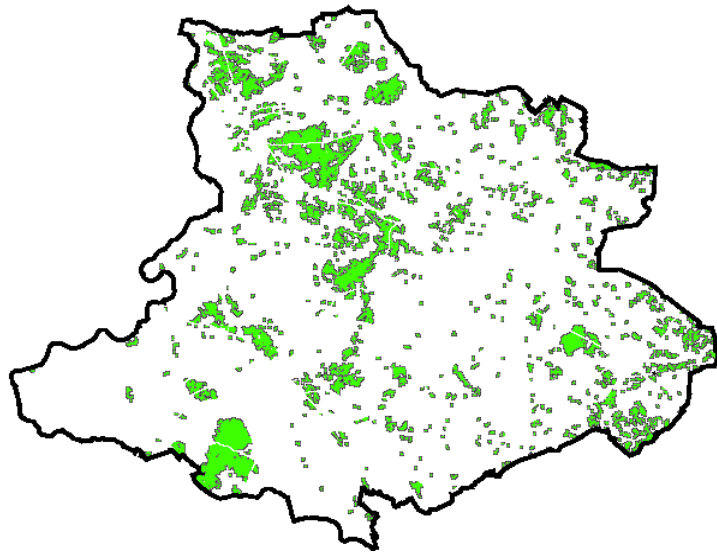


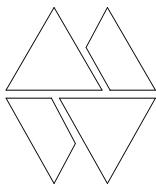
## RSN-index: monitoring van de versnippering van de natuur in Gelderland



P.W. van Horsen  
R.J.W. van de Haterd  
G.C.W. van Beek  
G.F.J. Smit

## RSN-index: monitoring van de versnippering van de natuur in Gelderland

P.W. van Horsen  
R.J.W. van de Haterd  
G.C.W. van Beek  
G.F.J. Smit



### **Bureau Waardenburg bv**

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail [wbb@buwa.nl](mailto:wbb@buwa.nl) website: [www.buwa.nl](http://www.buwa.nl)

opdrachtgever: Provincie Gelderland

4 december 2001  
rapport nr. 01-047

Status uitgave: eindrapport  
Rapport nr.: 01-047  
Datum uitgave: 4 december 2001  
Titel: RSN-index: monitoring van de versnippering van de natuur in Gelderland  
Subtitel:  
Samenstellers: drs. P.W. van Horsen  
drs. R.J.W. van de Haterd  
dr. G.C.W. van Beek  
drs. G.F.J. Smit  
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 49  
Project nr.: 00-169  
Projectleider: drs. G.F.J. Smit  
Naam en adres opdrachtgever: Provincie Gelderland, Postbus 9090, 6800 GX Arnhem  
Referentie opdrachtgever: brief dd. 18 december 2000, MW2000.49005  
Akkoord voor uitgave: Directeur Bureau Waardenburg bv  
drs. A.J.M. Meijer  
Paraaf:

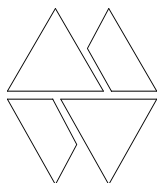


Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Provincie Gelderland

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001.



## **Bureau Waardenburg bv**

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail [wbb@buwa.nl](mailto:wbb@buwa.nl) website: [www.buwa.nl](http://www.buwa.nl)

# Voorwoord

De dienst Ruimte Economie en Welzijn en de dienst Milieu en Water van de Provincie Gelderland willen, in het kader van de monitoring van het Gelders omgevingsbeleid, een indicator ontwikkelen voor de versnippering van de natuur. De diensten REW en MW hebben Bureau Waardenburg opdracht gegeven een studie uit te voeren naar een 'indicator versnippering'. Deze indicator zal gebruikt worden voor de monitoringsrapportage over de resultaten van het Gelders Streekplan, Milieuplan en Waterhuishoudingsplan.

De voorliggende rapportage is het resultaat van deze studie en beschrijft een methode voor het berekenen van de RSN-index: een index voor de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden met behulp van GIS.

Rapport opgesteld door Bureau Waardenburg bv in opdracht van de Provincie Gelderland.

- Uitvoering: Bureau Waardenburg bv: Gé van Beek (literatuurstudie), Rob van de Haterd (GIS), Peter van Horssen (GIS en methodiek) en Gerard Smit (projectleiding).
- Kaarten: Provincie Gelderland, Dienst MW, afdeling GEO: Harry van Dijk, Ben Evers.
- Begeleiding van het onderzoek: Provincie Gelderland: Bram. Boeckhout (MW/MB), Marti Rijken (REW/LG), Harry van Dijk (MW/GEO), Johan Cronau (REW/LG), Frans Bekhuis (MW/MB) en Marius Bolck (REW/LG)



# Inhoud

Voorwoord .....	3
Samenvatting .....	7
1 Inleiding .....	9
1.1 Aanleiding .....	9
1.2 Groeiproces, RSN-index .....	9
1.3 Doelstelling .....	9
1.4 Versnippering .....	10
1.5 Afbakening van de problematiek .....	10
1.6 Begrippenlijst .....	11
2 Methodiek .....	15
2.1 Kernbegrippen oppervlak en afstand .....	15
2.2 Draagkracht en bereikbaarheidsindex .....	15
2.3 MOBIELE en WEINIG MOBIELE soorten .....	16
2.4 Sleutelfactoren .....	17
2.5 RSN-index .....	18
3 Pilot: de meetlat getest op de Achterhoek .....	21
3.1 Draagkrachtindex en grootte leefgebied .....	21
3.2 Bereikbaarheidsindex .....	22
3.3 RSN-index .....	29
4 Discussie .....	37
4.1 Technische implementatie .....	37
4.2 Definitie van NATUUR (leefgebied) .....	38
4.3 Relevantie voor afzonderlijke soorten .....	39
5 Conclusies en aanbevelingen .....	41
5.1 Conclusies .....	41
5.2 Aanbevelingen .....	41
6 Geciteerde literatuur .....	43
Bijlage 1 Technische Meetlat .....	45
Bijlage 2 Geraadpleegde literatuur .....	47



## Samenvatting

In september 1996 zijn voor de provincie Gelderland drie strategische omgevingsplannen vastgesteld: het Streekplan, het Milieuplan en het Waterhuishoudingsplan. Het gezamenlijke doel van de drie plannen is het veiligstellen van de economische en ecologische structuur van Gelderland voor de huidige en toekomstige generaties.

In het kader van de monitoring van het in de drie omgevingsplannen vastgestelde beleid is een studie uitgevoerd naar een indicator voor de versnippering van de natuur. Het voorliggende rapport presenteert een index voor de *Ruimtelijke Samenhang van Natuurgebieden in Gelderland*, de *RSN-index*.

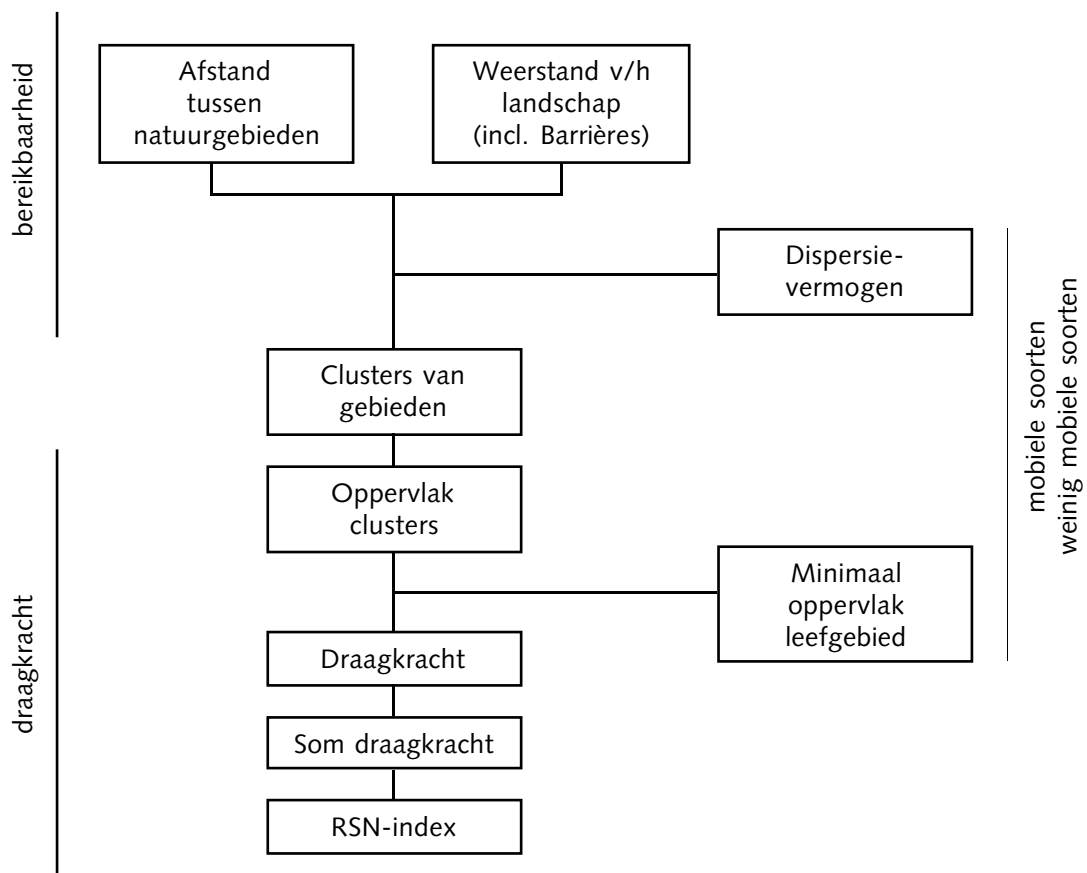
De mate van versnippering wordt bepaald door de grootte van beschikbare leefgebieden en de onderlinge bereikbaarheid van leefgebieden. De grootte van een leefgebied is bepalend voor de draagkracht, hoeveel dieren kunnen er leven. De bereikbaarheid geeft aan of uitwisseling tussen populaties mogelijk is en of opgevalen plekken opnieuw kunnen worden bezet. Of leefgebieden voldoende groot en voldoende bereikbaar zijn is soort- en landschapafhankelijk. Als uitgangspunt voor het berekenen van een index voor versnippering zijn sleutelfactoren gedefinieerd voor het landschap en voor soortengroepen. Sleutelfactoren voor het landschap zijn: de beschikbare oppervlakten natuur, de afstand tussen natuurgebieden, de weerstand van het landschap tegen dispersie van soorten en in het landschap aanwezige barrières. Sleutelfactoren voor soorten zijn het dispersievermogen en minimaal oppervlak leefgebied. Het dispersievermogen van een soort bepaalt in samenhang met het landschap in welke mate natuurgebieden voor een soort onderling bereikbaar zijn. Het minimaal oppervlak leefgebied bepaalt de draagkracht van gebieden. Deze sleutelfactoren zijn gedefinieerd voor twee groepen van soorten: 'Mobiele Soorten' en 'Weinig Mobiele Soorten'. De groep Mobiele Soorten staat voor soorten met grote leefgebieden die zich over afstanden van meerdere kilometers kunnen verplaatsen. De groep Weinig Mobiele Soorten staat voor soorten met kleine leefgebieden die zich over afstanden van ten hoogste enkele honderden meters kunnen verplaatsen.

