

Het beoogde tracé van de Limburgse Noord-Zuidverbinding loopt dwars door een – naar Vlaamse normen – groot en uniek Habitatrichtlijngebied. De idee om deze versnippering te compenseren met de aanleg van een ecoduct heeft de discussie over het alfa en het omega van ecoducten doen oplaaien. In zijn bijdrage voert Olivier Honnay aan dat elk wetenschappelijk bewijs ontbreekt dat ecoducten doen wat ze zouden moeten doen: de leefbaarheid van populaties verhogen die door de aanleg van een weg werden gefragmenteerd. Vlaanderen telt momenteel twee omvangrijke ecoducten, één over de Naamsesteenweg in het Meerdaalwoud nabij Leuven en één over de E314 autosnelweg in Opgrimbie. Kevin Lambrechts houdt enkele resultaten van het onderzoek naar het gebruik van die twee ecoducten tegen het licht.

Ecoducten: wondermiddel of pleister op een houten been?

Olivier Honnay

Met een lengte van meer dan 65.000 km en een dichtheid van bijna 5 km weg per vierkante kilometer heeft Vlaanderen wellicht het dichtste wegennet ter wereld. De kwalijke effecten van wegen op de aanwezigheid en talrijkheid van diersoorten zijn relatief goed bekend. In een zeer recent overzichtsartikel rapporteren Fahrig & Rytwinski (2009) negatieve effecten voor 114 van de 131 onderzochte soorten. Autowegen kunnen de aanwezigheid en de talrijkheid van diersoorten op een directe manier en op een indirecte manier beïnvloeden.

Hinder en verkeersslachtoffers

De directe effecten hebben enerzijds te maken met een afname van de habitatkwaliteit in de directe omgeving van de weg, vooral door lawaai- en lichthinder, en anderzijds met verkeersslachtoffers. In het eerste geval gaat het vooral om soorten die zich laten afschrikken door het verkeer, in het tweede geval gaat het om soorten die op de een of andere manier net aangetrokken worden door wegen of soorten die een groot territorium hebben.

Nederlands en Amerikaans onderzoek wees uit dat er een negatief effect op de talrijkheid en de nestdichtheid van vogels kan worden vastgesteld tot 1.000 m van de weg langs drukke wegen (50.000 voertuigen per dag) en tot 350 m langs minder drukke wegen (tot 10.000 voertuigen per dag) (Forman et al. 2002, Reijnen & Foppen 1997). Noteer dat er in 2007 op de

autosnelwegen in Vlaanderen gemiddeld 160.000 voertuigen per dag passeerden. Wellicht is het verkeerslawaai de belangrijkste oorzaak. Lawaai veroorzaakt immers stress bij vogels en zou ook een invloed uitoefenen op hun onderlinge communicatie. Voor Nederland, met een wegendichtheid van ongeveer 3 km/km², gaat het alles bij elkaar om niet minder dan 20% van de totale oppervlakte die ongeschikt zou zijn voor de meest gevoelige vogelsoorten, alleen omwille van de lawaaihinder veroorzaakt door autowegen (Reijnen & Foppen 1997). Extrapolatie naar Vlaanderen resulteert in ongeveer 30% van de totale oppervlakte.

Amfibieën, reptielen en grote zoogdieren lijden dan weer vooral onder de aanwezigheid van wegen omdat ze frequent het slachtoffer zijn van aanrijdingen (Fahrig & Rytwinski 2009). Amfibieën en reptielen zijn kwetsbaar omdat ze vaak aangetrokken worden door het beton of asfalt en uiteraard omwille van hun vrij lage voortbewegingssnelheid. Grotere zoogdieren hebben vaak een groot territorium waardoor de kans dat ze voortdurend wegen dienen te kruisen erg groot is. Bovendien hebben ze in de regel een lage reproductiesnelheid waardoor slechts enkele verkeersslachtoffers al voldoende zijn om de leefbaarheid van een populatie significant te verkleinen.

