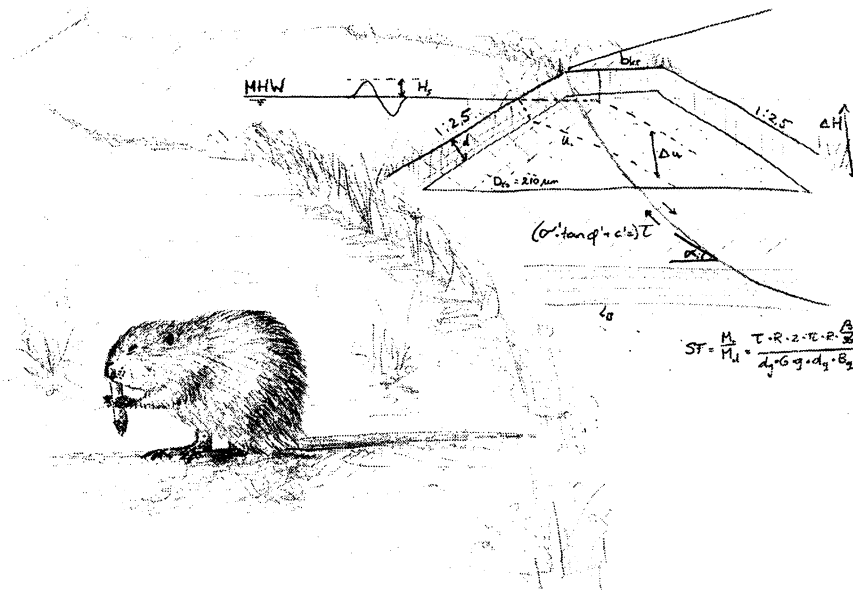


Gevolgen van graverij door muskusratten en beverratten voor de veiligheid van waterkeringen



BCM

oktober 2006
definitief

SAMENVATTING

De beveiliging tegen overstroming vormt een wezenlijke vereiste voor de bewoonbaarheid van grote delen van ons land. Die veiligheid tegen overstromen wordt verzorgd door waterkeringen. Sinds de jaren '40 van de vorige eeuw komen in Nederland muskusratten en beverratten voor. Graverij door muskus- en beverratten veroorzaakt onder andere schade aan waterstaatkundige werken, zoals waterkeringen. De muskusrat wordt al ruim zestig jaar bestreden. De beverrat wordt structureel bestreden sinds 2002, maar incidenteel al sinds de jaren '60. Belangrijke reden voor de bestrijding is onder andere het voorkomen van schade aan waterkeringen door graverij. Het nut en de noodzaak van de bestrijding van muskusratten en beverratten is regelmatig onderwerp van bestuurlijke en maatschappelijke discussie. Naar aanleiding van deze discussie heeft de Landelijk Coördinatie Commissie Muskusrattenbestrijding (LCCM) een studie naar de gevolgen van graverij door muskus- en beverratten voor de veiligheid van waterkeringen laten uitvoeren, als onderdeel van een programma van zeven onderzoeken.

Aanpak

De studie kent een gefaseerde aanpak:

1. inventarisatie van de aard en omvang van graverij door muskus- en beverratten en de resulterende schade aan waterkeringen, uitgevoerd door middel van een literatuurstudie, veldonderzoek en interviews met bestrijders en waterkeringbeheerders.
2. opstellen van een representatieve schematisering van de graverij en schade aan waterkeringen; dit op basis van de resultaten van de inventarisatie in combinatie met enkele belangrijke uitgangspunten, speciaal ten aanzien van het regiem van bestrijden en het beheer & onderhoud van de waterkering.
3. vaststellen van de invloed van de graverij en de schade aan de waterkering op de veiligheid van waterkeringen.

