

Het gebruik van verspreidingsgegevens bij ruimtelijke analyses

Rob Bugter

In situaties waarin habitat versnipperd is wordt de mogelijkheid tot duurzame aanwezigheid van soorten mede bepaald door de ruimtelijke configuratie van habitat. Om het effect van die ruimtelijke verdeling van habitat op de duurzaamheid te kunnen beoordelen zijn ruimtelijke analysetechnieken en instrumenten ontwikkeld. Dit artikel gaat in op het belang van verspreidingsgegevens voor ontwikkeling en toepassing daarvan.

Voorals in een dichtbevolkt land als Nederland zijn door de grote druk op de ruimte leefgebieden van soorten vaak sterk in oppervlakte en kwaliteit afgenomen en versnipperd geraakt. Een goed voorbeeld hiervan is de heide. Waar begin deze eeuw nog grote delen van de Nederlandse zandgebieden door heide bedekt werden, is alleen op de Veluwe nog relatief veel heide overgebleven (Odé et al., dit nummer). Deze ontwikkeling heeft bijvoorbeeld tot gevolg gehad dat de Adder verdwenen is van de Utrechtse Heuvelrug en is mede de oorzaak dat het

Korhoen momenteel alleen nog op de Sallandse Heuvelrug voorkomt.

Minimum levensvatbare populatie

Het lokaal verdwijnen van soorten wordt niet alleen door verlies aan oppervlakte en door vermindering van de kwaliteit van leefgebieden veroorzaakt, ook de versnippering van leefgebied speelt een rol. Soorten kunnen namelijk slechts op die plekken voorkomen, waar voldoende geschikt habitat aanwezig is. Voor duurzame aanwezigheid is een populatie van een bepaalde minimumomvang nodig, de

minimum levensvatbare populatie (Shaffer, 1981). Dit komt omdat populaties niet constant van grootte zijn, maar in omvang wisselen door toevals- en milieufunctuaties (bijvoorbeeld ten gevolge van gunstige of juist ongunstige jaren qua voedsel en weersomstandigheden). Hoe groot zo'n minimum levensvatbare populatie moet zijn kan voor de meeste soorten op basis van literatuurgegevens en veldwaarnemingen (het verdwijnen of juist overleven van populaties die een bepaalde grootte hebben) geschat worden. Wanneer daarnaast informatie over de dichtheden die een soort kan bereiken beschikbaar is, kan aangegeven worden binnen welke grenzen de minimumoppervlakte ligt, die een leefgebied van gemiddelde habitatsamenstelling en kwaliteit moet hebben (Kalkhoven et al., 1996).

Wanneer eenmaal bekend is hoeveel habitat nodig is om een soort duurzaam te kunnen huisvesten, lijkt voor elk willekeurig gebied een snelle beoordeling van

