

TOEKOMST VOOR BEDREIGDE DAGVLINDERS IN HERINGERICHTE GROEVEN?

Wouter Vanreusel, Onderzoeksgroep Dierenecologie, Departement Biologie, Universiteit Antwerpen, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk (België)

De grootschalige ontginning van zand en grind heeft in Vlaanderen heel wat natuurwaarden doen verdwijnen. Verschillende heideterreinen op de rand van het Kempisch Plateau werden vanaf de tweede helft van de 20^e eeuw afgegraven. In dit artikel gaan we niet in op de gevolgen van dit biotoopverlies, maar focussen we ons op de ontwikkelingen in deze groeven na hun aanleg en herinrichting en de mogelijkheden om te dienen als leefgebied voor enkele bedreigde soorten dagvlinders. Tevens denken we na over de toekomst van deze herstelde groeven.

GROEVEN IN EEN NATIONAAL PARK

In het oosten van Vlaanderen, in de omgeving van Maasmechelen, liggen verschillende actieve en reeds ontgonnen groeven binnen de perimeter van het recent opgerichte Nationaal Park Hoge Kempen (VAN LOOY & VAN DEN BOSCH, 2004). De belangrijkste zijn de Kikbeekbron (96 ha), de LBU-groeven (213 ha) en de Groeve Berg (182 ha). De Kikbeekbron (figuur 1) is de oudste groeve en werd recent uit gebruik genomen. De Groeve Berg wordt nog actief ontgonnen tot 2012 maar een groot deel werd reeds in verschillende fasen (vanaf 1954) heringericht. De LBU-groeven is een buitenbeentje, de grindontginning is hier bijna afgelopen maar mogelijk zal er in een tweede fase ook nog wit zand ontgonnen worden (DE COSTER, 2001).

Na de ontginning worden de groeveranden heraanlegd door de mijnbedrijven. Hierbij dienen bepaalde hellingsgraden te worden ge-

respecteerd, zijn er afspraken over de verhouding open water, ondiepe zones en droge gronden in het gebied en ligt ook de wijze van afwerking vast. Klassiek wordt in deze streek aan het begin van de ontginning de toplaag (met zaadbank van heide) opzij gezet, en wordt deze na de herprofilering over het terrein uitgespreid. Hierdoor krijgt voornamelijk Struikhei (*Calluna vulgaris*) onmiddellijk een belangrijk voordeel. De evolutie van de vegetatie gaat dus in de meeste gevallen in de richting van heide, al dan niet voorafgegaan door een fase waarin grassen domineren. Op plaatsen waar een gedegradeerde zaadbank werd gebruikt of bodems afkomstig van vergraste of verruigde plaatsen, ontstaan veelal permanente grazige vegetaties of ruigtes. Door de geringe dikte van de toplaag vinden plaatselijk erosieprocessen plaats. Na het beëindigen van de ontginning en de herinrichting komen deze groeven in beheer van de afdeling Natuur van de Vlaamse Gemeenschap. Zij worden verder beheerd als natuurgebied en vormen een aanzienlijk onderdeel van

het Nationaal Park. In Oost-Europese steengroeven werd aangetoond dat een aantal bedreigde dagvlindersoorten kan toenemen na de ontginning (BENES *et al.*, 2003). Voor Vlaanderen was hierover tot nog toe weinig of geen informatie beschikbaar.

VOORKOMEN VAN BEDREIGDE SOORTEN

De Onderzoeksgroep Dierenecologie van de Universiteit Antwerpen voerde in opdracht van de overheid een onderzoek uit naar de mogelijkheden voor herstel van een reeks van 14 dagvlinders van de Rode Lijst in het Nationaal Park Hoge Kempen (VANREUSEL *et al.*, 2002). Ook de groeven maakten deel uit van het onderzoeksgebied. Hierdoor kregen we de kans om de toestand van enkele groeven te evalueren, een aantal jaren na de herinrichting.

