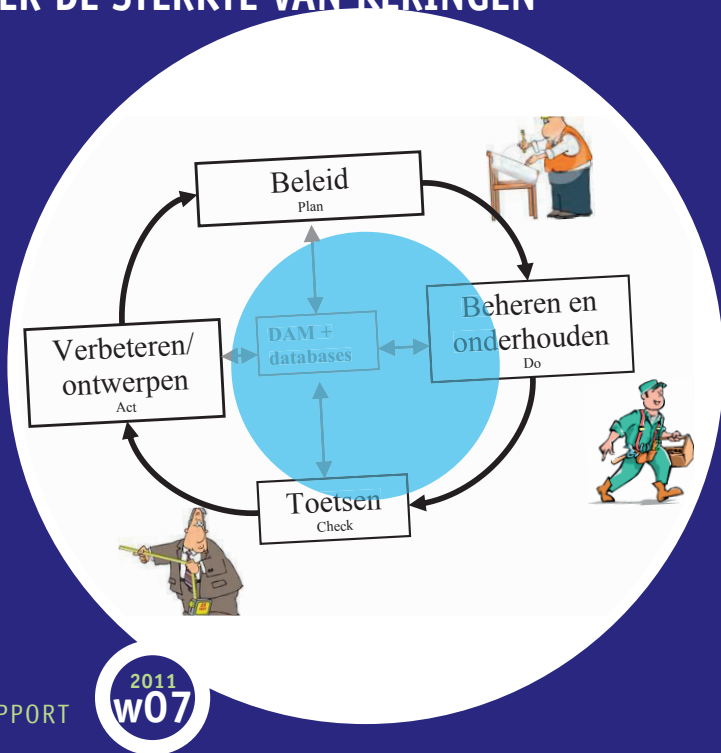


# DAM

## DIJKSTERKTE ANALYSE MODULE VOOR EEN BETERE INFORMATIEVOORZIENING OVER DE STERKTE VAN KERINGEN



DAM  
DIJKSTERKTE ANALYSE MODULE  
VOOR EEN BETERE INFORMATIEVOORZIENING  
OVER DE STERKTE VAN KERINGEN (BUSINESSCASE)

RAPPORT

2011  
**W07**



# COLOFON

UITGAVE STOWA, Amersfoort, 2011

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau

STOWA STOWA 2011-W07

# SAMENVATTING

Voor u ligt een rapport, waarin de ontwikkeling van DAM wordt afgezet tegen de dagelijkse beheerspraktijk van de waterbeheerder. De STOWA is van mening dat met de ontwikkeling van DAM de waterbeheerder een instrument in handen krijgt, waarmee de informatievoorziening op het terrein van de sterkte van waterkeringen wordt verbeterd.

In 2011 heeft de STOWA aan Deltares de opdracht gegeven om de operationele versie van DAM 1.0 te ontwikkelen.

DAM wordt ontwikkeld voor alle werkprocessen, waarbij de sterkte van keringen een rol speelt, hierdoor kan voor al deze processen gebruik worden gemaakt van dezelfde complete set gegevens. Er is nog maar een eenmalige inspanning nodig om de brongegevens op orde te krijgen. Het is zelfs niet nodig om alle gegevens direct op hetzelfde peil van detail te hebben. Het is heel goed mogelijk om (deels) met globale gegevens te beginnen en naar gelang de behoefte meer detail toe te voegen. Hiermee krijgt de beheerder een gereedschap in handen, waarmee doelmatig kan worden gewerkt en op termijn kan hiermee ook kosten worden bespaard.

Door standaardisatie van de gebruikte data en werkprocessen, wordt meer transparantie bereikt en kan de analyse van de sterkte van waterkeringen volledig reproduceerbaar worden uitgevoerd.

