

Muizenplagen in nederland: oorzaken en bestrijding

In opdracht van het Faunafonds.

Muizenplagen in nederland: oorzaken en bestrijding

R.C. van Apeldoorn

Alterra-rapport 1234

Alterra, Wageningen, 2005

REFERAAT

Apeldoorn, R.C. van, 2005. *Muizenplagen in Nederland: oorzaken en bestrijding*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1234. 40 blz.; 3 fig.; 2 tab.; 43 ref.

In 2005 werd aan grasland in bepaalde delen van Friesland een grote schade geconstateerd, die veroorzaakt is door de veldmuis. De veldmuisplaag en opgetreden schades in Friesland zijn vergeleken met die in de Alblasserwaard in de jaren 1974 en 1980. Naar aanleiding van de hoge dichtheden in Friesland is de cycliciteit in het optreden hiervan (piekjaren) kwalitatief geanalyseerd. De meest recente inzichten in de factoren die piekjaren kunnen veroorzaken, in relatie tot soortspecifieke kenmerken van de veldmuis, worden beschreven. Tevens worden maatregelen en middelen ter bestrijding van plagen vermeld. Hierbij is ook gekeken naar maatregelen in het buitenland, vooral Duitsland. Conclusies worden getrokken en aanbevelingen gedaan om hoge dichtheden van de soort te voorkomen.

Trefwoorden: Nederland, Friesland, muizenplagen, oorzaken, bestrijding, veldmuis, woelrat, bosmuis, *Microtus arvalis*, *Arvicola terrestris*, *Apodemus sylvaticus*.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 15,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1234. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2005 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 De plaagsituatie in Friesland	11
3 Veldmuisplagen in Nederland	15
4 Cycliciteit van veldmuispiekjaren in Nederland	19
5 Biologie van de veldmuis	23
6 Factoren die het ontstaan van plaagsituaties bepalen	27
7 Zijn plagen te voorkomen?	31
8 Conclusies en aanbevelingen	35
Literatuur	37

Samenvatting

Op graslandpercelen in het zuid-westen van Friesland werd in 2004 schade waargenomen, die kon worden toegeschreven aan de veldmuis (*Microtus arvalis*). Het areaal met schade breidde zich in 2005 uit over grote delen van het lage midden van Friesland en werd gemeld bij het Faunafonds vanwege de beschermde status van de soort. Vanwege de omvang van de schade in oppervlakte (circa 11.000 ha) en in uitgekeerde vergoedingen (circa 2,5 miljoen euro) heeft het Faunafonds rond deze veldmuisplaag aan Alterra gevraagd:

- de plaag, naar omvang en mogelijke verklarende factoren, te vergelijken met eerder in Nederland opgetreden veldmuisplagen (vooral in de Alblasserwaard) en met de ervaringen in omliggende landen;
- inzicht te verschaffen in de regelmaat waarmee hoge dichtheden van de soort (piekjaren) kunnen optreden en hoe die samenhangen met de biologie van de soort en andere factoren;
- aan te geven of er aanwijzingen in veldsituaties bestaan, die gebruikt kunnen worden als een waarschuwing voor hoge dichtheden en het optreden van een mogelijke muizenplaag;
- mogelijkheden en middelen te noemen om plaagsituaties vroegtijdig te voorkomen.

De omvang van het getroffen gebied in Friesland is goed vergelijkbaar met dat in de Alblasserwaard waar het meest recent in 1974 en 1980 sprake was van veldmuisplagen en een aanzienlijke schade aan grasland. Voor het ontstaan van de plagen in deze polder wordt door van Wijngaarden gewezen op het belang van de aanwezigheid van wegbermen en andere landschapstructuren met grasvegetaties (dijken), waarin de soort het gehele jaar door kan overleven, als bronnen van waaruit het grootschalige graslandschap kan worden gekoloniseerd. Op basis van deze grootschaligheid, bodemstructuurkenmerken en geschikt grasland typeert deze onderzoeker ook het lage midden van Friesland reeds als een potentieel gebied voor muizenplagen.

Gegevens over het optreden van muizenplagen worden in Nederland niet systematisch verzameld. Of en zo ja, met welke regelmaat plagen voorkomen is dus niet uit gegevens van de soort zelf af te leiden. Indirect kan dit kwalitatief worden afgeleid uit gegevens over het verspreidings- en monitoringsonderzoek aan roofvogels. Deze gegevens geven een sterke indicatie dat jaren met hoge dichtheden van de veldmuis een cyclus van drie jaren kennen. Het patroon van de piekjaren en een al dan niet synchroon verloop voor heel Nederland wordt beïnvloed door klimatologische en landschappelijke factoren.

Door enkele soortspecifieke biologische kenmerken kunnen vooral in voorkeurshabitat aantallen en dichtheden in de opbouwjaren van een muizenzyclus toenemen. Wanneer jonge vrouwtjes zich in dit habitat niet meer kunnen vestigen wordt minder geschikt habitat gekoloniseerd. In combinatie met zachte winters (lage

wintersterfte) kunnen de aantallen explosief toenemen en kan de soort zich ruimtelijk snel uitbreiden.

Na een piekjaar nemen de dichtheden sterk af en wordt de soort vaak alleen in het voorkeurshabitat gevangen. De oorzaken voor het ineens storten van lokale populaties zijn nog niet duidelijk.

Het ontstaan van piek jaren, die tot een plaagsituatie kunnen leiden, is kenmerkend voor de veldmuis en andere soorten woelmuizen (niet voor een soort als de bosmuis). Naast klimaatfactoren en landschappelijke kenmerken speelt ook het (grasland)beheer een belangrijke rol in het ontstaan of voorkomen van zeer hoge dichtheden. Door menselijk beheer kan namelijk het leefgebied zo beïnvloed worden dat het tijdelijk of permanent ongeschikt wordt voor de soort.

Maatregelen die dichtheden negatief beïnvloeden zijn: een hoge grondwaterstand, een hoge veedichtheid, een hoge vegetatie, een dichte grasmat, een intensief graslandbeheer en een kleinschalig landschap.

De bestrijding van plaagsituaties moet zich richten op het voorkomen dat zich hoge dichtheden ontwikkelen in de piek jaren. Het nemen van maatregelen die alleen gericht zijn op het verhogen van de sterfte in een piekjaar is niet zinvol. De effectiviteit van maatregelen in zo'n jaar is laag en ze zijn weinig efficiënt, omdat verwacht mag worden dat de dichtheden na dat jaar zullen afnemen.

Het juiste moment voor het nemen van maatregelen is niet simpel vast te stellen. Aantallen en dichtheden van de soort fluctueren immers sterk van jaar tot jaar. In Nederland bestaat geen operationeel "early warning" systeem dat gebruikt kan worden om te waarschuwen voor een naderend piekjaar. Pogingen een dergelijk systeem te ontwikkelen in het verleden lijken bruikbaar voor verdere uitwerking. Aanbevolen wordt dit te doen in Europees verband om bestaande kennis buiten Nederland te mobiliseren evenals Europese fondsen.

De beste bestrijdingsmethode lijkt voorlopig een combinatie van maatregelen. Het koloniseren van nog niet bewoonde percelen kan worden tegengegaan door voor de soort ongeschikt (kaal) habitat rond de percelen te creëren, eventueel in combinatie met het plaatsen van een muizenscherm en vallen met behandeld voer. Daarnaast blijft graslandbeheer belangrijk dat het leefgebied ongeschikt maakt, zodat de ruimtelijke verspreiding van de soort en de opbouw van hoge dichtheden worden tegengewerkt.

1 Inleiding

In 2004 werd voor het eerst op graslandpercelen in het zuid-westen van Friesland schade aan de grasmat waargenomen, waarvan de oorzaak niet direct duidelijk was. Na enige vangsten werd deze schade toegeschreven aan de veldmuis. Vanwege de beschermde status van de soort werden schadegevallen gemeld bij het Faunafonds. Met name in de winter van 2004-2005 nam het aantal meldingen bij het Faunafonds aanzienlijk toe en werd de omvang van het gebied waar schade zich voordeed steeds duidelijker. Vooral rond Koufurdridge werden bedrijven aangetroffen waarvan de grasmat ernstig is aangetast.

Veldmuisplagen zijn reeds lang bekend van bepaalde gebieden in Nederland. Echter een plaag met een omvang als die in Friesland is recentelijk niet bekend. De meest recente bekende plagen dateren uit 1974-1975 en 1980 in de Alblasserwaard. Daarvoor is in de vijftiger jaren het verschijnsel van de veldmuisplagen bestudeerd en beschreven door dr. A. van Wijngaarden van het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN).

Rond de veldmuisplagen heeft het Faunafonds aan Alterra een aantal vragen gesteld:

- wat is vastgelegd door dr. Van Wijngaarden en andere onderzoekers van de muizenplaag in de Alblasserwaard en van andere (recente) plagen?
- in hoeverre is de plaag in zuid-west Friesland vergelijkbaar met die in de Alblasserwaard?
- in welke mate wijkt de situatie in Friesland af van een “normaal muizenjaar” en is er sprake van een uitzonderlijke situatie en wat is de kans dat een dergelijke situatie zich binnen enkele jaren kan herhalen?
- treden muizenplagen periodiek op en stort een populatie na een piekjaar altijd in?
- is de ontwikkeling van de veldmuispopulatie in Friesland in 2004 vergelijkbaar met die in omliggende landen in hetzelfde jaar?
- zijn er aanwijzingen in veldsituatie, die door agrariërs gebruikt kunnen worden als een waarschuwing voor het eventueel optreden van hoge dichtheden van de veldmuis en het ontstaan van een mogelijke plaagsituatie? En welke methoden kunnen worden toegepast om een muizenplaag in het beginstadium te voorkomen?

De vragen worden hierna behandeld. Hierbij wordt eerst ingegaan op de omvang van de plaag in Friesland en kenmerken van veldmuisplagen in Nederland. In verband met de mogelijkheden dergelijke plagen vroegtijdig te signaleren en te voorkomen, wordt ingegaan op de meest belangrijke kenmerken van de veldmuis, de factoren die een plaagsituatie en de omvang daarvan (kunnen) veroorzaken en of deze factoren beïnvloed kunnen worden.

Schade kan ook door andere soorten muizen worden veroorzaakt. In Nederland gaat het meestal om (lokale) schade in de bosbouw of fruitteelt. Deze kan veroorzaakt worden door de veldmuis, maar vooral ook door de aardmuis (*Microtus agrestis*) of de

woelrat (*Arvicola terrestris*). In de akkerbouw is soms sprake van schade door de bosmuis (*Apodemus sylvaticus*). De schade veroorzaakt door deze drie soorten wordt hier niet expliciet behandeld.