Habitatfragmentatie

Naast de directe effecten van wegen op de aanwezigheid en



Naar schatting sneuvelen jaarlijks meer dan 4 miljoen wilde dieren op onze wegen. Faunapassages gecombineerd met afrastering van wegen herleiden het aantal aanrijdingen met grote zoogdieren drastisch. (foto: Vilda/Ludo Goossens)

de talrijkheid van diersoorten zijn er ook indirecte effecten. Die indirecte effecten zijn veel moeilijker te kwantificeren maar wellicht is hun impact op lange termijn groter dan die van de directe effecten. Wegen doorsnijden het leefgebied van soorten waardoor de aanwezige populaties worden gefragmenteerd. Het resultaat zijn twee of meer kleine en geïsoleerde populaties waartussen geen of veel minder individuen kunnen worden uitgewisseld. Kleine en geïsoleerde populaties zijn zoals bekend gevoeliger voor genetische en demografische toevalligheden (zie Honnay et al. (2008) voor een overzicht van de terminologie). Demografische toevalligheden, bijvoorbeeld het ontstaan van een onevenwicht in de verhouding van het aantal mannetjes en vrouwtjes in een populatie, resulteren in een onmiddellijke reductie van het voortplantingssucces van een populatie. Genetische toevalligheden resulteren in een afname van de genetische diversiteit en een verminderde leefbaarheid van de populatie, zowel op korte als op lange termijn. Er bestaat momenteel aanzienlijk wetenschappelijk bewijs ter ondersteuning van de hypothese dat de aanleg van een weg de genetische diversiteit van de doorsneden populatie negatief beïnvloedt en de uitwisseling van genetisch materiaal tussen de ontstane deelpopulaties bemoeilijkt. Dat werd bijvoorbeeld aangetoond voor de Bruine kikker (Reh & Seitz 1990), de Heikikker (Arens et al. 2007) en de Noord-Amerikaanse Roodrugsalamander (Noel et al. 2007), maar ook voor de Amerikaanse Woelmuis en de Das is er wetenschappelijk bewijs voorhanden dat barrières zoals wegen een sterke invloed kunnen uitoefenen op de leefbaarheid van populaties (Gerlach & Musolf 2000, Pertoldi et al. 2001). Corlatti et al. (2009) geven een volledig overzicht.

Ecoducten en leefbaarheid van populaties

De aanleg van ecotunnels en ecoducten, respectievelijk onder en over wegen, is erop gericht zowel de directe als de indirecte effecten weg te nemen of toch minstens te verminderen. Zo

mikt men met deze constructies op een daling van het aantal verkeersslachtoffers, het weer met elkaar verbinden van door wegen gefragmenteerde populaties, het bevorderen van de genenuitwisseling en op het verminderen van de kans op verdwijnen van populaties door hun leefbaarheid te vergroten. In Frankrijk, waar begin jaren '70 de eerste ecoducten werden aangelegd, zijn er momenteel 125 kleinere ecoducten actief, terwijl in de Verenigde Staten het eerste ecoduct pas in 2000, in Florida, werd afgewerkt (Corlatti et al. 2009). Ook Vlaanderen telt momenteel twee omvangrijke ecoducten, één over de Naamssteenweg in het Meerdaalwoud, nabij Leuven en één over de E314 in Opgrimbie (het Kikbekecoduct). Een derde ecoduct over de E19 in Loenhout is in aanbouw. De aanleg van een ecoduct is duur (bijna 5 miljoen euro voor dat van de Kikbeek, voltooid in 2006). Het is dan ook belangrijk dat er zekerheid bestaat dat ecoducten de functie vervullen waarvoor ze zijn aangelegd, namelijk de leefbaarheid van de populaties verhogen die door de aanleg van een weg werden gefragmenteerd. Helaas is er momenteel nagenoeg geen enkele aanwijzing dat dit effectief het geval is. "

Dieren tellen en effectieve migratie

Nagenoeg alle studies die beweren de effectiviteit van ecoducten na te gaan beperken zich immers tot het observeren van de individuen en soorten die op ecoducten passeren. Daartoe worden diverse technieken gebruikt, van laagtechnologische bodemvallen en zandbedden waarin sporen kunnen worden getraceerd tot warmtegevoelige camera's. Dat er dieren gesignaleerd worden op ecoducten kan dan ook niet betwist worden. Recent werk van Mata et al. (2008) in Spanje rapporteert dat 17 soorten zoogdieren, amfibieën en reptielen gebruik maakten van een 40-tal ecoducten en ecotunnels langsheen een 180 km lang transect van de A52 in Noordwest-Spanje. Ook in Vlaanderen wordt op ecoducten aan observatie gedaan. Zo registreerde een warmtegevoelige camera op



