

Ongewervelde dieren van versnipperde schrale graslanden in Zuid-Limburg

A.A. Mabelis & B. Verboom, *Alterra, Wageningen-UR, Centrum Ecosysteemstudies, postbus 47, 6700 AA Wageningen, e-mail: bram.mabelis@wur.nl*

Versnippering van leefgebieden geldt als één van de oorzaken van het regionaal uitsterven van soorten. Door habitatverlies en de toegenomen weerstand van het landschap voor de verbreiding van individuen is het voor kritische soorten moeilijk of zelfs onmogelijk geworden om leefgebieden waar de soort is verdwenen opnieuw te bevolken vanuit naburige brongebieden. Lokale populaties kunnen daardoor de een na de ander uitsterven. Om dit proces te keren zal moeten worden nagegaan welke maatregelen het meest effectief zijn. Het gaat daarbij niet alleen om het verbreidingsvermogen van karakteristieke soorten in relatie tot de afstand tussen leefgebieden, maar ook om de weerstand van het landschap voor de verbreiding van die soorten. In dit artikel is getracht om het voorkomen van enkele ongewervelde diersoorten in verband te brengen met de grootte en ligging van schrale graslanden in Zuid-Limburg.

VERSPREIDINGSONDERZOEK

In Zuid-Limburg is het areaal droog, schraal grasland sinds het begin van de vorige eeuw sterk geslonken en versnipperd. Deze graslanden, waaronder kalkgraslanden, werden aanvankelijk beweid door schaapskudden, die onder leiding van een herder rondtrokken. Daarbij werden ook wegbermen bezocht, evenals periodiek braakliggende akkers (HILLEGERS & REUTEN, 1978). De schrale graslanden kwamen vooral voor op de hellingen omdat de vlakke delen (plateaus) werden gebruikt voor akkerbouw of fruitteelt. Van het uitgebreide areaal schraal grasland zijn thans nog enkele snippers overgebleven. Dit proces van afname van schrale graslanden heeft zich ook voorgedaan in vele andere heuvelachtige delen van West-Europa. Onder invloed van een eeuwenlange extensieve begrazing met schapen had zich een zeer soortenrijke levensgemeenschap ontwikkeld, die over heel West-Europa was verspreid en vele duizenden hectaren besloeg (WILLEMS, 1983). In de eerste helft van de vorige eeuw kromp dit areaal sterk in nadat veel schaapherders met hun bedrijf waren gestopt omdat steeds meer wol werd geïmporteerd uit Australië en Nieuw-Zeeland. Veel schrale gronden werden nadien met behulp van kunstmest omgevormd tot hoog productief grasland en akkerland. Hierdoor is de afstand tussen en daarmee de bereikbaarheid van de resterende schrale graslanden sterk afgenomen voor soorten die aan dit type grasland zijn gebonden. Voor deze soorten zijn

schrale graslanden te beschouwen als habitateilanden te midden van onleefbaar cultuurland.

Voor het behoud van kenmerkende soorten zal moeten worden onderzocht welke soorten van bepaalde inrichtings- en/of beheermaatregelen kunnen profiteren. Later kan dan het effect van de genomen maatregelen worden nagegaan in het licht van de gestelde doelen. Tot ongeveer een kwart eeuw geleden waren de doelstellingen vrijwel uitsluitend gericht op het behoud van karakteristieke soorten planten, vogels, zoogdieren, amfibieën en reptielen. Vegetaties werden toen zo goed mogelijk beheerd in de verwachting dat daarmee ook kleinere dieren gediend zouden zijn. Hoewel dit logisch klinkt werden steeds meer voorbeelden bekend van lokale populaties die mede door beheermaatregelen zijn uitgestorven. Hierdoor groeide de behoefte om meer te weten te komen over mogelijke effecten van inrichtings- en beheermaatregelen op de invertebratenfauna (MABELIS, 1978). In 1982 is daarom onderzoek gestart naar het voorkomen van insecten en andere invertebraten in de schrale graslanden van Zuid-Limburg (MABELIS & TURIN, 1982). Daartoe werden dertien reservaten bemonsterd op het voorkomen van loopkevers (ALDERS & TURIN, 1981; VAN ETEN & BRUNSTING, 1983; TURIN, 1983), snuitkevers (HEIJERMAN & BOOIJ, 1983), wantsen (AUKEMA, 1983), cicaden (COBBEN & ROZENBOOM, 1983), pissebedden (VAN ETEN & ROOS, 1984), sprinkhanen (KLEUKERS *et al.*, 1993), mieren (MABELIS & MABELIS-JONKERS, 1978; MABELIS, 1983a; 1983b; 1984; MABELIS & VERBEKE, 1987; DE BOER, 1983) en dagvlinders (HERMANS, 1984; BERGERS *et al.*, 1987).

Naar aanleiding van het Preadvies Kalkgraslanden (BOBBINK & WILLEMS, 2001), dat in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur (OBN) is uitgebracht, heeft een deskundigenteam geadviseerd onderzoek uit te voeren naar de oorzaken van de achteruitgang en mogelijkheden van herstel van de kenmerkende levensgemeenschappen van de hellingschraallanden in Zuid-Limburg. Dit onderzoek is uitgevoerd in de periode 2005-2008 door een groep onderzoekers van de Universiteit Utrecht, Stichting Bargerveen (Radboud Universiteit Nijmegen) en Alterra, Wageningen-UR (SMITS *et al.*, 2009). Voor de evaluatie zijn recente gegevens van flora en fauna vergeleken met gegevens die vroeger verzameld zijn. Een klein deel van die gegevens is echter nog niet gepubliceerd. Op verzoek van collega's worden hier alsnog de verspreidingsgegevens van mieren, pissebedden en miljoenpoten, die in 1988 zijn verzameld, gepubliceerd. In dat jaar werden vrijwel alle schrale graslanden van Zuid-Limburg bemonsterd, dus niet alleen de reservaten, maar ook verscheidene wegbermen en voormalige kalkgroeven. Het gaat in totaal om 28 terreinen [tabel 1; figuur 1] die vrijwel alle op een helling liggen. Ze hebben doorgaans een langgerekte vorm, vaak evenwijdig aan een weg die door het dal loopt. Op het plateau boven aan de helling ligt vaak een akker of bos. Vanaf het plateau gaat de hellingvegetatie geleidelijk over van een heischraal grasland, op plaatsen waar een grindrijke Maasafzetting de kalkondergrond bedekt, via een kalkgrasland naar een voedselrijk graslandtype. Zoom- en ruigtevegetaties zijn meestal aan de rand van de terreinen aanwezig.

Nummer	Naam	Oppervlakte (ha)	Expositie	Beheer
1	Sint-Petersberg	3,4	W - Z	Gr
2	Bemelerberg (Winckelberg & Stroberg)	5,5	ZO - ZW	Gr
3	Hoefijzer	1,43	Z	Gr
4	Koeberg (Schiepersberg)	0,70	ZW	Gr
5	Julianagroeve	0,25	ZW	Gr
6	Wolfskop	0,25	Z	O → Gr
7	Zure Dries	0,42	Z	M
8	Vosgrubbe	0,10	ZW	Gr
9	Gerendal I	2	ZO	Gr (+M)
10	Gerendal II (Laamheide)	1,50	W	Gr (+M)
11	Berghofweide	1,90	Z	Gr + M
12	Wijlre-akkers	2,70	NW	M
13	Gulperberg	0,40	ZW	M (+Br)
14	Craubeek-spoor	0,38	NW	O
15	Craubeek-groeve	0,02	ZW	M
16	Craubeek-graft	0,03	W	M → O
17	Karstraat	0,35	Z	M
18	Wrakelberg	4,2	Z	M
19	Wrakelbergerweg-talud	0,10	Z	M
20	spoordijk	1	ZW	O → M
21	Eyserboschen-zuid	0,11	Z	O → M
22	Kunderberg	3	ZW	Br → Gr
23	Welterveld	0,30	O	M
24	Daelswei	0,15	ZO	M → O
25	Klingeberg	1,12	ZW	O → Gr
26	Kruisberg	0,50	ZW	O → M
27	Kruisberg-oost	0,01	ZW	O
28	Platte Bosschen (insnijding)	0,05	Z	O → M

TABEL 1

Schrале graslanden van Zuid-Limburg. Toelichting:

Gr: begrazen; M: maaien; O: niets doen; Br: branden; (+ Br): incidentele brandjes; (+ M): 'na'-maaien van slecht afgevreten vegetatie; O → M: verandering van beheer na 1988.

tiekans. Ook bepaalde soorten sprinkhanen kunnen zich alleen lopend verplaatsen. De kans op voorkomen van een dergelijke soort in een schraal grasland zou mede kunnen afhangen van de mate waarin het gebied geïsoleerd ligt ten opzichte van andere leefgebieden.

Voor mieren, die zich vliegend kunnen verbreiden, namelijk door middel van gevleugelde koninginnen, liggen de graslandjes wellicht minder geïsoleerd. De kans dat een soort van schrale graslanden in een dergelijk terrein voorkomt zou meer kunnen afhangen van de oppervlakte van het schrale grasland dan van de afstand tot soortgelijke graslanden. Een grotere terreinoppervlakte biedt immers meer habitat voor de soorten.

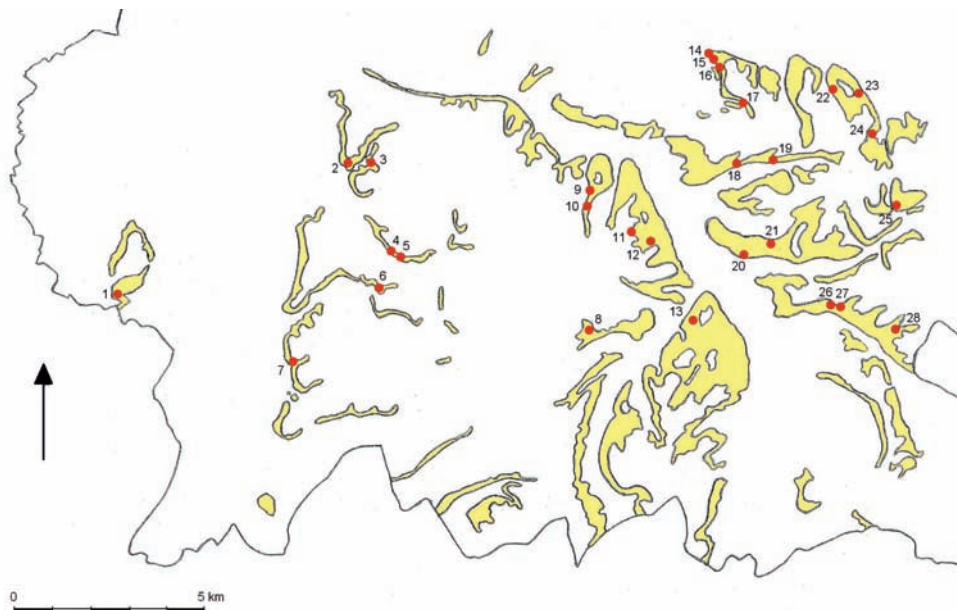
De door ons gevangen loopkevers zijn door specialisten gedetermineerd en zullen alsnog worden vergeleken met de vangsten van vroeger en latere datum. Veel soorten loopkevers kunnen zich eveneens vliegend verbreiden, maar kortvleugelige soorten kunnen zich alleen lopend verplaatsen. Voor deze soorten zou een deel van de schrale graslandjes te geïsoleerd kunnen liggen om ze te kunnen bereiken.

