

Van	Adviesteam Dijkontwerp
Door	Ruben Jongejan, Marieke de Visser
Betrokken	Adviesteam Dijkontwerp
Review	Adviesteam Dijkontwerp
Kopie aan	HWBP Kennis en Innovatie, Programma BOI, Programma Kennis voor Keringen, KKP
Datum	7-11-2022
Versie	1
Onderwerp	Rode Draad nr. 5 – Ontwerpeisen voor andere functies dan de hoogwaterkerende functie

1. Inleiding

Het Adviesteam Dijkontwerp analyseert regelmatig de adviezen die het aan projecten geeft rondom het toepassen van de overstromingskansbenadering en nieuwe kennis. De rode draden die hieruit volgen worden gerapporteerd en besproken met stakeholders. Ook onderwerpen die het Adviesteam van belang vindt om breed te delen, worden via een Rode draden rapportage uitgebracht. Het voorliggende memo is de vijfde Rode Draden-rapportage van het Adviesteam Dijkontwerp en gaat in op het omgaan met ontwerpeisen voor andere functies dan de hoogwaterkerende functie van waterkeringen.

Bij het bepalen van technische eisen aan een waterkering spelen meer aspecten dan alleen de hoogwaterveiligheid van het achterliggende gebied. Dan gaat het bijvoorbeeld over:

- de onderhoudbaarheid van de waterkering;
- de beschikbaarheid, begaanbaarheid van een weg of evacuatieroute op de dijk;
- de mogelijkheden voor calamiteitenbestrijding bij hoogwatersituaties;
- de kans op zoutbezwaar of wateroverlast;
- de kans op uitval van een kabel of leiding in de dijk door vervormingen of afschuivingen;
- de kans op schade aan woningen langs de dijk door vervormingen of afschuivingen.

Het Adviesteam krijgt regelmatig vragen hoe met dit soort aspecten moet worden omgegaan. Daar wordt in deze Rode Draden-notitie nader op ingegaan. Er worden handvatten geboden voor het afleiden van passende ontwerpeisen, óók voor situaties waarin dwingende voorschriften ontbreken. Dikwijls zijn de vragen die het Adviesteam over dit onderwerp krijgt niet zo technisch als het op het eerste gezicht lijkt. Vaak gaat het eerder om de juridische vraag 'wat is voorgeschreven?' en - als er geen dwingende voorschriften zijn - om de afweging 'wat is redelijk?'. Een goede karakterisering van de vraagstelling is dan ook essentieel in de zoektocht naar een passend antwoord.

Reacties en feedback op deze vijfde Rode Draden rapportage zijn van harte welkom. Uiteraard zijn wij ook bereikbaar voor nadere toelichting. U kunt ons bereiken via info@adviesteamdijkontwerp.nl.

2. Eisen aan een waterkering binnen de overstromingskansbenadering

Integraal ontwerpen van waterkeringen is niet nieuw. Bij het ontwerp van een waterkering moest immers altijd al met allerlei andere aspecten dan het keren van hoogwater rekening worden gehouden. Dat is met de wijziging van de overschrijdingskansnormen in overstromingskansnormen niet anders geworden. Toch is er door de verandering van het normtype wel iets veranderd.

De oude overschrijdingskansbenadering was feitelijk een overbelastingbenadering. Een bepaalde hoogwaterbelasting moest veilig, dus zonder ongewenst grote schade, gekeerd kunnen worden. Zonder substantiële schade aan de waterkering blijven andere functies veelal buiten schot. Daardoor werden vragen over bijvoorbeeld de beschikbaarheid en begaanbaarheid van wegen op keringen onder bovenmaatgevende omstandigheden zelden expliciet gesteld. Over een dijk waar 0,1 of 1 l/s/m kan slaan met een overschrijdingskans van 1/1250 per jaar, kan echter ook 10 of 100 l/s/m slaan – alleen is de kans daarop kleiner. Feitelijk werd verondersteld dat de overschrijdingskansnorm een voldoende betrouwbare en beschikbare wegverbinding opleverde, ook al werd dit zelden of nooit expliciet gecontroleerd. Hetzelfde gold voor andere nevenfuncties die door schade aan de kering, een grote hoeveelheid overslag of een groot instroomvolume in de knel zouden kunnen komen.

