Altenburg & Wymenga
ECOLOGISCH ONDERZOEK

In samenwerking met

ZOOGDIER VERENIGING
Dutch Mammal Society

H&K
Waterkering
Beheer B.V.

WAGENINGEN UR
For quality of life

UNIVERSITY OF AMSTERDAM

Beheer van Muskusratten in Nederland

Effectiviteit van bestrijding op grond van historie en een grootschalige veldproef

Deel I – Samenvatting tussenrapportage

A&W-rapport 2191

in opdracht van

UNIE VAN WATERSCHAPPEN

Beheer van Muskusratten in Nederland

Effectiviteit van bestrijding op grond van historie en een grootschalige veldproef

Deel I – Samenvatting tussenrapportage

A&W-rapport 2191

D. Bos
E. Klop
H. van Hemert
M. La Haye
H. Hollander
E. van Loon
R. Ydenberg

Foto Voorplaat
Muskusrat, Foto: Bart Meijer

D. Bos, E. Klop, H. van Hemert, M. La Haye, H. Hollander , E. van Loon, R. Ydenberg 2016
Beheer van Muskusratten in Nederland. Effectiviteit van bestrijding op grond van historie en een grootschalige veldproef . A&W-rapport 2191. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Met bijdragen van Caspara Hellenberg Hubar, Maja Roodbergen, Anne Renske Meijer en Ferdy Timmerman

Opdrachtgever
Unie van Waterschappen
Postbus 93218
2509 AE Den Haag
Telefoon 070- 351 97 51

Uitvoerders

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv Postbus 32 9269 ZR Feanwâlden Tel. 0511 47 47 64 info@altwym.nl www.altwym.nl	**H&K Waterkering Beheer B.V.** Galgenkade 10 1746 EG Dirkshorn Tel. 06 12 03 90 93	**Zoogdiervereniging** Postbus 6531 6503 GA Nijmegen Tel. 024 74 10 500 info@zoogdiervereniging.nl www.zoogdiervereniging.nl	**Wageningen University Research** Droevendaalsesteeg 3a 6708 PB Wageningen Tel. 0317 48 58 28 www.wageningenur.nl	**Universiteit van Amsterdam** Postbus 19268 1000 GG Amsterdam Tel. 020-525 91 11

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

Projectnummer	**Projectleider**	**Status**
2004mura	E. Klop	Eindrapport

Autorisatie	**Paraaf**	**Datum**
Goedgekeurd	**J. Latour**	1 september 2016

Kwaliteitscontrole
E. Wymenga

Inhoud

Voorwoord
Besluit Commissie Muskus- en Beverratten
Samenvatting
1 Inleiding 1
1.1 Aanleiding 1
1.2 Veldonderzoek 1
1.3 Leeswijzer 6
2 De effecten van bestrijding in historisch perspectief 9
3 Experimenteel veldonderzoek naar de effecten van bestrijding van de Muskusrat 15
4 Monitoring van gemerkte Muskusratten in de periode 2013–2015 23
5 Graafschade door Muskusratten in oevers en kades in relatie tot bestrijding 29
6 Synthese 33
6.1 Voornaamste resultaten 33
6.2 Discussie 36
6.3 Overige bespiegelingen 39
6.4 Conclusies 41
6.5 Aanbevelingen 42
7 Literatuur 45

Voorwoord

Het voorliggende rapport is een beknopte Nederlandstalige samenvatting van een driejarig onderzoek naar de bestrijding van Muskusratten in Nederland. Het onderzoek bestaat uit verschillende onderdelen waarin diverse aspecten van de bestrijding onder de loep zijn genomen, zoals de effectiviteit van bestrijding, het optreden van schade, monitoring van gezenderde dieren e.d. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in opdracht van de Unie van Waterschappen en is uitgevoerd door Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv in nauwe samenwerking met Wageningen Universiteit, Universiteit van Amsterdam, de Zoogdiervereniging en H&k Waterkeringen.

Het onderhavige is een tussenrapportage, aangezien sommige onderdelen van het onderzoek die belangrijke aanvullende informatie kunnen leveren, nog doorlopen tot 2017. De resultaten van het onderzoek zijn besproken in de Commissie Muskus- en Beverratten (CMB) op 30 september 2016. Het besluit van de CMB over de rapportage is hier integraal opgenomen.

De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen in twee rapportages. Het voorliggende rapport, deel I, is een beknopte en toegankelijke Nederlandstalige weergave van de voornaamste resultaten en conclusies. Een uitvoeriger, grotendeels Engelstalige, rapportage is opgenomen in deel II 'Achtergrondstudies'. In dat rapport wordt dieper ingegaan op de statistische analyses en achtergronden. Hierin zijn ook de Engelstalige wetenschappelijke artikelen, waarin de resultaten zijn of worden gepubliceerd, integraal opgenomen.

Dankwoord
Dit onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de hulp en inzet van veel mensen die in de afgelopen drie jaar met veel energie aan de verschillende deelonderzoeken hebben gewerkt. We willen de bestrijders, teamleiders, coördinatoren en de andere vertegenwoordigers van de opdrachtgever, met name Dolf Moerkens, Peter Blanker, Fokke Jonkman en Henk Post bedanken voor het gestelde vertrouwen, de plezierige samenwerking, en de deskundige coaching en inzet. Ook veel dank aan de studenten die aan ons onderzoek meewerkten: Guus van de Venne, Martijn Struijf, Rick Heeres, Margot Akkermans, Caspara Hellenberg Hubar, Daniel van Bendegem, Taric Schrader, Cynthia de Jong, Britt van Mourik, Chris Driessen, Bart Meijer en Martine Visschers. Het werk heeft geprofiteerd van vrijwillige bijdragen door Anne Renske Meijer en Ferdy Timmerman.

Bart Meijer, Calle Boot en Tamar Sleven bedanken we voor de foto's. De mensen die bij hebben gedragen aan het levend vangen, algehele ondersteuning, of het tegenlezen van documenten bedanken we: onder andere Michael Baars, Bas Booij, Anton Deelen, Lambertus van Dieren, Jan-Pieter Dijkstra, Hans de Groot, Jeroen van Heijst, Sjef Keustermans, Ruud Kleinman, Hans Koppel, Hans Koopmans, Kees Kristalijn, Jan Meijer, Willie Mollink, Femmie Smit, Henk van der Steen, Maarten Tuijl, Herman Vierhout, Wim vd Voort, Kees van Veelen, Tom Vellema, Dave Wezeman en Margreet van Willegen. Veel van de aangedragen suggesties voor verbeteringen zijn in dank aanvaard, resterende onvolkomenheden zijn onze verantwoordelijkheid. We zijn Maja Roodbergen erkentelijk voor de hulp bij de berekeningen met MARK. Het implanteren van zenders bij Muskusratten voor de studie is met aandacht gedaan door dierenarts Henk Luten, waarvoor onze dank. Tenslotte willen we heel graag de collega's van de Zoogdiervereniging, de WUR en A&W bedanken, Sil Westra, Wesley Overman, Rob Koelman, Dick Bekker, Joris Latour, Ronald de Jong, Lucien Davids en Hieke van den Akker.

Besluit Commissie Muskus- en Beverratten

VELDPROEF MUSKUSRATTEN - (TUSSENRAPPORTAGE BEHEER VAN MUSKUSRATTEN IN NEDERLAND – EFFECTIVITEIT VAN BESTRIJDING OP GROND VAN HISTORIE EN EEN GROOTSCHALIGE VELDPROEF)

BESLUIT 30 SEPTEMBER 2016

1. Inhoudelijke beslispunten
   - 1.1. Te wachten met het nemen van een besluit over de te volgen bestrijdingsstrategie totdat de resultaten van:
     - het onderdeel objectbescherming van de Veldproef Muskusratten en
     - de monitoring van het 'terugbrengen van de populatie in de proefuurhokken tot het beginniveau' afgerond zijn.
   - 1.2. Om in 2018 een afgewogen besluit te kunnen nemen wordt voorbereidend gewerkt aan:
     - 1.2.1. De strategie 'complete removal': op papier wordt deze strategie uitgewerkt en vergeleken met de andere strategieën ('complete removal' is het terugbrengen van de binnenlandse populatie tot '0' in combinatie met beheersing van de instroom)[1]. In deze uitwerking komen onder meer de volgende zaken aan de orde:
       - Hoe kan de strategie 'complete removal' het best geïmplementeerd en uitgevoerd worden?
       - Welke consequenties heeft dit voor de bestrijding, nu en in de toekomst?
       - Wat zijn de kosten en baten van 'complete removal'?
       - Wat zijn de consequenties voor de toekomstige financiering van de muskusratbestrijding?
     - 1.2.2. Samenwerking te zoeken met de ons omringende landen om gezamenlijk de grens te bepalen waar bestrijding noodzakelijk is om reden van waterveiligheid;
     - 1.2.3. Een visie ten aanzien van preventieve maatregelen te ontwikkelen rekening houdend met andere gravende soorten zoals de bever, de beverrat en invasieve exoten zoals uitheemse rivierkreeften;
     - 1.2.4. Te investeren in de motivatie en competentie van bestrijders en management;
     - 1.2.5. Te innoveren in kennis en methodes.
2. Procedurele beslispunten
   - 2.1. Totdat de resultaten van objectbescherming en de monitoring beschikbaar zijn en mogelijk gekozen wordt voor een andere bestrijdingsstrategie, handhaven we de huidige bestrijdingsstrategie: vlakdekkend-jaarrond bestrijden met minimaal de huidige doelstelling en in de grensgebieden een beheersing van de instroom zodat geen doorstroom plaats zal vinden naar het achterland.
   - 2.2. Begin 2017 een bijeenkomst te organiseren voor de portefeuillehouders van alle waterschappen.
   - 2.3. Samen met Stowa een onderzoek agenda 'muskusratten en andere gravers' op te stellen.

[1] De tussenrapportage geeft 'complete removal' als mogelijke bestrijdingsstrategie voor de toekomst. Het implementeren, uitvoeren en in stand houden van een andere strategie dan de huidige stelt waarschijnlijk andere eisen aan de organisatie en financiering van de bestrijding dan nu het geval is. Onderzocht wordt op welke wijze zo'n andere strategie het beste kan worden geïmplementeerd en welke organisatorische, financiële en juridische randvoorwaarden dan nodig zijn. Ook is het van belang een helder zicht te krijgen op de kosten en verwachte baten hiervan.

DE KERN VAN HET BESLUIT

A. Aanleiding: De Unie van Waterschappen heeft samen met de waterschappen in de afgelopen drie jaar een Veldproef Muskusratten uitgevoerd waarin op praktisch vlak kennis over de populatieontwikkeling is verzameld bij verschillende manieren van bestrijden.
B. Belang: Een zestal bureaustudies uit de periode 2005 tot 2008 en een kritische reflectie daarop van dierenwelzijnsorganisaties kwamen tot de conclusie dat veldonderzoek in de Nederlandse situatie wenselijk was om relevante vragen vanuit verschillende maatschappelijke geledingen te kunnen beantwoorden.
C. Context: De veldproef beoogde inzicht te geven in de inzet van bestrijding (tijd in velduren) in relatie tot de populatie en de schade aan waterkeringen. De werkwijze bestond daarom vooral uit het systematisch variëren van de bestrijdingsinzet, het vastleggen van vangsten en het goed monitoren van schade aan oevers en waterkeringen gedurende een periode drie jaar.
De Veldproef Muskusratten heeft geen overtuigend verband kunnen leggen tussen inzet en populatie, een historische analyse laat wel helder zien, dat bestrijding kan leiden tot dalende aantallen muskusratten, mits de inspanningen in verhouding staan tot de grootte van de populatie.

OVERWEGINGEN

1 Inhoudelijk

1.1 *Te wachten met het nemen van een besluit*

De proef objectbescherming in Dinteloord en Lelystad loopt tot april 2017, de daaruit volgende analyses zullen in de loop van 2017 gereed zijn. De ontwikkeling van de aantallen kunnen belangwekkende ondersteunde informatie geven over bestrijding.
Monitoring proefuurhokken In de 117 proefuurhokken is 3 jaar lang volgens een door de veldproef ‘opgelegd’ regime gewerkt. Vanaf 1-1-2016 kunnen de bestrijdingsorganisaties zelf bepalen hoeveel tijd besteed wordt in de voormalige proefuurhokken. Door de UvA worden, over de periode januari 2016 tot december 2017, zowel de inzet als de vangsten gevolgd tijdens de periode waarin de populatie weer naar het beginniveau teruggebracht wordt. De gegevens worden gebruikt om het door de UvA gebouwde populatie dynamisch model te ijken. Voor de ijking van het model zijn door de bestrijdingsorganisaties middels expert judgement vangst- en urenprognoses afgegeven. In 2017 kunnen ook de 2 proefgebieden objectbescherming gemonitord gaan worden, in deze gebieden is van april 2014 tot april 2017 de bestrijding gestaakt. Vanaf april 2017 wordt hier gestart met het terugbrengen van de populatie tot het beginniveau.
Met de resultaten van het onderdeel objectbescherming en de monitoring van de proefuurhokken kan een integraal advies over de te volgen bestrijdingsstrategie worden uitgebracht.

1.2 *Er wordt voorbereidend gewerkt aan:*

1.2.1 Complete removal is als strategie succesvol ingezet bij de beverrat, de binnenlandse populatie is teniet gedaan en de inzet is nu gericht op het beheersen van de instroom. Bij de muskusrat gaat het om een geheel andere schaal, zowel voor wat betreft de aanwezige populatie (> 100.000 t.o.v. max 6.000), de kosten (landelijk 35 miljoen € t.o.v. ruim 1 miljoen €) en de aansturing (regionaal versus landelijk). Alleen al om deze redenen is het noodzakelijk eerst een helder beeld te krijgen van de organisatorische, financiële en juridische consequenties van een dergelijke bestrijdingsstrategie. Wij gaan parallel aan de afronding van de veldproef deze bedrijfsmatige consequenties verkennen om begin 2018 een afgewogen besluit te kunnen nemen.

1.2.2 De muskusrat houdt zich niet aan administratieve grenzen Samenwerking, niet alleen tussen de Nederlandse bestrijdingsorganisaties, maar ook over de landsgrens is noodzakelijk om de populatie terug te kunnen brengen naar het 0-niveau.

1.2.3 Een visie op preventieve maatregelen is gewenst Preventieve maatregelen kunnen, indien juist geconstrueerd, bijdragen aan de waterveiligheid op locaties met grote economische- en/of maatschappelijke belangen. Houd hierbij ook rekening met andere gravende soorten, zoals de bever en de beverrat en invasieve exoten zoals de Amerikaanse rivierkreeft. Betrek hierin op termijn ook de resultaten van pilots preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten die zijn aangelegd door Rijnland en HDSR.

1.2.4 Investeer in de motivatie en competentie van bestrijders en management De kwaliteit van de betrokken medewerkers is uiteindelijk de sleutel naar succes. Goed opgeleide en breed inzetbare medewerkers dragen uiteindelijk niet alleen bij aan de bestrijdings- en/of waterveiligheidsdoelstellingen maar ook aan de organisatiedoelstellingen.

1.2.5 Innovatie helpt om:

- meer kennis te verzamelen over het gedrag en de plaatskeuze van muskusratten.
- nieuwe methodes uit te proberen om de aanwezigheid van dieren te ontdekken.
- nieuwe methodes om efficiënter te vangen te ontwikkelen en te testen.

2 Procedureel

2.1 *Handhaaf vooralsnog de strategie landsdekkend- en jaarrond bestrijden*

2.2 De huidige inzet draagt bij om uiteindelijk elke bestrijdingsstrategie te kunnen kiezen, waaronder ook ‘complete removal’. Het is daarom ongewenst om nu de teugels te laten vieren in afwachting van de resultaten van het onderdeel objectbescherming en de monitoring van het stoppen van de proef.

2.3 *Organiseer begin 2017 een bijeenkomst voor de portefeuillehouders van alle waterschappen*
De monitoring van de proefuurhokken en de 2 objectbeschermingsgebieden is weliswaar pas eind 2017 afgerond, er is nu een enorme behoefte bij de waterschappen om kennis te nemen van de tussenresultaten. Op termijn volgen de resultaten van de Veldproef Muskusratten en de monitoring van de proefuurhokken en wordt een integraal advies gegeven over de te volgen bestrijdingsstrategie. Hierin worden ook de resultaten van de eerder genoemde kosten/baten analyse gepresenteerd.

2.4 *Stel in samenwerking met Stowa een onderzoek agenda op*
De veldproef heeft eens te meer aan het licht gebracht dat er nog leemtes in kennis zijn. Daarnaast neemt graverij door andere soorten toe. Stowa is voorstander van het bundelen van overlast door graverij.

BESTUURLIJKE AANDACHTSPUNTEN/ ANDERE PARTIJEN:

De Begeleidingscommissie Veldproef Muskusratten op 27 juni met daarin vertegenwoordigers van Dierenbescherming, LTO (niet aanwezig) en VBNE heeft verzocht te wachten met publicatie totdat ook het onderdeel objectbescherming afgerond is.

Op dit moment is de Europese Unie doende met de exotenverordening. De beverrat is opgenomen in de eerste, door de Europese Commissie vastgestelde- en inmiddels gepubliceerde, lijst van invasieve soorten. De muskusrat staat op de shortlist voor de 2^{e} lijst die naar verwachting in de loop van dit jaar wordt vastgesteld.

Samenvatting

De Muskusrat is een invasieve exoot uit Noord-Amerika die zich in de eerste helft van de 20e eeuw in Nederland heeft verspreid. Om schade door graverij aan oevers en waterkeringen te voorkomen wordt in Nederland de Muskusrat al decennia intensief bestreden. Bij de bestrijding worden jaarlijks aanzienlijke aantallen dieren gedood, wat tot een publiek debat over de wenselijkheid en de effectiviteit van het bestrijden van Muskusratten heeft geleid. Om een aantal terugkerende vragen rond nut en noodzaak van de bestrijding van Muskusratten te kunnen beantwoorden heeft de Unie van Waterschappen besloten om hier onafhankelijk veld onderzoek naar te laten doen. De resultaten van dat onderzoek worden in onderhavig rapport gepresenteerd. Het onderzoek richtte zich op de volgende hoofdvragen:

1. Wat is het effect van bestrijding op de aantallen Muskusratten en vangsten in een gebied?
2. Wat is het effect van verschillende bestrijdingsstrategieën, zoals vlakdekkend en jaarrond bestrijden versus seizoensgebonden bestrijden of alleen bij gevoelige objecten zoals waterkeringen?
3. In welke mate treedt er schade op aan waterkeringen en taluds van watergangen bij deze verschillende strategieën? En wat is de effectiviteit van preventieve maatregelen?

In dit rapport wordt verslag gedaan van bovenstaande hoofdvragen. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen van het onderzoek beknopt gepresenteerd.

Om de effectiviteit van bestrijding te onderzoeken zijn verschillende deelonderzoeken uitgevoerd. De twee belangrijkste zijn een statistische analyse van de vangstgegevens sinds 1941, en een grootschalig drie jaar durend veldexperiment waarbij is gevarieerd met de bestrijdingsintensiteit in 117 experimentele atlasblokken (5 x 5 km) door het hele land.

In de hele studie worden vangstgegevens benut als meetvariabele. Een verandering in vangsten of vangstsnelheid wordt, bij overigens gelijke omstandigheden, geïnterpreteerd als een verandering in de achterliggende populatie.

Effectiviteit van bestrijding
De statistische analyse van de historische vangstcijfers op provinciale schaal maakt aannemelijk dat bestrijding kan leiden tot dalende aantallen Muskusratten, mits de inspanningen in verhouding staan tot de grootte van de populatie. Indien aan deze voorwaarde wordt voldaan, leidt het verhogen van de bestrijdingsinspanning tot lagere aantallen gevangen dieren in de daaropvolgende jaren. Ook blijkt duidelijk dat, ten tijde van publicatie van dit rapport, het aantal vangsten in Nederland laag is in vergelijking met het verleden.

De veldproef heeft geen experimenteel bewijs geleverd dat een wijziging van de bestrijdingsintensiteit met 30% (plus of min) een effect heeft op de ontwikkeling in de vangstsnelheid. Dat betekent dat in gebieden waar de intensiteit van vangen werd verminderd, geen sprake was van een eenduidige toename in aantallen en vice versa. Uit de analyses blijkt heel duidelijk dat de vangstsnelheden in de proefgebieden zeer sterk samenhangen met de omgeving en de vangstsnelheden juist voorafgaand aan de proef. Verder blijkt uit individuele cases dat de kwaliteit van de inzet het verschil kan maken tussen een dalende of een stijgende trend. Ruimtelijke samenhang en kwaliteit van inzet zijn belangrijker dan tevoren gedacht. Deze factoren hebben kennelijk een groter effect dan een wijziging in vangstinspanning van +/- 30%. De uitgevoerde veldproef voldoet volledig aan de voorwaarden van een goede opzet,

maar de gekozen variatie in vangstinspanning, was naar alle waarschijnlijkheid te klein gegeven de schaal van de proefuurhokken.

Ook uit het ‘spontane’ experiment van de Mond- en Klauwzeer crisis (MKZ, zie onder), waarbij er om epidemiologische redenen gedurende een aantal maanden lokaal minder gevangen kon worden, was geen verband af te leiden tussen de vangstinspanning en de ontwikkeling van de aantallen in de periode na de MKZ crisis.

