

Natuur.focus

Een toekomst voor de Rivierdonderpad in het Dijlebekken ?



Agrarisch natuurbeheer in Vlaanderen: beleid en praktijk



De kalkrijke kamgrasweide in Limburgs Haspengouw



Mieren op natte heide in de Antwerpse en Limburgse Kempen: Soortenrijkdom, nieuwe soorten en relaties met vergrassing

DIRK MAES, HANS VAN DYCK, WOUTER VANREUSEL & JOERI CORTENS

Mieren zijn alomtegenwoordig in diverse landmilieus. Sommige soorten zijn zo goed als overal aan te treffen, terwijl anderen gebonden zijn aan specifieke biotopen. Natte heide is zo'n bijzonder biotoop dat zowel in Vlaanderen als in de rest van Europa sterk wordt bedreigd. Door omzetting naar ander landgebruik is het areaal natte heide enorm verkleind en sterk versnipperd. Dat heeft zijn sporen nagelaten op de kwaliteit van de resterende habitatfragmenten. Toegenomen vergrassing onder invloed van verzurende en vermestende stoffen is hiervan één symptoom. Dit artikel rapporteert over een vergelijkend onderzoek naar de mierendiversiteit in Kempische natte heidegebieden en onderzoekt hoe dit samenhangt met de mate van vergrassing van deze heidegebieden.

Vochtige heide en vergrassing in Vlaanderen

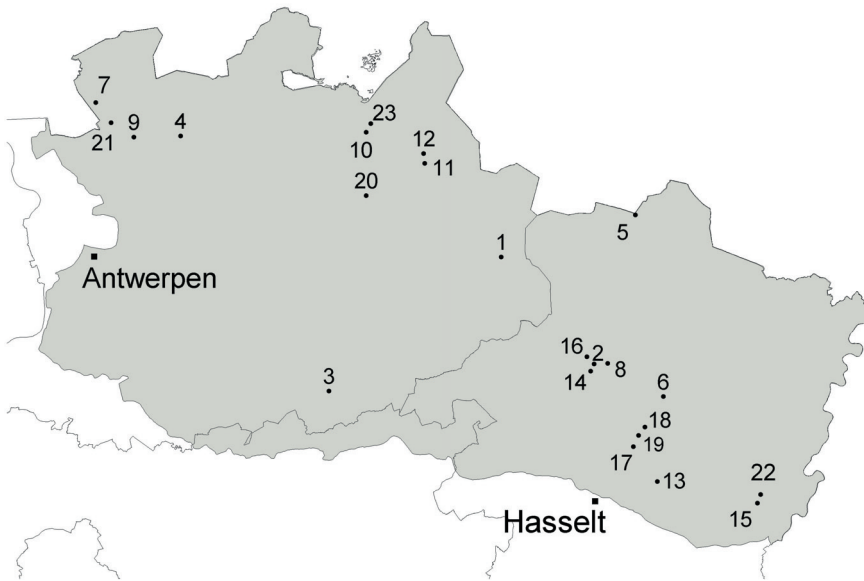
Natte heide is een van de meest bedreigde biotopen in Vlaanderen (Van Landuyt 2002 – Fig. 7). Heel wat soorten dieren en planten die aan dit biotooptype gebonden zijn, vinden we dan ook terug op verschillende Rode Lijsten. Over mieren is in Vlaanderen vrij weinig gekend, maar een recent vulgariserend werk over deze insecten (Schoeters & Vankerhoven 2001, 2002) en een op stapel staande voorlopige verspreidingsatlas (Dekoninck et al., in voorbereiding) kunnen daar verandering in brengen. In Vlaanderen zijn zowel droge als natte heiden zonder twijfel de meest soortenrijke mierenbiotopen (Schoeters & Vankerhoven 2001). Sommige soorten doen hier zelfs dienst als gastheer voor andere ongewervelden. Het Gentiaanblauwtje is ongetwijfeld de bekendste myrmecofiele soort in Vlaanderen, maar ook verschillende soorten kortschildkevers, zweefvliegen en wantsen kunnen een relatie aangaan met mieren. De vergrassing van heidegebieden – een sterke uitbreiding en dominantie van grassoorten