Van de gevangen soorten werden alleen de mieren, sprinkhanen, pissebedden en miljoenpoten gedetermineerd. Het leefgebied (habitat) van pissebedden en miljoenpoten is niet beperkt tot schrale graslanden; voor de meeste soorten biedt bos een beter leefgebied. Een relatie tussen de oppervlakte van een schraal grasland en het voorkomen van deze soorten is dan ook niet te verwachten. Aangezien pissebedden en miljoenpoten zich alleen lopend kunnen verplaatsen of eventueel met vervoermiddelen kunnen meeliften, zal de geïsoleerde ligging van terreinen een grote invloed kunnen hebben op hun kolonisa-

METHODE

In de periode van maart tot september 1988 zijn vrijwel alle Zuid-Limburgse schrale graslanden geïnventariseerd op het voorkomen van ongewervelde diersoorten. Voor de keuze van de terreinen is gebruik gemaakt van gegevens van de Provinciaal Planologische Dienst, Staatsbosbeheer, Limburgs Landschap en de stichting Instandhouding Kleine Landschapselementen in Limburg (IKL). De vegetatie en het beheer van de reservaten zijn beschreven in DE BOER

(1983), SMITS & SCHAMINÉE (2004) en SMITS *et al.* (2009). De verschillen in vegetatie zijn voornamelijk toe te schrijven aan de ligging en expositie van het terrein, evenals aan de wijze waarop het wordt beheerd. Om een indruk te krijgen van de ongewervelde dieren die in de versnipperde schrale graslanden voorkomen werden vangpotten gebruikt. Deze werden om de vier weken



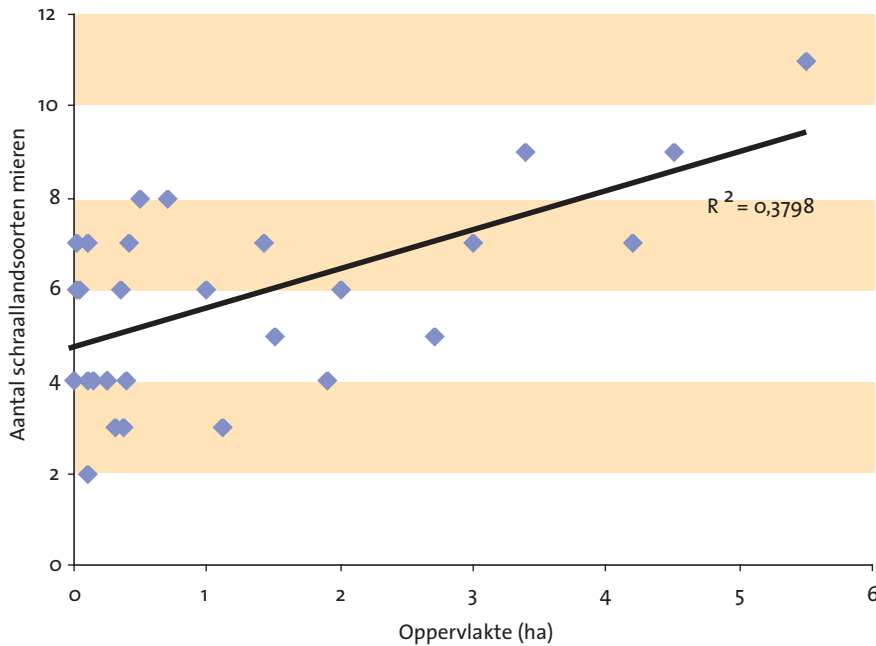
FIGUUR 1

Ligging van de geïnventariseerde schrale graslanden in Zuid-Limburg. De kalkrijke gebieden zijn omlind (bron: Rijks Geologische Dienst).

Terrein nr.	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Totaal
	<i>Formica cunicularia</i>	Bruine baardmier	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	27
	<i>Formica pratensis</i>	Zwartrugbosmier	+																												1
	<i>Formica rufibarbis</i>	Rode baardmier	+	+		+			+			+						+		+		+		+				+			10
	<i>Formica sanguinea</i>	Bloedrode roofmier	+	+																											2
	<i>Lasius alienus</i> *1	Mergelmier		+	+	+			+					+			+				+		+					+	+		10
	<i>Lasius meridionalis</i>	Veldmier																			+										1
	<i>Myrmecina graminicola</i>	Oprolmier	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25
	<i>Myrmica rugulosa</i>	Kleine steekmier	+								+																				2
	<i>Myrmica sabuleti</i>	Zandsteekmier	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26
	<i>Myrmica schencki</i>	Kokersteekmier	+	+	+	+		+	+			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	21
	<i>Ponera coarctata</i>	Staafmier	♀																							+					2
	<i>Solenopsis fugax</i>	Diefmier		+	+												+		+												4
	<i>Tapinoma erraticum</i>	Mergeldraai-gatje		+		+					+	+										+							+		6
	<i>Tetramorium caespitum</i> *2	Zwarte zaadmier	+	+	+		+		+				+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19
	<i>Formica polyctena</i>	Kale bosmier											+																		1
	<i>Formica fusca</i>	Grauwzwarte mier	+	+	+	+	+	+	+	+	♀	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+				+	+		20
	<i>Lasius flavus</i>	Gele weidmier	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	28
	<i>Lasius fuliginosus</i>	Glanzende houtmier	+		♀	♀				+	♀												♀						+		7
	<i>Lasius mixtus</i>	Wintermier	+	♀	♀	♀		♀					♀	♀			♀	♀	♀	♀		♀	♀	♀				♀	♀		16
	<i>Lasius niger</i> *3	Wegmier	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26
	<i>Lasius umbratus</i>	Schaduwmier	+	♀		♀			♀		♀	♀									♀		♀	♀				♀			11
	<i>Myrmica rubra</i>	Gewone steekmier	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25
	<i>Myrmica ruginodis</i>	Bossteekmier	+	+	+	+		+	+			+			+			+		+			+	+			+	+	+		14
	<i>Myrmica scabrinodis</i>	Moerassteekmier	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	23
	<i>Stenamma debile</i> *4	Gewone drentelmier	+	+		+			+	+					+						+		+		+			+			10
	<i>Leptothorax acervorum</i> *5	Behaarde slankmier		+						+																					2
	<i>Leptothorax nylanderii</i> *5	Bosslankmier								+																					1
	Totaal schraallandsorten		9	11	7	8	4	4	7	2	5	6	4	5	4	3	7	6	6	7	7	6	4	7	3	4	3	8	4	6	
	Totaal overige soorten		10	10	8	10	5	6	9	7	7	6	7	7	3	5	3	6	7	7	5	6	8	8	4	4	6	9	4	7	

TABEL 2

Mieren (Formicidae) van droge schraallanden in Zuid-Limburg in 1988. Soorten die kenmerkend zijn voor schrale graslanden (n=14) staan bovenaan; ♀ = uitsluitend vrouwtjes gevangen. Voor de naamgeving is gebruik gemaakt van COLLINGWOOD (1979) en van BOVEN & MABELIS (1986). Zie echter SEIFERT (1996) en VAN LOON (2004): *1 *Lasius alienus* / *Lasius psammophilus*, *2 *Tetramorium caespitum* / *Tetramorium impurum*, *3 *Lasius niger* / *Lasius platythorax*, *4 *Stenamma debile* / *Stenamma westwoodi*, *5 *Leptothorax* = *Temnothorax*.



FIGUUR 2

Relatie tussen de oppervlakte van schrale graslanden en het aantal kenmerkende soorten mieren dat er voorkomt (Zuid-Limburg 1988).

grootte van schrale graslanden in de omgeving (met een straal van drie kilometer rond het middelpunt van een terrein);
- afstand van een schraal grasland tot het dichtstbijzijnde bewoonde schrale grasland.

Allereerst werd de relatie onderzocht tussen de oppervlakte van een terrein en het aantal soorten per groep (mieren, sprinkhanen, pissebedden en duizendpoten) dat er is gevonden. Vervolgens is voor soorten, die in 30–70 % van de terreinen zijn gevonden, een Canonische Correspondentie Analyse (CCA) uitgevoerd om de belangrijkste factoren op te kunnen sporen die de

geleegd. Per terrein werden, afhankelijk van de oppervlakte, een tot vierseries van vijf vangpotten ingegraven, met een onderlinge afstand van tien meter. De vangpotten hadden een diameter van negen centimeter en een inhoud van een halve liter. Onderin werd een conserveringsmiddel, een laagje formaline (4% oplossing), gegoten. De potten werden overkapt met gaas om te voorkomen dat er grotere dieren, zoals hagedissen en muizen, in terecht zouden komen. Inregenen werd beperkt met een dakje. De kans dat een dier in een vangpot terecht komt wordt zowel beïnvloed door de dichtheid als de activiteit van individuen. De vangkans verschilt per soort, maar zal in de verschillende graslanden niet sterk uiteenlopen.

De sprinkhanen die in de vangpotten zijn gesprongen geven geen betrouwbaar beeld van de soorten die in de terreinen voorkomen. Dankzij directe veldwaarnemingen van leden van de sprinkhanenwerkgroep van EIS-Nederland (European Invertebrate Survey) in zestien terreinen op twee dagen in augustus 1988 kan een betere indruk worden verkregen van de sprinkhanenfauna van geïsoleerde schrale graslanden (KLEUKERS *et al.*, 1993).

