

# Landelijke Inventarisatie Steenzettingen

Westerschelde en IJsselmeer

**Auteurs:** J. Litjens - van Loon  
S. Nurmohamed

**Datum:** januari 2002  
**Versie:** 8

# Inhoudsopgave

---

## INHOUDSOPGAVE

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                                          | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Achtergrond steenzettingenproblematiek</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Landelijke Inventarisatie Steenzettingen</b>                           | <b>6</b>  |
| 3.1      | Inleiding                                                                 | 6         |
| 3.2      | Vershil tussen eerste en tweede inventarisatie steenzettingen             | 7         |
| 3.3      | Doelstelling en afbakening Landelijke Inventarisatie Steenzettingen       | 8         |
| <b>4</b> | <b>Werkwijze</b>                                                          | <b>9</b>  |
| 4.1      | Organisatie                                                               | 9         |
| 4.2      | Aanpak                                                                    | 10        |
| <b>5</b> | <b>Gedetailleerde toetsing steenzettingen Westerschelde en IJsselmeer</b> | <b>12</b> |
| 5.1      | Uitgangspunten bij toetsing                                               | 12        |
| 5.1.1    | Instrumentarium                                                           | 12        |
| 5.1.2    | Hydraulische randvoorwaarden                                              | 13        |
| 5.1.3    | Beheerdersoordeel                                                         | 14        |
| 5.2      | Resultaten gedetailleerde toetsingen                                      | 15        |
| 5.2.1    | Inleiding                                                                 | 15        |
| 5.2.2    | Gedetailleerde toetsing 2001                                              | 16        |
| 5.2.3    | Vergelijking resultaten 1996 en 2001                                      | 19        |
| 5.2.4    | Kwaliteitscheck op toetsingen                                             | 22        |
| 5.2.5    | Samenvatting toetsresultaten                                              | 23        |
| <b>6</b> | <b>Kostenraming Westerschelde en IJsselmeer</b>                           | <b>24</b> |
| 6.1      | Inleiding                                                                 | 24        |
| 6.2      | Kostenraming Westerschelde                                                | 24        |
| 6.3      | Kostenraming IJsselmeer                                                   | 25        |
| 6.4      | Vergelijking kostenraming 1997 en 2001                                    | 26        |
| <b>7</b> | <b>Technische prioritering</b>                                            | <b>27</b> |
| 7.1      | Inleiding                                                                 | 27        |
| 7.2      | Uitgangspunten technische prioritering                                    | 27        |
| <b>8</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen</b>                                        | <b>29</b> |
| 8.1      | Conclusies                                                                | 29        |
| 8.2      | Aanbevelingen                                                             | 30        |
| <b>9</b> | <b>Literatuur</b>                                                         | <b>31</b> |

**Bijlage I: Eindverslag kwaliteitsgroep TAW**

**Bijlage II: Resultaten technische prioritering**

---

# 1 Inleiding

Reeds tijdens het opstellen van de Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) [lit. 1] is op grond van toegenomen inzicht duidelijk geworden dat steenzettingen op zee- en meerdijken onder extreme omstandigheden minder veilig zijn dan voorheen werd aangenomen. De landelijke omvang van deze problematiek is met een eerste globale inventarisatie versneld in kaart gebracht, waarbij de veiligheid van steenzettingen is bepaald op basis van een eenvoudige toetsing en op basis van globale gegevens over de sterkte-eigenschappen van de dijk en over de belasting (hydraulische randvoorwaarden). De resultaten van de eerste inventarisatie zijn gerapporteerd in 1997 waarbij de kosten voor verbetering van onveilige steenzettingen werden geschat op 1,25 miljard gulden, dat betekent 0,58 miljoen euro, met een onzekerheidsmarge van 35%.

De resultaten van de eerste globale inventarisatie hebben geleid tot twee concrete acties. Ten eerste is in Zeeland een aantal verbeteringswerken in gang gezet. Reden voor het starten in Zeeland is geweest dat hier zich het probleem voor het grootste deel manifesteerde. Ten tweede is besloten een tweede gedetailleerde inventarisatie uit te voeren wat vertaald is in het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen.

Het doel van het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen is het verkrijgen van een betere kostenraming voor de Westerschelde en het IJsselmeer op basis van een gedetailleerde inventarisatie. Hierbij is naast een eenvoudige toetsing ook een gedetailleerde toetsing volgens de LTV uitgevoerd. Ten opzichte van de eerste globale inventarisatie is gebruik gemaakt van meer inzicht in toetsregels, de sterkte-eigenschappen van de waterkering en de belasting (hydraulische randvoorwaarden). Oorspronkelijk is door de Minister van Verkeer en Waterstaat aan de Tweede Kamer toegezegd dat voor alle watersystemen binnen twee jaar een verbeterde kostenraming beschikbaar zou zijn. In verband met het ontbreken van gedetailleerdere hydraulische randvoorwaarden voor steenzettingen voor een aantal watersystemen, is dit echter beperkt tot een kostenraming voor de watersystemen Westerschelde en IJsselmeer (zie paragraaf 3.3). De problematiek van de steenzettingen langs de overige watersystemen zullen in een vervolg op het project in beeld worden gebracht.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de gedetailleerde inventarisatie van steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer, op basis waarvan een kostenraming is gemaakt voor de verbetering van onveilige steenzettingen langs deze watersystemen. Daarnaast is gepoogd een prioritering van te verbeteren dijkvakken aan te reiken op basis van technische criteria. Met behulp hiervan kan een eerste opzet worden gemaakt voor een herstelprogramma voor het verbeteren van steenzettingen. Andere aspecten zoals praktijkomstandigheden, organisatorische en bestuurlijke randvoorwaarden en financiële consequenties zullen voor de keuze mede moeten worden beschouwd. Het herstelprogramma valt buiten de scope van dit project.

---

Het voorliggende rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 worden achtergronden gegeven over de steenzettingenproblematiek in het algemeen. In hoofdstuk 3 worden de verschillen aangeduid tussen de eerste globale inventarisatie en de in dit project uitgevoerde tweede gedetailleerde inventarisatie. In hoofdstuk 4 komt de aanpak van het project aan de orde. Hoofdstuk 5 geeft de resultaten weer van de gedetailleerde toetsingen conform de LTV en hoofdstuk 6 de daarop gebaseerde kostenraming. Hierbij wordt ook een vergelijking gemaakt tussen de kostenraming van de eerste globale inventarisatie en de tweede gedetailleerde inventarisatie. In hoofdstuk 7 wordt de technische prioritering behandeld. In hoofdstuk 8 tenslotte worden de conclusies en aanbevelingen beschreven.

---

## 2 Achtergrond steenzettingenproblematiek

Op plekken waar een grasmat onvoldoende weerstand biedt tegen aanvallen van golven en stroming, worden op dijken sinds jaar en dag harde bekledingen toegepast. Reeds enige eeuwen bestaat de harde bekleding onder meer uit los te plaatsen elementen. Eerst gebruikte men hiervoor natuursteen zoals basalt. Deze stenen werden aanvankelijk direct op de klei geplaatst. Toen bleek dat de klei eronder erodeerde, legde men een stromat met daarop vlijlagen van klinkers over de klei en stortte hierop puin, waarin de stenen werden geplaatst. Al voor de ramp in 1953, toen natuursteen moeilijker te verkrijgen was, werd overgegaan op betonnen elementen, vaak vierkante blokken of zuilen. Deze werden meestal direct op de klei geplaatst. Het idee hierachter was, naast het feit dat het er zo gestructureerd uitzag, dat de betonnen elementen zo dicht tegen elkaar konden worden gezet dat hierdoor een relatief ondoorlatende laag ontstond, waardoor de klei eronder niet zou eroderen [lit. 2].

De laagdikte van de bekleding werd gedimensioneerd op basis van ervaring. De zuilen en blokken moesten zwaar genoeg zijn om te voorkomen dat jaarlijks veel onderhoud nodig was. Geringe schade werd geaccepteerd. Indien er sprake was van grote schade werden zwaardere blokken toegepast. Deze methode is doorgezet tot na de ramp van 1953.

De stormramp van 1953 zorgde in vele opzichten voor een keerpunt in het denken over, en het omgaan met waterkeringen. Met het in werking treden van de Deltawet werden nieuwe eisen gesteld in termen van maatgevende waterstanden en daarbij optredende golfhoogten. Deze hebben hun weerslag gevonden in hogere en bredere dijken, in hoger gelegen buitenbermen en dergelijke. De steenzettingen echter zijn na 1953 niet veel zwaarder ontworpen dan daarvoor [lit. 3].

Toen begin zeventiger jaren steeds meer schade werd geconstateerd aan de nieuwe blokkenbekledingen, was dit reden uitgebreid onderzoek uit te voeren naar het (schade)gedrag van steenzettingen. De toenmalig beschikbare modelfaciliteiten waren kleinschalig, waardoor de maatgevende processen niet goed konden worden gereproduceerd. Pas in 1981 werd het onderzoek grootschalig aangepakt. Dit was mogelijk door het beschikbaar komen van de grote Deltagoot van het Waterloopkundig Laboratorium in de Voorst, die in eerste instantie gebouwd was voor onderzoek naar de stabiliteit van de stormvloedkering in de Oosterschelde. Dit onderzoek naar het (schade)gedrag van steenzettingen leidde uiteindelijk tot de huidige inzichten.

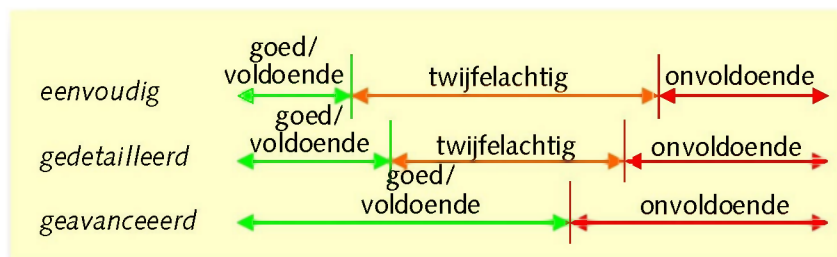
Dat het nog 15 jaar geduurd heeft sinds het begin van het grootschalig onderzoek voordat het probleem in volle omvang naar buiten is gekomen, moet verklaard worden uit de manier van omgaan met en het denken over dijkbekledingen, waardoor men lange tijd terughoudend is geweest in het uitdragen en accepteren van nieuwe inzichten. Na het bekend worden van de eerste resultaten werd gezocht naar mogelijk verborgen veiligheden in het systeem, zoals inklemming tussen de blokken en de reststerkte van kleilagen onder de dijkbekleding. Deze mogelijk verborgen veiligheden zijn echter moeilijk aantoonbaar, en zijn nu nog steeds onderwerp van onderzoek (zie paragraaf 8.2).

## 3 Landelijke Inventarisatie Steenzettingen

### 3.1 Inleiding

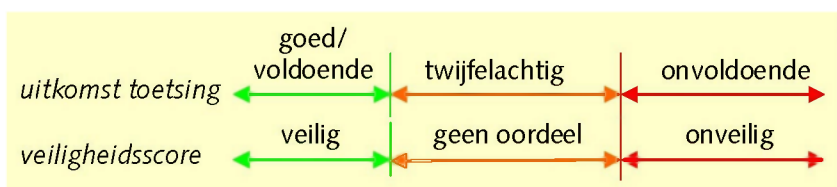
In de Wet op de waterkering (Wow) is het bereiken en instandhouden van het bestuurlijk overeengekomen niveau van veiligheid tegen overstroming aangegeven. De veiligheid wordt gemeten door de sterkte van de primaire waterkeringen te vergelijken met de belastingen (hydraulische randvoorwaarden), die behoren bij de in de Wow vermelde norm. De Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV) is het instrument waarmee de mate van veiligheid wordt gemeten. De mogelijke eindscores zijn "goed", "voldoende" of "onvoldoende". De eindscores "goed" en "voldoende" geven aan dat de veiligheid niet in het geding is. De score "voldoende" geeft aan dat de veiligheid op korte termijn niet in het geding is, maar dat een interventieniveau benaderd wordt en dat, afhankelijk van het betreffende constructieonderdeel, ingrijpen op termijn wellicht noodzakelijk is. Een score "onvoldoende" betekent een onveilige dijk en ingrijpen is in dat geval noodzakelijk.