Een onderdeel van het project bestond uit een kartering van de vegetatie en van de ecologische hulpbronnen van de studietoorten. Zowel de verspreiding en dichtheid aan waard- en nectarplanten als andere factoren die van belang zijn voor vlinders (zoals de mate van beschutting of bezonning) werden in kaart gebracht. Op basis hiervan werd de habitatkwaliteit van het studiegebied berekend. Om deze voorspelde habitatkwaliteit te toetsen, werd de verspreiding van de studietoorten in kaart gebracht. Het hele gebied werd herhaalde malen uitgekamd, waarbij alle waarnemingen op de kaart werden gezet. Zo werd een goed beeld verkregen van de verspreiding van de verschillende soorten. Tabel 1 geeft een overzicht van de in het studiegebied aanwezige Rode Lijstsoorten, en duidt aan welke biotooptypes ze prefereren en of ze in de onderzochte groeven werden aangetroffen.

Hoewel ze allen in de nabijheid aanwezig zijn, zijn de meeste onderzochte soorten niet talrijk in de groeven. De verspreiding van de Bruine eikenpage (*Satyrus ilicis*), een soort die gebonden is aan eikenbomen, blijft net buiten de rand van de groeven. Het Bont dikkopje (*Carterocephalus palaemon*) komt voor aan de buitenrand van alle onderzochte groeven, maar werd slechts uiterst zelden op de heraangelegde taluds zelf waargenomen. Het Groentje (*Callophrys rubi*) gebruikt enkel in de Kikbeekbron



FIGUUR 1
Landschapsbeeld van de situatie rond de Kikbeekbron met een afwisseling van water, oeverzones, jonge heidevelden en bos (foto: Alexander van Braeckel).

TABEL I

Overzicht van de in het studiegebied voorkomende dagvlinders van de Rode Lijst met aanduiding van hun geprefereerde biotootypes en hun aanwezigheid in de onderzochte groeven: - afwezig; + sporadisch aanwezig; ++ talrijk aanwezig.

Soort	Bos	Bosrand	Heide	Grasland	Aanwezig in groeven
Grote weerschijnvlinder (<i>Apatura iris</i>)	X				-
Kleine ijsvogelvlinder (<i>Limenitis camilla</i>)	X				-
Grote vos (<i>Nymphalis polychloros</i>)	X	X			-
Bruine eikenpage (<i>Satyrus ilicis</i>)	X	X			-
Bont dikkopje (<i>Carterocephalus palaemon</i>)	X	X	X		-
Groentje (<i>Callophrys rubi</i>)		X	X		+
Heideblauwtje (<i>Plebeius argus</i>)			X		++
Heivlinder (<i>Hipparchia semele</i>)			X	X	++
Kommavilinder (<i>Hesperia comma</i>)				X	+
Klaverblauwtje (<i>Polyommatus semiargus</i>)				X	-
Veldparelmoervlinder (<i>Melitaea cinxia</i>)				X	-

een stuk van de voormalige groeve. Aan de rand van deze groeve wordt jaarlijks de Grote vos (*Nymphalis polychloros*) waargenomen, maar deze vormt geen populatie in de groeve. Op een beperkt aantal plaatsen, onder andere in de Kikbeekbron, hebben zich schraalgraslandvegetaties met Genaald schapengras (*Festuca ovina*) ontwikkeld. Ook in de groeve LBU is een van de hellingen geëvolueerd tot een heischraal grasland. Op beide plaatsen werden in 2002 enkele exemplaren van de Kommavilinder (*Hesperia comma*) waargenomen. Deze gebieden werden recent gekoloniseerd. Doordat de oppervlakte aan potentieel leefgebied beperkt is, valt het nog af te wachten of deze kolonisaties ook tot duurzame, lokale populaties zullen leiden.

Voor het Heideblauwtje (*Plebeius argus*) (figuur 2) en de Heivlinder (*Hipparchia semele*), twee typische heidesoorten, bleken het goed te doen in de groeven. Ze zijn talrijk aanwezig

op de flanken van de Groeve Berg (figuur 3), zelfs in aanzienlijk hogere dichtheden dan in de aangrenzende heidegebieden waar deze soorten doelsoorten voor het beheer vormen. Het Heideblauwtje neemt wel af in dichtheid bij toenemende afstand van bronpopulaties. Ook in de Kikbeekbron zijn Heideblauwtje en Heivlinder aanwezig.