In de *RSN-index* zijn de draagkracht en bereikbaarheid van gebieden gecombineerd tot één index. De samenstelling van de index is stapsgewijs weergegeven in de onderstaande figuur (zie pag. 8). De bereikbaarheid is de afstand tussen gebieden gewogen naar de weerstand van het tussenliggende landschap (met inbegrip van de aanwezige infrastructuur). Met behulp van de bereikbaarheid worden clusters van gebieden bepaald die onderling bereikbaar zijn. Vervolgens wordt de draagkracht over alle clusters gesommeerd. Dit getal geïndexeerd, waarbij het eerste jaar op 100 wordt gesteld, geeft de *RSN-index*. De index wordt apart berekend voor 'Mobiele Soorten' en 'Weinig Mobiele Soorten'.

De *RSN-index* is in de voorliggende studie berekend voor een digitale kaart met natuurgebieden in de Achterhoek. Naarmate er meer informatie provinciedekkend in GIS ter beschikking komt kan de *RSN-index* verder worden verfijnd en inspelen op vragen



vanuit het beleid. De ontwikkeling van een indicator voor de versnippering van de natuur is te beschouwen als een groeiproces. De in dit rapport gepresenteerde *RSN-index* kan gezien worden als het startpunt binnen dit proces.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In september 1996 zijn voor de provincie Gelderland drie strategische omgevingsplannen vastgesteld: het Streekplan, het Milieuplan en het Waterhuishoudingsplan. Het gezamenlijke doel van de drie plannen is het veiligstellen van de economische en ecologische structuur van Gelderland voor de huidige en toekomstige generaties.

Over de resultaten van de drie plannen is in januari 1999 gerapporteerd in de Gelderse monitoringsrapportage (Provincie Gelderland, 1999). Deze rapportage geeft aan dat Gelderland er in de afgelopen jaren in ecologisch opzicht op achteruit is gegaan. Het landelijk gebied gaat in oppervlakte achteruit en is verder versnipperd. De kwaliteit van de Gelderse flora neemt af en de weidevogelstand in de belangrijkste weidevogelgebieden gaat achteruit. In natuurontwikkelingsgebieden zijn verbeteringen zichtbaar.

De diensten REW en MW van de provincie Gelderland hebben, in het kader van de monitoring van het Gelders omgevingsbeleid, behoefte aan een indicator voor de versnippering van de natuur. De indicator zal toepasbaar moeten zijn voor de monitoring rapportage in het kader van het Gelders omgevingsbeleid.

## 1.2 Groeiproces, RSN-index

Het voorliggende rapport presenteert een index voor de Ruimtelijke Samenhang van Natuurgebieden in Gelderland, de *RSN-index*. De *RSN-index* is getest voor natuurgebieden in de Achterhoek. De *RSN-index* wordt bepaald met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS). Bij de index is dan ook rekening gehouden met de beschikbare geografische informatie. Naarmate er meer informatie provinciedekkend in het GIS ter beschikking komt kan de *RSN-index* verder worden verfijnd en inspelen op vragen vanuit het beleid. De ontwikkeling van een indicator voor de versnippering van de natuur is dan ook te beschouwen als een groeiproces. De in dit rapport gepresenteerde *RSN-index* kan gezien worden als het startpunt binnen dit proces.

## 1.3 Doelstelling

De studie heeft tot doel sleutelfactoren vast te stellen en een technische meetlat te ontwikkelen om de versnippering van de natuur in de tijd te kunnen volgen. Tevens zal de kennis en ervaring die met de ontwikkeling van de meetlat wordt opgedaan worden overgedragen aan de medewerkers van de Provincie die met de methodiek zullen gaan werken.

## 1.4 Versnippering

Versnippering is een begrip dat direct samenhangt met de metapopulatietheorie. De metapopulatietheorie gaat er vanuit dat een populatie niet homogeen over haar gehele leefgebied verdeeld is. Een metapopulatie is een stelsel van subpopulaties uit kleine deelgebieden die onderling verbonden zijn door dispersiebewegingen (Opdam, 1987; Hanski & Gilpin, 1991).

Dieren kunnen door allerlei oorzaken uit de kleine deelgebieden verdwijnen. Binnen een metapopulatie is dit verdwijnen tijdelijk. De deelgebieden kunnen vroeger of later vanuit naburige gebieden opnieuw worden bevolkt. Er is een evenwicht tussen lokaal uitsterven en kolonisatie. Een essentiële voorwaarde is dat alle gebieden ook daadwerkelijk bereikbaar zijn.

Naarmate leefgebieden kleiner worden en kleine deelgebieden verdwijnen, komen de overgebleven gebieden steeds meer van elkaar geïsoleerd te liggen. De dieren kunnen de gebieden niet meer bereiken met als gevolg dat als dieren plaatselijk verdwijnen dit definitief is. De opengevallen plaatsen worden niet meer bezet. Het leefgebied raakt versnipperd, het verspreidingsgebied neemt af en daarmee de totale populatie in een gebied. Het lokaal verdwijnen van populaties kan uiteindelijk leiden tot het totaal uitsterven van een soort in een gebied.

Een belangrijk uitgangspunt van de Ecologische Hoofdstructuur is het versterken van de samenhang tussen natuurgebieden door aanleg van nieuwe natuurgebieden en door aanleg van ecologische verbindingzones tussen natuurgebieden. Door deze maatregelen moet de versnippering van de natuur worden teruggedrongen.

## 1.5 Afbakening van de problematiek

### *Ruimtelijke index*

De *RSN-index* is gebaseerd op sleutelfactoren die het versnipperingprobleem inkaderen tot een puur ruimtelijk vraagstuk op provinciaal niveau. De *RSN-index* geeft een waarde voor de ruimtelijke verdeling van oppervlakten. Dit kunnen bijvoorbeeld oppervlakten natuur zijn zoals de gerealiseerde ecologische hoofdstructuur, oppervlakten bos of oppervlakten leefgebied voor één of meerdere soortengroepen.

### *Gebiedskwaliteit*

De mate van versnippering van natuurgebieden wordt onder andere bepaald door de kwaliteit van de gebieden voor de verschillende levensgemeenschappen. De betekenis van een groot maar sterk vergrast heidegebied kan voor soorten van een heidegemeenschap bijvoorbeeld kleiner zijn dan een samenhangend stelsel van kleine maar goed ontwikkelde heidegebieden. De kwalitatieve betekenis van een gebied zal per soort of soortengroep verschillen. Deze informatie is niet (of maar ten dele binnen GIS) beschikbaar.

Er is voor gekozen de kwaliteit van de gebieden niet in de index op te nemen. De *RSN-index* doet dan ook geen uitspraken over de kwalitatieve betekenis van afzonderlijke gebieden. Het doorvertalen van veranderingen in de *RSN-index* naar effecten voor concrete soorten of soortengroepen zal daardoor maar beperkt mogelijk zijn.

#### *Soortengroepen*

De effecten van versnippering zijn voor elke soort verschillend. Een kleinschalig landschap met bosjes en houtwallen kan voor een das een goed leefgebied vormen. De das heeft dan geen moeite zich tussen de afzonderlijke elementen uit zijn leefgebied te verplaatsen. Voor bosgebonden loopkevers liggen de afzonderlijke boselementen van elkaar gescheiden door voor de diertjes ongeschikte graslanden. Hetzelfde landschap dat voor de das één leefgebied vormt kan voor deze dieren een sterk versnipperd karakter hebben.

Er is voor gekozen de *RSN-index* te bepalen voor twee soortengroepen, MOBIELE SOORTEN en WEINIG MOBIELE SOORTEN. De groep MOBIELE SOORTEN staat voor soorten met een groot leefgebied die zich makkelijk over afstanden van meerdere kilometers verplaatsen. De groep WEINIG MOBIELE SOORTEN staat voor soorten met relatief kleine leefgebieden die zich over kleine afstanden van ten hoogste enkele honderden meters verplaatsen.

Voor het bepalen van de *RSN-index* wordt gerekend met concrete oppervlakten en afstanden. Indicaties voor de omvang van het leefgebied en verplaatsingsafstand zijn voor de beide groepen ontleend aan de in het soortenbeleid van de Provincie gehanteerde groepen "Das" en "Amfibieën" (Provincie Gelderland, 2000).

#### *Meetlat*

De meetlat is in zekere mate schaalafhankelijk, de *RSN-index* kan zowel regionaal als op provinciaal niveau worden berekend. De meetlat is getest met beschikbare geografische data van het Natuurgebiedsplan Achterhoek. Voor de Achterhoek zijn de data digitaal gebiedsdekkend beschikbaar. Het testen van de meetlat op een deelgebied beperkt de rekentijd aanzienlijk, een belangrijk voordeel in een fase dat rekenroutines worden opgesteld en uitgetest.

## **1.6 Begrippenlijst**

#### *Barrière*

Een barrière is een landschappelijke structuur (wegen, spoorwegen, waterwegen) of combinatie van structuren (bebouwing, akkers) die beperkingen oplegt aan de dispersie of migratiebewegingen van organismen. Barrières dragen bij aan de versnippering van het landschap. Er kunnen drie typen barrières worden onderscheiden:

- Fysieke barrière: Het is voor dieren fysiek onmogelijk om de barrière te passeren. De barrière verhindert dispersiebewegingen en vormt daardoor een absolute scheiding tussen populaties.
- Landschappelijke barrière: De barrière bestaat uit habitat dat voor dieren dermate onaantrekkelijk is dat zij zich er niet of nauwelijks door verplaatsen.

- Risicobarrière: Passage van de barrière kan frequent voorkomen, maar elke passage kan voor een dier direct gevaar opleveren.

#### *Bereikbaarheid*

Bereikbaarheid: de onderlinge afstand tussen natuurgebieden gewogen naar weerstand van het landschap. De bereikbaarheid is afhankelijk van dispersievermogen en wordt afzonderlijk berekend voor Mobiele soorten en Weinig mobiele soorten.