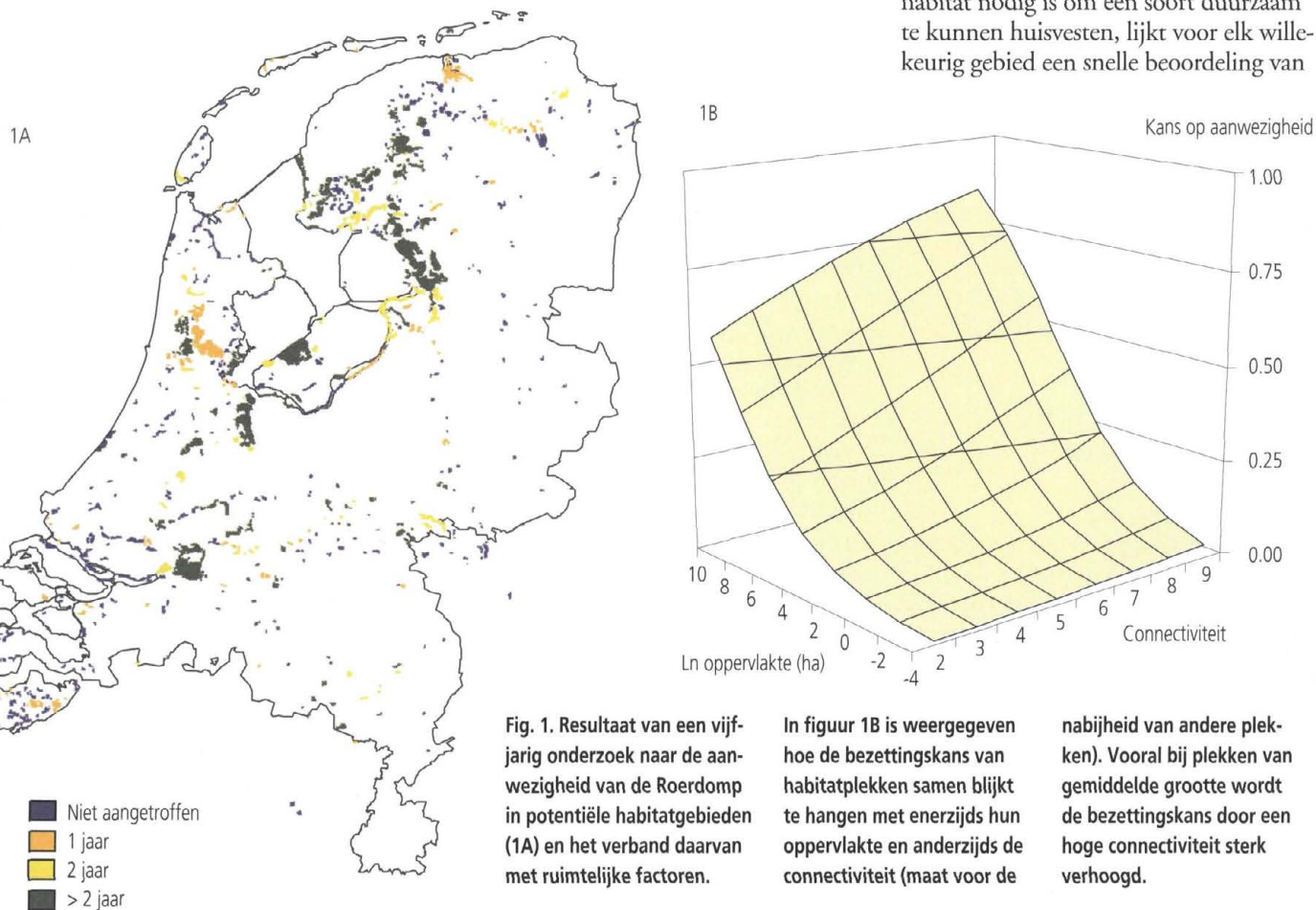
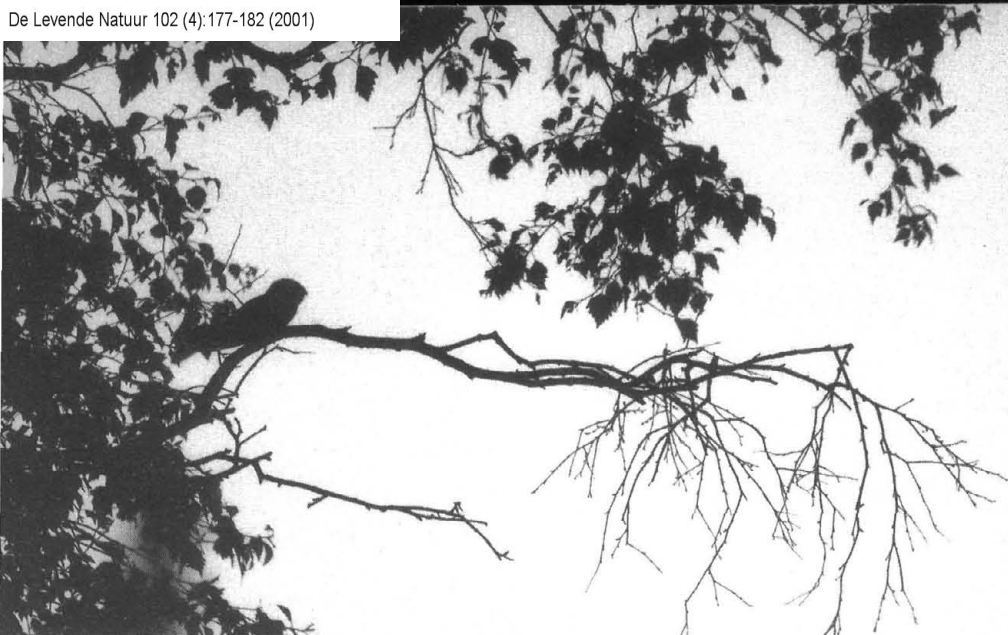


Fig. 1. Resultaat van een vijf-jarig onderzoek naar de aanwezigheid van de Roerdamp in potentiële habitatgebieden (1A) en het verband daarvan met ruimtelijke factoren.

In figuur 1B is weergegeven hoe de bezettingskans van habitatplekken samen blijkt te hangen met enerzijds hun oppervlakte en anderzijds de connectiviteit (maat voor de

nabijheid van andere plekken). Vooral bij plekken van gemiddelde grootte wordt de bezettingskans door een hoge connectiviteit sterk verhoogd.



Doordat de Nachtzwaluw veel ruimte nodig heeft voor een levensvatbare populatie, is de soort een uitzonderlijke verschijning (foto: Bert Bos).

op bezetting door een hogere connectiviteit veel groter. Conclusie: de kans dat plekken bezet blijven of weer bezet raken wordt in belangrijke mate bepaald door de nabijheid van andere plekken.

Wanneer uitwisseling tussen plekken leefgebied kan plaatsvinden wordt de kans op duurzame aanwezigheid van een soort dus niet bepaald door de overlevingskans in individuele plekken, maar door de overlevingskans in alle met elkaar verbonden plekken samen. De soort is dan aanwezig in een ruimtelijk gestructureerde populatie verdeeld over een netwerk van leefgebieden, die door uitwisseling (dispersie) met elkaar verbonden zijn: een metapopulatie (o.a. Levins, 1970; Opdam et al., 1993; Hanski, 1999).

Teruggaand naar het voorbeeld heide dan is het duidelijk dat de aanwezigheid van veel soorten uit tabel 1 in Nederland te danken moet zijn aan het feit dat ze aanwezig zijn in een metapopulatie die meerdere leefgebieden beslaat.

