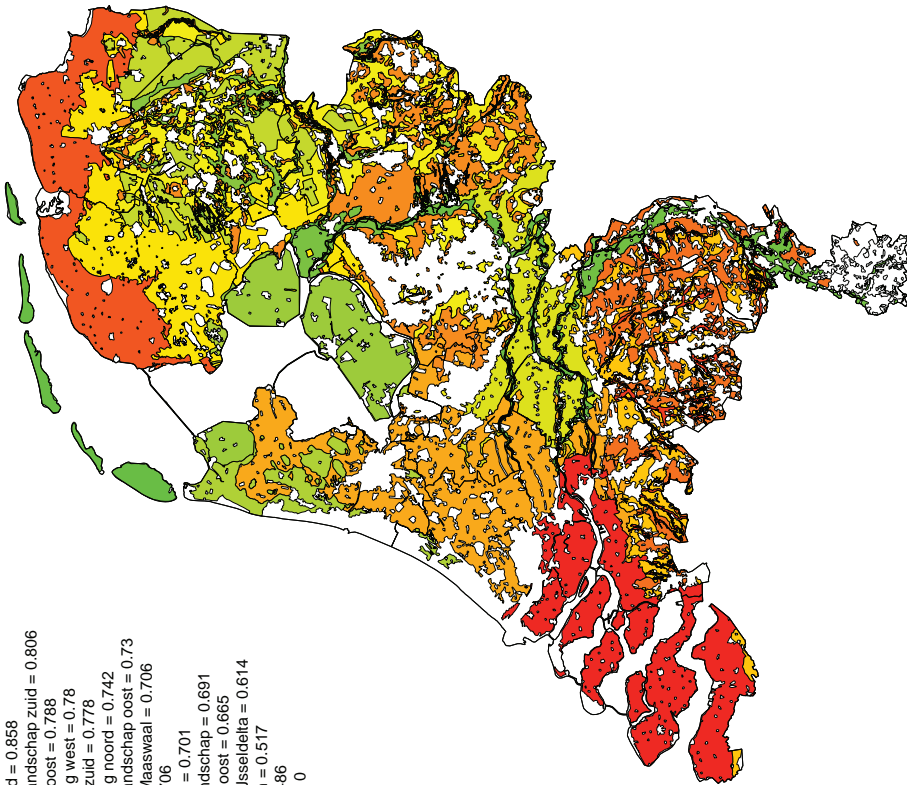
Landschap	Blauwe Reiger	Bruine Kiekendief	Buizerd	Grote Zilverreiger	Havik	Kleine Mantelmeeuw	Ooievaar	Zilvermeeuw	Zwarte Kraai	Bunzing	Das	Egel	Hermelijn	Steenmarter	Vos
Beekdallandschap oost	9	10	4	11	9	9	8	13	13	14	4	17	9	6	3
Beekdallandschap zuid	16	18	14	17	3	12	15	17	4	2	8	7	15	7	6
Binnendijks rivier IJsseldelta	8	8	10	4	17	18	6	9	17	15	12	15	3	3	16
Binnendijks rivier Maaswaal	5	9	2	9	14	6	4	8	6	10	10	4	13	14	5
Heideontginningslandschap oost	13	13	1	2	2	11	2	10	9	9	3	10	11	5	9
Heideontginningslandschap zuid	17	16	8	14	1	10	16	18	1	4	6	11	14	12	2
Hoevenlandschap oost	10	14	6	13	4	17	5	12	7	5	1	14	12	10	13
Hoevenlandschap zuid	18	15	12	15	7	8	12	16	3	7	5	3	16	11	7
Laagveenontginning noord	11	7	7	1	11	15	3	11	11	8	11	13	6	4	11
Laagveenontginning west	4	4	11	5	15	4	7	4	15	6	14	6	5	16	14
Oude Zeeklei noord	1	3	3	10	18	16	9	14	8	3	15	5	1	1	15
Oude Zeeklei west	7	6	18	8	13	1	11	2	12	12	16	2	4	17	10
Oude Zeeklei zuid	14	1	16	6	16	5	14	5	10	1	17	8	8	15	17
Terrasontginningen	3	17	5	12	5	7	18	7	2	16	2	18	18	9	12
Uiterwaarden	2	11	9	3	12	2	1	3	5	17	9	12	17	13	8
Veenkoloniën	6	12	13	16	8	13	10	15	16	11	7	16	7	2	1
Waddeneilanden	15	2	17	7	6	3	13	1	14	18	18	1	2	18	18
Zuiderzeepolderlandschap	12	5	15	18	10	14	17	6	18	13	13	9	10	8	4



Kans op voorkomen van de verschillende predatoren

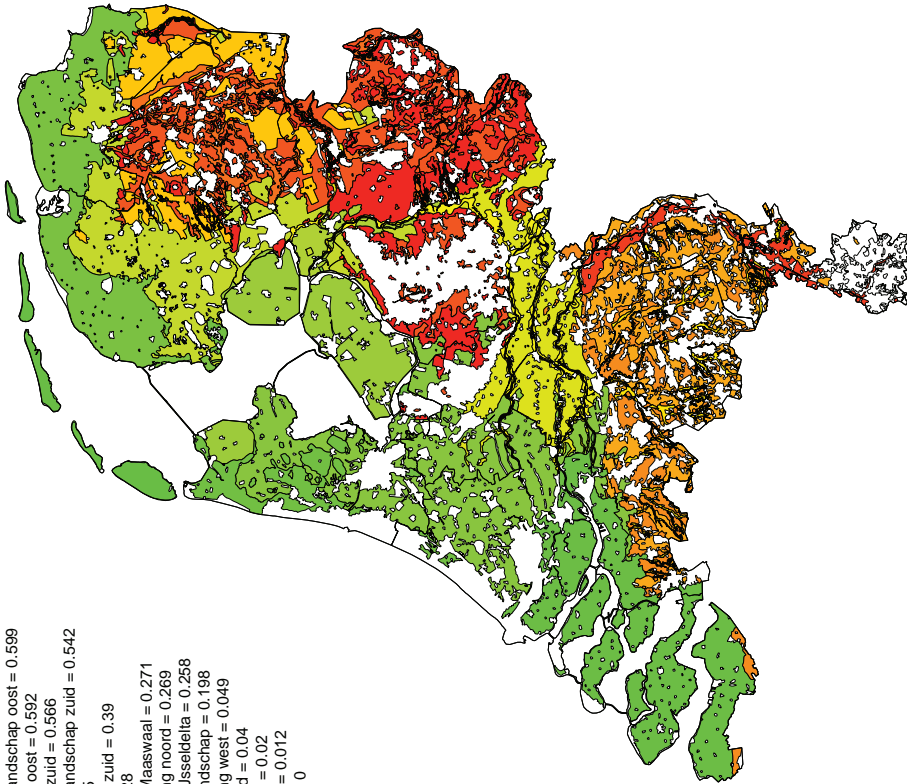
## Bunzing

- Oude Zeeklei zuid = 0.887
- Beekdallandschap zuid = 0.884
- Oude Zeeklei noord = 0.858
- Heideontginingslandschap zuid = 0.806
- Hoevenlandschap oost = 0.788
- Laagveenontginning west = 0.78
- Hoevenlandschap zuid = 0.778
- Laagveenontginning noord = 0.742
- Heideontginingslandschap oost = 0.73
- Binnendijks rivier Maaswaal = 0.706
- Veenkoloniën = 0.706
- Oude Zeeklei west = 0.701
- Zuidzeepeolderlandschap = 0.691
- Beekdallandschap oost = 0.665
- Binnendijks rivier IJsseldelta = 0.614
- Terrasontginningen = 0.517
- Uiterwaarden = 0.486
- Waddeneilanden = 0