zoals Pijpenstrootje of Bochtige smele – wordt vooral voor de natte heide als een belangrijk natuurbeheersprobleem ervaren. De groei en uitbreiding van de grassen wordt vooral gestimuleerd door de hoge waarden voor stikstofdepositie in Vlaanderen. Gemiddeld bedraagt die 30-50 kg/ha/jaar met pieken tot zelfs 90 kg/ha/jaar, wat duidelijk hoger is dan de 5-20 kg/ha/jaar die heidevegetaties kunnen fixeren (Van Gijsegem et al. 2000). In vele heidegebieden trachten beheerders, door middel van maaien, plaggen en/of begrazen, de dominantie van de grassen terug te dringen om meer kansen te bieden aan andere, vaak minder competitieve en bedreigde, planten van natte heide zoals Kleine en Ronde zonnedaauw, Veenbies, Bruine en Witte snavelbies of Klokjesgentiaan. Een groter aandeel hoge en dichte graspollen met hogere halmen impliceert dat de temperatuur nabij de bodem koeler wordt dan wanneer de vegetatie eerder uit ijlere, lage struiken en kruiden bestaat (Bobbink et al. 1998). Dergelijke temperatuurverschillen hebben een directe invloed op de geschik-

heid van vegetaties voor tal van ongewervelden. Hoewel er flink wat variatie bestaat in de optimale nesttemperaturen tussen soorten, zijn mieren als groep eerder warmteminnende insecten. Bij toenemende vergrassing verwachten we dan ook een verschuiving in het soortenspectrum en een afname van de densiteit aan mieren.



Figuur 1: Natte heidevegetaties blijken ook voor mieren bijzondere milieus te zijn (Foto: Dirk Maes).



Figuur 2: Onderzochte natte heidegebieden in de Kempen waarvan de mierenfauna werd onderzocht. De nummers van de gebieden komen overeen met die in Tabel 1.

Onderzoek in 23 Vlaamse natte heidegebieden

Om de relaties tussen de mierenfauna en de mate van vergassing van natte heidebiotopen te evalueren, onderzochten we tussen juli 1999 en maart 2001 23 natte heidegebieden op de aanwezigheid van mieren (Fig. 2 – Tabel 1). We gebruikten twee verschillende methoden om de aanwezigheid van mieren vast te stellen: manueel zoeken en bodemvallen. Het manueel zoeken naar mieren nesten gebeurde binnen een proefvlak van 10x10 m. Hierbinnen werden alle

mogelijke nestplaatsen (gras- en mospollen, veenmossen, ...) visueel geïnspecteerd op de aanwezigheid van mieren nesten. Van vele mierensoorten zijn de nesten helemaal niet de makkelijk te vinden grote koepelnesten (zoals bv. bij bosmieren), maar gaat het om kleinere kolonies waarvan het nest in de vegetatie of zelfs in de bodem zit. Indien een bevolkt nest werd gevonden, verzamelden we vijf werksters voor determinatie. In negen heidegebieden plaatsten we bovendien bodemvallen ($\varnothing = 9$ cm) tussen eind maart 2000 en midden maart 2001.

Bodemvallen zijn glazen bekertjes die worden ingegraven en een bewaarfloeistof bevatten. Om de 14 dagen werden deze bekertjes geleidigd en werd het verzamelde materiaal gesorteerd. De determinatie van de mieren gebeurde met behulp van Seifert (1996). Voor de gedetailleerde analyses en bespreking van deze studie verwijzen we naar Maes et al. (2003).

Natte heide is soortenrijk

Tijdens het twee jaar durende onderzoek vonden we in totaal 28 soorten mieren op de natte heide (Tabel 1 – Fig. 3). Dit is maar liefst 53% van alle inheemse mierensoorten (Dekoninck et al. 2001). De Lepelsteekmier (*Myrmica lonae*) werd nog nooit eerder in België vastgesteld en was dus nieuw voor onze fauna. Deze soort is in NW-Europa typisch voor vochtige en vrij koele biotopen (Wardlaw et al. 1998). Wij troffen drie nesten van de Lepelsteekmier aan op een plek met dichte Pijpenstrootjesvegetatie van het natuurreservaat Landschap De Liereman in Oud-Turnhout. Andere typische en zeldzame mierensoorten van natte heide die we tijdens het onderzoek aantroffen, waren:

- De Veenmier (*Formica transcaucasica*), die slechts van enkele plaatsen in Vlaanderen gekend was (Schoeters & Vankerhoven 2001), werd op tien plaatsen vastgesteld, voornamelijk op heiden met een venige bodem (Fig. 4);
- Het Heidedraaigatje (*Tapinoma ambiguum*) dat enkel voorkomt in enkele Lim-

Tabel 1. Waargenomen mierensoorten in de 23 onderzochte gebieden; hoe donkerder de kleur, hoe groter het aantal gevonden individuen.