DAM, of de voorloper hiervan, is al gebruikt bij verschillende waterschappen. Deze waterschappen zijn enthousiast en zien ook de meerwaarde van DAM, omdat DAM meer inzicht geeft

in de gegevens, zodat men verschillende vraagstukken sneller en beter kan beantwoorden. De STOWA gaat zich dan ook inspannen om DAM als standaard toetsingsinstrument voor regionale keringen geaccepteerd te krijgen. Verder zal DAM aan gaan sluiten op de landelijke ontwikkelingen, zoals het toetsen op overstromingskansen in de 5<sup>e</sup> ronde. DAM kan worden gekoppeld aan FLIWAS, Delft-FEWS, IRIS en vele andere instrumenten.

# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer:

033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# DAM DIJKSTERKTE ANALYSE MODULE

## INHOUD

	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	INLEIDING	1
<b>2</b>	TOEPASSINGEN VAN DAM	3
<b>3</b>	VOORDELEN VAN DAM	6
	<b>3.1</b> Snel, automatisch en gebiedsdekkend	7
	<b>3.2</b> Geen duur maatwerk meer	7
	<b>3.3</b> Bewezen technieken	8
	<b>3.4</b> Alle vraagstukken rondom keringen in één systeem	9
	<b>3.5</b> Stochastisch ondergrondmodel	10
<b>4</b>	DAM IN HET DAGELIJKS GEBRUIK	11
<b>5</b>	DAM IN DE PRAKTIJK	12
	<b>5.1</b> Casus Legger Waterschap Groot Salland	12
	<b>5.2</b> Casus Waternet	14
	<b>5.3</b> Casus Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	15
<b>6</b>	TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN	16

# 1

## INLEIDING

Waterkeringen worden ontworpen om een gekozen waterstand te kunnen keren. De kwaliteit van de waterkering wordt gedurende de levensduur getoetst. Bij veel waterkeringen is onder extreme omstandigheden niet het gebrek aan kerende hoogte het probleem, maar de standzekerheid van de waterkering. Mechanismen als het afschuiven van het binnentalud of interne erosie vormen een grote bedreiging voor veel waterkeringen. STOWA laat daarom de Dijksterkte Analyse Module (DAM) ontwikkelen, een instrument voor het bepalen van de actuele sterkte van waterkeringen.

DAM wordt ontwikkeld voor toepassing bij beleid, beheer en calamiteitenbeheersing. Kennis over de sterkte van de waterkeringen geeft de beheerder de mogelijkheid om te prioriteren, welke keringen geïnspecteerd moeten worden of aan welke keringen onderhoud moet worden gepleegd. Daarnaast moet het mogelijk worden de gevolgen voor de sterkte van een kering te bepalen op basis van wijzigingen in het waterbeheer of door wijzigingen (verbeteringen) aan de kering zelf. Ook wordt met DAM aangesloten op het landelijk toetsinstrumentarium voor de vijfde toetsronde.

In de periode 2006 – 2010 heeft de STOWA op verzoek van het Inter Provinciaal Overleg (IPO) en de Unie van waterschappen (UvW) de integrale uitwerking van het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen uitgevoerd. Belangrijk kenmerk van de uitwerking was een gefaseerde aanpak. Eerst is het gewenste instrumentarium voor de regionale keringen betrekkelijk snel ontwikkeld, op basis van bestaande kennis



(de zgn. “groene” versies). In een 2<sup>de</sup> fase dient vervolgens een verbetering van het instrumentarium plaats te vinden (van groen naar blauw), op basis van ontwikkelde kennis en praktijkervaring met het instrumentarium. Uiteindelijk doel van fase II is de ontwikkeling van een definitief instrumentarium (bestaande uit verschillende Richtlijnen, Leidraden en Handreikingen) die de provincies kunnen gebruiken voor de normering van regionale keringen, en kunnen voorschrijven als instrumentarium voor de waterschappen.

# 2

## TOEPASSINGEN VAN DAM

Tijdens dreigende calamiteiten geeft DAM informatie over de sterkte van waterkeringen. Daarbij kan dit instrument worden gebruikt voor het beheersen van overstromingsrisico's, zoals het doorrekenen van noodmaatregelen, het bepalen van het evacuatiemoment en het achteraf onderbouwen van getroffen maatregelen. DAM gaat daarmee verder dan het voeden van plannen en draaiboeken, hoewel dit uiteraard ook een logische toepassing is, wanneer DAM is geïmplementeerd.

