

# Terugkerende muizenplagen in Nederland

## Inventarisatie, sturende factoren en beheersing



Altenburg & Wymenga



ECOLOGISCH ONDERZOEK



WAGENINGEN UR  
For quality of life



ALTERRA  
WAGENINGEN UR



WETTERSKIP  
FRYSLÂN



# **Terugkerende muizenplagen in Nederland**

## **Inventarisatie, sturende factoren en beheersing**

A&W-rapport 2123

---

E. Wymenga, J. Latour, N. Beemster, D. Bos, N. Bosma, J. Haverkamp, R. Hendriks, G.J. Roerink, G.J. Kasper, J. Roelsma, S. Scholten, P. Wiersma & E. van der Zee

**Foto voorplaat: beeld van door muizen bevolkte graslanden in het Lage Midden van Fryslân. Foto A&W. Inzet: Veldmuis (Johann Presscher)**

Wymenga, E., J. Latour, N. Beemster, D. Bos, N. Bosma, J. Haverkamp, R. Hendriks, G.J. Roerink, G.J. Kasper, J. Roelsma, S. Scholten, P. Wiersma & E. van der Zee 2015. Terugkerende muizenplagen in Nederland. Inventarisatie, sturende factoren en beheersing. A&W-rapport 2123. Altenburg & Wymenga bv, Alterra Wageningen UR, Livestock Research Wageningen, Wetterskip Fryslân, Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief. Feanwâlden.

#### **Opdrachtgevers**

Zie verantwoording

#### **Uitvoerders**

##### **Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv**

Postbus 32  
9269 ZR Feanwâlden  
Telefoon 0511 47 47 64  
info@altwym.nl  
www.altwym.nl

##### **Alterra Wageningen UR**

Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
Telefoon 0317 48 07 00  
info@alterra.nl  
www.alterra.nl

##### **Livestock Research Wageningen**

Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
Telefoon 0317 48 39 53  
info@livestockresearch.wur.nl  
www.wageningenur.nl

##### **Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief**

Postbus 46  
9679 ZG Scheemda  
Telefoon 06 50 57 99 97  
info@grauwekiekendief.nl  
www.werkgroepgrauwekiekendief.nl

#### **Wetterskip Fryslân**

Postbus 36  
8900 AA Leeuwarden  
Telefoon 058 29 22 22 22  
info@wetterskipfryslan.nl  
www.wetterskipfryslan.nl



© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

---

#### **Projectnummer**

2364smu

#### **Projectleider**

E. Wymenga

#### **Status**

Eindrapport

---

#### **Autorisatie**

Goedgekeurd

#### **Paraaf**

W. Altenburg

#### **Datum**

11 januari 2016

---

#### **Kwaliteitscontrole**

J. Latour

# Inhoud

---

<b>Verantwoording</b>	
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doelen	2
1.3 Opzet in hoofdlijnen en leeswijzer	2
<b>2 Ecologie van Veldmuizen in Nederland</b>	<b>5</b>
2.1 De Veldmuis	5
2.2 Leefgebied van de Veldmuis	6
2.3 Populatieverloop en cycli	6
2.4 Betekenis van Veldmuizen en cycli voor het ecosysteem	8
2.5 Samenvattend	11
<b>3 Optreden van muizenplagen</b>	<b>13</b>
3.1 Muizenplagen in Nederland	13
3.2 De muizenplaag in Fryslân in 2014-2015	15
3.3 Verloop van de Veldmuizenplaag op gebiedsniveau	29
3.4 Veldmuizen op waterkeringen	31
3.5 Conclusies	32
<b>4 Schade en risico's bij muizenplagen</b>	<b>35</b>
4.1 Inleiding	35
4.2 Risico's en schade voor de melkveehouderij	36
4.3 Veiligheidsrisico's: schade aan waterkeringen en bermen	41
4.4 Belasting van het oppervlaktewater met nutriënten	45
4.5 Ecologische risico's	51
4.6 Verhoogde risico's op verspreiding van ziekten	53
4.7 Conclusies	54
<b>5 Sturende factoren achter muizenplagen</b>	<b>57</b>
5.1 Inleiding	57
5.2 Weer en klimaat	57
5.3 Openheid landschap	60
5.4 Graslandgebruik en drooglegging	64
5.5 Beweiding	69
5.6 Samenhang van factoren	71
5.7 Oorzaken van het autonome verdwijnen van plagen	75
5.8 Synthese en conclusies	75
<b>6 Mogelijkheden om muizenplagen te beheersen</b>	<b>79</b>
6.1 Inleiding	79
6.2 Overzicht van mogelijke maatregelen uit de literatuur	80
6.3 Toegepaste bestrijdingsmaatregelen in Fryslân 2014-2015	86
6.4 Metingen van de effectiviteit van maatregelen	88
6.5 Conclusies	93
<b>7 Herstel van grasland en keringen na muizenschade</b>	<b>95</b>
7.1 Inleiding	95
7.2 Inventarisatie graslandherstel	95
7.3 Herstel van gewas en zode in percelen	96

7.4	Herstel van schade aan kaden	100	
7.5	Conclusies	103	
<b>8</b>	<b>Signaleringsysteem voor muizenuitbraken</b>	<b>104</b>	
8.1	Inleiding	104	
8.2	Uitgangspunten en eisen	105	
8.3	Ruimtelijke strategie van het EWS	105	
8.4	Monitoringaanpak in zeer kwetsbare gebieden	107	
8.5	Monitoring in kwetsbare gebieden	107	
8.6	Meldpunt en regiecentrum	108	
8.7	Toets van het ontwerp aan de uitgangspunten en eisen	110	
8.8	Conclusies	111	
<b>9</b>	<b>Strategie bij eventuele nieuwe muizenuitbraken</b>	<b>112</b>	
9.1	Algemeen	112	
9.2	Uitgangspunten voor een integrale strategie	112	
9.3	Uitwerking van de ladder van maatregelen.	116	
9.4	Aanbevelingen	120	
<b>10</b>	<b>Literatuur</b>	<b>122</b>	
	<i>Bijlage 1</i>	<i>Velddata en analyse van factoren</i>	129
	<i>Bijlage 2</i>	<i>Statische analyse ruimtelijke factoren</i>	131
	<i>Bijlage 3</i>	<i>Methoden voor monitoring van Veldmuizen</i>	133

## Verantwoording

---

Het onderzoek is gefinancierd door een groot aantal (hieronder genoemde) organisaties, en onder aansturing van een regiegroep, uitgevoerd door een consortium van partijen. Hieronder worden de bijdragen en rollen van alle afzonderlijke partners en personen genoemd. Er is een publieksvriendelijke samenvatting geschreven van dit rapport, die separaat is uitgegeven.

### Regiegroep

Klaas Talma (Voorzitter, Provincie Fryslân), Jelle Bouma (Actiecomité Muizenschade), Niek Bosma (Wetterskip Fryslân/STOWA), Marc de Bode (Ministerie van Economische Zaken), Wiebren van Stralen (LTO Noord), Margriet Krijn (Provincie Fryslân), Marianne Reitsma (Provincie Fryslân), Eddy Wymenga (Altenburg & Wymenga bv)

### Financiers

Provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân, Ministerie van Economische Zaken, STOWA, BIJ12 unit Faunafonds, LTO Noord, Provincie Groningen, Rabobank, Provincie Zuid-Holland, Provincie Overijssel, Gemeente De Fryske Marren, Gemeente Súdwest Fryslân

### Uitvoerders

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Alterra Wageningen UR, Wageningen UR Livestock Research, Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, Wetterskip Fryslân

Projectleider Eddy Wymenga, Altenburg & Wymenga bv

### Veldwerk, onderzoek en invoer data

Altenburg & Wymenga: Sjoukje Attema, Daan Bos, Nico Beemster, Jasper van Belle, Yde van der Heide, Pieter de Hoop, Jan van der Kamp, Maaïke Krol, Joris Latour, Johan Mulder, Sjouke Scholten, Marten Sikkema, Bart Trouw, Johann Prescher, Reinder Wisman, Eddy Wymenga

Stages: Valentijn van Bergen, Chantal Bleuel, Jasper Dijkstra, Petra Huizing, Ferjo Kalverda, Niels Karelse, Daphne Kleij, Tsjebbe Galema, Josco van Andel

Wetterskip Fryslân: Jantine Haverkamp, Niek Bosma, Jan Roelsma

Alterra Wageningen UR: Rob Hendriks, Gerbert Roerink

Wageningen UR Livestock Research: Gerrit Kasper, Henk Schilder

Werkgroep Grauwe Kiekendief: Ben Koks, Madeleine Postma, Oïke Vlaanderen, Popko Wiersma

### GIS en statistiek

Lucien Davids, Daan Bos, Joris Latour, Ronald de Jong, Els van der Zee (Altenburg & Wymenga), Gerbert Roerink (Alterra), Popko Wiersma (Werkgroep Grauwe Kiekendief)

### Eindredactie hoofdrapport

Eddy Wymenga, Joris Latour & Nico Beemster

### Citatie eindrapport

Wymenga, E., J. Latour, N. Beemster, D. Bos, N. Bosma, J. Haverkamp, R. Hendriks, G.J. Roerink, G.J. Kasper, J. Roelsma, S. Scholten, P. Wiersma & E. van der Zee 2015. Terugkerende muizenplagen in Nederland. Inventarisatie, sturende factoren en beheersing. A&W-rapport 2123. Altenburg & Wymenga bv, Alterra Wageningen UR, Livestock Research Wageningen, Wetterskip Fryslân, Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief. Feanwâlden.

*Dank aan alle boeren, terreinbeherende organisaties en andere grondeigenaren die welwillend toestemming gaven hun land te betreden en hun ervaringen met de muizenuitbraak met ons deelden. Daarnaast bedanken we Mirjam Maas (RIVM) en Frits van der Schans (CLM) voor het welwillend delen van informatie.*





# 1 Inleiding

---

## 1.1 Aanleiding

### **Een uitzonderlijk grote muizenplaag in 2014-2015**

2014 en 2015 zullen de geschiedenis in gaan als jaren met een uitzonderlijk grote veldmuizenplaag in Fryslân en op beperkte schaal elders in Nederland. De eerste aanwijzingen dat 2014 een bijzonder muizenjaar zou worden kwamen al in het voorjaar, toen roofvogels en uilen vroeg tot broeden kwamen. In juni 2014 waren er meldingen van enkele tientallen paren Velduilen, die broedden in graslanden in Fryslân (Kleefstra *et al.* 2015). Dat was opzienbarend, omdat Velduilen al meerdere decennia verdwenen zijn uit het boerenland en dergelijk aantallen alleen bekend waren van muizenpiekjaren in de eerste helft van de vorige eeuw.

In de loop van de zomer van 2014 meldden agrariërs schade aan graslanden. De werkelijke omvang bleek pas in het najaar en de winter van 2014-2015 en was zonder precedent. In 2004-2005 was er voor het eerst sinds decennia weer een muizenuitbraak in Fryslân geweest, maar die bleef beperkt tot de zuidwesthoek (van Apeldoorn 2005). Nu strekte de muizenplaag zich uit over grote delen van het klei- en veengebied, waar de vegetatie in graslanden, bermen en op waterkeringen grotendeels was verdwenen. Ook uit andere provincies kwamen dergelijke meldingen. De economische schade werd door LTO Noord berekend op 73 miljoen euro (de Boer 2015). Uit een schouw van Wetterskip Fryslân bleek dat ook veel waterkeringen te maken hadden met muizenschade. Daarnaast was het waterschap beducht op een mogelijk verhoogde uitspoeling van meststoffen vanuit polders naar het oppervlaktewater.

### **Nader onderzoek**

De schaal en omvang van de schade voor agrariërs is door LTO Noord en het Actiecomité Muizenschade, opgericht in december 2014, indringend bij bestuurders en politici onder de aandacht gebracht. In januari 2015 heeft dit geleid tot een bezoek van toenmalig Staatssecretaris Dijkema van het Ministerie van Economische Zaken aan gedupeerde boeren in Fryslân.

Bovengenoemde zaken waren aanleiding voor verschillende organisaties – Provincies Zuid-Holland, Groningen en Overijssel, Provinsje Fryslân, Wetterskip Fryslân, Ministerie van Economische Zaken, Faunafonds (BIJ2), Rabobank en de gemeenten Súdwest-Fryslân en De Fryske Marren – om in samenwerking met LTO Noord en het Actiecomité een onderzoek te starten naar de achtergronden van de terugkerende muizenplagen en de mogelijke maatregelen om die te beheersen. Onder regie van Provincie Fryslân werd dit onderzoek opgedragen aan een consortium van Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Alterra en Wageningen UR Livestock Research. In het voorjaar van 2015 kon met steun van verschillende provincies ook de deskundigheid ingeroepen worden van de Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, die in Nederland al jarenlang onderzoek doet naar de dynamiek van Veldmuizenpopulaties. Wetterskip Fryslân heeft in afstemming daarmee onderzoek uitgevoerd naar waterkeringen en de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Ook de STOWA - Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer – richtte haar vizier op de muizenplaag, om uit te zoeken in hoeverre de recente muizenplaag voor waterschappen relevant was. Dit onderzoek is uitgevoerd door Altenburg & Wymenga bv en Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief. Vanwege de sterke relatie met het bovengenoemde onderzoek is besloten de samengevatte resultaten van beide onderzoeken in het onderhavige rapport te presenteren.

## 1.2 Doelen

De overkoepelende doelstelling van beide onderzoeken was om kennis en bouwstenen te leveren voor een strategie om in de toekomst muizenplagen vroegtijdig te signaleren en de schade te beheersen. Als basis daarvoor diende kennis te worden ontwikkeld en ontsloten over de achtergronden en sturende factoren. Daarvoor was inzicht nodig in de ruimtelijke verspreiding en de ontwikkeling van de muizenplaag in 2014-2015, en welke maatregelen op korte en lange termijn kunnen worden genomen om schade te beperken en te voorkomen.

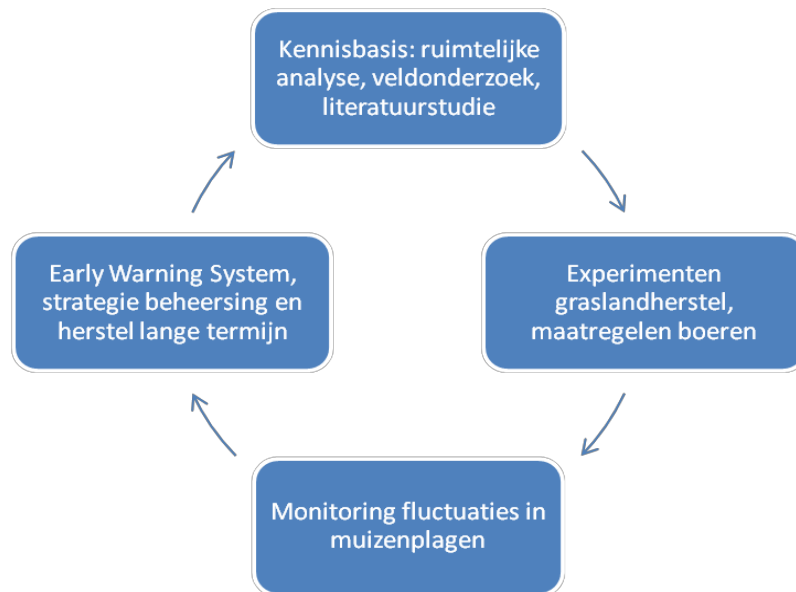
Meer specifiek waren de doelen:

- Het in beeld brengen van de omvang en ontwikkeling van de muizenplaag in 2014-2015, in het bijzonder in Fryslân en de aanpalende gebieden in Groningen.
- Het zo mogelijk kwantificeren van en duiding geven aan de verschillende factoren in ruimte en tijd die een rol spelen bij de recent optredende muizenplagen.
- Het in beeld brengen van de risico's die kunnen optreden, in het bijzonder waar het gaat om de veiligheid en de kwaliteit van waterkeringen en bermen.
- Inzicht geven in maatregelen die op perceels- of gebiedsniveau kunnen bijdragen aan het beperken van de schade – op korte en lange termijn - en het herstellen daarvan.
- Inzicht geven hoe de muizenplaag doorwerkt in andere belangrijke functies of doelen in het agrarisch gebied, in het bijzondere wat de risico's zijn van een eventueel verhoogde uitspoeling van nutriënten in het watersysteem.
- Het ontwikkelen van een strategie voor het omgaan met toekomstige muizenplagen, inclusief een vroegtijdige signalering (Early Warning System).
- Een nadere beschouwing op de ethische aspecten van de bestrijding van muizen.

## 1.3 Opzet in hoofdlijnen en leeswijzer

Het fenomeen muizenplagen in intensief gebruikt boerenland, in bermen en op waterkeringen roept veel vragen op. Tegelijkertijd is de kennis over muizenuitbraken in het hedendaagse agrarische landschap beperkt. Uitgangspunt voor dit onderzoek was daarom het opzetten van een kennisbasis over de ecologie en de achtergronden van muizenuitbraken en de optredende schade (figuur 1.1). De onderhavige studie behelst geen populatie-dynamisch onderzoek aan de Veldmuizen zelf. Daarvoor is een meerjarige opzet en monitoring nodig, die tot nu toe in Nederland ontbreekt. Kennis omtrent populatiedynamica en strategieën van Veldmuizen is wel onontbeerlijk om te begrijpen hoe muizenplagen in gangbare graslandgebieden kunnen terugkeren en beheerst kunnen worden. We hebben ons daartoe in deze fase gebaseerd op het werk van andere onderzoekers (o.a. Delattre & Giraudoux 2008, Giraudoux *et al.* 1994, Jacob *et al.* 2014, Krebs 2013).

Het onderzoek is geïnitieerd op een moment dat de muizenplaag 2014-2015 op zijn hoogtepunt was. Het treffen van maatregelen, zo leert de ervaring elders in Europa, is dan weinig effectief. Vanwege die timing is in het onderzoek zorg aandacht besteed aan korte termijn-maatregelen en daarnaast gekeken naar een lange termijn aanpak met een preventieve werking. Voor dit doel zijn kleinschalige experimenten opgezet om meer inzicht te krijgen in de schade en het herstel van graslanden en waterkeringen. Tegelijkertijd troffen boeren in de praktijk op grote schaal maatregelen, al vanaf de nazomer van 2014, om muizen in graslanden te bestrijden. Om te volgen hoe dat doorwerkt op de muizenpopulaties is monitoring uitgevoerd. De ervaring daarmee is ingezet voor het ontwerpen van een toekomstig Early Warning System, passend in de ontwikkeling van een strategie voor de lange en korte termijn (figuur 1.1).



Figuur 1.1. Opzet van de studie op hoofdlijnen.

### Leeswijzer

De hoofdstukken 2 tot en met 5 behandelen het fenomeen muizenplagen en hoe zich dat in 2014-2015 in Nederland heeft voorgedaan. Daartoe wordt de ecologie van de Veldmuis uitgelegd (hoofdstuk 2) en de omvang van de plaag beschreven in hoofdstuk 3. Schade en risico's die optreden bij muizenplagen komen aan de orde in hoofdstuk 4. Hoofdstuk 5 betreft een analyse van de achterliggende factoren van de recente muizenplagen. In de volgende hoofdstukken (6-7) wordt ingegaan op de mogelijkheden om muizenplagen te beheersen en graslanden na een muizenplaag te herstellen. De strategie die bij voorkeur gevolgd wordt bij nieuwe muizenplagen komt aan de orde in hoofdstuk 9. Aangezien een vroegtijdige signalering van opkomende muizenplagen daarbij van groot belang is, wordt daar in hoofdstuk 8 specifiek op ingegaan.

De keuze voor één eindrapport betekent dat detailinformatie uit de deelonderzoeken die zijn uitgevoerd, niet kan worden opgenomen. Nadere informatie en verantwoording daarvan is in de hieronder genoemde deelrapporten te vinden (te downloaden via [www.fryslân.nl](http://www.fryslân.nl)):

- Roerink, G.J. 2015. De muizenplaag in Koufunderige. Rapport Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Hendriks, R.F.A. & J. Roelsma. 2015. Risico op toename van nutriënten-uitspoeling uit door Veldmuizen aangetaste graslandpercelen. Rapport Alterra Wageningen UR / Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Bosma, N. & J. Haverkamp 2015. Schade aan waterkeringen in Fryslân door muizenplagen. Rapport Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Kasper, G.J., H. Schilder & A.P. Philipsen 2015. Graslandherstel na muizenschade. Rapport Wageningen UR Livestock Research, Wageningen
- Bleuel, C. & P. Huizing 2015. Onderzoek naar de mate van beschadiging aan de grasmat door de Veldmuizenplaag in Zuidwest Fryslân. Afstudeeropdracht/onderzoeksrapport Van Hall Larenstein.



Foto's van boven naar beneden: 1. Veldmuis in holletje (J. Prescher, A&W). 2. Veldmuis (J. Prescher, A&W). 3. Door medewerkers van Wetterskip Fryslân uitgegraven muizenbouw die eerst is volgestort met vloeibaar beton om de gangen zichtbaar te maken (N. Bosma).

## 2 Ecologie van Veldmuizen in Nederland

---

### 2.1 De Veldmuis

In Nederland komen verschillende soorten muizen voor, waarvan de Veldmuis *Microtus arvalis* de soort is die bij regelmaat uitbraken kent die tot plaagsituaties leiden. De Veldmuis behoort tot de familie van de *Cricetidae*, subfamilie woelmuizen *Arvicolinae*. Ook de in Nederland voorkomende Woelrat (algemeen), Aardmuis (algemeen) en Noordse woelmuis (zeldzaam) behoren hiertoe. Veldmuizen hebben een korte (25 tot 50 millimeter), lichtbehaarde staart, kleine ogen en oren, een stompe snuit en een niet al te ruige vacht. De Veldmuis wordt 85 tot 120 millimeter lang (Twisk *et al.* 2000) en weegt gemiddeld 25-30 gram. Onder optimale omstandigheden kunnen mannetjes tot 50 gram wegen en (zwangere) vrouwtjes tot 40 gram (data 2015 Fryslân).

Veldmuizen zijn zowel dag- als nachttactief. In de winter zijn ze meer dagactief, in de zomer meer nachttactief. De soort kent een korte-termijn ritmiek met circa elke twee uur een activiteitspiek (Daan & Slopsema 1978, Hoogenboom *et al.* 1984). Ze leven in ondiep gelegen burchten en graven gangenstelsels in de bovenste bodemlaag tot een diepte van ca. 30 cm (Brügger *et al.* 2010). Gangenstelsels kunnen tot 40 m lang zijn en bestaan uit gangen, nesten en in de winter ook uit voorraadkamers. De minimale diepte van muizengangen is gemiddeld 5 cm en de maximale diepte 30 cm, met nesten op gemiddeld 22 cm diepte (Brügger *et al.* 2010). Veldmetingen op kleigrond in 2015 bij Pikesyl sluiten daar goed op aan: daar werden gangen aangetroffen op een diepte van 7 tot 18,5 cm (n = 40). Volgens Brügger *et al.* (2010) zijn er meer en langere tunnels in zachtere grond. Vooral op plekken waar clusters (nesten) van muizen bij elkaar zitten - een typisch fenomeen bij hogere muizendichtheden - kan de bodem veel gangen en nestholten bevatten. Zogenaamde wissels - *runways* - verbinden de holletjes van burchten met de bovengronds gelegen voedselgebieden. Onder plasdrasse omstandigheden verblijven Veldmuizen noodgedwongen bovengronds en maken dan grasnestjes in de vegetatie (Beemster & Vulink 2013).

Veldmuizen komen in veel verschillende habitats voor, hetgeen resulteert in een zeer variabele voedselkeuze. In de voormalige USSR zijn minstens 69 plantensoorten vastgesteld in het dieet van de soort (Ognev 1947 in Jacob *et al.* 2014). In grasland is een voorkeur vastgesteld voor Witte klaver en Paardenbloem (Rinke 1990). Het enige ons bekende veldonderzoek in Nederland naar de voedselvoorkeur is uitgevoerd in droge graslanden in de Marnewaard en natte ruigtes op de Zoutkamperplaat in het Lauwersmeer (Hoogeboom & Schoenmaker 1981). Zij stelden vast dat Veldmuizen vooral de bovengrondse delen van grassen eten, met in de zomer ook enige zaden.

Lantová & Lanta (2009) en Lantová (2011) concluderen dat Veldmuizen in het veld vaak grassen eten omdat die ruim voorhanden zijn, maar dat ze de voorkeur geven aan eiwitrijke meerjarige kruiden. Hun onderzoek had betrekking op twee grassoorten die in Nederland vooral in extensief gebruikte graslanden voorkomen (Grote vossenstaart en Gestreepte witbol). De ecologische betekenis ervan is dat muizen kennelijk voor eiwit gaan. Welke grassen bij voorkeur gegeten worden in gangbare graslanden in de Nederlandse situatie is niet bekend. In het veld was in 2014-2105 te zien dat verschillende soorten grassen werden gegeten met inbegrip van eiwitrijke Engels raaigras-vegetaties (vooral Engels raaigras, Timotheegras en Ruw beemdgras).

## 2.2 Leefgebied van de Veldmuis

De Veldmuis komt in een groot deel van continentaal Europa voor, van het noordelijk deel van Spanje in het zuidwesten tot het Midden-Oosten, Centraal Rusland en het zuiden van Finland in het oosten. De soort ontbreekt op de Britse eilanden, Noorwegen, Zweden en IJsland. In Nederland is de soort zeer algemeen en vrijwel overal aan te treffen. Door onbedoelde introducties is de soort tegenwoordig ook te vinden in de Zeeuwse delta en op enkele Waddeneilanden. In het Lage Midden van Fryslân vond door vermindering van de waterpeildynamiek vanaf de jaren zestig een uitbreiding van de verspreiding van de Veldmuis plaats, die ten koste ging van de endemische Noordse woelmuis (La Haye & Drees 2004).

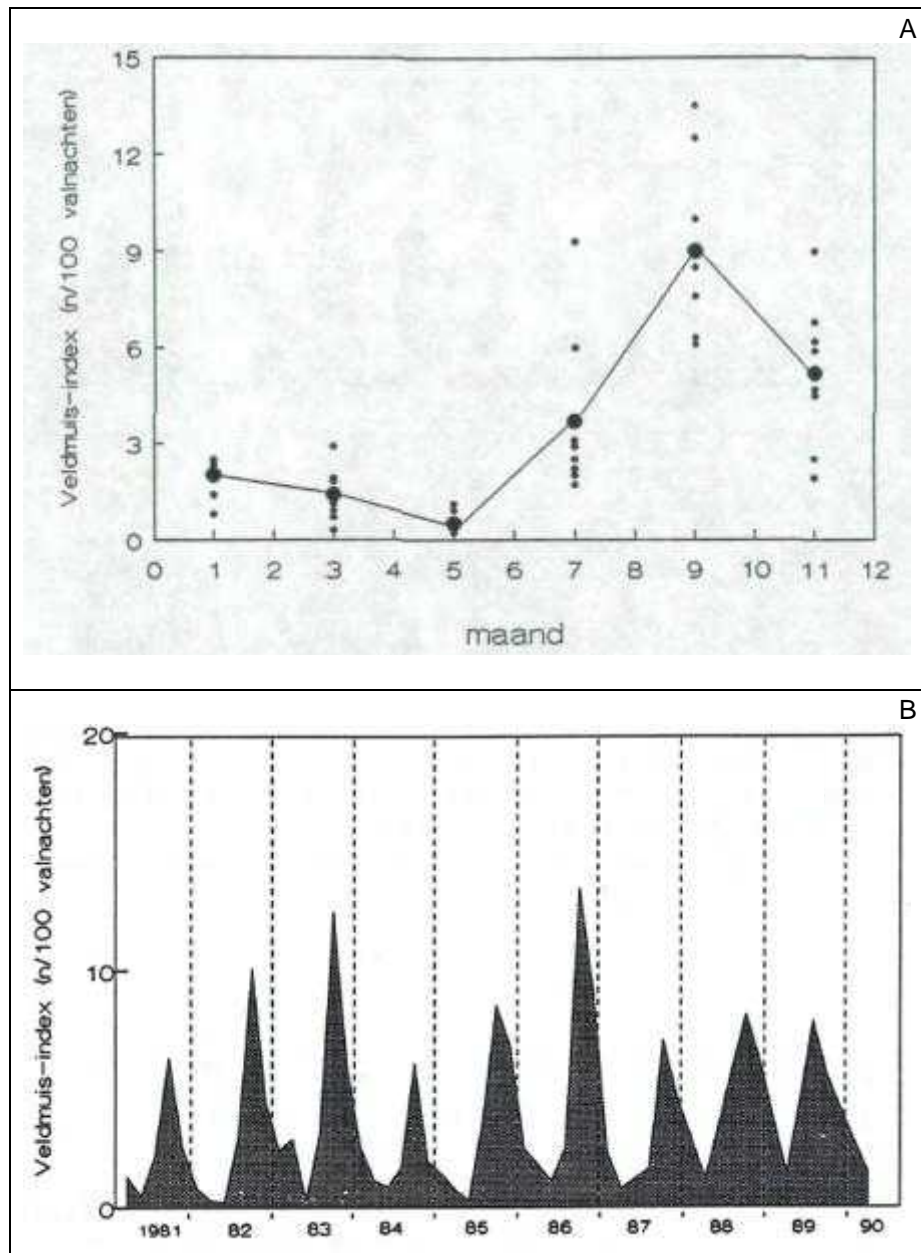
De Veldmuis is een typische bewoner van steppehabitats (Jacob *et al.* 2014), die tegenwoordig vooral voorkomt in door de mens in cultuur gebrachte gebieden. In de literatuur wordt wel onderscheid gemaakt in primaire en secundaire habitats. Primaire habitats worden permanent bezet, ook in muizenarme jaren, en secundaire alleen in piekjaren wanneer de muizenpopulaties zich sterk uitbreiden. Primaire habitats zijn (vooral extensief gebruikte) graslanden, braakliggende percelen en braakranden, wegbermen, slootranden, waterkeringen, percelen met luzerne, klaver of graszaad. De soort prefereert ongestoorde, vrije lage vegetaties en kan daarom ook talrijk worden aangetroffen op kapvlaktes (Jacob *et al.* 2014) en in jonge bosaanplant (Dijkstra *et al.* 1995). Veldmuizen komen ook in relatief hoge dichtheden voor in secundaire habitats, volgens Jacobs *et al.* (2014) gewoonlijk alleen gedurende populatie-uitbraken. Hieronder vallen volgens hen o.a. landbouwgewassen als granen, koolzaad, erwten, bonen, wortelen, en af en toe ook suikerbieten en aardappelen. In Nederlandse landbouwgebieden is echter vastgesteld dat Veldmuizen jaarlijks in akkerbouwgewassen voorkomen (Beemster *et al.* 2011, 2012, Klaassen *et al.* 2014, Wiersma *et al.* 2015).

De overleving van Veldmuizen in primaire habitats, waar schuilplekken talrijker voorkomen, is hoger dan in secundaire habitats. In landbouwgewassen is de overleving extreem laag, als gevolg van oogstwerkzaamheden en het onderploegen van gewassen (Jacob & Halle 2001, Bonnet *et al.* 2013). Tijdens populatie-uitbraken koloniseren Veldmuizen secundaire habitats als de kritieke populatiedichtheid in primaire habitats wordt overschreden (Jacob *et al.* 2014).

## 2.3 Populatieverloop en cycli

Populaties van Veldmuizen vertonen grote fluctuaties in aantallen, die vooral samenhangen met verschillen in reproductie tussen de seizoenen (Jacob *et al.* 2014). Naast seizoensfluctuaties zijn er ook jaarlijkse verschillen met een cyclisch verloop. Af en toe is de amplitude van een piekjaar in de cyclus zeer groot en spreken we van een uitbraak of plaag (box 1, blz 8).

Over een jaar bezien, worden de hoogste dichtheden bereikt aan het eind van de reproductieperiode, gewoonlijk in oktober (figuur 2.1a). Reproductie in de winter is in gangbare jaren niet te verwachten. Onder optimale omstandigheden is het enkele malen vastgesteld, zoals voor situaties onder een sneeuwdek (Huminski 1962, B. Koks in Flevoland in winter 2011-2012) en in het verleden voor graanopslagplaatsen (Frank 1957). Normaliter komt de voortplanting op gang in de loop van maart of april (o.a. Hoogenboom & Schoenmakers 1981, dit rapport). Door het ontbreken van reproductie in het winterhalfjaar neemt de dichtheid in deze periode gewoonlijk af (figuur 2.1a).



Figuur 2.1. Gemiddeld seizoensverloop van de Veldmuis in Nederland met in september-oktober de hoogste aantallen (a) en het populatieverloop over een reeks van jaren, in dit geval beide in het Lauwersmeer in de jaren tachtig van de vorige eeuw (Dijkstra et al. 1995, met toestemming eerste auteur). Hierin is het cyclisch patroon zichtbaar met af en toe uitschieters (b).

Veldmuizen hebben een fenomenale reproductiecapaciteit (Jacob *et al.* 2014). Ze kunnen al op jonge leeftijd (14 dagen) deelnemen aan de reproductie (Tkadlec & Zejda 1995, Tkadlec & Krejcová 2001) en hebben gemiddeld 5-6 jongen per worp na een zwangerschapsperiode van drie weken. Per reproductieseizoen worden gemiddeld 4-5 worpen per vrouwtje geproduceerd (Boyce & Boyce 1988). Bij een dergelijke capaciteit kan een populatie in het zomerhalfjaar exponentieel toenemen, mede afhankelijk van de lengte van het reproductieseizoen. De dichtheden kunnen dan oplopen tot  $>>2.000$  ind./ ha (Bryja *et al.* 2005, Jacob & Tkadlec 2010),

### Box 1. Muizenuitbraken, schade en plagen

Veldmuizen komen volgens een cyclisch patroon in het ene jaar talrijker voor dan in het andere. De aandacht gaat het meest uit naar de uitschieters, dus de jaren met zeer hoge dichtheden. In het Engels wordt dit een 'outbreak' genoemd. In dit rapport wordt hiervoor de term 'muizenuitbraak' of muizenplaag gebruikt.

Volgens de Van Dale is een plaag een situatie die voortdurend hinder en overlast veroorzaakt, of iets dat zo talrijk aanwezig is dat het hinderlijk is. Hoewel muizen plantaardig voedsel eten, leidt de aanwezigheid van muizen in gewassen en graslanden meestal niet tot schade. Pas bij zeer hoge dichtheden leiden de vraat- en graafactiviteiten tot opbrengstverliezen die op bedrijfsniveau hinderlijke schade veroorzaken. Als drempelwaarde voor een muizenuitbraak die aanleiding geeft tot maatregelen, worden in de Duitse literatuur verschillende dichtheden genoemd, van >32 tot 50-75 heropende gaatjes per 1000 m<sup>2</sup> (Imholt *et al.* 2011).

en nog hoger in smalle natuurbraakstroken (Wiersma *et al.* 2015). Het maakt het mogelijk, dat muizen binnen een reproductieseizoen in staat zijn een landschap volledig te koloniseren, om vervolgens bij slechte omstandigheden weer even snel te verdwijnen. Uitbraken kunnen ontstaan doordat Veldmuizen zich enorm snel vermeerderen als de omstandigheden gunstig zijn. Er zijn aanwijzingen dat de dieren dan minder energie gaan steken in de eigen lange termijn overleving en meer in reproductie (med. R. Ydenberg, Simon Frazer University, Vancouver). Het aantal jongen per vrouwtje gaat omhoog en de mate van territoriaal gedrag, de lengte van de reproductieve periode en de clustering van vrouwtjes nemen toe, waardoor de populatie explosief snel kan groeien (Frank 1957, Krebs 2013).

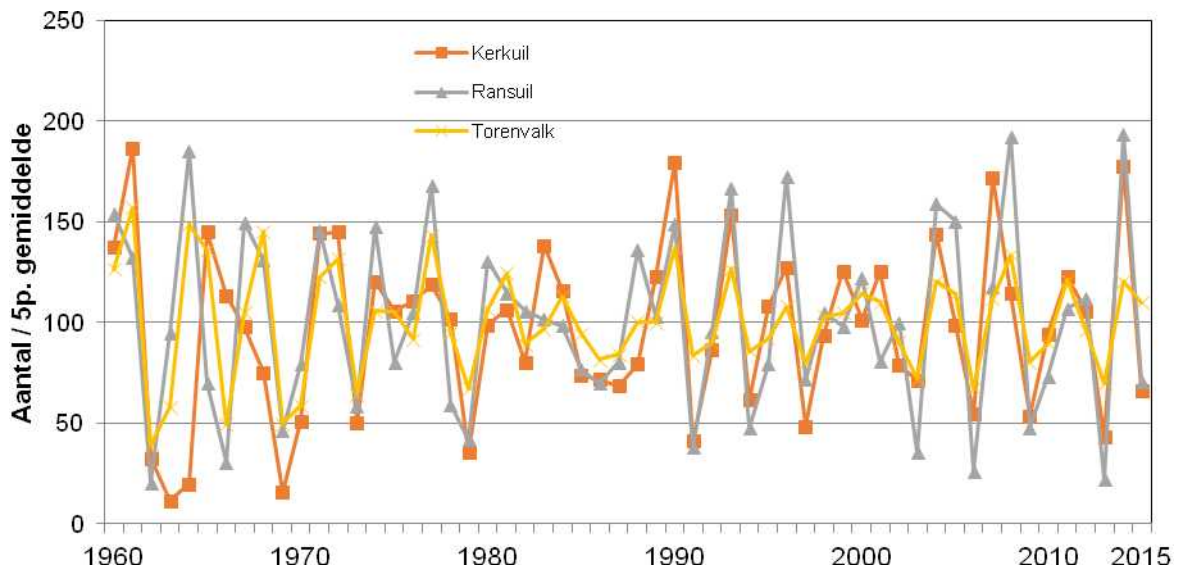
Bij aantalsfluctuaties over de jaren is er gewoonlijk om de 3-4 jaar een piek (figuur 2.1b). Aard en omvang van deze fluctuaties verschillen per regio in Europa (Jacob & Tkadlec 2010, zie Krebs 2013). Ze hangen samen met factoren op landschapsschaal, maar worden gemoduleerd door factoren op perceelsniveau (Delattre & Giraudoux 2008; Delattre *et al.* 1992).

## 2.4 Betekenis van Veldmuizen en cycli voor het ecosysteem

Veldmuizen zijn een belangrijke voedselbron voor allerlei soorten vogels en zoogdieren. Vogelsoorten die in de Nederlandse situatie voor een belangrijk deel afhankelijk zijn van Veldmuizen als voedselbron zijn Bruine, Blauwe en Grauwe kiekendief, Torenlak, Buizerd, Ruigpootbuizerd, Ransuil, Velduil, Kerkuil, Steenuil en Ooievaar. Ook Roerdomp, Grote Zilverreiger, Blauwe Reiger en Klapekster kunnen regelmatig veel Veldmuizen eten. Een reeks van andere soorten (vooral kraaiachtigen en meeuwen) kan overschakelen op Veldmuizen wanneer hoge dichtheden voorkomen, vooral na maaien van gewas. Zoogdieren die afhankelijk zijn van Veldmuizen als voedselbron zijn onder meer Wezel, Hermelijn en Vos.

In veldmuizenrijke jaren is de overleving van vogels of zoogdieren en hun jongen vaak hoger (Daan & Dijkstra 1988). Het uiteindelijke resultaat is dat de populatie van muizeneters in of kort na veldmuizenrijke jaren gewoonlijk hoger is en veel hoger bij een echte muizenuitbraak. De piekjaren van Veldmuizen zijn daarmee een belangrijke sturende factor bij populatieoplevingen van deze soorten. Bij uigesproken muizenjagers als Kerkuil, Ransuil en Torenlak is dat terug te zien in het aantal geringde nestjongen per jaar (figuur 2.2).





Figuur 2.2. Jaarlijkse variaties in het aantal geringde nestjongen van Ransuil, Kerkuil en Torenavalk in Nederland in de periode 1960-2015. Data worden uitgedrukt als de fractie van het 5-jaars lopend gemiddelde, om langjarige trends te reduceren. In muizenrijke jaren worden van al deze uitgesproken muizeneters de meeste jongen geringd. De Kerkuil laat daarnaast lage aantallen zien na strenge winters. Bron: Vogeltrekstation, NIOO Heteren. Figuur vwb.de Kerkuil aangevuld naar Figuur 1 in Daan & Dijkstra (1988; Dijkstra 1988, Hfst. 5).

In muizenrijke jaren behalen muizeneters een hoger jaagsucces (Masman 1986, Beemster & van Rijn 1995, Beemster *et al.* 2011, 2012), reproduceren ze vroeger in het jaar, hebben ze grotere legfels of worpen en brengen ze meer jongen groot (o.a. Cavé 1968, Masman 1986, Koks *et al.* 2007, Dijkstra & Zijlstra 1997). Soorten als Kerkuil en Velduil broeden in veldmuizenrijke jaren vaak twee of zelfs driemaal achterelkaar ([www.kerkuil.com](http://www.kerkuil.com)). In 2014 verdubbelde het aantal Kerkuil-broedparen in Fryslân (van 270 naar 450) met een zeer hoog broedsucces (2800 uitgevlogen jongen; med. J. de Jong, Uilenwerkgroep). Heel uitzonderlijk was de vestiging van ca. 50 broedparen Velduilen in Fryslân in 2014 (Kleefstra *et al.* 2015), na enkele decennia nagenoeg afwezig te zijn geweest. De vogels moeten van grote afstand zijn gekomen, omdat dergelijke concentraties in Europa een zeldzaamheid zijn. Er vlogen maar liefst 82-110 jongen uit (Kleefstra *et al.* 2015). In 2015, toen de muizenstand in het voorjaar sterk daalde (hoofdstuk 3), waren de Velduilen weer met de noorderzon vertrokken.

Niet alleen broedvogels profiteren sterk van een verhoogd voedselaanbod. Uit slaapplaatstellingen van Ransuilen in Fryslân bleek, dat in het winterseizoen 2014-2015 in totaal 1800 exemplaren werden geteld op roestplaatsen, tegen 750 in het voorgaande winterseizoen (Wijnandts 2015). De verspreiding van de slaapplaatsen toonde veel overeenkomst met die van de muizenuitbraak (Natuurmuseum, H. Wijnandts). Parallel hieraan werden in het winterhalfjaar in Fryslân meer dan 2.000 Grote zilverreigers geteld, meestal foeragerend op muizenrijke graslanden (R. Kleefstra in Nieuwsbrief SOVON maart 2015). Dergelijke aantallen werden nooit eerder vastgesteld (voorgaand maximum was 800 exemplaren in 2013-2014). Ook soorten als Kleine mantelmeeuw en Blauwe reiger werden in grote aantallen gezien, en hebben profijt getrokken van de muizenuitbraak.

Voor weidevogels heeft een muizenplaag ook gevolgen. De predatie van weidevogels is bij een hoog muizenaanbod waarschijnlijk lager dan bij een laag muizenaanbod en vice versa. In het voorjaar van 2015 werd in Fryslân van verschillende kanten een hoge predatiedruk gemeld

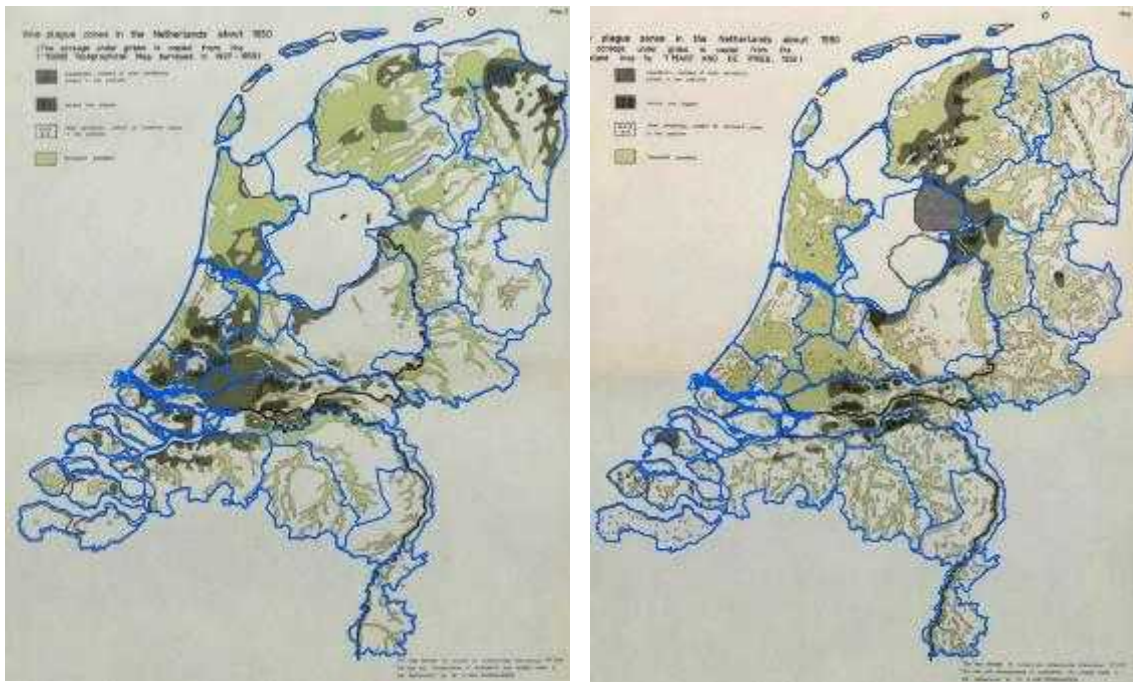


Foto's van boven naar beneden: 1. Grote zilverreigers op gemaaid 'muizenperceel', Wergea augustus 2015 (Y. van der Heide, A&W). Op het gehele perceel werden op de kop af 100 exemplaren geteld. 2. Blauwe reiger (J. Prescher, A&W). 3. Buizerd (J. Prescher, A&W), Ekster (J. Prescher, A&W), allen met Veldmuis.

(o.a. in ZW Fryslân, J.C. Hooijmeijer, RUG). Mogelijk nog belangrijker voor weidevogels is dat muizenschade kan leiden tot grootschalige graslandvernieuwing waardoor de geschiktheid van percelen als broedgebied voor weidevogels voor meerdere jaren verminderd is.

## 2.5 Samenvattend

- Veldmuizen komen van nature in Nederland voor, zijn in ons land zeer algemeen en vrijwel overal aan te treffen;
- De soort prefereert ongestoorde, vrije lage (5-20 cm), vaak grazige vegetaties. Zogenaamde 'primaire habitats' worden permanent bezet, ook in muizenarme jaren, en 'secundaire habitats' alleen tijdens piekjaren, wanneer de muizenpopulaties zich sterk uitbreiden;
- Primaire habitats zijn (vooral extensief gebruikte) graslanden, braakpercelen en braakranden, wegbermen, slootranden, waterkeringen, percelen met luzerne, klaver of graszaad. Secundaire habitats zijn vooral landbouwgewassen als granen, koolzaad, erwten, bonen, wortelen en af en toe ook suikerbieten en aardappelen;
- Veldmuizen leven in ondiep (tot ca. 30 cm) gelegen burchten en graven gangenstelsels die tot 40 m lang kunnen zijn;
- Veldmuizen spelen een belangrijke rol in het ecosysteem van cultuurlandschappen. Ze zijn een belangrijke voedselbron voor allerlei soorten vogels (uilen, roofvogels, reigers, meeuwen e.d.) en zoogdieren (vooral Wezel, Hermelijn en Vos);
- Populaties van Veldmuizen vertonen grote fluctuaties in aantallen, die vooral samenhangen met verschillen in reproductie in de loop van het seizoen. Na de winter, wanneer de reproductie normaal gesproken laag is, zijn de aantallen het laagst. De voortplanting komt in de loop van maart-april weer op gang. De hoogste aantallen worden normaliter bereikt in het najaar;
- Naast seizoensfluctuaties is er sprake van grote jaarlijkse verschillen in aantallen met in Nederland een cyclisch verloop. Daarbij is eens in de 3-4 jaar sprake van een piekjaar;
- Onder bijzondere omstandigheden is de amplitude (grootte) van een piekjaar in de cyclus zeer groot en spreken we van een uitbraak of plaag.



*Figuur 3.1. Gebieden met uitbraken van (Veld)muizen in Nederland omstreeks 1850 en 1950 (naar van Wijngaarden 1957a&b). Rond 1850 kwamen muizenuitbraken vooral voor in veengebieden in Noordoost Groningen, voor een klein deel in Fryslân (het Lage Midden stond toen nog jaarlijks onder water), de Eempolders en de veenweiden in Utrecht, Noord- en Zuid-Holland. Rond 1950 kwamen muizenuitbraken vooral voor in het veenweidegebied in Fryslân (winterse inundaties kwamen toen nog maar onregelmatig voor), Noordwest-Overijssel, Noordoostpolder, de Eempolders en in gebieden langs de grote rivieren. Met blauwe lijnen zijn de grenzen van de huidige waterschappen ingetekend.*

## 3 Optreden van muizenplagen

---

### 3.1 Muizenplagen in Nederland

Het optreden van uitbraken van Veldmuizen is niet alleen van oudsher bekend uit Nederland, maar van vrijwel het gehele Europese continent (Jacob & Tkadlec 2010). Een grote muizenplaag is bijvoorbeeld bekend uit Hongarije in 1965, waar toentertijd 2,5 mln mensen werden ingezet om de oogstverliezen te beperken. Meer recent was er in 2007 een uitbraak in Spanje over een oppervlak van meer dan 3 mln ha (Luque-Larena *et al.* 2013). In Duitsland werden zowel in 2005 als in 2007 rodenticiden toegepast over een oppervlak van ca. 300.000 ha om Veldmuizen te bestrijden (Barten 2009 in Jacob & Tkadlec 2010). In 2015 werd in het oosten en zuiden van Duitsland een opkomende muizenplaag gemeld. Andere gebieden in Duitsland (stroomgebied Leda, Leer), ZW Frankrijk en westelijk Vlaanderen kenden in 2014 oprispingen van muizenpopulaties. Samengevat zijn muizenplagen van alle tijden en van alle streken.

#### Muizenplagen in Nederland in het verleden

In Nederland komen sinds mensenheugenis muizenplagen voor. Husson (1956) noemt muizenplagen in 1410, 1686 en 1742 in Limburg, en Korving (1908) vermeldt muizenplagen in Noord-Holland in 1540, 1617, 1653, 1670, 1678 en 1700. Van Wijngaarden (1957a&b) heeft aan de hand van landbouwverslagen en gemeentearchieven de veldmuispieken per regio in beeld gebracht voor de periode 1806-1956, waaruit bleek dat pieken in de verschillende regio's meestal gelijktijdig optreden, meestal om de drie of soms vier jaar. Toch kunnen er ook regionale verschillen zijn in timing en optreden. Van Wijngaarden (1957a&b) legde de geografische verspreiding van muizenuitbraken in Nederland omstreeks 1850 en 1950 vast (figuur 3.1). Op basis daarvan concludeerde hij dat de plaaggebieden zich in de tussenliggende periode hadden verplaatst. In sommige gebieden waren de plagen volgens hem verdwenen als gevolg van een intensivering van het agrarisch landgebruik, in andere nieuw ingepolderde of tegen overstromingen beschermde gebieden met een extensief landgebruik waren nieuwe plaaggebieden ontstaan.

Vanaf 1960 lijken uitbraken van Veldmuizen – dus bovengemiddelde uitschieters van piekjaren in de cyclus – nog maar weinig voor te komen. Ook in die periode is er weliswaar nog steeds sprake van een cyclisch verloop (figuur 2.2), maar plaagsituaties zijn beperkt tot een (zeer) regionaal niveau. Dan gaat het bijvoorbeeld om braakliggende akkers (1000en ha's) in Groningen (1990-1993 – Koks & van Scharenburg 1997, Koks *et al.* 2007) en graslanden in de historische plaaggebieden van Van Wijngaarden (1957a). Muizenplagen in 'ouderwets' gebruikt grasland vonden plaats in de Gendringse Broeklanden in 1967 en 1971 (De Bruijn 1979) en in de Alblasserwaard in 1974 en 1980 (Jonkers & van Wijngaarden 1975, Jonkers 1981). Andere muizenuitbraken werden vastgesteld in Polder Mastenbroek na de ruilverkaveling in het begin van de jaren '70 (Gerritsen & Lok 1986) en in het Lauwersmeer in pioniervegetaties en ontginningslandbouw (Timmerman 1971). In Oostelijk en Zuidelijk Flevoland, waar hoge dichtheden voorkwamen in jong bos en ontginningslandbouw, is het onduidelijk of het echt om muizenplagen ging (med. W. Schipper, M. Zijlstra). Met de vervanging van de ontginningslandbouw door intensieve akkerbouw verdwenen de hoge muizendichtheden uit Flevoland, al was er in 2014 weer plaatselijk schade (zie hierna). In het Volkerak deed zich eveneens een muizenuitbraak voor (Dijkstra 1994).

In andere gebieden in Nederland waren weliswaar nog steeds piek- en daljaren te onderscheiden, maar bleven de muizenaantallen over het algemeen beneden het niveau

waarboven hinder en schade op grotere schaal optreedt. Groot was dan ook de verrassing toen in 2004 in ZW-Fryslân wederom een uitbraak plaats vond (van Apeldoorn 2005), en nog groter toen in 2014 een muizenplaag van ongekeerde omvang optrad, niet alleen in Fryslân maar plaatselijk ook elders in Nederland. Muizenuitbraken lijken daarmee terug van weggeweest in Nederland.

### **De muizenuitbraak in Nederland in 2014-2015**

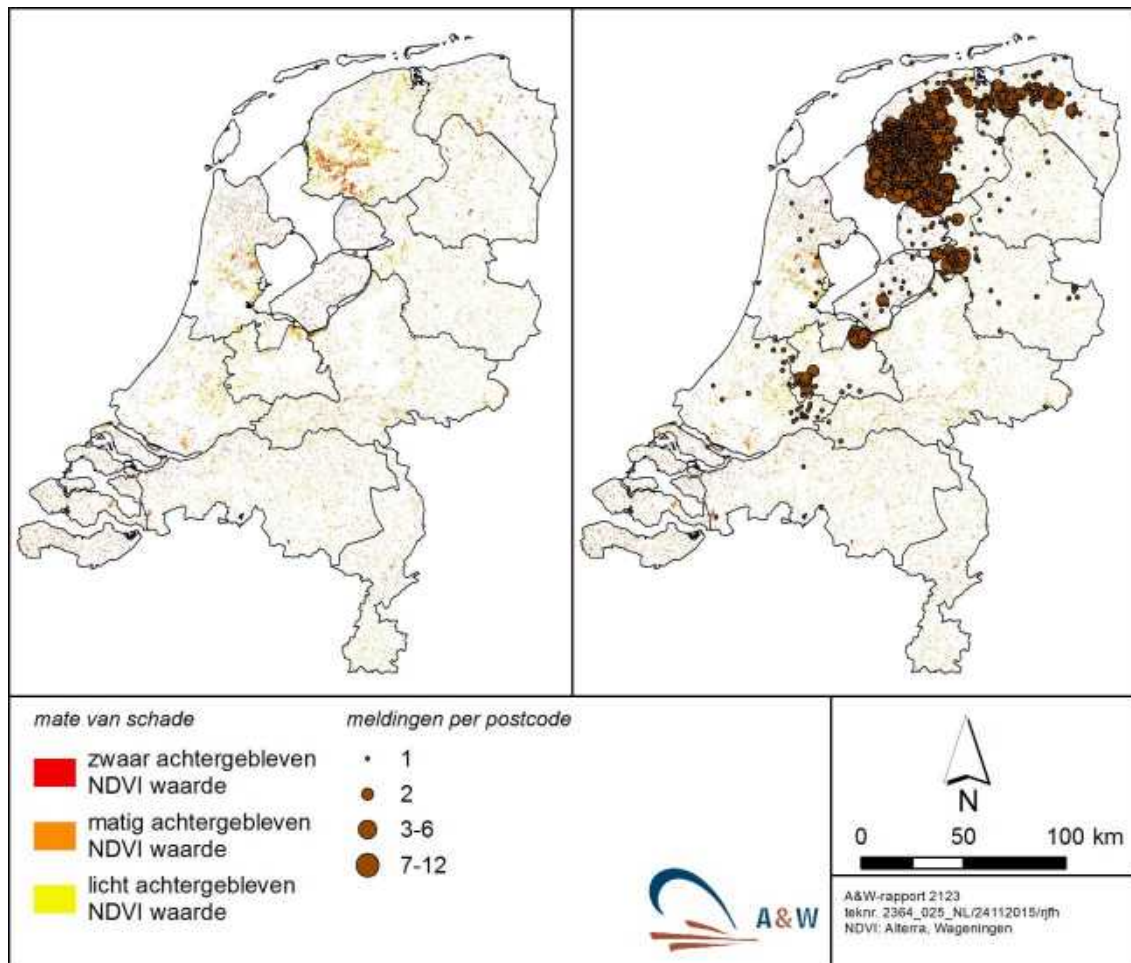
Uit de broedresultaten van roofvogels en uilen blijkt dat het aanbod van muizen in juni-juli 2014 op veel plaatsen in Nederland al uitzonderlijk goed was (figuur 2.2). Behalve in Fryslân en Groningen was dat ook in andere delen van het land het geval (o.a. [www.kerkuil.com](http://www.kerkuil.com)). In de loop van de (na)zomer van 2014 merkten boeren de eerste muizenschade op.

Uit de groenmonitor, waarbij de groenindex<sup>1</sup> van graslanden in Nederland met behulp van satellietbeelden maandelijks wordt gevolgd, komt naar voren welke graslanden door de muizen zijn kaalgevreten. Het gaat hierbij om zichtbare schade als indirecte maat voor de aanwezigheid van muizen. Dit laatste is belangrijk, aangezien vooral in de zomer wel veel muizen aanwezig kunnen zijn, terwijl dat nog niet te zien is in een achterblijvende groenindex. Waar de groenindex sterk achterblijft ten opzichte van dezelfde maand in het jaar ervoor is meestal sprake van muizenschade. We hebben dit via een uitgebreid veldonderzoek gecontroleerd (verdere uitleg in paragraaf 3.2). De groenindex kan evenwel ook door andere oorzaken achterblijven, bijvoorbeeld door herinzaai, maaien, ganzenvraat of tijdelijke inundatie. Om die reden is het beeld van de groenmonitor gecombineerd met meldingen van muizenschade door boeren uit het LTO-schademeldpunt. De combinatie van deze twee, onafhankelijk van elkaar verzamelde indirecte maten voor de aanwezigheid van muizen, laat goed zien van waar de muizenplaag in Nederland zich manifesteerde.

Zichtbare schade op de groenmonitor was er vooral in Fryslân, de Eemolders en gebieden in Zuid-Holland (figuur 3.2). Driekwart van de schademeldingen in graslandgebieden komt uit Fryslân. Ook uit Groningen en NW-Overijssel is er een flink aantal meldingen. In NW-Overijssel komen de meldingen vooral uit Polder Mastenbroek, een gebied dat historisch bekend staat om de regelmatig voorkomende muizenplagen (o.a. Gerritsen & Lok 1986). Daarnaast vallen de Eemolders op, zowel op de groenmonitor als bij de schademeldingen. Buiten deze hotspots is er een cluster van meldingen uit de Alblasserwaard, de Vijfheerenlanden en de Lopikerwaard, gebieden die historisch bekend zijn om hun muizenuitbraken. Elders in Nederland is het aantal meldingen van schade in graslandengebieden gering. In Noord-Holland zijn, ook in de gebieden met een achterblijvende groenindex (vooral Polder Zeevang en de Beemster), weinig melders. Hier is de achtergrond van het achterblijven van de groenindex wellicht een andere dan een muizenuitbraak.

De muizenplaag is ook in akkerbouwgebieden in Nederland merkbaar geweest, zowel in 2014 als in 2015. In 2014 kwamen er losse meldingen uit verschillende provincies, maar verreweg de meeste uit het noorden. Verschillende wortelboeren in Zuidelijk Flevoland hadden in het najaar forse muizenschade. In de zomer van 2015 waren het vooral boeren met graszaad en wintertarwe in Noord-Nederland (omgeving Franeker – Leeuwarden) die last hadden van schade. Daarnaast kwam er een aantal meldingen uit het akkerbouwgebied rond Sint Jacobiparochie en Vrouwenparochie, de omgeving van het Reitdiep in Groningen (zuidoostelijk van het Lauwersmeer), en één uit Noord-Holland.

<sup>1</sup> De groenindex wordt gebaseerd op de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) die de groenheid van de levende vegetatie meet via reflectie van het licht. De NDVI is een goede maat voor de graslandproductie.

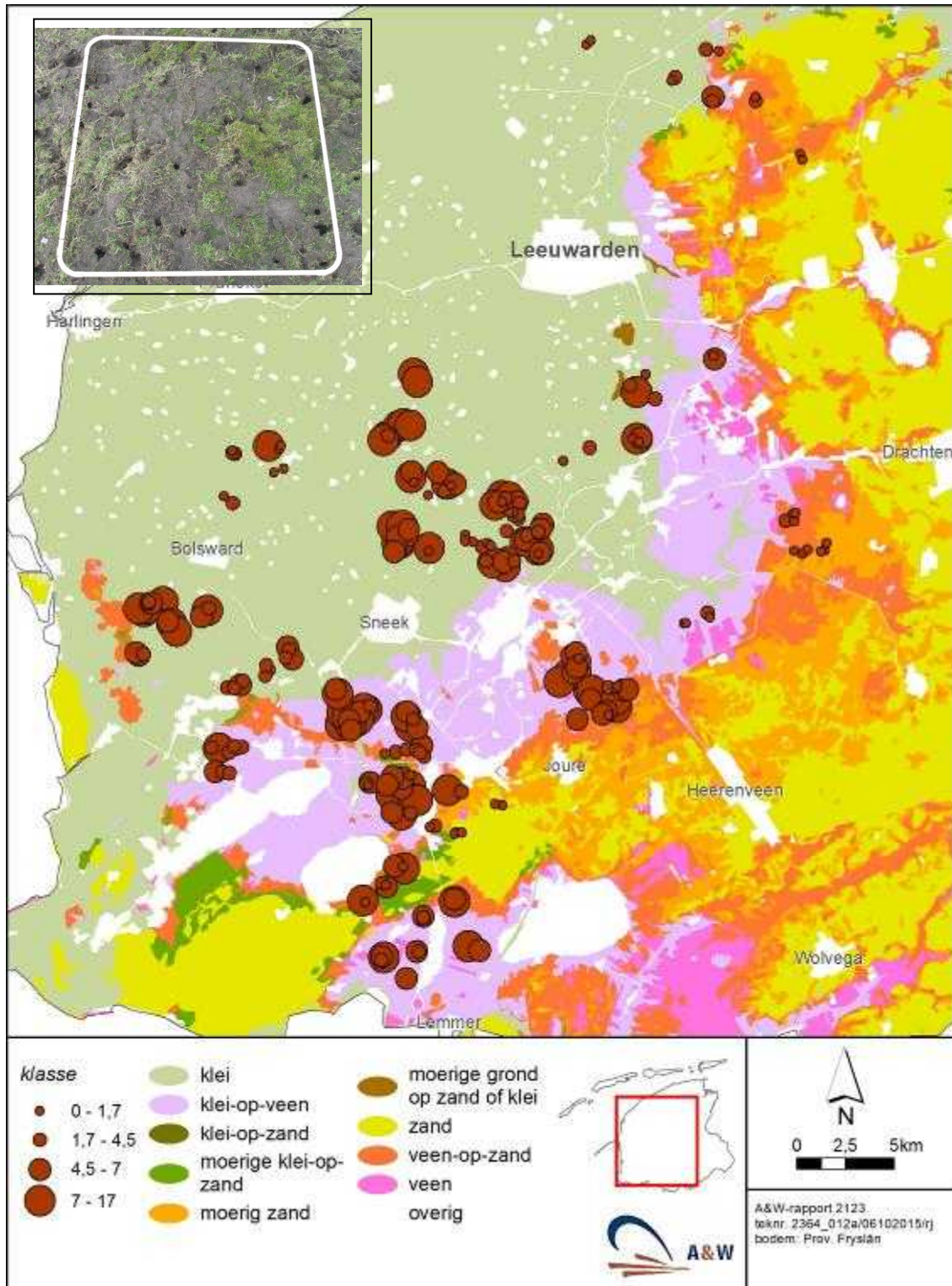


Figuur 3.2. Ruimtelijke verspreiding van de veldmuizenuitbraak in graslandgebieden in Nederland in 2014-2015 op basis van de groenmonitor (links - zie paragraaf 3.2 voor een toelichting) en rechts de meldingen van agrariërs bij het LTO schademeldpunt. Toelichting in de tekst.

