

# Ontwerprichtlijn constructieve dijkversterking

## Inleiding

Bij het realiseren van dijkversterkingen gaat de voorkeur in principe uit naar een robuuste en duurzame versterking in grond. De Nederlandse (praktijk)ervaringen met deze oplossing zijn vastgelegd in vele leidraden en technische rapporten van ENW (Expertise Netwerk Waterveiligheid).

In situaties waar een versterking in grond niet mogelijk is, vooral bij ruimtegebrek door belendingen, kan met een zogenaamde bijzondere waterkerende constructie de macrostabiliteit van een dijk worden verbeterd. Ondanks dat dit een complexe en kostbare wijze van dijkversterking is, en er tot voor kort geen eenduidige, door ENW geaccepteerde ontwerpmethodode was, wordt deze oplossing in de vorm van een diepwand, kistdam of (on)verankerde damwand al op grote schaal toegepast.

## Vigerende regelgeving

Voor bijzondere waterkerende constructies is de vigerende regelgeving in principe vastgelegd in Leidraad Kunstwerken uit 2003. De veiligheidsfilosofie hierin is geheel gebaseerd op de faalmechanismen van een kunstwerk: te groot waterbezwaar (onvoldoende hoogte) en constructief bezwijken (onvoldoende sterkte). Voor de veiligheidsproblematiek rondom het dimensioneren van de constructie(onderdelen) wordt naar CUR 166 Damwandconstructies verwezen. Deze richtlijn beveelt aan om rekening te houden met de eisen die gelden voor waterkeringen. Het lastige hierbij is dat deze boodschap slechts summier is behandeld en dat het interpreteren ervan grotendeels aan de gebruiker wordt overgelaten. Dit brengt ons bij drie belangrijke spanningsvelden omtrent de veiligheidsfilosofie bij het toepassen van constructieve dijkversterking:

1. Welke wettelijke eisen gelden?
2. Welke topeis geldt dan voor de constructie(onderdelen)?
3. Op welke referentieperiode hebben deze eisen betrekking?

## Wettelijke veiligheidseisen

CUR 166 is onderdeel van de aanvullende bepalingen op de Nederlandse Nationale Bijlage bij NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7, deel 1). In het Bouw-



besluit 2012, waarin de wettelijke eisen omtrent de bouwveiligheid staan, wordt naar de Eurocodes verwezen. Dit heeft een belangrijke verandering met zich meegebracht. Op topniveau geldt in de hoogste veiligheidsklasse (CC3), waaronder overigens bijzondere waterkerende constructie niet per definitie zullen vallen, nu een betrouwbaarheidseis  $\gamma = 4,3$  (voorheen  $\gamma = 3,6$ ) over de levensduur van constructie(onderdelen).

De bouwveiligheidseis kan door deze verandering nu soms strenger zijn dan de wettelijke waterveiligheidseis. Oftewel, de Waterwet legt niet meer in alle gevallen de strengste topeis op aan een dijkvak waarin een constructieve versterking wordt aangebracht.

## Topeis constructie

De vereiste betrouwbaarheid van constructie(onderdelen) kan globaal op twee manieren worden afgeleid:

In Leidraad Kunstwerken wordt, uitgaande van de dijkvakbenadering, een vaste topeis voor de beschouwde doorsnede voorgeschreven. Die is allereerst afhankelijk van de 'verantwoordelijkheid' van de constructieve versterking: in welke mate

dient deze de waterkerende functie zelfstandig te kunnen vervullen? Verder is de vaste topeis gerelateerd aan de normfrequentie. De lengte waarover de constructieve versterking wordt aangebracht wordt daarnaast op de topeis in rekening gebracht, door bij lengtes groter dan 100 m een verhoging van 10% op de betrouwbaarheidsindex te eisen.

In de waterveiligheid-gerelateerde regelgeving wordt getracht meer en meer de dijkkringbenadering in te voeren. Hiermee komt ruimte om, redenerend vanuit de (samenstelling van de) dijkkring als geheel, een topeis voor de beschouwde doorsnede af te leiden. Deze benadering wordt bij het beschouwen van de macrostabiliteit van een gronddijk volgens Leidraad Rivieren van 2007 aangehouden. In deze topeis is het lengte-effect reeds verdisconteerd.

Omwille van de consistentie in de veiligheidsfilosofie, dus het geheel van partiële factoren op belastingen en sterkten, is het essentieel om de gekozen benadering consequent te blijven volgen.

## Referentieperiode

Ook de referentieperiode, waarop de betrouwbaarheidseisen van constructie(onderdelen) betrekking hebben, speelt in de veiligheidsfilosofie voor ontwerpen een prominente rol.

In de waterveiligheid-gerelateerde leidraden en technische rapporten is de vereiste betrouwbaarheid van een doorsnede gerelateerd aan jaarkansen. Waarmee op de beveiligingsnormen in de Waterwet wordt aangesloten, die zijn geformuleerd in termen van jaarlijkse overschrijdingskansen van hydraulische belastingen die een primaire waterkering veilig moeten kunnen keren.