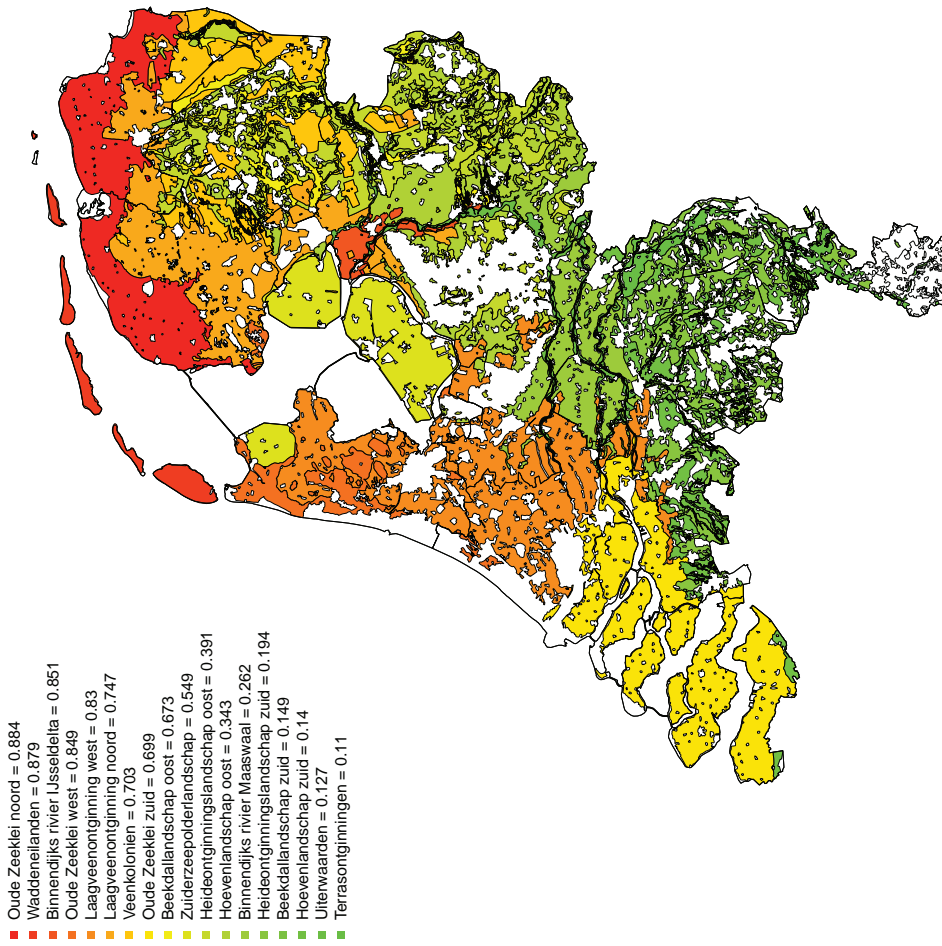


## Das

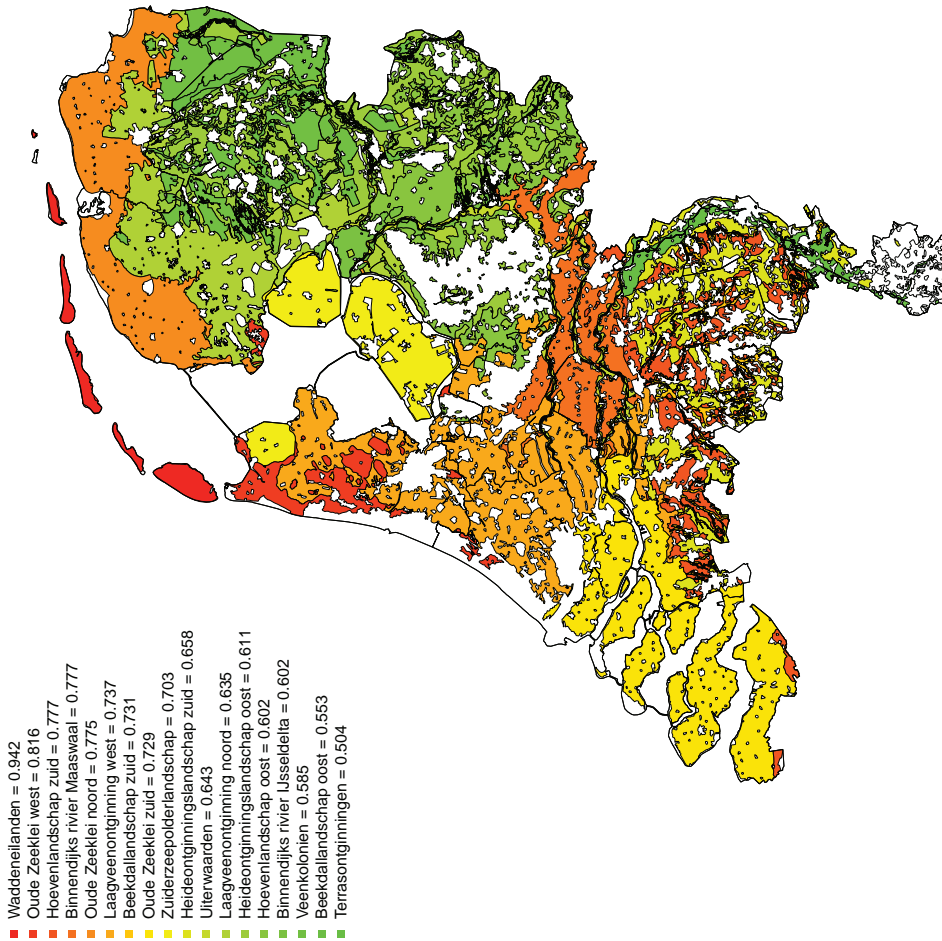
- Hoevenlandschap oost = 0.641
- Terrasontginningen = 0.633
- Heideontginingslandschap oost = 0.599
- Beekdallandschap oost = 0.592
- Hoevenlandschap zuid = 0.566
- Heideontginingslandschap zuid = 0.542
- Veenkoloniën = 0.5
- Beekdallandschap zuid = 0.39
- Uiterwaarden = 0.28
- Binnendijks rivier Maaswaal = 0.271
- Laagveenontginning noord = 0.269
- Binnendijks rivier IJsseldelta = 0.258
- Zuidzeepeolderlandschap = 0.198
- Laagveenontginning west = 0.049
- Oude Zeeklei noord = 0.04
- Oude Zeeklei west = 0.02
- Oude Zeeklei zuid = 0.012
- Waddeneilanden = 0