De auteur bedankt de opdrachtgever, met name de heer H.G. Engberink voor de verstrekte gegevens over de schade in Friesland. Prof. dr. H. Leirs (Universiteit van Antwerpen), dr. H.-J. Pelz (Biologisch Onderzoekscentrum voor Land- en Bosbouw, Münster) en dr. C. Klok (Alterra) voor de geleverde informatie en andere bijdragen aan het rapport.

2 De plaagsituatie in Friesland

In 2004 werd op graslandpercelen in het zuid- westen van Friesland schade aan de grasmat geconstateerd. Na enkele vangsten werd de aantasting van de grasmat toegeschreven aan de veldmuis. Het schadebeeld in het veld was identiek aan dat uit andere gebieden in Nederland waar voorheen ook schade door veldmuizen is geconstateerd. Op de meest zwaar getroffen percelen is de grasmat bijna volledig afgestorven en kan deze met de hand worden verwijderd. Het wortelstelsel is ernstig aangetast en tot dieper dan 20 cm is de bodem doorgraven met het gangenstelsel van de veldmuis en worden nestkamers aangetroffen. In het centrum van het gebied met schade wordt over een groot oppervlak een opgebrachte bovengrond op klei aangetroffen. Deze bovengrond heeft een losse structuur en blijkt voor de soort uitermate geschikt voor het graven van zijn gangenstelsels (zie hoofdstuk 5).

Vooraf in de periode oktober 2004 tot januari 2005 werden veel schadegevallen bij het Faunafonds gemeld. In deze periode werd de omvang van de schade duidelijk, zowel in oppervlak als in de mate waarin de grasmat werd aangetast. Door schade-experts is een onderscheid gemaakt in drie vormen van schade: a) percelen waar voornamelijk de grasopbrengst is verminderd (lichte schade), b) percelen waar doorzaai moet plaatsvinden en c) percelen waar na eventuele grondbewerking opnieuw moet worden ingezaaid (zware schade) (zie tabel 1).

Uit de schaderegistratie bij het Faunafonds bleek al snel dat veel meldingen met ernstige schade kwamen uit een gebied rond Koufurdridge, gelegen tussen Heeg en Woudsend, in het zuidelijke deel van het lage veenweidegebied van Friesland (zie figuur 1)

Ook na januari 2005 werd nog schade aan graslandpercelen gemeld bij het Faunafonds en werd de schade getaxeerd. Het gebied waaruit meldingen kwamen breidde zich uit tot het gehele, laag gelegen, veenweidegebied van Friesland en Groningen, dat zich bevindt tussen de hogere zandgronden en de kleigebieden van beide provincies (figuur 1). Maar ook kwamen meldingen binnen van graslandschade uit andere delen van Nederland.

Op grond van de schaderegistratie van zowel het aantal hectares als de uitgekeerde vergoedingen blijkt dat in het veenweidegebied van Friesland en Groningen enkele centra met zware schade zijn te onderscheiden, met daarom heen gebieden met lichtere schade (zie figuur 1 en 2). Centra zijn gelegen in het gebied tussen Sneek en de Noord- Oostpolder, ten zuid- oosten van Leeuwarden en ten noord- westen van Groningen.

Tabel 1 laat zien hoe vaak een schadetype is vastgesteld, het beschadigde oppervlak en het totale bedrag van de uitgekeerde vergoedingen. Hierbij moet worden bedacht dat na aanmelding bij het Faunafonds op een hectare verschillende typen schades

kunnen voorkomen en dat als type drie is geconstateerd tevens sprake is van gewasschade.

Tabel 1. Muizenschade (oppervlak en vergoedingen) aan grasland in 2004-2005.

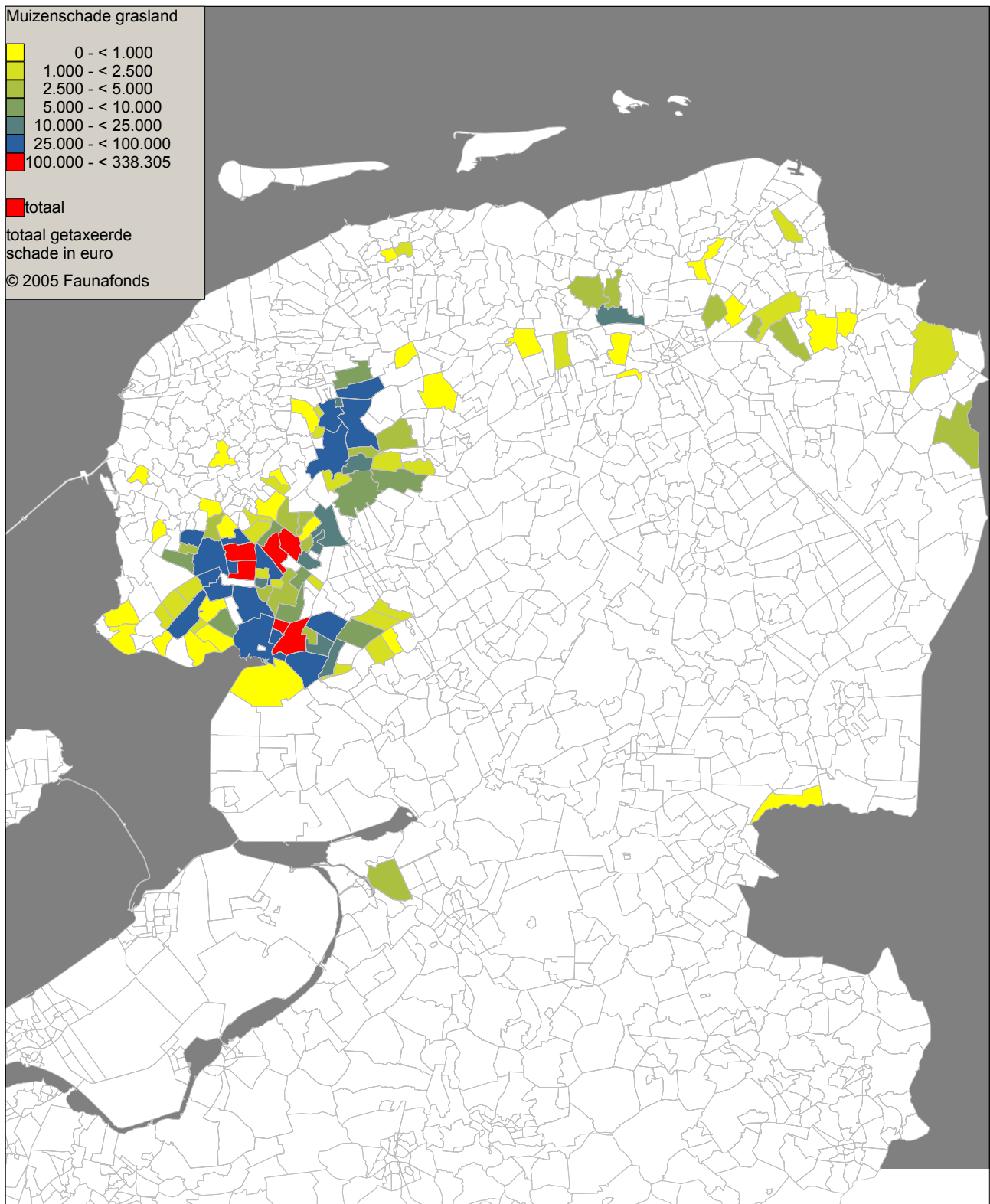
Schadecategorie	Omschrijving	Bedrag (euro)	Aantal keren dat een type is vastgesteld	Beschadigde oppervlakte (ha)
Type 1	Gewasschade	1.202.183,-	305	7.100
Type 2	Doorzaai	659.162,-	249	2.690
Type 3	Nieuwe inzaai	654.618,-	115	1.522
Totaal		2.515.963,-	669 (402 *)	11.312 (8.074*)

(*) Er is in totaal 402 keer schade gemeld en er is op een oppervlakte van 8.074 schade, maar per melding kunnen verschillende types schade aan de orde zijn en bij nieuwe inzaai is tevens sprake van gewasschade. Dit verklaart de lagere aantallen tussen haakjes in de kolommen aantallen en oppervlakte .

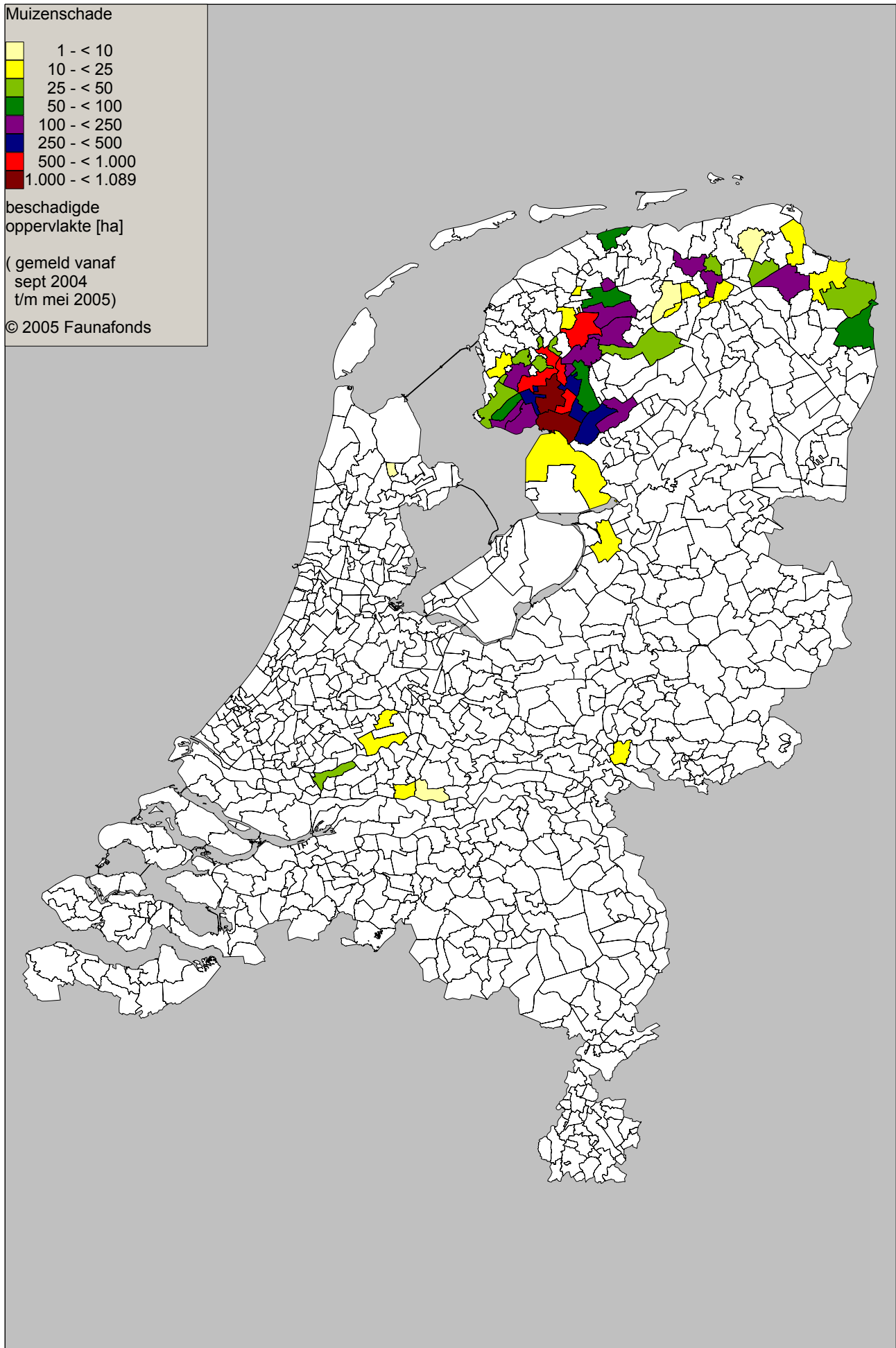
Het totale oppervlak van ruim 8000 ha waar enige vorm van schade is waargenomen is vergelijkbaar met de achtduizend hectares met schade in 1974 in de Alblasserwaard maar kleiner dan de 11000 hectares in 1980 in dat gebied.