Daarentegen hebben de betrouwbaarheidseisen aan constructie(onderdelen) in bouwveiligheid-gerelateerde regelgeving betrekking op de beoogde levensduur. In CUR 166, wordt bijvoorbeeld van een beoogde levensduur van 50 jaar uitgegaan.

Ook Leidraad Kunstwerken levert betrouwbaarheidsindices op levensduurbasis. Dat vindt plaats op basis van een levensduurfactor van 10, waar-

mee de toelaatbare faalkans per jaar uit de norm-frequentie dient te worden vermenigvuldigd. Een ontwerpbeschouwing op basis van jaar- dan wel levensduurkansen leidt tot een substantieel verschil in vereiste betrouwbaarheden (in termen van vereiste betrouwbaarheidsindices); op basis van jaarkansen wordt tot de strengste betrouwbaarheidseisen gekomen. Indien de consequenties van de gekozen referentieperiode echter goed in de uitwerking worden verdisconteerd, in veiligheidsmarges of -factoren voor sterkte en (vooral) belasting, dan is het effect kleiner dan op grond van verschillen in betrouwbaarheidsindices zou worden verwacht.

### Toetsrichtlijn

In de periode 2006-2010 is in opdracht van RWS-Waterdienst een concept 'Technisch Rapport Analyse macrostabiliteit van dijken met de Eindige Elementen Methode' (TREEM) opgesteld. De richtlijn beschrijft een (ook voor het ontwerpen bruikbaar) stappenplan voor toetsen van een (on)verankerde damwand, specifiek gericht op het gebruik van PLAXIS 2D.

De veiligheidsfilosofie in TREEM sluit aan bij de

waterveiligheid-gerelateerde Leidraad Rivieren en Addendum bij Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies van 2007. Dientengevolge wordt de toepassing van te toetsen conventionele constructieve versterkingen aan de Waterwet ontleend, die op een jaarkans betrekking heeft. In het beschouwen van de macrostabiliteit van de doorsnede wordt de dijkringbenadering aangehouden.

### Ontwerprichtlijn

Wegens het ontbreken van een eenduidige ontwerpmethodode voor stabiliteitsschermen in primaire waterkeringen, is in opdracht van Waterschap Rivierenland (in overleg met het Hoog-WaterBescheringsProgramma) in 2012 een richtlijn opgesteld voor het ontwerpen van (on)verankerde damwandschermen voor dijkversterkingen die in dat waterschap in voorbereiding zijn. Het omvat ook een achtergrondenrapport en een voorbeeldcase.

De ontwerp aanpak in deze richtlijn, die samenhangt met de veiligheidsfilosofie, is in hoge mate gebaseerd op die van het TREEM. Dus in aansluiting op Leidraad Rivieren en Addendum bij Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.

Voor een aantal witte vlekken, die gaandeweg de ontwikkelingen bij constructieve dijkversterking zijn geconstateerd, is in de richtlijn een (pragmatische) oplossing gegeven.

Daarbij gaat het onder meer om hoe in de EEM-analyse om te gaan met:

- zakkende grond op ankers;
- voortijdig instabiel binnentalud;
- beschrijving grondsterkte;
- vervormingen versterkte dijk;

Doel van de ontwerprichtlijn is te komen tot een eenduidige werkwijze die voldoende robuust is, maar tevens sober en doelmatig, zodat Waterschap Rivierenland en HWBP met de methode kunnen instemmen. Inmiddels heeft ENW de ontwerprichtlijn geaccordeerd.

De ontwerprichtlijn is specifiek voor het beheergebied van Rivierenland ontwikkeld. De geaccordeerde aanpak kan, met de juiste locatieafhankelijke (partiële) factoren, echter Nederland breed worden toegepast bij constructieve versterkingen van primaire waterkeringen. ●

BMNED is een onafhankelijk, Europees opererend ingenieursbureau met specialisaties in:

- Geotechnische en civiele constructies
- Staal-, hout- en betonconstructies
- Geotechnische veldwerkzaamheden
- Bouwmanagement



[www.bmned.com](http://www.bmned.com)

*Uw civiel- en bouwtechnisch ingenieursbureau!*



[www.gsned.com](http://www.gsned.com)

*Uw beste maat als het om grond en water gaat!*

GSNEED is actief op het gebied van:

- Sonderingen op land en water
- Proefbelastingen van funderingspalen en ankers

Rooseveltlaan 8  
4536 GZ Terneuzen  
Postbus 326  
4530 AH Terneuzen  
T: +31 115 620 927  
F: +31 115 623 678  
E-mail: [info@bmned.com](mailto:info@bmned.com)  
E-mail: [info@gsned.com](mailto:info@gsned.com)