In het voorjaar van 2015 bleek dat de muizenplaag in Nederland vrijwel voorbij was. Op veel plaatsen in ons land kwamen roofvogels en uilen nog wel vrij vroeg tot broeden (een aanwijzing voor een hoog voedselaanbod), maar brachten uiteindelijk een tamelijk gemiddeld aantal jongen groot (figuur 2.2). Het noordwestelijke Friese kleigebied tussen Sneek, Leeuwarden en Harlingen vormde hierop een uitzondering, omdat de muizenplaag daar weer opleefde.

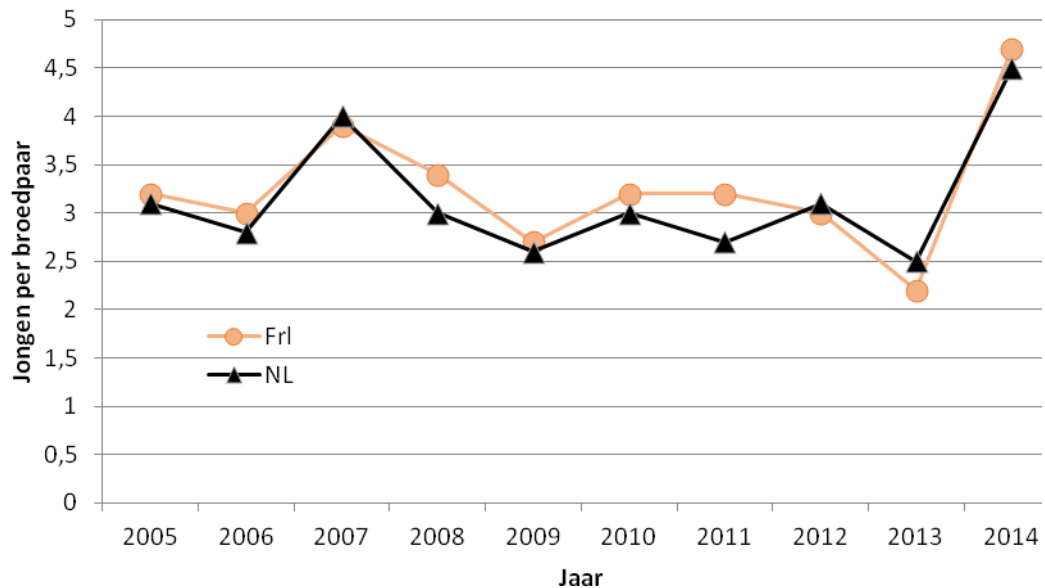
### 3.2 De muizenplaag in Fryslân in 2014-2015

De muizenuitbraak in 2014-2015 had een bijzondere aanloop. Het zeer lage broedsucces van roofvogels en uilen in het voorjaar van 2013 (figuur 2.2) laat zien dat het aanbod van Veldmuizen toen uitgesproken laag was. Ook in Fryslân was dat het geval, zoals blijkt uit het broedsucces van de Kerkuil (figuur 3.3). In de loop van 2013 herstelde de veldmuizenstand zich landelijk gezien razendsnel. Dat is onder andere af te leiden uit het ten opzichte van andere jaren ongewoon grote aantal na 1 augustus geringde Kerkuilen (bron: Vogeltrekstation, NIOO Heteren). Onder roofvogel- en uilenonderzoekers werd algemeen aangenomen dat 2014 een (zeer) goed muizenjaar zou worden. Dit werd in het voorjaar bevestigd door de komst van Velduilen en de uitzonderlijke broedresultaten van roofvogels en uilen (zie paragraaf 2.4).



Figuur 3.4. De dichtheid van muizenholletjes (gemiddeld aantal per  $m^2$ ) op graslandpercelen verspreid over Fryslân in de periode januari-maart 2015. Inzet: de dichtheid van muizenholletjes is gemeten in raaien van 20 plotjes per perceel met een grootte van  $1 m^2$ , op graslandpercelen verspreid over Fryslân in de periode januari-maart 2015.





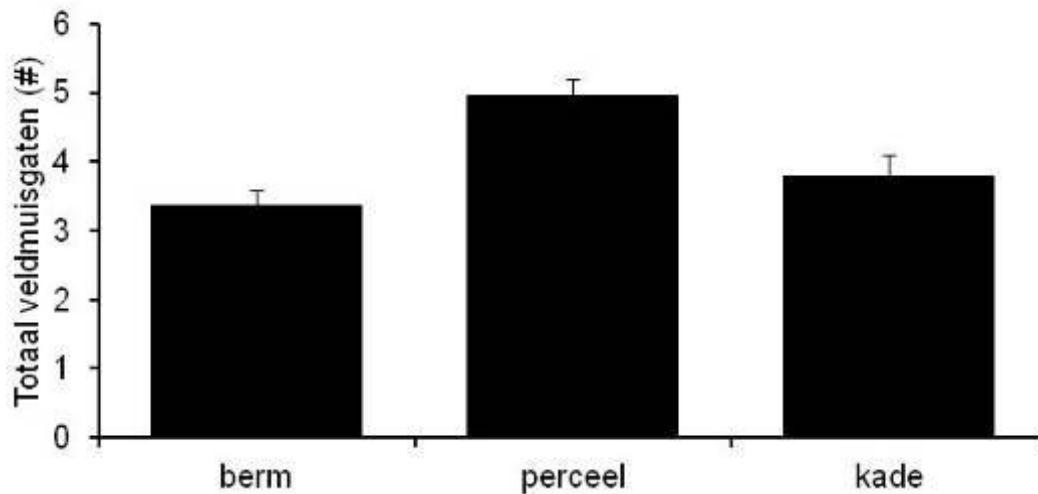
Figuur 3.3. Broedsucces van de Kerkuil in Fryslân in vergelijking met dat in Nederland in de periode 2005-2014 (jongen per succesvol broedpaar voor eerste broedsels). Bron: Kerkuil.com.

### Veldonderzoek naar de aanwezigheid van muizen

Als basis voor een nadere analyse van de ruimtelijke verspreiding van Veldmuizen in Fryslân is een veldonderzoek uitgevoerd (Bijlage 1). Het doel hiervan was om in het veld te verifiëren of de zichtbare schade op de groenmonitor ook daadwerkelijk terug te voeren was op muizenschade. Daarnaast werd aanvullende informatie verzameld over de kenmerken van percelen zonder en met schade van muizen. In de periode januari – maart 2015 zijn in totaal 241 graslandpercelen onderzocht op de dichtheid van muizenholletjes (holletjes per m<sup>2</sup>). Hierbij is per perceel een raai diagonaal over de kavel gelegd, waarbij per raai 20 plots van 1 m<sup>2</sup> zijn bemonsterd. Analoog daaraan zijn bermen (n = 139) en waterkeringen (n = 69) onderzocht. In elke plot vond een telling van het aantal muizenholletjes plaats, is de aanwezigheid van muizenkeutels vastgesteld en een foto gemaakt. We gaan er van uit dat het getelde aantal holletjes per plot en per perceel de maximale verspreiding van de Veldmuis in de winter 2014-2015 aangeeft.

Figuur 3.4 laat de dichtheid van muizenholletjes zien op graslandpercelen verspreid over Fryslân in januari - maart 2015. Hoge dichtheden komen vooral voor ten westen van de lijn Leeuwarden - Heerenveen. Wanneer de dichtheid van muizenholletjes wordt gepresenteerd op de bodemkaart, blijkt dat met uitzondering van zand, de bodemtypen relatief kleine verschillen vertonen (zie verder hoofdstuk 5).

Behalve op percelen is de dichtheid aan muizenholletjes ook bepaald in bermen en op waterkeringen. Ook hier zijn de gemiddelde dichtheden op zand lager dan op de andere bodemtypen. Op klei-, klei-op-veen- en veengrond is de gemiddelde dichtheid aan holletjes op percelen wat hoger dan in bermen en op waterkeringen, maar de verschillen zijn niet groot (figuur 3.5). Het is wel een indicatie dat percelen bij uitbraken wat hogere dichtheden kennen dan bermen en waterkeringen.



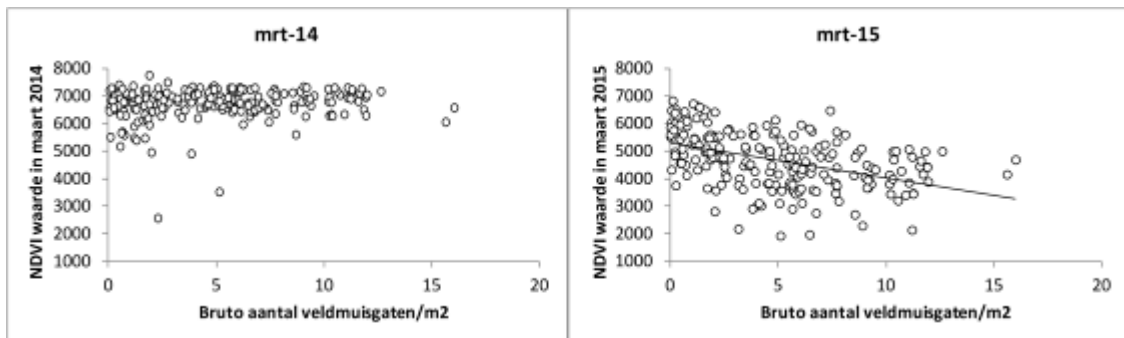
Figuur 3.5. Het gemiddeld aantal veldmuisholletjes per m<sup>2</sup> op klei-, klei-op-veen-, veen- en veen-op-zand gronden in Fryslân in resp. bermen, op kades en percelen (met standaardfout) in jan-maart 2015

Van de bemonsterde graslandpercelen is de groenindex bepaald met de groenmonitor ([www.groenmonitor.nl](http://www.groenmonitor.nl)). De groenindex is gebaseerd op de met een satelliet gemeten vegetatie-index (NDVI) en kan met behulp van de satellietbeelden tot op perceelsniveau worden bepaald. Het gebruikte beeld van de groenmonitor is van 12 maart 2015. Gekozen is voor maart 2015 omdat de muizenschade in de loop van de winter 2014-2015 steeds beter zichtbaar werd. In zijn algemeenheid wordt vraatschade zichtbaar in het najaar als het kouder wordt en er als gevolg van de jaarlijkse cyclus veel muizen zijn. Met het dalen van de temperatuur moeten muizen meer eten om in hun energiebehoefte te voorzien. Een volwassen Veldmuis eet bij zomertemperaturen 4,4-5,7 gram per dag, maar bij lagere (<8°C) temperaturen neemt dat toe tot 7-7,8 gram per dag (Daan & Slopsema 1978). In het najaar gaan muizen bovendien voedselvoorraden aanleggen voor de winter. De grasgroei komt echter tot stilstand bij een bodemtemperatuur < 5°C. In 2014 begon de temperatuur in november flink te zakken en kwam de grasgroei rond begin december tot stilstand. Tot in oktober was er nog sprake van een behoorlijke grasgroei (Remmeling *et al.* 2015). Hierdoor werd de schade aan graslanden pas in de loop van de winter goed zichtbaar. Het beeld van maart 2015 geeft daarom het meest uitgebreide schadegebied te zien.

Er blijkt een negatief verband te zijn tussen de groenindex op de groenmonitor en de gemeten dichtheid van muizenholletjes in het veld. Anders gezegd: percelen met een hoge gemiddelde groenindex hebben gemiddeld genomen een lage dichtheid muizenholletjes (figuur 3.6). Op basis hiervan kan een indicatief beeld van de verspreiding van de muizenuitbraak worden gemaakt door het achterblijven van de groenindex per graslandperceel te berekenen ten opzichte van het jaar ervoor (maart 2014). In tabel 3.2 is aangegeven welke indeling is gehanteerd om een vertaling te maken van groenindex naar muizenpresentie.

### Ruimtelijke verspreiding van de muizenplaag

De satellietbeelden laten goed zien hoe sterk de graslanden in Fryslân werden aangetast door de muizen (zie voor details paragraaf 3.3). Omdat ook andere factoren kunnen zorgen voor een afname van de groenindex (in het winterhalfjaar met name grazende ganzen), zijn enkele correcties gemaakt. Alle onder water staande percelen (of plas-drasse gebieden), waarvan op basis van het veldonderzoek duidelijk was dat er geen muizen aanwezig waren, zijn weggelaten. Figuur 3.7 geeft het resultaat van deze analyse.



Figuur 3.6. Het verband tussen de dichtheid van muizenholletjes (gemiddeld aantal per  $m^2$ ) in januari - maart 2015 en de groenindex in maart 2014 (controle in het voorgaande jaar zonder schade) en op 12 maart 2015 voor 241 graslandpercelen verspreid over Fryslân. De toevoeging 'bruto' heeft betrekking op alle getelde holletjes (vers en oud).

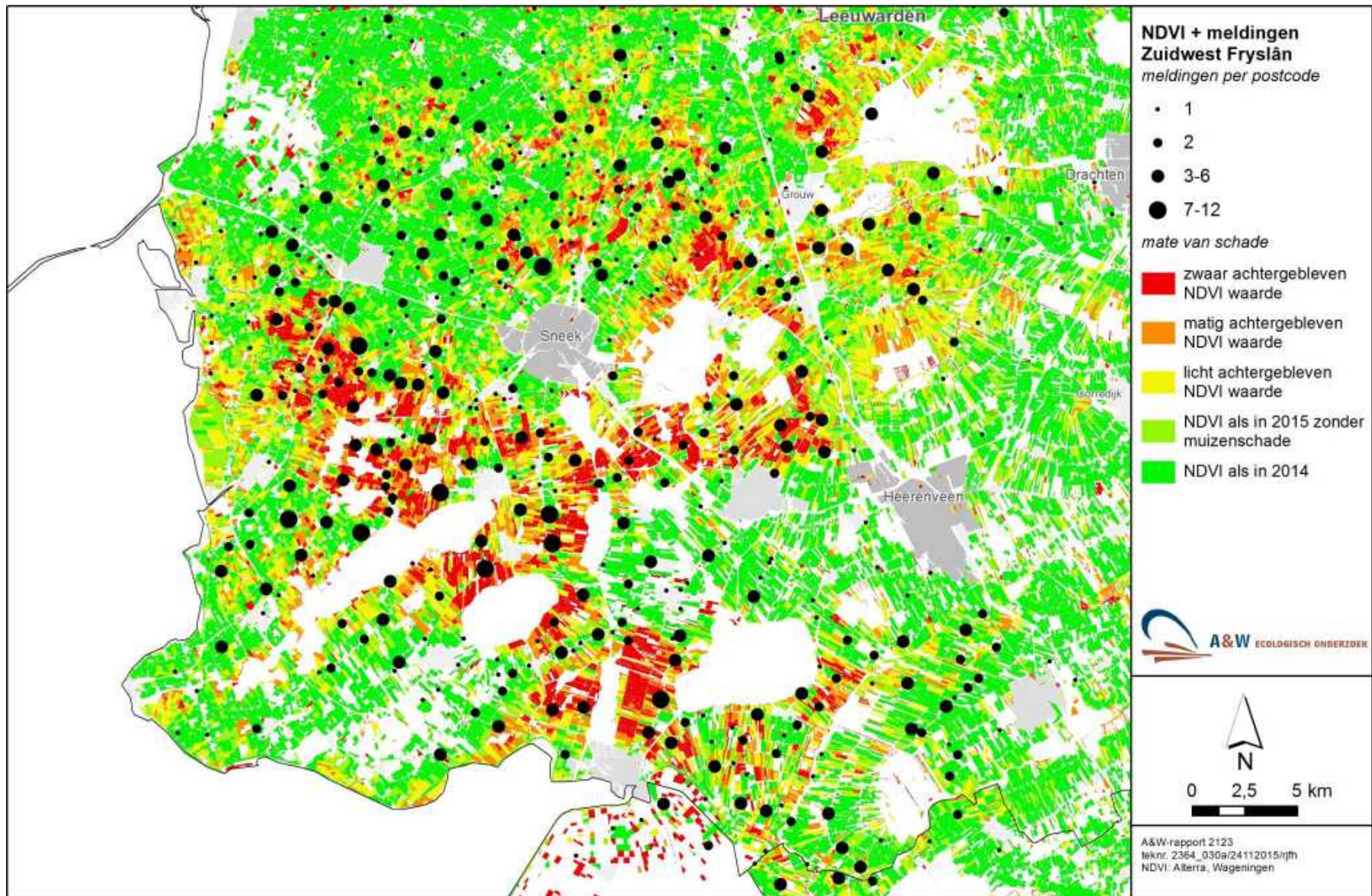
Tabel 3.2. NDVI-waarde (in maart 2015), toegekende kleur (in figuur 3.5) en de globale, corresponderende veldmuiscgatedichtheid (aantal holletjes/ $m^2$ ).

NDVI - waarde	code	Kleur	correspondeert met
< 4020	zwaar achtergebleven NDVI waarde	Rood	$\geq 10$ holletjes/ $m^2$
4020 - 4655	matig achtergebleven NDVI waarde	Oranje	5-10 holletjes/ $m^2$
4655 - 5088	licht achtergebleven NDVI	Geel	0-5 holletjes/ $m^2$
>5088	NDVI als in 2015 zonder muizenschade	Groen	geen of nauwelijks h./ $m^2$
>5455	NDVI als in 2014	Groen	geen of nauwelijks h./ $m^2$

Net als in het landelijke verspreidingsbeeld is ook in figuur 3.7 de verspreiding van schademeldingen van boeren weergegeven. Deze meldingen geven onafhankelijk van de groenindex een verspreidingsbeeld van de schade. Daarbij moet aangetekend worden dat het om postcode-adressen gaat. Dat laatste is bijvoorbeeld te zien ten noorden van Lemmer, waar de boeren wonen aan de weg Lemmer – Follega terwijl hun landerijen in de Brekkenpolders liggen aan de oostkant van de Grutte Brekken.

Het verspreidingsbeeld van de zichtbare schade op basis van de groenindex in maart 2015 komt goed overeen met de schademeldingen van boeren. Daaruit blijkt dat we daadwerkelijk te maken hebben met muizenschade. Toch is er enige 'ruis' in de groenmonitor. Zo is het opvallend, dat in de 'gele' gebieden rond De Deelen, Alde Feanen en langs de IJsselmeerkust relatief weinig schademelders zijn. De relatief geringe schade kan hiermee verband houden (geen reden om een melding te doen), maar waarschijnlijker is het dat het hier om het effect van ganzenbegrazing gaat, aangezien het in alle drie de gevallen om belangrijke ganzengebieden gaat. Samenvattend geeft de gecombineerde kaart een passend verspreidingsbeeld van de muizenuitbraak.

Uit het veldonderzoek blijkt dat de groenmonitor een goede indicator is voor muizenschade in een wintersituatie, met dien verstande dat er enige ruis is in de verklaring voor het achterblijven van de groenindex. Voor de zomer en het najaar ligt dat anders. Door de sterke grasgroei is het achterblijven van de groenindex dan vooral gerelateerd aan maaien en kan een langzame achteruitgang veroorzaakt door muizenvraat dan onopgemerkt blijven. Bovendien wil een gelijkblijvende groenindex niet zeggen dat er geen muizen zijn. Integendeel, muizen kunnen op graslanden met een sterk grasgroei in de zomer soms al hoge dichtheden bereiken zonder dat dit met de groenindex zichtbaar is.



*Figuur 3.7. Teruggang in groenindex op graslandpercelen in Fryslân in maart 2015 ten opzichte van maart 2014. De teruggang in de groenindex geeft inzicht in de ruimtelijke spreiding van vermoedelijke muizenschade. Dit is geverifieerd met veldonderzoek. Om de kaart te maken is de mediane waarde van de groenindex op een perceel benut om het perceel aan een klasse toe te wijzen. Voor een toelichting zie de tekst en tabel 3.2.*

Nu een ruimtelijk beeld is geconstrueerd van de muizenuitbraak kan de oppervlakte ervan worden geschat op basis van de arealen met een licht (geel), matig (oranje) of zwaar (rood) achtergebleven groenindex. Het areaal met matig of zwaar achtergebleven groenindex bedraagt ca. 26.000 ha in Fryslân en 6.500 ha in Groningen. Wordt ook het areaal met een licht achtergebleven groenindex meegenomen dan bedraagt het oppervlak bijna 48.000 ha in Fryslân en ruim 12.000 ha in Groningen. De muizenuitbraak in 2014-2015 was daarmee beduidend groter dan die in 2004-2005 (Box 3, blz 39). Het muizenschadegebied van 2004-2005 behoorde in 2014-2015 opnieuw tot de zwaarst getroffen delen. Kennelijk is dit gebied zeer gevoelig voor muizenschade.

### **Start en ontwikkeling van de muizenuitbraak**

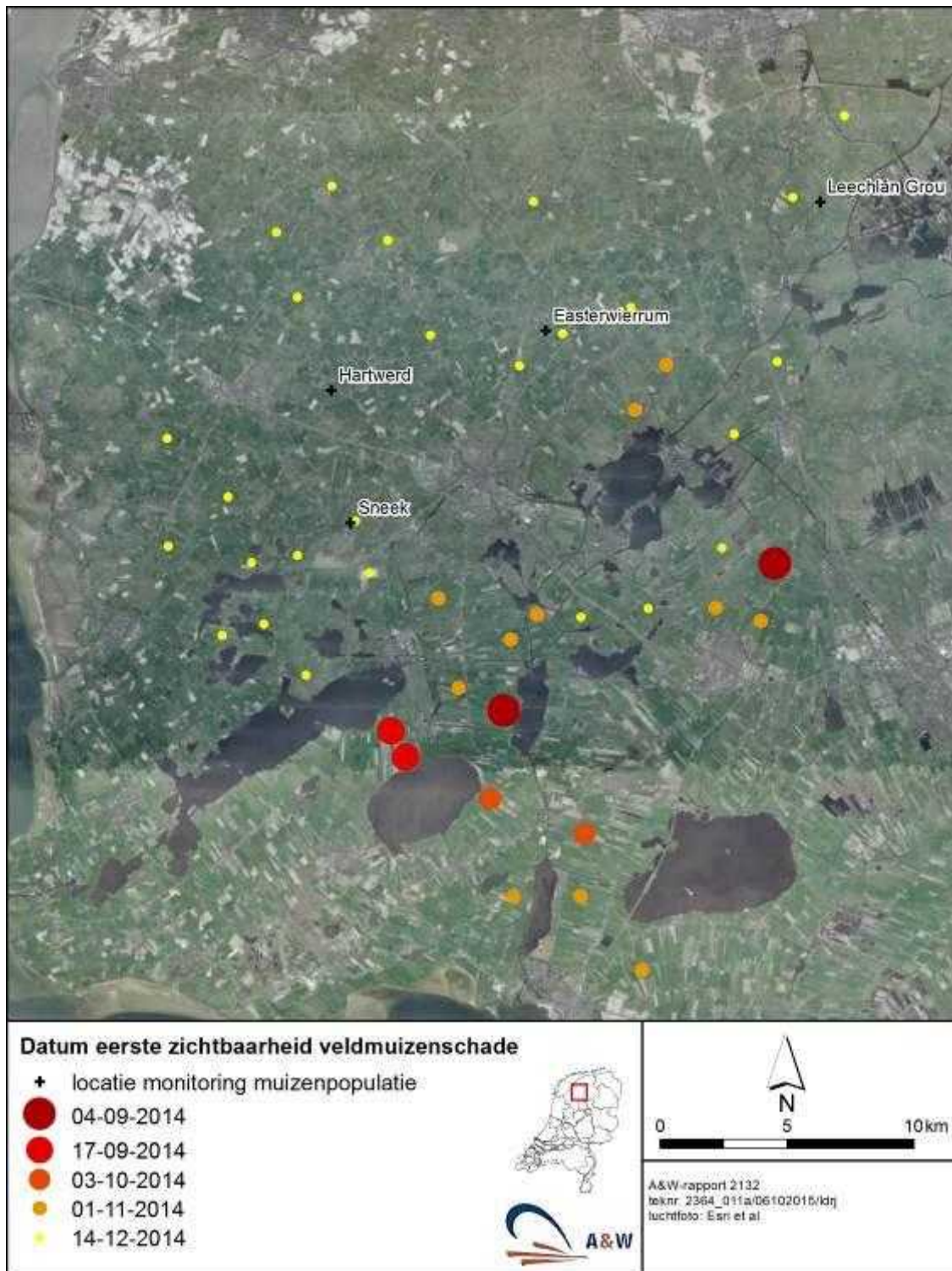
De start en ontwikkeling van de muizenuitbraak is indirect te reconstrueren aan de hand van de groenmonitor en de schademeldingen van boeren. Daarnaast is voor dit doel vanaf half februari een monitoring opgezet van Veldmuizen in vier gebieden. Op dat moment was de schade weliswaar op zijn hoogtepunt, maar de muizendichtheden waren al enige tijd aan het afnemen. Niettemin geeft de monitoring relevante informatie over de ontwikkeling van de populatie.

#### Start van de muizenuitbraak

Uit informatie over het broedsucces van roofvogels en uilen is duidelijk dat al vroeg in 2014 sprake was van verhoogde muizenaantallen. Vanaf september 2014 is de muizenschade ook duidelijk waarneembaar op de groenmonitor. Het betreft de eerste vlekken met een sterk achterblijvende groenindex op klei-op-veen bij Vegelinsoord, Ypecolsga en veen-op-zand bij het Koevordermeer (figuur 3.8). In oktober komen daar twee locaties bij op moerige-klei op zand en veen-op-zand, waarna in november uitbreiding rondom deze locatie plaatsvindt met verschillende locaties op klei-op-veenbodems en een op klei (tabel 3.3). De kolonisatie van de kleigronden lijkt daarmee later plaats te vinden dan de veen- en klei-op-veengronden. In december worden nog eens twintig plekken met schadebeelden op klei en een zestal locaties op klei-op-veen herkend (figuur 3.7). De vroege locaties hebben zich alle uitgebreid tot forse schadegebieden, zoals te zien is in figuur 3.7.

*Tabel 3.3. Aantal locaties van de eerste zichtbaarheid van de muizenschade op de groenmonitor in Fryslân in het najaar van 2014, uitgesplitst naar bodemtype.*

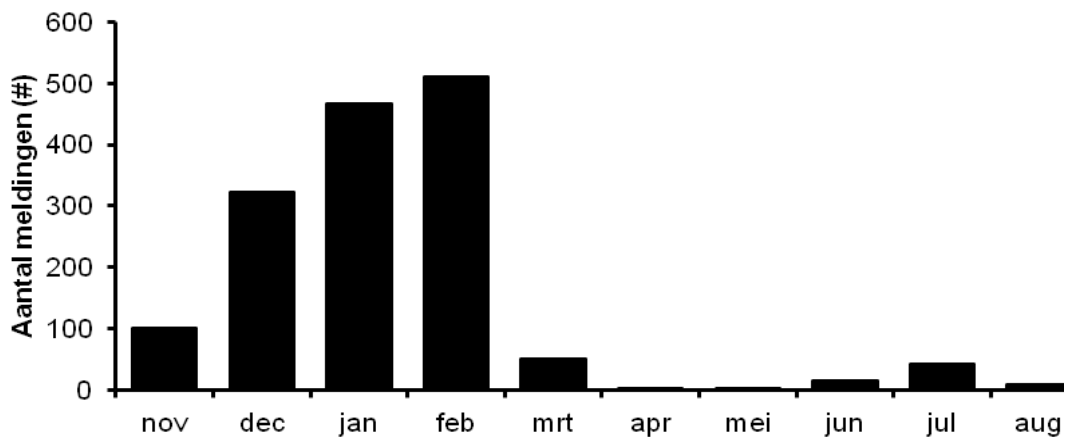
maand	klei	klei-op-veen	moerige klei-op-zand	veen-op-zand
september	0	3	0	1
oktober	0	0	1	1
november	3	6	0	2
december	20	6	0	0



*Figuur 3.8. Datum van de eerste zichtbaarheid van muizenschade op de groenmonitor per centrumlocatie in Fryslân in het najaar van 2014. Verder zijn de locaties weergegeven waar in 2015 regelmatig muizen zijn gevangen). De genoemde data zijn de momenten waarop satellietbeelden beschikbaar waren voor de groenmonitor.*

### Ontwikkeling van de muizenuitbraak

De schademeldingen van boeren geven een vergelijkbaar beeld met het beeld afkomstig uit de groenmonitor. Met de toenemende zichtbaarheid van de schade neemt ook het aantal meldingen toe (tot februari 2015). In het voorjaar zijn er vrijwel geen meldingen gedaan; na een herhaalde oproep in de zomer kwamen er vanaf juni 2015 weer meldingen binnen (figuur 3.9). Dit tweede golfje meldingen past in het beeld uit het veld, dat zich een opleving heeft voorgedaan in het westelijke en noordwestelijke kleigebied (Bolsward – Sneek – Leeuwarden), zie ook pagina 26.

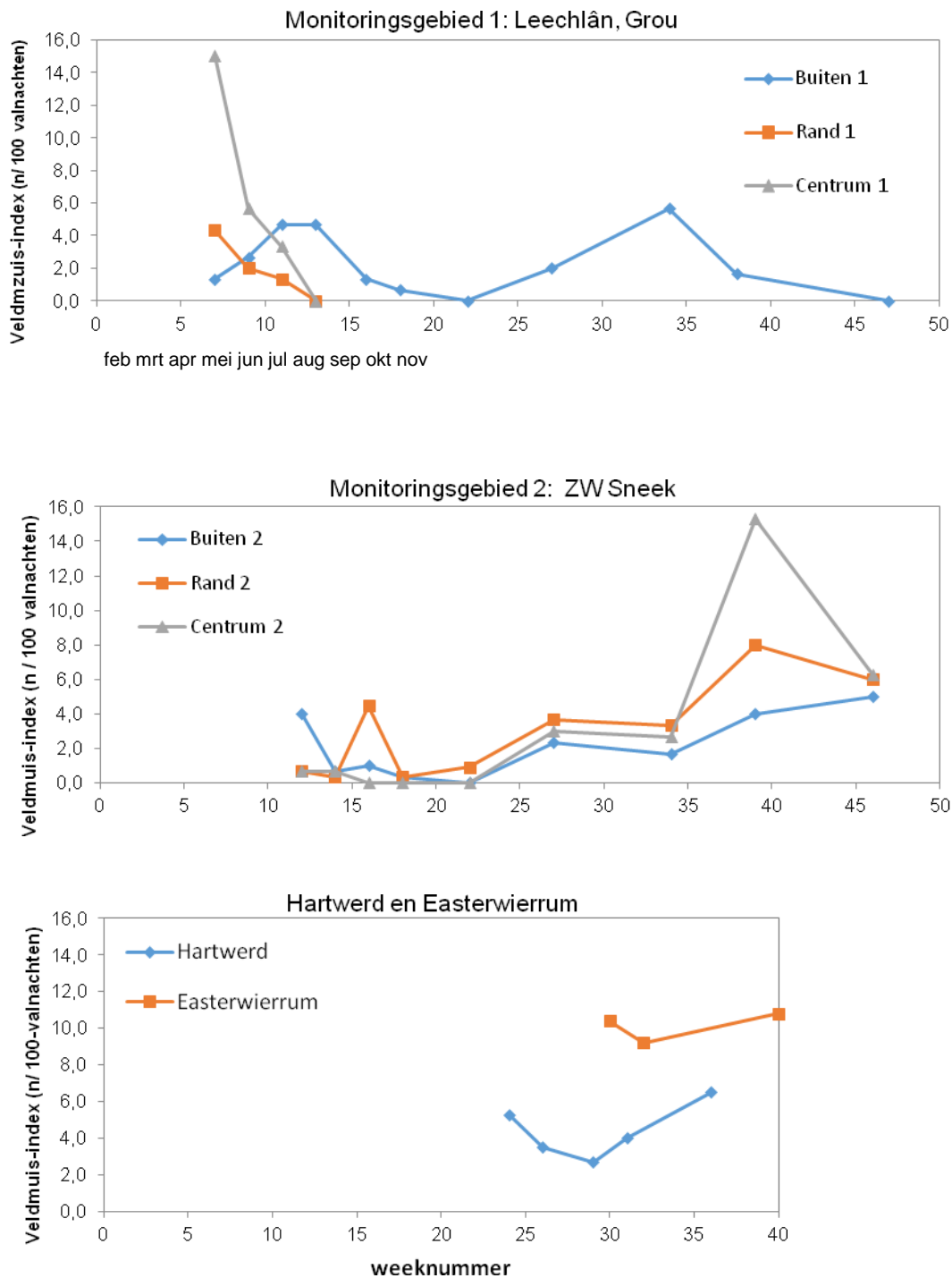


Figuur 3.9. Verloop van de meldingen van muizenschade in Nederland bij het LTO-meldpunt over de periode november 2014 - augustus 2015. Het LTO schademeldpunt is in november 2014 opengesteld.

In 2015 zijn op vier vaste locaties op gestandaardiseerde wijze muizen gevangen. Bij de monitoring is gebruik gemaakt van klapvallen (conform Hörnfeldt 1978 en Beemster & Dijkstra 1991). Hoewel tegenwoordig bij monitoring van muizen normaliter met lifetraps wordt gewerkt, is in deze specifieke situatie voor klapvallen gekozen. Dit is gedaan om informatie te verkrijgen over sexe en gewicht, de reproductieve staat van de populatie, individuen te verzamelen voor nader onderzoek (RIVM) en om op een groter aantal locaties tegelijk te kunnen opereren.

Vanaf half februari 2015 is gevangen nabij Grou (gebied 1) en vanaf half maart ook bij Sneek (gebied 2). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen locaties in het centrum van het schadegebied (situatie maart-februari 2015), aan de rand van het schadegebied en even daarbuiten. Vanaf de zomer van 2015, toen er nieuwe meldingen kwamen van de klei, is ook gevangen op de locaties Hartwerd (gebied 3) en Easterwierum (gebied 4). Op alle locaties zijn gedurende de metingen door boeren maatregelen getroffen om muizen te bestrijden, hetzij door landbewerking, hetzij door gerichte bevoeiing met water of toepassing van de zwavelstikstof methode. Over de effecten daarvan, die met de monitoring konden worden gevolgd, wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

In het Leechlan bij Grou vond na de eerste meting omstreeks half februari (week 7) zowel in het centrum als aan de rand van het schadegebied een snelle afname van de veldmuisindex plaats. Dat kwam vooral omdat deze percelen toen werden omgeploegd en opnieuw ingezaaid. Net buiten het schadegebied trad tegelijkertijd een (tijdelijke) toename op (figuur 3.10).



Figuur 3.10. veldmuisindex (vangsten per 100 valnachten) nabij Grou (gebied 1), Sneek (gebied 2) en de combinatie van Hartwerd – Easterwierum (gebieden 3 en 4). Muizenvangsten vonden plaats in het centrum en de rand van het schadegebied (situatie februari/maart 2015), en even daarbuiten. De vangsten zijn uitgezet per weeknummer met in de bovenste grafiek een aanduiding van de maanden. Eén valnacht is de eenheid waarbij een val één nacht heeft gestaan. Per datum en per gebied werden telkens 100 vallen gebruikt zodat per monitoringdatum 300 valnachten werd gevangen. In Hartwerd en Easterwierum werden resp. 200 en 400 vallen ingezet (en 600 en 1200 valnachten).



Mogelijk wijst dit op een verplaatsing van Veldmuizen. Vanaf april stabiliseerde de veldmuisindex buiten het schadegebied. In de loop van het voorjaar en de zomer nam de veldmuisindex buiten het schadegebied langzaam maar zeker weer toe om pas in september weer af te nemen. Deze afname vond plaats in een periode met veel neerslag, waarin graslanden na zware buien enkele malen plasdras stonden. Nadat eind oktober-begin november opnieuw veel regen viel werden geen muizen meer gevangen.

Ten zuidwesten van Sneek (Pikesyl) vond de eerste meting plaats vanaf half maart (week 12), toen de veldmuisindex al laag was. In de loop van het voorjaar en zomer nam de veldmuisindex langzaam toe, om pas in september sterk toe te nemen, in tegenstelling tot Grou (figuur 3.10). Het verschil in populatieontwikkeling kan mogelijk verklaard worden doordat in de maand augustus veel regen viel. In het veenweidegebied bij Grou leidde dit tot plas-drasse percelen met vrijwel zeker veel muizensterfte. Bij Sneek op de klei is sprake van veel bolle ('kruinige') percelen, waardoor muizen meer uitwijkmogelijkheden hebben. Na de vele regen in oktober-begin november was ook daar de index flink afgenomen (week 46).

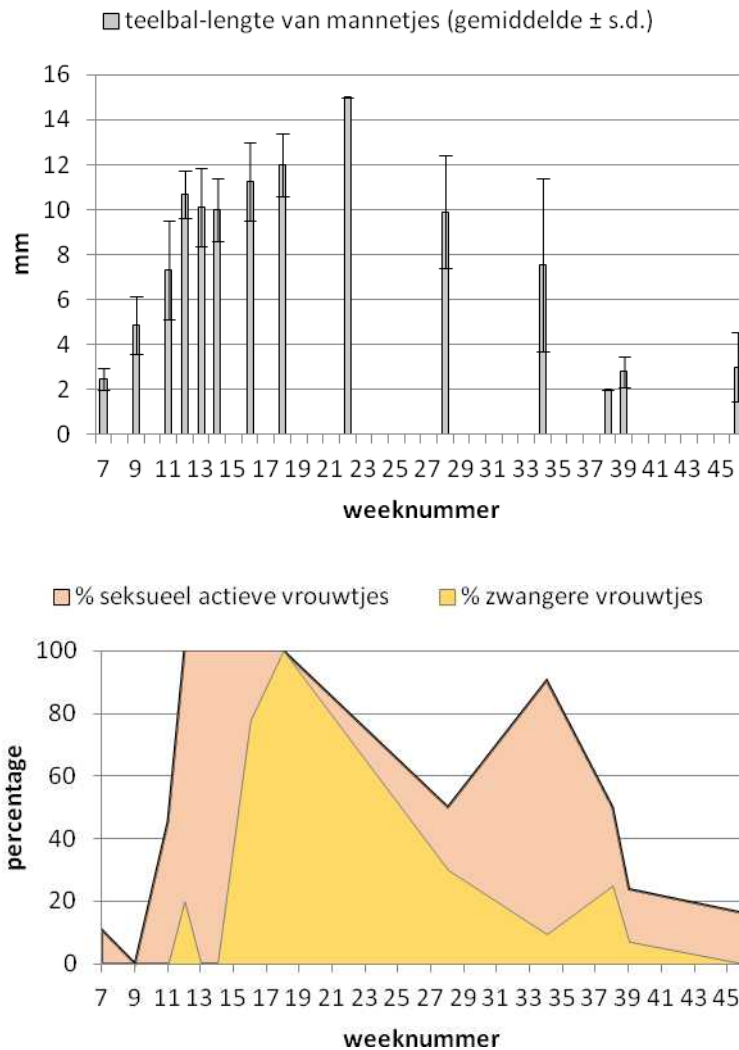
De populatie-ontwikkelingen bij Hartwerd en Easterwierum, later toegevoegd aan de monitoring vanwege meldingen van een nieuwe muizenuitbraak, laten een ander beeld zien. Hier vond in de zomer een sterkere opleving plaats dan in de andere gebieden, en liepen de aantallen in de zomer en het najaar sterker op. Dit past bij het patroon (zie hierna) dat het zwaartepunt van de muizenuitbraak zich naar het westen en noordwesten verschoof, richting kleigronden. Deze gebieden beleefden pas in 2015 een piek in de muizenaantallen.

#### Ontwikkeling in reproductie

Reproductie is de motor van de populatieontwikkeling. De toenemende aantallen vanaf week 21 passen dan ook naadloos bij de reproductieve ontwikkeling. Deze laat zich voor mannetjes aflezen uit de gemiddelde teelballengte, voor vrouwtjes uit het percentage seksueel actieve of zwangere vrouwtjes (figuur 3.11). Bij mannetjes neemt de teelballengte vanaf half februari (week 7) tot eind maart (week 12) snel toe om tot aan het begin van zomer (week 28) min of meer gelijk te blijven. In de loop van de zomer neemt de gemiddelde teelballengte af doordat er steeds meer subadulte, niet-reproducerende muizen in de populatie voorkomen. Vanaf de tweede helft van september (week 38/39) is de gemiddelde teelballengte sterk afgenomen, doordat adulte, reproducerende mannetjes dan grotendeels uit de populatie zijn verdwenen. Het percentage seksueel actieve vrouwtjes neemt in dezelfde periode als de mannetjes (van 7 naar week 12) snel toe van een laag percentage naar bijna 100%. De ontwikkeling van het percentage zwangere vrouwtjes laat met een vertraging van ca. vier weken dezelfde ontwikkeling zien (figuur 3.11). Vanaf eind april (week 18) neemt het percentage seksueel actieve en zwangere vrouwtjes af doordat er steeds meer subadulte muizen in de populatie voorkomen. In de loop van de zomer zet deze afname door. Eind september was het aantal zwangere vrouwtjes al zeer sterk gedaald en half november werden geen zwangere vrouwtjes meer aangetroffen; wel waren er nog enkele seksueel actief.

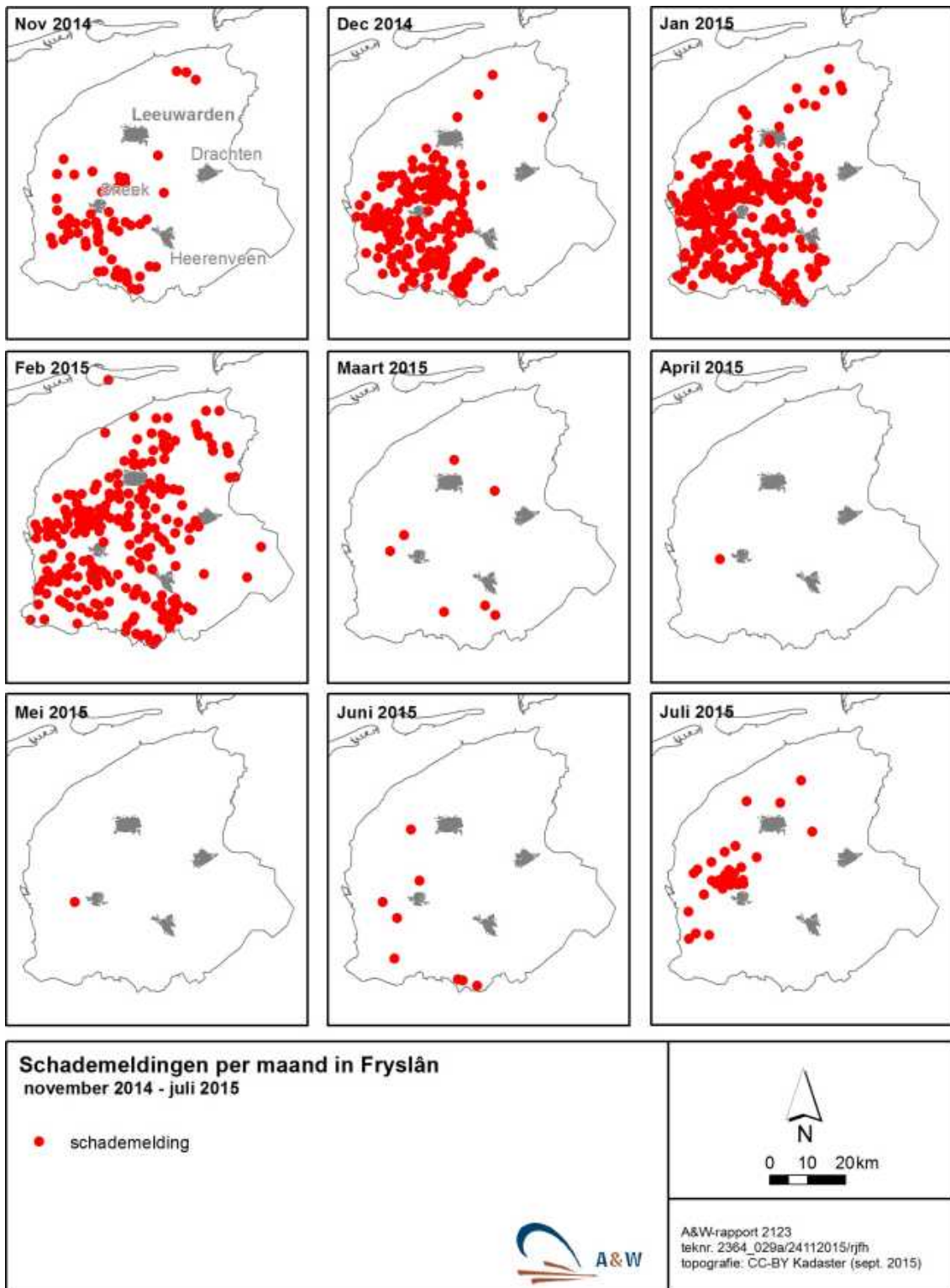
#### **Verplaatsing van de muizenplaag door het landschap ('traveling wave')**

Op grond van verschillende gegevens – start van de muizenplaag, LTO-schademeldingen, populatie-ontwikkeling, verspreiding van roofvogels - lijkt de muizenplaag zich van 2014 naar 2015 in Fryslân geleidelijk te hebben verplaatst van de veen- en klei op veen-gronden in het centrale en zuidwestelijke deel van de provincie naar de kleigronden in het westen en noorden, en werden in het tweede jaar ook akkerbouwgewassen getroffen door schade. Er zijn geen eenduidige en systematisch verzamelde gegevens om dit voor het gehele gebied en over de gehele periode te kunnen laten zien, maar we kunnen wel een goed beeld schetsen van het patroon dat is opgetreden.



Figuur 3.11. Reproductieve ontwikkeling van Veldmuizen nabij Grou (gebied 1) en Sneek (gebied 2) in de periode half februari – begin november 2015. De reproductieve ontwikkeling van mannetjes wordt beschreven aan de hand van de gemiddelde teelballengte, die van vrouwtjes aan de hand van het percentage seksueel actieve vrouwtjes (met een open vagina) en zwangere vrouwtjes.

In de zomer van 2015 was de muizenpiek in een groot deel van Fryslân voorbij en was de muizenuitbraak zeker in de rest van Nederland over zijn hoogtepunt heen (zie ook figuur 2.2). In Groningen kwamen her en der nog aantallen muizen van betekenis voor (Box 2, blz 28). Echter, uit het westen van Fryslân – in de hoek tussen Bolsward – Sneek – Leeuwarden kwamen in juni en juli 2015 verschillende meldingen van hoge muizenaantallen. Dit werd bevestigd door het patroon van de schademeldingen van de LTO (figuren 3.8 en 3.11) en door de relatief hoge aantallen gevangen muizen bij de monitoring van de locaties op de klei. De meldingen kwamen vooral van melkveehouders, maar in de loop van juli-augustus ook van graszaadtelers in de omgeving van Franeker en Dronrijp. Tot in het najaar waren in deze gebieden grote aantallen Veldmuizen aanwezig.

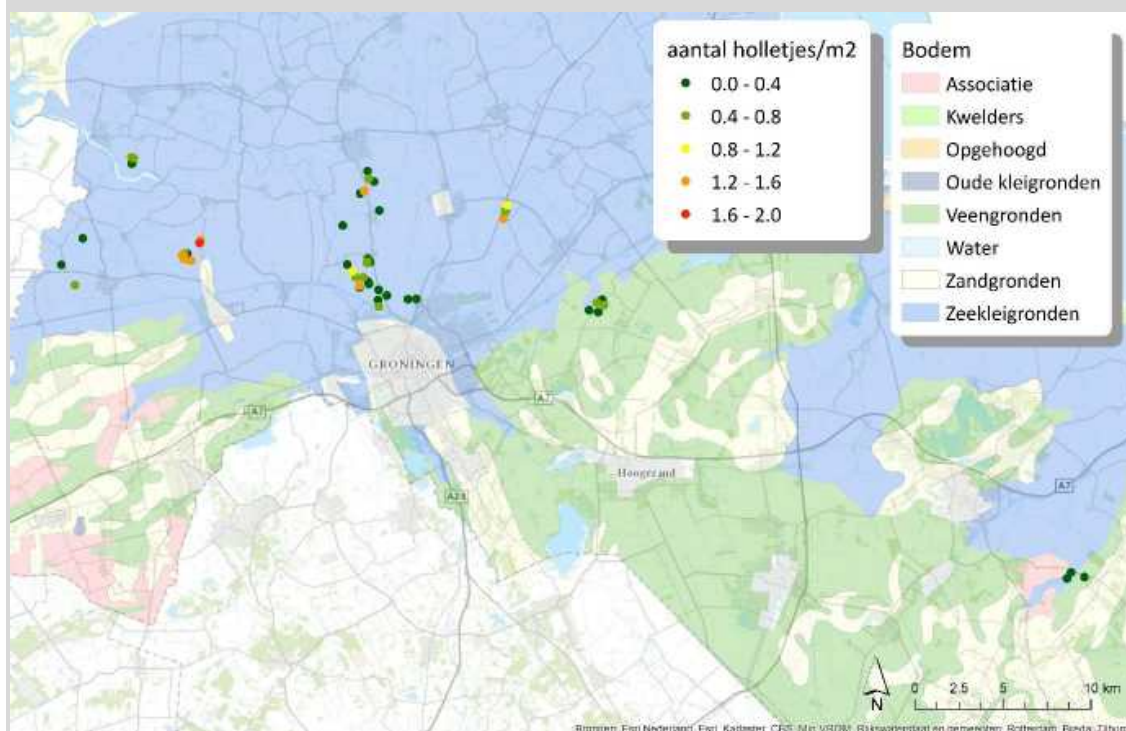


*Figuur 3.12. Muizenschademeldingen bij het LTO muizenschademeldpunt in de periode november 2014 – juli 2015*  
 Na juli 2015 zijn er nauwelijks meer meldingen gedaan bij het meldpunt, maar wel rechtstreekse waarnemingen en berichten van hoge muizendichtheden in het noorden van de provincie. Zie verder de tekst.

### Box 2. Muizen in Groningen, zomer 2015

Vanwege de zeer hoge muizendichtheden in Fryslân en meldingen van schade in de provincie Groningen, is in de zomer van 2015 ook in Groningen een verkennend onderzoek uitgevoerd naar de verspreiding van Veldmuizen in graslanden (Werkgroep Grauwe Kiekendief). Daarbij is nagegaan of de dichtheid van muizenholletjes een relatie vertoonde met grondsoort, kruidenrijkdom en mate van drooglegging. Qua methodiek is op dezelfde wijze gewerkt als in Fryslân. Het gemiddelde aantal muizenholletjes/m<sup>2</sup> dat per perceel (n=51) is geteld, bedroeg 0.49/m<sup>2</sup> (standaarddeviatie 0.48). In Fryslân werden op percelen in gebieden met veel holletjes gemiddeld 5 holletjes/m<sup>2</sup> geteld (figuur 3.5), dus tien keer zo veel. Ook het maximum per perceel (dus het gemiddelde van 20 metingen) was veel hoger in ZW Fryslân (17 versus 2/m<sup>2</sup>). Wel moet hierbij aangetekend worden, dat de Friese metingen niet betrekking hadden op de zomer.

Er lijkt geen ruimtelijk patroon aanwezig in de dichtheid van muizenholletjes (figuur 3.13). De hoogste dichtheden werden gevonden in graslanden ten noorden van Noordhorn. Er zijn geen correlaties gevonden met bodem (klei of veen, zandgronden niet bemonsterd;  $F_{1,22} = 0.52$ ,  $P = 0.48$ ), kruidenrijkdom (rijk, matig of arm;  $F_{2,22} = 0.71$ ) of met centimeters drooglegging ( $F_{1,22} = 0.52$ ). Hierbij moet in ogenschouw worden genomen dat het aantal meetpunten in Groningen beperkt was. Er zijn geen percelen aangetroffen waar tekenen waren van blijvende schade. Sommige grondeigenaren hadden echter wel doorgezaaid. Wel waren er lokaal nog relatief veel muizen aanwezig.



Figuur 3.13. Gemiddelde dichtheid van muizenholletjes/m<sup>2</sup> per perceel in Groningen, zomer 2015.

In de nazomer van 2015 kwamen er nieuwe meldingen (gecontroleerd door veldbezoeken) van graslanden uit de omgeving van Stiens en de noordelijke kleigebieden. Daarnaast zijn er verschillende waarnemingen (R. Kleefstra, SOVON, A&W, RUG) dat er in de periode september-oktober grote aantallen roofvogels te vinden waren in het akkerbouwgebied in de Noordwesthoek van Fryslân. Het ging regelmatig om tientallen buizerds en, bijvoorbeeld, om een slaapplek van >100 Bruine kiekendieven rond begin september in de omgeving van Franeker (med. R. Kleefstra, SOVON). Dit is op de noordelijke klei in deze tijd van het jaar uitzonderlijk veel. Mogelijk hebben deze vogels geprofiteerd van Veldmuizen op geogoste akkerpercelen, maar voor een deel ging het ook om Veldmuizen in graslanden.

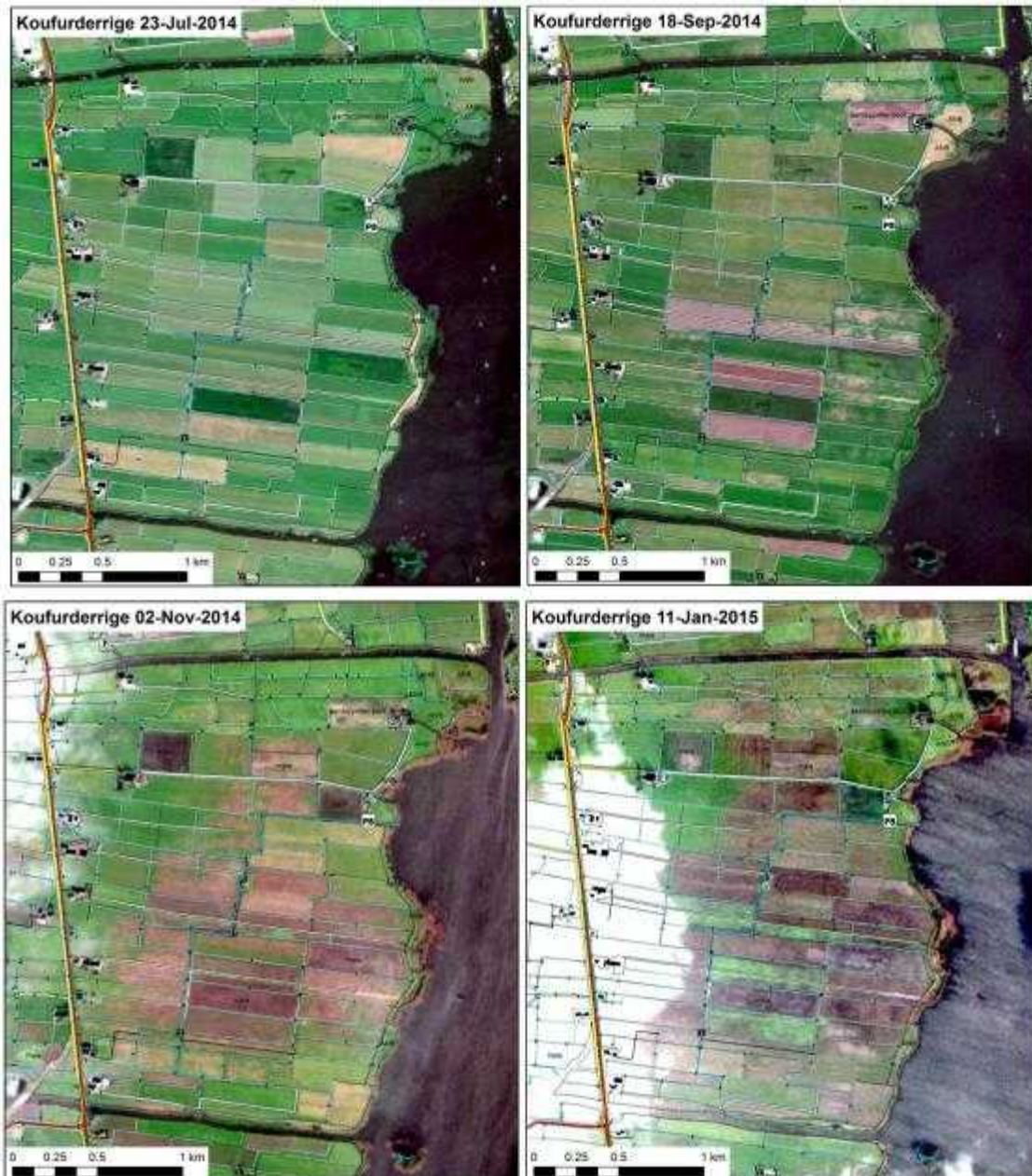
Het patroon aan waarnemingen wijst voorzichtig op een verschuiving van het zwaartepunt van de muizenplaag in westelijke en noordwestelijke richting. De latere meldingen van akkerbouwers in de streek tussen Leeuwarden en Franeker passen in dit beeld. In Frankrijk is een dergelijke dynamiek in het ruimtelijke verspreidingspatroon bekend van de Woelrat en wordt daar een 'traveling wave' genoemd (Delattre & Giraudoux 2008, Delattre *et al.* 1992, Delattre *et al.* 2009).

### 3.3 Verloop van de Veldmuizenplaag op gebiedsniveau

Koufurderrige is een van de eerste gebieden die in 2014 te maken kreeg met de muizenuitbraak (figuur 3.7). Ook tien jaar geleden tijdens de muizenplaag van 2004/2005 was het een van de gebieden die zwaar getroffen werden. In het kader van het onderhavige muizenonderzoek is dit gebied door Alterra in detail onder de loep genomen (Roerink 2015). De resultaten met betrekking tot de muizenontwikkeling worden hier samengevat.

Koufurderrige bestaat uit twee polders, de Polder van Eijsinga die het grootste gedeelte van het grondgebied beslaat en Polder Zandgaast in het noordoosten. De bodem bestaat grotendeels uit veen met daarop een kleilaag van 20-30 cm. Dit kan per perceel anders zijn, aangezien er in de crisisjaren van de vorige eeuw in het kader van de werkverschaffing her en der vruchtbare terpaarde is opgebracht ter verbetering van de landbouwgrond. In de noordoostelijke hoek bestaat de bodem uit zand. Op de hoogtekaart (AHN2-bestand) is duidelijk een verband te zien tussen de hoger gelegen delen van het gebied en het voorkomen van deze zandbodems. Ook elders in het gebied zijn nog kleinere zandruggen te herkennen. Door de ontwatering van het gebied is het veen gaan slinken, waardoor de zanderige bodem als zandruggen in het veld zijn te herkennen. Daarnaast bevindt zich op een diepte van 1-2 m onder het maaiveld een diepere zandlaag.

De muizenplaag in Koufurderrige diende zich reeds aan op een luchtfoto van maart 2014. Verschillende boeren merkten toen al plaatselijk opvallend veel muizen in de graslanden op. Aan de hand van satellietbeelden is goed te zien hoe de muizenplaag zich in de Koufurderrige heeft ontwikkeld (figuur 3.13). Op het beeld van 23 juli 2014 is voor het eerst plaatselijk lichte muizenschade waar te nemen. In de daaropvolgende maanden neemt de muizenschade snel toe: op de foto van 18 september 2014 zijn al diverse kale plekken in het grasland op te merken. Enkele percelen met veel muizenschade zijn dan geploegd en opnieuw ingezaaid. Dit zijn de geheel kale percelen. Op het volgende satellietbeeld van 2 november 2014 hebben alle boeren in Koufurderrige in meerdere of mindere mate te maken met muizenschade. Op het satellietbeeld van 11 januari 2015 is te zien dat de vlek zich verder heeft uitgebreid naar het zuiden en noorden. De percelen met herinzaai zijn nu groen, niet van het gras maar van Vogelmuur. Vogelmuur is een snel opkomende pionier op deze voedselrijke, relatief lichte



*Figuur 3.14. Satellietbeelden van de Koufurderrige in de periode juli 2014 - januari 2015 ((de witte vlekken op de beelden van 2 november 2014 en 11 januari 2015 zijn wolken).*

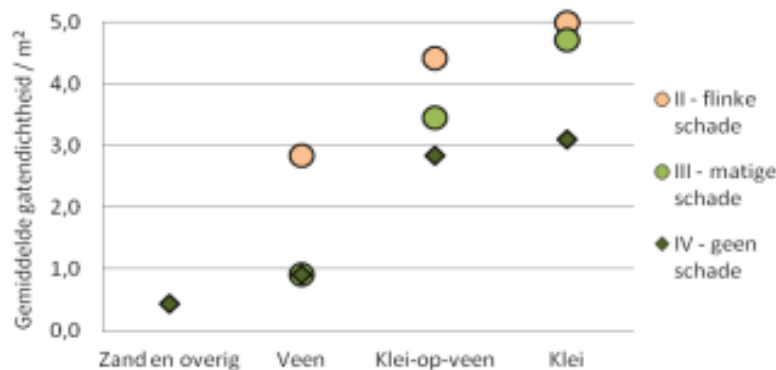
gronden. Al het opkomende gras op deze percelen is weggevreten door de muizen. Opvallend in het beeld is dat een aantal percelen aan de verharde weg nog wel groen is. Hier zijn de muizen bestreden door het onder water zetten van de percelen.

Het patroon zoals zich dat in de Koufurderrige voordeed is kenmerkend voor veel klei-opveengebieden in Fryslân. Op sommige percelen beginnen de muizen toe te nemen, waarbij de muizenvraat in de nazomer manifest wordt. Dit patroon breidt zich in aantal in de loop van het najaar snel uit, zichtbaar op de groenmonitor. Voor een verdere analyse zie hoofdstuk 5.

### 3.4 Veldmuizen op waterkeringen

Veldmuizen waren ook volop aanwezig op regionale keringen<sup>2</sup> en, in enkele gevallen, op primaire keringen in het muizenschadegebied. Wetterskip Fryslân heeft de aanwezigheid van muizenschade geïntariseerd tijdens de jaarlijkse kadeschouw in januari-februari 2015. Daarbij zijn de kaden geïntariseerd en onderverdeeld in vier categorieën (zie hoofdstuk 4): geen schade, matige schade, flinke schade en ernstige schade. Behalve deze schouw is een inventarisatie uitgevoerd van de presentie van muizen door de dichtheid aan muizenholletjes per vierkante meter te bepalen. Dit is op dezelfde wijze gedaan als voor de percelen.

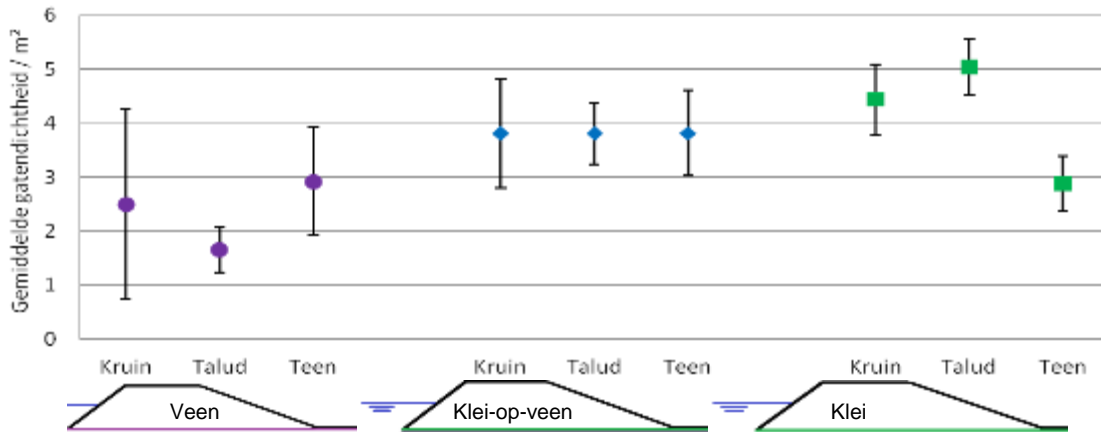
Gemiddeld zijn 3,5 muizenholletjes/m<sup>2</sup> geteld (n=1380), met de hoogste dichtheid op klei en klei-op-veen (figuur 3.15). Van de geïntariseerde trajecten is ook het schouwresultaat bekend. Zoals verwacht is er een relatie tussen schade en dichtheid aan holletjes (figuur 3.15). Op zandgrond bleek, parallel aan de bevindingen in graspercelen, de dichtheid van muizenholletjes significant lager te zijn dan op de andere grondsoorten: gemiddeld 0,4 holletjes/m<sup>2</sup> tegenover 2,2 holletjes/m<sup>2</sup> op veen, 3,8 holletjes/m<sup>2</sup> op klei-op-veen, terwijl gemiddeld de meeste holletjes (4,2/m<sup>2</sup>) werden aangetroffen op keringen met kleiondergrond (Bosma & Haverkamp 2015). De muizenpresentie laat geen eenduidige verschillen zien op de verschillende delen van de waterkering (kruin, talud en teen) (figuur 3.16).