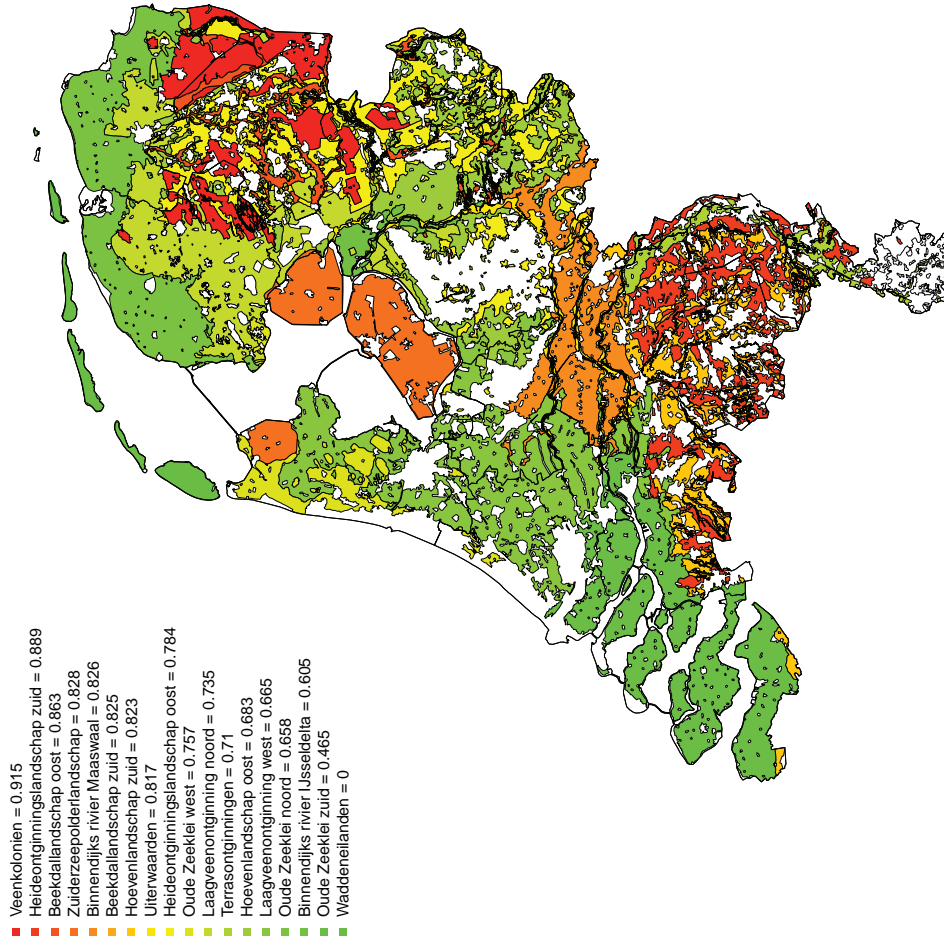
## Hermelijn



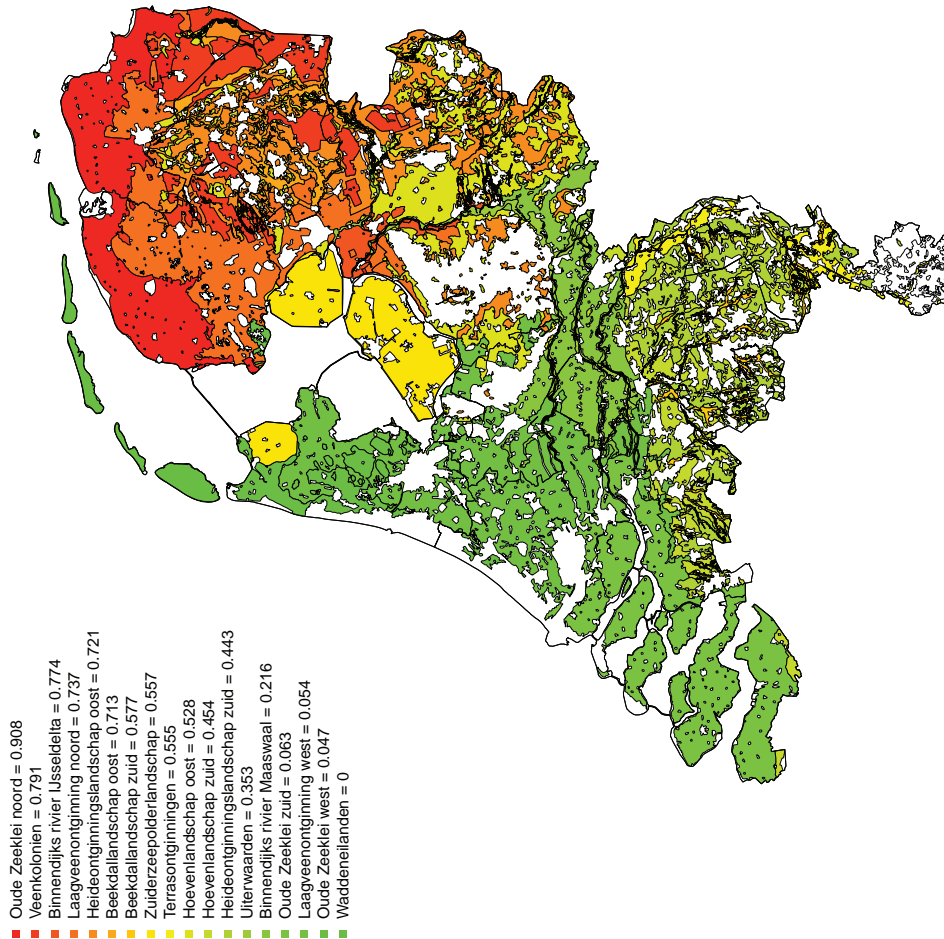
## Egel



## Vos



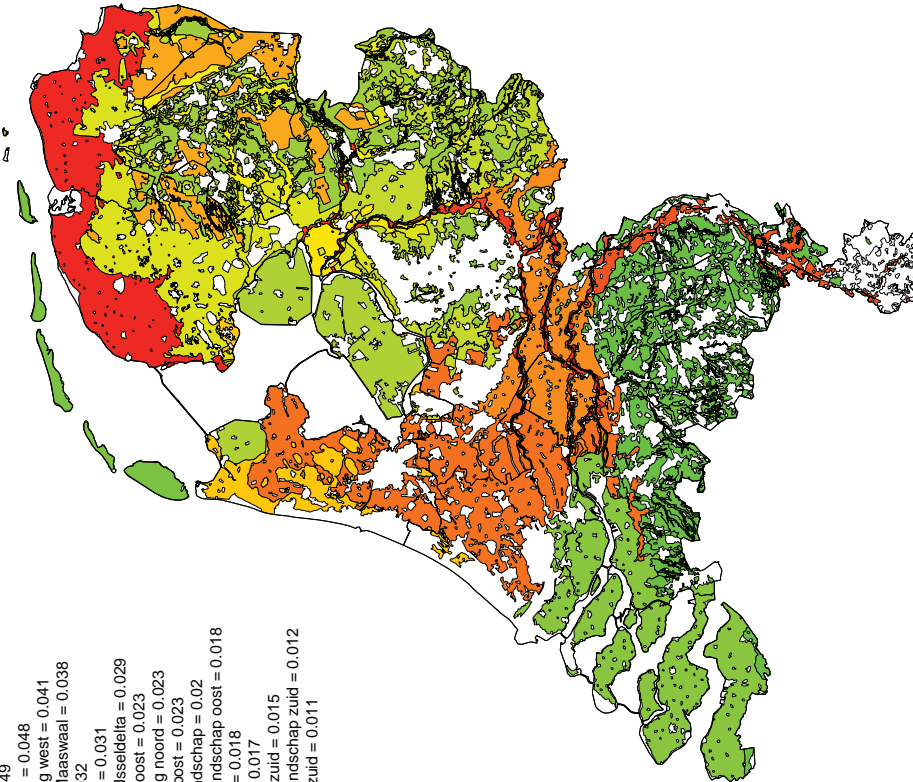
## Steenmarter





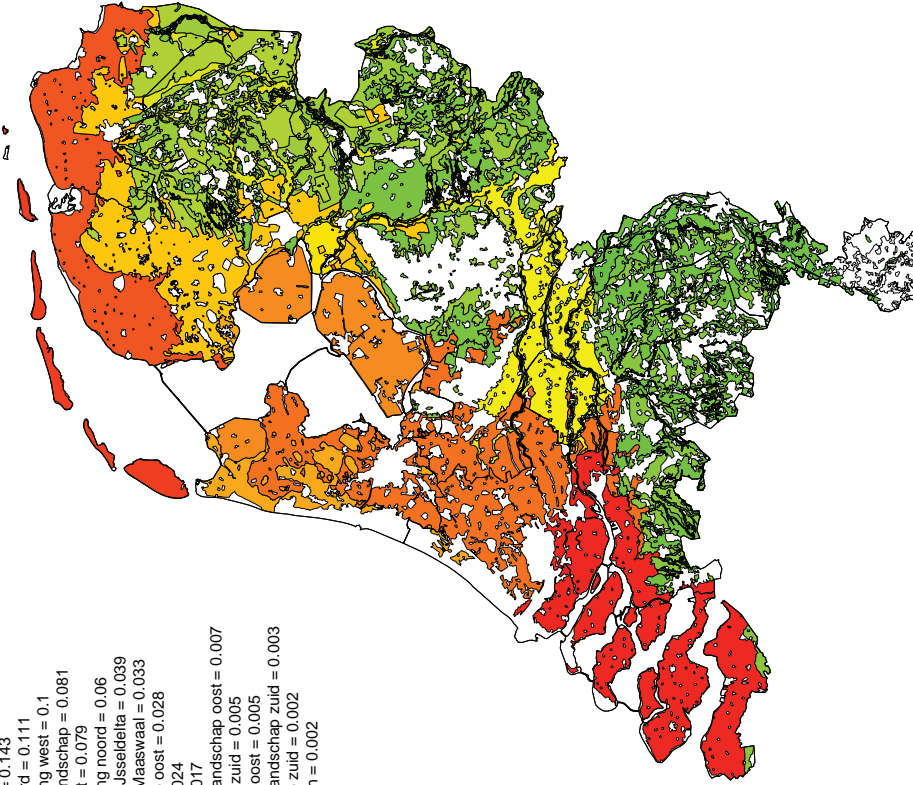
## Blauwe Reiger

- Oude Zeeklei noord = 0.068
- Uiterwaarden = 0.049
- Terrasontginningen = 0.048
- Laagveenontginning west = 0.041
- Binnendijks rivier Maaswaal = 0.038
- Veenkolonien = 0.032
- Oude Zeeklei west = 0.031
- Binnendijks rivier IJsseldelta = 0.029
- Beekdallandschap oost = 0.023
- Laagveenontginning noord = 0.023
- Hoevenlandschap oost = 0.023
- Zuiderzeepolderlandschap = 0.02
- Heideontginningslandschap oost = 0.018
- Oude Zeeklei zuid = 0.018
- Waddeneilanden = 0.017
- Beekdallandschap zuid = 0.015