Om de relatie tussen oppervlakte en isolatie van de terreinen en de kans op voorkomen van een soort te kunnen nagaan, is ook de expositie van het terrein en het percentage kale grond van de vanglocaties gemeten, omdat dit eveneens invloed zou kunnen hebben. De isolatie werd op twee manieren bepaald:

- connectiviteit van de graslanden: het aantal, de afstand en de

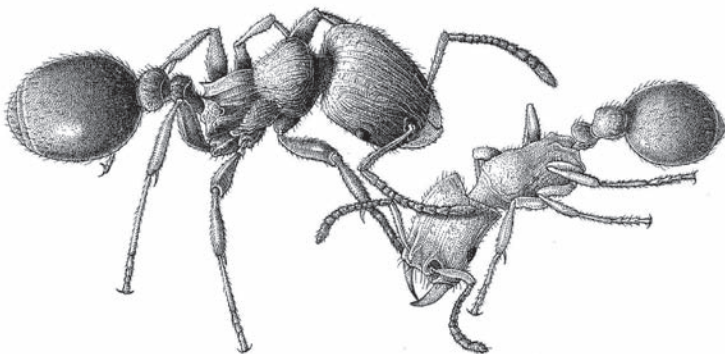
verspreiding van de soorten kunnen hebben beïnvloed: oppervlakte en connectiviteit van de graslanden en aandeel kale grond (CANOCO, TER BRAAK, 1995). Van een soort die in vrijwel alle terreinen is gevonden is immers geen relatie met één van de genoemde factoren vast te stellen. Dit geldt ook voor soorten die slechts in enkele schrale graslanden zijn gevonden. Tenslotte is de relatie berekend tussen de kans op voorkomen en de genoemde drie factoren. Hiertoe is een logistische regressieanalyse uitgevoerd met het programma GenStat (11th edition).

Bij de determinatie van de soorten is gebruik gemaakt van de volgende tabellen: pissebedden (POLK, 1959; STRESEMAN, 1976), miljoenpoten (JEKEL, 1953; STRESEMAN, 1976), sprinkhanen (DUIJM & KRUSEMAN, 1983) en mieren (COLLINGWOOD, 1979; VAN BOVEN & MABELIS, 1986).

RESULTATEN

Mieren

Er zijn 26 soorten mieren gevonden [tabel 2]. De soorten die recent zijn onderscheiden zijn echter niet meegerekend, zoals Duinbaardmier (*Formica lusatica*), Buntgrasmier (*Lasius psammophilus*) en Humusmier (*Lasius platythorax*; SEIFERT, 1996). Alleen de eerste twee kunnen als soorten van schraal grasland worden aangemerkt. Ze zijn moeilijk te onderscheiden van respectievelijk Rode baardmier (*Formica rufibarbis*) en Mergelmier (*Lasius alienus*). In grote terreinen zijn meer soorten van schraal grasland gevangen dan in kleine terreinen: het verband tussen de oppervlakte van een terrein en het aantal schraallandsoorten dat er voorkomt is significant ($0,01 < P < 0,025$). Het aantal soorten verschilt echter aanzienlijk



FIGUUR 3

Werkster van de Zwarte zaadmier (*Tetramorium caespitum*) (links) met zijn parasiet, de Sabelmier (*Strongylognathus testaceus*) (tekening van Erik-Jan Bosch, uit: *De wespen en mieren van Nederland*, museum Naturalis, Leiden).

Terrein nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Totaal
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam																												
Ligiidae																													
<i>Ligidium hypnorum</i>	Buispissebed							+	+	+		+	+								+	+					+	8	
Trichoniscidae																													
<i>Haplophthalmus mengii</i>	Kleiribbel																				+								1
<i>Trichoniscoides helveticus</i>	Rivierkleipissebed																				+								1
<i>Trichoniscus pusillus s.l.</i>	Paars drieoogje						+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+		+	+		+	+	+	+	17
Oniscidae																													
<i>Oniscus asellus</i>	Kelderpissebed	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26
Philosciidae																													
<i>Philoscia muscorum</i>	Mospissebed	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	28
Platyarthridae																													
<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i>	Mierenpissebed									+					+				+	+	+			+	+	+			8
Porcellionidae																													
<i>Porcellio dilatatus</i>	Brede pissebed														+		+			+					+				4
<i>Porcellio scaber</i>	Ruwe pissebed		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	22
<i>Porcellionides pruinosus</i>	Berijpte pissebed														+		+												2
<i>Porcellium conspersum</i>	Kleine gaper																							+					1
Trachelipodidae																													
<i>Trachelipus rathkii</i>	Kleipissebed	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	27
Armadillidiidae																													
<i>Armadillidium opacum</i>	Bosoproller			+				+		+	+	+									+	+							7
<i>Armadillidium pictum</i>	Kleuroproller							+												+									2
<i>Armadillidium pulchellum</i>	Prachtproller																									+			1
<i>Armadillidium vulgare</i>	Gewone oprol-pissebed	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26
Aantal soorten per terrein		4	5	5	5	5	7	7	6	8	9	3	8	7	5	9	5	8	7	9	9	7	5	8	5	7	6	5	7

TABEL 3
Pissebedden (Isopoda) van droge schraallanden in Zuid-Limburg in 1988.

bij kleine terreinen (≤ één ha), namelijk zeven tot achttien, waarvan twee tot acht kenmerkende soorten [figuur 2]. Er zijn drie soorten geselecteerd die in voldoende terreinen voorkomen om voor een statistische analyse in aanmerking te komen: de Rode baardmier, de Mergelmier en de Zaadmier (*Tetramorium caespitum*) [figuur 3]. Van deze soorten was het voorkomen van de Rode baardmier positief gecorreleerd met de afstand tot het dichtstbijzijnde bezette schrale grasland. Bij nader onderzoek bleek dat deze soort vooral in relatief grote terreinen voorkomt (toets van Wilcoxon: 0,01 < P < 0,025). Opmerkelijk is dat de Mergelmier op tien plaatsen op het Belgische deel van Sint-Pietersberg is gevonden en niet in de vier onderzochte locaties van het Nederlandse deel van de Sint-Pietersberg, in het Popelmondedal (MABELIS & VERBEKE 1987; SMITS *et al.*, 2009).

Sprinkhanen

In de schrale graslanden van Zuid-Limburg zijn 20 soorten sprinkhanen aangetroffen, waarvan zeven kenmerkend zijn voor schraal grasland en vijf voor kalkgrasland (KLEUKERS *et al.*, 1997; SMITS *et al.*, 2009).

Het verband tussen de oppervlakte van het schrale grasland en het aantal soorten dat er voorkomt is significant positief (KLEUKERS *et al.*, 1997). Het Kalkdoortje (*Tetrix tenuicornis*) werd het vaakst in terreinen aangetroffen, het Zoemertje (*Stenobothrus lineatus*) in twee terreinen (Kunderberg en Wrakelberg), het Negertje (*Omocestus rufipes*) en het Schavertje (*Stenobothrus stigmaticus*) in slechts één terrein (Bemelerberg). Bij inventarisaties in latere jaren zijn nog enkele karakteristieke soorten gevonden (SMITS *et al.*, 2009). De meeste soorten, die in de schrale graslanden werden gevonden, komen algemeen in ons land voor. Opvallend is dat de Krasser (*Chorthippus parallelus*), die meestal korte vleugels heeft en niet kan vliegen, in alle terreinen is aangetroffen. De Ratelaar (*Chorthippus biguttulus*) kan wel goed vliegen, maar ontbreekt in een aantal terreinen. Deze soort werd vooral gevonden in terreinen met een zuidelijke expositie en waar de vegetatie kale plekken vertoonde. Twee soorten sabelsprinkhanen, die niet kunnen vliegen, ontbreken in verscheidene terreinen die nogal geïsoleerd liggen. Zowel de Bramensprinkhaan (*Pholidoptera griseoaptera*) als de Struiksprinkhaan (*Leptophyes punctatissima*), die niet

Terrein nr.	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Totaal		
Glomeridae																																	
	<i>Glomeris intermedia</i>	Oranjekogel																															4
	<i>Glomeris marginata</i>	Zwarte kogel	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+							+	+	+	+	+	+						+	20
Chordeumatidae																																	
	<i>Chordeuma sylvestre</i>	Bosdikwang									+			+	+																	4	
	<i>Melogona gallica</i>	Lössdikwang	+		+					+	+	+			+	+					+		+	+		+						11	
	<i>Mycogona germanica</i>	Duitse dikwang									+														+							2	
Craspedosomatidae																																	
	<i>Craspedosoma rawlini</i>	Vlekribbel			+				+		+				+																	4	
Polydesmidae																																	
	<i>Brachydesmus superus</i>	Kleine platrug												+																		1	
	<i>Polydesmus angustus</i>	Grote platrug	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	21	
	<i>Polydesmus denticulatus</i>	Gewone platrug	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	22	
	<i>Propolydesmus testaceus</i>	Zuidelijke platrug	+	+	+				+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	23	
Macrosternodesmidae																																	
	<i>Ophiodesmus albonanus</i>	Kleiplatrug																+								+						2	
Nemasomatidae																																	
	<i>Nemasoma varicorne</i>	Dubbeloogje							+									+														2	
Blaniulidae																																	
	<i>Blaniulus guttulatus</i>	Roodstip				+				+																				+		3	
	<i>Choneiulus palmatus</i>	Zwartstip				+																										1	
	<i>Proteroiulus fuscus</i>	Bruinstipje			+				+							+	+											+	+			6	
Julidae																																	
	<i>Allajulus nitidus</i>	Knikstaartje	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	
	<i>Brachyiulus pusillus</i>	Kleine tweestreep								+					+	+	+	+	+	+					+	+			+			10	
	<i>Cylindroiulus caeruleocinctus</i>	Brede kronkel	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	
	<i>Cylindroiulus punctatus</i>	Knotskronkel	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	
	<i>Enantiulus nanus</i>	Tweestaartje																														1	
	<i>Julus scandinavicus</i>	Grote knotspoet	+		+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	23	
	<i>Leptoiulus belgicus</i>	Streephaakpoot											+																			1	
	<i>Leptoiulus kervillei</i>	Stompe haakpoot	+			+		+	+	+	+			+		+			+	+				+	+		+	+	+	+	13		
	<i>Tachypodoiulus niger</i>	Witpootkronkel		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	26	
Aantal soorten per terrein			10	9	10	10	4	10	11	11	13	10	10	13	8	12	11	8	9	11	10	9	11	12	9	11	5	12	5	11			

TABEL 4

Miljoenpoten (Diplopoda) van droge schraallanden in Zuid-Limburg in 1988.

kunnen vliegen, zijn niet gevonden in de twee geïsoleerde schrale graslanden ten zuiden van de N278, namelijk de Vosgrub (nummer 8) en de Gulperberg (nummer 13).