Naast bovenstaande deelonderzoeken zijn er niettemin verschillende lijnen van bewijs gevonden die aannemelijk maken dat bestrijding leidt tot een kleinere populatie Muskusratten. In de Oostvaardersplassen, waar sinds 2006 niet meer vlakdekkend wordt bestreden, zijn de aantallen Muskusratten hoger dan in bestreden gebieden. Uit Vlaanderen is de Muskusrat praktisch verwijderd, wat het gevolg is van een zeer actieve bestrijdingsinzet. In het Verenigd Koninkrijk is men erin geslaagd om de Muskusrat uit te roeien.

Deze resultaten wijzen er samen op dat bestrijding alleen succesvol is als 1) de bestrijdingsinzet voldoende hoog is, 2) de bestrijding over langere tijd wordt volgehouden en 3) de kwaliteit van bestrijding op een voldoende hoog niveau ligt en met een ruimtelijk samenhangende strategie wordt uitgevoerd.

Effect van verschillende bestrijdingsstrategieën
In de reguliere bestrijding worden Muskusratten vlakdekkend en jaarrond bestreden. Er zijn echter ook andere strategieën mogelijk, zoals een intensievere bestrijding in bepaalde seizoenen (seizoensbestrijding) of uitsluitend bestrijden bij gevoelige objecten zoals waterkeringen (objectbescherming). De behandeling ‘seizoensbestrijding’ is in de veldproef niet goed uit de verf gekomen. Uiteindelijk bleek het verschil in uitvoering tussen de varianten daarvan klein.

De effecten van objectbescherming zijn onderzocht in drie gebieden, waarvan er één al geruime tijd onderhevig was aan deze strategie en twee andere gebieden recent op objectbescherming zijn overgegaan. De aantallen Muskusratten in het eerste gebied lagen op een aanzienlijk hoger begin-niveau dan in de twee nieuwe gebieden. In de nieuwe objectbeschermingsgebieden leken de aantallen in de herfst van het tweede seizoen iets op te lopen; mogelijk is dit een eerste signaal van oplopende aantallen bij afwezigheid van bestrijding over het belangrijkste deel van het oppervlak. Op het moment van schrijven kunnen hier nog geen harde conclusies uit worden getrokken. De proef met objectbescherming loopt door tot april 2017.

In feite kunnen de strategieën seizoensbestrijding en objectbescherming neerkomen op een vorm van extensivering van bestrijding. Dit is met name zo als er daadwerkelijk gebieden of periodes uitgesloten worden van bestrijding. Dat kan ongewenst zijn omdat dat met hogere aantallen vangsten en bijvangsten wordt geassocieerd op grotere ruimtelijke schaal. Seizoensbestrijding is in onze optiek overigens wel zinvol wanneer ze niet absoluut wordt gezien, maar wordt geïmplementeerd in de vorm van een verschuiving van het zwaartepunt van de besteding van bestrijdingsuren naar winter en voorjaar. Vanuit de populatie dynamica bezien is het n.l. aan te bevelen om te proberen een zo groot mogelijk deel van de jaarlijkse vangsten in winter en voorjaar te maken, wanneer verlaging van de populatie het doel is.

Ontwikkelingen van schade
Muskusratten kunnen diverse vormen van schade veroorzaken door graverij en vraat, zoals verzakkingen, afkalvingen van een oever, of stremming van een watergang. In de

experimentele uurhokken is een degelijke inventarisatie van schadeontwikkeling uitgevoerd, die gekoppeld kon worden aan de vangstresultaten. Schades kwamen zowel in keringen als in oevers voor. De omvang van de schades was veelal gering: ook bij de grotere schades gaat het meestal om enkele vierkante meters die zijn ingezakt, of qua volume om 1-2 kubieke meters die in de watergang zijn verdwenen. Wat er onder de grond aan holtes zit kan niettemin indrukwekkend zijn (zie foto). Grotere aantallen schades aan taluds en waterkeringen werden vooral gevonden in laag Nederland.

Er is een positief verband tussen het aantal schades en het aantal vangsten/km dat in een uurhok is gemaakt. Simpel gezegd: als er meer Muskusratten zijn dan is er meer schade. Een belangrijke bevinding uit het onderzoek met gezenderde dieren is dat maar een beperkt deel van de graverij van buitenaf zichtbaar is voor de inspecteur van de waterkering of de bestrijder. Gezenderde Muskusratten bleken allerlei bouwen te benutten die niet op een andere manier ontdekt hadden kunnen worden.

Over preventieve maatregelen tegen graverij is in deze studie weinig nieuwe informatie naar voren gekomen. Daar zijn twee redenen voor. Preventieve maatregelen waren maar beperkt aanwezig of bekend in Nederland en de experimentele vermindering van inzet in de proef heeft de aantallen Muskusratten daar niet sterk doen toenemen. Bij de schaderegistratie werden frequent door Muskusratten veroorzaakte schades aangetroffen in oevers of keringen met gewone oeverbescherming. Dat wil zeggen, oeverbescherming die niet specifiek was aangelegd als preventieve maatregel tegen graverij door Muskusratten. Dergelijke maatregelen kunnen erosie door waterwerking dus eventueel vertragen, maar het ontstaan van nieuwe graverij niet.

Overige bevindingen
Alle metingen ten tijde van de veldproef vonden plaats in een context van landelijk dalende aantallen vangsten en hoge niveaus van bestrijdingsinspanning. Het is belangrijk om de uitkomsten in die context te interpreteren.

In een aantal experimentele uurhokken en in de objectbeschermingsgebieden zijn Muskusratten levend gevangen en voorzien van oormerkjes. Uit terugvangsten van deze dieren is geprobeerd een schatting te maken van de populatiegrootte en zijn de afstanden waarover deze dieren zich verspreiden bepaald. Hieruit blijkt dat 70% van de gemerkte dieren binnen 500 meter van de oorspronkelijke vangstlocatie is teruggevangen. Dispersieafstanden groter dan enkele kilometers komen voor, maar lijken een uitzondering. In het algemeen kan gesteld worden dat de meeste Muskusratten redelijk honkvast zijn en geen hele grote afstanden afleggen in de tijd tussen vangen en terugvangen. Het aantal levend vangsten in bestreden gebied was erg laag, lager dan in de recent ingestelde object beschermingsgebieden of het al langer onbestreden moerasdeel van de Oostvaardersplassen.

Gezenderde Muskusratten blijken hun gangen zowel in onbeschermde, als in tegen erosie beschermde oevers te maken. Het aantal gevonden holen was evenredig verdeeld over het aanbod van natuurlijke en kunstmatige oevers; er lijkt dus geen voorkeur voor een bepaald oevertype te bestaan.

De MKZ-crisis kan worden gezien als een soort natuurlijk experiment waarbij enkele maanden in bepaalde gebieden minder is bestreden. Onze analyse ondersteunde echter niet de veel gehoorde gedachte dat de ontwikkelingen tijdens en na de MKZ-crisis als illustratie zouden kunnen dienen voor de noodzaak tot bestrijding. Wel is het verdedigbaar om te stellen dat de

MKZ-crisis mogelijk reeds ontstane negatieve ontwikkelingen (regionaal een toename van de populatie) heeft versterkt.

Conclusies en aanbevelingen

De studie leidt tot een aantal conclusies en aanbevelingen: 1) De uitgevoerde analyse van historische gegevens maakt aannemelijk dat bestrijding kan leiden tot een daling in het aantal vangsten en de aantallen Muskusratten, mits de inspanning voldoende groot is. 2) De veldproef levert daar geen experimentele onderbouwing voor, naar alle waarschijnlijkheid omdat de gekozen variatie in vangstinspanning te klein was gegeven de schaal van de proefuurhokken. 3) De ruimtelijke samenhang en de kwaliteit van de inzet spelen bij de bestrijding een veel grotere rol dan tevoren gedacht. 3) Schade door graverij is talrijker waar meer Muskusratten hebben gezeten. Tenslotte 5) zijn er aanwijzingen dat lage populatieniveaus van Muskusratten minder kosten voor bestrijding met zich meebrengen.

Op basis van de bevinden worden diverse aanbevelingen gedaan ten aanzien van bestrijding en onderzoek. Eén van de aanbevelingen is om te overwegen het doel van de bestrijding bij te stellen van ‘controle’ naar ‘complete verwijdering’. Er lopen echter nog een tweetal deelstudies, o.a. die aan objectbescherming, die het verdienen om in samenhang met de hier gepresenteerde bevindingen gewogen te worden. Daarom is het zinvol om te wachten met het beslissen over het eventueel aanpassen van beleid of strategie tot deze studies zijn afgerond.

Zwemmende Muskusrat (foto Calle Boot)

Een uit PUR-schuim opgebouwd model van een Muskusratten burcht. In totaal zijn in opdracht van de STOWA circa vijf van dergelijke modellen gemaakt om de omvang van de burchten, de nestkommen en de pijpen te kunnen meten (Akkermans 2014)**.** *De waargenomen diameter van de pijpen was ca. 15-25 cm, de nestkommen hadden een diameter van 0.5 m en de pijpen gingen anderhalf tot zes meter de kant in (Foto: D. Moerkens, UvW).*

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het debat over de noodzaak en de effectiviteit van bestrijding van Muskusratten (*Ondatra zibethicus*) in Nederland wordt al decennia lang gevoerd. Tot het begin van de jaren 1980 is er een breed draagvlak voor de bestrijding, gebaseerd op de veronderstelde risico's die graverij door Muskusratten kan opleveren aan oevers en waterkeringen. In de vijftiger en zestiger jaren van de vorige eeuw was iedereen er van overtuigd dat de Muskusrat hier niet geduld kon worden (Litjens 1986). Naast de overheden en semioverheden, provincies, waterschappen, rijksdiensten als het RIJP en Defensie zetten ook natuurorganisaties zoals It Fryske Gea en Staatsbosbeheer personeel in voor de bestrijding (Commissie Muskusrattenbestrijding 1982). In 1975 is het officiële standpunt van de Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Dieren (de Dierenbescherming) dat men respect heeft voor de verantwoorde werkwijze, maar dat men hoopt dat in de toekomst acceptabeler methoden worden gevonden om overpopulaties te bestrijden, of liever nog om deze te voorkomen (Commissie Muskusrattenbestrijding 1976). Na de hoge aantallen vangsten rond de eeuwwisseling wordt echter kritischer naar de bestrijding gekeken. Verschillende organisaties zetten vraagtekens bij het nut en de noodzaak van de bestrijding en de roep om onafhankelijk onderzoek naar de effectiviteit van bestrijding wordt luider. In 2011 wordt sterker stelling genomen en stelt de Dierenbescherming samen met De Faunabescherming en de Bont voor Dieren dat het doden van Muskusratten niet noodzakelijk en niet nuttig is (Zandberg *et al.* 2011).

Circa 75 jaar na de eerste vangst van Muskusratten in Nederland is er nog steeds aandacht voor het onderwerp. Begrijpelijk, want er gaan grote bedragen in om, de veiligheid van mensen staat op het spel en het dierenwelzijn is in het geding. Daarnaast zijn er neveneffecten van bestrijding en economische belangen. Er zijn redelijke twijfels over een aantal van de meest basale aannames (Pelz 1996; Zandberg *et al.* 2011), maar ook onderbouwde gedachtes dat een optimalisatie van bestrijdingsinzet tot de mogelijkheden behoort (Lammertsma & Niewold 2005; van Vliet & Lengkeek 2007; Bos & Ydenberg 2011).

Het nut en de noodzaak van de bestrijding is weliswaar herhaaldelijk onderzocht (o.a. Kluyver 1937; Doude van Troostwijk 1976; Lammertsma & Niewold 2005; BCM 2006a; Gaaff *et al.* 2007; van Vliet & Lengkeek 2007; van Belle *et al.* 2009; Zandberg *et al.* 2011), maar de kwestie is nog niet afdoende afgesloten. Meerdere studies uit de periode 2005–2010 (Lammertsma & Niewold 2005; BCM 2006; Gaaff *et al.* 2007; Bos *et al.* 2010; Zandberg *et al.* 2011) kwamen tot de conclusie dat veldonderzoek in de Nederlandse situatie wenselijk was, om relevante vragen vanuit verschillende maatschappelijke geledingen te kunnen beantwoorden.

1.2 Veldonderzoek

In opdracht van de Unie van Waterschappen (UvW) is in 2013 gestart met een grootschalig onderzoek naar bestrijding van de Muskusrat in Nederland. Dit onderzoek besloeg drie jaar en het veldwerk van de verschillende deelstudies is eind 2015 afgerond, met uitzondering van het onderdeel objectbescherming (zie volgende secties). De resultaten van het onderzoek worden in dit rapport gepresenteerd. Het betreft een tussenrapportage, aangezien sommige onderdelen van het onderzoek die belangrijke aanvullende informatie kunnen leveren, nog doorlopen tot 2017.

Het primaire doel van het onderzoek is vaststellen in hoeverre de bestrijding effect heeft op de aantallen Muskusratten en eventuele schade aan oevers en waterkeringen. Het achterliggende doel was om te beoordelen of er effectievere manieren zijn om de veiligheid van de waterkeringen te waarborgen tegen graverij door Muskusratten, anders dan door te doden. Hierbij zijn de volgende hoofdvragen geformuleerd:

1. Wat is het effect van bestrijding op de aantallen Muskusratten en vangsten in een gebied?
2. Wat is het effect van verschillende bestrijdingsstrategieën, zoals vlakdekkend en jaarrond bestrijden versus seizoensgebonden bestrijden of alleen bij gevoelige objecten zoals waterkeringen?
3. In welke mate treedt er schade op aan waterkeringen en taluds van watergangen bij deze verschillende strategieën? En wat is de effectiviteit van preventieve maatregelen?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden zijn verschillende deelstudies uitgevoerd. De eerste vraag, wat is het effect van bestrijding op aantallen Muskusratten, is primair onderzocht in i) een veldproef waarbij is gevarieerd met de hoeveelheid inzet van bestrijding en ii) een aanvullend onderdeel waarin een analyse is gemaakt van historische vangstdata. Ook is de vraag indirect aan bod gekomen in een deelstudie met levend vangen en terugvangen en een aanvullende studie naar de Mond- en Klauwzeer-crisis. De tweede vraag is ook in de veldproef aan de orde gekomen, door te variëren met de inzet van bestrijding tussen de seizoenen en door in twee gebieden objectbescherming in de praktijk uit te proberen. In alle proefgebieden zijn bepalingen gedaan ten aanzien van het optreden van schade aan waterkeringen en taluds voor het beantwoorden van de derde vraag. Overige deelonderzoeken hadden betrekking op de mate waarin dieren zich verspreiden door het Nederlandse landschap en verwachtingen voorafgaand aan de veldproef. De verschillende onderdelen van het onderzoek staan weergegeven in onderstaande tabel en worden in de volgende secties beknopt besproken.

Tabel 1.1. De verschillende onderdelen van het onderzoek die in onderstaande secties beknopt worden besproken.

Onderdeel		Te verwachten antwoorden / resultaten
A	Varieer bestrijdingsintensiteit systematisch	Bestrijding vermindert risico/schade (ja/nee) Intensiever bestrijden is doelmatiger (ja/nee) Beschrijvende informatie over effectiviteit aanwezige preventieve maatregelen tegen graverij
B	Voer seizoensbestrijding uit in een deel van de 'proefuurhokken'	Kwantificeer het verschil seizoensbestrijding-jaarrondbestrijding in de praktijk
C	Objectbescherming	Praktijk ontwikkelingen bij niet-bestrijden en object bestrijden
D	Levend vangen, merk- en terugvangmethode, zenderen	Bestrijding heeft effect op aantallen (ja/nee) Kwantificeer verspreiding
Aanvullende onderdelen		
E	Effect van bestrijding in Nederland op basis historische cijfers	Bestrijding heeft effect op aantallen (ja/nee) Huidige veldsituatie in perspectief
F	MKZ periode als 'natuurlijk experiment'	Bestrijding heeft effect op aantallen (ja/nee)
G	Enquête onder biologen en bestrijders	Wat weten we al en wat nog niet?

A. Experimentele landelijke veldproef

De effectiviteit van bestrijding is onderzocht in een grootschalig, landsdekkend experiment waarbij is gevarieerd met de intensiteit van bestrijding. Het grootschalige experiment (box 1) bestaat uit 117 atlasblokken (of uurhokken) van 5 × 5 km verspreid over het hele land.

De experimentele behandeling aan de uurhokken bestond uit het toekennen van meer of minder ureninzet ten opzichte van de referentiesituatie (inzet in de periode november 2011 – oktober 2012). Dus, in 39 uurhokken is de bestrijdingsinzet met 30% verhoogd, in 39 uurhokken is deze met 30% verlaagd en in de resterende 39 uurhokken is de inzet gelijk gebleven (controle). Daarnaast is in 36 van deze uurhokken seizoensbestrijding toegepast (zie onder).

Tijdens de veldproef is ook drie jaar de eventuele schade gemonitord. Hierbij zijn in de uurhokken vaste tracés aan oevers en waterkeringen geselecteerd en is bij het begin, tijdens (2x) en na afloop van de proef de schade door graverij geïnventariseerd.

B. Seizoensbestrijding

De tweede behandeling in het experiment betrof het uitvoeren van seizoensbestrijding, waarbij 80% van de inzet wordt geconcentreerd in najaar, winter en het voorjaar. Dit vereiste geen extra uurhokken, want de behandeling werd opgelegd aan 36 (3 strata × 2 behandelingen × 6 herhalingen, zie tabel in H3) van de hierboven genoemde uurhokken in onderdeel A. De seizoensbestrijding had dus zowel plaats in proefuurhokken waar méér als waar minder tijd werd geïnvesteerd. Hiermee wordt het effect van seizoensbestrijding beoordeeld in interactie met in- en extensiveren.

In het resterende deel van de proefuurhokken werd jaarrond bestreden. Hoe de verdeling van de uren in detail werd gedaan is overgelaten aan de bestrijder en de lokale teamleider. In de 39 controle uurhokken is geen seizoensbestrijding uitgevoerd.

C. Objectbescherming

Bij objectbescherming wordt het gebied niet vlakdekkend bestreden, maar is de bestrijding geconcentreerd op belangrijke objecten zoals dijken in en langs het gebied. In het overige gebied wordt niet bestreden.

Objectbescherming staat in dit onderzoek voor het stoppen met bestrijding in het stedelijk gebied van Lelystad en het landelijk gebied rond Dinteloord. In de Oostvaardersplassen wordt al sinds 2006 objectbescherming toegepast. Er is sindsdien een kordon met permanente vaste vangmiddelen om de moeraszone van het gebied gelegd om uitstroom van Muskusratten tegen te gaan. Het doel van deze deelstudie is om te schetsen in hoeverre de populatie omvang er verschilt van die in de referentie gebieden uit de veldproef en om praktijkervaring met deze strategie op te doen.

De proef met objectbescherming is gestart in april 2014 en zal worden geanalyseerd in 2017. De bevindingen gepresenteerd in dit rapport hebben dus betrekking op voorlopige resultaten.

Box 1. De schaal van de veldproef was bijzonder groot

Zowel in de ruimte als in de tijd is de uitgevoerde experimentele veldproef grootschalig en uniek te noemen; er zijn weinig ecologische onderzoeken die op landelijke schaal experimenteel worden uitgevoerd.

Ruimte en tijd
In 117 gebieden van 2500 ha elk zijn gedurende drie jaar experimentele behandelingen volgehouden. Gemiddeld was er 282 km watergang in deze proefuurhokken. Daarnaast zijn er tot april 2017 twee gebieden van respectievelijk 2526 en 3936 ha waar de bestrijding beperkt wordt tot kwetsbare objecten (objectbescherming).

De inzet van menskracht is ook groot geweest. Er zijn tientallen bestrijders, teamleiders, coördinatoren, dijkbeheerders, communicatiespecialisten en bestuurders ingezet. Voor sommigen van hen was een belangrijk deel van de werktijd ingevuld met deelname aan de veldproef of extra handelingen die daaruit voortvloeiden.

Uren en vangsten
Het totaal aantal uren en vangsten in de proefuurhokken betrof ca. 18 resp. 24% van alle uren en vangsten die in Nederland in de bestrijding werden gemaakt gedurende de proefperiode. Dit relatief hoge percentage komt omdat de proefuurhokken gestratificeerd waren gekozen en daarom relatief vaak in het deel van Nederland vielen waar veel uren en vangsten worden gemaakt.

Schademetingen
Om de schade te bepalen zijn er gedurende vier jaar herhaalde metingen uitgevoerd over een gezamenlijke oeverlengte van 2631 km, in 117 uurhokken plus 2 objectbeschermingsgebieden.

Kosten
De investering in het onderzoek is ook in financiële termen aanzienlijk geweest, met name door uitgaven aan arbeid door bestrijders, teamleiders, coördinatoren en onderzoekers. Een ruwe schatting van de jaarlijkse kosten ligt in de orde van 1% van de jaarlijkse bestedingen door de bestrijding.

