

Muskusrattenbestrijding tijdens de MKZ-crisis in 2001

Daan Bos ^{1,2}, Ferdy Timmerman ¹ & Ron C. Ydenberg ^{3,4}

¹ Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Suderwei 2, NL-9269 TZ Veenwouden, the Netherlands,
e-mail: d.bos@altwym.nl

² Groningen Institute for Evolutionary Life Sciences, Rijksuniversiteit Groningen, P.O. Box 11103,
NL-9700 CC Groningen, the Netherlands

³ Wageningen Universiteit, Resource Ecology Group, P.O. Box 47, NL-6700 AA Wageningen, the Netherlands

⁴ Centre for Wildlife Ecology, Department of Biological Sciences, Simon Fraser University,
Burnaby, BC, Canada V5A 1S6

Abstract: *Muskrat control during the outbreak of Foot-and-Mouth Disease in 2001.*

The muskrat populations in much of the low lying parts of northwestern Europe are subject to control programmes, in order to prevent damage by digging. Control is mainly implemented by trapping. As yet there is, however, no rigorous evidence that trapping actually affects the population size. In search for experimental evidence, we hypothesised that a temporary reduction in trapping effort during the outbreak of Foot-and-Mouth Disease (FMD) in the Netherlands in 2001 could be used for this purpose. The FMD epidemic hit the Netherlands when numbers of muskrat catches were rising in nine out of twelve provinces. During three months in spring, 16,000 field hours (15%) have been spent less than the five-year spring average until then. The reduction in effort was not absolute and also not homogeneously distributed in space. On average, there was a decline in effort and catches in agricultural areas, but an increase in urban areas. The variation and the range of the differences with the five-year average effort were not larger than in previous years. The outbreak of FMD, and the associated reduction in effort, is confounded with an autonomous development in effort and catches. We therefore tested whether changes in catch rate in summer, autumn and spring, were related to differences in effort spent in spring. The developments in the polder area Krimpenerwaard have been summarised separately, because it was especially there that extreme numbers of muskrat had been caught in the years after FMD. The high levels of catches in the Krimpenerwaard in the period 1999 -2006 cannot be attributed to limitations caused by the FMD epidemic. This is because the number of hours spent in the Krimpenerwaard was not significantly decreased during the FMD period as compared to the five-year average until then, and secondly because the catch rates had already sharply increased before the FMD crisis erupted. Our basic assumption, i.e. that the developments during and after the FMD period could be used to illustrate the effectiveness of the control programme in limiting muskrat populations, cannot be sustained. It is, however, justifiable to say that the FMD crisis may have strengthened existing negative developments. We conclude that the FMD period has limited value as a spontaneous experiment. The impact of the FMD crisis is small relative to other sources of variation and the increase in catches around the FMD must therefore primarily be seen as an autonomous development.

Trefwoorden / keywords: bestrijding, control, Mond- en Klauwzeer, Foot-and-Mouth Disease, experiment, *Ondatra zibethicus*, pestsoort, pest species.

Inleiding

Achtergrond

Al sinds 1941 worden in Nederland muskusratten (*Ondatra zibethicus*) bestreden, om schade door graverij te voorkomen (Doude van Troostwijk 1976, Barends 2002). Sinds 2005 is de bestrijding van deze pestsoort geregeld op grond van artikel 67 van de Flora- en faunawet en sinds 2009 via de Waterwet toegewezen aan de Waterschappen. Het is aan hen om te voorkomen dat muskus- en beverratten door middel van graverij schade veroorzaken aan waterstaatswerken, zoals oevers, dammen en andere structuren.

Tot op de huidige dag gebeurt dat door de muskusratten jaarrond en vlakdekkend te bestrijden. Het gaat daarbij jaarlijks om grote aantallen van deze pestsoort, en een grote inzet van mensen en middelen. Op grond van de literatuur, theoretische modellen en praktijkervaring is aannemelijk te maken dat bestrijding leidt tot lagere aantallen (Doude van Troostwijk 1976, Bos & Ydenberg 2011), maar er bestaat niettemin een uitdrukkelijke roep om goede veldgegevens uit Nederland te verzamelen. De Unie van Waterschappen voert daarom momenteel een veldproef uit waarin op praktisch vlak kennis over de populatieontwikkeling wordt verzameld bij verschillende strategieën van bestrijden. De proef heeft vooral tot doel om de relatie tussen de inzet van bestrijding en het optreden van schade aan waterkeringen te meten, waarbij het effect van bestrijding op de populatie één van de deelvragen is. Bij het presenteren van de proef aan de bestrijders in Nederland is vanuit de bestrijding regelmatig geopperd dat het voor dat onderdeel zou volstaan om de ontwikkelingen rond de Mond- en Klauwzeer (MKZ) crisis goed te bestuderen. Die periode in 2001 zou daarbij beschouwd kunnen worden als een groot, maar kortdurend experiment.

De MKZ-crisis

Nadat in Engeland in februari 2001 MKZ werd geconstateerd, ging op 7 maart 2001 in Nederland een verbod in op pluimvee- en evenhoevigen-evenementen. Op 13 maart werd vervolgens een vervoersverbod voor MKZ-gevoelige dieren ingevoerd, maar een week later werd in Oene (Gld, zie figuur 1) een mogelijk MKZ-geval geconstateerd, en een dag later in Olst (Ov). In de daarop volgende periode vonden diverse uitbraken van MKZ plaats, waarvan het grootste deel (23) in de zone rondom Oene (de driehoek Zwolle - Deventer - Apeldoorn), één in Kootwijkerbroek en twee in noordoost Friesland (Ee en Anjum) (Bouma et al. 2003, Boender et al. 2010).

Vanwege het vervoersverbod en afsluiting van zones die verdacht werden van besmetting met het MKZ-virus, raakten opslagpunten van mest en melk vol, waardoor er een zorg ontstond dat melk illegaal geloosd zou worden in sloten of het riool. Besmette melk in oppervlaktewater zou het MKZ-virus op muskusratten kunnen overbrengen, waardoor bestrijders op hun beurt het virus verder zouden kunnen verspreiden. De bestrijders kregen te maken met beperkingen en konden volgens diverse bronnen hun werkgebied niet in (Landelijke Coördinatie Commissie Muskusrattenbestrijding (LCCM) 2001, Trouw 7/2/2004). Als gevolg hiervan vreesden sommige auteurs destijds al voor een toename van de muskusrattenpopulaties (van der Bie & van Duuren 2002). In latere jaren zijn grote aantallen muskusratvangsten meermaals met MKZ in verband gebracht, o.a. in de media (Algemeen Dagblad 15/2/2006, de Stentor 6/5/2006, De Boerderij 1/4/2009, mondelinge mededeling meerdere bestrijders). De ene bestrijdingsorganisatie werd harder door de beperkingen getroffen dan de andere. Volgens het landelijk jaarverslag betekende het over het algemeen dat er een aantal weken niet (of zeer beperkt) gewerkt kon worden (LCCM 2002). Voor de bestrijders waren er dan ook directe effecten voor wat betreft hun mogelijke uren inzet in agrarisch gebied in het voorjaar

van 2001. Op 18 mei 2001 werden veel preventieve maatregelen door de Minister weer ingetrokken. 26 Juni 2001 geldt als het officiële einde van de MKZ-crisis.

Context

Tijdens de uitbraak was de muskusrattenbestrijding in Nederland niet onder controle. De vangsten waren hoog, landelijk gingen ze van 0,9 vangsten per km watergang per jaar (vangsten/km/jaar) in 1998 naar 1,4 vangsten/km/jaar in 2004 (van Loon et al. 2016). In negen van de twaalf provincies stegen de vangsten in het jaar van de MKZ-crisis (LCCM 2002). De crisis brak uit in een seizoen dat voor de bestrijding van aanmerkelijk belang is, namelijk aan het einde van de voorjaars trek. Deze voorjaars trek levert normaliter veel vangsten op. Daarnaast was er in de jaren rond de MKZ-crisis onrust onder het personeel bij veel bestrijdingsorganisaties, door delegatie van Provincies naar Waterschappen en door interne reorganisaties (LCCM 2002). Dergelijke onrust heeft een nadelig effect op de arbeidsmotivatie van bestrijders en daarmee mogelijk op de doelmatigheid van hun inzet.