Pissebedden

Er zijn 16 soorten pissebedden gevangen [tabel 3]. Er is geen relatie tussen de oppervlakte van het grasland en het aantal soorten pissebedden dat er werd gevonden. In kleine terreinen komen soms veel meer soorten voor dan in terreinen die groter zijn, bijvoorbeeld negen soorten in de groeve van Craubek (nummer 15: 0,02 ha) en slechts drie soorten op de Berghofweide (nummer 11: 1,9 ha).

Zes soorten zijn in de meeste terreinen aangetroffen. Ze komen algemeen in ons land voor en staan bekend als bossoort, met uitzondering van de Gewone oprolpissebed (*Armadillidium vulgare*), die zich ook in open terrein kan handhaven (BERG *et al.*, 2008). Vijf zeldzame soorten zijn slechts in één of twee terreinen gevonden. Enkele soorten zijn slechts in een beperkt deel van Zuid-Limburg aangetroffen, zoals de Buispissebed (*Ligidium hypnorum*). Volgens de regressieanalyse heeft isolatie een negatieve invloed op zijn verspreiding.

Miljoenpoten

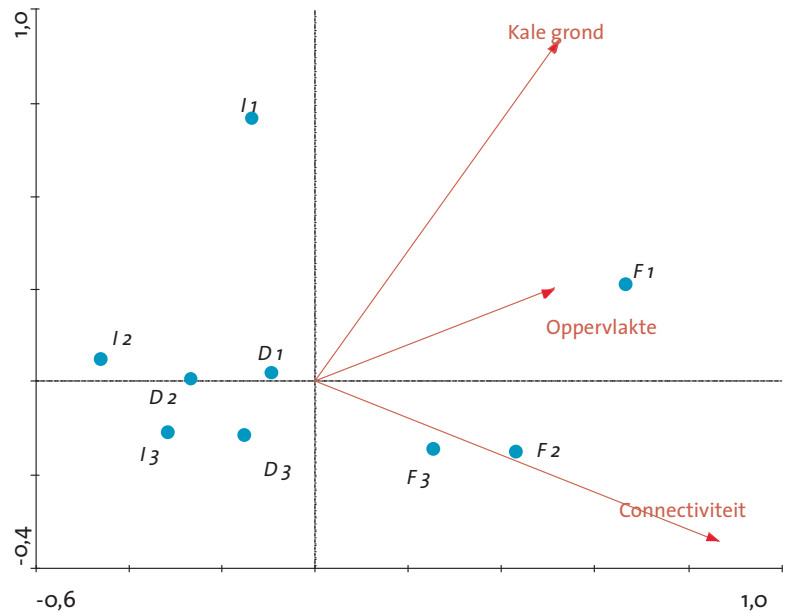
In totaal zijn 24 soorten miljoenpoten gevangen [tabel 4]. Ruim de helft hiervan zijn loofbossoorten. Negen soorten komen ook in open terrein voor (JEEKELE, 1978; BERG *et al.*, 2008). De verspreiding van vier soorten is beperkt tot Zuid-Limburg: de Zuidelijke platrug (*Propolydesmus testaceus*), Oranjekogel (*Glomeris intermedia*), Streephaakpoot (*Leptoiulus belgicus*) en de Stompe haakpoot (*Leptoiulus kervillei*). Van deze soorten is de Zuidelijke platrug waarschijnlijk gebonden aan een kalkrijke bodem (BERG *et al.*, 2008). De soort komt in bijna alle bemonsterde terreinen voor. Enkele soorten zijn alleen in een beperkt deel van Zuid-Limburg gevangen, zoals Oranjekogel en de Bosdikwang (*Chordeuma sylvestre*). Er is geen relatie tussen de oppervlakte van de terreinen en het aantal soorten miljoenpoten dat er voorkomt. Kleine schrale graslandjes bezitten soms veel meer soorten dan terreinen die groter zijn, bijvoorbeeld elf soorten in de groeve van Craubek (nummer 15: 0,02 ha) en slechts vijf soorten op de Klingeleberg (nummer 25: 1,12 ha). Volgens de regressieanalyse, die uitgevoerd is met soorten die in 30-70% van de terreinen voorkwamen, wordt de verspreiding van Kleine tweestreep (*Brachyiulus*

FIGUUR 4

Relatie tussen de factoren oppervlakte, connectiviteit en aandeel kale grond en de verspreiding van enkele soorten mieren, pissebedden en miljoenpoten (CANOCO for Windows, versie 4.5, TER BRAAK, 1995); Mieren (Formicidae): F₁: Rode baardmier (*Formica rufibarbis*); F₂: Mergelmier (*Lasius alienus*); F₃: Zwarte zaadmier (*Tetramorium caespitum*); Pissebedden (Isopoda): I₁: Mierepissebed (*Platyarthrus hoffmannseggii*); I₂: Buispissebed (*Ligidium hypnorum*); I₃: Paars drieoogje (*Trichoniscus pusillus*); Miljoenpoten (Diplopoda): D₁: Stompe haakpoot (*Leptoiulus kervillei*); D₂: Kleine tweestreek (*Brachyiulus pusillus*); D₃: Lössdikwang (*Melogona gallica*).

pusillus) negatief beïnvloed door isolatie.

Figuur 4 laat zien dat de verspreiding van pissebedden en miljoenpoten geen relatie heeft met de oppervlakte en de connectiviteit van de graslanden en dat het voorkomen van de Mierenpissebed (*Platyarthrus hoffmannseggii*) meer gerelateerd is aan de aanwezigheid van kale grond, waar meer nesten van schraalgraslandmieren zijn te vinden, dan de overige soorten. De relaties zijn echter zwak.



DISCUSSIE

Mieren

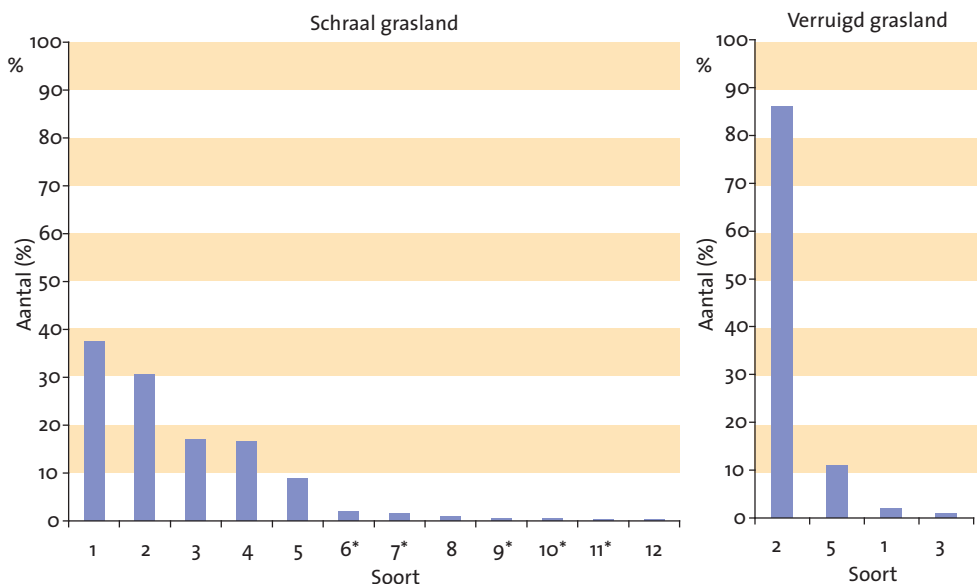
De positieve correlatie tussen de oppervlakte van het schrale grasland en het aantal kenmerkende mierensoorten dat er voorkomt wordt voornamelijk bepaald door de grootste terreinen, in casu de Bemelerberg en de Sint-Pietersberg. In grote terreinen is over het algemeen meer habitat voor kenmerkende soorten beschikbaar, waardoor de vestigingskans van deze soorten groter is en ze zich bovendien langer kunnen handhaven dan in kleine terreinen. De Rode baardmier komt dan ook vaker voor in grote terreinen, waar hij zich beter kan handhaven ten opzichte van zijn concurrent de Bruine baardmier (*Formica cunicularia*), die in vrijwel alle terreinen voorkomt en dezelfde habitat en niche bezit. De soortenrijkdom wordt tevens beïnvloed door de expositie, hellingshoek en

vegetatiestructuur van het terrein. De vegetatiestructuur wordt voornamelijk bepaald door het beheer dat er wordt gevoerd. De BOER (1983) schreef het geringe aantal karakteristieke mierensoorten dat in 1981 op de Berghofweide (nummer 11) werd gevonden dan ook voornamelijk toe aan betreding van het terrein door paarden. Het aantal soorten van schraal grasland is toegenomen na 1984, toen besloten werd het terrein te laten begrazen door schapen: drie soorten in 1981, vier soorten in 1988 en zes soorten in 2006 (SMITS *et al.*, 2009).

Verder heeft de omgeving invloed op de soortenrijkdom van een terrein. Dit geldt vooral voor kleine terreinen. Het aantal soorten dat er voorkomt loopt dan ook sterk uiteen. In de Vosgrubbe (nummer 8), dat omsloten is door bos, werden bijvoorbeeld slechts twee kenmerkende soorten aangetroffen en in het Welterveld (nummer 23), dat invloed ondervindt van de erboven gelegen akker, slechts drie soorten. In de Craubeek-groeve (nummer 15), waarvan het schrale grasland een oppervlakte heeft van slechts 0,02 ha, werden zeven kenmerkende soorten gevonden, terwijl in de nabijgelegen spoorberm (0,38 ha) slechts drie soorten voorkwamen. In de groeve, die op het zuidwesten is geëxponeerd, komen plekken voor met een schra-

FIGUUR 5

Aandeel van verschillende mierensoorten in het totaal aantal gevangen mieren in een schraal grasland (links) en een verruigd grasland (rechts) van de Sint-Pietersberg; 1: Gewone steekmier (*Myrmica rubra*); 2: Wegmier (*Lasius niger*); 3: Bossteekmier (*Myrmica ruginodis*); 4: Grauwzwarte mier (*Formica fusca*); 5: Moerassteekmier (*Myrmica scabrinodis*); 6*: Zandsteekmier (*Myrmica sabuleti*); 7*: Bruine baardmier (*Formica cunicularia*); 8: Gele weidemier (*Lasius flavus*); 9*: Oprolmier (*Myrmecina graminicola*); 10*: Rode baardmier (*Formica rufibarbis*); 11*: Zwarte zaadmier (*Tetramorium caespitum*); 12: Gewone drentelmier (*Stenamma debile*). De nummers van de schraallandsorten zijn voorzien van *.