Figuur 3.15 De gemiddelde dichtheid van muizenholletjes op de keringen, onderverdeeld in vier grondsoorten en de schadecategorieën (N = 59). Resultaten van de kadeschouw, januari-maart 2015, Wetterskip Fryslân (Bosma & Haverkamp 2015).

De gemiddelde dichtheid van muizenholletjes op keringen is statistisch niet verschillend van die op graslandpercelen op dezelfde bodem. Dit komt overeen met de uitkomsten van statistische analyses waarin muizenactiviteit op keringen is vergeleken met die op nabijgelegen graslandpercelen. De (levende) grasbedekking (gemeten aan de hand van foto's) op keringen was wel significant hoger was dan op aanpalende graslandpercelen, respectievelijk 25% en 16% (t = -2,1, df = 17, p = 0,026) (Bosma & Haverkamp, 2015).

<sup>2</sup> Regionale waterkeringen liggen langs de Friese boezem en begrenzen de polders; primaire waterkeringen liggen langs de Friese kust (IJsselmeer, Waddenzee).



Figuur 3.16 Gemiddeld aantal muizenholletjes/m<sup>2</sup> met standaardfout, verspreid over de kering: op de kruin, talud en teen, met veen (N=10), klei-op-veen (N=20) en klei als ondergrond (N=34). Resultaten van de inventarisatie in februari-maart 2015, Wetterskip Fryslân (Bosma & Haverkamp 2015).

### 3.5 Conclusies

- Uitbraken of plagen van Veldmuizen zijn in Europa van alle streken en tijden. Ook in Nederland waren muizenuitbraken regelmatig aan de orde tot in de jaren zestig;
- In de periode van 1960 tot 2003 waren er geen uitbraken op landelijke schaal, maar plaatselijk konden plaagsituaties ontstaan in bijvoorbeeld braakliggende akkerbouwgebieden of in bepaalde polders;
- In 2004 was er in ZW Fryslân voor het eerst sinds enkele decennia weer sprake van een muizenplaag. Tien jaar later, in 2014-2015, was er opnieuw een muizenplaag, die veel omvangrijker was en meer schade opleverde dan die in 2004;
- Het zwaartepunt van de muizenplaag in 2014-2015 bevond zich in het centrale en zuidwestelijke deel van Fryslân. Er werden vooral hoge dichtheden geconstateerd op veen, klei-op-veen en klei, met veel zichtbare schade door kaalgevreten graslanden;
- Elders in Nederland waren er vooral in Groningen, NW-Overijssel, de Eempolders en in de Ablers- en Lopikerwaard meldingen van muizenschade. Het areaal grasland met matige of zwaar aangetaste graslanden, gemeten aan de hand van de groenindex, bedroeg ca. 26.000 ha in Fryslân en 6500 ha in Groningen.
- In Nederland was het hoogtepunt van de muizenplaag na de winter van 2014-2015 voorbij, en dat gold ook voor het grootste deel van Fryslân. Echter, in het westelijke en noordwestelijke kleigebied (omgeving Bolsward – Sneek – Leeuwarden) was er in de zomer van 2015 een opleving, met plaatselijk wederom zeer hoge dichtheden;
- De muizenplaag is ook in akkerbouwgebieden in Nederland merkbaar geweest, zowel in 2014 als in 2015. Verschillende wortelboeren in Zuidelijk Flevoland hadden in het najaar van 2014 forse muizenschade. In de zomer van 2015 gold dat voor boeren met graszaad en wintertarwe in NW Fryslân.
- De presentie van muizen op kaden (en bermen) was vergelijkbaar met die op percelen. De schade aan het gras op keringen lijkt minder groot te zijn geweest dan op percelen.





*Gangensstelsel van Veldmuizen in een kade 'vastgelegd' in vloeibaar beton (foto Jantine Haverkamp, Wetterskip Fryslân).*



Schadebeelden van muizenvraat in graslandpercelen. Boven kaalgevreten graslanden in februari - maart 2015, midden met zichtbare muizenactiviteit. Onder links Engels raaigrasperceel met hoge productie op 24 augustus 2015 bij Reahûs (kleigrond), met zichtbare lichtgroene – gele plekken door muizenvraat. Onder rechts: vrijwel kaalgevreten raaigrasperceel in maart 2015; op dit perceel was geen muizenactiviteit meer aanwezig.

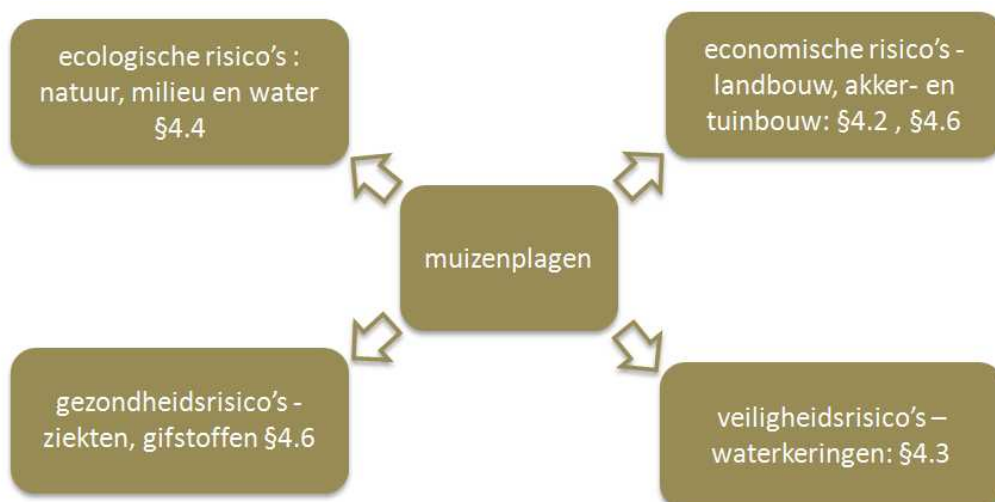
## 4 Schade en risico's bij muizenplagen

### 4.1 Inleiding

Muizenplagen en schade aan landbouwgewassen zijn zo oud als de landbouw zelf en een wereldwijd fenomeen (bv. Singleton *et al.* 2010). Jacob & Tkadlec (2010) noemen verschillende voorbeelden uit Europa van omvangrijke veldmuizenplagen en dito schade aan de landbouw. Bij muizenplagen is er een reëel risico op schade aan akkers, graslanden en waterkeringen, maar ook op het ongecontroleerd gebruik van bestrijdingsmiddelen of het overbrengen van ziekten. Schade ontstaat zowel door vraat aan gewas en wortels als door graafactiviteiten met omgewoelde grond in de bovenste bodemlaag.

Aanwezigheid en activiteit van Veldmuizen leidt meestal niet tot schade die problematisch is; dat is alleen het geval in piekjaren en ook dan alleen bij zeer hoge dichtheden. Het meest prominent is de economische schade in de land- en akkerbouw. Deze kan al naar gelang de duur en omvang van een muizenplaag oplopen tot (vele) miljoenen euro's door schade aan gewassen en percelen (Jacob & Tkadlec 2010). Bij grootschalige plagen zijn er evenwel ook risico's ten aanzien van veiligheid, ecologie en gezondheid (figuur 4.1). In dit hoofdstuk worden aard en omvang van de schade behandeld bij de uitbraak van 2014-2015, alsmede het risico dat de betrokken schade of een ongewenste gebeurtenis ook daadwerkelijk optreedt. Het Faunafonds heeft de schade in het voorjaar aan graslanden in Fryslân getaxeerd vijftien miljoen euro (Box 3). De totale schade aan de landbouw is door de LTO berekend op 73 miljoen euro (de Boer 2015).

Het in dit hoofdstuk gepresenteerde overzicht is gebaseerd op de ervaringen bij de meest recente veldmuizenplaag in Fryslân (dit rapport), aangevuld met in de literatuur genoemde risico's en schade (o.a. Jacob & Pelz 2005, Jacob & Tkadlec 2010, Jacob *et al.* 2014). We gaan in op de directe, primaire schade en de schade of risico's als gevolg daarvan.



Figuur 4.1. Schematisch overzicht van de verschillende risico's op schade of ongewenste gebeurtenissen bij grootschalige muizenplagen. Het overzicht van risico's en schade in dit hoofdstuk volgt deze indeling.

## 4.2 Risico's en schade voor de melkveehouderij

### Primaire schade

Directe schade aan graslandvegetaties in percelen, en ook in bermen en op waterkeringen, ontstaat door twee oorzaken: 1) directe vraat van muizen aan het gewas en de wortels, en 2) het graven van gangen in de bodem. Graslanden worden pas kaalgevreten als er sprake is van zeer hoge dichtheden van muizen. Volgens Jacob *et al.* (2014) wordt schade aan gewassen als Luzerne zichtbaar bij dichtheden van >200 muizen per ha; Op basis van waarnemingen van boeren bij het bevoeien van percelen grasland in Fryslân, gaan we ervan uit, dat de dichtheden in Fryslân in 2014-2015 op de piek van de uitbraak ten minste 1.500-2.000 dieren per ha bedroegen. Dit is in lijn met de dichtheden die van andere gebieden in Europa worden gemeld tijdens de piek (Bryja *et al.* 2005), maar lokaal kunnen dichtheden nog hoger zijn (Wiersma *et al.* 2015).

De graafactiviteiten van muizen veroorzaken ook schade aan de grasmat en de ondiepe ondergrond (tot ca. 25 cm, zie hoofdstuk 2), hoewel minder groot dan de directe vraatschade. Er ontstaat meer reliëf en meer kale grond. Muizenholletjes kunnen de oppervlakkige indroging van de bovengrond bespoedigen. Onder natte omstandigheden kan dit een voordeel zijn, onder droge omstandigheden een nadeel.

### Secundaire schade en risico's

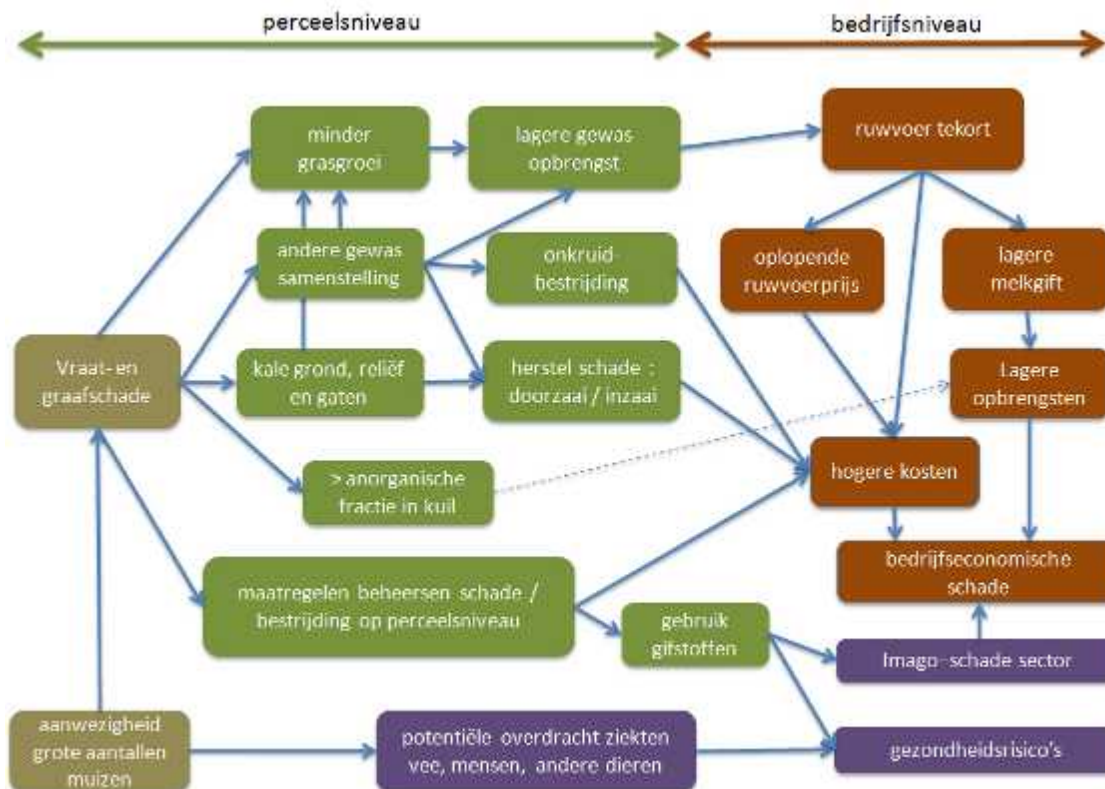
Er zijn verschillende secundaire gevolgen van muizenschade (figuur 4.2). De mate waarin deze optreden is afhankelijk van de schaal en duur van de muizenuitbraak. Effecten op perceelsniveau kunnen doorwerken tot op bedrijfsniveau, en bij grote schade op veel bedrijven, op sectorniveau. Dat laatste speelt bijvoorbeeld wanneer de ruwvoerprijzen oplopen door een toenemende vraag, of omdat boeren in een regio met veel schade tegelijkertijd een beroep doen op loonwerkers om herstel- of bestrijdingsmaatregelen uit te voeren en er een capaciteitsprobleem is. Het risico met de grootste gevolgen is uiteindelijk dat individuele bedrijven in financiële nood komen door tegenvallende opbrengsten en tegelijkertijd stijgende kosten. Dit risico wordt versterkt bij een lage melkprijs en speelt met name bij agrarische bedrijven met een hoog investeringsniveau (en lage solvabiliteit) voorafgaand aan de plaag.

#### Verminderde grasopbrengst en ruwvoertekorten

Vraat- en graafschade in graslandpercelen leidt tot een verminderde grasopbrengst op perceelsniveau, wat kan leiden tot een ruwvoertekort op bedrijfsniveau. De grootte van de opbrengstderving hangt af van de mate van beschadiging, de mate van herstel en de aard van de grasmat. Overigens blijkt uit het onderzoek naar graslandherstel in 2014-2015 dat het herstel van aangetaste graslanden relatief goed was (zie hoofdstuk 8). Wanneer de schade al vanaf de nazomer optreedt (zoals bij een aantal boeren in het najaar van 2014), kan echter ondanks dit herstel zowel in het najaar als in het daaropvolgende voorjaar opbrengstderving in gras optreden, in het najaar door vraat en in het voorjaar door vertraging in de grasgroei.

#### Bestrijding en herstel

Wanneer zich een plaag aandient, kan het voor boeren noodzakelijk zijn om maatregelen te nemen om de schade te beperken, in de praktijk door bestrijding van muizen en graslandherstel. Bestrijding is kostbaar en arbeidsintensief en bovendien tijdens het hoogtepunt van de plaag meestal niet effectief (uitgezonderd bestrijding met water, zie hoofdstuk 6). Er worden kosten gemaakt zonder dat het echt wat oplevert. Dat blijkt niet alleen uit het onderzoek in 2014-2015 (hoofdstuk 6), maar wordt ook breed ondersteund door ervaringen in Duitsland, Frankrijk en elders (Jacob & Pelz 2005, Jacob & Tkadlec 2010).



Figuur 4.2. Risico's op schade in de melkveehouderij, van de schade op perceelsniveau tot de doorwerking in secundaire risico's en schade op bedrijfsniveau. Ruwvoertekort in dit schema heeft betrekking op gras (of kuil en hooi).

Herstelmaatregelen bestaan uit het doorzaaien van grasland of bij grote schade herinzaai. Soms kiezen boeren ook voor het (tijdelijk) verbouwen van andere gewassen als Maïs, Luzerne of granen. Herinzaai en doorzaai kan tegenvallen als het voorjaar waarin de plaag speelt erg droog is.

Bij het (tijdelijk) verbouwen van andere gewassen, bijvoorbeeld Maïs, is de derogatie een aandachtspunt. Nederland heeft van de EU derogatie gekregen voor de periode 2014-2017. Dit betekent, dat boeren onder bepaalde voorwaarden met een hogere gebruiksnorm voor Stikstof uit dierlijke mest mogen rekenen (in plaats van 170 kg N/ha/jr mag dan 230-250 kg worden aangewend). Een voorwaarde is dat minimaal 80% van de bedrijfsoppervlakte uit grasland bestaat. Dit kan problematisch zijn bij veel muizenschade en om die reden is in 2015 voor bedrijven met ernstige muizenschade een vrijstelling gegeven (65% ipv. 80%, zie [www.rvo.nl/derogatie](http://www.rvo.nl/derogatie)).

Een tweede aandachtspunt is het uitrijden van (drijf)mest, dat gebonden is aan de periode 16 februari tot 1 september 2015 (vergelijkbaar met in 2014), en het scheuren van grasland dat na 15 september niet is toegestaan. Deze regelgeving is gericht op het verminderen van de uitspoeling van nutriënten. Voor boeren met veel muizenschade kan dit problematisch zijn om twee redenen. Door de sterk achterblijvende grasgroei is het vee vaak al vroeg opgesteld, waardoor de maximale opslagcapaciteit van mest eerder bereikt wordt. De tweede reden is dat boeren met veel muizenschade niet laat in de nazomer kunnen inzaaien (terwijl dat vanuit herstel wel gewenst kan zijn). Op verzoek van LTO is de uitrijperiode van dierlijke mest

verlengd tot 16 september voor boeren die zware muizenschade hadden (2014-2015). Een kanttekening daarbij is dat later uitrijden weer tot extra uitspoeling kan leiden (paragraaf 4.4). Naast bovengenoemde zaken zijn er andere secundaire aspecten die voor agrariërs leiden tot lagere opbrengsten of hogere kosten. De mate waarin dit speelt varieert van bedrijf tot bedrijf:

- Relatief sterke en snelle ontwikkeling van onkruid op kale plekken in de percelen;
- Grotere noodzaak tot het bestrijden van onkruid in graslandpercelen;
- Ophoping van anorganisch materiaal (bodemmateriaal) in gemaaid gras en kuil, met als gevolg een lagere voerkwaliteit;
- Eerder opstallen van melkvee en/of jongvee in verband met opbrengstverliezen;
- Aankopen van vervangend ruwvoer om productieverlies op te vangen;
- Gaten in slootranden, taluds en bermen;
- Knaagschade aan kabels en machines. Hier zijn in 2014-2015 overigens nauwelijks meldingen van gedaan.

#### Risico op imagoschade

Eén van de manieren om muizenplagen te bestrijden is de inzet van rodenticiden. In Nederland is de toepassing daarvan in het open veld verboden (zie hoofdstuk 6). Met de recente grote muizenplaag wordt de roep om gif te mogen gebruiken groter. Voor de akkerbouw in Noord-Nederland is een tijdelijke vrijstelling gegeven voor toepassing van Luxan mollentabletten (Staatscourant, 20 augustus 2015). Zowel bij de legale als illegale toepassing van rodenticiden bestaat er een reëel risico op imagoschade voor de sector. In gebieden in Frankrijk waar AOC-kazen worden geproduceerd, is dit een van de belangrijkste redenen geweest om de inzet van rodenticiden sterk terug te dringen en over te gaan op een integrale aanpak (Delattre & Giraudoux 2008).

#### **Omvang van de schade in graslanden in 2014-2015**

Het oppervlak waarover de muizenplaag zich in Fryslân uitstreckte bedroeg in 2014-2015 ca. 26.000 ha, op basis van de groenmonitor, waarvan ca. 10.500 ha als zware schade kan worden gekenmerkt (zie hoofdstuk 3). Voor de schadetaxatie door het Faunafonds verwijzen we naar Box 3. Op basis van het schademeldpunt van LTO Noord is ook een beeld ontstaan van het aantal melkveehouderijbedrijven met schade. Uit tabel 4.1 blijkt, dat vooral in Fryslân en in mindere mate in Groningen, Overijssel en Utrecht sprake is geweest van muizenschade. In Fryslân speelde de muizenschade opnieuw in de zomer van 2015, waarbij het accent verschoof naar het westelijk kleigebied. In de andere provincies is deze ‘zomeropleving’ nauwelijks gemeld. Een kanttekening is dat mogelijk niet elke boer een nieuwe melding doet als de schade (veel) minder is dan de eerder opgegeven schade. We verwachten - ook op basis van de veldbezoeken aan het muizenschadegebied in Fryslân - dat het aantal boeren met muizenschade in de zomer van 2015 groter was dan de 57 melders in de database.

In het gebied met muizenschade in Fryslân – grofweg het klei- en klei-op-veengebied - bevinden zich volgens de statistieken van het GIAB-2013 1647 agrariërs met een melkveehouderij. Daarvan hebben 1178 schade gemeld (71%). Van die bedrijven konden er 1019 eenduidig op basis van de postcode worden toebedeeld aan een bodemsoort. Daaruit blijkt dat 84% van de bedrijven op veen (meest klei-op-veen in Fryslân) muizenschade heeft gemeld, tegen 44% van de bedrijven op kleigrond en 11% op zandgrond. Het laatstgenoemde percentage is in werkelijkheid lager omdat het vooral gaat om boerderijen op zandgrond (postadres), met de bedrijfsgrond op het aangrenzende (klei-op-)veengebied (zoals een aantal in Gaasterland). Deze exercitie laat in elk geval zien, dat meer dan 80% van de boeren op veen en bijna de helft van de boeren op klei muizenschade hebben gemeld.

Tabel 4.1. Het aantal boeren met een melkveehouderij per provincie dat schade heeft gemeld via het LTO-schademeldpunt (LTO Noord), zowel in de periode december – maart 2014/15 als in de zomer van 2015 (bron LTO Noord). Weergegeven is het aantal bedrijven met een melding van schade en het aantal met ernstige schade (ondergrens 5 ha). De eerste oproep is gedaan in november 2014, de tweede in juni 2015.

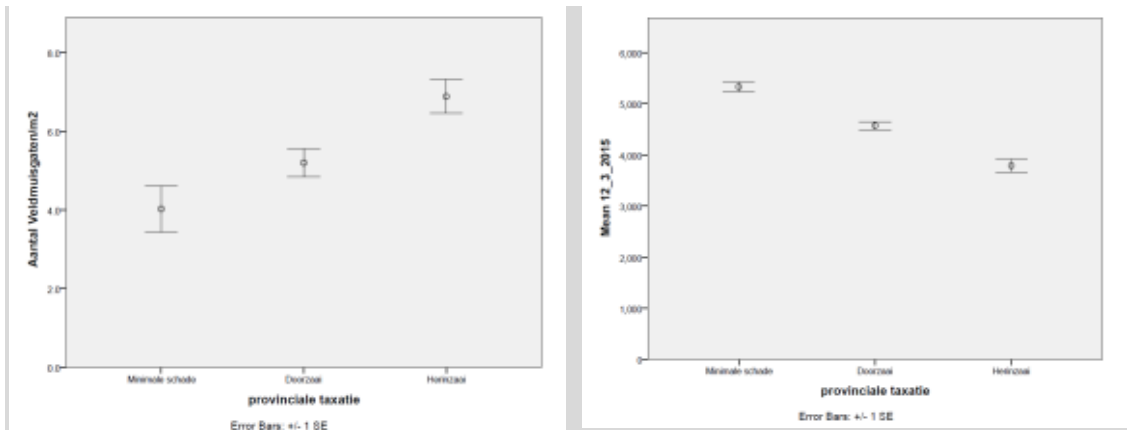
Periode	december-maart 2014-15		mei-augustus 2015	
	N	N - ernstig	N	N-ernstig
Fryslân	1199	560	57	8
Groningen	144	24	6	1
Overijssel	83	21	-	-
Utrecht	55	10	-	-
Flevoland	45	9	-	-
Zuid-Holland	32	5	-	-
Noord-Holland	20	2	-	-
Drenthe	18	4	-	-
Gelderland	9	0	1	-
Noord Brabant	3	1	1	-
Limburg	1	-	-	-
Zeeland	-	-	-	-
<b>Meldingen in Fryslân uitgesplitst naar bodemsoort</b>				
Aantal (n) / bodem		klei	veen	Zand
Aantal melkveehouderij bedrijven		1216	431	1106
Aantal met schademelding		536	360	123
% bedrijven met schademelding		44%	84%	11%

### Box 3. Taxatie van de schade in graslanden

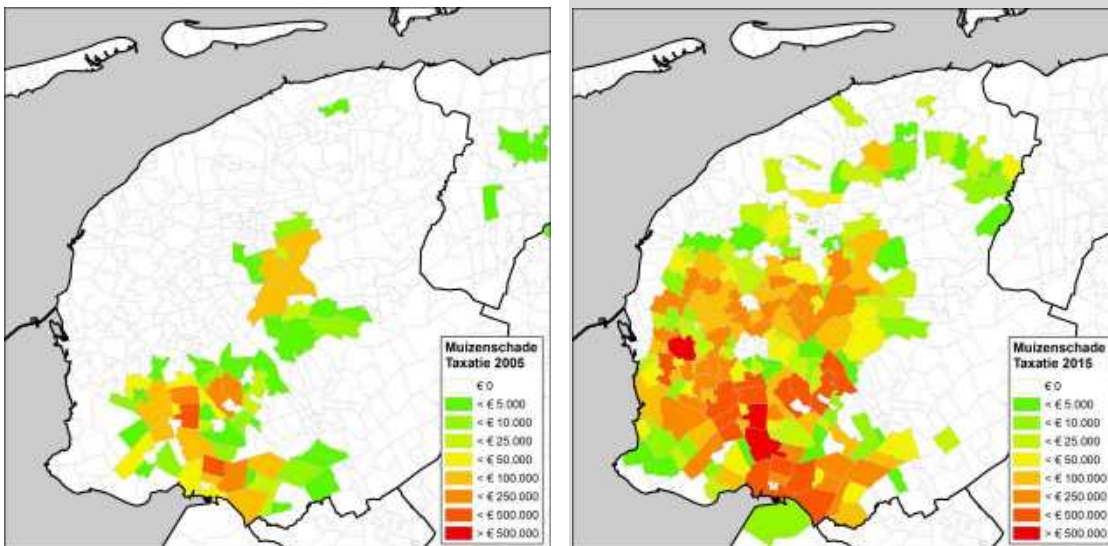
Separaat aan het muizenschadeonderzoek (dit rapport) is in opdracht van de Provincie Fryslân een taxatie uitgevoerd van de schade op bedrijfsniveau door het Faunafonds. De taxatie is uitgevoerd bij alle boeren die zich hebben gemeld via het LTO schademeldpunt. De schade is getaxeerd in drie categorieën: minimale schade, doorzaai noodzakelijk geacht, herinzaai noodzakelijk geacht. Boeren konden op basis van deze taxatie een kredietvoorziening aanvragen, een faciliteit van de Provincie Fryslân om bedrijfseconomische continuïteit te borgen. Uiteindelijk hebben 20 boeren (per 1 december 2015) een dergelijke voorziening gekregen, maar de verwachting bij LTO Noord is dat er in de komende maanden nog meer aanvragen zullen komen.

De resultaten van de taxatie zijn gecompriemd tot een provinciaal schadebeeld in figuur 4.4 en reflecteert de muizenuitbraak, zoals die op basis van de groenmonitor in figuur 3.7 is getoond. Ter vergelijking is ook de taxatie van de plaag in 2004-2005 getoond (bron Faunafonds). De schadetaxaties zoals die zijn uitgevoerd, corresponderen op hoofdlijnen met de dichtheden aan muizenholletjes zoals die zijn aangetroffen bij het veldonderzoek en de groenindex op basis van de groenmonitor in maart 2015 (figuur 4.5). Wel is er een grote variatie. Zo zijn er percelen getaxeerd op 'minimale schade', waar 15 holletjes/m<sup>2</sup> zijn aangetroffen, en andersom. Niettemin is de gemiddelde dichtheid van muizenholletjes significant hoger bij percelen waar de taxatie uitkwam op 'herinzaai' dan bij 'doorzaai' of 'minimale schade'<sup>3</sup>. Het onderscheidend vermogen is niet groot. Waar de categorie 'minimale schade' gemiddeld vier holletjes per vierkante meter heeft, zijn dat er zes bij 'herinzaai'.

<sup>3</sup> Dit is getoetst met een variantie analyse (ANOVA); muizenholletjes  $F_{2,178} = 89$ ,  $p < 0.000$ ; NDVI in maart 15  $F_{2,168} = 48,9$   $p < 0.000$ . Gevolgd door een Tukey post-hoc test.



Figuur 4.4. Gemiddelde dichtheid van veldmuisholletjes en de groenindex (NDVI-waarde) op 12 maart 2015, in relatie tot het taxatie-oordeel in de provinciale taxatie. Zowel veldmuisholletjes, groenindex als taxatie zijn na de winter, in februari-maart bepaald.



Figuur 4.5. Samenvattend overzicht van de provinciale taxatie op bedrijfsniveau van muizenschade in het voorjaar van 2005 en het voorjaar van 2015. Beide keren zijn de taxaties op dezelfde wijze en door dezelfde personen uitgevoerd. Bron Faunafonds. Merk op dat Groningen in het kaartbeeld 2014-2015 niet is getoond.





### 4.3 Veiligheidsrisico's: schade aan waterkeringen en bermen

Veldmuizen komen niet alleen voor in graslandpercelen, maar ook in andere grazige elementen als waterkeringen en bermen. Ook zijn enkele sportvelden lokaal door muizen beschadigd. Bermen zijn van nature belangrijke leefgebieden voor Veldmuizen, omdat ze relatief extensief worden gebruikt en vrijwel altijd geflankeerd worden door een sloot en zodoende goed worden ontwaterd. Muizen in bermen geven normaliter geen problemen, maar in potentie is er een risico op verzakkingen. Waterkeringen zijn ook geschikt als muizenleefgebied.

#### Primaire schade

Zowel in waterkeringen als in bermen ontstaat de directe schade door vraat aan de vegetatie en graafactiviteiten in de bovenste bodemlaag. Muizen zijn vooral actief in de bovenste 20 cm. Dat is meestal de laag teelaarde. De meeste bermen hebben een zandig profiel en waterkeringen zijn over het algemeen opgebouwd met een kern van klei. Deze hardere ondergrond van keringen is, vooral bij droogte, minder geschikt voor muizen.

Eind 2014 bleek dat in een deel van de regionale waterkeringen hoge dichtheden van muizen aanwezig waren. Sommige van deze keringen zijn daardoor in het winterhalfjaar 2014-2015 kaal geworden, met plaatselijk een nagenoeg dode grasmat (figuur 4.5). Ook in primaire waterkeringen langs de IJsselmeerkust werden hoge dichtheden aan muizen aangetroffen (Bosma & Haverkamp 2015).

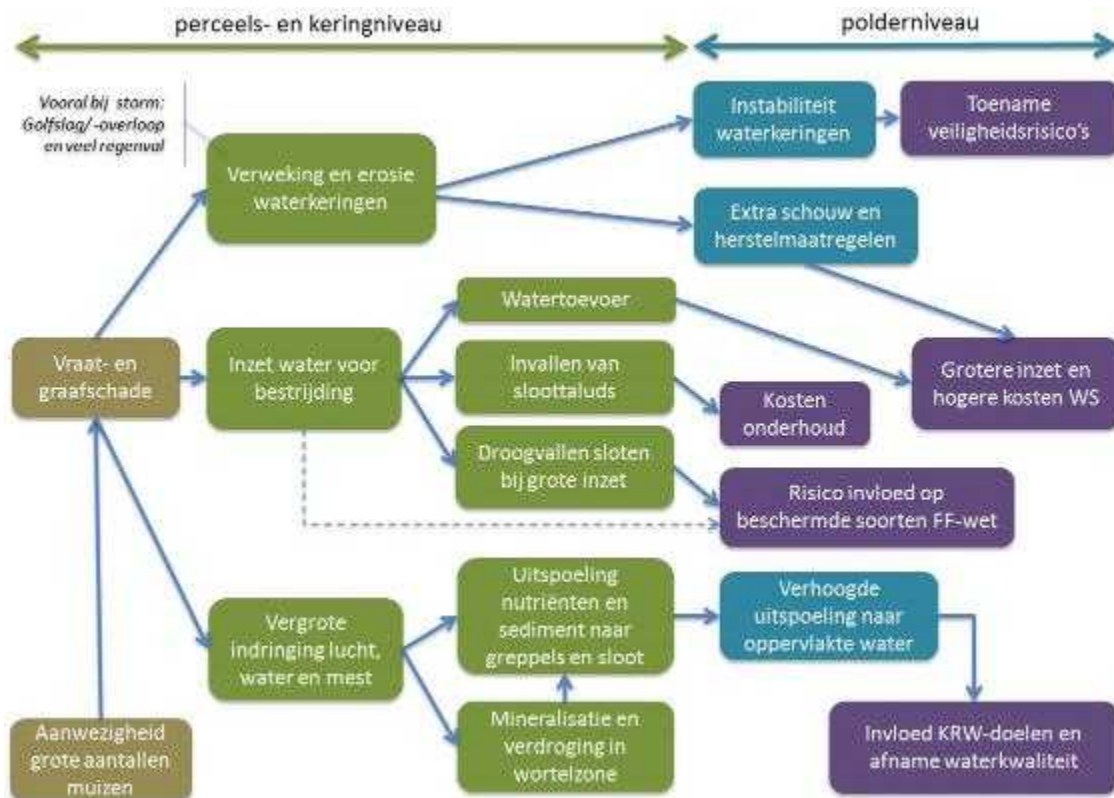
#### Secundaire schade en risico's

Door de muizenholletjes en het ontbreken van een gesloten grasmat kan de stabiliteit van de kering afnemen. Dit is vooral relevant bij golfslag op de kering en golfverloop waardoor het buitentalud en de toplaag van de kruin en het binnentalud van de kering eroderen, en zodoende bresvorming kan ontstaan (figuur 4.5). Instabiliteit van de kering kan ook het gevolg zijn van verweking, waarbij de kering verzadigd raakt door indringing van regenwater of golfoverslag via de muizenholletjes, of door een langdurig hoge waterstand aan de boezemzijde van de kering. Als gevolg van muizenschade is er daardoor in theorie een verhoogde kans op:

- afslag van het buitentalud;
- erosie en afschuiven van de toplaag;
- bresvorming (na voorgaande risico's);
- afname van de stabiliteit door verhoogde grondwaterstand;
- afschuiving van de gehele kade door algehele verweking.



Figuur 4.5. Muizen in waterkeringen. Beginnende bresvorming bij het buitentalud van de opvaart in Pikesyl (links) en vrijwel kaalgevreten kering (rechts) aan de oevers van It Fliet.



Figuur 4.6. Risico's op schade en ongewenste gebeurtenissen met betrekking tot aspecten die relevant zijn voor waterschappen en waterbeheer.

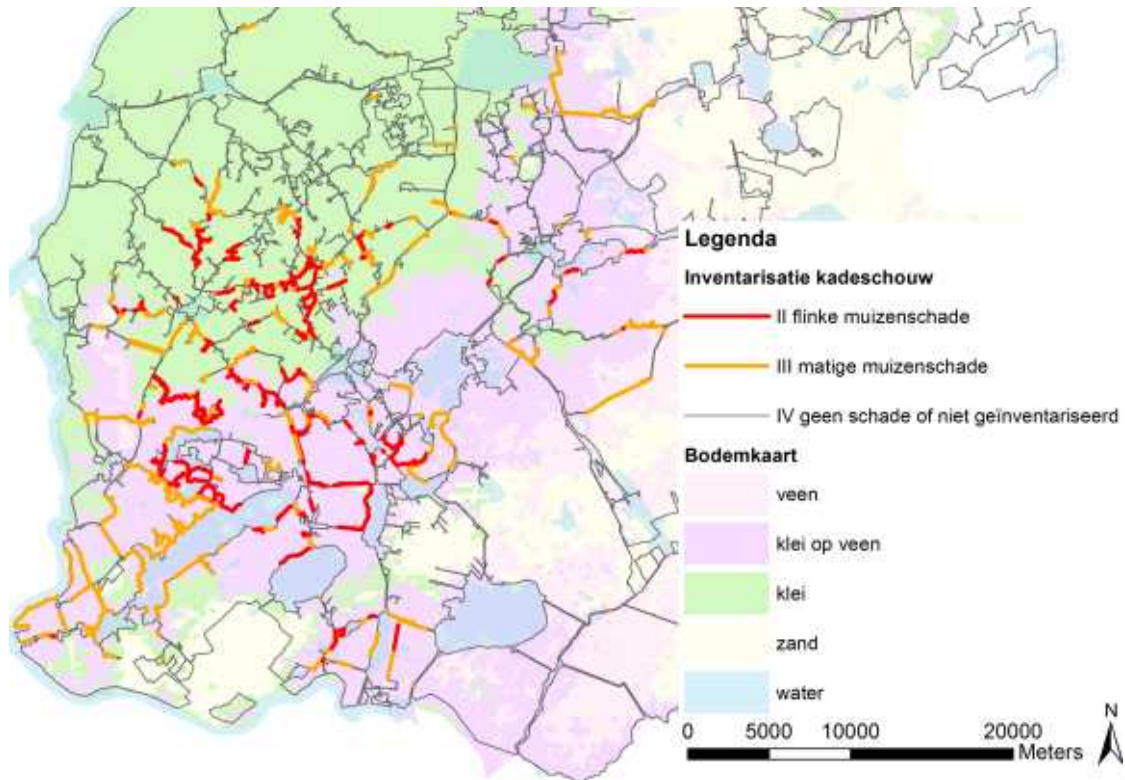
Instabiliteit van waterkeringen kan leiden tot een groter veiligheidsrisico. Dit speelt vooral bij hoge boezemstanden en bij storm. Wanneer de kaden geen vooroever hebben kan, vooral bij keringen aan de oost- en noordzijde van de grote meren, golfoverslag plaatsvinden. Het risico wordt vergroot bij opstuwing, sterke windkracht langdurig uit dezelfde richting en in situaties met een grote strijklengte in combinatie met dieper water voor de kering. Daarnaast kan bij keringen in vaarten beschadiging (vooral bresvorming) ontstaan bij golfoploop door passerende scheepvaart.

### Omvang van de schade op waterkeringen

Het risico op problemen met regionale waterkeringen heeft bij Wetterskip Fryslân bijzondere aandacht gekregen, omdat het waterschap verantwoordelijk is voor de veiligheid van het achterliggende gebied. In de jaarlijkse kadeschouw is de muizenschade daarom expliciet beoordeeld en is er specifiek onderzoek gedaan naar de instabiliteit van keringen onder verschillende omstandigheden (Bosma & Haverkamp 2015). De belangrijkste bevindingen daarvan worden hier samengevat.

#### Inventarisatie van de omvang van de schade op waterkeringen

De totale lengte aan regionale waterkeringen in Fryslân langs vaarten, plassen en meren is 3.237 km. Hiervan ligt een groot deel in het klei-op-veen gebied in het centrale deel van de provincie en in het (noord)westelijke kleigebied. Op grond van veldinformatie van rayonbeheerders en muskusrattenvangers is besloten om de muizenschade bij de jaarlijkse schouw in januari-februari 2015 mee te nemen. Daarbij is onderscheid gemaakt in vier schadecategorieën (tabel 4.2).



Figuur 4.7. De regionale keringen met muizenschade bevinden zich voornamelijk in het klei en klei-op-veen gebied. De schade op de keringen is geïnventariseerd tijdens de kadeschouw in jan.-febr. 2015. Bron: Bosma & Haverkamp (2015).

Tabel 4.2. Resultaten van de schouw van regionale keringen in januari-februari 2015 door Wetterskip Fryslân. Aangegeven is de geschouwde lengte per grondsoort, percentage muizenschade op totale lengte, en de indeling in vier (arbitraire) schadecategorieën (Bosma & Haverkamp 2015):

- I. extreme muizenschade – calamiteit, zo spoedig mogelijk onderhoud nodig
- II. flinke muizenschade, aanvullend onderhoud nodig na winterseizoen
- III. matige muizenschade, geen aanvullend onderhoud nodig
- IV. geen muizenschade of geen muizenactiviteit

Aantal (N=59)	Lengte (km)	schade %	I (km)	II (km)	III (km)	IV (km)
Klei	1709	13	0	82	135	1492
Klei-op-veen	345	27	0	37	55	253
Veen	357	4	0	2	12	343
Zand en overig	827	4	0	10	26	791
<b>totaal</b>	<b>3237</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>131</b>	<b>228</b>	<b>2878</b>

Op een lengte van 131 km (4%) werd flinke muizenschade (categorie II) geconstateerd door erosie en beschadiging van de toplaag. Dit bleek vooral het geval te zijn bij kaden op klei en klei-op-veen (figuur 4.7). Voor deze gebieden werd nader onderhoud noodzakelijk geacht na het winterseizoen. Op 228 km was sprake van matige muizenschade (categorie III), maar werd het door de schouwers niet noodzakelijk geacht om onderhoud te plegen. Bij de schouw werden geen calamiteiten vastgesteld (categorie I).



*Figuur 4.8 Uitvoering van de spadeproef in Indyk (links) en veldexperiment met gesimuleerde extreme weersomstandigheden door beregening (140 mm in 4 dagen) en peilverhoging (45 cm) in Pikesyl (rechts).*

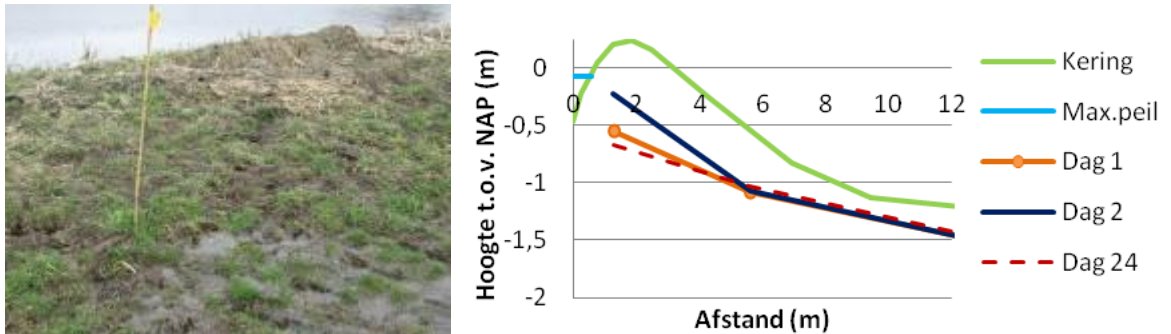
In augustus 2015 is wederom een kadeschouw gehouden van de locaties waar in januari-maart onderhoud nodig werd geacht (categorie II). De grasmat van alle keringen met muizenschade bleek in de zomer dermate goed hersteld te zijn dat het niet nodig was om nadere maatregelen te nemen. Er is al met al dus een periode van enkele maanden geweest met een (licht) verhoogd risico op falen als gevolg van vraat- en graafschade.

#### Muizenschade en veiligheidsrisico's

Om regie op eventuele risico's te houden heeft Wetterskip Fryslân een calamiteitenplan opgesteld en daarnaast is onderzocht hoe groot het risico is dat muizenschade in keringen ook daadwerkelijk leidt tot instabiliteit van de keringen (samengevat in Bosma & Haverkamp 2015):

- Verkenning van overstromingsrisico en stabiliteit via modelberekeningen met Promotor (HKV) en de Dijk Analyse Module (DAM) van Deltares;
- Praktijkproef van erosiebestendigheid via een infiltratie- en spadeproef (Deltares);
- Veldexperimenten met peilverhoging en beregening.

Uit de modelverkenning blijkt dat er inderdaad sprake is van verhoogde veiligheidsrisico's: het wegslaan van de bovenste 15 cm teelaarde, een toegenomen kans op doorbraak en/of verweking van de kering, waarbij de stabiliteit van de kering met 20% terugloopt (Bosma & Haverkamp 2015). De uitkomsten van de modellen zijn getoetst met praktijkproeven en veldexperimenten. Uit de spadeproef blijkt dat de erosiebestendigheid van de graszode met of zonder muizenschade nagenoeg hetzelfde is (Bosma & Haverkamp 2015). Daarnaast blijkt uit kortdurende infiltratieproeven dat opgepompt water niet leidt tot erosie van muizengangen op droge kleikeringen. Ook tijdens de veldexperimenten is de bovenste 15 cm teelaarde niet weggeslagen door peilverhoging en beregening. Uit de studie komt verder naar voren dat een peilverhoging van ca. 0,50 m zorgt voor stroming van water door het gangenstelsel van de muizen vanuit het buitentalud van de kering naar de teen onderaan het binnentalud (figuur 4.9, links). Bij intensieve beregening stroomt ook water door de muizengangen, maar dat leidt niet tot erosie. Om de verweking te meten is gebruik gemaakt van vaste peilbuizen met langjarige reeksen en tijdelijke peilbuizen. Uit de vaste peilbuizen blijkt er geen verweking te zijn opgetreden (figuur 4.9, rechts), wel laten de tijdelijke peilbuizen een verzadigde bovenlaag zien, met name door beregening. De veldexperimenten, met gesimuleerde extreme weersomstandigheden door beregening en peilverhoging, hebben niet geleid tot een instabiele kering.



Figuur 4.9 Water stroomt door de muizenholletjes na peilverhoging in Reahus (links) en een dwarsprofiel van de kering bij Pikesyl met stijging van grondwater tijdens waterpeilverhoging (Dag 1 en 2). Na 24 dagen is het grondwater op het oude niveau (rechts).

Uit de praktijksituatie van 2014/2015 blijkt dat de risico's beheersbaar waren, vooral omdat het herstellend vermogen van het gras op de keringen groot bleek (zie hoofdstuk 7). Echter, het kan niet worden uitgesloten dat bij nog ongunstiger weersomstandigheden, dan in het stormseizoen 2014/2015, in combinatie met muizenschade, de verhoogde veiligheidsrisico's wel optreden. Het droge voorjaar van 2015 heeft invloed gehad op de praktijkproeven en veldexperimenten, zoals droogtescheuren in de kering, terwijl in een stormseizoen normaliter meer bodemvocht in de kering aanwezig is. Bij eventueel toekomstige muizenplagen moet daarom rekening gehouden worden met ongunstiger weersomstandigheden en meer muizenschade, zodat veiligheidsrisico's beheersbaar blijven (Bosma & Haverkamp 2015).

### Bermen

Uit het veldonderzoek naar de verspreiding van muizen in de periode januari – maart 2015 blijkt dat muizen vrijwel overal in het gebied van de muizenuitbraak in hoge dichtheden in bermten aanwezig waren. Navraag bij de buitendienst van twee Friese gemeenten in het gebied waar de muizenuitbraak het grootst was (De Fryske Marren en Súdwest Fryslân) leert echter dat er geen schadegevallen zijn gemeld.

Hoge dichtheden van muizen in bermten leiden tot grote aantallen holletjes en aangevreten gras en wortels. Aangezien bermten geen productie- of waterkerende functie hebben, is dat niet problematisch. In uitzonderlijke gevallen kan bij relatief smalle bermten door de activiteit van muizen mogelijk verzakking van het profiel optreden, vooral bij instabiele taluds langs sloten.

## 4.4 Belasting van het oppervlaktewater met nutriënten

Activiteiten van Veldmuizen in graslandpercelen beïnvloeden de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten (voedingsstoffen) vanaf en vanuit het land. Overmatige belasting door afspoeling en uitspoeling van nutriënten leidt tot teveel voedingsstoffen in het slotwater (eutrofiëring) en daardoor tot een verminderde ecologische waterkwaliteit. Om hier zicht op te krijgen is begin 2015 een onderzoek uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van Wetterskip Fryslân (Hendriks & Roelsma 2015).

De invloed van muizenschade op de waterkwaliteit kan door monitoring van de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater worden gevolgd. Het hier beschreven onderzoek omvatte dan ook het land- én het oppervlaktewatersysteem. Het richtte zich op de twee belangrijkste nutriënten van het waterkwaliteitsvraagstuk: stikstof (N) en fosfor (P).



*Uitspoeling van mest in een greppel door een muizengang (links) kan voorkomen worden door afstand te houden tot greppels en sloten (rechts).*

Muizen veranderen de **bronnen** van nutriënten op en in het land. Vraat aan gras en wortels leidt tot sterfte van het gewas. Het dode gras is een indirecte 'bron' van nutriënten, omdat het geen nutriënten meer opneemt uit de door mest verrijkte bodem. Het vormt een directe bron van nutriënten als het verteert in de bodem en daarbij de eigen nutriënten weer afstaat (mineralisatie). De muizen versnellen die vertering door een betere doorluchting van de bodem. Daarbovenop deponeren ze hun keutels en urine - verse bronnen van nutriënten geproduceerd uit het gegeten gras - verspreid over het land.

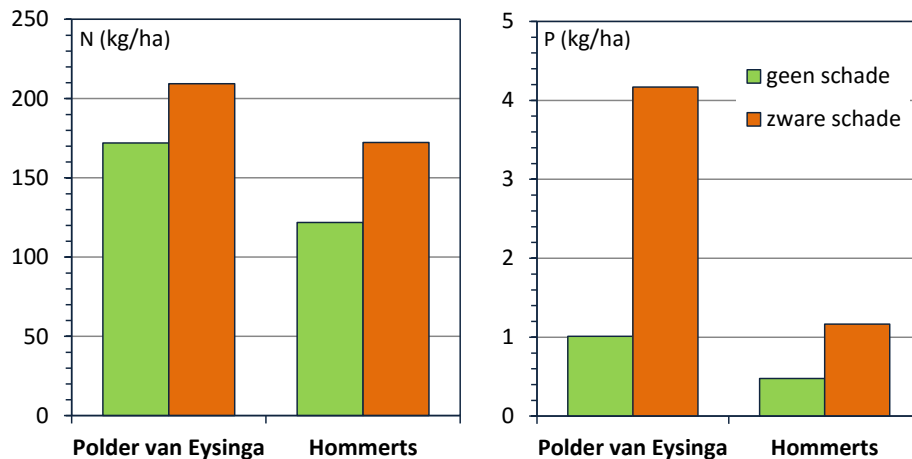
Muizen veranderen ook de **routes** waarlangs nutriënten vanaf en vanuit het land het oppervlaktewater bereiken. Hun 'wissels' - uitgesleten paadjes - leiden water op het maaiveld direct door naar de holletjes. Hun gangen en holletjes kunnen overtollig neerslagwater met daarin opgeloste of zwevende nutriënten snel in grote hoeveelheden dieper in de bodem brengen, waarna deze eventueel versneld kunnen uitspoelen naar drains of sloten. Een gangenstelsel dat in contact staat met een greppel of sloot kan nutriënten direct afvoeren naar het oppervlaktewater. Deze route kan bij een regenrijke periode vlak na een mestgift een piekbelasting geven.

## Het landsysteem

### Bronnen

Uit bodemonsters genomen op 0-30 cm en 30-60 cm diepte in negen - vijf met zware schade en vier met geen of lichte schade - nog onbemeste percelen in de door muizen geplaagde polders van Eysinga en Hommerts bleek dat de N-concentraties op 0-30 cm van percelen met zware schade significant hoger waren dan die van percelen met geen of lichte schade. Voor P gold dit meestal ook maar was het verschil niet significant. Op 30-60 cm waren er geen significante verschillen.

Twee paren van percelen, elk bestaande uit een perceel met zware schade en een verder vergelijkbaar perceel zonder schade zijn nader onderzocht. Het verschil tussen zware en geen schade was voor N en P groot (figuur 4.10). Bij N waren in het perceel met zware schade de concentraties 22% (Eysinga) en 41% (Hommerts) hoger dan in het perceel zonder schade. Bij P waren deze verschillen vele malen groter: 311% respectievelijk 145%.



Figuur 4.10. Gemeten concentraties van opgeloste verbindingen van stikstof (N) en fosfor (P) in kg N en P per ha per 60 cm diepte, van de twee paren van vergelijkbare percelen zonder en met zware muizenschade in de polders van Eysinga en bij Hommerts.

#### Routes

Experimenten met een neerslagsimulator lieten zien dat bij buien met grote intensiteit - 50 mm in één uur – percelen met muizengangen 10%-20% meer water konden wegsluizen dan percelen waarbij alleen afstroming over de oppervlakte plaatsvond. De N- en P-vrachten die daarmee gepaard gingen, waren in de polder van Eysinga bij percelen met muizengangen tweeënhalf keer zo groot als bij de percelen met alleen oppervlakte-afstroming. De N en P waren afkomstig van bemesting met drijfmest één week voor het experiment. In Hommerts was alleen het perceel met muizenschade bemest - één dag voor het experiment - en kon deze vergelijking niet worden gemaakt. Belangrijk hierbij is dat de vrachten voor een groot deel uit particulier (aan kleine deeltjes) gebonden N en P bestonden. Dit aandeel was veel groter bij de 'verse mest' van Hommerts dan bij de 'één week oude mest' van Eysinga: 55% (N) en 85% (P) tegen 30%-40% (N) en 35%-50% (P).

Verder veldonderzoek op de twee perceelparen leerde dat ze twee verschillende landsystemen - combinaties van bodemopbouw en hydrologie - vertegenwoordigen. De bodemopbouw is in beide gevallen grotendeels gelijk (30 cm venige klei, op ca. 10 cm schalterveen, op veenmosveen tot 150 cm diepte, op fijn zand). Het verschil is dat de nagenoeg ondoorlatende schalterveenlaag in de polder van Eysinga (Landsysteem 1) is gebroken door grondbewerking en daardoor goed doorlatend is voor water. Hierdoor kan het land worden ontwaterd met drainbuizen en zijn grote sloot- en greppelafstanden mogelijk. Bij Hommerts (Landsysteem 2) is de schalterveenlaag intact en ondoorlatend, waardoor ontwatering met greppels op korte (ca. 15 m) afstand nodig is. Tussen de greppels zijn de perceelstroken bol gezet om overtollig water over de oppervlakte af te voeren naar de greppels.

#### Risico's van muizenschade

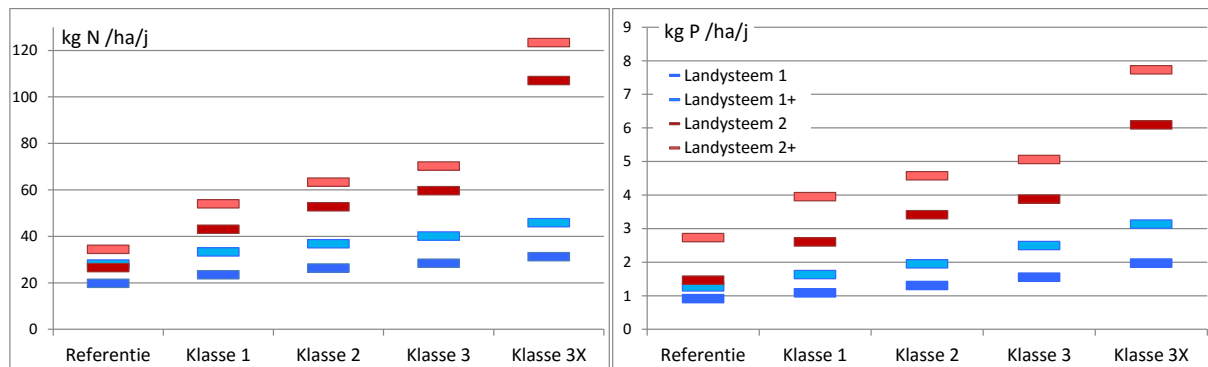
Figuur 4.11 laat zien dat bij toenemende schade de N- en P-belasting stijgen: het risico voor de waterkwaliteit neemt toe naarmate de muizenschade groter wordt. De verschillen tussen de twee landsystemen zijn groot. Het risico van Klasse 3 t.o.v. géén schade is voor zowel de N- als de P-vrachten bij Landsysteem 2 bijna vier keer zo groot als bij Landsysteem 1. Voor de N-vrachten gaat het om 33 tegenover 9 kg N/ha/j. Voor de P-vrachten gaat het om 2,4 tegenover 0,6 kg P/ha/j. Landsysteem 2 toont een grote sprong van Klasse 3 naar Klasse 3X (met een factor 1,5-2). De laatste ontpopt zich hier als een ware *worst case* met vrachten van circa vier keer de referentievrachten. Hevige neerslag na bemesting vormt een extra risico.

#### Box 4. Risico-analyse uitspoeling

Bevindingen over bronnen en routes zijn bij elkaar gebracht en vertaald naar perceelschaal door berekeningen met uitspoelingsmodel SWAP-ANIMO. Het model is daarbij geijkt op de verkregen meetresultaten (zie Hendriks & Roelsma 2015).

Met het geijkte model is een risico-analyse gedaan voor de twee landsystemen. Hierbij zijn gradaties van muizenschade doorgerekend, min of meer overeenkomend met de vier klassen van dichtheid van muizenholletjes aan maaiveld uit figuur 3.4: de referentie heeft geen muizenholletjes, Klasse 1 gemiddeld 3 per m<sup>2</sup>, Klasse 2 gemiddeld 6 per m<sup>2</sup> en Klasse 3 gemiddeld 12 per m<sup>2</sup>. In het model hebben de klassen verschillende piekdichtheden van muizen in oktober: Klasse 3 heeft het maximum van 2000 muizen per ha, Klasse 2 1000 en Klasse 1 500. Klasse 3X is een variant van Klasse 3 met één systeem van onderling verbonden gangen in direct contact met greppels en sloten. Bij Klasse 3 blijft de verbondenheid met greppel en sloot beperkt tot de helft, bij Klasse 2 tot een vierde en bij Klasse 1 tot een achtste van de perceelsoppervlakte. Klasse 3X is een *worst case* scenario dat niet vaak zal voorkomen. Voor alle schadeklassen is deze extra variant opgenomen, met een regenrijke periode van 100 mm in zes dagen, die drie dagen na de mestgift op 21 februari begint.

Vijftien uitspoelingsperiodes van 1 oktober tot 1 april zijn doorgerekend en geanalyseerd (2000-2001 t/m 2014-2015). Elke berekening begint op 1 januari en eindigt op 1 april van het volgende jaar; de muizenschade begint op 1 oktober en duurt de rest van de rekenperiode. De berekeningsresultaten zijn de 15-jarige gemiddelden en de resultaten van 2014-2015. De laatste geven een schatting van de N- en P-belasting zoals die werkelijk heeft plaatsgevonden op de vier onderzochte percelen. Hierbij is aangenomen dat Klasse 3 schade van kracht was op de twee onderzochte percelen met zware schade.

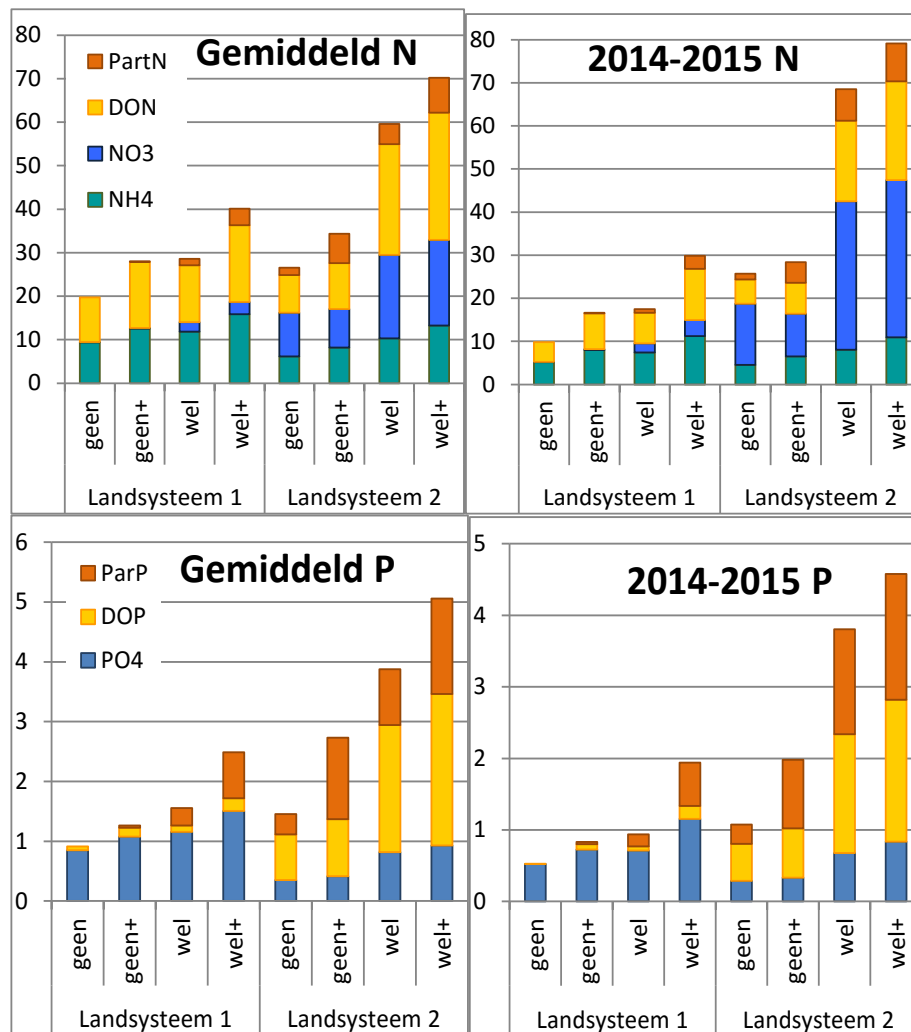


Figuur 4.11. Berekende N- en P-vrachten naar het oppervlaktewater gemiddeld over de 15 uitspoelingseizoenen voor de referentie zonder muizenschade en voor de vier klassen van schade. Landsysteem 1 is het systeem met gebroken schalterlaag en drains, Landsysteem 2 heeft een intacte, zeer slecht doorlatende schalterlaag en greppels i.p.v. drains. De + bij het Landsysteem duidt op het scenario met toegevoegde extra neerslag na de mestgift. Voor uitleg Klassen 1, 2, 3 en 3X zie Box 4

De belangrijkste oorzaak voor de verschillen tussen de twee landsystemen is de schalterlaag. Bij Landsysteem 1 wordt water met extra N en P door de muizengangen versneld de bodem ingebracht tot boven de schalterveenlaag, waarna het door deze gebroken laag en door de onderliggende veenlaag naar de drains kan stromen. In het veen verliest het water een groot deel van de N en P door binding aan de bodem of denitrificatie (afbraak van nitraat). Bij Landsysteem 2 wordt het verrijkte water gedwongen zijdelings over de slecht doorlatende



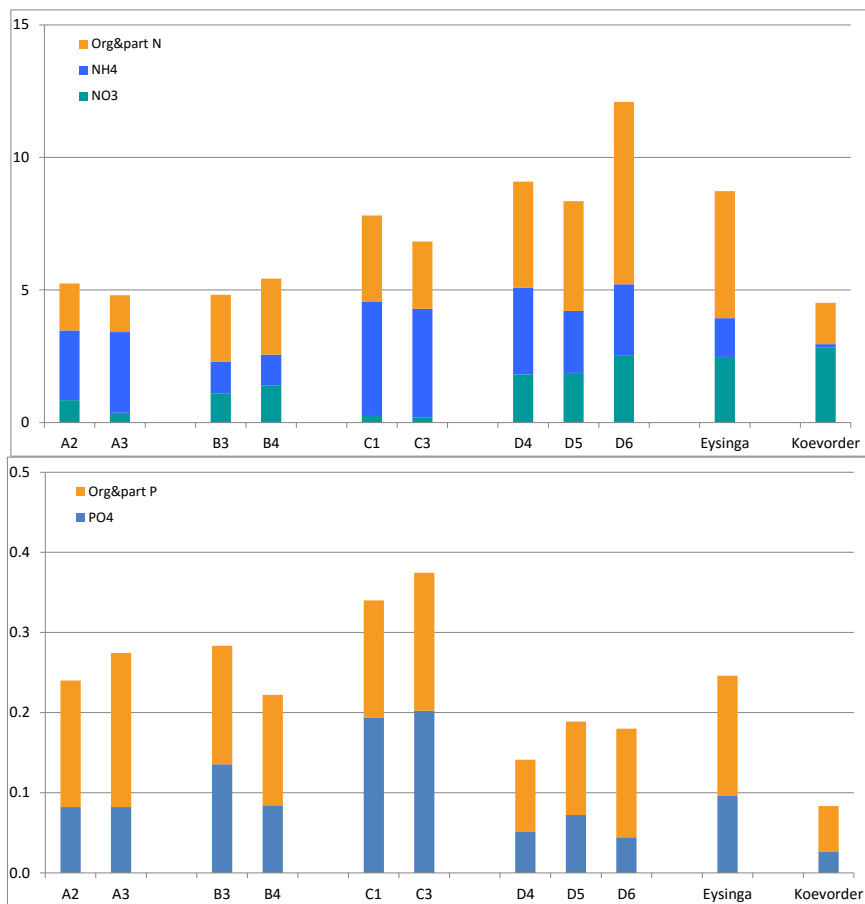
schalterveenlaag naar sloot en greppel te stromen. Bij veel onderling verbonden muizengangen zal deze stroming snel zijn met weinig verlies van N en P; bij een groot stelsel van muizengangen gaat dit nog sneller, met zeer grote N- en P-vrachten tot gevolg (Klasse 3X). Figuur 4.12 toont het verschil in nitraatuitspoeling tussen de twee systemen: laag bij Landsysteem 1 door denitrificatie in het veen; hoog bij Landsysteem 2 door geringe denitrificatie in de muizengangen en bovengrond. Landsysteem 2 is daarmee veel kwetsbaarder voor muizenschade als het gaat om N- en P-belasting van het oppervlaktewater.