GESCHIKT LEEFGEBIED

De heringerichte groeveranden vormen dus nog niet voor alle bedreigde dagvlinders een leefgebied. Vooral voor de aan bos gebonden soorten is de successie in de heraangelegde groeven nog niet ver genoeg gevorderd. Voor de meer typische heidesoorten zijn de taluds relatief kort na de herinrichting wel al geschikt geworden. De aanwezigheid van grote bronpopulaties in de buurt heeft de kolonisatie van deze terreinen vergemakkelijkt. Maar ook in absolute termen blijken deze terreinen heel goed habitat te vormen. Opvallend is hierbij dat enkele soorten zelfs talrijker aanwezig zijn dan in de als reservaat beheerde heiden in de omgeving.

Wat maakt deze herstelde groeven dan zo verschillend van de omliggende heiden? Enerzijds is er natuurlijk de topografie. Door de ontgin-

ning van wit zand en grind ontstonden reliëfverschillen tot 25 m, waardoor de oppervlakte aan zuidgerichte, en dus snel opwarmende hellingen toenam. Deze plaatsen worden door warmteminnende insecten zoals dagvlinders geprefereerd. Het aantal adulte Heivlinders is bijvoorbeeld veel hoger op de op het zuiden gerichte hellingen dan op hellingen met een andere oriëntatie. Ook de ontwikkeling van de larven verloopt sneller op warmere hellingen (Weiss *et al.*, 1988). Daarnaast kan de variatie in het microreliëf gunstig zijn voor dagvlinders. Zo zoekt de Heivlinder op warme dagen beschutting tegen de zon in erosiegeulen en op zandhopen. De waardmieren van het Heideblauwtje maken hun nesten dan weer in kleine onafhankelijkheden in het terrein.

Maar de topografie kan niet de enige verklaring zijn, want ook in de Mechelse Heide die op de rand van het Kempisch Plateau ligt, komen dergelijke op het zuiden georiënteerde flanken en reliëfverschillen voor. Nochtans zijn de dichtheden aan Heivlinders en Heideblauwtjes hier veel lager.

De successiegraad vormt een andere verklaring. De vegetaties op de groevenflanken hebben een veel jongere leeftijd dan die van de heiden. Enerzijds weerspiegelt zich dit in een grotere hoeveelheid kale bodem (figuur 4), anderzijds is de begroeiing hier veel jonger, zodat heel wat kleine, verspreide graspollen en jonge Struikheide voorkomen. In dit type heiden komen mieren van het genus *Lasius* in de hoogste dichtheden voor. Deze elementen vormen belangrijke ecologische hulpbronnen voor Heivlinder en Heideblauwtje (kader 1 en 2). Door het gefaseerd karakter van het afwerken, kwamen er ook regelmatig nieuwe zones met primaire successie bij, waardoor er momenteel een wijde variatie aan successiestadia aanwezig is, op niet te grote afstanden van elkaar. Door de dunne afdeklaag droogt de bodem ook sneller uit, waardoor de heide soms plaatselijk afsterft en de successie opnieuw begint. Waarschijnlijk is de aanwezigheid van deze jonge successiestadia de belangrijkste verklaring voor de hoge dichtheden



FIGUUR 2

Parende Heideblauwtjes (*Plebeius argus*) op Struikheide (*Calluna vulgaris*). Enkel de jonge scheuten van Struikheide vormen geschikt voedsel voor de rupsen (foto: Jeroen Mentens).

KADER 1 DE ECOLOGIE VAN HET HEIDEBLAUWTJE (PLEBEIUS ARGUS)

De rupsen van het Heideblauwtje eten jonge vegetatiepunten, in onze streken voornamelijk van Struikheide (*Calluna vulgaris*). Voor een succesvolle overleving zijn ze afhankelijk van de aanwezigheid van wegmieren (*Lasius* spp.). Die beschermen de rups en de pop tegen predatoren. Zones met veel jonge Struikheide, een hoog aandeel aan vegetatieranden en een hoge dichtheid aan nesten van wegmieren zijn het meest geschikt. De volwassen vlinders zijn geen nectar-specialisten, maar in heidegebieden is Gewone dophei (*Erica tetralix*) de belangrijkste nectarplant. Hiervan moet voldoende voorkomen op niet te grote afstanden van de waardplanten.