- Heideontginningslandschap zuid = 0.012
- Hoevenlandschap zuid = 0.011



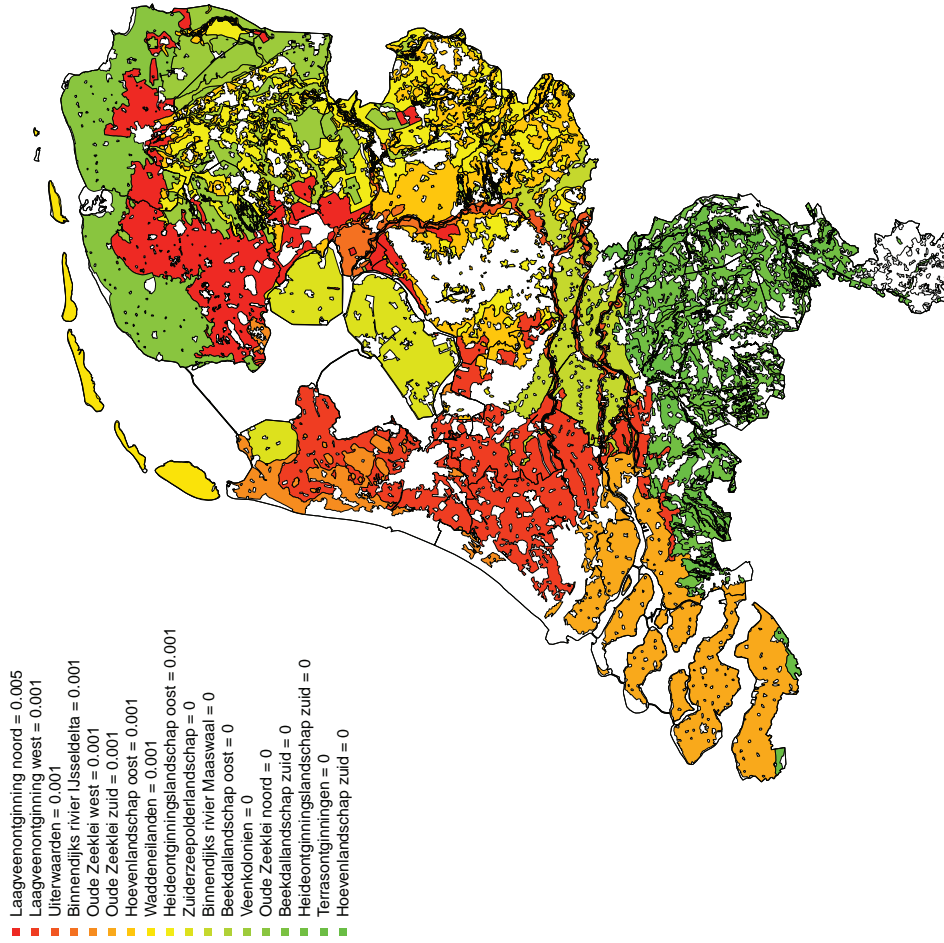
## Bruine Kiekindief

- Oude Zeeklei zuid = 0.16
- Waddeneilanden = 0.143
- Oude Zeeklei noord = 0.111
- Laagveenontginning west = 0.1
- Zuiderzeepolderlandschap = 0.081
- Oude Zeeklei west = 0.079
- Laagveenontginning noord = 0.06
- Binnendijks rivier IJsseldelta = 0.039
- Binnendijks rivier Maaswaal = 0.033
- Beekdallandschap oost = 0.028
- Uiterwaarden = 0.024
- Veenkolonien = 0.017
- Heideontginningslandschap oost = 0.007
- Hoevenlandschap zuid = 0.005
- Hoevenlandschap oost = 0.005
- Heideontginningslandschap zuid = 0.003
- Beekdallandschap zuid = 0.002
- Terrasontginningen = 0.002

