

Onderzoeksrapport

Muskusrattenschade in relatie tot de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds.



Maarten Tuijl, 17 augustus 2015

Onderzoeksrapport

Muskusrattenschade in relatie tot de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds.

Auteur: Maarten Tuijl
maartentuijl@gmail.com

Opdrachtgever:

- Waterschap Zuiderzeeland

Fokke Jonkman
f.jonkman@zuiderzeeland.nl

Begeleiding:

- Christelijke Agrarische Hogeschool Vilentum in Almere

Mw. Dr. Roos van Maanen
r.van.maanen@cahvilentum.nl

Tweede versie.

Lelystad, 17 augustus 2015

Voorwoord

U bent begonnen met het lezen van mijn onderzoeksrapport over muskusrattenschade in relatie tot de hellingsgraad van bovenwater taluds. Met o.a. dit onderzoek zal ik mijn studie Toegepaste Biologie aan de Christelijke Agrarische Hogeschool Vilentum in Almere afronden.

Ik heb voor dit onderzoek gekozen omdat ik mij interesseer voor ecologie. Ik hou ervan om ecosystemen te leren begrijpen en te onderzoeken hoe onderlinge relaties zich binnen een ecosysteem met elkaar verhouden. Toen ik de mogelijkheid aangeboden kreeg om bij Waterschap Zuiderzeeland te kijken hoe muskusratten zich in een ecosysteem gedragen, ben ik meteen akkoord gegaan. Een onbekende, maar hele interessante wereld ging er voor me open. Ik mocht een relevant onderzoek gaan uitvoeren om te kijken wat voor rol de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds in de praktijk speelt in het graafgedrag van muskusratten.

Ik wil alle betrokkenen van Waterschap Zuiderzeeland bedanken voor hun medewerking, betrokkenheid en het creëren van een vriendelijke werksfeer. Ik wil in het bijzonder de medewerkers van de afdeling muskusrattenbeheer bedanken voor hun bereidwilligheid om mij mee te nemen in de wereld van de muskusrattenbestrijding. Ik kon altijd aankloppen als ik een vraag had en er kon altijd tijd worden vrijgemaakt om mij te helpen. Ook wil ik mijn afstudeerdocent Roos van Maanen bedanken voor haar goede ondersteuning tijdens mijn afstudeertraject.

Ik wens u veel plezier met lezen.

Maarten Tuijl

Lelystad, augustus 2015

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Inhoudsopgave	4
Samenvatting.....	5
Summary	6
1. Inleiding	7
1.1. Muskusrattenbestrijding in Nederland	7
1.2. Ecologie en graafgedrag van de muskusrat.....	8
1.3. Onderzoek en relevantie	9
2. Materiaal en methode.....	11
2.1. Beschrijving onderzoeksgebied	11
2.2. Beschrijving werkwijze	12
3. Resultaten	13
4. Discussie	16
4.1. Discussie met betrekking tot de onderzoeksresultaten.....	16
4.2. Discussie met betrekking tot de onderzoeksmethode.....	17
5. Conclusie	18
6. Aanbevelingen.....	19
7. Bronnenlijst	20

Samenvatting

De muskusrat (*Ondatra zibethicus*) is een uitheems knaagdier dat in oevers graaft en woont. De meerderheid van de muskusratten graaft in oevers. Deze muskusratten graven naar een droog gedeelte in de oever om in te wonen. De ingang van hun woning zit onder water waardoor het een veilige plek tegen roofdieren is. Deze graverij zorgt ervoor dat delen van de oevers uiteindelijk verzakken. Een groot deel van Nederland ligt onder de zeespiegel waardoor we niet zonder sterke dijken kunnen. In Nederland zijn 23 waterschappen verantwoordelijk voor het voorkomen van schade aan waterkeringen. Om schade te voorkomen worden muskusratten weggevangen. De Unie van Waterschappen (UvW) onderzoekt of het vangen van muskusratten efficiënter, goedkoper en met minder dierenleed kan. Het onderzoek dat voor u ligt gaat over het uitvinden of er een verband is tussen graverij door muskusratten en het bovenwater oevertalud. Bronnen beweren dat oevers met flauwe hellingen muskusratten beter weren, maar dit is niet bewezen.

Muskusrattengraverij is in kaart gebracht in een onderzoeksgebied in Lelystad. Bij elke graafschade zijn gegevens over de hellingsgraad verzameld en is gekeken of de oever was afgekald of dat er beschoeiing aanwezig was. De hellingsgraad werd gemeten met behulp van een 50 centimeter lange hoekmeter. De hoekmeter werd op een plank gezet om de hellingsgraad over de eerste hele meter op te meten. De meetpunten waren op de eerste halve meter van de oever en op de eerste hele meter. De eerste halve meter fungeert als een controlemeting voor de eerste gehele meter. In het proefgebied werden 83 unieke graafschades aangetroffen. 51 graafschades werden aangetroffen in een intacte oever zonder beschoeiing, 18 in een oever met afkalving en 14 in een oever met beschoeiing.

De graafschades in intacte oevers zijn bij hellingsgraden tussen de 1° en 36° aangetroffen. 71% van de graafschades in intacte oevers werd aangetroffen bij een flauwe helling (<18,4°). Bij het deel van de graafschades met afkalving/beschoeiing kon de hellingsgraad over de eerste meter van het oevertalud niet worden vastgesteld. Uit de conclusie komt naar voren dat er geen duidelijke relatie tussen graafschade door muskusratten en de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds aangetroffen is.

Interessante bevindingen en aanbevelingen naar aanleiding van dit onderzoek zijn dat flauwe oevers geen muskusrattengraafschade weren. 15% van de graafschades werd aangetroffen bij een beschoeiing. In het onderzoek lijkt beschoeiing niet graafwerend te werken. Interessant is om te onderzoeken of er beschoeiing is die wel graafwerend werkt. Is er wel een relatie tussen de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds bij (instabiele) zandgronden en graafschade door muskusratten? Als laatste hebben muskusratten die in oevers graven een droog oevergedeelte nodig om in te leven. Misschien kan graafschade worden geweerd door oevers te vernatten.

Summary

The muskrat (*Ondatra zibethicus*) is an exotic rodent that digs and lives in water banks. The majority of muskrats dig underground burrows in water banks. These muskrats dig towards a dry area in the water bank to live in. They access these burrows under water making it a safe place against predators. This digging causes parts of the water banks, such as dikes to collapse over time. A large part of the Netherlands lies below sea level which makes dikes essential. In the Netherlands there are 23 water boards responsible for preventing damage to water banks by trapping the muskrats. The Dutch Water Authorities (Dutch: 'Unie van Waterschappen') is researching if the trapping of muskrats can be done more efficient, less expensive and with less animal cruelty. This research is about finding out if there's a link between digging damage by muskrats and the above water slope gradients of water banks. Sources claim that water banks with weak slopes are more muskrat digging resistant but this hasn't been proven.

Muskrat damage has been mapped in a research area at Lelystad. At every damage location data about the slope gradient, erosion and wooden stockpile revetments were collected. The slope gradients were measured with a 50cm long inclinometer (device to measure slope gradients). The inclinometer was put on a plank to measure the first whole meter. The measure points were on the first half meter of the slope and on the first whole meter. The first half meter functions as a control measurement for the first whole meter. 83 unique damage locations were found. 51 were at a intact water bank, 18 at a water bank with erosion and 14 at a water bank with revetment.

Analyses of the 51 damage points in 1st meter of the water banks were found between a wide range of 1° and 36°. 71% of the damage locations were found in a water bank with a weak slope (<18,4°). The slope gradients at muskrat damage in water banks with erosion/revetment couldn't be measured. The conclusion shows that there is no clear relation between muskrat damage and slope gradients of water banks.

The analysis shows that there's no preference for steep slopes and that digging damage of the muskrat cannot be prevented by designing weak slopes.

Interesting findings and recommendations in response to this research are that water banks with weak slopes are not muskrat damage resistant. 15% of the damages were found at a revetment. Revetments don't seem to be digging resistant. Interesting is to find out if there is revetment that is digging resistant. Is there a relation between the slope gradient of water banks with (unstable) sandy soils and muskrat digging damage? At last muskrats need a dry area in water banks to live in. Perhaps digging damage can be prevented by soaking the dry area's in water banks.

1. Inleiding

De muskusrat (Ondatra zibethicus) is een knaagdier dat in oevers woont. De muskusrat graaft woningen, bouwen, in het droge gedeelte van een oever om veilig voor roofdieren te zitten. De muskusrattengraverij leidt tot schadelijke verzakkingen in oevers. Om deze schade aan waterkeringen te voorkomen, worden de muskusratten weggevangen.

De muskusrat moet bij een flauw oevertalud verder graven om een droog liggende bouw te maken. Vestigt de muskusrat zich hierdoor liever in een steil oevertalud? Leidt inzicht in de hellingsgraad van oevertaluds tot een potentiële graafwerende maatregel die oeverherstelkosten en dierenleed voorkomt?

1.1. Muskusrattenbestrijding in Nederland

De muskusrat, afkomstig uit Noord-Amerika, is in het begin van de twintigste eeuw als waardevol pelsdier in diverse Europese landen ingevoerd. In 1941 werd de eerste muskusrat in Nederland bij Valkenswaard aangetroffen. Vanaf 1970 werd in snel tempo geheel Nederland bezet¹. Muskusratten graven in waterkeringen en de resulterende schade wordt vanuit het oogpunt van de veiligheid als onwenselijk beschouwd. De belangrijkste reden voor de muskusrattenbestrijding is het waarborgen van de veiligheid van waterkeringen en het voorkomen van dijkdoorbraken². Circa 59% van Nederland is kwetsbaar voor overstromingen. In 1986 is een permanente bestrijding door heel Nederland van start gegaan. Hierbij werd de uitvoering van de bestrijding opgedragen aan de provincies³. Vanaf juli 2011 is de muskusrattenbestrijding overgedragen aan waterschappen. Het repareren van schade aan oevers, baggerschade en schade aan infrastructuur kost de 23 waterschappen in Nederland tussen de 2,9 miljoen en 4,0 miljoen euro per jaar⁴. Dit is een kostenschatting van optredende schade, bovenop de 30 miljoen die al uitgegeven werd aan het bestrijden van de muskusrat. De kosten van de huidige bestrijding bedragen meer dan 30 miljoen euro per jaar⁵. Onder invloed vanuit de politiek en dierenwelzijnsorganisaties wordt nut en noodzaak steeds vaker ter discussie gesteld⁶. Het is niet overtuigend aangetoond dat de bestrijding veel invloed heeft op de populatieomvang en de te verwachten schade.

¹ Lammertsma, D.R., Niewold, F.J.J. (2005). *Muskusrattenbestrijding in Nederland: een quick scan naar nut, noodzaak en alternatieven*. Wageningen, Alterra

² DHV Groep, (2006) *Gevolgen van graverij door muskusratten en beverratten voor de veiligheid van waterkeringen*

³ Heidinga, D. (2006). *Pluizige plaagdieren*. Haren. Biologisch Centrum (RUG)

⁴ Gaaff, A., et al. (2007) *Economische schade als gevolg van graverij en vraat door muskusratten*. Den Haag. LEI

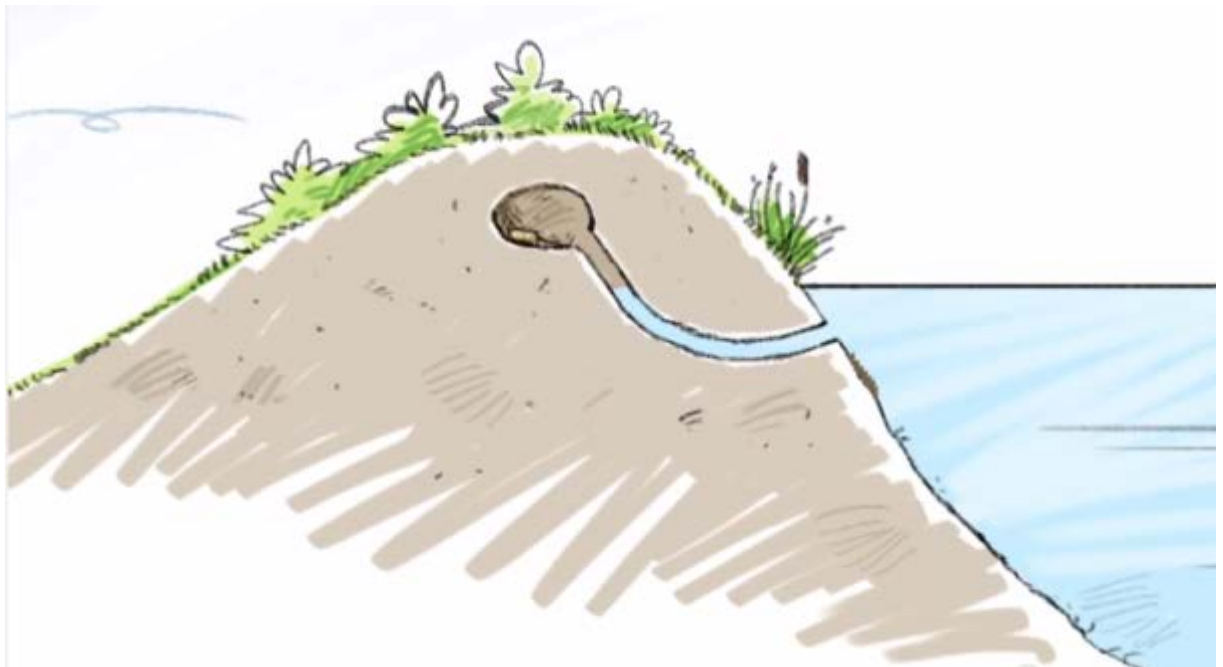
⁵ van Vliet, F., Lengkeek, W. (2007). *Alternatieve strategieën voor de bestrijding van muskusratten*. Culemborg. Bureau Waardenburg bv.

⁶ Verslag symposium 'preventieve maatregelen tegen de graverij', Stowa en Waterschap Rivierenland, bezocht op 13/03/2015, http://www.stowa.nl/nieuws_agenda/agenda/Symposium_Preventieve_maatregelen_tegen_de_graverij_Symposium

1.2. Ecologie en graafgedrag van de muskusrat

De muskusrat graaft onderwaterpijpen in oeverwalud om in het droge bovenwater oeverwalud te wonen en nestkamers te maken (figuur 1). Deze pijpen vormen een waterslot waardoor de muskusrat veilig is voor predatoren⁷. Een bouw (woning) bevat meerdere nestkamers, voor elke worp wordt er een nieuwe kamer in de bouw gegraven. Ook heeft een bouw meerdere pijpen die als vluchtwegen dienen. Volwassen muskusratten kunnen per individu een kubieke meter grond per jaar verplaatsen. Dit levert schade en onveilige situaties op. Naast schade die hersteld moet worden, zorgt de uitgewerkte grond ervoor dat watergangen sneller dichtslibben. Hierdoor moet er meer gebaggerd worden om de watergangen aan hun water afvoerend vermogen te laten voldoen. Het hele leefgebied van een muskusrat bestaat uit 1 tot 5 vierkante kilometer⁸. Een muskusrattenpaar heeft per jaar gemiddeld 3 worpen met per worp gemiddeld 6 jongen. Muskusratten eten vooral de onderste delen van oevervegetatie. Er worden in oevers ook voerpijpen gegraven om bij de plantenwortels te komen. Ze eten voornamelijk riet, gras en waterplanten.

Een volwassen muskusrat weegt circa 1 kilo en is inclusief staart 60 centimeter lang. Muskusratten zijn vooral nacht- en schemeractief en hebben een voor- en najaarstrek. In de voorjaarstrek gaan muskusratten opzoek naar een partner. In de najaarstrek gaan de jongen op zoek naar een eigen territorium. Hiernaast graven de muskusratten in het najaar diepere pijpen in het onderwater talud om te voorkomen dat de bouwen door vorst onbereikbaar worden. In gebieden waar het water ondiep is, de oever te laag of niet genoeg stabiliteit voor graverij biedt, bouwen muskusratten winterhutten van voornamelijk gras en riet. De winterhutten dienen als woonplaats en zorgen dat het water plaatselijk niet dichtvriest. Door deze winterhutten blijven muskusratten in gebieden aanwezig waar de bouwen ongeschikt zijn geworden om in te leven⁷.



Figuur 1. Muskusrattenbouw met waterslot.

⁷ Barends, F. (2007) Handboek: *De bestrijding van muskusrat en beverrat*. TCM-LCCM 2007

⁸ Muskusrat (*Ondatra zibethicus*), Zoogdierverseniging, bezocht op 13/03/15, <http://www.zoogdierverseniging.nl/muskusrat-ondatra-zibethicus>

1.3. Onderzoek en relevantie

De Unie van Waterschappen (UvW) wil weten of de bestrijding gericht, goedkoper en met minder dierenleed kan⁹. In de huidige aanpak van de muskusrattenbestrijding, speuren bestrijders bij alle oevers en waterkeringen, maar deze aanpak is niet met onderzoek onderbouwd. Er zijn allerlei factoren die wellicht een rol spelen met de keuze van een muskusrat voor de locatie van zijn bouw. Zo is er onderzoek gedaan naar de graafvoorkeur van muskusratten bij verschillende bodemtypen. Van de vier onderscheiden bodemtypen; klei, veen, zand en leem en zand, zaten er gemiddeld de meeste schadegevallen per kilometer watergang bij het bodemtype veen. Klei kwam als tweede gevolgd door leem en zand en zand¹⁰. In de literatuur wordt ook besproken dat beschoeiing een potentiële graafwerende maatregel is¹¹. Potentiële graafwerende maatregelen kunnen ervoor zorgen dat muskusratten in een bepaalde oever niet meer of minder goed kunnen graven. Muskusrattenbestrijders zouden ergens niet meer hoeven te zoeken als er in een oever daadwerkelijk geen schade meer door graafwerende maatregelen optreedt.

Vanuit Rijkswaterstaat zijn er in 1999 HSI-modellen (habitat geschiktheid indicator-modellen) gemaakt voor onder meer de muskusrat waarin staat dat de muskusrat voor nestbouw relatief steile oevers nodig heeft¹². Dit met de gedachte dat muskusratten energie-efficiënt voor oevers kiezen. Hiernaast stelt de dierenbescherming dat muskusratten een voorkeur hebben voor steile oevers en in een zeer glooiend talud geen holen graven¹³. Een flauwe oever houdt in dat een oever een hellingsgraad van minder dan 18,4° heeft¹⁴. Oevers met een hellingsgraad van rond de 18,4° (1:3) zijn gangbare oevers en worden door waterschappen steeds vaker gehanteerd zoals bij de inrichting van natuurvriendelijke oevers.

Het gedrag van muskusratten komt op een aantal punten met bevers (*Castor fiber*) overeen. Zo maken bevers ook woonburchten van plantmateriaal en graven ze ook holen in oevers en waterkeringen. Bij bevers is vastgesteld dat flauw aflopende oeverzones veel minder aantrekkelijk zijn om holen in te graven¹⁵.

Enerzijds suggereert de bovenstaande literatuur dat de hellingsgraad van oevertaluds een sleutelrol voor het graafgedrag van de muskusrat en bevers in oevers speelt. Anderzijds blijkt uit de praktijkervaring van de medewerkers van het muskusrattenbeheer geen voorkeur voor steile oevers. De stelling dat muskusratten een voorkeur voor steile oevers hebben, wordt door de medewerkers in het veld niet ondersteund.