Factoren die muskusrattenpopulaties beïnvloeden

Factoren waarvan het aanwijsbaar of aannemelijk is dat ze invloed uitoefenen op muskusrattenpopulaties zijn weersomstandigheden, kwaliteit van het leefgebied, bestrijding (Verkaik 1991, van Loon et al. 2016), ziekte, predatoren, en interne populatieregulatie. In dit verband is de vraag relevant of de rol van bestrijding beter aannemelijk kan worden gemaakt. Bestrijding vindt plaats met mechanische middelen, door het al dan niet gericht plaatsen en regelmatig controleren van vangmiddelen. De hoeveelheid tijd besteed aan bestrijding is van groot belang (van Loon et al.

2016), maar ook de effectiviteit van de bestede tijd (cf. Lammertsma & Niewold 2005).

Vraagstelling

Door de beperkte toegang tot vangstgebieden is er tijdens de MKZ-periode mogelijk minder bestreden dan in een normaal jaar. Dit geldt niet voor bebouwd (stedelijk) gebied. Daar zou naar verwachting juist extra tijd besteed kunnen zijn, omdat de bestrijders de vrijgekomen uren daar wel in konden zetten. Bij een lagere bestrijdingsinzet ten opzichte van andere jaren zullen er minder muskusratten gevangen zijn. Als dit zo is, en aannemend dat bestrijding een belangrijke factor is in de populatieregulatie bij muskusratten, dan zal de populatie gegroeid zijn. Dat zou betekenen dat er in de daarop volgende maanden of jaren meer dieren (zowel absoluut als per tijdseenheid) gevangen kunnen worden.

De basale vraag is in hoeverre muskusrattenbestrijding effect heeft op de vangsten, en daarmee mogelijk op de populatie. In het jaar van de MKZ-crisis is er mogelijk er meer spreiding in de vangstinspanning en is deze wellicht ook minder afhankelijk van de waargenomen ontwikkelingen in vangstresultaat. Dat maakt het kansrijker om een relatie tussen verschillen in vangstinspanning en vangstontwikkeling aan te tonen. De onderzoeksvragen luiden daarom:

1. Heeft de MKZ-crisis geleid tot beperkingen voor wat betreft de inzet, en zo ja in welke mate?
2. Zijn er tijdens de MKZ-crisis minder muskusratten gevangen dan in dezelfde periode in andere jaren?
3. Is er bij de beantwoording van de bovenstaande vragen verschil tussen bebouwd en agrarisch gebied?
4. Heeft een eventuele beperkte inzet tijdens de MKZ-periode geleid tot hogere vangstnelheden na de MKZ-crisis?

Methode

De Nederlandse bestrijding registreert de vangsten en ingezette velduren op weekbasis en per uurhok (vakken van 5 bij 5 km) sinds 1987. Deze data zijn opgevraagd en ingedeeld in seizoenen, te weten de winter (december t/m februari), het voorjaar (maart t/m mei), de zomer (juni t/m augustus) en het najaar (september t/m november). Merk op dat een jaar hierbij tot en met november loopt en begint in december van het vorige jaar. In het voorjaar van 2001 golden er beperkingen in het veld als gevolg van de MKZ-crisis. Aldus zijn er drie categorieën van seizoenen vóór, tijdens (voorjaar 2001) en na de MKZ-crisis (de factor MKZ).

De vangstgegevens (aantal vangsten en uren) zijn opgeteld per uurhok, jaar en seizoen voor de jaren 1997-2005. We hebben ons beperkt tot de vier jaren vóór- en ná de MKZ-crisis. Deze beperking is arbitrair, maar een kortere referentieperiode werd gevoelig geacht voor fluctuaties tussen jaren. Op basis van de Landgebruikskaart van Nederland (LGN5) zijn de uurhokken vervolgens ingedeeld in drie categorieën (factor 'Dominant landgebruik'): 'Bebouwd gebied' (landgebruik gedomineerd door bebouwing; bedekking met bebouwing > 60%), 'Agrarisch gebied' (bedekking met agrarisch landgebruik > 60%) en 'Overig' (bos, natuur, water of gemengd).

De trend in tijdsbesteding over de jaren is bepaald aan de hand van een lineaire regressie over de som van de bestede uren. We hebben getoetst of het aantal uren per uurhok in het voorjaar van 2001 verschilt met het gemiddelde in het voorjaar van de vijf jaren 1997-2001, de referentieperiode. Daarbij is ook bekeken of dit verschilde tussen agrarisch en bebouwd gebied. De afwijking in het aantal bestede uren van dit gemiddelde is berekend voor elk van de uurhokken in elk van deze voorjaren. Dit is een variabele (de afwijking in gespendeerde uren, of Δ uren) voor de hieronder beschreven analyse.

Ten slotte is er getoetst of de mate waarin minder uren zijn ingezet tijdens de MKZ-

periode ('het verschil in uren') gerelateerd is aan hogere vangstsnelheden direct volgend op de MKZ-crisis (ten opzichte van hetzelfde seizoen in het voorgaande jaar). Daarbij is beoordeeld of een dergelijke relatie er ook was in het jaar 2000, voorafgaand aan de MKZ-crisis. Om dit te kunnen doen is de vangstsnelheid (vangsten/uur) berekend door het aantal vangsten te delen door het aantal uren bestrijdingsinzet per uurhok per seizoen. Per jaar en per seizoen is het verschil in vangstsnelheid berekend met hetzelfde seizoen in het voorgaande jaar. Met lineaire regressie is getoetst of deze afhankelijk is van 'het verschil in uren', van de factor 'Dominant landgebruik' en de interactie daartussen. Dit is gedaan voor de zomers, de najaars en de winters van respectievelijk de jaren 2000 en 2001. Niet significante interacties en factoren zijn verwijderd uit het model. Er was geen aanleiding om datatransformatie toe te passen. Statistische analyses zijn uitgevoerd met SPSS 22.