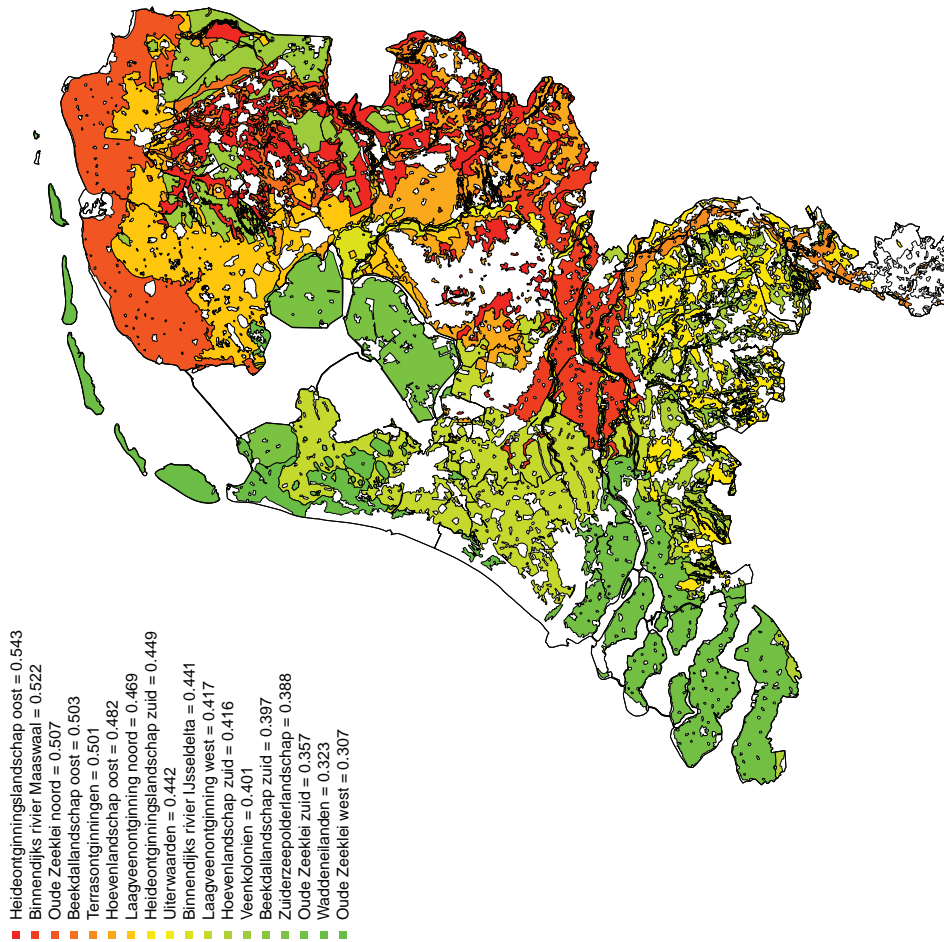




## Grote Zilverreiger

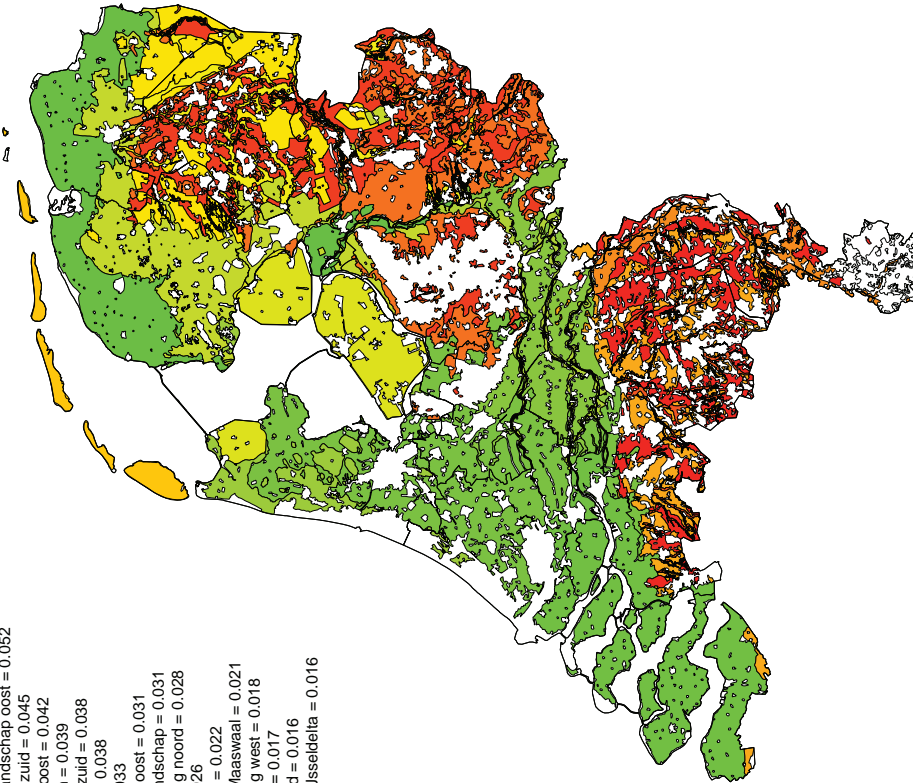


## Buizerd



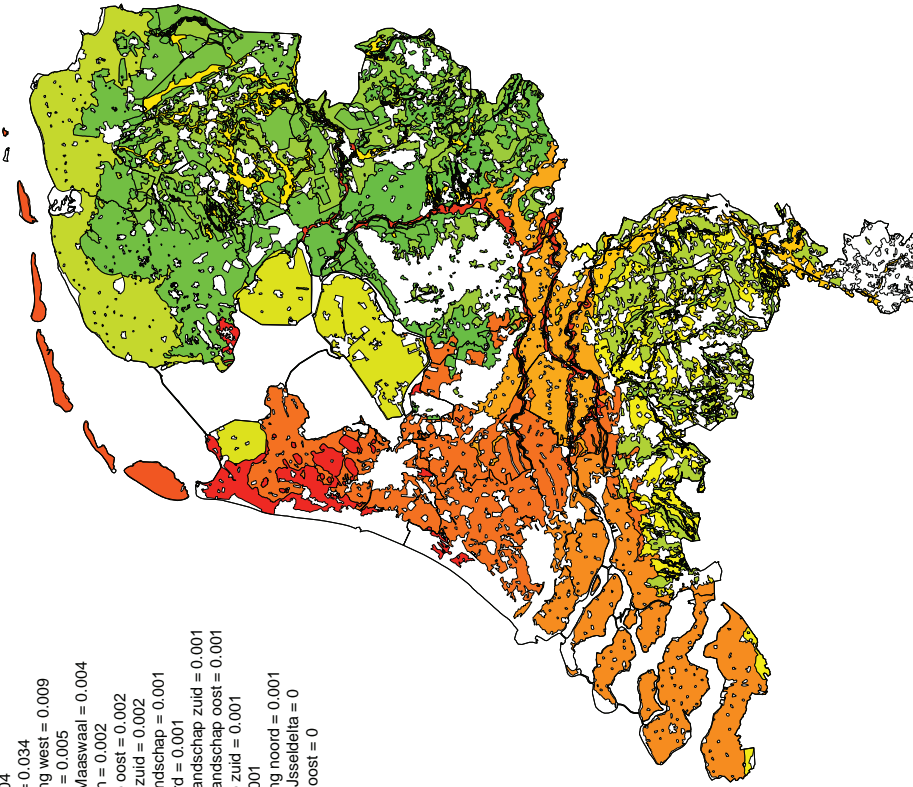
## Havik

- Heideontginingslandschap zuid = 0.063
- Heideontginingslandschap oost = 0.052
- Beekdallandschap zuid = 0.045
- Hoevenlandschap oost = 0.042
- Terrasontginningen = 0.039
- Hoevenlandschap zuid = 0.038
- Waddenilanden = 0.038
- Veenkolonien = 0.033
- Beekdallandschap oost = 0.031
- Zuiderzeepolderlandschap = 0.028
- Laagveenontginning noord = 0.026
- Uterwaarden = 0.026
- Oude Zeeklei west = 0.022
- Binnendijks rivier Maaswaal = 0.021
- Laagveenontginning west = 0.018
- Oude Zeeklei zuid = 0.017
- Binnendijks rivier IJsseldelta = 0.016
- Heideontginingslandschap noord = 0.016