DAM kenmerkt zich door de volgende functionaliteiten:

- Met DAM kunnen real time sterkteberekeningen worden uitgevoerd. Daarbij wordt niet alleen de stabiliteit van representatieve dwarsprofielen berekend, maar worden alle dwarsprofielen beschouwd die beschikbaar zijn. DAM gaat hiermee verder dan de toetsing. Het resultaat is een fijner inzicht in de locatie van noodmaatregelen, waardoor de uitvoering ervan doelmatiger wordt (minder strekkende meters). De schematisatie van de ondergrond en sterkte-eigenschappen vindt bij voorkeur plaats op basis van verwachtingswaarden, in plaats van de veilige (conservatieve) waarden die in de VTV-toets worden gebruikt. Tijdens dreigende calamiteiten wil men vaak weten hoe sterk de dijk echt is en niet alleen dat de sterkte lager is dan de norm voorschrijft.
- DAM geeft voor alle situaties inzicht in de sterkte, dus ook voor waterstanden boven of net onder MHW. Met DAM kan

ook de gevoeligheid van de sterkte voor een waterstands-stijging worden bepaald. Het is mogelijk dat een kritieke stabiliteit vooral wordt bepaald door een steil en hoog binentalud en minder door de waterstand. Het kan dan verstandig zijn de aandacht op een ander dijkvak te richten waar de stabiliteit weliswaar hoger is maar veel gevoeliger voor de buitenwaterstand. DAM kan sterkteberekeningen voor veel scenario's ook vooraf maken. Een jaarlijkse update is dan mogelijk, bijvoorbeeld wanneer werkzaamheden zijn uitgevoerd. Hiermee kan de actualiteit groter zijn dan bij een 5-jaarlijkse update gerelateerd aan de VTV-toets.

- In opdracht van het Rijk wordt gewerkt aan de ontwikkeling van het nieuwe toetsinstrumentarium, waarbij getoetst gaat worden op overstromingskansen van een dijkkringgebied in plaats van het huidige toetsen op overschrijdingskansen van een waterstand. De verwachting is, dat deze manier van toetsen verplicht gaat worden vanaf 2017 in de vijfde toetsronde. Door deze wijze van toetsen zoveel mogelijk te laten aansluiten op DAM zijn er geen grote (extra) inspanningen nodig vanuit de waterschappen voor wat betreft de nieuwe databehoeftte. De software ontwikkeling van beide instrumentaria wordt uitgevoerd door teams, met een grote personele overlap, waardoor 'werk' met 'werk' gemaakt wordt. DAM ontsluit de basisinformatie. Zowel de rekenresultaten, als de onderliggende schematisatie en basisgegevens die daaraan ten grondslag liggen kunnen worden opgevraagd. Met de gegevens kunnen experts van het waterschap en externe experts op afstand variatieberekeningen uitvoeren, dan wel op basis van expertkennis van het gegeven advies afwijken.
- DAM zorgt ervoor dat de benodigde informatie rondom de sterkte van waterkeringen voorhanden is. Het is niet nodig om tijdens een dreigende calamiteit eerst naar het archief te gaan. De informatie is in zodanige vorm aanwezig dat

het waterschap of haar adviseur direct gevoeligheidsberekeningen kan uitvoeren.

- DAM is modulair van opzet. Dit betekent dat data en rekenmodellen eenvoudig kunnen worden toegevoegd of vervangen. Als nieuwe informatie of inzichten beschikbaar komen, is het niet nodig het hele systeem aan te passen. Bijvoorbeeld wanneer het huidige onderzoek “Sterkte en Belasting Waterkeringen” een aangepaste pipingformule oplevert, kan deze nieuwe formule gemakkelijk worden gekoppeld aan DAM. Door de automatische rekenprocedure kan het effect van de nieuwe module snel worden doorgerekend.
- DAM kan ook in het dagelijks werkproces worden gebruikt, zoals bij het beheer van waterkeringen (bijvoorbeeld beoordelen vergunningaanvragen) of het beantwoorden van beleidsvragen (bijvoorbeeld wat gebeurt er als de norm verandert). Het voordeel hiervan is tevens, dat medewerkers het instrument al kennen wanneer het in een calamiteitsituatie moet worden gebruikt. Omdat de eisen aan instrumenten voor calamiteitenbestrijding verschillen voor (deel)stroomgebieden met verschillende karakteristieken, kan het zijn dat het instrument DAM niet voor ieder waterschap in dezelfde mate (en/of hetzelfde detail) noodzakelijk is. Denk aan de waarschuwingstijd (hoogwater door smeltwater of neerslag in het stroomgebied, steilte van de rivier, veiligheidsniveau van de waterkeringen) en de mogelijkheden voor actie.