Duurzame aanwezigheid

Om in te kunnen schatten of een soort die in een metapopulatiestructuur aanwezig is ook duurzaam aanwezig is, is inzicht nodig in de factoren die daarop van invloed zijn. Uiteraard is duurzame aanwezigheid in een netwerk van habitatplekken net als bij een 'normale' populatie in aaneengesloten habitat in eerste instantie afhankelijk van de draagkracht, alleen in dit geval die van het totale netwerk van leefgebieden. De eerste vraag bij het bepalen daarvan is dan natuurlijk: hoe groot is dat netwerk nu precies? Plekken behoren tot hetzelfde netwerk wanneer er voldoende uitwisseling van individuen plaats kan vinden. Op basis van literatuurgegevens kan aangenomen worden dat er genoeg uitwisseling mogelijk is, wanneer plekken niet verder uit elkaar liggen dan de maximale afstand die door individuen overbrugd kan worden, indien nodig rekening houdend met de weerstand van het tussenliggende landschap en de aanwezigheid van barrières zoals bijvoorbeeld drukke wegen.

Verder is het makkelijk in te zien dat in een netwerk de totaal benodigde draagkracht voor duurzaamheid groter wordt, naarmate de versnippering toeneemt: hoe

de mogelijkheid tot duurzame aanwezigheid mogelijk. In de praktijk blijkt dit echter minder simpel. In tabel 1 is voor een aantal heidesoorten aangegeven binnen welke grenzen de benodigde minimumoppervlakte habitat ligt. Wanneer deze vergeleken wordt met de oppervlakteverdeling van heidegebieden in Nederland (tabel 2), blijkt dat voor veel soorten slechts enkele heidegebieden groot genoeg zijn om een levensvatbare populatie te huisvesten. Toch zijn ook in veel van de kleinere gebieden die soorten nog overduidelijk in gezonde populaties aanwezig. Hoe komt dat?

Metapopulaties

Wanneer afzonderlijke habitatplekken dicht genoeg bij elkaar liggen om uitwisseling tussen de plekken mogelijk te maken, beïnvloeden zij elkaars mogelijkheid op het huisvesten van een levensvatbare populatie. Mocht één van de plekken immers om wat voor reden dan ook leegraken, dan kan zij weer vanuit de andere gekoloniseerd worden. Dat dit in werkelijkheid ook gebeurt, kan geïllustreerd worden aan het voorbeeld van de Roerdomp (helaas zijn er op dit moment voor geen enkele heidesoort gegevens over de bezetting van habitatplekken gedurende meerdere jaren beschikbaar) (fig. 1). Voor deze soort is de aanwezigheid als broedvogel op habitatplekken gedurende een periode van vijf jaar gevolgd. Gedurende deze periode is een groot aantal plekken slechts voor enkele jaren of zelfs helemaal niet bezet geweest (fig. 1A). Bij analyse blijkt de kans op bezetting van een plek (fig. 1B) zowel samen te hangen met de oppervlakte van de plek zelf, als met de nabijheid van andere plekken (de connectiviteit): bij een kleine oppervlakte wordt de kans op bezetting door een betere connectiviteit nauwelijks verhoogd, maar juist bij een gemiddelde oppervlakte wordt de kans

Soort	Schatting minimale oppervlakte voor duurzame populatie (ha)
Tapuit	5000 - 20000
Gauwe klauwier	200 - 800
Nachtzwaluw	10000 - 20000
Korhoen	6000 - 18000
Adder	200 - 1000
Zandhagedis	100 - 500
Heideblauwtje	50 - 200

Tabel 1. Schattingen van de benodigde aaneengesloten oppervlakte habitat voor duurzame huisvesting van een populatie voor een aantal heidesoorten. De verschillen tussen de soorten worden veroorzaakt door verschillen in ruimtebehoefte en door verschillen in het aantal individuen dat nodig is voor een levensvatbare populatie. Er wordt geen absolute waarde voor de minimale oppervlakte gegeven maar een bereik vanwege de variatie in dichtheid die in de literatuur worden aangetroffen. De ondergrens geeft de benodigde oppervlakte bij goed habitat, de bovengrens die bij marginaal habitat (bron: Alterra, afdeling Ecologie en Ruimte).

Oppervlakte (ha)	Aantal gebieden
<= 10	4878
10 - 100	263
100 - 1000	47
> 1000	3

Tabel 2. Oppervlakteverdeling heidegebieden in Nederland. Er is een zeer strikt scheidingscriterium gehanteerd. Gebieden met een onderlinge tussenruimte van meer dan 25 meter zijn afzonderlijk geteld (bron: Alterra afdeling Ecologie en Ruimte).

verder plekken uit elkaar liggen, hoe meer ongeschikt terrein overgestoken moet worden, hoe minder ze elkaar ondersteunen en hoe langer het duurt voor plekken weer bezet kunnen worden nadat ze leeggeraakt zijn. Conclusie: zowel voor het clusteren van plekken tot netwerken, als voor het bepalen of de draagkracht van een netwerk met een bepaalde configuratie groot genoeg is om een duurzame metapopulatie te kunnen huisvesten, zijn normen nodig (o.a. Hanski et al., 1996; Verboom et al., 1997).