KADER 2 DE ECOLOGIE VAN DE HEIVLINDER (*HIPPARCHIA SEMELE*)

Verschiede soorten grassen kunnen dienen als waardplant voor de Heivlinder. In de Kempen worden voornamelijk Genaald schapengras (*Festuca ovina*) en Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) gebruikt. Enkel vrijstaande graspollen die op warme plaatsen groeien en omgeven worden door voldoende kale bodem komen in aanmerking. De mannetjes hebben ook zandplekken nodig omdat ze van hieruit een territorium verdedigen. De vlinders gebruiken verschillende bloemplanten als voedsel. Aangezien de Heivlinder een sterke vlieger is hoeven deze niet noodzakelijk vlakbij de waardplanten te groeien. Bomen of andere bronnen van schaduw moeten wel in de nabijheid voorkomen, omdat ze hier op de warmste dagen beschutting moeten kunnen zoeken.

van de bestudeerde soorten op de groeveranden. In de aangrenzende heidegebieden is de bodemvorming en de vegetatieontwikkeling verder gevorderd, waardoor de heide ouder en meer gesloten is geworden, en hierdoor minder geschikt voor de aan een gevarieerde heide aangepaste vlindersoorten.

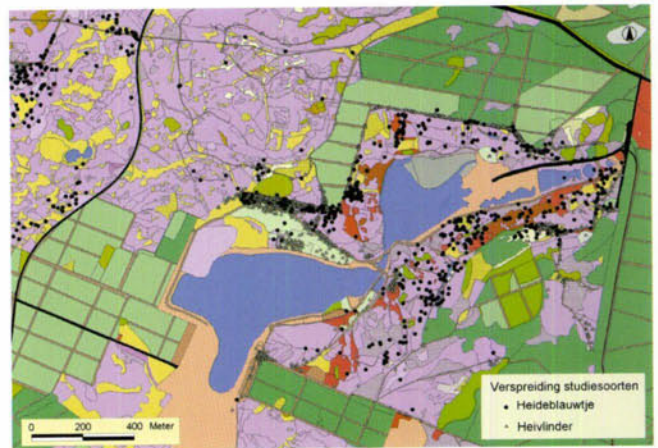
De recent aangelegde groeven bevatten dus een combinatie aan hulpbronnen die elders in het gebied niet op deze schaal voorkomen: een gunstig reliëf en een geschikt ontwikkelingsstadium waar heel wat nectarplanten en waardplanten met de geschikte groeivorm staan. Voor weinig mobiele soorten kan de grote schaal van de inrichtingsmaatregelen soms een beperking vormen voor de kolonisatiekansen. Van het Heideblauwtje bijvoorbeeld is geweten dat het grootste deel van de vlinders zich dagelijks niet verder dan 20 m verplaatst.

HERINRICHTING EN BEHEER

Het afdekken van de flanken met substraat uit heidegronden geeft dus in veel gevallen een goede aanzet tot de ontwikkeling van een heide. Hoewel de bodems geen natuurlijke patronen vertonen, ontstaat er bij de aanleg meestal wel enig microreliëf. Door een 'foute' keuze van de hellingsgraad of een slechte afwerking van de toplaag ontstaan op verschillende plaatsen in de groevenflanken erosiegeulen. Deze geulen kunnen een interessante afwisseling bieden en het voortbestaan van kale bodem in het gebied verzekeren, maar kunnen wel een eventueel machinaal beheer van de terreinen bemoeilijken. Op plaatsen waar voedselrijkere substraten, of bodems uit sterk vergraste plaatsen gebruikt werden, zijn ruigtes ontstaan. Hoewel ruigere plekken vaak bloemrijk zijn en hierdoor voor veel insecten een belangrijke bron van nectar vormen, is hun natuurbehoudswaarde verder laag. Het pleksgewijs voorkomen van zulke locaties is niet oninteressant, maar het voorkomen van grote oppervlaktes van deze ruigtes vormt eerder een belemmering van de streefbeeld. Uiteraard blijven de voor Heideblauwtje en Heivlinder zo belangrijke jonge successiestadia niet aanwezig in het gebied zonder nieuwe verstoringen. De oppervlakte aan geschikt leefgebied voor deze soorten zal dus met de tijd verminderen. Zo zijn de hoogste dichtheden van de Heivlinder nu al te vinden op de meest recent aangelegde delen (figuur 5), wat er op wijst dat de groeveranden al snel minder geschikt worden voor deze soort. Wanneer de heide veroudert, zal de geschiktheid voor het Heideblauwtje snel afnemen. De oudere delen