# 3

## VOORDELEN VAN DAM

### 3.1 SNEL, AUTOMATISCH EN GEBIEDSDEKKEND

Bij waterkeringen is onder extreme omstandigheden is vaak niet de kerende hoogte het probleem, maar de geotechnische sterkte van de waterkering. Mechanismen als afschuiven van het binnentalud of piping vormen een grote bedreiging voor veel waterkeringen. Met behulp van DAM kan snel, automatisch en gebiedsdekkend de sterkte van de waterkeringen worden bepaald voor verschillende faalmechanismen.

### 3.2 GEEN DUUR MAATWERK MEER

De sterkte van waterkeringen speelt een rol bij de wettelijke veiligheidstoetsing, beleidstudies, vergunningverlening, calamiteitenbestrijding, etc. Traditioneel wordt per project maatwerk geleverd: door een adviseur worden *ad hoc* de juiste gegevens gezocht, een analyse wordt gemaakt en alleen de conclusies worden ontsloten in een rapport of GIS omgeving. Met DAM zijn alle basisgegevens voortdurend beschikbaar om analyses uit te voeren, voor welk doel dan ook. Berekeningen zijn geautomatiseerd, waardoor de analyses reproduceerbaar worden. De resultaten zijn op verschillende manieren beschikbaar.

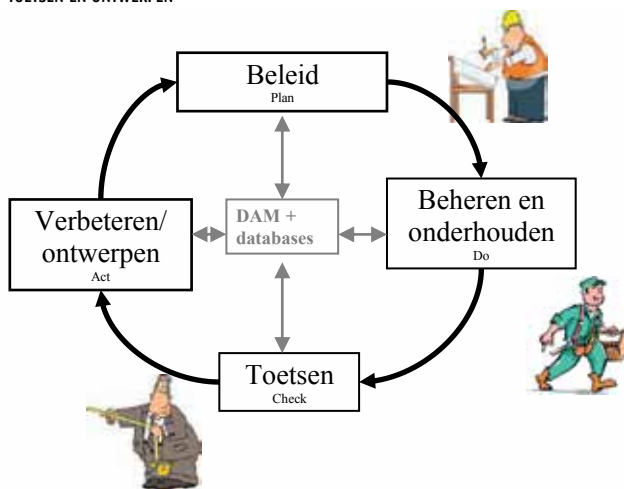
### 3.3 BEWEZEN TECHNIEKEN

DAM maakt gebruik van technieken die zich reeds in veel projecten hebben bewezen. DAM ontsluit deze technieken via gebruikersvriendelijke software of door koppeling met bestaande systemen zoals Fliwas, GIS en Delft-FEWS. Met de rekentechnieken die in DAM zijn verwerkt zijn al meer dan 1000 kilometer (regionale) keringen getoetst op veiligheid volgens de vigerende normen. Nieuwe mogelijkheden worden voortdurend toegevoegd vanuit onderzoek en projecten.

### 3.4 ALLE VRAAGSTUKKEN RONDOM KERINGEN IN ÉÉN SYSTEEM

DAM kan worden toegepast voor alle processen, waarbij de sterkte van een kering van belang is. Hierdoor ontstaat een breed toepasbaar systeem. En door de koppeling met IRIS en andere databases, die bij de waterschappen in gebruik zijn, kan altijd met de meest actuele gegevens worden gewerkt.