Hoe komen we aan die normen? Gegevens over de maximale afstanden die soorten in het veld af kunnen leggen, over de passeerbaarheid van bijvoorbeeld wegen, en over de draagkracht van verschillende habitattypen komen uit veldonderzoek of literatuur. Met deze kennis zijn netwerken af te grenzen en kan hun draagkracht bepaald worden. Om vast te stellen hoe plekken elkaar ondersteunen, en aan de hand daarvan normen voor duurzaamheid voor verschillende configuraties te kunnen afleiden, zijn echter gegevens van langjarig onderzoek aan een stabiele metapopulatie nodig (dit is bijvoorbeeld gedaan in het voorbeeld van de Roerdomp, fig. 1). Door gebruik te

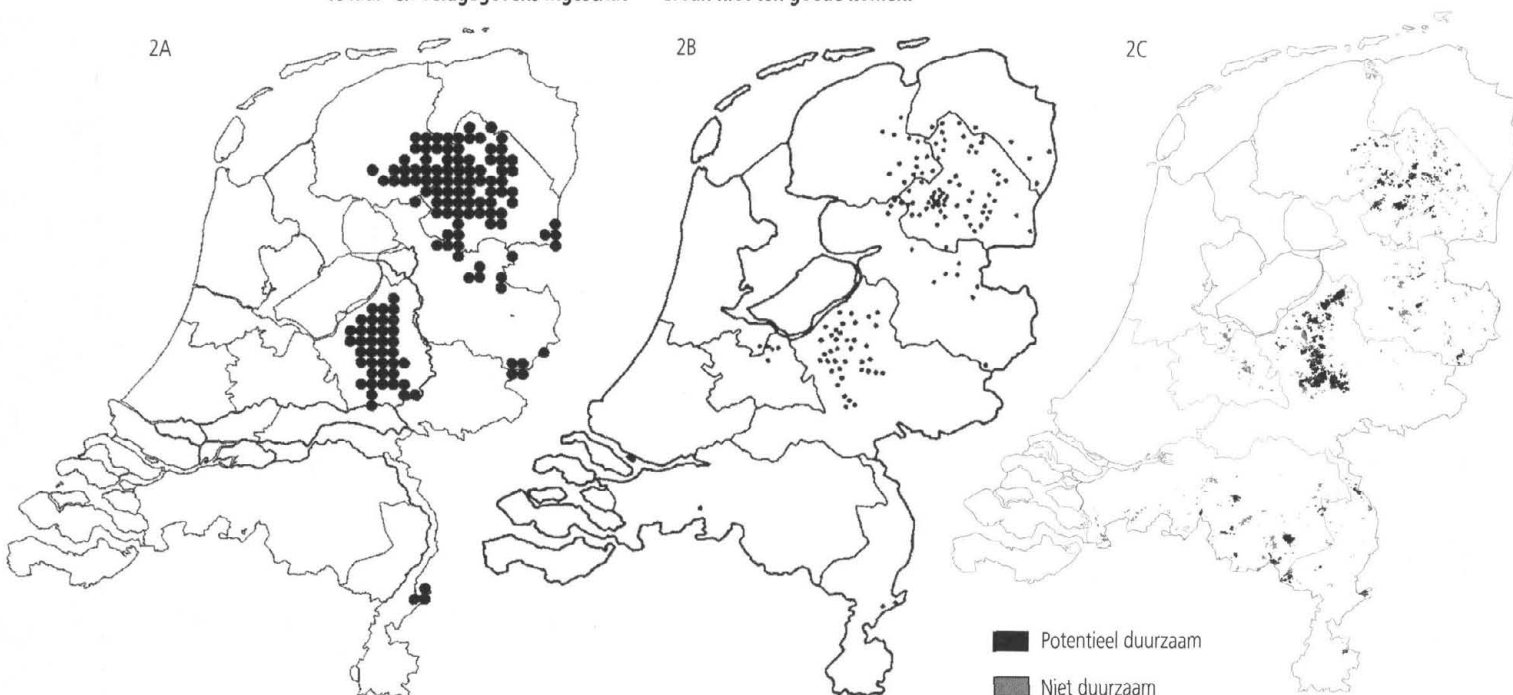
maken van zowel statistische analyses als van simulatiemodellen kunnen hieruit de benodigde gegevens gedestilleerd worden (Verboom et al., in druk).

Vaak zijn dergelijke gegevens echter niet, in onvoldoende mate of onvoldoende nauwkeurig beschikbaar. Normen voor duurzaamheid kunnen in dat geval ook rechtstreeks uit literatuur- en veldgegevens en uit vergelijking met overeenkomstige soorten afgeleid worden. Uiteraard is dit veel minder nauwkeurig dan met de hierboven beschreven werkwijze en het resultaat moet dan ook tenminste met behulp van verspreidingsbeelden van de soort gecontroleerd worden. Het voorbeeld van de Adder (fig. 2) laat zien dat daarbij niet alleen kennis van de huidige, maar tevens van de historische verspreiding van groot belang kan zijn: figuur 2A geeft een overzicht van de huidige verspreiding van de Adder in Nederland volgens de gegevens van RAVON. Dit verspreidingsbeeld kan vergeleken worden met de ligging van de duurzame netwerken van de Adder, zoals die met behulp van normen op basis van literatuur- en veldgegevens vastgesteld zijn (fig. 2C). Hierbij vallen duidelijke verschillen op. Aan de ene kant bedekken de als duur-