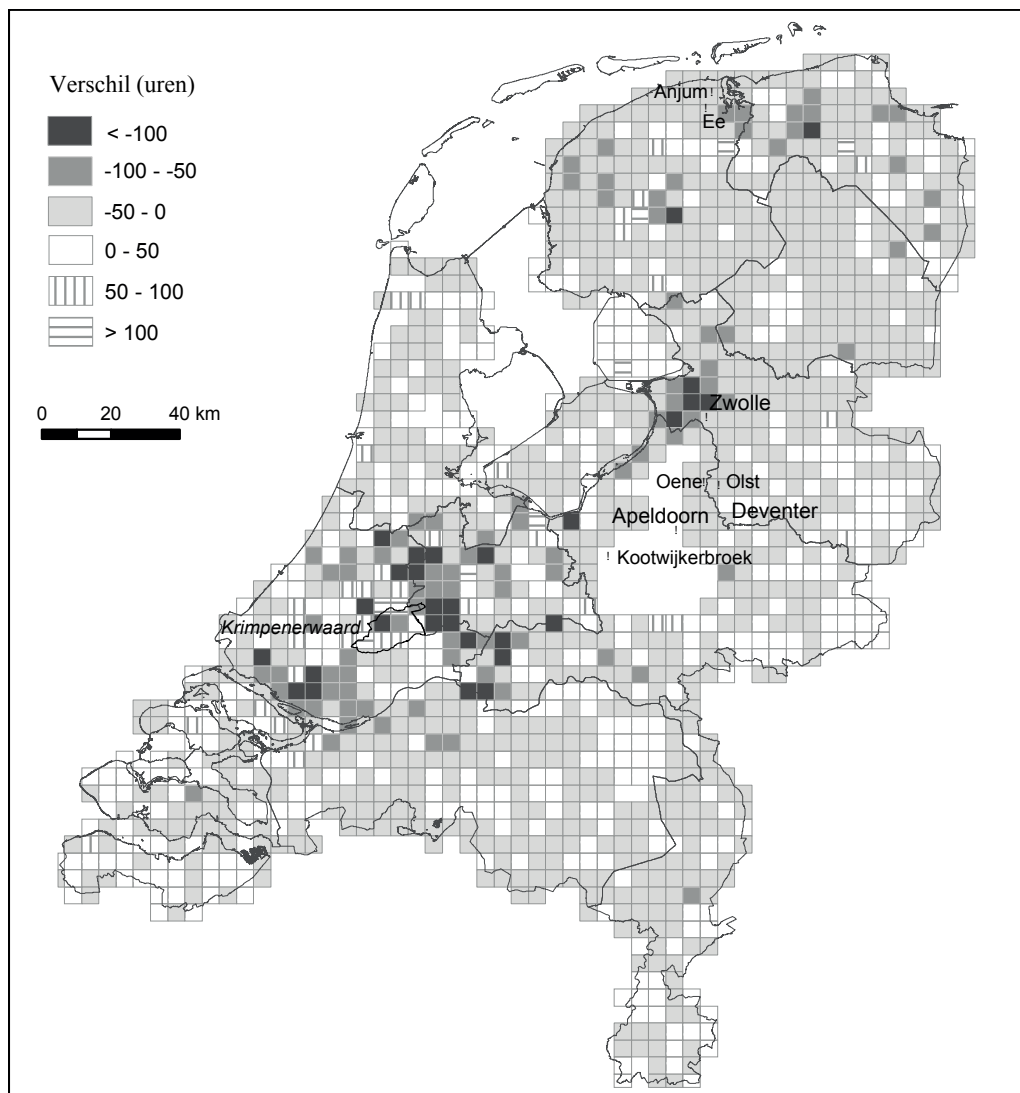
Studiegebied

De gegevens zijn samengevat op landelijke schaal. Van de ca 2.200 uurhokken die overlappen met Nederland zijn 1.442 uurhokken beschikbaar met vangstinformatie over de studieperiode en kennis over het grondgebruik. Daarnaast worden de uitkomsten van één enkele polder, de Krimpenerwaard (figuur 1), apart beschreven omdat daar in de jaren na 2001 zeer veel muskusratten zijn gevangen. De Krimpenerwaard is een veenweidepolder in Zuid-Holland van ca. 13.500 ha. De cijfers van de vijf centrale uurhokken daarin dekken gezamenlijk 90% van het oppervlak.

Resultaten

Bestrijdingsinzet

In de bestudeerde uurhokken nam het aantal gespendeerde velduren aan bestrijding toe

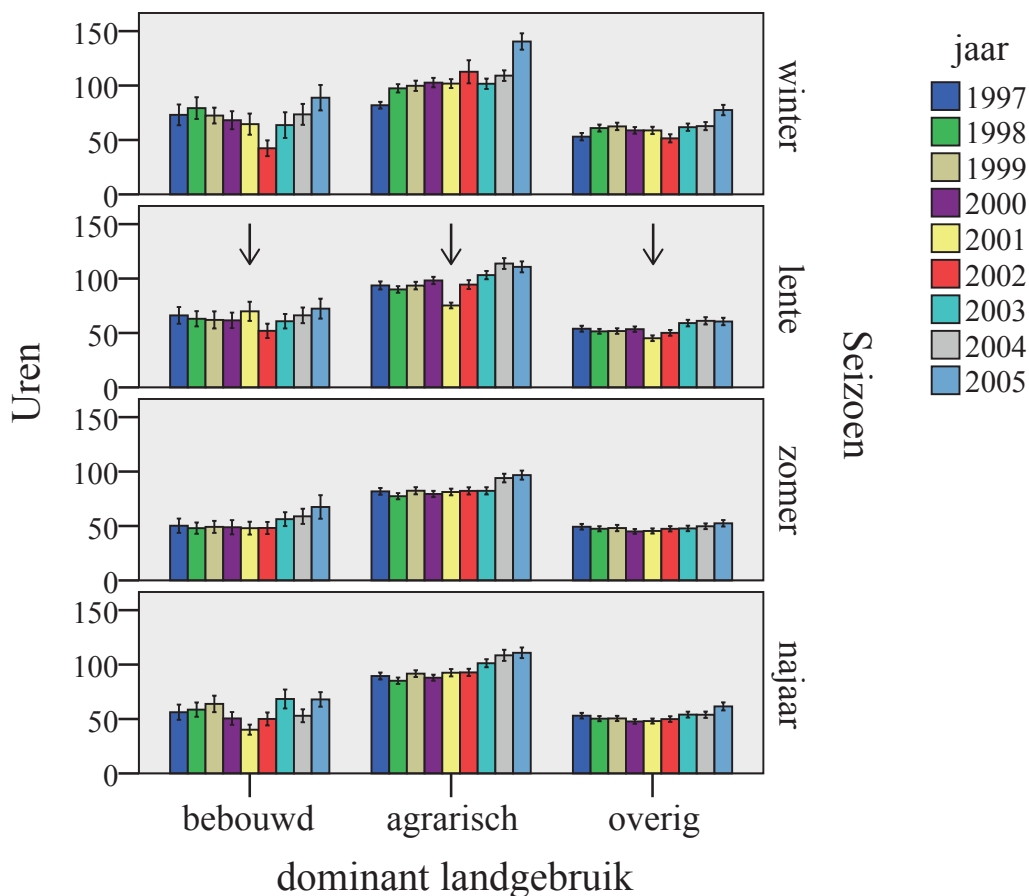


Figuur 1. De ruimtelijke verdeling van het verschil in ingezette uren tussen de MKZ-periode en het gemiddelde in het voorjaar van de jaren 1997-2001, per atlasblok in Nederland. De ligging van polder Krimpenerwaard is apart aangegeven omdat daar in de tekst speciaal op wordt ingegaan. Verder zijn belangrijke plaatsnamen in relatie tot de MKZ-uitbraak op de kaart aangegeven.

Figure 1. The spatial distribution of the difference in effort (field hours invested (h)) between the spring of 2001 (Foot-and-Mouth Disease-crisis or FMD-crisis) and the average in the spring of the years 1997-2001 per atlas square in the Netherlands. The location of the polder area Krimpenerwaard is shown separately, as it is addressed specifically in the text. Other important places in relation to the FMD outbreak are also indicated on the map.

(lineaire regressie, jaar effect $F_{1,7} = 15$, $P=0,06$). Dit is vooral goed zichtbaar in de zomer en het najaar vanaf 2002 (figuur 2). In agrarisch

gebied worden in absolute zin de meeste uren gespendeerd. Dit komt vooral door het gegeven dat het aantal uurhokken dat valt onder



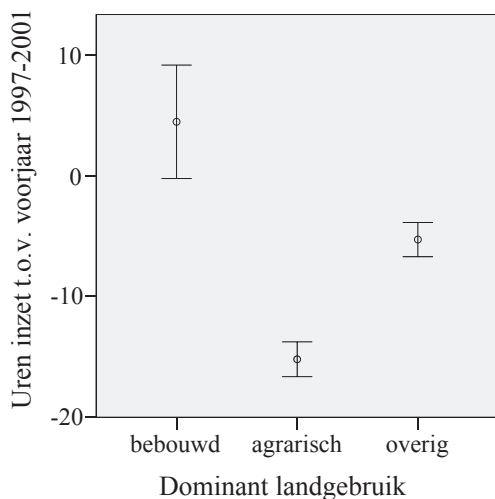
Figuur 2. De gemiddelde inzet van uren per atlasblok in Nederland voor drie categorieën van landgebruik. De foutbalken verwijzen naar de standaardfout. De inzet is in het voorjaar van 2001 (MKZ-crisis) in het agrarisch gebied lager dan in de referentieperiode 1997-2001. In het bebouwd gebied ligt het aantal uren dan juist hoger. Steekproefomvang: agrarisch gebied ($n=818$), bebouwd ($n=48$) en 'overig' (bos, natuur, water en gemengd ($n=576$)). De pijl geeft de MKZ-periode aan.

Figure 2. Mean effort invested per atlas square in the Netherlands for three categories of land use. Error bars indicate the standard error of the mean. The effort in agricultural areas during the spring of 2001 (Foot-and-Mouth Disease-crisis or FMD-crisis) is lower than in the reference period 1997-2001, while this is the reverse in built-up areas. Sample size: agricultural area ($n=818$), built-up ($n=48$) and 'other' (forest, nature, water and mixed ($n=576$)). The arrow indicates the season of the FMD-crisis.

agrarisch gebied ($n=818$) groter is dan de categorie 'overig' ($n=576$) en veel groter dan het bebouwd gebied ($n=48$).

Tijdens de MKZ-periode, in het voorjaar van 2001, zijn $10,6 \pm 1,0$ s.e. (14%) minder uren per uurhok gespendeerd dan gemiddeld in het voorjaar van 1997-2001. Dit is met name in het agrarisch gebied het geval; het gaat om een

verschil van gemiddeld 15 uur $\pm 1,4$ s.e. (20%) per atlasblok in agrarisch gebied (figuur 2 en 3). In totaal zijn in het gehele land 16.089 uren (15%) minder besteed dan gemiddeld in het voorjaar over de periode 1997-2001. Die uren zijn niet allemaal elders gespendeerd (figuur 2). In het bebouwd gebied ligt het aantal uren weliswaar 4 uur $\pm 4,7$ s.e. (4%) hoger dan het



Figuur 3. Het gemiddelde verschil in ingezette uren per categorie van landgebruik tussen de MKZ-periode en het gemiddelde in het voorjaar van de jaren 1997-2001. Het gemiddelde verschil is negatief in agrarisch gebied en positief in bebouwd gebied. Steekproefomvang als in figuur 2. De foutbalken verwijzen naar de standaardfout.