**DAM ONDERSTEUNT HET REGULIERE WERKPROCES VAN HET WATERSCHAP: BELEID, B&O, TOETSEN EN ONTWERPEN**





### 3.5 STOCHASTISCH ONDERGRONDMODEL

Het hart en de kracht van DAM (en voorheen RRD) is het 'stochastisch ondergrondmodel'. Dit is een statistisch model dat kan berekenen hoe groot de kans is, dat een bepaalde bodemopbouw op een bepaalde locatie voorkomt. Het model maakt daarbij gebruik van reeds beschikbare informatie afkomstig van eerdere bodemonderzoeken uit de omgeving.

DAM kan vervolgens de stabiliteit van de dijk uitrekenen voor de verschillende soorten bodemopbouw. Vanwege veilig gekozen randvoorwaarden, wijken de uitslagen van het systeem doorgaans 10 tot 15% af. Hiermee zit DAM aan de veilige kant. Het systeem zal een kering eerder te snel afkeuren dan te laat.

# 4

## DAM IN HET DAGELIJKS GEBRUIK

Het implementeren van DAM vraagt een fikse tijdsinvestering van de gebruiker. Het systeem moet namelijk gevoed worden met de juiste gegevens. Een deel van deze gegevens zal al beschikbaar zijn in de basisgegevens bij het waterschap, maar een deel ook niet. Om DAM te kunnen gebruiken, is het niet nodig om alles tot in detail in te vullen. Er kan in veel gevallen worden volstaan met globale gegevens. En zodra voor een bepaald vraagstuk bodemonderzoek aan een kering moet worden uitgevoerd, dan kan dat deel nauwkeuriger worden ingevuld.

De ervaring leert echter dat bij toetsingen veelal de benodigde gegevens beschikbaar zijn, maar vaak niet in het goede formaat. Binnen DAM worden koppelingen gerealiseerd met verschillende gegevensbestanden. Een voorbeeld hiervan zijn de invoerbestanden die bij stabiliteitsberekeningen zijn gebruikt. Naast de al beschreven functionaliteit van DAM voor het toetsen en bij het gebruik bij beleids- en beheersvraagstukken, kan DAM ook gebruikt worden voor de ontsluiting van de keringsgegevens in de legger.

# 5

## DAM IN DE PRAKTIJK

### 5.1 CASUS LEGGER WATERSCHAP GROOT SALLAND

Ingenieursbureau Witteveen + Bos stelt een nieuwe legger op voor de primaire en regionale waterkeringen van waterschap Groot-Salland. Witteveen + Bos heeft Deltares ingeschakeld om met behulp van DAM te berekenen welke dijkprofielen minimaal nodig zijn. Volgens Gerben Spaargaren, groepshoofd Waterveiligheid bij Witteveen + Bos, levert het gebruik van dit geautomatiseerde rekenplatform diverse voordelen op.

“Met de gegevens uit de database van het waterschap berekent DAM op basis van de hydraulische voorwaarden de stabiliteit van de keringen. Aantrekkelijk daarbij is dat dit op een kwalitatief eenduidige manier gebeurt, aangezien DAM alle schematisaties volgens vastgestelde rekenregels maakt. Een ander voordeel is dat het systeem automatisch berekent welke aanpassingen van het dijkprofiel nodig zijn. Wat ik echter het grootste voordeel van DAM vind is dat je met één druk op de knop allerlei nieuwe berekeningen kunt uitvoeren als de gegevens eenmaal in de database staan. Voor het bepalen van de dwarsprofielen in 2100 hoeven we bijvoorbeeld alleen de dan verwachte hydraulische randvoorwaarden in te voeren, waarna alle berekeningen automatisch uit de computer rollen. Dat maakt DAM ook geschikt voor toepassingen bij toetsing, calamiteitenbeheer en beleidsvraagstukken. Aangezien de meeste winst optreedt bij toekomstige bewerkingen, raden we het waterschap dan ook aan DAM te blijven gebruiken.”