zaam ingeschatte habitatnetwerken lang niet het hele gebied van voorkomen, aan de andere kant liggen ook potentieel duurzame netwerken op plaatsen (ten zuiden van de rivieren, deel van Overijssel), waar de Adder niet (meer) voorkomt. Om met dit laatste te beginnen: volgens RAVON (mondelinge mededeling R. Creemers) is het de Adder waarschijnlijk nooit gelukt om tot het gedeelte van Nederland ten zuiden van de grote rivieren door te dringen, uitgezonderd het Meinweggebied. De bron waaruit dit afgeleid wordt, is de registratie van adderbeten (fig. 2B; Ameling, 1978), die een veel betrouwbaarder beeld van de historische verspreiding geven dan zichtwaarnemingen. Als we het Meinweggebied buiten beschouwing laten, blijkt dat in de periode tussen 1885 en 1972 slechts één beet ten zuiden van de rivieren is geregistreerd, terwijl de verspreiding van de rest van de beten goed overeenkomt met de gebieden waar de Adder nu nog voorkomt of vorige eeuw nog voorkwam (die ene registratie in Brabant wordt als waarschijnlijk onjuist beschouwd). Aangezien er ten zuiden van de rivieren wel degelijk geschikt habitat ligt, is het signaleren van de mogelijkheid tot het vestigen van een potentieel duurzame populatie echter niet onjuist. De afwijking tussen de ligging van als duurzaam ingeschatte netwerken en de huidige verspreiding in de rest van het land, wordt zeker voor een deel veroorzaakt door te onnauwkeurige informatie over de habitatkwaliteit. Het gebruikte

Fig. 2. De huidige verspreiding van de Adder volgens RAVON (2A), de geregistreerde adderbeten tussen 1885 en 1972 (2B, naar Ameling, 1978) en de duurzame habitatnetwerken zoals die op basis van literatuur- en veldgegevens ingeschat

worden (2C). De samenstelling van de netwerken in 2C wordt in belangrijke mate bepaald door wegen met barrièrewerking. Deze zijn echter uit de figuur weggelaten, omdat ze de duidelijkheid ervan niet ten goede komen.

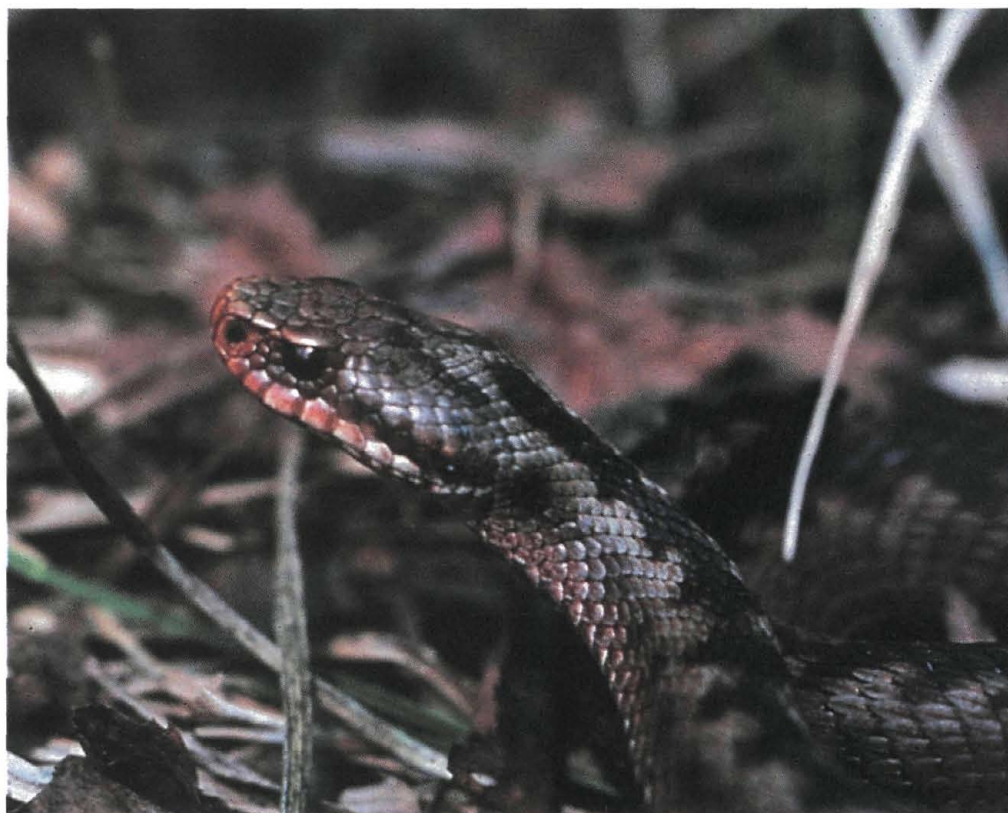


Voorbeeld 1

In figuur 3 wordt een voorbeeld gegeven van een analyse die in het kader van de Natuurbalans 2000 is uitgevoerd (RIVM, 2000). In dit voorbeeld is met LARCH de ruimtelijke samenhang van heide, duin en stuifzand bepaald voor zowel de huidige situatie als voor de verwachte situatie in 2020 (volledige realisatie EHS). Te zien is dat volgens de huidige plannen voor de invulling van de EHS de ruimtelijke samenhang op de Veluwe en in de duinen duidelijk toeneemt, maar bijvoorbeeld op de Utrechtse Heuvelrug en in Drenthe-Friesland af zal nemen. LARCH is op landelijke schaal onder andere in het kader van de jaarlijkse Natuurbalans en de Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening toegepast.