Figure 3. Mean difference in number of field hours per category of land use between the FMD period and the average in the spring of the years 1997-2001. The mean difference is negative in agricultural areas and positive in built-up areas. Sample size as in figure 2. Error bars indicate the standard error.

gemiddelde voorjaar van 1997-2001, maar in absolute zin betreft dat maar 214 uren.

Gedurende de MKZ-periode zijn er dus, ondanks de beperkingen, wel degelijk grote hoeveelheden velduren ingezet in alle landgebruikscategorieën. In de zomer en herfst na de MKZ-crisis wijkt het aantal gespandeerde uren in het agrarisch gebied niet belangrijk af; niet minder, maar ook niet veel meer. In de winter van 2002 is er een forse toename in velduren te zien.

De variatie in afwijking van het gemiddelde is niet extra groot geworden door de MKZ-crisis (tabel 1). Ook in de andere voorjaren kunnen er sterk meer of minder uren in een atlasblok bestreden zijn dan gemiddeld in de referentieperiode.

Tabel 1. De variatie in de afwijking van het aantal uren dat per atlasblok in het voorjaar is ingezet ten opzichte van de gemiddelde inzet in de referentieperiode (1997-2001, $n=1442$).

Table 1. Variation in the deviation of the number of trapping hours invested per atlas square in spring in comparison to the average amount spent in spring during the reference period (1997-2001, $n=1442$).

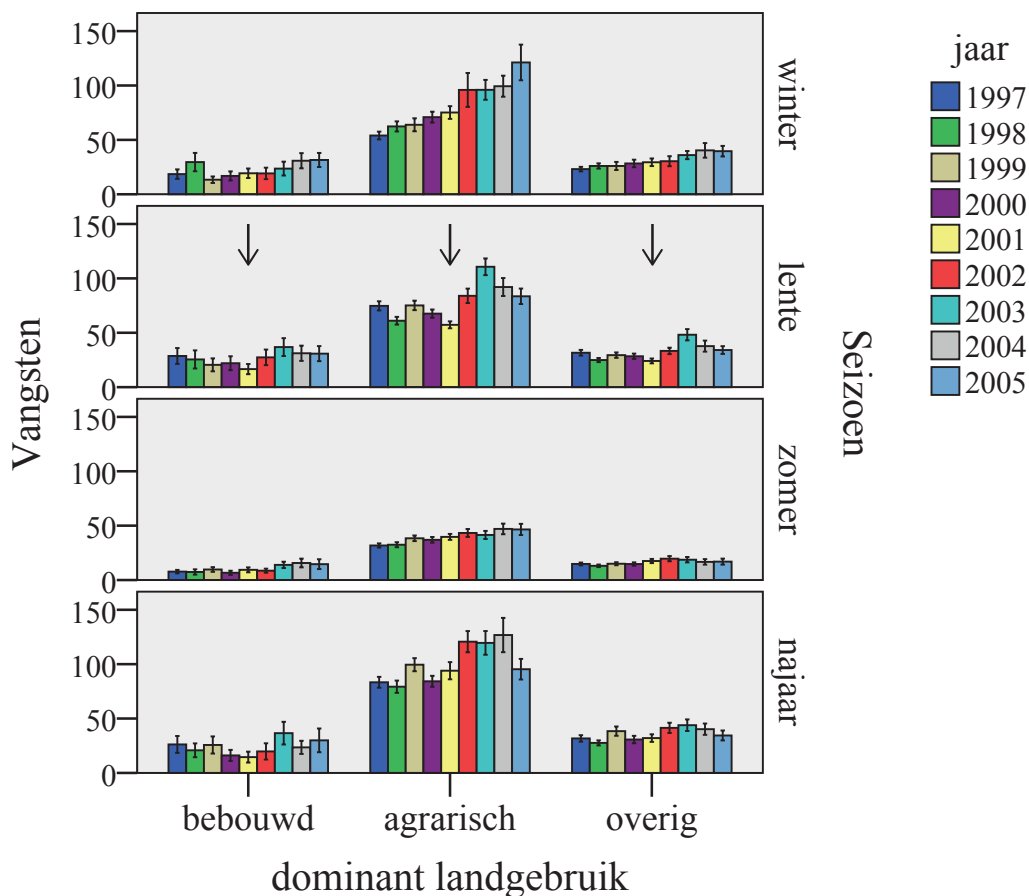
Jaar	Gemiddelde afwijking	Range	Variantie
1997	3,8	827	1676
1998	0,4	660	864
1999	2,4	727	1096
2000	5,6	370	893
2001	-10,6	819	1488

Ruimtelijk gezien zijn er hele delen van Nederland waar het verschil in ingezette uren niet bijzonder groot of zelfs positief is (figuur 1). De grote en negatieve verschillen zitten met name in de lage, waterrijke delen van Nederland.

Vangsten

Op atlasblokniveau en in absolute zin worden de meeste vangsten in agrarisch gebied gemaakt (figuur 4). Het aantal vangsten in het MKZ-voorjaar was lager dan in eerdere en latere voorjaren (ANOVA, MKZ effect $F_{2,5990}=39$, $P<0,001$). In absolute zin zijn er toch nog 61.543 dieren gevangen in heel Nederland. Dit is ca 85% van het gemiddelde in de voorjaren van 1997-2001. In de zomer en het najaar na de MKZ-crisis was het aantal vangsten gemiddeld maar een fractie hoger dan de jaren ervoor. In de winter liepen de vangsten al op vóórdat er van MKZ sprake was en na de MKZ-crisis zet die trend zich door. In die zin is er geen trendbreuk zichtbaar ten opzichte van de vorige jaren. Het aantal vangsten in bebouwd gebied ligt vanaf de winter van 2003 op een wat hoger niveau.

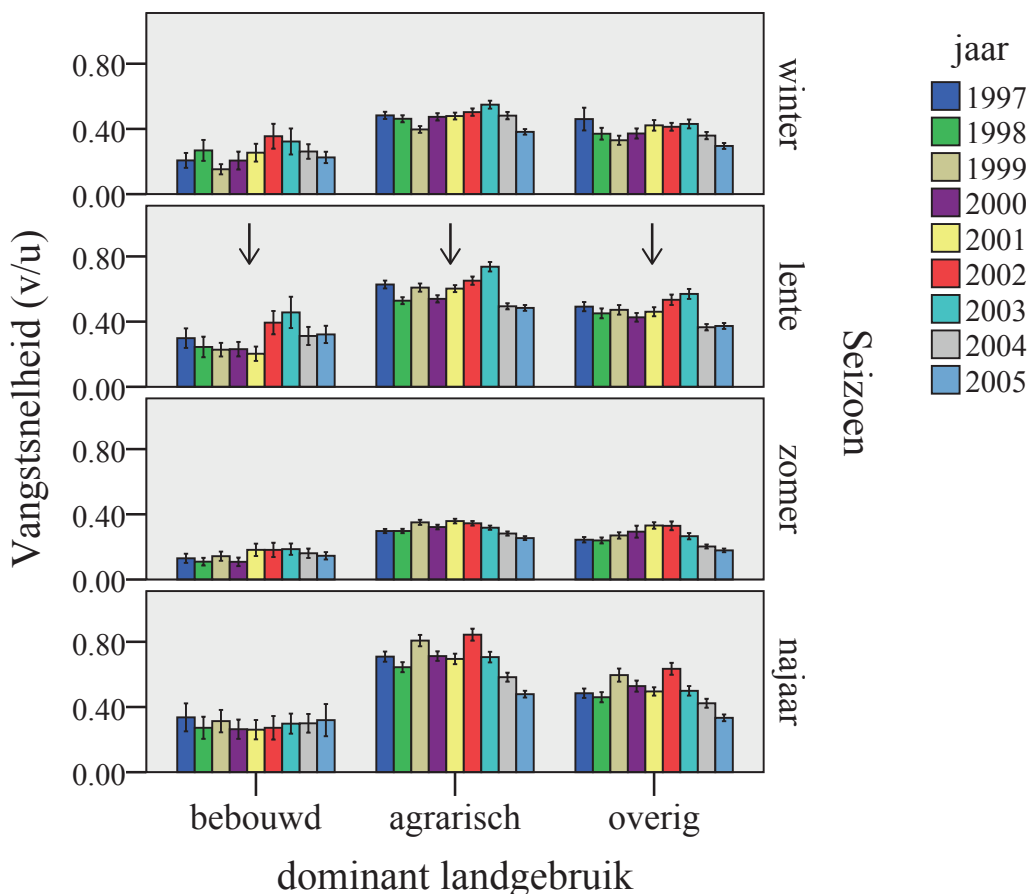
De vangstnelheid (vangsten/uur) varieert met de landgebruikscategorie en het seizoen (figuur 5). In agrarisch gebied ligt ze op een