Gebied	<i>Formica cunicularia</i>	<i>Formica fusca</i>	<i>Formica pratensis</i>	<i>Formica rufa</i>	<i>Formica rufibarbis</i>	<i>Formica sarguinea</i>	<i>Formica transcaucasica</i>	<i>Lasius flavus</i>	<i>Lasius fuliginosus</i>	<i>Lasius meridionalis</i>	<i>Lasius mixtus</i>	<i>Lasius niger</i>	<i>Lasius ptythorax</i>	<i>Lasius psammophilus</i>	<i>Lasius umbratus</i>	<i>Leptothorax acervorum</i>	<i>Leptothorax muscorum</i>	<i>Myrmica lonae</i>	<i>Myrmica rubra</i>	<i>Myrmica ruginodis</i>	<i>Myrmica sabuleti</i>	<i>Myrmica scabrinodis</i>	<i>Myrmica schencki</i>	<i>Stenamma debile</i>	<i>Strongylognathus testaceus</i>	<i>Tapinoma ambiguum</i>	<i>Tapinoma erraticum</i>	<i>Tetramorium caespitum</i>	Aantal soorten
1. Buitengoor/Meergoor																													4
2. Fonteintje																													1
3. Goor																													7
4. Groot Schietveld																													1
5. Hageven																													17
6. Sonnisheide																													19
7. Kalmthoutse heide																													13
8. Katershoeve																													6
9. Klein schietveld																													7
10. Koeiven																													11
11. Korhaan																													3
12. Liereman																													12
13. Maten																													4
14. Mathiashoeve																													8
15. Neerharenheide																													4
16. Panoramaduinen																													16
17. Slangebeekbron																													4
18. Tenhaagdoornheide																													3
19. Teut																													14
20. Tielenhei																													2
21. Witthoefse heide																													12
22. Vallei van de Ziepbeek																													8
23. Zwart water																													13
Aantal gebieden	5	12	5	1	3	6	12	1	5	8	1	14	19	1	10	10	5	1	18	19	10	18	8	2	1	2	1	6	28

burgse heidegebieden (Schoeters & Vankerkhoven 2001) werd aangetroffen in de buurt van de Katershoeve in de Vallei van de Zwarte Beek in Hechtel en in het Vlaams natuurreservaat de Teut in Zonhoven, twee plekken die ook typische 'hoogveen'soorten uit andere insectengroepen herbergen (o.a. Hoogveenglanslibel – *Somatochlora arctica*)

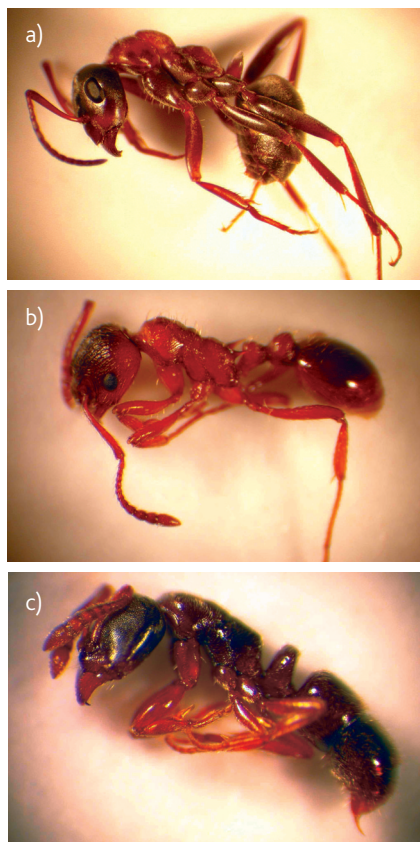
- De Sabelmier (*Strongylognathus testaceus*) is een sociale parasiet van de meer algemene Grasmier (*Tetramorium caespitum*) die op de meeste heideterreinen te vinden is (Seifert 1996). Een sociale parasiet is een mier waarvan de koningin het nest van een andere mierensoort binnendringt en daar de controle overneemt (de werkers van de geparasiteerde mierensoort zorgen dus voor de nakomelingen van de indringer). Wij vonden de Sabelmier enkel in de Teut in Zonhoven.
- De Gele veldmier (*Lasius meridionalis*) is een tijdelijke sociale parasiet van de Buntgrasmier (*L. psammophilus*) die zelf nog