In de overstromingskansbenadering wordt gekeken naar de kans op een overstroming. Daarvan is doorgaans pas sprake bij het optreden van een bres. In dat geval is er per definitie sprake van zware schade aan de waterkering. De Waterwet stelt geen eisen aan de kans op schade, overslag of instroom *zonder* dat dit leidt tot een (te grote kans op) overstroming. Het is denkbaar dat de kans op een overstroming voldoende klein is, maar dat de kans op schade of substantiële overslag groot is (al hoeft dit uiteraard zeker niet altijd zo te zijn). Dat kan dan leiden tot het in de knel komen van nevenfuncties of onevenredig hoge onderhoudskosten. Het specificeren van een maximaal toelaatbare overstromingskans geeft dus niet altijd de garantie dat een nieuwe of versterkte waterkering op alle aspecten naar wens presteert. Daarvoor zullen soms aanvullende eisen aan het ontwerp gesteld moeten worden.

De Waterwet stelt, anders dan aan de kans op overstroming, geen concrete eisen aan het ontwerp van een waterkering. Ook uit het wettelijk kader van de zorgplicht volgen geen concrete ontwerpeisen, zoals aan de onderhoudbaarheid of begaanbaarheid van een waterkering, de mogelijkheden voor calamiteitenzorg en de beschikbaarheid van een weg op een dijk als evacuatie-route. De zorgplicht vereist ook niet dat een beheerder te allen tijde in staat is om noodmaatregelen te treffen en zo een overstroming te voorkomen. Eisen op het vlak van onderhoudbaarheid, begaanbaarheid en calamiteitenzorg zullen dus - indien gewenst - afzonderlijk geformuleerd moeten worden.

Uiteraard is het wel zo dat een nieuw ontworpen waterkering zodanig beheerd en onderhouden moet worden, dat aan de ontwerputgangspunten wordt voldaan. Veronderstellingen die bij het ontwerp worden gedaan over de conditie van de dijk moeten immers stroken met de realiteit. Ter illustratie: als er in het ontwerp rekening gehouden is met een grasmat zonder schade, dan zal dat in de praktijk ook gerealiseerd moeten worden. Het kan dus voorkomen dat er bij het ontwerp veronderstellingen worden gedaan die eisen stellen aan het beheer en onderhoud, en vice versa. De waterkering moet uiteindelijk zodanig beheerd en onderhouden worden, dat aan de ontwerputgangspunten wordt voldaan.

Er zijn al diverse methodes beschikbaar voor het systematisch identificeren en specificeren van ontwerp-eisen. Een algemeen bekend voorbeeld is Systems Engineering. Specifiek voor thema's zoals beschikbaar en betrouwbaarheid kan RAMS¹ behulpzaam zijn. Daarbij wordt systematisch gekeken naar de aspecten Reliability (betrouwbaarheid), Availability (beschikbaarheid), Maintainability (onderhoudbaarheid) en Safety (veiligheid). Door deze aspecten voor de verschillende onderdelen van de waterkering af te lopen, kan tot een complete set prestatie-eisen worden gekomen waar het ontwerp aan moet voldoen. Binnen het HWBP wordt met het innovatieproject HEEL³ (Herleidbaar, Eenduidig en Expliciet samenwerken over de hele Levenscyclus) gewerkt aan het versterken en uniformeren van de Systems Engineering-werkwijze binnen de waterschappen.

Samenvattend: integraal ontwerpen vergt binnen de overstromingskansbenadering geen compleet nieuwe ontwerpmethodes. Hooguit is het zo dat de overstromingskansnormen uit de Waterwet geen garantie geven op een kleine kans op schade of substantiële overslag of instroming zonder schade. Waar nodig zullen voor nevenfuncties en beheer- en onderhoud aanvullende ontwerp-eisen geïntroduceerd moeten worden. Hoe deze eisen bepaald kunnen worden, wordt in het volgende hoofdstuk toegelicht.