Figuur 4. Het gemiddelde aantal vangsten per atlasblok in Nederland voor drie categorieën van landgebruik. De foutbalken verwijzen naar de standaardfout. Steekproefomvang als in figuur 2. De pijl geeft de MKZ-periode aan.
 Figure 4. The mean number of catches per atlas square in the Netherlands for three categories of land use. Error bars indicate the standard error. Sample size as in figure 2. The arrow indicates the season of the FMD-crisis.

hogere niveau dan elders, en in de zomer is de vangstnelheid relatief laag. Belangrijk is dat in het agrarisch gebied, in de zomer en het najaar volgend op de MKZ-crisis, geen grote toename in vangsten of vangstnelheid wordt geconstateerd op landelijke schaal, ondanks een normale ureninvestering. Over de winters van 1999 tot 2003 neemt de vangstnelheid toe, en de winter van het seizoen 2002 (direct na de MKZ-crisis) past in die - mogelijk autonome - ontwikkeling. In statistische termen is de factor MKZ verward ('confounded') met jaar. Echter, omdat er niet alleen atlasblokken zijn waar minder tijd is besteed,

maar ook atlasblokken waar méér tijd is ingezet, zijn de twee factoren ten dele te ontwarren. Figuren 6 (najaar) en 7 (winter) laten de veranderingen in vangstnelheid per atlasblok zien, vóór en ná MKZ, uitgezet tegen de afwijking in het aantal bestede uren ten opzichte van het gemiddelde in de referentieperiode 1997-2001 (delta_uren). Uit de figuren blijkt nogmaals dat er zowel atlasblokken zijn waar de vangstnelheid is gestegen ten opzichte van het vorige jaar als waar zij is gedaald (variatie langs de y-as). Gemiddeld zijn er minder uren besteed in het voorjaar van de MKZ-crisis, maar ook daarin zit een enorme spreiding.



Figuur 5. De ontwikkeling in vangstnelheid per atlasblok in Nederland voor drie categorieën van landgebruik. De foutbalken verwijzen naar de standaardfout. Steekproefomvang als in figuur 4. De pijl geeft de MKZ-periode aan.
 Figure 5. The development in catch rate per atlas square in the Netherlands for three categories of land use. Error bars indicate the standard error. Sample size as in figure 4. The arrow indicates the season of the FMD-crisis.

ding (variatie langs de x-as). De verandering in vangstnelheid t.o.v. het jaar ervoor is significant gerelateerd aan de hoeveelheid uren die er gemiddeld minder zijn besteed tijdens MKZ, in het najaar ($F_{1,1369} = 4,5$, $P < 0,05$) en de winter ($F_{1,1384} = 13,3$, $P < 0,001$) volgend op de MKZ-crisis (tabel 2). In de zomer is dat verband afwezig. De factor 'dominant landgebruik' speelt in geen van de testen een significante rol en is daarom uit de modellen weggelaten. De verklaarde variatie van het resulterende model is zeer gering ($R^2_{\text{adj}} < 0,01$).

Het snijpunt van de regressielijnen met de y-as is in bijna alle jaren niet significant ver-

schillend van nul. Gemiddeld genomen is er dus geen verandering in de vangstnelheid bij een ureninzet zoals die in de vijf jaar ervoor gemiddeld was. De helling van de lijn is negatief in najaar en winter, wat betekent dat extra inspanning in het voorjaar de vangstnelheid in het najaar en winter vermindert.

Een dergelijke relatie is er overigens ook in het jaar 2000 en ze zal er waarschijnlijk ook in andere jaren zijn. De MKZ-crisis heeft ons echter de aanleiding gegeven om dit te toetsen, omdat we meenden dat de verschillen relatief groot zouden zijn en de patronen dus gemakkelijker te ontdekken. De inspanning

Tabel 2. De parameterschattingen van de relaties tussen de verandering in vangstsnelheid en afwijking in gespendeerde uren. De verandering in vangstsnelheid betreft het verschil met hetzelfde seizoen in het jaar ervoor. De afwijking in gespendeerde uren betreft het verschil in uren met de gemiddelde ureninzet in de referentieperiode 1997-2001 (delta_uren). Betekenis van de gebruikte afkortingen en symbolen: n.s. = niet significant, * = significant ($P < 0,05$), ** = significant ($P < 0,01$), *** = significant ($P < 0,005$).

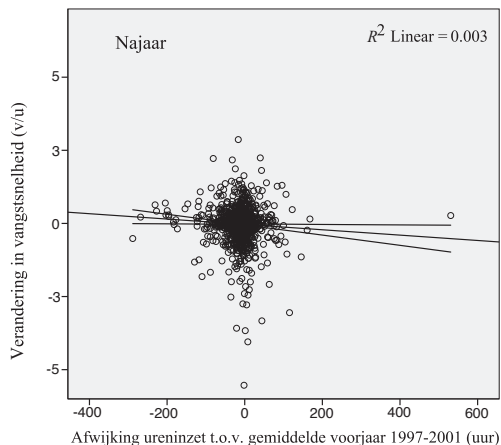
Table 2. Parameter estimates of the relationship between the change in catch rate and deviation in hours spent. The change in catch rate is the difference with the same season in the previous year. The deviation of hours spent is the difference in hours with the average hours invested during the reference period 1997-2001 (delta_uren). Abbreviations and symbols used: see above.

Jaar	Seizoen	Snijpunt met y-as	Helling
2000	Zomer	n.s.	n.s.
2000	Najaar	-0,071	-0,002**
2000	Winter	n.s.	-0,002***
2001	Zomer	n.s.	n.s.
2001	Najaar (figuur 6)	n.s.	-0,001*
2001	Winter (figuur 7)	n.s.	-0,002***

in het voorjaar heeft dus effect op de waargenomen vangstsnelheid in het najaar en de winter erop. En dat kan nog best veel zijn: iedere 100 uur extra vermindert de vangstsnelheid met 0,1 vangst per uur.

Focus op de Krimpenerwaard

Op landelijk niveau is er veel spreiding in de vangstsnelheid, zodat een eventueel patroon wellicht gemaskeerd kan worden in analyses of plaatjes waar al die spreiding in zit. Daarom leggen we in de onderhavige paragraaf de focus op een bijzondere polder, de Krimpenerwaard. De Krimpenerwaard krijgt speciale aandacht, omdat met name voor dit gebied onder bestrijders de gedachte bestond dat de MKZ-crisis tot een ‘explosie’ van muskusratten heeft geleid. Er zijn daar in de betreffende jaren op een relatief klein, maar homogeen

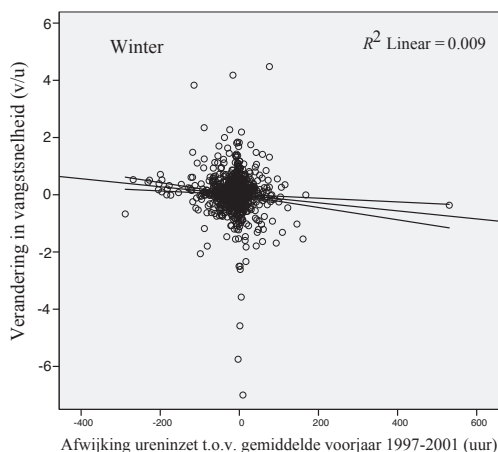


Figuur 6. De relatie tussen het verschil in vangstsnelheid in het najaar van 2001 ten opzichte van najaar 2000 per atlasblok, in relatie tot de afwijking in gespendeerde uren in het voorjaar (dit betreft de afwijking in het aantal uren van het gemiddelde in de referentieperiode 1997-2001; delta_uren). Er is een zwak, maar significant negatief verband ($y = -0,034 - 0,001x$, tabel 2). *Figure 6. The relationship between the difference in catch rate in the autumn of 2001 compared to autumn 2000 per atlas square in relation to the deviation in hours spent in spring (this is the difference in number of field hours between the FMD period and the average in the spring for the reference period 1997-2001; delta_uren). There is a weak but significant negative correlation ($y = -0.034 - 0.001x$, table 2).*

oppervlak extreem veel uren besteed en véél dieren gevangen.