Om tot een score te komen wordt in de LTV van grof naar fijn gewerkt. Gestart wordt met de eenvoudige toetsing, daarna volgen eventueel de gedetailleerde toetsing en de geavanceerde toetsing (zie figuur 1). De duidelijk veilige en duidelijk onveilige dijkvakken kunnen met de eenvoudige toetsing snel van een eindscore worden voorzien. De hiertussen gelegen categorie "twijfelachtig" zal verder (gedetailleerd of geavanceerd) getoetst moeten worden om volgens de LTV tot een eindscore "goed", "voldoende" of "onvoldoende" te komen.



Figuur 1: Niveaus van toetsing volgens de LTV

Conform de afspraken in de Tweede Kamer zullen als eindresultaat van de toetsingen en daarmee van dit project de scores "veilig", "geen oordeel" of "onveilig" mogelijk zijn. Hierbij krijgen de LTV-scores "goed" en "voldoende" het predikaat "veilig", de LTV-score "twijfelachtig" het predikaat "geen oordeel" de LTV-score "onvoldoende" het predikaat "onveilig" (zie figuur 2).



Figuur 2: Faaltraject

---

Voor steenzettingen wordt bij de eenvoudige toetsing voor de beoordeling van de stabiliteit gebruik gemaakt van eenvoudige beoordelingskrommen (zie LTV figuur 2.2.4.3 tot en met 2.2.4.8). Voor de gedetailleerde toetsing wordt bij de beoordeling van de stabiliteit gebruik gemaakt van het computerprogramma Anamos. Naast het beoordelen van de stabiliteit moet ook worden getoetst op de mechanismen afschuiving, materiaaltransport, stroming en reststerkte (zie LTV figuur 2.2.1.1). Het mechanisme reststerkte is in dit project niet meegenomen, omdat hierover nog te weinig bekend is. Met name het aantonen dat over de hele lengte van de dijk daadwerkelijk een kleilaag of kleikern aanwezig is, zorgt voor moeilijkheden.

Verder is in de LTV aan het eind van het schema 2.2.1.1 een toetsregel opgenomen waarin gevraagd wordt of de dijkbekleding ligt beneden gemiddeld hoogwater. Deze toetsregel is pas opgenomen in de definitieve versie van de LTV van 1999. De toetsmethodiek van dit project is echter gebaseerd op de groene versie van de LTV van 1996. Om deze reden is voor dit project deze toetsregel niet meegenomen bij het toetsen van de steenzettingen. Het gevolg hiervan is dat in deze stap in het schema 2.2.1.1 de score “onvoldoende” wordt toegekend aan dijkbekledingen ongeacht de ligging ten opzicht van gemiddeld hoogwater.

### **3.2 Verschil tussen eerste en tweede inventarisatie steenzettingen**

Bij de eerste globale inventarisatie is alleen een eenvoudige toetsing conform de LTV uitgevoerd voor steenzettingen. Deze inventarisatie is uitgevoerd met de volgende uitgangspunten.

- Alleen dijkbekledingen tussen gemiddeld hoogwater en toetspeil zijn meegenomen.
- Eenvoudige belastingkenmerken (hydraulische randvoorwaarden voor kruinhoogte-toetsing zijn toegepast voor steenzettingen).
- Eenvoudige toetsregels.
- Globaal inzicht in de sterkte-eigenschappen van de dijk.
- Alleen die dijkvakken zijn meegenomen, waarvoor binnen de gestelde termijn de sterkte-eigenschappen globaal konden worden bepaald.

Bij de eerste inventarisatie zijn dijkbekledingen onder gemiddeld hoogwater niet meegenomen. Verondersteld werd dat het grootste probleem daarboven zou liggen, omdat de klei onder de betonblokken vooral boven gemiddeld hoog water kan gaan uitdrogen en scheuren.

De hydraulische randvoorwaarden zijn ontleend aan het randvoorwaardenboek 1996 [lit. 4]. Waar de hydraulische randvoorwaarden ontbraken, zijn deze geschat of bepaald en aangeleverd door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) van rijkswaterstaat of het Waterloopkundig Laboratorium. De hydraulische randvoorwaarden uit het randvoorwaardenboek 1996 zijn echter bepaald voor kruinhoogte-toetsing. Voor de toetsing van dijkbekledingen is een ander type van hydraulische randvoorwaarden nodig. Deze waren voor de eerste inventarisatie nog niet beschikbaar. De benodigde gegevens over de sterkte-eigenschappen van de dijk zijn geleverd door de waterschappen. De havendammen en rijkskeringen konden door de tijddruk niet worden meegenomen in de eerste inventarisatie.

---

Bij de tweede gedetailleerde inventarisatie is zowel een eenvoudige als een gedetailleerde toetsing uitgevoerd voor steenzettingen. Voor de tweede inventarisatie zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Alle dijkbekledingen vanaf de teen van de dijk tot aan toetspeil worden meegenomen.
- Gedetailleerdere belastingenmerken (hydraulische randvoorwaarden specifiek voor dijkbekledingen).
- Gedetailleerde toetsregels.
- Betere inzichten in de sterkte-eigenschappen van de dijkbekledingen (ook voor de eenvoudige toetsing van deze tweede inventarisatie zijn verbeterde inzichten toegepast over de sterkte-eigenschappen van dijkbekledingen vergeleken bij de eenvoudige toetsing in de eerste inventarisatie).
- In tegenstelling tot de eerste globale inventarisatie zijn havendammen en rijkszeeweringen wel meegenomen.

### **3.3 Doelstelling en afbakening Landelijke Inventarisatie Steenzettingen**

De doelstelling van het project Landelijke Inventarisatie is geweest het opstellen van een verbeterde kostenraming ten aanzien van steenzettingen voor alle zee- en meerdijken in Nederland binnen twee jaar, op basis van een gedetailleerde toetsing (verbeterd ten opzichte van de kostenraming die is afgegeven in de eerste globale inventarisatie). Daarbij worden niet alleen de dijkbekledingen meegenomen tussen gemiddeld hoog water en toetspeil, maar alle bekledingen. Verder worden ook havendammen en rijkszeeweringen meegenomen.

In de loop van 1999 echter is gebleken dat het technisch niet haalbaar was om de tweede gedetailleerde inventarisatie voor geheel Nederland uit te voeren, vanwege het niet tijdig beschikbaar komen van de hydraulische randvoorwaarden nodig specifiek voor dijkbekledingen. Voor het IJsselmeer zijn de hydraulische randvoorwaarden voor dijkbekledingen wel beschikbaar. Voor de overige watersystemen echter, kunnen de hydraulische randvoorwaarden voor dijkbekledingen pas worden geformaliseerd, als de (nieuwe) kennis technisch voldragen en geaccepteerd is. Omdat dit gedurende de loop van het project nog niet het geval zal zijn, kunnen de overige watersystemen niet gedetailleerd getoetst worden.

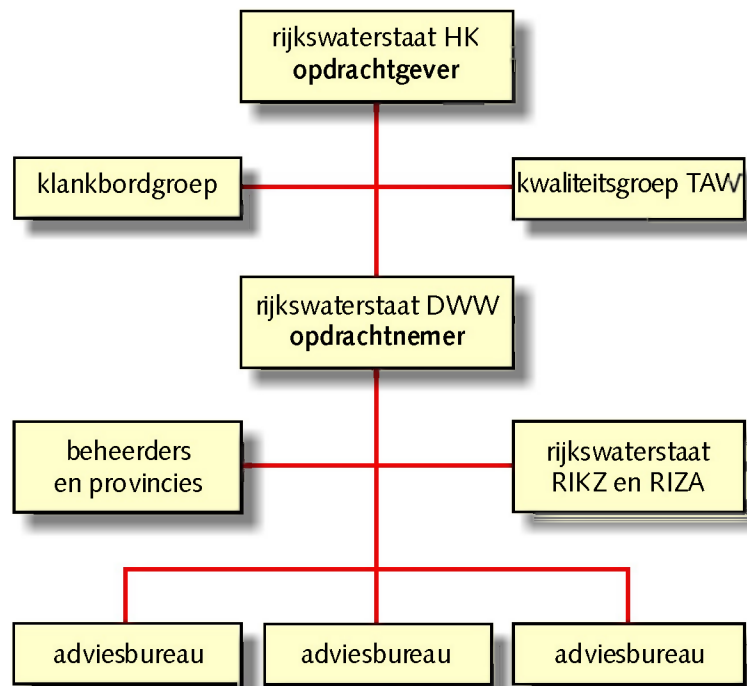
Om langs de Westerschelde in 1997 toch met grote spoed te kunnen beginnen met de verbetering van steenzettingen, is getoetst en ontworpen op grond van voorlopige inzichten. Deze voorlopige inzichten zullen -na verificatie- in de toekomst als basis dienen voor nieuwe randvoorwaarden voor de toetsing van dijkbekledingen.

Het bovenstaande houdt in dat alleen voor de Westerschelde en het IJsselmeer een gedetailleerde toetsing is uitgevoerd, en dat deze twee watersystemen onderdeel uitmaken van het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen. De overige watersystemen kunnen pas in een vervolg van het project gedetailleerd getoetst worden, als de hydraulische randvoorwaarden voor steenzettingen beschikbaar zijn.

## 4 Werkwijze

### 4.1 Organisatie

De Landelijke Inventarisatie Steenzettingen is voor rijk, provincies en waterschappen van groot belang. Een goede, vooral scherpere inschatting van de hoeveelheid te verbeteren vakken en de daarmee gepaard gaande kosten is noodzakelijk. Het uitvoeren van de tweede gedetailleerde inventarisatie is een gezamenlijke verantwoordelijkheid van de betrokken partijen. Elke partij heeft ook een stukje van de puzzel in handen (gegevens met betrekking tot de dijkbekledingen, hydraulische randvoorwaarden, toetsregels, etc.). Op basis van die gezamenlijke verantwoordelijkheid is in figuur 3 de projectorganisatie voor de tweede inventarisatie weergegeven.



Figuur 3: Projectorganisatie

In deze projectorganisatie werken beheerders, provincies en rijkswaterstaat gezamenlijk aan de totstandkoming van de tweede inventarisatie. Het hoofdkantoor (HK) van rijkswaterstaat fungeert daarbij als opdrachtgever. De Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) van rijkswaterstaat fungeert als penvoerende opdrachtnemer. Eventueel benodigde hydraulische randvoorwaarden worden door het Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) en het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), beide van rijkswaterstaat, aangeleverd, terwijl beheerders verantwoordelijk zijn voor de toelevering van de benodigde gegevens met betrekking tot de dijkbekledingen. De rol van de provincie in dit geheel is om toezicht te houden op de vijfjaarlijkse toetsing op veiligheid, en daarmee ook toezicht te houden op de resultaten van dit project. Om de doorlooptijd te beperken zijn veel uitvoerende werkzaamheden aan adviesbureaus uitbesteed.