FIGUUR 6

Het talud langs de Wrakelbergerweg. Dit schrale grasland ligt zo dicht bij de Wrakelberg dat uitwisseling van individuen plaats kan vinden (foto: B. Verboom).

le vegetatie op kalkrijke bodem. Dit is het leefgebied van warmteminnende mierensoorten. Deze soorten hebben belang bij een snelle ontwikkeling van het broed in het nest. Dergelijke plekken ontbreken vrijwel in de spoorberm, die op het noordwesten is geëxponeerd.

Het verschil in soortensamenstelling van plekken met een duidelijk verschil in vegetatiestructuur kan worden geïllustreerd aan de vangsten van twee raaien van vijf vangpotten, die op verschillende plaatsen van de Sint-Pietersberg waren ingegraven, namelijk in schraal en verruigd grasland (ENCI-terrein). De procentuele verdeling van het aantal gevangen individuen van de soorten vertoont een steiler verloop in het verruigde terrein dan in het schrale grasland [figuur 5]. In het schrale grasland werden dan ook veel meer soorten gevangen, terwijl in het verruigde terrein geen schraallandsoorten voorkomen en de Wegmier (*Lasius niger*), een zeer algemene eurytope soort, er sterk domineert.

Behalve oppervlakte en kwaliteit van een schraal grasland heeft ook de afstand tot naburige graslanden invloed op de soortenrijkdom: bij geringe afstanden kunnen regelmatig individuen tussen de terreinen worden uitgewisseld, waardoor lokale populaties langer kunnen blijven leven. Als een populatie in één van de terreinen uitsterft dan zal na verloop van tijd rekolonisatie vanuit naburige terreinen kunnen plaatsvinden, althans zolang de habitatkwaliteit goed blijft. Een dergelijke uitwisseling van individuen vindt onder andere plaats tussen de Wrakelberg [tabel 1, nummer 18] en het schrale graslandje langs de Wrakelbergerweg [figuur 6].

In figuur 7 is het presentiepercentage van karakteristieke soorten van schrale graslanden weergegeven. Soorten die afhankelijk zijn van andere soorten om zich ergens te kunnen vestigen, de zogenaamde tijdelijk sociale parasieten, werden het minst aangetroffen. Koninginnen van de Zwartrugbosmier (*Formica pratensis*) en de Bloedrode roofmier (*Formica sanguinea*) zijn voor de opbouw van een werkstervolk afhankelijk van *Serviformica*-soorten (Gruauzwarte mier (*Formica fusca*), Bruine baardmier of Rode baardmier). Eén van deze hulpmierensoorten is in de meeste terreinen wel aanwezig, maar de kans dat ze zo'n vreemde koningin in het nest accepteren is zeer gering (GÖSSWALD, 1989). De Veldmier (*Lasius meridionalis*) is tijdelijk sociaal parasiet van Wegmier, Mergelmier of Buntgrasmier. Hij is alleen gevonden op de Wrakelberg, maar zou in meer terreinen kunnen voorkomen omdat deze soort soms moeilijk is te on-

derscheiden van de Schaduwmier (*Lasius umbratus*) (VAN BOVEN & MABELIS, 1986).

Een aantal andere weinig voorkomende soorten zijn kwetsbaar of kunnen zich moeilijk ergens vestigen. Zo zijn volken van de Staafmier (*Ponera coarctata*) erg klein: ze bestaan slechts uit enkele tientallen werksters. Ze bouwen kleine nestjes op plaatsen waar de zon de bodem gemakkelijk kan opwarmen. De Kleine steekmier (*Myrmica rugulosa*) is ook weinig gevonden. Deze soort heeft verscheidene koninginnen en kan zich niet alleen vliegend verbreiden, maar ook door middel van nestafsplitsing (SEIFERT, 1996). De soort

lijkt echter vrij kritisch wat betreft de keuze van de nestplaats: hij is warmteminnend en verkiest korte schrale vegetaties. De Diefmier (*Solenopsis fugax*) is moeilijk te vangen omdat ze hun nest in de onmiddellijke nabijheid van nesten van andere soorten bouwen en eerder voedsel zullen stelen dan zelf op pad te gaan. Deze soort zou dus algemener kunnen voorkomen dan de vangsten suggereren. Het Mergeldraaigatje (*Tapinoma erraticum*), die in 25% van de terreinen is gevonden, is erg storingsgevoelig: bij de geringste verstoring verhuist een volk naar een andere locatie, wat risico's met zich brengt bij het verslepen van broed. Bovendien zijn er aanwijzingen dat deze warmteminnende soort moeite heeft zich te vestigen in een terrein waar weinig warme plekjes te vinden zijn. Bij een verwante uitheemse *Tapinoma*-soort zijn meer koninginnen bij de vestiging betrokken om zo snel mogelijk over voldoende werksters te kunnen beschikken om als volk de beginfase te kunnen overleven (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). Voor koninginnen van veel mierensoorten zijn bovendien de afstanden tussen de terreinen te groot om een ander terrein vliegend te kunnen bereiken (MABELIS & KORCZYNSKA, 2001). Het kan dan ook niet worden uitgesloten dat het ontbreken van de Mergelmier op het Nederlandse deel van de Sint-Pietersberg mede verband houdt met de afstand die een vliegende koningin zou moeten afleggen vanaf het Belgische deel van het gebied, al gaat het slechts om een afstand van twee kilometer.

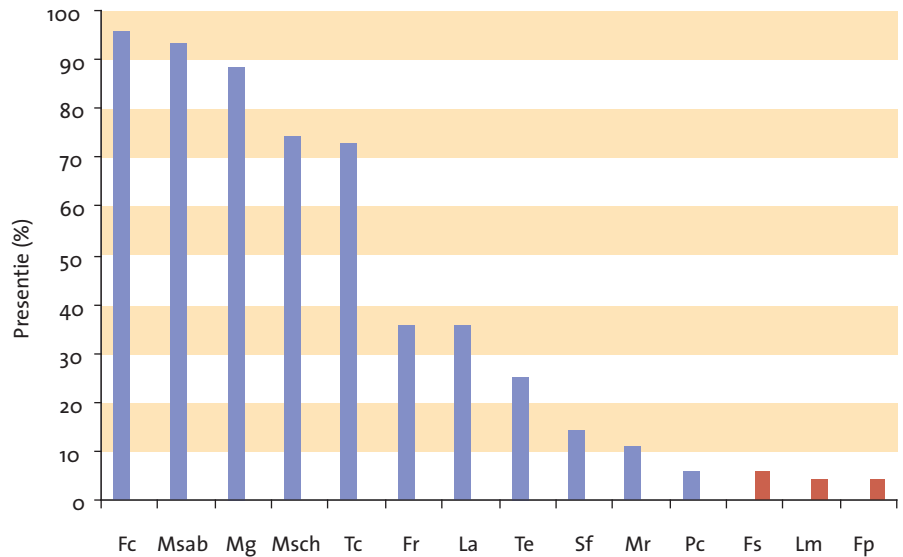
Sprinkhanen

Van de 20 aangetroffen soorten sprinkhanen zijn zeven soorten kenmerkend voor schraal grasland en vijf soorten voor kalkgrasland (KLEUKERS *et al.*, 1997; SMITS *et al.*, 2009). Vooral voor deze warmteminnende soorten zijn schrale graslanden op te vatten als habitateilanden, die omgeven zijn door onleefbaar cultuurland of bos. In de grootste terreinen komen de meeste soorten sprinkhanen voor (maximaal negen soorten): het verband tussen de oppervlakte van het schrale grasland en het aantal soorten dat er voorkomt is significant positief (KLEUKERS *et al.*, 1997), al verschilt het aantal soorten dat in de kleine terreinen voorkomt sterk (één tot zes soorten). Karakteristieke schraallandsoorten komen vrijwel uitsluitend in de grotere terreinen voor. Alleen het Kalkdoorntje is in enkele kleine terreinen aangetroffen, zoals de kalkgroeve van Craubeek en de Julianagroeve. In kleine schraallandfragmenten (\leq één hectare) zijn vier soorten veldsprinkhanen gevonden en vier soorten sabelsprinkhanen (KLEUKERS *et al.*, 1993). De veldsprink-

FIGUUR 7

Presentie van kenmerkende soorten mieren in de geïnventariseerde schrale graslanden van Zuid-Limburg (n = 28); de kolommen van de temporair sociale parasieten zijn rood.

Fc: Bruine baardmier (*Formica cunicularia*); Msab: Zandsteekmier (*Myrmica sabuleti*); Mg: Oprolmier (*Myrmecina graminicola*); Msch: Kokersteekmier (*Myrmica schencki*); Tc: Zwarte zaadmier (*Tetramorium caespitum*); Fr: Rode baardmier (*Formica rufibarbis*); La: Mergelmier (*Lasius alienus*); Te: Mergeldraagtje (*Tapinoma erraticum*); Sf: Diefmier (*Solenopsis fugax*); Mr: Kleine steekmier (*Myrmica rugulosa*); Pc: Staafmier (*Ponera coarctata*); Fs: Bloedrode roofmier (*Formica sanguinea*); Lm: Veldmier (*L. meridionalis*); Fp: Zwartrugbosmier (*Formica pratensis*).



hanen eten planten, vooral grassen, terwijl de sabelsprinkhanen ook dierlijk voedsel eten. De Grote groene sabelsprinkhaan (*Tettigonia viridissima*) en de Bramensprinkhaan zijn vooral in de ruige delen van een terrein te vinden, terwijl Boomsprinkhaan (*Meconema thalassinum*) en de Struiksprinkhaan alleen in terreinen zijn te vinden waar bomen en struiken voorkomen. De Bramensprinkhaan kan niet vliegen, maar komt desondanks in vrijwel alle terreinen voor. Uitzonderingen zijn de sterk geïsoleerd gelegen terreinen Vosgrub (nummer 8) en Gulperberg (nummer 13).

