

# Versnippering en klimaatverandering

## Hoe maken we de EHS climate change-proof?

**Klimaatverandering beïnvloedt de Nederlandse natuur! Soorten reageren door noordwaarts te verhuizen. Van belang is echter niet alleen dat soorten kunnen verhuizen, maar bovendien dat ze dat ook op tijd kunnen bij de huidige versnippering van natuurgebieden. We hebben het vermoeden dat populaties in de knel komen. De EHS, het nationaal netwerk van duurzaam te behouden natuurgebieden, is dan wellicht toch niet zo duurzaam als gedacht. Waar en hoe kunnen we maatregelen nemen om de risico's van klimaatverandering voor biodiversiteit te verkleinen? AIO Anouk Cormont knutselt mee aan stabilisering van dit bouwwerk.**

**Anouk Cormont**  
anouk.cormont@wur.nl

### Versnipperd evenwicht

Waarom komt een soort ergens voor of juist niet? Deze vraag is niet eenvoudig te beantwoorden. Dit komt omdat er veel zowel biotische als abiotische factoren meespelen, zoals voedselaanbod, predatie of vraat, concurrentie, klimatologische omstandigheden, en daarnaast factoren van menselijke aard, zoals verzuring, verstoring en versnippering van leefgebied. Lokaal kan een soort alleen voortbestaan als de balans positief is tussen geboorte en sterfte, en emigratie en immigratie. Geboorte en immigratie moeten dus compenseren voor sterfte en emigratie. Wanneer deze balans negatief is, hangt de snelheid van lokaal uitsterven van een soort af van de levensduur en het aantal voortgebrachte generaties per individu. Dit proces kan erg langzaam verlopen, zoals het geval is bij Jeneverbessen op de Veluwe. Hier komen geen nieuwe individuen meer bij, en deze "spookpopulatie" dreigt langzaam uit te sterven.

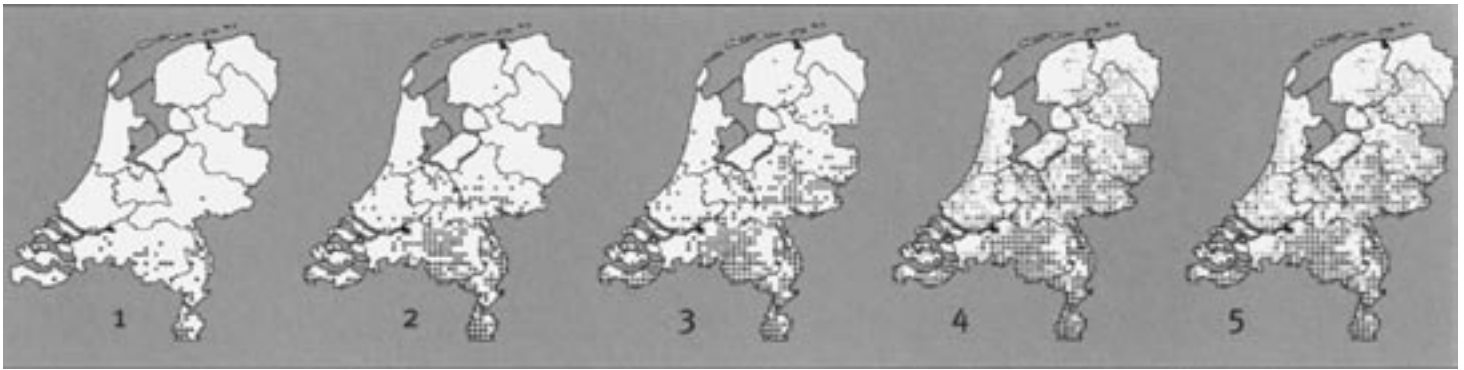
Een stabiel systeem vraagt vaak om uitgestrekte leefgebieden van een goede kwaliteit. Indien deze er niet zijn, zoals in een gefragmenteerd landschap, kunnen populaties van soorten die gevoelig zijn voor versnippering van hun leefgebied toch overleven in zogenaamde ecologische netwerken. Ecologische netwerken bestaan uit een aantal verspreid liggende leefgebieden die onderling verbonden zijn. De mate van verbondenheid (connectiviteit) binnen een netwerk moet voldoende groot zijn in relatie tot de afstand die soorten kunnen afleggen (dispersiecapaciteit). Verder is de grootte van de natuurgebieden in het netwerk van belang. In relatief grote leefgebieden in het netwerk, zogenaamde sleutelgebieden, is de kans dat de soort lokaal uitsterft heel klein. Zonder zo'n sleutelgebied is voor een stabiel netwerk meer oppervlakte nodig dan met sleutelgebied – veel snippertjes zijn ecologisch gezien minder effectief. Voor de adder bijvoorbeeld bedraagt de oppervlakte van een stabiel netwerk met sleutelgebied 900 ha, maar zonder sleutelgebied is 1500