#### *Dispersie*

Men spreekt van dispersie als organismen hun oorspronkelijke leefgebied, hun homerange, verlaten. De verplaatsingen zijn in principe ongericht, hoewel dieren gebruik kunnen maken van lijnvormige landschapselementen. Dispersie zorgt voor contact tussen populaties en voor het koloniseren van nieuwe leefgebieden.

#### *Dispersievermogen*

Dispersievermogen is de maximale afstand waarover planten en dieren zich kunnen verplaatsen.

#### *Homerange*

Homerange is het oppervlak waarbinnen een individueel dier zich gedurende alle fasen van zijn leven verplaatst. De homerange houdt rekening met migratie, niet met dispersie.

#### *Metapopulatie*

Een Metapopulatie is een stelsel van subpopulaties uit kleine deelgebieden die onderling verbonden zijn door dispersiebewegingen (Opdam, 1987; Hanski & Gilpin, 1991).

#### *Migratie*

Migratie is het zich doelgericht verplaatsen van individuen tussen twee of meer deelbiotopen. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen frequent optredende migratie en seizoensmigratie. Frequent optredende migratie is bijvoorbeeld het pendelen tussen slaap- en foerageergebied, seizoensmigratie is de trek tussen zomer- en winterverblijf.

#### *Minimum leefgebied*

Onder het minimum leefgebied wordt verstaan het oppervlak dat nodig is voor één reproductieve eenheid.

#### *MOBIELE SOORTEN.*

MOBIELE SOORTEN is een abstracte aanduiding die staat voor soorten met grote leefgebieden die zich makkelijk over afstanden van meerdere kilometers verplaatsen.

#### *Reproductieve eenheid*

Een reproductieve eenheid is het aantal dieren dat nodig is om voor nageslacht te zorgen. Een reproductieve eenheid bestaat in de regel uit een vrouwtje en een mannetje.

#### *RSN-index*

Index voor de Ruimtelijke Samenhang van Natuurgebieden in Gelderland.

#### *Ruimtelijke draagkracht index*

De Ruimtelijke draagkracht index is een maat voor het aantal reproductieve eenheden van een soort dat binnen een bepaald gebied voor kan komen (Vos, 1999). Hoe lager de landschappelijke draagkracht index, des te groter de versnippering van een landschap.

#### *Ruimtelijke bereikbaarheidsindex*

De Ruimtelijke bereikbaarheidsindex voor een afzonderlijk gebied wordt bepaald door de som van alle bijdragen van de omliggende leefgebieden gewogen naar afstand. Hoe lager de landschappelijke bereikbaarheidsindex, des te groter de versnippering van een landschap (Vos, 1999)

#### *Weerstand*

De maat voor de weerstand van het landschap tegen dispersie van soorten. De weerstand is de afstand gewogen naar landschaptype. Bij een weerstand van 1 is de werkelijke afstand gelijk aan de weerstandafstand. Bij een weerstand groter dan 1 is de werkelijke afstand kleiner dan de weerstandafstand. Bij een weerstand kleiner dan 1 is de werkelijke afstand groter dan de weerstandafstand.

#### *WEINIG MOBIELE SOORTEN*

WEINIG MOBIELE SOORTEN is een abstracte aanduiding voor soorten met relatief kleine leefgebieden die zich over kleine afstanden van ten hoogste enkele honderden meters verplaatsen.



## 2 Methodiek

### 2.1 Kernbegrippen oppervlak en afstand

Voor het duurzaam voortbestaan van populaties in een leefgebied of stelsel van leefgebieden zijn twee ruimtelijke kernbegrippen essentieel: het oppervlak van een leefgebied en de afstand tussen leefgebieden (Vos, 1999; Plantenga, 1999; Van Strien *et al.*, 1999; Opdam, 1987).

#### *Grootte van een leefgebied*

De kans op voortbestaan dan wel uitsterven van een populatie in een gebied wordt in sterke mate bepaald door de omvang van het gebied. In het algemeen geldt hoe groter het gebied hoe kleiner de kans op uitsterven. Dit hangt direct samen met het aantal individuen van een soort dat in een gebied voor kan komen. Grote populaties zijn minder gevoelig voor natuurlijke fluctuaties en hebben daarmee een kleinere kans om op korte termijn uit te sterven. De omvang van een gebied is een maat voor de draagkracht, de maximale grootte van de populatie die in het gebied kan voorkomen. Hoe groter een gebied is, hoe groter de draagkracht zal zijn en hoe meer individuen van een soort in het gebied kunnen voorkomen.

#### *Afstand tussen leefgebieden*

Binnen een metapopulatie kunnen soorten plaatselijk door allerlei oorzaken verdwijnen. Dit kunnen natuurlijke oorzaken zijn, bijvoorbeeld na een aantal opeenvolgende jaren met ongunstige omstandigheden kunnen kleine populaties dermate zijn afgenomen dat ze niet meer levensvatbaar zijn. Ook door calamiteiten als een brand of overstroming kunnen populaties plaatselijk uitsterven. Verder zijn kleine populaties eerder vatbaar voor inteelt en daarmee samenhangende degeneratieve verschijnselen.

Voor het duurzaam voortbestaan van een populatie in een gebied is het dan ook van belang dat er uitwisseling van individuen tussen deelpopulaties kan plaatsvinden. Deelgebieden waar een soort plaatselijk is verdwenen moeten weer vlot gekoloniseerd kunnen worden zodra de gunstige omstandigheden zijn teruggekeerd. Om dit mogelijk te maken mag de afstand tussen de afzonderlijke deelgebieden niet te groot zijn. In het algemeen geldt dat hoe groter de afstand tussen deelgebieden is hoe groter de kans is dat een populatie op termijn uit een gebied verdwijnt.

### 2.2 Draagkracht en bereikbaarheidsindex

Als uitgangspunt van de Technische Meetlat Versnippering zijn de ruimtelijke draagkracht index en de ruimtelijke bereikbaarheid index gebruikt zoals die zijn geformuleerd door Vos (1999), Plantenga (1999) en Van Strien *et al.* (1999).



*Ruimtelijke draagkracht index.*

De ruimtelijke draagkracht index (Vos, 1999) is een maat die berekend wordt voor afzonderlijke gebieden. De index wordt berekend aan de hand van het beschikbare oppervlak habitat en de minimale grootte van een leefgebied voor een soort of soortengroep (zie bijlage 1 voor de berekeningsmethodiek). Bij de minimale grootte wordt uitgegaan van de grootte van het leefgebied van één reproductieve eenheid, in de regel komt dit overeen met homerange van een soort. Vos (1999) berekent voor een landschap de gemiddelde ruimtelijke draagkracht index. Deze maat combineert de gemiddelde habitat grootte en groepsspecifieke minimale leefgebied grootte tot een ecologisch geschaalde landschapsindex voor draagkracht. Hoe lager de gemiddelde landschappelijke draagkracht index, des te groter de versnippering van een landschap.

*Ruimtelijke bereikbaarheidsindex.*

De ruimtelijke bereikbaarheidsindex (Vos, 1999) is eveneens een maat die berekend wordt voor afzonderlijke gebieden. De index wordt berekend als de som van alle oppervlakten van de omliggende leefgebieden gewogen naar afstand. De bijdrage van een leefgebied op een bepaalde afstand is gerelateerd aan het dispersie vermogen van een soortgroep. Vos (1999) berekent voor een landschap de gemiddelde bereikbaarheidsindex. In deze index worden ruimtelijke kenmerken (afstand en grootte van habitat) en soortspecifieke kenmerken (maximale dispersie afstand) gecombineerd. Hoe lager de gemiddelde landschappelijke bereikbaarheidsindex, des te groter de versnippering van een landschap.

## **2.3 MOBIELE en WEINIG MOBIELE soorten**

Een nadeel van het concreet toepassen van de kernbegrippen grootte van een gebied en afstand tot andere deelgebieden is dat hun werking soortspecifiek is. Een gebiedsomvang die voor een bepaalde soort een kritische waarde heeft bereikt kan voor een andere soort ruim voldoende zijn om het voortbestaan op lange termijn te garanderen. Ook kan een gebied dat bijvoorbeeld voor een kamsalamander onbereikbaar is door een vos of das regelmatig worden bezocht. Dit betekent dat maatregelen die bij de ene soort duidelijk effect hebben op de versnippering van het leefgebied voor de andere soort nauwelijks relevant kunnen zijn.

Om effecten van maatregelen voor een brede groep van soorten inzichtelijk te maken is voor het opstellen van een indicator voor de versnippering van de natuur gekozen voor twee afzonderlijke indexen, één voor mobiele soorten met grote leefgebieden en één voor weinig mobiele soorten met kleine leefgebieden. De concrete waarden die voor het berekenen van de indicator nodig zijn, zijn ontleend aan twee groepen uit het soortenbeleid van de Provincie: "DAS" en "AMFIBIEËN".

## 2.4 Sleutelfactoren

Onder sleutelfactoren worden hier verstaan factoren die bepalend zijn voor de mate van versnippering van de natuur. De sleutelfactoren worden binnen een GIS omgeving toegepast voor het berekenen van de *RSN-index*. De sleutelfactoren moeten voldoen aan de volgende eisen:

- de factor moet een algemene ecologische geldigheid hebben, dat wil zeggen relevant zijn voor grote groepen van soorten;
- de factor moet ruimtelijk meetbaar zijn;
- de factor moet binnen een GIS omgeving kunnen worden toegepast.

Op basis van de ruimtelijke draagkrachtindex (gebaseerd op het kernbegrip grootte leefgebied) en ruimtelijke bereikbaarheidsindex (gebaseerd op het kernbegrip afstand tussen leefgebieden) kunnen voor de indicator voor versnippering van de natuur de volgende sleutelfactoren worden gedefinieerd:

- 1 beschikbaar oppervlak NATUUR (beschikbaar in GIS);
- 2 minimale oppervlak leefgebied voor "Mobiele Soorten" en voor "Weinig Mobiele Soorten";
- 3 minimale afstand tussen NATUUR (beschikbaar in GIS);
- 4 dispersie vermogen van "Mobiele Soorten" en van "Weinig Mobiele Soorten";
- 5 weerstand van het landschap (bij niet EHS gebieden wordt de weerstand als oneindig beschouwd);
- 6 doorsnijding door relatief sterke barrières (zonder mitigerende maatregelen) zoals wegen en waterwegen, spoorwegen, bebouwing (voor vissen stuwen etc.);
- 7 stapstenen en verbindingzones (worden niet afzonderlijk behandeld maar gelijkgesteld aan 2 en 4).