Bij de veiligheidsanalyse zijn acht verschillende typen waterkeringen beschouwd, aangezien uit fase 1 is gebleken dat de aard van de graverij en de ernst van de resulterende schade onder andere afhankelijk is van de aard van de dimensie (dwarsprofiel) en de hydraulische belasting van een waterkering. Voor elk type waterkering is een representatief dwarsprofiel vastgesteld.

Gestreefd is de invloed van graverij op de veiligheid zoveel mogelijk kwantitatief vast te stellen. De daartoe gevolgde uitwerking is gebaseerd op de verschillende faalmechanismen met de daarbij behorende toetsregels, zoals onderscheiden en beschreven in het wettelijk vastgestelde Voorschrift Toets op Veiligheid (VTV, 2004). Per faalmechanisme is:

- een representatieve schade door graverij geschematiseerd;
- vastgesteld of de veiligheid van een kering met schade door graverij nog voldoet aan de gestelde veiligheidsnorm; en indien dit niet het geval is:
- vastgesteld bij welke maximaal toelaatbare waterstand de veiligheid van de waterkering met schade nog juist wel voldoet aan de gestelde veiligheidsnorm;
- aan de hand van de overschrijdingskans van deze waterstand de afname van de veiligheid van de waterkering afgeleid.

De kwantificering is dus gebaseerd op de zgn. overbelasting- of overschrijdingskansbenadering. Deze benadering is conform de Wet op de Waterkering (1996). Opgemerkt wordt dat bij enkele faalmechanismen de toepassing van de toetsregels niet resulteert in een "veiligheidsgetal". Daarom is bij deze faalmechanismen de invloed van de graverij niet uitgedrukt in een toename van de overschrijdingskans, maar is de invloed op de veiligheid relatief of soms kwalitatief uitgedrukt.

Resultaten inventarisatie

Graverij door muskus- en beverratten wordt in waterkeringen voornamelijk aangetroffen bij waterkeringen die zich bevinden in of grenzen aan een leefgebied (sloten, greppels, plassen, verlandingszones, etc.) van muskus- en beverratten. Over de omvang van graverij door muskusratten is veel informatie aangetroffen, graverij door beverratten is weinig gedocumenteerd. Karakteristieke graverij door muskusratten betreft een bouw met een uitgebreid stelsel van pijpen (diameter: ca. 0,15 m) en enkele nestkommen. De graverij beperkt zich overwegend tot een geringe diepte (< 1 m) in het talud, over de zone van juist onder het laagwaterniveau (overwegend < 0,35 m diep) tot boven een gemiddelde hoogwaterstand. Zodoende komt alleen bij betrekkelijk kleine kaden graverij tot in of zelfs door de kruin van de waterkering voor. Graverij door muskusratten resulteert in een intensief vergraven toplaag van het talud, met gemiddeld één pijp of gang per strekkende meter kade over een aanzienlijke strekkende lengte (meer dan 50 m). Karakteristieke graverij door beverratten betreft een enkele pijp of gang (diameter: ca. 0,25 m) met aan het eind een nestkom. Gang en nestkom bevinden zich overwegend horizontaal in het dijklichaam, op een niveau van juist boven een gemiddelde waterstand. Waargenomen en geregistreerde schaden aan waterkeringen door graverij door muskus- en beverratten zijn:

- schade aan het buitentalud en de (harde) bekleding (ook: rietkragen), waardoor erosie van het buitentalud en afkalving van het dijklichaam is opgetreden;
- ondermijning van het buitentalud, waardoor afschuiving van het talud is opgetreden;
- schade aan en ondermijning van het binnentalud, waardoor afschuiving en inzakking van het talud is opgetreden;
- vergraving van stabiliteits- of pipingbermen, waardoor verzakking van deze bermen is opgetreden;
- verzakking van de kruin, waardoor tijdens hoogwatersituaties overlopen is opgetreden;
- doorgraving van het dijklichaam, waardoor doorsiepeling of kwel is opgetreden;
- doorbraak van kleine kaden (m.n. langs visvijvers en vloeivelden).