Referentie
Ter referentie kunnen we de studie noemen van Verkaik in Nederland. Het centrale studiegebied van Verkaik betrof een sectie van 2130 m van de Ooievaarstocht aan de Knardijk in Flevoland (Verkaik 1990a; Verkaik 1990b; Verkaik 1991). Verkaik verzamelde daar gedurende vier jaar informatie. Krebs *et al.* (1995) manipuleerden belangrijke populatiedynamische factoren (voedsel en predatie) gedurende acht jaar in 8 blokken van 1 km^2 in boreaal gebied van de Yukon, Canada.

De schade metingen kunnen worden vergeleken met éénmalige systematische metingen van van Gaaf *et al.* (2007) over 5130 km oeverlengte in 16 uurhokken en de vijf keer herhaalde metingen van van Wijnen (1984) over respectievelijk 76 km watergang tussen 1979 en 1983.

D. Merken en terugvangen

In dit deelonderzoek is getracht om op basis van gemerkte en teruggevangen Muskusratten (de zogenoemde mark-recapture methode) de populatiegrootte in een aantal gebieden te berekenen. In 6 proefuurhokken met bestrijding zijn tweemaal per jaar Muskusratten levend gevangen, voorzien van een oormerkje en weer losgelaten. Dit is op een gestandaardiseerde wijze uitgevoerd met 40 vangkooien waarin dieren levend zijn gevangen. Ook in de objectbeschermingsgebieden (zie boven) is in 2014 en 2015 op identieke wijze de populatieomvang gemonitord.

Verder is er in deze deelstudie onderzoek gedaan aan verplaatsingen (dispersie en terreingebruik). Dit gebeurde enerzijds door het registreren van gemerkte dieren die zijn teruggevangen. Anderzijds zijn verplaatsingen in het stedelijk gebied van Lelystad in detail in kaart gebracht door gebruik te maken van zenders. In de Oostvaardersplassen en in Lelystad zijn 36 Muskusratten door een professionele wildlife dierenarts voorzien van een inwendige zender, zodat deze Muskusratten konden worden gevolgd zonder de dieren meermaals te hoeven vangen. Tenslotte zijn in 2015 de locaties van door gezenderde Muskusratten gebruikte holen zo nauwkeurig mogelijk in kaart gebracht, waarbij ook het oevertype (natuurlijk of kunstmatig) is genoteerd.

Zojuist gemerkte Muskusrat nog op het droge. Het merken van Muskusratten maakte het mogelijk om meer informatie te krijgen over de verplaatsingen en het terreingebruik van de dieren. Foto Calle Boot.

E. Historische analyse

Bij het presenteren van de proef aan de bestrijders in Nederland is vanuit de bestrijding regelmatig geopperd dat het voor sommige deelvragen zou volstaan om de historische ontwikkelingen goed te bestuderen. Eén daarvan is de hieronder beschreven MKZ periode in 2001, waarin in een groot deel van het jaar niet kon worden gevangen in het buitengebied.

In deze deelstudie is met behulp van statistische modellen een uitvoerige analyse gemaakt van de ontwikkeling van de vangsten tussen 1941 en 2013 - 70 jaar aan vangstdata - in relatie tot de ingezette uren op provincie niveau. Daarnaast is onderzocht of variatie in vangstaantallen kon worden gerelateerd aan verschillen tussen provincies, variatie in koude van de winter, of een natuurlijke populatie ritmiek. Tenslotte is beoordeeld in hoeverre de inzet die nodig is om een fase van grotere controle te bereiken verschilt van de inzet die nodig is om die controle te behouden.

F. MKZ-crisis

We hebben de ontwikkelingen in vangsten en uren rond de MKZ-periode in 2001 samengevat, op zoek naar bewijs voor eventuele invloed van Muskusrattenbestrijding op de populaties van die soort. Aanleiding voor de studie was de gedachte dat de MKZ-crisis gezien zou kunnen worden als een groot, maar kortdurend experiment waarbij tijdelijk minder intensief werd bestreden. Indien sprake is van een effect van bestrijding op vangsten en aantallen, zou dit zichtbaar moeten zijn door sterker oplopende vangstsnelheden na de MKZ periode in die gebieden waar minder of geen bestrijdingsuren waren gemaakt.

G. Enquête

In aanvulling op de hierboven beschreven onderdelen is voorafgaand aan het experiment een enquête gehouden onder bestrijders en biologen. Dit had tot doel om de bestrijders mee te laten denken over het waarom van de verschillende onderdelen en te inventariseren in hoeverre er tevoren al eenduidige verwachtingen waren met betrekking tot de uitkomsten. De uitvoering van de enquête was mede ingegeven door het feit dat tevoren vaak twijfel werd geuit over de noodzaak van de veldproef. "Dat weten we toch al?" was een veelgehoorde vraag.

<u>Veranderingen meten met vangstgegevens</u>

In de hele studie wordt gewerkt met vangstgegevens. Hierbij is het van belang om op te merken dat er in de resultaten dus gesproken wordt over aantallen dieren, maar vaker over aantallen vangsten, vangstsnelheden (het aantal vangsten per eenheid tijd) en veranderingen in vangstsnelheden. Het aantal vangsten hangt sterk af van zowel het aantal aanwezige dieren als de besteedde tijd en is daarom maar matig geschikt als index voor de aanwezige populatie. Een verandering in vangsten of vangstsnelheid echter kan, bij overigens gelijke omstandigheden, geïnterpreteerd worden als een verandering in de achterliggende populatie.

1.3 Leeswijzer

De resultaten van het onderzoek beschreven in twee losse, zelfstandig leesbare rapportages, waarvan het onderhavige deel I bestaat uit beknopte Nederlandstalige samenvattingen van de verschillende deelonderzoeken. Dit deel eindigt met een discussie van de bevindingen in hoofdstuk 6, waarin de belangrijkste resultaten van het onderzoek in perspectief worden gezet en overkoepelende conclusies worden gegeven. Deel II bestaat uit de achtergrondstudies, veelal Engelstalige en wetenschappelijke opgezette artikelen die voor publicatie in wetenschappelijke tijdschriften zijn bedoeld. Zijn leggen het fundament voor de Nederlandse samenvatting van de (deel)studies zoals ze in het voorliggende rapport zijn opgenomen.

Box 2 geeft een impressie van de resultaten van de enquête en vat de verwachtingen samen die er aanvankelijk bij de veldproef Muskusrattenbestrijding waren. Vervolgens wordt in hoofdstuk 2 een samenvatting gegeven van de analyse van historische gegevens over vangsten en aantallen op provinciaal niveau. We beoordelen of er een effect van bestrijdingsinzet op populatie niveau is te zien en in hoeverre het aannemelijk is dat factoren

anders dan bestrijding grote invloed hebben gehad op de historische vangstontwikkeling. Box 3 geeft inzicht in een het bijzondere MKZ-jaar 2001 en hoe de Muskusrattenbestrijding daarin is uitgevoerd. Hier beoordelen we in hoeverre we deze periode als spontaan experiment kunnen bezien waarmee de invloed van bestrijding te kwantificeren is. Hoofdstuk 3 beschrijft de veldproef, waarin is gevarieerd met de bestrijdingsinzet en is onderzocht of sprake is van een effect op de vangstsnelheden. Hoofdstuk 4 beschrijft de resultaten van het levend vangen en merken en de bevindingen uit de objectbeschermingsgebieden. In hoofdstuk 5 wordt een analyse gegeven van de gemeten schades aan oevers en waterkeringen. Deel I eindigt zoals gezegd in hoofdstuk 6 met een discussie van de bevindingen.

In Deel II wordt op een diepgaandere manier verslag gelegd van de bevindingen per deelonderzoek. Hierin zijn ook teksten opgenomen over de schade aan de landbouw, alsmede historische informatie uit jaarverslagen over schade en andere bronnen. Ook is er een korte analyse over bijvangsten opgenomen in deel II.

Muskusrattenbestrijding is een ambacht en mensenwerk. Erik Blokland op deze foto is o.a. verantwoordelijk voor de bestrijding in het Oudeland van Strijen (foto Tamar Sleven - Unie van Waterschappen).

Box 2: Verwachtingen voorafgaand aan de veldproef

Bij de start van de veldproef is aan alle bestrijders in Nederland gevraagd om een verwachting te geven bij de onderzoeksvragen. Denkt iedereen er hetzelfde over? Weten we alles al? Dit is gedaan door middel van een enquête die is ingevuld door 266 bestrijders en 5 biologen. In deel II van het onderzoek is een uitgebreide uitwerking van de enquête opgenomen.

Zowel bestrijders als biologen zijn vrij eensgezind dat bestrijding de aantallen Muskusratten beïnvloedt. Men verwacht een afname van aantallen en vangsten bij intensiveren en een toename bij extensiveren van de bestrijding. Voor wat betreft de omvang van het effect op aantallen tast iedereen echter in het duister, want de schattingen variëren aanzienlijk. Driekwart van de respondenten vermoedt dat schade aan oevers en waterkeringen in deze proef meetbaar zal zijn en verwacht 2-6 keer zoveel waarneembare schade in de te extensiveren proefuurhokken (meer schade bij minder bestrijding).

De bestrijders verwachten in het algemeen dat het aandeel van de gemerkte dieren dat door de bestrijding gedood zal worden hoog zal zijn, maar de schattingen lopen ook hier zéér uiteen. In overeenstemming met de literatuur (bijvoorbeeld Caley 1987) neemt men aan dat de gemerkte dieren vooral zullen worden teruggevangen in het uurhok waar ze de eerste keer ook waren aangetroffen.

Het merendeel van de respondenten denkt dat jaarrond bestrijden na drie jaar tot een lagere populatie leidt dan seizoensbestrijding.

Veel bestrijders en alle biologen die aan de enquête meededen, denken dat er zinvolle preventieve maatregelen zijn om de veiligheid te waarborgen in aanvulling op, of in plaats van, het doden van Muskusratten. Een aantal van hen benadrukt overigens dat er verschillende redenen zijn waarom preventieve maatregelen -in hun optiek- niet een volledig alternatief voor bestrijding zullen kunnen zijn.

Gemiddeld wordt het aantal Muskusratten per kilometer watergang in Nederland, begin maart 2013 op vijf Muskusratten/km geschat. Maar de spreiding is enorm groot en schattingen lopen uiteen van 0-86 Muskusratten/km.

Uit de enquêtes blijkt dat niet iedereen op het moment dat de enquête werd gehouden hetzelfde denkt over de uitkomsten van de proef. De grote lijn is dat het merendeel van de bestrijders inderdaad effecten verwacht van het proefondervindelijk variëren met bestrijdingsintensiteit op aantallen, vangsten en waarneembare schade. Over hoe groot die effecten zullen zijn is men niet eenduidig. Een deel van de mensen verwacht zeer sterke effecten en het is dan ook goed te begrijpen dat de proef door veel bestrijders en bestuurders met grote belangstelling werd gevolgd.

2 De effecten van bestrijding in historisch perspectief

Inleiding
De bestrijding van Muskusratten is direct na de eerste waarneming in Nederland in 1941 van start gegaan. Op basis van populatiemodellen kan worden verwacht dat bestreden populaties een lagere dichtheid hebben dan onbestreden populaties, maar voor de Muskusrat is dat effect tot op heden niet wetenschappelijk aangetoond. Ook andere aspecten zoals verschillen tussen provincies, variatie in winterkoude, een natuurlijke populatie ritmiek, ziekte of predatie kunnen een rol hebben gespeeld in de ontwikkeling van de populatie Muskusratten in Nederland.

In deze deelstudie is op basis van de vangstdata van 1941 tot 2013 – 70 jaar aan vangstdata! - met statistische modellen onderzocht in hoeverre het aantal vangsten afhankelijk is van de bestrijdingsinzet. Daarnaast is onderzocht of variatie in vangstaantallen kan worden gerelateerd aan ruimtelijke variatie, weersomstandigheden, enz. De resultaten van deze deelstudie zijn gepubliceerd door van Loon *et al*. (2016).

Methode
De data met betrekking tot vangsten en inspanning (aantal geïnvesteerde velduren) zijn afkomstig uit de jaarrapporten van de bestrijdingsorganisaties en dekken vrijwel de gehele periode tussen 1941 en 2013. De relatie tussen vangsten en inspanning is onderzocht door middel van lineaire regressiemodellen in het programma R. Hierbij is gekeken naar de relatieve verandering in vangsten. Dit is berekend als het verschil in vangsten tussen jaar x en x+1 (een jaar later), gedeeld door de vangst in jaar x. Deze maat is aangeduid als het relatieve vangstverschil. Een toename van het aantal vangsten in jaar x+1 leidt tot een positief relatief vangstverschil en een afname van aantal vangsten tot een negatief relatief vangstverschil. Voor meer achtergrondinformatie over de analyse wordt verwezen naar van Loon *et al*. (2016).

Resultaten

Verschillen per provincie
De ontwikkeling van de vangsten in de verschillende provincies over de tijd, kenmerkt zich door verschillende fases. Kolonisatie, aanwas tot aan een piek in vangsten, fases waarin de vangsten hoog zijn en de populatie niet onder controle is en fases met meer of minder controle. De laatste zijn fases met fluctuerende en/of dalende aantallen. De duur, de aanvang en het einde van elk van die fases verschilt tussen provincies (zie figuur 2.1). Dit is afhankelijk van het jaar van de kolonisatie van een provincie door Muskusratten en de investering in tijd die aan bestrijding wordt gespendeerd. Ook de piek in het aantal vangsten valt niet in hetzelfde jaar voor de verschillende provincies. In provincies die eerder werden gekoloniseerd duurde het langer voor de piek in vangsten werd bereikt, dan in provincies die later met Muskusratten te maken kregen.

Relatie tussen vangsten en inspanning
Uit de analyse blijkt er sprake te zijn van een statistisch significant verband tussen het aantal vangsten en de bestrijdingsinzet (figuur 2.2). In het algemeen dalen de relatieve vangstverschillen met 0,3 met ieder uur dat meer wordt ingezet. Gemiddeld genomen daalt het aantal vangsten wanneer de jaarlijkse bestrijdingsinspanning hoger is dan 1,4 uur per km per jaar. In de jaren van de veldproef is de bestrijding in de meeste provincie onder controle.

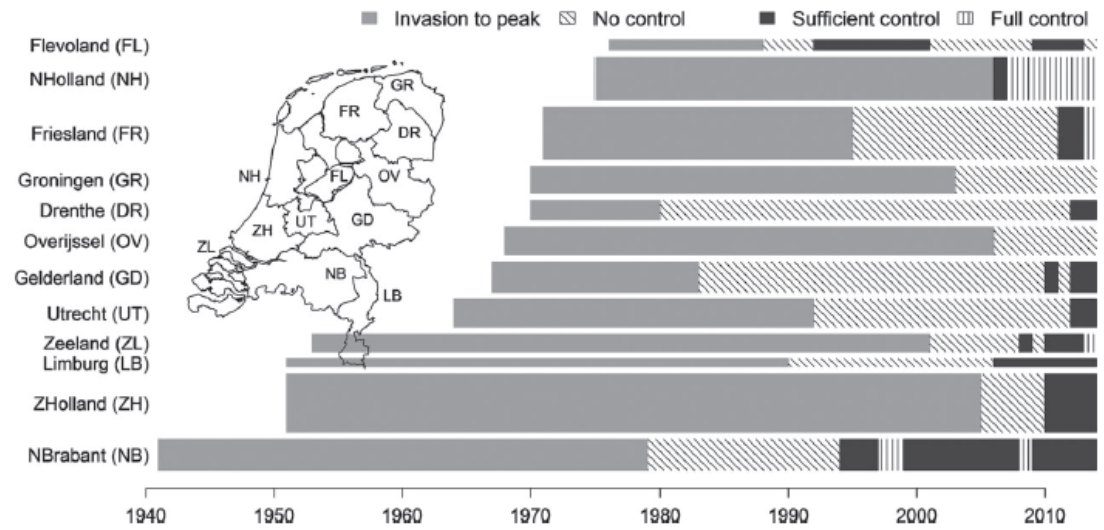
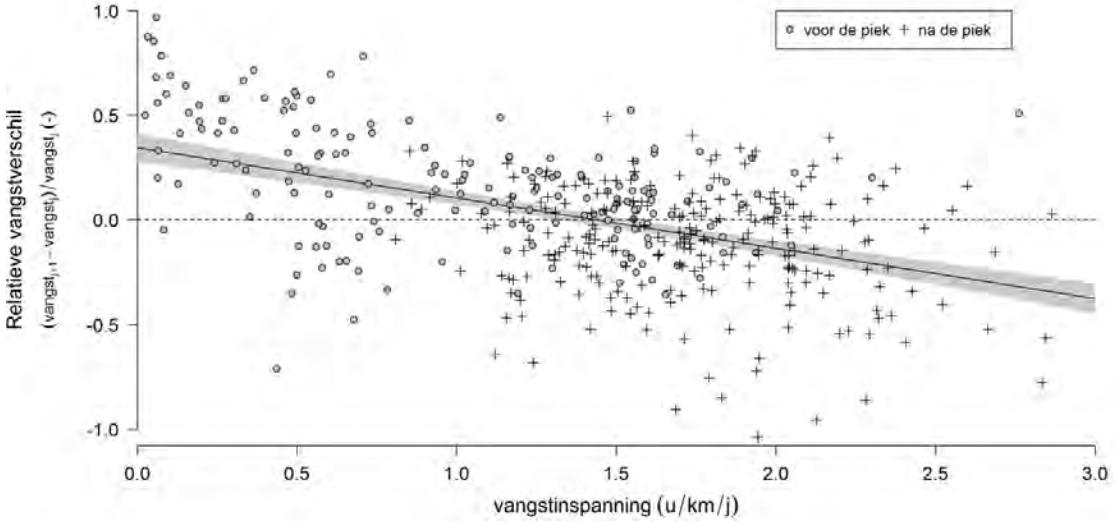


Fig. 2.1: Tijdslijn met de verschillende fases van bestrijding per provincie. De dikte van de staven is proportioneel aan het aantal kilometers waterwegen in die provincie. De tijdslijn begint met het jaar waarop Muskusratten voor het eerst in die provincie zijn waargenomen. De verschillende fases zijn in de praktijk gedefinieerd aan de hand van het aantal gevangen Muskusratten per km per jaar, waarbij full control en sufficient control respectievelijk verwijzen naar < 0.15 en < 0.35 v/km/j.



Figuur 2.2. Relatie tussen relatieve vangstverschillen en de inzet van bestrijding. De datapunten voor (cirkels) en ná (+) de piek in een provincie zijn apart gegeven. In de fases met dalende aantallen vangsten (een negatief relatief vangst verschil) is er gemiddeld méér tijd per km watergang besteedt dan in de aanloop daar naartoe (een positief relatief vangst verschil).Het verband door de punten is overigens ook dalend voor een selectie van datapunten die beperkt is tot ná de piek.

Hoewel de Muskusrat een exoot is, zijn er predatoren die Muskusratten eten; de vos is daar één van (foto A&W). In Nederland zijn dat verder o.a. marterachtigen, zoals Bunzing, vissen zoals Snoek, of vogels zoals Blauwe reiger en Zeearend. Predatoren lijken geen regulerende invloed te hebben gehad op de populatie-ontwikkeling van de Muskusrat in Nederland.

Een belangrijk resultaat van de deelstudie is, is dat de bestrijdingsorganisaties in de praktijk minder inspanning doen als de vangst omlaag gaat. Dit duidt er op dat bestrijding goedkoper wordt als het populatieniveau lager is. Daarnaast kan het erop wijzen dat inspanningen in verhouding moeten staan tot de grootte van de populatie om eenzelfde effect te kunnen hebben. Het huidige aantal vangsten was landelijk gedurende de proef met ca 90.000 vangsten laag in vergelijking met het verleden.

Discussie

Het voornaamste resultaat van deze deelstudie is dat sprake is van een sterk (en ook statistisch significant) verband tussen inspanning en aantal vangsten. Dit verband is zowel vóór als ná de piek in vangsten aanwezig. Hoe hoger de inspanning, hoe lager het relatieve vangstverschil. Dit wijst sterk op een effect van bestrijding op populatiegrootte. De praktijk wijst er daarbij op dat de benodigde inspanning voor het onder controle houden afhangt van de populatieomvang. Met andere woorden, bestrijding kan leiden tot dalende aantallen Muskusratten, mits de inspanningen in verhouding staan tot de grootte van de populatie. Indien aan deze voorwaarde wordt voldaan, leidt het verhogen van de bestrijdingsinspanning tot lagere aantallen gevangen dieren in de daaropvolgende jaren.

Voorafgaand aan het piekjaar is in alle provincies een toename in vangsten te zien, bij een toename in inspanning. De toename van vangstinspanning leidde tot meer vangsten, maar kon een verdere stijging van de aanwezige populatie blijkbaar niet voorkomen. Mogelijk zijn in deze fase de onderliggende populatiegrootte en reproductiecapaciteit niet beperkend voor het aantal vangsten dat wordt gemaakt en is de vangstinspanning niet voldoende groot is om te

resulteren in een afname van de populatie. Na de piek is het vooral de populatiegrootte die beperkend is voor het aantal vangsten dat kan worden gemaakt en in die fase zorgt een extra inspanning dan voor een verdere afname van de populatie.