Opvallend is dat de Krasser in alle geïnventariseerde terreinen blijkt voor te komen, terwijl deze soort meestal brachypteer is, dat wil zeggen korte vleugels bezit en niet kan vliegen. Weliswaar worden af en toe macroptere individuen geproduceerd, die wel kunnen vliegen, maar dit doen ze doorgaans alleen als ze opgejaagd worden en dan nog over een afstand van maximaal enkele meters (KÖHLER, 1999). Verbreiding vindt dan ook voornamelijk lopend plaats, al kan niet worden uitgesloten dat macroptere individuen zich soms vliegend verbreiden (MABELIS *et al.*, 1994). De meeste individuen van de Krasser verplaatsen zich gedurende hun korte leven slechts over afstanden van enkele tientallen meters. Dit geldt voor beide geslachten (OPITZ *et al.*, 1998). In enkele gevallen zijn grotere afstanden afgelegd, zoals 100 meter en meer over een ecodeuct (KÖHLER, 1999). De Krasser komt veel voor in wegbermen en zou daarvan gebruik kunnen maken om betrekkelijk geïsoleerde schraallanden te bereiken. Voor deze eurytope soort lijkt het ecologische netwerk intact.

De Ratelaar is warmteminnender dan de Krasser: zijn aanwezigheid is dan ook positief gecorreleerd met het aandeel kale grond. Het habitatverschil met de Krasser houdt waarschijnlijk verband met de langere ontwikkelingsduur van de eieren (MUSTERS & VAN WINGERDEN, 1990). De Ratelaar komt minder in wegbermen met een dichte vegetatie voor dan de Krasser en zou daarom geïsoleerde terreinen moeilijker kunnen bereiken via wegbermen. Individuen van deze soort kunnen weliswaar goed vliegen, maar ze komen doorgaans niet verder dan enkele tientallen meters (KÖHLER, 1999). In de Vosgrubbe, een schraal graslandje dat geheel door bos is omgeven, is dan ook alleen de Krasser aangetroffen [figuur 8].

Geïsoleerde deelpopulaties sterven op den duur uit (KÖHLER, 1996; 1999). Rekolonisatie van een gebied vanuit een naburige bronpopulatie is mogelijk indien de afstand kan worden overbrugd. Een

goede ecologische verbinding tussen schrale graslanden is dan ook van belang voor alle soorten die eraan gebonden zijn.

Schrale wegbermen, zouden als corridor of stapsteen kunnen dienen, maar de meeste wegbermen zijn tegenwoordig veruigd door stikstofdepositie uit de lucht en bemestingsinvloeden van aangrenzend cultuurland. Mede hierdoor zijn de resterende schraalgraslanden sterk geïsoleerd geraakt. Sprinkhanen konden vroeger nog meeliften met schapen over een afstand van honderden meters (FISCHER *et al.*, 1995), maar sinds de eerste helft van de vorige eeuw trekken er in Zuid-Limburg geen schaapherders meer rond (HILLEGERS & REUTEN, 1978).

Pissebedden

Soorten die niet kritisch zijn wat hun leefgebied betreft komen ook buiten de schrale graslanden voor. Voor zover een dergelijke eurytope soort zich alleen lopend kan verplaatsen zal de kans op voorkomen in een schraal grasland eerder worden bepaald door de afstand tot naburige bezette habitatplekken dan door de oppervlakte van het terrein. Dit zou zowel kunnen gelden voor pissebedden als voor miljoenpoten.

Pissebedsoorten verschillen in gevoeligheid voor uitdroging. Soorten van de familie *Ligiidae* zijn het meest gevoelig, gevolgd door soorten van de families *Trichoniscidae*, *Oniscidae*, *Porcellionidae* en *Armadillidae* (EDNEY, 1954; BRERETON, 1957; CLOUDSEY THOMPSON, 1958; DUNGER, 1964). De Buispissebed (*Ligidium hypnorum*, familie *Ligiidae*) staat bekend als zeer gevoelig voor uitdroging en komt in het oosten van ons land dan ook voornamelijk voor in loofbos (BERG *et al.*, 2008). Zijn beperkte verspreiding in Zuid-Limburg zou verband kunnen houden met de bosrijke omgeving van de terreinen waarin de soort gevangen is, maar zou ook een gevolg kunnen zijn van de slechte bereikbaarheid van andere leefgebieden [figuur 1, tabel 3]. De afstand tussen de terreinen, zowel als de weerstand van het tussenliggende gebied, zou er de oorzaak van kunnen zijn dat de soort ontbreekt in andere graslanden die door bos zijn omgeven. Soorten van de familie *Armadillidae* kunnen zich beter handhaven in het droge milieu van het schrale grasland: ze bezitten een relatief dik skelet en kunnen zich bovendien oprollen. Soorten van deze familie zijn ook overdag actief. De Gewone oprolpissebed komt algemeen in ons land voor en is in vrijwel alle terreinen gevangen. In loofbosjes van Twente is de soort echter niet gevangen (MABELIS



FIGUUR 8

Het kalkgraslandje van de Vosgrubbe (tabel 1, nr. 8) is omgeven door bos en ligt geïsoleerd ten opzichte van andere schrale graslanden. Het wordt begraasd door schapen (foto: B. Verboom).

& VAN VELDEN, 1992). Dit zou verband kunnen houden met de behoefte van deze dieren aan een kalkrijk dieet; het zure substraat van de bosjes zou ongeschikt voor ze zijn (CLOUDSEY THOMPSON, 1958). De Bosoproller (*Armadillidium opacum*) zou eveneens een voorkeur hebben voor kalkrijke gebieden (HOLTHUIS, 1956; BERG *et al.*, 2008). Hij komt alleen in Zuid-Limburg algemeen voor, al lijkt de verspreiding ook hier beperkt (zie tabel 3, VAN ETTEN & ROOS, 1984; BERG *et al.*, 2008). Ook voor veel andere soorten pissebedden zou een kalkrijk terrein gunstig zijn: volgens DUNGER (1964) ontbreken ze in terreinen met een zure bodem. In Twentse bosjes op lemig zand zijn dan ook minder soorten gevangen dan in de kalkrijke graslanden van Zuid-Limburg: respectievelijk zes soorten ($n = 22$) en 16 soorten ($n = 28$). Het gemiddeld aantal soorten per terrein bedraagt respectievelijk 3,7 en 6,5. Van soorten die in de meeste terreinen voorkomen zijn relatief veel individuen gevangen, zoals ook is vastgesteld bij vangsten in de Twentse bosjes (MABELIS & VAN VELDEN, 1992).

De Prachtoproller (*Armadillidium pulchellum*) is zeldzaam; hij is tijdens dit onderzoek dan ook alleen op de Putberg gevangen. In Twente kwam de soort echter in de meeste bosjes voor. De Rivierkleipissebed (*Trichoniscoides helveticus*) en de Kleiribbel (*Haplophthalmus mengei*) zijn eveneens zeldzaam. Beide soorten zijn slechts op enkele plekken in Zuid-Limburg gevonden (VAN ETTEN & ROOS, 1984; BERG *et al.*, 2008), door de auteurs alleen in een wegberm ten oosten van de Wrakelberg [tabel 3]. Van enkele soorten zullen de vangsten echter niet representatief zijn voor het aantal terreinen waarin ze voorkomen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Mierenpissebed, die in mieren nesten leeft. Hij is aangetroffen in nesten van verscheidene soorten mieren, zelfs soorten die tot een verschillend geslacht behoren, zoals *Formica*, *Lasius*, *Myrmica* en *Myrmecina* (DONISTHORPE, 1927; NOORDIJK & BERG, 2009). De Mierenpissebed komt waarschijnlijk talrijker voor in de schrale graslanden dan in de omgeving ervan omdat de nestdichtheid van de mieren er hoger is. De soort is in bijna eenderde van de bemonsterde terreinen aangetroffen.

De wijze waarop een terrein wordt beheerd heeft mede invloed op de soorten die er voorkomen. Op de Berghofweide, die in het verleden werd begraasd met paarden, zijn de minste soorten pissebedden gevonden. Dit komt overeen met het resultaat van een inventarisatie die vijf jaar eerder is uitgevoerd door VAN ETTEN & ROOS (1984). Volgens DUFFEY (1975) zouden pissebedden gevoelig zijn voor betreding.

Miljoenpoten

Miljoenpoten komen voornamelijk voor in bos. Ze zijn gevoelig voor uitdroging (BLOWER, 1955). Dit geldt vooral voor soorten van de familie *Polydesmidae* (WALLWORK, 1970). Deze zijn nogal plat zijn en leven voornamelijk aan de bodemoppervlakte. Ze graven zich niet in, zoals de ronde miljoenpoten van de overige families. Ze kunnen zich evenmin oprollen, zoals soorten van de familie *Glomeridae*. Miljoenpoten zijn vooral te vinden in een vochtige humusrijke omgeving, in de strooisellaag tussen halfverrotte bladeren, in vermolmd boomstronken en onder de schors van dode stammen. Een droge omgeving wordt gemeden. De meeste soorten mijden ook een zure omgeving (DUNGER, 1964). Kalkrijke gebieden zijn daarentegen gunstig (BLOWER, 1955; DUNGER, 1964). In de kalkrijke schrale graslandjes van Zuid-Limburg zijn dan ook meer soorten gevangen dan in de zure bosjes van Twente: respectievelijk 24 soorten ($n = 28$) en acht soorten ($n = 22$). Het gemiddeld aantal soorten miljoenpoten per terrein bedraagt respectievelijk 9,8 en 2,9 (MABELIS & VAN VELDEN, 1992).

Miljoenpoten zijn voornamelijk 's nachts actief. Ze gaan dan op zoek naar voedsel: algen, schimmels, vermolmd hout en half verteerde bladeren (DUNGER, 1964; WALLWORK, 1970). Soorten verschillen in dagelijkse activiteit, die van invloed is op hun vangkans. Soorten, die iteropaar zijn, dat wil zeggen dat ze zich in achtereenvolgende jaren voortplanten, zoals de Knotskronkel (*Cylindroiulus punctatus*, familie *Julidae*), kruipen overdag vaak bijeen op een plek met een hoge luchtvochtigheid, bijvoorbeeld dood hout, waar deze soort ook van leeft. Ze zouden 's nachts niet ver van deze schuilplek aflopen (BLOWER, 1969). Soorten die semelpaar zijn, dat wil zeggen dat ze zich slechts één maal voortplanten, zoals de Grote knotspoot (*Julus scandinavicus*) en soorten van de familie *Polydesmidae*, hebben een relatief hoge reproductie. Ze zitten vaak in familiegroepen bijeen. Zodra de jongen volwassen zijn verspreiden ze zich in de omgeving. Ze komen dan ook meer verspreid voor dan de iteropare soorten (BLOWER, 1969). Van enkele soorten zijn massale migraties waargenomen, zoals van de Grote tweestreek (*Ommatoiulus sabulosum*) (VERHOEFF, 1900; CLOUDSEY THOMPSON, 1958). De vangkans van de soorten loopt dus nogal uiteen. Zo zal de vangkans van het Bruinstipje (*Proteroiulus fuscus*) gering zijn omdat deze soort vaak in mieren nesten voorkomt (DONISTHORPE, 1927) en vooral onder boomschors leeft (BERG *et al.*, 2008). Wel kunnen verschillende terreinen met elkaar worden vergeleken op het voorkomen van soorten.