UGT en BGT

In een eerdere KPR-factsheet 'UGT/BGT bij het ontwerpen van waterkeringen' [2] is gesproken over het verschil tussen de Uiterste Grenstoestand (UGT) en de Bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) om het verschil tussen schade aan de kering (BGT) en overstroming (UGT) te beschrijven. Deze terminologie bleek destijds behulpzaam maar wordt in deze Rode Draad losgelaten. Ze kan namelijk ook gemakkelijk verwarring veroorzaken. Wat vanuit het oogpunt van waterkeren een BGT is, kan voor bijvoorbeeld een wegverbinding namelijk een UGT (onherstelbare schade aan de weg) zijn. Daarnaast worden in sommige (bouw)voorschriften ook andere typen grenstoelstanden onderscheiden (bijv. Accidental Limit State, Fatigue Limit State, Significant Damage, Near Collapse).

3. Ontwerpeisen voor nevenfuncties

Door wet- en regelgeving - anders dan de Waterwet - worden soms dwingende (minimum)eisen gesteld aan nevenfuncties. Voorbeelden daarvan zijn (niet uitputtend):

- **Bouwbesluit**: dit is een regeling die voorschriften bevat waar bouwwerken zoals gebouwen aan moeten voldoen. De Bijlage van het Bouwbesluit geeft aan welke NEN-normbladen dwingend zijn voorgeschreven. De eisen voor nieuwbouw, verbouw en afkeur van gebouwen kunnen bijvoorbeeld dienen als basis voor het stellen van eisen aan de kans op schade aan belendingen.
- **Machinerichtlijn**: Deze richtlijn stelt eisen aan o.a. de personele veiligheid. Kunstwerken zoals sluizen en gemalen zijn machines in de zin van de Machinerichtlijn.
- **Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb)**: een buisleiding voor het transport van gevaarlijke stoffen, zoals een hogedrukgasleiding, dient minimaal te voldoen aan de eisen uit het Bevb. Dit

¹ Meer informatie en praktische handreikingen zijn te vinden op o.a. de website van Rijkswaterstaat.

³ Meer informatie is te vinden via www.heel-nl.nu.

garandeert een minimale kans op 'loss of containment'. Of daarmee ook wordt voldaan aan de overstromingskansnorm is echter nog niet gezegd, al is dit wel mogelijk.

In alle andere gevallen zal de opdrachtgever zelf een passende eis moeten formuleren. In principe kan door een opdrachtgever elke eis worden gesteld, zolang deze maar niet strijdig is met wet- en regelgeving. De volgende invalshoeken kunnen dienen als houvast bij het formuleren van eisen als er geen sprake is van dwingende (wettelijke) voorschriften:

- Kijk welke prestaties voor nevenfuncties worden behaald als aan de overstromingskansnorm wordt voldaan. Zo kan bijvoorbeeld worden bekeken of de kans op wateroverlast aanleiding geeft tot zorg bij een dijkhoogte waarbij de kans op overstroming door Gras Erosie Kruin en Binnentalud (GEKB) voldoende klein is. Informatie over hoe om te gaan met waterbezwaar als gevolg van hoge golfoverslagdebieten is te vinden in een KPR-factsheet "Hoe om te gaan met waterbezwaar als gevolg van hoge overslagdebieten" [3].
- Kijk of er sprake is van een positieve 'business case', bijvoorbeeld door middel van een LCC-analyse. Door nu strengere eisen te stellen aan bijvoorbeeld de uitbreidbaarheid kunnen hoge kosten bij toekomstige versterkingen mogelijk worden voorkomen. Ook is het denkbaar dat de kosten die voortkomen uit eisen aan de onderhoudbaarheid of robuustheid van een dijk zich uiteindelijk zullen terugverdienen via besparingen in het beheer- en onderhoud.
- Kijk naar conventies. Er zijn bijvoorbeeld NEN-normbladen die niet door het Bouwbesluit zijn aangewezen of wettelijk zijn voorgeschreven voor bepaalde toepassingen, maar die wel breed worden toegepast. Een voorbeeld daarvan is het NEN-normblad voor kabels en leidingen in of nabij belangrijke waterstaatswerken (NEN 3651). Dit normblad is niet voorgeschreven door het Bouwbesluit of de Waterwet maar wordt door opdrachtgevers wel vaak voorgeschreven in contracten. Een ander voorbeeld is dat het gangbaar is om bij het ontwerp van wegen gebruik te maken van de bepalingen uit NEN-EN 1997-1 (Eurocode 7). Het aansluiten op conventies zal veelal weinig discussie opleveren.
- Kijk naar analogieën. Soms worden er in andere domeinen eisen gehanteerd voor soortgelijke ongewenste gebeurtenissen. Een voorbeeld zijn de normen voor wateroverlast door extreme neerslag. Deze kunnen dienen als referentieniveaus bij de beoordeling van de kans op wateroverlast door overslag.
- Kijk - specifiek voor de beschikbaarheid van de waterkering als evacuatie route - naar de omstandigheden waaronder een evacuatie nog wel/niet in de rede ligt. Dit kan helpen om te onderbouwen of en onder welke omstandigheden het redelijk zou zijn om eisen te stellen aan de beschikbaarheid van de weg als evacuatie route. Overigens stelt de Waterwet geen eisen aan de beschikbaarheid van evacuatie routes. De onderbouwing van de evacuatie fracties die gebruikt zijn bij het opstellen van de normering zijn ook veelal op een hoger abstractieniveau uitgevoerd, zodat deze fracties niet gemakkelijk zijn te relateren aan specifieke wegen op dijken.
- In het kader van de POV Macrostabieleit is een voorstel gedaan voor eisen aan nevenfuncties in relatie tot golfoverslag (zie). Dit voorstel kan houvast bieden bij het bepalen van geschikte eisen. Benadrukt wordt dat dit een voorstel is en geen voorschrift.
- Het KPR heeft een factsheet opgesteld over verkeersbelastingen in relatie tot macrostabieleit (zie [5]). Hierin is ook informatie opgenomen over verschillende typen verkeersbelastingen.

Subsidiabiliteit

Dijkversterkingen maken vaak integraal onderdeel uit van ontwikkelingen in de omgeving van de dijk. Voor projecten van het HWBP is binnen het HWBP afgesproken dat subsidie beschikbaar is voor het hoogwaterveiligheidsdoel, inclusief de benodigde inpassing in de leefomgeving. Het subsidiekader van het HWBP omvat dus meer dan aspecten dan alleen hoogwaterveiligheid. Het is echter ook niet onbegrensd. Voor zover financiering vanuit het HWBP gewenst is, zal de beheerder dus met het HWBP in gesprek moeten gaan en het HWBP moeten overtuigen dat een (zelf geformuleerde) eis passend is binnen het subsidiekader om een financiële bijdrage zeker te stellen. Het HWBP stelt hiervoor handvatten beschikbaar via: www.hwbp.nl/kennisbank/inpassing-in-de-leefomgeving--subsidiabiliteit

4. Typen vragen ten aanzien van eisen aan een waterkering

Vragen over te stellen van eisen aan de verschillende functies van waterkeringen zijn veelal 'verpakt' als puur technisch-inhoudelijke vragen. Het Adviesteam heeft echter de ervaring dat vragen over dit thema in drie soorten uiteen vallen:

1. Is er sprake van een dwingend voorschrift/wettelijke verplichting?
2. Bij de vrijheid om zelf een eis te formuleren: hoe kom je tot een eis en wat is 'redelijk' (een subjectief begrip)?
3. Is er sprake van een kennisleemte die het bemoeilijkt om passende eisen te formuleren?

Het Adviesteam kijkt altijd welke kanten er aan een vraag zitten. Dat is namelijk essentieel om een vraag goed te kunnen beantwoorden. In het volgende hoofdstuk wordt dit aan de hand van een aantal praktijkvoorbeelden verduidelijkt.