De tabel laat verder zien dat de schade het omvangrijke bedrag betreft van ruim 2.5 miljoen euro.

Ter vergelijking kan worden opgemerkt dat in 2004 ook in verschillende delen van Duitsland over een groot oppervlak veel muizenschade is geconstateerd bij verschillende gewassen. Gegevens over hectares met schade zijn niet bekend. In Duitsland zijn in tegenstelling tot de situatie in Friesland de dichtheden van muizen in het voorjaar van 2005 niet afgenomen, zodat een tweede jaar met zeer hoge dichtheden is opgetreden.



Figuur 1 Muizenschade als getaxeerde schadebedragen (euro)



Figuur 2 Muizenschade in oppervlakte (hectares)

3 Veldmuisplagen in Nederland

In 1953, 1955 en 1957 heeft van Wijngaarden uitgebreid gepubliceerd over het optreden van veldmuisplagen in Nederland en zijn onderzoek daarnaar in de Betuwe van 1950 tot 1957 (van Wijngaarden 1953, 1955, 1957 b en c). In de periode 1950—1957 traden in het Betuwse onderzoekgebied twee driejarige cycli van de veldmuis op met piekjaren in 1952 en 1955 en meldt de auteur nog twee piekjaren in 1945 en 1949 (van Wijngaarden, 1953, 1955, 1957 b). Gedurende de gehele periode 1950-1957 worden muizen gevangen en muizengaatjes geteld in de bermen, die allen op de drogere stroomruggronden zijn gelegen. In de overige landschapstypen (overwegend voorkomend op de lager gelegen komkleigronden) worden in de jaren met de laagste aantallen (1e jaar van de cyclus) geen (weiland, boomgaard), zeer lage (bouwland) tot lage (griend) aantallen muizen gevangen. Met het toenemen van de aantallen muizen in het tweede en derde jaar van de cyclus worden vanuit de bermen met name de weilanden over een steeds groter oppervlak en in zeer hoge dichtheden bezet en nemen ook in de andere landschapstypen de aantallen muizen toe (bouwland wordt als laatste in lage aantallen bezet). In herfst en winter van het derde jaar van de cyclus worden in de meeste landschapstypen over het gehele gebied nauwelijks meer muizen gevangen en worden slechts zeer lage aantallen in de bermen gevangen (van Wijngaarden 1953, 1955, 1957c).

Het verloop van de aantaldynamiek in de ruimte wordt door van Wijngaarden (en eerder door Stein, 1952) beschreven als een permanent aanwezig zijn van de soort in voorkeurshabitat (primaire habitat vormen de bermen), van waaruit de lokale populaties groeien en gedurende het verloop van de cyclus secundaire habitat bezetten.

Van Wijngaarden is de eerste in Nederland die hiermee wijst op het belang van de landschappelijke context voor de populatiedynamiek van deze soort. Hansson (1977) beschrijft eenzelfde soort ruimtelijke dynamiek voor de aarvmuis (*Microtus agrestis*) in heterogene landschappen. Uit de beide beschrijvingen blijkt het belang van bepaalde habitat typen waarin beide soorten in lage dichtheden maar wel permanent kunnen voorkomen en van waaruit habitattypen, waar zeer hoge dichtheden bereikt kunnen worden, door middel van dispersie bezet worden, zij het tijdelijk. Deze laatste typen habitat met zeer hoge dichtheden worden gekenmerkt door een snelle successie of menselijke maatregelen die de typen in korte tijd ongeschikt maken. Voor de veldmuis betreft het de graslanden die door bewerking en landbouwkundig gebruik snel minder geschikt raken (beweiding, bemesting, grondbewerking, zie hierna).

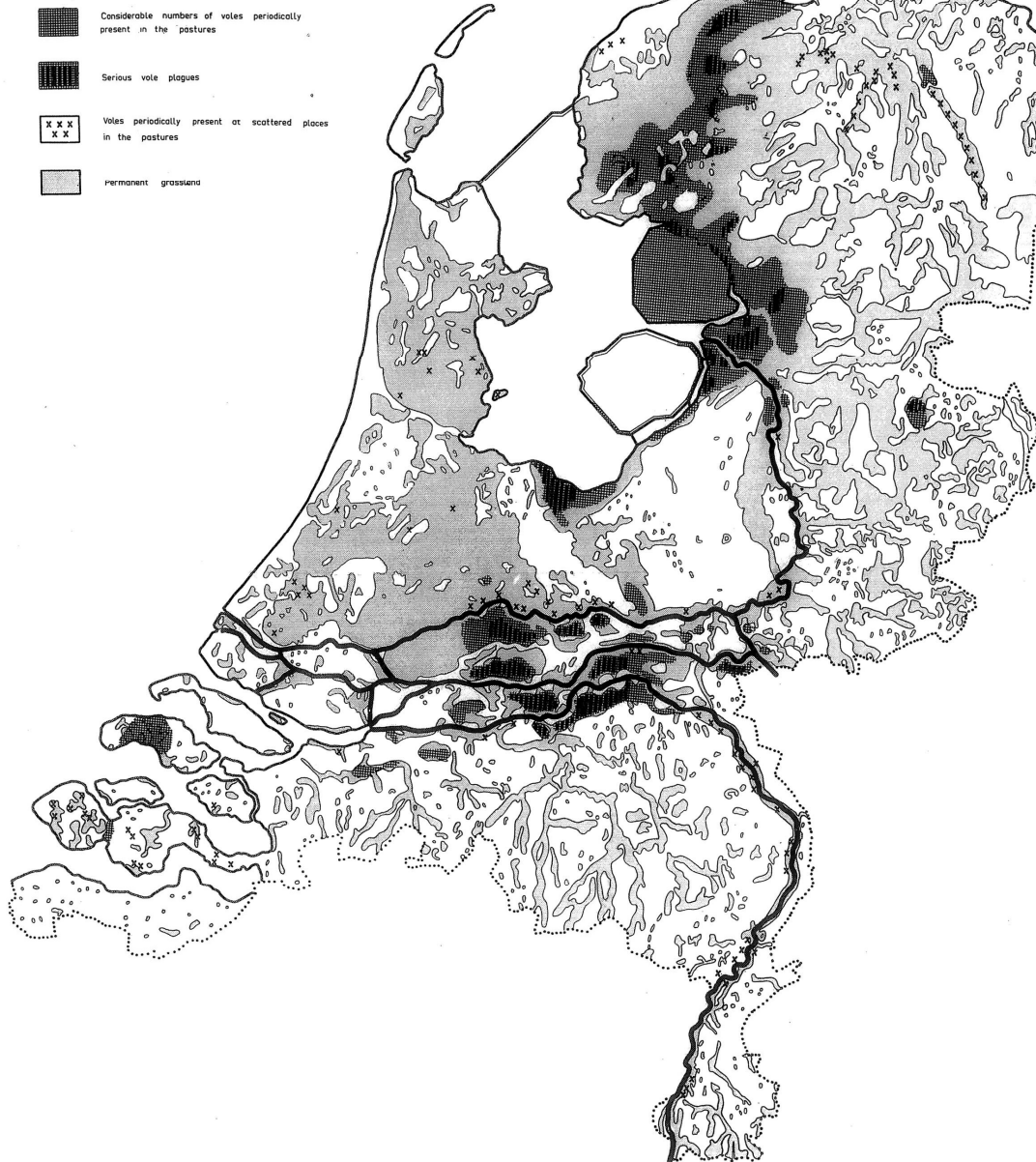
In de Alblasserwaard zijn muizenplagen al sinds de periode 1850-1900 bekend. De meest recente jaren met zeer hoge dichtheden betreffen 1974 en 1980. In beide jaren is aan een aanzienlijk oppervlak grasland schade toegebracht. In 1974 was van de 22.500 ha grote Alblasserwaard 6800 ha zwaar en 2000 ha licht beschadigd. In 1980 betrof het respectievelijk 3700 ha en 4800 ha. (Jonkers & van Wijngaarden, 1975; Jonkers, 1981). Over deze plagen en hun ontstaan is nauwelijks gepubliceerd maar de

genoemde auteurs vermelden ook voor deze plagen in de Alblasserwaard de rol die de wegbermen spelen als permanent habitat voor de soort, van waaruit grasland wordt gekoloniseerd gedurende de jaren waarin de populatie groeit. Vooral de aanleg van 90 km nieuwe weg(berm) en het verlagen van het (winter)polderpeil, waardoor het oppervlak primair en secundair habitat voor de veldmuis aanzienlijk is toegenomen, worden door de auteurs genoemd als belangrijke oorzaken voor het ontstaan van de plaagsituaties in beide jaren.