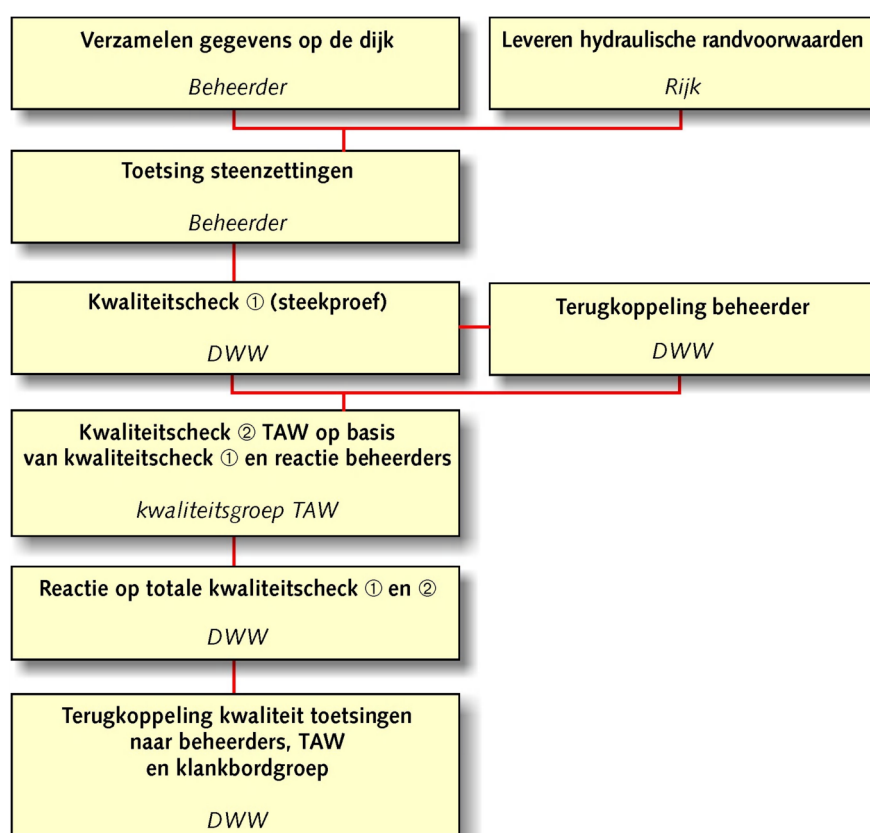
In de klankbordgroep zijn alle betrokken partijen vertegenwoordigd. De klankbordgroep streeft daarbij naar:

- voldoende draagvlak bij de individuele partijen;
- een goede wisselwerking tussen de partijen;
- een gezamenlijke uitvoering van het projectplan.

De kwaliteitsgroep van de Technische Adviescommissie voor Waterkeringen (TAW) die ressorteert onder de TAW Werkgroep Techniek, geeft een onafhankelijk oordeel over de producten binnen het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen. Dit oordeel wordt door de kwaliteitsgroep via de genoemde werkgroep gerapporteerd aan de TAW. Voor het oordeel van de kwaliteitsgroep TAW wordt verwezen naar paragraaf 5.2.4. en bijlage I.

## 4.2 Aanpak

De aanpak om te komen tot een geaccepteerd toetsresultaat, op basis waarvan een kostenraming kan worden gemaakt, is weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Stroomschema toetsresultaat

---

De stappen in het stroomschema in figuur 4 worden hieronder toegelicht.

- Aanleveren van hydraulische randvoorwaarden. Dit is de verantwoordelijkheid van rijkswaterstaat, voor de zoute wateren is dat het RIKZ, voor de zoete wateren het RIZA.
- Verzamelen van gegevens op de dijk. Dit wordt in alle gevallen uitgevoerd door de desbetreffende beheerder van de waterkering.
- Toetsen m.b.v. de verzamelde gegevens. Er is een computerprogramma ontwikkeld, gebaseerd op de Leidraad Toetsen op Veiligheid, genaamd Steentoets [lit. 5], waarmee de dijkbekledingen kunnen worden getoetst. Tot nu toe heeft een aantal beheerders deze toetsing zelf gedaan (waterschap Zeeuws Vlaanderen, waterschap Zeeuwse Eilanden, rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, wetterskip Fryslân gedeeltelijk), en twee beheerders hebben de DWW gevraagd de toetsingen uit te voeren (hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier en wetterskip Fryslân gedeeltelijk). De beheerders zijn verantwoordelijk voor het uitvoeren van de toetsingen, maar vanwege de tijddruk in dit project is aangeboden dat de toetsingen ook konden worden uitgevoerd door de DWW. Deze toetsingen zijn door de DWW vervolgens uitbesteed aan Infram.
- Kwaliteitscheck (1) (steekproef). Dit is een interne kwaliteitscheck waarbij de kwaliteit van de toetsingen wordt beoordeeld op basis van steekproeven. Deze interne kwaliteitscheck is voor de Westerschelde en het IJsselmeer in opdracht van de DWW uitgevoerd door Aveco in samenwerking met Oranjewoud.
- Terugkoppeling beheerder. De resultaten van de interne kwaliteitscheck worden teruggemeld aan de beheerders met verzoek om commentaar.
- Kwaliteitscheck (2) TAW. Dit is een externe kwaliteitscheck op basis van de interne kwaliteitscheck (1) en de reacties van de beheerders. Deze externe kwaliteitscheck wordt uitgevoerd door de kwaliteitsgroep van de TAW, genoemd in paragraaf 4.1.
- Reactie op interne en externe kwaliteitscheck. Deze wordt geschreven door de DWW. Daarbij wordt aangegeven op welke wijze in het project met het oordeel van de TAW wordt omgegaan.
- Terugkoppeling kwaliteit toetsingen naar beheerders, kwaliteitsgroep TAW en de klankbordgroep. In de laatste twee groepen zal uiteindelijk blijken of de toetsingen kwalitatief voldoen als basis voor een kostenraming.

Voor de aanpak en de resultaten van de kostenraming en de technische prioritering, wordt verwezen naar hoofdstukken 6 en 7.

---

## 5 Gedetailleerde toetsing steenzettingen Westerschelde en IJsselmeer

### 5.1 Uitgangspunten bij toetsing

#### 5.1.1 Instrumentarium

De gedetailleerde toetsing van steenzettingen wordt uitgevoerd met behulp van gedetailleerde toetsregels volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid (LTV). De steenzettingen worden volgens de LTV niet alleen getoetst op stabiliteit, maar ook op materiaaltransport en afschuiving. Voor de uniformiteit van de toetsingen en het gemak van de beheerder is het computerprogramma Steentoets ontwikkeld [lit. 5]. Dit programma voert de gehele toetsing van steenzettingen uit volgens de LTV. Ook is in de handleiding van Steentoets een inwinformulier opgenomen, waarop beheerders hun veldgegevens kunnen noteren. De meeste beheerders hebben zelf een inwinformulier ontwikkeld dat voor hun breekploegen het meest werkbaar was. In de handleiding van Steentoets wordt ook een aantal standaardwaarden gegeven voor bijvoorbeeld de dichtheid van de stenen en de open oppervlakte tussen de stenen, omdat deze waarden in het veld over het algemeen moeilijk te meten zijn.

Een aantal dijkbekledingen kan niet worden getoetst met behulp van de LTV. Eén daarvan is Noorse steen. Langs het IJsselmeer komt deze dijkbekleding op een groot aantal dijkvakken voor. Het gaat hier om circa 75.000 m<sup>2</sup> dijkbekleding in Friesland, in beheer bij Wetterskip Fryslân, en circa 131.000 m<sup>2</sup> dijkbekleding in Noord-Holland, in beheer bij het hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier. Noorse steen is voor het merendeel afkomstig uit Scandinavië, maar is in het meer recente verleden ook uit Polen gehaald. De stenen hebben in het algemeen afgeronde vormen en komen in een grote verscheidenheid aan maten op de dijken voor (zie foto 1 en foto 2).



Foto 1: Noorse steen op IJsselmeerdijk Noord-Holland



Foto 2: Noorse steen op IJsselmeerdijk Friesland

Voor Noorse steen was geen toetsmethode beschikbaar, omdat nog onvoldoende kennis bestaat over het gedrag van de dijkbekleding onder golfbelasting. In dit project is een onderzoek uitgevoerd naar een eenvoudige methode voor toetsing van Noorse steen. Hierbij is gebruik gemaakt van de reeds bestaande stabiliteitsformuleringen die afgeleid zijn voor breuksteen [lit. 6].

Omdat Noorse steen gezet is, en niet als breuksteen los gestort, ontleen de stenen in de dijkbekleding met Noorse steen ook stabiliteit aan elkaar. Toetsing met een stabiliteitsformulering voor breuksteen is dan ook een conservatieve methode. Dit houdt in dat Noorse steen die stabiel getoetst is ook met zekerheid stabiel kan worden verondersteld. Daarentegen is Noorse steen die niet stabiel blijkt bij de toetsing, niet noodzakelijk ook daadwerkelijk instabiel omdat de methode waarschijnlijk te streng is. Om die reden krijgen stabiel getoetste dijkbekledingen met Noorse steen de score “goed” en instabiel getoetste dijkbekledingen de score “twijfelachtig”. Vervolgonderzoek naar een gedetailleerde toetsmethode voor Noorse steen is wenselijk.

Voor een overzicht van overige kennisleemten wordt verwezen naar de aanbevelingen in hoofdstuk 8.

#### **5.1.2 Hydraulische randvoorwaarden**

Voor het toetsen van dijkbekledingen zijn specifieke hydraulische randvoorwaarden nodig. In het Hydraulische Randvoorwaardenboek 1996 zijn deze niet beschikbaar. De hierin opgenomen hydraulische randvoorwaarden zijn met name geschikt om de hoogte en stabiliteit van een waterkering te beoordelen. Steenzettingen bevinden zich over het algemeen lager op het talud van een waterkering. De hier optredende maatgevende belasting die van belang is voor de toetsing, vindt plaats bij een lagere waterstand en een andere golfbelasting.

---

Ten behoeve van het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen zijn de specifiek voor de toetsing van steenzettingen geschikte hydraulische randvoorwaarden bepaald. Gezien de daarvoor beschikbare tijd zijn deze alleen afgeleid voor de Westerschelde en het IJsselmeer. De specifieke hydraulische randvoorwaarden zijn op verschillende (gebiedseigen) wijze berekend.

Voor het bepalen van randvoorwaarden in havens wordt door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) van rijkswaterstaat nog onderzoek gedaan. De vele onzekerheden zullen niet op korte termijn leiden tot een eenduidige regel voor het bepalen van hydraulische randvoorwaarden in havens.

#### *Westerschelde*

Door het RIKZ zijn voor de Westerschelde hydraulische belastingen afgeleid voor dijkbekledingen, dit is vastgelegd [lit. 23]. Het gaat hierbij om voorlopige inzichten waarmee getoetst is en ontworpen, en die in de toekomst na verificatie als basis kunnen dienen voor nieuwe hydraulische randvoorwaarden.

De berekeningen van de golfbelastingen zijn uitgevoerd met het golfmodel SWAN. De berekeningen zijn uitgevoerd voor verschillende windrichtingen. De resultaten worden gegeven voor drie waterstanden (2, 4, en 6 m + NAP). Om de resultaten ook geschikt te maken voor een eventueel ontwerp is rekening gehouden met veranderingen in de bodemtopografie voor de komende 50 jaar. Vlak voor de waterkering zijn detailberekeningen uitgevoerd, om hier voldoende nauwkeurige resultaten te behalen.

#### *IJsselmeer*

Voor het IJsselmeer zijn wel hydraulische randvoorwaarden voor de dijkbekledingen beschikbaar. De randvoorwaarden in het Randvoorwaardenboek 1996 schreven nog een minimale kruinhoogte voor, in december 1999 is voor de beoordeling van de hoogte het model Hydra M vastgesteld, specifiek voor dijkbekledingen is het model Hydra Q beschikbaar.