FIGUUR 3

De verspreiding van de studiesoorten Heideblauwtje (*Plebeius argus*) en Heivlinder (*Hipparchia semele*) in de Groeve Berg en in een deel van de Mechelse Heide.



van de Groeve Berg en Kikbeekbron zijn nu reeds ontwikkeld tot oude heiden met een beperkte hoeveelheid kale bodem en weinig verjonging van Struikhei. Ook het mogelijke leefgebied van de Kommavilinder wordt plaatselijk al bedreigd door de opslag van Grove den (*Pinus sylvestris*). Andere soorten zoals de Blauwvleugelsprinkhaan (*Oedipoda caerulea*) zijn in hun voorkomen eveneens beperkt tot de alervroegste successiestadia.

Zonder beheer evolueren de groevenflanken, net als de meeste andere biotopen, naar bos. Verbossing met Grove den treedt snel op. Op deze plaatsen verdwijnen de typische soorten vrij snel uit het systeem. Op een aantal plaatsen zal de verbossing gewenst zijn. Op termijn kunnen delen van de groeven meer geschikt worden voor aan bos gebonden dagvlinders zoals Bont dikkopje, Bruine eikenpage en Grote vos. In het grootste deel van de oppervlakte is het nagestreefde vegetatietype echter een gevarieerde heide. Om dit biotooptype in stand te houden, dient enige jaren na de spontane ontwikkeling gestart te worden met een onderhoudsbeheer. Het onder controle houden van de verbossing is één van de essentiële beheersmaatregelen. Daarnaast moet gezorgd worden voor voldoende variatie in de vegetatieontwikkeling en dynamiek. Niet alle klassieke beheersmaatregelen van heide zijn in de groeven toe te passen. Zo kan de hellingsgraad of de aanwe-

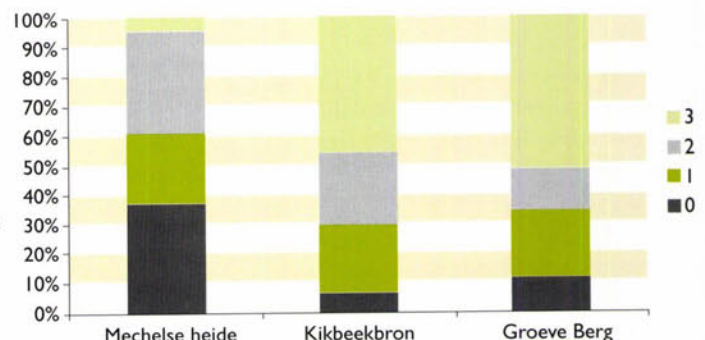
zigheid van erosiegeulen machinaal beheer bemoeilijken. Plagbeheer is dan weer niet evident aangezien de bodemlaag zeer dun is. Begrazen, branden en manueel maaien kunnen wel meestal zonder problemen worden uitgevoerd. Ook kan in dit nieuwe biotooptype uitgekeken worden naar het inschakelen van nieuwe beheersvormen zoals het plaatselijk verstoren van de bodem om voldoende kale plekken te blijven behouden. De voedselarme graslanden kunnen in stand gehouden worden door een combinatie van kappen van boomopslag en maaien of begrazen.

VEEL POTENTIEEL!