5. Praktijkvoorbeelden

5.1 Wateroverlast of zoutbezwaar door golfoverslag

Casus

Bij het ontwerp van een zeedijk kwamen vragen op over de betekenis van wateroverlast of zoutbezwaar voor de bepaling van de kruinhoogte. Vanuit het oogpunt van de overstromingskansbenadering kan in ontwerpverificaties gerekend worden met een relatief grote rekenwaarde van het kritiek overslagdebiet. Vanuit het oogpunt van wateroverlast of zoutbezwaar werd een dergelijk groot overslagdebiet echter onwenselijk gevonden. Het Adviesteam kreeg vervolgens de vraag hoe hier bij het ontwerp mee moest worden omgegaan.

Ontleding en beantwoording van de vraag:

1. *Is er sprake van een dwingend voorschrift/wettelijke verplichting?*
De kering dient hoe dan ook te voldoen aan de eisen aan Gras Erosie Kruin Binnentalud (GEKB) die voortvloeien uit de overstromingskansnorm uit de Waterwet. Er bestaat echter geen wettelijke eis aan de kans op een bepaalde mate van wateroverlast of zoutbezwaar door golfoverslag. Er is dus ook geen sprake van 'moeten': het is in dit geval aan het waterschap om een passende eis te formuleren.
2. *Bij de vrijheid om zelf een eis te formuleren: wat is 'redelijk' (een subjectief begrip)?*
De kans op wateroverlast of zoutbezwaar door overslag bij een dijk die voldoet aan de overstromingskansnorm zou kunnen worden gespiegeld aan de toelaatbare kans op wateroverlast door extreme neerslag. In de betreffend casus bleek de kans op substantiële wateroverlast of zoutbezwaar door golfoverslag veel kleiner te zijn (orde 1/1.000 per jaar einde levensduur). Dit is bepaald door met het Hydra-model de overschrijdingskans te berekenen van het overslagdebiet waarbij gesproken zou kunnen worden van substantiële wateroverlast of zoutbezwaar. Het waterschap achtte deze kans aanvaardbaar klein, zodat er uiteindelijk geen aanvullende eis is geformuleerd voor dit aspect.
3. *Is er sprake van een kennisleemte die het bemoeilijkt om passende eisen te formuleren?*
Nee, met bestaande instrumenten is het mogelijk om de jaarlijkse kans op overschrijding van een willekeurig overslagvolume - en daarmee de kans op wateroverlast of zoutbezwaar - te berekenen. Wel is het van belang dat men zich realiseert dat het bij het zoeken naar een oplossing niet zozeer gaat over de rekenwaarde van 'het' overslagdebiet maar over de kans op een overslagdebiet dat leidt tot wateroverlast of zoutbezwaar, en kans op een overslagdebiet dat uiteindelijk leidt tot een zware overstroming. Over een dijk waar 1 l/s/m overheen kan slaan, kan immers ook 10 of 100 l/s/m slaan, echter is de kans daarop steeds kleiner. De kans op wateroverlast of zoutbezwaar hoeft niet zo klein te zijn als de kans op een zware overstroming. Voor beide aspecten zijn afzonderlijke eisen te formuleren; ze hoeven niet samen te worden genomen in één enkele eis.

5.2 Vervolgafschuivingen bij een wegverbinding die tevens dient als evacuatieroute

Casus

Op een brede dijk in het rivierengebied ligt op een relatief hoge binnenberm een weg. De kans op een relatief oppervlakkige binnenwaartse afschuiving is groter dan de faalkanseis op doorsnedeniveau die voor dit faalmechanisme bij de ontwerpverificaties wordt gehanteerd. Bij een dergelijke afschuiving is de kans op een overstroming echter nog voldoende klein, vanwege de in dit geval zeer kleine kans op vervolgafschuivingen die het waterkerend vermogen in gevaar zouden brengen. De weg dient als evacuatieroute voor de bewoners van de dijk en/of het achtergelegen gebied en wordt gebruikt voor inspecties ten tijde van perioden van hoge waterstanden op de rivier. Door een oppervlakkige afschuiving zou de weg in meer of mindere mate beschadigd kunnen raken. Het Adviesteam kreeg de vraag hoe hier bij het ontwerp mee omgegaan zou moeten worden.