Figuur 4.12. Berekende N- en P-vrachten (kg N en P /ha/uitspoelingsseizoen) naar het oppervlaktewater gemiddeld over de 15 uitspoelingsseizoenen en voor seizoen 2014-2015, voor de referentie zonder muizenschade (geen) en voor Klasse 3 schade (wel). Landsysteem 1 is het systeem met gebroken schalterlaag en drains, Landsysteem 2 heeft een intacte, zeer slecht doorlatende schalterlaag en greppels i.p.v. drains. De + als toevoeging duidt op het scenario met toegevoegde extra neerslag na de mestgift. PartN/P is particulier N/P en DON/P opgelost organisch N/P.

### Het oppervlaktewatersysteem

De metingen in het oppervlaktewater laten de hoogste N-concentraties zien bij de locaties D met de meeste muizenschade; ruwweg twee keer zo hoog als de concentraties op de locaties A met geen of weinig schade (figuur 4.13). Vooral de concentraties organisch- en particulier-N zijn hoger bij veel schade. Dit komt overeen met de berekende verhoogde uitspoeling van deze N-vormen uit figuur 4.12. De hoge nitraatuitspoeling van Landsysteem 2 komt eveneens tot uitdrukking in de oppervlaktewatermetingen. Het seizoen 2014-2015 was relatief droog en warm, met een 30% lagere afvoer en een 1,2 °C hogere gemiddelde temperatuur dan gemiddeld in de vijftien doorgerekende uitspoelingsperioden. Dat verklaart de hogere dan gemiddelde nitraatuitspoeling van figuur 4.12, maar kan ook de relatief minder hoge nitraatconcentraties in het oppervlaktewater verklaren. In de waterbodem - die rijk is aan organische stof - zal een groot deel van het uitgespoelde nitraat zijn gedenitrificeerd tot stikstofgas door de relatief warme omstandigheden met weinig doorstroming.



Figuur 4.13. Gemeten N- en P-concentraties (mg N en P /L) in het oppervlaktewater van de vier hoofdlocaties van het meetnet oppervlaktewater op lokaal niveau (dus sloten in de polder), gemiddeld voor de periode februari t/m maart 2015. Ter vergelijking zijn tevens de resultaten voor de polder van Eysinga (poldersloten) en de Koufurd (Koevordermeer) weergegeven. Voor de exacte locaties van de metingen (A, B, C, D) verwijzen we naar het basisrapport (Hendriks & Roelsma 2015).

Op het niveau van de gehele polder (Eysinga) is het effect van zware muizenschade op de N-concentraties een ruim 70% hogere concentratie in de uitlaat van de polder in vergelijking met de locaties met geen tot lichte schade. De N-concentraties in het Koeverdmeer zijn vergelijkbaar met tot lager dan de concentraties op locaties A met geen tot lichte schade.

De metingen van de P-concentraties in het oppervlaktewater laten een minder eenduidig beeld zien. Op de locaties D met zware schade zijn de laagste P-concentraties gemeten (ca. 25% lager dan op de andere locaties). Dit terwijl een forse verhoging van de P-uitspoeling is berekend (figuur 4.12). Een mogelijke verklaring is dat, omdat zonder de muizenschade de P-belasting op deze locatie zeer laag is (fig. 4.12), een groot deel van de extra uitgespoelde P is gebonden in de waterbodem onder de gunstige omstandigheden geschetst bij N. Deze verklaring wordt ondersteund door metingen, die laten zien dat de P-concentraties op locatie D stijgen in de tijd (niet getoond). Het is bekend uit veenweidegebieden dat rond mei fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater gaan stijgen door mobilisatie van fosfaat uit de waterbodem dat in de winter is uitgespoeld uit de landbodem en vastgelegd in de waterbodem (Hendriks *et al.* 2013).

De onzekerheden rond uitspraken over de effecten van de muizenschade op de N- en P-concentraties in het oppervlaktewater op basis van de uitgevoerde metingen komen voort uit het feit dat het niet mogelijk is geweest om een nulmeting te doen op de locaties met muizenschade. Daardoor ontbreekt een goede vergelijking om het effect van de muizenplag vast te stellen. Voor een goed beeld hiervan is het nodig om langer door te meten.

#### 4.5 Ecologische risico's

Onder de noemer ecologische risico's scharen we een aantal aspecten van muizenplagen die te maken hebben met de mogelijke invloed op natuur, milieu en water. In deze paragraaf worden de ecologische risico's kort besproken.

##### **Inzet van rodenticiden**

In Europa, Rusland en elders op de wereld worden op grote schaal rodenticiden toegepast voor de bestrijding van knaagdieren, waaronder plagen van Veldmuis, Aardmuis, Rosse woelmuis en Woelrat (Jacob & Tkadlec 2010, Delattre *et al.* 2009). Rodenticiden worden toegepast bij ontstentenis van andere effectieve methoden die grootschalig kunnen worden ingezet. De veel toegepaste chemische rodenticiden zijn te vatten onder (1) acute gifstoffen op basis van zink- of aluminiumfosfide en (2) anti-coagulanten (bloedverdunders) met bromadiolone, chlorophacinone of andere werkzame stoffen. In heel Europa ontwikkelen zich populaties van Huismuis en Bruine Rat die resistent zijn geworden tegen één of meerdere typen van anti-coagulanten.

##### Doorwerking van rodenticiden

Er is veel bekend over de ongewenste bijeffecten van rodenticiden op niet-doelsoorten. Bijeffecten treden direct op door het eten van behandeld aas, of indirect door het eten van gedode muizen of ratten (Jacob & Tkadlec 2010). Ook is er de mogelijkheid dat de stoffen of de (deels) afgebroken resten ervan in het milieu – lucht, bodem en water – terecht komen en op langere termijn tot ophoping ervan kunnen leiden, met negatieve ecologische gevolgen.

Volgens Tobin & Fall (2004) is het risico op indirecte vergiftiging klein bij het gebruik van zinkfosfide (hoewel andere bronnen zeggen dat het erg giftig is, ook voor mensen) en reëel tot groot bij anti-coagulante middelen. Er is een veelheid aan bronnen die wijst op doorwerkende

effecten op bijvoorbeeld roofvogels en uilen (Newton *et al.* 1990, Berny *et al.* 1997) en kleine zoogdieren (o.a. McDonald *et al.* 1998). In Frankrijk werd tot voor kort op grote schaal Bromadiolone toegepast met veel sterfte onder predatoren tot gevolg (Coeurdassier *et al.* 2014). Onderzoek in Duitsland, Denemarken en België wijst op ophoping van anti-coagulanten in de lever van uilen, Buizerds en Vossen. Het laatste is een van de redenen dat in Duitsland steeds kritischer wordt omgegaan met de inzet van dit type stoffen; anti-coagulanten kunnen geen onderdeel zijn van biociden volgens Schmoltz & Friesen (2014), vanwege een hoog risico op vergiftiging van niet-doelsoorten. Van anti-coagulanten is bekend dat met name de zogenaamde tweede generatie middelen een hoog risico op indirecte doorvergiftiging hebben. Overigens mag niet onvermeld blijven dat de trends in aantallen van veel predatoren in Engeland een stijgende lijn laten zien, ondanks het feit dat veel individuele dieren van deze soorten hoge concentratie-niveaus van anti-coagulanten in hun lijf hebben (pers. med. A. Buckle, Rodenticide Resistance Group, UK).

Recent onderzoek van Alterra laat vergelijkbare conclusies zien over doorvergiftiging bij gebruik van anti-coagulanten (van den Brink 2014): in 50% van Nederlandse monsters (van dode predatoren) zijn rodenticiden aangetoond, vergelijkbaar met de situatie in andere Europese landen. Het feit dat deze rodenticiden in roofvogels en uilen voorkomen maakt het aannemelijk dat ook deze niet-doelsoorten aan deze stoffen blootstaan. Uilen zijn geen aaseters en nemen deze stoffen alleen via levend gevangen prooi op.

Van rodenticiden op basis van aluminiumfosfide (waaronder Luxan mollentabletten) is bekend, dat de werkzame stof bestaat uit fosforwaterstof (fosfine). Dit gas is 1-2 uur na uitleg van de tabletten aanwezig, bereikt meestal binnen 12 uur de maximale concentratie en is na 48 uur vrijwel verdwenen. Volgens het CTGB *College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en Biociden* ([http://www.ctb.agro.nl/ctb\\_files/09182\\_06.html](http://www.ctb.agro.nl/ctb_files/09182_06.html)) breekt aluminiumfosfide snel af in het milieu. In water wordt fosfine zeer snel omgezet in fosfor-hydride, fosfor en waterstof. Gezien de toepassing wordt geen emissie naar oppervlaktewater verwacht (factsheet CTGB). Overigens zijn er gereede twijfels over de effectiviteit van Al-fosfide voor de bestrijding van Veldmuizen, omdat het gevormde gas de muizen niet goed bereikt vanwege de structuur van de gangen en de grote aantallen openingen. In Hongarije wordt het niet gebruikt vanwege de vele strikte voorwaarden die aan het gebruik zijn gesteld. Het laatste is gerechtvaardigd omdat bij gebruik van Zn-fosfide en Al-fosfide elders in de wereld menselijke slachtoffers zijn gevallen door onjuiste toepassing (pers. med. P. Giradoux, Y. Motro).

#### Actuele inzet van middelen

De toepassing van rodenticiden in Nederland in het open veld is verboden (hoofdstuk 6). Mogelijk is op kleine schaal sprake van illegale toepassing in het buitengebied; in 2014-2015 is meer muizengif verkocht dan in andere jaren. De verwachting is dat het illegale gebruik beperkt is geweest, vanwege de hoge kosten en de praktische bezwaren bij hoge dichtheden van Veldmuizen.

Vanwege de muizenschade heeft de Staatssecretaris van EZ op 18 augustus 2015 voor 120 dagen een ontheffing gegeven voor het gebruik van het gewasbeschermingsmiddel Luxan Mollentabletten in de akkerbouw in een beperkt deel van Noord-Nederland. Het gaat dan om de onbedekte teelt van wintergraan, graszaad, aardappelen, koolgewassen, wortelen en de overige wortel- en knolgewassen. Een belangrijke voorwaarde is dat de toepasser dient te beschikken over een verklaring van een deskundige dat de schade is veroorzaakt door Veldmuizen en dat toepassing noodzakelijk is. Voor zover bekend, en we hebben kunnen nagaan, is het middel nauwelijks toegepast (situatie eind november 2015).

### Samenvattend

Gezien het verbod op de toepassing van rodenticiden in het open veld in Nederland en het ontbreken van aanwijzingen voor illegaal gebruik op enige schaal, verwachten we op dit punt geen grote risico's. Voor de toepassing van Luxan mollentabletten is een tijdelijke ontheffing gegeven voor de akkerbouw in een deel van Noord-Nederland. Aangezien het middel nauwelijks is toegepast en vanwege de snelle afbraak van de werkzame stof, verwachten we dat de ecologische risico's zeer gering zijn.

### **Water voor bestrijding**

Voor de bestrijding van muizen op perceelsniveau wordt vanaf het najaar van 2014 op grote schaal water ingezet. Percelen worden geheel onder water gezet of met een pomp bevoeid. Bij grootschalige inzet bestaat het risico dat sloten droogvallen. Los van de waterhuishoudkundige opgave om de peilen te handhaven, betekent dit voor het onderwaterleven in een sloot dat er sterfte kan optreden. Dit is een belangrijk aandachtspunt voor boeren en Wetterskip Fryslân. In veel sloten in Fryslân komen door de Flora- en faunawet beschermde vissoorten voor, in het bijzonder Kleine modderkruiper en Bittervoorn (Melis & Koopmans 2015). De Flora- en faunawet vereist dat voor deze soorten een ontheffing nodig is wanneer er dieren worden gedood of hun leefgebied wordt aangetast. Om die reden is het zaak om bij de inzet van water te allen tijde te voorkomen dat sloten droogvallen of dat er sprake is van een zeer lage waterstand.

### **Weidevogels**

Zoals aangegeven in hoofdstuk 2.4 zijn er voor weidevogels twee aspecten aan muizenplagen: enerzijds de dynamiek in predatie die mede gestuurd wordt door de beschikbaarheid van muizen, en anderzijds de graslandvernieuwing na een muizenplaag. Het optreden van muizenplagen kan gezien worden als een natuurlijk gegeven en in die zin is het geen ecologisch risico. In jaren met veel muizen kunnen weidevogels in principe profiteren van deze situatie. Wat andersom wel als risico kan worden gezien, is dat door de verhoogde predatie van weidevogeleieren en -kuikens na een muizenpiekjaar, de illegale vervolging van roofvogels toeneemt. Nu al is deze in Fryslân ten opzichte van die gemiddeld genomen in Nederland zorgwekkend hoog (pers. med. Politie Fryslân).

## **4.6 Verhoogde risico's op verspreiding van ziekten**

Veel knaagdieren staan bekend om het dragen van verschillende ziekten die potentieel een risico kunnen opleveren voor de volksgezondheid en het ecosysteem. Ook voor Veldmuizen geldt dat er een risico is op overdracht van ziekten op mensen, vee en andere dieren (Jacob *et al.* 2014). Ze noemen in hun overzicht, op basis van uitgevoerde onderzoeken in Duitsland, Polen en Scandinavië, onder meer Melkerskoorts (Leptospirose), Hazenziekte (Tularemie), ziekte van Lyme en Vossenlintworm (Echinokokkose). Hoe groot deze gezondheidsrisico's precies zijn is niet bekend. Van enkele van deze ziekten is meer achtergrondinformatie bekend, die hieronder wordt vermeld.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) voert sinds 2007 onderzoek uit naar ziekteverwekkers die door knaagdieren kunnen worden overgedragen en waar mensen ziek van kunnen worden (zoönosen). In het kader van het onderhavige onderzoek is separaat door het RIVM ook onderzoek uitgevoerd op een deel van muizen die in voorjaar 2015 in Fryslân zijn verzameld. Hierbij is naar de volgende zoönosen gekeken:

- *Francisella tularensis*: de bacterie *Francisella tularensis* is de veroorzaker van Tularemie bij mensen en dieren. Deze ziekte kan zorgen voor (grote) sterfte onder knaagdieren en Hazen en wordt ook wel “hazenpest” genoemd. Vanaf 2011 zijn in Nederland meerdere ziektegevallen bij Hazen (18) en bij mensen (6) gemeld. Er zijn indirecte aanwijzingen dat ook muizen een rol kunnen spelen bij de besmetting van mensen. In een recent onderzoek in Finland komen Rossow *et al.* (2015) tot de conclusie, dat het optreden van Tularemie bij mensen verband houdt met het optreden van muizenplagen. Dit verband is in Nederland nog niet aangetoond. Hestvik *et al.* (2014) en ook Rossow *et al.* (2015) hebben in aanvulling hierop laten zien dat de zomermaanden, wanneer de muizenpopulatie maximaal is, samenvallen met de meeste gevallen van Tularemie bij mensen.

Van 1953 tot 2011 zijn geen autochtone gevallen van Tularemie in Nederland gevonden bij Hazen of mensen. De langjarige absentie van de ziekte in die periode valt min of meer samen met het ontbreken van grootschalige muizenuitbraken van 1960-2003, al is er geen informatie over een oorzakelijk verband. Het RIVM is gestart met onderzoek naar de eventuele rol van muizen als transmissieroute. Het gebied waar Hazen met hazenpest zijn gevonden lag dichtbij het gebied van de Veldmuizenplaag. Veldmuizen worden onderzocht op het voorkomen van de Tularemie-bacterie om kennis te ontwikkelen over mogelijke reservoirs en transmissieroutes.

- *Leptospira* spp.: Leptospirose, een ziekte veroorzaakt door leptospiren, is een verzamelnaam voor meerdere ziektebeelden. Er zijn verschillende typen (serovars) van de bacterie *Leptospira* die ziekte veroorzaken, ieder met hun eigen gastheer en hun eigen ziektebeeld. Veldmuizen zijn een belangrijk reservoir voor het serovar *grippityphosa*, wat modderkoorts bij de mens kan veroorzaken. Modderkoorts geeft een wisselend ziektebeeld, dat over het algemeen milder is dan bij de ziekte van Weil, veroorzaakt door serovars *icterohaemorrhagiae* en *copenhageni*. Fryslân is een waterrijk gebied waar met regelmaat humane gevallen van Leptospirose worden gemeld. Met het onderzoek aan Veldmuizen wil het RIVM onderzoeken in hoeverre muizen in dit gebied besmet zijn met leptospiren.
- *Tulavirus*: Tulavirus is een virus uit het genus “hantavirussen” dat nauw verwant is aan het Puumala virus en dat jaarlijks bij enkele tientallen mensen in Nederland wordt vastgesteld. Puumala kan nierklachten en hemorrhagische koorts veroorzaken. Het is nog onduidelijk hoe schadelijk het Tulavirus is voor mensen. Het Tulavirus is tijdens knaagdierenonderzoek in Zuid-Limburg in 2014 in hoge prevalenties gevonden bij Veldmuizen. Met het onderzoek aan Veldmuizen in Fryslân wil het RIVM onderzoeken of andere Veldmuizenpopulaties ook zo'n hoge prevalentie laten zien.

De resultaten van bovengenoemde onderzoeken zijn nog niet bekend. Zij zullen worden gerapporteerd in de knaagdierrapportage die het RIVM jaarlijks schrijft. Meer informatie over bovenstaande ziekteverwekkers, en andere ziekteverwekkers relevant voor knaagdieren, is te vinden op [http://www.rivm.nl/Onderwerpen/W/Wilde\\_knaagdieren\\_en\\_zoönosen](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/W/Wilde_knaagdieren_en_zoönosen)

#### 4.7 Conclusies

- Aanwezigheid en activiteit van Veldmuizen leidt meestal niet tot schade die problematisch is; dat is alleen in piekjaren het geval en ook dan alleen bij zeer hoge dichtheden. Op 26.000 ha grasland, 359 km waterkering en in veel bermen in Fryslân was in 2014-2015

muizenschade aanwezig in de vorm van vraat aan het gewas en wortels, en het graven van gangen in de bodem.

- Voor de agrarische sector is het grootste risico dat individuele bedrijven in financiële problemen komen door een sterk verminderde grasopbrengst bij zware muizenschade en daarnaast kosten voor bestrijding en herstelmaatregelen (graslandvernieuwing).
- Muizenschade op waterkeringen kan – vooral in het stormseizoen - leiden tot instabiele keringen met grotere veiligheidsrisico's als gevolg. Dit blijkt ook uit veldexperimenten. Deze risico's waren bij de weersomstandigheden in het stormseizoen 2014-2015 beheersbaar. Toch kan muizenschade op waterkeringen, in combinatie met extremere weersomstandigheden, de veiligheidsrisico's vergroten.
- Muizenschade in bermen heeft niet geleid tot veiligheidsrisico's, zoals bij voorbeeld verzakkingen.
- Muizenschade in graslandpercelen verhoogt het risico op uitspoeling van nutriënten stikstof (N) en fosfor (P). Modellsimulaties laten zien dat het risico toeneemt naarmate de schade groter is en verder afhangt van het voorkomen van een ondoorlatende schalterveenlaag. Zonder deze laag is de extra uitspoeling voor lichte en zware muizenschade 4 en 9 kg N/ha/j (20% en 45%) en 0,2 en 0,6 kg P/ha/j (20% en 70%); met deze laag is de extra uitspoeling vier keer zo groot.
- Bemesting op grasland met muizenschade onder natte omstandigheden of enkele dagen vóór een regenrijke periode vormt een extra risico voor de nutriëntenuitspoeling.
- Op locaties met zware muizenschade zijn ruim 70% hogere N-concentraties in de uitlaat van de polder gemeten in vergelijking met locaties zonder schade. Voor P zijn geen hogere concentraties gevonden, waarschijnlijk door binding van het extra uitgespoelde P in de waterbodem. Omdat een nulmeting ontbreekt, is dit echter niet met zekerheid vast te stellen. De N- en P-concentraties in het Koevordermeer – waar de polders water op uitslaan - waren gelijk aan of lager dan de concentraties op locaties zonder schade. Daarmee waren de risico's voor de kwaliteit van het oppervlaktewater en de gevolgen voor de doelen van de Kaderrichtlijn water in 2015 beperkt. Dit was mogelijk het gevolg van het relatief droge voorjaar.
- Ecologische risico's van muizenplagen hangen vooral samen met de manier van bestrijding van muizen: het toepassen van rodenticiden en bestrijden met water. Rodenticiden in het open veld zijn verboden. De tijdelijke ontheffing voor de akkerbouw in Noord-Nederland voor de toepassing van Luxan mollentabletten is nauwelijks toegepast.
- Grootschalige bestrijding met water geeft risico's voor peilhandhaving, waardoor ondermeer sterfte van beschermde vissoorten kan optreden.
- Knaagdieren vormen een potentieel risico voor de volksgezondheid en het ecosysteem door het mogelijk dragen van ziekten. Er vindt momenteel onderzoek plaats naar Veldmuizen als drager van ziekten als Tularemie, Leptospirose (Melkerskoorts) en Tulavirus.



*Het risico op predatie, zoals bij voorbeeld door Velduilen, is een belangrijke factor in de populatie dynamiek van Veldmuizen. Foto: Velduil bij de Auke Hinnemar, Leeclân, Grou, december 2015, Johann Presscher.*



## 5 Sturende factoren achter muizenplagen

---

### 5.1 Inleiding

Het is een opmerkelijk gegeven dat er in Nederland van 1960 tot en met 2003 geen grootschalige muizenplagen zijn geweest en vanaf 2004 inmiddels tweemaal. Het begrijpen van de achterliggende oorzaken wordt gezien als een onmisbare bouwsteen om te komen tot een geschikte aanpak om schade bij toekomstige uitbraken te beheersen. In dit hoofdstuk gaan we in op de achterliggende factoren. Als eerste stap is een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd van het internationale onderzoek aan fluctuaties van muizenpopulaties en de oorzaken achter de opkomst en neergang van muizenplagen. Daarbij is ondermeer gebruik gemaakt van de publicaties van o.a. Lambin *et al.* (2006), Imholt *et al.* (2011), Krebs (2013), Esther *et al.* (2014) en Jacob *et al.* (2014). Uit deze analyse bleek dat er meerdere factoren relevant zijn, dat geen van de factoren enkelvoudig bepalend is voor muizenuitbraken en dat een aantal factoren onderling nauw samenhangen.

In dit hoofdstuk bespreken we de belangrijke factoren (weer, landschap, predatie, drooglegging, landgebruik) per paragraaf (5.2-5.5) en in 5.6 de interactie van alle factoren tezamen. Daarbij geven we eerst een overzicht van de kennis uit de literatuur. Vervolgens geven we aan, op basis van de resultaten van ons onderzoek, in hoeverre deze factoren ook in Nederland een rol hebben gespeeld in het vóórkomen van de recente muizenplagen. Daarbij is gebruik gemaakt van een ruimtelijke analyse, uitgevoerd op verschillende schaalniveaus. De statische onderbouwing van factoren die op de schaal van Nederland zijn geanalyseerd, is opgenomen in bijlage 2. Ter afsluiting van dit hoofdstuk gaan we in paragraaf 5.7 in op de achtergronden waarom plagen ook weer overgaan. De analyses hebben meestal specifiek betrekking op de Friese situatie waar de muizenplaag zich concentreerde.

### 5.2 Weer en klimaat

#### Literatuur

Weer en klimaat spelen volgens de literatuur een grote rol bij aantalsfluctuaties van muizenpopulaties. Esther *et al.* (2014) en Imholt *et al.* (2011) laten zien dat weerparameters sterk met de omvang van fluctuaties in muizenpopulaties, d.w.z. muizendichtheden, correleren. Maar liefst 50% van de variatie in muizendichtheid kon door weersomstandigheden worden verklaard. Het gaat om complexe interacties van meerdere parameters. De auteurs speculeren over de mechanismen die het ontstaan van een plaag beïnvloeden. Weerseffecten kunnen een directe invloed hebben op de populatiegroei via gezondheid, lichaamsconditie en overleving<sup>4</sup>. Indirect worden voedselaanbod en -kwaliteit door de weersomstandigheden bepaald. Lage temperaturen en sneeuwbedekking beïnvloeden ook de toegankelijkheid van het voedsel. Al deze effecten kunnen ook in interactie met predatie werken, omdat verminderde conditie de kans op predatie bevordert.

Voor de winterperiode van oktober – april lijkt belangrijk voor het al dan niet ontstaan van veldmuisuitbraken (Esther *et al.* 2014). Veel sneeuwdagen leiden tot hogere dichtheden van muizen en afwisseling van dooi en vorst kan een groot negatief effect op de overleving hebben (Bijlsma 2011). In permanente vegetaties, zoals graslanden, heeft een warm voorjaar en

---

<sup>4</sup> De overleving kan zowel negatief worden beïnvloed door vergrote sterfte bij afwisselend dooi en vorst, maar ook positief door sneeuwbedekking waardoor de kans op predatie wordt verminderd.

bepikte neerslag in december en juli een positief effect op de dichtheid (Imholt *et al.* 2011). Analooq hieaan laten Rödell & Dekker (2012) voor de grotere knaagdierensoorten, Haas en Konijn, zien dat wintertemperatuur en regenval correleren met de aantallen geschoten dieren. In de jachtstatistieken komen meer geschoten Konijnen voor bij hogere wintertemperaturen, in interactie met een geringere regenval in het voorgaande voorjaar. Er zijn meer geschoten Hazen als er in het voorgaande najaar minder regenval was. Ims *et al.* (2008) vermoeden een gemeenschappelijke klimatologische oorzaak achter het uitdoven van sterk fluctuerende muizenpopulaties aan het einde van de vorige eeuw; Brommer *et al.* (2010) weerspreken dit echter.

### Weersomstandigheden en uitbraken in Fryslân

#### *Spelen weersomstandigheden een rol bij het ontstaan van de muizenplaag in 2014?*

Bij het ontstaan van de muizenplagen in Fryslân in 2004 en 2014 lijken er specifieke weersomstandigheden te zijn geweest. Voordat we deze nader bespreken is het belangrijk om er op te wijzen dat het slechts om twee jaren gaat met een plaag. Hierdoor is het niet mogelijk om een gedegen statistische onderbouwing te geven. Het is niettemin opvallend dat er genoemde jaren sprake was van een uitzonderlijk droge zomer (met gemiddeld 93 mm minder regen dan het langjarig gemiddelde) en een droog najaar.

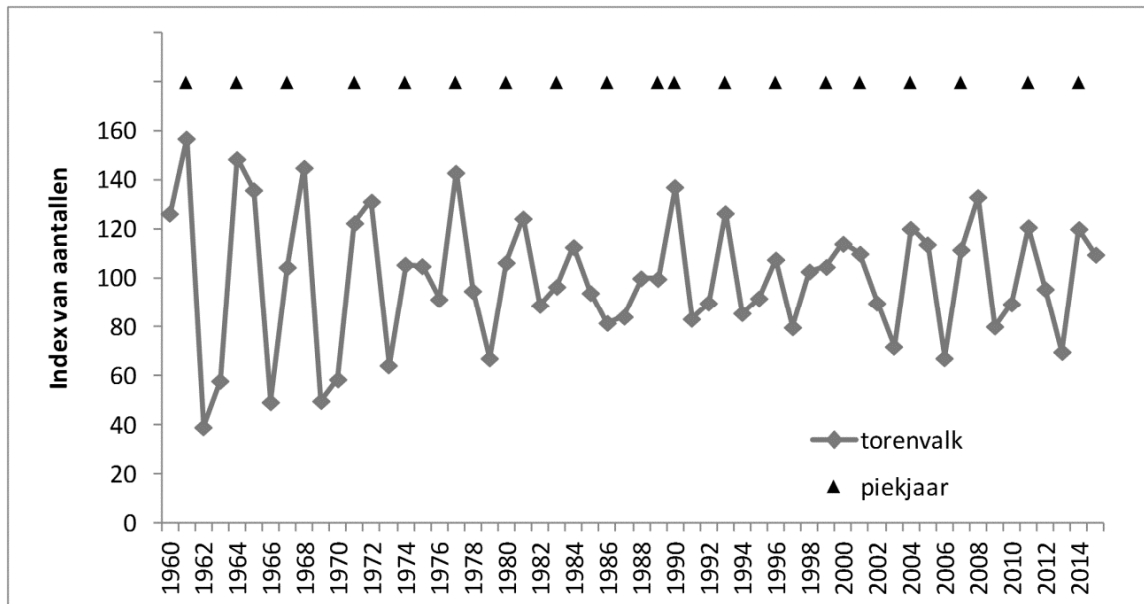
De jaren 2007 en 2011, met een muizenpiek (figuur 5.1) maar geen plaag, vielen samen met een natte winter met weinig vorst (2007, maar ook in 2004) of juist een droge winter met een relatief hoog aantal vorstdagen (2011). In 2011 viel de piek waarschijnlijk minder hoog uit doordat er in de winter 2009-2010 een periode met afwisselend vorst en dooi was (zie ook Bijlsma 2011).

*Tabel 5.1. Een selectie van weerskarakteristieken van de seizoenen in - of voorafgaand aan - de vier jaren met een piek in de muizenzyclus voor Fryslân. De opvallende waarden voor het aantal vriesdagen, sneeuwdagen en regenval in de voorgaande seizoenen zijn vet weergegeven en onderstreept (in de tekst genoemd).*

Piekjaar	Uitbraak tot plaag	Jaar	Temperatuur		Neerslag (mm)			Lente
			vriesdagen	sneeuw	Vorige zomer	Vorige herfst	Winter	
Ja	ja	2004	39	7	<u>123</u>	185	<u>297</u>	90
Ja	nee	2007	13	4	269	223	<b>304</b>	159
Ja	nee	2011	<b>55</b>	<b>25</b>	297	222	123	48
ja	ja	2014	9	1	<u>176</u>	266	179	185
langjarig gemiddelde			35	10	243	249	201	146

#### *Kunnen weersomstandigheden verklaren waarom uitbraken na ca. 2003 weer plaatsvonden en in de decennia daarvoor niet?*

Hiervoor hebben we onderzocht of er de afgelopen 40 jaar tijdens piekjaren en tijdens plaagjaren specifieke weersomstandigheden in Fryslân zijn geweest. Daarbij is gebruik gemaakt van de weersgegevens van het KNMI ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl), weerstation Leeuwarden). Weersvariabelen zijn gemiddeld per driemaandelijke periode (seizoen), waarbij de winter is gedefinieerd als de periode december–februari, etc. Neerslagcijfers zijn opgeteld en de



Figuur 5.1 Ritmiek in het optreden van piekjaren van Veldmuizen in Nederland op basis van geregistreerde veldmuiseindexen. Ter vergelijking de variatie aangegeven in het aantal geringde nestjongen van Torenvalken in Nederland (fractie van het 5-punts lopend gemiddelde; bron: Vogeltrekstation NIOO Heteren). Figuur Torenvalk aangevuld voor de jaren 1986-2015 naar figuur 1 in Daan & Dijkstra (1988; Dijkstra 1988, Hfst 5).

temperatuur is het gemiddelde van alle daggemiddelden. Het aantal sneeuw- en vorstdagen heeft betrekking op het gehele voorafgaande jaar. Een tijdserie van muizenpiekjaren in de periode 1961-2015 is opgesteld aan de hand van tijdseries van muizenvangsten (Cavé 1968; de Bruijn 1979; Buker 1984; Beemster & Dijkstra 1991; Koks et al. 2007; Bijlsma 2015) en ongepubliceerde data van A&W (Sneekermeer 2007-2015, Ruidhorn 2011-2015). Piekjaren zijn ook indirect afgeleid uit roofvogeltrends. In hoofdstuk 2 is al aangegeven dat muizenpiekjaren corresponderen met jaren met veel geringde nestjongen van Torenvalken en Ransuilen (figuur 2.2).

Statistisch gezien zijn er geen overtuigende verbanden gevonden tussen de kans op het optreden van een muizenpiekjaar en de door ons beoordeelde weersparameters. In de beschouwde periode zijn er voorafgaand aan piekjaren allerlei combinaties van weersomstandigheden geweest zonder dat het tot grootschalige uitbraken leidde. Er zijn strenge winters geweest (1963, 1985), maar ook milde met relatief droge zomers (1976) en relatief warme winters, zonder dat er uitbraken zijn geweest.

Overigens is het niet uit te sluiten dat bij het optreden van muizenplagen aspecten van klimaatverandering een rol spelen. Met de toename van de temperatuur kan het gras langer doorgroeien in het najaar. Daardoor is er langer kwalitatief goed voedsel beschikbaar wat bevorderlijk kan zijn voor de lengte van de reproductieperiode. Daarnaast geldt, dat – uitgezonderd hele droge jaren – niet meer laat in het najaar wordt gemaaid. Muizen hebben in de percelen met langer gras dan meer bescherming tegen predatoren (zie hierna).

### Samenvattend

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat het weer en mogelijk ook het klimaat een rol spelen, maar dit verband is niet zo eenduidig en verklarend dat het ontstaan van muizenplagen er volledig aan kan worden toegeschreven. Er zijn ook andere sturende factoren. Deze conclusie is in overeenstemming met de bevindingen van Esther *et al.* (2014) en Imholt *et al.* (2011).

### 5.3 Openheid landschap

#### Literatuur

Het landschap heeft invloed op de kans dat muizenplagen ontstaan. In een open en homogeen landschap kunnen muizen zich snel verspreiden. Delattre *et al.* (1992, 1996) laten overtuigend zien dat de overgang van subtiele seizoensschommelingen naar grote meerjarige fluctuaties met grote muizenpieken zijn gecorreleerd met het aandeel permanent grasland. Hoe meer grasland, hoe groter de pieken. Boven een drempelwaarde van 50% permanent grasland neemt de kans dat een gebied (op gemeenteschaal) last krijgt van muizenpieken of zelfs plagen belangrijk toe. Een groter aandeel bos- en/of akkerbouw buffert het optreden van uitbraken, net als het aandeel heggetjes, windbrekers en ander voor Veldmuizen suboptimaal of ongeschikt leefgebied. De achterliggende gedachte is, dat in de meer besloten landschappen predatie een rol speelt bij het afremmen van populatiefluctuaties.

Er is theoretisch (Oksanen & Lundberg 1995) en experimenteel (pers. med. R. Ydenberg) bewijs dat kleine knaagdieren hun reproductieve investering kunnen variëren afhankelijk van het risico op predatie (Sherrif *et al.* 2009, Maron *et al.* 2010). De achterliggende gedachte hierbij is dat muizen veel stress hebben als ze steeds op de hoede moeten zijn (zie ook Gerkema & Verhulst 1990). Verschillen in risico op predatie gedurende de voortplanting worden verondersteld hierdoor te kunnen verklaren waarom sommige populaties dramatisch fluctueren en anderen niet (o.a. Taitt & Krebs 1985). Dit bepaalt mede waarom een piek wel of niet uitgroeit tot een plaag. Het risico op predatie kan volgens de literatuur worden vergroot door populaties van predatoren te stimuleren (en dus niet te vervolgen), veranderingen in het landschap naar grotere beslotenheid te bewerkstelligen en dekking van de vegetatie te verminderen (voor laatstgenoemde zie Schlaich *et al.* 2015).

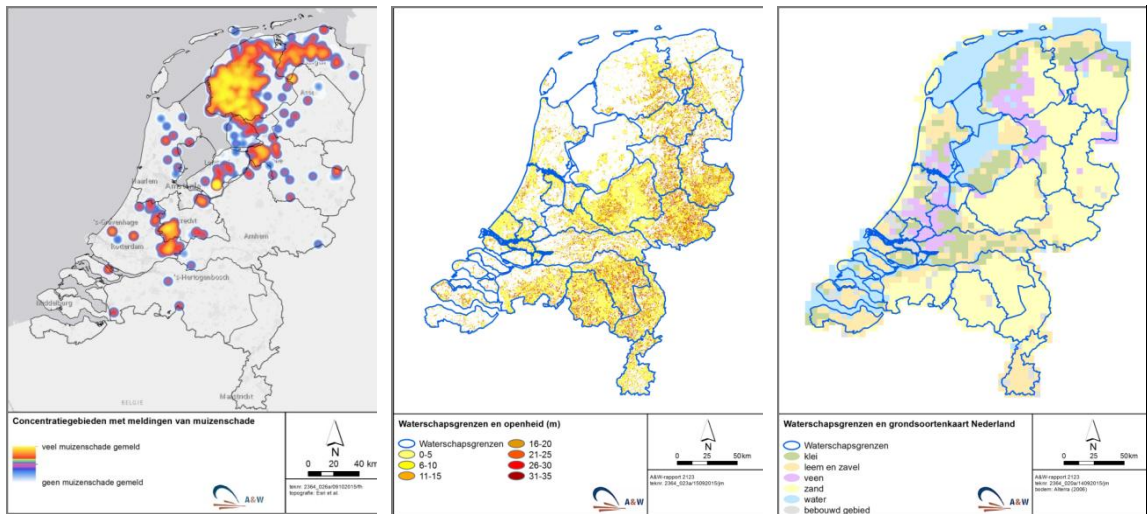
Er worden in de literatuur twee type predatoren onderscheiden: generalisten (altijd wel aanwezig, want niet afhankelijk van een of enkele prooisorten) en specialisten (afhankelijk van één prooi-soort en de prooi-populatie nauwgezet volgend). Het risico dat een veldmuispopulatie zich ontwikkelt tot een plaag blijkt groter te zijn wanneer de bufferende werking van met name 'generalistische' predatoren ontbreekt. Juist in een kleinschalig landschap zijn meer generalistische predatoren aanwezig. Dat is een van de mogelijke redenen waarom in een dergelijk landschap de omvang van fluctuaties geringer is en populaties zich minder vaak tot een plaag ontwikkelen. Heterogeniteit buffert tegen het optreden van plagen (Begon *et al.* 1986), omdat het roofdieren altijd een uitwijkmogelijkheid biedt in de vorm van alternatieve prooien.

Delattre *et al.* (1996) en Delattre & Girandoux (2008) laten in samenhang hiermee zien dat een uitbraak (in dit geval van Woelratten) zich relatief snel kan uitbreiden (12 km/jaar) in open, tamelijk homogene landschappen. Delattre *et al.* (2009) maken ook duidelijk hoe belangrijk de aard van het landschap is voor het al dan niet optreden van uitbraken.

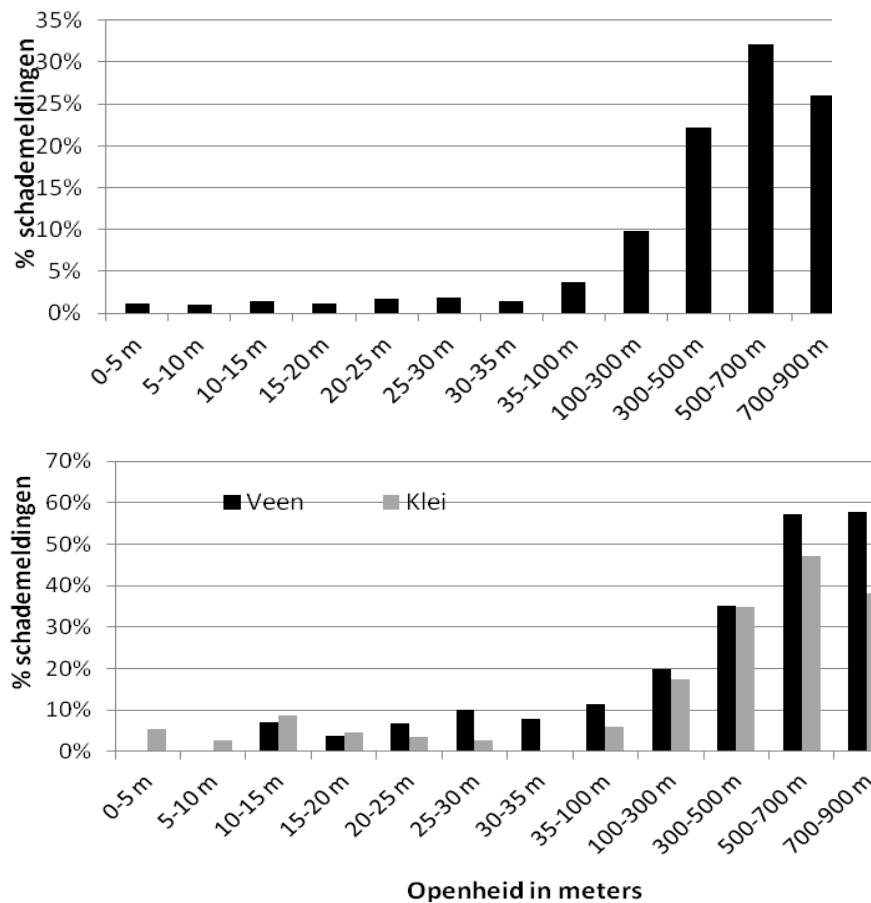
#### Openheid landschap in Nederland

##### *Speelt landschappelijke openheid een rol bij het ontstaan van de plaag in 2014?*

Een eerste blik op de landelijke kaart van de muizenschade (figuur 5.2) maakt duidelijk, dat deze overwegend optrad in gebieden met een open landschap. Op de schaal van Nederland (op basis van het kaartbeeld van Meeusen & Jochem 2013) blijkt openheid een grote rol te spelen, alhoewel deze sterk gerelateerd is aan bodemtype. Echter, ook binnen veen- en kleigronden is openheid een belangrijke factor zoals figuur 5.3 laat zien.

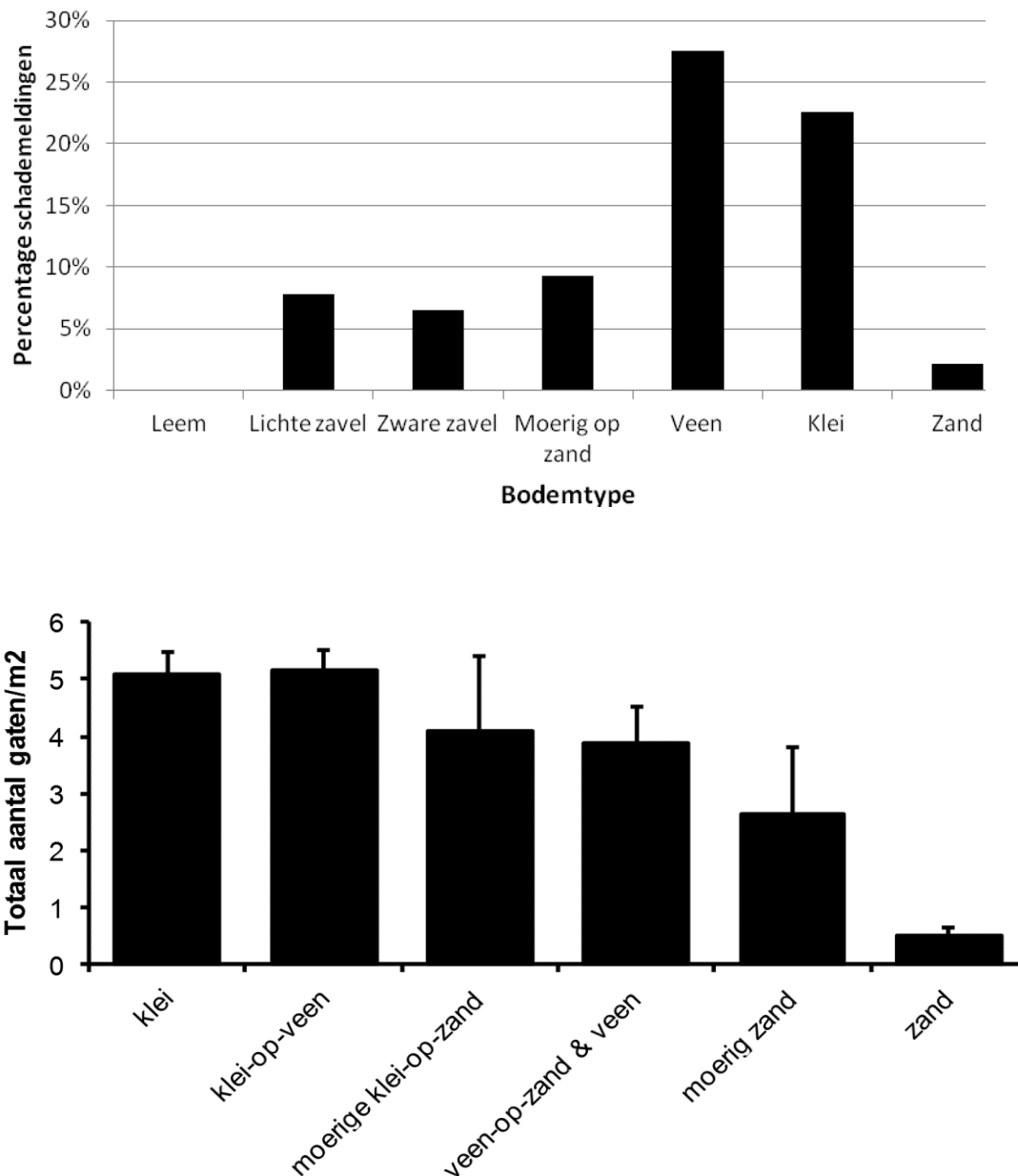


Figuur 5.2. Overzicht van de maximale omvang van de muizenuitbraak in 2014-2015 (op basis van figuur 3.1), een vereenvoudigde bodemkaart van Nederland en een kaart van de openheid van het landschap. Bronnen in bijlage 2.



Figuur 5.3. Percentage schademeldingen in relatie tot de openheid van het landschap in Nederland (boven) en binnen de veen- en kleigronden in Nederland (onder). De openheid is opgedeeld in klassen en per klasse is het percentage schademeldingen berekend. De figuur is tot stand gekomen door het aantal schademeldingen en de openheid om te zetten naar een landelijk grid (gridcel grootte 1 km<sup>2</sup>). Vervolgens is het aantal gridcellen met een schademelding binnen een bepaalde openheidsklasse gedeeld door het totaal aantal gridcellen in die klasse (resp. voor heel Nederland en binnen veen- en kleigronden). Zie voor meer uitleg Bijlage 2.

Open landschap is vooral gelegen op veen, klei-op-veen en klei. Zandgrond wordt door de muizen zo goed als geheel gemeden. Dit is ook vastgesteld bij de veldmetingen in januari - maart 2015 in Fryslân (bijlage 1). Op basis van deze streekproef in percelen, bermen en waterkeringen kon de gemiddelde dichtheid van muizenholletjes per bodemsoort worden berekend. Op zandgronden is het aantal muizenholletjes per m<sup>2</sup> significant lager (meer dan 80%) dan op de overige bodemtypes<sup>5</sup> (figuur 5.4 - onder). Dit patroon komt overeen met het landelijke beeld (figuur 5.4 – boven).



Figuur 5.4 Boven: percentage schademeldingen per bodemsoort in Nederland (bodemtype bepaald per gridcel van 5x5 km, zie voor een toelichting figuur 5.3). Onder: gemiddeld aantal veldmuisholletjes op verschillende bodemtypen in de winter van 2014-2015 in Fryslân, met standaarddeviatie.

<sup>5</sup> Univariate Anova:  $F_{5,234} = 5.1, p < 0.001$

De sterke voorkeur voor klei- en veenbodems heeft waarschijnlijk een landschappelijke achtergrond. In grote lijnen zijn deze gronden open tot zeer open en worden op zand overwegend kleinschalige, besloten landschappen aangetroffen. De achterliggende verklaring ligt naar verwachting vooral in het verschil in risico op predatie (landschap) en minder in de hardere ondergrond (bodem). Veldmuizen hebben overigens wel een voorkeur voor een zachtere ondergrond zoals ook boeren in het veld vaststelden: een losse structuur levert meer zichtbare muizenactiviteit. Ook was in het veld soms te zien dat zandkoppen in een klei-opeen gebied 'netjes' werden gemeden door de muizen.

Dat er wel schademeldingen zijn op zandgrond kan voor een deel ook een gevolg zijn van ruis in de dataset. Sommige bedrijven hebben percelen met twee grondsoorten. En het komt soms voor dat de bedrijfsgebouwen op zandgrond liggen en een deel van het bedrijfsoppervlak op veengrond (bijv. langs de rand van Gaasterland). Samenvattend kunnen we concluderen, dat open landschap in combinatie met de bodemsoort een grote invloed heeft op het optreden van muizenuitbraken.

*Kunnen veranderingen in openheid en predatie in de afgelopen decennia verklaren waarom uitbraken na ca. 2003 weer plaatsvonden en in de decennia daarvoor niet?*

Het Friese veen- en kleilandschap is altijd een (zeer) open weidegebied geweest en is de afgelopen decennia niet opener geworden. Integendeel, sinds de jaren negentig heeft er enige verdichting plaatsgevonden door landschappelijke inrichting, natuurontwikkeling en erfbeplanting. Het landschap is in zijn algemeenheid wel homogener geworden. Dat heeft vooral te maken met de uitgevoerde ruilverkavelingen en landinrichtingen, waarbij de gemiddelde perceelsgrootte is toegenomen en de variatie tussen bedrijven is afgenomen. Het areaal grasland is enigszins afgenomen. In de jaren vijftig bestond het landbouwareaal uit vrijwel 100% grasland. In 2014 bedroeg het areaal grasland in Fryslân 84% van het agrarisch oppervlak, de rest is grotendeels maïs (CBS). In de periode 1998-2008 nam het aandeel grasland met enkele procenten af.

De predatiedruk zelf is de afgelopen decennia niet afgenomen en waarschijnlijk eerder zelfs toegenomen. Veldmuizen hebben tegenwoordig te maken met grotere aantallen vliegende predatoren dan in de laatste drie decennia van de vorige eeuw. In de jaren zestig was het aantal roofvogels zeer laag als gevolg van DDT-gebruik, maar sinds de jaren '80 is het aantal roofvogels weer gestaag aan het herstellen (Bijlsma *et al.* 2001). Het gebruik van bestrijdingsmiddelen is tegenwoordig beperkt en er worden lokaal beschermingsmaatregelen genomen. In Fryslân is roofvogelvervolgning niettemin opvallend groot (van Ewijk 1997) met in sommige jaren geografische concentraties van vervolging. In die gebieden is aanwas van predatoren door structurele vervolging zeer beperkt (pers. med. S. Bijlsma en M. Pol).

Buiten rechtstreekse vervolging of bescherming worden de aantallen van roofvogels vooral door voedsel, beschikbaarheid van nestplaatsen en territoriumgrootte bepaald (Bijlsma *et al.* 2007). Kerkuil en Buizerd zijn sinds het begin van de jaren tachtig van de vorige eeuw fors in aantal toegenomen. In Fryslân gaat de Bruine kiekendief de laatste decennia wat achteruit, maar handhaaft de Torenavalk zich (Bijlsma *et al.* 2007). De roofvogels en uilen reageren sterk op populatiefluctuaties van Veldmuizen (de Jong 2010), in goede muizenjaren jaren worden meer en grotere broedsels grootgebracht. Soorten als Blauwe Reiger en Ooievaar zijn sinds 1990 landelijk toegenomen (van Dijk *et al.* 2010), en sinds 2000 is ook de Grote zilverreiger aanwezig, tegenwoordig in hoge aantallen (Kleefstra 2015). Wat de landroofdieren betreft zijn er tegenwoordig meer Steenmarters en Vossen (onder andere Beemster & Mulder 2002) in laag Fryslân; over de ontwikkeling van andere, kleine marterachtigen, is niet veel bekend. Wel is bekend, dat bijvoorbeeld de Wezel sterk op het muizenaanbod reageert.

### Samenvattend

In de afgelopen decennia zijn er op landschapsschaal niet veel veranderingen in de openheid geweest. Ondanks de lokale sterke vervolging van roofvogels is de predatiedruk eerder toedan afgenomen; goede kwantitatieve informatie daarover ontbreekt echter. Samenvattend zijn veranderingen in predatiedruk en landschap niet zodanig dat die een verklaring bieden voor de optredende muizenplagen.

## 5.4 Graslandgebruik en drooglegging

### Literatuur

In graslandgebieden onder gematigde omstandigheden in NW Europa is de voedselbeschikbaarheid voor Veldmuizen een functie van o.a. de kwaliteit van het voedsel, bemesting en ontwatering, kortom landgebruik. Drooglegging en (gras)landgebruik zijn sterk met elkaar verweven en als afzonderlijke factoren niet gemakkelijk uit elkaar te halen, reden om ze hier samen te bespreken. Blank *et al.* (2011) laten zien dat bodemtype en terreinkenmerken in het voormalige Oost-Duitsland gecorreleerd zijn met de kans op een uitbraak, maar interessant genoeg blijkt uit hun analyse dat er in het laagland (alles onder 83 m boven zeeniveau) vrijwel geen risico bestaat op uitbraken, wat opmerkelijk is gezien het feit dat in Nederland uitbraken juist in laaggelegen gebieden optreden. Zij verklaren dit uit de remmende werking van hoge grondwaterpeilen. Jacob (2003) en Beemster & Vulink (2013) laten zien dat populaties van Veldmuizen weggevaagd kunnen worden door overstromingen. In het Lauwersmeer is vastgesteld dat de overleving van Veldmuizen in de winter in droge habitats aanzienlijk hoger is dan in plasdrasse habitats (Beemster & Dijkstra 1991). Onder dergelijke omstandigheden proberen Veldmuizen bovengronds te overleven en maken zij nestjes in de vegetatie, maar klaarblijkelijk is hun overleving laag. Het vermoeden bestaat daarom dat de drooglegging van invloed is op de overlevingskansen van muizen. Bij veel regen zal er naar verwachting bij een geringe drooglegging meer sterfte zijn. Zo kan bij 'clusterbuien'<sup>6</sup> in de zomer massaal sterfte in muizenpopulaties optreden (o.a. waarnemingen N. Beemster, A&W). Omdat relatief hoge waterstanden in veel polders in het verleden normaal waren, zou de sterke ontwatering in het hedendaagse open veen- en kleilandschap het risico op een uitbraak van Veldmuizen kunnen vergroten.

Van Wijngaarden (1957a&b) nam waar, dat uitbraken optraden in gebieden die - historisch gezien - extensief werden gebruikt. Hij veronderstelde daarom, dat productieverhoging van grasland tot een vermindering van het optreden van plagen zou leiden. Productieverhoging omvat echter veranderingen in meerdere aspecten, die zowel positief als negatief voor muizen uit kunnen pakken. Denk aan homogener graslanden en polders met een sterkere ontwatering enerzijds, en een intensiever gebruik anderzijds: een verhoogde mestgift, vaker maaien en meer betreding (zie voor beweiding paragraaf 5.5). Een hogere productiviteit van graslanden, samenhangend met een hogere mestgift, leidt tot een hogere kwaliteit (eiwitrijk) voedsel, waardoor in theorie hogere dichtheden zouden kunnen worden bereikt. Andere herbivore soorten profiteren daar sterk van (ganzen: van Eerden *et al.* 1996). Krebs (2013) noemt dit een plausibele hypothese maar geeft tegelijkertijd aan dat er vrijwel geen onderzoek naar is gedaan. Heel recent laten Bonnet *et al.* (2013) op basis van een experimentele studie echter zien, dat een hogere stikstofgift (orde grootte 200 kg N/ha) inderdaad leidt tot hogere dichtheden aan Veldmuizen. Er is geen verdere informatie in de literatuur gevonden over de invloed op muizenpopulaties van nog hogere stikstofgiften, zoals die tot recent werden gebruikt (>300 kg N/ha/jaar). Aangezien een hoge mestgift ook gepaard gaat met een intensief

<sup>6</sup> Plaatselijke (zeer) grote buien (bijv. >50 mm) die – afhankelijk van de terreingesteldheid - leiden tot plasdrasse graslanden of tijdelijke inundaties in polders.



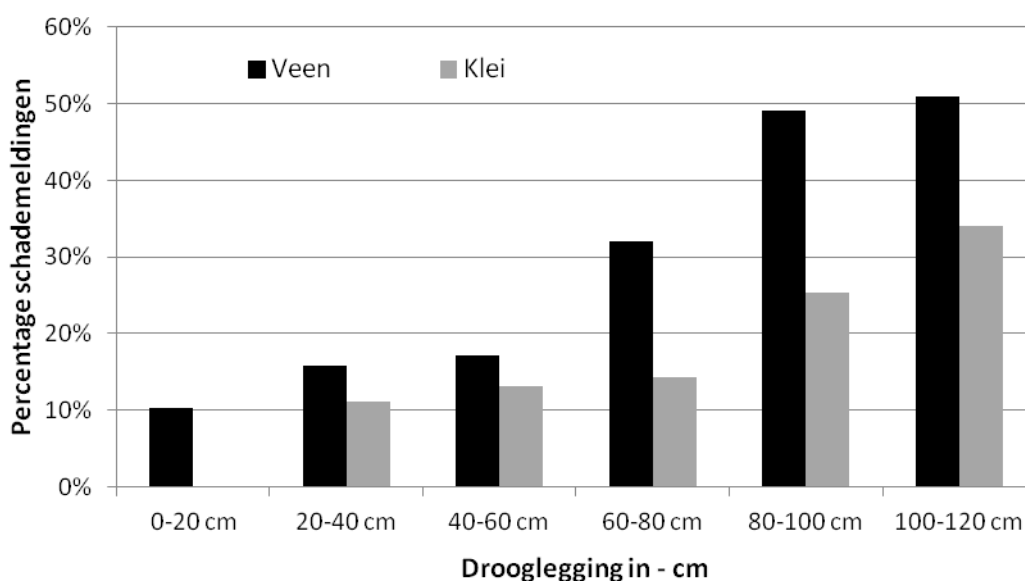
graslandgebruik (veel maaisneden, snelle grasgroei, frequente bemesting) zou dat voor muizen om die reden ongunstig kunnen zijn.

### Graslandgebruik en drooglegging in Nederland

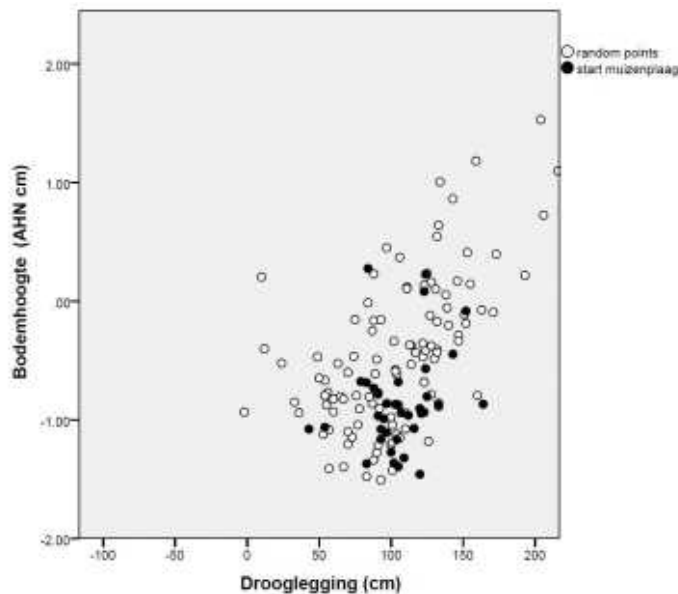
#### *Speelt graslandbeheer en drooglegging een rol bij het ontstaan van de plaag in 2014?*

Eerder is al aangegeven dat muizenuitbraken overwegend voorkomen in open landschappen op een veen, klei-op-veen en kleibodem en niet op zandgrond. Uit de frequentieverdeling van schademelders binnen de veen- en kleibodems blijkt, dat schade vooral wordt gemeld bij een drooglegging van meer dan 60 cm (figuur 5.5). Waar veel muizenschade is, zijn ook veel muizen (geweest). Drogere graslanden zijn daarmee beduidend gevoeliger voor muizen uitbraken dan natte en vochtige graslanden.

Tijdens het veldonderzoek in Fryslân in januari - maart 2015 zijn ook parameters van gebruik en abiotiek zijn verzameld. Op zeer natte percelen werden weliswaar geen muizen aangetroffen maar verder kon geen enkel verband met de drooglegging worden gevonden (zie hierna). Het laat zien dat in het centrum van het plaaggebied muizen zich tijdens de piek overal verspreiden. Wanneer we inzoomen op de 33 locaties in Fryslân waar de muizenplaag vroegtijdig begon, dan blijkt dat deze locaties op twee na allemaal een drooglegging hadden van meer dan 80 cm. Aan de hand van de groenmonitor konden zes gebieden worden geïdentificeerd waar de plaag als eerste zichtbaar werd (figuur 3.7). De drooglegging van al deze zes locaties blijkt 110 cm of meer te zijn. Deze 'startgebieden' worden verder gekenmerkt door een klei-op-veenbodem met een veendikte van meer dan 80 cm, een open tot zeer open landschap en overwegend gangbaar agrarisch gebruikte percelen met een dominantie van Engels raaigras. Al deze locaties zijn uitgegroeid tot gebieden waar de schade maximaal is geworden (rood in figuur 3.6). Ook in 2004-2005 behoorden veel van deze gebieden tot de belangrijke schadegebieden.



Figuur 5.5. Percentage kilometerhokken op veen- en kleigrond in Nederland met schademeldingen als functie van de drooglegging in een extreem droog jaar (2014). De drooglegging is per gridcel (5x5 km) bepaald, voor een uitleg zie figuur 5.3.



Figuur 5.6. Drooglegging en bodemhoogte van locaties waar muizenplagen ontstaan zijn in Fryslân. Het betreft locaties waar in september, oktober en november de schade voor het eerst zichtbaar was (zwarte punten) en een random selectie van overige locaties.

Op de zes locaties zijn gesprekken gevoerd met boeren en is gericht gevraagd naar waar de muizenuitbraak op hun bedrijf begonnen is en onder welke omstandigheden. Bij vijf locaties bleek het te gaan om drogere percelen (in vergelijking met de rest van het bedrijf of de omgeving) met relatief lang gras (10-15 cm of langer). Ook dit laat zien, dat droge percelen met relatief lang gras gevoelig zijn voor muizenuitbraken.