maar zeer recent aan de Belgische fauna is toegevoegd (Schoeters & Vankerkhoven 2001). Wij vonden de Gele veldmier in acht gebieden terwijl de Buntgrasmier zelf alleen maar in Sonnisheide in Houthalen-Helchteren werd aangetroffen.

Handmatig zoeken naar mieren nesten heeft als voordeel dat je uitspraken kan doen over de dichtheid aan mieren nesten omdat je overal op dezelfde manier dezelfde oppervlakte bemonstert. Zo konden we aantonen dat grote heidegebieden een hogere dichtheid aan mieren nesten hebben dan kleine heidegebieden (d.w.z. dat op eenzelfde oppervlakte in grote gebieden meer mieren nesten voorkomen dan in kleine gebieden; $n = 47$, Pearson $r = 0.576$, $p < 0.001$; Fig. 5). Bovendien troffen we in grote natte-heidegebieden ook een groter aantal mierensoorten aan dan in kleine ($n = 47$, Pearson $r = 0.466$, $p = 0.001$; Fig. 5).

Mieren en Pijpenstrootje

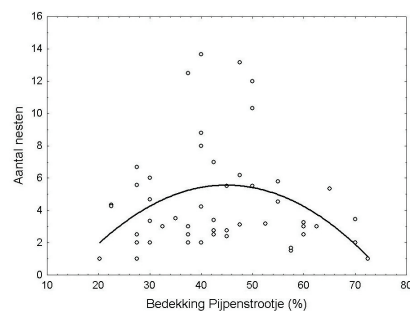
Vergassing wordt als een van de voornaamste oorzaken van de achteruitgang van heel wat warmteminnende dieren op de heide genoemd (Thomas et al. 1999). Zoals hoger vermeld, geldt die verwachting ook voor mieren, in het bijzonder voor warmteminnende mieren. Maar voor mieren komt er evenwel nog een factor bij die een eenvoudige voorspelling enigszins bemoeilijkt. We vinden met name dat 60% van alle mieren nesten zich in pollen van Pijpenstrootje bevinden (Fig. 6). De dichte pollen blijken een ideaal substraat te zijn voor de bouw van een nest. Meer Pijpenstrootje betekent dus enerzijds meer nestgelegenheid, maar anderzijds ook meer schaduw en dus koele omstandigheden voor de mieren en voor ongewervelden die als prooi voor mieren kunnen fungeren. Figuur 7 toont ons resultaat voor de verdeling van het aantal mieren nesten in functie van de bedekking Pijpenstrootje. Daaruit blijkt dat de dichtheid aan mieren nesten een optimum bereikt bij een Pijpenstrootjesbedekking van 40-50%. Dit patroon stemt dus overeen met de idee van weinig nesten wanneer er onvoldoende geschikt nestsubstraat is, maar opnieuw weinig nesten wanneer de vegetatie te veel beschaduwd wordt door een dichte Pijpenstrootjesvegetatie. Merk evenwel op dat deze resultaten wel op een verband wijzen, maar geen uitsluitel geven over de precieze oorzaken. Tenslotte, vonden we geen relatie tussen het aantal soorten mieren op de natte heide en de bedekking van Pijpenstrootje.



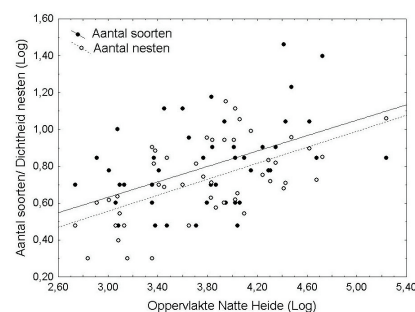
Figuur 3: Op de natte heide leven diverse mierensoorten uit verschillende genera: a) *Formica* (hier: Rode baardmier, *F. rufibarbis*), b) *Myrmica* (hier: Rode steekmier, *M. rubra*), en c) *Ponera* (hier: Staafmirtje, *P. coarctata*) (Foto's: Joeri Cortens, UA).