De verschillende provincies laten duidelijke verschillen zien qua tijdstip van invasie en het piekjaar. Over het algemeen was de tijdsduur tussen invasie en het piekjaar groter bij provincies die al vroeg gekoloniseerd raakten. Mogelijk konden de later gekoloniseerde provincies gebruik maken van de ervaringen opgedaan in de eerder gekoloniseerde provincies en daardoor sneller inspringen op de komst van Muskusratten. Er is geen sprake van een duidelijk ruimtelijk patroon met betrekking tot de timing van het piekjaar of wanneer de situatie ‘onder controle’ wordt geacht (met <0,35 vangsten per km per jaar).

Ook andere factoren kunnen tot een afname in de populatie leiden, zoals predatie door bijvoorbeeld Vos of Zeearend. Gezien de hoge vangstaantallen in bijvoorbeeld Groningen of de hoge aantallen in de Oostvaardersplassen, waar ook deze predatoren voorkomen, lijkt een overheersend effect van predatie echter onwaarschijnlijk. Ook lieten de gebruikte statistische technieken geen aanwijzingen zien van effecten van natuurlijke cycliciteit of periodiciteit in de vangsten. Bij een een dominant effect van (natuurlijke) predatie bij dit soort knaagdieren zou dat dan wel worden verwacht (o.a. Krebs 2013).

Bijdrage aan het onderzoek

Deze deelstudie beantwoordt één van de kernvragen van het onderzoek, namelijk of bestrijding van invloed is op de populatie Muskusratten. De resultaten maken zeer aannemelijk dat bestrijding kan leiden tot dalende aantallen Muskusratten, mits de inspanningen in verhouding staan tot de grootte van de populatie. Ook blijkt duidelijk dat het huidige aantal vangsten in Nederland laag is in vergelijking met het verleden. Het lijkt erop dat de kosten van bestrijding lager uitvallen in de praktijk, wanneer een fase van grotere controle is bereikt.

Bestrijders verplaatsen zich te voet, per boot, een quad of een auto afhankelijk van de omstandigheden. Kennis van het terrein en de ecologie van de Muskusrat is van groot belang om het werk goed uit te voeren. Op deze fotot Dirk-Jan in karakteristiek Hollands landschap. (foto: Muskusrattenbeheer Rivierenland).

In sommige gevallen worden ook inspecties over water uitgevoerd, zoals op deze foto wordt gespeurd vanuit de kano (foto: Unie van Waterschappen).

Box 3. Muskusrattenbestrijding tijdens de MKZ-crisis

De Mond- en Klauwzeer-crisis (MKZ) maakte 2001 ook voor Muskusrattenbestrijders tot een bijzonder jaar. Immers, grote delen van het landelijk gebied mochten niet betreden worden. We hebben de ontwikkelingen in vangsten en uren rond de MKZ-periode samengevat, met de vraag of er een experimenteel bewijs was voor de invloed van Muskusrattenbestrijding op de populatieomvang. Aanleiding voor de studie was de gedachte dat de MKZ-crisis bezien zou kunnen worden als een groot, maar kortdurend experiment. We hadden verwacht dat verschillen in uren bestrijdingsinzet in tijd of ruimte relatief groot zouden zijn voor, tijdens en na de MKZ-crisis en dat daarom mogelijke relaties met vangstontwikkeling inzichtelijk zouden kunnen worden gemaakt.

Als de MKZ-crisis een groot effect zou hebben gehad op de populatiegroei (door het niet kunnen bestrijden van de Muskusratten), dan moet er een trendbreuk zichtbaar zijn in vangsten, of moeten de vangstsnelheden sterk oplopen direct na de MKZ-crisis. Ook zouden de effecten groter moeten zijn, waar relatief minder uren zijn gespendeerd. Wij nemen in de vangstdata uit 2001 echter geen trendbreuk waar en ook de vangstsnelheden lopen niet sterk op. Wel vinden we dat de verandering in vangstsnelheid in het najaar en de winter ten opzichte van vorige jaren negatief gerelateerd is aan de urenbesteding in het voorjaar, maar dat is ook zo in een ander jaar waarin we naar dat verband hebben gezocht. Het effect is klein en er is veel onverklaarde variatie. Niettemin concluderen we dat een extra bestrijdingsinspanning in het voorjaar de vangstsnelheid in het najaar vermindert.

De analyse laat ook zien, dat de waargenomen toename in vangsten in het bebouwde gebied vanaf 2003 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. Ook de sterke besmetting van de Krimpenerwaard in de periode 1999-2006 kan niet aan MKZ worden toegeschreven. Ten eerste omdat het aantal gespendeerde uren in de Krimpenerwaard niet noemenswaard was teruggelopen in de MKZ periode en ten tweede omdat de vangstsnelheden al sterk waren opgelopen vóórdat de MKZ-crisis uitbrak. We hebben speciaal naar de gegevens van die polder gekeken, omdat met name daar in de jaren na 2001 enorm veel Muskusratten zijn gevangen.

De veelgehoorde gedachte 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. Het is niet ondenkbaar dat de MKZ-crisis mogelijk reeds bestaande negatieve ontwikkelingen (regionaal sterke toenames van het aantal Muskusratten) heeft versterkt. We concluderen dat de MKZ periode als spontaan experiment uiteindelijk maar beperkte waarde heeft. De invloed van de MKZ-crisis is gering ten opzichte van andere bronnen van variatie en de stijging in vangsten rond de MKZ moet daarom voornamelijk als een autonome ontwikkeling worden gezien. De bevindingen nopen tot een experiment dat langer duurt, systematischer is van opzet en grotere verschillen in ureninzet kent. Zo'n experiment is in de afgelopen jaren door de UvW uitgevoerd en wordt in het volgende hoofdstuk beschreven.

3 Experimenteel veldonderzoek naar de effecten van bestrijding van de Muskusrat

Inleiding

De resultaten van de historische analyse gepresenteerd in het voorgaande hoofdstuk laten zien dat de bestrijdingsinzet van invloed is op het aantal vangsten. Dit bevestigt de uitkomsten van het populatiemodel van Bos & Ydenberg (2011), waarin werd voorspeld dat een hogere inspanning van bestrijding uiteindelijk tot lagere aantallen vangsten zal leiden. Naast bovengenoemde analyses is een grootschalige, landsdekkende veldproef opgezet waarbij is gevarieerd met de bestrijdingsintensiteit. Het doel van dit experiment was om de effectiviteit van bestrijding nader te onderbouwen. Daarnaast is het effect van seizoensbestrijding onderzocht. De voorafgestelde hypothesen bij de veldproef zijn als volgt:

1. Een toename in bestrijdingsinzet (aantal ingezette uren) leidt tot een daling in de vangstsnelheid en een afname in bestrijdingsinzet tot een stijging;
2. Seizoensbestrijding, waarbij relatief meer uren in de winter en het voorjaar worden ingezet, heeft een sterker negatief effect op de vangstsnelheid dan jaarrondbestrijding.

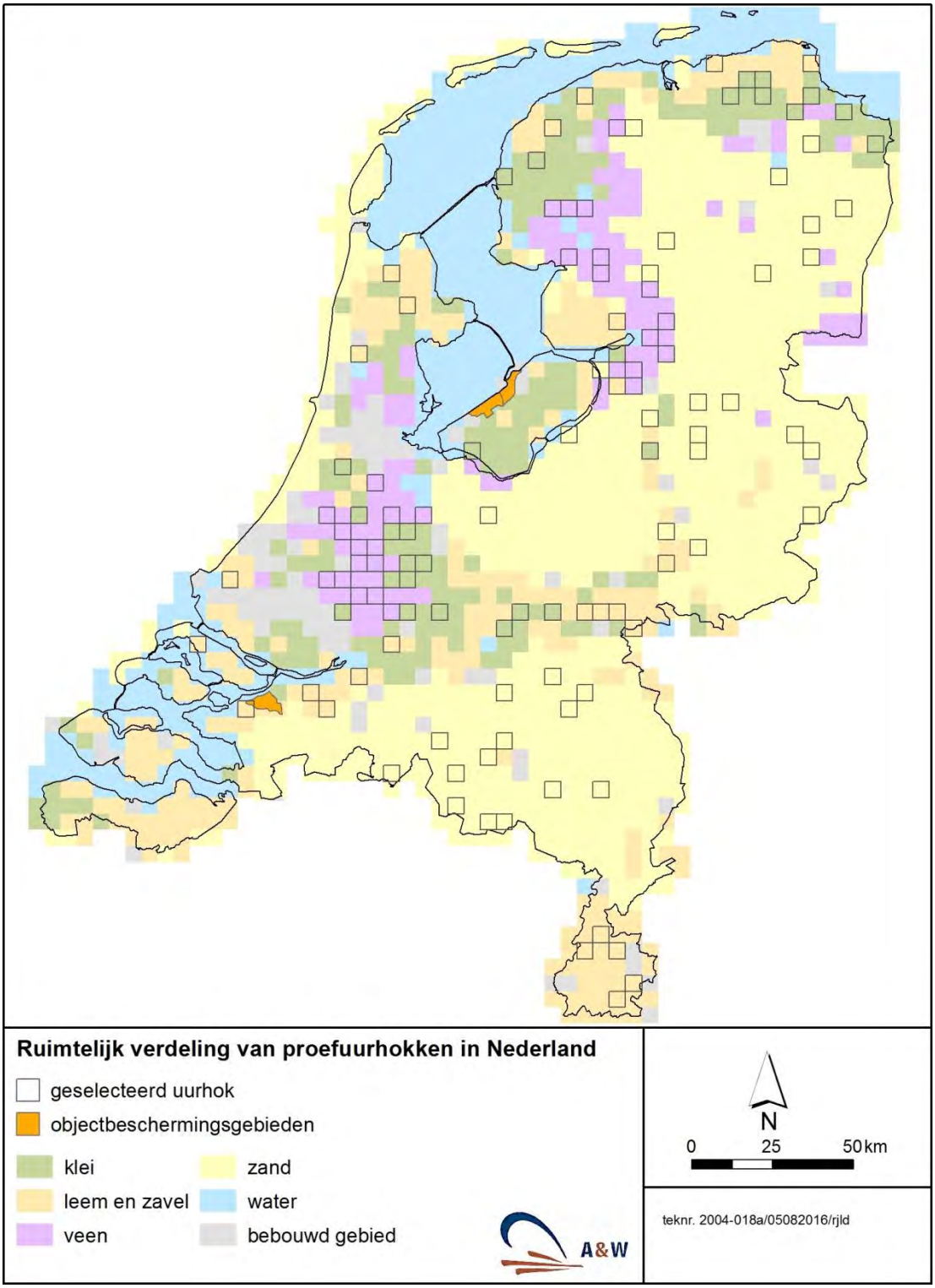
Methoden

Het experiment bestaat uit 117 atlasblokken (of uurhokken) van 5 × 5 km die verspreid liggen over het hele land. De atlasblokken zijn op een random gestratificeerde manier geselecteerd, waarbij rekening is gehouden met bodemtype, recente vangsthistorie en het aantal kilometers waterwegen in een uurhok. Dit laatste staat voor de beschikbaarheid van geschikt habitat voor de Muskusrat. Het aantal uurhokken is vervolgens gelijk verdeeld over deze verschillende strata. De ligging van de uurhokken is te zien in figuur 3.1. De schaal van de proefuurhokken was een bewuste keuze op basis van het feit dat ze vele malen groter is dan de home range van een Muskusrat, groter dan proefvlakken uit studies elders (Caley 1987; Clark & Kroeker 1993) en dat ze aansloot bij de bestaande vangstregistratie.

De experimentele behandeling aan de uurhokken bestond uit het toekennen van meer of minder ureninzet ten opzichte van de referentiesituatie (inzet in de periode november 2011 – oktober 2012). Dus, in 39 uurhokken is de bestrijdingsinzet met 30% verhoogd, in 39 uurhokken is deze met 30% verlaagd en in de resterende 39 uurhokken is de inzet gelijk gebleven (controle). De gekozen variatie in inspanning was het resultaat van een bewuste afweging van risico, kosten en de kans om de veronderstelde effecten te kunnen waarnemen. Daarnaast is in 36 uurhokken seizoensbestrijding toegepast waarbij de inzet in de zomer (week 21-36) werd beperkt tot 20% van de jaarlijkse inzet. De experimentele opzet is samengevat in de volgende tabel (tabel 3.1).

Tabel 3.1: toegewezen aantal proef uurhokken per behandeling en stratum.

		EFFort manipulation	DECrease		CONtrol	INCrease	
Stratum	Name	TEMPoral allocation	no	yes	no	no	Yes
1	little water & few catches		7	6	13	7	6
2	middle group		7	6	13	7	6
3	lot of water & many catches		7	6	13	7	6



Figuur 3.1 De voor deze proef geselecteerde uurhokken, inclusief de controle gebieden en de objectbeschermingsgebieden. De uurhokken waren geselecteerd, rekening houdend met aanwezige oeverlengte, bodemsoort, vangsthistorie en aanwezigheid van reeds bestaande preventieve maatregelen. In 39 uurhokken veranderde niets. In 39 uurhokken nam de bestrijding wat gas terug en in 39 uurhokken werd de bestrijding geïntensiveerd. In alle gevallen bleef er zicht op de ontwikkelingen van de aantallen gevangen Muskusratten. Tevens vielen de experimentele behandelingen binnen de marges van wat er in Nederland aan spreiding in bestrijdingsinzet aanwezig was.

Resultaten

De toekenning van de ureninzet is, met incidenteel een afwijking, toegepast zoals voorgeschreven (zie figuur 3.2). In de uurhokken waar de inzet werd verlaagd is sprake van 26% minder uren ten opzichte van de referentieperiode, in de uurhokken waar de inzet werd verhoogd is sprake van 29% meer uren. De behandeling 'seizoensbestrijding' is daarentegen niet goed uit de verf gekomen. Uiteindelijk bleek het verschil tussen de varianten daarvan te klein om er verder op in te gaan.

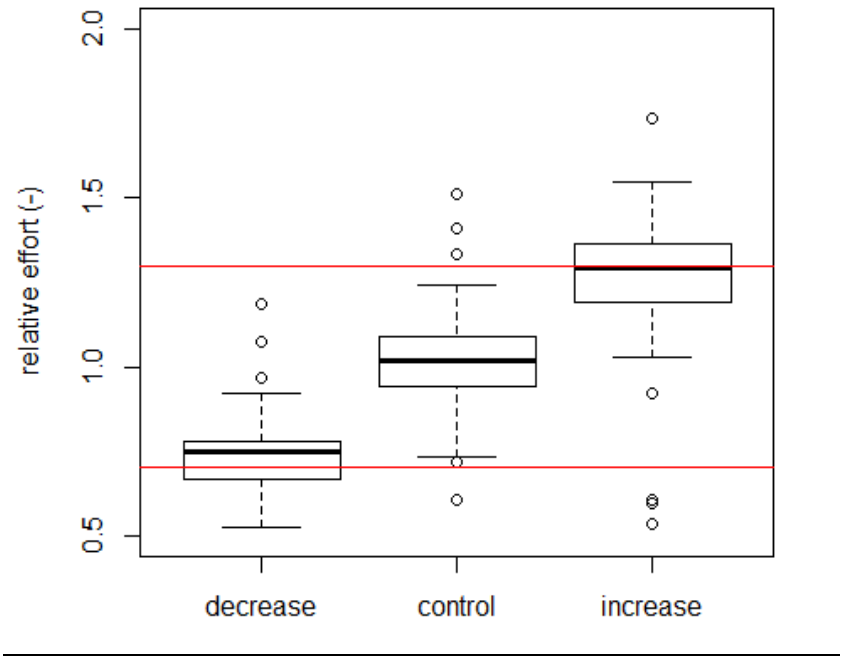


Fig. 3.2: verandering ureninzet ten opzichte van de referentiesituatie. De bovenste en onderste rode lijnen laten de beoogde verandering in inspanning zien voor experimentele behandelingen met respectievelijk 30% verhoging en verlaging van de inzet.

De experimentele behandelingen (toename/afname in ureninzet) hebben niet geleid tot een systematisch effect op de vangstsnelheid. In 29 uurhokken was wel sprake van een ontwikkeling in de tijd, maar dat had geen samenhang met de experimentele behandelingen (zie tabel 3.2). De uitkomst zoals gepresenteerd in tabel 3.2 is verder en gedetailleerder uitgewerkt met passende statistische modelvergelijking, waarbij de invloed van seizoen, omgeving, recente vangsthistorie, gerealiseerde ureninzet, bestrijdingsorganisatie en bodemtype zijn beoordeeld (Bos *et al*. in prep; deel II: hoofdstuk 4).

De veldproef is uitgevoerd in een periode dat in Nederland de populaties grotendeels onder controle zijn, zeker in vergelijking met het verleden (zie bijv. figuur 3.3). De vangstsnelheden verschilden tussen de seizoenen, iets lager in het voorjaar dan in de andere seizoenen. De analyses laten zien dat de vangsten sterk samenhangen met de vangsten in de naburige uurhokken, veel sterker dan van te voren verwacht. De vangsten correleren tot afstanden van zeker 10 km sterk met die in de omgeving (figuur 3.4) en ook in de tijd hangen de vangsten samen. De gemiddelde vangstsnelheid in de buurhokken voor hetzelfde seizoen verklaart veel van de variatie in vangstsnelheid in de proefuurhokken, meer dan de vangstsnelheid voorafgaand aan de proef, bestrijdingsorganisatie of bodemtype.

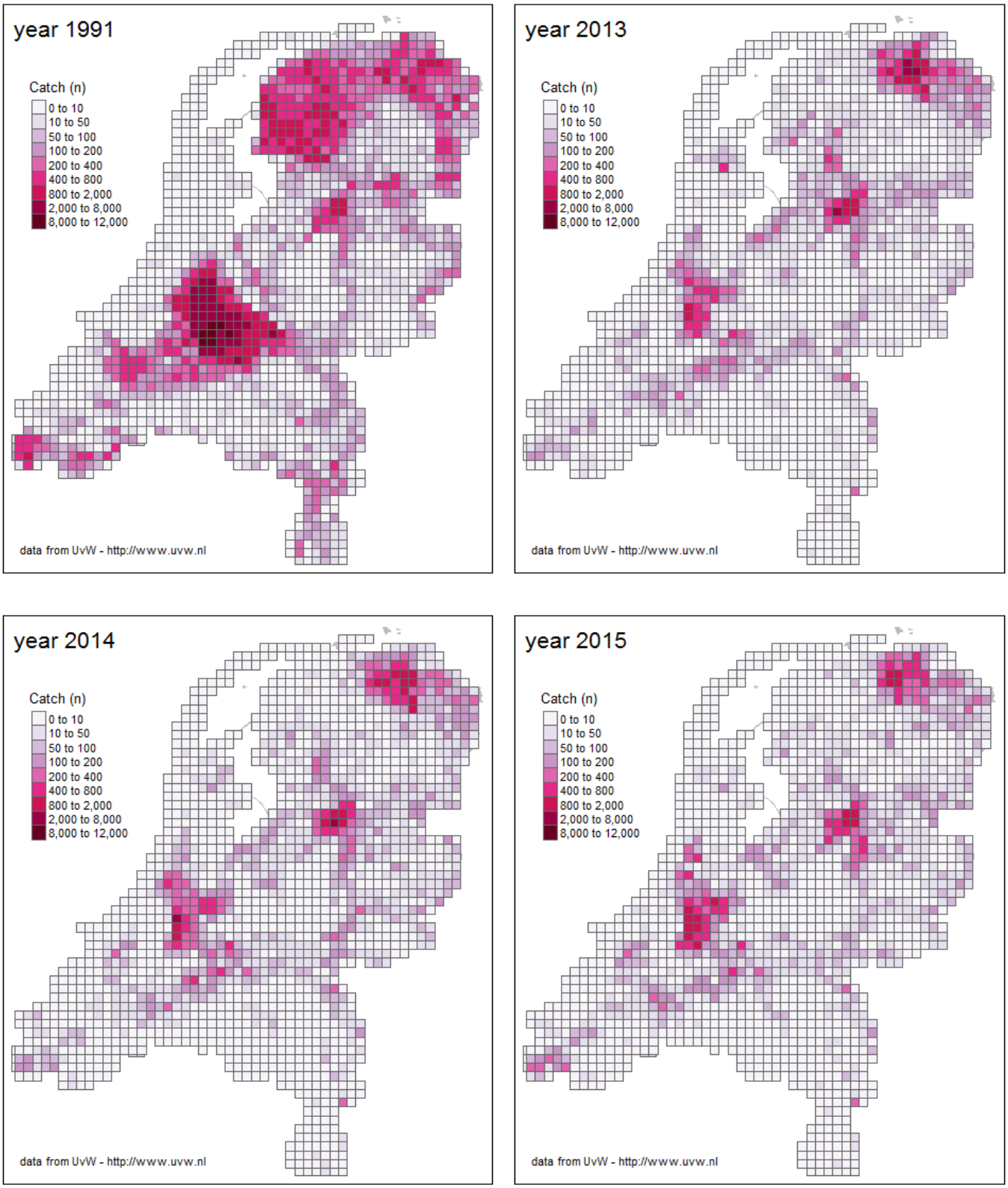


Fig. 3.3: Aantal vangsten per uurhok gedurende de onderzoeksperiode, in vergelijking met het jaar 1991.