Met 'beschikbaar oppervlak NATUUR' worden de leefgebieden bedoeld zoals die binnen de GIS-omgeving zijn gedefinieerd. Naast de ecologische hoofdstructuur kunnen dit oppervlakten bos zijn of binnen het GIS begrensd leefgebied voor één of meerdere soortengroepen zoals gerealiseerde leefgebieden en verbindingzones voor de Das.

De factoren 'minimaal oppervlak leefgebied' en 'dispersie vermogen' zijn bepaald op basis van homerange gegevens van de Das en van de Kamsalamander zoals deze binnen andere provinciale studies worden gehanteerd (Provincie Gelderland, 2001).

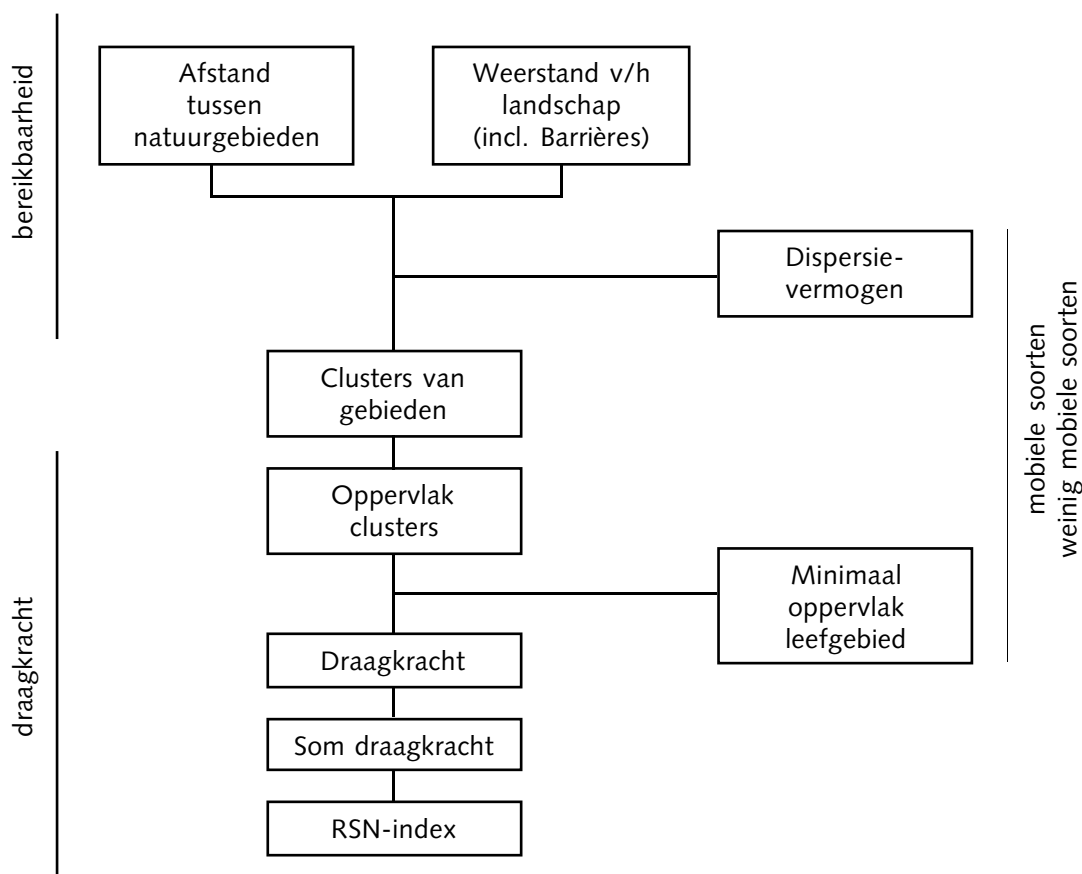
Voor het minimaal oppervlak leefgebied van Mobiele Soorten en van Weinig Mobiele Soorten zijn de waarden 100 ha. respectievelijk 10 ha. aangehouden. Voor de maximale dispersieafstand van Mobiele Soorten en van Weinig Mobiele Soorten zijn de waarden 7,5 km respectievelijk 0,5 km aangehouden.

De factor 'doorsnijding door relatief sterke barrières' is opgenomen als weerstandsverhogende parameter. Indien nabijgelegen leefgebieden gescheiden worden door een weg wordt de fysieke afstand tussen de gebieden binnen de GIS omgeving verhoogd en neemt de berekende bereikbaarheid af.

Stapstenen en verbindingzones zijn niet als afzonderlijke parameters onderscheiden. Binnen het GIS worden ze beschouwd als NATUUR en verwerkt met de sleutelfactoren beschikbaar oppervlak NATUUR (1) en minimale afstand tussen leefgebieden (3).

## 2.5 RSN-index

Zowel de gemiddelde ruimtelijke draagkracht index als de gemiddelde ruimtelijke bereikbaarheidsindex zijn geschikt als indicatie voor de mate van versnippering van een landschap indien het aantal eenheden (leefgebieden) gelijk blijft. Voor monitoring van de versnippering van de natuur in Gelderland zijn de indexen niet zonder meer toepasbaar omdat het aantal gebieden door natuurontwikkeling of andere ruimtelijke inrichtingsprojecten kan veranderen. Als bijvoorbeeld een relatief klein en geïsoleerd gelegen natuurontwikkelingsgebied wordt gerealiseerd zullen de beide gemiddelde indexen afnemen, terwijl het totale oppervlak NATUUR toeneemt. Om te komen tot één maat voor de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden zijn de basisprincipes van de beide indexen gecombineerd tot een Ruimtelijke Samenhang Natuurgebieden index, de *RSN-index*. Het opstellen van de *RSN-index* is weergegeven in het onderstaande stroomdiagram.



Figuur 2.1 Samenstelling van de RSN-index.

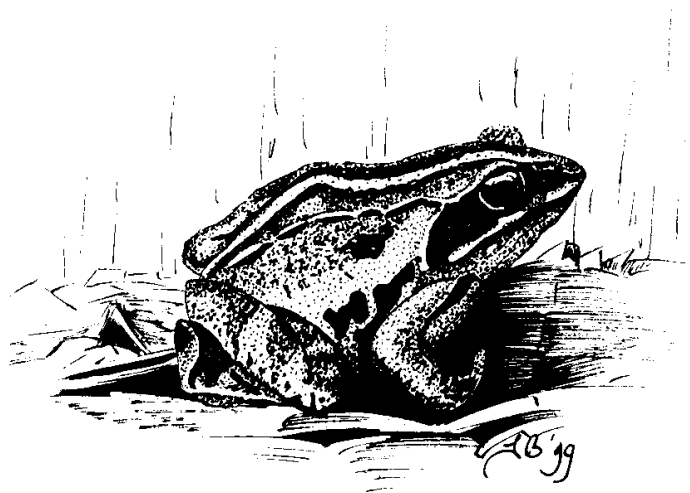
De *RSN-index* wordt afzonderlijk bepaald voor de groep 'Mobiele Soorten' en 'Weinig Mobiele Soorten'. Met behulp van de bereikbaarheid worden clusters van gebieden

bepaald die onderling bereikbaar zijn. De bereikbaarheid is de afstand tussen eenheden NATUUR gewogen naar landschap. De bereikbaarheid wordt bepaald aan de hand van de afstand tussen gebieden, de weerstand van het tussenliggende landschap, de aanwezigheid van infrastructuur en het dispersievermogen behorende bij 'Mobiele Soorten' en 'Weinig Mobiele Soorten'. Voor elk cluster wordt vervolgens de draagkracht bepaald op basis van het totale oppervlak van de cluster en het minimale oppervlak leefgebied behorende bij 'Mobiele Soorten' en 'Weinig Mobiele Soorten'.

De draagkracht wordt vervolgens voor de beide soortengroepen over alle clusters gesommeerd. Dit getal geïndexeerd, waarbij het eerste jaar op 100 wordt gesteld, geeft de *RSN-index*. De index wordt berekend met behulp van een rekenroutine in GIS.



*Das: voorbeeld van een 'Mobiele soort'.*



*Heikikker: voorbeeld van een 'Weinig Mobiele soort'.*

## 3 Pilot: de meetlat getest op de Achterhoek

### 3.1 Draagkrachtindex en grootte leefgebied

De digitale kaart van natuur in de Achterhoek van de Provincie Gelderland bevat details tot op perceelsniveau. Dit betekent dat natuurgebieden in het bestand niet altijd als aaneengesloten gebieden voorkomen maar als een stelsel van afzonderlijke kleine gebieden (vaak bospercelen) van elkaar gescheiden door wit gebied (bospaden en wegen).

Bij de berekening van de draagkrachtindex is uitgegaan van de som van de voor elk natuurgebied afzonderlijk berekende draagkracht. Voor de berekening van de draagkracht zijn de afzonderlijke percelen 'natuur' samengevoegd tot één oppervlak als de afstand tussen de percelen niet groter was dan 20 meter. Deze afstand is gekozen omdat hierdoor bospaden en dergelijke wegvielen en meer aaneengesloten oppervlakten ontstonden. Oppervlakten natuur die 20 meter of minder van elkaar gescheiden lagen zijn dus beschouwd als één eenheid NATUUR. Vervolgens is ieder oppervlak natuur gedeeld door de minimale grootte van het leefgebied van één reproductieve eenheid. Deze waarde is vervolgens naar beneden afgerond, omdat een leefgebied nu eenmaal geen delen van een reproductieve eenheid kan bevatten.

De totale draagkracht van het studiegebied is uitgedrukt als de som van de draagkracht van afzonderlijke deelgebieden; in feite het potentiële aantal reproductieve eenheden dat het studiegebied kan herbergen (in de huidige situatie).

Om inzicht te krijgen in de invloed van de gekozen grootte van het minimale leefgebied is de draagkrachtindex bepaald voor zes hypothetische minimale leefgebiedgrootten: 1 ha, 2 ha, 10 ha, 25 ha, 100 ha en 150 ha. Met de oplopende omvang wordt de invloed van de gekozen leefgebiedgrootte op de draagkrachtindex geïllustreerd.

#### *Resultaat test draagkrachtindex*

De draagkrachtindex voor zes verschillende minimale leefgebiedgrootten is opgenomen in tabel 3.1. Uit tabel 3.1 blijkt dat er in het studiegebied een logaritmisch verband is tussen de som van de draagkrachtindex en de minimale leefgebiedgrootte. Een dergelijk verband wordt gevonden indien het studiegebied voldoende oppervlakten eenheden bevat (oftewel voldoende groot is).