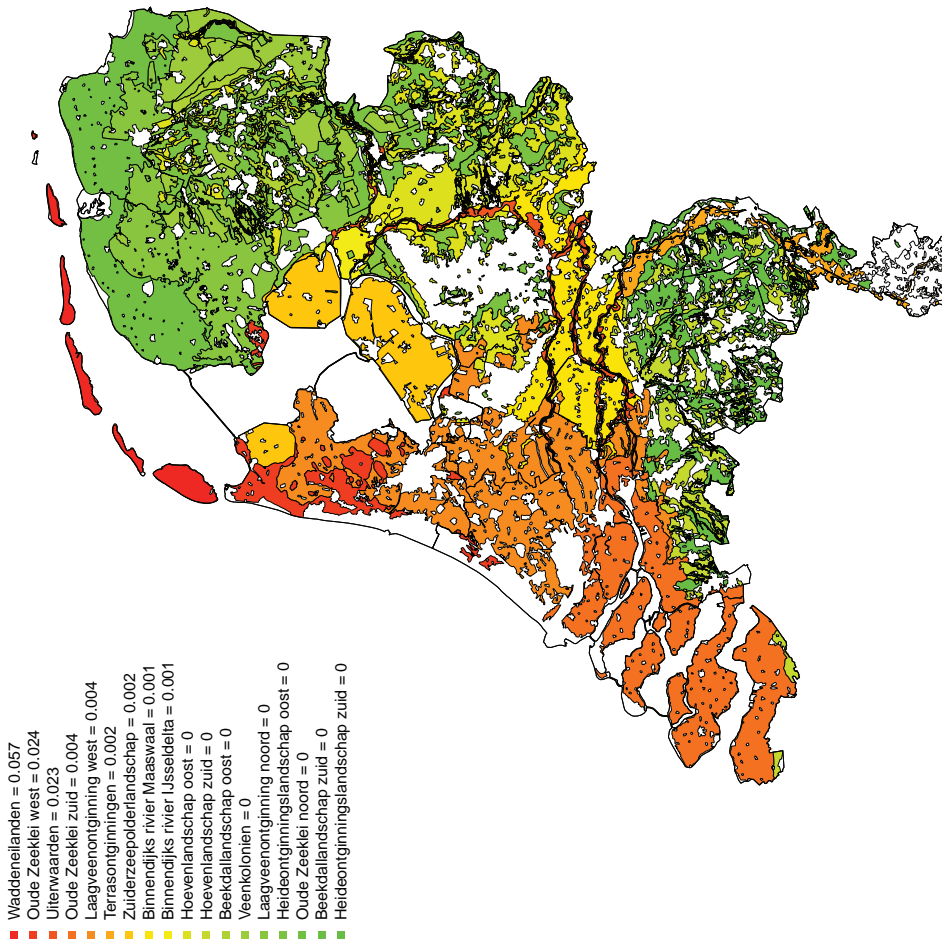


## Kleine Mantelmeeuw

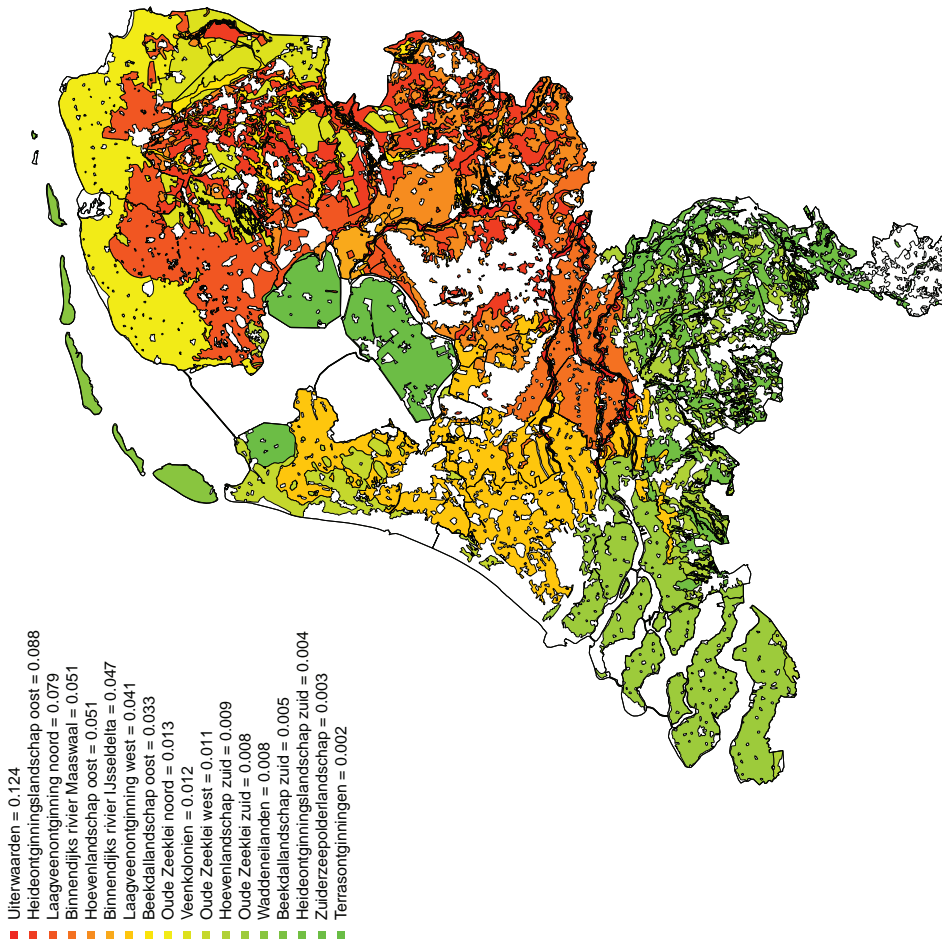
- Oude Zeeklei west = 0.049
- Uterwaarden = 0.04
- Waddenilanden = 0.034
- Laagveenontginning west = 0.009
- Oude Zeeklei zuid = 0.005
- Binnendijks rivier Maaswaal = 0.004
- Terrasontginningen = 0.002
- Beekdallandschap oost = 0.002
- Hoevenlandschap zuid = 0.002
- Zuiderzeepolderlandschap = 0.001
- Oude Zeeklei noord = 0.001
- Heideontginingslandschap zuid = 0.001
- Heideontginingslandschap oost = 0.001
- Beekdallandschap zuid = 0.001
- Veenkolonien = 0.001
- Laagveenontginning noord = 0.001
- Binnendijks rivier IJsseldelta = 0
- Hoevenlandschap oost = 0