*Kunnen veranderingen in graslandgebruik en drooglegging in de afgelopen decennia verklaren waarom uitbraken na ca. 2003 weer plaatsvonden en in de decennia daarvoor niet?*

Sinds de jaren '50 van de vorige eeuw is er een aanzienlijke verandering opgetreden in de drooglegging. Eén van de belangrijkste stappen in de ruilverkavelingen die vanaf het begin van de jaren '60 hun intrede deden, was het herstructureren van de waterhuishouding en het instellen van lagere oppervlaktewaterpeilen. Sinds die tijd zijn geregeld waterpeilverlagingen doorgevoerd om de maaiveldddaling te volgen. De huidige drooglegging van graslanden in Fryslân is vaak 80 cm of meer (zie Teunissen *et al.* 2012). De feitelijke drooglegging van de wortelzone (freatische grondwater) is in de loop der jaren nog verder vergroot, doordat in toenemende mate drainage wordt toegepast in plaats van een detailontwatering met een greppelsysteem. Grootschalige toepassing van drainage is vooral vanaf de jaren negentig ingezet en dat proces gaat nog steeds door.

Samenhangend met de betere drooglegging is er sinds de jaren '60 een ontwikkeling geweest van een vrij extensief landgebruik (weinig bemesting, vochtig-natte graslanden, late maaidatum) naar een intensievere bedrijfsvoering met meer bemesting, grotere drooglegging en vaker maaien. Met de intrede van ruilverkaveling en landinrichting zijn verder de landbouwkundige ontsluiting (verkaveling) en de bedrijfsstructuur verbeterd.

De bemesting in Nederland op graslanden is vooral in de jaren 1970-1980 is toegenomen (vooral Fosfor (P), maar ook Stikstof (N), data CBS). De aanvoer van mineralen was tot in de jaren 1950 gering en feitelijk limiterend voor de gewasproductie. Vanaf toen is de bemesting toegenomen, resulterend in hoge mestgiften met een groot mineralenoverschot. Vooral op de klei vonden hoge Stikstof-giften plaats, tot 300-500 kg N/ha/jr. Op veen was de N-gift overigens lager, in de Friese situatie zeker tot eind jaren '80 (Altenburg & Wymenga 1991). De stikstofgift laat sinds het eind van de jaren 1990 een dalende lijn zien. In Fryslân daalde de gift op

provincieniveau van 69 naar 50 miljoen kg (bron CBS), hetgeen nog steeds aanzienlijk meer is dan in de 50er jaren. De totale mineralenbalans mag niet zonder meer vertaald worden naar een mestgift op perceelsbasis. De gemiddelde stikstofgift is weliswaar gedaald, maar veldkavels worden juist meer bemest; kortom de mestgift wordt nu meer verdeeld over de beschikbare grond (pers. med. W. van Stralen, LTO).

Ook de kwaliteit van graslanden is veranderd. Het overgrote deel van de graslanden in de jaren '50 was ofwel nat grasland (Ruw beemdgras, Fioringras en Geknikte vossenstaart) ofwel kruidenrijk weiland en hooiland, zogenaamd *Molinia-Arrhenetharethea*: klasse der matig voedselrijke graslanden. Alle graslanden waren kruidenrijk, veelal soortenrijker dan nu bij agrarisch natuurbeheer. In de jaren zeventig nam het areaal grasland met een hoog aandeel Engels raaigras toe. Tegenwoordig bestaan gangbaar gebruikte agrarisch percelen vrijwel geheel uit Engels raaigras. Gemiddeld genomen zijn de percelen in de afgelopen decennia dan ook homogener geworden. De dominantie van eiwitrijke Engels raaigraslanden is vanuit het perspectief van een herbivoor (zie literatuur analyse) een aantrekkelijk gegeven.

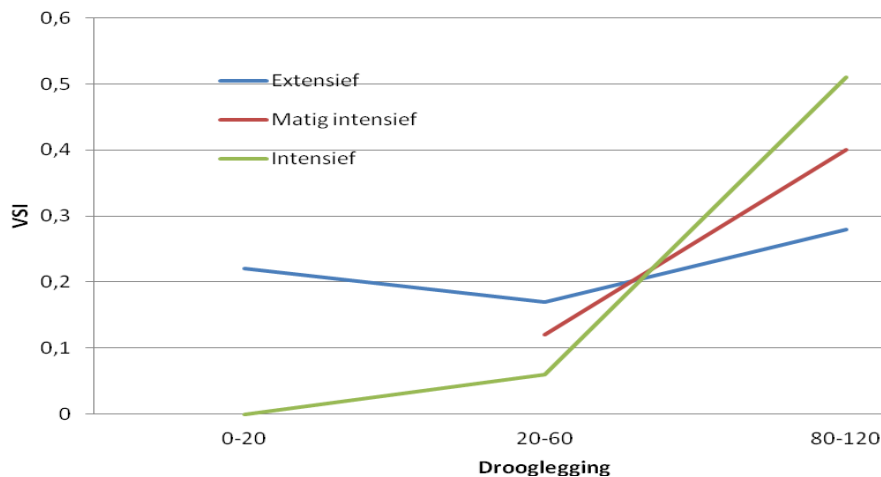
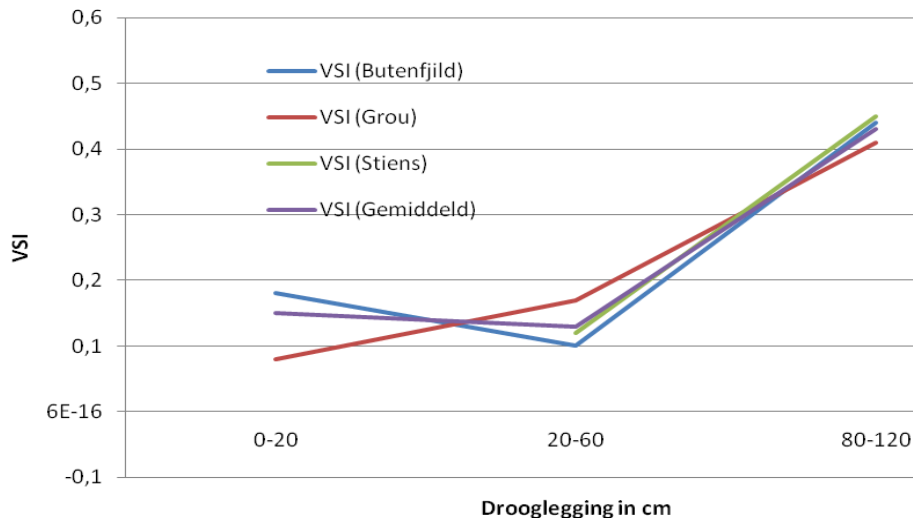
Recent is er een geringe toename van de oppervlakte kruidenrijk grasland door een afname van de mestgift en een toename van agrarisch natuurbeheer. Daarnaast worden sommige overhoekjes en perceelsranden (met afrastering) niet altijd meer standaard meegenomen bij het maaien. Dit geldt ook voor bermen en waterkeringen, die tegenwoordig minder intensief worden beheerd. Op dergelijke locaties kunnen muizen mogelijk makkelijk overleven in muizenarme jaren, maar concrete informatie daarover ontbreekt.

#### Drooglegging en overleving

De verwachting is dat de overleving van Veldmuizen bij een geringe drooglegging in het winterhalfjaar gering is (zie hiervoor). In deze periode is sprake van een neerslagoverschot, met af en toe regenrijke perioden. Begin december 2015 is aanvullend veldonderzoek gedaan naar het effect van neerslag in combinatie met een verschillende mate van drooglegging op de verspreiding van Veldmuizen. We hebben dat gedaan op drie verschillende locaties in Fryslân (veengrond Bûtefjild, klei-op-veengrond Grouster Leechlân en kleigrond omgeving Stiens). Er is gemeten in gangbaar gebruikte graslanden, matig intensief gebruikte graslanden en extensief gebruikte graslanden (natuurreservaat); het onderscheid is gebaseerd op de samenstelling van de vegetatie. De metingen zijn gestratificeerd naar drooglegging en landgebruik, waarbij per gebied en op zo kort mogelijke afstand van elkaar de verschillende categorieën zijn bemonsterd. Op plaatsen waar tot zeer recent nog muizen aanwezig waren, mede getuige de holletjes in het grasland, is bij verschillende klassen van drooglegging de aanwezigheid van Veldmuizen bepaald.

Als (indirecte) maat voor de aanwezigheid van Veldmuizen hebben we de muizensporen-index (VSI) gebruikt (voor methode zie bijlage 3.1 en 3.2). De metingen zijn uitgevoerd tussen 1 en 5 december, na een regenrijke novembermaand (129 mm regen tegen 80 mm normaal; weerstation Leeuwarden.nl). In totaal zijn metingen verricht op 41 locaties, waarbij per locatie in 10-25 plotjes de VSI is gemeten. In totaal zijn 775 plotjes bemonsterd over drie categorieën van drooglegging: 0-20 cm, 20-60 cm en 80-120 cm. De categorie 60-80 cm ontbrak in de door ons bemonsterde gebieden in november 2015.

De resultaten zijn weergegeven in figuur 5.7. Het blijkt dat zowel per gebied (bodem) als per categorie van landgebruik de muizenactiviteit bij een drooglegging van 0-20 cm en 20-60 cm na de regenrijke novembermaand zeer gering is. Bij een grotere drooglegging is ook na veel neerslag nog veel muizenactiviteit aanwezig. We hebben niet kunnen controleren hoe de verdeling van Veldmuizen was vóór de regenrijke periode, maar de gemiddelde dichtheid van



Figuur 5.7. Muizensporen-index (VSI, zie bijlage 3) als indirecte maat voor muizenaanwezigheid in december 2015 bij verschillende klassen van drooglegging (ontwatering ten opzichte van maaiveld) en intensiteit van het landgebruik. De metingen zijn gedaan vlak na een regenrijke november maand. Voor een toelichting zie de tekst.

holletjes per m<sup>2</sup> geeft daar wel een goede indicatie van. De holletjes blijven namelijk nog langere tijd zichtbaar in het grasland. De gemiddelde dichtheid aan holletjes per m<sup>2</sup> was 0,25 voor de categorie 0-20 cm drooglegging (n=75), 0,53 voor 20-60 cm (n=225) en 0,26 voor 80-120 cm (n=475). De drogere gebieden hadden derhalve vooraf geen hogere dichtheid aan muizen. Dit wijst er op, dat de overleving in de sterk ontwaterde situaties hoger is, dat muizen zich onder natte omstandigheden terugtrekken in droge habitats of, en dat is het meest waarschijnlijke, een combinatie van beide. De VSI is een indirecte maat voor de aanwezigheid van Veldmuizen. Nader onderzoek is nodig om de directe overleving als functie van de drooglegging te kwantificeren.

### Samenvattend

Op grond van het voorgaande is het aannemelijk dat de kans op een uitbraak, maar ook het uitdoven van een plaag, mede gestuurd wordt door de mate van ontwatering van de graslanden (drooglegging). Deze is de afgelopen decennia sterk toegenomen. De drooglegging is zelfstandig als factor van belang, maar ligt daarnaast aan de basis van andere veranderingen die in het landelijk gebied zijn opgetreden (meer homogene graslanden, een hoger bemestingsniveau en intensiever landgebruik).

## 5.5 Beweiding

### Literatuur

Beweiding beïnvloedt de vegetatiebedekking, maar ook de mate waarin muizengangen en -holen worden dichtgetrapt (Beemster & Vulink 2013). Intensieve beweiding en betreding zijn daarom, net als het scheuren van grasland en ploegen, nadelig voor muizen. Evans *et al.* (2015) laten proefondervindelijk zien dat een hogere beweidingsintensiteit, in een bergachtig gebied, leidt tot geringere uitschieters van muizendichtheden. In Frankrijk wordt door boeren geïnvesteerd in machines die beweiding simuleren om zo preventief de aantalsfluctuaties van woelratten te dempen (Delattre & Girandoux 2008).

### Beweiding in Nederland

#### *Speelt beweiding een rol bij het ontstaan van de plaag in 2014?*

Het CLM doet periodiek onderzoek onder melkveehouders in Nederland, waarbij beweiding een van de onderdelen is (van der Schans & Keuper 2013). De beweidingskaart van het CLM heeft betrekking op een steekproef van 500 melkveehouders. Deze gegevens zijn gebruikt om, van de locaties waar de steekproef is gedaan, te analyseren of deze factor ook een rol speelt bij de verbreiding van de muizenplaag in Nederland in 2014-2015. Daartoe is een analyse gedaan van het aantal schademeldingen in situaties met en zonder weidegang, en dan binnen de veen- en kleigronden aangezien op zandgronden nauwelijks hoge dichtheden aan Veldmuizen voorkomen (zie hiervoor).

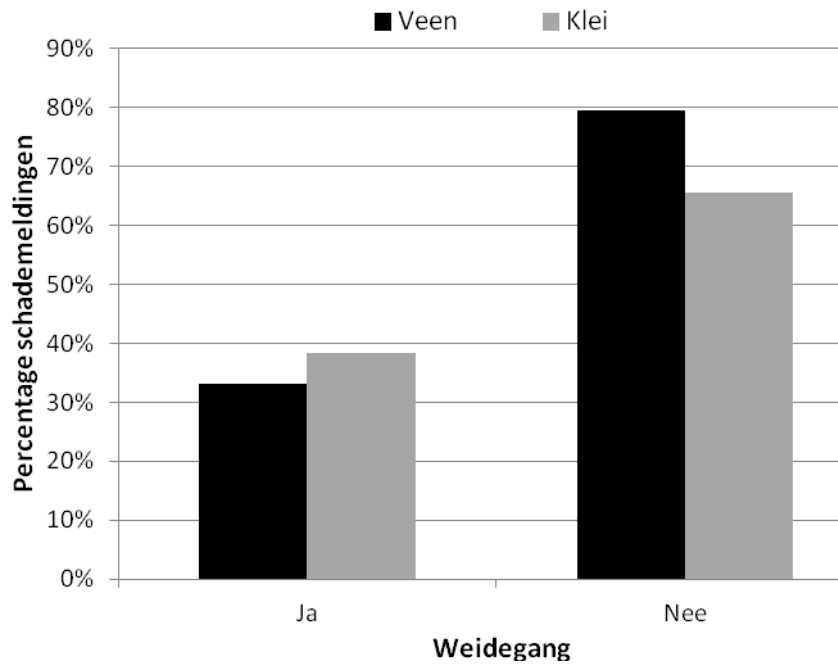
De analyse laat zien dat er relatief veel schademeldingen zijn in gebieden zonder weidegang (figuur 5.8). Uit de statistische analyse blijkt, dat weidegang ook als zelfstandige factor van betekenis is (bijlage 2). De interpretatie is, dat gebieden zonder weidegang gevoeliger zijn voor uitbraken van Veldmuizen dan dezelfde type gebieden met weidegang. Weidegang slaat in dit verband op rundvee, met een onderscheid in weidegang van melkvee en jongvee, alleen jongvee en het ontbreken van weidegang (Keuper *et al.* 2011).

Bij de veldmetingen die in januari - maart 2015 in Fryslân zijn uitgevoerd is ook naar beweiding gekeken (navraag bij de betrokken boeren op perceelsniveau). Daarbij werd geen statistisch verband gevonden tussen beweiding en muizenaanwezigheid. Evenals bij drooglegging wijst dat er op dat beweiding nauwelijks een sturende factor is in het epicentrum van de uitbraak tijdens de piek van de plaag. De muizen zitten dan kennelijk overal. Echter, dat geldt niet in de fase voorafgaand aan de piek van de plaag. Uit de gesprekken met boeren op de locaties waar de muizenuitbraak vroeg begon (zie hiervoor), bleek overigens, dat dat steeds het geval was op percelen met relatief lang gras, die niet werden beweïd.

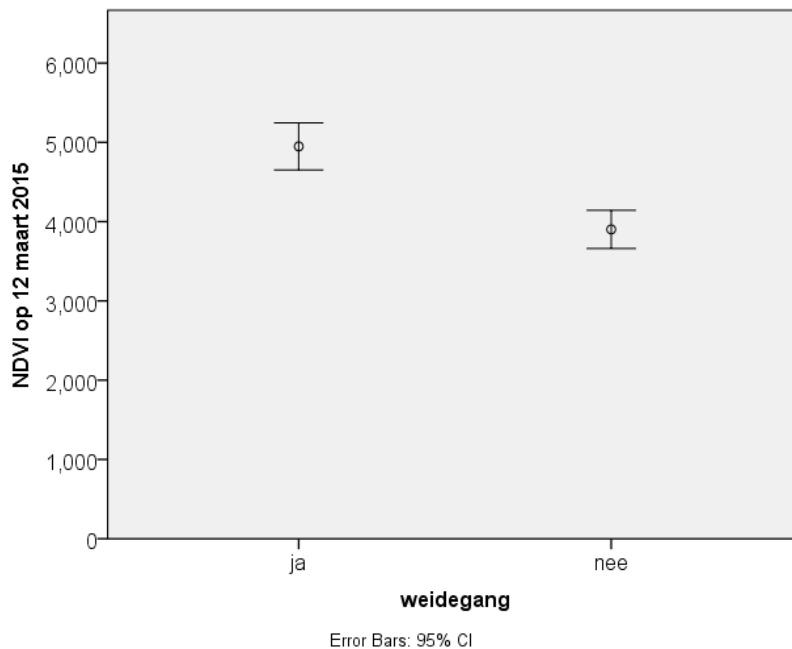
In de detailstudie voor de polder Koufurderrige zijn ook aanwijzingen gevonden dat beweiding ook invloed kan hebben op de schadeontwikkeling. Dit is gemeten aan de hand van de groenindex op percelen met muizenschade. Percelen met weidegang hadden een duidelijk hogere groenindex, zowel in maart als in april 2015<sup>7</sup> (figuur 5.9). Een hogere groenindex wijst op een hogere graslandproductie, zeker in het voorjaar. Dit wijst op gemiddeld genomen wat minder schade of een beter herstel. Beweiding zou mogelijk ook kunnen leiden tot vroeger uitstoelend gras met als gevolg een groener beeld; in hoeverre dit de groenindex beïnvloedt is onbekend.

---

<sup>7</sup> ANOVA  $F_{1,110} = 30.7, p < 0.000$



*Figuur 5.8. Percentage kilometerhokken op veengronden en kleigronden in Nederland met schademeldingen in relatie tot weidegang. Deze analyse is uitgevoerd voor de gridcellen waarvan middels de steekproef van het CLM bekend was of er wel of geen weidegang was. Zie figuur 5.3 voor een uitleg.*



*Figuur 5.9. De Groenindex (NDVI) op beweide en onbeweide grasland percelen in de Koufunderige op 12 maart 2015. Percelen met weidegang zijn significant groener.*

Beweiding lijkt vooral van betekenis te zijn in de fase vóór de ontwikkeling van een uitbraak. Dat spoort met de bevindingen in Frankrijk (Delattre & Girandoux 2008), waarbij wordt gewezen op de preventieve betekenis van weidegang. Aangekend moet worden dat weidegang een breed begrip is en beweiding in veel vormen kan worden toegepast. De kern is dat weidegang een rol speelt bij de kans dat zich een muizenuitbraak kan ontwikkelen. Zie verder paragraaf 5.6.

*Kunnen veranderingen in beweiding in de afgelopen decennia verklaren waarom uitbraken na ca. 2003 weer plaatsvonden en in de decennia daarvoor niet?*

Rond 1950 had 100% van de veestapel in Nederland weidegang, waarbij het vee in het zomerhalfjaar 24 uur per dag buiten liep. Veel graslanden werden gebruikt als hooiland, of als hooiland met beweiding. Huiskavels werden beweid. Halverwege de jaren zeventig had nog steeds vrijwel 100% van de veestapel weidegang, maar niet meer in de nacht door de opkomst van de ligboxstal. Tot de eeuwwisseling was er vrijwel overal nog sprake van weidegang, maar in dat patroon is verandering gekomen. In toenemende mate is sprake van stalvoeding. Aangezien melkveehouders in de laatste decade steeds meer met een melkrobot werken, wordt het melkvee jaarrond opgesteld (Keuper *et al.* 2011). In ZW Fryslân nam de weidegang af van vrijwel 100% in de periode tot 2000 naar 50-70% in 2013 (bron: CBS). Deze veranderingen zijn waarschijnlijk niet oorzakelijk verbonden met het terugkeren van muizenplagen (omdat een groot deel van de boeren nog steeds weidegang toepast), maar in combinatie met de andere factoren neemt de gevoeligheid voor uitbraken van Veldmuizen wel toe.

#### Samenvattend

In de afgelopen decennia is de beweiding in Nederland afgenomen. Het is daarom mogelijk dat de afname van de weidegang een rol speelt bij een vergrote kans op een muizenuitbraak. In elk geval is de gevoeligheid voor muizenschade bij muizenuitbraken groter in gebieden zonder weidegang. Voor een oorzakelijk verband is nader onderzoek nodig.

## **5.6 Samenhang van factoren**

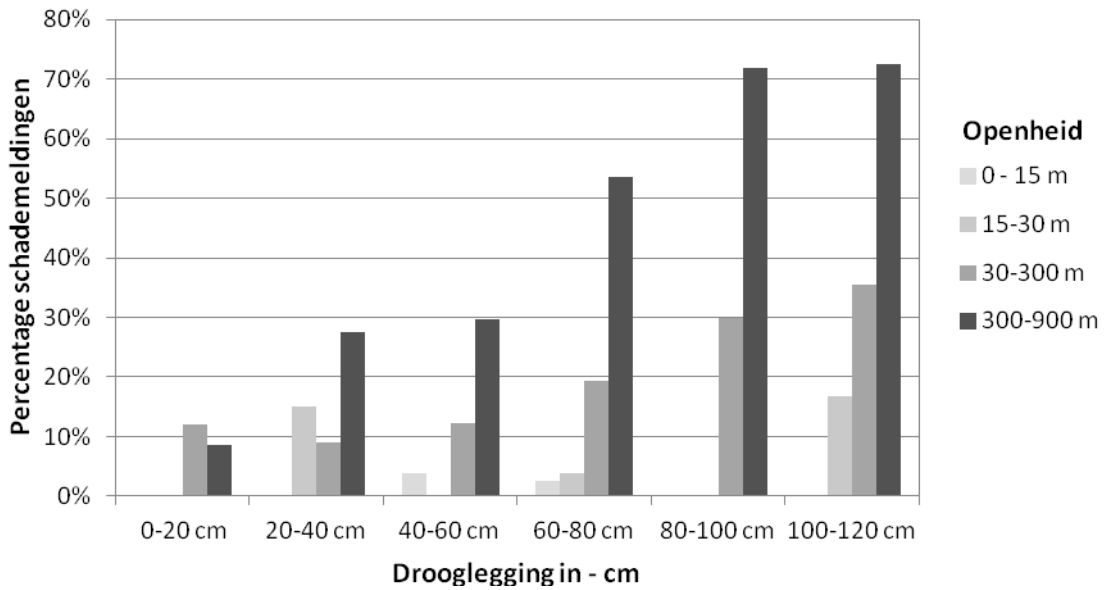
### **Literatuur**

In de voorgaande paragrafen zijn meerdere factoren genoemd die de kans op een muizenplaag beïnvloeden. Dat is ook in de literatuur uitgebreid beschreven. Uiteindelijk zijn alle factoren die de balans tussen sterfte en reproductie beïnvloeden van belang. De samenhang van al die factoren bepaalt of in een muizenpopulatie een uitbraak aanstaande is of een crash (ineenstorting van de populatie) nabij is. Het werkingsmechanisme van sterfte en reproductie houdt onderzoekers al decennialang bezig sinds de Britse onderzoeker Elton (1942) de cyclische populatieschommelingen van muizen onder de aandacht bracht. Verschillende onderzoeksgroepen hebben aandacht besteed aan de factoren die van belang zijn. Voor een recent overzicht daarvan verwijzen we naar Krebs (2013).

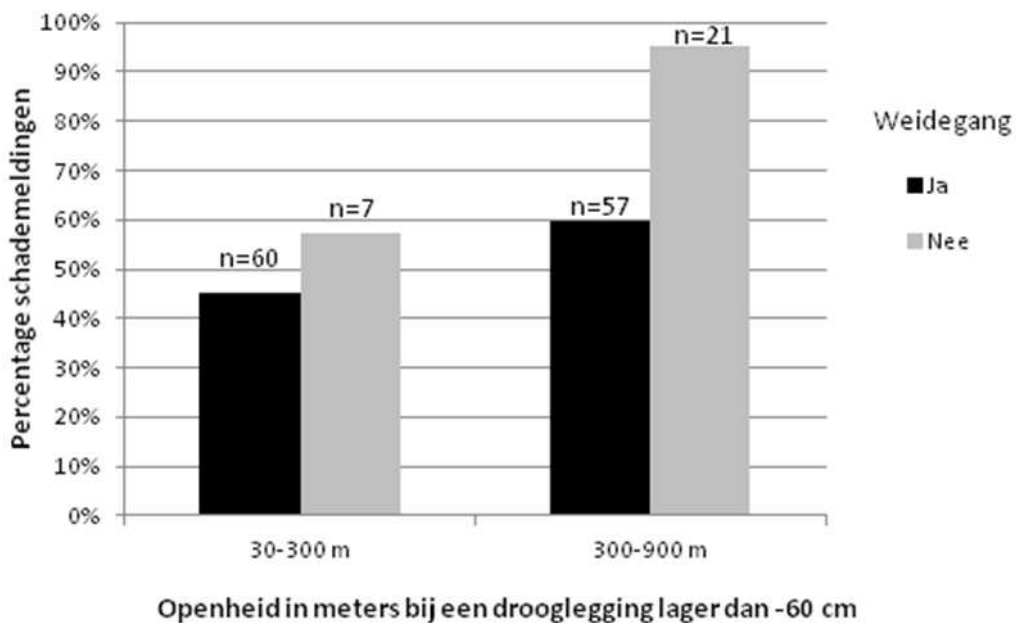
### **Samenhang van factoren in Nederland**

*Speelt samenhang van factoren een rol bij het ontstaan van de plaag in 2014?*

Het ligt voor de hand dat ook in Nederland de interactie van factoren belangrijk is. We hebben op basis van de beschikbare landelijke gegevens alleen de interactie tussen drooglegging, openheid van het landschap (bodem) en in mindere mate ook beweiding kunnen onderzoeken. Uit deze analyse komt naar voren dat er in gebieden met veel schademeldingen vaak sprake was van een combinatie van omstandigheden: een drooglegging van meer dan 80 centimeter,



Figuur 5.10. Percentage kilometerhokken op veengronden in Nederland met schademeldingen als functie van drooglegging en openheid. Het aantal schademeldingen per gridcel is uitgedrukt als percentage bij verschillende categorieën van drooglegging (x-as) in verschillende openheidsklassen. Zie figuur 5.3 voor een uitleg.



Figuur 5.11. Percentage kilometerhokken op relatief droge veengronden in Nederland met schademeldingen als functie van openheid en weidegang. Door de beperkte dataset zijn de resultaten alleen indicatief te interpreteren. Zie figuur 5.3 voor een uitleg.



een grote openheid en aanvullend het ontbreken van weidegang. In figuur 5.10 worden de effecten van drooglegging en openheid gecombineerd. Interactie van factoren kan in een dergelijke analyse een rol spelen; om die reden is nog verder ingezoomd op veengronden met een relatief grote drooglegging; daarbinnen is zonder weidegang een hoger percentage schademelders aangetroffen dan in situaties met weidegang (figuur 5.11).

Uit de statistische analyse in bijlage 2 blijkt, dat de factoren afzonderlijk, maar ook in samenhang, een significant verband laten zien met de mate waarin schademeldingen van boeren zijn gedaan. De verwachting is dat in dit complexe palet van factoren drooglegging een bepalende rol speelt, omdat die in combinatie met weersomstandigheden van invloed is op de overleving. Een laag risico op predatie is eveneens van groot belang, hetzij via de landschappelijke inrichting, hetzij via het lokale graslandgebruik. Weidegang speelt aanvullend een rol bij de kans op muizenuitbraken, vanwege het kortgegrasde gras en de betreding. Het is niet voor niets dat veel reigers (Blauwe reigers en Zilverreigers) graag tussen koeien en schapen lopen om te foerageren.

Toch ligt de situatie gecompliceerd omdat er op het hoogtepunt van de plaag geen maat staat op de voortplantingsdrift en verbreiding van de muizen. Dat blijkt ook uit het veldonderzoek in Fryslân in januari - maart 2015 (bijlage 1). Dit veldwerk is uitgevoerd toen de schade op zijn hoogtepunt was. De gegevens tonen geen correlatief verband tussen de aanwezigheid van Veldmuizen enerzijds en kruidenrijkdom, beweiding, begreppeling, drainage, drooglegging en bemesting anderzijds. Het dichtheid aan veldmuisholletjes in deze steekproef vertoont slechts de reeds besproken relatie met bodem, c.q. het daarbij behorende landschap. Deze analyse laat zien, dat op het hoogtepunt van de piek – en in het centrum van het plaaggebied - geen onderscheid bestaat tussen preferente en niet-preferente habitats. Weliswaar worden, analoog aan de bevindingen op nationale schaal, besloten zandgronden gemeden, maar daarbuiten worden op het hoogtepunt van de muizenuitbraak alle habitats bezet, ongeacht de drooglegging, kruidenrijkdom of beweiding.

Uit de uitgevoerde gesprekken met boeren op de locaties waar in september 2014 voor het eerst schade zichtbaar was op de groenmonitor blijkt dat de schade in alle gevallen is begonnen op droge hoger gelegen percelen op klei-op-veen gronden. Uit de gesprekken bleek tevens, dat de muizenactiviteit in alle gevallen begonnen is langs de slootkant. In sommige gevallen was sprake van een verhoogde activiteit in wegbermen, maar de muizen verspreiden zich daarna alsnog naar de slootkanten. In de vijf interviews werd aangegeven dat op deze droge percelen het gras langer (10-15 cm) was dan op omliggende percelen. De percelen waar de schade begonnen is, waren in alle gevallen onbeweid.

*Tabel 5.2: Overzicht van de percelen waar de eerste schade is vastgesteld. Bij één boer was de schade een direct gevolg van muizen op de aanliggende percelen, en is om die reden niet in de tabel opgenomen.*

	Grondsoort	Drooglegging	Start schade	Graslengte	Beweiding
<b>Boer 1</b>	Klei	>80 cm	Berm/slootkant	10 - 15 cm	Nee
<b>Boer 2</b>	Klei op veen	>80 cm	Slootkant	± 10 cm	Nee
<b>Boer 3</b>	Klei op veen	>80 cm	Slootkant	± 10 cm	Nee
<b>Boer 4</b>	Klei op veen	>80 cm	Berm/slootkant	10 - 15 cm	Nee

Bij één boer waren de percelen, die het jaar ervoor waren geploegd en ingezaaid, niet of nauwelijks aangetast. Dit heeft vrijwel zeker met de landbewerking te maken gehad. Tijdens het uitvoeren van ingrepen op het land (frezem, inzaaien etc.), is geconstateerd dat de aanwezige muizen zich terugtrokken naar de slootranden of naar de perceelsopgangen. Vanuit hier werd na verloop van tijd weer nieuwe schade vastgesteld.

*Kunnen veranderingen in de samenhang van factoren in de afgelopen decennia verklaren waarom uitbraken na ca. 2003 weer plaatsvonden en in de decennia daarvoor niet?*

Uit de literatuuranalyse komen verschillende factoren naar voren die op het niveau van landgebruik en landschappelijke structuur een rol (kunnen) spelen bij de kans op een muizenuitbraak. Aangezien er gedurende langere tijd geen uitbraken zijn geweest en weersomstandigheden daar hoogstens ten dele een verklaring voor kunnen bieden, is het een relevante vraag of grootschalige landschappelijke veranderingen daaraan ten grondslag liggen. De factoren waar het om gaat zijn de landschappelijke structuur (openheid, areaal en aard van het grasland), landgebruik (bemesting, weidegang), drooglegging en predatie. In tabel 5.3. hebben we deze ontwikkelingen kwalitatief samengevat en met een kleur aangegeven in hoeverre de status of de ontwikkeling meer risico met zich meebrengt. We geven een duiding van de factoren en gaan daarna in op wat dit zou kunnen betekenen.

Tabel 5.3: Overzicht van factoren die de kans op een muizenplaag beïnvloeden.

Muizenvoorkeur	Trend in de afgelopen decennia	Oordeel (vanuit perspectief van mensen)
1. Passen in de muizen­cyclus	Eens in de 3 tot 4 jaar is er een piek. (het eerstvolgende mogelijke piekjaar is 2017)	Neutraal
2. Een droge zomer en voorafgaande droge winter	Er zijn steeds vaker droge seizoenen (klimaatverandering)	Ongunstig
3. Open landschap	Het landschap is van oudsher zo open als het is Percelen zijn wel homogener geworden	Ongunstig
4. Veengebieden en kleigebieden	De bodem verandert niet	Neutraal
5. Geen predatoren	Het lijkt iets beter te gaan met predatoren.	Gunstig
6. Graslanden	Het areaal grasland is gelijk gebleven.	neutraal
7. Grote drooglegging	Er is een enorme drooglegging, met name in Fryslân	Ongunstig
8. Stikstofrijk gras	Engels raaigras wordt veelvuldig ingezaaid	Ongunstig
9. Lang gras in de winter	Gras groeit door klimaatverandering langer door en wordt in het late najaar niet gemaaid	Ongunstig
10. Geen weidegang	Weidegang komt steeds minder voor	Ongunstig

De graslandkwaliteit is in de afgelopen decennia sterk veranderd, van kruidrijk naar kruidenarm, maar welke invloed dit aspect heeft op Veldmuizen is onbekend. Met de hoge bemesting (met Stikstof) in de jaren 1970-2000 is sprake geweest van een groot mineralenoverschot en een hoge grasproductie. Ook de energetische kwaliteit van het gras is verbeterd (meer eiwitrijk gras); vanuit het perspectief van een herbivore soort als de Veldmuis is dit positief. Tenslotte lijkt er momenteel per saldo een hogere predatiedruk te zijn dan in het tijdvak 1960-2000. In de afgelopen decennia zijn er belangrijke veranderingen in drooglegging en landgebruik geweest, en op hoofdlijnen veel minder in de landschappelijke structuur. De geschetste kwalitatieve veranderingen wijzen niet eenduidig op een zodanige verandering dat die oorzakelijk in verband gebracht kan worden met het opnieuw optreden van muizen­uitbraken. Wel is het zo, dat de relatief grote drooglegging van de graslanden in

combinatie met het open landschap, de homogeniteit van de graslanden en de verminderde weidegang muizen uitbraken in de kaart spelen. Dit is consistent met sturende factoren uit de literatuuranalyse. Het huidige Friese veen- en kleilandschap is kennelijk zeer ontvankelijk geworden voor muizenplagen.

Het is dus niet een zoektocht naar een enkelvoudige oorzaak, maar meer de vraag in hoeverre de verschillende factoren de balans tussen sterfte en reproductie doen doorslaan naar massale reproductie. Denk bijvoorbeeld aan situaties waarbij een regulier piekjaar in de gangbare cyclus samenvalt met voor muizen optimale weersomstandigheden in een open tamelijk homogeen landschap, waar tegelijkertijd de dichtheid aan predatoren voorafgaand aan de piek laag is.

Op grond van de interactie van factoren en de trends per factor lijkt er een gerede kans dat zich ook in de toekomst plagen zullen voordoen. Daarbij zijn in eerste instantie de weersomstandigheden bepalend. In combinatie met klimatologische veranderingen die leiden tot een situatie dat grasland langer de winter in kan gaan, speelt dat de overleving van muizen in de kaart.

## 5.7 Oorzaken van het autonome verdwijnen van plagen

Muizenplagen gaan van nature over. In Hoofdstuk 2 is al aangegeven dat de massale sterfte in de winter als gevolg van kou en neerslag een natuurlijk proces is. Ook de forse regenval eind 2015 lijkt de muizen uitbraak, voor zover die nog aanwezig was, te doven.

Ziekten worden in zijn algemeenheid genoemd als een van de factoren die er toe zouden kunnen leiden dat een bestaande uitbraak versneld ten einde komt. Krebs (2013) komt in een uitgebreid overzicht van uitbraken en crashes van muizenpopulaties tot de conclusie dat ziekten niet vaak zijn ter herleiden als hoofdoorzaak van het ineensstorten van uitbraken. Wat waarschijnlijk vooral speelt, is dat door de hoge reproductiesnelheid van muizen het immuunsysteem kan verzwakken, wat de muizen kwetsbaar maakt voor verschillende stressfactoren (pers. med. M. Gerkema, Afd. Chronobiologie Rijksuniversiteit Groningen; zie ook Krebs 2013). Ongunstige weersomstandigheden, ziekten of veel predatie – of een combinatie daarvan – zijn alle zaken die bijdragen aan de stress, en bijgevolg een crash kunnen inleiden. Daarbij moet bedacht worden dat - net als bij de opkomst van plagen – er verschillen in tijd en ruimte zijn. Met andere woorden, waar op de ene plaats een uitbraak tot stilstand komt kan elders nog sprake zijn van een opleving. De situatie in Fryslân in 2015 heeft dat duidelijk laten zien.

Een belangrijke achterliggende vraag is, of het beter is om muizen uitbraken te laten 'uitrazen' (want sneller voorbij) of dat er ingegrepen moet worden, met de kans dat de populatie minder verzwakt raakt. We hebben hier nog onvoldoende kennis over.

## 5.8 Synthese en conclusies

Op basis van de literatuurstudie en de analyse van de beschikbare en verzamelde onderzoeksgegevens, kan een aantal conclusies worden getrokken:

- De in dit hoofdstuk samengevatte informatie uit literatuur en velddata onderschrijft de analyses van veel bronnen dat er geen enkelvoudige oorzaak is.
- De volgende factoren hebben mede invloed op het ontstaan van plagen en schade: het weer, de openheid van het landschap en het daarmee samenhangende predatierisico, de drooglegging (ontwatering) en de afname van de beweiding sinds het eind van de jaren '90. In dit palet speelt het weer een bepalende rol vanwege de invloed op de overleving in combinatie met de drooglegging. Een laag risico op predatie is eveneens van groot belang, hetzij via de landschappelijke inrichting, hetzij via het lokale graslandgebruik. Weidegang speelt aanvullend een rol bij de kans op muizenuitbraken.
- Tijdens de laatste fase van de plaag in het vroege voorjaar van 2015 kwamen Veldmuizen in Fryslân in hoge dichtheden voor op allerlei typen percelen. Er is op dat moment geen helder patroon gevonden met de achterliggende variabelen van beheer of inrichting. Dit is consistent met de bevindingen in de literatuur dat in de piekfase – en in het centrum van de plaag - Veldmuizen ook minder geschikte habitats koloniseren en daar hoge dichtheden bereiken. Kortom, ze zitten dan overal.
- Op de locaties waar de plagen zijn ontstaan is sprake van een relatie tussen de aanwezigheid van muizen en een aantal factoren. Al deze locaties liggen in zeer open landschap op klei-op-veengronden, hebben een grote drooglegging, geen weidegang en relatief lang gras in het najaar.
- Op basis van het voorafgaande, lijkt het huidige open Friese landschap, althans de veen- en kleigronden, zeer ontvankelijk voor muizenuitbraken aangezien aan alle randvoorwaarden wordt voldaan, met name door:
  - de grote aanwezigheid van permanent grasland in Fryslân, veelal met een grote drooglegging
  - de beperkte en afnemende weidegang, waardoor graslanden geschikter worden als permanent leefgebied voor muizen,
  - een relatief groot oppervlak aan kades en bermen met permanent, licht betreden grasland, waar muizen zich permanent kunnen handhaven,
  - de openheid, de homogeniteit en het geringe aandeel akkers, heggetjes, bosjes en andere opgaande kleine landschapselementen. De laatste zijn leefgebieden waar Veldmuizen zich juist niet permanent kunnen handhaven, die een snelle verspreiding belemmeren en die gunstig zijn voor het voorkomen van predatoren.



*Karakteristieke beelden van een kade en een perceel op veengrond, met muizenschade (maart 2015).*



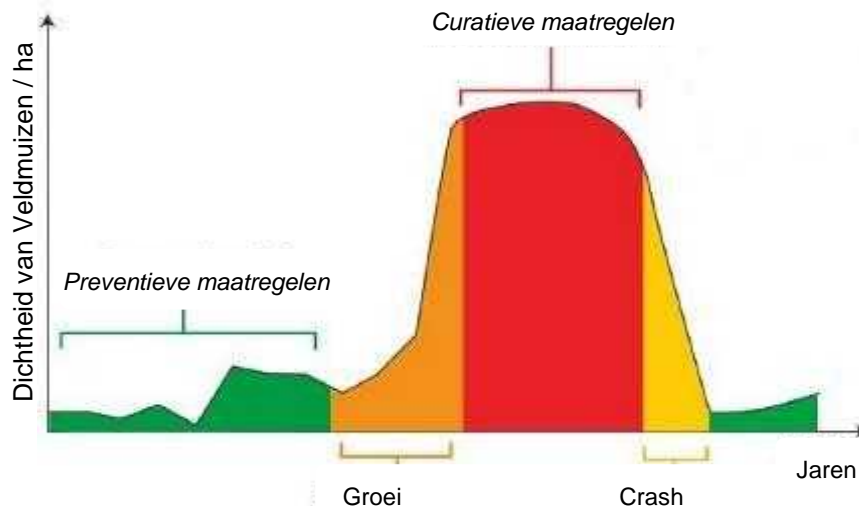
*Voorbeelden van bevloeiing van percelen met water zoals toegepast door boeren in Fryslân op een groot aantal percelen in het klei-op-veen- en kleigebied in Fryslân (foto's J. Haverkamp).*

## 6 Mogelijkheden om muizenplagen te beheersen

### 6.1 Inleiding

Knaagdieren, ratten en muizen in het bijzonder, staan al sinds mensenheugenis bekend als plaagdieren en zolang zijn er ook pogingen om ze te bestrijden en schade te beperken. Vandaag de dag wordt een breed scala aan maatregelen toegepast voor knaagdierbestrijding. Veel hiervan zijn echter niet geschikt voor inzet bij grootschalige muizenplagen of niet effectief wanneer de uitbraak op zijn hoogtepunt is. In dit hoofdstuk gaan we hier nader op in. We maken daarbij onderscheid in preventieve en curatieve maatregelen. Preventieve maatregelen zijn bedoeld om plaagsituaties en schade te voorkomen of te beheersen. Curatieve maatregelen hebben als doel muizen te doden of te verdrijven, en deze worden in de praktijk in Europa vaak ingezet in de groeifase en tijdens de piek (figuur 6.1). Bij een geïntegreerde aanpak wordt vroegtijdig een combinatie van maatregelen toegepast (pers. med. P. Giraudoux).

Allereerst is op basis van een literatuuranalyse<sup>8</sup> een overzicht van maatregelen gemaakt die Europees worden toegepast en al dan niet in de Nederlandse situatie geschikt zijn voor inzet bij grootschalige plagen (paragraaf 6.2). Boeren hebben in 2014-2015 diverse maatregelen uitgevoerd om muizenschade tegen te gaan; deze informatie is betrokken uit het LTO-schademeldpunt en, mede aan de hand van aanvullende interviews met boeren, uitgewerkt in paragraaf 6.3. Enkele van de kansrijke maatregelen zijn nader onder de loep genomen aan de hand van monitoring van de muizenpopulatie of indirect via de groenindex (paragraaf 6.4).



Figuur 6.1 Vereenvoudigde voorstelling van de fluctuaties van muizenpopulaties en de inzet van preventieve en curatieve maatregelen (naar Delattre & Giraudoux 2008).

<sup>8</sup> We hebben een groot aantal bronnen geraadpleegd, zowel betrekking hebbend op de Nederlandse als de buitenlandse situatie. De belangrijkste bronnen - Tobin & Fall 2004, Jacob & Pelz 2005, Jacob & Tkadlec 2010 en Jacob *et al.* 2014 - betreffen reviews op basis van >350 titels, die uitsluitend of grotendeels betrekking hebben op veldmuisplagen. Aanvullend is de Russische literatuur geanalyseerd (met dank aan Dasha Shergalina), waarbij meer dan 250 titels zijn doorgenomen.

## 6.2 Overzicht van mogelijke maatregelen uit de literatuur

Over het bestrijden van knaagdieren is veel literatuur beschikbaar (o.a. Tobin & Fall 2004, Jacob & Pelz 2005 en Jacob & Tkadlec 2010). Dit vanwege wereldwijd frequent voorkomende muizenplagen, maar ook vanwege grootschalige schade door ratten aan oogsten in Afrika, Azië en elders (bijv. (Stenseth *et al.* 2001; Singleton *et al.* 2010). In dit overzicht gaat het om maatregelen die betrekking hebben op (Veld)muizen. Op basis van ons bronnenonderzoek onderscheiden we 20 curatieve en 12 preventieve maatregelen (tabel 6.1). Ook zijn er herstelmaatregelen (bijvoorbeeld opnieuw inzaaien), die deels ook curatief worden ingezet. Een aantal toepassingen uit de literatuur heeft betrekking op de bosbouw, waar muizenvraat bij nieuwe aanplanten een probleem kan zijn.

### Curatieve maatregelen

Als een muizenplaag eenmaal aanstaande is, is het vaak te laat om schade te voorkomen. Toch wordt vandaag de dag in Europa veelal pas ingegrepen wanneer dat het geval is (Jacob & Pelz 2005). Curatieve maatregelen om schade te beperken door muizen te verdrijven of te doden, worden dus genomen wanneer de populatie ten minste sterk aan het groeien is of op zijn hoogtepunt is. Dergelijke maatregelen moeten dan op grote schaal kunnen worden ingezet en tegelijkertijd doelmatig zijn. De meeste methoden voor knaagdierbestrijding voldoen niet bij een grootschalige inzet (Jacob & Pelz 2005, Tobin & Fall 2004).

Er zijn verschillende curatieve methoden. In de eerste plaats zijn er maatregelen om dieren *direct* te doden, namelijk door ze te vangen (V), te doden door vergassing (G) of te doden door de inzet van rodenticiden (Rc, Rp). De tweede groep betreft maatregelen waarmee de muizen *indirect* – maar soms ook direct - worden gedood of verdreven via fysieke landbewerking (F) of door inundatie of bevoeiing van de graslanden met water (IB). In de derde plaats zijn er maatregelen die muizen weren of verdrijven door gebruik te maken van afweermiddelen (A), of door het habitat voortdurend ongeschikt te houden (bij voorbeeld door de vegetatie kort te houden) door specifiek landgebruik (L). Ten slotte zijn er nog enkele andere aanpakken naar voren gebracht (O) waaronder het uitrasteren van kwetsbare teelten. De genoemde methoden staan in tabel 6.1 vermeld onder de letters die hiervoor zijn genoemd.

#### Vangen (V), vergassen (G) en vergiftiging (rodenticiden – Rc, Rp)

Volgens Jacob & Pelz (2005) en Jacobs *et al.* (2014) zijn er buiten de inzet van rodenticiden geen (goede) alternatieven voor *directe* bestrijding van grootschalige muizenplagen. Andere maatregelen bedoeld om dieren direct te doden (bijv. vangen) zijn nauwelijks toepasbaar op grote schaal en ineffectief bij zeer hoge dichtheden van Veldmuizen. In het voorjaar van 2015 is door enkele bedrijven in Nederland het vergassen van muizen met CO<sub>2</sub> geïntroduceerd. Deze methode mag tot op heden niet worden toegepast. Volgens Roerink *et al.* (2015) kan deze methode in potentie geschikt zijn, maar er zijn nog vragen omtrent neveneffecten op het bodemleven en de effectiviteit.

Rodenticiden worden in verschillende Europese landen (en ook wereldwijd) toegepast voor het bestrijden van knaagdieren (Singleton *et al.* 2010, Jacob & Tkadlec 2010). Rodenticiden op basis van pathogenen of bacteriepreparaten (Rp) zijn niet geschikt voor (grootschalige) toepassing, vanwege de grote risico's voor het milieu en de volksgezondheid (Box 5). Chemische rodenticiden (Rc) zijn betrekkelijk goedkoop en werden – en deels worden – op grote schaal toegepast. Het betreft vrijwel steeds middelen op basis van zink- of aluminiumfosfide of anticoagulanten zoals Bromadiolone. Vooral de laatste groep heeft verstreckende neveneffecten op het milieu met doorwerkende effecten op roofvogels, uilen en kleine zoogdieren (Newton *et al.* 1990, Berny *et al.* 1997, Van den Brink 2014, Coeurdassier *et*



al. 2014). Ook over zink- en aluminiumfosfide zijn er twijfels over de neveneffecten. Middelen op basis van aluminiumfosfide worden in Israel nu afgeschaft vanwege de risico's voor de volksgezondheid (Y. Motro pers. med.) en zijn elders niet voor bestrijding van Veldmuizen toegestaan vanwege twijfels over de effectiviteit (informatie Pest Management Conferentie, Sevilla, september 2015).

In een aantal Europese landen, waaronder Duitsland, is de oppervlakkige aanwending van genoemde rodenticiden niet toegestaan en is men verplicht om het giff in holletjes te deponeren. In andere landen is oppervlakkige aanwending wel toegestaan, maar dan in een zeer lage dosering (Frankrijk). In Nederland is het gebruik van rodenticiden in het open veld niet toegestaan; middelen op basis van anticoagulanten mogen alleen toegepast worden in en rondom gebouwen, alleen door gecertificeerde plaagdierbestrijders. Middelen op basis van zink- of aluminiumfosfide zijn wel toegelaten in het open veld voor de bestrijding van Mollen en woelmuizen door bestrijders met een specifieke licentie. In augustus 2015 is door het ministerie van EZ een tijdelijke ontheffing verleend voor het gebruik van Luzan Mollentabletten voor de bestrijding van muizen in de akkerbouw in Noord-Nederland. Er is geen informatie voorhanden over de effectiviteit, maar daar zijn wel gereede twijfels over.

#### Fysieke landbewerking (F, L), inundatie en bevoeiing (IB)

Bij eggen, frezen en ploegen van akkers en graslanden, in het laatste geval bedoeld om graslanden opnieuw in te zaaien of maïs te verbouwen, wordt de bovenste bodemlaag (bijna) letterlijk op de kop gezet. In dat geval wordt de hele structuur van gangenstelsels in de bodem vernietigd en gaan ook veel muizen dood (Bonnet *et al.* 2013, Jacob & Hempel 2003, Jacob 2003a). Volgens onderzoek aan deze landbewerkingen is de overleving dan heel laag (Bonnet *et al.* 2013). Dit geldt zowel voor het opnieuw inzaaien van grasland met voorafgaand frezen of ploegen als het verbouwen van maïs. In Frankrijk (Jura) maken deze maatregelen deel uit van de integrale aanpak voor de bestrijding van Woelratten (pers. med. P. Girandoux). Maaien leidt in beperkte mate tot een afname van de muizenpopulatie (o.a., Beemster & Dijkstra 1991, Beemster & van Rijn 1995, Schlaich *et al.* 2015). De effecten van beweiding zijn afhankelijk van de beweidingintensiteit (o.a. Beemster & Vulink 2013).

In de literatuur is nauwelijks informatie te vinden over de inzet van water voor bestrijding. Daarvoor zijn de mogelijkheden in het buitenland ook nauwelijks aanwezig, en is er dus geen ervaring mee. In Nederland zijn die opties er wel. Jacob (2002) en Beemster & Vulink (2013) geven aan dat inundatie een sterk negatief effect heeft op populaties van Veldmuizen.

#### Overige maatregelen (A, O)

In de literatuur worden verschillende andere methoden genoemd om knaagdieren in het algemeen en muizen in het bijzonder te bestrijden. Sommige onderzoekers stellen dat woelmuizen gevoelig zijn voor bepaalde geurstoffen (bijv. knoflook, Hondstong *Cynoglossum officinale* en *Echinops*-extracten) en dat die kunnen worden ingezet voor bestrijding (o.a. Lysenko z.j., Jacob & Pelz 2005). In de meeste gevallen gaat het om zeer kleine oppervlakten en niet om grootschalige inzet. Echter, stikstof-zwavel (zie tabel 6.1) wordt op grotere schaal gebruikt in Duitsland. De methode met Knoflook-Bentoniet is door waterschappen ingezet op keringen (resultaat wetenschappelijk niet aangetoond). Andere methoden – bijv. toepassing van feromonen of uitrastering – zijn of niet geschikt voor toepassing in het veld of niet haalbaar op grote schaal. Inzet van genetische technologie is riskant, heeft potentieel grote gevolgen voor de veiligheid, en de publieke acceptatie is op zijn minst twijfelachtig. Daarnaast zijn er praktische problemen. Of het gebruik werkt in een metapopulatie is twijfelachtig en de vraag over hoe het gecontroleerd kan worden is nog niet beantwoord (Esvelt *et al.* 2014).

### Box 5. Pathogene (microbiologische) rodenticiden

Over de inzet van pathogenen voor de bestrijding van muizen is weinig informatie beschikbaar. Toch zijn pathogenen al lang in beeld: Al in 1904 schrijft P. Gordau in *Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz* (Jahrgang II, Heft 5, pag. 115) over het verdelgen van Veldmuizen met de zogenaamde 'Loefflersche bacil'. Deze bacterie werd als 'muizentyphus bacil' getypeerd. Van grootschalige toepassing van specifiek deze bacterie is niets bekend. Er zijn slechts enkele introducties bekend van ziekteverwekkers voor bestrijding van plaagdieren, in het bijzonder Veldmuizen (zie hierna). Tobin & Fall (2004) geven aan dat het introduceren van biologische agenten om knaagdieren te bestrijden in beginsel een veelbelovend onderzoeksveld is, maar dat het een grote uitdaging is om een geschikt pathogeen te vinden die het gewenste effect heeft, een gemakkelijk overbrenging en doelsoort specifiek is (zie ook Singleton & Redhead 1990).

Er zijn wel pogingen gedaan om pathogene bestrijdingsmiddelen te ontwikkelen, maar die resulteerden in ecologische en milieuproblemen (denk aan Myxomatose bij konijnen in Australië). In de Russische literatuur wordt de toepassing van bacteriën genoemd, waaronder cultures die aan voedsel worden toegevoegd (Merezhkovky's bacterie, Shtamm No 5170). Zo werden volgens Gromov & Plyoakov (1977) in de voormalige USSR twee bacteriologische rodenticiden gebruikt, die gebaseerd waren op *Salmonella* bacteriën. De effectiviteit van deze middelen is volgens Gromov & Plyoakov (1977) afhankelijk van het gebruik, de kwaliteit van het preparaat en de 'staat van de knaagdier-populatie'. Wat met dat laatste wordt bedoeld is niet helder.

In contacten met derden is bij herhaling de inzet van muizenpokken geopperd als potentieel bestrijdingsmiddel. Er is informatie die er op wijst dat muizenpokken – *Extromelia* - dodelijk voor muizen zijn. Muizenpokken zijn nauw verwant aan waterpokken, reden waarom er met grote zorg mee wordt omgegaan. Muizenpokken hebben vooral bekendheid gekregen rond de onopzettelijke ontwikkeling van een dodelijk virus door Australische onderzoekers. Ze hoopten het muizenpokken virus zodanig te wijzigen dat het onvruchtbaarheid zou veroorzaken bij muizen, omdat die destijds een majeure plaag in Australië vormden. Het gewijzigde virus bleek zowel resistente als tegen muizenpokken gevaccineerde muizen te doden (Jackson et al. 2001). Deze wijziging van het virus – en de daarbij gebruikte techniek - wordt als bijzonder risicovol gezien, ook in het licht van bioterrorisme (EMBO Rep. 2010 Jan; 11(1): 18–24. The Mousepox experience).

#### Toepassing

Met uitzondering van het gebruik van Bacteroncide™ in de Oekraïne en mogelijk ook in andere voormalige Russische staten in het oosten waar geregeld grote woelmuisplagen heersen (Jacob & Pelz 2005), zijn ons tot op heden geen situaties bekend waarbij in het open veld muizenpokken of andere pathogenen zijn uitgeprobeerd als management optie voor muizenplagen. In Duitsland is het gebruik van Bacterie-preparaten met *Salmonella* bacteriën al sedert 1936 verboden. Ook in Nederland is dit middel verboden. De WHO heeft al in 1967 gewezen op de grote gevaren voor de volksgezondheid (Jacob & Pelz 2005). Uit bovenstaande blijkt dat andere pathogene stoffen zo mogelijk nog gevaarlijker zijn en derhalve niet in beeld zijn voor knaagdierbestrijding.

Tabel 6.1 Samenvattend overzicht van preventieve en curatieve maatregelen die in Europa en elders worden ingezet bij de bestrijding van woelmuizen, en al dan niet geschikt zijn voor de toepassing bij grootschalige muizenplagen. Bronnen genoemd onder aan de tabel. De verschillende maatregelen worden uitgebreider besproken in Beemster et al. (2015), bijlage 1.

type	maatregel	effect op muizen	belangrijke neveneffecten	geschiktheid grootschalige toepassing	Toepassing in de praktijk
<i>Preventieve maatregelen</i>					
A	Afweerstoffen - repellents	mijden van locatie	onbekend, geen	zeer beperkt tot ongeschikt	worden nauwelijks gebruikt in de praktijk
O	Hoge concentraties antivraatstoffen	sturen op cycli	onbekend, geen	ongeschikt	niet
O	Genetische technologie - bijv. 'gene drives'	beïnvloed sexe verhouding	vele	ongeschikt	niet
Pb	Kort houden vegetatie - maaien	habitat minder geschikt	geen	geschikt in muizenarme jaren	
Pb	Kort houden vegetatie - beweiding	habitat minder geschikt	geen	geschikt in muizenarme jaren	lokaal in Europa, Fryslân zeer beperkt
Pb	Vegetatievrije randen om gewassen	habitat ongeschikt	geen	geschikt in muizenarme jaren	in bosbouw en tuinbouw in Europa
Pi	Meer kruidenrijke graslanden		ecologisch positief	nader uitzoeken	nog niet van toepassing
Pi	Barrières via landschappelijke inrichting	uitbreiding wordt verhinderd of vertraagd	verandering aard van het landschap	beperkt voor graslandgebieden	Duitsland: bij nieuwe aanplant in kwekerijen
Pi	Habitat fragmentatie	uitbreiding wordt verhinderd of vertraagd		beperkt voor graslandgebieden	
Pp	Bevorderen predatie / predatoren	toename predatie	predatie andere diersoorten (weidevogels)	beperkt	beperkt, o.a. bij geïntegreerde plaagbestrijding; Succesvol toegepast bij primaire keringen in combinatie met beweiding
Pw	Hogere waterpeilen in winter	vergroten natuurlijke sterfte	uitspoeling nutriënten? Minder CO <sub>2</sub> uitstoot, effect op grasgroei	perceel en gebiedsniveau	nog niet toegepast -
Ip	Geïntegreerde plaagbeheersing	habitat ongeschikt, vergroten sterfte	toepassing van rodenticiden in lage doses en onder voorwaarden	mogelijk groot maar mogelijk met neveneffecten	Frankrijk
<i>Curatieve maatregelen</i>					
V	Muizen lokken en bestrijden	sterfte	onbekend, geen	zeer beperkt	niet in NL, in bossen in Rusland, ook als idee geopperd door boeren
A	Inzet feromonen	verdrijven van muizen	onbekend	niet	niet geschikt voor veldtoepassingen
A	Stikstof-zwavel meststof	verdrijven van muizen, additionele sterfte	effecten op grasgroei, uitspoeling?	perceelsniveau	Duitsland grootschalig, in Nederland toegepast op een aantal bedrijven
A	Knoflook-Bentoniet	verdrijven van muizen	onbekend, geen		toegepast op keringen door Waterschap Zuiderzeeland en Wetterskip Fryslân

F	Fysieke bewerking grasmat zoals rollen, aanrijden (bandenspoor) en slepen	vergroten sterfte	negatief bodemfauna en weidevogels	perceelsniveau	doden, schade herstellen en beperken
F	Ploegen, frezen en eggen	sterfte, volledig op kop zetten habitat	negatief bodemfauna en weidevogels	lokaal voor haarden	meestal in combinatie met noodzakelijk herinzaai
F	Andere gewassen – bijv. mais.	habitat ongeschikt	landschappelijk veranderingen, ook voor andere dieren, zoals weidevogels	deels, perceelsniveau	in combinatie met ploegen
G	CO <sub>2</sub> methode	sterfte	ook andere dieren gaan dood, planten?	perceelsniveau	zeer beperkt, kostbaar en vergunning nodig
IB	Beregenen	verdrinken, sterfte	uitspoeling nutriënten? Verder geen effect op grasgroei	perceelsniveau	veelvuldig: boeren 2014-2015
IB	Dichten greppels en drains	vergroten sterfte		perceelsniveau	veelvuldig: boeren 2014-2015
IB	Bevloeiing via sleepslang of anders	verdrinken, sterfte	uitspoeling nutriënten? Effect op grasgroei? Verder geen	perceelsniveau	veelvuldig: boeren 2014-2015
IB	Inundatie - kort of lang	verdrinken, sterfte	uitspoeling nutriënten? Effect op grasgroei? Verder geen	perceelsniveau	beperkt: boeren 2014-2015
IB	Zodebemesting met veel water	vergroten sterfte		perceelsniveau	beperkt: boeren 2014-2015
L	Beweiding	habitat ongeschikter		perceelsniveau	beperkt: boeren 2014-2015
O	Ontwikkeling zaad met coatings	Geen	vreten niet aan gecoate zaden	geen	Niet van toepassing
Rc	Rodenticiden - zinkfosfide	sterfte bijna 100%	effecten op niet-doelsoorten	zeer geschikt / ongeschikt	wereldwijd, Europa, niet in open veld in Nederland
Rc	Rodenticiden - anticoagulanten	sterfte bijna 100%	effecten op niet-doelsoorten	zeer geschikt / ongeschikt	zeer beperkt in Europa, niet in open veld in Nederland
Rp	Introductie muizenpokken	sterfte	grote risico's volksgezondheid	niet	niet, vanwege grote risico's voor mens en dier
Rp	Bacterie preparaten (Salmonella enterides var Issachenko)	Sterfte	risico's volksgezondheid	in potentie groot, maar gevaarlijk	in Europa verboden, wel in enkele voormalige Russische staten
V	Plaatsen van vallen	sterfte (klein deel populatie)	geen	niet geschikt	niet geschikt voor grootschalig plaag
O	Uitrasteren	habitat onbereikbaar	ook voor andere dieren onbereikbaar	niet	alleen van toepassing bij bijzondere gewassen

## Bronnen:

*Esvelt et al. 2014, Evans et al. 2006, Jackson et al 2001, Jacob & Pelz 2005, Jacob & Tkadlec 2010 in Singelton et al. 2010, Jacob 2003a, 2003b, Marrinikha, Massey et al. 2008, Timchenko z.j., Tobin & Fall 2004, van Wijngaarden 1957a, van Apeldoorn 2005, Roerink et al. 2015, dit rapport.*

### Preventieve maatregelen

Preventieve maatregelen zijn bedoeld om schade te beperken en risico's te reduceren, zonder dat het nodig is om veel dieren te doden, omdat de maatregelen worden ingezet vóórdat er sprake is van een plaag. Van Wijngaarden (1957a) is één van de eersten die schrijft over preventieve maatregelen. Uit zijn onderzoek in 1955 in de Betuwe blijkt dat muizen uitbraken vooral in plaatsvonden in zogenaamde 'backswamp grasslands' (extensieve graslanden), terwijl intensief gebuikte percelen door de muizen werden gemeden. Hij verwachtte daarom dat het muizenprobleem goeddeels zou verdwijnen met de intensivering van het graslandgebruik. Vanaf de jaren zestig tot aan de eeuwwisseling bleven muizenplagen inderdaad uit (hoofdstuk 2 en 3). Anno 2015 zijn de muizen evenwel terug op het toneel en zijn ze bij uitbraken ook volop in monotone intensieve graslanden te vinden. Blijkbaar weten ze goed om te gaan met de moderne bedrijfsvoering (Bonnet *et al.* 2013).