ha netwerk nodig. Bij de ontwikkeling van de EHS wordt geprobeerd zoveel mogelijk stabiele netwerken voor doelsoorten te vormen. Hierbij kunnen zogenaamde ecoprofielen (Verboom et al., 2001) als richtlijn dienen. Soorten met een grote oppervlaktebehoefte en een kleine dispersiecapaciteit zijn het meest gevoelig voor fragmentatie. Andersom geldt voor soorten die een grote afstand af kunnen leggen en slechts een gering leefgebied nodig hebben, dat versnippering van habitat er tot op zekere hoogte niet zo toe doet.

Vier offensieve maatregelen kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van duurzame netwerken. Het vergroten van de oppervlakte per eenheid natuur binnen het netwerk (1) kan soorten voldoende veerkracht bieden. Ook het verbeteren van de kwaliteit van het leefgebied (2) kan de draagkracht van de eenheden, ofwel het aantal beschikbare territoria, vergroten. Het inpassen van nieuwe eenheden natuur (3), waardoor het netwerk verdicht wordt, zorgt voor een vermeerdering van toevluchtsoorten en leefgebied. Bovendien kunnen de tussen-gevoegde gebieden fungeren als dispersie- "stapstenen" voor bijvoorbeeld vogels en vlinders, en vormen dus zo een verbinding tussen de eenheden (4). Andere soorten zoals vissen zullen een meer continue verbinding nodig hebben in de vorm van een smalle doorlopende strook.

### Een veranderend klimaat

Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) heeft geconcludeerd dat door de toegenomen uitstoot van broeikasgassen als CO<sub>2</sub> in de atmosfeer, de mens een beslissende invloed heeft op het klimaat. Verwacht wordt, dat dit lange-termijn fenomeen onze leefomgeving de komende decennia en eeuwen flink zal beïnvloeden (IPCC, 2001). Effecten wat betreft het weer zijn nu al merkbaar in Nederland en deze effecten zullen zich naar verwachting voortzetten (MNP, 2005). Zo zullen de gemiddelde temperatuur en neerslag toenemen en



**Figuur 1: Verspreiding van de gehakelde aurelia in Nederland**  
 1 = 1976-1980; 2 = 1981-1985; 3 = 1986-1990; 4 = 1991-1995; 5 = 1996-2003 (Van Swaay, 2004)

zullen er zich ook vaker extreme weersgebeurtenissen voordoen, zoals extreem droge perioden.

Klimaat is de drijvende kracht achter veel ecologische processen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat klimaatverandering een merkbaar effect heeft en zal hebben op soorten en ecosystemen. Temperatuurstijging leidt, naast de verhoogde atmosferische concentratie van CO<sub>2</sub> en andere broeikasgassen tot een directe versterking van fysiologische processen, zoals fotosynthese, groei en decompositie. Zo heeft Hughes (2000) voor planten aangetoond dat de groeisnelheid sinds 1850 is toegenomen als gevolg van de verhoogde atmosferische CO<sub>2</sub> concentratie. De temperatuur speelt daarnaast een belangrijke rol bij de timing van processen in de levenscyclus van soorten (fenologie), zoals de startdatum van reproductie en vruchtafzetting. De bloei van bijvoorbeeld fluitenkruid is de laatste 150 jaar met zeker 2 weken vervroegd. Deze fenologische processen worden nauwgezet gevolgd en zijn gepubliceerd op internet ([www.natuurkalender.nl](http://www.natuurkalender.nl)). Omdat klimatologische omstandigheden als belangrijke abiotische factor bepalend zijn voor het potentieel geschikte leefgebied van soorten, kan klimaatverandering ook leiden tot verschuivingen in het areaal van soorten. Op een wat langere tijdschaal zijn zelfs evolutionaire aanpassingen van lokale populaties mogelijk. Soorten passen zich dan genetisch aan aan de nieuwe klimatologische condities (Hughes, 2000).