Relatie met beheersvormen om vergassing tegen te gaan

Er is nog veel bij te leren over de effecten van het beheer van heiden op ongewervelden in het algemeen en op mieren in het bijzonder. Op basis van diverse studies en onze eigen ervaringen kunnen we echter wel enkele aanbevelingen voor het beheer van vergraste (natte) heidegebieden meegeven. Het feit dat grote heidegebieden soortenrijker zijn en bovendien grotere dichtheden aan mieren nesten herbergen (Fig. 8), toont nog maar eens het belang aan van het behoud, het verwerven of de creatie van voldoende grote oppervlakten van een biotoop, zelfs voor kleine organismen. Grote heideterreinen bezitten in principe een ruimere variatie aan habitats, dus een bredere variatie aan milieuomstandigheden waardoor een groter aantal soorten er zijn gading kan vinden. Doordat mieren sterk afhankelijk zijn van microklimaat en vegetatiestructuur, zal elke beheersvorm een invloed hebben op de mieren samenstelling en -dichtheid. Lokale structuurvariatie, zowel horizontaal als verticaal, is een sleutelbegrip bij 'miervriendelijke' beheersprincipes: hoogteverschillen in de vegetatie en een afwisseling van open en gesloten structuren zorgen voor de gewens-



Figuur 7: Aantal mieren nesten in functie van de bedekking Pijpenstrootje.



Figuur 5: Correlatie tussen de oppervlakte natte heide enerzijds en het aantal mierensoorten en de dichtheid aan mieren nesten anderzijds.

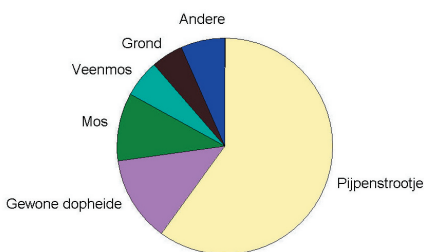


Figuur 4: De Veenmier (Formica transcaucasica) is een zeldzame mier van heide op venige bodem. Ze was in slechts enkele gebieden in Vlaanderen gekend, maar werd in dit onderzoek in 10 natte heidegebieden gevonden (Foto: Joeri Cortens, UA).

te variatie van snel opwarmende plekken, nestgelegenheden en foerageerplaatsen. Een manier om deze variatie te bekomen is voor voldoende afwisseling zorgen in de beheersvorm en in de schaal en de intensiteit van het beheer.

Onderhoudsbeheer

Bij onderhoudsbeheer van licht vergraste heiden kan er best op toegezien worden dat het voornamelijk de vegetatieontwikkeling is die wordt teruggezet, en niet de ontwikkeling van de bodem en het microreliëf. Zeer grootschalige ingrepen moeten vermeden worden, tenzij voldoende van de oorspronkelijke vegetatie wordt uitgespaard. Door bij maaibeheer grillige maaivormen te gebruiken verhoogt de lengte van de randzone en het aantal overgangen tussen hoge en lage vegetatie.



Figuur 6: Substraatgebruik van mieren (alle soorten samen) voor het maken van het nest in natte heidegebieden.

Herstelbeheer

In een beperkt aandeel vegetatietypes is Pijpenstrootje van nature de dominante soort. In de meeste andere gebieden is de sterke vergrassing het gevolg van externe invloeden en de afwezigheid van beheer. Om deze vegetaties te herstellen worden steeds vaker grootschalige maatregelen toegepast (bv. machinaal plaggen of branden). Voor de vegetatie levert dit vaak vrij goede resultaten op omdat de meeste soorten zich kunnen herstellen vanuit de zaadbank (Jansen et al. 1996). Grootschalige maatregelen brengen echter veel schade toe aan de mierenfauna. Uit onderzoek in de Mechelse Heide in Maasmechelen bleek dat geplagde en gebrande heiden een duidelijker lager aantal mieren nesten herbergen dan niet-beheerde heiden (Gorsen 1999). Plaggen heeft immers een sterk egaliserend effect waardoor mogelijke nestsubstraten verdwijnen. Hierdoor kan het bijzonder lang duren alvorens mieren de beheerde plekken opnieuw koloniseren: in Australië bijvoorbeeld was 20 jaar na grootschalige heraanleg van een voormalig mijnterrein de oorspronkelijke mierenfauna nog steeds niet volledig hersteld (Bis-
evac & Majer 1999). Ook grootschalig branden van heide moet vermeden worden omdat, zeker bij de huidige stikstofdepositiewaarden, Pijpenstrootje na deze maatregel opnieuw dominant kan worden. Extensieve begrazing en maaien zijn minder