In de literatuur wordt vrij eenduidig over preventieve maatregelen gesproken. Ze hebben vrijwel alle te maken met inrichting (Pi) en het beheer (Pb) van het landschap en de habitat (percelen, bermen, waterkeringen) van muizen. Een toegesneden vegetatiebeheer kan relevant zijn voor primaire habitats in muizenarme jaren. In de literatuur worden ook 'brandgangen' genoemd rond kwetsbare gewassen. Dit zijn kale stroken grond (of met een zeer korte vegetatie) die niet geschikt zijn voor muizen. In een grootschalig polderlandschap is deze methode minder goed inpasbaar op grote schaal. Beweiding en betreding zijn zeer relevant (Evans *et al.* 2014). Boeren in de Jura geloven er ook in en gebruiken zelfs een machine met koevoetjes om betreding te simuleren. Ook waterbeheer (Pw) kan worden ingezet als preventieve maatregel, bijv. door tijdelijke instelling van hogere waterpeilen of inundatie. Daarnaast wordt steeds meer aandacht geschonken aan het aantrekkelijk maken van een gebied voor predatoren dan wel de kwetsbaarheid voor predatie (bv via maaibeheer – zie Schlaich *et al.* 2015), wat preventief een regulerend effect op muizenaanwezigheid (Pp) kan hebben.

Het aantrekkelijk maken van een gebied voor roofvogels en uilen wordt internationaal gezien als een kansrijke maatregel. In Israël, Californië en Florida investeren boeren en grote bedrijven in nestgelegenheid voor Kerkuilen en Torenavalken en zijn daar enthousiast over. Het is een PR instrument en leidt daar tot een afname van het gifgebruik. Het wetenschappelijk bewijs dat Kerkuilen effect hebben op de populatieniveaus van muizen en op de schade is overigens nog gering. De experimentele inzet van nestkasten voor Torenavalken in Spanje had in de eerste drie jaar geen aantoonbaar effect. In Israël is echter vastgesteld dat Kerkuilen de oogstderving met circa 10% beperken en daarmee ruimschoots de kosten van het installeren van nestkasten terugverdienen (Meyrom *et al.* 2009; Kan *et al.* 2014). Overigens worden in Groningen en plaatselijk in Fryslân al nestkasten voor Torenavalken op de primaire keringen toegepast. Afhankelijk van het dieet van de betreffende roofvogelsoort zijn secundaire effecten op weidevogels meer of minder belangrijk.

Tenslotte wordt in de literatuur ook het gebruik van afweerstoffen (repellents) genoemd als preventieve maatregel (Pa).

### Geïntegreerde plaagbeheersing

Bij geïntegreerde plaagbeheersing (Ip) worden verschillende maatregelen – preventief en curatief – in combinatie toegepast (Tobin & Fall 2004). Delattre & Giradoux (2009) maken aannemelijk dat het mogelijk is om grootschalige muizenplagen te verminderen zonder overmatige inzet van rodenticiden. Deze geïntegreerde bestrijding maakt gebruik van een combinatie van de hierboven genoemde maatregelen. Hun voorbeeld case betreft de regelmatig terugkerende uitbraken van Woelratten in de Jura (Fr). Bij de beheersing daarvan het is gebruik van bepaalde rodenticiden (m.n. Bromadiolone) tegenwoordig toegestaan tót een

bepaalde drempel van Woelrat aanwezigheid. Als men tevoren géén preventieve maatregelen neemt, is de drempel waarbij men mag ingrijpen met gif lager! Dit is precies andersom dan de oorspronkelijke inzet van gif in de praktijk in dezelfde streek twee decennia geleden. Voorheen paste men het gif pas toe bij hoge dichtheden Woelratten, hetgeen tot hoge kosten, imago-schade en problemen met jagers en milieubeschermers leidde. Bij de Woelrat worden drie methodes preventief ingezet: ploegen, vangen en bestrijding, eventueel aangevuld met predatorstimulatie en gesimuleerde betreding. Een belangrijk aspect is samenwerking, zodat de schaal van opereren groot is. Het werkt, in die zin dat de schadeniveaus lager liggen en boeren het gevoel van controle hebben, maar het wetenschappelijke begrip is nog onvoldoende (Delattre & Giraudoux 2009).

Jacob (2003b) noemt inundatie een perspectiefvolle maatregel om in te zetten bij een integrale aanpak. In veel andere landen is de beschikbaarheid van water en de controle daarover te gering om het als maatregel in te kunnen zetten. In de Nederlandse situatie is water echter bij uitstek geschikt. Ook graslandrotatie en 'brandgangen' kunnen, mits goed getimed en op de juiste locaties, deel uitmaken van zo'n integrale aanpak. Een duurzaam beheer van knaagdierpopulaties, in dit geval muizenplagen, staat echter nog in de kinderschoenen (Jacob & Pelz 2005). Op de meest recente European Vertebrate Pest Management Conferentie (Sevilla, september 2015) bleek dat de Europese aandacht voor een integrale aanpak sterk toeneemt (D. Bos).

### **Samenvattend**

Bij grootschalige muizenplagen in Europa blijken overwegend rodenticiden te worden ingezet. Tegelijkertijd is er een tendens om het gebruik van deze middelen, vanwege de ongewenste neveneffecten op mens, dier en milieu, te verbieden of aan banden te leggen. Jacob & Tkadlec (2010) wijzen er overigens op dat de inzet van rodenticiden en andere maatregelen nauwelijks kwantitatief zijn onderzocht op economische effectiviteit.

De aandacht voor een duurzame en geïntegreerde aanpak neemt steeds meer toe. Dit vergt een goed begrip van de ecologie van de doelsoorten alsmede een structurele aanpak, met inbegrip van langjarige monitoring. In de praktijk blijkt de bereidheid om hier vooraf in te investeren af te nemen naarmate meer tijd is verstreken na de laatste plaag (Jacob & Tkadlec 2010). Door het terugkerende karakter van grootschalige plagen lijkt ook hiervoor steeds meer ruimte te komen.

## **6.3 Toegepaste bestrijdingsmaatregelen in Fryslân 2014-2015**

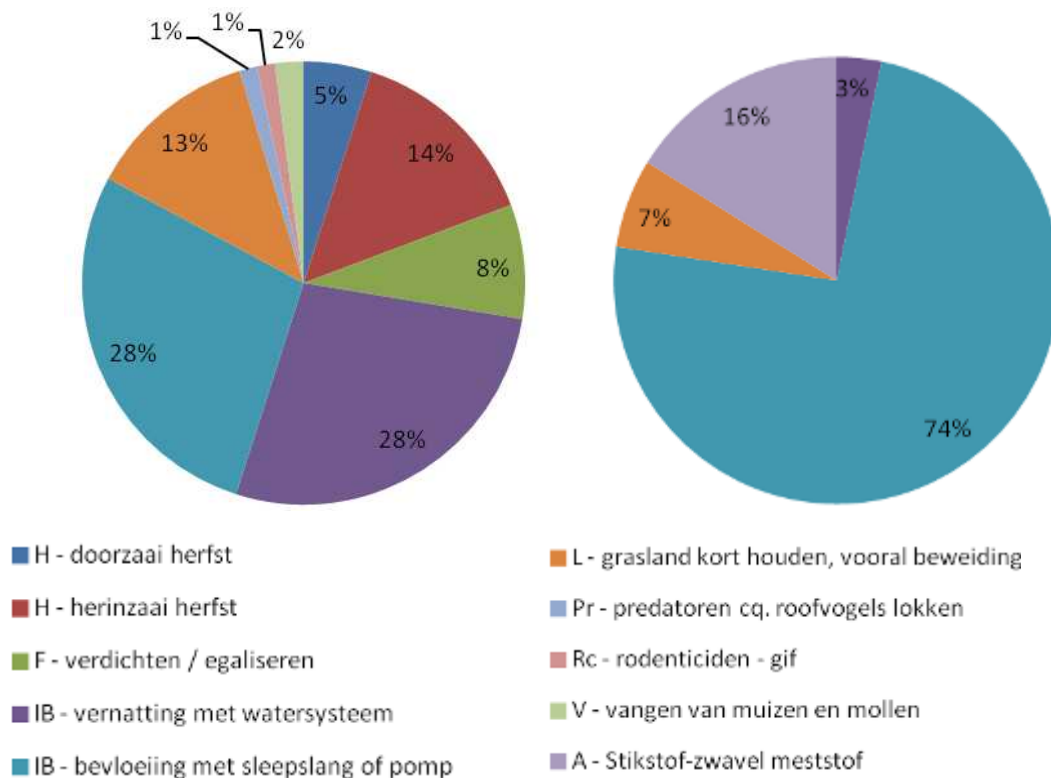
Veel boeren in Fryslân, die in 2014-2015 werden geconfronteerd met forse muizenschade, hebben maatregelen genomen. Dat gold in het bijzonder voor boeren die ook in 2004/2005 met muizenschade te kampen hadden. Van de 90 geïnterviewde boeren waren dat er 18; 14 van hen namen curatieve en herstelmaatregelen, opvallend veel meer dan de agrariërs die niet eerder te maken hadden met excessieve schade (1 van de 72 geïnterviewden). Preventieve maatregelen zijn niet genomen, ook niet door boeren met muizenschade in 2004/2005. Wel zijn in het voorjaar van 2015 op grote schaal herstelmaatregelen getroffen, die direct via landbewerking of indirect hebben bijgedragen aan het (tijdelijk) ongeschikt maken van percelen voor muizen (zie ook paragraaf 5.4).

Eind november 2014 heeft LTO Noord aan de boeren gevraagd om schade te melden op de website van LTO (<http://www.ltonoord.nl/contact/melden-muizenschade>). Er is gevraagd naar adresgegevens, bedrijfsgrootte en een inschatting van het oppervlak met schade, verdeeld

over drie klassen (<25%, 25-75% en >75% schade). Ook is gevraagd of boeren zelf al maatregelen hadden getroffen. In totaal hebben in de eerste ronde (tot en met april 2015) 1631 agrariërs een melding gedaan. Ruim één vijfde van de boeren (n = 313, 22%) heeft naar aanleiding van de schade zelf maatregelen getroffen (figuur 6.2). In de zomer van 2015 kwamen 47 nieuwe meldingen binnen. Hiervan trof 62% (n=28) zelf al maatregelen, dus bijna driemaal zoveel als in het winterhalfjaar 2014-2015. Het nemen van maatregelen is gestimuleerd via nieuwsbrieven, maar ook de ervaring van boeren in de winter speelt mogelijk een rol in deze toename.

### Toegepaste maatregelen

Veel boeren blijken maatregelen getroffen te hebben (figuur 6.2), die ook genoemd worden in de literatuur (tabel 6.1). Verreweg het grootste deel zette water in als curatieve maatregel, waarbij het kan gaan om simpele ingrepen zoals het dichtens van greppels tot het geheel onder water zetten van grasland. In de zomer gebruikte driekwart van de boeren water. Dat is ook sterk gestimuleerd via de nieuwsbrieven. De toename in het gebruik van water heeft mogelijk ook met een groeiende bewustwording van boeren te maken. Een knelpunt hierbij is overigens dat water in een aantal gebieden (vooral op de klei) niet of in onvoldoende mate voorhanden was. Sloten lopen het risico droog te vallen wanneer meerdere boeren tegelijk bezig zijn met pompen, of er kunnen maar klein volumes worden toegepast, zo was de ervaring. Deels heeft dit te maken met de waterhuishouding, deels met de lage peilen die worden aangehouden. Voor de toekomst zijn dit belangrijke aandachtspunten.



Figuur 6.2 . Procentuele verdeling van maatregelen om muizen te bestrijden door boeren in Fryslân in december 2014 – april 2015 (links, n = 301) en mei-augustus 2015 (n=28). Bron: LTO-Noord schademeldpunt.

Door een kleine groep boeren zijn ook andere maatregelen getroffen. In figuur 6.2 zijn ook herstelmaatregelen opgenomen zoals die in de herfst van 2014 al zijn uitgevoerd. Vanaf maart 2015 zijn deze maatregelen op grote schaal ingezet; vooral bij het scheuren van grasland heeft een groot effect op de muizenpopulaties. De stikstof-zwavel-methode is in de periode mei-augustus 2015 in toenemende mate door boeren ingezet, maar werd ook in de periode daarvoor al gebruikt.

Inzet van rodenticiden vond volgens de informatie op zeer kleine schaal plaats, maar onbekend is of dit (verboden) gebruik in alle gevallen is gemeld. Rodenticiden zijn in elk geval in 2014-2015 meer verkocht dan in andere jaren (leerde navraag bij betrokken leveranciers). De aankondiging dat rodenticiden in januari 2015 verboden zouden worden kan ook meegespeeld hebben in een verhoogde verkoop. Over de inzet van rodenticiden in het open veld is geen informatie bekend anders dan dat het zeer beperkt moet zijn geweest (op basis van eigen veldwaarnemingen).

#### 6.4 Metingen van de effectiviteit van maatregelen

De effectiviteit van bestrijdingsmaatregelen wordt bepaald door de mate waarin deze – curatief of preventief – bijdragen aan het voorkomen of beheersen van muizenschade. Om dit vast te stellen zijn indicatoren gebruikt als de groenindex, de grasopbrengst en de aanwezigheid van muizen. Bij deze studie is gebruik gemaakt van de situatie dat in de praktijk veelvuldig maatregelen door boeren zijn uitgevoerd<sup>9</sup>. Het betreft verschillende vormen van landgebruik om de vegetatie kort te houden (maaïen en weiden), fysieke landbewerking (ploegen, inzaaien) of de inzet van water. Ook de vanuit Duitsland overgekomen methode om percelen te behandelen met een zwavel-stikstof meststof is toegepast. Aangezien zowel water en zwavel-stikstof door boeren het meest zijn ingezet, zijn de effecten van deze maatregelen nader bekeken.

##### **Inzet van water: bevoeiing of inundatie**

Water kan op verschillende manieren ingezet worden om muizen te bestrijden. Op zich is deze mogelijkheid voor Nederland een unieke situatie, aangezien elders in Europa effectieve maatregelen zonder inzet van rodenticiden ontbreken of zeer beperkt zijn. Water kan op verschillende manieren worden ingezet. Het land kan bevoeid worden met behulp van een giertank met sleepslang of met een verplaatsbare pomp. Verder kunnen kavels of gehele polders worden geïnundeerd. Tot nu toe hebben boeren in Fryslân vooral bevoeiing toegepast. Hieronder worden de effecten van verschillende maatregelen beschreven. Er zijn geen metingen gedaan bij het volledig inunderen van percelen, maar uit de literatuur is bekend dat dan volledige sterfte optreedt (Beemster & Vulink 2013, Jacobs 2003b).

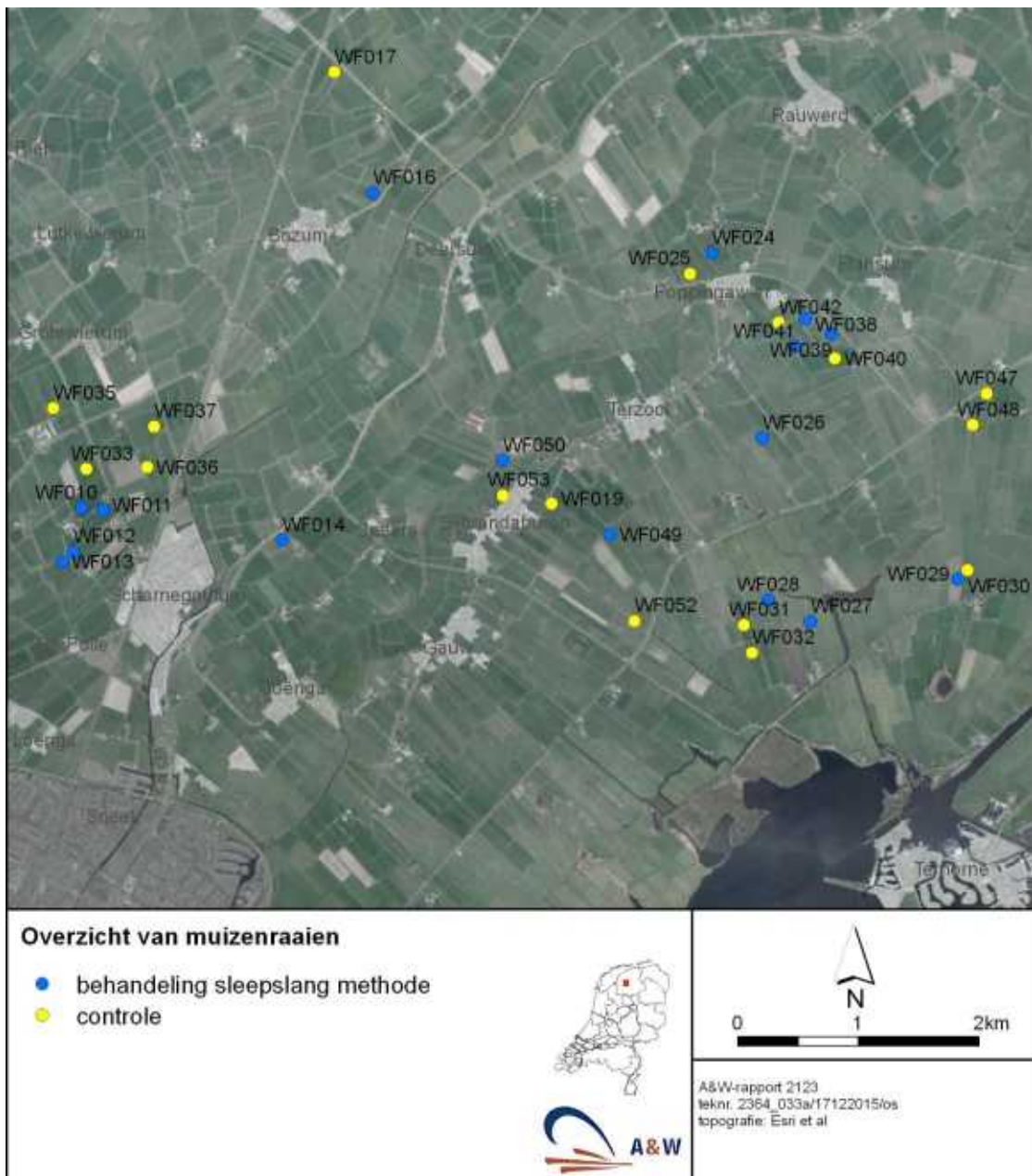
##### Toepassing van de sleepslangmethode nabij Sneek

In de winter van 2014-2015 (december-maart) zijn muizen op veel verschillende locaties met de 'sleepslang methode' bestreden. Hierbij rijdt een tractor met giertank over een perceel grasland en spoelt zóveel water over het land (schatting > 800 m<sup>3</sup>/ha) dat de muizen uit hun holletjes worden gedwongen. Muizen sterven vervolgens door verdrinking, onderkoeling of predatie door vogels (vooral Kleine mantelmeeuwen, Stormmeeuwen en reigers).

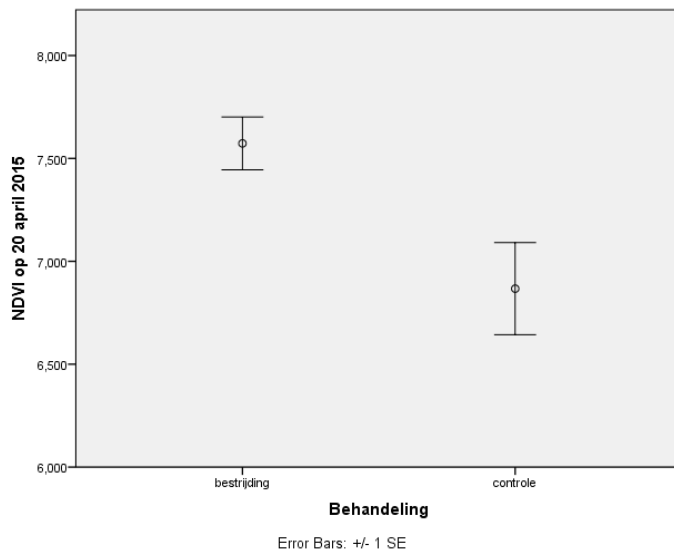
<sup>9</sup> Op het moment dat het onderhavige onderzoek startte (tweede helft januari 2015) was in veel gebieden de schade al maximaal en de aantallen muizen op hun retour. De mogelijkheden voor het opzetten van afzonderlijke proeven in het vroege voorjaar waren daardoor zeer beperkt. Daarom is gebruik gemaakt van de maatregelen die in de praktijk al plaatsvonden en is daar naar tijd en plaats op aangesloten. Aanvullende metingen zijn gedaan in de zomer van 2015, toen op een aantal plaatsen de muizenpopulaties weer groeide.



De effectiviteit van de sleepslang methode is onderzocht ten noordoosten van Sneek (figuur 6.3). Op 16 behandelde percelen en daaraan gepaarde controlepercelen is het aantal muizenholletjes geteld en de grasbedekking gemeten. De gepaarde bepalingen zijn uitgevoerd op nabijgelegen percelen, op basis van overeenkomstigheid in type grasland, aanwezigheid van muizen en beheer. Alle percelen lagen relatief dicht bij elkaar op klei en de dominante grassoort was Engels raaigras. De drooglegging was gemiddeld  $110 \text{ cm} \pm 5$  (s.e.). De bepalingen vonden plaats tussen 25 februari en 12 maart 2015. Ook is een koppeling gemaakt met de gemeten groenindex (NDVI) per kavel op verschillende momenten in de tijd.



Figuur 6.3. Ligging van de 16 percelen die zijn behandeld met de sleepslang methode en de daaraan gekoppelde gepaarde controles op de klei ten noordwesten van Sneek.



Figuur 6.4. Gemiddelde groenindex (NDVI-waarde) op 20 april 2015. Op met water bestreden percelen staat meer groene vegetatie, resulterend in een hogere groenindex.

De percelen hadden gemiddeld  $4.7 \pm 0.63$  (s.e.) holletjes/m<sup>2</sup>. Er waren geen significante verschillen tussen behandelde en onbehandelde percelen voor wat betreft de dichtheid van holletjes en de grasbedekking (gepaarde T-test,  $n = 2 \times 16$ , n.s.). Er was wél een tendens naar een hogere grasbedekking en een lagere dichtheid van holletjes op bestreden percelen. Het verschil in grasbedekking was blijkbaar te subtiel om met onze veldmethodes te onderscheiden, want de groenindex (NDVI) van de vegetatie, gemeten met de groenmonitor op perceelsniveau, was wél meetbaar verschillend (figuur 6.4). Dit gold zowel op 12 maart als later in het seizoen op 20 april 2015 (gepaarde  $t = 3.2$ ,  $df = 15$ ,  $p\text{-value} = 0.005$ ), terwijl dat in de vergelijkbare periode van het jaar ervoor uitdrukkelijk niet zo was. Op met water bestreden percelen stond dus meer groene vegetatie. Uit onze veldwaarnemingen weten we dat dit hoofdzakelijk Engels raai gras was.

De metingen laten zien dat de grasgroei op behandelde percelen beter was, resulterend in een hogere groenindex dan op controlepercelen. De betere grasgroei op met water behandelde percelen kan waarschijnlijk verklaard door combinatie van een afname van het aantal muizen en het droge voorjaar, waardoor behandelde percelen een betere vochtvoorziening hadden.

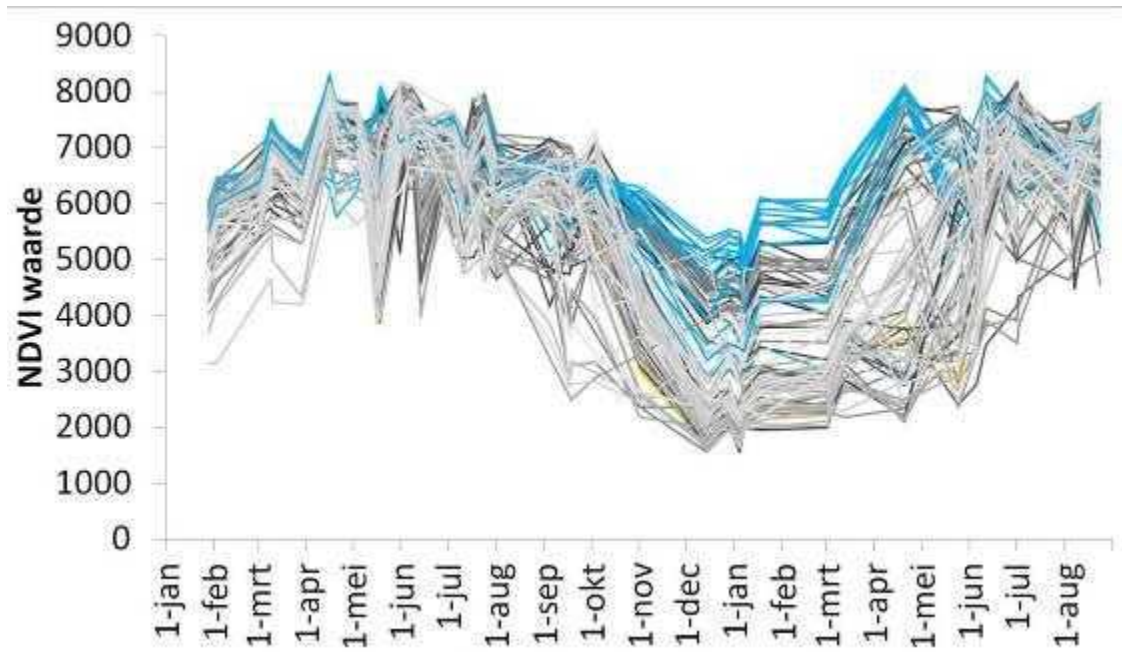
#### Behandeling met water - verschillen in groenindex

In het voorjaar van 2015 is een aantal graslandpercelen in de Koufunderige met water behandeld, zowel via bevloeiing als met een mobiele sleepslang (Roerink 2015). Het betrof in totaal 13 gangbaar gebruikte en diep ontwaterde (>120 cm) percelen op veengrond, met een door Engels raai gras gedomineerde vegetatie. Behandelde percelen hadden over de gehele periode januari 2014- augustus 2015 een hogere groenindex dan onbehandelde percelen (figuur 6.5). In maart 2015 was de groenindex op behandelde percelen ca 25% hoger, maar ook in maart 2014 was er al een klein verschil van ca. 5%. Dit laatste duidt er op dat er al een klein verschil was tussen deze percelen, ongeacht de inzet van water.

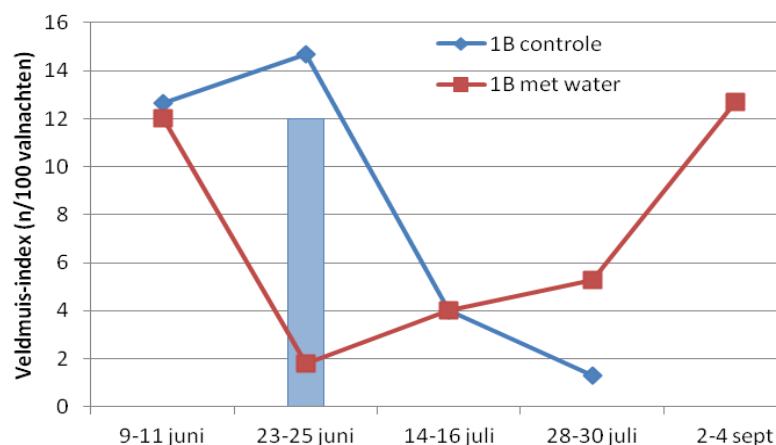
#### Behandeling met water - verschillen in ontwikkeling van de muizenindex

Op één van de locaties waar de ontwikkeling van de muizenindex is gemonitord, is een deel van de percelen met water behandeld om muizen te bestrijden. Deze behandeling is uitgevoerd bij Hartwerd, waar de muizenstand zich in de loop van juni 2015 sterk ontwikkelde. Op deze percelen zijn raaien uitgezet om muizen te vangen. Dat vond plaats op een deel van een perceel dat met water is behandeld en een naastliggend deel van het perceel dat niet werd behandeld. Bevloeiing leidde direct tot een sterke daling van het aantal aanwezige muizen

(figuur 6.6). Dit past in het beeld van de inzet van water door boeren in Fryslân: zodra percelen worden bevoeid met water komen de aanwezige muizen te voorschijn. Het merendeel wordt direct opgegeten door vogels, maar mogelijk sterft ook een deel door onderkoeling.



Figuur 6.5. Mediane groenindex (NDVI) op graslandpercelen op veengrond in de polder Koufurderrige in de periode januari 2014-augustus 2015, waar 'bestrijding met water' inundatie heeft plaatsgevonden in de winter /voorjaar van 2014/15 (blauwe lijntjes) en percelen waar geen bestrijding met water heeft plaatsgevonden (grijze lijntjes).



Figuur 6.6. Veldmuisindex op vijf momenten in de zomer van 2015 (zie paragraaf 3.2) op twee delen van een perceel in Hartwerd, een deel dat bevoeid werd met water (blauwe balk) en een deel dat onbehandeld bleef.

Figuur 6.6 laat echter ook zien dat er een relatief snelle rekolonisatie plaatsvond op met water behandelde deel van het perceel, waarschijnlijk doordat er een herverdeling van muizen over het perceel optrad. Na ca. 4 weken was er geen verschil meer tussen het behandelde en niet behandelde deel van het perceel (ca 4 muizen/100 valnachten). In de periode daarna nam de muizenindex in het controledeel verder af en in het behandelde deel verder toe.

De rekolonisatie is waarschijnlijk opgetreden door migratie van muizen vanuit het deel dat niet is behandeld. Vanwege de zeer droge omstandigheden in juni 2015 was het met water behandelde deel van het perceel waarschijnlijk erg aantrekkelijk als leefgebied voor muizen. Dat verklaart waarom op het niet-behandelde perceelsdeel de aantallen sterk zijn gedaald; er is sprake van verplaatsing geweest naar de 'vrijgekomen' ruimte, waar sprake was van een sterke hergroei van het gras. Overigens gaf de betrokken boer aan, dat de grasopbrengst op het met water behandelde deel aanmerkelijk groter was dan op het niet-behandelde deel. Dit heeft te maken met de combinatie van het (tijdelijk) verdwijnen van de muizen en de vergrote vochtvoorziening, een factor van belang in het droge voorjaar van 2015.

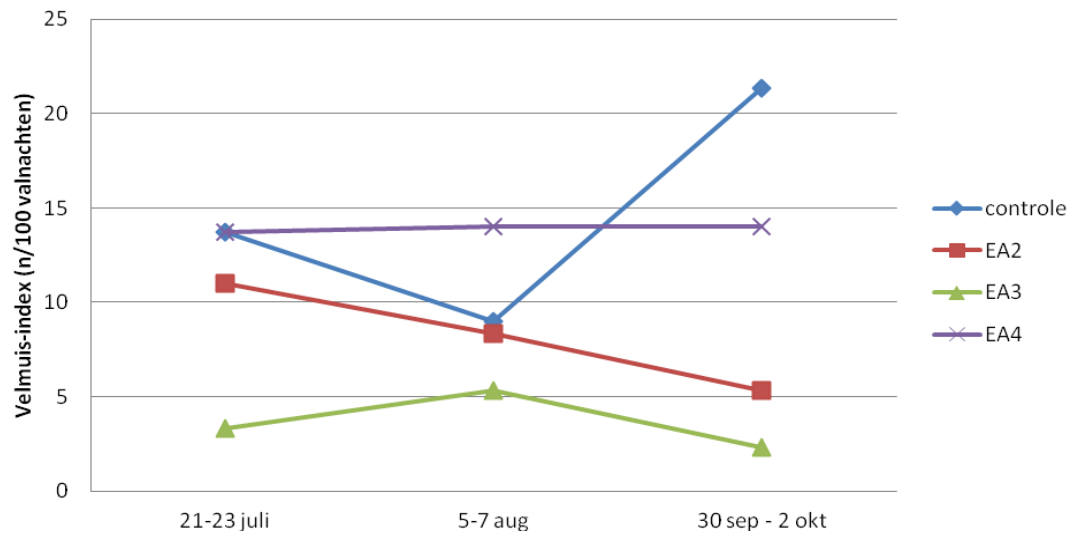
De ervaring van boeren met de inzet van water is dat het belangrijk is om voldoende water toe te passen en het gehele perceel te behandelen. Dit wordt ondersteund door de monitoring bij Hartwerd. Daarnaast geldt dat de inzet van water het gemakkelijkst toepasbaar is in de relatief vlakke klei-op-veengebied, waar de peilen kunnen worden opgezet in combinatie met bevoeiing. Nabij Grou leidde hevige regenval in augustus 2015 tot een afname van de muizenindex (figuur 3.10). Op percelen op de klei, die vaak een bolle (kruinige) ligging hebben, kunnen muizen de lage, natte delen ontwijken door naar de hogere en drogere delen te gaan.

#### Behandeling met zwavel-stikstof

Op één van de locaties op de klei bij de Easterwierum, waar sprake is van hoogteverschillen op de percelen en het lastiger is om water toe te passen of het peil te verhogen, heeft een boer twee maal de zwavel-stikstof methode toegepast. De eerste keer werden drie percelen behandeld en bleef er één onbehandeld, de tweede keer werd ook de controle behandeld. De tweede keer was de dosering veel zwaarder dan de eerste keer. Op drie momenten in de tijd is de veldmuisindex bepaald: vóór de toepassing op 21-23 juli, na de eerste toepassing op 5-7 augustus en na de tweede toepassing op 30 september - 2 oktober.

Een effect van de behandeling met zwavel-stikstof op de muizenindex is niet zichtbaar (figuur 6.7). Na de eerste behandeling daalde de index weliswaar op één perceel, maar deed dat ook in de controle, terwijl op de andere percelen de index steeg of gelijk bleef. Na de tweede behandeling (op alle percelen) nam de muizenindex op twee percelen toe en op twee andere percelen af. De boer zag ook geen effecten op de muizen tijdens toediening, terwijl van andere boeren waarnemingen werden ontvangen van vluchtende muizen (mogelijk vanwege de stank, zie paragraaf 6.2). Verdere monitoring moet uitwijzen of de zwavel-stikstofbehandeling effect heeft op de muizenstand.

Op de percelen die behandeld zijn met zwavel-stikstof is op 9 september 2015 een schatting gemaakt van de grasopstand, met behulp van een digitale grashoogtemeter. Op met zwavel-stikstof behandelde percelen werd een grashoogte van gemiddeld 35,4 cm gemeten en een droge stof schatting van 5,4 ton droge stof/ha (60 meetpunten). Op het controle perceel was dit 28,0 cm en 4,4 ton droge stof/ha (90 meetpunten). De uitgangssituatie (waterpeil, tijdstip maaien, mate van bemesting) tussen beiden percelen was identiek. Hieruit blijkt dat de grasproductie op de behandelde percelen duidelijk hoger is. Dit heeft vrijwel zeker ook met het bemestende effect van zwavel-stikstof te maken.



Figuur 6.7. Veldmuisindex op drie momenten in het najaar van 2015 (zie paragraaf 3.2) op vier percelen bij Easterwierum, waar twee maal een behandeling met zwavel-stikstof is uitgevoerd. De eerste keer werden drie percelen behandeld en bleef er één onbehandeld, de tweede keer werd ook de controle behandeld.

## 6.5 Conclusies

- Uit de literatuur blijkt dat voor grootschalige muizenplagen in Europa overwegend rodenticiden worden ingezet. Tegelijkertijd is er een tendens, dat het gebruik van deze middelen vanwege de ongewenste neveneffecten op mens, dier en milieu in de meeste landen wordt verboden of aan banden wordt gelegd. De aandacht voor een duurzame en geïntegreerde aanpak neemt dan ook steeds meer toe;
- In Nederland, waar het gebruik van rodenticiden in het open veld verboden is, zijn door boeren verschillende maatregelen getroffen die ook uit het buitenland bekend zijn. Dat geldt niet voor de inzet van water. Water is op grote schaal toegepast, maar een knelpunt is dat water niet overal in voldoende mate beschikbaar is.
- Inzet van water op graslandpercelen met muizenschade leidt tot minder schade en een beter herstel van de vegetatie. Bij de inzet van water blijkt dat muizen – in een omgeving met hoge dichtheden - tijdelijk verdwijnen. Inzet van water op percelen met muizen(schade) leidt tot hogere graslandopbrengsten, deels door het effect op de muizenpopulaties en, in het droge voorjaar van 2015, door de betere vochtvoorziening;
- Het effect van de inzet van zwavel-stikstof op de muizenindex is onduidelijk; er lijkt een positief effect op de graslandproductie maar dit kan ook een bemestend effect zijn. Voor drogere gronden, waar onvoldoende water is om het peil op te zetten dan wel water aan te voeren voor bevoeiing, zijn uit het onderzoek geen andere effectieve methoden naar voren gekomen. De inzet van CO<sub>2</sub> als bestrijdingsmiddel is niet onderzocht.



*Boven: bepaling grasopbrengst met een maaiproef in het veld (Henk Schilder, Livestock Research), en onder een proef in de kas voor het bepalen van de groei van gras bij verschillende klassen van muizenschade onder gecontroleerde omstandigheden (Bleuel & Huizing 2015).*



## 7 Herstel van grasland en keringen na muizenschade

---

### 7.1 Inleiding

Eén van de grootste schadeposten voor de boeren is de beschadiging van het grasland, waardoor opbrengstverlies aan gras optreedt. Schade door muizen leidt doorgaans niet tot onomkeerbare schade. Het is daarom nodig om inzicht te krijgen in de grasproductie, de samenstelling en het graslandherstel in de tijd, als functie van beschadiging door muizen. Naast de mate van herstel is het ook zinvol om na te gaan wat de herstelpotenties zijn van maatregelen om – vanuit agrarisch perspectief – efficiënt en economisch te handelen. Het gaat dan vooral om doorzaaien en herinzaaien.

In dit hoofdstuk beschrijven we hoe snel de graslandpercelen herstellen, op welke manier dit herstel gaat en welke mogelijkheden er zijn om dit herstel te versnellen. Het is daarbij belangrijk te beseffen, dat herstel van grasland niet betekent dat er geen schade is geweest. Door muizenvraat trad al bij veel boeren vanaf nazomer 2014 verlies van grasopbrengst op en dat was ook het geval in het voorjaar van 2015, ondanks dat veel percelen wel herstelden. Het onderzoek naar herstel is gedaan op basis van veldexperimenten die door Wageningen UR Livestock Research zijn uitgevoerd (Kasper *et al.* 2015) en in samenhang daarmee experimenten in de kas als afstudeerproject (Bleuel & Huizing 2015). Ook op de waterkeringen is een veldexperiment uitgevoerd om meer kennis te ontwikkelen over het grasherstel op de kering en de effecten van verschillende herstelmaatregelen (Bosma & Haverkamp 2015).

### 7.2 Inventarisatie graslandherstel

Veel boeren in Fryslân die in 2014-2015 werden geconfronteerd met forse muizenschade hebben maatregelen genomen. In het voorjaar van 2015 zijn op grote schaal herstelmaatregelen getroffen. Kasper *et al.* (2015) hebben de herstelmaatregelen en grasopbrengsten geïnventariseerd bij melkveehouders in het gebied Koufurderrige (klei op veen) en de omgeving van Sneek (klei). De getaxeerde schade is ingedeeld in doorzaai of herinzaai van graslandpercelen. Van de tien veehouders hebben er vijf veehouders de taxatie opgevolgd (allen in Koufurderrige). In de omgeving van Sneek is gekozen voor vervangende gewassen als maïs en erwten in combinatie met Engels/Italiaans raaigras. Eén bedrijf heeft meer percelen heringezaaid dan was getaxeerd, omdat doorzaaien in eerdere situaties niet is bevallen. Andere bedrijven kozen juist voor doorzaai i.p.v. herinzaai. De vijf veehouders in Koufurderrige hebben gemiddeld 88% van de graslandpercelen hersteld, voornamelijk met herinzaai (73%) en de overige percelen zijn doorgezaaid. In de omgeving van Sneek is gemiddeld 76% van de percelen hersteld, waarvan 5% met herinzaai, 77% met doorzaai en 18% met vervangend gewas.

De veehouders zijn wisselend tevreden over de graslandvernieuwing. Twee veehouders zijn niet tevreden over het doorzaaien en meerderen noemen de negatieve invloed van het droge voorjaar. Zes van de tien veehouders geven aan dat de samenstelling van het 'grassenbestand' achteruit is gegaan in vergelijking met vóór de muizenplaag (bedoeld wordt dat het aandeel Engels raaigras is gedaald). De veehouders, die het grassenbestand als 'goed' beoordeelden, noemden wel de aanwezigheid van open plekken en veel onkruid. Drie veehouders gaven aan dat de opbrengst van de eerste snede correspondeerde met het tienjarig gemiddelde, de anderen schatten een lagere opbrengst. Er was een groot verschil in de geschatte drogestof-opbrengst van de eerste snede van bedrijven op klei-op-veen grond en

kleigrond, respectievelijk 2056 kg/ds/ha en 2880 kg/ds/ha. De meeste percelen op klei-op-veen grond zijn heringezaaid in het voorjaar, waardoor de eerste snede pas later gemaaid kon worden.

### 7.3 Herstel van gewas en zode in percelen

Er is bij een bedrijf op veengrond (B-v) en een bedrijf op kleigrond (B-k) onderzocht hoe het herstel verloopt na muizenschade. Het bedrijf op veen had volgens de taxatie €38.624,- en het bedrijf op klei €13.613,- schade. Bij het bedrijf op veengrond kwam ernstige schade voor en is tijdens de provinciale taxatie (Box 3) het oordeel herinzaaien afgegeven. Ook zijn veldexperimenten uitgevoerd in graslanden met matige schade, met het taxatieoordeel doorzaaien.

In percelen met het advies herinzaai (ernstige schade) zijn bij dit veldexperiment drie verschillende behandelingen gevolgd: daadwerkelijk herinzaaien, niet inzaaien maar doorzaaien, en helemaal niets doen (geen behandeling). Er is vervolgens gekeken naar de grasopbrengst per snede en de grassamenstelling. De herstelmaatregel doorzaaien is zowel op veen- als op kleigrond onderzocht.

#### Grasopbrengst

Na vier of vijf sneden zijn de uitkomsten van de experimenten verrassend te noemen. De grasopbrengsten in termen van droge stof liggen voor alle behandelingen namelijk op ongeveer hetzelfde niveau, ongeacht of men heeft heringezaaid, doorgezaaid of dat niet heeft gedaan (tabel 7.1). De verwachting was dat er na de 4e snede (klei) of 5e snede (veen) een verschil zou gaan ontstaan ten faveure van de in- en doorgezaaide percelen, maar dit was niet het geval. Ook in percelen met matige schade (advies doorzaaien) is er weinig verschil in grasopbrengst na vijf sneden als er wordt doorgezaaid of helemaal niets wordt gedaan (tabel 7.1). Op kleigrond is de opbrengst zonder behandeling zelfs licht hoger dan bij doorzaai. In tabel 7.1 is een correctie op de grasgroei toegepast om de grasopname door beweiden (op veen) of later maaien (op klei) dan eerst was gepland, te compenseren. De verwachting is dat in de komende jaren wel verschil in opbrengst zal ontstaan doordat het aandeel Engels raaigras in de heringezaaide en doorgezaaide percelen groter is.

Tabel 7.1: Gerealiseerde maaidata en opbrengsten (ton ds/ha) op percelen klei op veen (=veen) en op klei op de getaxeerde percelen (herinzP, doorzP) met behandelingen 'herinz', 'doorz' en 'geen beh' (veen, B-v) en 'doorz' en 'geen beh' (klei, B-k). De kolom 'correctie' is opgenomen i.v.m. opgenomen gras door beweiden en door maaien.

bedrijf	taxatie	Behandeling	1e snede	2e snede	3e snede	4e snede	4e snede	5e snede	Cor- rectie	Totale opbr.
datum			20-5-15	15-6-15	4-8-15	10-9-15	29-9-15	29-10-15		
B-v	herinzP	herinz	0,0	2,6	3,5	2,5		1,4		9,9
B-v	herinzP	doorz	1,9	1,4	2,6	1,9		1,5		9,3
B-v	herinzP	geen beh	1,7	2,0	3,4	2,4		1,1		10,6
B-v	doorzP	doorz	3,5	0,8	2,0		2,4	1,2	1,0	10,9
B-v	doorzP	geen beh	3,4	0,9	1,6		2,7	1,1	1,0	10,7
			<hr/>							
datum			2-6-15	17-7-15	26-8-15	2-11-15				
B-k	doorzP	doorz	4,0	2,7	2,9	0,9			0,6	11,1
D-k	doorzP	geen beh	5,0	2,7	2,9	0,8			0,6	12,0



De netto opbrengsten van gras in het uitgevoerde experiment zijn te vergelijken met de gemiddelde opbrengsten van bedrijven op veen- en kleigrond (tabel 7.2). Het bedrijf op veen (B-v) produceert 700.000 kg melk op 45 ha en het bedrijf op klei (B-k) produceert 595.000 kg melk op 32 ha. Dit betekent dat, in de terminologie van tabel 7.2, B-v een intensief bedrijf is (15,6 ton melk/ha) en B-k een zeer intensief bedrijf (18,6 ton melk/ha).

De grasopbrengsten bij B-v (tabel 7.1) zijn dus 1 à 2 ton lager dan de gemiddelde netto jaaropbrengst van 11,7 ton ds/ha uit tabel 7.2. Dit geldt ook voor de opbrengsten bij het bedrijf B-k (11,5 versus 12,9 ton ds/ha). Hierbij geldt, dat de opbrengsten in 2015 betrekking hadden op maar één jaar, waarbij het voorjaar droog en koud was en herinzaai en doorzaai moeilijk aansloeg. Het is niet verwonderlijk dat hierdoor de grasproductie lager is uit is gevallen. Zoals uit dit onderzoek blijkt, geldt dat ook voor de percelen met een onbeschadigde grasmatt. Overigens geldt daarnaast, dat de vergelijking vooral een goed beeld geeft van de orde van grootte; dat er verschillen zijn is logisch (variatie in bemesting, bodem etc.).

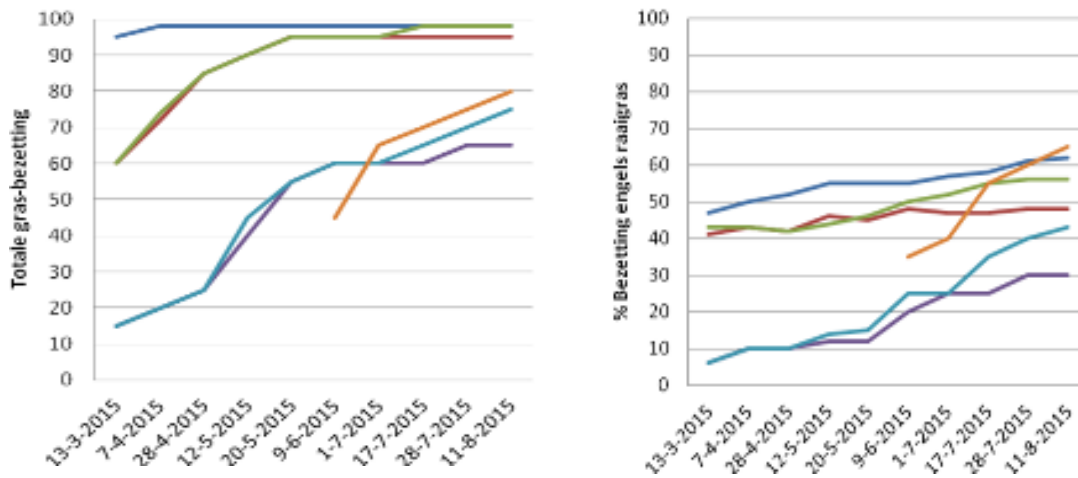
Tabel 7.2: Opbrengsten grasland (kg ds/ha) van Koeien & kansen-bedrijven op kleigrond en veengrond in de periode 1998–2006. De bedrijven zijn ingedeeld naar intensiteit uitgedrukt in ton melk/ha/jaar (Aarts et al. 2009).

		jaar								gem. kg ds/ha per jaar	gem. aant. Bedrijven per jaar
		1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
grond-soort	ton melk /ha										
klei	< 10	9545	8057	10736	9253	7868	9757	10514	8846	9322	9.3
klei	10-14	10092	10608	9643	9680	8792	10300	9033	9014	9645	29
klei	14-18	12590	11709	11879	11502	10362	11738	10655	10353	11349	13.9
klei	>18	14153	12849	14598	15667	9728	12066		11281	12906	5.6
veen	< 10	8341	8876	7876	10339	8562	8234	9072	8530	8729	7.9
veen	10-14	9571	10301	8784	10382	8646	9459	9606	9325	9509	20.5
veen	14-18	11428	11207	13613	12148	10355	12505	11459	10772	11686	6.4

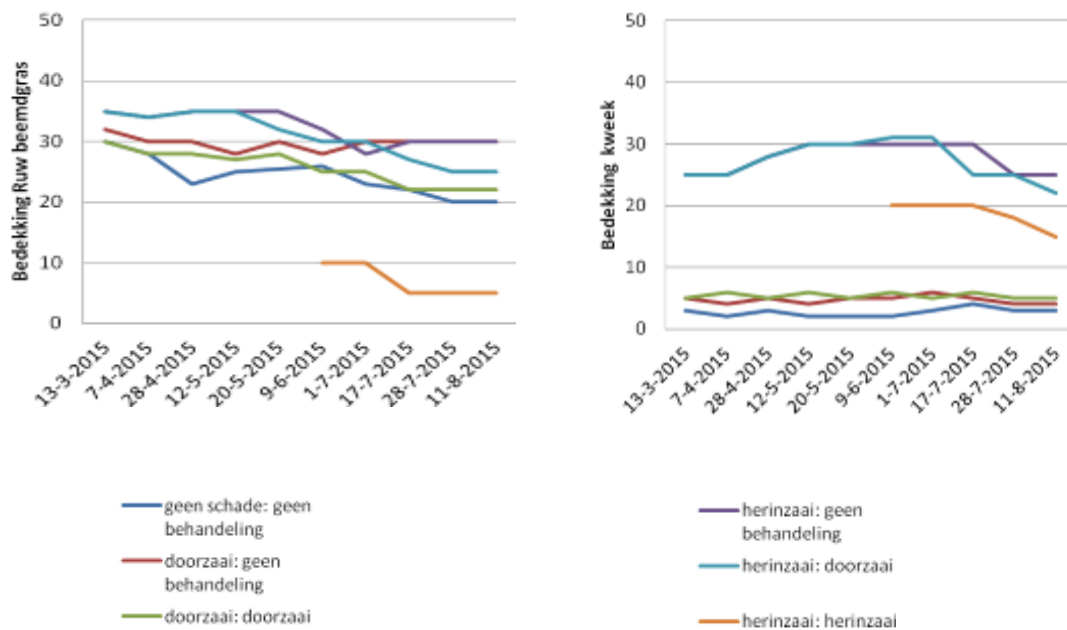
### Grasbedekking en botanische samenstelling

Er is ook gekeken naar de grasbedekking en de botanische samenstelling. Na doorzaai is al snel weer de oorspronkelijke bedekking bereikt. Alleen bij herinzaai is de bedekking gedurende het experiment nog niet 100%, maar neemt nog steeds toe tijdens het groeiseizoen (Figuur 7.1, links).

Opvallend zijn de verschillen in het aandeel Engels raaigras in de drie behandelingen van het perceel met oordeel herinzaai op veengrond. De bedekking met Engels raaigras blijft achter op de trajecten met doorzaai en geen behandeling vergeleken met herinzaai (Figuur 7.1, rechts). Herinzaai geeft ook een gunstiger botanische samenstelling voor een hogere eiwitproductie na drie grassneden: minder Ruw beemdgras en Kweek (figuur 7.2). Bij herinzaai neemt de bedekking van kwalitatief mindere soorten, zoals Ruw beemdgras en Vogelmuur (niet weergegeven) bij alle behandelingen af. Opvallend is dat er bij herinzaai relatief veel Kweek blijkt te zijn. Het kan zijn dat Kweek al in het perceel aanwezig was voor de herinzaai.

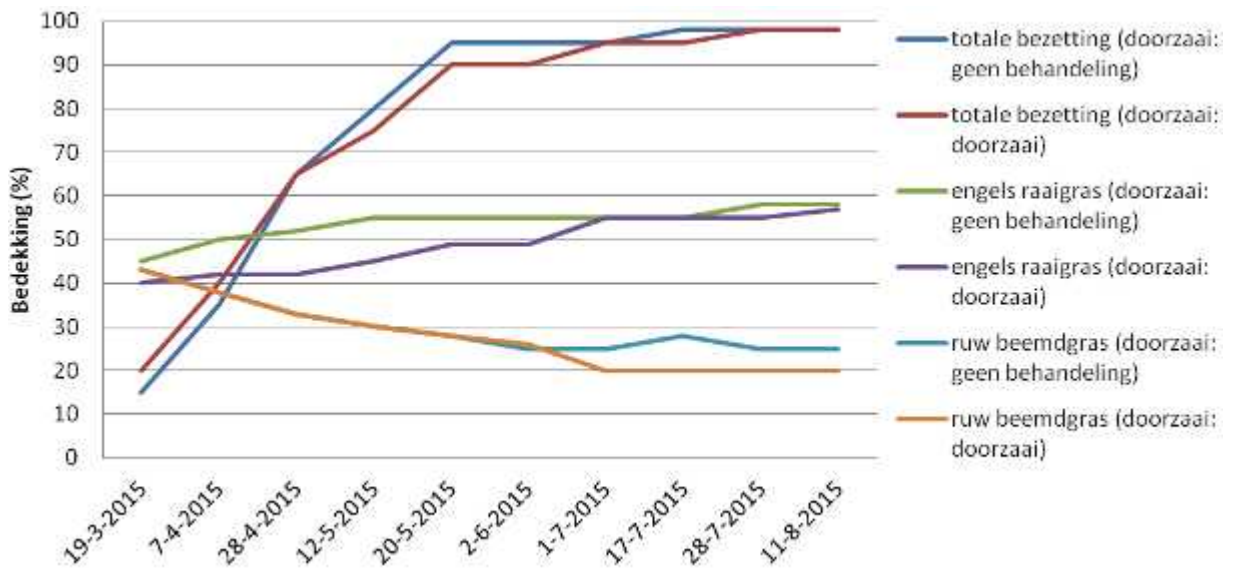


Figuur 7.1. Herstel grasbezetting (links) en herstel van Engels raaigras (rechts) op veengrond. Legenda zie figuur 7.2: de legenda geeft eerst het taxatieoordeel en daarna de werkelijke behandeling bij het veldexperiment.



Figuur 7.2 Ontwikkeling van Ruw beemdgras (links) en Kweek (rechts) op veengrond (de legenda geeft eerst het taxatieoordeel en daarna de werkelijke behandeling bij het veldexperiment).

Op kleigronden is bij doorzaaien een vergelijkbare uitkomst te zien: snel herstel van de grasbedekking, enig herstel van Engels raaigras en een afname van Ruw beemdgras. Echter, doorzaaien en geen behandeling verschillen nauwelijks van elkaar op kleigrond (figuur 7.3). Het natuurlijk herstellend vermogen op de twee percelen met het taxatieoordeel doorzaai, maar zonder behandeling, blijkt goed. Op veengrond ‘scoort’ doorzaaien net iets beter door meer Engels raaigras en minder Ruw beemdgras. Er zijn geen voederwaardebepalingen van de verschillende behandelingen genomen. De voederwaarde kan verschillen tussen de behandelingen, met name de VEM- en VRE-gehalten doordat het aandeel van eiwitrijke grassen (bv. Engels raaigras) en – arme grassen (Kweek) wisselt (Kasper *et al.* 2015).



Figuur 7.3 Herstel totale grasbedekking, herstel van Engels raaigras en ontwikkeling van Ruw beemdgras en Kweek op kleigrond gecombineerd in één figuur. De legenda geeft eerst het taxatieoordeel en daarna de werkelijke behandeling bij het veldexperiment.

Uit het experiment blijkt dat met name op veengrond Engels raaigras zich bij herinzaai beter ontwikkelt dan bij doorzaai en geen behandeling. Dat is geen verrassend resultaat omdat bij herinzaai het aandeel Engels raaigras (of Italiaans raaigras) in het gebruikte zaadmengsel doorgaans zeer hoog is. Ook in omstandigheden zonder muizenschade neemt het aandeel van Engels raaigras in de loop van de jaren af in graslanden op veengrond, reden waarom geregeld aan graslandvernieuwing wordt gedaan. Kortom, herinzaai leidt altijd tot een forse stijging van het aandeel Engels raaigras in het behandelde grasland, ook als er geen muizenschade is.

### Kasproef

Om het verloop van het herstel van de grasmat al in het voorjaar te kunnen bepalen is een experiment in de kas opgezet (Bleuel & Huizing 2015). Van vijf verschillende percelen op veengrond zijn zes grasplaggen gestoken, met elk een andere schadecategorie. De grasplaggen zijn in tweevoud gestoken. Eén van deze plaggen is doorgezaaid en met de andere plag is niets gedaan (natuurlijk herstel). Gedurende het experiment zijn de grasplaggen vier keer geoogst (na 21, 42, 63 en 84 dagen) in de periode maart-juni en is de hoeveelheid droge stof gewogen. Bij elke oogst zijn de grassen en kruiden gedetermineerd.

Ook uit de kasproef blijkt, dat de grasmat zich goed herstelt zonder behandeling, zonder verlies van droge stof. Er bleek in de kasproef geen verschil in drogestof opbrengst te zijn tussen de doorgezaaide en de natuurlijk herstellende grasplaggen. Wel blijkt dat de groei van de 50% tot 100% beschadigde grasplaggen later op gang komt dan van de 0% tot 50% beschadigde grasplaggen. Er is geen verschil in het aantal aangetroffen grassen en kruiden tussen de schadecategorieën.

Op basis van de kasproef, maar ondersteund door de resultaten in het veld, is het aan bevelen om grasland bij minder dan 75% schade (in termen van bedekking), natuurlijk te laten herstellen. Doorzaaien heeft tijdens de kasproef niet gezorgd voor betere resultaten dan bij het

natuurlijk herstel. Indien het grasland meer dan 75% beschadigd is, is aan te bevelen om het opnieuw in te zaaien. In de kas blijkt dan wel sprake van herstel, maar dit is onder optimale omstandigheden. Herinzaai in het veld liep achter op de andere behandelingen (zie hiervoor).

#### 7.4 Herstel van schade aan kaden

Uit de inventarisatie van de kadeschouw in februari 2015 bleek 131 km kering zodanig beschadigd door muizen dat op deze locaties onderhoud noodzakelijk werd geacht. Om de effectiviteit van herstelmaatregelen na muizenschade op waterkeringen te toetsen is een praktijkproef uitgevoerd. Op verschillende trajecten op de proeflocatie Pikesyl zijn herstelmaatregelen uitgevoerd. De herstelmaatregelen bestonden uit:

- a. doorzaaien zonder bewerking vooraf;
- b. doorzaaien na slepen of rollen na doorzaaien;
- c. doorzaaien na verdichten van de toplaag (met schapenpootwals);
- d. herinzaai na frezen vooraf en rollen nadien;
- e. niets doen en afwachten of natuurlijk herstel optreedt.

Voor doorzaaien en herinzaaien is gebruik gemaakt van het grasmengsel Dijken 1 (40% Engels raaigras; 25% Veldbeemdgras; 15% Roodzwenk – fijn; 10% Roodzwenk – fors; 10 % Witte klaver), dat geschikt is voor beweiding (Bosma & Haverkamp 2015). In het voorjaar en de zomer van 2015 is het effect van de herstelmaatregelen gemonitord op vegetatiekundige samenstelling (3x in het seizoen), beworteling (2x in het seizoen), volume van muizengangen in de ondergrond (voor en na de uitvoering herstelmaatregel) en verschijnselen van muizenschade, grashoogte, etc. (Wymenga 2015).



Figuur 7.4 Beelden van de herstelmaatregelen zoals die rond 15 april 2015 zijn uitgevoerd op de proeflocatie in Pikesyl (a-e).

#### Resultaten

De weersomstandigheden hebben een grote invloed gehad op de resultaten. Door het aanhoudend droge voorjaar raakte de bovengrond sterk ingedroogd en de kleigrond werd letterlijk bijna keihard. Daardoor kwam de vegetatie op heringezaaide delen niet of nauwelijks op gang. De tweede meting, uitgesteld tot 9 juni, liet een beter ontwikkelde vegetatie zien. De muizengangen vervormden deel tot scheuren, wat uitdroging bevorderde. Pas in de loop van juli – augustus begon het weer flink te regenen.

#### Vegetatie-opnamen

Op drie data zijn vegetatie-opnamen gemaakt volgens de Londo-schaal: 8 april, 9 juni en 22 juli 2015. De opnamen geven een representatief beeld van de vegetatie en laten qua soortensamenstelling zien dat het aan de voet van het talud meestal wat natter is dan op het talud. Bovenop op de kade is het droger, hetgeen blijkt uit voorkomen van o.a. Duizendblad.



8 april:

Zichtbare muizenholletjes en grotendeels afgevreten vegetatie. Opvallend is dat Speenkruid goed opkomt.



8 april:

Zichtbare muizenholletjes en grotendeels afgevreten vegetatie. Speenkruid is in lage bedekking aanwezig.



9 juni: Vegetatie heeft zich goed ontwikkeld, bedekking is goed. Veel Gestreepte witbol. Het vele Kweek kan gestimuleerd zijn door de kale plekken vanwege muizenschade.



9 juni: Na herinzaai heeft vegetatie zich nauwelijks ontwikkeld. Bedekking is zeer laag. Engels raaigras, enkele sprietjes Timothee en wat Vogelmuur. De muizenholletjes zijn weg.



22 juli: Goede dichte grasmat, minder dan een week geleden gemaaid.



22 juli: Rommelig beeld met veel Vogelmuur en pollen Engels raaigras. Er is nog geen volledige bedekking.

Figuur 7.5 Foto's van de ontwikkelingen op twee opnamelocaties, links: niets doen; rechts: herinzaai (Wymenga 2015).

Een opvallende soort in het voorjaar is Speenkruid; later in de zomer is die soort verdwenen. Verder was er op verschillende plekken een sterke ontwikkeling van Kweek en onkruiden. De vegetatie op de heringezaaide kadedelen is slecht aangeslagen (figuur 7.5). Met name uit de bedekking in april en juni komt naar voren dat de trajecten zonder getroffen maatregelen het best herstelden. Van de ingezaaide / doorgezaaide mengels kon vrijwel niets terug gevonden worden; wel werd er in juli regelmatig Timothee aangetroffen.

#### Beworteling

Op 8 april en 22 juli is de wortelmassa bepaald, d.m.v. het inweken van de monsters en het drogen van de wortels in een droogstoof. De wortelmassa ( $n = 10$ ) was gemiddeld 4,31 gr in april en in juli 5,11 gr per monster. Omgerekend naar  $m^2$  is dit een wortelmassa van  $1120,5 \text{ gr}/m^2$  in april en  $1328 \text{ gr}/m^2$  in juli. Tussen de vegetatietypen waren geen verschillen in wortelmassa. Echter, de harde kleigrond maakte goede monsters nemen lastig en de inweekprocedure bewerkelijk. De wortelmassa is afgenomen op de heringezaaide trajecten en onveranderd gebleven op de doorgezaaide trajecten. Er was juist een toename op de trajecten zonder maatregelen. Gezien het droge weer was dit in lijn met de verwachtingen. De ontwikkeling sluit aan bij die van de vegetatie-ontwikkeling.

Tabel 7.3. Gemiddelde grasbedekking en dichtheid van muizenholletjes op twee momenten bij verschillende maatregelen.

Maatregelen / bedekking	Grasbedekking in % op 8 april	Grasbedekking in % op 9 juni
Herinzaai (n = 3)	43,3	13,3
Doorzaai (n = 10)	45,0	79,5
Niets doen (n = 3)	53,3	86,7

Maatregelen / muizengaten	Muizengaten / m2 op 8 april	Muizengaten / m2 op 9 juni
Herinzaai (n = 3)	10,7	0,0
Doorzaai (n = 10)	6,6	0,5
Niets doen (n = 4)	10,25	0,5

#### Volume muizengangen

Op 8 en 30 april zijn doorsneden gemaakt om de gangoppervlakte en de diepte van de gangen te bepalen. Door het droge voorjaar en de harde kleigrond zijn er nauwelijks verschillen tussen maatregelen te zien. Herinzaai – waarbij de bovenlaag gefreesd is – leidt als enige tot een afname van de oppervlakte aan muizengangen in de grond. Overigens waren muizen al geheel verdwenen uit de kade toen de maatregelen werden genomen (eigen waarnemingen).