### Temperatuurstijging en areaalverschuiving

Voor soorten is het belangrijk dat hun

leefgebied valt binnen de klimatologische omstandigheden waarin ze kunnen voortbestaan. Dit betekent dat ze hun areaal (verspreidingsgebied) moeten opschuiven; voor veel soorten is dit ook al waargenomen. Van deze soorten krimpen de zuidelijke areaalgrenzen, omdat het daar te warm wordt. Anderzijds ontstaat er door opwarming nieuw leefgebied aan de noordgrens (en bergopwaarts) van het bestaande verspreidingsgebied. Parmesan & Yohe (2003) laten in een literatuurstudie, waarbij de arealen van 460 soorten van uiteenlopende taxa zijn onderzocht, zien dat 81% van deze soorten hun verspreidingsgebied heeft verschoven in de richting van de (voorspelde) klimaatverandering. Die verplaatsing is dus niet iets dat ergens in de toekomst gaat gebeuren; het proces is al in volle gang! De snelheid waarmee populaties zich in hun nieuwe leefgebied kunnen vestigen, wordt bepaald door de afstanden die kunnen worden afgelegd en de snelheid waarmee populaties zich voortplanten. Nu al verschijnen allerlei mobiele soorten die oorspronkelijk alleen in het Zuid-Nederland voorkwamen, ook in de rest van het land, zoals de gehakelde aurelia (zie figuur 1). De gehakelde aurelia is een vlindersoort die snel reageert op veranderende omstandigheden, en grote afstanden over ongeschikt terrein overbrugt.

De weinig mobiele soorten hebben meer tijd nodig om naar het noorden op te schuiven, en of ze er ooit komen hangt mede af van de mate van versnippering van de voor hun geschikte leefgebieden. In het schematische landschap van Figuur 2 a en b wordt geïllustreerd dat de trek richting gunstige temperaturen

voor soorten belemmerd kan worden door versnippering.

De gevolgen van temperatuurstijging zijn trouwens niet voor alle soorten nadelig. Thomas et al. (1999) tonen in een modelstudie aan dat een temperatuurstijging van 2 tot 3°C kan leiden tot een belangrijke habitatverruiming voor het heideblauwtje; grote gebieden die eerst ongeschikt waren als leefgebied, blijken na opwarming wel geschikt habitat, waardoor populaties stabiel worden dan voorheen.

### Extreme fluctuaties

Het vaker optreden van extreme weersomstandigheden leidt tot risico's in versnipperde leefgebieden. Extreem weer betekent dat populaties massaal af of toe kunnen nemen. En in het algemeen geldt: hoe extremer het weer, hoe sterker de wisselingen in aantallen. Hierdoor sterven soorten vaker lokaal uit. Probeer het dobbelexperiment uit box 1 maar eens uit.

### Duurzaam bouwwerk

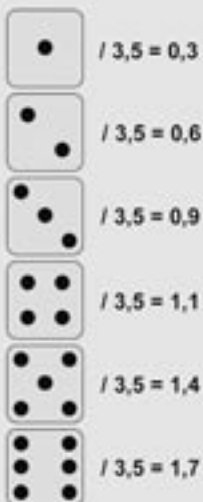
De plant- en diersoorten die gevoelig zijn voor versnippering van het landschap, krijgen het bij klimaatverandering waarschijnlijk het zwaarst te verduren. Onder de soorten die bedreigd worden door zowel klimaatverandering als versnippering zou je drie risicogroepen kunnen onderscheiden. De eerste groep, soorten waarvoor het in Nederland te warm gaat worden, zullen hier verdwijnen, wat we ook doen. De tweede groep wordt gevormd door soorten met een zuidelijke verspreiding, waarvoor Nederland qua klimaat geschikt(er) wordt, maar van wie het leefgebied te versnipperd is om op te kunnen schuiven naar het

Box 1: Weersfluctuaties, een kansspel  
Met dit simpele experiment, waarbij één dobbelsteen nodig is, kan de invloed van optreden van extreme weersomstandigheden op de populatieomvang gesimuleerd worden. Bedenk hierbij, dat de populatieomvang bepaald wordt door de balans tussen geboorte, sterfte, emigratie en immigratie:

$N(t+1) = N(t) + gN(t) - sN(t) - eN(t) + iN(t)$   
waarbij  $N(t)$  is de populatieomvang op tijdstip  $t$ ,  $N(t+1)$  is de populatieomvang even later in de tijd, op tijdstip  $t+1$ , en  $g$ ,  $s$ ,  $e$  en  $i$  respectievelijk de geboorte-, sterfte-, emigratie- en immigratiekansen zijn. Voor het gemak kunnen deze kansen samengenomen worden in één parameter:  $R$ , die de groei van de populatie weergeeft. Dan blijft over:  
 $N(t+1) = R \cdot N(t)$

Wanneer  $R < 1$  neemt de populatieomvang af, en bij een  $R > 1$  neemt de populatie in omvang toe. Gemiddeld geldt:  $R = 1$  (constante populatieomvang). Door te dobbelen wordt de grootte van  $R$  gevarieerd. Deel hierbij steeds door het gemiddelde van 1 t/m 6 ( $= 3,5$ ), het gemiddelde van een dobbelsteen. Laat de weersomstandigheden eerst licht fluctueren, dat wil zeggen reken alleen verder als er 3 of 4 wordt gegooid. Begin met een populatie van 1000 individuen. Vul voor elke nieuwe beurt de vorige  $N(t+1)$  in op de plaats van de nieuwe  $N(t)$ . Wat is  $N(10)$ ? Laat vervolgens het weer sterk fluctueren en reken na elke beurt de populatieomvang door. Gemiddeld genomen zal de populatie eerder uitsterven bij sterkere extremen.

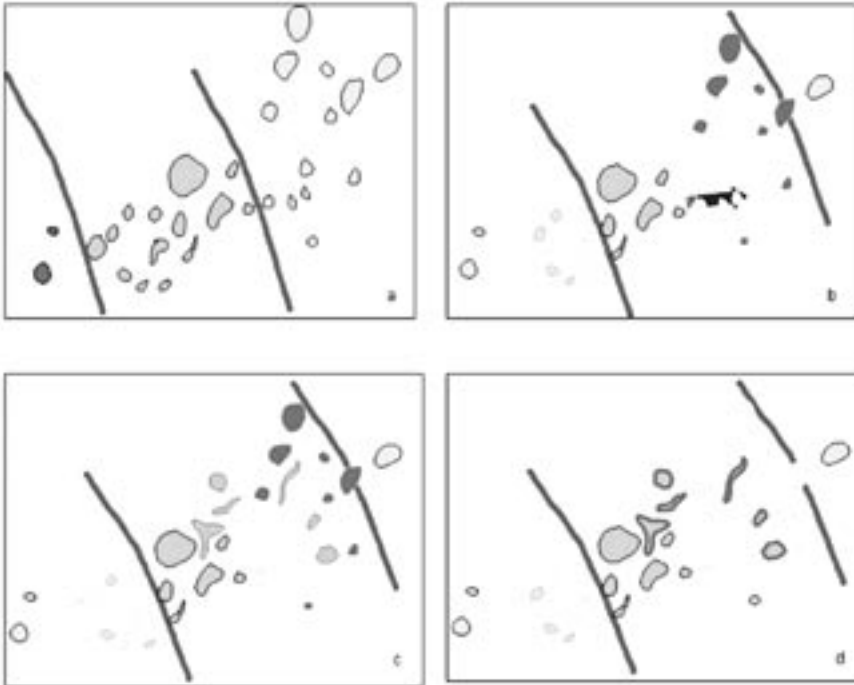
bepaal R:



vul in:

t	Lichte fluctuaties			Sterke fluctuaties		
	N(t)	R	N(t+1)	N(t)	R	N(t+1)
1	1000			1000		
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

noorden. Voor zulke soorten dient vooral de verbondenheid en kwaliteit van het landschap versterkt te worden. Zoals ook in figuur 2 c en d is aangegeven, kunnen de nieuwe gebieden pas worden gekoloniseerd na verdichting van het netwerk en de aanleg van verbindingzones. De derde risicogroep beslaat soorten die last krijgen van de gevolgen van weersextremen. Voor soorten uit de deze risicogroep is het vergroten van de oppervlakte natuur de beste oplossing. Echter, soorten uit de eerste of tweede groep, kunnen ook tot de derde risicogroep behoren. Met bovenstaande risicogroepen is geen rekening gehouden bij het ontwerp van de EHS. Tot nu toe is het concept van de EHS gebaseerd op statische evenwichtsprincipes. Er is verondersteld, dat wanneer soorten eenmaal duurzaam voorkomen, ze dat altijd wel zullen blijven doen. Maar systemen die in een statische situatie voor lange tijd stabiel lijken, zijn wellicht onder klimaatverandering niet duurzaam. Vraag is daarom nu: hoe maken we de EHS climate-change proof? Hoe lossen we veronderstelde ruimtelijke "flessenhalzen" op? Een vraag die Wageningen Universiteit, in samenwerking met Alterra, NCP, PRI, het ministerie van LNV, SOVON, de Vlinderstichting, en het Nationaal Herbarium, probeert te beantwoorden. Tijdens het onderzoek zullen "bottlenecks" in de EHS in relatie tot klimaatverandering opgespoord worden. Hiervoor zal een aantal soorten, waarvan vermoed wordt dat ze reageren op klimaatverandering en dus behoren tot (één van) de voorgenoemde risicogroepen, bij de kop gevat worden. Verspreidingsdata van de Vlinderstichting en SOVON zullen gekoppeld worden aan weersgegevens die het KNMI de afgelopen eeuw in heel Nederland heeft verzameld. De vlinder-



**2. Landschap waarbinnen soort kan overleven tussen de temperatuur-isoliijnen die het areaal van de soort weergeven.**

**a en b:** Bij een temperatuurstijging verschuift het areaal van de soort, waarbij nieuwe gebieden potentieel geschikt worden. Niet alle nieuwe gebieden kunnen echter gekoloniseerd worden, bijvoorbeeld omdat de afstand tussen de leefgebieden groter is dan de dispersiecapaciteit van de soort. Daarnaast kunnen barrières zoals wegen de kolonisatie belemmeren.

**c en d:** Pas na verdichting van het netwerk en aanleg van verbindingzones kunnen de nieuwe gebieden worden gekoloniseerd.

data lenen zich goed voor de studie naar areaalverschuivingen als gevolg van de stijging van de temperatuur, terwijl de vogelgegevens van SOVON goed gebruikt kunnen worden om de gevolgen van extreme weersfluctuaties te onderzoeken. Wanneer de tijdreeksen van het KNMI en de soortendata naast elkaar worden gelegd, kunnen er hopelijk statistische verbanden opgespoord worden, die vervolgens verwerkt kunnen worden in deels al bestaande populatiedynamische computermodellen. Met behulp van deze modellen kunnen dan nieuwe inrichtingsnormen gedestilleerd worden, waaraan de huidige EHS gestaafd zal worden. Naast de aspecten oppervlaktebehoefte

en dispersiecapaciteit, krijgen de ecoprofielen een extra klimaatdimensie. Zo zullen ze handvatten bieden om verder te “knutselen”, en de EHS te verbeteren tot een stabiel, duurzaam bouwwerk.

Met dank aan Marleen Pierik en Paul Opdam voor hun waardevolle bijdragen en commentaar.

[Literatuur]

- Alterra (2001). Handboek Robuuste Verbindingen; ecologische randvoorwaarden. Alterra, Wageningen.
- Hughes, L. (2000) Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology & Evolution*, 15, 56-61.
- IPCC (2001). *Climate change 2001: Impacts,*

*adaptations and vulnerability.* A report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

- MNP (2005). *Effecten van klimaatverandering in Nederland*, Rep. No. 773001034. MNP, Bilthoven.
- Parmesan, C. & Yohe, G. (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37-42.
- Thomas, J.A., Rose, R.J., Clarke, R.T., Thomas, C.D., & Webb, N.R. (1999) Intraspecific variation in habitat availability among ectothermic animals near their climatic limits and their centres of range. *Functional Ecology*, 13, 55-64.
- Van Swaay, C. (2004) *Dagvlinders: extra onder druk in Roos*, R. e.a. (red.), Opgewarmd Nederland.
- Verboom, J., Foppen, R., Chardon, P., Opdam, P., & Luttikhuisen, P. (2001) Introducing the key patch approach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. *Biological Conservation*, 100, 89-101.

**Summary**

Climate is changing. In our region, the mean temperature and precipitation levels will rise. Moreover, extreme weather events will occur more often. Climate is a driving force for ecological processes and hence, climate change is affecting nature. Species are moving northward and uphill due to the rising temperatures and extreme weather conditions lead to increasing fluctuations in local population numbers. Considering the current fragmentation of nature areas additionally, the point is not only whether species can respond to climate change but rather if they can do that on time. It is suspected, that populations of species may find themselves in a tight place due to climate change and fragmentation. When designing the Dutch national ecological network (NEN), the effects of climate change have not been taken into account. Now the question is: how can we make the NEN climate-change proof? Currently, Wageningen University, in cooperation with other research institutes, tries to find measures to improve the NEN and to build a stable, sustainable ecological structure.