De hydraulische berekeningen zijn uitgevoerd met het waterbewegingsmodel WAQUA en het golfmodel HISWA. De hiermee berekende waterstanden en golfgegevens zijn voor een groot aantal uitvoerlocaties opgenomen in de database behorend bij Hydra Q. Hydra Q geeft na een (probabilistische) berekening de maatgevende belasting per uitvoerlocatie. Deze is mede afhankelijk van de opgegeven hoogte van de dijk en de overschrijdingsfrequentie. Daarbij is het eveneens mogelijk de invloed van dammen of voorlanden in rekening te brengen.

### **5.1.3 Beheerdersoordeel**

In het kader van toetsen speelt naast de uitkomst van de toetsregels ook het oordeel van de beheerder een rol. De onderstaande tekst m.b.t. het beheerdersoordeel is geciteerd uit de LTV.

“Per vak worden twee beoordelingen gegeven; de beoordeling achter de M (methode) volgt op grond van de in de katernen gegeven toetsingsmethoden, de beoordeling achter de B (beheerder) volgt op grond van ervaring c.q. inschatting door de beheerder. De uitkomsten zullen in de meeste gevallen dezelfde zijn, maar kunnen verschillen. In het laatste geval zal in onderling overleg tussen beheerder, de provincie en de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen worden nagegaan of de verschillen zodanig van belang zijn voor de uitkomst van de beoordeling, dat een nader onderzoek uitgevoerd

moet worden. Zolang niet is aangetoond dat een andere beoordelingsmethode beter is dan de standaard toetsingsregel voor het betreffende geval, dan blijft de uitkomst van de toetsingsregel gelden.”

Voor de getoetste steenzettingen van de diverse beheerders zijn de beheerdersoordelen vergeleken met de rekenkundige oordelen (methode in de LTV). Indien de beheerdersoordelen afweken van de rekenkundige oordelen, zijn deze, met motivatie van de beheerder, voorgelegd aan de kwaliteitsgroep TAW. Afhankelijk van het oordeel van de kwaliteitsgroep TAW zijn de beheerdersoordelen al dan niet geaccepteerd. Het eindverhaal met betrekking tot de beheerdersoordelen is vervolgens nog voorgelegd aan de klankbordgroep.

## 5.2 Resultaten gedetailleerde toetsingen

In de volgende paragrafen worden de resultaten van de gedetailleerde toetsingen in 2001 gepresenteerd (5.2.2) en wordt een vergelijking gemaakt met de resultaten van de globale toetsing in 1996, waarmee tevens een vergelijking kan worden gemaakt tussen de resultaten van de eerste globale inventarisatie en de tweede gedetailleerde inventarisatie (5.2.3). In paragraaf 5.2.4 worden de bevindingen van de kwaliteitscheck op de gedetailleerde toetsing van 2001 besproken, en in paragraaf 5.2.5 wordt een samenvatting gegeven van de resultaten.

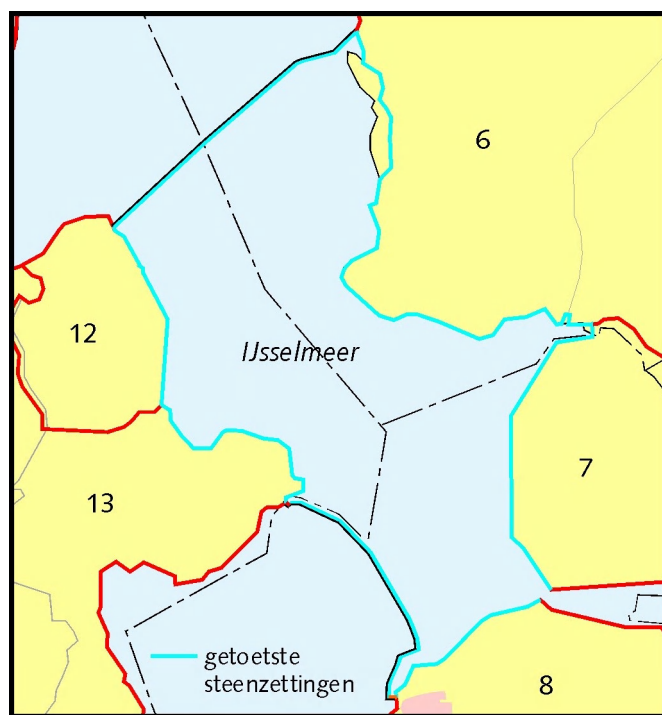
### 5.2.1 Inleiding

De steenzettingen langs de Westerschelde liggen zowel op de noordoever als op de zuidoever en zijn verdeeld over vier dijkringen (29, 30, 31 en 32). In figuur 5 is de situatie weergegeven. Hierbij zijn drie waterkeringbeheerders, te weten het waterschap Zeeuws-Vlaanderen, het waterschap Zeeuwse Eilanden en het rijk (rijkswaterstaat directie Zeeland) betrokken. De totale oppervlakte aan steenzettingen is circa 2.840.000 m<sup>2</sup>.



Figuur 5: Situatie Westerschelde

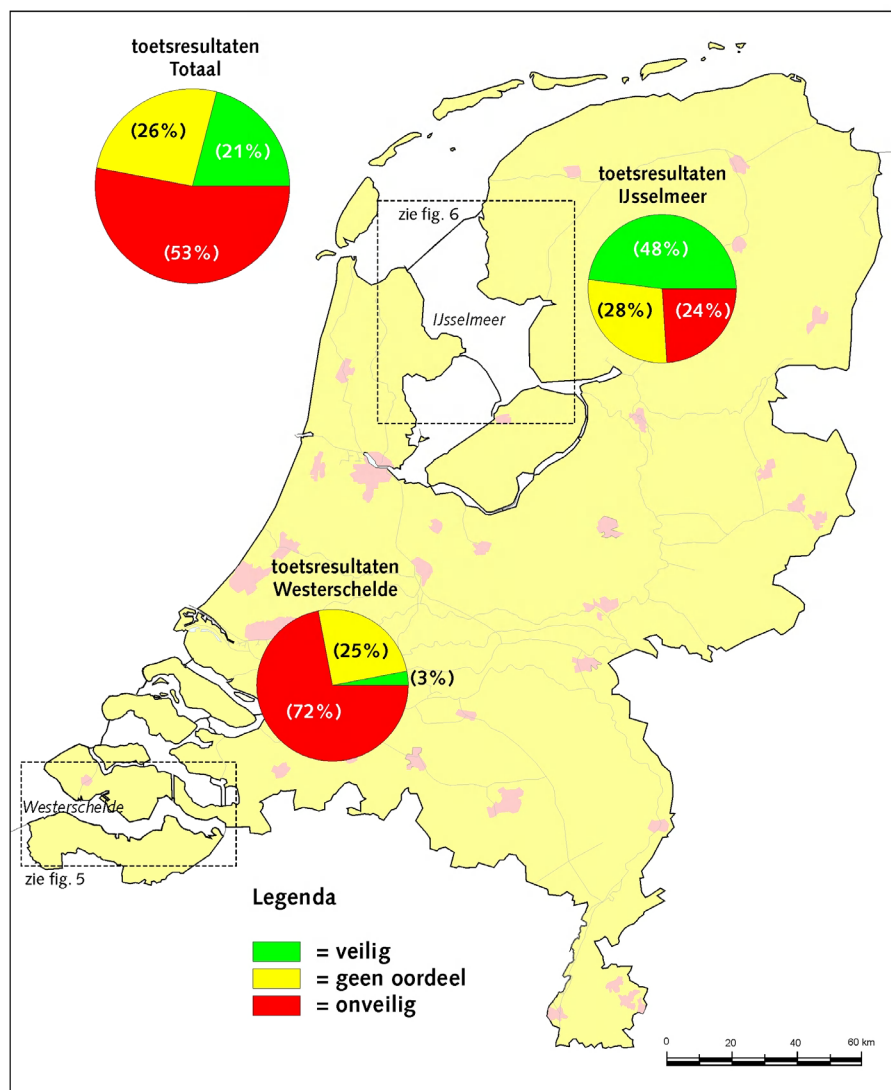
De steenzettingen langs het IJsselmeer liggen op de dijkringen 12 en 13 in Noord-Holland, dijkkring 6 in Friesland, de dijkringen 7 en 8 in Flevoland en op de verbindende waterkeringen Afsluitdijk en Houtribdijk. De situatie is weergegeven in figuur 6. De waterkeringbeheerders zijn het hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier, het wetterskip Fryslân en het waterschap Zuiderzeeland (waarbij rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied (RDIJ) de toetsing uitvoert) en RDIJ. De totale oppervlakte aan steenzettingen is circa 1.840.000 m<sup>2</sup>.



Figuur 6: Situatie IJsselmeer

### 5.2.2 Gedetailleerde toetsing 2001

In 2001 is door de waterkeringbeheerders de gedetailleerde toetsing van de steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer in het kader van het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen afgerond. Met de resultaten van deze toetsing is een beter inzicht verkregen in de totale omvang van de steenzettingenproblematiek dan met de resultaten van de eerste globale toetsing in 1996. De resultaten uit de gedetailleerde toetsing van Westerschelde en IJsselmeer zijn in één overzicht gegeven in figuur 7, waarbij ook de totaalresultaten van de beide watersystemen zijn weergegeven.



Figuur 7: Toetsresultaten steenzettingen Westerschelde en IJsselmeer

#### Westerschelde

De resultaten van de gedetailleerde toetsing van steenzettingen langs de Westerschelde, gebaseerd op rekenkundige scores en de beheerdersoordelen, zijn weergegeven in tabel 1. De toetsresultaten geven de situatie weer van voor 1997, dus voordat de uitvoering van verbeteringswerken in Zeeland was gestart. De toetsresultaten per dijkkring zijn voor deze situatie niet bekend.

Tabel 1: Resultaten gedetailleerde toetsing van steenzettingen langs de Westerschelde in de situatie voor 1997

|                                             |                                |
|---------------------------------------------|--------------------------------|
| Oppervlakte "onveilig"                      | 2.045.000 m <sup>2</sup> (72%) |
| Oppervlakte "geen oordeel"                  | 710.000 m <sup>2</sup> (25%)   |
| Oppervlakte "veilig"                        | 85.000 m <sup>2</sup> (3%)     |
| Totale oppervlakte getoetste steenzettingen | 2.840.000 m <sup>2</sup>       |

Uit Tabel 1 blijkt dat op basis van de gedetailleerde toetsing bijna driekwart (72%) van de steenzettingen langs de Westerschelde als "onveilig" moet worden beoordeeld (situatie voor 1997). Deze onvoldoende dijkbekledingen zijn gelegen in dijkvakken met een totale strekkende lengte van 150 km. De totale strekkende lengte van de getoetste steenzettingen bedraagt eveneens 150 km. Dat betekent dat er in (nagenoeg) elk dijkprofiel langs de Westerschelde een stuk "onveilige" dijkbekleding voorkomt.

In tabel 2 zijn de toetsresultaten weergegeven van steenzettingen langs de Westerschelde die vanaf 2002 in uitvoering kunnen komen. Die resultaten geven een beeld van de staat van veiligheid van de tot nu toe nog niet aangepakte steenzettingen (de tot en met 2001 reeds verbeterde steenzettingen zijn uiteraard "veilig"). Voor deze steenzettingen is het wel mogelijk geweest de toetsresultaten per dijkkring weer te geven.