Ontleding en beantwoording van de vraag:

1. *Is er sprake van een dwingend voorschrift/wettelijke verplichting?*

De Waterwet stelt geen eisen aan de beschikbaarheid of begaanbaarheid van een weg op een dijk, óók niet als het een evacuateroute betreft. Het is aan de wegbeheerder om - indien gewenst - eisen te stellen aan de beschikbaarheid en begaanbaarheid van de weg onder bepaalde hoogwatercondities (niet noodzakelijkerwijs de waterstand bij norm).

2. *Bij de vrijheid om zelf een eis te formuleren: wat is 'redelijk' (een subjectief begrip)?*

Bij een ontwerpverificatie van de stabiliteit van de weg ligt het gebruik van Eurocode 7 in de rede (NB: hier bestaat keuzevrijheid). Door Eurocode 7 voor te schrijven, kan worden geborgd dat de kans op schade aan de weg of hinderlijke vervormingen klein zullen zijn. Om te komen tot relevante belastingcombinaties kan bij verschillende waterstanden worden nagegaan welke verkeerslasten reëel zijn. Zo lijkt een rij afgeladen vrachtwagens bij de WBN (Waterstand Bij Norm) weinig reëel, maar is dit bij een lagere waterstand, waarbij nog geen dijkbewaking is ingesteld, wellicht anders. Uiteindelijk moet de unity check voor elke belastingcombinatie voldoende zijn.

3. *Is er sprake van een kennisleemte die het bemoeilijkt om passende eisen te formuleren?*

Nee, de modellen zijn beschikbaar om de stabiliteit van een dijk in beeld te brengen en de kans op instabiliteit te bepalen.

Aan deze Rode Draad zullen nog nieuwe voorbeelden uit lopende adviestrajecten worden toegevoegd. Interessante voorbeelden kunt u aandragen via info@adviesteamdijkontwerp.nl.

Context van deze Rode draden-rapportage

Het Adviesteam Dijkontwerp is door het programmabestuur van de alliantie Hoogwaterbescherming opgericht om:

- projecten te adviseren over de toepassing van de overstromingskansbenadering en nieuwe kennis middels integraal, multidisciplinair en specialistisch advies, en
- de programmadirectie HWBP te adviseren door het beantwoorden van technisch inhoudelijke vragen vanuit begeleiding en de ingangstoets geïnteresseerden.

Het Adviesteam krijgt hierdoor goed overzicht over nieuwe kennis en ervaringen van de diverse projecten. Zoals ook in het Inrichtingsplan [1] van het Adviesteam is opgenomen, kan dit overzicht worden gebruikt om stakeholders te ondersteunen en leerervaringen te delen, door:

- kennis- en ontwikkelvragen te identificeren voor o.a. ontwerpinstrumentarium en onderzoeks- en innovatieprogramma's,
- relevante issues bij de programmadirectie HWBP te agenderen, en
- het Kennis en Kunde Platform (KKP) te ondersteunen bij verspreiding van nieuwe kennis en ervaringen.

Hiertoe is in het Inrichtingsplan opgenomen dat het Adviesteam regelmatig de rode draden uit de advisering rapporteert in een memo en dit met de betrokken stakeholders deelt en bespreekt.

6. Referenties

- [1] Inrichtingsplan Adviesteam Dijkontwerp, februari 2022.
- [2] KPR, 15-7-2016, KPR factsheet UGT en BGT bij het ontwerpen van waterkeringen (discussiestuk)
- [3] KPR, 15-10-2018, KPR factsheet Hoe om te gaan met waterbezwaar als gevolg van hoge overslagdebieten?
- [4] POVM, 05-12-2018, Memorandum: Ontwerpkader secundaire functies waterkeringen in relatie tot golfoverslag, versie 2.
- [5] KPR, 28-7-2016, KPR factsheet Verkeersbelasting en macrostabiliteit. KPR, 28-7-2016, versie 2.