

Arco van Strien,  
Annie Zuiderwijk,  
Ben Daemen,  
Ingo Janssen  
& Marcel Straver



# Adder en Levendbarende hagedis hebben last van versnippering en verdroging

Heide heeft nog maar een fractie van de omvang van vroeger en het resterende deel is versnipperd. Diersoorten hebben moeite om van het ene stuk naar het andere te komen. Dankzij het Meetnet Reptielen kunnen we de gevolgen van versnippering op de aantalsontwikkelingen van reptielen op de voet volgen. Dat blijkt echter gecompliceerd, want ook andere factoren dan versnippering spelen een rol.

Een populatie die verdeeld is over een netwerk van met elkaar verbonden leefgebieden wordt wel aangeduid als metapopulatie. Er is in de afgelopen twintig jaar veel onderzoek gedaan naar versnippering en metapopulaties bij diverse soortgroepen, waaronder reptielen (o.a. Zuiderwijk et al., 1999). Vaak betreft het onderzoek naar de aan- en afwezigheid van soorten op een bepaald moment in de tijd, waarmee modellen worden ontwikkeld, zoals het kennisstelsel LARCH (Pouwels et al., 2002). Het daadwerkelijk optreden van versnipperingseffecten in de tijd is nog nauwelijks gerapporteerd. Voor dergelijk onderzoek zijn lange tijdreeksen nodig op locaties die verschillen in de mate van versnippering. Met het Meetnet Reptielen, een onderdeel van het Netwerk Ecologische Monitoring, beschikken we inmiddels over tijdreeksen van meer dan tien jaar op vele locaties en dat is mondiaal gezien uniek. Het doel van deze studie is om te testen of de vaak veronderstelde achteruitgang door versnippering in de praktijk aantoonbaar is. In dit artikel wordt dit uitgewerkt voor Adder (*Vipera berus*, foto 1) en Levendbarende hagedis (*Zootoca vivipara*,

voorheen *Lacerta vivipara*, foto 2), twee kenmerkende reptielensoorten van vochtige heide.

## Afname heide areaal

In het begin van de 20ste eeuw was er in Nederland nog 450.000 ha vaak aaneengesloten heide. De heide van nu omvat circa 40.000 ha en bestaat uit een groot aantal afzonderlijke terreinen, waaronder veel snippers van minder dan 10 ha, gelegen tussen wegen, huizen, akkers, graslanden en bossen. Reptielen die weinig mobiel zijn en voornamelijk op heide voorkomen zijn gevoelig voor deze versnippering. Hoe kleiner het leefgebied, des te kwetsbaarder de reptielen zijn voor inteelt en lokale catastrofes, wat nog versterkt wordt door isolatie van de leefgebieden.

## Tellen van reptielen

Het Meetnet Reptielen is gestart in 1994 en omvat thans circa 450 meetlocaties (2-3 ha) verspreid over heel Nederland, waarvan er ca 160 op heide- en hoogveenterreinen liggen. Vrijwilligers inventariseren deze meetlocaties 4 keer per jaar in de periode april-juli aan de hand van een voorgeschreven telmethode. Met die gegevens worden jaarlijks de cijfers voor toe- of afname berekend. Voor de analyse in dit artikel zijn de gegevens gebruikt van locaties op de hoge zandgronden met heidevegetatie. Op 146 heide-locaties komen Levendbarende hagedissen voor en op 93 locaties Adders.

## Metten van versnippering

De meetlocaties zijn in een Geografisch Informatiesysteem opgenomen. Daarmee is eerst de oppervlakte vastgesteld van elk

heidegebied waarin een meetlocatie ligt. Daarvoor is gebruik gemaakt van de heide- en hoogveengebieden op de digitale topografische kaart (1:10.000) van omstreeks 2000. Deze kaart heeft een hoog oplossend vermogen waardoor bijvoorbeeld fietspaden aaneengesloten heidegebieden opsplitsen in kleinere terreinen. Om dit tegen te gaan zijn eerst alle heidegebieden vergrid, en elk 75 bij 75 meter blok met meer dan 50% heide, inclusief hoogveen, is als heide opgevat. Vervolgens zijn alle heidegebieden onderzocht die vanaf de rand van een meetlocatie gebied binnen een straal van twee kilometer liggen, overeenkomstig met de waargenomen dispersie-afstand van beide reptielsoorten (Völkl & Thiesmeier, 2002; van Delft & Kuenen, 1998; Glandt, 2001). Verder weg gelegen terreinen worden voor beide reptielsoorten als onbereikbaar beschouwd. Van al deze heidegebieden is zowel de oppervlakte bepaald, als de afstand tot het terrein met de meetlocatie om de connectiviteit te bepalen (kader 1). Vierbaans rijkssnelwegen worden beschouwd als absolute barrières voor reptielen, zodat gebieden die aan de overkant van zo'n snelweg liggen niet zijn meegenomen in de berekening van de connectiviteit, behalve wanneer een wildtunnel of ecoduct de isolatie opheft (bijvoorbeeld wildviaduct bij Terlet over de A50). Er is bij het bepalen van versnippering geen rekening gehouden met de toegankelijkheid van het terrein tussen de heidegebieden tenzij het autowegen betreft. Deze weerstand is namelijk moeilijk te bepalen (Moilanen & Hanski, 1998). Verder is geen rekening gehouden met de kwaliteit van heidegebieden. Informatie over de kwaliteit van elk heidegebied is niet voorhanden.