Tabel 2: Resultaten gedetailleerde toetsing van steenzettingen langs de Westerschelde die tot en met 2001 nog niet verbeterd zijn

|                 | <b>totaal getoetst<br/>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>veilig<br/>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>geen oordeel<br/>[m<sup>2</sup>]</b> | <b>onveilig<br/>[m<sup>2</sup>]</b> |
|-----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| Dijkkring 29+30 | 452.361                                    | 18.741<br>(4%)                    | 183.377<br>(41%)                        | 250.243<br>(55%)                    |
| Dijkkring 31    | 169.492                                    | 11.094<br>(7%)                    | 36.589<br>(22%)                         | 121.809<br>(72%)                    |
| Dijkkring 32    | 422.719                                    | 46.833<br>(11%)                   | 126.394<br>(30%)                        | 249.492<br>(59%)                    |
| <b>Totaal</b>   | <b>1.044.571</b>                           | <b>76.667<br/>(7%)</b>            | <b>346.360<br/>(33%)</b>                | <b>621.544<br/>(60%)</b>            |

Bij deze toetsresultaten wordt aangetekend dat de steenzettingen in de havens aan de zuidzijde van de Westerschelde door problemen bij het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden niet getoetst zijn en dus ook niet in de toetsresultaten verwerkt zijn.

#### *IJsselmeer*

Het overzicht van de resultaten van de gedetailleerde toetsing van steenzettingen langs het IJsselmeer, gebaseerd op rekenkundige scores en beheerdersoordelen, zijn weergegeven in tabel 3. De steenzettingen op de Noordoostpolderdijken zijn ook geavanceerd getoetst. De resultaten hiervan zijn in het overzicht verwerkt.

Tabel 3: Resultaten gedetailleerde toetsing van steenzettingen langs het IJsselmeer

|               |                     | <b>totaal getoetst</b><br>[m²] | <b>veilig</b><br>[m²]    | <b>geen<br/>oordeel</b><br>[m²] | <b>onveilig</b><br>[m²]  |
|---------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Dijkring 6    | Friesland           | 249.716                        | 79.781<br>(32%)          | 168.809<br>(68%)                | 1.126<br>(0%)            |
| Dijkring 7    | Noordoostpolder*    | 432.837                        | 368.503<br>(85%)         | 0<br>(0%)                       | 64.334<br>(15%)          |
| Dijkring 8    | Oostelijk Flevoland | 359.627                        | 121.683<br>(38%)         | 158.990<br>(22%)                | 78.955<br>(24%)          |
| Dijkring 12   | Wieringen           | 166.216                        | 6.319<br>(4%)            | 2.493<br>(1%)                   | 157.405<br>(95%)         |
| Dijkring 13   | Noord-Holland       | 169.757                        | 79.076<br>(48%)          | 73.321<br>(44%)                 | 17.360<br>(10%)          |
|               | Afsluitdijk         | 359.675                        | 126.699<br>(35%)         | 107.455<br>(30%)                | 125.521<br>(35%)         |
|               | Houtribdijk         | 100.682                        | 97.855<br>(97%)          | 2.260<br>(2%)                   | 568<br>(1%)              |
| <b>Totaal</b> | <b>IJsselmeer</b>   | <b>1.838.510</b>               | <b>879.916<br/>(48%)</b> | <b>513.327<br/>(28%)</b>        | <b>445.267<br/>(24%)</b> |

\* steenzettingen Noordoostpolderdijken zijn geavanceerd getoetst.

Ongeveer de helft (48%) van de steenzettingen langs het IJsselmeer is “veilig”, 28% van de steenzettingen heeft “geen oordeel” gekregen en ongeveer 24% van de steenzettingen is “onveilig” (zie tabel 3).

De toetsresultaten van de dijkringen vertonen onderling grote verschillen. Zo scoort dijkkring 12 (Wieringen) bijvoorbeeld relatief zeer slecht met 95% “onveilige” steenzettingen en de verbindende waterkering Houtribdijk relatief zeer goed met 97% “veilige” steenzettingen.

In dijkkring 6 (Friesland) en dijkkring 13 (Noord-Holland) is het percentage steenzettingen dat “geen oordeel” heeft gekregen relatief groot. De belangrijkste reden hiervoor is dat een groot percentage steenzettingen op relatief steile taludhellingen ligt, een situatie waarover de gedetailleerde toets voor het mechanisme “weerstand tegen afschuiving” het resultaat “geen oordeel” geeft.

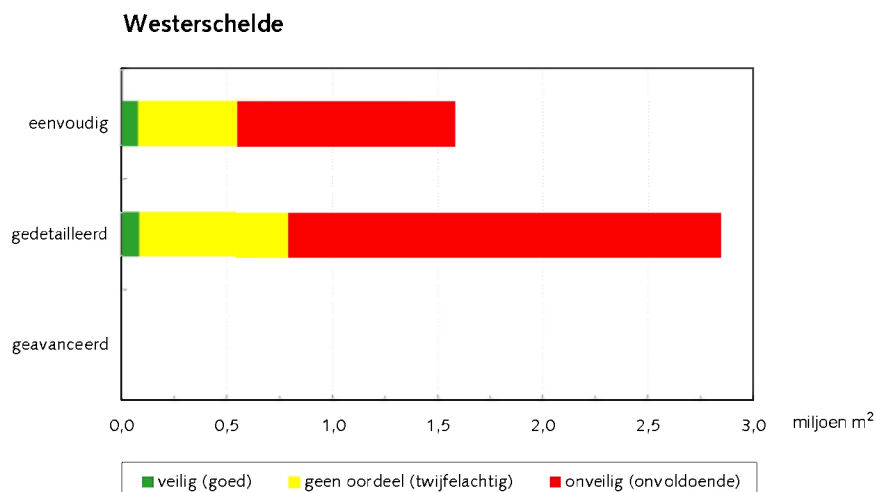
In het overzicht van de toetsresultaten van het IJsselmeer zijn ook de resultaten van de toetsing van Noorse steen meegenomen. De toetsing van Noorse steen op de IJsselmeerdijken is beschreven in twee documenten [lit. 7 en lit. 8]. Uit die toetsing komt naar voren dat 54% van de dijkbekledingen met Noorse steen op de IJsselmeerdijken van Noord-Holland de eindscore “goed” krijgt en 46% de score “twijfelachtig”. De Noorse steen op de IJsselmeerdijken van Friesland krijgt overal de score “twijfelachtig”.

### 5.2.3 Vergelijking resultaten 1996 en 2001

#### *Westerschelde*

De resultaten van de globale toetsing in 1996 en de gedetailleerde toetsing in 2001 zijn voor de Westerschelde grafisch weergegeven in figuur 8. Hierbij is ook de vertaling van de toetsresultaten “goed”, “twijfelachtig” en “onvoldoende” naar de eindresultaten “veilig”, “geen oordeel” en “onveilig” t.b.v. het project weergegeven waarmee de resultaten van de eerste globale

inventarisatie van 1996 en de tweede gedetailleerde inventarisatie van 2001 bepaald zijn. In tabel 4 zijn deze resultaten in getallen vermeld.



Figuur 8: Resultaten Westerschelde

Tabel 4: Resultaten 1996 en 2001 voor de Westerschelde

|                                             | Eerste globale inventarisatie 1996 | Tweede gedetailleerde inventarisatie 2001 |
|---------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| Oppervlakte "onveilig"                      | 1.027.000 m <sup>2</sup> (65%)     | 2.045.000 m <sup>2</sup> (72%)            |
| Oppervlakte "geen oordeel"                  | 474.000 m <sup>2</sup> (30%)       | 710.000 m <sup>2</sup> (25%)              |
| Oppervlakte "veilig"                        | 79.000 m <sup>2</sup> (5%)         | 85.000 m <sup>2</sup> (3%)                |
| Totale oppervlakte getoetste steenzettingen | 1.580.000 m <sup>2</sup>           | 2.840.000 m <sup>2</sup>                  |

Uit tabel 4 blijkt dat de tweede gedetailleerde inventarisatie een groter areaal aan steenzettingen (2,84 miljoen m<sup>2</sup>) betreft dan de eerste globale inventarisatie (1,58 miljoen m<sup>2</sup>). Dit komt doordat in afwijking van de eerste inventarisatie, in de tweede inventarisatie ook ondertafels, havendammen en rijkszeeweringen zijn meegenomen.

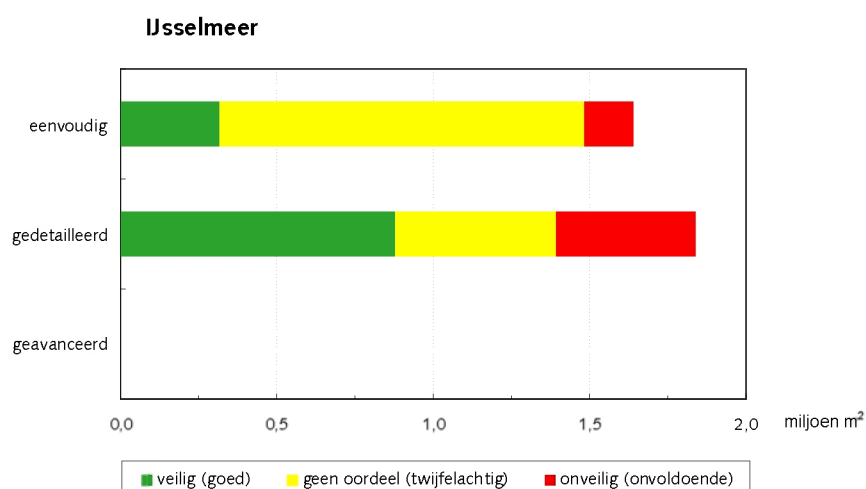
Omdat in de tweede inventarisatie een gedetailleerde toetsing is uitgevoerd, en in de eerste slechts een eenvoudige toetsing, was de verwachting dat een kleiner percentage steenzettingen "geen oordeel" zouden krijgen in de tweede inventarisatie. Dit blijkt ook zo te zijn, hoewel dit percentage nog altijd 25% bedraagt. Voor deze steenzettingen moet met een geavanceerde toetsing de definitieve score worden bepaald.

Het blijkt dat op basis van de tweede gedetailleerde inventarisatie procentueel meer steenzettingen “onveilig” scoren dan op basis van de eerste, globale inventarisatie, 72 % in plaats van 65 %. De meest belangrijke oorzaak hiervan is onderstaand aangegeven.

- Het toepassen van een hogere hydraulische belasting bij de gedetailleerde toetsing. De hydraulische randvoorwaarden zijn bij de eenvoudige toetsing tijdens de eerste globale inventarisatie ontleend aan het Randvoorwaardenboek 1996 [lit. 4], waarin de randvoorwaarden t.b.v. de kruinhoogte-toets zijn aangegeven. De specifiek voor dijkbekledingen benodigde randvoorwaarden zijn op basis van het Randvoorwaardenboek 1996 geschat (zie paragraaf 3.2). Bij de gedetailleerde toetsing tijdens de tweede inventarisatie is gebruik gemaakt van nieuwe inzichten, die hebben geleid tot de genoemde hogere hydraulische belasting. Deze nieuwe inzichten zijn aan het hoofdkantoor van rijkswaterstaat voorgelegd, en vervolgens als best beschikbare inzichten vrijgegeven voor toetsing en ontwerp van de steenzettingen langs de Westerschelde [lit. 11 tot en met lit. 14].

#### *IJsselmeer*

De resultaten van de globale toetsing in 1996 en de gedetailleerde toetsing in 2001 zijn voor het IJsselmeer grafisch weergegeven in figuur 9. Evenals bij de Westerschelde is hierbij ook de vertaling van de toetsresultaten “goed”, “twijfelachtig” en “onvoldoende” naar de eindresultaten “veilig”, “geen oordeel” en “onveilig” t.b.v. het project weergegeven waarmee de resultaten van de eerste globale inventarisatie van 1996 en de tweede gedetailleerde inventarisatie van 2001 bepaald zijn. In tabel 5 zijn deze resultaten in getallen vermeld.