Los van de werkelijke oorzaken voor het optreden van muizencycli en of deze synchroon optreden in Nederland (zie hierna), lijkt grootschaligheid van het landschap een voorwaarde voor het ontstaan van een plaagsituatie. Van Wijngaarden wijst hier op naar aanleiding van zijn onderzoek in de Betuwe. Bovendien blijkt uit zijn historische onderzoek naar veldmuisplaaggebieden in Nederland (van Wijngaarden, 1957 c), dat deze gebieden gekenmerkt worden door het over een groot oppervlak voorkomen van matig tot slechte graslanden (volgens de in de jaren vijftig gehanteerde graslandvegetatiekartering van Nederland: de Boer 1956). Figuur 3 geeft aan waar deze gebieden door van Wijngaarden zijn gelocaliseerd en hij stelt dat: “ By far the most extensive vole plague zone in the Netherlands is in *Friesland*, although there are never extremely severe outbreaks in this province “ (van Wijngaarden 1957 c).

Ook enkele Duitse onderzoekers (zoals Herold, Stein en Frank) wijzen op het grootschalige karakter van de Duitse landschappen waar veldmuisplagen optreden. Deze grootschaligheid is verder kenmerkend voor het steppelandschap waartoe de veldmuis als kenmerkende soort wordt gerekend. Grootschaligheid is ook het kenmerk van de landschappen in Fennoscandia waar andere soorten woelmuizen dan de veldmuis voor plaagsituaties kunnen zorgen. Het gaat dan met name om de aardmuis (*Microtus agrestis*), die schade kan veroorzaken in bossen en aan jonge aanplant (ook de veldmuis lijkt op lokale schaal schade aan jonge aanplant te veroorzaken zie Moraal & Kuiper, 1992).

Vole plague zones in the Netherlands about 1950
 (The acreage under grass is copied from the
 grassland map by THART AND DE VRIES, 1949)



This map belongs to Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen N° 63
 "The rise and disappearance of continental vole plague zones in
 the Netherlands" by Dr. A. VAN WUNGAARDEN

Figuur 3 Gebieden in Nederland met muizenschade rond 1950

4 Cycliciteit van veldmuiskiepjaren in Nederland

Informatie over het optreden van veldmuiskiepjaren in de loop van de tijd wordt niet systematisch verzameld in Nederland. Dergelijke informatie kan dus niet worden geanalyseerd om een antwoord te vinden op de vraag of bij de veldmuis in Nederland ook sprake is van een meerjarig patroon in het optreden van piek en/of laagjaren.

Er is een belangrijke bron van informatie, die indirect een antwoord kan geven. Het betreft het verspreidings- en monitoringsonderzoek aan roofvogels, waarvan het voedsel vooral uit veldmuizen bestaat. Enkele voorbeelden van dergelijke soorten zijn de torenvalk, blauwe en grauwe kiekendief, kerkuil en velduil. Van deze predatoren zijn de landelijke en lokale trends in voorkomen en aantallen relevant.

Daarnaast zijn enkele meerjarige ecologische onderzoeken uitgevoerd naar soorten muizen in bepaalde gebieden (vooral wetlands), waarbij onder andere is gekeken naar de aantalsdynamiek van de veldmuis en enkele roofvogelsoorten.

Monitorings-, verspreidings- en ecologisch onderzoek bij enkele soorten roofvogels

Het monitorings- en verspreidingsonderzoek geeft een beeld van de aantallen, hun trends en broedsucces van enkele soorten roofvogels waarvan het voedsel grotendeels uit veldmuizen bestaat. Het gaat vooral om: blauwe kiekendief, buizerd, torenvalk, ransuil, velduil en kerkuil. Daarnaast zijn er studies gedaan aan enkele van deze soorten en hun prooien (torenvalk, kerkuil). Al dit onderzoek laat zien dat de jaren met een groot aanbod van de prooi (hoge dichtheden) de jaren zijn met een groot broedsucces (veel broedparen, veel jongen) van de predatoren. In tabel 2 staan de hiervoor genoemde predatoren en de jaren waarin deze soorten hoge dichtheden, en/of een groot broedsucces kenden, en waarvan soms is aangegeven dat ze gepaard gingen met hoge dichtheden van veldmuizen (Daan & Dijkstra, 1988; Bijlsma et al., 2001).

Tabel 2. Belangrijke predatoren van de veldmuis en de jaren met hoge dichtheden en/of groot broedsucces. Van deze jaren is tevens bekend dat hoge dichtheden van de veldmuis aanwezig waren in de broedgebieden.

Soort/jaar	51	60	64	67	71	74	77	78	80	81	82-84	85	86	87	88-90	93	96	99
blauwe kiekendief						x	x		x		x		x					
buizerd						x		x			x		x		x	x	x	x
torenvalk		x	x			x	x		x		x		x		x	x	x	x
ransuil			x	x	x	x									x	x	x	x
velduil	x	x			x	x	x		x		x	x	x		x			
kerkuil				x	x	x	x			x	x			x	x	x	x	x

Uit de tabel blijkt een aantal jaren met hoge dichtheden van de veldmuis samen te vallen met goede jaren voor de roofvogels ('71, '74, '77, '86, 88-90, '93, '96 en '99). De gegevens lijken er op te wijzen dat de veldmuis een driejarige cyclus kent, die synchroon is voor heel Nederland. Toch is deze cycliciteit en synchronisatie niet altijd herkenbaar, zoals ook blijkt uit de tabel voor de tachtiger jaren.

De aantallen veldmuizen in een lokale populatie nemen gedurende de seizoenen toe, maar de seizoendichtheden variëren per jaar. Over de jaren bouwen deze dichtheden zich op tot wat piekjaren worden genoemd. Dit meerjarig patroon in de populatiedynamiek kent dus fluctuaties binnen en tussen jaren met min of meer regelmatig optredende pieken in bepaalde jaren. Een dergelijk patroon wordt vooral door externe factoren (zoals klimaat) veroorzaakt (Leirs, 2003). Hoewel het klimaat een belangrijke rol speelt in de meerjarige cyclus en het synchroon verloop, extreem koude (en natte) winters (zoals in 84/85 en 86/87) en zeer zachte winters (1988-1990) kunnen het patroon ook verstoren.

Daarbij komt dat lokale (landschappelijke) situaties mede bepalen of een driejarige cyclus zich kan ontwikkelen en of synchronisatie over een groter oppervlak (vergelijk bijvoorbeeld de landelijk "goede muizenjaren") optreedt. Zelfs binnen één en hetzelfde gebied kan een cyclus niet synchroon verlopen. Zo bleken piekjaren van de veldmuis voor het noordelijk en zuidelijk deel van het Lauwersmeergebied niet samen te vallen (zie hieronder).

Landschappelijke kenmerken, zoals grootschaligheid, lijken in elk geval een belangrijke rol te spelen bij het ontstaan van extreem hoge dichtheden en/of plaagsituaties in piekjaren van de veldmuis (zie Alblasterwaard, inpolderingen zoals de Wieringermeer, Noordoostpolder en Zuidelijk Flevoland, braaklegging van cultuurland zoals in Oost- Groningen).

Meerjarig onderzoek aan de veldmuis

In het Volkerakmeer en Zoommeer is enkele jaren op droogvallende gronden het verloop gevolgd van muizen populaties tegelijk met de ontwikkeling van de vegetatie. Uit de jaarrapportages (1987-1990) blijkt dat de veldmuis in die jaren de meest voorkomende woelmuissoort is op de schorren en droogvallende platen en slikken. Dit onderzoek toont geen cycliciteit aan bij de veldmuis (te korte tijdsduur van het onderzoek), maar wel de bekende relatie tussen het aantal broedparen en de aantallen torenvalken en de prooi-soort (numeriek respons) (Dijkstra, 1987,1988, 1989, 1990).

Onderzoek naar de aantalsdynamiek van de veldmuis in de Lauwersmeerpolder, Oostvaardersplassen Krammer-Volkerakgebied (in ongeveer dezelfde tijdperiode als dat in het Volkerak-Zoommeer) laat zien dat de veldmuis een driejaarlijkse cyclus vertoont met name in de Lauwersmeer (Dijkstra et al., 1988). Er worden aanwijzingen gevonden voor een landelijke synchroon verloop van de veldmuiscyclus maar deze kan niet voor alle drie de gebieden worden aangetoond. Zo is in het Lauwersmeergebied 1970 een jaar met een zeer hoge muizendichtheid (Timmerman, 1971) wat niet overeenkomt met het landelijke beeld (zie tabel 2). Daarnaast blijkt de

cyclus voor delen van het Lauwermeergebied niet synchron te verlopen (Beemster & Dijkstra, 1991).

Eenzelfde driejarige cyclus met een landelijke synchroniteit wordt door van Wijngaarden afgeleid uit oude jaargangen van de Landbouwverslagen en andere bronnen tot 1930 (van Wijngaarden, 1957a; Jonkers & van Wijngaarden, 1975). Ook Buker (1984) wijst in een vierjarig onderzoek aan veldmuisdichtheden op het synchron voorkomen van hoge dichtheden (piekjaren) in verschillende delen van Nederland.

Een cyclisch verloop in de aantalsdynamiek is voor verschillende soorten kleine zoogdieren, maar vooral bij woelmuizen (*Microtidae* zoals de veld- en aardmuis) ook beschreven voor Fennoscandia en Noord-Engeland (aardmuis). Met name in Finland en Zweden is sprake van een synchron verloop van de cycli over grote delen van deze landen (Hansson & Henttonen, 1985; Steen et al., 1990; Lambin et al., 2000).

De vermelde feiten lijken er op te wijzen dat de soort in Nederland een driejarige cyclus heeft. Maar strenge of zachte winters die sterfte en voortplanting beïnvloeden (zie hierna) kunnen dit patroon verstoren. Vierjarige cycli in gebieden worden ook waargenomen. De cycli lijken synchron te verlopen over Nederland, zoals kan worden afgeleid uit het voorkomen van zeer hoge muizendichtheden in bepaalde jaren (piekjaren) in verschillende gebieden over geheel Nederland en het daarmee samenhangende broedsucces van enkele predatoren. Maar tussen gebieden en zelfs onderdelen van gebieden kan, onder invloed van lokale omstandigheden, een asynchron verloop worden waargenomen.

Het fluctueren van de aantallen in de tijd met een cyclus van 3 (of langer) jaren en het synchron fluctueren over zeer grote gebieden is nog niet voldoende om het optreden van zeer hoge dichtheden en daarmee gepaard gaande schadesituaties eenduidig te voorspellen. Wel is er sprake van een verhoogde kans op zo'n situatie in elk derde of vierde jaar van een cyclus groter dan in andere jaren (mits ook veel muizen en/of muizengaatjes worden waargenomen).