Na de ontginning kunnen zand- en grindgroeven geschikt nieuw leefgebied vormen voor een aantal bedreigde dagvlinders. Op korte termijn kunnen de omstandigheden geschikt worden voor Heivlinder, Heideblauwtje en Kommavilinder. Op wat langere termijn kunnen ook gunstige omstandigheden ontstaan voor Groentje, Bont dikkopje, Bruine eikenpage en mogelijk ook voor Grote vos. Voor een aantal van deze soorten en ook voor heel wat andere zeldzame soorten (bijvoorbeeld Blauwvleugelsprinkhaan, Rugstreeppad (*Bufo calamita*), Tengere grasjuffer (*Ischnura pumilio*) en Boomleeuw (Lullula arborea)) vormen de groeven een

FIGUUR 4

Verdeling van de oppervlakte aan kale bodem in het Vlaams natuurreservaat de Mechelse heide, de groeven Kikbeekbron en de Groeve Berg. 0 = volledig begroeide bodem; 1 = kale bodem beperkt aanwezig; 2 = veel plekken met kale bodem aanwezig; 3 = bodem grotendeels onbegroeid.





FIGUUR 5
Kale plekken die ontstaan bij de aanleg van groeiveranden worden gebruikt door mannetjes van de Heivlinder (*Hipparchia semele*) om hier een territorium op te zetten (foto: Alexander van Braeckel).

belangrijk aandeel van het potentieel leefgebied in de hele regio. De groeven leveren dus een belangrijke bijdrage aan het regionaal behoud van deze soorten. Zonder soortgerichte aandacht bij de herinrichting bestaat het risico dat mogelijk leefgebied niet of niet snel genoeg geschikt wordt, of onbereikbaar is vanuit de bronpopulaties. Daarom kan best reeds tijdens de herinrichting zoveel mogelijk rekening gehouden worden met de ecologie van enkele belangrijke te verwachten soorten (MORRIS *et al.*, 1994). Zo kan microreliëfaangebracht worden, kunnen poeltjes worden gegraven of kan er ingespeeld worden op de noodzaak van een blijvende dynamiek door plaatselijk natuurlijke processen van erosie te stimuleren (PETERS, 1999). Prioritair dienen bij de planning van de herinrichting bedreigde biotooptypes nagestreefd te worden. Het beste kan hierin veel ruimtelijke variatie worden voorzien, waarbij de schaal van de variatie aangepast is aan een brede reeks van soorten. Uiteraard kan niet met alle bedreigde soorten rekening worden gehouden. Door bij de inrichting enkele goed gekozen gidssoorten uit verschillende soortengroepen in het achterhoofd te houden, kan er voor worden gezorgd dat ruimtelijke variatie op verschillende schaalniveaus wordt ingebouwd. Hiervan kan dan een hele reeks andere typische soorten mee profiteren. De structuurvariëteit en afwisseling die ontstaan doordat bijvoorbeeld met het Heideblauwtje rekening wordt gehouden, zullen ook gunstig zijn voor andere weinig mobiele insecten die afhankelijk zijn van een gevarieerde heide.

Door hun recente oorsprong en hun volledig kunstmatige bodemprofiel en reliëf, dient er bij het beheer van de heringerichte groeven minder met historische, geologische of archeologische randvoorwaarden rekening gehouden te worden. Dit geeft de beheerders van het terrein meer ruimte om innovatieve beheersmaatregelen en eventueel grootschalige inrichtingsmaatregelen toe te passen. Belangrijk is dat vol-

doende dynamiek bewaard blijft in het systeem. Het nastreven van een gevarieerd landschap met een reeks van soorten uit uiteenlopende groepen als gidssoorten vormt naar ons idee de beste basis voor een duurzame beheersvisie. Bij het uitstippelen van deze visie dient goed rekening gehouden te worden met de specifieke situatie van het terrein zoals zones met waterretentie of kwel, zones met snel uitdrogende oppervlaktes of hoge erosiegevoeligheid. Bij de selectie van de gidssoorten moet getracht worden om deze zo te kiezen, dat ze een zo breed mogelijke reeks van typische soorten vertegenwoordigen. Tevens moet voldoende aandacht gaan naar weinig mobiele soorten en echte habitatspecialisten. Om de resultaten van het beheer te toetsen kan het beste de ontwikkeling van de vegetatie en de populaties van enkele indicatorsoorten worden gevolgd, zodat de beheers- en inrichtingsmaatregelen aangepast kunnen worden aan gewijzigde omstandigheden. Ook insectengroepen zoals mieren kunnen goede indicatoren zijn voor het volgen van het succes van de herstelmaatregelen (ANDERSEN & SPARLING, 1997). Voor het behoud van een aantal sterk bedreigde soorten zal het nodig zijn om (tijdelijk) soortspecifieke beheersmaatregelen toe te passen. Vooral weinig mobiele soorten en soorten met hele specifieke habitateisen kunnen niet altijd mee profiteren van een grootschalig procesbeheer.