Figuur 9: Resultaten IJsselmeer

Tabel 4: Resultaten 1996 en 2001 voor het IJsselmeer

|                                             | Eerste globale inventarisatie 1996 | Tweede gedetailleerde inventarisatie 2001 |
|---------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
| Oppervlakte "onveilig"                      | 155.000 m <sup>2</sup><br>(10%)    | 445.300 m <sup>2</sup><br>(24%)           |
| Oppervlakte "geen oordeel"                  | 1.166.000 m <sup>2</sup><br>(71%)  | 513.300 m <sup>2</sup><br>(28%)           |
| Oppervlakte "veilig"                        | 318.000 m <sup>2</sup><br>(19%)    | 879.900 m <sup>2</sup><br>(48%)           |
| Totale oppervlakte getoetste steenzettingen | 1.640.000 m <sup>2</sup>           | 1.838.500 m <sup>2</sup>                  |

Volgens tabel 5 is bij de tweede gedetailleerde inventarisatie een groter areaal aan steenzettingen (1,84 miljoen m<sup>2</sup>) behandeld dan bij de eerste globale inventarisatie (1,64 miljoen m<sup>2</sup>). De belangrijkste reden voor de toename ligt in het feit dat de toetsing van dijkbekledingen met Noorse steen bij de eerste inventarisatie niet is uitgevoerd.

De gedetailleerde toetsing in de tweede inventarisatie heeft geleid tot een beduidend lager percentage (28%) steenzettingen met de score "geen oordeel" dan het geval was bij de eenvoudige toetsing in de eerste inventarisatie (71%). Dit lagere percentage steenzettingen met "geen oordeel" heeft voor de tweede inventarisatie geleid tot hogere percentages "veilig" en "onveilig".

#### 5.2.4 Kwaliteitscheck op toetsingen

De gedetailleerde toetsingen die in het kader van het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen zijn uitgevoerd zijn aan een kwaliteitscheck onderworpen (intern door de DWW en extern door de kwaliteitsgroep TAW) met als doel de mate van kwaliteit c.q. betrouwbaarheid van de toetsresultaten te bepalen (zie paragraaf 4.2). In het kader van de interne kwaliteitscheck is door de DWW 10 tot 15 % van de getoetste dijkvakken geselecteerd, waarvan is bekeken of er fouten waren opgetreden bij het overnemen van de informatie uit de inwinformulieren naar het computerprogramma Steentoets. Of de veldgegevens correct zijn vertaald naar de informatie op de inwinformulieren is niet gecheckt. Wel is er gekeken of er logica te ontdekken viel door de resultaten van naast elkaar gelegen dijkvakken te vergelijken. Ook zijn handberekeningen gemaakt met het computerprogramma Anamos (hierop is Steentoets gebaseerd) om te checken of dat dezelfde resultaten opleverde als de resultaten uit Steentoets. Voor de inhoud van de interne kwaliteitschecks wordt verwezen naar de rapportages die hierover zijn opgesteld [lit. 15 t/m lit. 21].

Vervolgens is door de kwaliteitsgroep TAW nog een onafhankelijk oordeel gegeven over de gevolgde aanpak in het algemeen en over de interne kwaliteitschecks. In bijlage I is het eindverslag van de kwaliteitsgroep TAW opgenomen.

De reactie van de kwaliteitsgroep TAW op hoofdlijnen is als volgt. In het traject van inventariseren van gegevens op de dijk, het overnemen van deze gegevens in het programma Steentoets en het toetsen zelf kunnen gemakkelijk fouten sluipen. Ook onduidelijkheden in de toetsmethodiek zelf kunnen tot fouten leiden. Bij de interne kwaliteitschecks zijn verschillende onvolkomenheden gesignaleerd. Deze onvolkomenheden hebben echter niet tot andere

---

toetsresultaten geleid. Op basis van de interne kwaliteitschecks wordt door kwaliteitsgroep TAW geconcludeerd dat in het algemeen de toetsingen betrouwbare resultaten hebben opgeleverd. Wel verdient volgens de kwaliteitsgroep TAW het inventariseren van gegevens op de dijk en het verwerken van de gegevens in toetsingen bij het vervolg van het project extra aandacht.

In het project is na bespreking in de klankbordgroep als volgt omgegaan met de conclusies van de kwaliteitsgroep TAW.

- Voor het vervolg van dit project (het toetsen van de overige watersystemen) wordt geprobeerd de methodiek van toetsen te verduidelijken, zodat daar minder kans bestaat op fouten.
- Er is aandacht gevraagd bij de beheerders voor een goede kwaliteitscontrole op het traject van gegevens inventariseren tot en met de invoering in Steentoets. Dit is gedaan door het versturen van een brief waarin de beheerders wordt verzocht aandacht te hebben voor een goede kwaliteitscontrole. Ook is voorgesteld in 2002 een landelijke bijeenkomst te organiseren, waarin de opgedane ervaringen in het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen aan de orde kunnen komen zodat de leerpunten die hieruit volgen bij een vervolg van het project kunnen worden toegepast.

#### **5.2.5 Samenvatting toetsresultaten**

De tweede gedetailleerde inventarisatie van de steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer die in het project is uitgevoerd, heeft het onderstaande beeld opgeleverd.

- Van de steenzettingen langs de Westerschelde krijgt 72% de score "onveilig". Slechts 3% krijgt de score "goed". De urgente steenzettingenproblematiek van de Westerschelde, en de noodzaak om hier met verbeteringswerken te starten, wordt hiermee bevestigd.
- Langs het IJsselmeer krijgt 24% van het areaal aan steenzettingen de score "onveilig" en 48% de score "veilig".
- Van 25% van de steenzettingen langs de Westerschelde en 28% van de steenzettingen langs het IJsselmeer kan nog geen definitieve score worden toegekend, het resultaat is "geen oordeel". Met een geavanceerde toetsing zal de definitieve score voor deze steenzettingen moeten worden vastgesteld.

Vergelijking van de resultaten van de tweede gedetailleerde inventarisatie van 2001 met de eerste globale inventarisatie van 1996 leidt tot onderstaande bevindingen.

- Het areaal aan steenzettingen met de score "geen oordeel" is procentueel afgenomen. Voor de Westerschelde van 30% naar 25% en voor het IJsselmeer van 71% naar 28%.
- Het areaal aan steenzettingen met de score "onveilig" voor de Westerschelde is procentueel toegenomen van 65% naar 72%, en voor het IJsselmeer van 9% naar 24%.

Met de resultaten van de tweede gedetailleerde inventarisatie is de steenzettingenproblematiek langs de Westerschelde en het IJsselmeer binnen nauwere grenzen bepaald. Ten opzichte van de eerste globale inventarisatie is een groter percentage steenzettingen voorzien van een definitief veiligheidsoordeel "onveilig" of "veilig".

---

## 6 Kostenraming Westerschelde en IJsselmeer

### 6.1 Inleiding

De resultaten van de tweede gedetailleerde inventarisatie die in het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen is uitgevoerd, vormen de basis voor een hernieuwde kostenraming voor de verbetering van steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer.

De kostenraming is verder gebaseerd op de ervaringen met uitvoeringskosten van verbeteringswerken langs de Westerschelde. Voor zowel de Westerschelde als het IJsselmeer zijn eenheidsprijzen per vierkante meter steenzettingen bekend. Vermenigvuldiging van de oppervlakte van steenzettingen die voor verbetering in aanmerking komen met de eenheidsprijs resulteert in de kostenraming.

Tot de steenzettingen die voor verbetering in aanmerking komen, worden de steenzettingen met de score "onveilig" gerekend, vermeerderd met tweederde van de steenzettingen met de score "geen oordeel". Dit is conform de aanname bij de eerste globale inventarisatie, waarbij op basis van de ervaringen langs de westerschelde, verwacht werd dat dit aandeel bij de geavanceerde toetsing de score "onveilig" zou krijgen.

Voor de bedragen die in dit hoofdstuk worden genoemd geldt dezelfde onzekerheidsmarge van 35% als voor de kostenraming bij de eerste globale inventarisatie, omdat dit een onzekerheid in de standaard raming betreft en onafhankelijk is van de manier waarop de steenzettingen zijn geïnventariseerd. Dat de hernieuwde kostenraming tevens een verbeterde kostenraming is komt door het feit dat deze is gebaseerd op een inventarisatie die gedetailleerder is uitgevoerd.

### 6.2 Kostenraming Westerschelde

Op basis van de ervaringen met de in uitvoering zijnde verbetering van steenzettingen langs de Westerschelde is een eenheidsprijs geschat per vierkante meter dijkbekleding van € 159,-- (f 350,--) (prijspeil 2000). Deze eenheidsprijs wordt teruggerekend naar het prijspeil januari 1997, conform de kostenraming op basis van de eerste globale inventarisatie van 1996. Hierbij wordt gerekend met een inflatie van 3% per jaar. Dit betekent dat de eenheidsprijs per vierkante meter dijkbekleding € 145,-- (f 320,--) bedraagt voor het prijspeil van 1997.

Voor de kostenraming van de Westerschelde zijn de toetsgegevens gebruikt die zijn aangeleverd door de waterschappen Zeeuwse Eilanden en Zeeuws-Vlaanderen. Het betreft hierbij de dijkvakken die vanaf 2002 in uitvoering kunnen worden genomen. De steenzettingen in de havens aan de zuidzijde van de Westerschelde zijn door de eerder genoemde problemen bij het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden niet getoetst.

De totale kosten voor verbetering van steenzettingen langs de Westerschelde worden verkregen door de kosten voor de (tot en met 2001) reeds verbeterde dijkvakken op te tellen bij de kosten voor de dijkvakken die vanaf 2002 in uitvoering kunnen gaan. Alle bedragen worden berekend bij het prijspeil van 1997 en 2000.

De kostenraming voor de Westerschelde met uitzondering van de tot en met 2001 te verbeteren dijkvakken is gegeven in tabel 6. In tabel 7 is totale kostenraming voor de verbetering van dijkvakken langs de Westerschelde weergegeven. De dijkvakken die tot en met 2001 verbeterd worden zijn hierin opgenomen.

Tabel 6: Kostenraming Westerschelde uitgezonderd de tot en met 2001 verbeterde dijkvakken

|                | Prijspeil 1997                              | Prijspeil 2000                              |
|----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Dijkring 29+30 | € 54 miljoen ( <i>f</i> 119 miljoen)        | € 59 miljoen ( <i>f</i> 130 miljoen)        |
| Dijkring 31    | € 21 miljoen ( <i>f</i> 47 miljoen)         | € 23 miljoen ( <i>f</i> 51 miljoen)         |
| Dijkring 32    | € 49 miljoen ( <i>f</i> 107 miljoen)        | € 53 miljoen ( <i>f</i> 117 miljoen)        |
| <b>Totaal</b>  | <b>€ 124 miljoen (<i>f</i> 273 miljoen)</b> | <b>€ 135 miljoen (<i>f</i> 298 miljoen)</b> |

Tabel 7: Kostenraming voor de verbeterde en te verbeteren dijkvakken langs de Westerschelde

|                      | Prijspeil 1997                              | Prijspeil 2000                              |
|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kosten t/m 2001      | € 102 miljoen ( <i>f</i> 225 miljoen)       | € 112 miljoen ( <i>f</i> 246 miljoen)       |
| Kosten vanaf 2002    | € 124 miljoen ( <i>f</i> 273 miljoen)       | € 135 miljoen ( <i>f</i> 298 miljoen)       |
| <b>Kosten totaal</b> | <b>€ 226 miljoen (<i>f</i> 498 miljoen)</b> | <b>€ 247 miljoen (<i>f</i> 544 miljoen)</b> |

6.2.1

### 6.3 Kostenraming IJsselmeer

De eenheidsprijs prijs per vierkante meter steenzetting is voor het IJsselmeer gebaseerd op een kostenraming voor verbeteringswerken in de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland omdat hier nog geen kosten zijn gemaakt voor uitvoering van werken. Voor het IJsselmeer bedraagt de eenheidsprijs € 175,- (*f* 385,-) voor prijspeil 2000 en € 159,- (*f* 350,-) voor prijspeil 1997. Er is van uitgegaan dat voor de overige steenzettingen langs het IJsselmeer een vergelijkbare eenheidsprijs geldt. De totale kostenraming voor de steenzettingen langs het IJsselmeer is gegeven in tabel 8.