5 Biologie van de veldmuis

Het ontstaan van plaagsituaties bij de veldmuis heeft, naast externe factoren (klimatologische en landschappelijke), te maken met enkele biologische eigenschappen van de soort. Deze soortkenmerken bepalen in belangrijke mate de jaarlijkse aantalsdynamiek in lokale populaties (lage dichtheden in voorjaar, hoge dichtheden in zomer en vroege najaar en afname in late herfst en winter) en hun groei over meer jaren. Voorzover relevant worden ze hier (met name voor de vrouwtjes) beschreven zonder teveel in te gaan op de populatiebiologie van de soort. Eigenschappen die de groei van lokale populaties sterk bepalen zijn:

- de duur van het voortplantingsseizoen
- leeftijd waarop vrouwtjes geslachtsrijp worden
- het aantal drachtige vrouwtjes in een populatie
- het aantal worpen en de worpgrootte

Voortplantingsseizoen

In een (klimatologisch) gemiddeld jaar begint de voortplanting in maart en duurt tot oktober. Echter onder gunstige omstandigheden wat voedsel en temperatuur betreft en bij voldoende nestgelegenheid, kan de soort zich het hele jaar voortplanten. Voortplanting in de winter of onder de sneeuw is in verschillende landen waargenomen (zie bv. Stein 1957; Richter 1957, Frank, 1964). Zachte winters verlengen het voortplantingsseizoen en vergroten de overlevingskans van jongen, die in de periode late herfst-vroege voorjaar worden geboren. Hierdoor groeit het aantal vrouwtjes in een lokale voorjaarspopulatie die aan de voortplanting kunnen deelnemen.

Geslachtsrijpheid van vrouwtjes

Het geslachtsrijp worden van vrouwtjes is afhankelijk van de dichtheid. Bij lage dichtheden worden vrouwtjes eerder geslachtsrijp dan bij hoge dichtheden. Jongen die geboren worden bij lage dichtheden kunnen reeds geslachtsrijp zijn op de leeftijd van 14 dagen. Bij hoge dichtheden is de gemiddelde geslachtsrijpe leeftijd circa 27 dagen. In het eerste geval zijn de dieren 1-3 dagen nadat ze de ogen hebben geopend, maar nog door de moeder worden gezoogd, al geslachtsrijp. Dat deze vroegrijpe dieren ook bevrucht worden blijkt uit het feit dat ze 36-42 dagen oud zijn als hun eerste jongen geboren worden (draagtijd is circa 21 dagen). Onder hoge dichtheden zijn de vrouwtjes 49-52 dagen oud voor ze hun eerste jongen krijgen (Boyce & Boyce, 1988a).

Aantal drachtige vrouwtjes in een populatie

Afhankelijk van de dichtheid reproduceren vrouwtjes in groepen (in uitgebreide gangenstelsels met meer nesten) of solitair (in kleine gangenstelsels met één nest). Voortplanting in groepsverband is normaal en wordt bij hoge en lage dichtheden waargenomen. Solitaire vrouwtjes die jongen grootbrengen worden met name bij hoge dichtheden aangetroffen. Een belangrijke factor die bepaalt of nesten en gangenstelsel kunnen worden uitgebreid is de bodem(structuur). Onder

omstandigheden dat een gangenstelsel kan worden uitgebreid en meer nestkamers aangelegd kunnen worden, vormen vrouwtjes groepen die zich gemeenschappelijk voortplanten, waarbij jongen uit verschillende nesten verzorgd worden. De jongen uit deze uitgebreide nest- gangenstelsels vestigen zich, indien mogelijk, binnen of in de directe nabijheid van het ouderlijk nest. Onder gunstige omstandigheden kunnen door de vorming van groepen, waarin de voortplanting doorgaat, dus hoge dichtheden worden bereikt.

Indien een nestenstelsel niet uitgebreid kan worden vestigen vrouwtjes zich verder van de groep waar ze geboren zijn en planten ze zich afzonderlijk voort (Boyce & Boyce, 1988 b).

De bodemstructuur blijkt dus bepalend voor de vorming van groepen en speelt een belangrijke rol bij de voortplanting en het ontstaan van hoge dichtheden (Boyce & Boyce, 1988 c; Frank, 1957).

Aantal worpen en worpgrootte

Het aantal worpen lijkt niet wezenlijk te verschillen tussen zich solitair en gemeenschappelijk voortplantende vrouwtjes en is met name afhankelijk van leeftijd en het voortplantingsseizoen (gemiddeld 3-8 worpen). Wel verschilt het aantal jongen per worp. Solitaire vrouwtjes werpen gemiddeld twee jongen minder dan vrouwtjes die in groepsverband jongen werpen. Het aantal jongen in een nest kan echter, voor beide typen vrouwtjes, sterk variëren (circa 2- 12, gemiddeld 5-6). Opvallend is verder dat het percentage jongen uit gemeenschappelijke nesten dat de geslachtsrijpe leeftijd haalt kleiner is dan dat van de jongen van solitaire moeders (Boyce & Boyce, 1988 a). Deze laatste jongen hebben dus een grotere kans zich weer voort te planten.

De beschreven soortkenmerken zijn voor een groot deel in overeenstemming met de waarnemingen van van Wijngaarden en andere onderzoekers rond het midden van de vorige eeuw. Het betreft dan vooral de toename van aantallen en dichtheden in de opbouwjaren van een muizencyclus in het voorkeurshabitat en de ruimtelijke verspreiding van de soort. In voorkeurshabitat, met een geschikte (losse) bodemstructuur waarin gemakkelijk gangenstelsels en nesten gegraven kunnen worden, is de soort permanent aanwezig en kan de dichtheid toenemen (indien voldoende voedsel aanwezig is). Zolang het geboorte overschot zich kan blijven vestigen in hetzelfde voorkeur of primair habitat zal de lokale populatie zich voornamelijk tot dit type habitat beperken. Indien jonge vrouwtjes geen plek meer kunnen vinden in of in de directe omgeving van de zich gemeenschappelijk voortplantende groepen, moeten zij uitwijken naar minder geschikt habitat (secundair of overloop habitat). Hun reproductiecapaciteit zal zeker niet onderdoen voor de “groepsvrouwjes” hoewel ze minder jongen per worp hebben. Deze jongen hebben niet alleen een grotere (overleving)kans om geslachtsrijp te worden, dan de jongen uit de gemeenschappelijke groepen, maar worden dat bovendien op jongere leeftijd. Wanneer deze situatie zich gedurende enkele jaren kan ontwikkelen onder invloed bijvoorbeeld van enkele zachte winters, waardoor de wintersterfte erg klein is en de voorjaarspopulaties groeien, kunnen de aantallen explosief toenemen en zorgen de

solitair voortplantende vrouwtjes ervoor dat de soort zich zeer snel ruimtelijk uitbreidt in verschillende typen secundair habitat.

Dichtheden kunnen gedurende een cyclus dus sterk variëren tussen de jaren en tussen typen habitat. Dichtheden van enkele dieren tot meer dan 1300 dieren per hectare (in plaagsituaties) zijn aangetroffen.

Na een jaar met dergelijke extreem hoge dichtheden stort de populatie in en worden meestal alleen in het voorkeurshabitat nog dieren gevangen. Het verdwijnen van de soort in een groot gebied, na een piekjaar, blijft tot op heden een opmerkelijk fenomeen, waarvoor nog geen afdoende verklaring is gevonden. Deels wordt de verklaring voor het ineen storten gezocht in soortspecifieke eigenschappen (intrinsieke factoren). Het gaat dan met name om het gedrag van individuen waarmee geboorte, sterfte en migratie worden beïnvloed (Krebs, 2003). Andere verklaringen worden gezocht bij externe factoren als voedselgebrek, ziekte of predatie (Wolff, 2003).

6 Factoren die het ontstaan van plaagsituaties bepalen

Het ontstaan van jaren met zeer hoge dichtheden veldmuizen, die tot een plaagsituatie kunnen leiden, is een kenmerk van de meerjarige aantaldynamiek (cyclus) die bij deze soort en andere *Microtidae* optreedt (zie boven). Welke factor of factoren deze cycli veroorzaken is een nog niet uitgemaakte zaak. Het voorkomen van specialistische en generalistische predatoren wordt met name in Fennoscandia als oorzaak gezien voor het optreden van cycli (Steen et al., 1990). Maar onderzoek in meer zuidelijke landen, zoals Engeland, bevestigt deze resultaten echter niet (Lambin et al., 2000).

Afgezien van de oorzaak van het optreden van cycli, zij worden gekenmerkt door hun periodiciteit en door een eventuele synchronie.

Klimaat

In grote delen van Europa, ook in Nederland, lijkt de veldmuis een driejarige cyclus te doorlopen (zie boven) maar uitzonderingen daarop in de vorm van een vierjarige cyclus zijn bekend (Maercks, 1954; van Wijngaarden, 1957 a). Hoe stabiel het klimaat des te groter de kans op duidelijke cycli (Maercks, 1954). Echter klimaatfactoren zoals het optreden van bovengemiddeld koude en natte winters beïnvloeden de aantallen dermate dat piekjaren niet of later optreden. Zachte winters kunnen een verwacht instorten van populaties in de herfst/winter van een piekjaar nog een jaar uitstellen (Herold, 1954; Maercks, 1954; Frank, 1957). Een onstabiel klimaat maakt het optreden van een cyclus daarom minder zeker en voorspelbaar. Dezelfde klimaatfactoren beïnvloeden naast de periodiciteit van een cyclus ook de populatiedichtheden in de piekjaren. Beneden een gemiddelde dagtemperatuur van 10° C lijkt de dichtheid in Duitsland aanzienlijk af te nemen (Wieland, 2002). Voor Nederland is niet bekend welke klimaatfactoren zoals gemiddelde temperatuur, uren zonneshijn en frequentie en hoeveelheid neerslag gerelateerd zijn aan de cyclus. Als dit geanalyseerd zou kunnen worden, kunnen dergelijke factoren als indicator worden gebruikt in een waarschuwingssysteem voor het optreden van cycli (early warning system).

Het milder wordende klimaat maakt het aannemelijk te veronderstellen dat de kans toeneemt op cycli met hoge dichtheden in de piekjaren.

Landschap

Het optreden van plaagsituaties in verschillende typen landschappen met verschillende bodems (kleigronden, hoog- en laagveen) wijst er op dat de grondsoort niet bepalend is voor het ontstaan (van Wijngaarden, 1956; van Wijngaarden 1957, c). Belangrijk is echter de doordringbaarheid (hardheid) van de bovenlaag (circa 20 cm) die bepaalt of een gangenstelsel met kraamkamers kan worden gegraven (zie hoofdstuk 2).