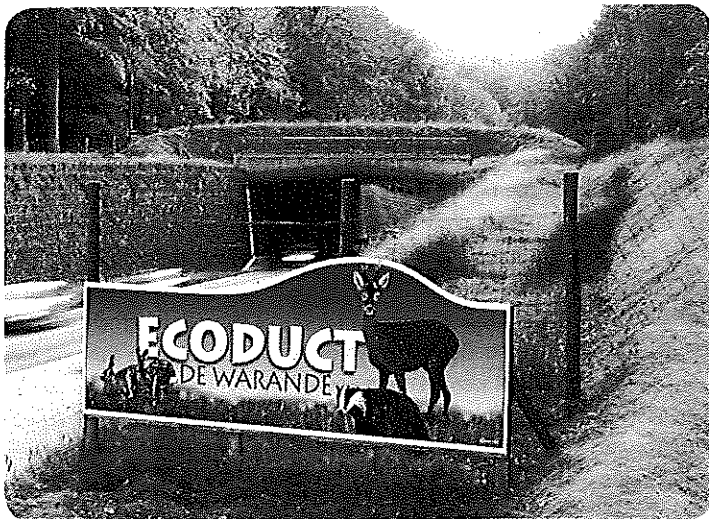
Ree, Vos en Everzwijn zijn zowel in Meerdaalwoud als in het Nationaal Park Hoge Kempen frequente gebruikers van de er aangelegde ecoduct (foto: Vilda/Yves Adams)

het ecoduct van de Kikbeek gedurende een meetperiode van zeven maanden 48 Hazen, 1 marter, 9 Reeën, 43 Everzwijnen, 51 Vossen, 9 wandelaars en 5 fietsers (Lambrechts et al. 2007). In de veronderstelling dat deze individuen het ecoduct daadwerkelijk ook overstaken, en bijvoorbeeld niet enkel foeraerden in de buurt van de op het ecoduct aangelegde poel, blijft de cruciale vraag onbeantwoord of de migratie van deze individuen over het ecoduct ook een positief effect had op de leefbaarheid van de populaties aan beide zijden van de gefragmenterende weg.

Opdat een ecoduct effectief de leefbaarheid van een gefragmenteerde populatie zou vergroten dient immers aan een aantal randvoorwaarden te worden voldaan. Die houden verband

met het minimum aantal migrerende individuen dat noodzakelijk is om voldoende uitwisseling van genen te verzekeren en verlies van genetische diversiteit te voorkomen. Theoretisch is het daarvoor noodzakelijk dat *per generatie één*, zich daadwerkelijk ook voortplantend, individu uitgewisseld wordt tussen de deelpopulaties (*'The one-migrant-per-generation-rule'*, Wright 1931). Generatietijd kan gemakkelijks worden gedefinieerd als de leeftijd waarop de vrouwtjes zich voor het eerst voortplanten en is dus soortspecifiek. Langlevende individuen hebben een lange generatietijd, kortlevende een korte. De regel van één individu per generatie geldt evenwel alleen voor *ideale* populaties. In een dergelijke *ideale populatie* draagt elk individu evenveel bij tot de reproductie, zijn er evenveel mannetjes als vrouwtjes aanwezig, is er geen jaarlijkse variatie in het reproductief succes, zijn de individuen niet extreem genetisch verwant met elkaar en is partnerkeuze volledig toevallig.

De meeste populaties, en in het bijzonder gefragmenteerde populaties, zijn in de regel evenwel niet ideaal. De mate waarin een reële populatie afwijkt van een ideale populatie wordt weergegeven door de N_e/N ratio, met N de grootte van de populatie in kwestie en N_e ('effectieve populatiegrootte') de grootte van de ideale populatie die net evenveel genetische diversiteit zou verliezen als de reële populatie in kwestie. De ratio N_e/N is in niet ideale (gefragmenteerde) populaties kleiner dan 1. Het aantal migrerende individuen dat noodzakelijk is om de genetische diversiteit van een reële populatie op peil te houden is nu op de eerste plaats net afhankelijk van de mate waarin de ontvangende populatie afwijkt van de ideale populaties (de verhouding N_e/N) en daarnaast ook van de exacte oorzaak van die afwijking.



Ecoduct 'De Warande' over de N25 in Meerdaalwoud (foto: Vilda/Yves Adams)

Stel bijvoorbeeld dat we te maken hebben met een aantal ge-fragmenteerde populaties waarbij in elke populatie 10 mannetje en 100 vrouwtjes aanwezig zijn. Het gaat duidelijk om een niet-ideale populatie want omwille van de afwijking van een even sekseratio zal niet elk individu evenveel bijdragen aan de volgende generatie. Op basis van populatiegenetische theorie kan dan berekend worden dat er per generatie minstens vijf vrouwtjes dienen te migreren om genetische verarming te voorkomen (Wang 2004). In andere gevallen, bijvoorbeeld bij sterk fluctuerende populatiegroottes, kunnen er 10 tot 40 individuen per generatie noodzakelijk zijn om de uitwisseling van voldoende genetisch materiaal te verzekeren (Vucetich & Waite 2000, Wang 2004). Die migrerende individuen dienen zich na migratie dus ook met succes voort te planten. Dit impliceert uiteraard ook dat ze niet enkel gebruik maken van het ecoduct om elders te gaan foerageren of om daar te sterven. Het spreekt vanzelf dat het tellen van soorten op ecoducten geen enkele informatie aanlevert over de omvang van de effectieve migratie. Effectieve migratie kan enkel en alleen bepaald worden als ook de kenmerken van de gefragmenteerde ontvangende populatie gekend zijn. Het is dus enkel nuttig om op ecoducten post te vatten en dieren te tellen indien ook de leefbaarheid en genetische diversiteit van de door autowegen gefragmenteerde deelpopulaties gekend zijn. Bij voorkeur kan een tijdsreeks opgebouwd worden vertrekkend van de periode voor de aanleg van het ecoduct. Het bijna afgewerkte ecoduct van Loenhout over de E19 biedt momenteel een uitgelezen kans om een dergelijk monitoringsprogramma op te zetten.

Negatieve kosten-baten verhouding?

Momenteel is er één enkele studie voorhanden die suggereert dat de aanleg van ecotunnels de leefbaarheid van twee gefragmenteerde populaties van een zeer zeldzame Australische dwergpossum *Burramys parvus* heeft verhoogd (van der Ree et al. 2009). Possums zijn buideldieren die in groepen met alleen geslachtsgenoten leven. Tijdens het korte voortplantingsseizoen dringen mannetjes het vrouwelijke territorium binnen op zoek naar een partner. De aanleg van een weg (<400 voertuigen/dag (!)) verhinderde de jaarlijkse migratie van mannetjes richting vrouwtjes. Fragmentatie leidde dus tot een extreem verstoorde sekseratio. De aanleg van twee tunnels onder de weg liet enkele mannetjes toch toe om te

migreren en zich voort te planten. Zelfs in deze situatie, waar de randvoorwaarden ideaal lijken voor een maximaal mitigerende werking van een ecotunnel, was het evenwel niet mogelijk om het niveau van leefbaarheid van de populaties van voor de aanleg van de weg te herstellen.

Het is zeer goed mogelijk dat ecoducten de toets van de kosten-baten analyse niet overleven. Meer nog, recent onderzoek in Zweden suggereert dat de hekken die opgetrokken werden langsheen de autoweg om dieren richting ecoduct of ecotunnel te leiden wel eens een groter negatief effect zouden kunnen hebben op de verbreiding van individuen dan kan gemitigeerd worden door de aanleg van een ecoduct of -tunnel (Olsson & Widen 2008, Corlatti et al. 2009). De remedie (het ecoduct en de afrastering) lijkt dus erger te zijn dan de kwaal (de aanwezigheid van een autoweg).