Tabel 8: Kostenraming voor te verbeteren dijkvakken langs het IJsselmeer

|               | Prijspeil 1997                              | Prijspeil 2000                              |
|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Dijkring 6    | € 18 miljoen ( <i>f</i> 40 miljoen)         | € 20 miljoen ( <i>f</i> 44 miljoen)         |
| Dijkring 7    | € 11 miljoen ( <i>f</i> 23 miljoen)         | € 11 miljoen ( <i>f</i> 25 miljoen)         |
| Dijkring 8    | € 29 miljoen ( <i>f</i> 65 miljoen)         | € 32 miljoen ( <i>f</i> 71 miljoen)         |
| Dijkring 12   | € 25 miljoen ( <i>f</i> 56 miljoen)         | € 28 miljoen ( <i>f</i> 61 miljoen)         |
| Dijkring 13   | € 11 miljoen ( <i>f</i> 23 miljoen)         | € 12 miljoen ( <i>f</i> 26 miljoen)         |
| Afsluitdijk   | € 31 miljoen ( <i>f</i> 69 miljoen)         | € 35 miljoen ( <i>f</i> 76 miljoen)         |
| Houtribdijk   | € 0,5 miljoen ( <i>f</i> 1 miljoen)         | € 0,5 miljoen ( <i>f</i> 1 miljoen)         |
| <b>Totaal</b> | <b>€ 126 miljoen (<i>f</i> 277 miljoen)</b> | <b>€ 138 miljoen (<i>f</i> 304 miljoen)</b> |

#### 6.4 Vergelijking kostenraming 1997 en 2001

In 1997 is op basis van de eerste globale inventarisatie een kostenraming gemaakt voor te verbeteren steenzettingen in Nederland. In tabel 9 is aangegeven wat uit die eerste inventarisatie is gevolgd voor de Westerschelde en het IJsselmeer. Verder is in tabel 9 de kostenraming weergegeven voor deze twee watersystemen zoals die in het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen is bepaald waarbij een tweede gedetailleerde inventarisatie is uitgevoerd. De verschillende kostenramingen zijn weergegeven op basis van het prijspeil 1997.

Tabel 9: Vergelijking kostenraming 1997 en 2001 (prijspeil 1997)

|               | Eerste globale inventarisatie 1997          | Tweede gedetailleerde inventarisatie 2001   |
|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Westerschelde | € 228 miljoen ( <i>f</i> 501 miljoen)       | € 226 miljoen ( <i>f</i> 498 miljoen)       |
| IJsselmeer    | € 75 miljoen ( <i>f</i> 166 miljoen)        | € 126 miljoen ( <i>f</i> 277 miljoen)       |
| <b>Totaal</b> | <b>€ 303 miljoen (<i>f</i> 667 miljoen)</b> | <b>€ 352 miljoen (<i>f</i> 775 miljoen)</b> |

Uit tabel 9 blijkt dat voor de Westerschelde de kostenraming van 2001 in orde grootte gelijk is aan die van 1997. Voor het IJsselmeer resulteert de tweede gedetailleerde inventarisatie van 2001 in een hogere kostenraming. Uit het feit dat in de tweede inventarisatie een groter areaal aan steenzettingen is meegenomen voor de beide watersystemen en een hogere hydraulische belasting is toegepast (zie paragraaf 5.2.3), was het te verwachten dat voor beide watersystemen de kostenraming hoger zou liggen. Dat dit voor de Westerschelde niet het geval is, heeft wellicht te maken met de manier waarop in de eerste globale inventarisatie van 1997 de kosten geraamd zijn. Het is goed mogelijk dat destijds een vrij ruime marge is gehanteerd bij het toepassen van een eenheidsprijs per vierkante meter steenzetting.

---

## 7 Technische prioritering

### 7.1 Inleiding

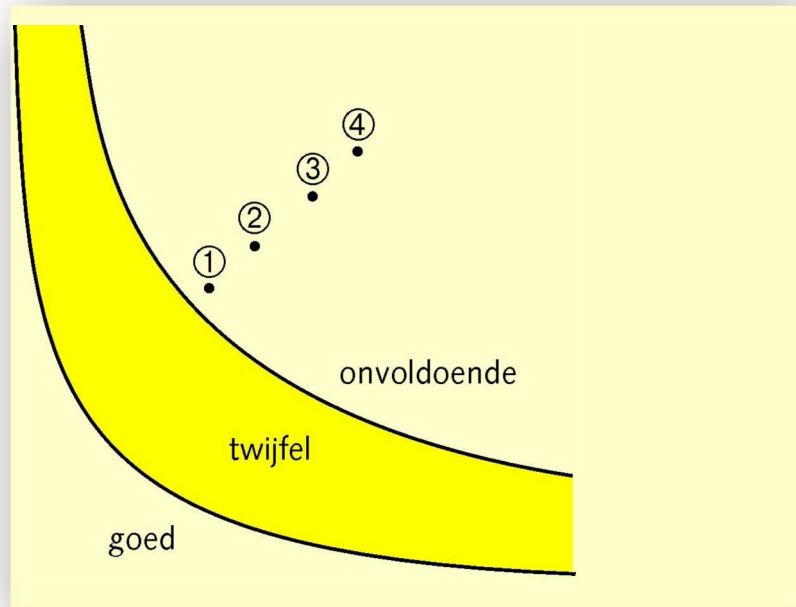
Bij de prioritering van verbeteringswerken zijn vele aspecten van belang die uiteindelijk zullen leiden tot een herstelprogramma voor de steenzettingen. In het kader van het project Landelijk Inventarisatie Steenzettingen is gepoogd een basis te leggen voor een eerste opzet van een herstelprogramma, waarbij alleen de technische criteria worden beschouwd. Dit betekent dat vanuit de toetsresultaten wordt beoordeeld welke dijkvakken “meer” onvoldoende scoren om zodoende een onderverdeling te kunnen maken in de mate van “technische” urgentie. Een definitieve prioritering kan pas worden uitgevoerd wanneer aspecten als praktijkomstandigheden, organisatorische en bestuurlijke randvoorwaarden en financiële consequenties mede worden beschouwd. In overleg met rijkswaterstaat, betrokken provincies en waterschappen zal de uiteindelijke volgorde van te verbeteren dijkvakken moeten worden vastgesteld.

### 7.2 Uitgangspunten technische prioritering

De steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer worden beschouwd bij de technische prioritering. Verwacht wordt dat tot en met 2005 aan deze steenzettingen gewerkt zal worden, omdat in 2006 de hydraulische randvoorwaarden voor alle overige steenzettingen naar verwachting formeel zullen zijn.

Voor de dijkvakken langs de Westerschelde die in uitvoering zijn tot en met 2001 is in feite al gekozen voor verbetering. Dit geldt eveneens voor de dijkvakken langs het IJsselmeer (Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland) die in het kader van het Deltaplan Grote Rivieren worden versterkt. Voor de technische prioritering zijn de bovengenoemde dijkvakken niet aan de orde en worden daarom niet beschouwd.

De manier waarop de technische urgentie is bepaald, is aangegeven in figuur 10. Hierbij is zichtbaar gemaakt op welke manier volgens de Leidraad Toetsen op Veiligheid de eenvoudige toetsing wordt uitgevoerd. In figuur 10 zijn drie gebieden te onderscheiden met de scores “goed”, “twijfelachtig” en “onvoldoende”. De technische urgentie is bepaald door in het “onvoldoende” gebied aan te geven hoe verder een score van de grens tussen “onvoldoende” en “twijfel” verwijderd is. Hoe verder verwijderd hoe urgenter het dijkvak in technisch opzicht moet worden verbeterd. Als voorbeeld zijn vier “onvoldoende” scores van steenzettingen ingetekend. De steenzetting met nummer 4 heeft de hoogste technische urgentie om verbeterd te worden.



Figuur 10: Technische urgentie

Bij het toepassen van figuur 10 op de beschouwde steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer is gebleken dat alle dijkvakken met de score "onvoldoende" in technische zin even urgent zijn waardoor een technische prioritering op deze manier niet mogelijk is. Om toch een technische prioritering aan te kunnen geven is gekozen voor een methode waarbij rekening wordt gehouden met de ruimtelijke spreiding van de te verbeteren dijkvakken. Deze methode komt erop neer dat dijkstrekkings met een relatief hoog percentage aan "onvoldoende" dijkvakken een hogere technische prioriteit hebben. Er is uitgegaan van dijkstrekkings variërend van enkele honderden meters tot enkele kilometers, waarbij zoveel mogelijk is uitgegaan van de dijkvakindeling die door de verschillende beheerders bij de toetsing is aangehouden. In enkele gevallen waar geen dijkvakindeling bekend is, zoals bij de Afsluitdijk en de Houtribdijk, zijn de dijkstrekkings bepaald door het opdelen van de dijk in secties van circa 5 km.

De onderstaande technische prioriteitsklassen zijn gehanteerd.

- Klasse I. 0-25% van de steenzettingen scoort "onvoldoende".
- Klasse II. 25-50% van de steenzettingen scoort "onvoldoende".
- Klasse III. 50-75% van de steenzettingen scoort "onvoldoende".
- Klasse IV. 75-100% van de steenzettingen scoort "onvoldoende".

De resultaten van de technische prioritering zijn grafisch weergegeven in bijlage II.

---

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Conclusies

In het project Landelijke Inventarisatie Steenzettingen is een tweede gedetailleerde inventarisatie uitgevoerd voor het verbeteren van de steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer. De kosten voor deze verbetering zijn geraamd op € 352 miljoen (*f* 775 miljoen) op basis van prijspeil 1997 met een onzekerheidsmarge van 35%.

De tweede gedetailleerde inventarisatie van de steenzettingen langs de Westerschelde en het IJsselmeer heeft het onderstaande beeld opgeleverd (zie figuur 7).

- Van de steenzettingen langs de Westerschelde krijgt 72% de score "onveilig". Slechts 3% krijgt de score "goed". De urgente steenzettingenproblematiek van de Westerschelde, en de noodzaak om hier met verbeteringswerken te starten, wordt hiermee bevestigd.
- Langs het IJsselmeer krijgt 24% van het areaal aan steenzettingen de score "onveilig" en 48% de score "veilig".
- Van 25% van de steenzettingen langs de Westerschelde en 28% van de steenzettingen langs het IJsselmeer kan nog geen definitieve score worden toegekend, het resultaat is "geen oordeel". Met een geavanceerde toetsing zal de definitieve score voor deze steenzettingen moeten worden vastgesteld.