Schraal grasland biedt geen optimaal leefgebied voor miljoenpoten. De geselecteerde terreinen zijn dan ook niet op te vatten als habitateilanden voor deze groep van invertebraten. Er zijn vier tot twaalf soorten miljoenpoten per terrein gevangen. In open terreinen, waar vrijwel geen strooisellaag aanwezig is, komen de minste soorten miljoenpoten voor, zoals in de Julianagroeven en op de akkers van de Kruisberg. De meeste soorten komen verspreid in Zuid-Limburg voor. Een algemene soort als de Roodstip (*Blaniulus gut-*

FIGUUR 9

De steilrand bij Craubeek (tabel 1, nr. 16) werd van 1987 tot en met 1990 jaarlijks gemaaid door medewerkers van de stichting Instandhouding Kleine Landschapselementen in Limburg, maar momenteel vindt er geen maaibeheer meer plaats (foto: B. Verboom).

tulatus) komt in open cultuurland voor en kan passief door de mens worden verspreid (JEEKEL, 1978). Enkele zeldzame soorten zijn slechts in een beperkt areaal gevangen, zoals Oranjekogel en de Bosdikwang. Waarschijnlijk hebben deze soorten andere geschikte terreinen niet kunnen bereiken. Dit geldt wellicht ook voor de Kleine tweestreek, die uitsluitend in het oosten van Zuid-Limburg is gevangen.



ONTSNIPPERINGSMAATREGELEN

Veel ongewervelde diersoorten van schrale graslanden zijn warmteminnend: ze hebben een hoge temperatuur nodig voor een snelle ontwikkeling van het broed. Voor deze soorten zijn schrale graslanden te beschouwen als eilanden in een onleefbare omgeving. Er kunnen zich meer karakteristieke schraal graslandsoorten handhaven naarmate het terrein groter is en minder geïsoleerd ligt ten opzichte van soortgelijke terreinen. Het aantal karakteristieke soorten dat er voorkomt wordt mede bepaald door de bodem, expositie, hellingshoek en begroeiing van het terrein. Kalkrijke zuidhellingen met een schrale vegetatie, waarin open plekken voorkomen, bieden de beste levenskansen voor warmteminnende soorten. De structuur van de vegetatie kan worden beïnvloed door het nemen van beheermaatregelen. De omgeving heeft eveneens invloed op de kwaliteit van een graslandreservaat. Zo kan het leefgebied van soorten sterk worden ingeperkt door de inspoeling van meststoffen van een hoger gelegen akker [figuur 9]. Vooral in kleine terreinen kan het aantal karakteristieke soorten erdoor afnemen. Als deze terreinen in de buurt liggen van terreinen met een soortgelijke vegetatiestructuur zouden bepaalde soorten er zich langer kunnen handhaven door immigratie van individuen vanuit deze potentiële brongebieden. Schrale wegbermen kunnen als verbindingssbaan of stapsteen dienen en de migratie van soorten vergemakkelijken [figuur 10]. Dit is vooral van belang voor karakteristieke soorten die zich alleen lopend kunnen verplaatsen. Zo werd de Levendbarende hage-

dis (*Zootoca vivipara*) in ruim de helft van het aantal kleine schrale graslandjes (\leq één hectare) aangetroffen ($n = 18$). Verbindingsbanen kunnen ook van belang zijn voor soorten waarvan het belangrijkste leefgebied buiten de schrale graslanden ligt, zoals het geval is bij pissebedden en miljoenpoten. Eurytope soorten, die niet kritisch zijn wat hun leefgebied betreft, hebben minder problemen om geïsoleerde terreinen te bereiken dan stenotope soorten. Verscheidene soorten pissebedden, miljoenpoten, sprinkhanen als mieren zijn alleen binnen een beperkt areaal van Zuid-Limburg gevonden, wat doet vermoeden dat ze verder weg gelegen terreinen met geschikt habitat niet hebben kunnen bereiken. Mierenkoninginnen kunnen terreinen die op enkele kilometers afstand van het nest liggen vliegend bereiken, maar de meeste terreinen liggen zover van het brongebied verwijderd dat immigratie van individuen vrijwel onmogelijk is. Temporair sociale parasieten, soorten waarvan de koningin afhankelijk is van een andere soort om zich ergens te vestigen, hebben de geringste kans een terrein op afstand te koloniseren.

Kleine schraalgraslanden kunnen een cruciale rol spelen bij de regionale overleving van kenmerkende soorten, vooral als ze een kalkrijke bodem bezitten, op het zuiden zijn geëxponerd en bovendien in de buurt liggen van terreinen met een soortgelijke vegetatiestructuur. Voor het behoud van karakteristieke soorten van schrale graslanden zal echter niet alleen aandacht moeten worden besteed aan

FIGUUR 10

Het schrale grasland aan de zuidkant van het Platte Bosch (tabel 1, nr. 28) wordt jaarlijks gemaaid door medewerkers van de stichting Instandhouding Kleine Landschapselementen. De wegbermen zouden als verbindingssbaan kunnen dienen voor soorten van schrale graslanden indien ze zouden kunnen worden verschaald (foto: B. Verboom).



het beheer van de terreinen zelf, waarbij vergrassing en verruiging van de vegetatie wordt tegengegaan door het terrein regelmatig te maaien of te laten begrazen, maar ook aan het onbemest laten van een aangrenzende strook van een hoger gelegen akker en aan het verbeteren van de verbinding tussen de verschillende terreinen. De verbinding met naburige schrale graslanden kan worden verbeterd door tussenliggende graslandpercelen, zoals wegbermen, te verschralen.

DANKWOORD

Wij zijn Loek Kuiters dankbaar voor zijn bijdrage in de analyse van de gegevens en danken Bart Willers voor het maken van het kaartje van de geïnventariseerde schrale graslanden. Pierre Grooten van de stichting Instandhouding Kleine Landschapselementen willen we danken voor zijn hulp bij het selecteren van kleine snippers schraal grasland in het agrarische cultuurland van Zuid-Limburg.

Summary

INVERTEBRATES OF FRAGMENTED CHALK GRASSLANDS IN SOUTHERN LIMBURG

Since the beginning of the twentieth century, the area of nutrient-poor dry grasslands in South Limburg (NL) has decreased as shepherds and their sheep stopped wandering from one grassland area to the next. Many grasslands were transformed into highly productive meadows and arable land with fertilizers. The remaining fragments of nutrient-poor grassland, mainly chalk grassland, became more and more isolated from each other, which had consequences for the regional survival of species that depend on this type of vegetation. For these species, the fragments can be seen as habitat islands amidst uninhabitable agricultural land. Roadside verges and small fragments of grassland can function as corridors or stepping stones for the migration of typical grassland species, provided that they offer the right habitats and are properly managed.

A recent study into the causes of the degradation of nutrient-poor dry grassland ecosystems in Southern Limburg required comparisons of recent data with older data to evaluate the present situation. However, not all of the older data had been published. This article therefore presents results of a survey of ants, grasshoppers, isopods and millipedes in the remaining grassland fragments on calcareous soil in Southern Limburg which was conducted in 1988 by means of pitfall traps and by direct observation.

Most species of ants and grasshoppers that are typical of nutrient-poor grasslands were found in the largest habitat fragments. Smaller fragments (≤ 1 ha) varied greatly in terms of the numbers of species. Species numbers depend not only on the size and the degree of isolation of an area, but also on its exposure, inclination, vegetation and management. The number of thermophilous species was higher in nutrient-poor parts of the grasslands, with some bare patches.

Although ants disperse mainly by means of flying queens, several ant species were absent from habitat patches that were situated too far from the source area for the ant queens to fly. Temporary social parasites, i.e. species which depend on other species to establish, were least represented in the areas investigated.

Some grasshopper species which can fly were also absent from habitat patches that were situated far from potential source areas. In contrast, a species like *Chorthippus parallelus*, which is generally short-winged and unable to fly, was found in all the grassland areas investigated. This species is rather eurytopic and may use roadside verges to disperse.

Although the dispersal capacity of isopods and millipedes is more limited than that of ants and grasshoppers, they are not dependent on grasslands. In fact, woodlands offer a better habitat for most of these species. Nevertheless, many more species were found in the chalk grasslands of Southern Limburg than in the woodland fragments on sandy soil in the Twente region in the east of the Netherlands. Calcareous soil seems to be suitable for a few species, such as the isopod *Armadillium opacum* and the millipede *Propolydesmus testaceus*. Several species were absent from habitat patches that are situated far from potential source areas.

Most roadside verges have soil enriched by nutrients from adjacent agricultural land and can therefore not function as a corridor or stepping stone for species of nutrient-poor grassland. It should be possible to restore former connections between habitat patches for species typical of nutrient-poor grasslands by leaving a strip of agricultural land unfertilized and by applying a special mowing regime.

Literatuur

● ALDERS, K. & H. TURIN, 1981. Entomologische inventarisatie van de reservaten Het Gerendal en de

Kruisberg in Zuid-Limburg: deelverslag loopkevers (*Coleoptera, Carabidae*). RIN-rapport 81/17.

● AUKEMA, B., 1983. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Wantsen (*Hemiptera, Heteroptera*). Natuurhistorisch Maandblad 72(8):129-135.

● BERG, M.P., M. SOESBERGEN, D. TEMPELMAN & H. WIJNHOFEN, 2008. Verspreidingsatlas Nederlandse landpissebedden, duizendpoten en miljoenpoten (*Isopoda, Chilopoda, Diplopoda*). European Invertebrate Survey – Nederland/Vrije Universiteit, afdeling Dierecologie, Leiden/Amsterdam.

● BERGERS, P.J.M., L.H.A. VAN DIJK & P.J.M. VERBEEK, 1987. Verbreidingsmogelijkheden voor dagvlinders van kalkgraslanden. Verslag Natuurbeheer nummer, 900. Landbouwuniversiteit Wageningen.

● BLOWER, J.G., R., 1955. Millipedes and centipedes as soil animals. In: (Kevan, ed.) Soil Zoology. Butterworth, London: 138-151.

● BLOWER, J.G., 1969. Age-structures of millipede populations in relation to activity and dispersion. In: J.G. Sheals (red.), The Soil Ecosystem. Systematics Association Publication 8: 209-216.