Voorts veroorzaakt perforatie van de bekledingslaag op het buitentalud een sterkere verzadiging van het dijklichaam. Dit vormt geen directe schade aan de waterkering, maar de sterkte van het binnentalud neemt hierdoor wel af.

Bij deze waarnemingen gelden twee belangrijke opmerkingen:

- waargenomen schade aan (primaire) waterkeringen wordt in de meeste gevallen snel hersteld (beheer & onderhoud). Zodoende komt het in de praktijk normaliter niet voor dat gedurende een hoogwaterperiode zichtbare schade aan de waterkering, welke een evidente bedreiging van de veiligheid vormt, nog aanwezig is. Het is denkbaar dat zonder dergelijk tijdig herstel meer en omvangrijkere schaden aan waterkeringen zouden zijn voorgekomen;
- graverij door beverratten en vooral muskusratten wordt soms gedurende meerdere jaren niet opgemerkt. Hierdoor is veelal geen direct oorzakelijk verband (meer) aantoonbaar tussen schade aan een waterkering en graverij, zeker niet op het moment van falen van een waterkering.

Veiligheidsanalyse: uitgangspunten

De analyse is per faalmechanisme gedetailleerd uitgevoerd. Het is mogelijk dat meerdere mechanisme gelijktijdig optreden of dat een faalmechanisme aanleiding geeft tot een volgend mechanisme. Met een dergelijke stapeling of opeenvolging van gevolgen is slechts beperkt rekening gehouden, omdat dit deels als "kans-op-kans" is beschouwd. Dit uitgangspunt onderschat de ernst van de mogelijke gevolgen.

Bij de uitwerking van de veiligheidsanalyse is een representatieve omvang van de graverij geschematiseerd. Ten aanzien van deze schematisering is geconstateerd dat:

- schade door graverij soms gedurende meerdere jaren niet wordt ontdekt;
- verschillende vormen van schade aan waterkeringen (m.n. aantasting van de bekleding) zonder herstel een evidente aantasting van de sterkte van een waterkering veroorzaken, waarbij het uiteindelijke bezwijken van de waterkering slechts een kwestie van tijd is;
- waterkeringen in het kader van een regulier beheer & onderhoudsprogramma periodiek worden onderhouden, waarbij allerlei vormen van schade wordt hersteld.

Een belangrijk uitgangspunt bij de schematisering is dat zichtbare schade aan de waterkering altijd is hersteld, voorafgaand aan het optreden van een maatgevende belastingsituatie. De schematisering van de graverij betreft zodoende uitsluitend onzichtbare schade, of schade die pas tijdens een hoogwater – situatie zichtbaar wordt. Uitzondering vormen permanent belaste waterkeringen, zoals boezemkaden. Voor dit type keringen geldt dat zichtbare schade wel aanwezig kan zijn tijdens een hoogwaterperiode, omdat bij permanente belasting de kans groter is dat kort na de waarneming van een schade een maatgevende belastingsituatie optreedt. Het veronderstelde herstel van zichtbare schade voor het optreden van een maatgevende belastingsituatie heeft belangrijke consequenties voor het regiem van inspectie en beheer & onderhoud van een waterkering.

Veiligheidsanalyse: resultaten

De resultaten van de analyse van de gevolgen van de graverij voor de veiligheid zijn gepresenteerd in onderstaande tabellen, respectievelijk van muskus- en beverratten.

Toelichting ten aanzien van de interpretatie van de tabellen 1 en 2

De gepresenteerde afname van het veiligheidsniveau is steeds gebaseerd op een representatief profiel wat juist aan de vereiste veiligheid voldoet. De uitkomsten zeggen niets over het werkelijk resulterende (absolute) veiligheidsniveau van de waterkeringen. Dit is nader toegelicht in §3.3 en 5.1. Daarenboven gelden de resultaten voor de afname van de veiligheid van een dwarsprofiel, de gevolgen voor de veiligheid van een dijkkring zijn niet bepaald.