## Zilvermeeuw

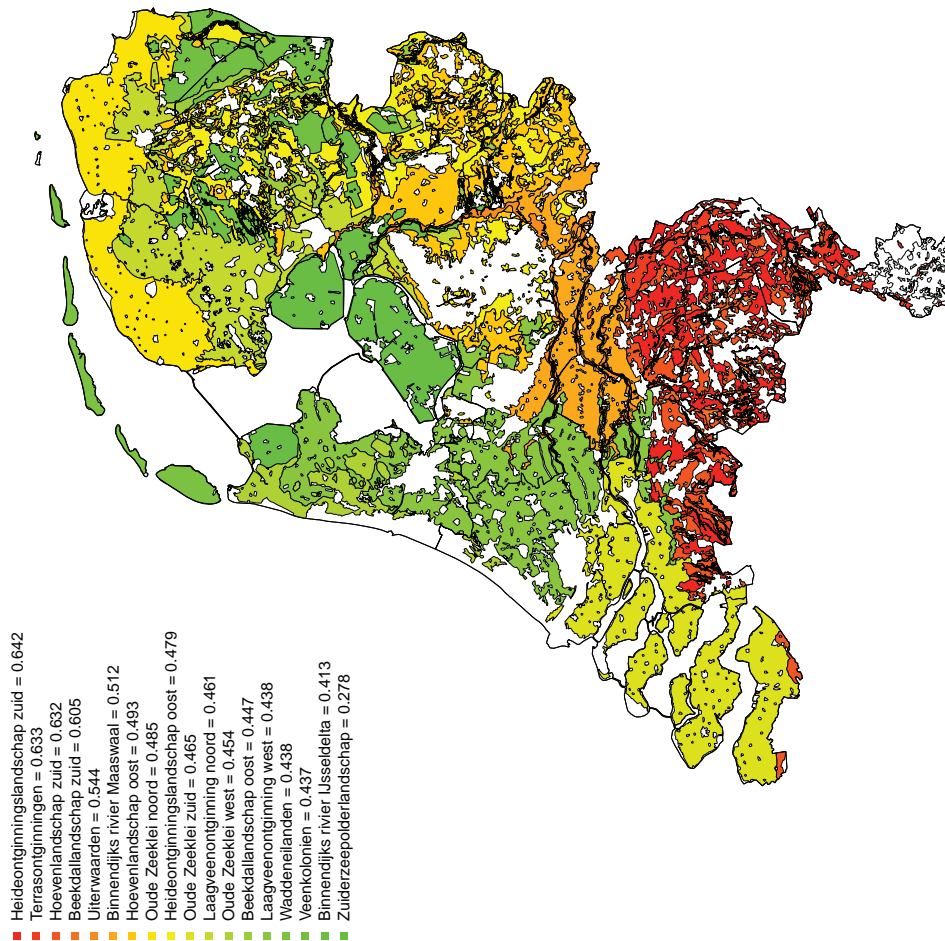


## Ooievaar





## Zwarte Kraai





## Bijlage 4. De relatie tussen de beheervariabelen en het voorkomen van predatoren per landschapstype.

In rood zijn de soorten aangegeven waarvan de kans op voorkomen groter is dan de mediane waarde voor alle landschapstypen. Alleen beheervariabelen die een significant effect hadden op het voorkomen van een soort zijn vermeld. Interacties met andere beheervariabelen zijn buiten beschouwing gelaten voor het overzicht.

### Beekdallandschap oost

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Egel	pos	
	neg	
Hermelijn	pos	Openheid
	neg	
Steenmarter	pos	
	neg	Niet verstoord, bomen verwijderbaar
Vos	pos	Niet verstoord, bomen verwijderbaar
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Beekdallandschap zuid

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	Stadsrand
	neg	
Egel	pos	
	neg	Groenindex, Stadsrand, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	
	neg	
Steenmarter	pos	
	neg	Groenindex
Vos	pos	
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Binnendijks rivier IJsseldelta

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	
	neg	
Egel	pos	Opgaande verstoring
	neg	
Hermelijn	pos	Waterpeil, openheid
	neg	
Steenmarter	pos	
	neg	
Vos	pos	
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Binnendijks rivier Maaswaal

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Waterpeil
	neg	Openheid, bomen verwijderbaar
Das	pos	Stadsrand
	neg	
Egel	pos	
	neg	Niet verstoord, bomen niet verwijderbaar
Hermelijn	pos	
	neg	
Steenmarter	pos	Stadsrand
	neg	Groenindex, bomen verwijderbaar
Vos	pos	Niet verstoord
	neg	Groenindex
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Openheid
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	



Heideontginningslandschap oost

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	Openheid
Das	pos	Groenindex
	neg	
Egel	pos	
	neg	Bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	
	neg	
Steenmarter	pos	
	neg	Bomen verwijderbaar
Vos	pos	Niet verstoord, bomen verwijderbaar
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Openheid
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	Groenindex
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Heideontginningslandschap zuid

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	
	neg	
Egel	pos	
	neg	Openheid, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	Openheid, Stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	Waterpeil
Steenmarter	pos	
	neg	
Vos	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

Hoevenlandschap oost

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Waterpeil
	neg	
Das	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	Waterpeil, Openheid
Egel	pos	
	neg	Stadsrand, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	Openheid
	neg	
Steenmarter	pos	Waterpeil, niet verstoord
	neg	Groenindex, stadsrand
Vos	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	Openheid
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	Stadsrand
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Hoevenlandschap zuid

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	Openheid, stadsrand
Das	pos	Stadsrand
	neg	Openheid
Egel	pos	
	neg	
Hermelijn	pos	Openheid
	neg	Groenindex
Steenmarter	pos	
	neg	Waterpeil, Openheid
Vos	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	Stadsrand
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Openheid, niet verstoord
	neg	
Buizerd	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	



Laagveenontginning noord

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Groenindex
	neg	Waterpeil
Das	pos	
	neg	
Egel	pos	Groenindex
	neg	Openheid, stadsrand
Hermelijn	pos	Groenindex, waterpeil
	neg	Bomen verwijderbaar, opgaande verstoring
Steenmarter	pos	
	neg	Waterpeil
Vos	pos	
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Groenindex, verstoord door riet
	neg	
Buizerd	pos	Groenindex, bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	Openheid
	neg	
Ooievaar	pos	Waterpeil
	neg	Groenindex, openheid
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Laagveenontginning west

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	Waterpeil, verstoord door riet, opgaande verstoring
Das	pos	Waterpeil, stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	Openheid
Egel	pos	
	neg	Stadsrand
Hermelijn	pos	Groenindex
	neg	Waterpeil
Steenmarter	pos	
	neg	
Vos	pos	Openheid, niet verstoord, verstoord door riet
	neg	Waterpeil, stadsrand
Blauwe Reiger	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Openheid, niet verstoord, verstoord door riet, bomen verwijderbaar
	neg	
Buizerd	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	Groenindex, stadsrand, verstoord door riet
Ooievaar	pos	Groenindex, waterpeil
	neg	Openheid
Zilvermeeuw	pos	
	neg	Groenindex, stadsrand
Zwarte Kraai	pos	
	neg	Openheid

Oude zeeklei noord

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Groenindex
	neg	Openheid, bomen verwijderbaar, opgaande verstoring
Das	pos	Waterpeil, bomen verwijderbaar
	neg	Groenindex
Egel	pos	Groenindex, wegen
	neg	Waterpeil, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	Groenindex
	neg	Openheid, bomen verwijderbaar, opgaande verstoring
Steenmarter	pos	Opgaande verstoring
	neg	
Vos	pos	Stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	Opgaande verstoring, waterpeil
Blauwe Reiger	pos	Groenindex
	neg	Openheid
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	Groenindex, opgaande verstoring
Buizerd	pos	Groenindex
	neg	Openheid, opgaande verstoring
Grote Zilverreiger	pos	Verstoord door riet
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	Groenindex
	neg	Openheid

## Oude zeeklei west

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	Stadsrand
	neg	Verstoord door riet
Egel	pos	Opgaande verstoring
	neg	Waterpeil
Hermelijn	pos	Waterpeil
	neg	Openheid, opgaande verstoring
Steenmarter	pos	
	neg	
Vos	pos	
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	Groenindex
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	Stadsrand
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	Stadsrand
Zwarte Kraai	pos	
	neg	



Oude zeeklei zuid

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Waterpeil
	neg	Niet verstoord, verstoord door riet, bomen verwijderbaar
Das	pos	Stadsrand
	neg	
Egel	pos	
	neg	Waterpeil, openheid, niet verstoord, verstoord door riet, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	Openheid, stadsrand
	neg	Waterpeil
Steenmarter	pos	
	neg	Waterpeil, openheid
Vos	pos	Stadsrand
	neg	Waterpeil, openheid
Blauwe Reiger	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Openheid, stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	Openheid
	neg	
Ooievaar	pos	Groenindex
	neg	
Zilvermeeuw	pos	Openheid
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Terrasontginningen

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	
	neg	Openheid
Egel	pos	
	neg	Stadsrand, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	
	neg	
Steenmarter	pos	
	neg	Bomen verwijderbaar
Vos	pos	Openheid
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

*Uiterwaarden*

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	Stadsrand
	neg	Waterpeil, openheid
Egel	pos	
	neg	
Hermelijn	pos	
	neg	
Steenmarter	pos	Groenindex
	neg	
Vos	pos	Opgaande verstoring
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	Waterpeil
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	Groenindex
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

## Veenkoloniën

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	Groenindex
	neg	
Das	pos	Groenindex, stadsrand
	neg	
Egel	pos	
	neg	Niet verstoord, stadsrand, bomen verwijderbaar
Hermelijn	pos	Niet verstoord
	neg	Groenindex
Steenmarter	pos	
	neg	Bomen verwijderbaar
Vos	pos	Niet verstoord, bomen verwijderbaar
	neg	Groenindex
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	Groenindex, stadsrand, bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	Groenindex
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	