In de Krimpenerwaard liggen de gemiddelde vangstsnelheden sinds het najaar van 1998 fors hoger dan de gewenste praktijknorm van 0,25 vangsten/uur (figuur 8). Dit wijst op een hoge populatiedichtheid van muskusratten. De vangsten liepen er op van 0,3 vangsten/km/jaar in 1998 naar 8,1 vangsten/km/jaar in 2004. Dat was in absolute aantallen bijna één derde van alle vangsten in Zuid-Holland en 11% van alle vangsten in Nederland in 2004.

Het aantal gespendeerde uren in de Krimpenerwaard liep in het MKZ-voorjaar terug met 392 uur (23%) ten opzichte van het jaar



Figuur 7. De relatie tussen het verschil in vangstsnelheid in de winter vóór en ná de MKZ-periode per atlasblok, in relatie tot de afwijking in gespendeerde uren (dit betreft de afwijking in het aantal uren van het gemiddelde in de referentieperiode 1997-2001; delta_uren). Er is een zwak, maar significant negatief verband, $y=0,28-0,002x$.

Figure 7. The relationship between the difference in catch rate in the winter before and after the FMD period per atlas square in relation to the deviation in hours spent in spring (this is the difference in number of field hours between the FMD period and the average in the spring for the reference period 1997-2001; delta_uren). There is a weak but significant negative correlation, $y=0.28-0.002x$.

ervoor, waarin de inspanning al een beetje was verhoogd, maar is 36 uur hoger ten opzichte van het gemiddelde over 1997-2001 (figuur 9). In het MKZ-voorjaar zijn er 2.129 muskusratten gevangen in de Krimpenerwaard, 2,5 keer zoveel als gemiddeld in het voorjaar van 1997-2001. Pas in het najaar en de winter erop is het aantal uren in de Krimpenerwaard echt flink opgevoerd. De vangstsnelheden waren al opgelopen van 0,27 in de winter van 1996 naar gemiddeld 2,2 vangsten/uur in de winter van 2001. Dat is dus vóórdat de MKZ-crisis uitbrak. Hieruit volgt dat de aanwezigheid van bijzonder hoge aantallen Muskusratten in de Krimpenerwaard, en de daarbij horende hoge gemiddelde vangst-

snelheden in de periode 1999-2006 niet aan de MKZ-crisis mogen worden toegeschreven. Men kan hoogstens stellen dat beperkingen in ureninzet een zich zorgelijk ontwikkelende situatie hebben verslechterd. Door de beperkingen was het namelijk minder goed mogelijk om adequaat op de oplopende vangstaantallen te reageren.

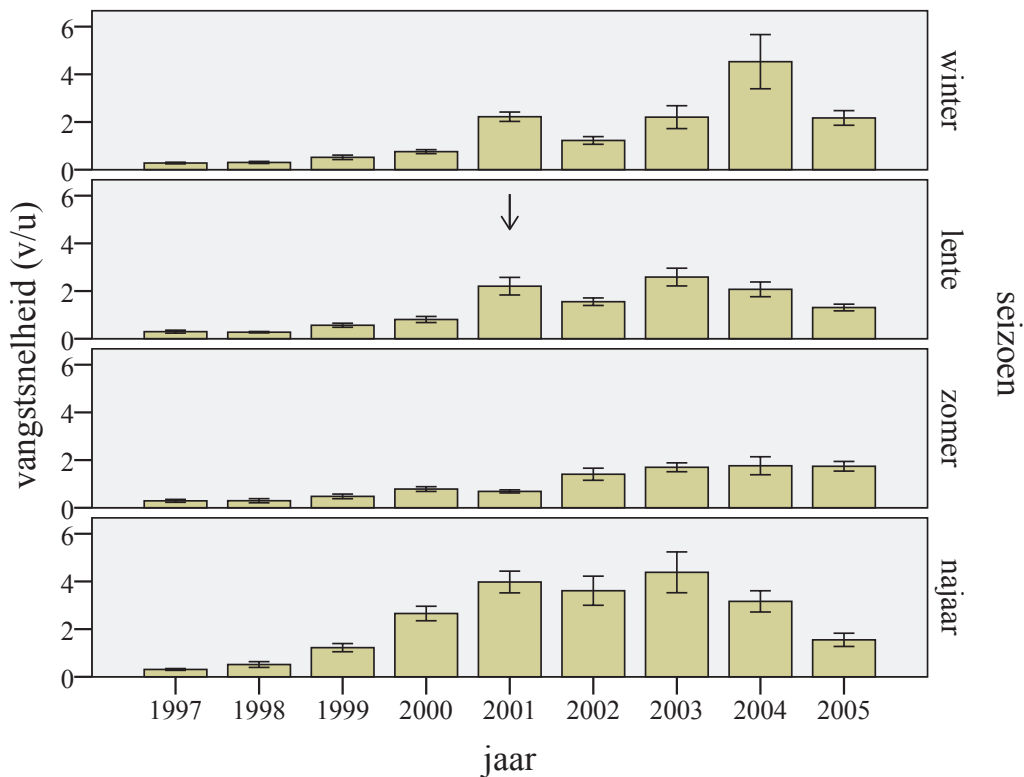
Discussie

De MKZ-crisis heeft geleid tot beperkingen wat betreft uren bestrijdingsinzet. Het aantal uren bestrijdingsinzet tijdens de MKZ-periode bedroeg in agrarisch gebied ca. 20% minder dan het aantal uren in het gemiddelde voorjaar van 1997 tot 2001. De toegang tot agrarisch gebied is echter nooit helemaal afgesloten geweest. De toegang tot bebouwd gebied kende geen beperkingen, en inderdaad is er een subtiele toename in het aantal uren dat in bebouwd gebied is gespendeerd in het MKZ-voorjaar in vergelijking met eerdere jaren.

Er zijn tijdens de MKZ-crisis landelijk minder muskusratten gevangen dan in dezelfde periode in andere jaren. Gedurende een korte periode van maart tot mei 2001, zijn er minder uren besteed en minder vangsten gemaakt. Ter relativering hiervan moet gezegd worden dat er in absolute aantallen echter maar weinig dieren minder gevangen zijn dan gemiddeld in de referentieperiode (8.511 dieren minder in agrarisch gebied, waar er gemiddeld in het voorjaar ruim 55.000 werden gevangen in de jaren 1997-2001; ofwel 10 dieren (= 15%) minder per atlasblok).

Er is in het aantal bestrijdingsuren en vangsten een stijging waar te nemen in de jaren vóór en ná de MKZ-crisis. We mogen stellen dat dit dus voornamelijk een autonome ontwikkeling is, omdat ze al vóór de MKZ-crisis is ingezet.

Er heeft tijdens de MKZ-crisis een minimale verschuiving plaatsgevonden van ureninzet van agrarisch gebied naar bebouwd gebied.