GIS-bestand geeft onvoldoende informatie over vegetatiestructuur, wat plaatselijk tot afwijkingen kan leiden (de 'verkeerde' duurzame netwerken in Overijssel, de Meinweg). Dat gedeelten van het habitat op de Veluwe en grote delen van het habitat in Drenthe en Friesland behoren tot netwerken die niet als duurzaam worden ingeschat, kan echter niet volledig aan de onnauwkeurigheid van de habitat-informatie worden toegeschreven. Waarschijnlijk spelen hierbij zowel de onnauwkeurigheid van normen als een time-lag effect een rol. In Friesland-Drenthe speelt waarschijnlijk een rol dat de barrièrewerking van wegen daar te hoog is ingeschat, terwijl ook de normen voor de duurzaamheid van netwerken mogelijk wat te streng gekozen zijn. Het is echter ook goed mogelijk dat de duurzaamheid van de netwerken wel juist is ingeschat, maar dat de Adder nog niet uit de niet-duurzame netwerken verdwenen is: per slot van rekening is de verspreiding van de Adder sinds 1950 sterk achteruitgegaan (Creemers, 1996), en er is weinig reden om aan te nemen dat verspreiding en habitatsituatie momenteel in evenwicht zijn. Te vrezen valt dat er zeker ten dele sprake is van een time-lag effect, wat als gevolg kan hebben dat de Adder op termijn uit de niet duurzame netwerken verdwijnt. In dat geval geeft figuur 2C dus risicogebieden aan. Helaas is het, door het ontbreken van voldoende gegevens echter niet mogelijk om te zeggen wat hier precies aan de hand is.

Uit dit voorbeeld kan het volgende geconcludeerd worden: aan de ene kant maakt de beschikbaarheid van een goed verspreidingsbeeld en een betrouwbaar inzicht in de historische verspreiding het mogelijk om de gevonden normen glo-



Onder meer aan de hand van de registratie van adderbeten is de verspreiding van de Adder (*Vipera berus*) in kaart gebracht (foto: H. Strijbosch).



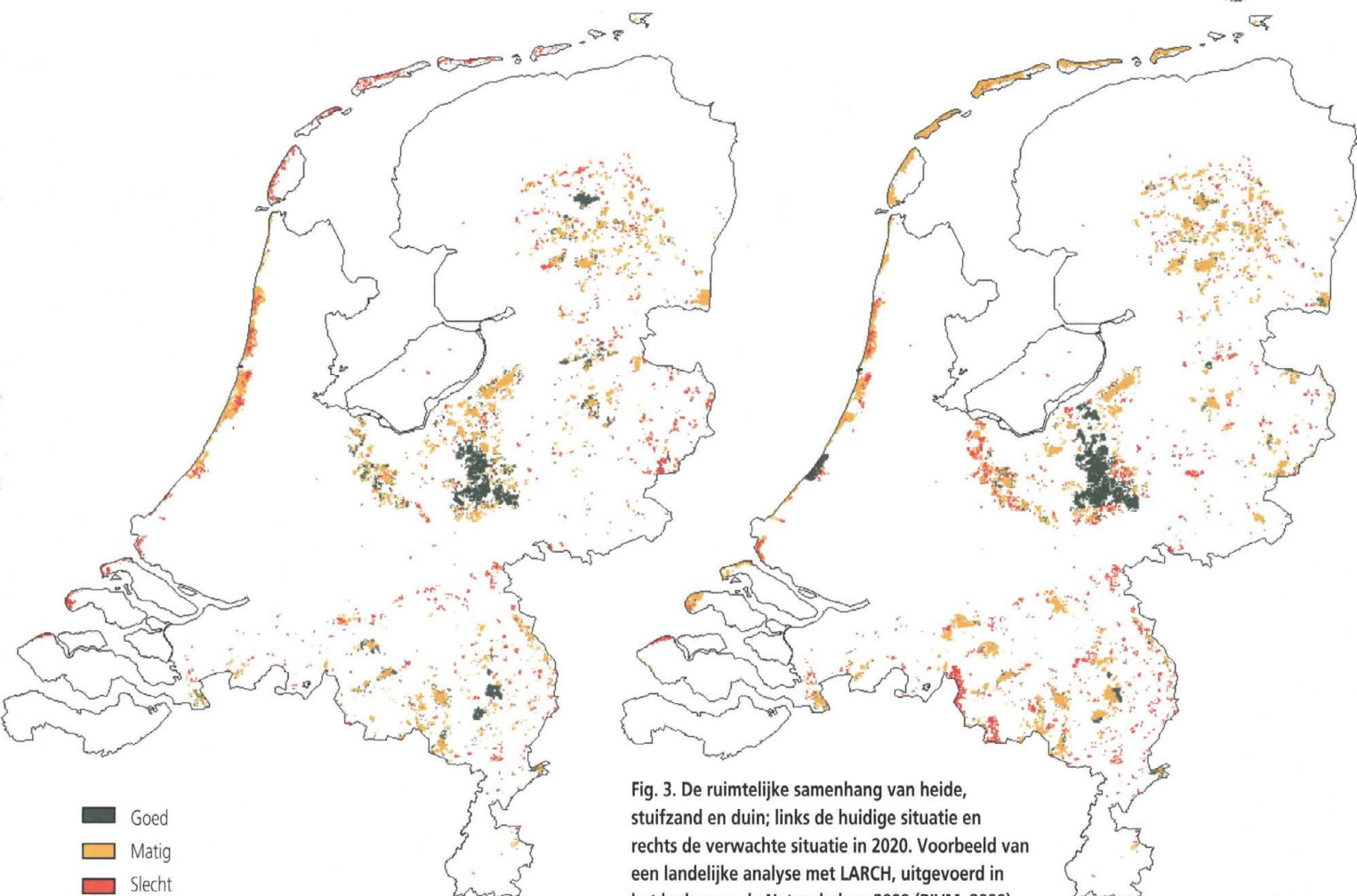
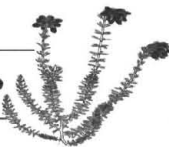
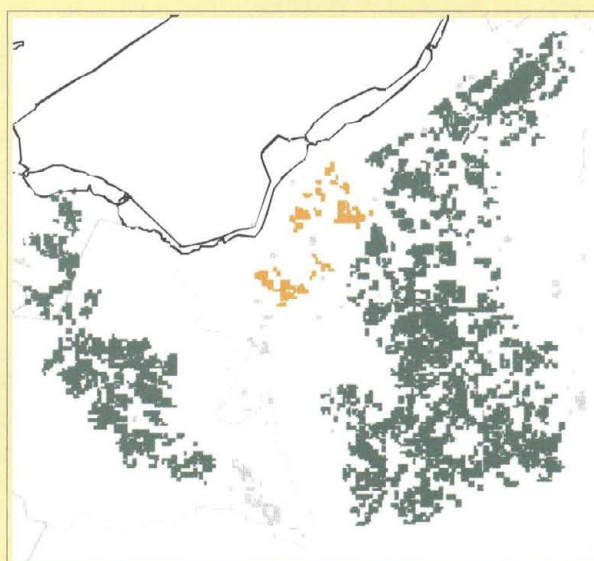
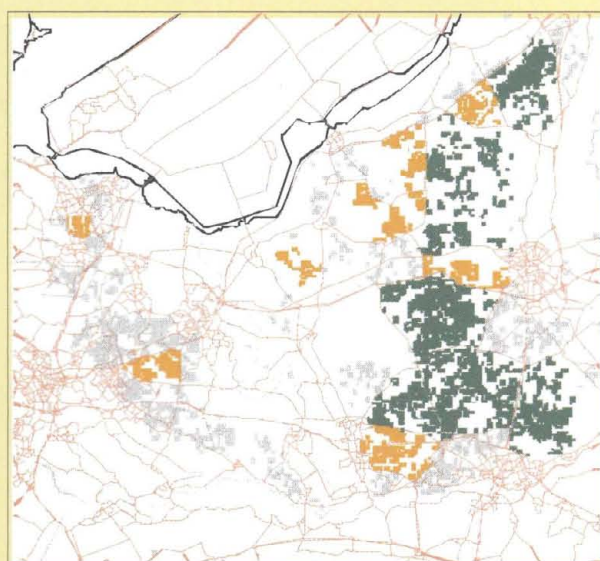