Tabel 3.2: Samenvatting van de waargenomen lineaire trends in vangstsnelheid over de proefuurhokken per behandeling. De tabel geeft het aantal uurhokken dat een significante stijging of daling laat zien, of waarin de trend niet duidelijk stijgend of dalend was.

Trend in vangst snelheid	Decrease (=30 % Afname in inzet)	Control	Increase (=30% Toename in inzet)
Stijging	3	6	5
Onduidelijk	32	26	30
Daling	4	7	4

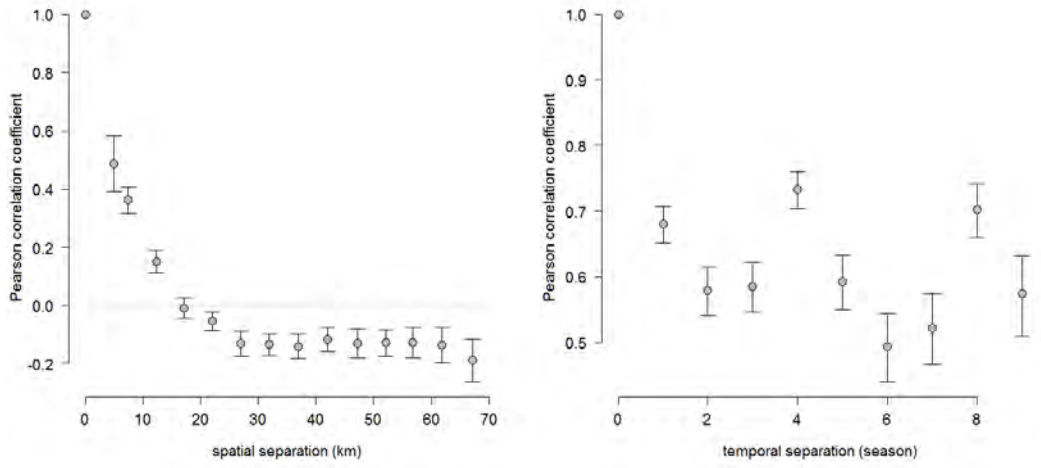


Fig. 3.4: ruimtelijke (links) en temporele (rechts) autocorrelatie tussen het aantal vangsten in de uurhokken waarvan vangstdata bekend zijn (n=1521) in het jaar 2015. De grafiek aan de linkerkant laat zien dat vangsten tot een afstand van ca. 10 km zijn gecorreleerd aan naburige uurhokken. De rechtergrafiek laat zien dat ook sprake is van autocorrelatie in de tijd, waarbij een seizoenseffect zichtbaar is.

Daarnaast zijn er sterke aanwijzingen uit individuele cases waaruit blijkt dat de kwaliteit van de ingezette uren het verschil kan maken tussen een dalende en een stijgende trend. Een voorbeeld daarvan is de ombuiging van de trend in de ontwikkeling van de vangstsnelheid in een proefuurhok bij Zwolle, direct volgend op de vervanging van het team van bestrijders en een sterk toegenomen aandacht door het management. Kwaliteit van inzet heeft betrekking op meerdere aspecten die kunnen worden beïnvloed. Het gaat om competentie van de bestrijders, motivatie om effectief te werken, beschikbaarheid van middelen om dit te kunnen doen en een goede coördinatie om tot een samenhangende strategie in ruimte en tijd te komen. In de discussie van hoofdstuk 6 gaan we hier verder op in.

Discussie

In tegenstelling tot de historische analyse heeft de veldproef geen statistisch bewijs geleverd voor een effect van bestrijding op aantallen. In gebieden waar de intensiteit van vangen werd verminderd, was geen sprake was van een eenduidige toename in vangstsnelheid (en daarmee aantallen) en vice versa.

De resultaten van het experiment zijn niet in tegenspraak met die van de historische analyse, of andere aanwijzingen die duiden op een effect van bestrijding, maar ze ondersteunen deze ook niet. Het is achteraf de vraag of de experimentele behandeling van +/- 30% gedurende 3 jaar wel voldoende groot was om effect te sorteren op de vangstsnelheid, gezien de andere factoren die een rol spelen bij een effectieve bestrijding. Het is in die context een belangrijk gegeven dat de veldproef is uitgevoerd in een periode dat in Nederland de populaties grotendeels onder controle zijn. We suggereren verschillende mechanismes die verantwoordelijk kunnen zijn voor deze onduidelijke uitkomst. Deze vallen in twee groepen uiteen: 1) ruis en 2) systematische invloeden.

Ruis heeft betrekking op invloeden die niet systematisch met de behandelingen samenvallen. Het gaat om toevallige verschillen in historie, ligging, specifieke terreinomstandigheden, of verschillen in de kwaliteit van ureninzet. Bij de kwaliteit van ureninzet gaat het hier om onbewuste verschillen. Een belangrijke vorm van ruis kan zitten in het feit dat het toegewezen aantal uren in verhouding tot de aanwezige aantallen Muskusratten niet met de behandeling correspondeert. Dat wil zeggen: op grond van recente vangacties en ontwikkelingen in naburige uurhokken kan het toegewezen aantal uren voldoende zijn om – ondanks een vermindering ten opzichte van de referentieperiode– een daling in de vangstsnelheden voort te zetten en andersom. Om dit nader te onderzoeken is een objectieve schatting van de populatiegrootte gewenst (cf. Van Loon *et al*. 2016). Een analoog mechanisme speelt met betrekking tot de ruimtelijke samenhang. Het maakt veel uit of proefuurhokken in een omgeving liggen waar de bestrijding ruim in de tijd zit en dalingen kan bewerkstelligen of niet

Systematische effecten zijn invloeden die nadrukkelijker met de behandelingen samenvallen en kunnen compenseren voor de effecten van behandelingen. Er kan sprake zijn van ‘compensatie’ door de bestrijders van een verminderde ureninzet door een verhoging van de *kwaliteit* van de inzet, of een respons van de Muskusratten in termen van gedrag, aanwas en sterfte of immigratie. Bij de kwaliteit van de inzet gaat het hier om bewuste keuzes ten aanzien van het moment van bestrijden of de inzet om te mitigeren voor lokaal ongewenste ontwikkelingen in het veld. Dit kunnen we niet kwantificeren of onderbouwen.

Omdat uit de analyse blijkt dat de vangsten in de omliggende uurhokken erg bepalend zijn voor de vangsten in een proefuurhok, speelt de ruimtelijke context een belangrijke rol bij onze interpretatie van de resultaten. Het zou kunnen zijn dat het in een omgeving waar alle uurhokken in een neerwaartse trend zitten, een variatie van 30% inzet niet leidt tot een ombuiging in alleen het proefuurhok. Enerzijds zal onder die omstandigheden de invloed uit naburige uurhokken beperkt blijven, anderzijds zullen de verantwoordelijke bestrijdingsorganisaties waarschijnlijk enige flexibiliteit van handeling hebben om op lokale ontwikkelingen in te kunnen spelen op het juiste moment. Dit geldt ook andersom. Als alle uurhokken in de omgeving zich in een opwaartse trend bevinden is 30% extra tijd ten opzichte van de referentieperiode vermoedelijk onvoldoende om op de schaal van een uurhok de trend om te buigen.

De veldproef is uitgevoerd conform de voorwaarden van een goed opgezet wetenschappelijk experiment, maar de gekozen variatie in vangstinspanning was naar alle waarschijnlijkheid te klein gegeven de schaal van de proefuurhokken, de veelal relatief lage populatieniveau’s en de tijd waarover het experiment plaatsvond. De bevindingen dagen ons uit om beter begrip te verwerven ten aanzien van de respons van Muskusratpopulaties in reactie op bestrijding, met name het belang van dispersie en de rol van kwaliteit van de bestrijdingsinzet.

Bijdrage aan het onderzoek

Het is mogelijk gebleken deze grootschalige veldproef op gecontroleerde wijze uit te voeren. De veldproef levert geen bewijs voor een effect van bestrijding op vangstsnelheden (en daarmee op aantallen). Maar de veldproef leert ons wel dat ruimtelijke schaal en samenhang veel belangrijker zijn dan tevoren gedacht. Vangsten en vangstsnelheden correleren over meer dan tien kilometer met elkaar en de gemiddelde vangstsnelheid in omliggende uurhokken is de beste voorspeller van die in een uurhok zelf. Daarnaast is er veel duidelijker zicht gekomen op de rol van de kwaliteit van de inzet, waarvan veel aspecten door het management kunnen worden beïnvloed.

Martijn XXXX plaatst klemmen bij een winterhut in natuurontwikkelingsgebied Ruigenhoek. In uurhok 3133 werden meer dan 200 vangsten gemaakt in 2013, met name ter plaatse van deze 45 ha natuurontwikkeling. Het lokaal hoge waterpeil dwingt de Muskusratten er in de kades of in winterhutten (foto A&W).

In het veld werken de bestrijders met allerlei groot en klein materiaal. Daarbij worden ze geacht online de registratie bij te houden. Deze foto's van Tamar Sleven - Unie van Waterschappen, laten het gebruik van de Mura mobiel en een klem zien.

Kees van Veelen demonstreert een kooi met een klem (foto A&W)

4 Monitoring van gemerkte Muskusratten in de periode 2013–2015

Inleiding

De deelstudies naar de historische vangstpatronen en de experimentele veldproef zijn gebaseerd op patronen in aantallen vangsten of de vangstsnelheid als 'maat' voor het daadwerkelijke aantal Muskusratten. Het is immers niet eenvoudig om de werkelijke populatiegrootte accuraat te bepalen. In dit deelonderzoek is getracht om op basis van gemerkte en teruggevangen Muskusratten (de zogenoemde mark-recapture methode, of Merk Terugvang Methode (MTV)) de populatiegrootte in een aantal gebieden te berekenen. De monitoring van gemerkte Muskusratten is gedaan met de volgende doeleinden:

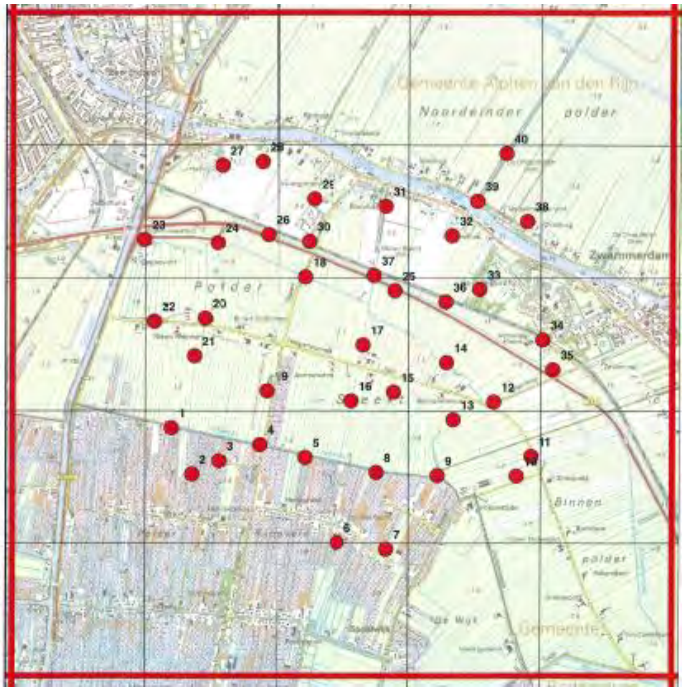
1. Het maken van een objectieve inschatting van de populatiegrootte, zowel in een aantal experimentele uurhokken en in de zogenoemde objectbeschermingsgebieden (zie onder);
2. Bepaling van de dispersieafstanden waarover Muskusratten zich verplaatsen;
3. Vaststellen van een eventuele voorkeur voor bepaalde oevertypen binnen de homerange door middel van Muskusratten met een zender.

Bij objectbescherming wordt het gebied niet vlakdekkend bestreden, maar is de bestrijding geconcentreerd op belangrijke objecten zoals dijken in en langs het gebied. Daardoor is de populatie Muskusratten in grote delen van het gebied onbestreden en kan de populatie zich 'natuurlijk' ontwikkelen. Deze strategie wordt sinds 2006 gehanteerd in het moerasdeel van de Oostvaardersplassen (OVP). Daarnaast zijn als onderdeel van het onderzoek twee nieuwe objectbeschermingsgebieden ingesteld sinds april 2014, namelijk Lelystad (LLS) en Dinteloord (DTO). Aangezien deze gebieden pas recent zijn ingesteld, kunnen hier eventuele veranderingen in populatiegrootte als gevolg van een wijziging in bestrijdingsstrategie in beeld worden gebracht. De resultaten van deze deelstudie zijn in detail uitgewerkt in deel II, hoofdstuk 6 (La Haye *et al*. in prep.). Voor meer details over de aanpak en methoden verwijzen naar deel II.

Methoden

In zes strategisch gekozen proefuurhokken zijn tweemaal per jaar Muskusratten levend gevangen, voorzien van een oormerkje en weer losgelaten. Dit is op een gestandaardiseerde wijze uitgevoerd met 40 levend vangende kooien (figuur 4.1.). Deze vallen werden langs de waterkanten geplaatst op drijvende vlotten of direct op de oever in de binnenste 9 km^2 van het uurhok. Het bestrijden van Muskusratten in deze uurhokken werd alleen tijdens deze vangweken tijdelijk stopgezet, maar daarvoor en daarna werd wel gewoon bestreden.

Ook in de objectbeschermingsgebieden OVP, DTO en LLS is in 2014 en 2015 met 40 vangkooien de populatieomvang gemonitord. De MTV vangweken waren tweemaal per jaar: een ronde in april, direct na de voorjaarsmigratie en een tweede ronde in september net voor de herfst-migratie. De Muskusratten zijn gemerkt met kleine oormerken, die in elk oor werden geplaatst. Naast de gemerkte dieren zijn in de OVP en LLS 36 Muskusratten door een professionele wildlife dierenarts operatief voorzien van een inwendige zender, zodat deze dieren konden worden gevolgd. De periode waarin individuen konden worden gevolgd was sterk uiteenlopend, van 10 dagen tot enkele maanden. In 2015 is bovendien de exacte locatie van door gezenderde Muskusratten gebruikte holen zo nauwkeurig mogelijk in kaart gebracht, waarbij ook het oevertype (natuurlijk of kunstmatig) kon worden genoteerd.



Figuur 4.1. Locatie van de 40 vangkooien waarin Muskusratten levend werden gevangen in uurhok 31-42, Boskoop 2-Int. Vallen waren geconcentreerd in de middelste 9 km2 van het uurhok.

Naast de gemerkte dieren zijn in de OVP en LLS 36 Muskusratten door een professionele wildlife dierenarts operatief voorzien van een inwendige zender, zodat deze dieren konden worden gevolgd. De periode waarin individuen konden worden gevolgd was sterk uiteenlopend, van 10 dagen tot enkele maanden. In 2015 is bovendien de exacte locatie van door gezenderde Muskusratten gebruikte holen zo nauwkeurig mogelijk in kaart gebracht, waarbij ook het oevertype (natuurlijk of kunstmatig) kon worden genoteerd.

Resultaten

Het merken en terugvangen in de zes uurhokken met bestrijding (periode 2013-2015) resulteerde in de vangst van 33 verschillende individuen, die 57 maal werden gevangen. Individuen werden soms wel tijdens dezelfde vangronde opnieuw gevangen, maar nooit in daaropvolgende vangrondes. Het aantal (her)vangsten was laag, zelfs zo laag dat met het programma MARK geen populatieschattingen konden worden gedaan. Het levend vangen in de drie objectbeschermingsgebieden resulteerde – met twee vangrondes minder - in de vangst van 94 verschillende individuen, die 267 maal werden teruggevangen, ook gedurende meerdere vangrondes.

Van de 33 gemerkte dieren in de uurhokken zijn 14 dieren (42%) teruggemeld door bestrijders. Van de Muskusratten uit de objectbeschermingsgebieden is geen enkel dier teruggemeld, wat uiteraard sterk te maken heeft met het feit dat er in die gebieden niet wordt bestreden. De afstand van terugmeldingen varieerde van nauwelijks 150 meter tot meer dan 7,5 kilometer. Ook nog niet eerder gepubliceerde gegevens van een studie van Barends uit 1989 laten zien dat de afstand tussen vangen en terugmelden in Nederland in de meeste gevallen hooguit enkele honderden meters is. De resultaten zijn goed vergelijkbaar: in deze studie werd 71% (n= 14) binnen 500 m teruggemeld en in de studie van Barends betrof dat 72% (n=101).

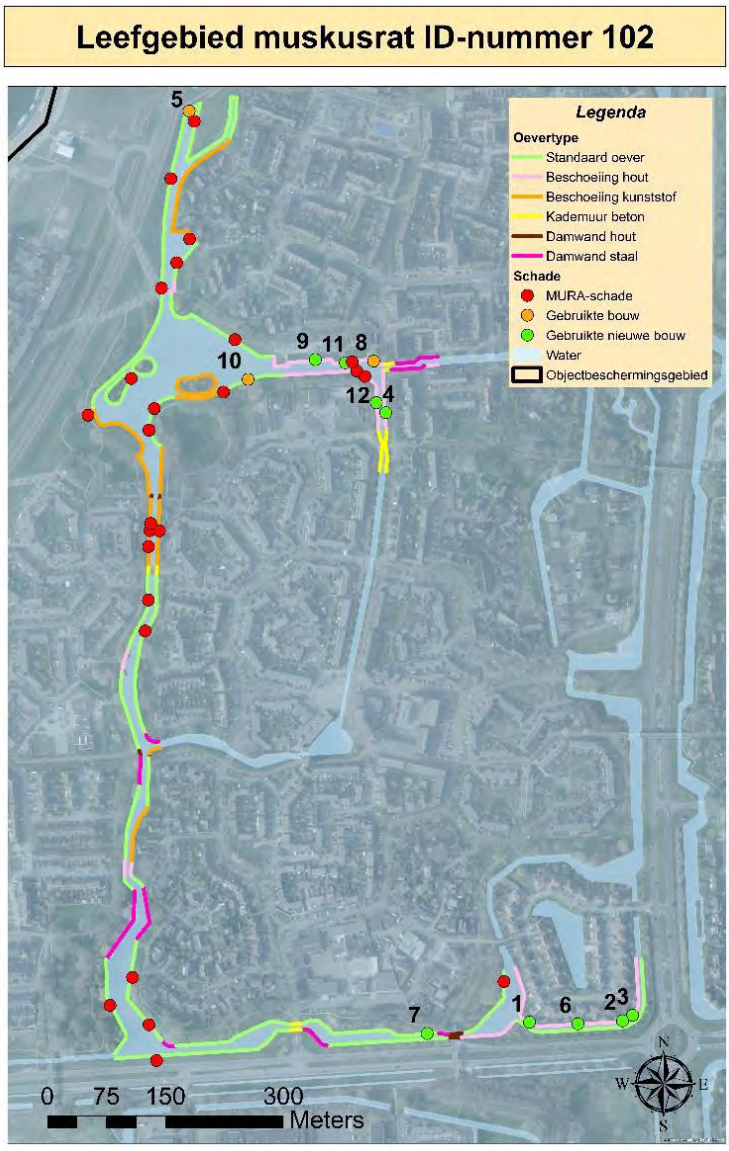
Tabel 4.1. Afgelegde afstand door geoormerkte Muskusratten.

Locatie	Uurhok	Jaar	Individu	Geslacht	Afgelegde afstand (meter)	# dagen sinds vangronde
Boskoop2-Int	31-42	2013	253	man	150	22
Boskoop2-Int	31-42	2014	259	man	319	77
Boskoop2-Int	31-42	2014	258	man	405	36
Boskoop2-Int	31-42	2013	254	vrouw	500	145
Boskoop2-Int	31-42	2013	257	man	737	67
Boskoop2-Int	31-42	2014	278	man	353	36
Boskoop2-Int	31-42	2014	279	man	348	35
Boskoop2-Int	31-42	2014	280	vrouw	403	7
Raalte1-Ext	27-18	2013	243	man	1295	56
Raalte1-Ext	27-18	2013	240	vrouw	7536	10
Raalte2-Int	27-48	2013	177	man	2527	6
Friesland2-Int	11-42	2013	162	man	5970	36
Friesland2-Int	11-42	2013	163	man	47	24
Friesland2-Int	11-42	2013	158	man	554	123

Figuur 4.2. Overzicht van de afgelegde afstanden van gemerkte dieren in 1989 in de Lopikerwaard (figuur op basis van gegevens F. Barends uit 1989).

In de objectbeschermingsgebieden LLS en OVP zijn 36 Muskratten gezenderd (n = 31 resp. n = 5). De in de OVP gezenderde dieren zijn door praktische omstandigheden nauwelijks gevolgd (van de Venne 2015). De gezamenlijke home-ranges van alle Muskusratten met een zender binnen LLS in het najaar van 2015 (n = 17) omvatte bijna 23 kilometer aan oevers, waarvan 65% natuurlijk en 35% van hout, beton of andere kunstmatige materialen om de oevers te beschermen tegen erosie.