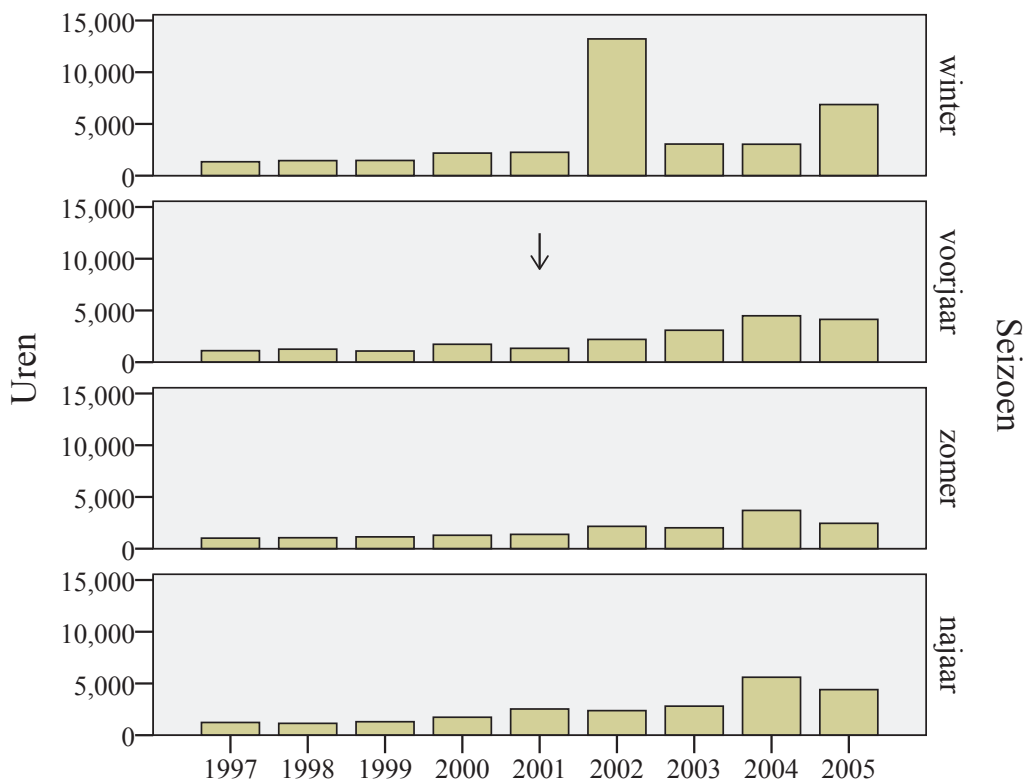
Figuur 8. De gemiddelde vangstnelheid per atlasblok voor vijf atlasblokken in de Krimpenerwaard (atlasblok = 3823, 3824, 3832, 3833 en 3842) in Zuid-Holland (West-Nederland). De foutbalken verwijzen naar de standaardfout. Het landgebruik in deze atlasblokken is gedomineerd door agrarisch gebied. De pijl geeft de MKZ-periode aan.

Figure 8. The average catch rate (n/h) per atlas square for atlas squares in the polder area Krimpenerwaard (atlas squares = 3823, 3824, 3832, 3833 and 3842) in Zuid-Holland (western Netherlands). Error bars indicate the standard error. The land use in these atlas squares is dominated by agricultural area. The arrow indicates the season of the FMD-crisis.

De MKZ-crisis kan in bebouwd gebied dus geen negatieve invloed op de vangsten hebben gehad. Er is niettemin een toename in vangsten in het bebouwde gebied vanaf 2003. Deze toename lijkt ons een gevolg van een zich onafhankelijk van de MKZ-crisis ontwikkelende populatie aldaar. Omdat er zich ook in het omliggende gebied grotere populaties ontwikkelen, zal onder andere sprake zijn geweest van een hogere immigratie, in interactie met een bestrijdingsinzet die uiteindelijk te laag is gebleken om een toename van het aantal vangsten te kunnen voorkomen. Het voert te ver om er in dit artikel over te specu-

leren welke factoren daar het meest aan hebben bijgedragen.

De 'verandering in vangstnelheid' ná de MKZ-periode, vergeleken met hetzelfde seizoen ervoor, is significant gerelateerd aan de hoeveelheid uren die er gemiddeld minder zijn besteed tijdens de MKZ-periode, in het najaar en in de winter volgend op de MKZ-periode. Deze relatie wordt ook gevonden in het jaar 2000. De inspanning in het voorjaar heeft dus effect op de waargenomen vangstnelheid in het najaar en de winter erop. En dat kan nog best veel zijn: iedere 100 uur extra vermindert de vangstnelheid met 0,1 vangsten/uur. Maar



Figuur 9. Het totaal aantal ingezette uren in de gehele Krimpenerwaard in Zuid-Holland (West-Nederland). Het landgebruik is gedomineerd door agrarisch gebied. De pijl geeft de MKZ-periode aan.

Figure 9. The total number of field hours invested throughout the polder area Krimpenerwaard in Zuid-Holland (western Netherlands). The land use is dominated by agricultural area. The arrow indicates the season of the FMD-crisis.

er is nog veel onverklaarde variatie, en het effect is relatief klein ten opzichte daarvan. Het is zinvol om die variatie verder te exploreren, maar niet in het kader van dit artikel. We hebben namelijk goede redenen om aan te nemen dat stijging of daling in vangstsnelheden te maken moet hebben met hoeveelheid ingezette uren in verhouding tot hoeveel dieren er zijn, en dat er daarnaast andere belangrijke factoren spelen, zoals immigratie en emigratie. Dat betekent dat complexere modellen moeten worden aangepast dan welke hier aan de orde kunnen zijn. In een separate modelstudie (van Loon et al., in prep.) wordt daar verder op ingegaan.

Nu representeren de hier bestudeerde atlasblokken bijna geheel Nederland. Omdat er

regionale verschillen zullen zijn, en omdat zinvolle patronen misschien verborgen blijven in de spreiding die met een dergelijke landelijk verdeelde steekproef meekomt, hebben we ook de gegevens van een specifieke polder bestudeerd: de Krimpenerwaard. Daaruit volgden twee goede redenen om aan te nemen dat de aanwezigheid van bijzonder hoge aantallen muskusratten in de Krimpenerwaard in de periode 1999-2006 niet aan de MKZ-crisis mogen worden toegeschreven. Ten eerste is het aantal gespenderde uren in de Krimpenerwaard niet noemenswaardig teruggelopen in de MKZ-periode ten opzichte van het gemiddelde voorjaar in de jaren 1997-2001 (figuur 9). Ten tweede waren de vangstsnelheden al sterk gestegen naar gemiddeld 2,2

vangst/uur in de winter van 2001, dus vóór dat de MKZ-crisis uitbrak (figuur 8).

Op grond van deze cijfers valt te concluderen dat de invloed van de MKZ-crisis gering is ten opzichte van andere bronnen van variatie. Het is waarschijnlijker dat de stijging in absolute vangsten in de jaren volgend op de MKZ-periode grotendeels het gevolg is van een autonome ontwikkeling naar hoge aantallen, die zich ook zonder de MKZ zou hebben voorgedaan, en een groter aantal ingezette uren. Dit is consistent met het gegeven dat er eigenlijk helemaal niet zo heel veel dieren minder zijn gevangen in de MKZ-periode, dan in de vier voorgaande voorjaren gemiddeld. Het is wel meetbaar dat een lagere urenbesteding in het voorjaar leidt tot hogere vangsten in najaar en winter, dus is het verdedigbaar om te stellen dat de MKZ-periode mogelijk reeds bestaande negatieve ontwikkelingen heeft versterkt.

De hier gepresenteerde bevindingen stoken dus maar ten dele met de veelgehoorde praktijkgedachte in de bestrijding dat de MKZ-crisis een belangrijke invloed heeft gehad en als illustratie kan dienen voor de noodzaak tot bestrijding (de Stentor 6/5/2006, De Boerderij 1/4/2009). Maar ze zijn wel in overeenstemming met de visie van enkele hierover geïnterviewde bestrijders en teamleiders (persoonlijke mededeling J.P. Dijkstra, P. Blanker, A. van Veen, J. van den Bergs en S. Dol). In hun optiek is de MKZ-periode een kortdurende fase geweest waarin de werkzaamheden weliswaar enkele beperkingen kenden, maar in grote lijnen gewoon doorgang hebben kunnen vinden. Vaak was het nodig om bijvoorbeeld het erf van boerderijen te mijden, maar kon het werk doorgaan indien men op andere wijze toegang tot de watergangen zocht. Altijd was het mogelijk om het werk varend uit te voeren. Soms is de tijd binnen doorgebracht om vangmiddelen te maken die later massaal buiten zijn uitgezet. Vergelijkbaar relativerende opmerkingen staan ook in het provinciale jaarverslag van Overijssel en het landelijk jaarverslag van 2001 (LCCM 2002).

Om diverse redenen bevatten de gegevens uit vangstregistratie ongetwijfeld fouten en ruis. Verder is er een onbekende variatie in de kwaliteit van de ingezette velduren. Dit hangt af van de mate waarin bestrijders onderling verschillen en de mate waarin de organisatie bestrijders in staat stelt om met een gecoördineerde strategie, met de juiste middelen en met een goede motivatie te werken. Het is in onze optiek echter verdedigbaar om te stellen dat de aard van deze onnauwkeurigheden niet systematisch is veranderd na de MKZ-crisis, zodat dit onze analyse niet ongeldig kan maken. Het is overigens wel aannemelijk te maken dat tijdens de MKZ-crisis de uren minder efficiënt konden worden ingezet.

De resultaten zijn een belangrijke motivatie om op zoek te gaan naar meer systematische, meer langdurige, en wellicht wat extremere variatie in urenbesteding. Denk daarbij aan de grootschalige veldproef, zoals die in de afgelopen drie jaar door de Unie van Waterschappen is uitgevoerd.