In dit verband wordt nog wel eens gewezen op de regelmatig optredende schade aan suiker- en voederbieten op kleigrond in Nederland, waarbij veldmuis en bosmuis (*Apodemus sylvaticus*) als soorten worden genoemd. Vooral het pas ingezaaide zaad vormt een goede voedselbron voor beide soorten. Het optreden van zaadpredatie en verdere schade aan suikerbieten is meestal tot enkele weken beperkt en hangt samen met een verschillend gebruik van dergelijke akkers door beide soorten. Uit buitenlandse gegevens blijkt dat de bosmuis, die binnen zijn verspreidingsgebied in vrijwel alle biotopen wordt aangetroffen, gedurende het voortplantingseizoen maais- en graanakkers gebruikt door daar holen te graven en zich voort te planten. De soort blijkt zich het gehele jaar op akkers te kunnen handhaven. Of de soort dit gedrag ook in Nederland vertoont is onbekend.

Veldmuizen lijken akkers tijdelijk te gebruiken en zich daar niet voort te planten. Vanuit biotopen met voldoende dekking zullen ze akkers vooral gebruiken om voedsel te zoeken. Een meer permanent gebruik van akkers is mogelijk indien voldoende dekking aanwezig is. Zo blijken op akkers die in de winter met stro worden afgedekt veldmuizen voor te komen en worden in het jaar daarop zeer hoge dichtheden waargenomen. Evenzo bevordert het toedekken van de grasmat (maaisel laten liggen) de reproductie van de soort (Jacob & Halle, 2001). De mate waarin veldmuizen in Nederland schade aan suikerbieten veroorzaken is onbekend.

In tegenstelling tot de bosmuis, die in zeer veel biotopen voorkomt, is het voor de ruimtelijke dynamiek van lokale populaties van de veldmuis belangrijk in welke mate primair en optimaal habitat en secundair dan wel suboptimaal habitat aanwezig zijn. De plaagsituaties in Nederland (maar ook in Duitsland, zie Maercks, 1954) in de vijftiger jaren van de vorige eeuw zijn vooral bekend van uitgestrekte sterk homogene landschappen van hooi- en weiland complexen met extensief beheer (zie hierna). Hiertussen bieden wegbermen, slootkanten, dijken en andere kleine oppervlakten met geschikte vegetaties de soort permanent leefgebied, waar jaarlijks reproductie plaatsvindt (zie hierboven). In sterk heterogene landschappen met veel suboptimaal habitat waarin de soort zich niet of alleen in zeer lage dichtheden kan handhaven (akkers, bos, moeras, houtwallen, boomgaarden, bosjes en ruigtevegetaties), kunnen in piekjaren wel grotere aantallen veldmuizen worden aangetroffen, maar ontwikkelen zich geen plaagsituaties. Suboptimaal habitat heeft in piekjaren een regulerende functie door het tijdelijk “opvangen” van veldmuizen die zich in beter habitat niet kunnen voortplanten. Daarnaast is het meestal een onderdeel van het leefgebied van verschillende predatoren van de veldmuis.

De verhouding optimaal-suboptimaal habitat lijkt dus belangrijk voor het zich ontwikkelen van een plaagsituatie. Ook voor de woelrat (*Arvicola terrestris*) en met name voor de terrestrische vorm (zoals die in Limburg voorkomt) zijn vergelijkbare relaties gevonden (Fichet-Calvet et al., 2000). Naar een dergelijke verhouding in de Nederlandse landschappen is, voor beide soorten, echter nooit onderzoek gedaan. Beter inzicht in deze verhouding kan leren waar potentiële probleemgebieden zich bevinden. In aansluiting daarop kan worden onderzocht of, gezien het belang van kleine oppervlaktes permanent leefgebied, een monitoringssysteem in dergelijke

landschapselementen kan worden ontwikkeld, dat als early warning systeem of als onderdeel daarvan kan worden gebruikt.

Beheer

Naast het belang van klimaat- en landschapfactoren, die niet dan wel met de nodige moeite zijn te veranderen, speelt het beheer van primair en secundair habitat een belangrijke rol bij het al dan niet ontstaan van een plaagsituatie. Door menselijk beheer kunnen namelijk eigenschappen van dit habitat zo beïnvloed worden dat het tijdelijk of permanent ongeschikt wordt voor de soort.

Van Wijngaarden (1957 c) wees er al op dat in bepaalde gebieden plagen niet meer voorkwamen nadat een ruilverkaveling was uitgevoerd. Hoewel het verlagen van de grondwaterstand en de aanleg van nieuwe wegbermen en slootkanten gunstig zijn voor de soort, leek hem vooral het intensiveren van het agrarische beheer de voornaamste reden om aan te nemen dat hierdoor plaagsituaties niet meer konden ontstaan. Hij leidde dit tevens af uit het feit dat de dichtheid aan muizen(gaten) afnam gaande van achter op de kavels naar de bewoning toe, wat samenhangt met de intensiteit van het kavelbeheer. Dit verschijnsel is ook waarneembaar in het huidige plaaggebied in Friesland.

Intensief beheer van met name grasland, maakt dat het minder geschikt wordt voor veldmuizen. Rollen en maaien verdichten de grasmat en de bodem, tevens verdwijnen graspollen en daarmee de omstandigheden voor de bouw van gangenstelsels met nesten.

Maaien bepaalt de hoogte van het gewas. Uit verschillend onderzoek blijkt dat in gras- en kruidenvegetaties met een hoogte van 10- 30 cm meer veldmuizen worden aangetroffen dan in vegetaties tussen 30- en 60 cm (zie o.a. Beemster & Dijkstra, 1991). Zeer lage grasvegetaties waar geen of nauwelijks dekking voor dieren aanwezig is worden juist weer gemeden (zie o.a. Wieland, 2002).

Daarnaast reageert de soort negatief op begrazing, net als andere *Microtidae*. Grasland met hoge veedichtheden wordt gemeden. Een lage dichtheid van veldmuizen is waargenomen bij 40-50 pinken/ 100 ha. Maar welke veedichtheden als ongunstig worden ervaren is nooit systematisch onderzocht.

Al deze resultaten leveren een algemene richtlijn voor graslandbeheer, die luidt dat hoe intensiever dit beheer is hoe minder gunstig graslanden zijn voor veldmuizen om er permanent te verblijven. Het summiere onderzoek in Nederland naar de ecologie van de veldmuis, maar ook de resultaten uit buitenlands onderzoek, zijn onvoldoende om de relaties tussen beheersmaatregelen zoals maaien en veedichtheden gedetailleerder te beschrijven en lenen zich niet voor meer gedetailleerde vuistregels.

7 Zijn plagen te voorkomen?

Het optreden van omvangrijke veldmuisplagen in Europa is in de vorige eeuw afgenomen, zowel in de West-Europese landen als Midden- en Oost Europa. Door vele auteurs wordt als belangrijkste oorzaak hiervan de intensivering van de landbouw genoemd (zie o.a. Myllymäki, 1979). Maar plagen op regionaal/lokale schaal komen in verschillende soorten gewassen en vooral grasland nog steeds voor.

Wanneer bestrijden?

De kennis in het algemeen over plagen door knaagdieren en hun bestrijding is ondertussen zodanig dat drie groepen van “plaagsoorten” kunnen worden onderkend met een eigen populatiedynamisch patroon. De patronen zijn het resultaat van de specifieke biologie van de soort (life history) en zijn milieu. De veldmuis behoort tot de groep die sterke seizoensfluctuaties (binnen en tussen jaren) kent, waarbij periodiek (al dan niet cyclisch) piekjaren optreden. In verband met het bestrijden en/of voorkomen van plaagsituaties is het belangrijk dit patroon als uitgangspunt te nemen, waarbij de bestrijding het meest succesvol zal zijn al ze zich richt op het voorkomen van de piekjaren, door in de jaren daarvoor maatregelen te nemen. Daarbij is het zinvol de dichtheid jaarlijks te volgen om zeker te zijn dat de (evenwicht)dichtheid van de lokale populaties laag blijft (Leirs, 2003).

Het nemen van maatregelen, die alleen op het verhogen van de sterfte zijn gericht, is in een piekjaar niet zinvol (het psychologisch effect bij de bestrijders is waarschijnlijk veel groter). De kosten maken dat deze maatregelen meestal op een beperkt oppervlak toegepast worden. Het ontstaan van een locatie met geen of zeer weinig muizen in een plaaggebied blijkt echter hetzelfde jaar weer bezet te worden en aanzienlijke dichtheden blijken weer voor te komen (Lauenstein, 1979). De effectiviteit van maatregelen in een piekjaar is dus laag en ook de efficiëntie, omdat verwacht mag worden dat dichtheden na het piekjaar zullen afnemen.

Het nemen van maatregelen is het meest effectief als ze in de jaren voor het piekjaar worden genomen, ook al blijkt het lastig mensen hiervan te overtuigen als er nog geen schade wordt waargenomen (Myllymäki, 1979).

Het juiste moment voor het nemen van maatregelen, voordat sprake is van een plaagsituatie, is niet gemakkelijk vast te stellen. Immers de aantallen en dichtheden van de soort fluctueren sterk van jaar tot jaar. In verschillende jaren zal de soort vooral voorkomen in primair habitat. Het voorkomen van de soort in grasland in zeer lage dichtheden hoeft nog geen voortekenen te zijn van een naderend piekjaar.

In Duitsland is een voorspellingsmodel ontwikkeld dat gebruik maakt van gegevens over het weer in het voorjaar, de dichtheid en populatieopbouw aan het begin van de maand april en de dichtheid aan het eind van deze maand. De toepasbaarheid van het model voor de Nederlandse situatie is onbekend.

In Nederland en daarbuiten is geprobeerd op verschillende manieren een soort muizenindex samen te stellen, die gebruikt zou kunnen worden als waarschuwing voor een naderend piekjaar.

Er is onder andere gewerkt met het percentage bezette vallen (Pelikan, 1955; Stein & Reichstein, 1957). Dit percentage is gebruikt als maat voor dichtheden in verschillende jaargetijden. Deze resultaten zijn echter niet in Nederland bruikbaar omdat enerzijds gewerkt is in andere gewassen dan gras, anderzijds omdat de gevonden muizendichtheden niet gerelateerd zijn aan die in Nederlandse graslanden.

Daarnaast is in Nederland en daarbuiten gekeken naar muizengaten en/of de mate waarin muizengaten werden heropend na dichtstoppen (Liro, 1974). Dit heeft tot op heden (nog) niet geleid tot een eenduidige index, ook niet voor Nederland (zie Buker, 1984).