Tabel 1 Overzicht invloed graverij muskusratten op veiligheid waterkeringen

| Type waterkering | Faalmechanisme | | | | | Bekleding buiten en binnen |
|--------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|-------|-------------------------------|
| | Hoogte | Stabiliteit | | Piping | Micro | |
| | | binnenwaarts | buitenwaarts | | | |
| Bovenrivieren | 0 | – (1250 → 520) | 0 | – (1250 → 400) | – | – |
| Benedenrivieren | 0 | – (4000 → 400) | 0 | – (4000 → 700) | – | – |
| Maaskaden | – | 0/- | 0 | 0 | – | – |
| Meerdijken | 0 | – (2000 → 200) | 0 | 0 | – | – |
| Zeeweringen | 0 | 0 | 0 | – (4000 → 2000) | 0 | 0 |
| Boezemkaden (>2 m) | – (100 → 10) | – (100 → 10) | 0 | 0 | – | – |
| Boezemkaden (<2 m) | – (100 → 10) | – (100 → 15) | 0 | 0 | 0/- | – |

Tabel 2 Overzicht invloed graverij beverratten op veiligheid waterkeringen

| Type waterkering | Faalmechanisme | | | | | Bekleding buiten en binnen |
|--------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|-------|-------------------------------|
| | Hoogte | Stabiliteit | | Piping | Micro | |
| | | binnenwaarts | buitenwaarts | | | |
| Bovenrivieren | 0 | – (1250 → 520) | 0 | – (1250 → 400) | – | 0 |
| Benedenrivieren | 0 | – (4000 → 400) | 0 | – (4000 → 700) | – | 0 |
| Maaskaden | 0 | 0/- | 0 | 0 | – | 0 |
| Meerdijken | 0 | – (2000 → 200) | 0 | 0 | – | 0 |
| Zeeweringen | 0 | 0 | 0 | – (4000 → 2000) | 0 | 0 |
| Boezemkaden (>2 m) | 0 | – (100 → 10) | 0 | 0 | – | 0 |
| Boezemkaden (<2 m) | 0 | – (100 → 15) | 0 | 0 | 0/- | 0 |

0 geen nadelige invloed van graverij op dit faalmechanisme

0/- geringe nadelige invloed van graverij op dit faalmechanisme, afname van de veiligheid factor < 1,5

- nadelige invloed van graverij op dit faalmechanisme, afname van de veiligheid factor 1,5 à 2,5

– aanzienlijk nadelige invloed van graverij op dit faalmechanisme, afname van de veiligheid factor 2,5 à 5

— sterk nadelige invloed van graverij op dit faalmechanisme, sterke afname van de veiligheid factor 5 à 10

1250 → 520: toename van de overschrijdingskans (1/1250 naar 1/ 520 per jaar)

De aangeduide factor geldt alleen voor de faalmechanismen waarbij het effect kwantificeerbaar is in termen van een toename van de overschrijdingskans, dit betreft de faalmechanismen Hoogte, Stabiliteit binnen en piping.

Uit de tabellen blijkt dat de schade aan waterkeringen door graverij van zowel muskusratten als beverratten een vermindering van de veiligheid veroorzaakt. Voor enkele faalmechanismen neemt de overschrijdingskans toe met een factor 10, ofwel de veiligheid neemt met factor 10 af. De gevolgen van graverij door muskus- en beverratten is niet geheel gelijk, graverij door muskusratten vormt een ernstiger bedreiging. Deze conclusie volgt deels uit het uitgangspunt dat veel vormen van schade aan een waterkering door graverij door beverratten veelal zijn hersteld voorafgaand aan een hoogwatersituatie, omdat de graverij meestal eenvoudiger herkenbaar is vanwege de ligging van de gangen boven het waterniveau.