nadelig voor de mierenfauna, maar ook hier werd reeds een afname in het aantal nesten vastgesteld (de Boer 1978; Mabelis 1976). Om het herstelbeheer van een sterk gedegradeerde zone te realiseren moet de beheerde oppervlakte voldoende groot zijn in verhouding tot de gebiedsgrootte. Waar wat grotere oppervlaktes geplagd worden, kan het uitsparen van stroken of plekken de voor mieren nadelige effecten verzachten. Het ('s winters) beperkt en oppervlakkig branden van door Pijpenstrootje gedomineerde plekken, kan eveneens gunstig zijn. Begrazing in het jaar na het branden kan Pijpenstrootje onder controle houden. Ook bij herstelbeheer zou voldoende aandacht naar het behoud van het microreliëf moeten gaan. Aandachtszones zoals plekken met een bijzonder reliëf (bv. bulten/slenken vegetaties) kunnen uitgespaard worden of manueel of minder intensief beheerd worden. Echt grootschalige maatregelen moeten gezien worden als eenmalige ingrepen om sterk gedegradeerde situaties aan te pakken. Hierna moet met onderhoudsbeheer deze zone in stand gehouden worden. Het is bv. beter om elke 7 jaar te maaien (inclusief 'sloordig' maaien met het plaatselijk en diffuus creëren van naakte bodem) dan om 15-jaarlijks te plaggen. Ondanks hun belangrijke rol in vele biotopen, worden mieren – tot op heden – zelden of nooit gebruikt als doelsoorten in beheersplannen of indicatorsoorten om het gevoerde natuurbeheer te evalueren. De overgrote meerderheid van de beheers- en herstelmaatregelen in heiden (en in andere biotopen) richt zich op planten (bv. Jansen et al. 1996), ondanks het feit dat zij maar een fractie van de totale biodiversiteit vertegenwoordigen. Verschillen in schaal, habitatgebruik en mobiliteit tussen verschillende groepen van organismen vragen echter om een meer gedifferentieerde aanpak waarbij ook antwoorden worden geboden op de behoeften van ongewervelden. Maatregelen gericht op vogels, zoogdieren of planten komen niet automatisch tegemoet aan de ecologische eisen van tal van ongewervelden, zoals mieren (Thomas 1994). Mieren zullen wellicht niet snel een hoofdrol gaan spelen in ons natuurbeheer, maar via ecologische case-studies over mieren (en andere ongewervelden) in relatie tot vegetatiestructuren, kunnen wel relevante algemene principes afgeleid worden om het onderhouds- en herstelbeheer op een meer 'biodiverse' manier bij te sturen.

SUMMARY BOX:

MAES D., VAN DYCK H., VANREUSEL W. & CORTENS J. 2003. Ants of wet heathland in the Campine region: Species numbers, new species and relationships with eutrophication-mediated dominance of grasses [in Dutch]. *Natuur.focus* 2(1): 18-22.

Wet heathland is a rare biotope of high conservation interest at both the Belgian and the European level. Ants were studied in a series of 23 wet heathlands sites in the Campine region (Flanders, NO-Belgium) using pitfalls and a manual nest

searching technique in study plots (1999-2001). We found 28 species representing 53% of the indigenous ant fauna. *Myrmica lonae* has not been documented in Belgium before. Other species of special interest were *Formica transcaucasica*, *Tapinoma ambiguum*, *Strongylognathus testaceus* and *Lasius meridionalis*. Larger heathland sites had higher nest densities, but not more species. The relationship between ant nest density and cover of the grass *Molinia caerulea* followed a curve with an optimum between 40-50%. Results are discussed in relation to restoration and maintenance management measures that take into account relevant issues for ground-dwelling invertebrates, including ants.