● BOBBINK T. & J.H. WILLEMS, 2001. Praeadvies Kalkgraslanden. Expertisecentrum Ministerie van Landbouw, Natuur & Voedselkwaliteit, Wageningen.

● BOER, D. DE, 1983. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Mieren – I (*Hymenoptera: Formicidae*). Natuurhistorisch Maandblad 72 (1): 5-12.

● BOVEN, J.K.A. VAN & A.A. MABELIS, 1986. De mierenfauna van de Benelux (*Hymenoptera: Formicidae*). Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 173. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud.

● BRAAK, C.J.F., TER 1995. Ordination. In: Jongman, R.H.G., C.J.F. Ter Braak & C.J.F. Van Tongeren (eds.), Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge: 91-173.

● BRERETON, J.L.G., 1957. The distribution of woodland isopods. *Oikos* 8: 85-106.

● CLOUDSEY THOMPSON, J.L., 1958. Spiders, scorpions, centipedes and mites. Pergamon press, London.

● COBBEN, R.H. & G.J. ROZEBOOM, 1983. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: De cicaden in bodemvallen (*Hemiptera*,

Homoptera, Auchenorrhyncha). Natuurhistorisch Maandblad 72 (6/7):102-109.

- COLLINGWOOD, C.A., 1979. *The Formicidae (Hymenoptera)* of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica 8. Lubrecht & Cramer Ltd, New York..
- DUFFEY, E., 1975. The effects of human trampling on the fauna of grassland litter. *Biological Conservation* 7 (4): 255-274.
- DUJIM, M. & G. KRUSEMAN, 1983. De krekels en sprinkhanen in de Benelux, Bibliotheek van de KNNV 34. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- DUNGER, W., 1964. Tiere im Boden. Die neue Brehmbücherei. Kosmos, Stuttgart.
- DONISTHORPE, H. ST. J.K., 1927. The guests of British ants. Routledge, London.
- EDNEY, E.B., 1954. Woodlice and the land habitat. *Biological review* 29: 185-219.
- ETTEN, J. VAN & A.M.H. BRUNSTING, 1983. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Het voorkomen en de successie van loopkevers (*Coleoptera: Carabidae*) op de Sint Pietersberg in Zuidlimburg. *Natuurhistorisch Maandblad* 72: 50-59.
- ETTEN, J. VAN & M. ROOS, 1984. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Landpissebedden (*Crustacea: Isopoda: Oniscoidea*). *Natuurhistorisch Maandblad* 73 (1): 5-12.
- FISCHER, S.F., P. POSCHLOD & B. BEINLICH, 1995. Die Bedeutung der Wanderschäfferei für den Artenaustausch zwischen isolierten Schaftriften. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege. Baden-Württemberg 83: 229-256.
- GÖSSWALD, K., 1989. Die Waldameise. Band I. Aula Verlag, Wiesbaden.
- HERMANS, J., 1984. Dagsvlinders van de Bemelerberg. In: Hillegers, H.P.M., De Bemelerberg. Een bundel artikelen over de natuur- en cultuurhistorische betekenis van een droog schraallandreservaat in Zuid-Limburg. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht 34 (1-5): 66-68.
- HEIJERMAN, TH. & C.J.H. BOOI, 1983. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Bodembewonende snuitkevers (*Coleoptera: Curculionidae*). *Natuurhistorisch Maandblad* 72(3): 164-172.
- HILLEGERS, H.P.M. & B. REUTEN, 1978. Het mergellandschap. *Natuurhistorisch Maandblad* 67(9): 121-140.
- HÖLDOBLER, B. & E.O. WILSON, 1990. The ants. Springer, Berlin.
- HOLTHUIS, L.B., 1956. *Isopoda & Tanaidacea* (K.V). Fauna van Nederland 16. Sijthoff, Leiden.
- JEEKEL, C.A.W., 1953. De miljoenpoten (*Diplopoda*) van Nederland. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 9. Koninklijke Nederlandse Natuur-

historische Vereniging, Utrecht.

- JEEKEL, C.A.W., 1978. Voorlopige atlas van de verspreiding der Nederlandse miljoenpoten (*Diplopoda*). Verslagen en technische gegevens Instituut voor Taxonomische Zoölogie. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- KLEUKERS, R.M.J.C., W.K.R.E. VAN WINGERDEN & P. GROOTEN, 1993. Sprinkhanen in halfnatuurlijke graslandsnippers in Zuid-Limburg. Nieuwsbrief European Invertebrate Survey Nederland 22: 3-7.
- KLEUKERS, R.M.J.C., E.J. VAN NIEUWKERKEN, B. ODÉ, L.P.M. WILLEMSE & W.K.R.E. VAN WINGERDEN, 1997. De sprinkhanen en krekels van Nederland (*Orthoptera*). Nederlandse fauna 1: Nationaal Natuurhistorisch Museum/KNNV Uitgeverij/EIS-Nederland, Leiden.
- KÖHLER, G., 1996. The ecological background of population vulnerability in central European grasshoppers and bush crickets: a brief review. In: SETTELE, J., C.I. MARGULES, P. POSCHLOD & K. HENLE (eds.). Species survival in fragmented landscapes. Kluwer, Dordrecht: 290-298.
- KÖHLER, G., 1999. Ökologische Grundlagen von Aussterbeprozessen. *Fallstudien an heuschrecken (Caelifera et Ensifera)*. Laurenti, Bochum.
- LOON, A.J. VAN, 2004. *Formicidae* – mieren. In: R. REEMER, A.J. VAN LOON & T.M.J. PEETERS (red.), De wespen en mieren van Nederland (*Hymenoptera: Aculeata*). Nederlandse Fauna 6. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis/KNNV Uitgeverij, Leiden/Utrecht: 227-263.
- MABELIS, A.A., 1978. Effecten van beheersmaatregelen op de invertebratenfauna van kalkgraslanden. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- MABELIS, A.A. & J.C.F. MABELIS-JONKERS, 1978. Verspreiding van mieren in kalkrijke gebieden van Zuid-Limburg (*Hym., Formicidae*). *Entomologische Berichten* 38: 165-168.
- MABELIS, A.A. & H. TURIN, 1982. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Beheer. *Natuurhistorisch Maandblad* 71(12): 199-206.
- MABELIS, A.A., 1983a. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Mieren (*Hymenoptera: Formicidae*) – II. *Natuurhistorisch Maandblad* 72 (2): 33-37.
- MABELIS, A.A., 1983b. Kunnen mieren ons leren kalkgraslanden te beheren? In: Kalkgraslanden: beheren voor de toekomst, verslag van het symposium te Maastricht op 29 april 1983. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht 33 (1-2): 13-17.
- MABELIS, A.A., 1984. De mieren van de Bemelerberg. In: Hillegers, H.P.M., De Bemelerberg. Een bundel artikelen over de natuur- en cultuurhistorische betekenis van een droog schraallandreservaat in Zuid-Limburg. Publicaties van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Maastricht 34 (1-5): 76-80.

(1-5):76-80.

- MABELIS, A.A. & W. VERBEKE, 1987. Mieren van de Sint-Pietersberg. *Euglena* 6 (2): 32-35.
- MABELIS, A.A. & M.C. VAN VELDEN, 1992. Bosjes in het cultuurlandschap als ecologische eilanden voor ongewervelde dieren; de rol van oppervlakte en isolatie. RIN-rapport 92/9. IBN-DLO, Leersum.
- MABELIS, A.A., R. GRIFFOEN, R.J.H. SCHRÖDER & W.K.R.E. VAN WINGERDEN, 1994. Grasshoppers in heathland fragments surrounded by woodland. *Proceedings Experimentalis et Applicata Entomologia*. NEV, Amsterdam 5: 115-121.
- MABELIS, A.A. & J. KORCZYŃSKA, 2001. Dispersal for survival: some observations of the trunk ant (*Formica truncorum* Fabricius). *Netherlands Journal of Zoology* 51 (3): 299-321.
- MUSTERS, J.C.M. & W.K.R.E. VAN WINGERDEN, 1990. Over oorzaken van habitatverschillen bij veldsprinkhanen. Nieuwsbrief Saltabel 3: 3-8.
- NOORDIJK, J. & M.P. BERG, 2009. Een vondst van de mierenpissebed (*Platylabus hofmannseggii*) bij de opolmierz (*Myrmecina graminicola*). *Forum Formicidarum, Mededelingenblad van de Mierenwerkgroep van de NEV*: 2-4.
- OPITZ, S., G. KÖHLER & A.A. MABELIS, 1998. Local movements of the grasshopper *Chorthippus parallelus* (Zett.). *Proceedings Experimentalis et Applicata Entomologia*. NEV, Amsterdam 9: 53-58.
- POLK, PH., 1959. De landpissebedden (*Isopoda, Oniscoidea*) van België en Nederland. Wetenschappelijke Mededelingen KNNV 31. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht.
- SEIFERT, B., 1996. *Ameisen, beobachten, bestimmen*. Naturbuch Verlag, Augsburg.
- SMITS, N.A.C. & J.H.J. SCHAMINÉE, 2004. Schrale hellingen van Zuid-Limburg. *Alterra-rapport* 1010. Alterra, Wageningen.
- SMITS, N.A.C., T. VAN NOORDWIJK, R. BOBBINK, H. ESELINK, R. HUISKES, L. KUITERS, W. OZINGA, J. SCHAMINÉE, H. SIEPEL, W. VERBERK, & J. WILLEMS, 2009. Onderzoek naar de ecologische achteruitgang en het herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallandcomplexen. OBN-rapport. Ministerie LNV, Ede.
- STRESEMAN, E., 1976. *Exkursionsfauna, Wirbellose I*. Volk und Wissen, Berlin.
- TURIN, H., 1983. De invertebratenfauna van de Zuidlimburgse kalkgraslanden: Loopkevers (*Coleoptera, Carabidae*) van kalkgraslanden en hellingbossen. *Natuurhistorisch Maandblad* 72 (4): 73-83.
- VERHOEFF, K.W., 1900. Wandernde Doppelfüßler, Eisenbahnzüge hemmend. *Zoologischer Anzeiger* 623: 465-473.
- WILLEMS, J.H., 1983. Het belang van het voortbestaan van de Zuidlimburgse kalkgraslanden. *Publicatie Natuurhistorisch Genootschap Limburg, Maastricht* 33 (1-2): 2-9.
- WALLWORK, J.A., 1970. *Ecology of soil animals*. McGraw-Hill, London/New York.