Muskusratten maakten hun holen gelijkmatig in natuurlijke en kunstmatige oevers, met 40 holen in natuurlijke oevers (63%) en 24 holen (37%) in kunstmatige oevers. Een opvallend resultaat van het intensief volgen van de Muskusratten met een zender was het ontdekken van gebruikte holen die bij routinematige controles op basis van standaard speurbeelden niet gevonden waren. Van de 54 door Muskusratten gebruikte holen, waren 39 (ca. 72%) holen nog onbekend en niet in het schade-registratie-systeem opgenomen (Heeres & Struijf 2016).



Figuur 4.3. Een weergave van het leefgebied en de gevonden bouwen van Muskusrat nr. 102 als illustratie van het type informatie dat met zenderij is verkregen. Het betrof een juveniel mannetje dat van september 2015 tot januari 2016 is gevolgd. In totaal benutte de Muskusrat 12 bouwen, waarvan 9 in beschermde oevers en 3 in onbeschermde oevers. Negen bouwen (groene bolletjes) waren onontdekt gebleven bij routine matige inspectie en konden zonder speciale methodes (aftasten van de oever onder water) of hulpmiddelen (zoals zenders) niet gevonden worden. De figuur is overgenomen uit Heeres & Struijf (2016).

Discussie

De aantallen levend gevangen Muskusratten in de zes bestreden uurhokken waren erg laag in vergelijking met studies in Noord-Amerika waar met hetzelfde protocol en dezelfde vangkooien hogere dichtheden werden aangetoond (Clark & Kroeker 1993). Omdat in de betreffende proefuurhokken vroeger veel Muskusratten zijn weggevangen en het dus geschikt leefgebied betreft, ligt de suggestie voor de hand dat enkele decennia van bestrijding hier een effect heeft gehad op de grootte van de populatie. Dit lijkt ook te worden bevestigd door de relatief hoge aantallen Muskusratten in het moerasgebied van de Oostvaardersplassen, waar al 10 jaar slechts langs de rand wordt bestreden, in vergelijking met de relatief lage aantallen in de nieuwe objectbeschermingsgebieden waar wel tot voor kort een intensieve bestrijding plaats vond.

In de OVP zijn de grootste aantallen Muskusratten te vinden, waarschijnlijk als gevolg van de afwezigheid van vlakdekkende bestrijding sinds 2006, en door de aanwezigheid van een groot oppervlak aan optimaal habitat. In de nieuwe objectbeschermingsgebieden Dinteloord en Lelystad waren en bleven de populaties relatief beperkt van omvang in 2014 in het 1^{e} jaar na het starten van de objectbestrijding. In de herfst van 2015 leek een lichte stijging van de aantallen op te treden, die in 2016 lijkt door te zetten. De Muskusrattenbestrijders (mond, med. F. Jonkman) meldden dat de populatie in 2016 flink is gegroeid, met steeds meer zichtwaarnemingen en toenemende onvrede in sommige wijken.

In tegenstelling tot de verwachting lijken de meeste vestigingen van Muskusratten plaats te vinden in (door mensen) dichtbevolkte wijken (mond, med. F. Jonkman). Deze waarnemingen zijn mogelijk de eerste signalen van een verandering in populatiegrootte. Het voorlopige resultaat suggereert dat de populatie in een objectbeschermingsgebied na aanpassing van de bestrijdingsstrategie niet onmiddellijk zal gaan groeien, maar dat het enige tijd duurt voordat een toename van het aantal Muskusratten plaats vindt en wordt waargenomen. De eindresultaten moeten we echter afwachten.

Guus van der Venne peilt of er Muskusratten met een zender actief zijn (foto A&W)

In het algemeen kan gesteld worden dat de meeste Muskusratten geen hele grote afstanden afleggen, voordat ze worden (terug)gevangen. Afgelegde afstanden groter dan enkele kilometers komen voor, maar lijken een uitzondering. Verreweg de meeste gemeten afstanden duiden op een relatief beperkt gebied (<500 m) waarbinnen Muskusratten zich verplaatsen. Dat is interessant, aangezien uit de voorgaande analyses naar voren lijkt te komen dat de populatie in de nabije omgeving van invloed is op de ontwikkelingen lokaal. In relatie tot de keuze van bestrijdingsstrategie is het daarom van belang meer kennis te verzamelen over migratie en dispersie. Dat kan bijvoorbeeld met genetische technieken, maar ook met zendertechnologie.

Tenslotte, Muskusratten maken gebruik van verschillende holen binnen hun home-range, maar hebben geen voorkeur voor een bepaald type oever. Het aantal gevonden holen was evenredig verdeeld over het aanbod van natuurlijke en kunstmatige oevers.

Bijdrage aan het onderzoek

De deelstudie laat objectief zien dat in bestreden gebied nauwelijks Muskusratten levend kunnen worden gevangen, terwijl dit elders met dezelfde methode wel kan. De bestrijding is verantwoordelijk voor een fors deel van de mortaliteit (minimaal 42% van 33 dieren). De informatie over verplaatsingen in het Nederlandse landschap, geeft geen aanleiding om te denken dat dit heel anders is dan elders was beschreven. Uit het resultaat van de objectbeschermingsgebieden blijkt bovendien dat de aantallen Muskusratten pas na een enige jaren van zeer extensieve bestrijding beginnen op te lopen. De Muskusratten met een zender tonen verder aan dat niet alle holen worden gevonden tijdens de controles op schades en dat ook holen worden gemaakt in oevers die tegen erosie zijn beschermd.

Kees Kristalijn en Jeroen van Heijst controleren voorzichtig de status van een levende vangst. (Foto Calle Boot)

5 Graafschade door Muskusratten in oevers en kades in relatie tot bestrijding

Inleiding
Grote delen van ons land zijn bewoonbaar dankzij de beveiliging tegen overstroming door waterkeringen. Graverij door Muskusratten kan de sterkte van een waterkering aantasten en brengt de beveiliging tegen overstroming in gevaar. Een belangrijke motivatie voor Muskusratbestrijding is het voorkomen van schaden aan waterkeringen. Een duidelijk verband tussen de bestrijding van Muskusratten, de omvang van de populatie en het aantal en de omvang van schaden aan waterkeringen is echter nooit aangetoond. Er zijn ook concrete voorbeelden waarbij graverij door Muskusratten de stabiliteit van waterkeringen in gevaar brengt.

Dit deelonderzoek richtte zich op de relatie tussen de (strategie van de) bestrijding en het aantal schaden door graverij. Hiervoor is gedurende de veldproef in de geselecteerde uurhokken de ontwikkeling van het aantal schaden aan oevers en keringen door graverij door Muskusratten onderzocht. Belangrijke onderzoeksvragen waren:

1. In welke mate treedt er schade op aan waterkeringen en oevers als gevolg van graverij door Muskusratten?
2. heeft de bestrijding (-strategie) invloed op de ontwikkeling van het aantal schaden?
3. hoe effectief zijn preventieve maatregelen?

Methoden
Voor de registratie van schaden zijn in de uurhokken vaste tracés oevers en waterkeringen geselecteerd en is bij het begin, tijdens (2x) en na afloop van de proef de schade door graverij geïnventariseerd. Om ook niet zichtbare schades goed in beeld te brengen zijn systematisch deel-transecten ‘afgetrapt’ op de aanwezigheid van pijpjes die in de oever of de waterkering zijn gegraven. De uitvoering van de schaderegistratie, de resultaten en conclusies zijn uitgebreid beschreven in hoofdstuk 7 in het achtergronddocument (deel II) van dit onderzoek (van Hemert *et al*. in prep.).

De omvangrijke, en voor Nederland representatieve, steekproef omvat 2631 km geïnspecteerde kaden en oevers, De totaal aanwezige lengte oever en kaden in de 117 proefuurhokken bedraagt ca. 47.000 km. Ten aanzien van de graverij zijn de volgende kenmerken van graverij door Muskusratten van belang:

- graverij is niet goed zichtbaar;
- graverij wordt soms pas ontdekt na het instorten van een ondergrondse bouw;
- de omvang van een schade kan in de tijd toenemen, door erosie van het talud en de oever en door waterbeweging in de pijpen.

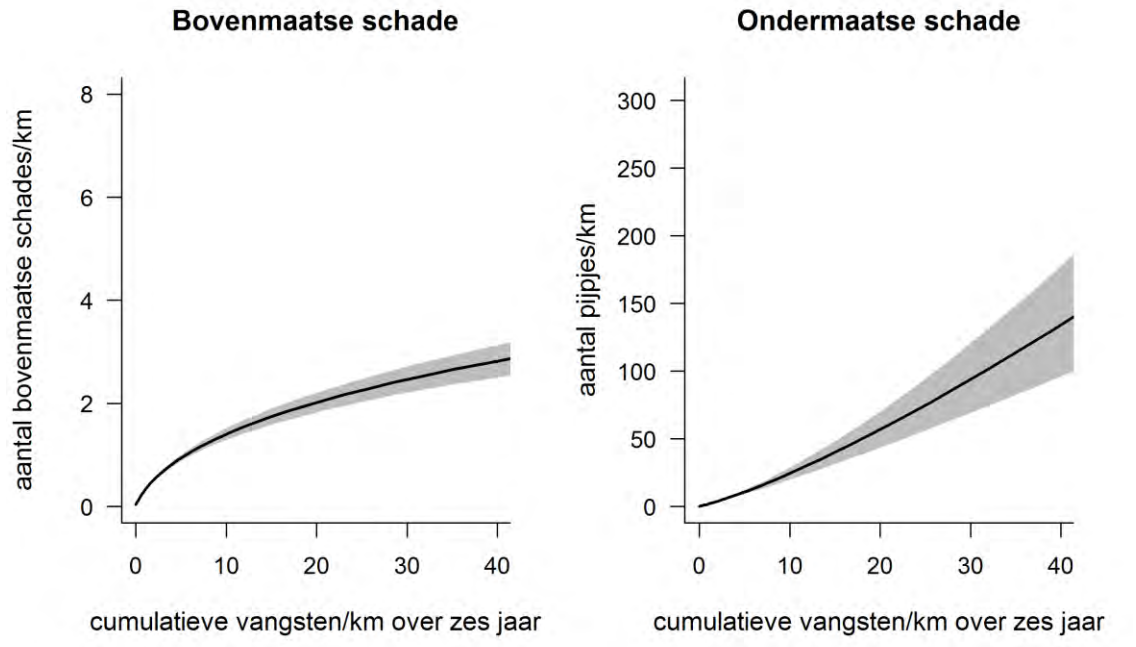
Samengevat kan worden verwacht dat het aantal waargenomen schaden na-ijlt bij de intensiteit van graverij. In meerdere uurhokken is in de periode voorafgaand aan de proef sprake geweest van een sterke daling van de populatie, door intensivering van de bestrijding. Om die reden is eveneens aandacht besteed aan een relatie tussen de aantallen schaden en de populatie omvang in het recente verleden (tot 10 jaar voorafgaand aan de start van de proef). Als indicator van de populatie omvang is het cumulatieve aantal vangsten gehanteerd.

Resultaten
Ingestorte bouwen betreffen vaak verlaten bouwen, verlaten vanwege eerdere beschadiging of vangst van de bewoners. In deze proef bedraagt voor ca. 20% van de grote schaden de geschatte ouderdom op het moment van aantreffen meer dan 2 jaar en is voor ca. 80% geschat dat ze niet (meer) werden bewoond. Verder is ca. 90% van de schaden herkend aan

uiterlijke schade aan de kering of de oevers. Het is niet uitgesloten dat graverij zonder uiterlijk herkenbare schade niet is ontdekt.

Er was een significant en positief verband tussen de aantallen vangsten die in het verleden in een uurhok waren gemaakt en de waargenomen schades. Het cumulatieve aantal vangsten gehanteerd over zes jaar paste het beste bij de data. Dit gold voor zowel de door ons als 'groot' omschreven schades als voor de wat kleinere schades (zie figuur), beneden een bepaalde drempel van oppervlakte, volume, of risico. Dit interpreteren we als volgt: waar minder Muskusratten zijn geweest, worden nu minder schaden door graverij aangetroffen.

Een oorzakelijke relatie tussen de bestrijdingsinspanning en de ontwikkeling in het aantal schaden in oevers en keringen kon niet worden aangetoond. Maar dat was ook niet zo verassend omdat uit de analyse met betrekking tot de populatiedynamica geen effect van behandeling op de aantalsontwikkeling was gebleken.



Figuur 5.1. De relatie tussen het aantal waargenomen schades en de som van de vangsten over de jaren 2010-2015 per uurhok voor het jaar 2016. De schades zijn onderverdeeld naar bovenmaatse (linker paneel) en ondermaatse (rechter paneel) schades, op basis van tevoren opgestelde criteria over omvang, geschatte kosten voor herstel of gevaar voor de veiligheid. Waargenomen schades boven de gedefinieerde drempel worden bovenmaats genoemd en andersom. De som van de vangsten zijn een index van aanwezige aantallen Muskusratten in het recente verleden. Linker paneel) het aantal bovenmaatse schades neemt toe met de som van de vangsten. De lijn is berekend op basis van data uit 116 proefuurhokken, waarbij gemiddeld 22.5 km is geïnspecteerd. Rechter paneel) Ook het aantal ondermaatse schades neemt toe met de som van de vangsten. De lijn is berekend op basis van data van 774 transecten in 111 proefuurhokken, met een gemiddelde transect lengte van 263m. Dit is een vereenvoudigde grafiek van de resultaten. De lijnen per jaar die laten zien dat er een toename van aantallen schades is in de tijd, zijn hier niet getoond (zie hoofdstuk 12).

De grootste aantallen schades worden in laag Nederland aangetroffen. Dichtheden van bovenmaatse schades variëren tussen 0 en 12 per km, maar liggen gemiddeld in de proefuurhokken op 0,50/km. Schades beneden de door ons gestelde drempel van omvang of risico zijn komen veel meer voor, gemiddeld ca. 13 schaden per km.

De proef levert nader inzichten op ten aanzien van de omvang van schade door graverij. De van buiten zichtbare omvang van de schades is veelal gering. De geschatte orde van grootte fluctueert rond 1 m^3 vergraven grond, met meestal 2-5 ingangen onder water op het moment van ontdekking. Wat onder de grond aan holtes aanwezig is, is gemeten met vijf PUR modellen van relatief opvallende schadegevallen (Akkermans 2014). De waargenomen pijp diameter was 15-25 cm, en nestkommen hadden een diameter van 0.5m. Pijpen gingen anderhalf tot zes meter de kant in .

De resultaten over ondermaatse schaden duidt op graverij ondanks aanwezigheid van harde bekleding en stortsteen. Waarschijnlijk komt dit omdat deze bekleding en stortsteen niet is ontworpen als graverij werende maatregel. Bij een kadeconstructie met een stalen damwand is geen schade aangetroffen, waarbij moet worden opgemerkt dat dit een beperkte steekproef betrof (met slechts 1750 meter minder dan 1% van de lengte op ondermaatse schade geïnspecteerd).

Een duidelijk beeld van de effectiviteit van preventieve maatregelen is niet verkregen, omdat er te weinig voorhanden waren met Muskusratten in de omgeving. Ten aanzien van preventieve maatregelen wordt aanbevolen nader onderzoek te doen naar de graafcapaciteit van Muskusratten. Zonder dat inzicht kunnen op dit moment preventieve maatregelen niet goed worden ontworpen. Zo is bijvoorbeeld onbekend tot welke diepte een Muskusrat graaft (of kan graven, indien gedreven door een hoge populatiedruk).

Discussie

De gevonden relatie tussen de index van Muskusrataanwezigheid in het recente verleden en de hoeveelheid waargenomen schade is erg belangrijk. Het is onderdeel van de primaire argumentatie om te investeren in Muskusrattenbestrijding. Het is wenselijk om in een ander kader goed te onderbouwen hoe deze vangstaantallen zich precies tot populatieomvang en bestrijding verhouden. Hiertoe zijn de bevindingen uit de modelstudie van van Loon *et al.* (2016) geschikt. De behandelingen in de proef hingen niet systematisch samen met de ontwikkeling in het aantal schades, en dus is er geen experimentele onderbouwing van het gevonden correlatieve verband. Dit gebrek aan experimenteel effect kan worden begrepen uit het feit dat er ook geen effect op aantallen was gevonden (zie hoofdstuk 10).

De gevonden karakteristieken van de schades zijn consistent met hetgeen in het vorige decennium gebruikt was voor de berekeningen aan veiligheid van waterkeringen (BCM 2006). Daaruit bleek dat de aanwezigheid van één Muskusrattenbouw al een verhoogd risico op overstroming geeft.

Het valt weliswaar buiten het bestek van deze studie, maar aan de hand van de verzamelde gegevens kunnen economische consequenties van graverij nu beter in beeld worden gebracht dan voorheen het geval was.

Goed inzicht in de graafcapaciteit en daaruit voortvloeiende ontwerpeisen zijn van groot belang. Zo is het wenselijk meer te weten over de maximale diepte van graven onder de waterspiegel, om de diepte van preventieve maatregelen (damwand, beschoeiing) te ontwerpen. Het is lastig om de mogelijke bijdrage van preventieve maatregelen te verkennen

zolang maatregelen niet adequaat ontworpen kunnen worden (en zodoende geen (M-) KBA kan worden uitgevoerd).

Gezien de eerder al aangetoonde nadelige invloed van graverij op de veiligheid van een waterkering (BCM 2006) en het nu aangetoonde verband tussen de index van populatie omvang en het aantal schaden, heeft het op dit moment de voorkeur uit oogpunt van de veiligheid van waterkeringen zorg te dragen voor de afwezigheid van Muskusratten nabij waterkeringen.

Bijdrage aan het onderzoek
De studie kwantificeert de omvang en aantallen van schade die is toe te wijzen aan graverij door Muskusratten en maakt de verspreiding ervan door Nederland inzichtelijk. Voor het eerst wordt een duidelijk verband aangetoond tussen het aantal schades en een index van aanwezige aantallen Muskusratten.

Jaap Hagoort en Richard de Wild trappen de oever af op gaten van Muskusratten ten behoeve van de schaderegistratie voor de onderhavige veldproef (foto A&W).

6 Synthese

6.1 Voornaamste resultaten

Zoals aangegeven in de inleiding richtte het onderzoek zich op de volgende hoofdvragen:

1. Wat is het effect van bestrijding op de aantallen Muskusratten en vangsten in een gebied?
2. Wat is het effect van verschillende bestrijdingsstrategieën, zoals vlakdekkend en jaarrond bestrijden versus seizoensgebonden bestrijden of alleen bij gevoelige objecten zoals waterkeringen?
3. In welke mate treedt er schade op aan waterkeringen en taluds van watergangen bij deze verschillende strategieën? En wat is de effectiviteit van preventieve maatregelen?

Effect van bestrijding
De eerste vraag, wat is het effect van bestrijding op aantallen Muskusratten, is primair onderzocht in twee deelstudies: de analyse van historische vangstdata en een experimentele veldproef waarbij is gevarieerd met de inzet van bestrijding. Daarnaast is de vraag meer indirect aan bod gekomen in de deelstudies naar de MKZ-crisis en het merken en terugvangen.

De historische analyse laat zien dat sprake is van een sterk en statistisch significant verband tussen de geleverde inspanning en het aantal vangsten. Hoe hoger de inspanning, hoe lager het relatieve vangstverschil. Dit wijst op een duidelijk effect van bestrijding op populatiegrootte. Met andere woorden, bestrijding kan leiden tot dalende aantallen Muskusratten, mits de inspanningen in verhouding staan tot de grootte van de populatie.

In de nieuwe objectbeschermingsgebieden Dinteloord en Lelystad lijkt sprake te zijn van een stijging van de aantallen Muskusratten in het 2^{e} en met name het 3^{e} jaar na het instellen van de proef. Dit zou aanvullend op een effect van bestrijding kunnen wijzen. De eindresultaten wachten echter op de analyse in 2017 waarin ook de laatste veldgegevens in worden meegenomen. In deze gebieden is overgestapt van een vlakdekkende bestrijding naar bestrijding aan de randen van het gebied. Deze strategie wordt al sinds 2006 toegepast in de Oostvaardersplassen en hier zijn de grootste aantallen Muskusratten te vinden.

De veldproef heeft evenwel geen statistisch bewijs geleverd voor een effect van bestrijding op aantallen. In uurhokken waar de intensiteit van vangen werd verminderd, was geen sprake van een eenduidige toename in vangstsnelheid en vice versa. In 29 uurhokken was wel sprake van een trend in de tijd, maar zonder systematische samenhang met de experimentele behandeling. Belangrijke bevindingen waren dat de vangsten veel sterker samenhangen met de vangsten in de omgeving dan van te voren verwacht en dat de kwaliteit van de ingezette uren het verschil kan maken tussen een dalende en een stijgende trend. Kwaliteit van inzet heeft betrekking op meerdere aspecten, zoals competentie van de bestrijders, motivatie om effectief te werken, beschikbaarheid van middelen om dit te kunnen doen en een goede coördinatie om tot een samenhangende strategie in ruimte en tijd te komen.

De MKZ-crisis heeft tot beperkingen in de bestrijdingsinzet geleid, maar dit viel binnen de normale variatie in het aantal bestrijdingsuren. De invloed van de MKZ-crisis in 2001 was daarom gering en als ‘spontaan experiment in de bestrijding’ van weinig waarde. Dit is wel een belangrijk resultaat omdat we daarmee de gedachte dat de MKZ-crisis invloed heeft gehad op de populatieontwikkeling onderbouwd kunnen weerleggen.