Graverij door muskusratten heeft met name invloed op de volgende faalmechanismen:

- hoogte: overwegend bij permanent waterkerende keringen; de overschrijdingskans neemt toe met max. een factor 10;
- stabiliteit binnentalud: bij alle type keringen behalve zeeweringen; de overschrijdingskans neemt toe met een factor 2,5 tot 10;
- piping: met name bij rivierdijken; de overschrijdingskans neemt toe met een factor 2,5 tot 5;
- microstabiliteit: overwegend indien sprake is van een zanddijk met een kleibekleding;
- bekleding: bij alle type keringen behalve zeeweringen.

Graverij door beverratten heeft met name nadelige invloed op de volgende faalmechanismen:

- stabiliteit binnentalud: bij alle type keringen behalve zeeweringen; de overschrijdingskans toe met een factor 2,5 tot 10;
- microstabiliteit: overwegend indien sprake is van een zanddijk met een kleibekleding.

Belangrijk faalmechanisme betreft het verlies van erosiebestendigheid van de bekleding op het buitentalud, hoewel dit niet tot uitdrukking komt in een kwantitatieve score. Na aantasting van de bekleding start een voortschrijdend erosieproces door golf- en/of stromingbelasting waardoor de veiligheid van de waterkering ernstig wordt bedreigd (afkalving).

Conclusie

Geconcludeerd wordt dat de veiligheid van een waterkering afneemt door graverij door muskus- en beverratten. Deze conclusie geldt voor alle type waterkeringen, met uitzondering van zeeweringen. De afname van de veiligheid wordt vooral veroorzaakt door een afname van de kruinhoogte van een kering, de stabiliteit van het binnentalud en de erosiebestendigheid van de bekleding. De grootte van de afname van de veiligheid verschilt per type waterkering, alsmede door welk faalmechanisme deze afname wordt veroorzaakt. Door aantasting van de waterkering voldoet de veiligheid van een waterkering niet meer aan de gestelde veiligheidsnorm. De veiligheid voldoet nog juist wel aan de gestelde normen bij een lagere maatgevende waterstand, welke een overschrijdingskans heeft die per type kering en per faalmechanisme globaal varieert van ca. 2 tot max. 10 zo groot als de oorspronkelijke normfrequentie van de waterkering. Ofwel, in termen van overschrijdingskansen neemt de veiligheid door graverij af met een factor 2 tot max. 10.

Aanbevelingen

Belangrijke onzekerheid bij deze studie vormt het graafgedrag van muskus- en beverratten na stopzetting van de bestrijding. Het is denkbaar dat graverij in waterkeringen omvangrijker wordt indien zich een hoge populatiedichtheid ontwikkelt en mogelijk een tekort aan voedsel en/of leefruimte ontstaat. Hierdoor kan de ernst van de bedreiging van graverij voor de veiligheid van waterkeringen toenemen. De schematisering van de schade is gebaseerd op de waarnemingen van graverij, zoals gedaan bij het huidige regiem van bestrijding. Dit uitgangspunt onderschat mogelijk de gevolgen van graverij voor de veiligheid van waterkeringen, indien graverij daadwerkelijker omvangrijker wordt. Indien meer inzicht in deze potentiële toename van de bedreiging gewenst is, wordt aanbevolen nader onderzoek te verrichten naar het graafgedrag en - de omvang hiervan - door muskus- en beverratten.

De gehanteerde uitgangspunten bij deze studie hebben belangrijke implicaties voor het beheer & onderhoud van waterkeringen:

- een forse toename van de inspanning betreffende de inspectie van de waterkeringen;
- meer nadruk op een spoedig en goed herstel van waargenomen schade.

Tijdens de inventarisatie is gebleken dat schade aan waterkeringen door graverij niet structureel wordt geregistreerd, inclusief details over omvang, etc.. Met name over graverij door beverratten is weinig gedocumenteerd. Aanbevolen wordt tenminste extreme vormen van schade door graverij in waterkeringen voortaan uniform en structureel te registreren.