Fig. 3. De ruimtelijke samenhang van heide, stuifzand en duin; links de huidige situatie en rechts de verwachte situatie in 2020. Voorbeeld van een landelijke analyse met LARCH, uitgevoerd in het kader van de Natuurbalans 2000 (RIVM, 2000).



0 75 km



Fig. 4. Het effect van wegen op de duurzame aanwezigheid van de Zandhagedis op de Utrechtse Heuvelrug (naar Pelk et al., 2000), als voorbeeld van een regionale analyse met LARCH. In de scenariostudie (rechts) zijn alle wegen op de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug opgeheven, waardoor de duurzaamheid veel groter wordt.

Voorbeeld 2

Figuur 4 geeft weer wat het effect op de duurzaamheid van de Zandhagedis zou zijn wanneer alle wegen op de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug worden opgeheven. Deze scenariostudie is enkele jaren geleden uitgevoerd om het effect van het opheffen van barrièrewerking te illustreren (Pelk et al., 2000). De analyse is gebaseerd op tamelijk onnauwkeurige habitatinformatie. Ondanks dat komt het beeld voor de huidige situatie goed overeen met de werkelijke verspreiding van de soort. Dit voorbeeld illustreert daardoor perfect dat de kracht van ruimtelijke analyses juist is dat op basis van vrij ruwe informatie toch het effect van ingrepen duidelijk gemaakt kan worden. Op regionale schaal is LARCH onlangs onder meer ingezet voor een evaluatie van het effect van reactivering van de IJzeren Rijn spoorweg op het habitatrichtlijngebied de Meinweg (Wieman et al., 2000), en een evaluatie van het verwachte effect van de aanleg van een natuurbrug over de Zanderij Crailo in het Gooi (van der Grift & Koolstra, 2000).

baal te controleren; aan de andere kant zorgt het ontbreken van voldoende nauwkeurige gegevens ervoor dat een werkelijk nauwkeurige inschatting van de kans op duurzame aanwezigheid niet mogelijk is. De nauwkeurigheid van ruimtelijke analyses is dus sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van goede basisgegevens. Dit voorbeeld laat echter ook zien dat ruimtelijke analyses in een minder nauwkeurige vorm wel degelijk nut kunnen hebben: de resultaten voor de Adder indiceren een mogelijk probleem in Friesland-Drenthe dat uit enkel de verspreidingsgegevens niet naar voren komt.

Toepassing van ruimtelijke kennis

Zoals uit het voorbeeld van de Adder al duidelijk geworden is, kan de ruimtelijke kennis gebruikt worden om de potentie die een landschap heeft om een soort duurzaam te huisvesten te bepalen. In de praktijk is het clusteren van leefgebieden tot netwerken en het bepalen van de draagkracht van de netwerken echter een ingewikkelde klus. Het is vrij duidelijk dat dit met de hand niet meer te doen is. De afdeling Ecologie en Ruimte van Alterra heeft daarvoor een instrument ontwikkeld, het kennissysteem LARCH (Landschaps Analyse en Regels voor de Configuratie van Habitat). Dit systeem kan volgens de bij het voorbeeld van de Adder globaal omschreven methode de kans op duurzame aanwezigheid van soorten bepalen.