Waddeneilanden

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	
Das	pos	
	neg	
Egel	pos	Opgaande verstoring
	neg	
Hermelijn	pos	
	neg	
Steenmarter	pos	
	neg	
Vos	pos	
	neg	
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	
	neg	

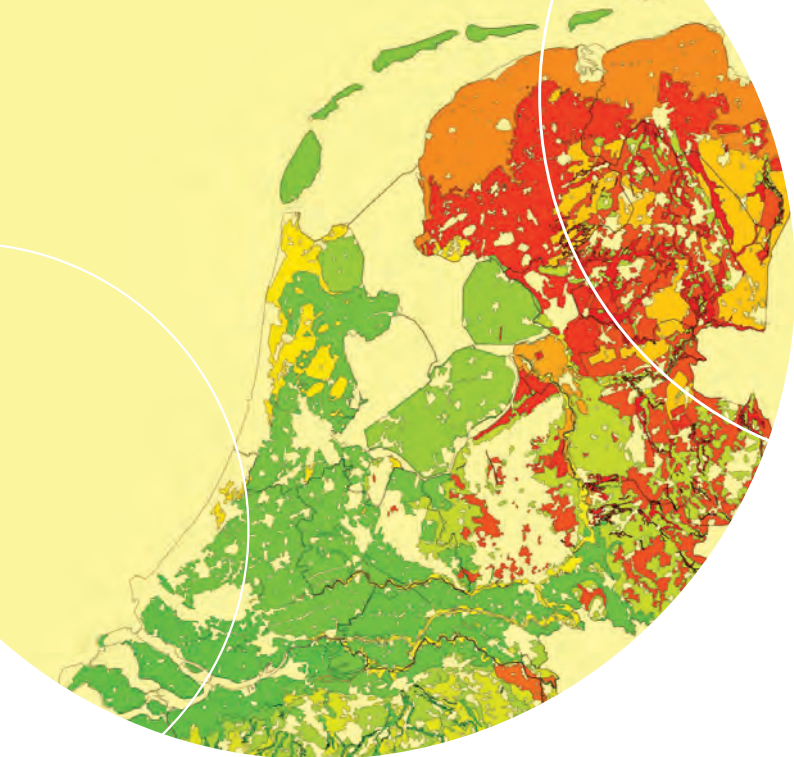
## Zuiderzeepolderlandschap

Predator	Invloed	Beheervariabele
Bunzing	pos	
	neg	Bomen verwijderbaar
Das	pos	
	neg	
Egel	pos	Opgaande verstoring
	neg	
Hermelijn	pos	
	neg	Openheid, bomen verwijderbaar
Steenmarter	pos	
	neg	Waterpeil, openheid, stadsrand, bomen verwijderbaar
Vos	pos	
	neg	Opgaande verstoring
Blauwe Reiger	pos	
	neg	
Bruine Kiekendief	pos	
	neg	
Buizerd	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Grote Zilverreiger	pos	
	neg	
Havik	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Kleine Mantelmeeuw	pos	
	neg	
Ooievaar	pos	Bomen verwijderbaar
	neg	
Zilvermeeuw	pos	
	neg	
Zwarte Kraai	pos	Opgaande verstoring
	neg	

## Bijlage 5. Kwantiel regressies verliesoorzaken

Uitkomst van de regressieanalyse voor de 75% of 90% kwantielen tussen de dichtheid per ha aan broedparen in een BMP-plot en de dagelijkse verlieskans voor de verliesoorzaken predatie (P), predatie+verlaten+overig (PVOv) en totaal verlies (Tot). Een negatieve slope wil zeggen dat bij een toename van de dichtheid de kans op verlies door predatie afneemt (groen) en bij een positieve waarde toeneemt (rood). Voor Grutto, Scholekster en Tureluur is in slope-Kievit tevens aangegeven in hoeverre de dichtheid aan broedparen van Kieviten de verliezen door predatie kan beperken. Vetgedrukte waarden zijn significant.

	75% kwantiel				90% kwantiel			
	soort	verliesoorzaak	slope	slope-kievit	soort	verliesoorzaak	slope	slope-kievit
geen nestlimiet	Grutto	P_verlies	0,015	-1,207	Grutto	P_verlies	-0,187	-1,666
	Grutto	PVOv_verlies	0,27	-1,428	Grutto	PVOv_verlies	-0,396	-0,979
	Grutto	Tot_verlies	-0,385	-1,090	Grutto	Tot_verlies	-0,683	-1,281
	Kievit	P_verlies	-3,194		Kievit	P_verlies	-2,356	
	Kievit	PVOv_verlies	-1,901		Kievit	PVOv_verlies	-1,468	
	Kievit	Tot_verlies	-1,675		Kievit	Tot_verlies	-1,665	
	Scholekster	P_verlies	-1,044	-1,072	Scholekster	P_verlies	-1,620	-0,569
	Scholekster	PVOv_verlies	-1,681	-0,554	Scholekster	PVOv_verlies	-3,521	0,296
	Scholekster	Tot_verlies	-0,825	-0,874	Scholekster	Tot_verlies	-2,721	-0,596
	Tureluur	P_verlies	5,316	-4,723	Tureluur	P_verlies	0,384	-1,087
	Tureluur	PVOv_verlies	1,380	-1,338	Tureluur	PVOv_verlies	-0,186	-1,033
	Tureluur	Tot_verlies	1,195	-1,761	Tureluur	Tot_verlies	-0,297	-1,261
	weidevogels	P_verlies	-0,513		weidevogels	P_verlies	-0,874	
	weidevogels	PVOv_verlies	-0,602		weidevogels	PVOv_verlies	-0,764	
	weidevogels	Tot_verlies	-0,739		weidevogels	Tot_verlies	-1,023	
minimaal vijf nesten	Grutto	P_verlies	0,701	-1,994	Grutto	P_verlies	0,949	-1,667
	Grutto	PVOv_verlies	0,571	-1,535	Grutto	PVOv_verlies	1,253	-1,627
	Grutto	Tot_verlies	0,152	-1,255	Grutto	Tot_verlies	0,519	-1,099
	Kievit	P_verlies	-2,002		Kievit	P_verlies	-2,210	
	Kievit	PVOv_verlies	-1,513		Kievit	PVOv_verlies	-1,406	
	Kievit	Tot_verlies	-1,587		Kievit	Tot_verlies	-1,378	
	Scholekster	P_verlies	0,754	-0,602	Scholekster	P_verlies	1,145	-1,133
	Scholekster	PVOv_verlies	0,493	-0,215	Scholekster	PVOv_verlies	1,981	-0,889
	Scholekster	Tot_verlies	2,073	-0,380	Scholekster	Tot_verlies	1,489	-1,504
	Tureluur	P_verlies	0,415	0,421	Tureluur	P_verlies	0,315	-0,651
	Tureluur	PVOv_verlies	0,128	0,182	Tureluur	PVOv_verlies	-0,246	-0,305
	Tureluur	Tot_verlies	0,155	0,082	Tureluur	Tot_verlies	0,857	-0,339
	weidevogels	P_verlies	-0,555		weidevogels	P_verlies	-0,790	
	weidevogels	PVOv_verlies	-0,467		weidevogels	PVOv_verlies	-0,370	
	weidevogels	Tot_verlies	-0,604		weidevogels	Tot_verlies	-0,753	



Mede mogelijk gemaakt door :



Ministerie van Landbouw,  
Natuur en Voedselkwaliteit



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521  
6503 GA Nijmegen  
Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen  
T (024) 7 410 410

E [info@sovon.nl](mailto:info@sovon.nl)  
I [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl)