Muskusrat betrapt met een wildcamera (foto: A&W)

Samenvattend, de verschillende deelonderzoeken leveren geen eenduidige conclusies op met betrekking tot de effectiviteit van bestrijding. De historische analyse wijst heel duidelijk op een effect van bestrijding, de recente ontwikkelingen in de objectbeschermingsgebieden lijken dat te bevestigen. De resultaten van de experimentele veldproef bevestigen deze uitkomsten niet. In de discussie (paragraaf 6.2) wordt nader ingegaan op de mogelijke oorzaken en samenhang van deze op verschillende resultaten.

Effect van verschillende bestrijdingsstrategieën
In de reguliere bestrijding worden Muskusratten vlakdekkend en jaarrond bestreden. Er zijn echter ook andere strategieën mogelijk, zoals een intensievere bestrijding in bepaalde seizoenen (seizoensbestrijding) of uitsluitend bestrijden bij gevoelige objecten zoals waterkeringen (objectbescherming). De tweede hoofdvraag richtte zich op mogelijke effecten als gevolg van verschillende strategieën van bestrijding.

De behandeling ‘seizoensbestrijding’ is tijdens het veldexperiment niet goed uit de verf gekomen, en de uiteindelijke verschillen met jaarrondbestrijding waren klein. Over de effecten van seizoensbestrijding zijn op basis van de proef daarom geen harde conclusies te trekken. Uit de analyse van de mkz-crisis kan wel aanvullende informatie worden gehaald, waarin kan worden geconcludeerd, dat een extra bestrijdingsinspanning in het voorjaar de vangstsnelheid in het najaar vermindert (box 3).

Bij objectbescherming wordt het gebied niet vlakdekkend bestreden, maar is de bestrijding geconcentreerd op belangrijke objecten zoals dijken in en langs het gebied. Daardoor is de populatie Muskusratten in grote delen van het gebied onbestreden en de kan de populatie zich ‘natuurlijk’ ontwikkelen. Objectbescherming wordt momenteel toegepast in de Oostvaardersplassen (sinds 2006) en Lelystad en Dinteloord (beide sinds 2013). In de

Oostvaardersplassen zijn de grootste aantallen Muskusratten te vinden, waarschijnlijk als gevolg van de afwezigheid van vlakdekkende bestrijding gedurende een jarenlange periode. Ook in de andere twee gebieden is sprake van een stijging in aantallen, hoewel dit onderzoek nog niet is afgerond en dus nog niet alle data compleet zijn. De voorlopige ontwikkelingen in deze gebieden wijzen op een effect van een verminderde bestrijding, waarbij na enige tijd na aanpassing van de bestrijdingsstrategie het aantal Muskusratten gaat groeien. De eindresultaten moeten evenwel worden afgewacht (analyse 2017).

Een ander resultaat van de deelstudie in de objectbeschermingsgebieden is dat de mate van dispersie van Muskusratten over het algemeen beperkt blijkt te zijn. De meeste gemeten afstanden duiden op een relatief beperkt gebied (<500 m) waarbinnen Muskusratten zich verplaatsen.

Het is relevant om op te merken dat beide genoemde alternatieve strategieën in feite neerkomen op een vorm van extensivering op grotere schaal, in het eerste geval in de tijd (seizoensbestrijding) en in het tweede geval in de ruimte (objectbescherming). Dit is afhankelijk van de manier waarop ze worden geïmplementeerd. Vooral wanneer bestrijding achterwege blijft gedurende hele periodes of in hele gebieden, zullen er meer kansen zijn dat reproducerende dieren aan de aandacht ontsnappen. Wanneer seizoensbestrijding niet absoluut wordt gezien, maar wordt geïmplementeerd in de vorm van een verschuiving van het zwaartepunt van de besteding van uren naar winter en voorjaar speelt dit niet.

Schade

Muskusratten veroorzaken diverse vormen van schade door graverij en vraat. De aanwijzingen daarvoor vinden we in de vergelijking van situaties in de ruimte, met de metingen die zijn gedaan in de huidige veldproef.

Er zitten grote verschillen in waargenomen schade tussen de experimentele uurhokken, variërend van nul tot twaalf grotere schades per km. Deze verschillen hangen samen met vangsthistorie. De omvang van de schades is veelal gering, maar wat er onder de grond aan gaten kan zitten is voor de waterveiligheid niet te veronachtzamen. Schades komen vaker voor waar recent meer Muskusratten zijn gevangen en –naar wij aannemen- de aantallen ook nu hoger zijn. Grotere aantallen schades aan taluds en waterkeringen werden vooral gevonden in laag Nederland, ook in gebieden waar Muskusratten de laatste jaren sterk in aantal zijn gedaald. Dat wordt verklaard uit het feit dat kleine schades zich ontwikkelen over de tijd, in interactie met grondsoort en waterbewegingen. Ook als Muskusratten weggevangen zijn kunnen schades nog een tijdlang onontdekt blijven. Een interessante hypothese is dat als Muskusratten voor enig onderhoud van hun bouwen zorgen, instortingen en afkalvingen mogelijk pas zichtbaar worden na decimering van de aanwezige populatie.

Een relevante bevinding uit het zenderonderzoek is dat maar een beperkt deel van de graverij van buitenaf zichtbaar is voor de inspecteur van de waterkering of de bestrijder. Gezenderde Muskusratten bleken allerlei bouwen te benutten die niet op een andere manier ontdekt hadden kunnen worden (Heeres & Struijf 2016). Dat is vanuit oogpunt van onderhoud van de kering een risicofactor. Ook geofysische methodes, zoals de grondradar, bieden vooralsnog geen efficiënte methode om tunnels en bouwen op te sporen (van Benthem 2015).

Zoals gezegd is de omvang van de zichtbare schades veelal gering. Met regulier onderhoud worden schades soms weer hersteld of onvindbaar. Een vraag in relatie tot de economische consequenties is dus hoeveel vaker extra onderhoud noodzakelijk is en hoe duur het is om de uitgegraven grond weer terug op de kant te brengen. In relatie tot de veiligheid is het

noodzakelijk aannames te doen over de hoeveelheid extra preventieve controles die wenselijk zijn in afwezigheid van Muskusrattenbestrijding en hoe acceptabel het is dat een deel van de graverij onontdekt blijft.

Preventieve maatregelen
Over preventieve maatregelen is in deze studie weinig nieuwe informatie naar voren gekomen. Er zijn daar twee redenen voor. Ten eerste waren er maar beperkt preventieve maatregelen aanwezig of bekend in Nederland, ten tweede heeft de experimentele vermindering van inzet in de proef de aantallen Muskusratten daar niet sterk doen toenemen. Bij de schade registratie werden frequent door Muskusratten veroorzaakte schades aangetroffen in oevers of keringen met gewone oeverbescherming. Dat wil zeggen, oeverbescherming die niet specifiek was aangelegd als preventieve maatregel tegen graverij. De gezenderde dieren hadden geen voorkeur voor een bepaald type oever. Het aantal gevonden holen was evenredig verdeeld over het aanbod van natuurlijke en kunstmatige oevers. Dergelijke maatregelen kunnen afkalving en verzakking van oevers dus eventueel vertragen, maar het ontstaan van nieuwe graverij niet.

6.2 Discussie

Op grond van modellen (Bos & Ydenberg 2011), theorie, literatuur en deze bevindingen was het aannemelijk om te verwachten dat het in een goed opgezet experiment mogelijk moest zijn om de relatie tussen vangstinspanning en aantallen aan te tonen. De veldproef is uitgevoerd conform de voorwaarden en opzet van een degelijk wetenschappelijk experiment. Het grootschalige experiment betrof een drie jaar durend landsdekkend experiment, waarin in 117 proefuurhokken is gevarieerd met de vangstinspanning. Deze variatie bedroeg maximaal 30%, zowel qua toename als afname in inzet, ten opzichte van de referentiesituatie vóór aanvang van het onderzoek. De gekozen variatie in inspanning en de schaal van de proefgebieden was het resultaat van een bewuste afweging van risico, kosten en de kans om de veronderstelde effecten te kunnen waarnemen.

Resultaten veldproef
De veldproef heeft niettemin geen oorzakelijk verband kunnen leggen tussen bestrijding en aantallen. Dat wil overigens niet zeggen dat de resultaten in tegenspraak zijn met die van de historische analyse, of andere aanwijzingen die duiden op een effect van bestrijding. Het is de vraag of de experimentele behandeling van +/- 30% gedurende 3 jaar wel voldoende groot was om effect te sorteren op de vangstsnelheid, gezien de andere factoren die een rol spelen bij een effectieve bestrijding. In de discussie van het hoofdstuk over het experiment zijn we ingegaan op verschillende mechanismes die verantwoordelijk kunnen zijn voor deze uitkomst. We benoemden invloeden die niet systematisch met de behandelingen samenvallen, zoals toevallige verschillen in historie, ligging, specifieke terrein omstandigheden, of verschillen in kwaliteit van uren-inzet, maar ook invloeden die nadrukkelijker met de behandelingen samenvallen en kunnen compenseren voor de effecten van behandelingen.

Enkele cases uit de veldproef leren ons dat kwaliteit van de inzet belangrijker is dan tevoren verwacht. Door bij te sturen op basis van kwaliteit van de inzet is in enkele proefuurhokken de trend daadwerkelijk beïnvloed. Een belangrijke vorm van ruis kan zitten in het feit dat het toegewezen aantal uren in verhouding tot de aanwezige aantallen Muskusratten, niet met de behandeling correspondeert. Dat wil zeggen: op grond van recente vangacties en ontwikkelingen in naburige uurhokken kan het toegewezen aantal uren voldoende zijn om – ondanks een vermindering ten opzichte van de referentie periode- een daling in de

vangstsnelheden voort te zetten en andersom. Op dit moment kunnen we dit vermoeden niet nader onderzoeken. Een analoog mechanisme is tenslotte nog belangrijker: het maakt veel uit of proefuurhokken in een omgeving liggen waar de verantwoordelijke bestrijdingsorganisatie ruim in de tijd zit en dalingen kan bewerkstelligen of niet. Omdat uit de analyse blijkt dat de vangsten in de omliggende uurhokken erg bepalend zijn voor de vangsten in een proefuurhok, speelt de ruimtelijke context een belangrijke rol bij onze interpretatie van de resultaten. Het is in die optiek geen toeval dat veel van de uurhokken met een daling van vangstsnelheid in de tijd, of een stabiele situatie met nul vangsten, in regio's bij elkaar liggen waar de bestrijdingsorganisaties makkelijker met tijd lijken te kunnen schuiven dan veel van de uurhokken met stijgende trends.

We moeten ons ook realiseren, dat de veldproef plaatsvond in een tijdvak waarin in de meeste provincies de populaties muskusratten duidelijk onder controle zijn. Als de situatie in omliggende uurhokken sterk bepalend is voor de vangsten in de proefuurhokken, zoals uit de analyses blijkt, rijst de vraag of achteraf de duur van het experiment te kort is geweest om een zichtbaar en meetbaar effect te sorteren (mét de gekozen variatie in vangstinspanning, en met de relatieve lage populatieniveau's in veel uurhokken). Die vraag is niet gemakkelijk te beantwoorden. In de studieperiode zijn in bijna dertig uurhokken duidelijke trends waarneembaar. Trends in de verwachte richting, maar ook in onverwachte richting. Het ligt niet in de rede dat bij een langere duur de bestaande trends om zullen buigen zonder dat er iets veranderd wordt aan kwaliteit van de inzet in de uurhokken zelf of aan de kwantiteit of kwaliteit van de inzet in de uurhokken in de omgeving. Wel is het zo dat met een langere duur mogelijk meer van de onduidelijke ontwikkelingen zich uitkristalliseren en daarom is het alleszins zinvol om ook de ontwikkelingen vanaf januari 2016 aandacht te geven.

Effecten van bestrijding

In het algemeen staat het buiten kijf dat de mens invloed kan uitoefenen op populaties van andere organismen. De geschiedenis van de mensheid kent vele voorbeelden van soorten waarvan de populaties tot uitsterven toe door de mens zijn beïnvloed (Koch & Barnosky 2006). Het manipuleren van populatie aantallen is iets wat de mens doet in het kader van plaagsoortbeheersing, de exploitatie van populaties en de natuurbescherming. De theorie erachter is goed beschreven en is geldig voor al deze aandachtsgebieden. Het komt erop neer dat de aanwas van nieuwe dieren laag is als er weinig dieren zijn, maar ook als er zóveel dieren zijn dat er sterke intraspecifieke competitie optreedt (Begon *et al.* 1990). De dichtheid waarbij er de meeste netto aanwas is hangt af van de aard van de onderlinge competitie, maar is ergens op een tussenliggend niveau, lager dan wat de 'draagkracht' genoemd wordt. Dit is de leidende theorie in visserijbiologie, bosbouw en wildbeheer. Als de door mensen veroorzaakte mortaliteit boven de netto aanwas uitstijgt zal de populatie dalen.

Voor zoogdieren zijn er talloze voorbeelden van populatiereductie tot uitroeiing aan toe, op zowel eilanden (Courchamp *et al.* 2015) als grotere landmassa's (Robertson *et al.* 2016). Ook de Muskusrat kan aantoonbaar door de mens in aantallen worden gereduceerd, mits daar voldoende inspanning voor wordt geleverd. Een praktisch bewijs hiervoor zijn de verschillende campagnes waarbij Muskusratpopulaties in Engeland zijn uitgeroeid (Gosling & Baker 1989; Robertson *et al.* 2016). Ook uit Vlaanderen is de Muskusrat praktisch volledig verwijderd, wat vrijwel zeker het gevolg is van een zeer actieve bestrijdingsinzet. De vangsten in Vlaanderen daalden van meer dan 150.000 in de eerste helft van de jaren 1990 (VMM 2010), via ruim 42,000 in 2001 (> 1,9 v/km, zonder de vangsten door derde partijen mee te tellen) naar 730 in 2013 (0,03 v/km; pers. med. M. Van der Weeën, Vlaamse Milieumaatschappij). De Vlamingen hanteren een streng controle systeem wat sterk resultaat sturend is. Het gewenste resultaat is dat er géén of zeer weinig dieren na bestrijding achterblijven.

In internationaal verband zijn er ook voorbeelden waar geen effect is gevonden van bestrijding. Halle & Pelz (1990) concluderen dat bestrijding van Muskusratten in Bremen geen merkbaar effect had op de populatie dynamica. Pelz (1996) twijfelt openlijk aan het nut van de door hem bestudeerde halfslachtige bestrijding van Muskusratten in Duitsland, waarbij vele jaren achtereen ruim 300.000 dieren werden doodgemaakt. Let wel, het gaat hier om een 'halfslachtige' bestrijding terwijl de situatie in Nederland daar duidelijk van afwijkt (hoofdstuk 2).

Bijdrage aan inzicht in gewenste strategieën

Voor een goede duiding van de resultaten van het onderzoek dat in deze rapportage beschreven staat en hoe die kunnen bijdragen aan het inzicht in welke strategieën gewenst dan wel van toepassing kunnen zijn in Nederland is het belangrijk opnieuw naar de aanleiding van het onderzoek te kijken.

De bestrijding van de Muskusrat in Nederland is vooreerst gericht op het veiligstellen van de waterkeringen. Het bestrijden van de invasieve soort strekt tot het voorkomen van schade en een adequaat beheer van de keringen. Gezien de hoge kosten is het een logisch streven om dit zo efficiënt mogelijk te doen. Efficiënt wil in dit geval zeggen dat de kosten moeten worden beperkt en tegelijkertijd de risico's aanvaardbaar én beheersbaar. Waar het om veilige waterkeringen gaat ligt het in de rede hoge eisen te stellen aan beheersbare risico's. De schade analyse laat fraai zien, dat schade inderdaad gerelateerd is aan de vangsten. Vanuit dierenwelzijn is het doden van dieren onwenselijk. Dit vraagstuk heeft mee bijgedragen aan de wens om meer inzicht te krijgen in de efficiency van bestrijding en mogelijke strategieën.

De strategieën die nu voorliggen zijn I) de gangbare bestrijding (*business as usual*), waar dat kan of zinvol is geoptimaliseerd in termen van kosten en resultaat, en II) het staken van bestrijding. Ofschoon de veldproef niet bewijs heeft geleverd voor de invloed van bestrijding leren we wel dat kwaliteit van de inzet en de ruimtelijke context van wezenlijk belang zijn in de huidige setting. De historische analyse laat helder zien dat de bestrijdinginzet van invloed is op de vangstaantallen en dat we momenteel in Nederland in een situatie verkeren, waarbij de populaties in grote mate zijn teruggedrongen tot relatief lage niveaus (in de meeste provincies is het aantal muskusratten onder controle). Dat laatste gegevens is het resultaat van een grote monetaire investering over veel jaren én het opbouwen van kennis over en het aanscherpen van de kwaliteit van bestrijding. Een belangrijk resultaat is ook, dat de bestrijdingsorganisaties in de praktijk minder inspanning doen als de vangst omlaag gaat. Dit duidt er op dat bestrijding goedkoper wordt als het populatie-niveau lager is. Dit dient nader te worden verkend.

We weten het nog niet zeker, maar het loslaten van bestrijding via objectbescherming lijkt tot een toename van vangsten te leiden, ergo tot hogere populatiedichtheden. Het aantal vangsten wordt lager bij lagere populatiedichtheden (gekoppeld aan een daarbij horende vangstinspanning) en die situaties met lage dichtheden worden minder dieren geconfronteerd met bestrijding. Daarnaast, zo blijkt uit een aanvullend studie (deel II: hoofdstuk 8), verminderd het aantal bijvangsten in die situatie sterk.

De resultaten wijzen er samen op dat bestrijding succesvol kan zijn als 1) de bestrijdingsinzet voldoende hoog is, 2) de bestrijding over langere tijd wordt volgehouden en 3) de kwaliteit van bestrijding op een voldoende hoog niveau ligt en met een ruimtelijk samenhangende strategie wordt uitgevoerd. We moeten de eindresultaten van de lopende proef met objectbescherming afwachten om dit meer onderbouwing te geven. De gezamenlijke resultaten uit de deelstudies laten ook zien, dat er alle redenen zijn om in de afweging van de toekomstige strategie voor een veilig beheer van waterkeringen, i.c. de bestrijding van muskusratten, ook een strategie mee te nemen waarbij de aantallen volledig worden gereduceerd (complete removal). In

termen van strategie lijkt het zinnig om het originele uitgangspunt van de bestrijding – verwijdering uit Nederland – mee te nemen in de afwegingen.

6.3 Overige bespiegelingen

Economisch kosten- en batenmodel
Met de in deze studie verzamelde informatie over schade, aantallen en populatiedynamica, is het mogelijk om een economisch kosten en baten model te maken, waarmee beleidskeuzes rationeel kunnen worden onderbouwd en een heldere beslissing kan worden genomen over een eventuele regionale differentiering hierin. Hoe een dergelijk model moet worden opgezet is duidelijk, in de zin dat een aantal scenario's met elkaar moeten worden vergelijken op grond van cumulatieve kosten en baten, gecorrigeerd voor inflatie (Bomford & O'Brien 1995; Clark 2010). Deze auteurs laten zien dat bestrijding een economisch rationele activiteit is, zolang de inflatie niet te hoog is en de schade die een Muskusrat veroorzaakt in verhouding hoog is tot de kosten om Muskusratten te vangen. De essentie van hun redenering is dat het reduceren van de populatie moet worden gezien als een investering die op langere termijn kan worden terugverdiend, mits de inflatie niet te hoog is. In deze paragraaf worden de economische kosten en baten besproken, maar het kan niet genoeg worden benadrukt dat er ook argumenten buiten financiën of economie van belang zijn. Een gunstige kosten baten/verhouding is één van de criteria om de beslissing ten aanzien van bestrijding aan te toetsen (Bomford & O'Brien 1995; Simberloff 2013)[2].

Net als Begon *et al.* (1990) in het algemeen voor het beheer van plaagdieren aannemen, neemt Clark (2010) aan dat de kosten voor het wegvangen van Muskusratten sterk toenemen als de populatie dichtheid lager wordt, om een economisch optimum te berekenen. Het is echter de vraag of die aanname klopt. Misschien nemen de kosten voor het wegvangen wel áf met de populatie dichtheid. Dat is in feite waar wij aanwijzingen voor vinden in onze historische analyse en de praktijksituatie in Vlaanderen[3]. Als dat werkelijk zo is, komt het optimale populatie niveau naar verhouding lager te liggen en is er een extra prikkel om naar lage populatie niveaus te streven.

Het is wenselijk om te proberen dit optimum te berekenen voor de verschillende landschappen in Nederland, of beter: in noordwest Europa. Bedenk dat de kosten en baten afhangen van het landschap, net als overigens de veiligheidsrisico's. In het ene landschap zal de balans anders liggen dan in het andere. De berekening kan mede op grond van de werkelijke data die in deze studie verzameld zijn worden gemaakt, maar de huidige veldproef laat het nog niet toe om voor alle mogelijke situaties de gewenste parameters goed te schatten. Overigens moet worden opgemerkt dat enige scepsis op zijn plaats is, omdat evaluatie van ecologische en economische kosten en baten moeilijk is. Vaak worden daarbij de baten ook nog eens overdreven en de kosten gebagatelliseerd (Myers *et al.* 2000).