Vrijwaren beter dan ontsnipperen

Hoe effectief en aantrekkelijk ecoducten en ecotunnels er vanuit menselijk standpunt ook uitzien, wetenschappelijk bewijs dat ze ook werken en dus de leefbaarheid van gefragmenteerde populaties verhogen, ontbreekt vandaag nagenoeg volledig. Het tellen van soorten en individuen op ecoducten of in ecotunnels levert geen enkel bewijs voor effectieve migratie. Het opzetten van degelijke en wetenschappelijk gefundeerde monitoringprogramma's is dan ook dringend noodzakelijk. In afwachting van de resultaten van dit soort onderzoek kunnen de middelen voor de aanleg van nieuwe ecoducten over bestaande wegen beter besteed worden aan het vergroten van de oppervlakte van de door wegen gefragmenteerde leefgebieden door een offensief aankoopbeleid aan te gaan. In afwezigheid van voldoende populatiebiologische kennis kan veiligheidshalve maar beter voor de beproefde gebiedsgerichte aanpak worden geopteerd. De significant positieve relatie tussen de soortenrijkdom en de oppervlakte van een gebied is immers één van de weinige algemeen geldende relaties in de ecologie. Het voorstellen van de constructie van een ecoduct als compenserende (of zelfs als milderende) maatregel voor de aanleg van een nieuwe autoweg ten slotte, zoals onlangs nog werd gesuggereerd in een milieu-effectenrapport voor het Habitatrichtlijngebied rond de Limburgse Noord-Zuid verbinding, is volstrekt onverantwoord en op geen enkel wetenschappelijk bewijs gebaseerd.

AUTEUR:

Olivier Honnay is professor plantenecologie aan het Departement Biologie van de Katholieke Universiteit Leuven. Zijn onderzoek spits zich onder andere toe op de effecten van habitatfragmentatie op de genetische structuur van populaties.

CONTACT:

Olivier Honnay, Laboratorium voor Plantenecologie, Katholieke Universiteit Leuven, Kasteelpark Arenberg 31 box 2435, B-3001 Heverlee, tel. 016-32 15 22. E-mail: olivier.honnay@bio.kuleuven.be

Referenties

- Arens P. et al. 2007. Genetic population differentiation and connectivity among fragmented moor frog (*Rana lessonae*) populations in the Netherlands. *Landscape Ecology* 22: 1489-1500.
- Corlatti L. et al. 2009. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. *Conservation Biology* 23: 548-556.
- Fahrig L. & Rytwinski T. 2009. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology & Society* 14(1): 21.

- Forman R.T.T. et al. 2002. Road traffic and nearby grassland bird patterns in a suburbanizing landscape. *Environmental Management* 29: 782-800.
- Gerlach G. & Musolf K. 2000. Fragmentation of a landscape as a cause for genetic subdivision in bank voles. *Conservation Biology* 14: 1065-1074.
- Honnay O. et al. 2008. Habitatversnippering is nefast voor de genetische integriteit van wilde plantensoorten. *Natuurfocus* 7: 140-147.
- Lambrechts J. et al. 2007. Monitoring ecoduct kikbeek over de E314 in Maasmechelen. Resultaten van het eerste jaar van onderzoek (2007). Rapport Studiebureau Aeolus.
- Mata C. et al. 2008. Are motorway passages worth building? vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. *Journal of Environmental Management* 88: 407-415.
- Noel S. et al. 2007. Impact of urban fragmentation on the genetic structure of the eastern red-backed salamander. *Conservation Genetics* 8: 599-606.
- Olsson M.P.O. & Widen P. 2008. Effects of highway fencing and wildlife crossing on moose *Alces alces* movements and space use in southwestern Sweden. *Wildlife Biology* 14: 111-117.
- Pertoldi C. et al. 2001. Effects of habitat fragmentation on the Eurasian badger (*Meles meles*) subpopulations in Italy. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* 12: 1-6.
- Reh W. & Seitz A. 1990. The influence of land use on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria*. *Biological Conservation* 54: 239-249.
- Reijnen R. & Foppen R. 1997. Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. *Biodiversity & Conservation* 6: 567-591.
- Van der Ree R. et al. 2009. Wildlife tunnel enhances population viability. *Ecology & Society* 14: 7.
- Wang J. 2004. Application of the one-migrant-per-generation rule to conservation and management. *Conservation Biology* 18: 332-343.
- Vucetich J.A. & Waite T.A. 2000. Is one migrant per generation sufficient for the genetic management of fluctuating populations? *Animal Conservation* 3: 261-266.
- Wright S. 1931. Evolution in Mendelian populations. *Genetics* 16: 97-259.