Daarnaast is het ook mogelijk om, op basis van het aantal plekken in een gebied, hun oppervlakte en afstanden ertussen, een uitspraak te doen over de ruimtelijke samenhang van het habitat van soorten. LARCH bevat een database met normen voor een groot aantal soorten, gevuld met gegevens uit eigen onderzoek, literatuur en modelsimulaties. Deze informatie wordt doorlopend aangevuld en verfijnd, niet in de laatste plaats met behulp van de gegevens die de toepassing van het systeem zelf telkens weer oplevert. Door gebruik te maken van een dergelijk instrument is een gestructureerde, reproduceerbare toepassing van verzamelde expertkennis mogelijk. Het resultaat is echter zeer afhankelijk van de kwaliteit van de habitatinformatie en van een gedegen achtergrondkennis van de gebruiker (zie voorbeeld Adder!). In goede handen is het echter een zeer krachtig hulpmiddel dat met name bij vergelijking van scenario's zijn nut heeft. Hiervan worden twee voorbeelden gegeven, één op landelijke en één op regionale schaal. Daarbij dient aangetekend te worden dat beide voorbeelden uitsluitend ter illustratie van de mogelijkheden van ruimtelijke analyses gegeven worden, zonder verdere toelichting op de gebruikte methodiek.

Conclusie

Voor in een dichtbevolkt land als Nederland is de ruimtelijke configuratie van het habitat van soorten mede bepalend voor hun duurzame aanwezigheid. Het effect van veranderingen in die ruimtelijke configuratie is echter alleen met op geografische informatie systemen gebaseerde modellen of kennissystemen te analyseren. Voor het ontwikkelen van deze instrumenten is de beschikbaarheid van nauwkeurige verspreidingsgegevens onmisbaar.

Literatuur

- Ameling, A.D., 1978.** De Adder. Spectrum, Utrecht.
- Creemers, R.C.M., 1996.** Bedreigde en kwetsbare reptielen en amfibieën in Nederland. Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. Publicatienr. 2, Stichting RAVON, Nijmegen.
- Grift, E.A. van der & B.J.H. Koolstra (red.), 2000.** Toets natuurontwikkelingsplan en natuurbrug in Zanderij Crailo. Nut en noodzaak van de ecologische verbinding, effectiviteit van de natuurbrug en toetsing herinrichting sportpark. Alterra rapport 168, Wageningen.
- Hanski, I., A. Moilanen & M. Gyllenberg, 1996.** Minimum viable metapopulation size. The American Naturalist 147: 527 B 541.
- Hanski, I., 1999.** Metapopulation ecology. Oxford series

on ecology and evolution, Oxford University Press, Oxford.

Kalkhoven, J., R. van Apeldoorn, P.F.M. Opdam & J. Verboom, 1996. Worden onze natuurgebieden groot genoeg? Landschap 96 (1): 5 - 15.

Levins, R., 1970. Extinction. In: M. Gerstenhaber (ed.). Some mathematical problems in biology. American mathematical society, Providence: 77 - 107.

Opdam, P.F.M., 1993. Population responses to landscape fragmentation. In: Vos, C.C. & P.F.M. Opdam (eds), Landscape ecology of a stressed environment. Chapman & Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.

Pelk, M., B. Heijkers, R. van Ettiger, D. Bal, C. Vos, R. Reijnen, S. de Vries & P. Visschendijk, 2000. Kwaliteit door verbinden. Waarom, waar en hoe? Alterra en Ministerie LNV.

RIVM, 2000. Natuurbalans 2000. Samsom H.D. Tjeenk Willink b.v., Alphen a.d. Rijn.

Shaffer, M.L., 1981. Minimum population sizes for species conservation. Bioscience 31: 131 - 134.

Verboom, J., R.P.B. Foppen, J.P. Chardon, P.F.M. Opdam & P.C. Luttikhuisen, in druk. Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. Biological Conservation.

Verboom, J., P.C. Luttikhuisen & J.T.R. Kalkhoven, 1997. Minimumarealen voor dieren in duurzame populatienetwerken.

Wieman, E.A.P., R.J.F. Bugter, E.A. van der Grift, A.G.M. Schotman, C.C. Vos & S.S.H. Lighthart, 2000. Beoordeling ecologische effecten reactivering 'IJzeren Rijn' op het gebied de Meinweg. Alterra-rapport 081, Wageningen.

Summary

The need of data of species distribution for spatial analysis

Especially in a very densely populated country like the Netherlands, habitats of species are often fragmented. In that case, viability of populations not only depends on amount of habitat but also on its spatial configuration. This paper gives examples of the use of species distribution data in spatial analysis and of the use of spatial analysis tools for the assessment of viability and the spatial cohesion of habitat. For the development and application of these tools, the availability of reliable data, especially of species distribution, is absolutely necessary.

Dankwoord

Graag wil ik hierbij Ruud Foppen bedanken voor het gebruik van het voorbeeld van de Roerdomp en Jolanda Dirksen en Harold Kuipers voor hun ondersteuning op GIS gebied.

Drs. R.J.F. Bugter
Alterra, afd. Ecologie en Ruimte
Postbus 47
6700 AA Wageningen
email: r.j.f.bugter@alterra.wag-ur.nl