Met een geringe inspanning in de vorm van een haalbaarheidsanalyse, lijkt het echter mogelijk aan te geven welke inspanningen nog nodig zijn om een Nederlandse index op te stellen en hoe deze als “early warning” systeem kan worden gebruikt.

Daarbij kan worden voortgebouwd op oude resultaten en ervaringen in Nederland en nieuwe in het buitenland, waarbij nieuwe inzichten in de ecologie van de soort (zie boven) moeten worden meegenomen. Vanwege een breed draagvlak voor het ontwikkelen en toepassen van een index als “early warning” systeem is het aan te bevelen dat een aantal belanghebbende partijen hierbij worden betrokken. Daarbij kan worden gedacht aan partijen die schade vergoeden, maar ook de landbouw (inclusief de akkerbouw) in verband met schadepreventie. Daarnaast kunnen (landschap)beheerders mogelijk een rol spelen. Bij het ontwikkelen en toetsen van een index in de praktijk zou de Zoogdiervereniging VZZ een belangrijke rol kunnen spelen vanwege de aanwezige (soorten)kennis en haar achterban van vrijwilligers.

Aanbevolen wordt ook de mogelijkheden van internationale samenwerking na te gaan, waarbij de problematiek vanuit een Europees perspectief wordt verkend evenals de mogelijkheden tot Europese medefinanciering.

Hoe bestrijden?

Hoewel traditioneel chemische middelen worden gebruikt ter bestrijding van de veldmuis en andere kleine knaagdieren, lijkt een bestrijding die zich meer op het habitat van de veldmuis richt (ecologische bestrijding) of een combinatie van beide, meer succesvol te zijn en minder risico's met zich mee te brengen (van Wijngaarden, 1957c; Lauenstein, 1970; Leirs, 2003; Pelz, 2003).

- chemische middelen

In het algemeen is de meest gangbare methode om plagen van muizen en ratten te bestrijden nog steeds het toepassen van rodenticiden. Vooral antistollingsmiddelen (anticoagulantia) worden toegepast. Deze middelen richten zich op het verhogen van de sterfte. Maar alternatieve chemische bestrijdingsmiddelen en methoden zijn in ontwikkeling (Singleton et al., 2003). De ontwikkeling van middelen die zich richten

op het verlagen van de reproductie (vooral feromonen worden genoemd als middel voor immunocontraceptie, Wieland (2002)) lijkt een veelbelovend alternatief, maar de ontwikkeling vraagt nog nader onderzoek en duurt lang (Wieland, 2002; Leirs, 2003).

Het enige middel in Nederland dat gebruikt mag worden ter bestrijding van de veldmuis is een antistollingsmiddel met de werkzame stof chloorfacinon. Dit middel kent al de nadelen die kenmerkend zijn voor deze groep van stoffen (Myllymäki, 1979; Lazarus, 1989; Saucy et al., 2001). Twee belangrijke nadelen zijn het niet selectief zijn, waardoor ook andere organismen (waaronder vele beschermde soorten zoals roofvogels) door het middel worden getroffen (zie Brugge, 1977) en de mogelijkheid van het ontwikkelen van resistentie (Lazarus, 1989). In Duitsland zijn middelen toegestaan op basis van zinkfosfaat. Deze stof heeft een directe werking op organismen, waardoor het gebruik alleen is toegestaan door het buiten bereik van niet doelorganismen aan te bieden. In de praktijk betekent het dat het direct in muizengangen wordt gelegd.

In het buitenland wordt ook gebruik gemaakt van behandeld graan dat als voer op speciale voerstations in veldsituatie wordt aangeboden. Onbekend is hoe effectief deze wijze van bestrijden is. Voerstations worden vooral gebruikt in combinatie met veldmuisbarrières, zoals kale greppels en schermen (zie hieronder). Neveneffecten op andere organismen (vooral vogels) zijn bekend. Onduidelijk is in welke mate deze neveneffecten zijn te voorkomen.

In Zwitserland zijn praktijkproeven gedaan met het begassen van weilanden met schade veroorzaakt door de woelrat. De neveneffecten hiervan zijn niet duidelijk.

Andere methoden van bestrijding dan de chemische middelen die, vooral bij lage dichtheden, kunnen worden toegepast zijn (zie Leirs, 2003; Pelz, 2003):

- vergroten van de predatiedruk

Predatoren kunnen op grote schaal lagere dichtheden van hun prooi veroorzaken, maar geen piekdichtheden voorkomen en muizenpopulaties elimineren (is alleen in eiland situatie aangetoond). Hun (afvlakkend) effect op aantallen en dichtheden is het grootst bij lage dichtheden van de prooi-soort. Dit effect zal groter zijn naarmate meer kleine roofdieren, zoals wezel en hermelijn, aanwezig zijn in de nabijheid van lokale muizenpopulaties. Houtwallen, hout- en steenhopen en ruigtestroken bevorderen deze aanwezigheid.

Omdat de aantaldynamiek van predatoren volgend is op die van hun prooi is dit juist de reden dat ze cycli bij muizen kunnen veroorzaken (Krebs, 2003; Wolff, 2003).

- fysieke afscherming van het gewas

Schade door veldmuizen en vooral de woelrat kan worden voorkomen door het perceel af te schermen voor muizen die zich in het voorjaar willen vestigen. Dit kan door middel van een scherm (plastic dispersie barrière) of ploegvoren (van circa 30 cm diep), die kunnen worden voorzien van op regelmatige afstand aangebrachte

vallen en/of behandeld lokaas. Deze techniek is voor de veldmuis en vooral de woelrat (*Arvicola terrestris*) toegepast bij oppervlaktes tot circa 30 ha en lijkt vooral bij de woelrat succesvol (Wieland, 2002; Saucy, 2002).

Rond percelen met tuinbouw en aanplant kan ook een brede strook ongeschikt habitat worden aangebracht dat het aantal muizen dat zich wil vestigen, sterk zal reduceren (voor de veldmuis kale grond of een hoge (> 60 cm) kruidenvegetatie).

Kale grond en rasters kunnen voorkomen dat uit een lokale “bron” populatie vertrekkende dieren zich in de omgeving verspreiden of nog “lege” plekken bewoond raken.

In het buitenland wordt als preventie tegen schade door beide soorten woelmuizen steeds vaker gebruik gemaakt van een combinatie van diepe ploegvoren en schermen als barrières, al dan niet in combinatie met vallen. Dit werkt niet meer als woelmuizen reeds in het gewas of grasland voorkomen.

- alternatief voedsel

Als alternatief voedsel (al dan niet behandeld) wordt aangeboden (voordat het oorspronkelijke gewas gaat groeien, of in de nabijheid van het oorspronkelijke gewas) blijkt dat schade kan worden verminderd. Het beste praktijk voorbeeld is het strooien van bietenzaad op de akkers totdat het gepote zaad is uitgegroeid. Bosmuizen zullen het gestrooide zaad eten en niet of minder het gepote zaad opgraven. Een dergelijke wijze van bestrijden vraagt wel om een afweging van kosten en baten. Voor de veldmuis is een dergelijke methode niet bekend.

-landbouwkundige maatregelen

Het onderzoek naar het ontstaan van de piekjaren bij de veldmuis heeft duidelijk gemaakt dat een aantal landbouwkundige maatregelen de dichtheden negatief beïnvloeden. In het algemeen is een intensief grasland beheer ongunstig voor de soort. Hierbij moet gedacht worden aan intensieve begrazing en intensieve grondbewerking die bijdraagt aan een vlakke grasmat en dichte bodem (slootkanten schonen, greppelen, pollen afmaaien en uitsteken, mesten). In het algemeen lijkt te gelden dat “Grasland verbeteren is veldmuizen weren” (citaat van Wijngaarden, 1956b), waarbij wel bedacht moet worden dat deze constatering betrekking heeft op goede en slechte graslanden uit de vijftiger jaren van de vorige eeuw.

Het tijdelijk onder water zetten van een perceel zal de aantallen ook sterk reduceren. Dit vraagt echter ook om een kosten-baten afweging en lijkt alleen voor kleine oppervlakten een optie.

Het gebruik van (ultrasoon) geluid als middel ter bestrijding van de veldmuis (en ook de woelrat) is niet succesvol (Lazarus, 1989).

Het vangen van muizen is erg arbeidsintensief en lijkt alleen uitvoerbaar als het kleine lokale populaties en kleine oppervlakten betreft, of in combinatie met andere methoden.

8 Conclusies en aanbevelingen

1- veldmuisplagen zijn van oudsher bekend in Nederland. Hoewel minder talrijk en omvangrijk geworden komen ze nog steeds lokaal en in beperkte mate voor. Kwetsbare gebieden waar de kans op plaagsituaties groot is, zijn door van Wijngaarden geanalyseerd (fig. 3). Of deze gebieden nog steeds aan de gebruikte criteria voldoen is onduidelijk. Onderzoek hiernaar kan duidelijk maken waar de meest kwetsbare gebieden tegenwoordig zijn gelegen en waar een “early warning system” (proactief) kan worden toegepast.

2- aan de plagen ligt de soortspecifieke aantalsdynamiek van de veldmuis ten grondslag. Deze maakt dat aantallen binnen en tussen jaren sterk fluctueren, maar ze groeien gedurende enkele jaren en monden uit in regelmatig voorkomende piekjaren (muizencyclus). Piekjaren in Nederland lijken een driejarige cyclus te vertonen en over grote delen van het land synchroon te verlopen. Klimaatfactoren lijken vooral de lengte van de cyclus te bepalen. Daarnaast bepalen locale factoren of “plaagdichtheden” in piekjaren worden bereikt en of pieken asynchroon optreden. De huidige klimaatverandering (relatief warmere winters) vergroot de kans op piekjaren met hoge dichtheden. Onderzoek in de vorm van een analyse van welke klimaatfactoren aan piekjaren zijn gerelateerd is uiterst zinvol om als onderdeel van een “early warning system” te worden gebruikt.

3- enkele kenmerken van de vrouwlijke sexe, die met de reproductie samenhangen, spelen een basale rol bij het kunnen ontstaan van plaagsituaties. Het ontwikkelen van bestrijdingsmethoden met behulp van feromonen is hierop gericht. Ook het werken met muizenbarrières (schermen, greppels, stroken kale grond) is vooral gericht op het voorkomen dat migrerende vrouwtjes zich vestigen in nog onbewoonde percelen.