Niettemin kunnen we een tweetal algemene constateringen wel doen. De eerste is dat de huidige lage populatie niveaus in grote delen van Nederland tot stand zijn gekomen door een grote investering van mensen en middelen. Het in stand houden van de huidige situatie vereist competente, gemotiveerde bestrijders die goed samenwerken en de juiste middelen tot hun

[2] De zes criteria van Bomford & O'Brien (1995) met betrekking tot uitroeiing: De snelheid van verwijdering moet groter kunnen zijn dan de populatie groeisnelheid, herkolonisatie moet voorkomen kunnen worden, alle dieren die zich voort kunnen planten moeten gevangen kunnen worden, ook bij lage dichtheden moeten dieren ontdekt kunnen worden, de kosten/baten verhouding is gunstig en er is ondersteuning te vinden op sociaal politiek vlak.

[3] Ook uit de modelstudie van (van Loon *et al.* 2016) lijkt te volgen dat er bij lagere populaties een geringere inspanning nodig is om de status quo te handhaven

Box 4: Internationaal perspectief

Muskusratten zijn overal in Noordwest-Europa aanwezig. Dat heeft te maken met het enorme invasieve potentieel van de soort en de herhaalde uitzettingen of ontsnappingen van dieren (Long 2003). In sommige regio's is er sprake van een vorm van bestrijding, maar deze varieert sterk per gebied qua inzet, strategie en tactiek. In Vlaanderen wordt de situatie gekenschetst door erg lage vangsten, zeer waarschijnlijk als gevolg van intensieve en effectieve bestrijding (Stuyck 2007; VMM 2010). In Duitsland vindt bestrijding plaats in Sleeswijk-Holstein, Nedersaksen en Noord-Rijn Westfalen. Bestrijding berust daar in sommige deelstaten ten dele nog op premiejagers. Pelz (1984; Halle & Pelz 1990; 1996) twijfelde aan het eind van de jaren 1990 openlijk aan de effectiviteit van de bestrijding zoals ze daar werd uitgevoerd. De autoriteiten in noord Frankrijk proberen de aantallen Muskusratten te beheersen (Le Louarn & Quéré 2011), maar recente studies ontbreken.

In sommige landen is muskusrattenbestrijding helemaal niet aan de orde, ook al zijn ze er wel. Finland (Marinelli *et al.* 1992), Estland, Litouwen en Polen (Brzezinski *et al.* 2010) hebben Muskusrattenpopulaties die geen relevante problemen veroorzaken. Dat geldt voor heel veel andere delen van het noordelijk halfrond in Europa, Noord-Amerika en Rusland waar het dier voortkomt. De Muskusrat wordt in de VS als één van de meest relevante gravende dieren in dijken en dammen beschouwd en om die reden vindt er óók daar lokaal bestrijding van Muskusratten plaats (Bayoumi & Meguid 2011).

De trendontwikkeling in de vangsten is de laatste decennia dalend in Polen en Finland volgens Brzezinski (2010) en informatie van het Finland Natural Resources Institute (LUKE, http://statdb.luke.fi). Deze ontwikkeling is consistent met hetgeen bekend is over ontwikkelingen in Rusland (Danilov 2016), Litouwen (Ulevicius *et al.* 1999; Butautyt -Skyrien *et al.* 2011) en Slowakije (Rajsky *et al.* 2003 in Lammertsma & Niewold 2005). Dit zou ten dele kunnen komen door een geringere jachtinspanning, maar er zijn ook aanwijzingen dat natuurlijke oorzaken een rol spelen (pers. med. A. Palisauskas). Inzicht in de werkelijke oorzaken is zeer relevant en het is zeker de moeite waard om dit gezamenlijk met partners in deze landen verder uit te zoeken.

Het is aan te bevelen om in internationaal verband een visie op de bestrijding te ontwikkelen, want de vragen die ons in Nederland bezig houden gelden ook over de grens. In ieder geval in België en Duitsland, maar waarschijnlijk ook in delen van Frankrijk en Denemarken. Tot op heden valt de grens tussen gebieden met en zonder bestrijding vaak samen met administratieve grenzen en is ze niet gekozen op grond van afwegingen op basis van de biologie, waterveiligheid en/of een economische kosten/baten analyse. De kosten voor uitroeiing of complete verwijdering op eilanden, zowel als op het vasteland, lijken lineair gerelateerd te zijn aan het betreffende oppervlak waarbij er duidelijke schaalvoordelen zijn (Robertson *et al.* 2016).

Het lijkt daarom logisch om samen met Noordwest-Europese partners een nieuwe grens te trekken rondom het gebied waar gezamenlijk een coherente strategie met een daarbij passende tactiek wordt geïmplementeerd. Gezien de migratie langs waterlopen, is bestrijding op watersysteemniveau een optie waarbij de noodzaak voor bestrijding wordt gekoppeld aan waterveiligheid en de risico's op overstroming. Een andere reden voor internationale samenwerking is dat we veel kunnen leren van referentiesituaties die bij ons nog ontbreken, of die duur zijn om te realiseren, maar in de buurlanden wel te vinden zijn. Het gaat om situaties met dichtheden van Muskusratten die we in de veldproef niet hebben kunnen bereiken, namelijk hoge dichtheden in afwezigheid van bestrijding en zeer lage dichtheden met een intensieve en effectieve bestrijding.

beschikking hebben. De investering kan teniet worden gedaan als de capaciteit en/of de kwaliteit van de bestrijding op grond van onjuiste argumenten/zonder kennis van zaken wordt afgebouwd.

Ten tweede moet geconstateerd worden dat er ruimtelijke verschillen bestaan in de kosten en baten van bestrijding. Op grond hiervan ligt het voor de hand een zonering van bestrijding op zeer grote ruimtelijke schaal als mogelijkheid te overwegen. Het is logisch om in grote delen van Europa niet te bestrijden en dat alleen daar te doen waar de kosten tegen de baten opwegen. De strategie moet minder afhankelijk zijn van administratieve grenzen dan van de afweging van echte kosten en baten, omdat de laatste per landschap kunnen verschillen.

Kosten en baten bij lage populatieniveaus
Bij lagere populatie niveaus pakken andere dan financiële kosten en baten gunstig uit. Er hoeven in absolute zin minder dieren te worden gedood en er hoeven minder vangmiddelen uit te staan, waardoor bijvangsten lager zijn en er minder ecologische barrières worden opgeworpen. Daarnaast kunnen er andere –meer actieve - typen vangmiddelen uitstaan, waarvan gedacht wordt dat ze humaner van aard zijn. De aard van de werkzaamheden in het veld verandert; in het gunstigste geval kan een bestrijder volstaan met het controleren op hervestiging, hetgeen in schril contrast staat met het voortdurend in- en uit het water stappen en herhaaldelijk terugkomen langs dezelfde oever.

6.4 Conclusies

De veldproef heeft geen statistisch bewijs opgeleverd voor een effect op het aantal vangsten bij een variatie van plus of minus 30% in bestrijdingsinzet (t.o.v. de voorafgaande periode). Een belangrijk leerpunt is dat ruimtelijke samenhang en kwaliteit van de inzet een belangrijke rol spelen dan tevoren gedacht.

De historische analyse laat daarentegen wel zien dat bestrijding tot een daling in het aantal vangsten en de aantallen Muskusratten kan leiden (mits de inspanning voldoende groot is), hetgeen consistent is met diverse aangehaalde situaties in de praktijk.

De verschillende uitkomsten tonen aan hoe complex de bestrijding van deze plaagsoort is en dat meerdere factoren van invloed zijn. Het is aannemelijk gemaakt dat niet alleen de kwantiteit van bestrijding, maar ook de kwaliteit van bestrijding van belang is om een effect te hebben op het aantal vangsten en de aantallen Muskusratten.

Muskusratten veroorzaken diverse vormen van schade door graverij en vraat. Daar waar minder Muskusratten zijn of zijn geweest (door bestrijding of door een andere oorzaak) worden minder gevallen van schade waargenomen en komen er jaarlijks minder schadegevallen bij. Schades ontwikkelen zich over de tijd in interactie met waterbewegingen, grondsoort en onderhoud. Een deel van de schades is zonder speciale hulpmiddelen niet vindbaar. Om deze risicofactor voor de veiligheid van waterkeringen te beperken is het nodig om te investeren in preventie en/of het verminderen van aantallen Muskusratten.

Ten aanzien van het functioneren van preventieve maatregelen heeft deze studie slechts beperkt nieuwe informatie opgeleverd. Duidelijk is dat Muskusratten ook in standaard kunstmatige oeverbeschoeiingen kunnen doordringen en dat er verschillende redenen zijn waarom preventieve maatregelen niet overal een volledig alternatief voor bestrijding zijn. Het is

echter niet inzichtelijk geworden in hoeverre verschillende preventieve maatregelen bijdragen aan de veiligheid, onder omstandigheden van hoge dichtheden aan Muskusratten.

Over een belangrijk deel van het onderzoek is in deze tussenrapportage verslag gedaan. Er lopen echter nog enkele deelstudies die nauw samenhangen met de hier gepresenteerde bevindingen. Het gaat om de ontwikkelingen in de twee objectbeschermingsgebieden ten aanzien van populatie en schade, om de vangstgegevens van de proefuurhokken na januari 2016 en om een modelvoorspelling van populatiegrootte in Nederland per uurhok op basis van de gegevens in het vangstregistratiesysteem (van Loon *et al*. 2016).

6.5 Aanbevelingen

Op grond van de bevindingen uit het literatuuronderzoek, de verschillende deelstudies en de veldproef in Nederland komen we tot de volgende aanbevelingen.

Nadere analyses
Zoals gezegd lopen nog enkele deelstudies van dit onderzoek door die geanalyseerd en geïnterpreteerd moeten worden in samenhang met de hier gepresenteerde bevindingen. Ook kunnen enkele aanvullende analyses van de afgeronde deelonderzoeken helpen om de resultaten beter in context te plaatsen. Een belangrijk voorbeeld is een nadere analyse van de veldproef, waarbij eventuele veranderingen in vangstsnelheden vóór en na het experiment in meer detail worden onderzocht.

Bestrijding
Maak een heldere keuze ten aanzien van de intensiteit van bestrijding. Doe het niet waar de kosten niet tegen de baten opwegen, maar zeer intensief waar dat wèl zo is. Beschouw de optie het doel van de bestrijding bij te stellen van ‘control’ naar ‘complete removal’. Benut ook de resultaten van de nog lopende deelstudie objectbescherming en de ontwikkelingen in het jaar na de veldproef in het besluitvormingsproces.

De intensiteit van bestrijding is cruciaal en daarom kan jaarrond aanwezigheid van bestrijding gewenst zijn. Ieder seizoen biedt namelijk zijn eigen kansen om speurbeelden op te pikken en dus extra dieren weg te vangen. Seizoensbestrijding is zinvol wanneer ze niet absoluut wordt gezien, maar wordt geïmplementeerd in de vorm van een verschuiving van het zwaartepunt van de besteding van uren naar winter en voorjaar.

Waar bestreden wordt is een vlakdekkende strategie geboden. Eventuele uitzonderingen daarop zijn mogelijk, maar vereisen aandacht om de gevolgen van immigratie te beperken. Breng de kosten daarvan in beeld.

Investeer in de motivatie en de competentie van de bestrijders. Help hen hun capaciteit ten volle te benutten in een ruimtelijk samenhangende tactiek met hun collega’s. Verzin mechanismen waardoor 1) de zorg om verlies van een baan (door lokale uitroeiing/complete verwijdering van Muskusratten) geen rol speelt en 2) er aansturing op resultaat plaatsvindt. Wat hierbij kan helpen zijn investeringen in innovatie.

Ontwikkel een visie ten aanzien van waar preventieve maatregelen zinvol zijn en houd daarbij rekening met andere gravende soorten, zoals de Bever en de Beverrat.

Accepteer dat er ruimtelijke verschillen bestaan in de kosten en baten van bestrijding. Durf op grond daarvan een zonering van bestrijding aan. De strategie moet minder afhankelijk zijn van administratieve grenzen dan van de afweging van echte kosten en baten. De laatste kunnen per landschap verschillen.

Onderzoek
Monetariseer de in deze studie verzamelde parameters en vul ze in, in een economisch optimalisatie model, dat naar landschap gedifferentieerd is.

In de onderhavige studie zijn grote hoog-risico gebieden met lage Muskusratten aantallen niet goed vertegenwoordigd, net als laag-risico gebieden waar niet bestreden wordt. Verzamel in samenwerking met buurlanden, waar deze situaties voorhanden zijn, informatie over kosten en baten van bestrijding[4]. Hoe duur is het nog om intensief te bestrijden als er een zeer lage populatiedichtheid is over een groot oppervlak? En hoeveel economische schade treedt er op in laag risico gebied in afwezigheid van bestrijding?

Afhankelijk van de uitkomsten van de nog lopende deelstudie aan objectbescherming, blijft een experimentele onderbouwing van het effect van vangstinspanning op aantallen wenselijk.

Verzamel meer kennis over migratie en dispersie. Enerzijds met behulp van genetische technieken (snippets en microsatellites), anderzijds met LoRa sensor technologie.

Verfijn met de bovenstaande elementen de Muskusrat beheer- modellen en benut ze om bestrijding aan te sturen en een gevoeligheidsanalyse te doen.

Innoveer door 1) meer kennis te verzamelen over het gedrag en de plaatskeuze van Muskusratten. Dit kan bestrijders helpen bij het speuren en nuttig zijn om preventieve maatregelen te optimaliseren. 2) nieuwe methodes uit te proberen om aanwezigheid van dieren te ontdekken en 3) nieuwe methodes om efficiënter te vangen te ontwikkelen en te testen.

[4] Dat is niet een herhaling van het in dit rapport bestudeerde experiment, maar in essentie wel een variant met grotere ruimtelijke schaal en extremere behandelingen.

Hoekse Waard (foto Tamar Sleven - Unie van Waterschappen). Elke "Waard" in Zuid-Holland heeft zo'n 5000 km (of meer) aan leefgebied voor Muskusratten.

7 Literatuur

Akkermans M (2014) Muskrat digging capacity. STOWA, Amersfoort

Bayoumi A, Meguid M a. (2011) Wildlife and safety of earthen structures: A review. J Fail Anal Prev 11:295–319. doi: 10.1007/s11668-011-9439-y.

BCM (2006) Gevolgen van graverij door muskusratten en beverratten voor de veiligheid van waterkeringen. DHV, Amersfoort.

Begon M, Harper JL, Townsend CR (1990) Ecology: individuals, populations and communities, Second Edi. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Bomford M, O'Brien P (1995) Eradication or control for vertebrate pests. Wildl Soc Bull 23:249–255. doi: 10.1002/jwmg.358.

Bos D, van Belle J, van Wieren S, et al (2010) Naar objectieve schatting van aantallen Muskusratten in Nederland. De Levende Natuur 111:94–99.

Bos D, Ydenberg R (2011) Evaluation of alternative management strategies of muskrat Ondatra zibethicus population control using a population model. Wildlife Biology 17:143–155. doi: 10.2981/09-115.

Brzezinski M, Romanowski J, Zmihorski M, Karpowicz K (2010) Muskrat (Ondatra zibethicus) decline after the expansion of American mink (Neovison vison) in Poland. European Journal of Wildlife Research 56:341–348.

Butautyt -Skyrien , Paulauskas A, Ulevicius A (2011) Assessment of invasive muskrat Ondatra zibethicus distribution and impacts on ecosystems in Lithuania. In: 8th European Vertebrate Pest Management Conference Assessment. pp 34–35.

Caley MJ (1987) Dispersal and Inbreeding Avoidance in Muskrats. Anim Behav 35:1225–1233.

Clark CW (2010) Optimal control theory in one dimension. In: Mathematical Bioeconomics: The Mathematics of Conservation, 3rd edn. John Wiley & Sons Ltd, New Yersey, p 368.

Clark WR, Kroeker DW (1993) Population-Dynamics of Muskrats in Experimental Marshes at Delta, Manitoba. Can J Zool 71:1620–1628.

Commissie Muskusrattenbestrijding (1976) Jaarverslag 1975. Commissie Muskusrattenbestrijding, Arnhem.

Danilov P (2016) The Muskrat – Ondatra zibethica L. In: New Mammals in the Russian European North. pp 294–295.

Doude van Troostwijk WJ (1976) The Musk-rat (Ondatra zibethicus L.) in the Netherlands, its ecological aspects and their consequences for man. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.

Gaaff A, de Gaaff R, Michels R, et al (2007) Economische schade als gevolg van graverij en vraat door Muskusratten. LEI, Den Haag.

Gosling LM, Baker SJ (1989) The Eradication of Muskrats and Coypus from Britain. Biol J Linn Soc 38:39–51.

Halle S, Pelz HJ (1990) Zur Effizienz der Bekämpfung des Bisams (Ondatra zibethicus) anhand von Fangdaten aus dem Land Bremen. Zeitschrift für Angew Zool 77:204–218.

Heeres RW, Struijf MS (2016) Muskusratten bouwen in oevers. Afstudeerrapport van Hall. Waterschap Zuiderzeeland.

Kluyver HN (1937) De Bisamrat. Versl en Meded van Plantenziektekundige Dienst te Wageningen 85:1–32.

Koch PL, Barnosky AD (2006) Late Quaternary Extinctions: State of the Debate. Annu Rev Ecol Evol Syst 37:215–250. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132415.

Krebs CJ, Boutin S, Boonstra R, et al (1995) Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle. Science 269:1112–5. doi: 10.1126/science.269.5227.1112.

Lammertsma DR, Niewold FJJ (2005) Muskusrattenbestrijding in Nederland: een quick scan naar nut noodzaak en alternatieven. Alterra, Wageningen.

Le Louarn H, Quéré J-P (2011) Les rongeurs de France: faunistique et biologie. 3e Edition révue et augmentée, 3rd edn. Editions Quae, Versailles.

Long J (2003) Introduced Mammals of the World: Their History, Distribution and Influence. CSIRO Publishing, Collingwood, VIC, Australia.

Myers JH, Simberloff D, Kuris AM, Carey JR (2000) Eradication revisited : dealing with exotic

species. TREE 15:316–320.
PanglossTech Sea (2014) Relative hazard from sea level rise, inundation, flooding and storm surges in Northern Europe. https://www.youtube.com/watch?v=34lOvgc2vVU.
Pelz HJ (1996) Zur eschichte der Bisambek mpfung Deutschland. Mitt Biol Bundesanst Land-Forstwirtsch 317:219–234.
Pelz HJ (1984) Spread of the Musk-Rat in the Federal Republic of Germany. Bull OEPP 14:153–157.
Robertson PA, Adriaens T, Lambin X, et al (2016) The Large-Scale Removal of Mammalian Invasive Alien Species in Northern Europe. Pest Manage Sci. doi: DOI: 10.1002/ps.4224.
Simberloff D (2013) Invasive species. What everyone needs to know. Oxford University Press, Oxford.
Stuyck J (2007) Muskusrattenbestrijding in Vlaanderen. Bevalt de nieuwe aanpak.
Ulevicius A, Mickus A, Madeikyte R (1999) History and present status of semiaquatic mammals in Lithuania. Osnabrück Germany, 111 International Symposium Semiaquatic Mammals and their Habitats. Abstracts: 44.
van Belle J, Goedhart PW, van Wieren S, Bos D (2009) Evaluation of current population management of muskrat Ondatra zibethicus in the Netherlands.
van de Venne G (2015) Muskusratten in de Oostvaardersplassen. Populatieomvang, verplaatsingen en graafactiviteiten. Hogeschool Inholland, Delft.
van Loon E, Bos D, van Hellenberg Hubar C, Ydenberg R (2016) A historical perspective on the effects of trapping and controlling the muskrat (Ondatra zibethicus) in the Netherlands. Pest Manage Sci. doi: 10.1002/ps.4270.
van Vliet F, Lengkeek W (2007) Alternatieve strategieën voor de bestrijding van muskusratten. Haalbaarheidsstudie en voorbereiding veldexperimenten. Bureau Waardenburg, Culemborg.
Verkaik AJ (1991) Verspreidings- en verplaatsingspatronen van muskusratten in Flevoland. R.I.N., Arnhem.
Verkaik AJ (1990a) Onderzoek naar de dispersie van muskusratten Ondatra zibethicus. Lutra 33:79–80.
Verkaik AJ (1990b) De Muskusrat zwermt verder uit dan verwacht. Landbouwkd Tijdschr 102:10–12.
VMM (2010) Ratten op Vlaamse wijze. Vlaamse Milieumaatschappij-VMM, Erembodegem.
Wijnen (1984) Is de muskusrat schadelijk voor de Nederlandse landbouw? Bennekom.
Zandberg F, de Jong P, Kraaijeveld-Smit F (2011) Muskusrat. Op alternatieve wijze schade voorkomen. Bont voor Dieren, De Faunabescherming,Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Dieren, Den Haag.

Internet

http://www.ecopedia.be/exoten/uitheemse_invasieve_dieren

Bezoekadres
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden

Postadres
Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden
Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl