

Preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten

Opdrachtgever Bestuurlijke Commissie Muskusrattenbestrijding

november 2007
definitief

Preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten

dossier : A7400.01.001
registratienummer : WG-SE20070205
versie : D1

Opdrachtgever Bestuurlijke Commissie Muskusrattenbestrijding

november 2007
definitief

VOORWOORD

Muskusratten en beverratten worden in Nederland bestreden voor de veiligheid van onze waterkeringen en ter voorkoming van economische en ecologische schade. In de huidige situatie met bestrijding zijn tot nu toe onveilige situaties en belangrijke schades uitgebleven. Door stijgende vangsten in de beginjaren van deze eeuw zijn maatschappelijke en bestuurlijke vragen ontstaan over nut en noodzaak van de muskusrattenbestrijding. Te denken valt aan de vraag of de veiligheid werkelijk in het geding is, bestrijden effectief is, bijvangsten verder voorkomen kunnen worden en dergelijke. Een onderzoek uitgevoerd door Alterra maakte duidelijk dat veel vragen nog onbeantwoord zijn en verder onderzoek noodzakelijk is. Daarom is in 2006 een onderzoeksprogramma, van in totaal 7 onderzoeken, gestart naar de verschillende aspecten van bestrijding van muskusratten en beverratten in Nederland. Eind 2007 zal het totale onderzoeksprogramma zijn afgerond.

Bij de verschillende onderzoeken uit dit programma komen twee aspecten nadrukkelijk aan de orde. Er wordt onderzocht of bestrijding om redenen van veiligheid en economische schade überhaupt moet worden voortgezet en zo ja, hoe bestrijding in de toekomst dan zou moeten worden uitgevoerd. In dat verband wordt o.a. gekeken naar strategie, organisatie, middelen en methoden.

Het voorliggende rapport is het resultaat van het onderzoek naar preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten in waterkeringen. Dit is één van de zeven onderzoeken uit het onderzoeksprogramma. Het maakt inzichtelijk wat de mogelijkheden zijn om graverij van muskusratten en beverratten in onze waterkeringen vroegtijdig te beperken en te voorkomen. Dit rapport levert een belangrijke bijdrage aan de discussie over nut en noodzaak van de bestrijding in Nederland. Deze rapportage kan echter niet los worden gezien van de resultaten van de overige zes onderzoeken uit het onderzoeksprogramma. De onderzoeken uit het onderzoeksprogramma vormen dan ook één samenhangend geheel. Een goede bestuurlijke afweging over het nut en de noodzaak van muskusrattenbestrijding kan het beste gemaakt worden wanneer alle onderzoeksresultaten beschikbaar zijn en in samenhang kunnen worden beoordeeld.

De 7 onderzoeken zijn:

1. graverij en waterkeringen (veiligheid);
2. populatieontwikkeling en veiligheid van waterkeringen;
3. (economische) schade;
4. alternatieve bestrijdingsmethodieken;
5. **preventieve maatregelen;**
6. vangmiddelgebruik;
7. organisatie van de bestrijding.

Begeleidingscommissie onderzoek "Preventieve maatregelen"

SAMENVATTING

De beveiliging tegen overstroming met waterkeringen vormt een wezenlijk vereiste voor de bewoonbaarheid van grote delen van ons land. Door graverij van muskusratten en beverratten ontstaat schade aan waterkeringen, waardoor de kans op bezwijken toeneemt. De muskusrat (*Ondatra zibethicus*) en de beverrat (*Myocastor coypus*) worden daarom sinds oudsher in Nederland bestreden.

Nut en noodzaak van de bestrijding van muskusratten is regelmatig onderwerp van discussie. Om een bijdrage te leveren aan gefundeerde besluitvorming over de toekomst van de bestrijding heeft de Bestuurlijke Commissie Muskusrattenbestrijding (BCM) een zeventalig onderzoeksprogramma opgestart, waaronder onderhavig onderzoek naar de mogelijkheden van preventieve maatregelen ter bescherming van de waterkeringen tegen graverij door muskusratten en beverratten.

Doelstelling

Doel van voorliggend onderzoek is het inventariseren van bestaande en reeds toegepaste preventieve technieken en maatregelen tegen graverij door muskusratten en beverratten, het uitwerken van aanvullende denkbare preventieve maatregelen en het beoordelen van de haalbaarheid van de verschillende (combinaties van) preventieve maatregelen.

Overzicht preventieve maatregelen

Preventieve maatregelen gericht op het voorkomen van graverij in waterkeringen zijn onder te verdelen in de volgende drie categorieën maatregelen.

1. “niet willen”, dit is het onaantrekkelijk maken van de waterkering voor het graven, door bepaalde voorwaarden voor de aanwezigheid van muskusratten en/of beverratten te verplaatsen of weg te nemen.
2. “niet kunnen”, dit is het aanbrengen van elementen die het graven van muskusratten en beverratten in waterkeringen fysiek onmogelijk maken.
3. “overdimensioneren”, waarbij de feitelijke waterkering zodanig wordt gedimensioneerd dat eventuele graverij de veiligheid tegen overstromen niet aantast.

Van iedere categorie zijn maatregelen benoemd en omschreven (in totaal 14). Vervolgens zijn deze beoordeeld op zeven criteria, zie de tabel hieronder.

Beoordeling preventieve maatregelen

De tabel geeft inzicht in de specifieke voor- en of nadelen per preventieve maatregel.

	Criterium maatregel	Waterkering-technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaatbaarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu-techniek	Kosten
Niet willen	Schrikmethode ¹⁾	--	++	-	X	0	0	X
	Grondbewerking	--	--	--	--	--	X	X
	Maaibeheer	--	--	--	--	--	X	X
	Waterpeilbeheer	-	0	--	--	--	X	X
	Begroeiing	-	--	-	--	--	0	0
	Dempen teensloot	+	-	--	-	--	0	-
	Geurstoffen ¹⁾	-	++	X	X	X	X	X
Niet kunnen	Beschoeiing	++	0	0	0	0	-	--
	Bekleding	+	-	--	0	--	-	--
	Gaas	+	--	0	+	+	--	--
	Geotextiel	+	--	0	+	+	-	-
	Horizontaal	+	-	0	+	+	-	-
	Betonnen dijk	++	++	--	--	--	-	--
	Overdimensionering	++	-	+	--	X	0	--

++ sterk positief effect

0 geen effect

X effect onbekend of niet meebaar

+ positief effect

- negatief effect

-- sterk negatief effect

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

In bijlage 5 is een overzicht van de kosten van de verschillende maatregelen opgenomen

Op basis van de inventarisatie en bovenstaande beoordeling zijn de volgende conclusies getrokken en aanbevelingen geformuleerd.

Effecten en haalbaarheid preventieve maatregelen

Ten aanzien van effecten en haalbaarheid van de beoordeelde maatregelen zijn de volgende conclusies getrokken.

- Uit de beoordeling van alle preventieve maatregelen blijkt dat geen van de maatregelen voldoende zekerheid geeft dat geen schade optreedt door graverij van muskusratten en beverratten. Een aantal maatregelen heeft wel een effect maar als de populatie groeit dan ontstaat alsnog een te groot risico op onacceptabele schade door graverij. Het bestrijden van muskusratten en beverratten om de populatieomvang te beheersen blijft dus noodzakelijk.
- Maatregelen die behoren tot de categorie “niet willen” hebben een beperkt (soms tijdelijk) effect en daarom blijft er een groot risico op schade aan de waterkering door graverij. Het individueel gedrag van muskusratten en beverratten is onvoorspelbaar en met de toename van de populatie neemt het risico op te grote schade aan de waterkering toe. Bij de inzet van deze maatregelen is het dus van belang om ook de omvang van de populatie te beheersen.
- Maatregelen die graafwerend zijn (“niet kunnen”) beperken de schade door graverij, maar zijn relatief duur en kunnen negatieve consequenties hebben voor het beheer en onderhoud. Ook zijn deze maatregelen niet 100 procent effectief. Het is niet te voorspellen hoe muskusratten en beverratten hun gedrag aanpassen aan gewijzigde omstandigheden, zoals een hogere populatie als er niet meer wordt bestreden. Of de maatregel moet dusdanig robuust zijn uitgevoerd (een waterkering volledig uit beton samenstellen) dat graverij feitelijk onmogelijk is geworden. Hier zijn echter hoge kosten aan verbonden en veel ecologische en/of landschappelijke bezwaren.
- Door overdimensionering kan worden voorkomen dat onacceptabele schade door graverij ontstaat. Voor deze maatregelen moet wel voldoende ruimte beschikbaar zijn. Hoe zwaarder de maatregel (langere damwand, zwaardere bekleding of grotere graafberm) des te groter de populatiedruk waarbij de maatregel werkzaam is en daarmee des te lager de noodzakelijke inspanningen op het gebied van bestrijding.
- Een overdimensioneringsberm, mits goed ingericht, kan een positief effect hebben op ecologische aspecten als soortendiversiteit etc en biedt meer mogelijkheden voor landschappelijke inrichting.
- In het algemeen kan worden geconcludeerd dat over het (graaf) gedrag van muskusratten en beverratten in relatie tot preventieve maatregelen weinig bekend is. Met name is onbekend wat het effect op langere termijn is van preventieve mogelijkheden in de praktijk bij een substantiële groei van de populatie en bij verschillende (vooral hoge) populatiedichtheden.
In het verleden zijn hierover onvoldoende gegevens vastgelegd. Tevens is in het onderzoek geconstateerd dat weinig bekend is over het effect van preventieve maatregelen op andere diersoorten en natuurwaarden.

Integrale aanpak wordt aanbevolen

Uit de beoordeling blijkt dat geen van de preventieve maatregelen een absolute voorkeur heeft. Een gecombineerde inzet van verschillende maatregelen ligt daarom voor de hand, waarbij bestrijding/beheersing van de populatie noodzakelijk blijft. Het gaat hierbij om het zodanig combineren van maatregelen dat een evenwicht wordt gevonden tussen een acceptabel risico op schade door graverij, de intensiteit van inspecties en schadereparatie, de inzet van preventieve maatregelen en het beheersen van de populatieomvang (bestrijden). Als meest effectieve aanpak wordt aanbevolen:

- Het inzetten van graafwerende constructies (“niet kunnen”) in combinatie met het creëren van aantrekkelijke plaatsen waar graven geen schade geeft (“wel kunnen”) én het beperken van de populatie omvang (bestrijden). Door het creëren van aantrekkelijke ongevaarlijke graafplaatsen wordt het effect van graafwerende constructies versterkt.

- De inzet van preventiemaatregelen te combineren met een dijkverbeteringsronde of regulier onderhoud. Dit biedt mogelijkheden om graafwerende constructies op te nemen in het ontwerp van de waterkering en om overdimensionering als maatregel in te zetten. De kosten zijn dan aanzienlijk lager dan dat de maatregelen op zich zelf staand moeten worden uitgevoerd in de bestaande situatie. Tevens zijn er mogelijkheden voor een goede landschappelijke inpassing.
- Gegevens over het effect van de preventieve maatregelen in relatie tot de populatieontwikkeling en dichtheid systematisch te verzamelen. Hierbij tevens registreren en/of onderzoeken wat het effect van preventieve maatregelen is op andere diersoorten en natuurwaarden.

Voorlichting en ontwerpisen

Ontwerpers van waterkering zijn zich veelal nog onvoldoende bewust van de invloed van het ontwerp op het graven door muskusratten en beverratten. Soms worden onbedoeld aantrekkelijke omstandigheden voor muskusratten en beverratten gecreëerd. Zo zijn in de laatste dijkverbeteringsronde veel waterrijke natuurgebieden aangelegd, die een zeer aantrekkelijke biotoop vormen voor bewoning door muskusratten. Daarom wordt aanbevolen:

- algemene ontwerpisen en/of richtlijnen op te stellen en voorlichting te geven aan ontwerpers. Preventieve maatregelen kunnen dan meteen in het ontwerp worden meegenomen.

INHOUD	BLAD
VOORWOORD	1
SAMENVATTING	2
1 INLEIDING	4
1.1 Situatie	4
1.2 Doelstelling	4
1.3 Afbakening onderzoek	4
1.4 Aandachtspunten en definities	4
1.5 Aanpak	4
2 OVERZICHT PREVENTIEVE MAATREGELEN	4
2.1 Inleiding	4
2.2 Resumé literatuuronderzoek en interviews	4
2.3 Beschrijving bestaande en toegepaste maatregelen	4
2.3.1 Referentie preventieve maatregelen	4
2.3.2 Methoden die schrik aanjagen	4
2.3.3 Habitat manipulatie en cultuurtechnische oplossingen	4
2.3.4 Graverij werende maatregelen	4
2.4 Nieuwe (combinaties van) preventieve maatregelen	4
3 CRITERIA TEN BEHOEVE VAN DE BEOORDELING	4
3.1 Inleiding	4
3.2 Onderscheid naar waterkeringtype	4
3.3 Beoordelingscriteria preventieve maatregelen	4
3.4 Effectiviteit van de preventieve maatregelen	4
3.5 Beheer en onderhoud	4
3.6 Ecologische en natuurwaarden	4
3.7 Toelaatbaarheid	4
3.8 Landschappelijke, cultuurtechnische en archeologische waarden	4
3.9 Milieuhygiënische aspecten	4
3.10 Kosten	4
4 BEOORDELING PREVENTIEVE MAATREGELEN	4
4.1 Inleiding	4
4.2 Referentie preventieve maatregelen	4
4.3 Habitatmanipulatie en cultuurtechnische oplossingen	4
4.4 Graverij werende maatregelen	4
4.5 Maatregelen die waterkeringen bestand maken tegen graverij	4
4.6 Samenvatting preventieve maatregelen	4
5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	4
6 INTEGRALE AANPAK WORDT AANBEVOLEN	4
7 COLOFON	4

Bijlagen

1	VERKLARENDE WOORDENLIJST
2	LITERATUURLIJST
3	INTERVIEWS
4	WETGEVING
5	KOSTENBIJLAGE

1 INLEIDING

1.1 Situatie

De muskusrat (*Ondatra zibethicus*) en de beverrat (*Myocastor coypus*) worden in Nederland bestreden met als belangrijkste reden de veiligheid van de waterkeringen te waarborgen en doorbraken te voorkomen. Nut en noodzaak van de bestrijding van muskusratten zijn regelmatig onderwerp van discussie. Naar aanleiding van een bestuurlijk symposium in 2004 waar de nut en noodzaak ook ter discussie zijn gesteld, heeft de Landelijke Coördinatie Commissie Muskusrattenbestrijding (LCCM) in 2005 een verkennend onderzoek laten uitvoeren door Alterra. Op basis van dit onderzoek (quick scan naar nut en noodzaak van de muskusrattenbestrijding) is geconcludeerd dat voldoende betrouwbare gegevens ontbreken (zie ook Lammertma & Niewold, 2005) en een uitgebreider vervolgonderzoek nodig is. Verschillende aspecten worden nader onderzocht, waaronder de mogelijkheden van preventieve maatregelen ter bescherming van de waterkeringen tegen graverij door muskusratten en beverratten en ter voorkoming van (economische) schade en overlast.

Van de bestaande preventieve maatregelen is geen landelijk overzicht beschikbaar. Wel is bekend dat op verschillende locaties in Nederland en daarbuiten preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten en/of beverratten zijn toegepast. Ook zijn er maatregelen toegepast die in eerste instantie een ander doel dienden dan graverijpreventie, maar die als neveneffect een preventieve werking bleken te hebben als graverijwerende constructie. In het kader van het overkoepelend onderzoek naar nut en noodzaak van de bestrijding van muskusratten en beverratten wordt het zinvol geacht mogelijke preventieve maatregelen in beeld te brengen. Hiertoe wordt een verkennend onderzoek uitgevoerd naar bestaande, toegepaste en eventueel op basis hiervan te ontwikkelen nieuwe maatregelen. Uit een aantal criteria ten aanzien van onder meer de effectiviteit, wettelijke mogelijkheden, financiële aspecten en criteria gerelateerd aan natuur, milieu en cultuurhistorie zal het dan mogelijk zijn tot een selectie van toe te passen preventieve maatregelen te komen.

1.2 Doelstelling

De Bestuurlijke Commissie Muskusrattenbestrijding (BCM) heeft DHV gevraagd een bijdrage te leveren aan een gefundeerde besluitvorming over de toekomst van de bestrijding van de muskusrat en de beverrat, uit oogpunt van veiligheid, schade en overige overlast. Voorliggend onderzoek maakt deel uit van de zeven onderzoeken ten behoeve van de discussie over nut en noodzaak van de bestrijding en spitst zich toe op preventieve maatregelen tegen schade en overlast van muskusratten en beverratten.

Doel van voorliggend onderzoek is het inventariseren van bestaande en reeds toegepaste preventieve technieken en maatregelen tegen graverij door muskusratten en beverratten, het uitwerken van aanvullende denkbare preventieve maatregelen en het beoordelen van de haalbaarheid van de verschillende (combinaties van) preventieve maatregelen.

Meer specifiek zijn de volgende onderzoeksvragen gesteld:

- Welke preventieve maatregelen om schade door graverij van muskusratten of beverratten te beperken of te voorkomen zijn al eerder toegepast of zijn nu of op korte termijn toepasbaar?
- Wat zijn de effecten van deze maatregelen op ecologie (waaronder andere soorten), landschap en milieu?
- Hoe is de effectiviteit, de technische uitvoerbaarheid, de betrouwbaarheid en de duurzaamheid van deze maatregelen (voor- en nadelen)?

- Wat zijn de kosten voor aanleg, onderhoud en beheer van de verschillende maatregelen?

Tevens kan de vraag gesteld worden waarom muskusratten en/of beverratten niet voorkomen op bepaalde locaties - gerelateerd aan waterkeringen - waar ze vanuit de aanwezige omgevingsfactoren gezien wel verwacht zouden kunnen worden. Indien de (verborgen) criteria die hieraan ten grondslag liggen inzichtelijk gemaakt worden, kan dit wellicht resulteren in een eenvoudiger methode om het doel, het beperken van graafschade aan waterkeringen, te bereiken.

Ten behoeve van het beantwoorden van de onderzoeksvragen met ecologische, landschappelijke en/of milieuaspecten maakt DHV gebruik van de specialistische diensten van Wageningen UR.

1.3 Afbakening onderzoek

De huidige preventiepraktijk op het gebied van muskusratten- en beverrattenschade aan waterkeringen betreft het wegvangen van de gravers. De eliminatiemethoden hebben gemeen dat zij de populatieomvang op een directe wijze beïnvloeden. De huidige ter beschikking staande technieken omvatten vangst (bestaande uit een verscheidenheid aan vangmiddelen), geboortebeperving en vergiftiging. In Nederland worden momenteel uitsluitend technische vangmiddelen toegepast.

Dergelijke methoden, welke de populatie direct beïnvloeden, behoren niet tot de scope van voorliggend onderzoek. In dit kader wordt uitsluitend ingezoomd op maatregelen die het graafgedrag beïnvloeden en geen (direct) effect hebben op de populatieomvang. Het bestaan van een indirect effect (causaal verband) tussen preventieve maatregelen en de populatie kan niet worden uitgesloten. Wel staat voorop dat het doel van preventieve maatregelen gericht is op het beperken of verhinderen van graafactiviteiten in waterkeringen en niet het veranderen van de populatiedichtheid in een gebied.

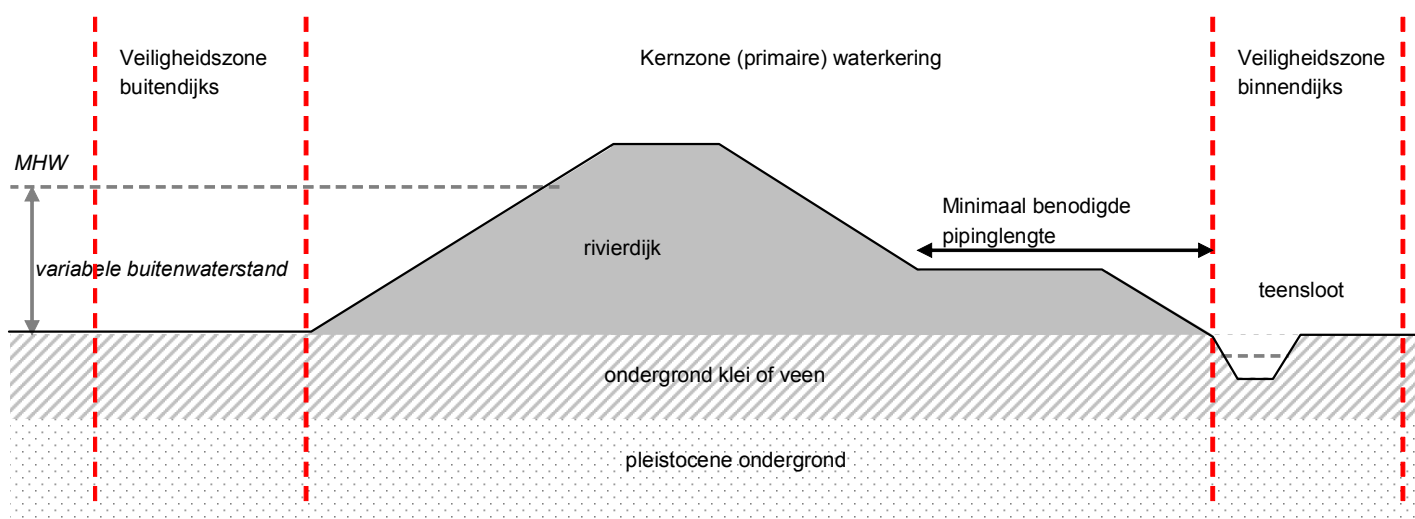
Twee hoofdtypen preventieve maatregelen kunnen onderscheiden worden binnen de scope van dit onderzoek. De meest primaire preventieve maatregel is het zorgen dat geen muskusratten en beverratten in het gebied op en rond de waterkeringen voorkomen. De maatregelen die gericht zijn op het voorkomen graverij in waterkeringen zijn onder te verdelen in drie categorieën:

1. Een eerste type preventieve maatregelen betreft het aanbrengen van elementen die het graven van muskusratten en beverratten in waterkeringen fysiek onmogelijk maken. Gedacht kan worden aan het aanbrengen van harde constructies zoals beschoeiingen en/of damwanden, het aanbrengen van harde bekleding in combinatie met graaf(activiteiten)werend doek en overige harde elementen die het graven beletten.
2. Een tweede type maatregelen heeft betrekking op het onaantrekkelijk maken van de waterkering door bepaalde voorwaarden voor de aanwezigheid van muskusratten en/of beverratten te plaatsen of weg te nemen. Dit kan betrekking hebben op voedsel of een geschikte woonomgeving. Het verschil tussen de eerste en de tweede methode laat zich kortweg omschrijven als het niet meer "kunnen" graven en het niet meer "willen" graven in oevers (al dan niet van waterkeringen).
3. Een laatste methode die kan worden aangemerkt als preventieve maatregel heeft betrekking op het overdimensioneren van de feitelijke waterkering, zodat eventuele graverij niet de veiligheid tegen overstrooming aantast. Voorwaarde voor het functioneren van een overdimensie is de garantie dat de werkelijke waterkering niet kan worden aangetast. Dit kan op twee manieren worden gewaarborgd, Toepassing in combinatie met een maatregel die het graven onaantrekkelijk of onmogelijk maakt is een mogelijkheid. Hiermee wordt voorkomen dat de gravers aan de werkelijke waterkering beginnen zodra zij door de "graafberm" heen zijn. De tweede mogelijkheid hangt samen met de dimensionering van een dergelijke constructie. Afhankelijk van de omvang van de graafactiviteiten – en hiermee tevens van de populatiedichtheid en de beoogde levensduur van de graafconstructie – zal de omvang van de overdimensionering worden vastgesteld.

1.4 Aandachtspunten en definities

Een belangrijk uitgangspunt bij het definiëren van preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten en beverratten in waterkeringen heeft betrekking op de primaire functie van de waterkering. De primaire functie van een dijk of dam is van waterkeringstechnische aard, het beschermen van het achterland tegen overstroming. Om deze functie te kunnen vervullen dient een waterkering over een vastgestelde hoogte en sterkte te beschikken. De definitie en afmetingen van de feitelijke waterkering zijn vastgelegd in de vigerende ontwerp- en toetsleidraden. Enkele begrippen zijn ter toelichting opgenomen in bijlage 1. In figuur 1.1 zijn enkele waterkerende onderdelen visueel toegelicht.

Figuur 1.1 Definitie waterkeringstechnische onderdelen en zones



Verschillende typen waterkering kunnen bovendien onderscheiden worden, bijvoorbeeld op basis van de variatie in buitenwaterstand of de aan- of afwezigheid van een teensloot of pipingberm. Daarnaast kunnen waterkeringen over verschillende nevenfuncties beschikken (bewoning, infrastructuur, natuur, etc.). Met deze verschillen is in de beoordeling van de preventieve maatregelen rekening gehouden.

Bij het opstellen van de longlist aan mogelijke preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten zijn niet uitsluitend zuiver technische oplossingen geselecteerd. Met technische middelen kunnen alle problemen in principe worden opgelost. Indien bijvoorbeeld alle waterkeringen in beton zouden worden uitgevoerd, is graverij geen probleem meer. De vraag is echter, willen we een dergelijke oplossing en willen we de kosten voor deze dure oplossing dragen. Hierbij speelt natuurlijk ook de schaal waarop oplossingen moeten worden toegepast. Indien het lokaal toepassen van een zware maatregel de problematiek van een groot tracé kan oplossen, dan dient dit natuurlijk overwogen te worden. Voorop staat dat van alle mogelijke maatregelen de consequenties, lokaal en regionaal, in beeld moeten worden gebracht.

1.5 Aanpak

In voorliggend onderzoek wordt beoogd een zo volledig mogelijk overzicht van eventuele preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten en beverratten samen te stellen. Naar alle waarschijnlijkheid zullen niet alle gevonden maatregelen toepasbaar zijn voor alle typen onderscheiden waterkeringen. Wellicht zijn er zelfs maatregelen die überhaupt niet geschikt worden geacht voor toepassing in de Nederlandse waterkeringen. Op basis van een eerste grove beoordeling wordt een selectie gemaakt van maatregelen die “haalbaar” worden geacht voor de beoogde toepassing. Deze eerste schifting zal hoofdzakelijk plaatsvinden op basis van een waterkeringtechnische afweging. Hierbij speelt ook dat de beoordeling plaats heeft in de huidige tijdsgeest, in de toekomst en onder andere omstandigheden kan een dergelijke beoordeling op geheel andere wijze uitvallen. Voor de volledigheid zijn wel alle denkbare maatregelen gerapporteerd, zodat de inhoud van dit rapport niet zijn bruikbaarheid verliest met het verstrijken van de tijd. In de toekomst kan nog steeds een nieuwe beoordeling van de preventieve maatregelen worden uitgevoerd op basis van de dan heersende tijdsgeest met bijbehorende normen en waarden.

Samenvattend is in de aanpak van het onderzoek een drietal stappen onderscheiden, te weten:

1. Inventarisatie van bestaande en reeds toegepaste technieken en maatregelen;
2. Uitwerken van aanvullende denkbare maatregelen, bezien vanuit technisch oogpunt waterkering;
3. Beoordelen haalbaarheid van de verschillende (combinaties van) preventieve maatregelen;

Stap 1 omvat een bureaustudie, waarin zowel een literatuuronderzoek als een aantal (telefonische) interviews betrokken zijn. Doel van deze onderzoeksstap is het verkrijgen van een zo volledig mogelijk overzicht van preventieve maatregelen, waarbij per maatregel is ingegaan op praktijkervaringen met en achtergronden van deze maatregel.

In de vervolgstap (stap 2) zijn mogelijke preventieve maatregelen tegen graverij uitgewerkt. Hierbij is speciaal ingegaan op maatregelen ten behoeve van waterkeringen. Indien noodzakelijk zal in deze stap onderscheid worden gemaakt in verschillende typen waterkeringen, zoals dit ook in het veiligheidsonderzoek (DHV, 2006) is aangehouden. De noodzaak tot het maken van een dergelijke onderverdeling hangt samen met kenmerken van de verschillende typen waterkeringen in relatie tot de gevoeligheid voor graverij en hiermee samenhangend de mogelijkheden voor het nemen van preventieve maatregelen.

Als laatste stap (3) is de haalbaarheid van de verschillende maatregelen beoordeeld. Ten behoeve van deze beoordeling is een aantal criteria geformuleerd met betrekking tot (onder meer) beheer en onderhoud, ecologie, flora en fauna, uitvoerbaarheid, kosten.

Resultaat van deze stap is een compleet overzicht van mogelijke preventieve maatregelen, inclusief een overzicht van voor- en nadelen per maatregel.

Het onderzoek pretendeert niet de enige juiste preventieve maatregel te kunnen selecteren. Doelstelling is eerder het aanleveren van een totaaloverzicht aan maatregelen die toegepast zouden kunnen worden, toegespitst op verschillende situaties (typen waterkeringen) met daarbij inzichtelijk gemaakt voor- en nadelen en inzicht in directe en indirecte kosten van de maatregelen. Directe kosten hebben hierbij betrekking op de aanschaf van materialen, aanlegkosten etc. Indirecte kosten kunnen betrekking hebben op bijvoorbeeld een hogere inspectiefrequentie etc.

Foto 1.1: Onbeschermde oever met natuurgebied - dijkkring 45 (Grebbedijk)



2 OVERZICHT PREVENTIEVE MAATREGELEN

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk is informatie over bestaande en/of reeds toegepaste maatregelen en technieken om graverij door muskusratten en beverratten te voorkomen verzameld uit (inter)nationale literatuur. Deze literatuurstudie is aangevuld met gesprekken en/of interviews met leden van de Technische Commissie Muskusrattenbestrijding, waterkeringbeheerders en bestrijders van muskusratten en beverratten. Ook heeft afstemming plaats gevonden met Alterra. In de quick scan naar nut en noodzaak zijn enige mogelijke preventieve maatregelen genoemd. Deze maatregelen komen tevens in voorliggend onderzoek aan de orde. Daarnaast loopt momenteel een onderzoek naar graverij van bevers in rivierdijken (uitgevoerd door Freek Niewold in opdracht van waterschap Rivierenland/ Staatsbosbeheer). De ervaringen met in dit kader uitgevoerde en onderzochte maatregelen zijn eveneens verwerkt in deze studie.

Bij het uitvoeren van de inventarisatie is vooral aandacht besteed aan het rubriceren van de maatregelen naar type kade waarin de verschillende maatregelen zijn toegepast en, voor zover bekend, hoe effectief de maatregelen zijn ten aanzien van het voorkomen van graverij. Ook zijn (onder meer) de kosten beschouwd en is aandacht besteed aan de inspanningen ten behoeve van het beheer en onderhoud van de oplossingen.

Paragraaf 2.3 resulteert in een gerubriceerd overzicht van bestaande preventieve maatregelen en dient als basis voor het totaaloverzicht van mogelijke preventieve maatregelen.

Paragraaf 2.4 behandelt stap 2 van het onderzoek; de uitwerking van mogelijke preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten en beverratten in waterkeringen. In deze stap zijn in aanvulling op de resultaten van stap 1 (inventarisatie) denkbare (combinaties van) preventieve maatregelen uitgewerkt die (op korte termijn) toepasbaar zijn. Bij het uitwerken van de mogelijke maatregelen is gebruik gemaakt van de inzichten die verkregen zijn op basis van het onderzoek naar de invloed van graverij op de veiligheid van waterkeringen. Vooral inzichten in de aard van graverij door muskus- en beverratten in waterkeringen en in de kwetsbaarheid van de verschillende typen waterkeringen voor de verschillende vormen en locaties van graverij. Daarnaast is gebruik gemaakt van algemene ecologische inzichten in het leef- en graafgedrag van muskus- en beverratten.

Wellicht ten overvloede wordt herhaald dat de te beoordelen preventieve maatregelen uitsluitend betrekking hebben op het graverijwerend maken van waterkeringen, op welke wijze dan ook. De beïnvloeding van de populatie door bijvoorbeeld het inzetten van predatoren (mocht dit realistische mogelijkheden bieden) behoort niet tot de scope van het onderzoek. Het toepassen van geurstoffen, zoals de geur van een natuurlijke vijand (alligatoruitwerpselen) behoort wel tot de te beschouwen maatregelen, aangezien hiermee het leefgebied gemanipuleerd wordt.

2.2 Resumé literatuuronderzoek en interviews

Ten aanzien van de bevindingen op basis van de gevoerde interviews worden vooraf enkele opmerkingen gemaakt, welke betrekking hebben op de bruikbaarheid van de verzamelde gegevens. In zijn algemeenheid wordt geconcludeerd dat de aangeleverde informatie veelal subjectief en soms zelfs tegenstrijdig is. Vooral het achterhalen van de omstandigheden waaronder een maatregel al dan niet functioneert, is zeer gecompliceerd. Ditzelfde geldt voor het uit literatuuronderzoek verkregen overzicht van maatregelen. De informatie verkregen uit literatuuronderzoek en interviews is vooral gebruikt voor het

opstellen van de lijst van bestaande preventieve maatregelen. De verkregen gegevens met betrekking tot het al dan niet functioneren van maatregelen is uitsluitend informatief beschouwd.

Samenvattend kunnen op basis van de gevoerde interviews twee typen maatregelen worden onderscheiden. Maatregelen die graverij fysiek onmogelijk trachten te maken en maatregelen die de waterkering voor de muskusrat of beverrat aantrekkelijk maken. Combinaties van beide methoden komen ook aan de orde.

Maatregelen die graverij aantrekkelijk maken, kunnen worden toegepast in de directe nabijheid van gevoelige objecten of objecten waar de bestrijding gecompliceerd is. Doel van een dergelijke aantrekkelijke locatie is dat graverij plaatsvindt op plaatsen waar weinig of geen schade kan worden aangericht. Een bijkomend voordeel is dat de graverij wordt geconcentreerd, zodat ook de bestrijding geconcentreerd en hiermee efficiënt kan worden uitgevoerd.

Over maatregelen die graverij onmogelijk proberen te maken kan in het algemeen gezegd worden dat vooral harde constructies (oeverbeschoeiingen en -bekledingen) het negatieve bijverschijnsel hebben dat zij het herkennen van schade bemoeilijken en de mogelijkheden voor bestrijding belemmeren. Vooral onder bekledingen kan geruime tijd graverij aanwezig zijn, zonder dat zich dit aan de oppervlakte manifesteert. Zodra de schade geconstateerd wordt, kan zich al een kritieke situatie voordoen of voorgedaan hebben. Ook de belemmering van de bestrijding vormt een belangrijk punt van kritiek op het toepassen van deze methoden.

Van beide typen maatregelen kan op basis van de interviews niet gezegd worden dat zij onder alle omstandigheden een 100% oplossing vormen. Als algemene conclusie uit de uitgevoerde onderzoeken en praktijkproeven blijkt dat het gedrag van muskusratten (en beverratten) onvoorspelbaar en niet-uniform¹ is. Lokale omstandigheden en individuele eigenschappen lijken een grote invloed te hebben op de resultaten. Wat wel gezegd kan worden is dat maatregelen hoofdzakelijk een effect hebben op de tijdsduur die nodig is voor het aanrichten van graafschade. Doeltreffende maatregelen leveren een reductie van de graafintensiteit en hebben een positief effect op de levensduur van een object.

2.3 Beschrijving bestaande en toegepaste maatregelen

In deze paragraaf zijn de gegevens verwerkt die zijn verkregen op basis van het uitgevoerde literatuuronderzoek en de gevoerde interviews. Bijlage 1 bevat de verklarende woordenlijst bij de voorliggende rapportage. In bijlage 2 is de literatuurlijst opgenomen en in bijlage 3 zijn de notities van de interviews weergegeven.

¹ Met deze niet-uniformiteit in het gedrag wordt bedoeld op de onbekendheid met de grenzen aan het kunnen van de muskusrat. Onbekend is tot welk gedrag de muskusrat in staat is onder nieuwe (toekomstige) omstandigheden, bijvoorbeeld bij een hogere populatiedruk of indien maatregelen worden getroffen om graverij in waterkeringen te belemmeren. De niet-uniformiteit heeft betrekking op de maximale graafdiepte waartoe de muskusrat wellicht in staat blijkt en op individuele afwijkingen van het graafgedrag dat tot op heden bekend verondersteld wordt. Wel uniform is het graafgedrag in zijn algemeenheid te noemen. Indien graverij plaatsvindt, wordt altijd hetzelfde patroon gevolgd, zoals de aanleg van een waterslot in een muskusrattenpijp. Uitgangspunten ten aanzien van graafgedrag op dwarsprofielniveau zijn derhalve wel geoorloofd.

2.3.1 Referentie preventieve maatregelen

Een aantal situaties is denkbaar, waarbij geen (tastbare) preventieve maatregelen aan waterkeringen noodzakelijk zijn. De volgende toestand wordt gezien als referentie: het gebied is volledig muskusratten- en beverrattenvrij. Graverij is niet aan de orde.

2.3.2 Methoden die schrik aanjagen

Dit is feitelijk een methode die op een directe wijze het welzijn van dieren en hun omgeving beïnvloedt (niet alleen muskusratten en beverratten). De methode is hier wel genoemd aangezien de methode tot doel heeft graverij van muskusratten en/of beverratten te voorkomen, maar dergelijke methoden behoren niet tot de primaire opdracht van voorliggende studie.

Harde geluiden, waterstralen en andere afschrikmethoden (geweerschoten) zijn in Amerika (Miller, 1996) toegepast om beverratten van golfterreinen te verschrikken. Het succes van deze methode wordt omschreven als veelal van korte duur, de opgeschrikte dieren komen meestal binnen afzienbare tijd terug. In Nederland zijn geen ervaringen met methoden die schrik aanjagen als preventieve maatregel tegen graverij door muskusratten en/of beverratten bekend.

2.3.3 Habitat manipulatie en cultuurtechnische oplossingen

algemeen

Deze methode heeft betrekking op het onaantrekkelijk of juist aantrekkelijk maken van (delen van) een object voor graverij door muskusratten en/of beverratten.

Het onaantrekkelijk maken van graverij kan als consequentie hebben dat graverij elders plaatsvindt en hangt daarom samen met een keuze voor al dan niet graafgevoelige objecten. Als bijvoorbeeld waterkeringen als objecten worden beschouwd waarin graverij onwenselijker is dan in nabijgelegen poldersloten, kan overwogen worden maatregelen te nemen die waterkeringen onaantrekkelijker maken voor graverij dan poldersloten. Een onzekere factor wordt hierbij gevormd door de vraag in hoeverre deze maatregel effectief is. Dit zal waarschijnlijk samenhangen met de mate waarin de onaantrekkelijkheid bereikt wordt, de populatiedruk, maar ook met niet te modelleren factoren die samenhangen met toevalligheden in een gebied of het gedrag van muskusratten en/of beverratten.

Het juist aantrekkelijk maken van (delen van) objecten heeft als doel de graverij op bepaalde locaties te concentreren, zodat andere (gevoelige delen) gespaard worden. Vaak hebben dergelijke locaties tot neven doel dat de bestrijding geconcentreerd en hiermee efficiënt kan worden uitgevoerd.

drainage en grondbewerking

In Amerikaanse literatuur (Miller, 1996) wordt gesproken over drainage en grondbewerking. Beschreven wordt dat water dusdanig afgevoerd dient te worden dat geen water blijft staan in voor muskusratten en beverratten aantrekkelijke watergangen. In Amerika kan dit waarschijnlijk lokaal een oplossing vormen, in de Nederlandse polders en watersystemen zal dit niet kunnen functioneren. Daarnaast wordt diepploegen genoemd om ondiepe graverij te vernietigen en nieuwe graverijactiviteiten te ontmoedigen. Vooral in waterkeringen is dit geen uitvoerbare oplossing aangezien het uitvoeren van de maatregel strijdig is met de primaire functie van waterkering door verlies aan sterkte van de grondconstructie als neveneffect.

maaibeheer

Maaien en afvoeren of verbranden van vegetatie in of nabij leefgebieden van muskus- en beverratten zou volgens de eerder genoemde Amerikaanse literatuur deze leefgebieden onaantrekkelijk maken.

Vraagtekens worden bij de toepasbaarheid van deze methode geplaatst voor de Nederlandse situatie. Nabij waterkeringen komen muskusratten en beverratten veelal voor in de nabijheid van natuurgebieden.

Maaien en/of verbranden van vegetatie in dergelijke gebieden zal niet de voorkeur van beheerders genieten. In poldergebieden is ter plaatse van oevers en percelen al sprake van maaien en veelal ook afvoer zoals het hooien van graslanden etc. Echter ook onder water is in de Nederlandse situatie zeer veel voedsel beschikbaar. Een muskusrat eet desnoods gras. Bovendien kunnen muskusratten ook zeer lange tijd leven op ondergrondse voedselvoorraden bestaande uit plantenwortels en dergelijke. Het is daarom niet reëel te veronderstellen dat alle voedsel kan worden weggenomen.

waterpeilbeheer

Door het manipuleren van waterpeilen, bijvoorbeeld het droogzetten van bepaalde watergangen gedurende droge perioden, kan het leefgebied onaantrekkelijk gemaakt worden voor met name muskusratten en wellicht ook beverratten. In Amerika wordt deze methode als kostbaar omschreven en tevens is de effectiviteit ervan niet aangetoond. In de Nederlandse situatie zou de manipulatie van waterpeilen waarschijnlijk niet als duur bestempeld worden, wel hangen de mogelijkheden hiervoor sterk samen met de hydrologische omstandigheden van een gebied.

Twee typen maatregelen kunnen onderscheiden worden. Enerzijds het tijdelijk verhogen van de waterstand, zodat geen droge ruimte in het profiel resteert om nestkamers in aan te leggen. Anderzijds kan gedacht worden aan het verlagen van de waterstand, dusdanig dat onvoldoende water in de watergang resteert om een waterslot aan te brengen. Deze maatregel is uitsluitend effectief als preventieve maatregel tegen graverij door muskusratten.

In de Nederlandse polders wordt het peilbeheer hoofdzakelijk afgestemd op agrarisch gebruik van de aanliggende landerijen. Dit houdt in dat 's winters een lager peil wordt gehanteerd dan 's zomers. Juist in de winterperiode zou het hanteren van een hoger peil mogelijk zijn, omdat in deze periode minder gewasschade veroorzaakt zal worden. Het hanteren van een lager zomerpeil is strijdig met landbouwkundige belangen. Het wijzigen van het peilbeheer houdt wel een ander polderbeheer in, wat strijdig kan zijn met de huidige heersende denkbeelden in de agrarische sector. Dit vormt een uitvoeringsrisico voor maatregelen op het gebied van waterpeilbeheer.

schijnduikers

Het plaatsen van schijnduikers is ontwikkeld als (passieve) vangstmethode. De gedachte achter deze methode is geënt op het gedrag van de muskusrat, zoals beschreven in "De bestrijding van muskusrat en beverrat" (Barends, 2006). Als vangstmethode zijn schijnduikers geen onderwerp van voorliggende studie, maar de filosofie van het aantrekkelijk maken van specifieke locaties kan tevens worden toegepast om kwetsbare elementen (waterkeringen) te ontzien. In heel Nederland zijn de ervaringen met het toepassen van schijnduikers of vergelijkbare constructies als vangstmiddel positief. Wel kan als bezwaar aan deze methode worden opgemerkt dat deze niet selectiviteit zijn als ze niet goed worden geplaatst. De plaatsing moet zo goed mogelijk aansluiten bij het zoekgedrag van de ratten. Ook andere diersoorten kunnen de schijnduikers ingaan en als bijvangst gevangen worden.

Gezien de toepassingsmogelijkheden als preventieve maatregel van deze methode, met name in combinatie met andere preventieve maatregelen, wordt in het kader van voorliggend onderzoek nader ingegaan op het aantrekkelijk maken van specifieke locaties voor graverij door muskusratten of beverratten. Deze methode zal nader worden omschreven in hoofdstuk 3.

2.3.4 Graverij werende maatregelen

Onder graverij werende maatregelen worden diverse constructies verstaan die het graven in taluds door muskusratten en/of beverratten fysiek onmogelijk maken. Gedacht kan worden aan damwanden, houten paalwanden en verticaal geplaatst houten vlechtwerk, stenen constructies (bekleding van oevers of verticale grond- en/of waterkerende elementen), ingegraven vlechtwerken of gaas in taluds en

constructies bestaande uit ingegraven geotextielen of graverijwerend doek. In bijlage 3 is een overzicht opgenomen van de in de onderstaande paragrafen beschreven maatregelen in de vorm van een aantal illustraties.

begroeiing

In "Bisam-Abwehrmaßnahmen im Gewässerbau (Acken, 1977) is een overzicht gegeven van typen maatregelen en de mate van effectiviteit aan de hand van een beschrijving van mogelijke schade bij toepassing van de maatregel. Hierin is ook toepassing van begroeiing beschreven. Onderscheid wordt gemaakt tussen halfopen en gesloten bossages en volledige bebossing. Uitsluitend deze laatste vegetatievorm wordt in het overzicht als volledig graafwerend beschreven. Het is mogelijk dat deze beoordeling van de effectiviteit is gebaseerd op de fysieke beperkingen die de beworteling van de begroeiing heeft op graafactiviteiten. In Nederland is er ook graverij tussen wortels, het is twijfelachtig of deze maatregel effectief is. Ook andere omgevingsfactoren zijn mogelijk van invloed op de verminderde aantrekkelijkheid voor graverij door muskusratten of beverratten, zoals warmte, lichtinval en begroeiing.. Maar als alle warme plekken bezet zijn dan worden ook minder geschikte plekken die kouder en donker zijn ingenomen.

Het aanbrengen van bos op waterkeringen in Nederland wordt uitgesloten in verband met het beleid ten aanzien van bomen op waterkeringen. Deze worden als onwenselijk beschouwd ten aanzien van de veiligheid. Bestaande begroeiing wordt onder vastgestelde voorwaarden toegestaan, nieuwe beplanting wordt slechts bij uitzondering en onder strikte aanvullende maatregelen ontworpen.

Mogelijkerwijs is er een verband tussen lichtinval (en het ontbreken hiervan bij begroeiing met bomen) en het niet aantrekkelijk zijn als vestigingsplaats voor muskusratten. Hier schuilt bovendien weer een onzekerheid ten aanzien van de populatiedichtheid. Indien alle niet-begroeide oevers bezet zijn, dan bestaat het risico dat ook de met bomen begroeide oevers worden aangetast.

Naast begroeiing met bomen kan ook gedacht worden aan het toepassen van plantensoorten waar muskusratten en/of beverratten niet van houden. Uit de geraadpleegde literatuur en de gevoerde interviews blijkt dat momenteel geen begroeiing bekend is die er voor zorg draagt dat muskusratten en/of beverratten zich op bepaalde locaties niet willen vestigen.

Opgemerkt wordt dat (hoge) begroeiing op waterkeringen deze locaties juist aantrekkelijker zal maken voor bevers (lopend onderzoek naar graverij door bevers in het rivierengebied, interview met Freek Niewold). Dit is een aspect waar rekening mee gehouden moet worden bij het uitvoeren van een dergelijke inrichtingsmaatregel.

foto 2.1: De Brocken zijkolk – dijkkring 9 (Overijsselse Vecht, traject Dalfsen - Zwartsluis)



houten keerwanden / beschoeiingen

Houten keerwanden komen in diverse verschijningsvormen voor, variërend van volledig houten damwanden tot beschoeiingen bestaande uit palen in combinatie met houten planken of vlechtschermen. Houten keerwanden worden overwegend aangebracht met als doel het beschermen van oevers tegen erosie door golfslag. De in Duitsland beschouwde houten keerconstructies (palenwand en diverse soorten vlechtwerken) worden geen van alle als volledig graafwerend beoordeeld. Het optreden van schade door graverij wordt nog steeds mogelijk. De eventuele reductie (afname van het aantal graverijen per jaar of per kilometer) is echter niet aangegeven, zodat de effectiviteit op basis hiervan niet kan worden geschat.

Uit Nederlandse literatuur en informatie uit de gevoerde interviews kan worden afgeleid dat houten beschoeiingen graverijwerend zijn tot op zekere hoogte. Een aantal aspecten is hierbij van belang. De wand dient volledig aaneengesloten te zijn. Bij gaten of kieren (door veroudering, beschadiging of onnauwkeurig aanbrengen) functioneert de wand niet als belemmering voor graafactiviteiten. Ook houdt de damwand een keer op en dan gaan de muskusratten en erachter zitten. Daarnaast is de relatie met de waterstand van belang. Zodra water achter de wand (geldt voor alle typen grond- en/of waterkeringen) aanwezig is (door afkalving achter de beschoeiing of door, tijdelijke, waterstandsstijging) gaan de muskusratten over de wand heen om alsnog in de kade te graven. De wand vormt dan geen enkele belemmering meer voor graverij. Ook de diepte van de wand ten opzichte van de waterbodem speelt een rol bij de effectiviteit van (houten) beschoeiingen. Over de minimaal benodigde diepte zijn de meningen echter verdeeld. In de Krimpenerwaard wordt 1,2 m onder de waterbodem als voldoende beschouwd, in

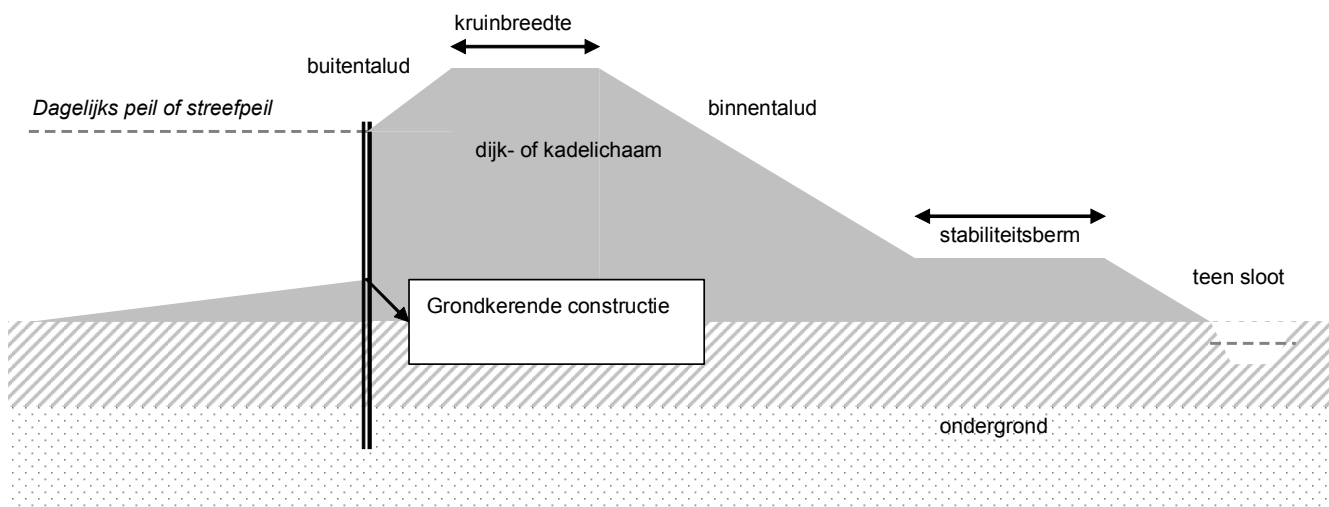
zijn algemeenheid wordt ook wel 2,0 m genoemd. Of deze maat een fysieke grens vormt of dat overige omstandigheden, zoals beschikbaarheid van eenvoudiger bereikbare locaties, een rol spelen bij deze maat is niet bekend.

Alle verticale keermiddelen (damwanden, beschoeiingen, etc.) kunnen een meerledig doel vervullen. Doorgaans worden (houten, stalen, kunststoffen of betonnen) beschoeiingen gebruikt met als hoofddoel het keren van grond (zie figuur 2.1a). Bij dergelijke grondkerende constructies kan bijvoorbeeld gedacht worden aan grote kanalen (Amsterdam-Rijnkanaal). Deze grondkeringen worden gekenmerkt door een hoogtesprong tussen oever en waterbodem. Indien een verticale wand wordt aangebracht met als doel het weren van graverij, is deze hoogtesprong niet noodzakelijk.

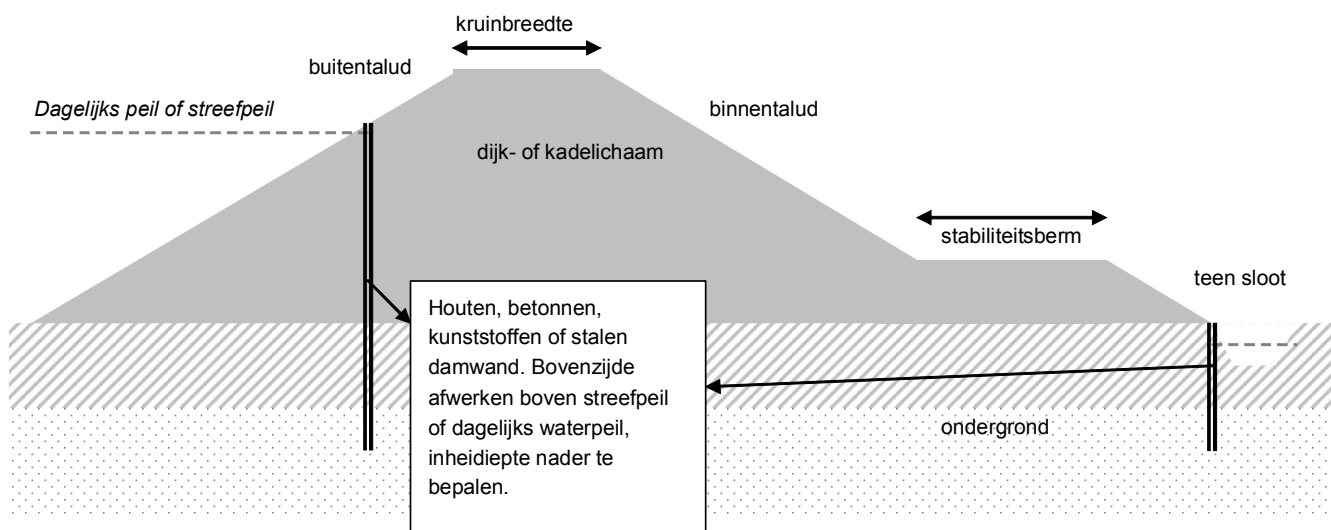
In de toepassing van een verticale verdediging tegen graverij is er van uitgegaan dat de verticale kering of wand onzichtbaar in het talud wordt verwerkt. Het is uitdrukkelijk niet de bedoeling alle wateren die aan waterkeringen grenzen te beschoeien.

In figuur 2.1b is het principe van de verticale oeververdediging geschetst, specifiek voor een boezemkade met een constant (buiten) waterpeil.

figuur 2.1a: grondkerende oeverconstructie (uitsluitend ter illustratie, niet voor ogen als oplossingsrichting tegen graverij)



figuur 2.1b: harde oplossing, verticaal, binnen- en buitenzijde boezemkade



overige verticale constructies

Oevers van kanalen die een hoge scheepvaartbelasting hebben worden veelal beschermd door harde constructies als stalen damwanden, betonschotten of overige aaneengesloten grondkeringen. De functie van deze constructies is enerzijds het voorkomen van oevererosie door scheepvaartgolven en anderzijds het vormen van een aaneengesloten grond- en waterkering. Voor deze constructies geldt dat zij onder bepaalde voorwaarden een effectieve barrière vormen tegen graverij. Deze voorwaarden komen overeen met die voor houten keerconstructies en omvatten hoofdzakelijk aspecten ten aanzien van beschadiging, hoogte in het talud ten aanzien van mogelijkheden om achter de wand te graven en diepte van de keerwand onder de waterbodem in relatie tot mogelijkheden om onder de wand door te graven.

foto 2.2: stalen damwand in kruin kade – ringdijk Blauwe Stad (Winschoten)



Ten aanzien van beschadigingen kan worden gesteld dat stalen damwanden welke met behulp van damwandsloten (verbindingen) met elkaar verbonden zijn in zijn algemeenheid ondoordringbaar zijn voor graverij door muskusratten en/of beverratten. Bij gebruik van betonschotten is er nog wel eens sprake van verzakkingen, waardoor spleten en kieren kunnen ontstaan, met als gevolg het ontstaan van graafmogelijkheden voor muskusratten en beverratten. Met betrekking tot onder- en overgraafbaarheid van constructies geldt dat geen oppervlaktewater achter de wand aanwezig mag zijn en dat de wand lang genoeg moet zijn, waarbij de minimaal benodigde lengte evenals bij het aanbrengen van een beschoeiing niet exact is vast te stellen.

harde bekleding

Harde bekleding van taluds (onder en boven het waterniveau) wordt eveneens veel toegepast met als primair doel het voorkomen van erosie of schade door golfslag en stroming. Harde bekleding komt in zeer veel verschijningsvormen voor, variërend in type materiaal, dikte van de bekledingslaag, wijze van aanbrengen (los gestort of gezet) en hoogte op het talud. Enkele materialen die kunnen worden onderscheiden zijn bijvoorbeeld asfalt (hoofdzakelijk zeedijken), basalt- of basaltblokken, tegels, stortsteen en combinaties van materialen, al dan niet met onderliggende filter- of funderingsconstructie. De vorm van het materiaal wordt overigens niet van invloed geacht op het graafgedrag.

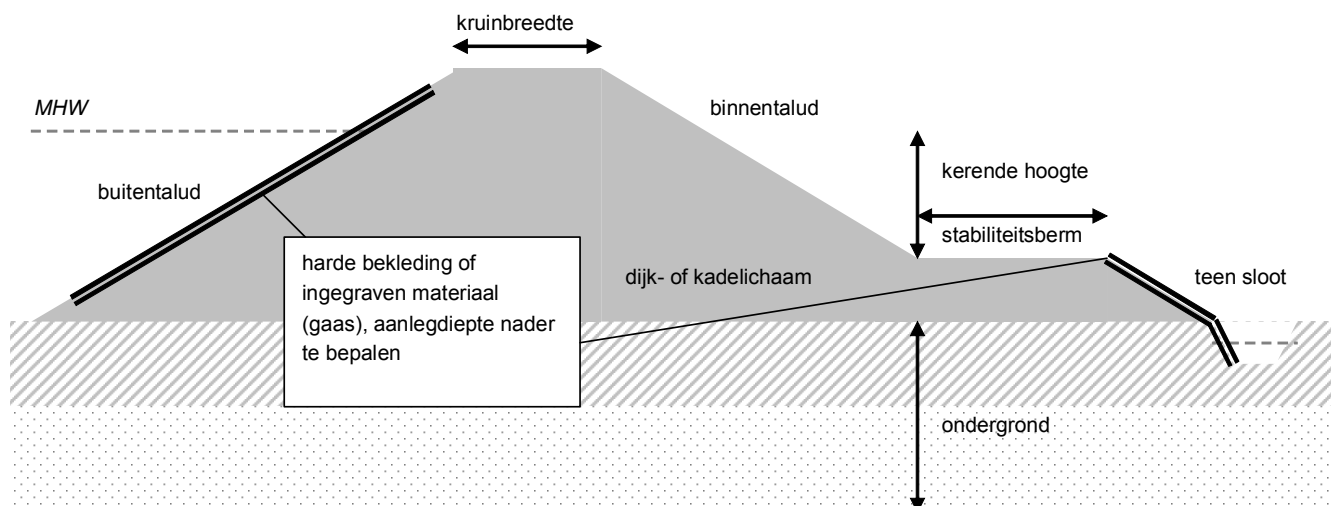
foto 2.3: gezette basaltblokken in combinatie met stortsteen – dijkkring 53 (Deventer)



Van primair belang bij harde bekledingen is, evenals bij damwanden, de aaneengeslotenheid ervan. Indien gaten en/of kieren in de bekleding aanwezig zijn, gebruiken muskusratten deze om alsnog in de waterkering binnen te dringen. In Duitse literatuur wordt geconcludeerd dat harde bekleding een effectieve graafwerende methode vormt, indien de totale dikte van de bekledingslaag minimaal 0,3 m bedraagt en eventuele openingen tussen gezette of gestorte steen niet groter zijn dan 0,05 m in diameter. Ook dient de harde bekleding minstens 0,3 m onder de zool van de dijk te worden doorgezet, of minimaal 2 m onder de waterlijn. Een combinatie met graafwerend doek wordt in dit kader genoemd, dit onderwerp is apart behandeld aan het eind van deze paragraaf.

In Nederland wordt lokaal wel melding gemaakt van schade aan harde bekleding. Muskusratten deinzen er onder bepaalde omstandigheden niet voor terug zich onder de harde bekleding te vestigen. Aangezien graafschade onder harde bekleding niet eenvoudig te herkennen is (schade hoeft zich niet direct te manifesteren) en zich eenmaal onder harde bekleding gevestigde muskusratten zeer moeilijk te bestrijden zijn, worden soms aanvullend objecten aangelegd waarin muskusratten zich eenvoudig kunnen vestigen. Er van uitgaand dat de muskusrat een dergelijke eenvoudig te betrekken locatie verkiest boven het graven onder de harde bekleding, zal deze zich hier bij voorkeur vestigen. Dit dient twee doelen; de muskusrat is eenvoudiger te bestrijden door deze geconcentreerde vestigingsvoorkeur en de schade aan de waterkering / bekleding wordt beperkt door geringere kans op graverij op de niet-voorkeurs locaties. In figuur 2.2 is het principe van het toepassen van bekleding (harde verdediging parallel aan het talud) geschetst.

figuur 2.2: harde oplossing, parallel aan talud, binnen- en buitenzijde



ingraven van gaas

Als maatregel die specifiek tot doel heeft graverij door muskusratten en/of beverratten te voorkomen wordt het ingraven van gaas genoemd. Deze maatregel wordt als effectief tegen graverij beschreven, maar wordt niet op grote schaal toegepast om graverij te voorkomen. Als nadelen worden genoemd dat, indien het gaas evenwijdig aan het talud wordt ingegraven, bij werkzaamheden aan de dijk het gaas een lastige belemmering vormt. Het gaas vergroeit met de grasmat, zodat zode en gaassoorten niet meer gescheiden ontgraven kunnen worden. Daarnaast speelt corrosie van voornamelijk stalen gaas een rol bij de levensduur en dus de werking van het gaas als graafwerend middel.

Gaas kan ook verticaal worden ingegraven en vormt dusdanig geen volledige bescherming tegen graverijen, aangezien aan weerszijden van het gaas wel graverij mogelijk is. Afhankelijk van de locatie in het profiel (teen, talud of kruin) varieert de vrijheid waarin graverij wordt toegestaan. Dit betekent wel dat het gedeelte waarin graverij wel plaats kan vinden, geen waterkerende functie kan vervullen. Dit gedeelte moet feitelijk beschouwd worden als een soort graafzone. Dit type maatregel wordt als materiaaltechnische variant op de verticale oeververdediging beschouwd. Voor de visualisering van het verticaal ingegraven gaas wordt verwezen naar figuur 2.1.

ingraven van geotextiel of geogrids

In deze zelfde categorie (ingegraven middelen ter voorkoming van graverij) kan ook geotextiel genoemd worden. Het uitsluitend toepassen van geotextielen scoort niet hoog op betrouwbaarheid en effectiviteit tegen graverij. Muskusratten gaan tussen de overlappingsen door of vernielen het geotextiel, zodat deze niet meer functioneert. Wel wordt geotextiel genoemd in combinatie met bijvoorbeeld steenbekledingen. Het doek dient dan meerdere doelen, het zorgt voor een betere spreiding van de druk van de steenbekleding op de ondergrond (funderingstechnisch), het voorkomt uitspoeling van materiaal uit onderlagen (erosiebestendigheid) en vormt tevens samen met de steenbekleding een grotere barrière tegen graverij dan de steenbekleding op zich. In de Krimpenerwaard is geotextiel toegepast als

oeververdediging tegen erosie door golfwerking. Het geotextiel was voor dit doel verzwaaard met een soort betonnen broodjes (om het op zijn plaats te houden). In het textiel werd veel schade door graverij vastgesteld. Muskusratten doorgroeven het textiel op diverse plaatsen om zich in de oevers te vestigen.

In Friesland zijn de ervaringen met muskusratwerend doek (Nicolon) als preventieve maatregel tegen graverij positief. Muskusrattenwerend doek is met succes op een aantal locaties toegepast waar veel schade door de muskusrat voorkwam. De toepassing van het doek blijkt hier sterk muskusrattenwerend te werken. Wel wordt door de afdeling muskusrattenbestrijding aanbevolen nader onderzoek naar toepassing van het doek en de kosten van deze maatregel uit te voeren. Met name indien in het kader van onderhoudswerkzaamheden toch vernieuwing of aanpassing van kaden aan de orde is, kan het toepassen van muskusrattenwerend doek overwogen worden.

In Amerikaanse literatuur (Lawler, 2007) worden enkele proeven voorgesteld om te achterhalen of bepaalde typen doek al dan niet graafwerend zijn.

Voor alle parallelle oplossingsrichtingen (gaas, doek of grids) geldt dat met name de uitvoering een belangrijke rol speelt bij de effectiviteit van de maatregel. Aandachtspunten hierbij zijn voldoende overlap van de materialen en een juiste/ zorgvuldige manier van aanleg.

combinaties van maatregelen

Deze vorm van maatregelen betreft veelal een combinatie van een gedeelte van de waterkering waarin graverij pertinent niet wordt getolereerd en een gedeelte waarin graverij juist aantrekkelijk wordt gemaakt. Het doel van deze maatregelen is dan ook tweeledig, enerzijds het ontzien van bijvoorbeeld een beklede oever en anderzijds het concentreren van eventuele graverij om de bestrijding te vereenvoudigen. Over dergelijke lokconstructies wordt in Nederland positief gerapporteerd ten aanzien van de effectiviteit. Ook in Duitse literatuur wordt melding gemaakt van bijvoorbeeld een verticaal ingegraven gaas in combinatie met een verbrede vooroever. In de extra vooroever worden graafactiviteiten toegestaan, maar de graafzone is fysiek beperkt door de aanwezigheid van de gaasbarrière. Ook worden hier kunstmatige bouwingangen gecreëerd om graverij elders te vermijden. Over de functionaliteit hiervan is echter niet gerapporteerd.

2.4 Nieuwe (combinaties van) preventieve maatregelen

De preventieve maatregelen hebben in hoofdzaak betrekking op graafwerkzaamheden door muskusratten (watergebonden graverij). Als laatste onderdeel van deze paragraaf is ingegaan op preventieve maatregelen die uitsluitend betrekking hebben op graverij door beverratten (ook in droge dijken en kaden).

voorlichting

De maatregel heeft hoofdzakelijk betrekking op de voorlichting van ontwerpers van waterkeringen, zowel landschappelijk als technisch inhoudelijk. Voornamelijk de combinatie van waterkeringen met natuurgebieden kan waterkeringstechnische problemen opleveren indien waterpartijen dicht op de waterkering gelegen zijn. Voorlichting met betrekking tot het aanhouden van voldoende grote veiligheidszones of het maken van andere ontwerpkeuzes behoort tot de mogelijkheden.

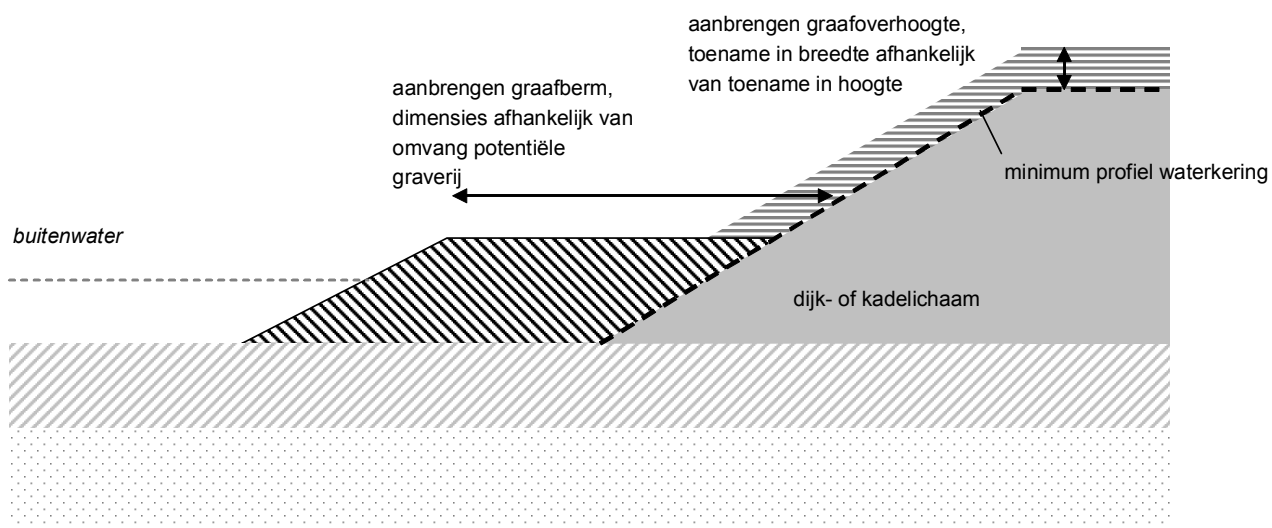
overdimensionering

De primaire functie van een dijk of dam is het beschermen van het achterland tegen overstroming. Om deze functie te kunnen vervullen dient een waterkering over een vastgestelde hoogte en sterkte te beschikken. Dit is uit te drukken in een te berekenen minimum profiel. Dit minimum profiel dient te allen tijde aanwezig te zijn om de veiligheid van het achterland tegen overstromen te kunnen garanderen.

Het is mogelijk om een berm aan te leggen voor of achter de waterkering, die geen bijdrage levert aan de waterkerende functie, en daarom door bijvoorbeeld muskusratten of beverratten doorgraven mag worden.

Dergelijke bermen worden ook wel aangelegd om begroeiing op waterkeringen toe te staan. Indien deze begroeiing dan omwaait, snijdt de hierbij ontstane ontgrondingskuil niet in het waterkerende minimumprofiel en is de veiligheid niet in het geding. Een zelfde type berm kan gedimensioneerd worden met als primair doel het opvangen van graafactiviteiten. Wel is hierbij een aandachtspunt dat de dimensie van een dergelijke berm samenhangt met de graafsnelheid en de populatieomvang. Gegarandeerd moet ook kunnen worden dat de graafactiviteiten uitsluitend in de hiervoor bedoelde berm plaatsvinden en nooit in het vastgestelde minimumprofiel. In figuur 2.3 is een voorbeeld van een graafberm en een graafoverhoogte weergegeven.

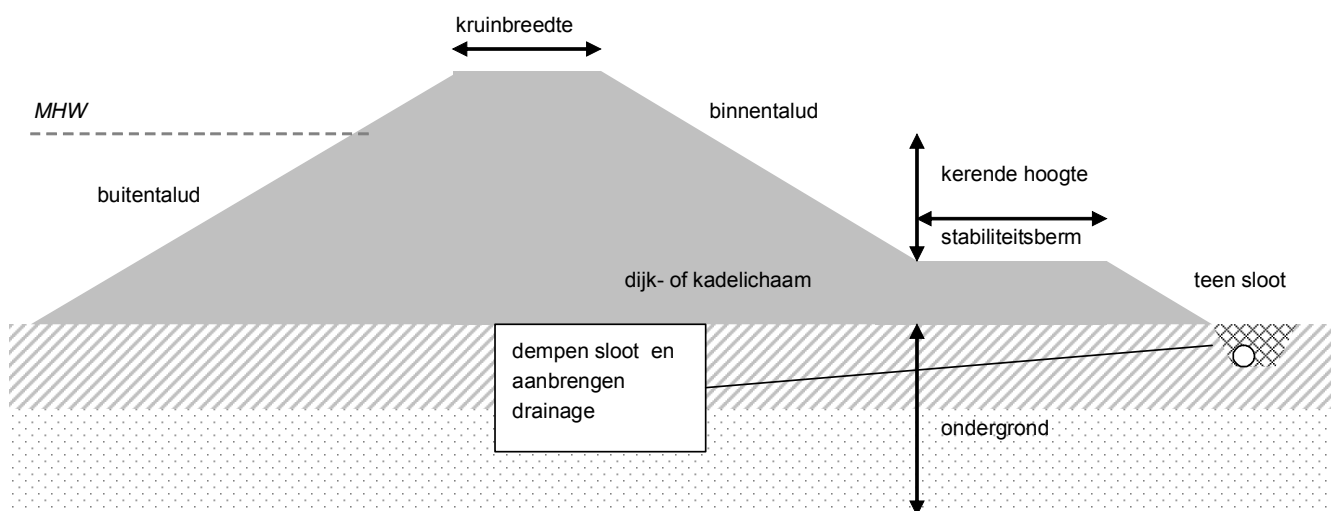
figuur 2.3: overdimensionering buitenwaarts



dempen teensloot

Graverij door muskusratten en beverratten is niet alleen mogelijk aan de buitenzijde van een waterkering, maar ook graverij in een eventueel aanwezige binnendijkse teensloot kan de veiligheid negatief beïnvloeden. Een teensloot levert een bijdrage aan de waterkerende functie met betrekking tot het reduceren van het ontwikkelen van waterdrukken in de dijk of kade. Deze functie kan ook vervuld worden door een drainage in het achterland (ter plaatse van de huidige sloot). De toepassing van drainage hangt echter zeer sterk samen met de voorkeur van de beheerder. Het onderhouden van drainage kost meer inspanning dan het onderhoud van een watergang. De werking van de drainage moet op gezette tijden gecontroleerd worden. Het verwijderen van de sloot heeft tevens landschappelijke consequenties en zal zeker ook effect hebben op de flora en fauna en in het bijzonder het verdwijnen hiervan. Figuur 2.4 bevat een schets van een dergelijke oplossing.

figuur 2.4: dempen teensloot



horizontale graafwerende maatregelen

Naast het toepassen van harde maatregelen (damwanden, beschoeiingen, gaas en geotextiel) in verticale richting of parallel aan het talud, is het mogelijk deze materialen horizontaal aan te brengen. Wanneer het materiaal net op of boven de dagelijkse waterlijn wordt aangebracht, kan de muskusrat niet omhoog om een droge nestkamer te maken.

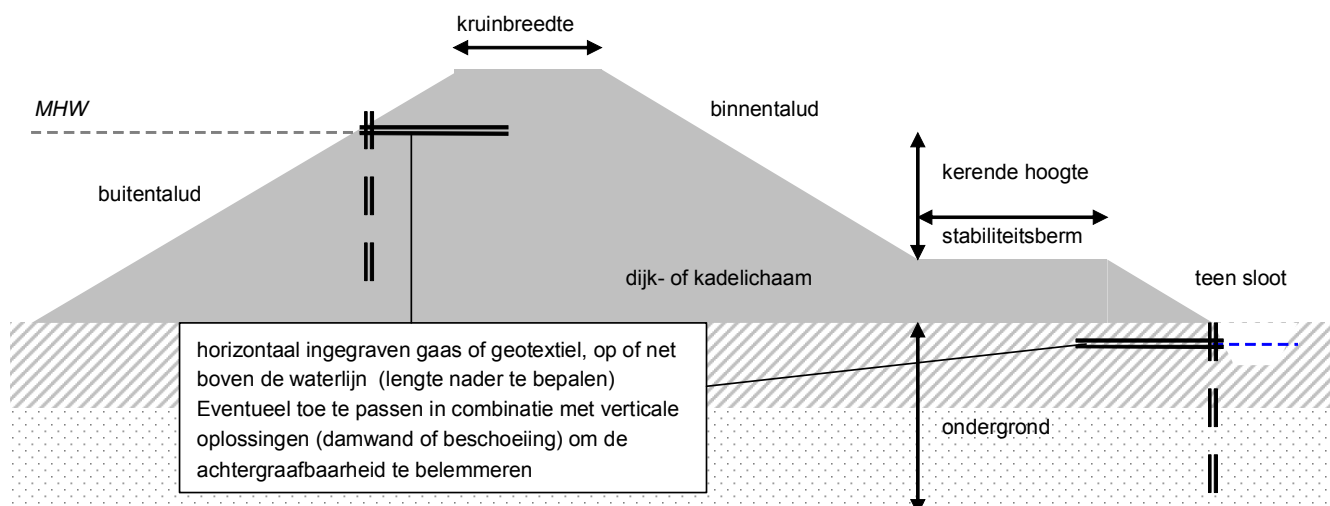
De maatregel vindt waarschijnlijk een nuttige toepassing in combinatie met een verticale oplossing zoals een damwand of een beschoeiing. Een risico van verticale elementen is de mogelijkheid dat de muskusrat over de damwand heen gaat en alsnog achter de damwand een waterslot creëert en zodanig toch huisvesting vindt in de waterkering. Dit fenomeen laat zich wel omschrijven als achtergraafbaarheid. Deze achtergraafbaarheid wordt uitgesloten door toepassing van een horizontaal element. In figuur 2.5 is schetsmatig aangegeven hoe een dergelijke maatregel kan worden vormgegeven.

toepassen van geurstoffen als preventieve maatregel

Twee typen geurstoffen komen in aanmerking als preventieve maatregel: geurstoffen die muskusratten en/of beverratten als prettig ervaren (lokstoffen) en geurstoffen die muskusratten en/of beverratten onprettig vinden (afschrikstoffen). Als lokstof kan gedacht worden aan soorteigen (voortplantings-) hormonen, als afschrikstof komen urine of uitwerpselen van een natuurlijke vijand in aanmerking.

Om te kunnen beoordelen of dergelijke stoffen effectief zijn is meer informatie nodig van het gedrag van muskusratten en beverratten. In de Verenigde Staten wordt bij de vangst van de muskusratten lokstoffen gebruikt. Naar aanleiding hiervan werd door TNO onderzoek uitgevoerd naar de samenstelling en werking van diverse lokstoffen. De resultaten hiervan vertonen geen significant voordeel bij het gebruik van lokstoffen. In de proef is een aantal onderdelen samengevoegd. Als deze waren gesplitst dan had mogelijk wel een voordeel kunnen worden aangetoond (Brüggeman e.a., 1981) Uit de literatuur zijn verder geen veelbelovende resultaten met het toepassen van dergelijke stoffen bekend. Een aandachtspunt vormt ook de frequentie waarmee het middel moet worden toegepast. Het verder meenemen van deze maatregel in de beoordeling wordt dan ook op dit moment weinig zinvol geacht.

figuur 2.5: harde oplossing, horizontaal, binnen- en buitenzijde



toepassen van passieve vangmiddelen of aantrekkelijke graaflocaties

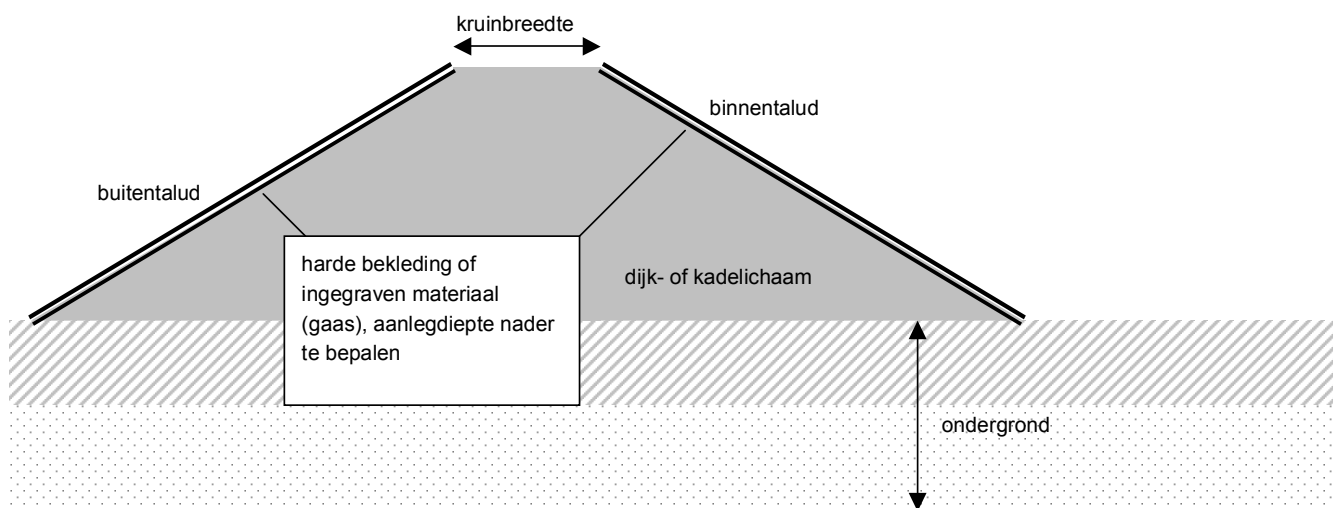
De vangstmethode op zich is in dit kader niet van belang, maar de filosofie kan wel worden toegepast om huisvesting op specifieke locaties juist wel of niet te stimuleren. Door het inrichten van aantrekkelijke graaflocaties (bijvoorbeeld door lokaal geen harde beschoeiing of bekleding aan te brengen), zullen andere (graafgevoelige) locaties minder snel (in de tijd, is bovendien afhankelijk van populatiedruk) aangetast worden. Dit berust op de gedragsfilosofie van de muskusrat, die als eerste de makkelijk te bewonen locaties zal bezetten.

Of de muskusratten vervolgens al dan niet (passief) gevangen worden is in dit kader niet van belang. De preventieve werking is gestoeld op het terugdringen van graverij op specifieke locaties.

preventieve maatregelen tegen graverij door beverratten

Beverratten zijn niet uitsluitend watergebonden gravers. Ook in droge kaden en dijken vindt graverij plaats ten behoeve van bewoning door beverratten. Dit betekent dat eventuele maatregelen tegen graverij door beverratten, in tegenstelling tot maatregelen met betrekking tot graverij door muskusratten, landsdekkend zou moeten worden toegepast. Daarnaast is de graaftactiek van beverratten wezenlijk anders dan die van muskusratten. Voor muskusratten is een waterslot noodzakelijk, beverratten graven horizontaal enkele meters een dijk of kade in. De hoogte van het intredepunt in het talud ligt bij voorbaat niet vast. Dit betekent dat eventuele preventieve maatregelen tegen graverij door beverratten per definitie het gehele talud graverijwerend moeten maken. In figuur 2.6 is geschetst hoe dit er in een dwarsprofiel uitziet.

figuur 2.6: preventieve maatregel tegen graverij door beverratten



3 CRITERIA TEN BEHOEVE VAN DE BEOORDELING

3.1 Inleiding

Voor de beoordeling van preventieve maatregelen is een lijst beoordelingscriteria opgesteld. Deze lijst is samengesteld op basis van de huidige kennis van het graafgedrag van muskusratten en beverratten, technische kennis van waterkeringen (zowel ontwerp als beheer en onderhoud) en kennis van ecologie, natuur en milieu. Dit rapport heeft niet tot doel één preventieve maatregel (voor heel Nederland) te selecteren op basis van de opgestelde criteria. Een dergelijke keus kan uitsluitend gemaakt worden door bestuurders (op basis van een bestuurlijke afweging tussen varianten) en is afhankelijk van de lokale en gebiedsspecifieke omstandigheden.

Wel kan dit document dienen als handreiking om de te maken keuze te onderbouwen of om te controleren of alle aspecten, die ten grondslag liggen aan de beoordeling, volledig zijn.

Op voorhand worden twee categorieën onderscheiden; criteria die voor heel Nederland gelden en criteria die locatiespecifiek zijn (bijvoorbeeld afhankelijk van het type waterkering). Aan de hand van de beoordelingscriteria is een beoordelingsmatrix samengesteld per preventieve maatregel. Aangezien het niet mogelijk is wegingsfactoren voor de verschillende criteria op te stellen (verlies aan soortendiversiteit laat zich bijvoorbeeld niet vergelijken met een toename van onderhoudskosten) wordt de beoordelingsmatrix gebruikt om de invloed van bepaalde criteria inzichtelijk te maken. De beoordeling van alle beschouwde aspecten is uitgevoerd ten opzichte van de nulsituatie, waarin geen preventieve maatregelen noodzakelijk zijn.

3.2 Onderscheid naar waterkeringstype

Zoals geconcludeerd in het onderzoek naar de gevolgen van graverij voor de veiligheid van waterkeringen varieert de omvang van de graverij door muskus- en beverratten en de (ernst van de) schade aan de waterkering per type waterkering. Dit wordt veroorzaakt door de verschillen in de hydraulische belasting van de waterkeringen en de dimensies (dwarsprofiel) van de waterkering. Zodoende wordt ook bij de analyse van de preventieve maatregelen onderscheid gemaakt in verschillende typen waterkeringen. Onderscheiden zijn verschillende typen waterkeringen zoals die vanuit de Wet op de waterkering of provinciale verordeningen zijn aangewezen als respectievelijk primaire of regionale waterkering. Dit betreft:

- rivierdijken (langs grote rivieren);
- kaden langs de onbedijkte Maas in Limburg (Maaskaden);
- dijken langs het IJssel- en Markermeer;
- zeeweringen;
- boezemkaden;
- compartimenteringskaden en droge keringen.

De onderscheiden typen waterkering verschillen van elkaar op een aantal belangrijke punten met betrekking tot de graafproblematiek. Zo wordt onderscheid gemaakt in kaden die uitsluitend belast worden door reguliere graverij (onder dagelijkse omstandigheden) en keringen die (ook) onder specifieke (hoogwater)condities door graverij kunnen worden aangetast. Dit heeft hoofdzakelijk betrekking op de graaflocatie in het dwarsprofiel van de kering die graverijgevoelig is. Daarnaast speelt ook de kwetsbare lengte van keringen een rol. Geheel droge kaden zonder teensloot zijn bijvoorbeeld niet gevoelig voor

bepaalde typen graverij. In de onderstaande alinea's zijn de graverijspecifieke kenmerken van de verschillende typen kaden behandeld.

Rivierdijken

De waterkeringen langs de grote rivieren in Nederland keren niet het gehele jaar het zelfde waterpeil. Hoogwatercondities (voorjaarsafvoer) treden slechts een beperkte periode per jaar op. Onder normale omstandigheden vervullen veel dijken niet hoofdzakelijk een waterkerende functie. Tijdens normaal waterpeil zijn ook lang niet alle rivierdijken in Nederland onderhevig aan graafrisico. Dit betreft uitsluitend schaarndijken of rivierdijken met een binnen- of buitendijks gelegen teensloot of andere waterpartij (wiel of strang) al dan niet in combinatie met uiterwaarden of binnendijks gelegen polders met een natuurfunctie. Gedurende hoogwatercondities daarentegen is bekend dat muskusratten vanuit de ondergelopen uiterwaarden naar de dijken vluchten en zich hierin tijdelijk vestigen in parallel in het talud gegraven vluchtgangen. Deze tijdelijke vluchtgangen vormen eveneens een gevaar voor de veiligheid van de rivierdijken. Opgemerkt wordt overigens dat uit waarnemingen in de Zwarte Meerpolders is gebleken (waterschap Groot Salland) dat beverratten geen gangen in de dijken graven tijdens hoogwaterperioden, maar drijvende hutten bouwen van riet. Foto 3.1 toont een rivierdijk tijdens (niet-maatgevend) hoogwater.

foto 3.1: rivierdijk tijdens hoogwater – dijkkring 52 (Deventer)



Samenvattend kunnen in rivierdijken twee typen graverij worden onderscheiden, de dagelijkse graverij en de hoogwatergebonden graverij. Gezien de geconstateerde verschillen zullen voor beide typen graverij specifieke preventieve maatregelen moeten worden opgesteld.

Maaskaden

De Maaskaden bestaan hoofdzakelijk uit droge kaden zonder teensloten, die uitsluitend gedurende hoogwaterperioden een waterkerende functie vervullen. De graafproblematiek door muskusratten is hiermee vergelijkbaar met die van rivierdijken tijdens perioden van hoogwater. Ook ter plaatse van het gehele tracé van de Maaskaden is niet vooraf te bepalen waar zich graverij zal voordoen. Wel zijn de Maaskaden qua omvang geringer dan de meeste rivierdijken. De geringere afmeting heeft tot gevolg dat de Maaskaden minder robuust zijn tegen graverijsschade. Preventie van graverij is hierdoor wellicht eerder aan de orde.

Onder normale afvoercondities (laagwaterpeil) grenst een groot deel van de Maaskaden niet rechtstreeks aan water. De Maaskaden zijn dan als droge kaden te beschouwen. Droge kaden zijn niet of nauwelijks gevoelig voor graverij door muskusratten. Uit veldwaarnemingen is bekend dat in Maaskaden wel graverij door beverratten plaatsvindt. Omdat graverij door beverratten niet aan water gebonden is, dient hier overal langs de tracés van de Maaskaden rekening mee gehouden te worden.

Meerdijken

Ook meerdijken keren, evenals rivierdijken, geen vast waterpeil. Het buitentalud van meerdijken is, in tegenstelling tot de meeste rivierdijken, echter bekleed met een harde bekleding om de zwaardere golfbelasting te kunnen weerstaan. De binnentaluds zijn wel overwegend met gras bekleed. Ten aanzien van de binnentaluds geldt net als bij rivierdijken dat zij uitsluitend gevoelig zijn voor graverij indien een teensloot aanwezig is in het achterland.

Zeeweringen

In Nederlandse zeeweringen vindt onder de huidige omstandigheden weinig graverij door muskusratten of beverratten plaats. Opgemerkt wordt echter wel dat onduidelijk is of dit type waterkeringen momenteel niet populair is voor graverij omdat het huidige aanbod van aantrekkelijker locaties voldoende is ten opzichte van de huidige populatie gravers. Aan de buiten- of zeezijde van zeeweringen is veelal een zeer robuuste bekleding aanwezig in verband met de zware golfcondities die onder maatgevende omstandigheden kunnen voorkomen. Dit vormt mogelijk een fysieke barrière tegen graverij door muskusratten en/of beverratten. Daarnaast fluctueert de buitenwaterstand nogal in de loop van de tijd (meerdere decimeters per etmaal), een omstandigheid die de muskusrat niet prettig lijkt te vinden. Aan de binnenzijde van zeeweringen is tot op heden weinig melding gemaakt van graverijsschade. Dit hangt mogelijk samen met het ontbreken van teensloten in het grootste gedeelte van de zeedijken. Voor beverratten is een waterpartij niet noodzakelijk om zich te vestigen. Toch wordt beverrattengraverij niet of nauwelijks aangetroffen in zeeweringen. De oorzaak hiervoor is niet bekend. Onzeker is of muskusratten zich, indien zich elders ongunstiger omstandigheden voordoen, zich toch ook in dit type kering zullen vestigen.

In ieder geval zijn zeeweringen door het ontbreken van schade van betekenis als gevolg van graverij door muskusratten en/of beverratten in voorliggende studie niet beschouwd. Het aanbrengen van preventieve maatregelen wordt onder de huidige omstandigheden niet noodzakelijk geacht.

foto 3.2: zeedijk dijkkring 32 (Zeeuws Vlaanderen)



Boezemkaden

Dit type kering verschilt op een groot aantal punten van de eerder besproken waterkeringen. De belangrijkste verschillen worden gevormd door de continue belasting die boezemkaden moeten kunnen weerstaan en door de relatief geringe afmetingen van dit type waterkeringen ten opzichte van eventuele graverij. Doordat boezemkaden continu waterkerend zijn, vormt graverij een continue bedreiging voor de waterkerende functie. Een groot deel van dit type keringen is bovendien aan beide zijden gevoelig voor graverij door de aanwezigheid van binnendijkse poldersloten. In het veiligheidsonderzoek (DHV, 2006) is onderscheid gemaakt tussen kaden met een grote ($>2,0$ m) en een kleine ($<2,0$ m) kerende hoogte. Ten behoeve van het dimensioneren van preventieve maatregelen wordt dit onderscheid niet relevant geacht en daarom hier ook niet gehanteerd.

Compartimenteringskaden en droge keringen

Compartimenteringskaden en droge keringen zijn, voor zover er geen sprake is van teensloten, vergelijkbaar met een groot percentage van de Maaskaden. Dit houdt in dat dit type waterkeringen relatief gevoelig is voor graverij door beverratten, omdat deze laatste niet per definitie direct watergebonden woonlocaties kiezen. Met graverij door muskusratten hoeft dan ook uitsluitend rekening te worden gehouden in het geval van aanwezigheid van teensloten en overige waterpartijen nabij de teen van de kering.

3.3 Beoordelingscriteria preventieve maatregelen

Onderscheid is gemaakt in een zevental hoofdonderwerpen, waarbinnen de relevant geachte criteria aan de orde komen. In willekeurige volgorde betreft dit waterkeringtechnische, beheer- en onderhoudsgerelateerde, ecologische (flora en fauna), wetgeving gerelateerde (toelaatbaarheid), kostenspecifieke en gebiedsspecifieke categorieën en een categorie die gerelateerd is aan landschap-, natuur- en milieuaspecten. Op basis van de te beschouwen criteria kan onderscheid gemaakt worden in toelaatbaarheid (criteria die wettelijk afdwingbaar zijn) en overige criteria (vanuit wenselijkheid of lokale voorkeur voortkomend). Wettelijk afdwingbaar zijn bijvoorbeeld het vereiste veiligheidsniveau tegen overstromen, als wenselijk kan een lokale cultuurhistorische inrichting van het landschap gelden. De beoordelingscriteria worden per categorie in de onderstaande paragrafen toegelicht.

3.4 Effectiviteit van de preventieve maatregelen

Voor alle Nederlandse waterkeringen geldt als belangrijkste eis dat een zekere veiligheid tegen overstromen gegarandeerd wordt. Voor primaire waterkeringen is deze eis vastgelegd in de Wet op de Waterkering (WoW), wetgeving ten aanzien van overige waterkeringen is opgenomen in provinciale verordeningen. Een toelichting op de WoW en provinciale verordeningen is opgenomen in bijlage 4. Deze veiligheids-eis is ten behoeve van de beoordeling van preventieve maatregelen tegen graverij door muskusratten en beverratten vertaald in het criterium waterkeringtechnische veiligheid, die inhoudt dat het huidige veiligheidsniveau gehandhaafd wordt. De mate waarin dit gerealiseerd wordt, bepaalt per maatregel de effectiviteit ervan.

Dit criterium wordt toepasbaar geacht op alle onderscheiden typen waterkeringen: rivierdijken, maaskaden, meerdijken, zeeweringen en boezemkaden. Bij het beoordelen van het criterium is rekening gehouden met een aantal gebiedsspecifieke kenmerken van de genoemde waterkeringstypen zoals: al dan niet te maken met golfslag, continu of in de tijd variabel waterpeil, beschikbare ruimte, etc.

De mate van effectiviteit van een maatregel hangt onder meer sterk samen met de populatieomvang in een gebied. Dit maakt het kwantificeren ervan geen eenvoudige zaak. Veel hangt ook af van de dimensionering van een maatregel. De kans dat een beschoeiing tot 2,0 m onder waterpeil ondergraven wordt, is kleiner dan de kans dat dit gebeurt bij een beschoeiing die een meter korter is. De functionaliteit van een maatregel kan positief beïnvloed worden door de combinatie met een andere maatregel. Ook is het mogelijk dat locatiespecifieke omstandigheden maken dat een bepaalde preventieve maatregel al dan niet effectief is.

Dergelijke invloeden en complicaties worden per maatregel benoemd. Bij de beoordeling van de toepasbaarheid van preventieve maatregelen is per type waterkering een beschrijving van de mogelijke effectiviteit, de technische uitvoerbaarheid, de kosten en overige gebiedsspecifieke kenmerken geformuleerd worden. Bij rivierdijken met een grote potentiële fluctuatie in waterstanden volstaat een damwand in de teen van de dijk bijvoorbeeld niet om bij hoogwater graverij in het talud te voorkomen. Om dit soort differentiaties het hoofd te bieden, worden preventieve maatregelen beschouwd op toepasbaarheid per type waterkering.

3.5 Beheer en onderhoud

Beheer en onderhoud van een waterkering zijn gericht op het blijvend verzekeren van de veiligheid. Vanzelfsprekend mogen preventieve maatregelen een goed beheer en onderhoud van de waterkering niet in de weg staan. Inzichtelijk wordt gemaakt in hoeverre de maatregelen het beheer en onderhoud

bemoeilijken of vergemakkelijken. Het waterkeringtechnisch beheer en onderhoud is hierbij centraal gesteld.

Het aanbrengen van een binnendijkse drainageconstructie in plaats van een teensloot resulteert bijvoorbeeld in een grotere inspanning ten aanzien van het beheer en onderhoud van de waterkering. Door een goed beheer en onderhoud van de drainageconstructie kan de veiligheid van de waterkering gegarandeerd worden. Dit kan mogelijk opwegen tegen het afnemen van de inspanningen met betrekking tot de inspectie van de waterkering op graverijsporen. Het aanbrengen van een beschoeiing in een veenkade kan mogelijk leiden tot hydraulische kortsluiting gedurende perioden van langdurige droogte. Het is niet mogelijk een type beheer en onderhoud uit te voeren dat het risico op dit faalmechanisme van de waterkering kan voorkomen. Vanuit beheer en onderhoud wordt een dergelijke preventieve maatregel dan ook negatief beoordeeld.

Uit deze beschouwing blijkt dat de beoordeling van dit criterium complex is, vanwege soms tegenstrijdige belangen of kadespecifieke voor- en nadelen.

3.6 Ecologische en natuurwaarden

Ecologie en natuurwaarden omvatten een breed scala aan relevante onderdelen. Hierbij staat centraal dat preventieve maatregelen geen negatieve gevolgen mogen hebben op aanwezige flora en fauna. Negatieve gevolgen kunnen omschreven worden als ontstaan of toename van dierenleed, afname van de huidige soortenrijkdom van zowel flora als fauna. Het criterium omvat zowel directe als indirecte effecten op flora en fauna. Hierbij wordt een beschrijving opgenomen van alle mogelijke (positieve en negatieve) effecten van een preventieve maatregel op het criterium ecologie en natuurwaarden.

Harde randvoorwaarden op het gebied van de ecologie zijn vastgelegd in de betreffende wetgeving (toelaatbaarheid: een samenvatting van relevante wet- en regelgeving is opgenomen in bijlage 4). Hierin zijn zaken geregeld als dierenwelzijn, zorgplicht voor in het wild levende planten en dieren, maar ook de in stand houding van beschermde dieren en het niet aantasten van beschermde planten.

Bij het dempen van een teensloot gaat bijvoorbeeld alle watergerelateerde flora en fauna verloren, maar mogelijk kan onder voorwaarden (bijvoorbeeld een aangepast beheer) op een ander niveau de soortenrijkdom toenemen, zodat de maatregel per saldo niet negatief beoordeeld hoeft te worden.

Een volledig kwantitatieve beoordeling van dit criterium is te veelomvattend in het kader van voorliggende studie. Hiervoor spelen te veel locatiespecifieke kenmerken een rol. Bij de keuze voor een specifieke preventieve maatregel dienen de locale effecten op dit criterium in beeld te worden gebracht, conform de vigerende wetgeving. In dit kader worden uitsluitend de algemene voor- en nadelen van een maatregel in beeld gebracht. Daarbij wordt uiteraard wel aandacht besteed aan de mogelijkheden om negatieve effecten van een maatregel te compenseren of te verminderen.

Opgemerkt wordt dat de beïnvloeding van de muskusrat of beverrat zelf niet in de beoordeling is meegenomen. Het gegeven dat muskusratten en/of beverratten zich niet (meer) kunnen vestigen op locaties waar zij dit wel zouden willen, is in dit kader niet als dierenleed beschouwd.

3.7 Toelaatbaarheid

Het toelaatbaarheidscriterium omvat een beschrijving van mogelijke procedurele voor- en nadelen van preventieve maatregelen. Indien bepaalde oplossingen qua wetgeving met een grote waarschijnlijkheid zeer moeilijk toelaatbaar zijn, zal dit als nadeel omschreven worden. Een verkennende scan van de preventieve maatregelen zal worden uitgevoerd op wetgeving op het gebied van waterkeringwetgeving, gebiedsspecifieke wetgeving op het terrein van planologie en landschapskunde en milieuwetgeving, provinciale en gemeentelijke verordeningen en waterschapskeuren.

Alle ontwerpen van waterkeringen dienen aan de in de vigerende wet- en regelgeving gestelde ontwerpeisen te voldoen. Hierbij kan sprake zijn van tegenstrijdigheden of juist zaken die niet tot in detail vereist worden. In de praktijk is sprake van een grijs gebied waarbinnen ontwerpers een zekere vrijheid hebben. Zowel bij het ontwerp in het kader van dijkverbeteringsplannen als ten behoeve van regulier onderhoud moet er van worden uitgegaan dat zorgvuldig met deze zaken om wordt gegaan.

Onderstaand is in een aantal voorbeelden aangegeven met welke wet- en regelgeving in het ontwerp van preventieve maatregelen zoal rekening gehouden moet worden en hoe hiermee omgegaan kan worden in de praktijk.

Bij de aanleg van een maatregel kan sprake zijn van verstoring aan planten- en dierenleven. Hierbij speelt de periode waarin de verstoring optreedt een rol (broedseizoen, voortplantingsseizoen, winterrustfase voor vlinders of rustfase voor amfibieën). Niet alleen het biotoop van de soorten is daarbij van belang maar bijvoorbeeld ook de functie van een gebied als migratiezone. Versterkt of verzwakt de ingreep of het onderhoud de functie van bijvoorbeeld een sloot, boezem of kade als onderdeel van een ecologische verbindingzone?

Indien ingrepen plaats vinden in gebieden met de beschermde soorten van lijst 3 uit de Flora en faunawet zal altijd een ontheffing in het kader van deze wetgeving moeten worden aangevraagd. Indien de maatregel in een vogelbroedgebied is voorzien, kan de uitvoering slechts in het uiterste geval en met de nodige voorzorgsmaatregelen plaatsvinden. Indien een dijk of een watergang onderdeel uitmaakt van een gebied dat onder de Natuurbeschermingswet valt, zal bijna altijd een vergunning in dit kader moeten worden aangevraagd.

3.8 Landschappelijke, cultuurtechnische en archeologische waarden

Dit criterium hangt samen met de fysieke inrichting van een waterkering of een gebied. Het criterium is in hoofdzaak gebiedsspecifiek van aard en dient dan ook in samenhang met de omgeving beoordeeld te worden. Bijzondere waterkeringen zijn opgenomen in lijsten van objecten met hoge archeologische, aardkundige, landschappelijke, cultuurtechnische of natuurwetenschappelijke waarde. Voor deze objecten staat voorop dat de hierin beschreven waarde niet aangetast mag worden door een eventuele preventieve maatregel. In een gebied waar dijken met een grasbekleding liggen die landschappelijk hoog gewaardeerd worden (bijvoorbeeld in een recreatiegebied) zal een maatregel als het bekleden met asfalt niet als goed beoordeeld worden. Voornamelijk bij een volledig nieuwe inrichting van een gebied of een waterkering (dijkverbeteringsplan) is het mogelijk dat vanuit andere functies een voorkeur bestaat voor een bepaalde inrichting. Van belang hierbij is dan dat de preventieve maatregel hierin ingepast kan worden.

3.9 Milieuhygiënische aspecten

Het milieucriterium betreft hoofdzakelijke de milieutechnische aspecten van een oplossing. Eventuele positieve of negatieve effecten op het gebied van de milieuhygiëne zijn per maatregel beschreven. Specifiek is aandacht besteed aan de invloed van chemische stoffen op de omgeving. Gedacht wordt hierbij aan risico op uitloging van stoffen welke verwerkt zijn in een preventieve maatregel. Ook de invloed van chemische veroudering van materialen (oxidatie van ingegraven gaas of het verweren van geotextiel) op de omgeving is hierbij beoordeeld. De chemische beïnvloeding hoeft hierbij niet negatief beoordeeld te worden, indien er van uit wordt gegaan dat de aangebrachte verontreinigen nadien weer verwijderd (opgeruimd) worden. Dit houdt echter wel een extra inspanning in, die inzichtelijk moet worden gemaakt in bijvoorbeeld beheer en onderhoud, de levensduur en de kosten van de maatregel.

Bij het aanbrengen van bouwstoffen in een waterkering worden twee verschillende scenario's onderscheiden met betrekking tot de milieuhygiënische aspecten: dijkontwerp en regulier onderhoud. Deze situaties verschillen van elkaar in het te doorlopen vergunningentraject. Indien in het kader van een dijkontwerpplan sprake is van het aanbrengen van bouwstoffen in de dijk, wordt dit als bouwwerk geïntroduceerd, wat onder het Bouwstoffenbesluit (BSB) valt. In het BSB is vastgelegd dat de in het bouwwerk verwerkte stoffen terugneembaar moeten zijn en dat geen negatieve effecten op het milieu mogen worden geïntroduceerd. In een dijkontwerp zijn de milieuhygiënische risico's daarom wettelijk vastgelegd.

Indien in het kader van regulier onderhoud sprake is van herstel van graverijschade, kan lokaal een preventieve maatregel worden uitgevoerd waarvoor geen vergunningprocedure is doorlopen. Hier wordt het risico gelopen dat niet aan de twee voorwaarden uit het BSB wordt voldaan. Dit risico kan worden afgedekt door ook voor regulier onderhoud specifiek naar deze voorwaarden (terugneembaarheid en geen negatieve effecten) te verwijzen.

Opgemerkt wordt dat ten aanzien van de te verwerken stoffen wordt uitgegaan van de huidige kennis en inzichten op het gebied van uitlogen en milieubelasting van de te gebruiken bouwstoffen. In de toekomst kan blijken dat bepaalde gebruikte stoffen toch een negatieve invloed op het milieu hebben.

3.10 Kosten

Teneinde een economische vergelijking te kunnen maken tussen de preventieve maatregelen onderling, zijn de kosten van de verschillende mogelijkheden in beeld gebracht.

Van groot belang bij het ramen van kosten voor preventieve maatregelen is of dit de enige inrichtingsmaatregel is waarmee rekening gehouden moet worden of dat de aanleg van de maatregel in combinatie met andere maatregelen kan worden uitgevoerd, zoals groot onderhoud, dijkverbetering, het aanbrengen van oeverbeschoeiing tegen erosie door scheepsgolven, etc.

De preventieve maatregelen zijn geraamd alsof deze op zich zelf staand uitgevoerd worden. In het opstellen van de kostenramingen is geen rekening gehouden met eventuele kostenbesparing bij een uitvoering in combinatie met overige maatregelen. De kostenramingen zijn contant gemaakt naar een periode van 100 jaar. Hierin is rekening gehouden met levensduur van maatregelen, inzet van materiaal, materieel en personeel, toename of afname van de onderhouds- en/of inspectiefrequentie, eventuele kosten voor verwijdering van chemische verontreinigingen enz.

Het kostenrapport is opgenomen in bijlage 5.

4 BEOORDELING PREVENTIEVE MAATREGELEN

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk rapporteert over de laatste stap van het onderzoek: de beoordeling van de haalbaarheid van de verschillende (combinaties van) preventieve maatregelen. Ten behoeve van deze beoordeling is een aantal criteria geformuleerd, waarop de in hoofdstuk twee beschreven maatregelen worden beoordeeld. Per maatregel zijn naast de beoordeling de voor- en nadelen van deze preventieve maatregel aangegeven.

In eerdere hoofdstukken is gebleken dat de effectiviteit van nagenoeg alle mogelijke preventieve maatregelen samenhangt met de populatiedichtheid in het beschouwde gebied en/of de specifieke lokale kenmerken van de waterkering. De huidige noch de toekomstige populatiedichtheid zijn echter onderwerp van deze studie. Hieronder worden de preventieve maatregelen, zie hoofdstuk twee, beoordeeld op de criteria uit hoofdstuk drie. De beoordelingen zijn tot stand gekomen door een vergelijking te maken met de situatie dat geen muskusratten en/of beverratten in een gebied of in een waterkering aanwezig zijn.

Tussen graverij door muskusratten en beverratten bestaat een dusdanig groot verschil, dat in het ontwerpen van preventieve maatregelen een verschillende aanpak vereist is. Preventieve maatregelen worden dan ook specifiek voor een type graverij toegelicht. Wel kan het zo zijn dat er maatregelen bestaan die preventief kunnen worden beschouwd tegen beide typen graverij, dit zal dan expliciet worden vermeld.

4.2 Referentie preventieve maatregelen

Alle preventieve maatregelen zijn beoordeeld ten opzichte van de situatie waarin geen potentiële graverij aanwezig is in waterkeringen. Maatregelen om deze situatie te bereiken door bestrijding, in welke vorm dan ook, behoren niet tot de scope en zijn derhalve niet in de beoordeling betrokken.

4.3 Habitatmanipulatie en cultuurtechnische oplossingen

Dit type maatregelen heeft betrekking op het “niet willen” graven door muskusratten en/of beverratten in waterkeringen. Per maatregel is een scoretabel gepresenteerd, de verklaring van de gebruikte scores is opgenomen in de voetnoot onderaan de pagina.

Methoden die schrik aanjagen

Met de afschrikmethode zijn uitsluitend ervaringen bekend op golfterreinen (Miller, 1996). Op basis van deze ervaringen wordt geconcludeerd dat de methode slechts een onzekere en tijdelijke werking heeft. Ten gevolge van deze onzekere werking is de effectiviteit met betrekking tot de waterkeringstechnische werkzaamheid van deze methode negatief beoordeeld. Wellicht kan deze preventieve maatregel een toepassing vinden in de bescherming van zeer specifieke objecten en in combinatie met andere maatregelen.

De maatregel vereist geen grotere inspanning ten aanzien van het huidige beheer en onderhoud van waterkeringen. Dit aspect is positief geoordeeld.

De beïnvloeding van overige fauna kan niet worden uitgesloten. De score op ecologie en natuur wordt hiermee negatief. Geadviseerd wordt om per locatie een aanvullende studie uit te voeren naar de gewenste en ongewenste effecten van het toepassen van de maatregel.

De afschrikmethode heeft verder geen of zeer beperkte fysieke effecten op de omgeving. De beoordeling op de aspecten landschap, cultuur, archeologie en milieutechniek heeft daarom de score 0.

Over de toelaatbaarheid van de methode in de Nederlandse situatie is weinig bekend. De kosten van het uitvoeren van de maatregel zijn evenmin inzichtelijk te maken. Aangezien de maatregel bovendien zeer objectspecifiek is, wordt geen onderscheid gemaakt naar type waterkering.

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Schrikmethode ¹⁾	--	++	-	X	0	0	X	nee

Grondbewerking

Deze preventieve maatregelen hebben gemeen dat de waterkeringtechnische veiligheid niet gegarandeerd kan worden. Hieraan liggen verschillende oorzaken ten grondslag. Grondbewerking in waterkeringen is strijdig met de waterkerende functie van de bekleding en deklagen en kan daarom op en nabij waterkeringen niet worden toegepast als preventief middel tegen graverij door muskusratten en/of beverratten. De maatregel betreft een fysieke ingreep met een grote negatieve impact op ecologie, natuur, landschap, cultuur en archeologie. Dit hangt samen met het verdwijnen van de huidige inrichting. Hiermee gaan de huidige waarden verloren. De ecologische, natuur- en landschapswaarden van een bewerkt (geploegd) terrein zijn minder waardevol beoordeeld dan een niet bewerkte kade. De bestaande plant- en diersoorten zullen geheel verdwijnen ter plaatse van de bewerkte gronden. Vanuit de regelgeving op al deze beoordelingsaspecten wordt de toelaatbaarheid eveneens negatief beoordeeld. Onbekend is wat de effecten op het milieu zullen zijn en de kosten zijn evenmin gecijferd (score X).

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering - technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Grond- bewerking	--	--	--	--	--	X	X	nee

Maaibeheer

Maaibeheer wordt onvoldoende effectief beoordeeld, aangezien in de Nederlandse situatie altijd voldoende voedsel voor muskusratten en beverratten beschikbaar blijft (wortelstokken, etc.). Uit gegevens ten aanzien van populatieontwikkeling blijkt dat voedsel in Nederland nu geen beperkende factor vormt voor de populatieontwikkeling van muskusratten en beverratten.

De maatregel houdt een fysieke ingreep op de waterkering in, met een negatieve impact op ecologie, natuur, landschap, cultuur en archeologie ten opzichte van de huidige situatie. Op basis van de regelgeving ten aanzien van deze beoordelingsaspecten wordt de toelaatbaarheid eveneens negatief

++ sterk positief effect - negatief effect X effect onbekend of niet meetbaar
 + positief effect -- sterk negatief effect
 0 geen effect

beoordeeld. Onbekend is wat de effecten op het milieu zullen zijn en de kosten zijn evenmin becijferd (score 0).

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Maaibeheer	--	--	--	--	--	0	0	nee

waterpeilbeheer

Waterpeilbeheer kan onder bepaalde omstandigheden strijdig zijn met de waterkerende functie of met overige omgevingsgerelateerde belangen (landbouw, waterhuishouding achterland). Onder maatgevende hoogwatercondities kan het verlagen van het polderpeil juist een ongunstige invloed hebben op enkele faalmechanismen die een rol spelen bij de veiligheid van waterkeringen. Door het verlagen van de binnendijkse waterstand, neemt het verval over de waterkering toe. Dit wordt vertaald in een hogere belasting op de kering. De ingreep zal wel een zekere impact hebben op het beheer en onderhoud, onbekend is echter of dit positief of negatief beoordeeld kan worden. De invloed op ecologie en natuur is sterk negatief ten gevolge van de rechtstreekse beïnvloeding van overige plant- en diersoorten. Hiermee samenhangend scoort de maatregel eveneens negatief op toelaatbaarheid. De invloed op landschap hangt sterk samen met het type kering dat beschouwd wordt, de maatregel is dan ook waterkeringstype specifiek. Kosten evenals milieutechnische consequenties zijn onbekend.

Een bijzondere vorm van waterbeheer wordt gevormd door het aanbrengen van drainage in plaats van een teensloot, deze maatregel wordt onderstaand apart behandeld.

drainage in plaats van teensloot

Het dempen van de teensloot heeft een zeer sterke nadelige invloed op het ecosysteem dat de sloot omvat. Hierdoor scoort de maatregel slecht op ecologische, natuur & milieu en gebiedsspecifieke aspecten. Waterkeringtechnisch kan de maatregel als functioneel beoordeeld worden, zij het dat een grotere inspanning ten behoeve van beheer en onderhoud vereist is. De werking van de drainage moet regelmatig gecontroleerd worden. Dit zal tevens extra kosten met zich meebrengen. Veel waterkeringbeheerders hebben om deze reden bezwaren tegen deze maatregel.

Ook vanuit de lokale hydrologische toestand kan deze maatregel negatief beoordeeld worden. Een teensloot kan naast de drainagefunctie ook een regionale functie vervullen in het hydrologische systeem, bijvoorbeeld om water af te voeren. Het aanbrengen van drainage in plaats van een watergang kan daarom ook leiden tot noodzakelijke aanpassingen in de omgeving.

Het vervangen van een teensloot hoeft geen probleem te zijn vanuit natuurwetgeving. De mogelijkheden hiervoor zijn afhankelijk van het voorkomen van een aantal zwaarder beschermde soorten. Problemen ontstaan als soorten van lijst 2 en/of 3 Flora & fauna wet in de teensloot aanwezig zijn. Dan zal mitigatie en/of compensatie moeten plaatsvinden en moet ontheffing worden aangevraagd. Dat zal zelden het geval zijn.

++ sterk positief effect - negatief effect
+ positief effect -- sterk negatief effect
0 geen effect

X effect onbekend of niet meetbaar

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

Voor het dempen van een teensloot (net als elke andere sloot) moet wel zorgvuldig worden gehandeld, dat wil zeggen dat de sloot pas gedempt mag worden als de dieren (kikkers, salamanders, vissen etc. en zeldzamere planten) verwijderd zijn en elders zijn vrijgelaten c.q. zijn neergezet.

Er is altijd sprake van een achteruitgang ten opzichte van de huidige situatie. Vanuit ecologisch oogpunt wordt deze maatregel negatief beoordeeld.

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Waterpeilbeheer	-	0	--	--	X	X	X	ja
Dempen teensl.	+	-	--	-	--	0	-	nee

Begroeiing

Ook begroeiing (anders dan gras) is vanuit de waterkerende functie niet (of onder specifieke condities) toelaatbaar op waterkeringen. Uit literatuuronderzoek is bovendien geen begroeiing bekend die de waterkering voor graverij door muskusratten of beverratten onaantrekkelijk maakt. Zou een dergelijke begroeiing wel bestaan dan is het natuurlijk de vraag hoe efficiënt deze maatregel is in relatie tot de populatiedichtheid. Daarnaast is het toepassen van niet-gebiedseigen soorten als risico te beschouwen voor bestaande ecosystemen. Het is bovendien de vraag of het wenselijk is om in Nederland bijvoorbeeld alle waterkeringen te laten begroeien met één specifieke plantsoort, omdat de muskusrat en de beverrat hier dan niet meer in willen graven. Dit komt met name de landschappelijke waarde (soortendiversiteit) van waterkeringen niet ten goede. Bovendien heeft de huidige grasmat tevens een functie ten aanzien van erosiebestendigheid van de waterkering tegen belasting door golven en/of stroming.

Aangezien de maatregel de waterkeringtechnische veiligheid aantast, wordt deze niet geschikt geacht voor alle onderscheiden typen waterkeringen.

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Begroeiing	-	--	-	--	--	0	0	nee

geurstoffen

De effectiviteit van deze methode is negatief beoordeeld. Op basis van de bevindingen uit de relevante literatuur wordt afgeleid dat niet is aangetoond dat geurstoffen muskusrat- of beverratwerend zijn. Waterkeringstechnisch scoort de methode laag. Vanuit beheer en onderhoud zou een dergelijke methode positief scoren, vanwege de geringe te leveren inspanning. Het effect op de overige beoordelingscriteria is onbekend. Wellicht kan deze preventieve maatregel een toepassing vinden in de bescherming van zeer specifieke objecten en in combinatie met andere maatregelen.

++ sterk positief effect - negatief effect
+ positief effect -- sterk negatief effect
0 geen effect

X effect onbekend of niet meetbaar

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Geurstoffen ¹⁾	-	++	X	X	X	X	X	nee

4.4 Graverij werende maatregelen

Dit betreft de maatregelen in de categorie “niet kunnen”graven. Ten behoeve van de beoordeling zijn enkele typen maatregelen beschouwd, zoals een verticale, horizontale of parallelle verdedigingsstrategie. Qua materiaalgebruik bestaan binnen deze groepen verschillende mogelijkheden. Deze verschillen uitsluitend in prijs van elkaar. In een apart kostenoverzicht zijn de kosten per strekkende meter kade inzichtelijk gemaakt, zie bijlage 5.

Een algemeen bezwaar vanuit de muskusrattenbestrijders tegen graverijwerende maatregelen is dat deze middelen over het algemeen de herkenbaarheid van graverij verminderen en tevens het plaatsen of functioneren van vangmiddelen bemoeilijkt. Dit zegt echter niets over de effectiviteit van de methode, indien de maatregel volledig graverijwerend is, dan is het plaatsen van vangmiddelen in het geheel niet noodzakelijk.

verticale oeververdediging

Voordeel van het aanbrengen van een verticale verdediging ligt in de permanente afsluiting van de kade voor de graverij van muskusratten en/of beverratten. Onder verticale verdediging worden verschillende beschoeiingen samengevat, welke uit diverse soorten materiaal kunnen bestaan. Toepassingen van hout, staal of beton behoren tot de mogelijkheden.

Een risico van het toepassen van verticale oeververdedigingen is gelegen in de werkelijke ondoordringbaarheid van de toegepaste materialen. Aansluitconstructies zijn gevoelig voor het ontstaan van kleine gaten en kieren, waarmee de gehele constructie niet meer naar behoren functioneert. Een tweede risico hangt samen met de achtergraafbaarheid. Indien geen aanvullende maatregelen worden genomen, bestaat de kans dat de muskusratten achter de wand alsnog een ingang creëren in het dijklichaam. Het functioneren van de constructie hangt sterk samen met de uitvoering en is tevens afhankelijk van het gebruikte materiaal. Mits goed uitgevoerd (rekening houdend met waterkeringstype specifieke nadelen van het aanbrengen van verticale elementen, zoals hydraulische kortsluiting), wordt de maatregel positief beoordeeld op waterkeringstechnisch functioneren.

De constructie is binnen het profiel van de waterkering gelegen en vormt dus geen zichtbaar element. Het uiterlijk van de dijk of kade blijft ongewijzigd ten opzichte van het niet toepassen van een verticaal element. Ook ten aanzien van ecologie, natuur, landschap en cultuur wordt de maatregel daarom negatief noch positief beoordeeld.

Naast de ondoordringbaarheid voor graverij door muskusratten en beverratten is de waterkering ook ondoordringbaar geworden voor andere diersoorten. Aangezien alle graverij in een waterkering in principe onwenselijk wordt geacht, wordt dit vanuit het waterkeringstechnisch aspect niet als bezwaarlijk gezien. De maatregel is toepasbaar voor alle typen waterkering. De meest effectieve locatie en de benodigde verticale lengte van de oeververdediging hangen wel samen met het type waterkering. Kosten hangen

++ sterk positief effect

- negatief effect

X effect onbekend of niet meetbaar

+ positief effect

-- sterk negatief

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

0 geen effect

effect

sterk samen met het gekozen materiaal, maar in het algemeen wordt opgemerkt dat de maatregel kostbaar is ten opzichte van een waterkering zonder verticale verdediging.

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	<i>Waterkering- technisch</i>	<i>Beheer en onderhoud</i>	<i>Ecologie en natuur</i>	<i>Toelaat- baarheid</i>	<i>Landschap, cultuur, archeologie</i>	<i>Milieu- techniek</i>	<i>Kosten</i>	<i>Type specifiek</i>
<i>Beschoeiing</i>	++	0	0	0	0	-	--	<i>ja</i>

parallele oeververdediging

Deze preventieve maatregel omvat het ingraven van gaas of geotextiel. Harde bekleding is afzonderlijk behandeld. Deze maatregel heeft, in tegenstelling tot ingegraven materialen, ook een landschappelijke beïnvloeding. Evenals bij verticale oplossingen, kan voor parallele oeververdediging gebruik worden gemaakt van diverse materiaalsoorten. Deze zullen hoofdzakelijk op kosten en milieuhygiënische beïnvloeding van het substraat van elkaar onderscheidend zijn. Geotextiel is minder negatief beoordeeld dan gaas, omdat de gebruikte materialen verschillende uitloogcapaciteiten hebben. Hierbij wordt overigens opgemerkt dat niet van alle materialen de uitloogcapaciteiten bekend zijn. Hierin schuilt een risico ten aanzien van toekomstig hergebruik van de betreffende grond waarin de materialen zijn toegepast.

Voor maatregelen die gebaseerd zijn op een parallele oeververdediging geldt slechts een onzekerheid ten aanzien van de efficiëntie. Onbekend is aan welke eigenschappen de materialen en de aanbrengmethode moeten voldoen, zodat ze functioneel te zijn. Evenals verticale oplossingen is het materiaal niet zichtbaar aanwezig, waardoor er vanuit landschapsbeleving geen bezwaren zijn.

Het ingraven van gaas kan negatieve gevolgen hebben voor andere gravende soorten die volgens de Flora & faunawet beschermd zijn. Denk hierbij aan de Noordse woelmuis (lijst 3), Waterspitsmuis en andere woelmuizen/woelratten. Bovendien kan ingraven van gaas een (tijdelijk) negatieve invloed hebben op voorkomende beschermde planten en/of bijvoorbeeld beschermde vlinders die in dijkgraslanden of vochtige oevers leven. Voor wat betreft de gravende dieren kan door een aangepaste maaswijdte de problemen met beschermde diersoorten voorkomen worden. Groot genoeg om beschermde soorten te laten graven, klein genoeg om muskusratten te weren.

Voor wat betreft de beschermde planten zijn eveneens behoudende maatregelen mogelijk. Gefaseerd werken is een van de oplossingen om het voortbestaan van beschermde vlinders te waarborgen.

De benodigde lengte van de parallele oeververdediging hangt samen met de locatie van de graverij in het dwarsprofiel. Omdat de verschillende typen waterkeringen op verschillende locaties in het dwarsprofiel worden aangevallen door graverij, wordt de inpassing van de maatregel hiermee gerelateerd aan het type waterkering. De maatregel wordt als kostbaar gerekend. Qua beheer en onderhoud wordt opgemerkt dat de materialen dusdanig moeten worden aangebracht dat zij het dagelijkse beheer en onderhoud niet negatief beïnvloeden.

++ sterk positief effect - negatief effect
+ positief effect -- sterk negatief effect
0 geen effect

X effect onbekend of niet meetbaar

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Gaas	+	--	0	+	+	--	--	nee
Geotextiel	+	--	0	+	+	-	-	nee

harde bekleding

Ook harde bekleding kent uitvoeringen in diverse materialen. Er van uitgaand dat alle materialen in principe even werkzaam zijn (bijvoorbeeld door het toepassen van een graverijwerende onderlaag) zijn ook deze oplossingen hoofdzakelijk op kosten onderscheidend van elkaar.

Het aanbrengen van een harde bekleding kan gezien worden als een grote landschappelijke ingreep. De beleving van de waterkering wijzigt wezenlijk en ook het effect op de ecologische aspecten is niet onaanzienlijk.

Het plaatsen van harde oevermaterialen heeft een negatief effect op (beschermde) soorten die in de oeverrand leven en graven. Bovendien kunnen dieren bij steile oevers de kanten niet op met verdrinking als gevolg. Ook de functie van oevers als onderdeel van ecologische verbindingzones neemt door harde verticale oevers af.

Problemen van deze aard kunnen worden voorkomen door de harde verticale constructies op de insteek aan te brengen (juist boven dagelijks waterpeil, zie figuur 2.1). Bovendien is de verwachting dat op deze plaats de effectiviteit van de maatregel groter is. Voor waterkeringen die geen continu waterpeil keren en waar onder bepaalde omstandigheden wel over de gehele hoogte van het talud risico op graverij schade bestaat (met name rivierdijken), is de maatregel niet geschikt. Gezien de grote oppervlakte wordt de maatregel zeer kostbaar, maar bovendien vervalt een vaak waardevolle soortenrijke grasbekleding. Daarnaast neemt de landschappelijke waarde van de rivierdijk door de maatregel sterk af.

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Bekleding	+	-	--	0	--	-	--	nee

horizontale oeververdediging

Voor dit type oeververdediging wordt uitgegaan van uitvoering in gaas of geotextiel. De effectiviteit van de maatregel is niet bekend. Mogelijk kan een toepassing worden gevonden in combinatie met een andere preventieve maatregel om specifieke nadelen van bijvoorbeeld een verticale oeververdediging op te vangen. Voor de overige aspecten geldt een vergelijkbare beoordeling als voor de parallelle oeververdediging.

++ sterk positief effect - negatief effect
+ positief effect -- sterk negatief effect
0 geen effect

X effect onbekend of niet meetbaar

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Gaas	+	--	0	+	+	--	--	nee
Geotextiel	+	--	0	+	+	-	-	nee

Betonnen dijk

Deze maatregel wordt als 100% ondoordringbaar beschouwd voor graverij door muskusratten en beverratten. Wat dit aspect betreft voldoet de maatregel aan de waterkeringtechnische eis. Er van uitgaand dat de uitvoering dusdanig is dat tevens aan de overige eisen vanuit de waterkering voldaan wordt, wordt deze maatregel positief beoordeeld op dit criterium. Echter de beoordeling op de overige criteria is dermate negatief dat deze maatregel niet als realistisch beschouwd kan worden. Hieruit volgt dat de overige criteria negatief scoren..

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Betonnen dijk	++	++	--	--	--	-	--	nee

4.5 Maatregelen die waterkeringen bestand maken tegen graverij

overdimensionering - graafberm

Het aanbrengen van een graafberm is uitsluitend toepasbaar, indien deze maatregel ruimtetechnisch mogelijk is. Vooral ter plaatse van boezemkaden kan dit voor problemen zorgen. Ook beheer en onderhoud van deze maatregel is een aandachtspunt dat samenhangt met de beoogde levensduur van de constructie. Een gebiedsspecifiek bezwaar kan gelegen zijn in landschappelijke kenmerken van een dergelijke constructie. De herkenbaarheid van het dijklichaam in het landschap kan negatief worden beïnvloed.

Voor het onderhoud biedt een graafberm extra mogelijkheden. Het waterkerende deel kan zo veel mogelijk natuurtechnisch worden onderhouden terwijl de graafberm meer mogelijkheden heeft om natuurlijk te worden onderhouden. Bovendien voeg je een nieuw landschapselement toe en dat misschien vroeg of laat typisch Nederlands wordt.

Het aanleggen van een graafberm kan zowel negatief als positief voor de soortenrijkdom uitpakken. Dit hangt van de situatie ter plaatste af. Indien er hoge natuurwaarden ter plaatste aanwezig zijn als gevolg van bijvoorbeeld lokale kwel, of er is sprake van een stroomdalflora op een rivierdijk, dan zal een graafberm een negatief effect hebben op de soortenrijkdom en dus op de natuur.

Indien bovendien beschermde flora en fauna (planten en bijvoorbeeld vlinders) aanwezig is zal er vergunning moeten worden aangevraagd in kader Flora & fauna wet.

++ sterk positief effect - negatief effect
+ positief effect -- sterk negatief effect
0 geen effect effect

X effect onbekend of niet meetbaar

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

Als er sprake is van een soortenarm/verruigd dijklichaam (zeer groot deel van Nederlandse dijken zijn dit) dan liggen er bij het aanleggen van een graafberm kansen om met voedselarme grond (bijvoorbeeld kalkrijke grond) en een soortenrijk grasmengsel extra natuurwaarden aan de dijk te geven.

Met betrekking tot waterkeringen met een ruimtebeperking (bijvoorbeeld boezemkaden) kan bekeken worden of het aanbrengen van een overhoogte een goed alternatief is voor de graafberm. Het aanbrengen van overhoogte vergt echter ook extra ruimte en het is maar de vraag of de veiligheid van de betreffende kaden hiermee gegarandeerd kan worden.

Scoretabel maatregel

Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten	Type specifiek
Overdimensionering	++	-	+	--	X	0	--	ja

4.6 Samenvatting preventieve maatregelen

In tabel 4.1 zijn de beoordelen van preventieve maatregelen samengevat. De maatregelen zijn onderverdeeld in de categorieën “niet willen”, “niet kunnen” en overdimensioneren. “Niet willen” maatregelen hebben betrekking op maatregelen die graverij onaantrekkelijk maken. “Niet kunnen” maatregelen betreffen het fysiek onmogelijk maken van graven in waterkeringen. En de laatste categorie heeft betrekking op een oplossing die buiten het huidige profiel van de waterkering ligt, oftewel de overdimensionering.

Uit de tabel kan worden afgeleid wat de sterke en zwakke punten zijn van bepaalde (categorieën van) maatregelen. De criteria zijn van een dusdanig verschillende aard dat deze niet onderling met elkaar vergeleken mogen worden. De tabel geeft uitsluitend inzicht in de specifieke voor- en of nadelen per preventieve maatregel. De beoordelingen mogen niet bij elkaar worden opgeteld.

++ sterk positief effect - negatief effect
+ positief effect -- sterk negatief effect
0 geen effect

X effect onbekend of niet meetbaar

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

Tabel 4.1 Beoordeling preventieve maatregelen tegen graverij ten opzichte van referentie “geen graverij”

	Criterium maatregel	Waterkering- technisch	Beheer en onderhoud	Ecologie en natuur	Toelaat- baarheid	Landschap, cultuur, archeologie	Milieu- techniek	Kosten
Niet willen	Schrikmethode ¹⁾	--	++	-	X	0	0	X
	Grondbewerking	--	--	--	--	--	X	X
	Maaibeheer	--	--	--	--	--	X	X
	Waterpeilbeheer	-	0	--	--	--	X	X
	Begroeiing	-	--	-	--	--	0	0
	Dempen teensloot	+	-	--	-	--	0	-
	Geurstoffen ¹⁾	-	++	X	X	X	X	X
Niet kunnen	Beschoeiing	++	0	0	0	0	-	--
	Bekleding	+	-	--	0	--	-	--
	Gaas	+	--	0	+	+	--	--
	Geotextiel	+	--	0	+	+	-	-
	Horizontaal	+	-	0	+	+	-	-
	Betonnen dijk	++	++	--	--	--	-	--
	Overdimensionering	++	-	+	--	X	0	--

++ sterk positief effect

- negatief effect

X effect onbekend of niet meetbaar

+ positief effect

-- sterk negatief effect

¹⁾ Uitsluitend toepasbaar op zeer specifieke objecten

0 geen effect

Algemeen beeld van de beoordeling van preventieve maatregelen

In het algemeen kan worden geconcludeerd dat geen van de preventieve maatregelen de absolute voorkeur heeft en kan worden aanbevolen om in het algemeen en grootschalig te worden toegepast.

Maatregelen die graverij onaantrekkelijk te maken (“niet willen”) hebben een onzeker effect. Graverij door muskusratten en beverratten neemt weliswaar (tijdelijk) af maar afhankelijk van de omvang van de populatie en het individueel gedrag van muskusratten en beverratten kan er toch nog (onacceptabele) schade optreden. Ook hebben dit soort maatregelen in het algemeen een negatief neveneffect op plantensoorten en andere diersoorten.

Harde (constructieve) maatregelen die het graven fysiek onmogelijk maken (“niet kunnen”) hebben wel een groot effect op het tegengaan van graverij. Het grootschalig toepassen van deze categorie maatregelen brengt echter aanzienlijke kosten met zich mee en ook heeft dit negatieve consequenties voor het beheer en onderhoud. Bij een betonnen dijk is het beheer en onderhoud eenvoudiger maar zijn de consequenties voor het landschap en natuur en ecologie ingrijpend.

Voor overdimensionering geldt dezelfde analyse als voor de “niet kunnen” maatregelen. Hierbij geldt ook dat er voldoende ruimte beschikbaar moet zijn voor het uitvoeren van de maatregel.

Maatregelen combineren

Uit de beoordeling blijkt dat geen van de preventieve maatregelen een absolute voorkeur heeft. Een gecombineerde inzet van verschillende maatregelen ligt daarom voor de hand. Het gaat hierbij om het zodanig combineren van maatregelen dat een evenwicht wordt gevonden tussen een acceptabel risico op schade door graverij, de inzet van preventieve maatregelen en het beheersen van de populatieomvang (bestrijden). In hoofdlijnen gaat het dus om het invullen van een gecombineerde inzet van :

1. het plaatselijk onmogelijk maken van graven door graafwerende constructies ('niet kunnen');
2. het aantrekkelijk maken van specifieke locaties ("wel kunnen"), waardoor het effect van "niet kunnen" wordt vergroot;
3. het beheersen van de omvang van de populatie (het bestrijden), waardoor wordt vermeden dat de populatie te groot wordt en door wisselend graafgedrag te grote schade aan de waterkering ontstaat; en
4. het lokaal toepassen van overdimensionering bij onderhoud en/of het uitvoeren van verbeteringsplannen, waardoor zorg kan worden gedragen voor een goede landschappelijke inpassing en kosten kunnen worden beperkt.

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van de inventarisatie en bovenstaande beoordeling zijn de volgende conclusies getrokken en aanbevelingen geformuleerd.

Effecten en haalbaarheid preventieve maatregelen

Ten aanzien van effecten en haalbaarheid van de beoordeelde maatregelen zijn de volgende conclusies getrokken.

- Uit de beoordeling van alle preventieve maatregelen blijkt dat geen van de maatregelen voldoende zekerheid geeft dat geen schade optreedt door graverij van muskusratten en beverratten. Een aantal maatregelen heeft wel een effect maar als de populatie groeit dan ontstaat alsnog een te groot risico op onacceptabele schade door graverij. Het bestrijden van muskusratten en beverratten om de populatieomvang te beheersen blijft dus noodzakelijk.
- Maatregelen die behoren tot de categorie “niet willen” hebben een beperkt (soms tijdelijk) effect en daarom blijft er een groot risico op schade aan de waterkering door graverij. Het individueel gedrag van muskusratten en beverratten is onvoorspelbaar en met de toename van de populatie neemt het risico op te grote schade aan de waterkering toe. Bij de inzet van deze maatregelen is het dus van belang om ook de omvang van de populatie te beheersen.
- Maatregelen die graafwerend zijn (‘niet kunnen’) beperken de schade door graverij, maar zijn relatief duur en kunnen negatieve consequenties hebben voor het beheer en onderhoud. Ook zijn deze maatregelen niet 100 procent effectief. Het is niet te voorspellen hoe muskusratten en beverratten hun gedrag aanpassen aan gewijzigde omstandigheden, zoals een hogere populatie als er niet meer wordt bestreden. Of de maatregel moet dusdanig robuust zijn uitgevoerd (een waterkering volledig uit beton samenstellen) dat graverij feitelijk onmogelijk is geworden. Hier zijn echter hoge kosten aan verbonden en veel ecologische en/of landschappelijke bezwaren.
- Door overdimensionering kan worden voorkomen dat onacceptabele schade door graverij ontstaat. Voor deze maatregelen moet wel voldoende ruimte beschikbaar zijn. Hoe zwaarder de maatregel (langere damwand, zwaardere bekleding of grotere graafberm) des te groter de populatiedruk waarbij de maatregel werkzaam is en daarmee des te lager de noodzakelijke inspanningen op het gebied van bestrijding.
- Een overdimensioneringsberm, mits goed ingericht, kan een positief effect hebben op ecologische aspecten als soortendiversiteit etc en biedt meer mogelijkheden voor landschappelijke inrichting.
- In het algemeen kan worden geconcludeerd dat over het (graaf) gedrag van muskusratten en beverratten in relatie tot preventieve maatregelen weinig bekend is. Met name is onbekend wat het effect op langere termijn is van preventieve mogelijkheden in de praktijk bij een substantiële groei van de populatie en bij verschillende (vooral hoge) populatiedichtheden. In het verleden zijn hierover onvoldoende gegevens vastgelegd. Tevens is in het onderzoek geconstateerd dat weinig bekend is over het effect van preventieve maatregelen op andere diersoorten en natuurwaarden.

6 INTEGRALE AANPAK WORDT AANBEVOLEN

Uit de beoordeling blijkt dat geen van de preventieve maatregelen een absolute voorkeur heeft. Een gecombineerde inzet van verschillende maatregelen ligt daarom voor de hand, waarbij bestrijding/beheersing van de populatie noodzakelijk blijft. Het gaat hierbij om het zodanig combineren van maatregelen dat een evenwicht wordt gevonden tussen een acceptabel risico op schade door graverij, de intensiteit van inspecties en schadereparatie, de inzet van preventieve maatregelen en het beheersen van de populatieomvang (bestrijden). Als meest effectieve aanpak wordt aanbevolen:

- Het inzetten van graafwerende constructies ("niet kunnen") in combinatie met het creëren van aantrekkelijke plaatsen waar graven geen schade geeft ("wel kunnen") én het beperken van de populatie omvang (bestrijden). Door het creëren van aantrekkelijke ongevaarlijke graafplaatsen wordt het effect van graafwerende constructies versterkt.
- De inzet van preventiemaatregelen te combineren met een dijkverbeteringsronde of regulier onderhoud. Dit biedt mogelijkheden om graafwerende constructies op te nemen in het ontwerp van de waterkering en om overdimensionering als maatregel in te zetten. De kosten zijn dan aanzienlijk lager dan dat de maatregelen op zich zelf staand moeten worden uitgevoerd in de bestaande situatie. Tevens zijn er mogelijkheden voor een goede landschappelijke inpassing.
- Gegevens over het effect van de preventieve maatregelen in relatie tot de populatieontwikkeling en dichtheid systematisch te verzamelen. Hierbij tevens registreren en/of onderzoeken wat het effect van preventieve maatregelen is op andere diersoorten en natuurwaarden.

Voorlichting en ontwerpisen

Ontwerpers van waterkering zijn zich veelal nog onvoldoende bewust van de invloed van het ontwerp op het graven door muskusratten en beverratten. Soms worden onbedoeld aantrekkelijke omstandigheden voor muskusratten en beverratten gecreëerd. Zo zijn in de laatste dijkverbeteringsronde veel waterrijke natuurgebieden aangelegd, die een zeer aantrekkelijke biotoop vormen voor bewoning door muskusratten. Daarom wordt aanbevolen:

- algemene ontwerpisen en/of richtlijnen op te stellen en voorlichting te geven aan ontwerpers. Preventieve maatregelen kunnen dan meteen in het ontwerp worden meegenomen.

7 COLOFON

Opdrachtgever	: Opdrachtgever Bestuurlijke Commissie Muskusrattenbestrijding
Project	: Preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten
Dossier	: A7400.01.001
Omvang rapport	: 4 pagina's
Auteur	: drs. C. (Clara) Spoorenberg
Bijdrage	: drs. H. (Henk) Hoogenboom (WUR), ir. H. (Henk) van Hemert, ing. G. (Gerard) Filé
Review	: Ir. J. (Jan) Baltissen
Projectleider	: drs. C. (Clara) Spoorenberg
Projectmanager	: drs. T. (Teunis) Louters
Datum	: 19 november 2007
Naam/Paraaf	: 

DHV B.V.

Laan 1914 nr. 35

3818 EX Amersfoort

Postbus 1132

3800 BC Amersfoort

T (033) 468 20 00

F (033) 468 28 01

www.dhv.nl

BIJLAGE 1 VERKLARENDE WOORDENLIJST

VERKLARENDE WOORDENLIJST BIJ RAPPORTAGE PREVENTIEVE MAATREGELEN TEGEN GRAVERIJ VAN MUSKUSRATTEN EN BEVERRATTEN

- Beheer** Het geheel van activiteiten dat noodzakelijk is om te waarborgen dat de toegekende functies van de waterkering blijven voldoen aan de daarvoor vastgestelde, eventueel tijdsafhankelijke eisen en normen.
- Beheerder** (van een waterkering) De overheid waarbij de (primaire) waterkering in beheer is.
- Beverrat (Myocastor coypus)** Een sinds circa 1930 in Nederland levend zoogdier (exoot) die leeft onder meer in zelf gegraven bouwen in taluds (van waterkeringen). De beverrat kan wel 0,5 m lang worden, heeft een bruine vacht en een beverachtig aangezicht met grote gele (vrouwje) tot roodachtige (mannetje) snijtanden.
- MHW of Maatgevende Hoogwaterstand** Bij rivieren, meren en boezemwateren de waterstand met een overschrijdingskans gelijk aan de ontwerprequentie.
- Legger** Documentatie, waarin is omschreven waaraan de waterkering met betrekking tot de toegekende functies moet voldoen naar richting, inrichting, vorm, afmeting en constructie, en waarin de juridische begrenzingen worden weergegeven.
- Muskusrat (Ondatra zibethicus)** Een in Nederland levend zoogdier (exoot) dat leeft hoofdzakelijk in zelf gegraven bouwen in oevers van watergangen en taluds van waterkeringen. De muskusrat heeft een lengte van plusminus 0,3 m, een bruine vacht en een 0,2 m lange (afgeplatte) staart.
- Normaal onderhoud** De beheerder zorgt door het tijdig uitvoeren van vast en variabel onderhoud, dat het kwaliteitsniveau van de onderdelen van de kering boven het vastgestelde minimum blijft.
- Niet-waterkerende objecten** Deze objecten zijn gelegen binnen de invloedszone van waterkeringen en hebben geen waterkerende functie. Voorbeelden zijn: bebouwing, beplanting, wegen, op- en afritten, kabels, leidingen en geleidewerken.
- Overdimensionering(berm)** Vanuit de waterkerende functie kan een minimum profiel aangewezen worden dat ten minste noodzakelijke is om voldoende sterkte te bieden tegen de ontwerpbelasting. Indien een waterkering over een ruimer profiel beschikt dan dit minimumprofiel, dan wordt dit extra gedeelte (bijvoorbeeld een berm) als overdimensionering gezien.
- Schaardijk** Rivierdijk die onmiddellijk langs het zomerbed ligt.
- Schijnduiker** Een in de oever geplaatste loze leiding waarin een vangstmiddel geplaatst kan worden. De schijnduiker heeft tot doel het aantrekken (lokken) van muskusratten teneinde ze aan de populatie te onttrekken. De schijnduiker wordt op een dusdanige locatie geplaatst dat hij een aantrekkelijke vestigingsmogelijkheid voor muskusratten vormt, zodat op overige

locaties geen of minder graafschade aan de oevers zal plaatsvinden. De schijnduiker kan tot op zekere hoogte ook als preventieve maatregel tegen graverij worden gezien/ ingezet.

Veiligheidszone of invloedzone De tot de waterkering behorende gronden, die daadwerkelijk bijdragen aan het waarborgen van de stabiliteit, zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde van de waterkering.

Waterkeringen Kunstmatige hoogten en die (gedeelten van) natuurlijke hoogten of hooggelegen gronden, met inbegrip van daarin of daaraan aangebrachte werken, die een waterkerende of mede een waterkerende functie hebben, en die als zodanig in de legger zijn aangegeven.

BIJLAGE 2 LITERATUURLIJST

LITERATUURLIJST

- Anonymus , 1997, Bisam, Biber, Nutria; Erkenningsmerkmale und Lebensweisen; Gestaltung und Sicherung gefährdeter Ufer, Deiche und Dämme, DVWK, Merkblätter zur Wasserwirtschaft, Heft 247, Bonn
- Anonymus , mei 1995, Der BisamJäger, Heft 32, Mellinghausen
- Acken, W. van, 1977, Bisam-Abwehrmaßnahmen im Gewässerbau, Wasserwirtschaft 67 (5), Köln
- Barends, F, 1996, Lokstoffen: hoe maken en hoe te gebruiken (3), Muskusrat en beheer 16 (4) 1-3
- Barends, F, 2006, Handboek Bestrijding van Muskusrat en Beverrat, LCCM-TCM
- Bellin, K., 1977, Empfehlungen für bisamsicheren Ausbau von Gewässern, Deichen und Dämmen, KWK/DVWK Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin
- Blaser, E. (Erich), jaartal onbekend, Entkrautet die Bisamratte? Eine wissenschaftliche Wertung der Verhaltensweise der Fiber zibethicus durch Schaffung von Flößwegen, Anz. Schädlungsk. 32:106-107
- Bosma, L, 2000, Antwoord op vraag over natuurvriendelijke oevers, plaats onbekend, uit emailcorrespondentie
- Brüggeman, I, F. Rotter en J. Gut, 1981, Onderzoek naar signaalstoffen voor de muskusrat t/m dec. 1980, TNO-Delft, no. CL 81/24
- Doude van Troostwijk, (D), 1970, Beveiliging van kaden tegen muskusratten, Commissie muskusrattenbestrijding,
- Fey, D. en J. v.d. Stelt, 1982, Het vangen van muskusratten in natuureservaten, uit: Muskusrat en Beheer, 2 (1) 6-7
- Fischbach, J. (Josef), 1980, Kann man Teichdämme bisamsicher machen?, Wasserwirtschaftsamt Amberg, Karpfenteichwirtschaft: 305-306
- Gersdorf, E. und R. Rose, 1972, Über Tätigkeit und Verhalten des Bisam unter Wasser, Zeitschr. Angew. Zool 59: 241-259
- Gersdorf, E., 1971, Bisamsicheres Bauen, Nachrichtenblatt Deutsche Pflanzenschutzdienst 23 (3): 42-43
- Gersdorf, E., 1974, Bisamsicherer Ausbau von Gewässern, Gesunde Pflanz 26 (11):241-233
- Gersdorf, E. (Erasmus), 1976, Der Bisam und andere Wühltiere am Wasser, Verlag Paul Parey, Zeitschrift für Augewandte Zoologie (65 (2),
- Gersdorf, Von E., 1978, Neue Beobachtungen zum Verhalten des Bisams,
- Gryseels, M. (Machteld), 1988, Effecten van muskusrattenvraat in een verruigd rietland (De Blakaart T Woumen, België), De levende natuur 89 (5), 136-142
- Heine, M. en G. van der Velde, 1978, De muskusrat in de Ooypolder bij Nijmegen en zijn invloed op nymphaeide vegetaties, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen,
- Heine, M., 1977, De oecologie van de muskusrat, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen,
- Lawler, A. (Adrian, Dr.), 2007, Proposed Tests to Determine if Geotextiles are Nutria-Resistant, Internet publication (club or non-profit web site): <http://www.aquarticles.com>, Ocean Springs, U.S.A.
- Miller, J. (James) E.; Muskrats, 1994, USDA Extension Service
Natural Resources and Rural Development Unit, Prevention and control of wildlife damage, Washington, DC 20250
- Niewold, F.J.J. & D.R. Lammertsma, 2000, Beverratten in opmars; onderzoek naar levenskansen, effecten en bestrijding, (Alterra rapport 140), Wageningen
- Lammertsma, D.R. & F.J.J. Niewold, 2005, Muskusrattenbestrijding in Nederland: een quick scan naar nut, noodzaak en alternatieven, (Alterra rapportnummer 1197), Wageningen
- Sessink, ir. J.T.M., 1986, Een muskusrat-veilige oeverschermingsconstructie, Waterschapsbelangen 71 (19), 563-567

BIJLAGE 3 INTERVIEWS

Interviews

- André van Merrebach, provincie Gelderland
- Ruben Verwoert, provincie Gelderland
- Henk Derksen, provincie Gelderland
- Jan van de Vendel, provincie Groningen
- Martin van de Beek, waterschap Groot Salland
- Rien Gosma, coordinator provincie Brabant
- This Buurman, provincie Utrecht
- Coos Ootes, provincie Noord-Holland
- Dick van Eerde, provincie Flevoland
- Hans Hofstede, provincie Zuid-Holland
- Gerrit Schut, provincie Zuid-Holland
- Jan Verburg, provincie Zuid-Holland
- Harry Miggelbrink, provincie Gelderland
- Richard Sierat, waterschap Vallei en Eem
- Dennis Lammertsma, Alterra
- Freek Niewold, Alterra

André van Merrebach, rayonambtenaar provincie Gelderland

13 februari 2007

(aan secretariaat MKR, met cc naar Hans van Poelwijk)

onderwerp: preventie

document preventie.txt in e-mail Niek Bosma van 20 februari

In het rayon van de heer Merrebach (Flevoland) zijn geen muskusratwerende maatregelen genomen. Wel ervaringen tussen 1975 en 1980 met harde beschoeiingen van watergangen.

1. De hoofdwatergangen in Flevoland (1975-1980) zijn beschoeid met betonnen platen. Vestiging muskusratten achter beschoeiing vindt op twee manieren plaats: 1. over de wand heen (daar waar water aanwezig achter de wand) en 2. ter plaatse van kieren tussen de betonnen platen.
2. Sommige oevers zijn voorzien van steenmatten op linnen doeken. De matten zijn 6 m lang en 4 m breed, aan de bovenzijde zijn ze verbonden aan een lat (boven water). Het onderwaterniveau van de matten ligt circa 3 m beneden dagelijks waterpeil. Muskusratten graven aan de waterzijde holen onder de matten door met luchtgangen (ook voor de jongen) aan de bovenzijde (nabij de lat).

De heer Merrebach concludeert dat een goede beschoeiing geen zekerheid geeft schadewerend te zijn.

Ruben Verwoert rayonambtenaar [rayon 2] provincie Gelderland

onderwerp: preventie

document gescand_document.pdf in e-mail Niek Bosma van 20 februari

grote rivieren (Lekdijk, Waaldijk, Amsterdam-Rijnkanaal)

De recentelijk vernieuwde dijken zijn vanaf de voet tot aan de kruin voorzien van betonstenen. Ervaringen in dit rayon bevestigen dat deze "dijkbescherming" ook werkt tegen gravende muskusratten. Op locaties waar de stenen niet goed aansluiten, loop je kans dat hier juist muskusratten gaan graven.

Ruben concludeert daarom dat deze maatregel geen 100% garantie biedt tegen graverij schade.

A-watergangen (Linge, Korne en Maurikse wetering)

Watergangen die redelijk stromen en te maken hebben met een groot waterbergend vermogen zijn op "zwakke" plekken voorzien van beschoeiing of steenmatten. Deze zijn zo geplaatst dat de muskusratten toch nog gelegenheid krijgen om er onderdoor te graven of, indien de waterstand omhoog komt, er boven overheen te graven. De muskusrat die zich in deze "verstevigde" watergangen vestigt, is lastiger te vangen! Deze strekkingen van te voren goed inrichten met vangmateriaal is sterk aan te bevelen.

Het plaatsen van pvc buizen in de beschoeiing werkt uitstekend. Ook vangen Kuipelkooien langs de beschoeiing beter dan langs een natuurlijke oever. Ruben kan geen exacte schatting geven van de hoeveelheid en precieze dimensionering van het aangebrachte materiaal.

Samenvattend

Een oever die verstevigend is met muskusratwerend materiaal kan de muskusrat (en beverrat) dwingen om verder te zoeken naar een geschikte locatie, mits het muskusratwerend materiaal goed is aangebracht (meedenkend en vooruitziend op bestrijding). De ervaringen met het aanbrengen van vaste vangmiddelen ter plaatse van de verstevigde tracés zijn positief.

Het aanbrengen van oeververdediging geeft echter geen garanties, onder bepaalde condities kunnen muskusratten zich ondanks obstakels vestigen in verdedigde oevers. Indien dit het geval is, zijn muskusratten lastiger te vangen dan ter plaatse van onverdedigde oevers.

Het aantal kilometers beschoeiing in de Tieler- en Culemborgerwaarden beslaat circa 5% van de totale lengte aan watergangen (ruw geschat).

Henk Derksen, rayonambtenaar provincie Gelderland

In e-mail Niek Bosma [rayon 4]

onderwerp: formulier preventieve maatregelen graafschade

document: formulier.xls in e-mail Niek Bosma van 20 februari

Melding wordt gedaan van drie graafschaden van beverratten (Waalbandijk Loenen, Ooyse Waalbandijk Oude Waal en Kapitteldijk Erlecom) van respectievelijk 10, 200 en 100 m lengte. Als preventieve maatregel is hier in twee gevallen gaas aangebracht en in één geval basaltsteen gestort. Onbekend is wat de ervaringen zijn met deze oplossingen. In het interview met de heer Freek Niewold wordt nader ingegaan op deze schaden.

Jan van de Vendel rayonambtenaar provincie Groningen

Functie: afdeling kanaalbeheer

onderwerp: preventieve maatregelen

document: bericht doorgestuurd in e-mail Henk van Hemert van 2 februari 2007

De provincie Groningen heeft geen ervaringen met het toepassen van maatregelen die specifiek genomen worden om het graven van muskusratten te verhinderen of te beperken. Wel zijn er in de provincie grote lengtes aan (harde) oeverconstructies aanwezig, met name langs scheepvaartkanalen. Hier hebben muskusratten weinig of geen mogelijkheden tot graven, gezien de aard van de constructies – hoofdzakelijk damwanden en steenbestortingen. Bij de keuze van deze constructies heeft muskusrattenbestrijding tot nu toe geen rol van betekenis gespeeld.

Een maatregel die wel wordt toegepast binnen de provincie Groningen, en die wel min of meer als preventieve maatregel kan worden gezien, is het plaatsen van schijnduikers op strategische locaties. Dit wordt niet alleen toegepast in provinciale wateren, maar ook in watergangen die in beheer zijn bij de waterschappen. Ook bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van het meer van de Blauwe stad, zijn bij de aanleg van de oevers direct schijnduikers geplaatst. Door middel van de schijnduikers kunnen de muskusratten makkelijker gevangen worden en wordt de graafschade beperkt.

De heer Van de Vendel concludeert dat er binnen de provincie goede ervaringen zijn met de preventieve plaatsing van schijnduikers.

Martin van de Beek [waterschap Groot Salland]

Functie: opzichter B&O waterkeringen

onderwerp: preventieve maatregelen

telefonisch interview 1 februari 2007

Bij graverijschade is gaas aangebracht tot circa 0,2 m onder de zode. Bij het terugzetten van de bovenlaag is deze goed verdicht. De ervaringen van de beheerder zijn niet positief. Dit hangt samen met het vervlechten van de zode met het gaas. Bij volgende werkzaamheden is zowel het gaas als de zode lastig te ontgraven. Tegen muskusrattengraverij is het wel een effectieve maatregel, maar dit effect is slechts lokaal waargenomen. Waterschap Groot Salland overweegt een proef uit te voeren met het aanbrengen van gaas.

In de Mastebroekerpolder werken 7 à 8 muskusrattenvangst ploegen. (Coördinator is Lamme Doornwaard – 0522-466200). In deze polder worden veel muskusratten aangetroffen. Zodra verweking optreedt, wordt beschoeiing aangebracht of damwanden tot grotere diepte. Indien een hoogwater periode langer aanhoudt, komen muskusratten toch in de waterkering.

Martin van de Beek is ervan overtuigd dat efficiënt vangen het enige juiste middel is, tezamen met het direct repareren van schade.

De beverrat is in 2 polders rond het Zwartemeer aangetroffen. Hier is geen schade aan waterkeringen als gevolg van beverratgraverij aangetroffen. Vermoed wordt dat de beverratten hutten in het riet maken. Wel worden beverratten gevangen in dit gebied. Waarschijnlijk zijn deze beverratten de IJssel afgezaakt. Zij worden aangetroffen in de uiterwaarden, hoofdzakelijk in natuurgebieden.

De heer Van de Beek concludeert dat bij hoogwater beverratten in hutten gaan wonen en dat muskusratten zich hogerop in waterkeringen vestigen.

Rien Gosma [coördinator provincie Brabant]

Functie: coördinator muskusrattenbestrijding

onderwerp: preventieve maatregelen

email bericht aan Niek Bosma d.d. 6 maart 2007

In de provincie Brabant zijn geen preventieve maatregelen genomen met als doel het weren van muskusratten in waterkeringen.

Wel wordt melding gemaakt van oeververdedigingen die muskusratten in meerdere of mindere mate weren, maar die niet voorkomen dat muskusratten in de oever kunnen huizen. Als voorbeeld wordt genoemd stortsteen / puin. Als muskusratten in de nabijheid een betere mogelijkheid hebben tot huisvesting, zullen ze daar waarschijnlijk gebruik van maken. Maar ook zijn er tal van voorbeelden dat muskusratten huizen tussen basalt / puin, etc.

Betuining met vlechtmatten vormt voor de muskusrat geen enkel probleem om zich te vestigen.

Indien een damwand voldoende hoog boven de waterspiegel geplaatst is (boven de haalgolf van een passerend schip) en vooropgesteld dat geen onvolkomenheden in de (houten) damwand aanwezig zijn, dan zal deze muskusratwerend zijn.

Als de damwand niet hoog genoeg is dan bestaat de mogelijkheid dat de muskusrat achter de damwand aan z'n bouw begint.

In kanalen waarvan de oevers beschermd zijn met een damwand worden vaak fauna uittreeplaatsen en/of vispaaiplaatsen aangetroffen. Muskusratten vestigen zich bij voorkeur op dergelijke locaties. De bestrijding is hier eenvoudig vanwege de geconcentreerde mogelijkheden tot het plaatsen van vangmiddelen.

Zanddicht weefseldoek vormt geen enkele belemmering voor de graafactiviteiten van muskusratten. In Duitsland zijn ooit proeven uitgevoerd met weefseldoek voorzien van staaldraad of ijzerdraad. Dit werkt mogelijk wel muskusratwerend, maar is een dure voorziening. Bovendien moeten roestvrijstalen draden worden toegepast, met een hoge weefseldichtheid om de muskusrat te weren.

This Buurman [rayonambtenaar provincie Utrecht]

Functie: rayonambtenaar Vallei en Eem

onderwerp: preventieve maatregelen

email naar Niek Bosma 6 februari 2007

Enkele kilometers singel zijn beschoeid met grofmazige netten. Muskusratten gaan onder de netten door en bewonen de achtergelegen oevers.

Op enkele kilometers is wilgenteen gebruikt als beschoeiing. Bij slijtage vallen hier gaten in waardoor de muskusratten toch in de achterliggende kade kunnen komen.

Sinds een jaar of twee plaatst het waterschap hardhouten beschoeiingen langs de oevers van de wateringen in de (toen) zwaar besmette Eempolders. Her en der achter deze beschoeiing vestigen zich toch muskusratten. This Buurman concludeert dat ze over de schoeiing heen gaan. Directe afkalving is niet aangetroffen.

Coos Ootes rayonambtenaar [provincie Noord-Holland]

Functie: rayonambtenaar (3 rayons)

onderwerp: preventieve maatregelen

email naar Niek Bosma 20 februari 2007

Coos bericht dat in Noord-Holland geen systeem bestaat van muskusratwerende kades of dijken. Hij kan derhalve ook geen relevante informatie verstrekken omtrent muskusratwerende maatregelen.

Dick van Eerde [coördinator provincie Flevoland]

Functie: Coördinator muskusrattenbestrijding Flevoland

onderwerp: preventieve maatregelen

email aan Niek Bosma 16 februari 2007

In de provincie Flevoland zijn geen maatregelen toegepast met als specifiek doel muskusratwering van oevers. Wel zijn langs tochten en vaarten veelvuldig steenmatrassen en betonmatten aangelegd op het onderwatertalud (vele 10-tallen km). Momenteel worden heel veel duurzame oevers aangelegd. Hierbij wordt de plasberm gedeeltelijk onder water aangelegd en aansluitend een flauwe taludhelling gegraven. Hierdoor ontstaat een behoorlijk brede rietberm die het in veel gevallen heel lastig maakt om muskusratten op te sporen. Onbekend is of deze wijziging in constructie bijdraagt aan een toe- of afname van het aantal vestigingen van muskusratten in de betreffende oevers.

Indien muskusratten zich achter harde constructies nestelen steen- of betonmatten, zijn zij lastiger weg te vangen doordat de toegankelijkheid van de constructies beperkt is. (muskusrattenbestrijders klagen hierover).

Rond het beheersgebied Flevoland liggen veel meerdijken. Er is geen locatie bekend waar zich veel muskusratten in het dijklichaam van deze meerdijken bevinden. Volgens de heer Van Eerde zijn de dijkconstructies(buitenzijde) van dien aard dat het niet aantrekkelijk is voor muskusratten hierin te graven. De binnenteen is op 10 tot 30 m van de kwelsloot gelegen, deze afstand is dusdanig dat geen graafschade aan de binnenteen van de meerdijken wordt aangetroffen. Wel zijn er diverse locaties bekend waar behoorlijk veel muskusratten aanwezig zijn in de kwelsloot. (van Lemmer richting Espel).

*Hans Hofstede [directeur provincie Zuid-Holland]
Functie: directeur muskusrattenbestrijding Zuid-Holland
onderwerp: preventieve maatregelen
email aan Niek Bosma 16 februari 2007*

In de Krimpenerwaard worden veel muskusratten aangetroffen. Zowel ter plaatse van de waterkeringen langs de Lek als de Hollandse IJssel zijn uitsluitend aan de buitenzijde graverijen aangetroffen en niet aan de binnenzijde. Aan de buitenzijde betreft dit hoofdzakelijk locaties waar rietlanden langs de oever aanwezig zijn.

Bij Krimpen aan de IJssel zijn matten gelegd met daarop ter versteviging zogenaamde broodjes. Deze constructie werkt niet goed, muskusratten gaan er tussendoor.

Langs de Nieuwe Waterweg zijn ervaringen met harde oeverkanten. Verder heeft Gerrit ervaringen (negatief) met een verharding met steen van de kade van de Berkelse Zweth (bescherming tegen wind- en golfslag).

*Gerrit Schut [rayonambtenaar provincie Zuid-Holland]
Functie: Coördinator muskusrattenbestrijding/ rayonambtenaar Schie en Delfland
onderwerp: preventieve maatregelen
telefonisch interview 3 april 2007*

Langs de oevers van de Hollandse IJssel, de Nieuwe Maas en de Nieuwe Waterweg is een bekleding aanwezig bestaand uit basalt op grind. Deze bekleding loopt op tot circa 7 m boven de waterlijn. Plaatselijk treden verzakkingen op van de bekleding, schades zijn echter niet goed zichtbaar. Ook is de oorzaak van de schade niet altijd terug te voeren op muskusrattengraverij.

Aan de Vlaardingse Vaart is een bekleding bestaand uit schuine tegels aanwezig. Hierin zijn verzakkingen ten gevolge van graverij geconstateerd. Vorig jaar (2006) zijn 11 schade gevallen gemeld.

In de ringvaart rond de Prins Alexanderpolder heeft op 2 april 2007 een doorbraak plaatsgevonden (bij Nieuwekerk aan de IJssel). De oevers van deze ringvaart zijn niet voorzien van harde bescherming. Deze doorbraak wordt gekoppeld aan graverij door muskusratten.

De oevers van de Berkelse Zweth zijn voorzien van steenslag tot onder de waterlijn. Twee jaar terug is hier schade door graverij geconstateerd. Muskusratten gaan tussen de steenslag door of er onderdoor.

In het algemeen concludeert de heer Schut dat de aanwezigheid van harde bekleding de bestrijding bemoeilijkt.

In Zuid-Holland zijn met name boezemkades zeer gevoelig voor graverij. Deze keringen worden door de heer Schut tevens als gevaarlijk aangemerkt, aangezien niet altijd alle schade zichtbaar is. Derhalve worden dit jaar voor het eerst locaties waar muskusratten gevangen zijn, maar waar tot dusver geen schade is waargenomen, toch preventief open gegraven om te controleren of onzichtbare schade aanwezig is.

Op veel locaties zijn de afgelopen jaren zogenaamde eco-oeveren aangelegd. Deze bestaan uit een dammetje op circa 1,5 m voor de waterkering. Tussen de dam en de kering ontstaat dan een plasdras oever. Muskusratten graven aan beide zijden, zowel in de oeveren van het dammetje als in de oever van de kade. Als remedie worden tegenwoordig voorkeursplaatsen aangelegd. Deze locaties zijn zeer aantrekkelijk voor bewoning van muskusratten, zodat muskusratten hier geconcentreerd gevangen kunnen worden. De voorkeursplaatsen bestaan uit een verhoogde kant, zonder bescherming en zonder aanwezigheid van een eco-oever. Volgens de heer Schut functioneren deze oeveren goed.

Proeven met het ingraven van gaas hebben geen goede resultaten opgeleverd, het gaas verweerd en dient zodoende niet meer het doel.

Volgens Schut heeft Jan Verburg meer informatie met betrekking tot het ingraven van muskusrattenwerend doek.

Harde weermiddelen als damwand zijn volgens de heer Schut niet alleen duur, maar ook niet 100% functioneel. Zodra er een opening ontstaat of water achter de damwand aanwezig is, zal de muskusrat deze locaties benutten om toch in de kade te graven.

Schut concludeert dat de muskusrat zeer vindingrijk is en in Nederland zeer lastig te bestrijden omdat het gehele land bijzonder aantrekkelijk is als leefomgeving (zeer voedselrijk, dus weinig concurrentie om voedsel en/of leefgebied). Hij verklaart hiermee het grote aantal worpen per jaar.

Jan Verburg [rayonambtenaar provincie Zuid-Holland]

Functie: rayonambtenaar muskusrattenbestrijding Krimpenerwaard

onderwerp: preventieve maatregelen

telefonisch interview 3 april 2007

De heer Verburg is betrokken geweest bij bekleding van de oeverlijn van de Hollandse IJssel met polypropyleen doek met daarin verweven betonnen broodjes (gewicht). Het doek is niet aangelegd met als doel muskusrattenwerend te zijn, maar dient tegen afkalving van de oever door golfslag. Het doek is over grotere hoogte van het talud aangebracht en tot zeker 1 m onder de waterlijn. De ervaring leert dat muskusratten onder water door het doek heen graven of door middel van slechte aansluitingen tussen de stroken naar binnen kunnen. De aanwezigheid van het doek bemoeilijkt het ontdekken van graverij door muskusratten. Door het doek is de schade niet direct zichtbaar, dit bemoeilijkt de bestrijding van muskusratten en levert tevens een risico op ten aanzien van niet zichtbare schade.

In de Krimpenerwaard zijn geen preventieve muskusrattenwerende maatregelen toegepast. De heer Verburg schrijft dit toe aan de slappe grondslag en hoge waterstanden, waardoor het toepassen van maatregelen bemoeilijkt wordt. De meeste oeveren van watergangen in de polders zijn dan ook onbeschermd.

Plaatselijk nemen particulieren initiatieven om de oevers te beschermen tegen afkalving of verzakkingen. Particuliere oeverbescherming bestaat uit houten beschoeiing. De aanwezigheid van deze harde beschoeiing bemoeilijkt het vangen van muskusratten aangezien de gezette klemmen bij harde oevers geen ruimte hebben om te slaan. Vaak zijn de beschoeiingen niet diep genoeg of zijn gaten en/of kieren aanwezig, zodat muskusratten zich hierachter alsnog kunnen vestigen, met alle gevolgen van dien. Als maat voor een effectieve harde beschoeiing houdt de heer Verburg een diepte van minimaal 1,2 m onder het bodemniveau van de watergang aan. Gezien de betrouwbaarheid ziet Verburg uitsluitend een oplossing in het volledig in asfalt of beton zetten van alle oevers. Hij acht een dergelijke maatregel overigens niet opwegen tegen het verlies aan ecologische waarde van de oevers en kaden.

Overall in de polders is sprake van graverij schade, hoofdzakelijk in de oevers van de poldersloten, maar ook in de boezemkaden. Vorig jaar is voor het eerst graverij in de Lekdijk geconstateerd. Het betreft 1 locatie, in totaal zijn 21 klemmen gezet. Alle muskusratten zijn weggevangen, de schade is nog niet hersteld door het hoogheemraadschap. De omvang van de graverij is niet bekend en slecht zichtbaar door de aanwezigheid van harde bekleding.

Harry Miggelbrink rayonambtenaar [rayon 5] provincie Gelderland

Functie: rayonambtenaar Achterhoek

onderwerp: preventieve maatregelen

email aan Niek Bosma 13 februari 2007

Rayon 5 heeft geen informatie betreffende muskusratwerende maatregelen in waterkeringen.

Richard Sierat [beleidsmedewerker waterschap Vallei en Eem]

Functie: beheer en onderhoud dijken en watergangen Eemland, waterschap Vallei en Eem

onderwerp: preventieve maatregelen

telefonisch interview 3 april 2007

In het beheergebied van de heer Sierat worden geen specifieke maatregelen toegepast met uitsluitend als doel preventieve maatregelen tegen muskusratengraverij. Wel worden in het gebied veel natuurlijke oevers aangelegd. Aangezien dergelijke oevers aantrekkelijk zijn voor muskusratten, worden deze oevers veelvuldig gecombineerd met een harde oeverbeschoeiing. Volgens de heer Sierat betreft dit een effectieve maatregel tegen graverij door muskusratten. Een principetekening van een dergelijke combinatie van natuurlijke oever en harde oeverbeschoeiing is DHV toegezonden.

Freek Niewold

Functie: freelancer ecologisch onderzoek

onderwerp: preventieve maatregelen tegen bevers in het rivierengebied

telefonisch interview 3 juli 2007

Op een locatie langs de Waalbandijk hebben bevers een bouw gemaakt in een primaire waterkering. Naar aanleiding van deze schade voert de heer Niewold onderzoek uit naar preventieve maatregelen tegen graverij van bevers in waterkeringen, in opdracht van waterschap rivierenland en staatsbosbeheer. Ondanks de verschillen in gedrag tussen bevers en muskusratten en beverratten is de heer Niewold van mening dat preventieve maatregelen tegen graverij door bevers ook geschikt zouden kunnen zijn tegen graverij door muskusratten en beverratten. Hij kent een praktijkvoorbeeld waarbij ter plaatse van de herstellende graverij gaas is ingegraven in het talud. De bevers hebben echter direct naast dit gaas een nieuwe ingang tot de dijk gemaakt. De heer Niewold kent naast de door DHV opgesomde oplossingen geen aanvullende maatregelen. De voorkeur van Nieuwold gaat uit naar een brede vooroever, wat in de DHV systematiek tot overdimensionering gerekend wordt. Deze oplossing is echter uitsluitend mogelijk indien de hiervoor benodigde ruimte beschikbaar is, in dit geval in het rivierengebied, als toepassing voor het door Niewold uitgevoerde onderzoek.

BIJLAGE 4 WETGEVING

Relevante wet- en regelgeving

- Wet op de waterkering
- Gezondheids- en Welzijnswet voor dieren
- Natuurbeschermende wetgeving
- Flora- en faunawet
- Natuurbeschermingswet
- Wet op de ruimtelijke ordening
- Verdrag van Malta

Wet op de waterkering

De bestuurlijke organisatie van de bescherming tegen hoogwater is geregeld in de Grondwet, de Waterstaatswet, de Provinciewet en de Wet op de waterkering. Deze laatste wet, die in 1996 van kracht is geworden, geeft een samenhangend beeld van veiligheid, bestuur en beheer van de primaire waterkeringen.

De Wet op de waterkering regelt dat de waterschappen de dagelijkse verantwoording hebben voor aanleg en onderhoud van de waterkeringen. Het rijk beheert de keringen zonder achterland (bijv. Afsluitdijk) en enkele primaire waterkeringen langs rivieren en kust die om uiteenlopende redenen beter bij het Rijk in beheer kunnen blijven. Daarnaast is het Rijk verantwoordelijk voor de handhaving van de kustlijn. De provincies hebben het toezicht op alle primaire waterkeringen en rapporteren daarover elke 5 jaar per dijkkring aan de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat. Die geeft op basis daarvan een rapportage aan de Tweede Kamer.

In de Wet op de waterkering is aangegeven welke wateren als buitenwater worden aangemerkt.

De Wet op de waterkering verplicht de beheerders hun primaire waterkeringen iedere vijf jaar te toetsen op veiligheid. Hiertoe is de Leidraad Toetsen op Veiligheid opgesteld door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW, een adviescollege van de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat, sinds kort overgegaan in ENW techniek – Expertise Netwerk Waterkeringen). Voor de toetsing worden iedere vijf jaar de geactualiseerde hydraulische randvoorwaarden (basisgegevens betreffende waterstanden en golven) vastgesteld. Waterkeringbeheerders leggen de gewenste en actuele toestand van hun waterkeringen vast in leggers en technische beheersregisters. Het verdient aanbeveling de begrenzingen van de primaire waterkeringen (incl. reserveringen voor bijvoorbeeld toekomstige zeespiegelstijging) op te nemen in bestemmingsplannen.

Gezondheids- en Welzijnswet voor dieren

Preventieve maatregelen tegen graverij van muskusratten en beverratten worden primair genomen om onnodig dierenleed te voorkomen. Maar de maatregelen kunnen een neveffect hebben op andere dieren. Ook dan geldt de algemene richtlijn dat onnodig dierenleed moet worden voorkomen..

De Gezondheids – en Welzijnswet voor dieren (GWWD, 1992) geldt voor alle dieren die door mensen gehouden worden, dus productiedieren, hobbydieren en gezelschapsdieren. In deze wet staat een aantal algemene regels die voor deze dieren gelden. Voor in het wild levende dieren geldt het verbod uit de GWWD om de dieren zonder redelijk doel pijn of letsel toe te brengen.

Gevolgen voor te nemen preventieve maatregelen

Preventieve maatregelen dienen getoetst te worden of deze voldoen aan bovenstaand criterium.

Natuurbeschermende wetgeving

Het wettelijk kader voor de bescherming van soorten is de Flora- en faunawet en het wettelijk kader voor de bescherming van gebieden is de gewijzigde Natuurbeschermingswet 1998. Daarnaast zijn ook onderdelen van de Wet op de Ruimtelijke Ordening van belang voor de natuurbescherming. In het streekplan moet bijvoorbeeld de Ecologisch Hoofdstructuur worden vastgelegd.

Natuurbeschermingswet 1998

Onder het natuurbeschermingsrecht (NB-recht) verstaan we hier de doorwerking van juridische instrumenten ter bescherming van natuurwaarden. In Nederland zijn diverse natuurwaarden via een juridisch kader beschermd. We kennen beschermde gebieden, zoals Natura 2000-gebieden, Beschermde natuurmonumenten en natuurlijk de Ecologische Hoofdstructuur. Ook zijn zo'n 450 plant- en diersoorten beschermd onder de Flora- en faunawet.

Binnen het natuurbeschermingsrecht kunnen we 2 sporen onderscheiden:

bescherming van natuurwaarden via het groene 'natuurspoor' en via het rode 'ruimtelijk ordeningsspoor'.

Het groene spoor bevat 2 instrumenten:

de herziene Natuurbeschermingswet 1998;

de Flora- en faunawet.

Het rode spoor bevat uiteindelijk 1 juridisch bindend instrument te weten het bestemmingsplan

In het groene spoor zijn de bepalingen uit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn in twee wetten terechtgekomen: het soortendeel in de Flora- en faunawet en het gebiedendeel in de Natuurbeschermingswet. Beide wetten voorzien echter in een bredere bescherming van natuur dan alleen Europese soorten en habitattypen; ook voorheen in ons land beschermde gebieden en soorten maken er deel van uit.

Via het rode spoor is in het Structuurschema Groene Ruimte de natuur uit de Ecologische Hoofdstructuur beschermd. Via de planhiërarchie van de Wet op de Ruimtelijke Ordening is uiteindelijk het bestemmingsplan het belangrijkste

instrument om deze natuurwaarden veilig te stellen tegen ingrepen.

Soorten worden beschermd via de Flora- en faunawet.

Gebieden genieten bescherming door de herziene Natuurbeschermingswet 1998 (Natura 2000-gebieden en beschermde natuurmonumenten) of via het Structuurschema Groene Ruimte (Ecologische Hoofdstructuur). In dit laatste geval moet bescherming via de systematiek van de Wet op de Ruimtelijke Ordening doorwerken in streek- en bestemmingsplannen.

Type natuur Bescherming	geregeld via
Beschermde soorten	Flora- en faunawet
Natura 2000-gebieden	Natuurbeschermingswet 1998
Beschermde Natuurmonumenten	Natuurbeschermingswet 1998
Ecologische Hoofdstructuur	Doorwerking SGR

Deze instrumenten kennen ieder hun eigen beschermingsbepalingen ten aanzien van het beoordelen van schadelijkheid van de activiteit en de voorwaarden waaronder activiteiten soms toch zijn toegestaan. Ook zijn er verschillende vormen van bevoegd gezag die uiteindelijk besluiten of een activiteit door mag gaan. (Handreiking Bestemmingsplan en natuurwetgeving, LNV, 28 februari 2007)

Flora en fauna wet

Bij het nemen van preventieve maatregelen moet worden voorkomen dat er schade ontstaat aan beschermde flora en fauna.

De soortsbescherming van de Nederlandse flora en fauna is vastgelegd in de Flora- en fauna wet die in april 2002 in werking is getreden (Flora- en faunawet, 2002).

Het doel van de wet is het instandhouden van alle inheemse planten en diersoorten die in het wild voorkomen, met uitzondering van de bruine rat, de zwarte rat en de huismuis.

Zorgplicht

In de Flora- en faunawet is een zorgplicht opgenomen. Deze zorgplicht houdt in dat menselijk handelen geen nadelige gevolgen voor flora en fauna mag hebben. De zorgplicht geldt voor alle planten en dieren, beschermd of niet. In het geval van beschermde planten of dieren geldt de zorgplicht ook als er een ontheffing of vrijstelling is verleend. De zorgplicht voor dieren betekent niet dat er geen dieren mogen worden gedood, maar wel dat dit, indien noodzakelijk, met zo min mogelijk lijden gepaard gaat.

Verbodsbepalingen

Een belangrijk onderdeel van de wet is het verbieden van handelingen die het voortbestaan van planten en dieren aantasten. Voor het nemen van preventieve maatregelen die genomen kunnen worden zijn de volgende verboden relevant: het is verboden beschermde dieren te doden of te verstoren; leefgebied, nesten en holen te vernielen, het leefgebied van beschermde planten te vernielen.

In de wet staan de beschermde planten en dieren bij naam genoemd. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt in de mate van bescherming: algemene soorten die beschermd zijn (lijst 1 soorten), minder algemene soorten (lijst 2 soorten) en zeldzame of bedreigde soorten (lijst 3 soorten).

Beschermde leefomgeving

Naast de bescherming van dier en plantensoorten kan de provincie in het kader van de F&f-wet leefgebieden aanwijzen die van belang zijn voor het voortbestaan van een planten- of diersoort. In de regel zijn dit kleine gebieden of objecten zoals een stadsmuur met bijzonder planten of een fort waarin vleermuizen verblijven.

Gevolgen voor het nemen van preventieve maatregelen

Indien maatregelen moeten worden genomen waarbij schade aan beschermde flora en/of fauna kan ontstaan of wanneer maatregelen moeten worden genomen in een beschermd leefgebied dient altijd een ontheffing op de F&f wet (artikel 8 t/m 12, en artikel 13 indien planten of dieren verplaatst moeten worden) te worden aangevraagd.

In de regel is het niet mogelijk om ontheffing te krijgen voor het uitvoeren van werken indien er op of zeer nabij het terrein waar de maatregelen moeten worden uitgevoerd vogels broeden.

Natuurbeschermingswet

De Natuurbeschermingswet 1998 is officieel op 1 oktober 2005 in werking getreden (Nb wet, 1998). Het doel van deze wet is het wettelijk beschermen van terreinen en wateren met bijzondere natuur- en landschapswaarden. Door toepassing van de wet worden gebieden met zeldzame dier- en plantensoorten maar ook gebieden die door hun ontstaansgeschiedenis, bodemopbouw of landschappelijke schoonheid waardevol zijn, beschermd. In Nederland biedt de Nb-wet het hoogste beschermingsniveau voor natuurgebieden)

De Natuurbeschermingswet kent drie typen gebieden:

- Natura 2000-gebieden (Vogelrichtlijngebieden en Habitatrichtlijngebieden)
- Beschermde natuurmonumenten.
- Ecologisch hoofdstructuur

In gebieden die onder de Nb-wet vallen gelden een aantal verboden waaronder die van graafwerkzaamheden. Verder mag de rust niet worden verstoord, de bodem en het water niet verontreinigd worden en in het algemeen mag er geen schade toegebracht worden aan het gebied

Om schade aan de natuurwaarden te voorkomen, bepaalt de wet dat projecten en andere handelingen die de kwaliteit van de habitats kunnen verslechteren of die een verstorend effect kunnen hebben op de soorten, niet mogen plaatsvinden zonder vergunning

Ook handelingen buiten een Nb-wet gebied kunnen vergunningplichtig zijn. De wet kent namelijk de zogenaamde externe werking. Als een activiteit die buiten een beschermd gebied plaats zal vinden, negatieve gevolgen kan hebben voor dat gebied, moet deze beoordeeld worden.

Gevolgen voor het nemen van preventieve maatregelen

Indien maatregelen moeten worden genomen waarbij significante schadelijke effecten te verwachten zijn in of nabij een gebied dat valt onder de Nb-wet dient een habitatstoets plaats te vinden.

De habitattoets

De habitattoets dient om vast te stellen of, en zo ja, onder welke voorwaarden een menselijke activiteit in en rondom een Natura 2000-gebied kan worden toegelaten. Meer concreet heeft de habitattoets de volgende twee oogmerken:

1. Zekerheid bieden dat de natuurlijke kenmerken niet worden aangetast.
2. Zekerheid bieden dat een verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten, dan wel de verstoring van soorten, niet optreedt.

Het voorzorgsbeginsel

Het in de habitattoets vastgelegde voorzorgsbeginsel (artikel 19d en 19f) is heel belangrijk, omdat hiermee aantasting van beschermde gebieden op efficiënte wijze kan worden voorkomen. Dit voorzorgsbeginsel houdt in dat voordat aan

een plan of project toestemming wordt verleend, op basis van de beste wetenschappelijke kennis ter zake, alle aspecten daarvan die op zichzelf of in combinatie met andere plannen of projecten de instandhoudingsdoelstellingen

van een beschermd gebied in gevaar kunnen brengen, moeten worden onderzocht. Zo kan worden vastgesteld of de kwaliteit van de natuurlijke habitats/ habitats van soorten verslechtert of dat soorten worden verstoord, of dat

de natuurlijke kenmerken worden aangetast.

Meerdere ontheffingen of vergunningen

Voor één activiteit kunnen meerdere ontheffingen en/of vergunningen nodig zijn. In een dergelijk geval is én sprake van overtreden verbodsbepalingen Flora- en faunawet en er zijn mogelijke significante gevolgen op instandhoudingsdoelen van het Natura 2000-gebied. Dan moet zowel een ontheffing ex artikel 75 Flora en faunawet worden aangevraagd als een vergunning ex artikel 19d Natuurbeschermingswet 1998.

Wet op de ruimtelijke ordening

Vanuit de natuurwetgeving heeft de gemeenten formeel geen bevoegdheden. De Natuurbeschermingswet wijst voorlopig Gedeputeerde Staten aan als vergunningverlener en binnen de Flora- en faunawet is de Minister van LNV doorgaans het bevoegd gezag dat ontheffingen verleent bij ruimtelijke ingrepen. De afweging of het maatschappelijk belang van een handeling/plan/project opweegt tegen de eventuele negatieve gevolgen op

de beschermde soorten en/of gebieden wordt dus op een hoger bestuurlijk niveau gemaakt. De gemeente speelt strikt genomen geen rol bij het verlenen van dergelijke beschikkingen. Bij het beschermen van de Ecologische Hoofdstructuur is de gemeente vaak wel het bevoegd gezag om af te wege. Immers, ten aanzien van ingrepen met negatieve gevolgen voor de natuurwaarden in de Ecologische Hoofdstructuur moet de afweging plaatsvinden binnen te nemen bestuurlijk besluiten, bijvoorbeeld bij een bestemmingsplan.

Verdrag van Malta

Het Europese Verdrag van Malta, ook wel Conventie van Valletta genoemd, beoogt het cultureel erfgoed dat zich in de bodem bevindt beter te beschermen. Het gaat bijvoorbeeld om grafvelden, gebruiksvoorwerpen en resten van woningen. Niet altijd weten archeologen precies waar dit soort erfgoed zich in de bodem bevindt. Ook worden archeologen vaak laat bij de ontwikkeling van plannen betrokken. Hierdoor wordt de aanwezigheid van archeologische waarden vaak pas ontdekt als projecten, zoals de aanleg van wegen of stadsvernieuwing, al in volle gang zijn.

Op 16 april 1992 werd de verdragstekst door de leden van de Europese ministerraad te Valetta ondertekend. Daarmee is het verdrag de opvolger van een eerder Europees verdrag uit 1969 waarin vooral de bescherming van archeologische monumenten werd geregeld. Uitgangspunt van het nieuwe verdrag is dat het archeologische erfgoed al voordat het tot monument is verklaard, integrale bescherming nodig heeft en krijgt.

Om het bodemarchief beter te beschermen en om onzekerheden tijdens de bouw van bijvoorbeeld nieuwe wijken te beperken, wordt voorgesteld om steeds vooraf onderzoek te laten doen naar de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden. Op deze manier kan daar bij de ontwikkeling van de plannen zoveel mogelijk rekening mee worden gehouden. Bij veel grootschalige projecten, zoals de aanleg van VINEX-wijken of de Betuwelijn, gebeurt dat nu al. In oktober 2003 is een voorstel voor de wijziging van de Monumentenwet 1988 en enkele andere wetten naar de Tweede Kamer gestuurd. In april 2006 werd het wetsvoorstel door de Tweede Kamer goedgekeurd en in december 2006 volgde de Eerste Kamer. Op 21 december 2006 is daarmee de Wet op de archeologische monumentenzorg een feit..

Regelgeving

Naast de genoemde wetten dient in het ontwerpen van preventieve maatregelen ook lokale regelgeving in acht te worden genomen. Hierbij wordt bedoeld op provinciale en gemeentelijke verordeningen en de waterschapskeur.

BIJLAGE 5 KOSTENBIJLAGE

INHOUD KOSTENBIJLAGE

- Kostenrapport. Dit omvat:
 - o Scope van het onderzoek naar kosten van preventieve maatregelen
 - o Uitgangspunten bij het bepalen van de kostenposten
 - o Tabel met kostenoverzicht per maatregel
 - o Opmerkingen bij het kostenoverzicht
 - o Bijlagen
 - Eenheidsprijzenlijst
 - Overzicht geraamde preventieve maatregelen. Hierin zijn per dwarsprofiel de preventieve maatregelen geschetst. Deze tekeningen dienen als basis voor de opgestelde raming. Opgemerkt wordt dat de tekeningen zijn afgeleid op basis van de gevoerde interviews en kennis van het functioneren van waterkeringen. Op de tekeningen zijn veel varianten denkbaar (bijvoorbeeld het talud is 1 m langer, de dikte van de te ontgraven laag kan gehalveerd worden in bepaalde gevallen, etc.) Het aantal variaties hierop is te groot om voor alle bestaande waterkeringen in Nederland een verschillend ontwerp te maken in deze rapportage. Het doel van het opstellen van de raming is veeleer een handvat om de maatregelen te kunnen vergelijken op het niveau van “goedkoop” tot “duur” of “onbetaalbaar. Vanzelfsprekend zijn optimalisaties mogelijk in het ontwerp. Deze optimalisaties behoren echter in de ontwerpslag gemaakt te worden, het gemaakte kostenrapport dient uitsluitend om de keuze voor een bepaalde oplossing te onderbouwen.
 - Onderbouwing kostenoverzicht. Deze tabellen dienen ter onderbouwing van het opgestelde kostenrapport en vormen uitsluitend de technische onderbouwing hiervan.

○

Kostenrapport

Projectomschrijving (scope)

Het zoeken naar zowel technische als ook economische oplossingen ter preventie graverijen muskus- en beverratten. De ramingen hebben een hoog abstractie niveau. De kosten worden uitgedrukt in een prijs per strekkende meter van de variant of oplossing. De ramingen zijn bepaald volgens de SSK-ramingssystematiek. De prijzen zijn bepaald op basis van een strekkende meter. Uiteindelijk wordt de contante waarde van de gekozen maatregel bepaald. Om zo een economische afweging te kunnen maken. De in het overzicht opgenomen kosten zijn inclusief opslagen en BTW. Genoemde getallen hebben een bandbreedte van 30% (niet bepaald).

Uitgangspunten

In de onderstaande figuren zijn de uitgangspunten geschetst voor het opstellen van de kostenramingen. De figuren omvatten de volgende varianten en oplossingen geschetst. De geschetste dwarsprofielen zijn opgenomen in de bijlagen bij dit kostenrapport.

Varianten	
1	Kleine kade muskusrattengraverij
2	Kleine kade beverrattengraverij
3	Grote kade muskusrattengraverij
Oplossingen	
1.1	Stalen damwand
1.2	Betonnen damwand
1.3	Houten damwand
2A	Asfalt op zand + granulaat en geotextiel
2B	Zetsteen op klei en geotextiel
2C	Stortsteen geotectiel met wiepen
3	Schijnduiker + houtenscherm
4A	Geotextiel (zwaar)
4B	Gaas
5 type 1 met 4A	Verleggen sloot 5 meter
5 type 2 met 4A	Verleggen sloot 5 meter
5 type 1 met 4B	Verleggen sloot 10 meter
5 type 2 met 4B	Verleggen sloot 10 meter

Onderdeel	Maatregel	Interval (per 100 jaar)	CW* per m ¹
Varianten			
1	Kleine kade muskusrattengraverij	jaarlijks 10%	€ 171
2	Kleine kade beverrattengraverij	jaarlijks 5%	€ 368
3	Grote kade muskusrattengraverij	jaarlijks 5%	€ 267
Oplossingen			
1.1	Stalen damwand	100	€ 501
1.2	Betonnen damwand	50	€ 183
1.3	Houten damwand	30	€ 451
2A	Asfalt op zand + granulaat en geotextiel	25	€ 405
2B	Zetsteen op klei en geotextiel	30	€ 478
2C	Stortsteen geotextiel met wiepen	25	€ 343
3 ***	Schijnduiker + houtenscherm	50	€ 807
4A	Geotextiel (zwaar)	25	€ 142
4B	Gaas	30	€ 253
5 type 1 met 4A	Verleggen sloot 5 meter	25	€ 371 **
5 type 2 met 4A	Verleggen sloot 5 meter	30	€ 526**
5 type 1 met 4B	Verleggen sloot 10 meter	25	€ 514**
5 type 2 met 4B	Verleggen sloot 10 meter	30	€ 668**

Overzicht contante waarde per m¹ van de maatregel

* CW = contante waarde, zie verklaring in § "Uitgangspunten bouwkosten aannemer" in deze bijlage

** In deze maatregelen zijn bij het bepalen van de CW de kosten van de verlegging van de sloot niet meegenomen

*** Stuksprijs, meterprijs afhankelijk van aantal per m¹ kade. Uitgaande van 1 st./400 m bedraagt de CW per m¹ € 2,-

Kostenposten die het meest bijdrage in de totale spreiding rond de gemiddeld kosten:

1. Zijn niet bepaald.

Kantttekeningen:

Uitsluitingen

- Apparaatskosten Opdrachtgever
- Vastgoedkosten
- Verleggen kabels en leidingen

Nadere toelichting en aandachtspunten:

Betreft een kostenbepaling op basis van kentallen.

Nader toelichting van de scope

Voor het bepalen van de kosten die preventie van graverijen aan dijken door muskus- en beverratten moeten voorkomen zijn diverse maatregelen bedacht. De maatregelen zijn gecategoriseerd in varianten en oplossingen. Voor het bepalen van de werkzaamheden zijn schetsen gemaakt. De verschillende varianten en oplossingen zijn beschreven door een collega van de afdeling Water.

De opdracht is om een strekkende meter prijs te bepalen van alle varianten (3) en oplossingen (5). De oplossingen zijn weer verder onderverdeeld in meerdere varianten.

Gebruikte gegevens, bronnen waarin de scope is vastgelegd

Bij het bepalen van de kosten van de verschillende varianten en oplossingen is gebruik gemaakt van de gepresenteerde schetsen.

Gehanteerde werkwijze voor het bepalen van de kosten

De volgende werkwijze is gehanteerd om de kosten per m1 maatregel te bepalen:

1. Werkzaamheden bepaald
2. Eenheidsprijzen bepaald
3. Hoeveelheden bepaald per m1
4. Opslagfactor bepaald
5. Contante waarde bepaald

Uitgangspunten bouwkosten aannemer

Bepalen werkzaamheden

De werkzaamheden zijn bepaald op basis van de aangeleverde schetsen.

Bepalen eenheidsprijzen

Eenheidsprijzen zijn bepaald op basis van kentallen. Specifieke en bepalende eenheidsprijzen zijn onderbouwd met materiaalprijzen, voorbeeld damwanden. Algemeen uitgangspunt is een gemiddeld werk.

Bepalen hoeveelheden

De hoeveelheden zijn bepaald op basis van de aangeleverde schetsen.

Bepaling opslagfactor

De opslagfactor is bepaald op basis van de SSK-ramingsmethodiek. In de opslagfactor zijn alle percentages benoemd. De opslagfactor is bepaald inclusief BTW.

Bepaling Contante waarde

Voor het bepalen van de contante waarde zijn de hoogte van de investeringskosten bepaald en de kosten voor het verwijderen van onderdelen die na verloop van tijd vervangen moeten worden. Door het bepalen van de contante waarde kan de economische afweging gemaakt worden om voor een bepaalde oplossing te kiezen.

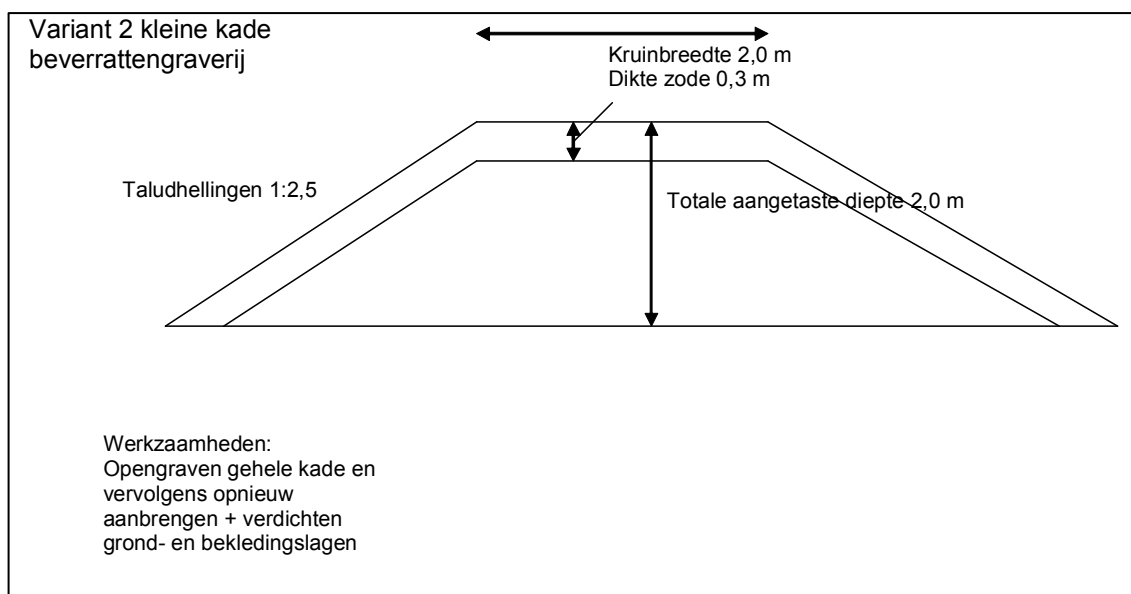
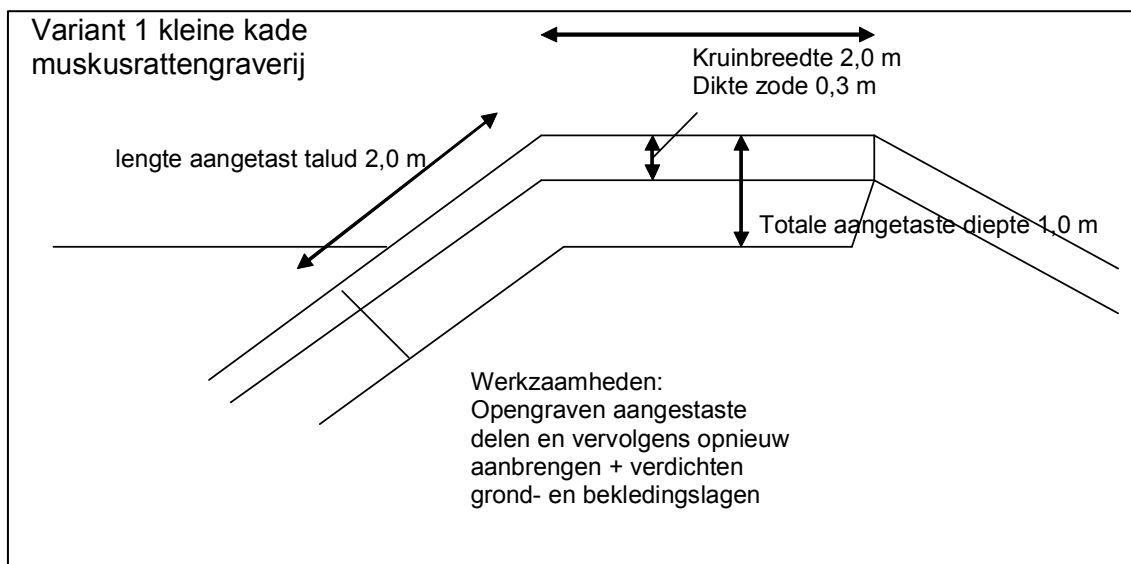
Bij het bepalen van de contante waarde is het reguliere onderhoud (maaien) en monitoring (inspecties) van dijken buiten beschouwing gelaten. Er is dus puur gekeken naar welke elementen verwijderd en afgevoerd moeten worden. De investeringen die na het verwijderen weer gedaan moeten worden zijn gelijkgesteld aan de basis (start) investering aan het begin van de periode.

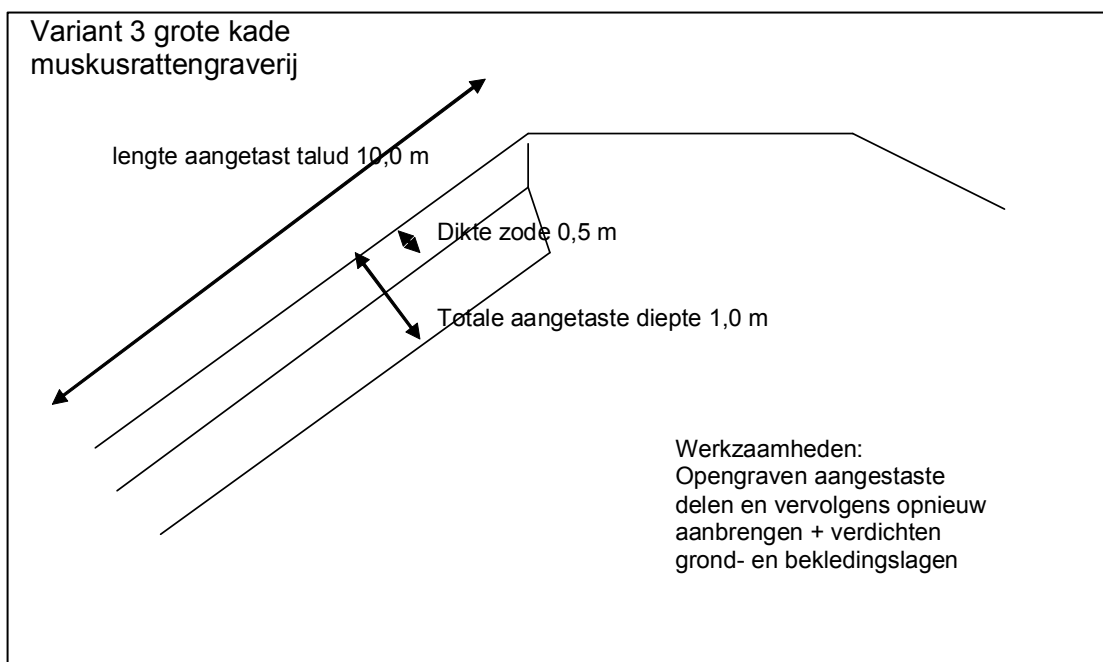
Voor het bepalen van de Contante waarde is uitgegaan van een periode van 100 jaar en een discontovoet van 3,5%.

BIJLAGE KOSTENRAPPORT: EENHEIDSPRIJZENLIJST**Bron: NASLAG 2007 eenheidsprijzen:****versie****2007.01****16-2-2007****datum:****activiteit****eenheidsprijs**

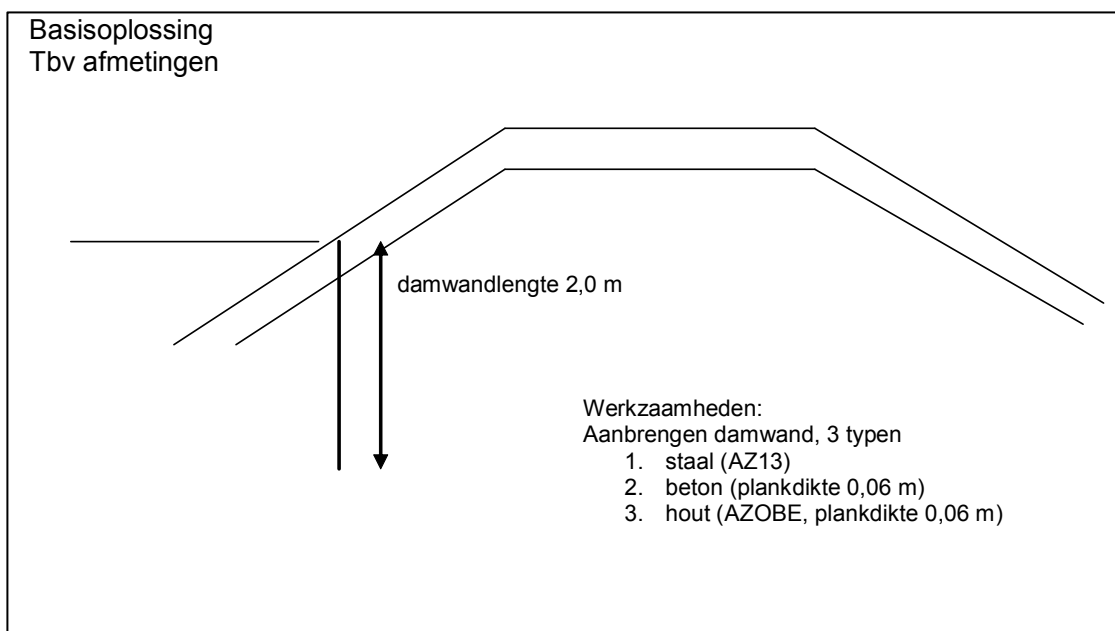
frezen grasmatt	0,07	m2
Opengraven aangetaste delen (klei)	1,75	m3
Opengraven aangetaste delen (grond)	1,50	m3
Opnieuw aanbrengen aangetaste delen	1,50	m3
Leveren en aanbrengen grond (25%)	10,00	m3
Leveren en aanbrengen klei (25%)	17,50	m3
verdichten grond- bekledingslagen	0,25	m2
inzaaien	0,12	m2
afvoeren grond	3,50	m3
Leveren en aanbrengen geotextiel (normaal)	3,00	m2
Leveren en aanbrengen geotextiel (zwaar)	6,50	m2
grond direct verwerken grond in berm	0,75	m3
Leveren en aanbrengen zand	12,00	m3
Leveren en aanbrengen asfalt (6cm)	6,34	m2
Leveren en aanbrengen puingranulaat (15cm)	2,23	m2
Leveren en aanbrengen stortsteen (400 kg/m2)	10,00	m2
Leveren en aanbrengen wiepen	7,50	m2
Leveren en aanbrengen gezette steen (h25cm)	40,00	m2
Leveren en aanbrengen klei 0,75 m	13,13	m2
Leveren en aanbrengen schijnduiker Ø 3 à 400 mm; L. 0,7 à 2 m	90,00	st
Leveren en aanbrengen gaas (maasgrootte 0,05m) verzinkt	13,10	m2
Leveren en aanbrengen damwand staal (AZ 13)	101,45	m2
leveren damwand staal (AZ 13)	93,45	m2
aanbrengen damwand	8,00	m2
Leveren en aanbrengen damwand beton (plankdikte 0,06 m)	24,00	m2
Leveren damwand beton (plankdikte 0,06 m)	16,00	m2
aanbrengen damwand	8,00	m2
Leveren en aanbrengen damwand hout (azobe, plankdikte 0,06 m)	58,50	m2
Leveren damwand azobe (plankdikte 0,06 m)	50,50	m2
aanbrengen damwand	8,00	m2

BIJLAGE KOSTENRAPPORT: SCHETSEN PREVENTIEVE MAATREGELEN

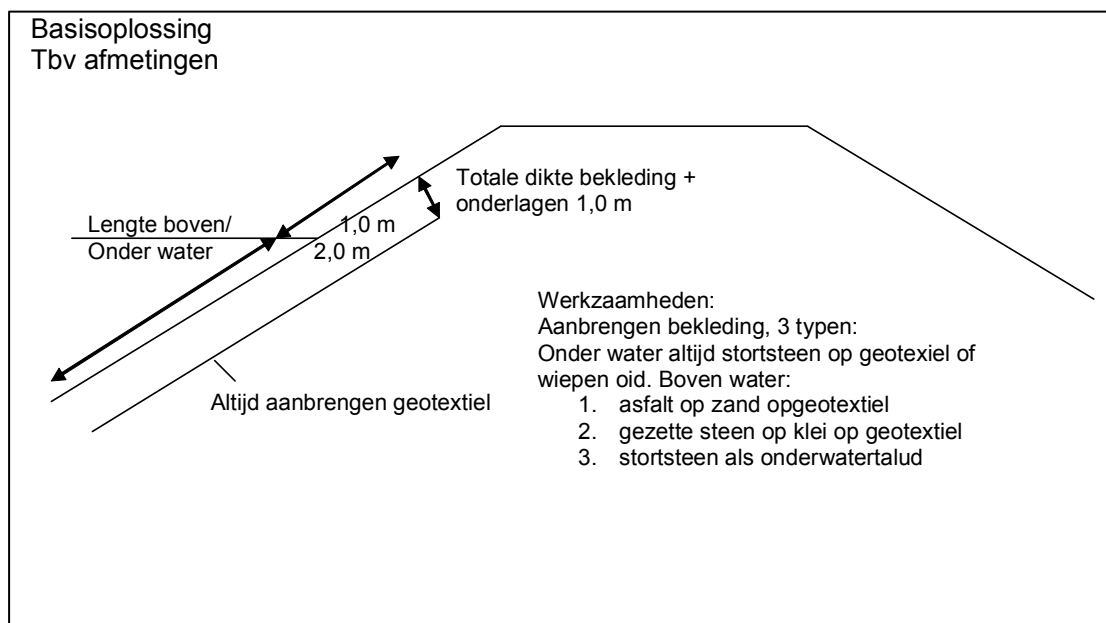




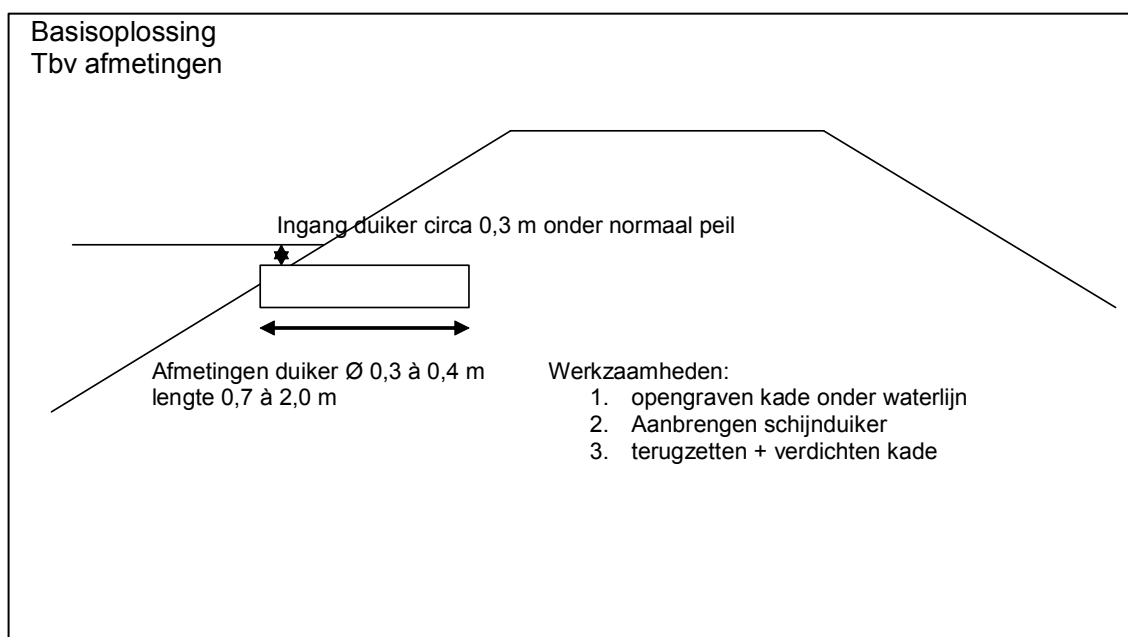
Oplossing 1 aanbrengen damwand (3 typen materiaal: 1.1 staal, 1.2 beton en 1.3 hout)



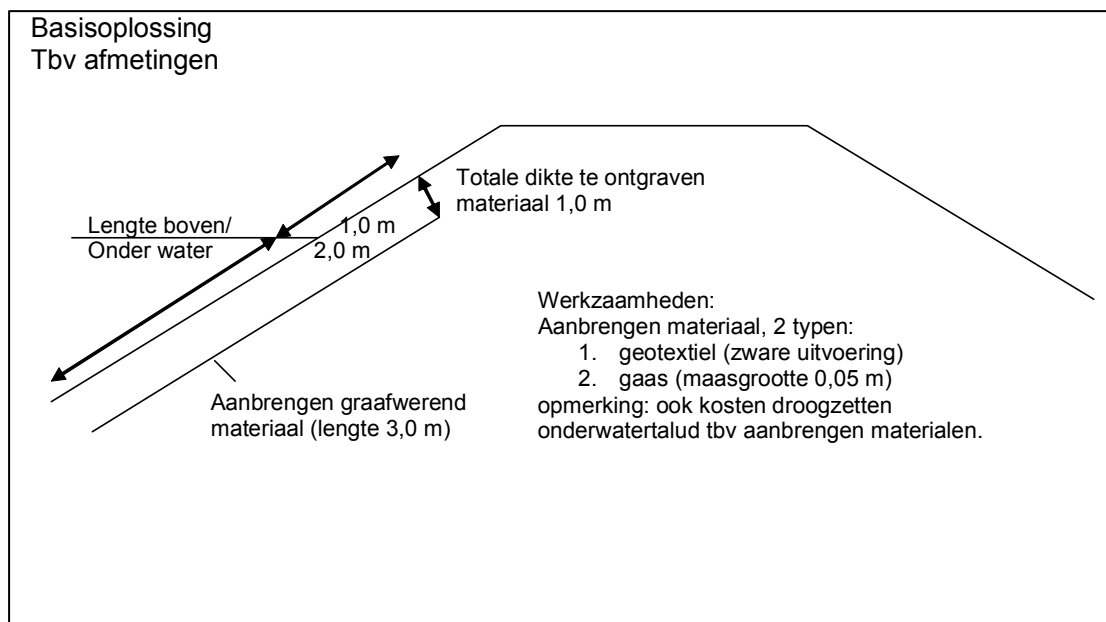
Oplossing 2 aanbrengen harde bekleding (3 typen materiaal: 2.1 asfalt, 2.2 zetsteen en 2.3 stortsteen)



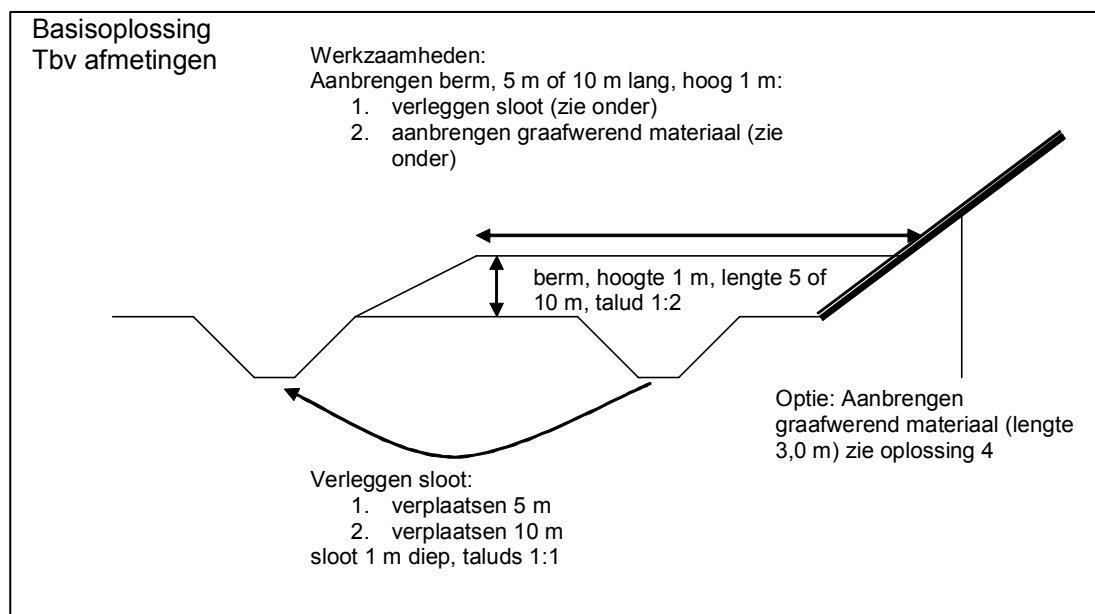
Oplossing 3 aanbrengen schijnduikers (aangeven stuksprijs, op basis informatie Blauwe Stad en informatie aangeleverd door Fred Barends)



Oplossing 4 ingraven graafwerend materiaal (2 typen: 4.1 geotextiel en 4.2 gaas)



Oplossing 5 aanbrengen graafberm (2 typen + combinatie met oplossing 4)



BIJLAGE KOSTENRAPPORT: ONDERBOUWING KOSTENOVERZICHT

Discontovoet: 3,5%
 CW waarde wordt bepaald op basis van een periode van 100 jaar
 CW waarde is bepaald inclusief opslagen en BTW (19%)

Varianten	Investerings bedrag per m1	mate van vervanging per m1	Contante waarde per m1	interval
1				
kleine kade muskusrattengraverij	€ 45,32	10%	€ 171	1
2				
kleine kade beverrattengraverij	€ 154,39	5%	€ 368	1
3				
grote kade muskusrattengraverij	€ 112,19	5%	€ 267	1
Oplossingen				
1.1				
Leveren en aanbrengen damwand staal (AZ 13)	€ 449,88	100%	€ 464	100
verwijderen	€ 35,48	100%	€ 37	100
Totaal			€ 501	
1.2				
Leveren en aanbrengen damwand beton (plankdikte 0,06 m)	€ 106,43	100%	€ 129	50
verwijderen	€ 44,34	100%	€ 54	50
Totaal			€ 183	
1.3				
Leveren en aanbrengen damwand hout (azobe, plankdikte 0,06 m)	€ 254,98	100%	€ 390	33
verwijderen	€ 39,91	100%	€ 61	33
Totaal			€ 451	
2A				
Asfalt op zand + granulaat, onderlaag geotextiel	€ 192,46	100%	€ 326	25
verwijderen	€ 46,56	100%	€ 79	25
Totaal			€ 405	
2B				
Gezette steen op klei, onderlaag geotextiel	€ 263,85	100%	€ 403	33
verwijderen	€ 48,78	100%	€ 75	33
Totaal			€ 478	
2C				
Stortsteen als onderwatertalud, onderlaag geotextiel met wiepen	€ 169,62	100%	€ 290	25
verwijderen	€ 31,04	100%	€ 53	25
Totaal			€ 343	
3				
aanbrengen schijnduikers	€ 565,06	100%	€ 684	50
verwijderen	€ 101,44	100%	€ 123	50
Totaal			€ 807	
4A				
Leveren en aanbrengen geotextiel (zware uitvoering)	€ 76,49	100%	€ 131	25
verwijderen	€ 6,65	100%	€ 11	25
Totaal			€ 142	
4B				
Leveren en aanbrengen gaas (maasgrootte 0,05m) verzinkt	€ 120,37	100%	€ 184	33
verwijderen	€ 44,90	100%	€ 69	33
Totaal			€ 253	
5 type 1 met 4A				
Verleggen sloot 5 meter	€ 229,10	100%	€ 229	-
verwijderen	€ 6,65	100%	€ 11	25
Leveren en aanbrengen geotextiel (zware uitvoering)	€ 76,49	100%	€ 131	25
Totaal			€ 371	
5 type 1 met 4B				
Verleggen sloot 5 meter	€ 272,98	100%	€ 273	-
verwijderen	€ 44,90	100%	€ 69	33
Leveren en aanbrengen gaas (maasgrootte 0,05m) verzinkt	€ 120,37	100%	€ 184	33
Totaal			€ 526	
5 type 2 met 4A				
Verleggen sloot 10 meter	€ 371,72	100%	€ 372	-
verwijderen	€ 6,65	100%	€ 11	25
Leveren en aanbrengen geotextiel (zware uitvoering)	€ 76,49	100%	€ 131	25
Totaal			€ 514	
5 type 2 met 4B				
Verleggen sloot 10 meter	€ 415,60	100%	€ 416	-
verwijderen	€ 44,90	100%	€ 69	33
Leveren en aanbrengen gaas (maasgrootte 0,05m) verzinkt	€ 120,37	100%	€ 184	33
Totaal			€ 668	

Directe kosten				1,00	
nader te detailleren bouw	pct	15%	1,00	0,15	
					1,15
Indirecte kosten					
eenmalige + bouwplaats + uitvoeringskosten	pct	10%	1,15	0,12	
subtotaal (1) indirecte kosten				0,12	
subtotaal incl. directe kosten				1,27	
AK	pct	7%	1,27	0,09	
WR	pct	5%	1,35	0,07	
bijdragen (o.a. RAW/FCO)	pct	0%	1,42	-	
ntd indirecte kosten	pct		0,27	-	
subtotaal (2) indirecte kosten				0,16	
					0,24 0,27
Bijzondere gebeurtenissen en object onvoorzien					
	kxg				-
object onvoorzien	pct	15%	1,42	0,21	
					0,15 0,21
subtotaal opslagfactor BK exclusief BTW					1,63
Engineering, Voorbereiding, Administratie en Toezicht					
projectmanagement	pct	2%	1,63	0,03	
engineering/ontwerp	ptc	8%	1,63	0,13	
begeleiding tijdens de bouw (toezicht)	ptc	2%	1,63	0,03	
studies en onderzoeken (explosieve / grondmechanisch/ archeo)	pct	1%	1,63	0,02	
subtotaal VAT				0,21	
Overige bijkomende kosten					
leges, vergunningen	pct	0,5%	1,63	0,01	
verzekeringen	pct	0,5%	1,63	0,01	
subtotaal OBK				0,02	
subtotaal opslagfactor VAT + OBK exclusief BTW					0,23
subtotaal opslagfactor exclusief BTW					1,86
BTW			19%	1,86	0,35
Opslagfactor inclusief BTW					2,22

Uitgangspunten:

- doel bepalen van een m1 prijs voor het vergelijken van alternatieven
- prijspeil 2007
- gemiddeld werk
- opslagpercentage is beplaat op **2,22** (zie ook onderbouwing)

Nulvariant graverij**Variant****1 kleine kade muskusrattengraverij**

werkzaamheden	eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
1 frezen grasmata	m2	4,00	0,07	0,28
2 Opengraven aangetaste delen (klei)	m3	2,80	1,75	4,90
3 Opengraven aangetaste delen (grond)	m3	1,20	1,50	1,80
4 Opnieuw aanbrengen aangetaste delen	m3	2,80	1,50	4,20
5 Leveren en aanbrengen grond (15%)	m3	0,42	10,00	4,20
6 Leveren en aanbrengen klei (15%)	m3	0,18	20,00	3,60
7 verdichten grond- bekledingslagen	m2	4,00	0,25	1,00
8 inzaaien	m2	4,00	0,12	0,48
DK per	m1			20,44
opslagfactor inclusief BTW				2,22
Totaal				45,32

Variant**2 kleine kade beverrattengraverij**

werkzaamheden	eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
1 frezen grasmata	m2	13,00	0,07	0,91
2 Opengraven aangetaste delen (klei)	m3	3,90	1,75	6,83
3 Opengraven aangetaste delen (grond)	m3	10,10	1,50	15,15
4 Opnieuw aanbrengen aangetaste delen	m3	3,90	1,50	5,85
5 Leveren en aanbrengen grond (15%)	m3	0,59	10,00	5,85
6 Leveren en aanbrengen klei (15%)	m3	1,52	20,00	30,30
7 verdichten grond- bekledingslagen	m2	13,00	0,25	3,25
8 inzaaien	m2	13,00	0,12	1,56
DK per	m1			69,63
opslagfactor inclusief BTW				2,22
Totaal				154,39

Variant**3 grote kade muskusrattengraverij**

werkzaamheden	eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
1 frezen grasmata	m2	10,00	0,07	0,70
2 Opengraven aangetaste delen (klei)	m3	5,00	1,75	8,75
3 Opengraven aangetaste delen (grond)	m3	5,00	1,50	7,50
4 Opnieuw aanbrengen aangetaste delen	m3	5,00	1,50	7,50
5 Leveren en aanbrengen grond (15%)	m3	0,75	10,00	7,50
6 Leveren en aanbrengen klei (15%)	m3	0,75	20,00	15,00
7 verdichten grond- bekledingslagen	m2	10,00	0,25	2,50
8 inzaaien	m2	10,00	0,12	1,15
DK per	m1			50,60
opslagfactor inclusief BTW				2,22
Totaal				112,19

Uitgangspunten:

- doel bepalen van een m1 prijs voor het vergelijken van alternatieven
- prijspeil 2007
- gemiddeld werk
- opslagpercentage is beplaat op

2,22 (zie ook onderbouwing)

Oplossing
Basisoplossing

1 aanbrengen damwand

		eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
1.1	werkzaamheden Leveren en aanbrengen damwand staal (AZ 13)	m2	2,00	101,45	202,90
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			202,90
	Totaal				2,22
verwijderen	verwijderen en afvoeren stalendamwand	m2	2,00	8,00	16,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			16,00
	Totaal				2,22
	Totaal				35,48
1.2	Leveren en aanbrengen damwand beton (plankdikte 0,06 m)	m2	2,00	24,00	48,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			48,00
	Totaal				2,22
	Totaal				106,43
verwijderen	verwijderen en afvoeren betonnendamwand	m2	2,00	10,00	20,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			20,00
	Totaal				2,22
	Totaal				44,34
1.3	Leveren en aanbrengen damwand hout (azobe, plankdikte 0,06 m)	m2	2,00	57,50	115,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			115,00
	Totaal				2,22
	Totaal				254,98
verwijderen	verwijderen en afvoeren houtendamwand	m2	2,00	9,00	18,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			18,00
	Totaal				2,22
	Totaal				39,91
	Basisoplossing				
2A	werkzaamheden	eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
	1 Ontgraven kade	m3	3,00	1,50	4,50
	2 afvoeren grond (schoon)	m3	3,00	3,50	10,50
	3 Asfalt op zand + granulaat, onderlaag geotextiel	m2	1,00	30,80	30,80
	4 Stortsteen als onderwatertalud, onderlaag geotextiel met wiepen	m2	2,00	20,50	41,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			86,80
	Totaal				2,22
	Totaal				192,46
verwijderen	opnemen en afvoeren stortsteen	m2	2,00	5,00	10,00
	opnemen, afvoeren en storten geotextiel met wiepen	m2	2,00	2,00	4,00
	terug zetten van stortsteen (exclusief levering)	m2	-	4,00	-
	slopen, afvoeren en storten asfalt + granulaat en geotextiel	m2	1,00	7,00	7,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			21,00
	Totaal				2,22
	Totaal				46,56
2B	werkzaamheden	eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
	1 Ontgraven kade	m3	3,00	1,50	4,50
	2 afvoeren grond	m3	3,00	3,50	10,50
	3 Gezette steen op klei, onderlaag geotextiel	m2	1,00	63,00	63,00
	4 Stortsteen als onderwatertalud, onderlaag geotextiel met wiepen	m2	2,00	20,50	41,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			119,00
	Totaal				2,22
	Totaal				263,85
verwijderen	opnemen en afvoeren stortsteen	m2	2,00	5,00	10,00
	opnemen, afvoeren en storten geotextiel met wiepen	m2	2,00	2,00	4,00
	terug zetten van stortsteen (exclusief levering)	m2	-	4,00	-
	slopen, afvoeren en storten gezette steen en geotextiel	m2	1,00	8,00	8,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			22,00
	Totaal				2,22
	Totaal				48,78
2C	werkzaamheden	eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
	1 Ontgraven kade	m3	3,00	1,50	4,50
	2 afvoeren grond	m3	3,00	3,50	10,50
	3 Stortsteen als onderwatertalud, onderlaag geotextiel met wiepen	m2	3,00	20,50	61,50
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			76,50
	Totaal				2,22
	Totaal				169,62
verwijderen	opnemen en afvoeren stortsteen	m2	2,00	5,00	10,00
	opnemen, afvoeren en storten geotextiel met wiepen	m2	2,00	2,00	4,00
	terug zetten van stortsteen (exclusief levering)	m2	-	4,00	-
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			14,00
	Totaal				2,22
	Totaal				31,04

Oplossing Basisoplossing		3 aanbrengen schijnduikers			
werkzaamheden		eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
verwijderen	1 Open graven kade onder de waterlijn	m3	2,50	1,50	3,75
	2 Leveren en aanbrengen schijnduiker	st	1,00	75,00	75,00
	3 Leveren en aanbrengen scherm	m2	3,00	57,50	172,50
	4 aanvullen kade (hergebruik)	m3	1,90	1,50	2,85
	5 verdichten kade	m2	3,00	0,25	0,75
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			254,85
					2,22
	Totaal				565,06
	opnemen en afvoeren scherm	m2	3,00	9,00	27,00
	opnemen, afvoeren en storten schijnduiker	st	1,00	18,75	18,75
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			45,75
					2,22
	Totaal				101,44
Oplossing Basisoplossing		4 ingraven graafwerend materiaal			
werkzaamheden		eenheid	hoeveelheid	eenheidsprijs	totaal
4A	1 Ontgraven kade	m3	3,00	1,50	4,50
	2 afvoeren grond	m3	3,00	3,50	10,50
	3 Leveren en aanbrengen geotextiel (zwarte uitvoering)	m2	3,00	6,50	19,50
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			34,50
					2,22
verwijderen	Totaal				76,49
	opnemen en afvoeren geotextiel	m2	3,00	1,00	3,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			3,00
					2,22
	Totaal				6,65
4B	1 Ontgraven kade	m3	3,00	1,50	4,50
	2 afvoeren grond	m3	3,00	3,50	10,50
	3 Leveren en aanbrengen gaas (maasgrootte 0,05m) verzinkt	m2	3,00	13,10	39,29
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			54,29
					2,22
verwijderen	Totaal				120,37
	opnemen en afvoeren gaas	m2	3,00	0,75	2,25
	ontgraven en storten grond (uitloging)	m3	0,75	24,00	18,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			20,25
					2,22
	Totaal				44,90
Oplossing Basisoplossing		5 aanbrengen graafberm (2 typen + combi met oplos. 4)			
5 type 1 met 4A	Verleggen sloot 5 meter				
	ontgraven grond nieuwe sloot	m3	2,00	1,50	3,00
	Verwerken vrijkomende grond in berm	m3	2,00	0,75	1,50
	Leveren en aanbrengen 0,75 meter grond voor nieuwe berm	m3	3,75	10,00	37,50
	Leveren en aanbrengen 0,25 meter klei voor nieuwe berm	m3	1,25	20,00	25,00
	verdichten grond- bekledingslagen	m2	5,00	0,25	1,25
	inzaaien	m2	5,00	0,12	0,58
	subtotaal, kosten per	m1			68,83
	<i>aanbrengen graafwerend materiaal (oplossing 4A)</i>	<i>m1</i>			<i>34,50</i>
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			103,33
					2,22
	Totaal				229,10
verwijderen	opnemen en afvoeren geotextiel	m2	3,00	1,00	3,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			3,00
					2,22
	Totaal				6,65
5 type 1 met 4B	subtotaal, kosten per	m1			68,83
	<i>aanbrengen graafwerend materiaal (oplossing 4B)</i>	<i>m1</i>			<i>54,29</i>
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			123,11
					2,22
	Totaal				272,98
verwijderen	opnemen en afvoeren gaas	m2	3,00	0,75	2,25
	ontgraven en storten grond (uitloging) 0,25 m per m2	m3	0,75	24,00	18,00
	DK per opslagfactor inclusief BTW	m1			20,25
					2,22
	Totaal				44,90
5 type 2 met 4A	Verleggen sloot 10 meter				
	ontgraven grond nieuwe sloot	m3	2,00	1,50	3,00
	Verwerken vrijkomende grond in berm	m3	2,00	0,75	1,50
	Leveren en aanbrengen 0,75 meter grond voor nieuwe berm	m3	7,50	10,00	75,00
	Leveren en aanbrengen 0,25 meter klei voor nieuwe berm	m3	2,50	20,00	50,00
	verdichten grond- bekledingslagen	m2	10,00	0,25	2,50

	inzaaien	m2	10,00	0,12	1,15
	subtotaal, kosten per	m1			133,15
	<i>aanbrengen graafwerend materiaal (oplossing 4A)</i>	<i>m1</i>			<i>34,50</i>
	DK per	m1			167,65
	opslagfactor inclusief BTW				2,22
	Totaal				371,72
verwijderen	opnemen en afvoeren geotextiel	m2	3,00	1,00	3,00
	DK per	m1			3,00
	opslagfactor inclusief BTW				2,22
	Totaal				6,65
5 type 2 met 4B	subtotaal, kosten per	m1			133,15
	<i>aanbrengen graafwerend materiaal (oplossing 4B)</i>	<i>m1</i>			<i>54,29</i>
	DK per	m1			187,44
	opslagfactor inclusief BTW				2,22
	Totaal				415,60
verwijderen	opnemen en afvoeren gaas	m2	3,00	0,75	2,25
	ontgraven en storten grond (uitloging) 0,25 m per m2	m3	0,75	24,00	18,00
	DK per	m1			20,25
	opslagfactor inclusief BTW				2,22
	Totaal				44,90