**Foto 1.** Adders in het vroege voorjaar, gelegen tegen een wal van Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), in het Fochteloërveen: een uitgestrekt vochtig heide- en veengebied en een optimaal habitat voor Adders (foto: Herman Feenstra).

### Andere factoren

Een aantal andere factoren die de aantalsontwikkeling kunnen beïnvloeden zijn zo mogelijk meegenomen in de analyse. Per meetlocatie is aan de hand van de vegetatie bepaald of het om droge heide gaat of om vochtige heide. De meeste terreinen worden extensief of nauwelijks begraasd. De factor begrazing is hier niet geanalyseerd aangezien er onvoldoende informatie beschikbaar was over de wijze en het tijdstip van begrazing. De verandering in de hoeveelheid bosopslag in de omgeving van elke meetlocatie is geschat door de topografische kaart (1:10.000) van omstreeks 2000 te vergelijken met de 1:50.000 heidekaart van midden jaren tachtig. Deze verbossing is in een straal van twee kilometer om de meetlocaties geschat in 2 klassen (0-20% en >20%). Vergrassing is niet als factor meegenomen. Veel terreinen zijn vergrast, maar dat lijkt niet zo'n belangrijke factor voor Adders en Levendbarende hagedissen (Strijbosch, 2001). Voor de Levendbarende hagedis zijn drie regio's met heiden te onderscheiden: (1) hoge zandgronden noord (Friesland, Drenthe en Noord-Overijssel), (2) hoge zandgronden midden (Zuid-Overijssel en Gelderland en Utrecht) en (3) hoge zandgronden zuid (Noord-Brabant en Limburg). Bij de Adder zijn alleen de eerste twee genoemde regio's onderscheiden, want deze soort komt in hoge zandgronden zuid alleen voor in de Meinweg en dat gebied is bij deze soort bij hoge zandgronden midden meegeteld. Met statistische modellen zijn de effecten van versnippering, vochttoestand, verbossing en regio op de aantalsontwikkelingen per soort onderzocht. De modellen verschillen in de grens voor versnippering (25 ha, 50 ha, 100 ha, 250 ha en 500 ha; kader 2).

### Versnipperingseffect bij Adders

Bij de Adder is een versnipperingseffect aantoonbaar als de grens tussen niet-versnipperd en versnipperd op 250 ha wordt gezet (tabel 1); deze leverde het best passende model op. Anders gezegd: in niet-versnipperde gebieden doet deze soort het beter dan in versnipperde gebieden. Adders werden vaker gevonden in vochtige dan op droge meetlocaties ( $X^2$ -test,  $P < 0.01$ ) en ook gaat het in vochtige gebieden beter met deze soort dan in droge gebieden (tabel 1;

al is het vochteffect bij de versnipperingsgrens op 250 ha niet significant). In vochtige, niet-versnipperde hei neemt de Adder toe in aantallen en in droge en versnipperde hei af (Wald-test;  $P < 0.05$ ; fig. 1). Bij de twee andere combinaties van vochtsituatie en versnippering is de ontwikkeling stabiel (niet in fig. 1 aangegeven). Er is geen effect gevonden van regio en verbossing (tabel 1).

