



Inleiding

Voor de wettelijke vijfjaarlijkse toetsing van de primaire waterkeringen wordt gebruik gemaakt van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV).

Elke vijf jaar wordt ook gekeken of het VTV kan worden verbeterd. Eén van de verbeterpunten voor het VTV 2011 is de sterktebepaling van een grasbekleding op de kruin en binnentalud van dijken bij golfoverslag. Onderzoek hiernaar wordt in het kader van het Rijkswaterstaat project Sterkte & Belastingen Waterkeringen (SBW) uitgevoerd door Deltares.

Figuur 1 De golfoverslagsimulator.

De sterkte van dijken bij golfoverslag

Voor het onderzoek is de Golfoverslagsimulator ontwikkeld. Hiermee zijn, in navolging van proeven in 2007 nabij Delfzijl, destructieve veldproeven gedaan op zeedijken in Friesland en Zeeland. De proeven zijn uitgevoerd door Infram BV in samenwerking met Van der Meer Consulting, Deltares, Royal Haskoning en Alterra.

Golfoverslagproeven

Ten gevolge van golfoverslag kan de (gras)bekleding op kruin en binnentalud op de volgende manieren bezwijken:

- erosie van de grasmat door het overslaande water;
- erosie van de onderlagen (veelal de kleilaag);
- afschuiving van de bekleding.

Vooralsnog zijn alleen golfoverslagproeven uitgevoerd waarbij erosiegevoeligheid van de grasmat en de kleilaag werd onderzocht. Deze proeven zijn in de winter van 2008 uitgevoerd in Friesland als onderdeel van het SBW-programma, en in Zeeland in opdracht van het projectbureau Zeeweringen. Op de zeedijk nabij St. Jacobiparochie (Friesland)

wordt al meer dan 15 jaar een drietal proefvakken met verschillende vormen van grasbeheer in stand gehouden. Dit bood de unieke mogelijkheid om onderzoek te doen naar de invloed van de beheervorm op de erosiebestendigheid van de grasmat. In Zeeland is op twee lokaties de erosiebestendigheid van de grasmat beproefd. Alle onderzochte lokaties betroffen een zeedijk bestaande uit een zandkern met op de kruin en binnentalud een met gras begroeide kleilaag. Voorafgaand aan de proeven zijn de karakteristieke parameters van het gras en de klei bepaald. Volgens de methodiek in het VTV zou er in al deze gevallen een matig tot slecht erosiebestendige grasmat en kleilaag aanwezig zijn.

Golfoverslagsimulator

Het onderzoek is uitgevoerd met de Golfoverslagsimulator. Dit apparaat simuleert de waterbeweging op kruin en binnentalud als gevolg van overslaande golven. De Golfoverslagsimulator heeft een inhoud van 22 m³, is 4 m breed en ca. 6 m hoog. De simulator wordt voor de proeven aan de zeezijde op de kruin van de dijk geplaatst, waardoor zowel de kruin als het binnentalud

kunnen worden belast. De Golfoverslagsimulator wordt vervolgens met een constant debiet gevuld en met behulp van een vernuftig klepmechanisme kan het water in golven over de dijk worden losgelaten. Het 'leggen' van de simulator wordt op een zodanige manier gedaan dat een werkelijke stormsituatie wordt nagebootst. De proefvakken zijn stapsgewijs met een oplopend overslagdebiet getest, waarbij bij elke stap een stormsituatie van 6 uur werd gesimuleerd. Het gemiddelde overslagdebiet is opgevoerd van 0,1 tot 75 l/s per m. De hoeveelheid water die daarbij in de individuele overslaande golven zat, varieerde daarbij van 10 tot 180 liter per meter breedte bij het kleinste gemiddelde debiet tot 100 – 5500 l/m bij het grootste. De uitgevoerde storms simulaties waren gebaseerd op een significante golfhoogte van 2 m en een piekperiode van 5 s.

Metingen

Om meer inzicht te krijgen in het fysieke gedrag van de gras- en kleibekleding bij golfoverslag is door Deltares de waterdruk in de dijk en de bekledingslaag gemeten. Ook zijn de dikte van de waterlaag en de frontsnelheid van de individuele overslaande golven op het binnentalud gemeten. De resultaten van deze metingen zullen eind 2008 beschikbaar komen. Analyse van de metingen bij Delfzijl heeft al waardevolle en ook verrassende resultaten opgeleverd.



Figuur 2 Golf van 5.500 liter per m over de dijk.



Figuur 3 Het resultaat na 75 l/s per m: De zandkern is blootgelegd na het eroderen van de met gras beklede kleilaag en spoelt weg.

Observaties

De meest belangrijke observaties zijn:

- Bij geen van de onderzochte zeedijken trad een significante schade op bij een gemiddeld overslagdebiet kleiner dan 30 l/s per m;
- Bij de overgang van talud naar horizontaal werd bij 6 van de 9 proefvakken schade geconstateerd bij overslaghoeveelheden van 30 l/s per m en meer;
- Aanwezige mollen- en/of muizengaten werden tijdens de proeven steeds duidelijker zichtbaar, maar geen van deze gaten gaf aanleiding tot doorgaande schade aan het talud;
- Er is een tot nu onbekend mechanisme geconstateerd: het 'opbolmechanisme'. Dit betreft het opbollen van de grasmat waarna deze wegspoelt (omvang circa één m²);
- Doorgaande erosie van de kleilaag, leidde in een aantal gevallen tot 'headcut' erosie; dit is het afbrokkelen van de kleilaag richting de kruin. Dit mechanisme versnelde sterk op het moment dat de kleilaag tot op het zand was geërodeerd. Een dergelijke doorgaande

schade is alleen bij relatief grote overslagdebieten (50 en 75 l/s per m) geconstateerd.

Toekomst

In de komende jaren zullen aanvullende golf-overslagproeven worden uitgevoerd. Daarnaast zal het faalmechanisme 'Afschuiven van de bekleding' in de jaren 2008 - 2010 worden onderzocht met behulp van veldproeven. In september 2008 is hiermee een begin gemaakt op de Friese Waddenzeedijk nabij de St. Jacobiparochie. De conclusies van het onderzoek tot en met 2010 zullen worden verwerkt in een Technisch Rapport en hun uitwerking vinden in het VTV2011. In dit traject zal nog een discussie moeten worden gevoerd omtrent de resultaten van het onderzoek en de toetsregels. Het onderzoek tot nu toe toont namelijk aan dat er verschillen bestaan tussen de proef-observaties, de huidige toetsreizen en wat leeft onder dijkexperts. ■



Figuur 4 Schade aan de onderkant van de dijk.



Figuur 5 De grasbekleding 'bolt op'.