#### **Mogelijke maatregelen om herstel van kaden te bevorderen**

Om het herstellend vermogen van de grasmat op keringen in te kunnen schatten is ook gekeken naar de resultaten van de kasproef in het vroege voorjaar. Uit de kasproef bleek dat het natuurlijk herstel van de grasmat goed was. Om die reden is afgewacht of dat ook gold voor het natuurlijk herstel van de grasmat op de keringen. Aanvankelijk was in februari 2015 onderhoud verwacht op 131 km. Uit de inventarisatie in juli 2015 bleek 10,3 km kering nog onvoldoende hersteld (8%). In augustus 2015, ruim voor het begin van het stormseizoen, bleek herstel van de aangetaste regionale keringen niet meer nodig.

Het voorkomen van muizenschade in het winterhalfjaar is wenselijk omdat de veiligheidsrisico's dan groter zijn. Tijdens de muizenplaag van 2014-2015 was de schade op de waterkeringen juist in deze maanden het grootst. Op 15 km primaire kering is muizenschade steeds direct gerepareerd. De kosten hiervoor in 2014-2015 bedroegen € 65.000. Een ander aandachtspunt is het buitentalud van waterkeringen. Door de aanwezigheid van muizen waren delen van het buitentalud bij sommige keringen los van structuur en zonder grasbedekking.



Het buitentalud van de kering in Pikesyl is behoorlijk aangetast door muizen. In dit soort slootkanten in Fryslân zijn ook altijd Woelratten aan te treffen. Navraag bij Muskusrattenvangers leerde dat er wel meer Woelratten werden aangetroffen dan in andere jaren, maar niet extreem veel.

## 7.5 Conclusies

- Na muizenschade lijkt zowel op (klei-op-)veengronden als op kleigronden een goed herstel van de graslandvegetatie op te treden, waarbij het uiteindelijke resultaat van doorgezaaide (klei) of heringezaaide (klei-op-veen) percelen niet veel verschilt van percelen zonder herstelbehandeling. Op de waterkeringen is een vergelijkbaar beeld te zien. Het herstel op kleigronden is duidelijk beter dan op veengronden.
- Het resultaat kan mede beïnvloed zijn door het droge voorjaar van 2015, waardoor de heringezaaide percelen een moeilijke aanloopfase hadden en ook doorzaai nauwelijks wat opleverde. Percelen zonder behandeling lieten een goed herstel zien qua grasopbrengst.
- Herstel van grasland betekent niet dat er geen schade is geweest. Bij veel boeren trad al vanaf nazomer 2014 verlies op van grasopbrengsten en dat was ook het geval in het voorjaar van 2015.
- Op herstelde percelen was sprake van een verandering in de grassamenstelling, in die zin dat het aandeel Engels raaigras afnam.
- Uit de kasproef blijkt dat de groei van de 50-100% beschadigde grasplaggen later op gang kwamen dan van de 0-50% beschadigde grasplaggen. Er was geen verschil in soortsamenstelling tussen de schadecategorieën. Doorzaaien leidde niet gezorgd tot betere resultaten dan bij zonder behandeling (natuurlijk herstel). Dit spoort met de resultaten in het veld.
- Uit de praktijkproef op de waterkering blijkt dat het verstandig is om in droge voorjaren niet direct maatregelen uit te voeren. Naar verwachting was het herstel van het ingezaaide grasland in een normaal of nat voorjaar veel beter geweest, maar het ligt niet in de lijn der verwachting dat de andere maatregelen dan slechter zouden scoren. Kennelijk is het natuurlijke herstel van een graslandvegetatie op keringen na een muizenplaag behoorlijk goed.

## 8 Signaleringsstelsysteem voor muizenuitbraken

### 8.1 Inleiding

Om muizenplagen vroegtijdig te zien aankomen is er behoefte aan een signaleringsstelsysteem, hier verder Early Warning Stelsysteem (EWS) genoemd. Een EWS heeft betrekking op een structurele en langjarige monitoring van de fluctuaties van de aantallen Veldmuizen. Het is een belangrijk onderdeel van een integrale aanpak, zoals ook in andere landen (bv. Delattre & Girandoux 2008, Couval & Truchetet 2014). Er zijn verschillende manieren om de aanwezigheid van Veldmuizen in het veld te meten (zie bijlage 2) maar er is nog geen eenduidige benadering waarmee het mogelijk is om daadwerkelijk te kunnen garanderen dat een aankomende plaag tijdig kan worden gesignaleerd, zodat er preventief maatregelen getroffen kunnen worden.

Het ontbreken van een EWS in 2014 is achteraf gezien een reden dat het relatief lang geduurd heeft voordat de ernst van de situatie in 2014/2015 werd onderkend. Tabel 8.2 geeft het verloop van de muizenplaag weer aan de hand van achteraf gereconstrueerde observaties. Er was voor de situatie in 2014 geen overkoepelende benadering om op basis van deze losse observaties of metingen tot een gestructureerde aanpak te komen. Daarom was de responstijd lang. Er is een algemeen gedeeld gevoel dat dit sneller moet kunnen.

Tabel 8.1: Wijze waarop de muizenplaag van 2014 gedetecteerd was in afwezigheid van een EWS.

Moment	termijn t.o.v. begin	observatie	meetmethode
Najaar 2013:	Begin anomalie	Roofvogel- en muizendeskundigen constateren op basis van losse veldobservaties dat de muizenpopulatie zich snel ontwikkelt vanaf het slechte voorjaar van 2013. Het broedsucces van eerste legsels van Kerkuilen in het voorjaar van 2013 was laag, maar veel Kerkuilen hadden na 1 augustus nog (geringde) jongen (NIOO). Dit wijst op een snel herstellende muizenstand.	directe observatie
Winter 2013-14:	3 maanden	Een aantal boeren merkt op dat er meer muizen zijn dan anders, maar verwachten dat dit in de winter wel zal overgaan	directe observatie
Winter 2013-14 / Voorjaar 2014:	6 maanden	Uit weergegevens blijkt dat de winter en lente ongekend mild zijn. Dit wordt niet gekoppeld aan een verhoogde kans op een muizenplaag.	KNMI data
Voorjaar 2014:	7 maanden	Er blijken er meer roofvogels tot broeden te komen dan in andere jaren en er vestigen zich veel Velduilen.	directe observatie
Voorjaar 2014:	7-9 maanden	Roofvogel- en muizendeskundigen merken op dat er erg veel muizen zijn. Achteraf gevraagd naar het moment van waarnemen van de eerste schade, geven enkele individuele boeren aan dat ze al in mei 2014 een verhoogde muizenstand op hun land merkten.	directe observatie
Oktober/november 2014:	12 maanden	Via satellietbeelden wordt duidelijk dat er graslanden aangetast zijn door muizen. De aantasting blijkt achteraf gezien al zichtbaar te zijn op satellietbeelden (NDVI) van september 2014 en op een luchtfoto van maart 2014.	Groenindex
Januari 2014:	16 maanden	Er wordt een LTO meldpunt voor schade geopend en al snel zijn meer dan duizend meldingen gedaan.	directe observatie



Een EWS maakt het mogelijk om tijdig vast te stellen of er in een bepaald jaar sprake is van een gewone reguliere piek in muizendichtheid of van een uitbraak die kan uitgroeien tot een plaag. Dit onderscheid dient te worden gemaakt nog voordat een plaag feitelijk plaatsvindt, zodat het zin heeft om preventieve maatregelen te treffen, en tegelijkertijd geen schrikreacties optreden wanneer de muizen aantallen in het najaar een keer wat hoger uitvallen. Met het EWS kunnen de lokale waarden uit de monitoring in een groter geheel worden geplaatst. Hoe eerder een beginnende plaag wordt opgemerkt, des te beter kunnen maatregelen worden getroffen om schade aan graslanden en gewassen te beperken. Gezien de grote economische schade, en tegelijkertijd het ecologisch belang, is het nodig dat een EWS gedegen wordt opgezet; dit hoofdstuk beschrijft daarvoor de contouren.

## 8.2 Uitgangspunten en eisen

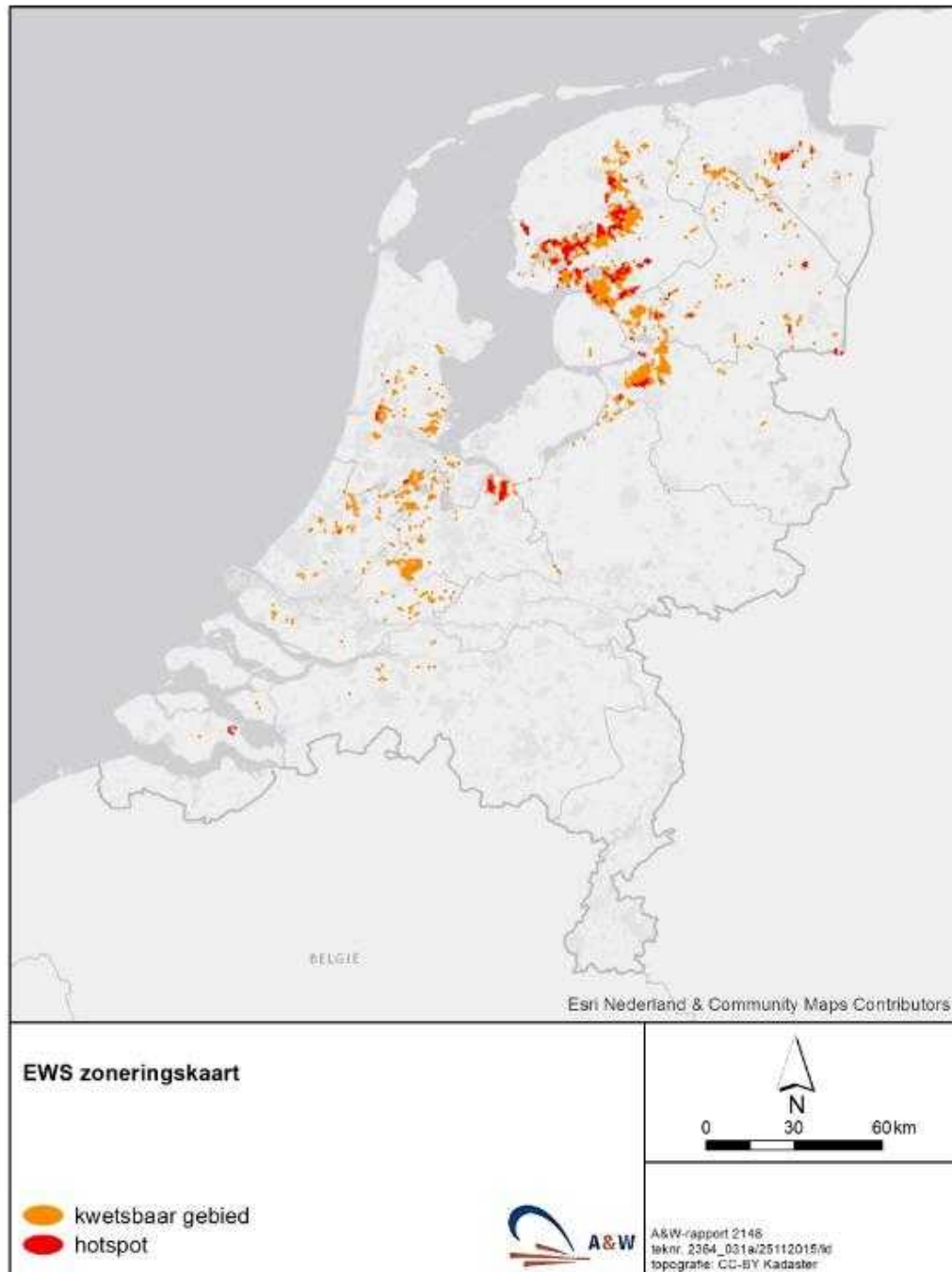
Een EWS moet worden opgezet aan de hand van een aantal van te voren bepaalde uitgangspunten en eisen. Hierover is op 4 november 2015 een workshop gehouden met deskundigen. Daaruit zijn de volgende uitgangspunten naar voren gekomen:

1. Het EWS dient zo ontworpen te zijn dat het tijdig informatie aan kan leveren, zodat er preventief maatregelen genomen kunnen worden om een zich ontwikkelende plaag te beheersen of de schade te beperken. Dit betekent ondermeer dat er meerdere keren per jaar gemeten moet worden;
2. Een EWS of de daaraan gelieerde monitoring moet kwalitatief goed zijn. Dit betekent dat er een erkende wetenschappelijke methode gebruikt moet worden en dat de meting niet vrijblijvend gedaan wordt;
3. Het dient ondubbelzinnige informatie te generen, waaruit direct duidelijk is wat er gedaan moet gaan worden;
4. Het moet betaalbaar zijn, zodat het niet alleen vlak na een schadejaar operationeel zal zijn, maar ook op langere termijn. Dat betekent dat er zoveel mogelijk gebruik gemaakt moet worden van de inzet van vrijwilligers of belanghebbenden die op vrijwillige basis bijdragen aan de monitoring;
5. Het moet in principe voor onbepaalde tijd operationeel zijn. Muizenpieken komen om de 3-4 jaar voor en niet alle pieken worden plagen. Langjarige monitoring is en blijft essentieel;
6. De financiering van het EWS dient geborgd te zijn. Dat betekent dat er ook duidelijk is gemaakt wie verantwoordelijk is voor de monitoring en ook duidelijk is dat de monitoring uiteindelijk niet alleen geld kost, maar vooral ook toekomstige schadekosten kan besparen.

Aan de hand van deze uitgangspunten is in de volgende paragrafen het EWS uitgewerkt.

## 8.3 Ruimtelijke strategie van het EWS

De analyse van de sturende factoren in hoofdstuk 5 laat zien dat de kans op uitbraken van Veldmuizen in graslandgebieden in Nederland ruimtelijk wordt bepaald door bodemsoort, openheid van het landschap en drooglegging. Daarmee ligt voor de hand om ook in het EWS een ruimtelijke strategie te kiezen, waarbij onderscheid gemaakt wordt in gebieden die relatief gezien niet kwetsbaar zijn voor muizenschade, kwetsbaar en zeer kwetsbaar. Een EWS richt zich om reden van kosten en gevoeligheid (detectie) bij voorkeur op gebieden die (zeer) kwetsbaar zijn. In gebieden die kwetsbaar zijn zal een minder intensieve monitoring nodig zijn, maar deze monitoring zal wel betrekking hebben op een groter gebied, omdat het areaal kwetsbaar gebied substantieel groter is dan het areaal zeer kwetsbaar gebied. Figuur 8.1 geeft indicatief de ligging weer van de kwetsbare en zeer kwetsbare gebieden, afgeleid uit de analyse in hoofdstuk 5.



Figuur 8.1: Overzicht van kwetsbare gebieden en zeer kwetsbare gebieden (hotspots) voor uitbraken van Veldmuizen in graslandgebieden in Nederland, op basis van bodem, openheid en drooglegging.

Kwetsbare gebieden zijn veen- en kleigronden met grasland, een drooglegging van >80 cm en een relatieve openheid van >100 m. Kwetsbare gebieden zijn o.a. klei-op-veengebieden in Zuidwest Fryslân, Zuid-Holland, Zuidwest Groningen, polder Mastenbroek en de Eempolders, in het bijzonder de delen met >80 cm veen en een drooglegging van > 100 m.

Zeer kwetsbare gebieden zijn veen- en kleigronden met grasland, een drooglegging van > 100 cm en een openheid van > 500 m. Deze zeer kwetsbare gebieden zijn tevens de 'hotspots' waar in het verleden al een uitbraak is begonnen of waar op basis van de beschikbare kennis wordt verwacht dat er de eerstvolgende keer weer een plaag kan ontstaan.

De hoofdopzet van een EWS is zodanig dat in de zeer kwetsbare gebieden een structurele, langjarige monitoring wordt opgezet op professionele basis. Dat is de kern van het EWS. In de zeer kwetsbare gebieden wordt driemaal per jaar een meting gedaan (zie hierna). Aanvullend daarop wordt in de kwetsbare gebieden de monitoring uitgebreid op basis van de inzet van vrijwilligers en belanghebbenden. Voor een deel kan ook in niet kwetsbare gebieden worden gemeten (ter vergelijking), mits dat niet ten koste gaat van de informatie uit de (zeer) kwetsbare gebieden. Bij de inzet van vrijwilligers kan ondermeer gedacht worden aan de vrijwilligers van de Zoogdiervereniging in Nederland.

Voor de opzet van het EWS kan aansluiting gezocht worden bij het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) in Nederland. Het NEM is een samenwerkingsverband van overheidsorganisaties voor de monitoring van de natuur in Nederland. Het NEM volgt de trends van vrijwel alle belangrijke soortgroepen, zoals vogels, vlinders en planten. Het CBS verwerkt de gegevens tot natuurstatistieken. Daarmee is het NEM de basis van de natuurmonitoring in Nederland. Tot nu toe ontbreekt in het NEM een structurele monitoring van muizensoorten. Een belangrijke voorwaarde is wel, dat het EWS snel kan reageren op veranderende situaties en er een korte tijdsperiode is tussen de metingen in het veld en de beschikbare resultaten.

#### **8.4 Monitoringaanpak in zeer kwetsbare gebieden**

In zeer kwetsbare gebieden (de 'hotspots') wordt een langjarige systematische monitoring opgezet op van te voren gekozen locaties. Dit onderdeel wordt uitgevoerd op professionele basis en zo mogelijk aangevuld met gemotiveerde boeren en vrijwilligers. Als meetmethode wordt gebruik gemaakt van de VSI. Eventueel kunnen aanvullende metingen worden gedaan om de VSI te kunnen koppelen aan feitelijk in het veld bepaalde dichtheden van Veldmuizen. Dit is vooral in de eerste jaren van de monitoring nodig om VSI-indici goed te kunnen duiden. Het is van groot belang dat er in de gebieden die bekend staan als zeer kwetsbaar gebied daadwerkelijk metingen worden verricht. In bijlage 3.2 is aangegeven hoe deze monitoring opgezet moet worden.

Belangrijk is dat op deze meetpunten minstens drie keer per jaar (maart, juli, oktober) de muizenindex wordt bepaald. De gedegen temporele meting geeft niet alleen informatie over het mogelijke ontstaan van muizenplagen op enig moment, maar geeft vooral ook inzicht in de langjarige cycli. Kennis over deze cycli is belangrijk om tijdig een zich ontwikkelende plaag te kunnen identificeren.

De inzet van professionals is de beste garantie dat er in de hotspots altijd een tijdige registratie is van een beginnende plaag. In aanvulling op de monitoring door professionals wordt ook in de hotspots gebruik gemaakt van de inzet van gemotiveerde boeren en vrijwilligers om het meetnet ruimtelijk uit te breiden. Een aandachtspunt daarbij is dat het onzeker is of vrijwilligers deze meetinspanning gedurende meerdere jaren zullen volhouden. Vandaar ook dat de kern uit een professionele basis dient te bestaan. Ook de monitoringresultaten van de zeer kwetsbare gebieden zullen worden ingevoerd in het meldpunt.

#### **8.5 Monitoring in kwetsbare gebieden**

In kwetsbare gebieden zal de monitoring worden opgezet op basis van de inzet van vrijwilligers. Het gaat dan om mensen die veelal al om beroepstechnische redenen in het veld zijn zoals boeren, muskusrattenvangers, rayonbeheerders van waterschappen en vrijwilligers (vogelwachters). Deze mensen maken veel velduren en zijn hierdoor vaak de eersten die waarnemen dat er meer muizen zijn dan anders. Er wordt dus optimaal gebruik gemaakt van al

deze extra 'ogen'. Ook ongewoon hoge aantallen roofvogels, een vroege start van het broedseizoen en een hoog broedsucces, zijn indicaties dat er veel muizen zijn. Daarom zijn ook de observaties van vogelaars een relevant onderdeel van het EWS.

Om het werk met vrijwilligers optimaal geschikt te maken is een instructie nodig, waardoor de vrijwilligers zelfstandig metingen kunnen verrichten van de muizendichtheid. Daarbij kunnen ze gebruik maken van de verse muizensporen-index (VSI) (Jareño *et al.* 2014; Evans *et al.* 2015). Bij deze praktische methode wordt de aanwezigheid van verse vraatsporen en of verse keutels in een 25-tal willekeurig geplaatste kleine vierkanten (keuze: vakjes van 25x25 cm) gemeten. De proportie plotjes (vierkanten) met verse sporen varieert tussen 0 en 1. Als in een groot deel van de bestudeerde vlakjes sporen van Veldmuizen aanwezig zijn, is de relatieve talrijkheid 'hoog'. Aangezien deze maat een arbitrair gegeven is, dient in de loop van de tijd meer zicht verkregen te worden op wat de relatie is tussen de VSI, schade en feitelijke muizendichtheden. Jareño *et al.* (2014), en andere auteurs, laten zien dat de muizensporen-index een betrouwbare maat is en goed correleert met andere, veel arbeidsintensievere methodieken om de muizendichtheid te bepalen (zie bijlage 3).

Het is essentieel om de meldingen en metingen van de vrijwilligers snel en efficiënt te registreren. Daarvoor is een meldpunt nodig (of aansluitend bij een bestaand meldpunt of monitoringsysteem) waar de vrijwilligers hun metingen kunnen invoeren en waar vrijwilligers ook losse observaties kunnen melden (bijvoorbeeld als iemand terloops ziet dat er ergens wel erg veel muizen lijken te zijn). Het meldpunt is ook een helpdesk die ervoor zorgt dat een melding wordt geregistreerd en die vervolgens besluit of er een vervolgactie in gang moet worden gezet.

Als er een melding is gedaan, is de eerste logische vervolghandeling van het meldpunt om te bepalen of deze voldoende onderbouwd is. In het geval dat er nog geen VSI-meting is gedaan, kan het meldpunt een actie in gang zetten om de dichtheidsmeting alsnog te doen. Het meldpunt kan dan professionals verzoeken een meting te doen op de 'verdachte' locatie. Daarnaast kan het meldpunt op basis van binnengekomen meldingen aangeven dat er sprake is van een vermoeden van het ontstaan van een muizenuitbraak en dit voorleggen aan het regiecentrum (zie verder op).

## 8.6 Meldpunt en regiecentrum

### Meldpunt

Een belangrijk onderdeel van een EWS is een online meldpunt waarin gegevens over muizenaanwezigheid kunnen worden ingevoerd. Dit betreft dus zowel de niet-gekwantificeerde waarnemingen van willekeurige waarnemers, alsook de professioneel verzamelde monitoringgegevens. Ook de schademeldingen van boeren zouden hier aan gekoppeld kunnen worden, zoals die nu verzameld worden door het LTO-schademeldpunt. Een invoerportaal zou voldoende mogelijkheden moeten bieden om andere relevante informatie op een gestandaardiseerde wijze in te kunnen voeren. Belangrijk is dat de tijdsperiode tussen de invoer van de lokale gegevens en het maken van een overzicht kort is.

### 'Regiecentrum'

Uiteindelijk is het nodig om de inzameling van data goed te begeleiden en in later stadium te interpreteren. Daarvoor zou een 'regiecentrum' kunnen worden ingericht. Dit regiecentrum – waarvan de taken vanuit een bestaande organisatie kunnen worden opgepakt - houdt toezicht op de muizenmonitor. Minstens één persoon moet met regelmaat de gegevens in de muizenmonitor bekijken, zoals die via het meldpunt zijn ingevoerd. Wanneer er aanwijzingen zijn dat de muizenindex snel toeneemt, dient over te worden gegaan op een regelmatigere

controle van de muizenmeldingen. Het regiecentrum komt op een aantal vaststaande data in het jaar samen om de situatie te bespreken. Dat zou in ieder geval na ieder meetmoment in maart, juli en oktober dienen te gebeuren.

De regie kan onder de verantwoordelijkheid vallen van een bestaande organisatie of samenwerkingsverband (denk bijvoorbeeld aan de provinciale FBE's). De idee is dat de geaggregeerde data op gezette tijden in een overleg aan de orde komen en dat aldaar besproken wordt wat deze data zeggen (aan de hand van de drempelwaarden), en of er al dan niet actie nodig is. Dit kan mede plaatsvinden op basis van advies van externe deskundigen. Op basis van alle te verzamelen informatie zal er één samenhangende muizenindex per gebied of regio worden bepaald, door middel van een reproduceerbare en onafhankelijke analyse. Het aggregeren en weergeven van informatie is in beginsel voor een groot deel te automatiseren, met een invoermodule op een website en een periodieke output in de vorm van een kaart met muizenindices. De muizenindices zijn in een reeks samen te vatten en onder te verdelen in groen, oranje en rood, waarbij bij oranje drempelwaarden wordt overgegaan tot nadere actie. Nader onderzoek zal nog nodig zijn om de hoogte van deze drempelwaarden vast te stellen.

In het regiecentrum wordt op basis van de meldingen aan het meldpunt en de muizenindex besloten welke acties en maatregelen genomen kunnen of moeten worden om in een vroeg stadium een zich ontwikkelende muizenuitbraak te beheersen (code oranje of rood). Aan de hand van een goede scan van de muizenactiviteit in een gebied – onderdeel van de actie – kan bepaald worden waar welke maatregelen nodig zijn en welke organisatie daarvoor verantwoording draagt.

Het is ook belangrijk dat niet elke verhoogde presentie van muizen tot actie leidt. Immers, het is normaal dat er sprake is van piekjaren en deze hebben een belangrijke ecologische functie. Het is aan het regiecentrum om daar op te wijzen en vooral bij bovengemiddelde indices aan te sturen op preventieve maatregelen.

*Tabel 8.2. Mogelijke indeling van een muizenmonitor, op basis van gestandaardiseerde metingen. Voor een toelichting zie de tekst.*

code	Toelichting	Handelingsadvies
code <b>groen</b> :	Alle parameters wijzen er op dat er sprake is van een normale situatie (= geen overschrijdingen van grenswaarden); waarschijnlijk daljaar	Advies: geen actie nodig.
code <b>oranje</b> :	Meerdere parameters geven aan dat er een verhoogde kans is op een uitbraak van Veldmuizen.	Advies: intensivering alertheid en monitoring
code <b>rood</b> :	De meeste parameters geven aan dat er een verhoogde kans is op een muizenuitbraak.	Advies: neem preventieve maatregelen via op te stellen protocol

Het regiecentrum heeft de volgende taken en verantwoordelijkheden:

1. Het zo nodig laten uitvoeren van een aanvullende beoordeling om te komen tot een omschrijving of analyse van de situatie;
2. Het bepalen van de staat van waarin de muizenpopulatie zich bevindt;

3. Het benoemen van maatregelen die genomen kunnen worden en bepalen wie de acties moet uitvoeren;
4. Het ondersteunen van derden bij het uitvoeren van de acties;
5. Het documenteren, vastleggen en evalueren van de acties;
6. Het jaarlijks rapporteren over het voorgaande jaar.

Het regiecentrum heeft in aanvulling op de informatie uit het EWS ook de beschikking over de informatie uit het schademeldpunt en de Groenindex. Deze twee behoren niet primair tot het EWS, omdat ze niet snel genoeg aangeven of er een plaag in ontwikkeling is. Maar als een uitbraak er eenmaal is, dan zijn zowel de schademeldingen als de Groenindex nodig om een beeld te hebben van hoe de schade zich ontwikkelt. We gaan er dan ook vanuit dat het in 2015 opgezette meldpunt voor muizenschade van LTO-Noord ook in de toekomst zal kunnen functioneren.

Boeren moeten permanent in staat worden gesteld om schade of aanwezigheid van muizen te melden via een toegankelijke website. Het is wenselijk dat gedetailleerde informatie op een gestandaardiseerde wijze kan worden ingevoerd. Er kan een nieuw meldpunt worden opgezet of het huidige LTO-meldpunt kan worden uitgebreid en aangepast. Van belang is bijvoorbeeld dat de locatie van de schade/aanwezigheid van muizen nauwkeurig op een kaart kan worden aangegeven, als een punt of liever nog als omliggend gebied. Ook informatie betreffende gewas en een omschrijving van de schade/muizensporen is van belang. Het ligt voor de hand dat het meldpunt via de website van LTO te benaderen is.

## 8.7 Toets van het ontwerp aan de uitgangspunten en eisen

Het ontwerp van het EWS, zoals beschreven in de voorgaande paragrafen, is zo opgesteld dat het voldoet aan de uitgangspunten en eisen die genoemd zijn in paragraaf 8.2. In onderstaand schema laten we zien hoe de eisen zijn geborgd in het ontwerp.

Eis	Wijze van invulling
1. <b>Tijdig</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meerdere meetmomenten per jaar in het professionele meetnet</li> <li>• Analyse op professionele basis zodat trends snel worden vastgesteld</li> <li>• Combinatie met andere gegevens zoals van roofvogels en uilen</li> <li>• Combinatie met weer en klimaatgegevens</li> <li>• Combinatie met gegevens van de NDV</li> </ul>
2. <b>Kwaliteit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inzet van professionals in zeer kwetsbare gebieden</li> <li>• Een eenvoudige maar goed geteste meetmethode voor de muizenaanwezigheid</li> <li>• Goede ruimtelijke dekking door inzet vrijwilligers</li> </ul>
3. <b>Ondubbelzinnig</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eenduidige vertaling van meetgegevens naar staat van paraatheid en mogelijke maatregelen (hoofdstuk 9)</li> </ul>
4. <b>Betaalbaar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zo veel mogelijk inzet van vrijwilligers, waardoor de kosten beperkt worden</li> <li>• Daarnaast worden door de monitoring ook toekomstige schadekosten vermeden</li> </ul>
5. <b>Onbepaalde tijd</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aandachtspunt. Dit dient via een duidelijke afspraak met alle betrokkenen te worden vastgelegd</li> </ul>
6. <b>Financiering</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aandachtspunt. Dit dient via een duidelijke afspraak met alle betrokkenen te worden vastgelegd</li> </ul>

Op het moment van schrijven van dit rapport zijn eerste vier eisen ingewilligd. Alleen de eisen 5 en 6 verdienen nadere uitwerking en (bestuurlijke) borging.

## 8.8 Conclusies

- Het is zeer gewenst om een kwalitatief goed signaleringssysteem (EWS) voor de fluctuaties in aantallen Veldmuizen op te zetten, waarmee het mogelijk is om tijdig vast te stellen dat er een verhoogde kans is op een uitbraak, op een moment dat er nog maatregelen genomen kunnen worden;
- De essentie van een EWS is dat het vroegtijdig een muizenuitbraak in ontwikkeling kan detecteren. Hoe eerder dat het geval is, des te beter maatregelen getroffen kunnen worden om een plaag in te perken, of schade aan graslanden en gewassen te beperken.
- Het EWS dient te worden opgezet als een structurele en langjarige monitoring in een (selectie van) regio's. Het betreft een landelijk systeem, waarbij in de kern de monitoring wordt uitgevoerd op professionele basis, aangevuld met gemotiveerde boeren en vrijwilligers.

## 9 Strategie bij eventuele nieuwe muizenuitbraken

---

### 9.1 Algemeen

Uit de analyses in dit rapport komt een aantal uitkomsten en bevindingen naar voren die sturend zijn voor het omgaan eventuele nieuwe muizenuitbraken.

- Muizenpopulaties in Nederland vertonen een cyclisch verloop met af en toe een grote uitschieter, die kan uitgroeien tot een plaagsituatie. Dergelijke uitbraken zijn er in de periode 1960-2000 in Fryslân niet geweest. Recente plagen waren er in 2004-2005 en in 2014-2015.
- Er zijn aanwijzingen dat muizenuitbraken ook in de toekomst met enige regelmaat in het gangbaar agrarisch gebruikte gebied kunnen voorkomen, met uitzondering van de meer besloten zandgronden. Er is niet sprake van een eenduidig populatieverloop over heel Nederland of Noord-Nederland, maar er zijn duidelijk verschillen in ruimte en tijd;
- Een uitbraak begint op meerdere plekken tegelijk, maar het lijken wel steeds dezelfde gebieden te zijn waar de muizenuitbraak start. Met andere woorden, de condities zijn in die gebieden als eerste zeer geschikt voor een sterke vergroting van de muizenpopulaties.
- Er zijn duidelijke aanwijzingen dat de plaag in 2014-2015 is gestart in veen- en klei-opveengebieden met een bovengemiddelde drooglegging. Het zijn daarnaast typerend eenvormige intensief gebruikte graslandpolders;
- Uit de analyse en monitoring van muizenaantallen blijkt dat behandeling met water (inundatie, bevoeiing) leidt tot het tijdelijk verdwijnen van muizen en meer grasopbrengst (vooral bij de droge omstandigheden van 2015). Peilverhoging is ook als preventieve maatregelen van belang.
- Het bestrijden van een muizenuitbraak op het hoogtepunt van de piek is weinig effectief.

Op basis van deze uitkomsten, en de bevindingen en bouwstenen uit de voorgaande hoofdstukken denken we dat een succesvolle plaagbeheersing alleen tot stand kan komen als er gekozen wordt voor een integrale aanpak (Integrated Pest Management, zie ook Couval & Truchetet 2014). In dit hoofdstuk schetsen wij deze integrale aanpak van plaag- en schadebeheersing op hoofdlijnen.

### 9.2 Uitgangspunten voor een integrale strategie

Een integrale aanpak kenmerkt zich door heldere en haalbare doelen, snelle detectie met een EWS, een duidelijke strategie van maatregelen, een gedegen lange termijn kostenafweging en een gebiedsgerichte implementatie gericht op samenwerking. Deze punten worden hier toegelicht.

#### **Focus op heldere en haalbare doelen: schadebeheersing met oog voor herstel**

Alle onderzoeken en maatregelen ten spijt, kan een volgende uitbraak niet volledig via preventieve maatregelen worden tegengehouden. Muizen hebben een eigen cyclus en zullen periodiek in een staat van verhoogde reproductie gaan. Wat wel kan met preventieve maatregelen is 1) dat we tijdig muizenuitbraken zien aankomen en 2) dat de zeer grote reproductie en uitbreiding van een uitbraak afgeremd kan worden, zodanig dat de schade beheersbaar is. Het doel is om te voorkomen dat excessieve schade optreedt. Het is daarom van groot belang om transparant te zijn over de doelen van een integrale aanpak: het beheersen van de schade op een zodanig niveau dat geen grote muizenschade optreedt. Overigens geven boeren in interviews ook aan dat zij geen probleem hebben met muizen in de



percelen als zodanig, maar dat ze geen schade willen hebben als gevolg van de aanwezige muizen.

Uit ons onderzoek (hoofdstuk 7) is gebleken dat schade aan graslanden en waterkeringen sneller herstelt dan aanvankelijk was voorzien (dat staat overigens los van het opbrengstverlies aan gras). De schade is fors maar minder groot dan men begin 2015, toen de plaag op zijn hevigst was, vreesde. Dat kan een reden zijn om ook nadruk op schadebeheersing te leggen.

Het is kansrijk om de doelen ten aanzien van plaagbeheersing te combineren met andere doelen zoals bevorderen van behoud van veenweiden, minimalisatie van de droogteschade, imagoverbetering van de landbouwsector, dierenwelzijn en weidevogelbeheer. Een aantal van de maatregelen die bijdragen aan het verminderen van de kans op een muizenplaag dragen ook bij aan deze doelen.

### **Een centrale rol voor het EWS**

Uit de beschrijving in hoofdstuk 8 blijkt dat een goed functionerend signaleringssysteem de basis is van een preventieve aanpak. Zonder een goed functionerend EWS en een systematische, langjarig opgezette monitoring heeft een preventieve aanpak geen kans van slagen. Met een EWS worden bovendien in een vroeg stadium alle relevante stakeholders betrokken, al in de fase waarin er nog geen muizenschade is. Dat vergroot het draagvlak voor een integrale aanpak. Een EWS op basis van een doorwrochte monitoring heeft daarnaast een hele belangrijke functie om gedurende een uitbraak de keuze van maatregelen aan te sturen.

### **Preventie start in jaren met weinig muizen (anticyclisch)**

Een integrale aanpak heeft als kenmerk dat sprake is van een combinatie van maatregelen met het accent op preventieve maatregelen. Preventieve maatregelen worden genomen in muizenarme jaren en in de beginfase van de groei (curatieve maatregelen worden tijdens de piek genomen, wanneer het voor de meeste preventieve maatregelen inmiddels te laat is).

Uit de informatie in dit rapport kan worden afgeleid dat er een grote kans is dat muizenplagen met een zekere regelmaat zullen terugkeren. Er is een verhoogd risico op het ontstaan van een muizenplaag als de reguliere muizenpiek samenvalt met preferente weersomstandigheden van muizen. Preventieve maatregelen zijn essentieel om er voor te zorgen dat een piek niet doorslaat in een uitbraak. Preventieve maatregelen hebben pas effect als deze gedurende langere tijd worden uitgevoerd en onderdeel zijn van reguliere bedrijfsvoering en beleid. Een effectieve preventieve aanpak begint daarom meteen nadat de meest recente uitbraak tot een einde is gekomen en muizen aantallen weer laag zijn. In 2016 dus. Het is essentieel om in de komende jaren, wanneer er geen muizenschade is en lage muizendichtheden, volop aan de slag te gaan met een integrale aanpak.

De aanbeveling om juist in muizendaljaren veel aandacht te besteden aan preventie staat enigszins op gespannen voet met de economische en bestuurlijke realiteit. Ervaringen in het buitenland (o.a. Delattre & Giraudoux 2009) en ook die na de plaag in ZW-Fryslân in 2004-2005, laten zien dat als de plaag voorbij is de animo onder boeren en bestuurders om te investeren in lange termijn oplossingen afneemt. Herhaald optreden van omvangrijke schade door Woelratten in delen van Frankrijk wijst er op dat dit geen goede strategie is (Delattre & Giraudoux 2008). Na een plaag is het juist nodig om te investeren in een robuust en langjarig Early Warning System (voor het tijdig aan zien komen van een plaag) en in het uitvoeren van preventieve maatregelen. Er is kortom, een anti-cyclische uitvoering nodig. Het risico op nieuwe muizenplagen in Nederland is namelijk reëel.

**Box 6. Wijze woorden van Elton (1942) ....**

*Omgaan met muizenplagen levert al sinds jaar en dag de nodige hoofdbreken op, zoals opgetekend in een Engelse publicatie: ‘Small mammals, especially rodents with their self-sharpening incisors and phenomenal capacity to increase in numbers, take a toll of man’s provisions all over the globe. The history of rodent plagues can be traced back to biblical times, and the earliest historians. The first critical review of the phenomenon was compiled by Elton (1942). His ageless description of the course of events during a rodent outbreak:’*

*“The affair runs always along a similar course. Voles multiply. Destruction reigns. There is dismay, followed by outcry, and demands to Authority. Authority remembers its experts or appoints some: they ought to know. The experts advise a Cure. The Cure can be almost anything: golden mice, holy water from Mecca, a Government Commission, a culture of bacteria, poison, prayers denunciatory or tactful, a new god, a trap, a Pied Piper. The Cures have only one thing in common: with a little patience they always work. They have never been known entirely to fail. Likewise they have never been known to prevent the next outbreak. For the cycle of abundance and scarcity has a rhythm of its own, and the Cures are applied just when the plague of voles is going to abate through its own loss of momentum”*

**Een 'ladder van maatregelen"**

Voor een effectieve aanpak is het nodig om een soort van prioriteiten ‘ladder’ van maatregelen te ontwikkelen. Deze maatregelen kunnen worden ingezet bij verschillende stadia van populatie-ontwikkeling. Het is daarbij praktisch om per ‘urgentietrede’ van de ladder drempelwaarden vanuit het EWS te hebben, op basis waarvan objectief kan worden besloten om in te grijpen. Kortom, het is van belang om in de komende jaren te monitoren en te onderzoeken waar een bepaalde VSI in het EWS voor staat (zie verder bijlage 3.2).

Op het moment dat er bij het meldpunt van het EWS berichten binnenkomen dat er in een bepaald gebied onverwacht veel muizen zijn, kan het bijvoorbeeld raadzaam zijn om dan al direct een aantal acties in gang te zetten om eventuele verdere ontwikkeling van de Veldmuizenpopulatie te beperken. Er zijn praktische maatregelen denkbaar die niet de hoofdprijs kosten, maar er wel degelijk toe kunnen bijdragen dat de kans op escalatie minder groot is. Zo kan men zorgen voor extra beweiding op de locatie. Indien mogelijk valt te overwegen om (tijdelijk) het waterpeil te verhogen. Hierdoor kan muizenschade en het toepassen van kostbare (curatieve) maatregelen voorkomen worden. In hoofdstuk 8 hebben we al aangegeven dat het goed zou zijn dat er een regiekamer is waar de urgentie in de gaten wordt gehouden op basis van het EWS. Een inhoudelijk voorstel voor de ladder van maatregelen wordt uitgewerkt in paragraaf 9.3.

**Samenwerking in gebieden**

Het is aan de hand van de resultaten van de voorgaande hoofdstukken duidelijk dat muizenplagen in specifieke gebieden ontstaan. Het verdient aanbeveling om juist voor de zeer kwetsbare gebieden (hotspots) een goede gebiedsgerichte aanpak op te zetten waarbij alle stakeholders met elkaar samenwerken. Dat betreft de samenwerking tussen boeren onderling en onderzoekers, de overheden inclusief de waterschappen, natuurorganisaties, FBE's, vrijwilligers als vogelwachters e.d.

Samenwerking bevordert de mogelijkheden om gezamenlijk preventieve maatregelen te nemen en vermindert hierdoor het gedeelde risico op muizenschade. Als één van de partijen geen preventieve maatregelen treft, terwijl de andere dat wel doet, heeft dit impact op het

gezamenlijke risico. Deze samenwerking moet gebiedsgewijs worden opgezet, omdat er op lokale schaal daadwerkelijk een wederkerige afhankelijkheid van belangen is. Men kan elkaar in gebieden aanmoedigen om samen preventieve maatregelen te nemen om het gezamenlijke risico te verminderen en bovendien bij te dragen aan een diervriendelijke plaagbeheersing. Ook uit de vaak jarenlange ervaring in het buitenland blijkt dat een intensieve samenwerking de sleutel is voor het opzetten van een succesvolle integrale aanpak (pers. med. P. Giraudoux).

In een gebiedsgerichte benadering kan praktijkervaring worden opgedaan met het bedrijfseconomische rendement van maatregelen. Dat geldt ook voor de organisatie en werking van het EWS. Onderdeel van het EWS is dat drempelwaarden worden ontwikkeld voor de monitoring, die aanleiding geven tot het nemen van maatregelen. Deze dienen in de proefgebieden – en gaandeweg de uitvoering van het EWS – ontwikkeld te worden.

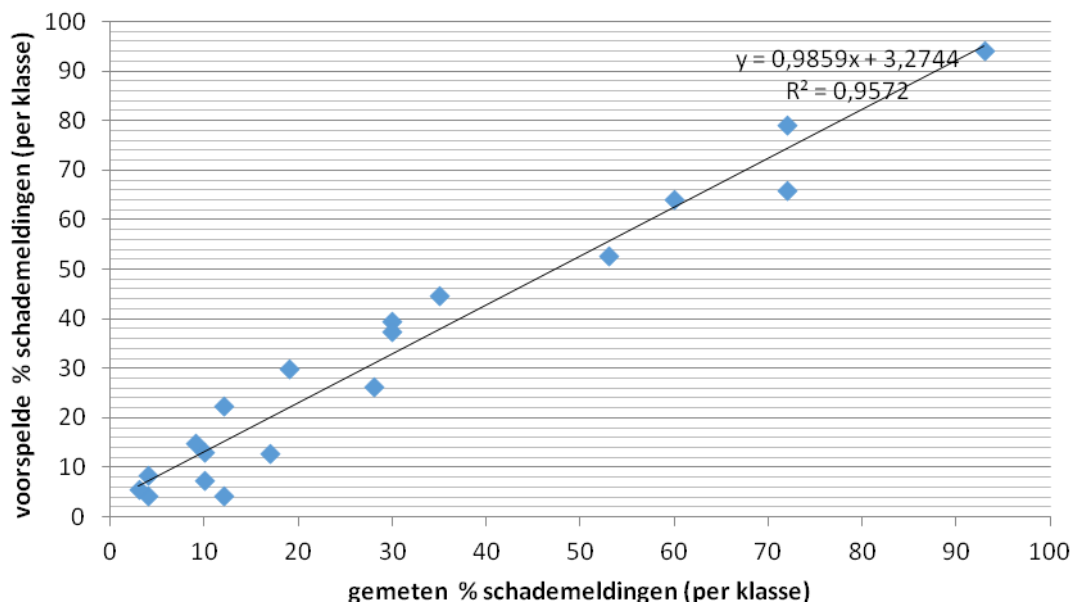
In Nederland is nog geen ervaring opgedaan met een integrale aanpak in gebieden. Om die reden is het sterk aan te bevelen om te starten met de integrale aanpak in een viertal proefgebieden en deze goed te begeleiden. In deze proefgebieden kunnen bij uitstek preventieve maatregelen onderzocht worden in termen van effectiviteit en rentabiliteit. Door de grote verscheidenheid van gebieden in Fryslân is het nuttig tenminste twee gebieden op klei- en twee op veengrond te kiezen. Dat zijn bij voorkeur de hotspots waar de plaag zich het eerst aandient. Als voorkeursgebieden gelden de Koufurderrige, het Leechlân bij Grou en gebieden op de klei (nader te selecteren). In die gebieden is namelijk al eerder informatie verzameld. Waarschijnlijk is het nodig om bij de integrale aanpak onderscheid te maken tussen hotspots en gebieden die pas daarna 'overspoeld' worden door muizen. Voor elk van die gebieden kan een aparte strategie ontwikkeld worden. Door te werken met proefgebieden kunnen verschillen in aanpak worden uitprobeerde.

### **Een financiële afweging op basis van toekomstige vermeden kosten**

Een preventieve aanpak betekent dat er maatregelen genomen gaan worden zonder directe opbrengsten. De economische afweging om preventieve maatregelen te nemen is namelijk dat er in de toekomst kosten worden vermeden. Dit aspect speelt vooral bij peilverhoging in veenweidegebied een rol, waarbij peilverhoging op korte termijn de opbrengst zou kunnen verlagen (nader te onderzoeken) maar op langere termijn droogteschade en muizenschade mitigeert. Om deze afweging goed te kunnen onderbouwen is het van groot belang om te kunnen aangeven welke toekomstige kosten dan vermeden gaan worden.

De in voorgaande hoofdstukken beschreven kennis over enerzijds de relatie tussen muizenschade en de diverse achterliggende factoren, en anderzijds de schade die boeren hebben gehad kan daarbij worden ingezet. Wij denken dat het mogelijk is een kostenbaten model te maken voor de muizenschade. Ter illustratie hiervan hebben we een tentatief model gemaakt, waarmee het mogelijk is het percentage kilometerhokken met schademeldingen te voorspellen op veengronden als functie van de drie factoren waarvoor voldoende informatie verzameld is: drooglegging, openheid en weidegang (in een plaaggevoelig jaar). Figuur 9.1 geeft de relatie weer tussen de gemeten en de door het tentatieve model voorspelde waarden. De modeluitkomsten hebben een behoorlijke overeenkomst met de werkelijk gemeten schade.

Het nog niet geteste model voorspelt het percentage  $\text{km}^2$  met schade als functie van diverse omgevingsfactoren en (een selectie van) maatregelen. Aangezien de gemiddelde schade per  $\text{km}^2$  bekend is kan ook een schatting worden gemaakt van de vermeden kosten van de inzet van een maatregel. Om tot goed onderbouwde prognoses van de vermeden schade per maatregel te komen dient het model nog verder uitgewerkt en gekalibreerd te worden zodat er gedegen lange termijn strategieën ontwikkeld kunnen worden op basis van vermeden kosten.



Figuur 9.1. IJking van een muizenschademodel voor veengronden waarin voorspeld wordt wat het percentage kilometerhokken is met schade op basis van de factoren drooglegging, openheid en weidegang (in een plaaggevoelig jaar wat klimaat en muizenzyclus betreft).

### Hou oog voor de ethische afweging

Het is belangrijk om bij de plaagbeheersing niet alleen rekening te houden met de schade, maar ook met ethische aspecten van de bestrijding: dierenwelzijn. Er is een afwegingkader opgesteld om de ethische afweging transparant en zorgvuldig te kunnen maken. Het afwegingskader bevat een aantal vragen die door de betrokken instanties op enig moment beantwoord kunnen worden om expliciet te maken of de gekozen aanpak ook ethisch solide is (Box 7).

### Flexibiliteit en regelgeving

Een aspect dat eveneens met nadruk aandacht moet krijgen is de regelgeving in gebieden met veel muizenschade of dreigende muizenschade. Deze moet afgestemd worden op de integrale aanpak en herstel, en daar niet strijdig mee zijn. Een analyse van aan te passen regels valt buiten de reikwijdte van ons project. We bevelen wel aan om dat nader te onderzoeken.

## 9.3 Uitwerking van de ladder van maatregelen.

Voor een effectieve integrale aanpak is het nodig om een soort van prioriteiten 'ladder' van maatregelen te ontwikkelen voor verschillende stadia van populatie-ontwikkeling. We onderscheiden in de ladder van maatregelen vier niveaus gekoppeld aan de codes van het EWS (zie tabel 9.1).

### Box 7. Ethisch afwegingskader

Er is een afwegingskader opgesteld om de ethische afweging van de plaagbeheersing transparant en zorgvuldig te kunnen maken. Dit is mede het resultaat van een workshop op 23 juni 2015, waarbij een eerdere versie van het afwegingskader met een brede groep deskundigen en betrokkenen is bediscussieerd. Om praktische redenen worden de vragen na elkaar gesteld, maar in feite spelen de vragen tegelijkertijd. Het is desgewenst mogelijk om de volgorde van de vragen te wijzigen. Ook is het mogelijk om het stappenplan meerdere keren te doorlopen, zodat er sprake is van een iteratief proces. Het afwegingskader bevat de volgende vragen.

1. *Is er voldoende (lokale) kennis waaruit blijkt wat de oorzaken van de plaag zijn en waaruit blijkt hoe de plaag kan worden beheerst? Bij voldoende kennis over plaagbeheersing kan deze ingezet worden.* Indien er onvoldoende kennis is over effectieve maatregelen, is het doen van onderzoek een eerste vereiste. Zonder kennis is het moeilijker om te verdedigen waarom er dieren gedood moeten worden. Daarbij speelt mee dat de muizenpopulatie na een piek of plaag vanzelf, ook als er niets wordt gedaan, weer afneemt.
2. *Is er een maatschappelijk belang dat in geding is?* In het geval er geen maatschappelijk belang geschaad wordt, is er ook geen goede grond om muizen te doden.
3. *Is er een duidelijk doel voor de plaagbeheersing?* Het doel is bijvoorbeeld om te voorkomen dat er plagen ontstaan. Een ander doel kan zijn om bij het uitbreken van een plaag de schade te beperken. Een derde doel kan zijn om de plaag te bestrijden.
4. *Is al het mogelijke gedaan om het ontstaan van plagen te voorkomen?* Indien niet, dan verdient het aanbeveling om eerst preventieve maatregelen toe te passen.
5. *Is al het mogelijke gedaan om de plaag tijdig aan te pakken?* In het geval dat er plagen ontstaan, is het belangrijk om deze tijdig te signaleren en te beheersen in de gebieden waar de plaag begint, zodat de schade beperkt kan worden. Indien mogelijk wordt daarmee niet alleen de schade in andere gebieden voorkomen of beperkt, maar ook veel dierenleed voorkomen. Als men 'te laat' gaat bestrijden, zijn er immers veel meer muizen die gedood moeten worden.
6. *Is gekozen voor een benadering die tot zo min mogelijk dierenleed leidt?* In het geval men muizenpopulaties actief gaat bestrijden is het belangrijk om te kiezen voor een benadering die tot zo min mogelijk dierenleed leidt. Daarbij gaat het om het leed van ieder afzonderlijk dier dat gedood wordt, het aantal dieren dat gedood wordt, het aantal muizen dat niet gedood wordt maar wel langdurig effecten blijft ondervinden als gevolg van een subletale dosering en het aantal (dieren van) andere soorten dat gedood wordt. Bij het dierenleed dient rekening te worden gehouden met de aard en duur van het lijden. Een directe dood wordt daarbij als gunstiger beoordeeld dan een dood waarbij dieren urenlang moeten lijden. Van rodenticiden is bijvoorbeeld bekend dat ze veel dierenleed veroorzaken.
7. *In hoeverre kan de aanpak, ondanks een zorgvuldige afweging, leiden tot grote maatschappelijke weerstand?* In het geval de manier van doden tot weerzinwekkende beelden kan leiden is het verstandig om naar andere opties te zoeken.
8. *Is de gekozen benadering betaalbaar?* En wegen de kosten tegen de baten op?

Tabel 9.1. Urgentieniveaus maatregelenladder

Niveau / code	EWS signaal	Maatregeladvies
1.code <b>groen</b> :	Alle EWS parameters wijzen er op dat er sprake is van een normale situatie (= geen overschrijdingen van grenswaarden); waarschijnlijk daljaar	Dit is de periode om te werken aan structurele preventieve maatregelen en deze uit te voeren
2.code <b>oranje</b> :	Meerdere EWS parameters geven aan dat er een piekjaar is met een verhoogde kans op plaagvorming,	Dit is de periode om na te gaan of het al nodig is om preventieve maatregelen te nemen gericht op het tegengaan van de nog te ontwikkelende plaag
3.code <b>rood</b> :	De EWS parameters geven aan dat er muizenplaag gaande is. Plaagjaar	Het is nodig om preventieve en curatieve maatregelen te nemen om de plaag te beheersen
4. Code <b>grijs</b>	De EWS parameters wijzen er op dat de plaag weer voorbij is. Jaar na plaag	Het is nodig om herstelmaatregelen te nemen Evalueer de genomen (preventieve, curatieve en herstel-) maatregelen.

Per niveau / trede van de ladder kan een set van maatregelen worden genomen.

### Niveau 1/groen: Preventieve maatregelen in daljaren (anticyclisch)

Er is een aantal maatregelen die als preventieve maatregel genomen kunnen worden:

#### 1. Structurele of tijdelijke verhoging van het waterpeil

Onder natte omstandigheden zijn muizen kwetsbaar en is hun overleving laag. Dat biedt aanknopingspunten om een naderende uitbraak preventief aan te pakken via verhoging van het waterpeil. Daarmee wordt afgestapt van de traditionele indeling in winter- en zomerpeil, maar ontstaat een gedifferentieerd peil dat rekening houdt met de verschillende functies. Dit verhoogde peil is overigens ook gunstig voor het tegengaan van veenoxidatie, minimalisatie van droogteschade en voor het behoud van weidevogels.

#### 2. Bevorderen van predatoren aanwezigheid

De aanwezigheid van predatoren – vooral muizenetende roofvogels als Torenvalk, Ransuil en Buizerd, maar ook kleine zoogdieren als Hermelijn en Wezel – kan een rol spelen bij het dempen van uitbraken van muizen. In het buitenland is daarmee verschillende ervaring opgedaan (zie hoofdstuk 6.1). Dit betekent in de eerste plaats dat de vervolging van predatoren (die nu nog groot is) aan banden moet worden gelegd. Een tweede maatregel is dat, op maat gesneden voor een bepaald gebied, gewerkt wordt aan het stimuleren van predatoren door het ophangen van nestkasten.

Een aandachtspunt dat nog nader onderzocht moet worden is de betekenis van slootkanten. Slootkanten herbergen vaak relatief hoge dichtheden van muizen, doordat ze relatief droog zijn, minder worden bemest en extensiever worden beweide of gemaaid. In sterk ontwaterde (veen)gebieden kunnen de slootkanten vaak flink hoger liggen dan de omgeving. Het zou daarom interessant kunnen zijn om te onderzoeken of bij een andere inrichting, dwz. flauw oplopende taluds, slootkanten dan ook nog preferente locaties voor muizen zijn. Bij de integrale aanpak is het daarom aan te bevelen om, op basis van een ruimtelijke kartering van muizenpresentie in daljaren, na te gaan wat de rol van slootkanten is. De verwachting is dat flauwe taluds (1:5) in veengebieden nog steeds goed bewerkbaar zijn, maar minder aantrekkelijk zijn als leefgebied voor muizen (veel natter). De flauwere taluds dragen overigens ook nog bij aan extra berging van oppervlaktewater in de polder.

### **Niveau 2/oranje: Maatregelen ten tijde van een (zich ontluikende) plaag**

De essentie van de aanpak is dat, zodra er percelen met een bovenmatige hoge muizendichtheid ontstaan, een gericht beheer wordt opgezet, eventueel in combinatie met een peilverhoging (zie hiervoor). De vraag wanneer actie moet worden ondernomen, wordt bepaald via het EWS en de drempelwaarden die in het gebiedsproces worden ontwikkeld. Het is van belang, dat niet bij elke Veldmuis die verschijnt actie wordt ondernomen, maar dat ontwikkelingen van muizenpopulaties worden geduid op basis van het EWS.

In de preventieve aanpak komt een aantal maatregelen naar voren om in te zetten bij een beginnende uitbraak. De verschillende kansrijke maatregelen zijn:

- gerichte inzet van maaien en beweiden op 'puntlocaties';
- gerichte inzet van peilverhoging of bevoeiing (inundatie) op puntlocaties;
- snel inspelen op slechte weersomstandigheden door kortstondig het peil op te zetten;
- inzet van graslandvernieuwing en maïs als 'brandgangen' rond gevoelige locaties in een proefgebied;
- inzet van specifiek beheer op waterkeringen en in bermen: beweiden van keringen met bijvoorbeeld schapen en maaien van bermen;
- voor gebieden waar de inzet van water niet mogelijk is, het toepassen van de zwavel-stikstof methode. Er is echter meer onderzoek nodig naar de precieze werking hiervan, en hoe de effectiviteit ervan kan worden vergroot.

Als voorbeeld beschrijven we de kortstondige inzet van inundatie, waarbij tijdelijk – voor maximaal enkele dagen – een gebiedsdeel of gebied wordt geïnundeerd om muizenontwikkeling af te remmen. Dit kan bijvoorbeeld opportuun zijn in situaties waarbij zich een muizenhaard begint te ontwikkelen. Voor dit gebiedsdeel, of zelfs een polder, is het dan wel nodig dat de inrichting kortstondige inundatie toelaat. Dit is per gebied verschillend en dient nader te worden uitgewerkt via een integrale gebiedsgerichte aanpak. Een relevante onderzoeksvraag voor boeren is in hoeverre de groei en opbrengst van intensieve graslanden met dominantie van Engels raaigras geremd wordt door kortstondige inundaties. Waterhuishoudkundig is het vooral een uitdaging om de detailontwatering zo in te richten en te onderhouden, dat het water na de inundatie weer snel kan worden afgevoerd. Wanneer de beschikbaarheid van water een knelpunt is, kunnen maatregelen uitgevoerd worden om dit mogelijk te maken. Hiervoor moeten wel kosten worden gemaakt. Dit is ook van gebied tot gebied verschillend.

### **Niveau 3/rood: Maatregelen tijdens de piek van een plaag**

Op het moment dat de muizenplaag een feit is geworden en de schade ook direct visueel in het veld is waar te nemen, is maar een beperkt aantal maatregelen beschikbaar. Tijdens de piek van de plaag is bestrijding door middel van bevoeiing (sleepslang of waterpompen met slang) kansrijk. In sommige gevallen is inundatie via waterpeilverhoging ook een optie. Het is belangrijk dat de maatregel op een groot oppervlak gebeurt (meerdere percelen tegelijk). In gebieden waar niet voldoende water beschikbaar is lijkt bestrijding met geur een alternatief (zwavel-stikstof).

Op grond van het onderhavige onderzoek is de inzet van rodenticiden onwenselijk (zie risico-analyse hoofdstuk 4). De voorgestelde integrale / gebiedsaanpak sluit volledig aan bij de huidige regelgeving in Nederland. Ook in andere Europese landen die kampen met muizenuitbraken krijgt integrale aanpak volop aandacht. Juist de ervaring in de andere Europese landen geeft steun en onderbouwing aan deze strategie zonder gebruik van rodenticiden.

#### **Niveau 4/grijs: Maatregelen na een plaag**

Na een plaag dient de herstelcapaciteit van grasland in percelen en op waterkeringen aandacht te krijgen. Het natuurlijk herstel is groter dan gedacht, ook al is er sprake van een andere grassoortensamenstelling. Dit punt is van belang in de communicatie richting boeren, zeker in het licht van de risicospreiding en de effectiviteit van investeringen voor bestrijding, doorzaai of herinzaai.

In samenhang daarmee dient in elk geval gewerkt te worden aan een betere risicospreiding op bedrijfsniveau, met als strategie dat niet alles in één keer wordt ingezaaid of doorgezaaid. Spreiding van graslandvernieuwing is met name nodig in droge voorjaren.

### **9.4 Aanbevelingen**

#### **Aanbevelingen voor de verdere aanpak**

Op basis van de resultaten van dit project hebben we de volgende aanbevelingen:

- Op basis van de resultaten van dit project bevelen we aan om de plaagbeheersing van Veldmuizen op te zetten via een gedegen integrale aanpak (Integrated Pest Management).
- Het is van belang om de doelen van de integrale aanpak nader uit te werken op basis van het principe van schadebeheersing. Het is kansrijk om de doelen ten aanzien van plaagbeheersing te combineren met andere doelen zoals het behoud van veenweiden, minimalisatie van droogteschade, imagoverbetering van de landbouwsector, dierenwelzijn en weidevogelbeheer.
- Bij de integrale aanpak is een Early Warning Systeem onmisbaar. Dit EWS is gebaseerd op systematische en langjarig monitoring door vrijwilligers en ook professionals en maakt het mogelijk om tijdig preventieve maatregelen te nemen. Wij bevelen aan om dit EWS verder uit te werken met betrokkenen.
- Wij bevelen aan om bij de plaagbeheersing de nadruk te leggen op preventieve maatregelen, die worden genomen in muizenarme jaren en in de beginfase van de groei.
- Wij bevelen aan om als nadere uitwerking van de integrale aanpak een soort van prioriteiten 'ladder' van maatregelen uit te werken. Op basis van deze ladder kunnen maatregelen worden ingezet bij verschillende stadia van populatie-ontwikkeling. Het is daarbij handig om per urgentietrede van de ladder drempelwaarden voor het EWS te hebben, op basis waarvan objectief kan worden besloten om in te grijpen. Er dient een praktisch draaiboek te worden gemaakt, welke maatregelen in welke omstandigheden kansrijk zijn.
- Het is hoe dan ook duidelijk dat er minder kans op een muizenplaag is als percelen in de winter relatief nat zijn en het gras kort is. Het verdient aanbeveling om deze maatregelen waar mogelijk door te voeren.
- Bij het nemen van herstelmaatregelen is het van belang om voldoende rekening te houden met het natuurlijk herstel en risicospreiding bij het nemen van herstelmaatregelen.
- Het verdient aanbeveling om juist voor de zeer kwetsbare gebieden (hotspots) een goede gebiedsgerichte aanpak op te zetten waarbij alle stakeholders met elkaar samenwerken. Dat betreft de samenwerking tussen boeren onderling, onderzoekers, overheden inclusief de waterschappen, natuurorganisaties, FBE's, vrijwilligers als vogelwachters e.d. Het is aan te bevelen om de integrale aanpak in een viertal proefgebieden te testen en deze toepassingen goed te begeleiden. Als voorkeursgebieden gelden de Koufurderrige, het Leechlân bij Grou en de kleigebieden bij Hartwerd en Easterwierum.