Tabel 3.1: De draagkracht voor de zes verschillende minimale leefgebiedsgroottes (voor Mobiele soorten wordt een grootte van 100 ha aangehouden, voor Weinig mobiele soorten wordt een grootte van 10 ha aangehouden).

Min. leefgebiedsgrootte (ha)	Draagkrachtindex
1	14947
2	6924
10	1084
25	360
100	56
150	31

Voor de twee soortgroepen zijn de volgende waarden gebruikt:

Mobiele Soorten -groot habitat, groot dispersievermogen

Minimale grootte leefgebied voor een reproductieve eenheid 100 ha

Maximale dispersieafstand 7.500 m.

Weinig Mobiele Soorten - klein habitat, gering dispersievermogen

Minimale grootte leefgebied voor een reproductieve eenheid 10 ha

Maximale dispersieafstand 500 m.

De minimale grootte van een leefgebied van 10 ha zoals deze bij Weinig Mobiele Soorten is gekozen ligt tegen de praktische ondergrens. Bij een kleinere gebiedsgrootte neemt het aantal mogelijke leefgebieden, en daarmee de rekentijd, exponentieel toe. Ter vergelijking in de Achterhoek liggen 1674 gebieden groter dan 1 ha, en slechts 208 gebieden groter dan 10 ha.

### 3.2 Bereikbaarheidsindex

Voor het berekenen van de bereikbaarheidsindex is uitgegaan van een gridbenadering; dat wil zeggen dat het studiegebied verdeeld is in vierkante cellen met gelijke grootte. De reden voor deze gridbenadering is dat ruimtelijke berekeningen daarin eenvoudiger zijn uit te voeren en minder rekentijd vergen. Er zijn twee typen gridkaarten gemaakt, op basis waarvan de berekening is uitgevoerd: een habitatkaart en een weerstandkaart.

#### *Habitatkaart*

De habitatkaart bevat de gebieden die binnen het GIS zijn aangegeven als NATUUR. Voor de indicatieve groepen Mobiele Soorten en Weinig Mobiele Soorten zijn afzonderlijke habitatkaarten gemaakt. De habitatkaart voor Mobiele soorten bevat alle eenheden natuur waarvan het totale oppervlak groter of gelijk is aan 100 ha. (het minimale leefgebied van één reproductieve eenheid bij Mobiele Soorten). De habitatkaart voor Weinig Mobiele soorten bevat alle eenheden natuur waarvan het totale oppervlak groter of gelijk is aan 10 ha. (het minimale leefgebied van één reproductieve eenheid bij Weinig Mobiele Soorten).

### *Weerstandskaat*

De weerstandkaart (zie Kaart 1) geeft de passerbaarheid aan van iedere gridcel voor Mobiele Soorten of Weinig Mobiele Soorten; de afstand tussen twee gebieden wordt hiermee een gewogen afstand. Daarbij is ervan uitgegaan dat de kans dat een gebied bereikt wordt afneemt met de aanwezigheid van barrières en toeneemt door de aanwezigheid van kleine oppervlakten habitat (stepping stones) en een betere landschapsstructuur. Als barrières zijn snelwegen, provinciale wegen en spoorwegen gebruikt. Lokale wegen en lijnvormige wateren zijn in deze test niet gebruikt. De landschapsstructuur is gerelateerd aan de totale lengte van houtwallen in een cel. De in de test gebruikte waarden staan in tabel 3.2.



Kaart 1 Weerstandskaat aan te leveren door de provincie

Kaart achterkant

Tabel 3.2: De invloed van het landschap op de effectieve weerstand (wegen met minder dan 3.800 voertuigen per dag,<sup>2</sup> wegen met 3.800 – 180.000 voertuigen per dag en een weerstand geschaald naar intensiteit,<sup>3</sup> wegen met meer dan 180.000 voertuigen per dag)

Eenheid	Mobiele Soorten (dispersie 7,5 km)	Weinig Mobiele Soorten (dispersie 0,5 km)	Effectieve weerstand per gridcel
Habitat (geen weerstand)	Geen barrière	Geen barrière	0
Landschap met veel houtwallen	Beperkte barrière	Beperkte barrière	0-250m
Wit gebied (landschap zonder houtwallen)	Matige barrière	Matige tot grote barrière	250m – 500m
Spoorwegen (20 m breed)	Grote barrière	Absolute barrière	2.500m
Provinciale wegen <sup>1</sup> (20 m breed)	Grote barrière	Absolute barrière	5.000m
Provinciale wegen <sup>2</sup> (20 m breed)	Grote tot absolute barrière	Absolute barrière	5.000m – 10.000m
Snelwegen <sup>3</sup> en bebouwd gebied (40 m breed)	Absolute barrière	Absolute barrière	10.000m

De weerstanden zijn tot stand gekomen op basis van literatuur en expert-judgement. De groep Mobiele Soorten worden in staat geacht maximaal 7.500 m te kunnen afleggen. De Weinig Mobiele Soorten worden in staat geacht maximaal 500 m te kunnen afleggen.

In landschap met houtwallen wordt de maximale dispersieafstand geacht toe te nemen. De weerstand is afhankelijk gesteld van de lengte aan houtwallen per gridcel. Hierbij is gekozen voor een lineair verband tussen de lengte houtwallen en de weerstand. De weerstand varieert tussen leefgebied en wit gebied, met een maximum van 250 m.

Bij het kruisen van infrastructuur neemt de weerstand toe en de maximale dispersieafstand voor beide groepen af. Aangenomen is dat autosnelwegen onoverbrugbaar zijn. De waarde van de weerstand is gelijk gesteld aan 10.000 m, dat wil zeggen boven de maximale dispersieafstand van de groep Mobiele Soorten.

Provinciale wegen en spoorwegen worden niet per definitie beschouwd als onoverbrugbaar. Mobiele Soorten mogen in staat worden geacht een provinciale weg of spoorweg te kruisen, van Weinig Mobiele Soorten wordt verwacht dat dit niet zo zal zijn. De weerstand van wegen en spoorwegen is zodanig gekozen dat deze ruim boven de dispersieafstand van Weinig mobiele soorten ligt. De weerstand van een provinciale weg is geschaald naar verkeersintensiteit. De daarbij toegepaste grenzen zijn gekozen op basis van de gevonden verdeling over de intensiteitsklassen en enigszins arbitrair.

De weerstandsk kaart is weergegeven in Kaart 1. Met de gekozen grenswaarden (zie tabel 3.2) komen bebouwing, infrastructuur en houtwallen in de kaart tot uitdrukking.

#### *De invloed van de celgrootte*

Met een Geografisch Informatie Systeem is de invloed van de celgrootte en van het al dan niet meewegen van de landschapsstructuur op de bereikbaarheidsindex onderzocht. In principe geldt dat een kleinere celgrootte tot een nauwkeuriger berekening leidt, maar de rekentijd neemt exponentieel toe met het aantal cellen. De celgrootte mag niet groter zijn dan het te onderzoeken fenomeen, de bovengrens is de maximale dispersie-afstand van Weinig Mobiele Soorten en bedraagt 500 meter. Aan de andere kant heeft het geen zin een kleinere celgrootte te kiezen dan de nauwkeurigheid van de invoerdata (geschat op 10 meter).

De bereikbaarheidsindex is getest voor twee grids één met een celgrootte van 20 x 20 meter en één met een celgrootte van 100 x 100 meter. Met beide grids is de bereikbaarheidsindex bepaald met landschapsdifferentiatie en zonder differentiatie. Een overzicht van de onderzochte opties geeft tabel 3.3.

*Tabel 3.3: Tabel met de onderzochte opties (+ is onderzocht, - niet).*

	Mobiele Soorten	Weinig Mobiele Soorten
<b>Met landschapsdifferentiatie</b>		
celgrootte 20x20m	+	+
celgrootte 100x100m	+	-
<b>Zonder landschapsdifferentiatie</b>		
celgrootte 20x20m	+	+
celgrootte 100x100m	-	-

#### *De Invloed van weerstand van het landschap op de bereikbaarheids index.*

Het effect van de weerstand van het 'witte' gebied op de bereikbaarheids index is ook onderzocht. De gedachte hierachter is dat de verhouding tussen de weerstand van habitat, 'wit' gebied, spoorweg, snelweg en bebouwde kom van invloed kan zijn op de waarde van de bereikbaarheidsindex. Voor een celgrootte van 100 x 100 zijn de volgende varianten doorgerekend voor de Mobiele Soorten en Weinig Mobiele Soorten.

*Tabel 3.4 Test berekeningen met verschillende weerstanden voor het 'witte' gebied.*

	weerstand variant 1	weerstand variant 2
habitat	0	0
'wit' gebied	1	10
houtwallen	(10 - BWL <sup>(1)</sup> ) / 10	10 - BWL <sup>(1)</sup>
provinciale weg	5000	5000
snelweg/bebouwde kom	7500	7500

<sup>(1)</sup> BWL is aantal lengtes 100 m boomwal per 100 x 100 gridcel.

#### Resultaat test Bereikbaarheidsindex

De uitkomsten van de tests staan in tabel 3.5. Doordat de tests tussen de varianten A tot en met E met een andere celgrootte zijn berekend dan de varianten F tot en met I kunnen de absolute getallen niet direct worden vergeleken. Een vergelijk in percentages is echter wel mogelijk.

Tabel 3.5 Resultaten van de verschillende berekeningen. Door een verschil in rekenmethode zijn de absolute aantallen tussen varianten A-E en F-I niet direct vergelijkbaar.

variant	soortgroep	landschap	cel grootte	aantal gebied	som Index
A	Mobiel	nee	20x20	13	1.19
B	Mobiel	ja (max=1)	20x20	13	1.20
C	Mobiel	ja(max =1)	100x100	13	2.00
D	Weinig Mobiel	nee	20x20	208	46.5
E	Weinig Mobiel	ja(max =1)	20x20	208	64.9
F	Weinig Mobiel	ja (max = 1)	100x100		22
G	Weinig Mobiel	ja (max = 10)	100x100		0.07
H	Mobiel	ja (max = 1 )	100x100		965
I	Mobiel	ja (max = 10)	100x100		578

Als uitgangspunt worden de varianten genomen die zonder landschapsweerstand de bereikbaarheidsindex voor Mobiele Soorten en Weinig Mobiele Soorten uitrekenen voor 20x20 meter cellen. Indien dan landschapsweerstand wordt toegevoegd voor Mobiele Soorten (variant A -> variant B ) veroorzaakt dit een verandering van de bereikbaarheidsindex van 101 %. Als voor de groep Mobiele Soorten een zelfde berekening wordt uitgevoerd met celgrootte 100x100 meter (variant A -> variant C) verandert de bereikbaarheidsindex 168%. Met een celgrootte van 100x100 meter de landschapsweerstand van maximaal 1 naar maximaal 10 (variant H > variant I) levert een verandering op van 60 %.