4- de soortkenmerken in combinatie met de klimaatfactoren en landschappelijk kenmerken (grootschaligheid, dwz. dat de verhouding primair en secundair habitat boven een bepaalde grens ligt) bepalen het ontstaan van een plaagsituatie. Onbekend is hoe groot deze verhouding moet zijn om de kans op het ontstaan van zo'n situatie zo klein mogelijk te houden. Onderzoek kan duidelijk maken welke verhouding primair/secundair habitat de kans op plagen verkleint.

5- lokale factoren die met het graslandbeheer hebben te maken, spelen een zeer belangrijke rol bij het zich kunnen ontwikkelen van hoge dichtheden. Deze factoren beïnvloeden de geschiktheid van het veldmuishabitat positief dan wel negatief. Onbekend is hoe groot deze factoren exact moeten zijn om hun werking uit te oefenen. Onderzoek naar deze factoren maakt dat duidelijk.

6- voor het bestrijden van plaagsituaties is het treffen van maatregelen het meest effectief in de jaren voor een piekjaar (preventief handelen).

7- er bestaat geen index voor muizendichtheden of –aantallen, die in het veld gebruikt kan worden als indicator om op tijd maatregelen te treffen. Deze is relatief eenvoudig te ontwikkelen. Onderzoek hiernaar is gewenst.

8- maatregelen die alleen op het verlagen van de sterfte gericht zijn, met name in een piekjaar, zijn overwegend weinig effectief. Combinaties van maatregelen die zowel de sterfte beïnvloeden als de groei van een populatie remmen en de verspreiding van muizen tegen gaan zijn meer effectief. In het laatste geval lijkt het preventief werken met aangebrachte barrières (ploegvoren, kale stroken grond, schermen) succesvol om vestiging van woelmuissoorten te voorkomen.

9- de meest effectieve bestrijding bestaat uit het nemen van een combinatie van preventieve maatregelen op een groot oppervlak.

Literatuur

Beemster, N & C. Dijkstra, 1991. Roofvogels in de nederlandse wetlands variaties in voedselaanbod: woelmuizen. Voortgangsrapport 1989-1990. rapport 1991-21 lio, Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.

Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen, 2001. Algemene en schaarse vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht.

Boyce, C.C.K. & J.L. Boyce III, 1988 a. Population biology of *Microtus arvalis*. I. Lifetime reproductive success of solitary and grouped breeding females. J. of Animal Ecology 57: 711- 722.

Boyce, C.C.K. & J.L. Boyce III, 1988 b. Population biology of *Microtus arvalis*. II. Natal and breeding dispersal of females. J. of Animal Ecology 57: 723- 736.

Boyce, C.C.K. & J.L. Boyce III, 1988 c. Population biology of *Microtus arvalis*. III. Regulation of numbers and breeding dispersion of females. J. of Animal Ecology 57: 737- 754.

Brugge, T., 1977. Veldmuizen bestrijden met chloorfacinontarwe? Landbouwkundig Tijdschrift 89 (1): 10- 14.

Buker, J.B., 1984. Aantalsschommelingen in de veldmuis *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) in de periode 1978-1981. Lutra 27: 304- 311.

Daan, N & C. Dijkstra, 1988. Date of birth and reproductive value of kestrel eggs: on the significance of early breeding. In: C. Dijkstra: Reproductive tactics in the kestrel (*Falco tinnunculus*). Ph.D. thesis, RUGroningen.

Dijkstra, C., 1987, 1988, 1989, 1990. Aantalsfluctuaties in muizenpopulaties in relatie tot de ontwikkeling van de vegetatie: een onderzoek op de droogvallende gronden in het Volkerakmeer en Zoommeer. Voortgangsverslagen. Rijkswaterstaat, Dienst Wegen en Waterbouwkunde, Delft.

Dijkstra, C., S. Daan, T. Meijer, A.J. Cavé & R.P.B. Foppen, 1988. Daily and seasonal variations in body mass of the kestrel in relation to food availability and reproduction. Ardea 76: 127-140.

Frank, F., 1957. The causality of microtine cycles in Germany. J. of Wildlife Management 21: 113- 121.

Frank, F., 1964. Die Feldmaus, *Microtus arvalis* (Pallas), im nordwestdeutschen Rekordwinter 162/63. Zeitschrift für Säugetierkunde 29 (3): 146- 152.

- Fichet- Calvet, E., B. Pradier, J.P. Quéré, P. Giraudoux & P. Delattre, 2000. Landscape composition and vole outbreaks: evidence from an eight year study of *Arvicola terrestris*. *Ecography* 23 (6): 659- 668.
- Hansson, L., 1977. Spatial dynamics of field voles *Microtus agrestis* in heterogeneous landscapes. *Oikos* 29: 539-544.
- Hansson, L. & H. Henttonen, 1985. Gradient in density variations of small mammals: the importance of latitude and snow cover. *Oecologia (Berl.)* 67: 394-402.
- Herold, W., 1954. Beobachtungen über den Witterungseinfluss auf den Massenwechsel der Feldmaus. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 19: 86- 107.
- Jonkers, J., 1981. Opnieuw veldmuizenplaag in de Alblasserwaard. *De Boerderij* 66 (25): 46- 47.
- Jacob, J. & S. Halle, 2001. The importance of land management for population parameters and spatial behaviour in common voles (*Microtus arvalis*). In H.-J. Pelz, D.P. Cowan & C.J. Feare (eds.): *Advances in Vertebrate Pest Management II*. Filander Verlag, Fürth.
- Jonkers, D. & A. van Wijngaarden, 1975. Veldmuizenplagen komen ook nu nog voor. *Landbouwkundig Tijdschrift* 87 (6): 157-159.
- Krebs, C.J., 2003. How does rodent behaviour impact on population dynamics?. In: G.R. Singleton, L. A. Hinds, C.J. Krebs & D.M. Spratt (eds.) *Rats, Mice and People: rodent biology and management*. ACIAR Monographs 96, Canberra Australië.
- Lambin, X, S.J. Petty & J.L. Mackinnon, 2000. Cyclic dynamics in field vole populations and generalist predation. *J. of Animal Ecology* 69: 106 -118.
- Lauenstein, G., 1979. Zur Problematik der Bekämpfung von Feldmäusen (*Microtus arvalis* (Pall.)) auf Grünland. *Zeitschrift für Angewandte Zoologie* 66: 35- 59.
- Lazarus, A.B., 1989. Progress in rodent control and strategies for the future. In: R.J.Putman (ed.). *Mammals as pests*. Chapman and Hall, London.
- Leirs, H., 2003. Management of rodents in crops: the Pied Piper and his orchestra. In: G.R. Singleton, L.A. Hinds, C.J. Krebs & D.M. Spratt (eds.). *Rats, Mice and People: rodent biology and management*. ACIAR Monograph 96, Canberra, Australië.
- Liro, A., 1974. Renewal of burrows by the common vole as the indicator of its numbers. *Acta Theriologica* 19: 259-271.
- Maercks, H., 1954. Über den Einfluss der Witterung auf den Massenwechsel der Feldmaus (*Microtus arvalis* Pallas) in der Wesermarsch. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 6 (7): 101- 108.

Moraal, L.G. & E.M. Kuiper, 1992. Veldmuizen bedreigen bosaanleg op landbouwgrond. *Bosbouwvoorlichting* 1992 (1): 5- 8.

Pelikán, J., 1955. Studie o stanovištích hraboše polního (*Microtus arvalis* Pall.). *Brněnské Základny Československé Akademie Věd.* 27: 1- 32. (met Duitse samenvatting).

Pelz, H.-J., 2003. Current approaches towards environmentally benign prevention of vole damage in Europe. In: G.R. Singleton, L.A. Hinds, C.J. Krebs & D.M. Spratt (eds.). *Rats, Mice and People: rodent biology and management.* ACIAR Monograph 96, Canberra, Australië.

Saucy, F., 2002. Dispersal as a key issue in the biological control of small mammals. In: H.-J. Pelz (red.). *Pflanzenschutz im ökologischen Landbau- Probleme und Lösungsansätze.* Berichte Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig 104: 18-27.

Saucy, F., A.Meylan & R. Poitry, 2001. Lessons from 18 years of use of anticoagulants against fossorial *Arvicola terrestris* in Switzerland. In: H.-J. Pelz, C. Feare & D.P. Cowan (eds.). *Advances in vertebrate pest management, vol. 2.* Fürth, Filander: 71- 90.

Steen, H., N.G. Yoccoz & R.A. Ims, 1990. Predators and small rodent cycles: an analysis of 79-year time series of small rodent population fluctuations. *Oikos* 59: 115-120.

Stein, G.H.W., 1952. Über Massenvermehrung und Massenzusammenbruch bei der Feldmaus. *Zoologisches Jahrbuch (Syst.)* 81: 1-26.

Stein, G.H.W. & H. Reichstein, 1957. Über ein neues Verfahren zur Bestimmung der Bestandsdichte bei Feldmäusen, *Microtus arvalis* Palls. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst* 8: 149-154.

Wijngaarden, A., van 1953. Voorlopige resultaten van het veldmuizen-populatieonderzoek in de Betuwe. *De Levende Natuur* 56 (9): 171-179.

Wijngaarden, A., van 1955. Vorläufige Ergebnisse der Populationsuntersuchung an Feldmäusen in der Betuwe. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 20: 61- 69.

Wijngaarden, A., van 1956 a. De oecologische factoren, die het ontstaan van een veldmuisplaag mogelijk maken. *Tijdschrift voor Plantenziekten* 62; 31.

Wijngaarden, A., van 1956 b. Over het verband tussen graslandexploitatie en veldmuisplagen. Driemaandelijks bericht betreffende Komgrondegebieden 6(2): 112- 120.

Wijngaarden, A., van 1957 a. De periodiciteit in de populatiemaxima van de veldmuis *Microtus arvalis* Pallas, in Nederland, 1806-1956. *Vakblad voor Biologen* (37): 49-56.

Wijngaarden, A., van 1957 b. The mammal fauna of two Betuwe landscapes. *Mammalia* XXI (3): 267-300.

Wijngaarden, A., van 1957 c. The rise and disappearance of continental vole plague zones in The Netherlands. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* 63.15. Staatsuitgeverij, Den Haag.

Wieland, H, 2002. Einsatz von Migrationsbarrieren und Pheromonen zur Abwehr von Wühlmäusen. In: H.-J. Pelz (red.). *Pflanzenschutz im ökologischen Landbau-Probleme und Lösungsansätze*. *Berichte Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, Braunschweig 104: 61-76.

Wolff, J.O., 2003. Density- dependence and the socioecology of space use in rodents. In: G.R. Singleton, L.A. Hinds, C.J. Krebs & D.M. Spratt (eds.). *Rats, Mice and People: rodent biology and management*. *ACIAR Monograph* 96, Canberra, Australië.