- Het verdient aanbeveling om bij de gebiedsgerichte benadering praktijkervaring op te doen over de terugverdientijd van maatregelen op bedrijfsniveau en op gebiedsniveau en met de praktische toepassing van het EWS.
- Het is belangrijk om bij de plaagbeheersing niet alleen rekening te houden met de schade maar ook met ethische aspecten van de bestrijding: dierenwelzijn. Er is een afwegingkader opgesteld om de ethische afweging transparant en zorgvuldig te kunnen maken.
- In dit project hebben wij geen onderzoek gedaan naar de vraag welke (bestaande of nieuwe) organisatie belast zou moeten worden met de taak om de integrale strategie uit te voeren. Dat vraagt een analyse van de ambities van organisaties, hun middelen, bevoegdheden en verantwoordelijkheden. Wij bevelen aan dat hier invulling aan wordt gegeven.

#### **Aanbevelingen voor nader onderzoek**

Op basis van de resultaten van dit project hebben we de volgende aanbevelingen voor nader onderzoek:

- Het verdient aanbeveling om nader onderzoek te doen naar de vraag of regelgeving in gebieden met veel muizenschade of dreigende muizenschade beperkingen geeft.
- Om tot een goede kosten/baten analyse te komen is het nodig om een model op te zetten waarin de relatie tussen muizenschade, kosten en maatregelen verder wordt uitgewerkt.
- Muizenplagen komen niet alleen in Nederland voor. Het zou goed zijn om ervaring met Frankrijk en Duitsland uit te wisselen, ondermeer omdat daar al langere tijd aan IPM wordt gewerkt.
- Een van de inhoudelijke kennisvragen die nu nog relatief onbeantwoord is gebleven gaat over de verspreiding van muizen in daljaren. Er is weinig bekend over de landschaps- en landgebruiksfactoren die voor muizen in daljaren belangrijk zijn. Kennis hierover kan informatie opleveren over de locaties van toekomstige plagen en mogelijk ook inzichten om tot extra preventieve maatregelen te komen.
- Een onbeantwoorde vraag in het kader van dit onderzoek is de vraag of het beter is om muizen uitbraken te laten 'uitrazen' (want sneller voorbij) of dat er ingegrepen moet worden, met de kans dat de populatie minder verzwakt raakt. Het gaat hier om kennis over de processen bij het ineenstorten van een populatie na een piek. We hebben hier nog onvoldoende kennis over.

## 10 Literatuur

---

- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof, 2009. Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad Rapportnummer 50, 112 p.
- Altenburg, W. & E. Wymenga 1991. Beheerovereenkomsten in veenweiden. Landschap 8: 33-45.
- Barten R, 2009. Feldmause – Wirtschaftlichkeit. Conference Presentation at Arbeitskreis Wirbeltiere, 11–12 November, Delitzsch, Germany.
- Beemster, N. & J.L. Mulder 2002. De vossenproblematiek rond het Lauwersmeer: een verkenning. A&W-rapport 332. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.
- Beemster, N. & S. van Rijn 1995. Roofvogels in de Nederlandse wetlands: Variatie in jaagsucces van op Veldmuizen jagende roofvogels. Intern rapport 1995-14 Lio. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Beemster, N. B. Koks, R. van der Hut & M. Postma 2012. Foeragerende kiekendieven in en rondom de Oostvaardersplassen in 2011. A&W-rapport 1701. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Beemster, N., & Dijkstra, C. 1991. Roofvogels in de Nederlandse wetlands: 1. Variaties in voedselaanbod: woelmuizen. Rijkswaterstaat directie Flevoland, Lelystad.
- Beemster, N., R.M.G. van der Hut, B. Koks & C. Trierweiler 2011. Foeragerende kiekendieven in en rondom de Oostvaardersplassen. Pilotonderzoek in 2010. A&W-rapport 1581. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Beemster, N., Vulink, J.T. 2013. The long-term influence of grazing by livestock on common vole and raptors in man-made wetlands in the Netherlands. *Lutra* 56: 5–23.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR 1986. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Berny, P.J., T. Buronfosse, F. Buronfosse, F. Lamarque, G. Lorgue 1997. Field evidence of secondary poisoning of foxes (*Vulpes vulpes*) and buzzards (*Buteo buteo*) by bromadiolone, a 4-year survey. *Chemosphere* 35, 1817–1829.
- Bijlsma, R.G. 2011. Trends en broedsresultaten van roofvogels in Nederland in 2010. *De Takkeling* 19 (1): 6-51.
- Bijlsma, R.G. 2015. Trends en broedsresultaten van roofvogels in Nederland in 2014. *De Takkeling* 23(1): 4-51.
- Bijlsma, R.G., Hustings F. & Camphuysen C.J. 2001. Algemene en Schaarse Vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Bijlsma, R.G., S. Bakker, T. van Galen *et al* 2007. Broedende roofvogels op het Friese vasteland: verspreiding, talrijkheid, trend en voedselkeus. *Takkeling* 15: 48–72.
- Blank, B.F., J. Jacob, A. Petri & A. Esther 2011. Topography and soil properties contribute to regional outbreak risk variability of common voles (*Microtus arvalis*). *Wildl Res* 38: 541–550. doi: 10.1071/WR10192.
- Bleuel, C. & P. Huizing 2015. Onderzoek naar de mate van beschadiging aan de grasmat door de Veldmuizenplaag in Zuidwest Fryslân. Afstudeeropdracht/onderzoeksrapport Van Hall Larenstein.
- Boer, A.J. de 2015. Veldmuizenplaag 2014 in Friesland, een lokale ramp. Schade-inventarisatie door actiecomité muizenschade i.s.m. LTO Noord. Rapport, 3D Agro Advies & LTO Noord, Joure.
- Bonnet, T., L. Crespin, A. Pinot, L. Bruneteau, V. Bretagnolle & B. Gauffre 2013. How the common vole copes with modern farming: Insights from a capture-mark-recapture experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 177, 21–27.
- Bosma, N. & J. Haverkamp 2015. Risico's en effecten van muizenschade op waterkeringen. Rapport Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Boyce, C.C.K. & J.L. Boyce 1988. Population biology of *Microtus arvalis*. I. Lifetime reproductive success of solitary and grouped breeding females. *J Anim Ecol* 57(3):711–722.

- Brink, N. van den 2014. Risico's van anticoagulantia rodenticides voor niet-doelsoorten en predatoren. Een scan van beschikbare kennis in Europa en analyses in roofvogels uit Nederland. Alterra-rapport 2589. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Brommer, J.E., H. Pietiainen, K. Ahola *et al* 2010. The return of the vole cycle in southern Finland refutes the generality of the loss of cycles through "climatic forcing". *Global Change Biology* 16, 577–586. doi:10.1111/j.1365-2486.2009.02012.x.
- Brügger, A., W. Nentwig & J.P. Airoldi 2010. The burrow system of the common vole (*M. arvalis*, Rodentia) in Switzerland. *Mammalia* 74:311–315.
- Bryja J, J. Nesvadbova, M. Heroldova, E. Janova, J. Losik, L. Trebaticka *et al* 2005. Common vole (*Microtus arvalis*) population sex ratio: biases and process variation. *Can J Zool* 83:1391–1399.
- Buker, J.B. 1984. Aantalschommelingen bij de veldmuis *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) in de periode 1978-1981. *Lutra* 27:304–311.
- Cavé, A.J. 1968. The breeding of the Kestrel *Falco tinnunculus* L. in the reclaimed area Oostelijk Flevoland. *Neth J Zool* 18:313–407.
- Coeurdassier, M., P. Berny, G. Couval, A. Decor, M. Jacquot, S. Queffélec & P. Giraudoux 2014. Evolution des effets non intentionnels de la lutte chimique contre le campagnol terrestre sur la faune sauvage et domestique. *Fourrages*, 220, 327–335.
- Couval, G., & D. Truchetet 2014. Le concept de lutte raisonnée : combiner des méthodes collectives contre le campagnol terrestre afin de conserver une autonomie fourragère. *Fourrages*, 220, 343–347.
- Daan, S. & C. Dijkstra 1988. Date of birth and reproductive value of Kestrel eggs: on the significance of early breeding. In: Dijkstra, C. Reproductive tactics in the Kestrel *Falco tinnunculus*. A study in evolutionary biology. Dissertatie RU Groningen.
- Daan, S., & S. Slopsema 1978. Short-Term Rhythms in Foraging Behaviour of the Common Vole, *Microtus arvalis*. *Journal of Comparative Physiology . A* , 215-227.
- De Bruijn, O. 1979. De voedseleecologie van de Kerkuil *Tyto alba* in Nederland. *Limosa* 52:91–154.
- Dekker, J., & D. Bekker 2008. Veldmuiscpopulaties in Nederland: is er sprake van cycli en kunnen plagen voorspeld worden? Arnhem: Zoogdierverseniging VZZ.
- Delattre, P., N. Morellet, P. Codreanu, S. Miot, J.P. Quéré, F. Sennedot & J. Baudry 2009. Influence of edge effects on common vole population abundance in an agricultural landscape of eastern France. *ACTA THERIOLOGICA*, 54, 51–60.
- Delattre, P., P. Giraudoux, J. Baudry, J.P. Quéré & E. Fichet 1996. Effect of landscape structure on Common Vole (*Microtus arvalis*) distribution and abundance at several space scales. *Landscape Ecology*, 11, 279–288.
- Delattre, P., P. Giraudoux, J. Baudry, P. Musard, M. Toussaint, D. Truchetet, P. Stahl *et al.* 1992. Land use patterns and types of common vole (*Microtus arvalis*) population kinetics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 39(3-4), 153-169.
- Delattre, P., P. Giraudoux, J.P. Damange, & J.P. Quéré 1990. Recherche d'un indicateur de la cinétique démographique de populations du campagnol de champs (*Microtus arvalis*). *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 45, 375–384.
- Deltatte, P & P. Girandoux 2008. Le Campagnol terrestre. Prévention et contrôle des populations. Collection Savoir faire. Editions Quae, Versailles, Cedex.
- Dijk, A.J. van, A. Boele, F. Hustings *et al.* 2010. Broedvogels in Nederland in 2008. SOVON-monitoringsrapport 2010/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Dijkstra, C. 1988. Reproductive tactics in the Kestrel *Falco tinnunculus*. A study in evolutionary biology. Dissertatie RU Groningen.
- Dijkstra, C. 1994. Betekenis van vegetatie ontwikkeling in de drooggevallen gebieden van het Volkerakmeer-Zoommeer voor de fauna. Min. van Verkeer en Waterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. W-DWW-94-719
- Dijkstra, C. & M. Zijlstra 1997. Reproduction of the Marsh harrier *Circus aeruginosus* in recent land reclamations in the Netherlands. *Ardea* 85: 37-50.

- Dijkstra, C., N. Beemster, M. Zijlstra, S. Daan & M. van Eerden 1995. Roofvogels in de Nederlandse wetlands. Flevovericht 303, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Eerden, M. R. van, M. Zijlstra, M. van Roomen & A. Timmerman 1996. The response of Anatidae to changes in agricultural practice: Long-term shifts in the carrying capacity of wintering waterfowl. *Gibier Faune Sauvage* 13:681-707.
- Elton, C. 1942. Voles, Mice and Lemmings: Problems in Population Dynamics. Oxford : Clarendon Press.
- Esther, A, C. Imholt, J. Perner *et al.* 2014. Correlations between weather conditions and common vole (*Microtus arvalis*) densities identified by regression tree analysis. *Basic Appl Ecol* 15:75–84. doi: 10.1016/j.baae.2013.11.003.
- Esvelt, K.M., A.L. Smidler, F. Catteruccia & G.M. Church 2014. Concerning RNA-guided gene drives for the alteration of wild populations. *Elife* 3:1–21. doi: 10.7554/eLife.03401.
- Evans, D.M., N. Villar, N. A. Littlewood, R.P. Pakeman, S.E. Evans, P. Dennis, J. Skartveit & S.M. Redpath 2015. The cascading impacts of livestock grazing in upland ecosystems: a 10-year experiment. *Ecosphere*, 6, 42.
- Evans, D.M., S.M. Redpath, D. A. Elston, S.A. Evans, R.J. Mitchell & P. Dennis 2006. To graze or not to graze? Sheep, voles, forestry and nature conservation in the British uplands. *Journal of Applied Ecology*, 43, 499-505.
- Ewijk, T. van 1997. Roofvogels verkoop je niet zo makkelijk als zeehondjes. *Friestl. Post* 50–52.
- Frank, F. 1957. The causality of microtine cycles in Germany. *J Wildl Manag* 21(2):113–121.
- Gerkema, M.P. & S. Verhulst 1990. Warning against an unseen predator: A functional aspect of synchronous feeding in the common vole, *Microtus arvalis*. *Animal Behaviour* 40: 1169-1178.
- Gerritsen, G.J. & J. Lok 1986. Vogels in de IJsseldelta. IJsselakademie, Zwolle.
- Gervais, J. A. 2010. Testing sign indices to monitor voles in grasslands and agriculture. *Northwest Science*, 84, 281–288.
- Giraudoux, P., P. Delattre, J.P. Quéré & J.P. Damange 1994. Structure and kinetics of rodent populations, in a region under agricultural land abandonment. *Acta Oecologica-international journal of Ecology*, 15(4), 385-400.
- Gromov, I.M., Polyakov, I.Ya. 1977. Fauna SSSR: Mlekopitayuschie. Polevki (Microtinae). Tom 3, Vipusk 8. [Fauna of USSR: Mammals. Voles (Microtinae). Volume 3, Issue 8.]. – Leningrad: “Nauka”. 504 p (In Russian).
- Hansson, B.Y.L. 1979. Field signs as indicators of vole abundance. *The Journal of Applied Ecology*, 16, 339–347.
- Hendriks, R.F.A. & J. Roelsma. 2015. Risico op toename van nutriënten-uitspoeling uit door Veldmuizen aangetaste graslandpercelen. Rapport Alterra Wageningen UR / Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.
- Hendriks, R.F.A., J.W.R. Twisk, L.P.A. van Gerven en J. Harmsen, 2013. Sulfaat in veenweiden, gebiedsvreemd of gebiedseigen? H2O. 2013 (2013 ). p. 1-8.
- Hestvik G, Warns-Petit E, Smith L.A., Fox N.J., Uhlhorn H., Artois M., Hannant D., Hutchings M.R., Mattsson R., Yon L., Gavier-Widen D. 2015. The status of tularemia in Europe in a one-health context: a review. *Epidemiol Infect.* 143:2137-60. doi: 10.1017/S0950268814002398. Epub 2014 Sep 30.
- Hoogenboom, I. & M.Schoenmakers (1981). Aktiviteit en voedsel van de veldmuis (*Microtus arvalis*) in de Lauwersmeer. Doctoraalverslag dieroecologie. RUG, Groningen.
- Hoogenboom, I., S. Daan, J.H. Dallinga & M. Schoenmakers 1984. Seasonal change in the daily timing of behaviour of the common vole, *Microtus arvalis*. *Oecologia* 61: 18-31.
- Hörnfeldt, B. 1978. Synchronous population fluctuations in voles, small game, owls and Tularemia in northern Sweden. *Oecologia* 32: 141-152.
- Huminski, S. 1963. Winter breeding in the field vole, *Microtus arvalis* (Pall.), in the light of an analysis of the effect of environmental factors on the condition of the male sexual apparatus. *Zool Polon* 14(3–4):157–203.
- Husson, A.M., 1956. Enige gegevens omtrent het optreden in vroegere jaren van veldmuisplagen in Nederland. *De Zwerver in Gods vrije Natuur* 16: 25-27.

- Imholt, C.A., A. Esther, J. B. Perner & J.A. Jacob 2011. Identification of weather parameters related to regional population outbreak risk of common voles (*Microtus arvalis*) in Eastern Germany. *Wildlife Research*, 38, 551–559.
- Ims, R.A., J.A. Henden & S.T. Killengreen 2008. Collapsing population cycles. *Trends Ecol Evol* 23:79–86. doi: 10.1016/j.tree.2007.10.010.
- Jackson, R.J., A.J. Ramsay, C.D. Christensen, S. Beaton, D.F. Hall & I.A. Ramshaw 2001. Expression of mouse interleukin-4 by a recombinant ectromelia virus suppresses cytolytic lymphocyte responses and overcomes genetic resistance to mousepox. *J Virol* 75: 1205–1210.
- Jacob, J. & E. Tkadlec 2010. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage. pp. 207–223. In Singleton et al. 2010: "Rodent Outbreaks – Ecology and Impacts". (Eds G. R. Singleton, S. Belmain, P. R. Brown and B. Hardy.) International Rice Research Institute: Los Baños, Philippines.
- Jacob, J. & S. Halle 2001. The importance of land management for population parameters and spatial behaviour in common voles (*Microtus arvalis*). *Adv Vertebr Pest Manag* II 319–330.
- Jacob, J. 2003a. Short-term effects of farming practices on populations of common voles. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 95, 321–325.
- Jacob, J. 2003b. The response of small mammal populations to flooding. *Mamm Biol - Zeitschrift für Säugetierkunde* 68:102–111.
- Jacob, J., & H. Pelz 2005. Regulierung von Nagetierpopulationen – Aktuelle Ansätze und Zukunftsaussichten, 57(9), 177–182.
- Jacob, J., & N. Hempel 2003. Effects of farming practices on spatial behaviour of common voles. *Journal of Ethology*, 21, 45–50. <http://doi.org/10.1007/s10164-002-0073-8>.
- Jacob, J., P. Manson, R. Barfknecht & T. Fredricks 2014. Common vole (*Microtus arvalis*) ecology and management: implications for risk assessment of plant protection products. *Pest Manag Sci* 2014; 70: 869–878.
- Jacob, J., P. Manson, R. Barfknecht & T. Fredricks 2014. Common vole (*Microtus arvalis*) ecology and management: Implications for risk assessment of plant protection products. *Pest Management Science*, 70, 869–878.
- Jacobsen, S., & F. Wiepkema, 2015. Geen vrijstelling mollentabletten tegen muizen voor grasland. Opgeroepen op Oktober 22, 2015, van Melkvee: <http://www.melkvee.nl/nieuws/7528/geen-vrijstelling-mollentabletten-tegen-muizen-voor-grasland>
- Jareño, D., J. Viñuela, J.J. Luque-Larena, L. Arroyo, B. Arroyo & F. Mugeot 2014. A comparison of methods for estimating common vole (*Microtus arvalis*) abundance in agricultural habitats. *Ecological Indicators*, 36, 111–119.
- Jong, J. de 2010. Het herstel van de kerkuil in Friesland. Groei van de populatie in relatie tot het landschap. *Uilen* 46–53.
- Jonkers, D.A. 1981. Opnieuw veldmuizenplaagin deAlblasserwaard. *Boerderij* 66(25): 46–47.
- Jonkers, D.A. & A. van Wijngaarden 1975. Veldmuizenplagen komen ook nu nog voor. *LBK. Tijdschr.* 87-6: 157–159.
- Kan, I., Y. Motro N. Horvitz *et al.* 2014. Agricultural Rodent Control Using Barn Owls: Is It Profitable? *Am J Agric Econ* 96:733–752. doi: 10.1093/ajae/aat097.
- Kasper, G.J., H. Schilder & A.P. Philipsen 2015. Graslandherstel na muizenschade. Rapport Wageningen UR Livestock Research, Wageningen
- Keuper, D., E. van Well & F. van der Schans 2011. Weidegang in Nederland anno 2011 Ontwikkelingen en verwachtingen. CLM Onderzoek en Advies, Culemborg
- Klaassen, R., A.E. Schaich, W. Bouten, C. Both & B. Koks 2014. Eerste resultaten van het jaarrond volgen van Blauwe kiekendieven broedend in het Oost-Groningse akkerland. *Limosa* 87: 135–148.
- Kleefstra R. 2015. Tweeduizend Grote zilverreigers in Fryslân! *Twirre* 25:26–28.
- Kleefstra, R., L. Barkema, D.J. Venema & W. Spijkstra-Scholten 2015. Een explosie van Veldmuizen; een invasie van broedende Velduilen in Friesland in 2014. *Limosa* 88
- Koks, B. & K. van Scharenburg, 1997. Meerjarige braaklegging: een kans voor vogels, in het bijzonder de Grauwe kiekendief. *De Levende Natuur* 98(6): 218–222.

- Koks, B.J., C. Trierweiler, E.G. Visser *et al.* 2007. Do voles make agricultural habitat attractive to Montagu's Harrier *Circus pygargus*? *Ibis* (Lond 1859) 149:575–586. doi: 10.1111/j.1474-919X.2007.00683.x
- Korving, M.J., 1908. Beknopt overzicht der geschiedenis van Helder, Huisduinen en omstreken. Gids voor Helder: 36-46.
- Krebs, C.J. 2013. Population fluctuations in rodents. University of Chicago Press, Chicago.
- La Haye, M. & J.M. Drees, 2004. Beschermingsplan Noordse woelmuis. Rapport EC-LNV nr. 270. Ministerie van LNV.
- Lambin, X., S.J. Petty, J.L. Mackinnon, T. Journal & N. Jan 2000. Cyclic dynamics in field vole populations and generalist predation. *Journal of Animal Ecology*, 69, 106–118.
- Lambin, X., V. Bretagnolle & N.G. Yoccoz 2006. Vole population cycles in northern and southern Europe: Is there a need for different explanations for single pattern? *J Anim Ecol* 75:340–349.
- Lantová, P. & V. Lanta 2009. Food selection in *Microtus arvalis*: the role of plant functional traits. *Ecol. Res.* 24: 831-838.
- Lantová, P. 2011. Food selection in *Microtus arvalis*: the role of plant functional traits. University of South Bohemia, Faculty of Science, České Budějovice, Czech Republic.
- Lisická, L., J. Losík, J. Zejda, M. Heroldová, J. Nesvadbová & E. Tkadlec 2007. Measurement error in a burrow index to monitor relative population size in the common vole. *Folia Zoologica*, 56, 169–176.
- Luque-Larena, J.J., F. Mougeotb, J. Vinuela, D.I Jareno, L. Arroyoa, X. Lambind, B. Arroyo 2013. Recent large-scale range expansion and outbreaks of the common vole (*Microtus arvalis*) in NW Spain. *Basic and Applied Ecology* (2013), <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2013.04.006>.
- Maron, J. L., Pearson, D. E. and Fletcher Jr, R. J. (2010). Counterintuitive effects of large-scale predator removal on a midlatitude rodent community. *Ecology* 20: 3719–3728.
- Marrinikha, P. 2011 The Mouse attack. About the effectiveness biological pest control method. <http://www.zerno-ua.com/?p=10048>. In Russian.
- Masman, D. 1986. The annual cycle of the Kestrel *Falco tinnunculus*. A study in behavioural enrgctics. Ph.D. thesis, Rijksuniversiteit Groningen.
- Massey, F.P., M.J. Smith, X. Lambin & S.E. Hartley 2008. Are silica defences in grasses driving vole population cycles? *Biol. Lett.* 4:419-422.
- McDonald, R.A., S. Harris, G. Turnbull, P. Brown & M. Fletcher 1998. Anticoagulant rodenticides in stoats (*Mustela erminea* L.) and weasels (*M. nivalis* L.) in England. *Environmental Pollution* 103, 17–23.
- Meeusen, H.A.M. & R. Jochem 2013. Openheid landschap. *Landschap* 2013(3) : 119-126.
- Meyrom, K. Y. Motro Y.Leshem *et al.* 2009. Nest-Box use by the Barn Owl *Tyto alba* in a Biological Pest Control Program in the Beit She'an Valley, Israel. *Ardea* 97:463–467. doi: 10.5253/078.097.0410.
- Newton, I., I. Wyllie & P. Freestone 1990. Rodenticides in British Barn Owls. *Environmental Pollution*. 68: 101-117.
- Nijland, F., H. Schekkerman & W. Teunissen 2010. Methodes monitoring weidevogels . Nijmegen: Sovon.
- Oksanen, L. & P. Lundberg 1995. Optimization of reproductive effort and foraging time in mammals: the influence of resource level and predation risk. *Evol Ecol* 9:45–56.
- Quééré, J.P., F. Raoul, P. Giraudoux & P. Delattre 2000. An index method of estimating relative population densities of the common vole (*Microtus arvalis*) at landscape scale. *Revue d'écologie*, 55, 25–32.
- Remmeling, G., B. Philipsen & M. Stienezen, L. Tjoonk & I. Kuiper 2015. Eerste curve grasgroei en bodemtemperatuur. *V-Focus*. April 2015: 24-25.
- Rinke T, 1990. Nutrition ecology of *Microtus arvalis* (Pallas, 1779) on permanent meadow: 1. General food references. *Saugetierkunde – Int J Mammal Biol* 55:106–114.
- Rödel, H.G. & J.J.A. Dekker 2012. Influence of weather factors on population dynamics of two lagomorph species based on hunting bag records. *Eur J Wildl Res* 58:923–932. doi: 10.1007/s10344-012-0635-1.
- Roerink, G. 2015. Ruimtelijke analyse van muizenschade in de polder Koufunderige. Rapport Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Roerink, G., M. van Adrichem, J. Lahr, M. Gerritzen & G. Kasper 2015. CO2 muizenbestrijding. Conceptrapport Alterra Wageningen UR / Livestock Wageningen Research, Wageningen.

- Rossow, H., J. Ollgren, J. Hytönen, H., Rissanen, O. Huitu, H. Henttonen, M. Kuusi & O. Valalahti 2014. Incidence and seroprevalence of tularaemia in Finland, 1995 to 2013: regional epidemics with cyclic pattern. *Euro Surveill.* 2015;20(33):pii=21209. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=21209>.
- Schans, F.C. van der & D.D.J. Keuper 2013. Melkveehouderij na de quotering grondgebonden en 'industriële' bedrijven. Rapportage CLM, Culemborg.
- Schlaich, A., E., R. H. G. Klaassen, W. Bouten, C. Both & B. J. Koks 2015. Testing a novel agri-environment scheme based on the ecology of the target species, Montagu's Harrier *Circus pygargus*. *Ibis* 157: 713-721.
- Sheriff, M. J., Krebs, C. J. and Boonstra, R. (2009). The sensitive hare: Sublethal effects of predator stress on reproduction in snowshoe hares. *J. Anim. Ecol.* 78: 1249–1258.
- Singleton, G.R. & T. Redhead 1990. Future prospects for biological control of rodents using micro- and macroparasites. Pages 75-82 in G.R. Quick, ed. *Rodents and Rice, Report and Proceedings of an Expert Panel Meeting on Rice Rodent Control*. International Rice Institute, Los Banos, Philippines.
- Singleton, G.R., S.R. Belmain, P.R. Brown & B. Hardy 2010 *Rodent outbreaks: ecology and impacts*. International Rice Research Institute. Los Baños, Philippines.
- Stenseth, N.C., H. Leirs, S. Mercelis & P. Mwanjabe 2001. Comparing strategies for controlling an African pest rodent: an empirically based theoretical study. *J Appl Ecol* 38:1020–1031.
- Taitt, M.J. & C.J. Krebs 1985. Population dynamics and cycles. In: RH Tamarin, editor. *Biology of New World Microtus*. American Society of Mammalogists, Stillwater, OK, USA. pp 567–620.
- Teunissen, W., A. Schotman, L. W. Bruinzeel *et al.* 2012. Op naar kerngebieden voor weidevogels in Nederland. Wageningen/Nijmegen
- Thissen, J. 2010. Knaagdiermonitoring in Nederland. Rapport 2010.36. Zoogdierverseniging, Arnhem.
- Timchenko, L.I. z.j. New attractive biological method of limiting the number of mous-related rodents – pests of forest plantations. The Far-Eastern Forestry Research Institute, Khabarovsk.
- Timmerman, A. (1971). Zoogdieren en hun predatoren in het nieuwe Lauwersmeergebied. *De Levende Natuur* 74: 90-95 en 116-120.
- Tkadlec, E. & J. Zejda 1995. Precocious breeding in female common voles and its relevance to rodent fluctuations. *Oikos* 73(2):231–236.
- Tkadlec, E. & P. Krejcová 2001. Age-specific effect of parity on litter size in the common vole (*Microtus arvalis*). *J Mammal* 2(2):545–550.
- Tobin, M.E. & M.W. Fall 2004. Pest control: rodents. *USDA Natl Wildl Res Cent Staff Publ* 67:1–21.
- Twisk, P., A. Diepenbeek & J.P. Bekker 2000. *Veldgids Europese Zoogdieren*. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Van Apeldoorn, R. C. (2005). *Muizenplagen in Nederland: oorzaken en bestrijding* (No. Alterra report 1234). Wageningen.
- Village, A. & D. Myhill 1990. Estimating small mammal abundance for predator studies- snap-trapping versus sign indexes. *Journal of Zoology*, 222, 681–689.
- Wiersma, P., A. Schlaich & H.J. Ottens 2015. Luzerne-faunaranden als buffer tegen muizenschade. Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief, Scheemda.
- Wijnandts, H. 2015. Veldmuizenplaag in Friesland: record aantallen Ransuilen. *De Levende Natuur*:116 (2): 65-66.
- Wijngaarden, A. van 1957a. De periodiciteit in de populatiemaxima van de veldmuis, *Microtus arvalis* Pallas, in Nederland, 1806-1956. *Vakbl Biol* 37:49–56.
- Wijngaarden, A. van 1957b. The rise and disappearance of continental vole plague zones in the Netherlands. Plant Protection Service, Wageningen.
- Wymenga, E. 2015. Toelichting op de resultaten van vegetatiemonitoring van de kadeproef bij Pikesyl in 2015. A&W-notitie 2418/06092015/ewv1. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.





## Bijlage 1 Velddata en analyse van factoren

---

### Inleiding

Eerdere studies in Nederland aan de muizenproblematiek (van Apeldoorn 2005; Dekker & Bekker 2008) werden geïnspireerd door het optreden van een piekjaar in 2004. De auteurs van deze studies bevelen aan om nader onderzoek te doen aan lokale factoren. Volgens beide studies zou het zinvol zijn om de exacte locaties waar zich schade voordeed te vergelijken met percelen waar zich geen schade voordeed, in termen van bermbeheer, waterpeil, agrarisch gebruik, etc. Deze vragen vergen een ruimtelijke analyse om ruimtelijke factoren te koppelen aan de werkelijke schade in het veld. Naast de percelen van de landbouwers zijn daarbij ook de bermen, overhoeken en waterkeringen onderzocht.

Het onderzoek heeft plaatsgehad in januari-maart 2015, grotendeels in het epicentrum van de plaag in Fryslân, hoewel ook aan de randen daarvan data zijn verzameld. De muizenplaag was ten tijde van het onderzoek op zijn hoogtepunt, althans het door ons gemeten schadebeeld. Op veel plekken waar veel schade was, waren geen Veldmuizen meer aanwezig ten tijde van het veldbezoek.

Daarnaast was het nodig dat – naast de informatie van satellietbeelden (groenmonitor) - een zogenaamde *groundtruthing* plaats vond, waarbij de aanwezigheid en schade op een objectieve wijze wordt gemeten in het veld. De informatie uit het veldonderzoek kan dan gekoppeld worden aan de informatie van de satellietbeelden van dezelfde locaties.

### Methode

Om de omvang en mate van schade door muizen ruimtelijk en in het veld in kaart te brengen, is in januari-maart 2015 een veldonderzoek uitgevoerd, waarbij informatie is verzameld over aantallen muizen en aanwezige schade in percelen, bermen en op waterkeringen. Dit is steekproefsgewijs per perceel gemeten in transecten met elk twintig herhaalde metingen van 1 m<sup>2</sup> per transect. De afhankelijke variabelen waren het percentage bedekking met gras, het aantal muizenholletjes, de aanwezigheid van muizenkeutels en het aantal ganzenkeutels. Om een groot gebied binnen redelijke tijd te kunnen bemonsteren is het tellen van muizenholletjes in transecten een geschikte methode (Franken 2012).

Het aantal muizenholletjes heeft betrekking op het totaal (bruto) aantal gaatjes per vierkante meter, en betreft dus zowel verse als oudere gaatjes. Ook het aantal verse holletjes is geteld, maar het bleek echter zeer moeilijk om onderscheid te maken tussen oude en verse muizengaatjes bij een éénmalig bezoek. Vooral de afname van de muizenpopulatie en regen tijdens het onderzoek maakte dit onderscheid niet steeds betrouwbaar mogelijk. In de analyses is dit derhalve niet gebruikt. Ter plekke werd een foto gemaakt van de betreffende vierkante meter en het percentage bedekking met gras is op basis van deze foto's achteraf geclassificeerd in 10 klassen. Iedere ganzenkeutel werd geteld, zonder onderscheid te maken naar soort. Kruidenrijkdom is in het veld geclassificeerd in drie klassen van kruidenrijkdom, met een controle achteraf aan de hand van de kruidenrijkdomkaart van de provincie Fryslân. Beweiding is geclassificeerd in drie klassen (niet, extensief, intensief), net als begreppeling, drainage (afwezig, matig onderhouden, goed onderhouden). Bemesting betreft de gift van kunstmest (kg N/ha/jr) en organische mest (ton/ha/jr), en is gebaseerd op een vraaggesprek met de betreffende boer.

De metingen zijn uitgevoerd in een gestratificeerde steekproef in Fryslân (figuur 3.3). Bij de stratificatie is rekening gehouden met de uit de literatuur bekende belangrijkste risicofactoren: bodemsoort, grootschaligheid van het landschap (verschillende regio's en goede regionale spreiding), drooglegging (maaiveldhoogte en grondwaterstand), beheer, agrarisch gebruik en leeftijd van de grasmat. De veldsurvey is uitgevoerd binnen en buiten regio's met de in januari 2015 reeds bekende muizenschade op grond van de groenmonitor en het schademeldpunt LTO. Uit die informatie bleek dat er veel

schademeldingen kwamen uit gebieden waarvan uit de satellietbeelden nog niet bleek dat er ook schade was. Kortom, dat betrof groene graslanden waar de muizen (nog) actief waren.

Bij iedere opname van een perceel is aan de boeren om informatie gevraagd betreffende het beheer en eventuele al getroffen maatregelen. In totaal zijn 241 transecten op percelen, 139 transecten in bermen en 69 transecten op waterkeringen met in totaal 8980 plotjes bemonsterd.

### Analyse

De geografische middelpunten van ieder transect zijn bepaald in GIS en gekoppeld aan informatie uit ruimtelijke bestanden. Zo is er een koppeling gemaakt met de drooglegging uit GIS, de gemeten NDVI-waardes ter plaatse (op basis van de detailanalyse van de groenmonitor) en het bodemtype. De drooglegging in GIS was afkomstig van Wetterskip Fryslân, die speciaal hiertoe de actuele peilen gecombineerd had met de actuele maaiveldhoogtes uit het meest recente AHN. Deze data zijn gecontroleerd op correlatie met actuele drooglegging. Bodemtype is geglobaliseerd naar een zestal klassen. Percelen waarvan de boeren aangaven dat ze er maatregelen met water hadden toegepast om muizen te bestrijden, werden onderscheiden van percelen waar dat niet het geval was (in twee klassen ja/nee). De waargenomen aantallen holletjes, ganzenkeutels en groenindex zijn gemiddeld per transect om pseudo-replicatie te voorkomen.

De ruimtelijke verdeling van waargenomen aantallen holletjes per perceel is visueel geïnspecteerd. Daarnaast zijn correlaties berekend tussen de verschillende afhankelijke en onafhankelijke variabelen (in SPSS 20.0). Bij de statistische analyses is getoetst in hoeverre werd voldaan aan aannames met betrekking tot homogeniteit van varianties en normaliteit. De verdeling van het bruto aantal veldmuisholletjes was niet normaal en de variabele is daarom getransformeerd met een wortel transformatie. De invloed van factoren beweiding, begreppeling, drainage, kruidenrijkdom, bestrijding met water en de co-variabelen drooglegging\_uit\_GIS, kunstmestgift, organische mestgift zijn geanalyseerd met behulp van een 'backward regression'. Eén voor één werden niet-significante factoren of co-variabelen verwijderd, tot het model overbleef dat niet verder versimpeld kon worden. Interacties tussen variabelen zijn niet meegenomen. De correlatieve verbanden, de toetsen en de spreiding in de waargenomen variabelen zijn besproken in het licht van de onderzoeksvraag. De resultaten zijn samengevat in de hoofdttekst.

### Provinciale schadetaxaties

Door de Provincie is een schadetaxatie uitgevoerd bij boeren die aangaven schade te hebben ondervonden. Op veel van de door ons op Veldmuizen aanwezigheid bemonsterde percelen is ook een taxatie gedaan. Uit de taxatiedossiers is de taxatie van het betreffende perceel overgenomen. Er is een eerste en een tweede taxatie gedaan, respectievelijk in maart en mei 2015, door onafhankelijke schadetaxateurs. Bij de tweede-, of eind-taxatie, is beoordeeld of de boer het advies heeft opgevolgd en zonodig is de taxatie daarop aangepast (dus als de taxateur het herinzaai schade vond en de boer besloot alleen maar door te zaaien, werd de eindtaxatie doorzaaien).

In Box 4 in het hoofdrapport is een beknopte analyse opgenomen, waarbij is gerekend met de informatie van de eerste taxatie (het taxatie advies). Dit taxatie oordeel is onderverdeeld in 4 klassen:

- Niet bekend: er bestaat geen taxatiedossier van deze boer. Waarschijnlijk heeft de boer zich niet aangemeld bij LTO-Noord, omdat hij geen (grote) muizenschade heeft.
- Minimale schade: De schade is zo klein dat de grasmat zichzelf kan herstellen. Er kan echter nog wel sprake zijn van misgelopen opbrengstderving (een paar cm misgelopen grasgroei). Dit is niet meer opgenomen omdat het vaak niet meer perceelspecifiek te herleiden is.
- Doorzaai: De muizenschade is zodanig dat geadviseerd wordt om het perceel door te zaaien.
- Herinzaai: De muizenschade is zodanig dat geadviseerd wordt om het perceel her in te zaaien.

## Bijlage 2 Statische analyse ruimtelijke factoren

---

Om de ruimtelijke relatie te kunnen bepalen tussen het aantal schademeldingen en de factoren bodemtype, drooglegging, openheid en weidegang zijn de volgende stappen gevolgd:

### Stap 1: verzamelen ruimtelijke gegevens

Landelijke gegevens zijn verzameld voor:

- Schademeldingen per postcode gebied - LTO Noord
- Bodemtype - Bodemkaart: Alterra, Wageningen (1999)
- Drooglegging - WUR (zie ook Teunissen, W.A., A.G.M. Schotman, L.W. Bruinzeel, H. ten Holt, E.O. Oosterveld, H. H. Sierdsema, E. Wymenga en Th.C.P. Melman, 2012. Op naar kerngebieden voor weidevogels in Nederland. Werkdocument met randvoorwaarden en handreiking. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2344. Nijmegen, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Sovon-rapport 2012/21, Feanwâlden, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, A&W- rapport 1799).
- Openheid - op basis bestanden Wageningen UR: zie Meeuwsen & Jochem (2013)
- Weidegang gegevens - CLM Onderzoek en Advies BV

### Stap 2: ruimtelijke bewerking van gegevens

Om bodemtype, drooglegging, openheid en weidegang te koppelen aan het aantal schademeldingen is heel Nederland opgedeeld in een grid van hexagonen met een celgrootte van  $\sim 1 \text{ km}^2$ . De kaart met hexagonen die hieruit volgt, is vervolgens over de kaarten van bodemtype, drooglegging, openheid, weidegang en het aantal schademeldingen heengelegd. Vervolgens is per hexagon bepaald wat de waarde is van het aantal schademeldingen, het bodemtype, de drooglegging, de openheid en de weidegang. Door verschil in resolutie van de verschillende kaartlagen is vervolgens per hexagon het gemiddelde of de meerderheid berekend voor elke factor.

### Stap 3: Statistische analyse

De schademeldingen van de LTO zijn van 'aantal per hexagon' omgezet naar 'melding of geen melding per hexagon' (0 of 1). Hiervoor is gekozen omdat niet met zekerheid is vast te stellen hoeveel boeren precies schade hebben gemeld binnen een postcode gebied (d.w.z. meerdere boeren of bijvoorbeeld meerdere percelen per boer). De data zijn vervolgens geanalyseerd met multiple logistische regressies. P-waarden zijn bepaald op basis van Wald testen. De analyses zijn gedaan met de 'ruwe' data. Dit houdt in dat er geen onderscheid in klassen is gemaakt zoals bij de presentatie in de figuren (zie onder).

### Stap 4: Presentatie in figuren

Voor het presenteren van de resultaten zijn de gegevens omgezet naar het percentage schademeldingen in relatie tot de factoren bodemtype, drooglegging, openheid en weidegang. Voor elke factor zijn een aantal klassen opgesteld (zie figuren in de hoofdtekst voor de exacte klasseverdeling per factor). Per klasse is het aantal hexagonen bepaald waarin een schademelding is gedaan en is het totaal aantal hexagonen bepaald binnen die klasse. Door dit op elkaar te delen is het percentage schademeldingen per klasse berekend. In de figuren kan het percentage schademeldingen dus per klasse variëren van 0 tot 100%, waarbij het percentage schademeldingen + het percentage *geen* schademeldingen samen 100% is. Dit laatste is niet weergegeven in de figuren. De percentageberekeningen zijn eerst uitgevoerd voor alle bodemtypes, daarna is ingezoomd op de veen- en kleigebieden en zijn binnen deze twee bodemtypes de percentages opnieuw berekend.

### **Resultaten**

In eerste instantie zijn alle data meegenomen in het model. De factor Weidegang is in dit model niet meegenomen omdat hier te weinig data beschikbaar voor waren.

Resultaten model : meldingen  $\leq$  bodemtype\*drooglegging\*openheid

## Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: Aantal meldingen

	Df	Chisq	P - waarde
bodemtype		6	662.965 < 2.2e-16 ***
drooglegging	1	256.485	< 2.2e-16 ***
openheid	1	1028.344	< 2.2e-16 ***
grondsoort*drooglegging	6	18.247	0.0056448 **
grondsoort*openheid	6	10.562	0.1029096
drooglegging*openheid	1	27.722	1.401e-07 ***
grondsoort*drooglegging*openheid	6	24.253	0.0004692 ***

Zowel de afzonderlijke factoren als de interacties zijn significant (afgezien van bodemtype\* openheid). De grafieken die al in het rapport staan laten deze effecten goed zien.

**Veen**

Resultaten model : meldingen &lt;= drooglegging\*openheid\*weidegang

## Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: Aantal meldingen - Veen

	Df	Chisq	P - waarde
drooglegging	1	174.0548	< 2.2e-16 ***
openheid	1	280.6569	< 2.2e-16 ***
weidegang	2	34.1914	3.762e-08 ***
drooglegging*openheid	1	21.0090	4.571e-06 ***
drooglegging*weidegang	2	1.6903	0.42949
openheid*weidegang	2	6.2822	0.04323 *
drooglegging*openheid*weidegang	2	0.2163	0.89749

Zowel de afzonderlijke factoren als de interactie openheid\*weidegang zijn significant . In de grafieken met de percentages lijkt ook een effect van drooglegging\*openheid\*weidegang, maar het model pakt dit niet op (dataset daarvoor is ook erg klein, dus wel te verwachten dat het niet significant is). De grafieken die al in het rapport staan laten de rest van de effecten goed zien.

**Klei**

Resultaten model : meldingen &lt;= drooglegging\*openheid\*weidegang

## Analysis of Deviance Table (Type II tests)

Response: Aantal meldingen - klei

	Df	Chisq	P - waarde
drooglegging	1	62.5301	2.624e-15 ***
openheid	1	419.5349	< 2.2e-16 ***
weidegang	2	32.4298	9.077e-08 ***
drooglegging*openheid	1	23.1047	1.534e-06 ***
drooglegging*weidegang	2	1.6621	0.43559
openheid*weidegang	2	6.1519	0.04615 *
drooglegging*openheid*weidegang	2	0.7320	0.69351

Zowel de afzonderlijke factoren als de interactie openheid\*weidegang zijn significant. De grafieken met de interacties voor klei staan niet in het rapport, maar resultaten zijn vergelijkbaar met veen.

## Bijlage 3 Methoden voor monitoring van Veldmuizen

### Bijlage 3.1 Meetmethoden om muizen te monitoren

Er zijn meerdere manieren om Veldmuizen (of andere muizen) te monitoren. Deze bijlage geeft een korte beschrijving van de meest gangbare benaderingen.

1. Capture-Mark-Recapture (CMR): Vangen-merken-terugvangen, is het herhaald vangen op een vaste locatie m.b.v. *live traps*, oftewel inloopvallen. Nadat muizen gevangen zijn, worden ze gemerkt en weer losgelaten. Aan de hand van de gemerkte muizen (die voor de tweede maal of vaker gevangen worden) kan men muizenaantallen schatten. De methode wordt over het algemeen beschouwd als zeer doeltreffend voor het meten van muizendichtheden maar ook arbeidsintensief en duur.

2. Klapvallen: Het schatten van een populatie-index m.b.v. klapvallen gebeurt door in een raai van 90 meter om de 10 meter vijf vallen te plaatsen (Hörnfeldt 1978, Beemster & Dijkstra 1991). Hoewel klapvallen in het verleden veel zijn toegepast voor populatieonderzoek, wordt de methode tegenwoordig niet veel meer gebruikt, aangezien alle gevangen muizen worden gedood.

3. Holletjesindex: De holletjesindex wordt gemeten door het aantal muizenholletjes te tellen binnen een standaard vierkant of langs een raai met een vaste breedte. Dit is wellicht de gemakkelijkste methode om muizenaantallen te schatten, tenminste in korte vegetaties. In een dichte vegetatie is deze methode ook arbeidsintensief. Aangenomen wordt dat het aantal holletjes recht evenredig is gerelateerd met het aantal muizen.

4. Heropende-holletjesindex: De heropende-holletjesindex is een aanpassing van de holletjesindex. De ingangen van holletjes worden afgedicht met bijvoorbeeld vegetatie of hooi en na 24 uur gecontroleerd op gebruik. Deze methode resulteert in een nauwkeurige schatting van het aantal actieve holletjes.

5. Muizensporen-index / Vole Sign Index (VSI): Muizen laten meer sporen achter dan alleen holletjes en wissels, welke ook kunnen worden gekwantificeerd en worden gebruikt als een index voor muizendichtheid. Sporen die kunnen worden gebruikt zijn feces en vraatsporen. Door in een groot aantal willekeurig geplaatste kleine vierkanten de aanwezigheid van deze sporen te turven (wel of niet aanwezig) kan een index worden berekend van de aanwezigheid van muizen (Delattre *et al.* 1990, 1996; Lambin *et al.* 2000). Vraatsporen bestaan vaak uit hoopjes afgeknagde grassprietten, van welke de versheid kan worden bepaald aan de hand van de kleur.

6. Dichtheid en broedparameters van predatoren: Veldmuizen zijn een belangrijke voedselbron voor veel verschillende vogelsoorten. Voor sommige roofvogels en uilen zijn Veldmuizen zelfs de belangrijkste voedselbron, ook in muizenarme jaren. De dichtheid en broedparameters van roofvogels en uilen geven daarom goed aan hoe het met aanwezigheid van Veldmuizen gesteld is.

7. Muizenschade aan de hand van de Groenindex: De aanwezigheid van muizen kan ook indirect worden gemeten aan de hand van de verminderde grasgroei die muizen veroorzaken. De muizenschade vindt plaats op zo'n grote schaal dat het zelfs waarneembaar is op satellietbeelden.

#### 8. Schademeldingen van boeren:

Schademeldingen van boeren kunnen worden gebruikt om te bepalen hoe de populatie Veldmuizen zich ontwikkelt.

De methoden variëren in de mate van nauwkeurigheid en de benodigde tijdsinvestering. Tabel B3.1 geeft een kort overzicht van de voor- en nadelen van de verschillende methoden van monitoring om tot een vroegtijdige detectie van een aanstaande muizenplag te komen.

Tabel B3.1. Overzicht van de voor- en nadelen van de verschillende methoden voor het monitoren van Veldmuizen. Soortspecifiek geeft aan of de methode onderscheid kan maken tussen verschillende (woel)muizensoorten. Nauwkeurigheid/trend geeft de mate van nauwkeurigheid en geschiktheid aan voor het berekenen van trends. Responstijd duidt op de snelheid waarmee veranderingen in muizen aantallen kunnen worden opgepikt. Arbeid en kosten duiden op de tijd- en geldinvestering die nodig is – hoe positiever, hoe minder tijd en geld het kost. Diervriendelijkheid geeft aan wat het effect is op de Veldmuizen. De totaalscore, tenslotte, is een optelsom van de afzonderlijke scores.

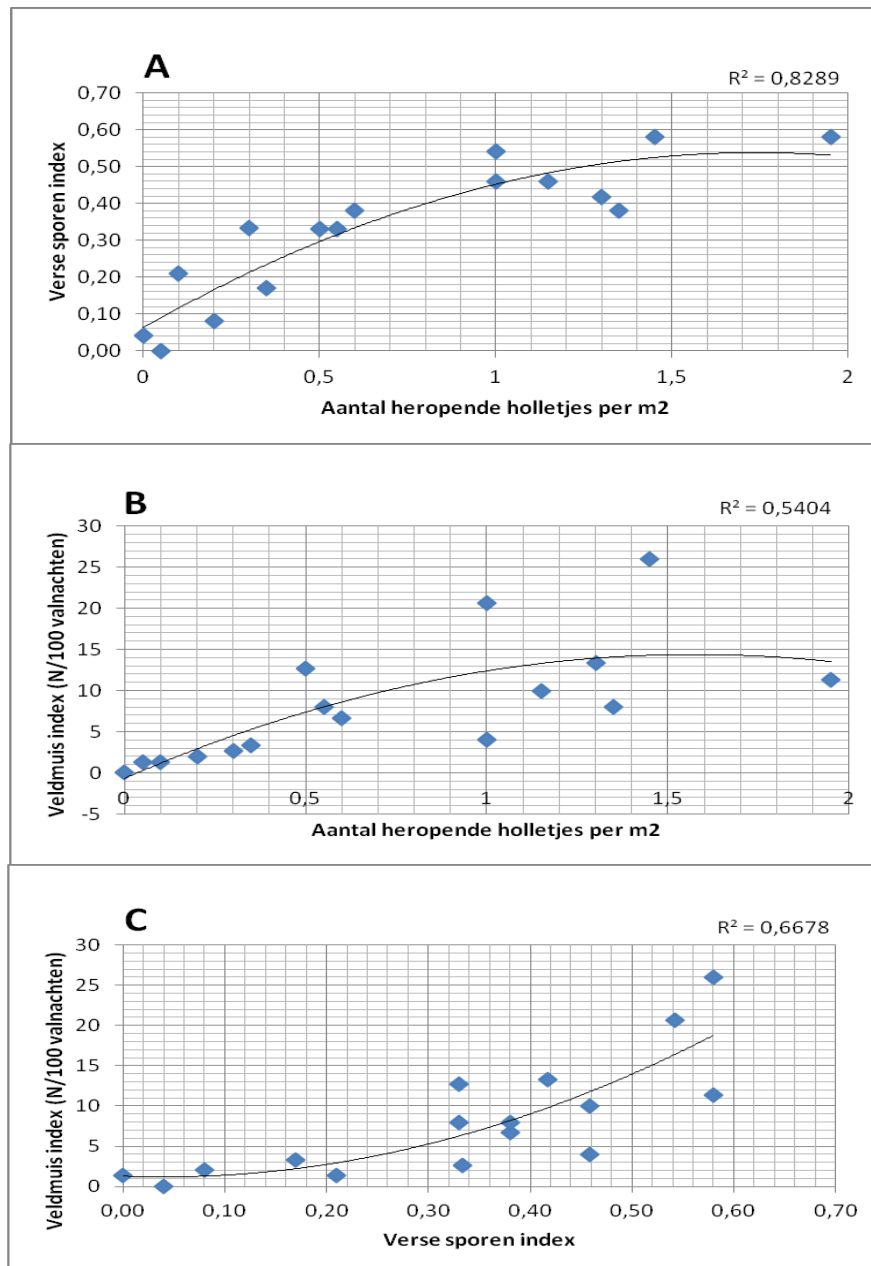
	Soort-specifiek	Precisie/Trend	Responstijd	Arbeid	Kosten	Diervriendelijkheid	Totaalscore
1. CMR ( <i>live traps</i> )	+	++	+	--	--	0	0
2. Klapval	+	+	+	-	-	--	-1
3. Holletjes index	0	0	0	+	0	+	3
4. Heropenende holletjes index	0	+	+	0	-	+	3
5. Muizensporen-index	0	+	0	+	+	+	5
6. Predatoren	-	0	-	0	+	+	1
7. Groenindex	-	+	--	+	0	+	1
8. Schademeldingen	-	0	--	+	+	+	1

De meest nauwkeurige meting wordt gedaan met inloopvallen, oftewel CMR. Met CMR kan een schatting worden gemaakt van het aantal dieren dat op een bepaald oppervlakte aanwezig is; er kan dus geschat worden welk deel van de populatie daadwerkelijk is gevangen. Bovendien levert het data op betreffende geslachtsverhouding, gewichtsverdeling en reproductieve activiteit van de muizen, waardoor inzicht wordt verkregen in het mechanisme achter populatieveranderingen. De methode is echter erg arbeidsintensief en ook vrij kostbaar voor wat betreft het materiaal, aangezien een Longworth-type inloopval tussen 40 en 80 euro kost. Het is dus de vraag of CMR voor monitoring doeltreffend is. De keuze kan worden gemaakt om de methode voor monitoring zo eenvoudig mogelijk te houden en meer gerichte onderzoeksprojecten uit te voeren d.m.v. CMR. Andere methodes zijn niet afhankelijk van duur, specialistisch materiaal.

Het gebruik van klapvallen is minder arbeidsintensief dan van inloopvallen en gevangen muizen kunnen eenvoudig worden onderzocht op, bijvoorbeeld, reproductieve activiteit en eventuele dierziekten. Nadelen van het gebruik van klapvallen zijn dat de dieren worden gedood en de populatie ter plaatse wordt beïnvloed.

Bij gebruik van de methode van (heropende) holletjes en de muizensporen-index kunnen in korte tijd veel gegevens worden verzameld. Voor het meten van (heropende) holletjes of de muizensporen-index is alleen een standaard vierkant (of cirkel; bijvoorbeeld een metalen of plastic frame) nodig om een vooraf bepaalde oppervlakte te kunnen meten. Voor het afsluiten van holletjes is hooi of ander materiaal nodig, hoewel ook ter plaatse gras of een kluitje grond kan worden gebruikt. Nadeel van deze methodes is dat de vegetatie ter plaatse niet te hoog mag zijn. Voor de muizensporen-index is dat 15 cm (Quéré *et al.* 2000).

Een aantal studies vergelijkt de nauwkeurigheid van de verschillende methodes. Gervais (2010) concludeerde aan de hand van studies aan *Microtus canicaudus* in de VS, dat zowel de muizensporen-index (VSI) als het aantal holletjes en wissels niet of slecht correleerde met aantalschattingen op basis van capture-mark-recapture (CMR). De heropende-holletjesindex is in voormalig Oost Duitsland gebruikt in een lange termijn monitoringprogramma (Imholt *et al.* 2011), waarbij geen gegevens zijn gepresenteerd aangaande de nauwkeurigheid van de metingen; wel wordt gerefereerd naar ongepubliceerde data. De meetfout die gemaakt wordt met de muizensporen-index (VSI) en de heropende-holletjesindex kan echter groot zijn bij lage dichtheden (tot 400%) (Lisická *et al.* 2007). Bij lage dichtheden is het daarom belangrijk om voldoende oppervlakte te samplen, zodat een representatieve steekproef wordt genomen. Bij hoge dichtheden overschatten de muizensporen-index (VSI) en heropende-holletjesindex aantalsveranderingen, doordat de relatie tussen aantallen muizen en het aantal heropende holletjes niet rechtlijnig is (Lisická *et al.* 2007). Jareño *et al.* (2014) lieten zien dat de muizensporen-index (VSI) onnauwkeuriger wordt naarmate de dichtheid aan muizen toeneemt (boven 70 muizen/ha).



Figuur B3.1. Relaties tussen verschillende methoden voor het meten van aantallen Veldmuizen, zoals gemeten in Fryslân in voorjaar en zomer van 2015. A. Muizensporen-index (VSI) (y-as; op basis van feces en vraatsporen) als functie van de heropende-holletjesindex (op x-as). B. Aantal muizen gevangen met klapvallen (y-as) uitgezet tegen de heropende-holletjesindex (x-as). C. Aantal muizen in klapvallen (y-as) uitgezet tegen de muizensporen-index (VSI) (x-as). De relaties zijn niet geheel lineair en zijn met een polynome functie weergegeven.

Een aantal studies heeft de nauwkeurigheid van de muizensporen-index (VSI) onderzocht. Bij Aardmuizen *Microtus agrestis* is de muizensporen-index (VSI) sterk gecorreleerd met het aantal in klapvallen gevangen muizen (Delattre *et al.* 1990). Ook Village & Myhill (1990) vonden dat muizensporen-index (VSI) (feces en afgeknaagde grassprietten) goed correleerde met de aantallen Aardmuizen in klapvallen. Delattre *et al.* (1990) concludeerden dat de VSI (turven van aanwezigheid van feces) een goed bruikbaar alternatief is voor CMR, terwijl het tellen van holletjes en runways een slechte maat is. Zij testten echter niet de heropende-holletjesmethode. Ook Quéré (2000) en Jareño *et al.* (2014) kwamen tot dezelfde conclusie.

Eigen metingen uitgevoerd in grasland in Fryslân in 2015 bevestigen dat de muizensporen-index (VSI) goed overeenkomt met de heropende-holletjesindex (figuur B3.1a). Zowel de heropende-holletjesindex als de VSI correleren met aantallen gevangen met klapvallen (figuur B3.1b en B3.1c), maar het is duidelijk dat de VSI als beste indirecte maat naar voren komt. Volgens Jareño *et al.* (2014), Lambin *et al.* (2000) en Hansson (1979) is de aanwezigheid van vraatsporen en/of feces de beste maat om te gebruiken in de muizensporen-index (VSI).

Samenvattend en gebaseerd op de scores in tabel B3.1 lijkt de muizensporen-index (VSI) het meest geschikt voor een grootschalige monitoring. Monitoring gebaseerd op deze methode is goedkoop doordat locaties maar eenmaal bezocht hoeven te worden per meting (in tegenstelling tot CMR, klapvallen en heropende holletjes), terwijl geen dure materialen nodig zijn om het uit voeren (in tegenstelling tot CMR). Locaties worden bij voorkeur met een GPS vastgelegd. Eventueel kan de locatie ook op een nauwkeurige kaart worden ingetekend.

### **Bijlage 3.2 Meetmethode EWS voor continumetingen**

#### Muizensporen-index (VSI)

Wat betreft de continumeting door de professionals stellen we voor de muizensporen-index (VSI) te gebruiken. Deze is over het algemeen goed gecorreleerd met muizendichtheden zoals vastgesteld door middel van CMR en andere methodes (paragraaf 8.1). Volgens sommige studies zijn grasvraatsporen de beste indicatoren, volgens andere de aanwezigheid van feces. Holletjes en wissels presteren meestal vrij slecht als indicatoren. We kiezen hier voor een VSI op basis van verse vraatsporen en verse keutels.

#### Aantal meetmomenten per jaar

We stellen voor om te meten volgens een vast periodiek schema en op een aantal vaste meetpunten, zodat ook de meerjarige muizencyclus goed wordt vastgelegd en afwijkingen van een normale cyclus tijdig kunnen worden gemeten. Populaties van Veldmuizen fluctueren sterk door de jaren en door de seizoenen. In maart zijn populaties het kleinst, waarna ze toenemen tot aan het eind van de zomer/begin van de herfst. Om een uitbraak te zien aankomen is het waarschijnlijk niet voldoende om op één tijdstip per jaar dichtheden te meten, maar is het beter om dichtheden van Veldmuizen te volgen gedurende het jaar. Aantallen vroeg in het voorjaar en de snelheid van de toename kunnen mogelijk een indicatie zijn van de hoogte van de te verwachten piek. Om een groeicurve van de populatie te kwantificeren is het noodzakelijk om op tenminste drie tijdstippen te meten. Gekozen wordt voor maart, juli en oktober. In deze perioden is achtereenvolgens sprake van de start van de reproductie, een fase van sterke groei van de populatie en het eind van de reproductie (figuur 2.1).

#### Aantal meetpunten per regio

Om een nauwkeurige muizensporen-index (VSI) uit te voeren is het nodig om een steekproef te kiezen die groot genoeg is zodat de resulterende meting van het aantal sporen representatief is voor het onderzochte gebied (bijv. een perceel). Als lage dichtheden nauwkeurig moeten worden gemeten is het noodzakelijk om een grote steekproef te hebben. Bij hele hoge dichtheden kan met een kleinere steekproef worden voldaan. Wanneer sporen zeer geclusterd voorkomen is de kans groot dat er veel metingen zijn waarin sporen ontbreken. Het aantal meetpunten dient vooraf te worden uitgerekend.

Per regio moeten voldoende percelen worden gemonitord om een betrouwbaar beeld te krijgen van de muizenaantallen. In de grote regio's ZW Fryslân en Zuid-Holland zouden naar schatting tenminste 50 percelen (aantal nader te bepalen) moeten worden gemeten, en in de kleinere regio's zoals ZW Groningen, Mastenbroekerpolder en Eempolder minstens 15. Deze aantallen moeten worden beschouwd als minima. Afhankelijk van de tijd die het kost om percelen te meten kan worden besloten om meer percelen te monitoren. Na het eerste jaar moeten de data worden beoordeeld, zodat het monitoringprotocol eventueel kan worden bijgestuurd voor wat betreft het aantal metingen per perceel, het aantal transecten per perceel, het aantal percelen per regio en de keuze van percelen.

Voor een nationaal monitoringschema voor Veldmuizen is het nodig om op voldoende locaties in Nederland te meten. Het ligt voor de hand om regio's te kiezen waar in het verleden muizenschade heeft plaatsgevonden. Dit kan worden uitgebreid met regio's die, op basis van voorhanden zijnde kennis, een



hoge kans hebben om muizenplagen te ontwikkelen. Binnen deze regio's moet een selectie van gebieden/percelen worden gemaakt waar de monitoring met regelmatige tussenpozen wordt uitgevoerd.

Meetprotocol per locatie

Voor de muizensporen-index (VSI) geldt dat genoeg oppervlakte moet worden gemeten om een aanvaardbare schatting te krijgen. Echter, omdat muizensporen moeilijker zijn waar te nemen dan muizenholletjes moeten metingen binnen kleine vlakjes worden uitgevoerd (vaak ca. 0,25 x 0,25 m). Om hiermee voldoende oppervlakte te samplen moeten er voldoende metingen per perceel worden uitgevoerd. Eigen resultaten (figuur 8.1) wijzen erop dat 25 metingen per perceel, met vierkanten van 0,25 x 0,25 m, doeltreffend is, zoals dit ook werd gebruikt door Lambin *et al.* (2000) en Gervais *et al.* (2010).

Op een perceel wordt langs transecten van minimaal 100 m lengte om de 10 meter naar muizensporen gezocht. De transecten lopen van de uiterste rand van het perceel richting het midden. Een vierkant wordt blindelings op het gras geplaatst en alle gevonden verse sporen (feces, knaagsporen) in het vierkant worden genoteerd. De proportie vierkanten met muizensporen in een perceel is de muizensporenindex (VSI). Begin en eind van het transect worden gemarkeerd met een gps-punt.

Per perceel dienen tenminste 2 transecten te worden gemeten die zo ver mogelijk uit elkaar liggen. Begin en eindpunt van de transecten dienen willekeurig te worden gekozen, dus zonder gebruik te maken van kennis van aanwezigheid van muizen. Voorafgaand aan het bezoek dient de ligging van de transecten te worden vastgesteld. Het aantal te meten transecten per perceel hangt af van de grootte van het perceel. Bij zeer grote percelen kunnen meerdere en/of langere transecten worden gemeten. Wel dienen bij alle volgende bezoeken dezelfde transecten te worden gemeten.



A photograph of a frog sitting on a rock in a natural setting with green plants.

**Bezoekadres**

Suderwei 2  
9269 TZ Feanwâlden

**Postadres**

Postbus 32  
9269 ZR Feanwâlden  
Telefoon 0511 47 47 64  
Fax 0511 47 27 40  
info@altwym.nl

**[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)**