Conclusies

De veelgehoorde praktijkgedachte in de bestrijding dat de ontwikkelingen tijdens en na de MKZ-crisis als illustratie kunnen dienen voor de noodzaak tot bestrijding is niet hard te maken. Wel is het verdedigbaar om te stellen dat de MKZ-crisis mogelijk reeds bestaande negatieve ontwikkelingen heeft versterkt.

Het aantal uren dat tijdens de MKZ-periode is bestreden lag ca. 20% lager dan het gemiddeld voorjaar van 1997-2001. Er zijn ca. 18% minder vangsten gemaakt. Voor beide parameters geldt dat dit vooral in het agrarisch gebied heeft gespeeld.

Er is een toename waargenomen in vangsten in het bebouwde gebied vanaf 2003. Deze toename kan niet een gevolg zijn van beperkingen tijdens de MKZ-crisis, omdat er gemiddeld alleen maar méér uren in bebouwd gebied zijn gespendeerd tijdens de MKZ-periode.

De aanwezigheid van bijzonder hoge aantal-

len Muskusratten in de Krimpenerwaard in de periode 1999-2006 mag niet aan de MKZ-crisis worden toegeschreven.

De verandering in vangstsnelheid in het najaar en de winter ten opzichte van vorige jaren is significant gerelateerd aan de urenbesteding in het voorjaar. Dit geldt voor het MKZ-jaar, maar ook voor het jaar ervoor. Extra bestrijdingsinspanning in het voorjaar vermindert de vangstsnelheid in het najaar.

De variatie in uren inzet, die door de MKZ-crisis is teweeggebracht, is in feite niet groter dan in de vijf voorgaande jaren. Buiten het verschil in agrarisch en bebouwd gebied, was de variatie verder ook niet systematisch verschillend in de ruimte. Als spontaan experiment heeft de MKZ-crisis daarom maar beperkte waarde. De invloed van de MKZ-crisis is gering ten opzichte van andere bronnen van variatie en de stijging in vangsten rond de MKZ-crisis moet daarom voornamelijk als een autonome ontwikkeling worden gezien.

De bevindingen rechtvaardigen de gemaakte keuze om een experiment uit te voeren met een grotere controle op spreiding in inzet van uren, een groter verschil in bestrijdingsinzet tussen de behandelingen en een langere duur van de proef, dan onder de omstandigheden tijdens de MKZ-periode hebben plaatsgehad.

Dankwoord: We bedanken graag de bestrijders en teamleiders van de muskusrattenbestrijding die ons op het spoor van deze analyse hebben gezet en hen die in latere fase inhoudelijk meegedacht hebben. Met name gaat het om J. van den Bergs, P. Blanker, A. Deelen, J.P. Dijkstra, S. Dol, H. de Groot, D. Moerkens, en A. van Veen. Daarnaast grote dank aan E. Klop en E.E. van Loon voor hulp bij het werk en de analyses. Tenslotte willen we ook Maurice LaHaye en twee anonieme referenten bedanken voor hun constructieve bijdrage aan de tekst.

Literatuur

Barends, F. 2002. The Muskrat (*Ondatra zibethicus*): expansion and control in the Netherlands. Lutra 45: 97-104.

Boender, G.J., H.J.W. van Roermund, M.C.M. de Jong & T.J. Hagenaars 2010. Transmission risks and control of foot-and-mouth disease in The Netherlands: Spatial patterns. Epidemics 2: 36-47.

Bos, D. & R. Ydenberg 2011. Evaluation of alternative management strategies of muskrat *Ondatra zibethicus* population control using a population model. Wildlife Biology 17: 143-155.

Bouma, A., A.R.W. Elbers, A. Dekker, A. de Koeijer, C. Bartels, P. Vellema, P. van der Wal, E.M.A. van Rooij, F.H. Pluimers & M.C.M. de Jong 2003. The foot-and-mouth disease epidemic in The Netherlands in 2001. Preventive Veterinary Medicine 57: 155-166.

Doude van Troostwijk, W.J. 1976. The Muskrat (*Ondatra zibethicus* L.) in the Netherlands, its ecological aspects and their consequences for man. Proefschrift Rijksuniversiteit Leiden, Leiden, Nederland.

Landelijke Coördinatie Commissie Muskusrattenbestrijding 2001. Landelijk jaarverslag 2000 Muskusrattenbestrijding. LCCM, Den Bosch, Nederland.

Landelijke Coördinatie Commissie Muskusrattenbestrijding 2002. Landelijk verslag muskusrattenbestrijding 2001. LCCM, Tiel, Nederland.

van der Bie, R. & L. van Duuren 2002. Klemmende zaken. INDEX 3: 28-29.

van Loon, E.E., D. Bos, C. van Hellenberg-Hubar & R.C. Ydenberg 2016. A historical perspective on the effects of trapping and controlling the muskrat (*Ondatra zibethicus*) in The Netherlands. Pest Management Science. DOI: 10.1002/ps.4270

Verkaik, A.J. 1991. Verspreidings- en verplaatsingspatronen van muskusratten *Ondatra zibethicus* in Flevoland. RIN-rapport 91/12. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem, Nederland.

Samenvatting

In deze studie worden de ontwikkelingen in vangsten en uren besteed aan muskusrattenbestrijding in Nederland rond de MKZ-periode samengevat, op zoek naar experimenteel bewijs voor invloed van deze bestrijding op de populaties van de doelsoort. Aanleiding voor de studie was de gedachte dat de MKZ-crisis

bezien zou kunnen worden als een groot, maar kortdurend experiment. De verwachting was dat verschillen in uren inzet in tijd of ruimte relatief groot zouden zijn en dat daarom relaties met vangstontwikkeling gemakkelijker zouden kunnen worden aangetoond.

Als de MKZ-crisis een groot effect zou hebben gehad op de populatieomvang, dan moet er òf een trendbreuk zichtbaar zijn in vangsten òf de vangstnelheid sterk toemen direct na de MKZ-crisis. Ook moeten er in gebieden waar relatief gezien minder uren aan de bestrijding zijn besteed de effecten groter zijn. Er is echter geen trendbreuk geconstateerd en de vangstnelheden namen niet sterk toe. Wel is de verandering in vangstnelheid in het najaar en de winter ten opzichte van vorige jaren gerelateerd aan de urenbesteding in het voorjaar, maar dat is ook zo in een ander jaar waarin naar dat verband is gezocht. Dit effect is echter klein, bovendien is er veel onverklaarde variatie. Niettemin concluderen we dat een extra bestrijdingsinspanning in het voorjaar de vangstnelheid in het najaar vermindert.

De waargenomen toename in vangsten in het bebouwde gebied vanaf 2003 kan niet een gevolg zijn van beperkingen tijdens de MKZ-crisis, omdat er gemiddeld alleen maar méér uren zijn gespendeerd in bebouwd gebied tijdens de MKZ-crisis dan gemiddeld in het voorjaar in 1997-2001.

Speciaal is naar de gegevens van de Krimpe-

nerwaard gekeken, omdat daar in de jaren na 2001 opvallend veel muskusratten zijn gevangen. De aanwezigheid van bijzonder hoge aantallen muskusratten in deze polder in de periode 1999-2006 kan om de volgende redenen niet aan MKZ worden toegeschreven: 1. Het aantal aan de bestrijding bestede uren nam in de MKZ-periode niet af ten opzichte van het gemiddelde in de voorgaande jaren en 2. De vangstnelheden waren voor de MKZ-crisis uitbrak al sterk toegenomen.

De veelgehoorde praktijkgedachte in de bestrijding dat de ontwikkelingen tijdens en na de MKZ-crisis als illustratie kunnen dienen voor de noodzaak tot bestrijding, is op basis van de hier gebruikte gegevens niet hard te maken. Wel is het verdedigbaar om te stellen dat de MKZ-crisis mogelijk reeds bestaande negatieve ontwikkelingen in de vangsten heeft versterkt. De invloed van de MKZ-crisis is gering ten opzichte van andere bronnen van variatie. De stijging in vangsten rond de MKZ moet daarom voornamelijk als een autonome ontwikkeling worden gezien. Wil men het effect van muskusrattenbestrijding op de doelsoort zelf toch onderzoeken dan is een experiment van langere duur, systematischer van opzet en met grotere verschillen in ureninzet noodzakelijk.

Received: 21 March 2016

Accepted: 21 June 2016