Ook het Waterschap Groot Salland is enthousiast. Het waterschap heeft eenmalig moeten investeren in het op orde krijgen van de brongegevens die DAM nodig heeft om de berekeningen te maken. Maar deze kosten worden ruim terugverdiend doordat verschillende projecten grotendeels geautomatiseerd kunnen worden uitgevoerd, zegt Sanne van Mispelaar-Schalkx, beleidsmedewerker bij het waterschap.

“Bij het opstellen van de legger en het toetsen van de regionale waterkeringen is er een forse besparing in geld en bovendien in tijd ten opzichte van een traditionele aanpak. Daarnaast worden toekomstige toetsingen en leggers eenvoudiger om op te stellen. Met behulp van DAM is ook een belangrijke kwaliteitswinst geboekt in zowel de brondata als in de projectresultaten. Er is meer uniformiteit gekomen. Wij zien veel voordelen in de toepassing van DAM voor het beheerproces van onze waterkeringen.”

## 5.2 CASUS WATERNET

Waternet maakte gebruik van een voorloper van DAM voor een *quickscan* van 500 km aan secundaire waterkeringen (boezemkaden). “We wilden voorafgaand aan de vijfjaarlijkse toetsing graag een globaal idee hebben van eventuele probleemlocaties”, zegt Rob van Putten van Waternet. “Het inzetten van DAM, toen nog met de naam Rationele Risicobenadering Dijken of RRD, bleek de moeite waard. Het systeem gaf een goed beeld van de staat van de keringen, hetgeen overeen kwam met de echte toetsing.”

Om de computeruitkomsten te verifiëren ontwikkelde Waternet een verkort toetsproces, dat ze zelf RRD Plus noemen. “In de meeste gevallen waren de uitkomsten van de software op locatie gemakkelijk visueel te valideren. Er is dan geen intensief grondonderzoek nodig zoals bij een traditionele toetsing. Alleen de speciale gevallen vroegen om een eigen onderzoeksplan.”

Dankzij de validatie met RRD Plus werden de door het computersysteem berekende gegevens door de provincie geaccepteerd als officiële toetswaarden. “Dit leverde ons bij de laatste toetsing uiteindelijk een besparing op van 2 à 3 miljoen euro op, terwijl we ongeveer 1 miljoen euro in het systeem hadden geïnvesteerd.” Overigens meent Van Putten dat de automatiseringslag de meeste vruchten afwerpt in bebouwde gebieden. “Dit komt omdat in stedelijk gebied veel waterkeringsmogelijkheden moeilijk zichtbaar zijn. Veel dijken worden daardoor onterecht afgekeurd.”

### **5.3 CASUS HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER**

In het najaar van 2011 start bij Hollands Noorderkwartier een toetsingsronde voor de regionale keringen, waarbij DAM ingezet gaat worden. De verwachting is dat de inzet van DAM kostenbesparend zal werken bij deze toetsingsronde.

# 6

## TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN

Vanuit ontwikkelingsprogramma regionale keringen, wat door de STOWA wordt uitgevoerd in opdracht van de Unie van Waterschappen en het InterProvinciaal Overleg (IPO), wordt DAM ingebracht als toetshulpmiddel.

DAM wordt afgestemd op het Wettelijk Toetsingsinstrumentarium dat momenteel ontwikkeld wordt in opdracht van de Waterdienst, Rijkswaterstaat.

Het IPO en de UvW hebben in 2004 de wens uitgesproken dat het proces van normeren, toetsen, verbeteren en beheren van de verschillende typen regionale waterkeringen landelijk zoveel mogelijk uniform wordt uitgevoerd. Vanuit deze wens is in 2005 het Ontwikkelingsprogramma Regionale Waterkeringen (ORW) opgesteld, met als doelstelling het genoemde proces te ondersteunen met een landelijk toepasbare systematiek voor het uitvoeren van de verschillende stappen. Het programma beschrijft de benodigde onderdelen van dit zogenaamde instrumentarium regionale waterkeringen.

Momenteel wordt een toetsingsmethodiek in DAM ontwikkeld. De STOWA gaat zich inzetten om deze toetsingsmethodiek als standaardmethode voor de toetsing van regionale keringen geaccepteerd te krijgen.