DANKWOORD:

Met dank aan François Vankerkhoven en Wouter Dekoninck voor het controleren van de mierendeterminaties. Dank gaat ook naar de conservators van de verschillende reservaten (Afdeling Natuur, Natuurpunt en Stichting Limburgs Landschap), de militaire overheid voor toegang tot hun terreinen en naar Raf Baeyens, Inge Brichau, Hans Matheve, Sofie Regniers en Tom Verschaegen voor hun hulp bij het veldwerk. De gegevens werden verzameld in het kader van twee projecten van de Universiteit Antwerpen gefinancierd door de Afdeling Natuur van de Vlaamse Overheid (Soortbeschermingsplan Gentiaanblauwtje & Multisoortenproject).

AUTEUR:

Dirk Maes is als wetenschappelijk medewerker verbonden aan het Instituut voor Natuurbehoud. *Hans Van Dyck* en *Wouter Vanreusel* zijn als onderzoekers werkzaam in de Onderzoeksgroep Dierenecologie van de Universiteit Antwerpen. *Joeri Cortens* werkt als technicus en veldmedewerker in deze onderzoeksgroep.

CONTACT:

Dirk Maes, Instituut voor Natuurbehoud, Kliniekstraat 25, B-1070 Brussel, dirk.maes@instnat.be

Referenties

- Bisevac L. & Majer J.D. 1999. Comparative study of ant communities of rehabilitated mineral sand mines and heathland, Western Australia. *Restoration Ecology* 7, 117-126.
- Bobbink R., Hornung M. & Roelofs J.G.M. 1998. The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *Journal of Ecology* 86, 717-738.
- de Boer D. 1978. Invloed van maaien en branden op de mierenfauna van de Dwingelose Heide (Drente). Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.
- Dekoninck W., Vankerkhoven & F. 2001. Checklist of the Belgian ant-fauna (Formicidae, Hymenoptera). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Entomologie* 71, 263-266.
- Gorssen J. (red.) 1999. Evaluatie van het actuele heidebeheer op de intrinsieke kwaliteiten voor de fauna. Aeolus, Genk.
- Jansen A.J.M., de Graaf M.C.C. & Roelofs J.G.M. 1996. The restoration of species-rich heathland communities in the Netherlands. *Vegetatio* 126, 73-88.
- Mabelis A.A. 1976. Invloed van maaien, branden en grazen op de mierenfauna van de Stabrechtse Heide. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Maes D. Van Dyck H., Vanreusel W. & Cortens J. 2003. Ant communities of Flemish (north Belgium) wet heathlands, a declining habitat in Europe. *European Journal of Entomology* (in druk).
- Schoeters E. & Vankerkhoven F. 2001. Onze mieren. *Educatie Limburgs Landschap vzw, Heusden-Zolder*.
- Schoeters E. & Vankerkhoven F. 2002. Onze mieren - Geactualiseerde determinatietabel voor België. *Educatie Limburgs Landschap vzw, Heusden-Zolder*.
- Seifert B. 1996. Ameisen beobachten, bestimmen. *Naturbuch Verlag, Augsburg*.
- Thomas J.A. 1994. Why small cold-blooded insects pose different conservation problems to birds in modern landscapes. *Ibis* 16, 278-284.
- Thomas J.A., Rose R.J., Clarke R.T., Thomas C.D. & Webb N.R. 1999. Intraspecific variation in habitat availability among ectothermic animals near their climatic limits and their centres of range. *Functional Ecology* 13, 55-64.
- Van Gijsegem D., De Schrijver A., Van Hoydonck G., Lust N., Mensink C. & Overloop S. 2000. Vermesting. In: Van Steertegem M. (ed.) (red.), MIRA-S 2000 Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: scenario's. VMM-Garant, Leuven-Apeldoorn p. 367-382.
- Van Landuyt W. 2002. Zeldzaamheid en bedreigingstoestand van een reeks ecotopen in Vlaanderen: Rekenen met floragegevens. *Natuur.focus* 1, 56-60.
- Wardlaw J.C., Elmes G.W. & Thomas J.A. 1998. Techniques for studying *Maculinea* butterfly species. II. Identification guide to *Myrmica* ants found on *Maculinea* sites in Europe. *Journal of Insect Conservation* 2, 119-127.