De beheerders moeten zich er van bewust zijn dat ze er enkele 'nieuwe' biotooptypes hebben bij gekregen en zullen bij krijgen, met een eigen karakter en natuurwaarden. Bij het opstellen van zowel de beheersvisies, beheersschema's en de inrichtingsplannen vóór de herinrichting, dient dan ook voldoende aandacht te gaan naar de specifieke problemen en mogelijkheden van de groeven. Ervaringen met beheer kunnen nieuwe inzichten opleveren die van nut kunnen zijn bij afspraken over de toekomstige herinrichting van groeven. Het einddoel zou een gevarieerd landschap moeten zijn, waarin soor-

ten van verschillende biotooptypes en successtadia een duurzame overleving wordt gegarandeerd, en dat goed ingepast is in de context van de omliggende natuurgebieden.

DANKWOORD

Dank aan afdeling Natuur voor het mogelijk maken van het onderzoek, aan Joeri Cortens, Sofie Regniers, Goele Dams en Frederik Naedts voor de hulp bij het veldwerk en aan Hans Van Dyck voor de begeleiding van het project en het nalezen van het manuscript.

SUMMARY

A NEW FUTURE FOR ENDANGERED BUTTERFLIES IN QUARRIES?

The redevelopment of disused sand and gravel pits is creating new biotopes, in which ecosystems develop that offer habitats to several endangered butterfly species. The article discussed how differences in topography and vegetation structure between these pits and the surrounding heathland areas can explain the distribution of these species within the first National Park in Flanders (Belgium). It also discusses how knowledge about the ecology of species can contribute to a better design of new pits and how management regimes can contribute to the long-term survival of populations of endangered species.

LITERATUUR

- ANDERSEN, A.N. & G.P. SPARLING, 1997. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. *Restoration Ecology* 5 (2): 109-114.
- BENES, J., P. KEPKA & M. KONVICKA, 2003. Limestone quarries as refuges for European xerophilous butterflies. *Conservation Biology* 17(4): 1058-1069.
- COSTER, M. DE, 2001. Masterplan Nationaal Park Hoge Kempen. Regionaal Landschap Kempen en Maasland, Genk.
- MORRIS, M.G., J.A. THOMAS, L.K. WARD, R.G. SNAZELL, R.F. PYWELL, M.J. STEVENSON & N.R. WEBB, 1994. Re-creation of early successional stages for threatened butterflies - an ecological engineering approach. *Journal of Environmental Management* 42: 119-135.
- PETERS, B., 1999. Verborgen Valleien. Ecologie en beheer van mergelgroeven in Zuid-Limburg, de Curfsgroeven als voorbeeld. Stichting Ark, Hoog Keppel.
- VAN LOOY, K. & J. VAN DEN BOSCH, 2004. De zandgroeven van de Kempische plateaurand. Schandvlek of ankerpunt voor het nationaal park Hoge Kempen. *Natuurhistorisch Maandblad* 93 (4): 119-122.
- VANREUSEL, W., J. CORTENS, & H. VAN DYCK, 2002. Herstel van bedreigde dagvlinderpopulaties in en om het Nationaal Park Hoge Kempen. Universiteit Antwerpen, Wilrijk.
- WEISS, S.B., D.D. MURPHY & R.R. WHITE, 1988. Sun, slope and butterflies: topographic determinants of habitat quality for *Euphydryas editha*. *Ecology* 69: 1486-1496.