Voor de groep Weinig Mobiele Soorten levert de toevoeging van landschapsweerstand met 20x20 meter celgrootte (variant D -> variant E) een verandering op van 140%. Met celgrootte 100x100 meter de maximale landschapsweerstand omhoog brengen van 1 naar 10 (variant F -> variant G) geeft een verandering van 0.5%

Differentiatie van weerstand in wit gebied levert voor de Mobiele Soorten een kleine (verwaarloosbare) verbetering in bereikbaarheid op, slechts 1%. Voor de Weinig Mobiele Soorten is die verbetering aanzienlijk namelijk 40%. Verhoging van de weerstand van landschap van maximaal 1 naar maximaal 10 levert voor Mobiele Soorten een afname van bereikbaarheid op van 40 % terwijl dit voor Weinig Mobiele Soorten een afname van 99% betekent.

Differentiatie van weerstand van het landschap in het witte gebied is voor Mobiele Soorten minder van belang dan voor Weinig Mobiele Soorten, de hoogte van weerstand

in het (gedifferentieerde) witte gebied heeft minder effect op Mobiele Soorten dan op Weinig Mobiele Soorten.

### 3.3 RSN-index

De *RSN-index* (index Ruimtelijke Samenhang Natuurgebieden) is een gesommeerde draagkrachtindex. De index geeft een maat voor het totaal aantal individuen dat in een gebied voor kan komen. Berekend voor Mobiele soorten over de Achterhoek geeft de *RSN-index* het aantal eenheden Mobiele soorten dat in de Achterhoek kan voorkomen. De *RSN-index* wordt in tegenstelling tot de draagkrachtindex niet berekend over afzonderlijke eenheden NATUUR maar over geclusterde eenheden NATUUR die onderling bereikbaar zijn. Gebieden worden tot hetzelfde cluster gerekend indien ze op minder dan de maximale dispersieafstand liggen, rekening houdend met infrastructuur en de weerstand van het tussenliggende landschap.

#### *Kaarten RSN-index*

De *RSN-index* is berekend voor Mobiele soorten en Weinig Mobiele soorten en is weergegeven op de kaarten 2 en 3. De *RSN-index* is niet afzonderlijk getest. Voor het berekenen van de index zijn binnen de GIS-omgeving (ArcView, ArcInfo) routines ontwikkeld. De kantenekeningen die in 3.2 bij de bereikbaarheidsindex zijn geplaatst zijn eveneens van toepassing op de *RSN-index*. Voor het berekenen van de index zijn de volgende gegevens toegepast:

habitat	weerstand is 0
wit gebied	weerstand: 250 m per gridcel
wit gebied met houtwallen	weerstand: 250 m * percentage houtwallen
spoorlijnen	weerstand: 2500 m per gridcel
wegen	weerstand is geschaald naar de gemiddelde verkeersintensiteit per dag (situatie 1999)
• < 10 voertuigen per dag	weerstand: 5.000 m per gridcel
• > 90 voertuigen per dag	weerstand: 10.000 m per gridcel
• 10 - 90 voertuigen per dag	Weerstand: lineair verloop tussen 5.000 en 10.000
bebouwde om	weerstand: 10.000 m per gridcel
faunatunnel	weerstand: 500 m per gridcel

Kaart 2, Mobiele soorten, geeft de draagkracht berekend per cluster, voor alle gebieden met een oppervlak van 100 ha of meer. De som van de draagkracht voor Mobiele soorten over alle clusters is 50 eenheden. De bereikbaarheid wordt vooral beïnvloed door de aanwezige infrastructuur. Ter vergelijking is de draagkracht voor dezelfde groep weergegeven in een situatie waarbij tussen relatief grote gebieden één faunatunnel is gerealiseerd (Kaart 3). De draagkracht blijft onveranderd (het oppervlak geschikt leefgebied is niet veranderd).

Kaart 4, Weinig Mobiele soorten, geeft de draagkracht per cluster voor alle gebieden met een oppervlak van 10 ha of meer. De som van de draagkracht voor Mobiele soorten bedraagt 10651 eenheden. De bereikbaarheid wordt vooral beïnvloed door de onderlinge afstand tussen gebieden.

Kaart 2 Mobiele soorten aan te leveren door de provincie



Kaart achterkant

Kaart 3 Mobiele soorten met faunatunnel aan te leveren door de provincie 3 Weinig  
Mobiele soorten

Kaart achterkant

Kaart 4 Weinig Mobiele soorten aan te leveren door de provincie

Kaart achterkant

## 4 Discussie

### 4.1 Technische implementatie

#### *Bestandsproblemen*

Er zijn een aantal problemen met de aangeleverde bestanden opgetreden. Zo bleek de infrastructuur niet gedigitaliseerd binnen de bebouwde kom, de begrenzing stopte soms net daarbuiten. Waar de begrenzing van weg en bebouwing niet aansloot ontstond een gat. Deze gaten functioneren binnen het GIS onterecht als een soort corridor. Voor zover noodzakelijk zijn deze fouten handmatig gecorrigeerd.

#### *Randeffecten*

De gebruikte methode heeft last van randeffecten, omdat er net buiten het studiegebied ook habitat kan liggen dat niet in de berekening van de bereikbaarheidsindex wordt meegenomen. Een gebied dat aan de rand van het studiegebied ligt heeft hierdoor een grotere kans op een slechte bereikbaarheidsindex. Waar het studiegebied grenst aan onoverbrugbare barrières zoals snelwegen en grote wateren (IJsselmeer) geldt dit niet. De invloed van randeffecten op de gemiddelde bereikbaarheidsindex voor het hele studiegebied wordt kleiner naarmate het studiegebied groter is. Randeffecten kunnen vermeden worden indien de aan het studiegebied liggende gebieden in de berekening kunnen worden betrokken.

#### *Rekenroutine*

De *RSN-index* wordt berekend aan de hand van een script geschreven binnen het GIS (ArcView). De *RSN-index* wordt berekend met gebieden die groter of gelijk zijn aan het minimum oppervlak voor Mobiele Soorten dan wel Weinig Mobiele Soorten. Het huidige script voorziet in het toevoegen van faunapassages. De effecten van faunapassages op de *RSN-index* kunnen in principe worden doorgerekend. Dit gebeurt echter alleen voor die gebieden die voldoen aan de voorwaarde van minimum oppervlak leefgebied. Als een faunapassage wordt aangelegd tussen twee gebieden waarvan één kleiner is dan het minimum leefgebied zal het script geen effect op de *RSN-index* aangeven omdat het kleine gebied niet wordt meegenomen in de berekening. Hiervoor kan worden gecorrigeerd door de kaart met NATUUR zodanig aan te passen dat beide eenheden met elkaar worden verbonden.

Door de kaart of routine zodanig aan te passen dat kleine gebieden, die door faunapassages bereikbaar worden, in de index berekening mee te nemen kan de gevoeligheid van de index voor dit soort maatregelen toenemen. Hierbij kunnen kanttekeningen worden geplaatst. Faunapassages onder rijkswegen hebben naar verwachting voor weinig mobiele soorten alleen betekenis voor dispersie. Het toevoegen van kleine leefgebieden in de berekening van de draagkracht is dan niet reëel. In het kleine gebied kunnen immers nog steeds geen dieren leven. Voor mobiele soorten kan een gebied aan de andere kant van de passage een toevoeging aan het individuele leefgebied betekenen. De dieren pendelen regelmatig door de passage. In dergelijke

situaties kunnen kleine gebieden worden toegevoegd aan gebieden waar dieren kunnen leven (groter of gelijk aan het minimum leefgebied).

#### *RSN-index en draagkracht*

De *RSN-index* geeft de draagkracht weer berekend over clusters van gebieden die onderling bereikbaar zijn. Het totale oppervlak van de cluster wordt gedeeld door het minimaal oppervlak leefgebied en afgerond op een geheel getal. Het verschil met de draagkrachtindex is dat deze alleen wordt berekend over afzonderlijke gebieden. Stel dat twee afzonderlijke gebieden elk een draagkracht van 1,7 eenheden hebben. Dan is hun bijdrage aan de draagkrachtindex 2 (1,7 geeft 1 eenheid:  $1+1=2$ ). Als de gebieden onderling bereikbaar zijn dan is hun bijdrage aan de *RSN-index* 3 ( $1,7+1,7=3,4$ : 3,4 geeft 3 eenheden). Uit de toets voor de Achterhoek blijkt dat de praktische meerwaarde van de *RSN-index* sterk bepaald wordt door de gekozen waarden voor maximale dispersieafstand en minimaal leefgebied. Bij een kleine dispersieafstand, zoals hier gehanteerd voor Weinig Mobiele soorten, worden nauwelijks clusters gevormd. Bij een groot minimaal leefgebied is het totaal aantal gebieden dat in de berekening meedoet beperkt en zijn de afrondingsverschillen beperkt.

## **4.2 Definitie van NATUUR (leefgebied)**

De draagkrachtindex en bereikbaarheidsindex zijn opgesteld om de ruimtelijke kwaliteit van landschappen voor een bepaalde soort te berekenen. Binnen de *RSN-index* zijn de beide indexen gebruikt als strikt ruimtelijke indexen. Dat wil zeggen dat voor NATUUR in principe elk type oppervlak binnen het GIS kan worden gebruikt. De reële betekenis van de *RSN-index* wordt sterk bepaald door wat binnen het GIS als NATUUR wordt gedefinieerd en welke parameters worden gekozen voor het minimale leefgebied en maximale dispersie afstand. De draagkrachtindex en bereikbaarheidsindex zijn in eerste instantie toegepast op de kaart met natuur in de Achterhoek.

Om in het kader van de monitoring van de versnippering van de natuur jaarlijks index cijfers te berekenen is het gewenst vast te leggen wat binnen het GIS als NATUUR is gedefinieerd. Het kan wenselijk zijn de definitie in de toekomst te wijzigen, bijvoorbeeld door bepaalde typen gebieden aan NATUUR toe te voegen of uit te sluiten. In dat geval zullen de indexcijfers over de voorafgaande jaren met terugwerkende kracht opnieuw moeten worden berekend. Dit om vergelijking met voorafgaande jaren mogelijk te maken. Op zich hoeft dit geen probleem te zijn zolang de jaarlijkse verandering in NATUUR volgens de aangepaste definitie bekend is.