### Effecten bij Levendbarende hagedis

Bij de Levendbarende hagedis hebben behalve versnippering en vochtsituatie ook verbossing en regio effect (tabel 1). Het aantal dieren in versnipperde hei is na 10 jaar meer gezakt dan in niet-versnipperde hei (fig. 2). De versnipperingsgrens ligt echter lager dan bij de Adder: bij 100 ha of minder (tabel 1). Bij de grens op 25 ha past het model het best. Dat lijkt alsof het versnipperingseffect ligt aan het verschil in gebieden van minder dan 25 en meer dan 25 ha, maar dat is niet het geval. De effecten van versnippering zijn namelijk ook nog te vinden als de gebieden van minder dan 25 ha worden weggelaten uit de analyse (Wald-test;  $P < 0.01$ ). Daarom houden we de grens van 100 ha aan. Ook verbossing pakt negatief uit, net als droge heide (tabel 1). Daarnaast is er een effect van de regio. De soort neemt sterk af in Midden-Nederland en Zuid-Nederland (Wald-test;  $P < 0.05$ ), maar niet in Noord-Nederland waar een min of meer stabiele trend te zien is (fig. 3). Deze trend kan niet worden verklaard uit de geringe mate van versnippering of verbossing, want veel meetlocaties in die regio zijn juist versnipperd of verbost (tabel 2) bij eenzelfde mate van begrazing. Het zou kunnen liggen aan de nattere terreinen in het noorden, want in nattere gebieden is de trend gunstiger. Maar als je ook met de vochtsituatie rekening houdt in de modellen, dan blijft er een sterk regio-effect bestaan.

### Vochttoestand en verbossing

Het is bekend dat Adders een voorkeur hebben voor vochtige condities. De gunstiger aantalsontwikkeling in vochtige gebieden die we vinden is evenmin verrassend. De overlevingskans van juveniele Adders in vochtige habitats is hoger dan in droge habitats, omdat voor jonge dieren in vochtige habitats meer voedsel beschikbaar is (Völkl & Thiesmeier, 2002).

Ook bij de Levendbarende hagedis blijkt de vochttoestand van invloed. De Levendbarende hagedis heeft de hoogste verdampingswaarde van alle inheemse reptielen en is dus gevoelig voor verdroging. Deze soort kan

### Kader 1. Meten van versnippering

Van elk gebied waarin een meetlocatie ligt is de zogenaamde connectiviteitsmaat van Hanski (1994) bepaald:

Connectiviteit gebied  $i = \sum A_j \cdot e^{-\alpha D_{ij}}$   
(voor  $j = 1$  tot  $n$  gebieden in de buurt van het gebied  $i$ ),

waarbij  $A_j$  het oppervlak van gebied  $j$  is,  $\alpha$  de constante van het dispersievermogen van een soort is en  $D_{ij}$  de afstand tussen gebied  $i$  en gebied  $j$ . Voor  $\alpha$  is voor beide soorten de waarde 1,15 aangehouden; corresponderend met een dispersieafstand van 2 kilometer. De connectiviteit van een gebied is dus de som van de oppervlakten van een aantal omliggende leefgebieden waarbij de oppervlakte zwaarder meetelt naarmate het gebied dichterbij ligt; m.a.w. de connectiviteit van een gebied is groter naarmate er meer (grotere) gebieden dichterbij liggen.

De oppervlakte van de meetlocatie is vervolgens opgeteld bij de connectiviteit (beide zijn in ha uitgedrukt). In de analyse is deze som gebruikt om de meetlocaties in te delen in versnipperde en niet-versnipperde gebieden. Er zijn te weinig gegevens om het afzonderlijke effect van oppervlakte en connectiviteit op de trend in aantallen te bepalen, vooral doordat de tijdreeksen per meetlocatie niet altijd even lang zijn.

zich wel handhaven in drogere gebieden, maar betaalt daar een prijs voor: dieren zijn er minder actief, juvenielen groeien langzamer, worden later geslachtsrijp en de reproductie is lager (Lorenzon et al., 1999). Strijbosch (2001) wees al eerder op het gevaar van verbossing van de heide in Noord-Brabant voor de Levendbarende hagedis. Bij de Adder vonden we geen effect van verbossing. De terreinen die verbossen zijn vaak klein ( $X^2$ -test,  $P = 0.04$ ) en de Adder komt in een aantal van deze kleine terreinen sowieso niet (meer) voor. Het geringere aantal routes in kleine terreinen waarop Adders voorkomen kan ook verklaren waarom we bij de grenzen op 25, 50 en 100 ha geen versnipperingseffect vinden bij de Adder.

### Kleine gebiedjes

De in deze studie vastgestelde versnipperingsgrenzen sporen met ander onderzoek. De dichtheid van Adders ligt waarschijnlijk rond de 3 à 4 volwassen dieren per hectare (Völkl & Thiesmeier, 2002), op 250 ha kunnen dan rond 1000 dieren aanwezig zijn. Theoretische studies geven aan dat een minimale levensvatbare populatie 500-1000 volwassen exemplaren moet tellen (Lynch & Lande, 1998). De grens van 250 ha bij de Adder klopt daar dus mee en komt ook overeen met de 200-1000 ha van het model LARCH (Bugter, 2001).