In de landelijke veldproef muskusratten (2013-2015) worden verschillende beheerstrategieën onderzocht. De veldproef beoogt inzicht te krijgen in de inzet van bestrijding (tijd in velduren) in relatie tot schade aan waterkeringen. De te onderzoeken beheerstrategieën zijn; verschillende bestrijdingsintensiteiten, meer in bepaalde seizoenen bestrijden en de strategie van objectbescherming¹⁶.

⁹ Veldonderzoek muskusrattenbeheer, Zuiderzeeland, Dolf Moerkens Unie van Waterschappen, bezocht op 20/02/15, <http://www.zuiderzeeland.nl/werkzaamheden/projecten-buurt/veldonderzoek/>

¹⁰ Akkermans, M., van Bendegem, D. (2013) *Verdiepingsslag Landelijke Veldproef muskusratten*. Leeuwarden. Van Hall Larenstein

¹¹ DHV Groep, (2007) *Preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten*

¹² Hollander, H., Reinhold, J. O. (1999) *HSI-modellen voor 5 oevergebonden zoogdiersoorten*. Delft. Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Rijkswaterstaat

¹³ Dierenbescherming., Faunabescherming., Bont voor dieren (2011) *Op alternatieve wijze schade voorkomen*

¹⁴ Willemsen, J. et al. (2008) *Voorbeeldenboek natuurvriendelijke oevers en waterberging*. Ridderkerk. Waterschap Hollandse Delta

¹⁵ Kurstjens G., Niewold, F. (2011) *De verwachte ontwikkelingen van de beverpopulatie in Nederland: naar een bevermanagement*. Beek-Ubbergen. Kurstjens Ecologisch Adviesbureau

¹⁶ Bos, D., Ydenberg, R., Hergarden, I. (2012) *Programma van Eisen veldproef Muskusratten*. Unie van Waterschappen

Bij de eerste bestrijdingsstrategie worden door heel Nederland steekproefsgewijs 117 uurhokken (vakken van 5 bij 5 kilometer) geselecteerd waarin bij 39 uurhokken 30% minder uren aan bestrijding wordt besteed, 39 uurhokken met 30% meer uren bestrijding en 39 uurhokken ter controle, waarin niets veranderd.

Bij de tweede bestrijdingsstrategie wordt 80% van alle inzet gepleegd vanaf het najaar tot en met het voorjaar. De vangsten in deze periode hebben aantoonbaar het grootste effect op de populatiedaling³.

Bij de derde bestrijdingsstrategie worden in twee proefgebieden van april 2014 tot en met april 2017 alleen muskusratten bij kwetsbare objecten weggevangen¹⁷. Een van de twee proefgebieden is Lelystad West. Hier zijn de kwetsbare objecten de dijken aan de randen van het proefgebied en de dijk om het Bovenwater heen. Deze objecten maken maar een klein percentage van het proefgebied uit. Dit betekent dat muskusratten in het overgrote deel van het proefgebied ongestoord mogen graven. De populatie muskusratten in het gebied werd in april 2014 geschat op 80 individuen. Tijdens deze strategie objectbescherming hebben muskusratten door de lage populatiedruk de oevers voor het kiezen. Dit is relatief een kleine populatie voor de omvang van het gebied.

Muskusrattenbestrijders speuren alle oevers af terwijl in de literatuur staat dat de muskusrat voor nestbouw relatief steile oevers nodig heeft¹⁰. Als de literatuur klopt, is te verwachten dat het leeuwendeel van de schade in oevers steiler dan 18,4° aangetroffen wordt. Als kan worden aangetoond dat er een verband is tussen hellingsgraad van bovenwater oevertaluds en schade door muskusratten, kan er gedacht worden aan een diervriendelijke oeverinrichting om muskusrattengraverij uit oevers en waterkeringen te weren.

Dit proefgebied is uitermate geschikt voor een onderzoek naar de relatie tussen hellingsgraad en graafschade door muskusratten.

- Er vindt geen verstoring door de muskusrattenbestrijding plaats, hierdoor worden de muskusratten niet opgejaagd.
- De muskusrattenpopulatie is relatief laag voor de omvang van het gebied. Hierdoor is de onderlinge concurrentie miniem.
- De oevers liggen voor het uitkiezen.
- Er is veel variatie in oevers met verschillende hellingsgraden aanwezig.

Door deze combinatie aan ideale omstandigheden voor de muskusrat zullen de muskusratten naar verwachting bij de meest geschikte oeverplaatsen graven.

De volgende hoofdvraag zal onderzocht worden.

Wat is de relatie tussen de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds en graafschade door muskusratten?

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag zijn de volgende deelvragen opgesteld.

1. In welke mate komen flauwe en steile oevers in het onderzoeksgebied voor?
2. Bij welke hellingsgraden van de eerste meter vanaf het water van het bovenwater oevertalud komt graafschade voor?

De hypothese is dat de muskusrat energie-efficiënt voor een oever kiest waar hij makkelijk droge nestkamers in kan graven. Bij een flauw talud (onder de 18,4°) is de verwachting dat de muskusrat er minder graaft omdat de muskusrat meer energie kwijt is om een langere pijp naar een droog oevergedeelte te graven. Door het lage aantal muskusratten in het proefgebied wordt er verwacht dat graafschades in de makkelijkste oevers zitten, dus met een steil talud.

¹⁷ Meerjarenbegroting 2015-2018, Waterschap Zuiderzeeland, 2014, <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2014-16217/1/Bijlage/exb-2014-16217.pdf>

2. Materiaal en methode

2.1. Beschrijving onderzoeksgebied

Het objectbeschermingsproefgebied ligt westelijk van de spoorlijn Almere-Lelystad-Kampen en wordt omringd door de spoorlijn, de Oostvaardersdijk, de IJsselmeerdijk en de Knardijk (figuur 2). In het proefgebied ligt een groot deel van Lelystad waarin sloten en watergangen grenzen aan oevers van parken, tuinen en groenstroken. In het noordelijke en zuidelijke gedeelte van het proefgebied grenzen sloten en watergangen ook aan beboste omgeving en landbouw. Deze vormen van landgebruik zorgen ook voor variatie in oeverinrichting. Oeverinrichtingen zijn vastgelegd op oeverprofielcodekaarten (leggerkaarten) bij Waterschap Zuiderzeeland.



Figuur 2. Objectbeschermingsproefgebied Lelystad.

2.2. Beschrijving werkwijze

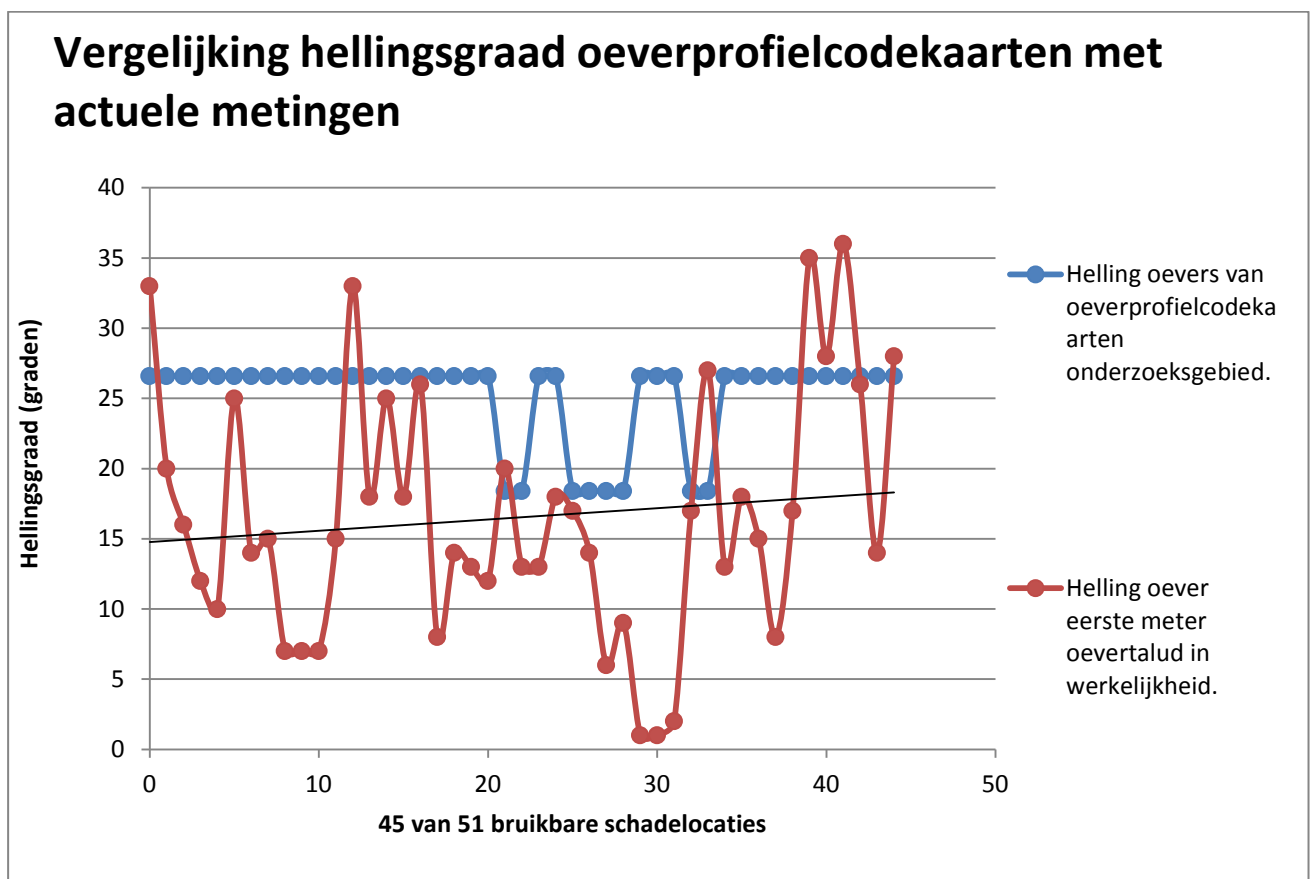
Tussen april en mei 2015 hebben muskusrattenbestrijders voor de objectbeschermingsproef alle muskusrattengraafschades in het proefgebied in kaart gebracht. Elke graafschade heeft een eigen GPS locatie gekregen. Voor dit onderzoek werden al deze GPS locaties langsgedaan om bij elke graafschade in een intacte oever de hellingsgraad van het bovenwatertalud op te meten. De hellingsgraad van bovenwater oevertaluds werd met behulp van een hoekmeter van een halve meter met waterpas vastgesteld. Voor de nauwkeurigheid van de gegevens werd de hoekmeter bij het bepalen van de hellingsgraad over 1 meter op een plank met een lengte van 1 meter gezet. Met behulp van de plank fungeert de hoekmeter als een hele meter. De plank zorgt er ook voor dat de hoekmeter stabiel staat, waardoor de gegevens betrouwbaarder en efficiënter worden verzameld. Hiernaast worden kleine verhoginkjes in het terrein door de plank teniet gedaan.

Bij alle graafschades is eerst gekeken of er beschoeiing of afkalving was. Oevers met beschoeiing of afkalving kunnen niet in de hellingsgraad analyse worden meegenomen omdat het talud in de eerste meter vanaf de waterkant onregelmatig oploopt en onmeetbaar is. Door deze starthoogte hebben muskusratten meer ruimte om in te graven waardoor oevers met afkalving en beschoeiing niets zeggen over of de muskusrat voor een bepaalde helling kiest. Wel hoeven muskusratten in oevers met afkalving en beschoeiing net als bij steile oevers minder ver te graven om een bouw te maken. Als alle graafschades in een intacte oever zonder oeverbescherming zijn voor de hellingsgraad analyse gebruikt. Tijdens de metingen werd bij deze oevers de hellingsgraad op de eerste halve meter zonder plank vanaf het water gemeten. Hierna werd met de plank de hellingsgraad over de eerste hele meter vanaf het water gemeten. Het opmeten van de eerste halve meter werd gedaan om een goed beeld te krijgen of de eerste halve meter afwijkt van de eerste hele meter. De hellingsgraad over de eerste halve meter wordt de controle genoemd. Alleen de hellingsgraad van de eerste hele meter van intacte oevers wordt voor de analyse gebruikt. De opvolgende meters van het oevertalud zijn niet opgemeten omdat deze geen graafschade hoeven te bevatten. De analyse is gedaan van de eerste meter van het bovenwatertalud omdat elke graafschade de eerste meter van het bovenwatertalud heeft aangetast. Wanneer de oever door de muskusrattenschade was verzakt, werd de hellingsgraad bij een zo representatief mogelijk stuk oever naast de schade opgemeten. Tussen 20 april en 1 mei 2015 zijn alle hellingsgraad gegevens bij de bruikbare graafschades verzameld.

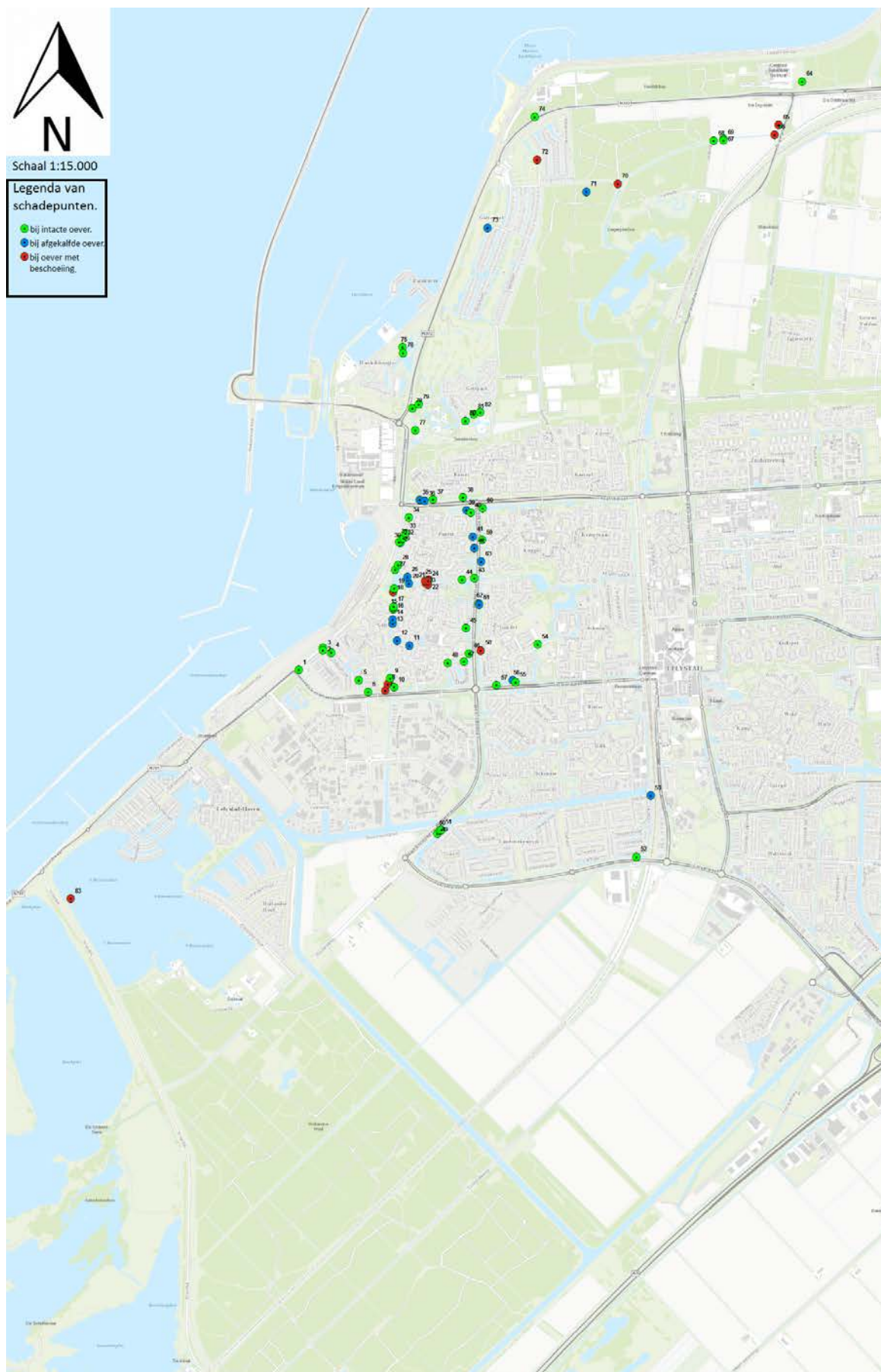
3. Resultaten

Deelvraag 1. In welke mate komen flauwe en steile oevers in het onderzoeksgebied voor?

In het onderzoeksgebied komen volgens de oeverprofielcodekaarten (leggerkaarten) geen flauwe oevers voor, want er zijn geen oevers aangelegd met een hellingshoek van onder de $18,4^\circ$. Oeverprofielcodekaarten geven aan hoe de oevers aangelegd zijn. Uit de resultaten blijkt dat de huidige hellingswaarden in het proefgebied niet overeen komen met de oeverprofielcodekaarten (grafiek 1.). Bij 82% van graafschades in een intacte oever, heeft de eerste meter van de oever namelijk een flauwere hellingsgraad dan bij de oorspronkelijke aanleg. Van 6 schadelocaties (graafschade door muskusrat) waren geen hellingsgraad waarden in de oeverprofielcodekaarten voor de vergelijking aanwezig. Er is veel variëteit in hellingsgraad van bovenwater oevertaluds gemeten. De eerste meter van het oevertalud met de actuele metingen komen in de verste verte niet overeen met de gegevens van de oeverprofielcodekaarten. De mate van voorkomen van flauwe en steile oevers is dus niet met behulp van de oeverprofielcodekaarten te schatten. Wel hebben de actuele metingen bevestigd dat er in het proefgebied veel variatie aan oeverinrichtingen aanwezig is.



Grafiek 1. Schatting gebaseerd op oeverprofielcodekaarten vergeleken met hellingsgraad waarden op de eerste meter van het oevertalud.



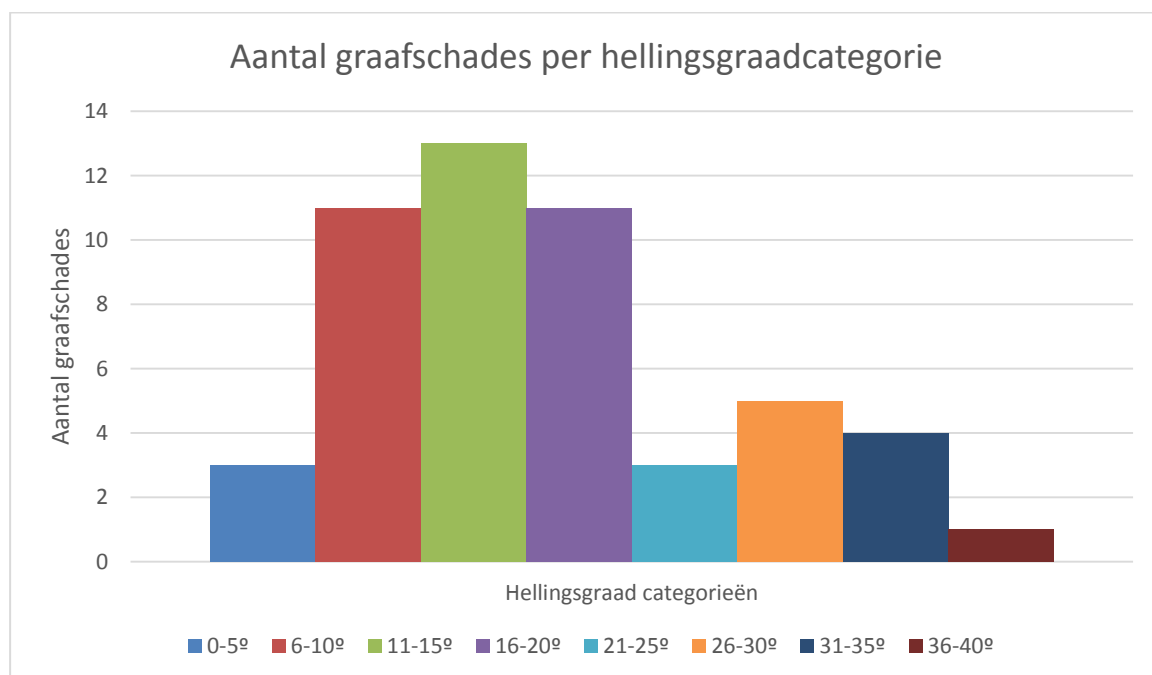
Figuur 3. Aangetroffen graafschades in het objectbeschermingsgraafgebied IJlstad

Deelvraag 2. Bij welke hellingsgraden van de eerste meter vanaf het water van het bovenwater oevertalud komt graafschade voor?

In het proefgebied werden op 83 locaties graafschades aangetroffen (figuur 3). Hiervan werden 51 graafschades aangetroffen in een intacte oever zonder beschoeiing, 18 bij een afgekalfde oever en 14 bij een oever met beschoeiing. Van alleen de 51 graafschades in een intacte oever kon de hellingsgraad over de eerste meter van het bovenwater oevertalud met elkaar worden vergeleken. Uit de analyse van deze 51 graafschades blijkt dat schade door muskusratten is aangetroffen bij een hellingsgraad tussen de 1° en de 36°.

Er is een controlemeting bij graafschades in een intacte oever uitgevoerd om te meten of er een vreemde bocht in de oever zat binnen de eerste meter van het oevertalud. Uit de controle blijkt dat in de eerste halve meter geen afwijkende bochten zitten. De eerste halve meter van het oevertalud is dus representatief voor de eerste hele meter van het oevertalud.

Van de 51 bruikbare graafschades werden er drie aangetroffen bij een hellinggraad tussen de 0-5°. 11 graafschades vielen in de categorie 6-10°, 13 graafschades vielen in de categorie 11-15° en 11 graafschades vielen in de categorie 16-20°. Dit betekent dat afgerond 75% van de graafschades bij een hellingshoek onder de 20° werd aangetroffen. 71% van de bruikbare graafschades werd aangetroffen in een flauw talud (<18,4°). Van de overige 25% vielen er 3 in de categorie 21-25°, 5 in de categorie 26-30°, 4 in de categorie 31-36° en 1 in de categorie 36-40° (grafiek 2).



Grafiek 2. Aantal graafschades op 1^e meter oever per hellingscategorie (categorieën in stappen van 5°).

4. Discussie

4.1. Discussie met betrekking tot de onderzoeksresultaten

Bij de HSI-modellen over de muskusrat wordt aangenomen dat geschikte oevers maximaal een talud van 1:3 ($18,4^\circ$) hebben¹⁰. Een talud van 1:4 is flauwer dan 1:3. Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat afgerond 71% van de graafschades in intacte oevers juist onder een hellingsgraad van $18,4^\circ$ is aangetroffen.

Het is onverwacht dat beschoeiing bij 15% van de graafschades is aangetroffen. Beschoeiing staat in de genoemde literatuur bekend als potentiële graafwerende maatregel. De verwachting was dat muskusratten niet bij beschoeiing in het proefgebied zouden graven.

De hoofdvraag is gebaseerd op dat flauwe taluds bekend staan als energie-inefficiënte oevers waar muskusratten niet graag in graven en steile oevers als energie-efficiënte oevers waar muskusratten makkelijk graven. Van 32 (39%) graafschades kon de hellingsgraad niet vergeleken worden vanwege afkalving van de oever en oeverbeschoeiing. Oevers met afkalving en beschoeiing lopen aan de waterkant steil op. Afkalving en beschoeiing schept voor muskusratten, vergelijkbaar met steile oevers mogelijkheden om energie-efficiënt in te graven. Als de 32 graafschades die niet in de hellingsgraad analyse zijn meegenomen tot steile oevers behoren, dan is graafschade in 47 van de 83 graafschades in een steil talud aangetroffen. Uit alle gegevens komt dan naar voren dat 43% van de graafschades is aangetroffen in een flauw talud en 57% van de graafschades is aangetroffen in een steil talud.

4.2. Discussie met betrekking tot de onderzoeksmethode

Door eventuele meetafwijkingen in de hellingsgraad door vegetatie en kleine oneffenheden in het oevertalud mag uitgegaan worden van een meetafwijking van 1° . Dit is gebaseerd op het gegeven dat hellingsgraden op hele getallen zijn afgerond. Kleine oneffenheden kunnen zorgen dat een waarde in plaats van naar beneden naar boven wordt afgerond. Dit is in de praktijk met behulp van een hoekmeter met en zonder plank op een intacte oever getest. De oever bleek op één graad nauwkeurig te kunnen worden opgemeten.

Een oever met een hellingsgraad lager dan $18,4^\circ$ wordt door de waterschappen benoemd als flauwe oever. Om de hellingsgraad betrouwbaar te meten en duidelijk weer te geven, is er afgerond op hele graden. Oevers met een hellingsgraad van 18° en lager werden als flauwe oevers beschouwd.

Waar de oever bij het water precies begint, kan per meetmoment verschillen. Na een forse regenbui of langdurige droogte kan het waterpeil fluctueren. Hierdoor kunnen metingen plaatselijk mogelijk een paar centimeter opschuiven. In de twee weken waarin de hellingsgraadgegevens werden verzameld, heeft het een enkele keer geregend. Waterpeilfluctuaties zijn daardoor niet meegenomen.

Het is niet zo dat vooral steile oevers beschoeiing krijgen, waardoor alleen flauwe oevers voor de analyse overblijven. In het veld wordt graafschade bij beschoeiing of afkalving in zowel flauwe als steile oevertaluds aangetroffen. Hierdoor blijft voldoende oevervariatie in het proefgebied.

Het onderzoek heeft plaatsgevonden in een gebied met alleen kleigrond. Dit is gedaan om invloeden door verschillende grondsoorten te voorkomen. Het is mogelijk dat het graafgedrag van muskusratten in een gebied met instabiele zandoevers afwijkt van muskusratten in het onderzochte gebied.

5. Conclusie

De onderzochte hoofdvraag is als volgt.

Wat is de relatie tussen de hellingsgraad van bovenwater oevertaluds en graafschade door muskusratten?

De volgende deelvragen zijn onderzocht om de hoofdvraag te beantwoorden.

1. In welke mate komen flauwe en steile oevers in het onderzoeksgebied voor?

De mate van voorkomen van flauwe en steile oevers is niet met behulp van de oeverprofielcodekaarten vast te stellen. Wel hebben de actuele metingen bevestigd dat er in het proefgebied veel variatie in hellingsgraad van oevers aanwezig is. Er is dus voldoende oevervariatie in het onderzoeksgebied aanwezig om de hoofdvraag te beantwoorden.

2. Bij welke hellingsgraden van de eerste meter vanaf het water van het bovenwater oevertalud komt graafschade voor?

De graafschades in intacte oevers zijn bij hellingsgraden tussen de 1° en 36° aangetroffen. Afgerond 71% van de graafschades in de eerste oevermeter van intacte oevers zijn aangetroffen bij een hellingsgraad onder de 18,4°. Graafschade door muskusratten in intacte oevers is in het proefgebied eerder bij een flauw talud dan bij een steil talud aanwezig. Er is geen graafvoorkeur voor steile oevers uit de resultaten te herleiden.

Oevers met afkalving en beschoeiing bevatten een steil stuk talud, waardoor muskusratten er efficiënt in kunnen graven. Er kan dus worden gesteld dat bovenop de graafschades in intacte oevers er 39% van de 83 graafschades in een relatief steil talud zijn aangetroffen. Gekeken naar alle 83 graafschades is de uitkomst dat er geen duidelijke relatie tussen graafschade door muskusratten en hellingsgraad van bovenwater oevertaluds uit het onderzoek naar voren komt.

Samenvattend: er is, met het oog op de hellingsgraad, geen voorkeur voor steile of flauwe oevers uit de resultaten te herleiden. Muskusratten graven in het onderzoeksgebied zowel bij flauwe als steile taluds.

6. Aanbevelingen

Uit de analyse komt naar voren dat flauwe oevers geen graafschade weren. Het is aangeraden om oevers als graafwerende maatregel tegen muskusratten niet flauw in te richten. Het advies is om in andere oeverfactoren naar graafwerende maatregelen te zoeken.

Het is onverwacht dat 15% van de graafschades bij beschoeiing in het stedelijk gebied aangetroffen werd. Beschoeiing wordt in stedelijk gebied doorgaans goed onderhouden. De staat van beschoeiing is tijdens het onderzoek niet onderzocht. Aangezien beschoeiing als potentiële graafwerende maatregel bekend staat, is het aan te raden om te onderzoeken welke beschoeiing graafwerend werkt.

De uitkomsten van dit onderzoek zijn specifiek voor gebieden met een kleigrond. In gebieden met vooral zandoevers, zal graafschade door de instabiliteit van de bodem sneller inzakken. Het is mogelijk dat het graafgedrag van muskusratten in een gebied met instabiele zandoevers afwijkt van muskusratten in het onderzochte gebied.

De muskusrat wil volgens de literatuur een droge bouw hebben, dus is het interessant om te kijken of in een gebied zonder drainage en met kwel (bijv. een moerasgebied) er minder snel schade zal optreden ten opzichte van een gebied met droge grond (stedelijk gebied). Ook kan er worden gekeken hoe muskusratten reageren op het constant vernatten van water doorlaatbare grond boven een bouw. Leidt vernatten van grond tot een graafwerende maatregel?

7. Bronnenlijst

- Akkermans, M., van Bendegem, D. (2013) *Verdiepingsslag Landelijke Veldproef muskusratten*. Leeuwarden. Van Hall Larenstein
- Barends, F. (2007) Handboek: *De bestrijding van muskusrat en beverrat*. TCM-LCCM 2007 Larenstein
- Bos, D., Ydenberg, R., Hergarden, I. (2012) *Programma van Eisen veldproef Muskusratten*. Unie van Waterschappen
- DHV Groep, (2006) *Gevolgen van graverij door muskusratten en beverratten voor de veiligheid van waterkeringen*
- DHV Groep, (2007) *Preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten*
- Dierenbescherming., de Faunabescherming., Bont voor dieren (2011) *Op alternatieve wijze schade voorkomen*
- Gaaff, A., et al. (2007) *Economische schade als gevolg van graverij en vraat door muskusratten*. Den Haag. LEI
- Heidinga, D. (2006). *Pluizige plaagdieren*. Haren. Biologisch Centrum (RUG)
- Hollander, H., Reinhold., J. O. (1999) *HSI-modellen voor 5 oevergebonden zoogdiersoorten*. Delft. Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Rijkswaterstaat
- Kurstjens G., Niewold, F. (2011) *De verwachte ontwikkelingen van de beverpopulatie in Nederland: naar een bevermanagement*. Beek-Ubbergen. Kurstjens Ecologisch Adviesbureau
- Lammertsma, D.R., Niewold, F.J.J. (2005). *Muskusrattenbestrijding in Nederland: een quick scan naar nut, noodzaak en alternatieven*. Wageningen, Alterra
- Meerjarenbegroting 2015-2018, Waterschap Zuiderzeeland, 2014, <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2014-16217/1/Bijlage/exb-2014-16217.pdf>
- Muskusrat (*Ondatra zibethicus*), Zoogdierverseniging, bezocht op 13/03/15, <http://www.zoogdierverseniging.nl/muskusrat-ondatra-zibethicus>
- Veldonderzoek muskusrattenbeheer, Zuiderzeeland, Dolf Moerkens Unie van Waterschappen, bezocht op 20/02/15, <http://www.zuiderzeeland.nl/werkzaamheden/projecten-buurt/veldonderzoek/>
- Verslag symposium 'preventieve maatregelen tegen de graverij', Stowa en Waterschap Rivierenland, bezocht op 13/03/2015, http://www.stowa.nl/nieuws___agenda/agenda/Symposium__Preventieve_maatregelen_tegen_de_graverij_Symposium_
- van Vliet, F., Lengkeek, W. (2007). *Alternatieve strategieën voor de bestrijding van muskusratten*. Culemborg. Bureau Waardenburg bv.
- Willemsen, J. et al. (2008) *Voorbeeldenboek natuurvriendelijke oevers en waterberging*. Ridderkerk. Waterschap Hollandse Delta