Een mogelijke definitie van NATUUR binnen het GIS is de Ecologische Hoofdstructuur. Het voordeel van de EHS is dat er een concreet referentiebeeld (het gewenste eindbeeld) voorhanden is. Een nadeel van de EHS is dat een deel van de doelsoorten uit het beleid ook voor een belangrijk deel buiten de EHS voorkomt. Dit geldt bijvoorbeeld voor amfibieën. Een andere benadering voor monitoring van de versnippering van de natuur is voor afzonderlijke soortgroepen afzonderlijke indexen op te stellen. In deze studie is dit getest voor Mobiele soorten en Weinig Mobiele soorten.

### 4.3 Relevantie voorafzonderlijke soorten

De draagkrachtindex en bereikbaarheidsindex zijn binnen de *RSN-index* toegepast als strikt ruimtelijke indices en hebben geen betrekking op concrete soorten of soortgroepen. Conclusies op basis van veranderingen in de indexen kunnen niet zonder meer naar concrete soorten worden doorvertaald. In principe is dit alleen mogelijk als voldaan is aan de volgende voorwaarden:

- NATUUR in het GIS komt overeen met de concrete leefgebieden van de betreffende soort of soortengroep;
- Het oppervlak van het minimale leefgebied van de betreffende soort of soortengroep is bekend;
- De maximale dispersieafstand van de betreffende soort of soortengroep is bekend;
- De invloed van veranderingen in de weerstand van het landschap is voor de betreffende soort of soortengroep bekend;
- De invloed van wegen op het dispersievermogen is voor de betreffende soort of soortengroep bekend.

Voor soorten waar een directe relatie bestaat tussen hun leefgebied en de omgrensde eenheden NATUUR in GIS zal de *RSN-index* indicatief zijn. Effecten zoals het toevoegen van nieuw leefgebied of mitigerende maatregelen bij wegen zijn echter niet doorgerekend voor de kaart van de Achterhoek. Voorspellingen over het kwantitatief effect van deze maatregelen op de index zijn op dit moment dan ook niet te geven. Door het realiseren van nieuw leefgebied, al dan niet bereikbaar vanuit andere gebieden, zal de (potentiële) draagkracht en daarmee de index toenemen. Bij het realiseren van faunapassages onder of over wegen kan het effect op de draagkracht beperkt zijn. Er komt immers geen nieuw oppervlak NATUUR bij. De bereikbaarheidsindex zal echter wel toenemen.

Voor een aantal soorten is het leefgebied niet duidelijk te begrenzen. Soorten als das, ree, ringslang en kamsalamander komen voor in halfopen landschappen, een combinatie van bos en grasland. Bos is binnen GIS als eenheid goed begrensd, welk deel van het grasland tot het leefgebied kan worden gerekend zal echter vaak niet eenduidig te bepalen zijn. Er is voor deze geen directe relatie te geven tussen leefgebied en NATUUR. Dit betekent dat voor deze soorten alleen op basis van veranderingen in de *RSN-index* voor NATUUR geen directe effecten te voorspellen zijn.





## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Conclusies

#### *Gevoeligheid van de methode*

De mate waarin gebieden onderling bereikbaar zijn wordt bepaald door de verhouding van de afzonderlijke weerstandparameters van het landschap. De gekozen waarden voor deze parameters zijn sterk bepalend voor de *RSN-index*.

De *RSN-index* is gevoelig voor randeffecten, waardoor de bereikbaarheid van gebieden die aan de rand liggen onderschat kan worden. Dit is een direct gevolg van de gevoeligheid van de bereikbaarheidsindex. De effecten zijn groter naarmate het deelgebied kleiner is.

Bij Mobiele Soorten is de *RSN-index* weinig gevoelig voor differentiatie van de weerstand in wit gebied. Differentiatie naar het percentage houtwallen heeft een beperkte invloed op de bereikbaarheid. Variatie in de hoogte van de weerstand heeft vooral effect op de bereikbaarheid van gebieden voor Weinig Mobiele soorten.

#### *Praktische toepasbaarheid*

Het grid van 100 x 100 meter leverde voor de GIS-data van de Achterhoek een rekentijd op van circa 5 minuten (Windows NT, Pentium 866 Mhz). Toegepast op heel Gelderland zal dit een veelvoud bedragen. De meerwaarde van een grid van 20 x 20 meter is beperkt, de rekentijd neemt sterk toe. Voor het berekenen van de weerstand in het landschap lijkt een grid van 100 x 100 meter toereikend en vanuit praktisch oogpunt haalbaar.

De kwaliteit van afzonderlijke leefgebieden is niet in de methode opgenomen. Met de *RSN-index* kunnen geen uitspraken worden gedaan over de kwalitatieve betekenis van gebieden. Het doorvertalen van veranderingen in de *RSN-index* naar effecten voor concrete soorten is daardoor beperkt mogelijk.

### 5.2 Aanbevelingen

#### *Technische implementatie*

- Om rekenfouten dan wel tijdrovende aanpassingen achteraf te voorkomen is de infrastructuur (wegen, spoorwegen en watergangen) in de vorm van aaneengesloten eenheden in het GIS opgenomen. Voorkomen dient te worden dat niet goed aaneengesloten eenheden binnen het GIS rekenkundig als corridor gaan functioneren.
- Om randeffecten te vermijden worden digitale gegevens van aangrenzende natuur aan de andere kant van de provinciegrens in de berekening betrokken.

- Om rekentijd te beperken (referentie Pentium 866 Mhz) wordt aanbevolen binnen het GIS te werken met een grid van 100 x 100 meter. Een fijner grid wordt vanuit praktisch oogpunt niet aanbevolen.
- Om de gevoeligheid van de *RSN-index* voor maatregelen als faunapassages te vergroten wordt aanbevolen bij het bepalen van de index voor mobiele soorten gebieden die kleiner zijn dan het minimum leefgebied, maar door een faunapassage bereikbaar worden, in de berekening mee te nemen.

#### *RSN-index*

- Aanbevolen wordt voor monitoring van de versnippering van de natuur de *RSN-index* te berekenen over de met behulp van de bereikbaarheidsindex geclusterde eenheden NATUUR. Een hiervoor geschikte GIS-routine zal apart moeten worden ontwikkeld.
- Aanbevolen wordt voor monitoring van de versnippering van de natuur als referentie de situatie 2000 te nemen. De voor 2000 berekende gesommeerde *RSN-index* voor Mobiele soorten en Weinig Mobiele soorten wordt op 100 gesteld. Jaarlijks wordt de voor de actuele situatie berekende index hieraan gerelateerd.
- Een bijproduct van de *RSN-index* zijn de clusters van gebieden die onderling bereikbaar zijn voor de betreffende soortengroep. De verhouding tussen het aantal gebieden en het aantal clusters geeft een benadering voor de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden. Aanbevolen wordt om, nadat voldoende informatie beschikbaar is om jaarreeksen op te stellen, dit aspect nader uit te werken.
- Kaart 3 (*RSN-index* met faunatunnel) maakt duidelijk dat de *RSN-index* maar marginaal toeneemt als bestaande leefgebieden met elkaar worden verbonden. De *RSN-index* neemt substantieel toe als geïsoleerde leefgebieden die geen zelfstandige populatie kunnen dragen toegankelijk worden gemaakt. Dit is in dit onderzoek niet nader onderzocht. Aanbevolen wordt dit nader te onderzoeken.

#### *Doorvertalen naar afzonderlijke soorten*

- Naarmate de *RSN-index* meer wordt toegepast zal de vraag naar het doorvertalen van veranderingen in de index naar effecten voor concrete soorten toenemen. In dit verband wordt aanbevolen leefgebieden van doelsoorten waar mogelijk in het GIS op te nemen.
- Aanbevolen wordt de kwantitatieve effecten van de weerstand van het landschap op het dispersievermogen meer te onderbouwen.
- Aanbevolen wordt de kwantitatieve effecten van wegen en faunapassages op het dispersievermogen meer te onderbouwen.

## 6 Geciteerde literatuur

- Hanski, I. & M. Gilpin, 1991. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society*, 42: 3-16.
- Opdam, P., 1987. De metapopulatie: model van een populatie in een versnipperd landschap. *Landschap* 4 (4): 289-306.
- Plantenga, W., 1999. Natuurmeetnetten en GIS. verslag van stageproject bij het CBS. Rijswijk.
- Provincie Gelderland, 1999. Monitoring Gelders omgevingsbeleid. Rapportage over de resultaten van Streekplan, Milieuplan en Waterhuishoudingsplan. Deel A en Deel B
- Provincie Gelderland, 2000. De Gelderse natuurdoelenkaart.
- Van Strien, A., P. de Weijer, M. Straver en A. Zuiderwijk, 1999, Monitoring effecten van versnippering bij reptielen en amfibieën. CBS rapport. Rijswijk.
- Vos, C.C., 1999, A frog's-eye view of the landscape. Quantifying connectivity for fragmented amphibian populations. Proefschrift DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Wageningen. 142 pp.



## Bijlage 1 Technische Meetlat

Bij versnippering zijn de volgende sleutelfactoren van belang a) minimale oppervlakte habitat b) minimale afstand tussen habitat c) dispersie vermogen d) oppervlakte beschikbaar habitat.

Als uitgangspunt van de Technische Meetlat Versnippering worden de ruimtelijke draagkracht index (**D<sub>si</sub>**) en de ruimtelijke bereikbaarheid index (**B<sub>si</sub>**) gebruikt zoals die zijn geformuleerd in Vos, 1999; Plantenga, 1999; van Strien *et al.*, 1999.

Dit zijn maten waarin (soortspecifieke) oppervlaktes en groottes van leefgebieden, afstand tussen leefgebieden en dispersie vermogen zijn verwerkt. In deze studie wordt niet met soortspecifiek maten gewerkt maar wordt voor een groep soorten een gemiddelde dispersie en een gemiddeld ruimtegebruik verondersteld.

### Ruimtelijke draagkracht index.

De ruimtelijke draagkracht index per gebied **i** voor een soortgroep **g** is gedefinieerd als (Vos, 1999) :

$$D_{gi} = O_i / MGL_g,$$

waarbij **O<sub>i</sub>** de oppervlakte van habitat **i** is en **MGL<sub>g</sub>** de Minimale Grootte van het Leefgebied van soortgroep **g**. De gemiddelde ruimtelijke draagkracht index van een landschap (**D<sub>gl</sub>**) is het gemiddelde van alle waarden van **D<sub>gi</sub>**:

$$D_{gl} = \sum_{i=1}^n D_{gi} / n$$

Deze maat combineert gemiddelde habitat grootte en groepsspecifieke minimale leefgebied grootte tot een ecologisch geschaalde landschapsindex voor draagkracht. Hoe lager de gemiddelde landschappelijk draagkracht index, des te groter de versnippering van een landschap.

### Ruimtelijke bereikbaarheidsindex.

De ruimtelijke bereikbaarheidsindex per gebied **i** voor een soortgroep is gedefinieerd als (Vos, 1999):

$$B_{gi} = \sum_{j=1}^n O_j \exp(-g A_{ij}) \quad (i \neq j),$$

waarbij **B<sub>gi</sub>**, de bereikbaarheidsindex van groep **g** voor habitat **i**, wordt berekend als de som van alle bijdrages van de habitats **j** gewogen naar afstand (**A<sub>ij</sub>**). De bijdrage van een habitat op afstand **A<sub>ij</sub>** vermindert exponentieel met een groepsspecifieke parameter, **g**.

Deze parameter is gerelateerd aan het dispersie vermogen van een soortgroep. De gemiddelde ruimtelijke bereikbaarheidsindex van een landschap ( $B_{gi}$ ) is het gemiddelde van alle waarden  $B_{gi}$ :

$$B_{gi} = \sum_{i=1}^n B_{gi} / n$$

In deze index worden ruimtelijke kenmerken (afstand en grootte van habitat) en groepsspecifieke kenmerken (maximale dispersie afstand) gecombineerd. Hoe lager de gemiddelde landschappelijke bereikbaarheidsindex, des te groter de versnippering van een landschap.

Voor de meetlat versnippering van de provincie Gelderland wordt de  $B_{gi}$  en de  $D_{gi}$  van de EHS uitgerekend en deze uitkomsten worden dan op 100 gezet. Vervolgens kunnen voor verschillende fases van uitvoering van de EHS de  $B_{gi}$  en  $D_{gi}$  worden berekend en geïndexeerd.

In principe wordt bij de berekening van deze indexen geen rekening gehouden met weerstand van het landschap voor dispersie van soortgroepen. In geval van doorsnijdingen door infrastructuur wordt dit echter wel gedaan. De afstand factor  $A_{ij}$  tussen twee gebieden wordt in dat geval verhoogd zodat ruimtelijke bereikbaarheidsindex van de gebieden lager wordt (en daardoor de versnippering groter). Mitigerende maatregelen verlagen deze kunstmatige toename van de afstand door infrastructuur.

Habitat kwaliteit wordt in deze studie niet meegenomen. Habitat wordt verondersteld een homogene kwaliteit te hebben (overall in gelijke mate geschikt of ongeschikt). Dit geldt tevens voor de gerealiseerde verbindingzones. Als deze zijn aangelegd worden ze verondersteld te functioneren als verbindingzone en als potentieel habitat.

#### **Ruimtelijke Samenhang Natuurgebieden index.**

$$D_{gRSN} = \sum_{i=1}^n D_g \text{ cluster}$$

Clusters worden gevormd door gebieden samen te voegen die binnen de maximale dispersieafstand van elkaar liggen. De afstanden worden gewogen naar weerstand van het landschap. Dit met inbegrip van wegen en faunapassages. De weerstand van wegen is gewogen naar verkeersintensiteit. Faunapassages verlagen de weerstand van de weg lokaal.

## Bijlage 2 Geraadpleegde literatuur

*Bergers, P.J.M. & J.T.R. Kalkhoven, 1996. Versnippering van de natuur in Nederland, de aard en omvang van het probleem; de weg naar de oplossing. BN-DLO Wageningen.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Schetst een totaalbeeld van de versnipperingsproblematiek in Nederland en de mogelijkheden voor verbetering. Als relevante ruimtelijke factoren voor versnippering worden onderkend: vermindering oppervlak leefgebied, uiteenvallen leefgebied, afstand tussen leefgebieden, weerstand van landschap tussen leefgebieden, aanwezigheid verbindingzone en stapstenen tussen leefgebieden, barrières als wegen en watergangen en compensatie daarvan door mitigerende constructies.

*Pouwels, R., 2000. LARCH: eertoolbox voor ruimtelijke analyses van een landschap. Alterra rapport 043.*

Samenvatting en relevante aspecten:

LARCH is een model waarmee het landschap ruimtelijk wordt geanalyseerd vanuit het perspectief van diersoorten. Daarmee kunnen effecten van versnippering in beeld worden gebracht. Als relevante ruimtelijke factoren voor versnippering worden onderkend: oppervlakte, kwaliteit (habitattype), isolatie, sleutelgebieden (gebied met levensvatbare populatie vanwege uitwisselingsmogelijkheden). LARCH onderscheidt verschillende typen diersoorten met elk hun eigen kenmerken in relatie tot versnippering (oppervlaktesoorten, plekkensoorten, broed-/foerageersoorten, grenslengtesoorten, koloniesoorten).

*Sijmons, D., R. Santema & L. Tummers, 1996. Over scherven en geluk. Een rapport over de versnippering van de natuur in Nederland. Min. LNV, Min. V&W, Min. VROM, H+N+S Landschapsarchitecten.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Het betreft een meer beleidsmatig overzicht van de versnippering met vele voorbeelden en mogelijke oplossingen. Als ruimtelijke factoren voor versnippering worden onderkend: verkleining functioneel oppervlak, fragmentatie/discontinuïteit, verbindende elementen, afstand biotopen, landschappelijke weerstand (grondgebruik, stapstenen, corridors), barrières (mitigerende maatregelen).

Als voorbeeld wordt een formule gegeven om het effect van ontsnipperende maatregelen op de boomklever te voorspellen.



Leeuw, C. de & M.E. Butter, 1995. *Achtergrond en praktijk van de ecologische hoofdstructuur. Een literatuurstudie naar de beleidsmatige en natuurwetenschappelijk achtergrond van het concept ecologische hoofdstructuur, met een casestudy over de invulling van een verbindingszone tussen Hengelo en Enschede. Rijksuniversiteit Groningen, Biologiewinkelrapport 39.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Het rapport is algemeen beschouwend van aard en geeft vooral aan wat niet kan. Er worden geen nieuwe ruimtelijke aspecten genoemd.

Njuguna, E.C., 2000. *GIS Application in Designing Potential Ecological Corridors. Thesis Report GIRS-2000-06. Wageningen University.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Met als doelsoort de Wolf is een GIS systeem gemaakt waarmee een netwerk van corridors tussen leefgebieden wordt beschreven. Het is specifiek gericht op één soort maar een aantal gebruikte variabelen lijken algemeen geldend: vegetatietype, transportnetwerk, beschermde natuurgebieden, verstedelijking. Deze variabelen zijn van invloed op de grootte van leefgebieden, de afstand tussen leefgebieden en de weerstand van het landschap. Kaarten met habitatgeschiktheid en mate van isolatie zijn met GIS vervaardigt.

Smit, J., 1995. *Oplossingen voor versnippering in Groningen. Een onderzoek naar oplossingen voor versnipperende knelpunten binnen en buiten de ecologische hoofdstructuur in de provincie Groningen. Provincie Groningen, Dienst Ruimtelijke Ordening.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Er wordt aangegeven met welke oplossingen de versnippering kan worden tegengegaan. Alleen de knelpunten door wegen en waterwegen komen aan de orde. In ruimtelijke zin niet relevant.

Duel, H., 1992. *Versnippering van de ecologische hoofdstructuur door de natte infrastructuur. TNO-beleidsstudies i.o.v. Dienst Weg- en Waterbouwkunde DWW-Versnipperingsreeks, deel 4.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Geeft een overzicht van knelpunten in de ecologische hoofdstructuur door waterwegen ten aanzien van migratie van organismen. Watergangen kunnen zowel een barrière als een mogelijkheid vormen voor migratie en verbinding van leefgebieden afhankelijk van de soort.

Verder geen relevantie voor deze studie.

Vos, C.C., 1999. *A frog's-eye view of the landscape. Quantifying connectivity for fragmented amphibian populations. Proefschrift Wageningen Universiteit.*

Samenvatting en relevante aspecten:

De ruimtelijke habitat eisen van de Boomkikker en de Heikikker worden bestudeerd. De mate van isolatie tussen leefgebieden is afhankelijk van afstand en de relatieve weerstand van het landschap. Voor de Heikikker wordt een positieve relatie gevonden tussen de grootte van de poel en de kans op kolonisatie en een negatief verband tussen

de dichtheid van (spoor)wegen en kolonisatie hetgeen ook met de mate van genetische verschillen overeenkwam. Voor de Boomkikker wordt een duidelijke voorkeur voor heggen/struiken aangetoond ten opzichte van agrarisch landgebruik hetgeen een voorbeeld voor de relatieve weerstand van het landschap is.

Het begrip ecologisch geschaalde landschapsindexen (ESLI) wordt geïntroduceerd; de gemiddelde draagkracht van een plek en de gemiddelde connectiviteit van een plek. Deze indexen zijn soortafhankelijk.

*Canter, K., A. Piepers, D. Hendriks-Heersma (ed.), 1997 Habitat Fragmentation & Infrastructure. Proceedings of the international conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1997 Maastricht and The Hague, the Netherlands. Ministry of transport, Public Works and Water Management.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Gaat over beleid, onderzoek van effecten, voorspellen en modelleren, meten, evalueren en plannen. Enkele van de bijdragen gaan over modellen in GIS betreffende de mate van isolatie voor specifieke (groepen van) soorten zoals de Das. Als ruimtelijk relevante structuren worden diverse ecotopen onderscheiden van mindere en betere kwaliteit voor de geselecteerde soorten alsmede lijnvormige structuren zoals hoofdwegen zonder en hoofdwegen met mitigerende structuren (hekken/tunnels).

*Grashof-Bokdam, C., 1997. Colonization of forest plants: the role of fragmentation (proefschrift) IBN Scientific Contributions 5/BN-DLO.*

Samenvatting en relevante aspecten:

De versnipperingsproblematiek voor bosplanten komt aan de orde. Hierbij wordt ook een kolonisatie-model gebruikt (DIASPORE). Het is een ruimtelijk model waarin soortafhankelijke variabelen worden gebruikt.

*Verboom, J., 1996. Modelling fragmented populations: between theory and application in landscape planning. (proefschrift) IBN Scientific Contributions 3. IBN-DLO.*

Samenvatting en relevante aspecten:

Vele aspecten die van belang zijn bij het modelleren van versnipperde populaties komen aan de orde; randeffecten, afrondeffecten, dichtheidsafhankelijkheid, ongepaardheid, risicospreiding. Typen modellen worden geanalyseerd en toepassing komt aan de orde.