Bij de Levendbarende hagedis ligt de grens lager, namelijk bij 100 ha. Dit is aannemelijk omdat de Levendbarende hagedis in hogere dichtheden leeft (Glandt, 2001) en kan daarvoor in kleinere terreinen een voldoende grote populatie-omvang bereiken om duurzaam te kunnen voortbestaan.

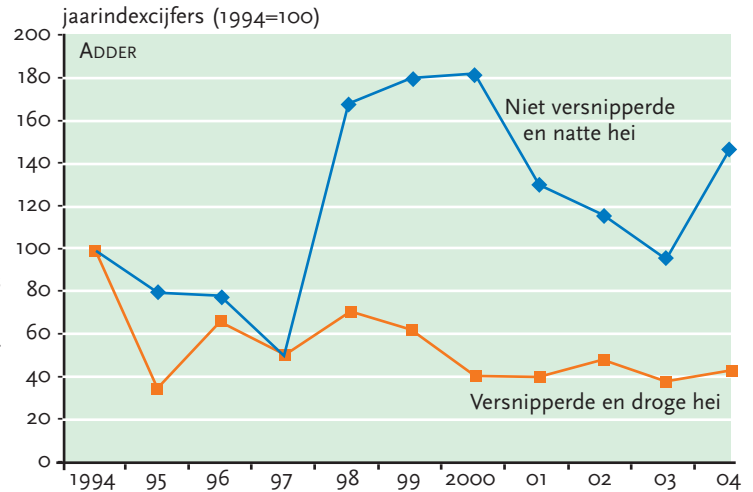
Het is niet duidelijk hoe het versnipperings-effect precies tot stand komt. Eén mogelijkheid is dat de soorten door toevalsfluctuaties verdwijnen. Populaties in versnipperde gebieden zijn kwetsbaarder voor lokale catastrofes, zoals overbegrazing (Strijbosch, 2001). Enerzijds zorgt begrazing voor het tegengaan van verbossing hetgeen gunstig is, maar anderzijds is begrazing snel te intensief wat zou kunnen leiden tot lokaal uitsterven van reptielen. Extreme weersomstandigheden zoals in 2003 kunnen ook zorgen voor lokaal uitsterven. Adders die in de wintermaanden tevoorschijn komen vanwege hoge temperaturen vertonen een verhoogde mortaliteit in de lente (Völkl & Thiesmeier, 2002).

Er zijn in Nederland enkele regio's waar de Adder rond 1950 of later is uitgestorven, allemaal in regio's die geïsoleerd liggen ten opzichte van andere Adderpopulaties in Nederland. In de afgelopen tien jaar hebben we binnen het Meetnet nauwelijks meetlocaties gevonden waar de soorten echt zijn verdwenen, wel is de Adder op 8 van de ca 100 (versnipperde) meetlocaties de laatste twee jaar niet meer waargenomen. We vermoeden echter dat lokaal uitsterven vaker optreedt dan ons bekend is, aangezien gebieden met zeer marginale populaties in het Meetnet Reptielen ondervetegenwoordigd zijn, omdat vrijwilligers een voorkeur hebben voor gebieden met een behoorlijke trefkans voor reptielen.

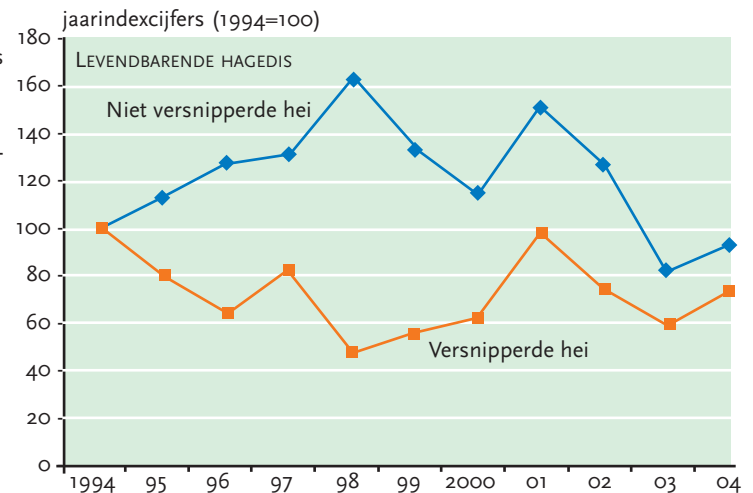
Op de meeste versnipperde locaties is er eerder sprake van afname dan van verdwijnen, mogelijk gaan de soorten door inteelt achteruit (Madsen et al., 1999). Onderzoek aan de geïsoleerde populatie Adders in de Limburgse Meinweg liet zien dat 62,5% van de Adders een afwijkende buikschild hebben (Dorenbosch & van Hoof, 2000), een anomalie die op inteelt wijst (Gautschi et al., 2002). In 2003 berichtten diverse tellers van het Meetnet Reptielen over een verhoogde predatiedruk op de Adder door het Wild zwijn (*Sus scrofa*). In Midden-Europa is dit één van de belangrijkste predatoren van zowel juveniele als adulte Adders (Völkl & Thiesmeier, 2002). Het Wild zwijn komt in Nederland echter alleen op de Veluwe en op de Meinweg voor.

Het is mogelijk dat kleine, geïsoleerde terreinen minder aandacht krijgen van beheerders.

**Fig. 1.** Jaarindexcijfers en trends van de Adder in niet-versnipperde, natte heide en in versnipperde, droge heide (zie kader 2).



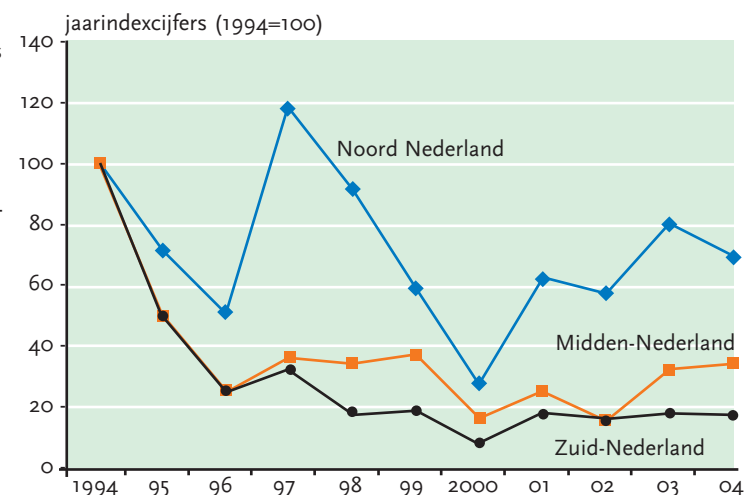
**Fig. 2.** Jaarindexcijfers en trends van de Levendbarende hagedis in niet-versnipperde en versnipperde heide (zie kader 2).



### Kader 2. Statistische analyse

De tijdreeksen zijn geanalyseerd met Poisson regressie door middel van het programma TRIM (Pannekoek & van Strien, 2001). Daarmee kunnen tijdreeksen met aantalsgegevens en ontbrekende tellingen worden geanalyseerd. In de statistische modellen zijn versnippering, vochttoestand, verbossing en regio als covarianten meegenomen, om de afzonderlijke invloed van deze factoren op de aantalsontwikkelingen te bepalen. Voor beide soorten zijn vijf TRIM-modellen getest die verschillen in de grens voor versnippering, respectievelijk 25 ha, 50 ha, 100 ha, 250 ha en 500 ha. De factoren zijn getest met een Wald-test; dat is een soort t-test. Om het best passende model te vinden is het zogenaamde Akaike's Informatie Criterium (AIC) gebruikt; hoe lager deze AIC-waarde, hoe beter het model past (zie verder Pannekoek & van Strien, 2001). Daarnaast zijn  $\chi^2$ -testen gebruikt om de samenhang tussen factoren te testen. De resultaten zijn weergegeven in de vorm van jaarindexcijfers waarbij het eerste jaar (1994) op 100 is gezet. Ook zijn meerjarige trends getest.

**Fig. 3.** Jaarindexcijfers van de Levendbarende hagedis in heidegebieden in Noord-Nederland (Friesland en Drenthe), Midden-Nederland (Gelderland, Overijssel en Utrecht) en Zuid-Nederland (Brabant en Limburg) (zie kader 2).

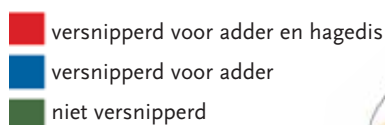


De sterkere verbossing van kleine terreinen wijst daar al op; beheermaatregelen zijn er relatief kostbaar en men zal minder geneigd zijn om bijvoorbeeld schapen in te zetten. Uit de gegevens van de meetlocaties blijkt inderdaad dat de niet-versnipperde meetlocaties vaker intensief begraaasd worden ( $X^2$ -test,  $P < 0,01$ ).

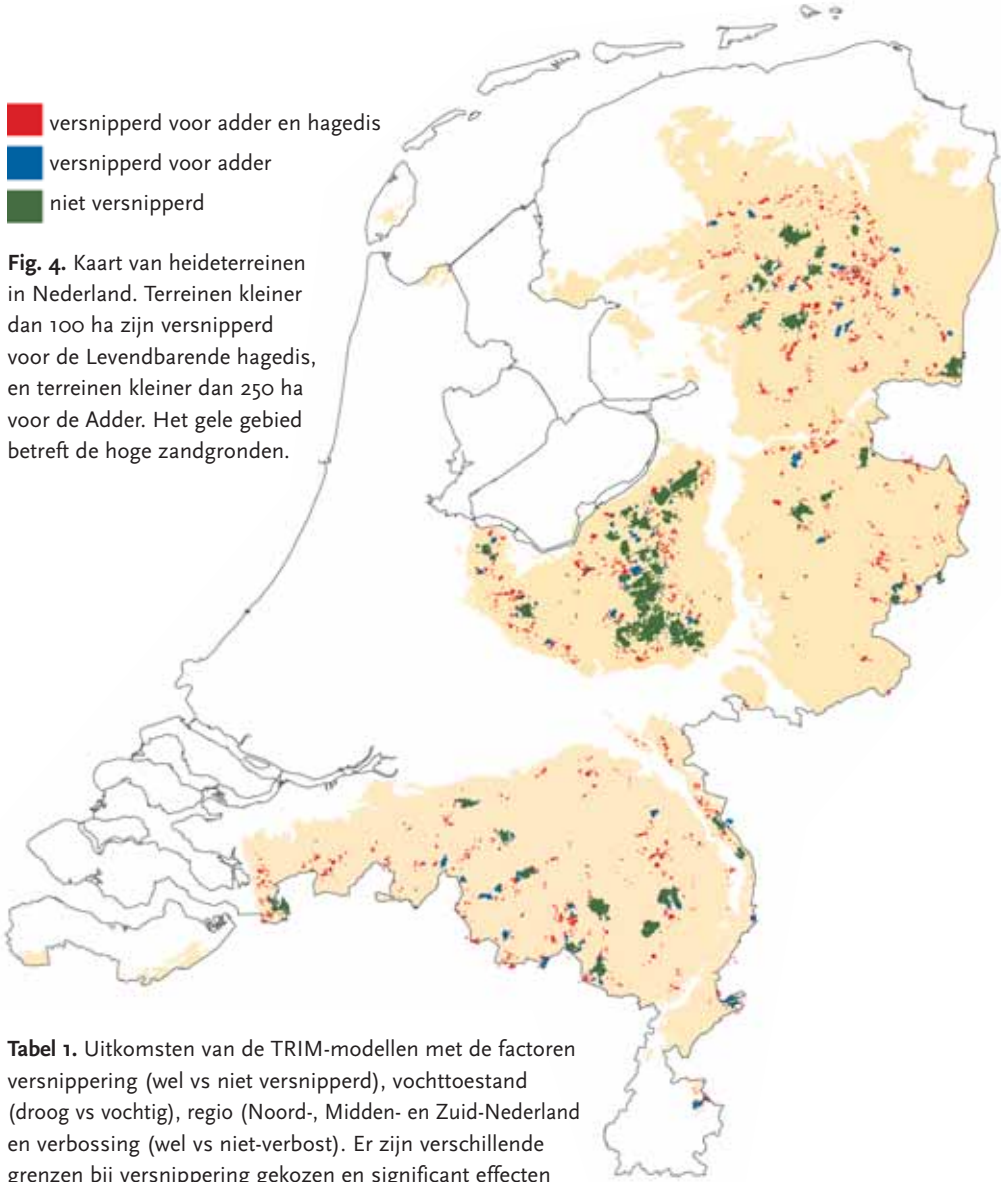
### Toekomstperspectief

Als we alle heidevelden in heel Nederland indelen naar versnippering voor Adder en Levendbarende hagedis ontstaat figuur 4. Als we vervolgens veronderstellen dat in een versnipperd terrein een soort op den duur verdwijnt, dan lijkt eenderde deel van de heidegebieden in heel Nederland, niet meer geschikt om duurzame populaties van de Adder te herbergen (tabel 3) en 20% ongeschikt om duurzame populaties van de Levendbarende hagedis te behouden (tabel 3). In Noord-Nederland lijkt de situatie slechter: hier is 45% van de heide op den duur ongeschikt voor Adders en 30% voor Levendbarende hagedis (tabel 3). Hanski & Ovaskainen (2002) noemen soorten die op veel plaatsen dreigen uit te sterven 'living dead'. Maar zo simpel is het niet, ook andere factoren spelen een rol. In Noord-Nederland doet de Levendbarende hagedis het juist beter dan in andere regio's, ook al is de versnippering daar het sterkst. We vermoeden dat de klimaatverandering deze soort negatief beïnvloedt in Zuid- en Midden-Nederland. Deze hagedis komt weliswaar in een groot deel van Europa voor, maar heeft in het zuiden en midden van Europa een voorkeur voor de berggebieden, waar het relatief koud is. Verder is de heide in het noorden natter, en dat is weer gunstig voor beide reptielensoorten. Desalniettemin is duidelijk dat versnippering het toekomstperspectief van deze soorten verkleint. Duurzaam voortbestaan is in versnipperde gebieden alleen mogelijk als deze gebieden met elkaar worden verbonden en/of als het terreinbeheer verbossing en verdroging tegengaat.

Landelijk gezien is de Adder niet achteruitgegaan in de laatste tien jaar, maar wel in versnipperde en droge terreinen. Bij de Levendbarende hagedis is het beeld alarmerender. Deze is landelijk in de laatste tien jaar sterk achteruit gegaan, mogelijk dus mede als gevolg van klimaatverandering. Adders kunnen wel dertig jaar worden en het daardoor vrij lang uithouden, ook onder ongunstige omstandigheden. Daardoor kan het daadwerkelijk uitsterven in een snipper heide zeer lang duren, het zogenaamde time-lag effect (Bugter, 2001). De Levendbarende hagedis



**Fig. 4.** Kaart van heideterreinen in Nederland. Terreinen kleiner dan 100 ha zijn versnipperd voor de Levendbarende hagedis, en terreinen kleiner dan 250 ha voor de Adder. Het gele gebied betreft de hoge zandgronden.



**Tabel 1.** Uitkomsten van de TRIM-modellen met de factoren versnippering (wel vs niet versnipperd), vochttoestand (droog vs vochtig), regio (Noord-, Midden- en Zuid-Nederland) en verbossing (wel vs niet-verbost). Er zijn verschillende grenzen bij versnippering gekozen en significant effecten op de aantalsontwikkeling zijn aan gegeven met \* voor  $P < 0,05$  en \*\* voor  $P < 0,01$ . Akaikes Informatie Criterium (AIC) is een maat voor het best passend model: hoe lager hoe beter.

Grens bij versnippering	Versnippering	Vochttoestand	Regio	Verbossing	AIC
<b>Adder (n=93)</b>					
25 ha		•			695
50 ha		•			692
100 ha		•			672
250 ha	•				628
500 ha		•			670
<b>Levendbarende hagedis (n=146)</b>					
25 ha	••	•	••	••	1626
50 ha	••	•	••	••	1675
100 ha	••	••	••	••	1667
250 ha		•	••	••	1764
500 ha			••	••	1784

**Tabel 2.** Kenmerken van de heide-meetlocaties (versnippering, verbossing, begrazing en vochtsituatie) waarop Levendbarende hagedissen zijn geteld in het meetnet, per regio. Ter toelichting: in Noord-Nederland is 48% van de heide-meetlocaties versnipperd (met grens op 100 ha), 24% verbost, 83% wordt extensief begraaasd en 34% is droog.

Regio	versnipperd	verbost	extensief begraaasd	droog
Noord-Nederland	48 %	24 %	83 %	34 %
Midden-Nederland	26 %	23 %	81 %	73 %
Zuid-Nederland	44 %	8 %	88 %	52 %

leeft korter en achteruitgang treedt dan eerder op.

Deze studie geeft de bruikbaarheid van het meetnet aan voor causaal-analytische studies. Vooral als er meerdere factoren door elkaar spelen, zijn veel gegevens nodig om deze te kunnen analyseren. Dergelijke studies worden ook bij andere meetnetten van het Netwerk Ecologische Monitoring steeds beter mogelijk.

## Literatuur

**Bugter, R., 2001.** Het gebruik van verspreidingsgegevens bij ruimtelijke analyses. *De Levende Natuur* 102 (4): 177-182.

**Delft, J.J.C.W. van & F.J.A. Kuenen, 1998.** Onderzoek naar de effecten van landschapsversnippering op populaties van de levendbarende hagedis (*Lacerta vivipara*) in oostelijk Noord-Brabant. Verslagen Milieukunde nr. 160a, K.U.N.

**Dorenbosch, M. & P.H. van Hoof, 2000.** De adder in het Meinweggebied. Een morfologische vergelijking met twee andere Nederlandse populaties. Rapport Natuurhistorisch Genootschap Limburg.

**Gautschi, B., A. Widmer, J. Joshi & J.C. Koella, 2002.** Increased frequency of scale anomalies and loss of genetic variation in serially bottlenecked populations of the dice snake, *Natrix tessellata*. *Conservation Genetics* 3: 235-245.

**Glandt, D., 2001.** Die Waldeidechse. Unscheinbar – Anpassungsfähig – Erfolgreich. Laurenti-Verlag, Bielefeld.

**Hanski, I., 1994.** A practical model of metapopulation dynamics. *Journal of Animal Ecology* 63: 151-162.

**Hanski, I. & O. Ovaskainen, 2002.** Extinction debt at extinction threshold. *Conservation Biology* 16 (3): 666-673.

**Lorenzon, P., J. Clobert, A. Oppliger & H. John-Adler, 1999.** Effect of water constraint on growth

rate, activity and body temperature of yearling common lizard (*Lacerta vivipara*). *Oecologia* 118: 423-430.

**Lynch, M. & R. Lande, 1998.** The critical effective size for a genetically secure population. *Animal Conservation* 1: 70-72.

**Madsen, T., R. Shine, M. Olsson & H. Wittzell, 1999.** Restoration of an inbred adder population. *Nature* (402): 34-35.

**Moilanen, A. & I. Hanski, 1998.** Metapopulation dynamics: effects of habitat quality and landscape structure. *Ecology* 79 (7): 2503-2515.

**Pannekoek, J. & A. van Strien, 2001.** TRIM 3 Manual. TRends and Indices for Monitoring data. Research paper no. 0102. Statistics Netherlands, Voorburg/Heerlen.

**Pouwels, R., R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen, S.R. Hensen & J.G.M. van der Gref, 2002.** LARCH voor ruimtelijk ecologische beoordelingen van landschappen. Alterra-rapport 49, Wageningen.

**Strijbosch, H., 2001.** Het belang van het heidelandschap voor de herpetofauna. *De Levende Natuur* 102 (4): 156-158.

**Völkl, W. & B. Thiesmeier, 2002.** Die Kreuzotter: ein Leben in festen Bahnen? Laurenti-Verlag, Bielefeld.

**Zuiderwijk, A., P. de Wijer & I. Janssen, 1999.** Ringslangen en IJburg: teloorgang van een metapopulatie. *De Levende Natuur* 100 (6): 214-219.

Regio	< 100 ha	100-250 ha	> 250 ha
Noord-Nederland	30 %	15 %	55 %
Midden-Nederland	13 %	8 %	79 %
Zuid-Nederland	25 %	22 %	53 %
Heel Nederland	20 %	13 %	67 %

**Tabel 3.** De totale oppervlakte versnipperde en niet-versnipperde heide gegeven per regio (in percentage) en voor heel Nederland.

Ter toelichting: in Noord-Nederland is 30% van de heide versnipperd voor de Levendbarende hagedis (grens 100 ha).

Voor de Adder is 30% + 15% = 45% versnipperd (grens 250 ha).

## Summary

**Declining Adder and Viviparous lizard populations due to fragmentation and water draw-down**

Heathland is the most important reptile habitat in the Netherlands as six out of seven native species can be found there. The once vast heathlands have vanished during the 20th century. Nowadays mainly fragmented and degenerated patches of heathland remain. This study focuses on the Viviparous lizard (*Zootoca vivipara*) and the Adder (*Vipera berus*), both typical species of Dutch (moist) heathland that are affected by the negative impact of fragmentation. The effect of fragmentation, water draw-down and other factors on their populations have been quantified through a causal-analytical study with data from the Dutch Reptile Monitoring Network. Species numbers were found to decline when the effective habitat area is smaller than 250 ha (Adder) or 100 ha (Viviparous lizard). Also the water draw-down of the habitat is adversely affecting both species, whereas the trend of the Viviparous lizard also was negatively influenced by encroachment of trees. The study shows clearly how results from a monitoring network can be used in causal-analytical studies.

## Dankwoord

De redactie en een referent leverden waardevolle suggesties bij een eerdere versie. Het onderzoek was slechts mogelijk dankzij de vele vrijwilligers die trouw hun route tellen. Het Meetnet Reptielen is een samenwerkingsproject van RAVON en het CBS en wordt gefinancierd door het ministerie van LNV.

Dr. A.J. van Strien, Drs. B. Daemen & M. Straver  
Centraal Bureau voor de Statistiek  
Postbus 4000  
2270 JM Voorburg  
e-mail: asin@cbs.nl

Drs. A. Zuiderwijk & Drs. I. Janssen  
RAVON Werkgroep Monitoring  
Universiteit van Amsterdam  
Postbus 94766  
1090 GT Amsterdam  
e-mail: zuiderwijk@science.uva.nl

**Foto 2.** Levendbarende hagedis in de Kerkeindsche Heide (N-Br.). Het gaat hier om een vergrast, droog, verboost en versnipperd heidegebied (foto: Arnold van Rijsewijk).