In het kader van het project is gepoogd een technische prioritering aan te geven waarmee een basis gelegd kan worden voor een eerste opzet van een herstelprogramma. Alleen technische criteria m.b.t. de toetsing worden hierbij beschouwd. Een definitieve prioritering kan pas worden uitgevoerd wanneer aspecten als praktijkomstandigheden, organisatorische en bestuurlijke randvoorwaarden en financiële consequenties mede worden beschouwd. In overleg met rijkswaterstaat, betrokken provincies en waterschappen zal de uiteindelijke volgorde van te verbeteren dijkvakken moeten worden vastgesteld.

---

## 8.2 Aanbevelingen

Voor de onderstaande kennisleemtes wordt aanbevolen meer inzicht te verkrijgen door middel van a.o. onderzoek.

- Natuursteen ingegoten/overgoten met asfalt. Voor dit type dijkbekledingen is geen goede toetsmethode voorhanden. Begin 2002 wordt verwacht dat meer duidelijkheid is verkregen over de aard en omvang van benodigd onderzoek, omdat de resultaten van een uitgevoerde prototype proef dan verwerkt zullen zijn.
- Inklemming steenzettingen. Hierover is nog niet goed bekend in welke mate dit aspect verantwoord meegenomen kan worden bij het toetsen. Praktijkonderzoek ter ondersteuning van nieuwe inzichten is onmisbaar.
- Noorse steen. Het tijdens dit project uitgevoerde onderzoek naar een eenvoudige toetsmethode voor dijkbekledingen met Noorse steen is gebaseerd op stabiliteitsformuleringen voor breuksteen en heeft geresulteerd in een conservatieve benadering waarmee voor veel dijkbekledingen met Noorse steen de toetsscore “twijfelachtig” blijft. Vervolgonderzoek om tot een meer verfijnde benadering te komen is wenselijk.
- Lange golven. De huidig gehanteerde toetsmethode is niet goed bruikbaar voor situaties waarbij golfperiodes relatief groot zijn. Met name voor de kustlocaties kan dit een belangrijke rol spelen. Begin 2002 wordt een uitgewerkt plan verwacht waarin de benodigde onderzoeken voor het invullen van deze kennisleemte aangegeven zullen zijn.
- Weerstand tegen afschuiving. Voor dit mechanisme wordt verwacht dat de huidige conservatieve toetsmethode wellicht verfijnd kan worden. Oriënterende berekeningen ter ondersteuning van deze gedachte zijn reeds uitgevoerd. Meer duidelijkheid over eventueel benodigd nader onderzoek wordt begin 2002 verwacht.

---

## 9 Literatuur

- lit. 1 Leidraad Toetsen op Veiligheid, Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, augustus 1999
- lit. 2 Landelijke Inventarisatie gezette steenbekledingen op zee- en meerdijken, artikel in "het waterschap nr. 16-1998" door L. van Asperen en J. van Loon
- lit. 3 Brief aan de Directeur Generaal van Rijkswaterstaat, d.d. 3 maart 1997, van W. van der Kleij, P. van der Maas, A. Paape, G.J. Schiereck
- lit. 4 Hydraulische randvoorwaarden voor Primaire Waterkeringen, Rijkswaterstaat, DWW Delft, september 1996
- lit. 5 Handleiding Steentoets, Rijkswaterstaat, DWW Delft, april 2000, J. Litjens-van Loon en J. Schaap
- lit. 6 Ontwikkeling toetsmethode Noorse Steen, nr. WIS-R-00.002, RWS BD.
- lit. 7 Toetsing Noorse steen IJsselmeerdijken van USHN, RWS DWW, januari 2001
- lit. 8 Toetsing Noorse steen IJsselmeerdijken van Wetterskip Fryslân, RWS DWW, januari 2001
- lit. 9 Rijkswaterstaat directie Zeeland, Projectbureau Zeeweringen; Projectscoop 2001 (concept); 9 februari 2001
- lit. 10 Grondmechanica Delft; Inventarisatie sterkte gezette taludbekledingen in Nederland, samenvattend rapport; CO-371780/23; januari 1997
- lit. 11 Brief van DWW aan Rijkswaterstaat directie Zeeland, 20 november 1997, kenmerk AK975235
- lit. 12 Brief van RIKZ aan Rijkswaterstaat directie Zeeland, 24 juli 1998, kenmerk RIKZ/OS986296
- lit. 13 Memo van Projectbureau Zeeweringen aan Hoofdkantoor van Rijkswaterstaat, 9 juli 1997, kenmerk PZDR-M-97024
- lit. 14 Interne memo Projectbureau Zeeweringen, 30 november 1999, kenmerk PZDR-M-99011
- lit. 15 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (Deel 1); juni 2000
- lit. 16 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (Deel 2); oktober 2000
- lit. 17 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen, Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (Deel 3); november 2000

---

lit. 18 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen,  
Waterschap Zeeuwse  
Eilanden (Deel 1); juni 2000

lit. 19 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen,  
Waterschap Zeeuwse  
Eilanden (Deel 2); november 2000

lit. 20 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen,  
Ijsselmeerdijken Noordoostpolder, Oostelijk Flevoland en Afsluitdijk, RWS RDII;  
januari 2001

lit. 21 AVECO/Oranjewoud; Kwaliteitscheck Toetsingen Steenzettingen,  
Ijsselmeerdijken  
Friesland, Waterschap Friesland; januari 2001

lit. 22 Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde; Notitie  
kwaliteitscheck toetsing steenzettingen Ijsselmeerdijken, Hoogheemraadschap  
van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier; februari 2001

lit. 23 Rijkswaterstaat, RIKZ; Golfvandvoorwaarden op de Westerschelde  
gegeven een 1/4000 windsnelheid; november 1997

---

# Bijlage I Eindverslag kwaliteitsgroep TAW

## Eindverslag van de TAW Kwaliteitsgroep Steenzettingen

Aan: mevr. ir. S. Nurmohamed (Dienst Weg- en Waterbouwkunde)

Van: ing. L.A. Philipse, ir. E. van Hijum, ir. J.A. van Herpen

Datum: 3 september 2001

---

### Inleiding

In de afgelopen jaren heeft de Kwaliteitsgroep Steenzettingen het project 'landelijke inventarisatie steenzettingen' nauwlettend gevolgd. Haar bevindingen zijn neergelegd in diverse notities en verslagen. Inmiddels loopt het project ten einde.

Onderhavige notitie bevat het eindverslag van de kwaliteitsgroep

### Samenstelling kwaliteitsgroep

Ing. L.A. Philipse (voorzitter vanaf 1-1-2001).

ir. G.J. Schiereck (lid en voorzitter tot 1-1-2001).

ir. E. van Hijum.

ir. J.A. van Herpen.

In 1999 is de kwaliteitsgroep ad hoc aangevuld met prof. J.A. Battjes en prof. J.K. Vrijling in verband met de randvoorwaarden van de Oosterschelde en het IJsselmeer.

### Taakstelling kwaliteitsgroep

Het bewaken van de kwaliteit van de veiligheidstoetsingen van het project 'landelijke inventarisatie steenzettingen'. Dit bestaat naast het controleren van de resultaten van de veiligheidstoetsing ook uit het beoordelen van de methodiek en procedures.

De kwaliteitsgroep ressorteert onder TAW-werkgroep Techniek en wordt aangestuurd door en rapporteert aan de Dienst Weg-en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat.

### Chronologisch overzicht

#### Januari 1999

Beoordeling van de stukken:

- 'Programma landelijk onderzoek steenzettingen (Notitie J.B.A. Weijers, 4-1-1999);
- 'Reststerkte betreffende steenzettingen';
- 'Checklist van in situ te verzamelen gegevens', Bijlage B uit rapport 'Plan voor de gedetailleerde toetsing van gezette bekledingen', i166.

Dit is neergelegd in een notitie waarin de afzonderlijke commentaren van de leden van de kwaliteitsgroep zijn samengevat.

---

### **Februari 1999**

Beoordeling programma steentoets:

- testprocedure steentoets;
- 'handleiding toetsen dijkbekledingen', Projectbureau Zeeweringen (PZDT-R-98229, 27-05-98);
- 'Excel-programma voor toetsing versie 2.0 handleiding WL bij spreadsheet, aug. 1998.

Een samenvattende reactie van de kwaliteitsgroep is aan de voorzitter van TAW op 25-2-'99 gezonden.

### **Mei/december 1999**

Beoordeling van het rapport 'Golfrandvoorwaarden Oosterschelde voor dijkbekledingen', door RIKZ, 1 februari 1999. Bij deze beoordeling zijn prof. Battjes en prof. Vrijling betrokken geweest. Dit heeft geresulteerd in een rapport 'Audit golfrandvoorwaarden Oosterschelde', oktober 1999. Op 3 december 1999 is het rapport besproken met vertegenwoordigers van RIKZ en DWW (verslag H. de Looft, DWW).

### **Juni 1999**

Commentaar op de notitie 'Randvoorwaarden voor het toetsen van bekledingen langs het IJsselmeer en Markermeer', van H. de Waal (RIZA) en M.v.d. Paverd (DWW), 23-3-99.

Bij de beoordeling is tevens prof. J. Vrijling betrokken geweest.

Het commentaar is mondeling toegelicht aan de DWW op 11-7-1999. Hiervan is door L. van Asperen een verslag gemaakt. Op 1 februari 2000 is door E. van Hijum een toelichting gegeven aan de Klankbordgroep Steenzettingen.

### **April 2000**

Commentaar op:

- 'concept rapportage kwaliteitscheck toetsingen steenzettingen waterschap Zeeuws Vlaanderen', Aveco, 5-04-2000;
- 'concept rapportage kwaliteitscheck toetsingen steenzettingen waterschap Zeeuwse Eilanden', Aveco, 25-2-2000;
- Notitie: 'selectie van vakken ten behoeve de kwaliteitscheck op toetsingen van steenzettingen';
- Brief 'landelijke inventarisatie steenzettingen' van HD-RWS (24 maart 2000, HKW-AK-2000/5657);
- Notitie 'Plan van aanpak om te komen tot een betere kostenraming t.b.v. de Tweede Kamer', 5 april 2000, JEV 050400.

Het commentaar van de kwaliteitsgroep is gerapporteerd aan mevr. J. Litjens (DWW) op 29 juni 2000

De leden van de kwaliteitsgroep hebben op 21 juni 2000 een toelichting gegeven aan de klankbordgroep steenzettingen.

---

### **Februari/maart 2001**

Commentaar op:

- 'kwaliteitscheck toetsingen Zeeuws Vlaanderen deel 2', Brief RWS-DWW, 9-2-2001;
- 'kwaliteitscheck toetsingen Zeeuws Vlaanderen deel 3', Brief RWS-DWW, 9-2-2001;
- 'kwaliteitscheck Zeeuwse eilanden deel 2', Brief RWS-DWW, 9-2-2001;
- 'Wetterskip Fryslân', Brief RWS-DWW, 12-2-2001;
- 'RWS directie IJsselmeergebied', Brief RWS-DWW, 12-2-2001;
- Hoogheemraadschap USHN, Brief RWS-DWW, 12-2-2001.

Het commentaar is samengevat in een notitie aan mevr. Litjens (DWW) van 9 maart 2001.

### **April/mei 2001**

Commentaar op:

1. Briefwisseling over de uitgevoerde kwaliteitscontroles:
  - brief 'Toetsing en kwaliteitscheck Westerschelde en IJsselmeer' van DWW aan kwaliteitsgroep van 10 april 2001;
  - bijlage 1: reactie kwaliteitsgroep steenzettingen aan DWW 9 maart 2001;
  - bijlage 2: brief DWW aan TAW-A kwaliteitsgroep steenzettingen 6 september 2001;
  - bijlage 3: brief waterschap Zeeuwse Eilanden aan voorzitter Klankbordgroep steenzettingen;
  - bijlage 4: diverse brieven voorzitter kwaliteitsgroep aan waterschap Zeeuwse eilanden en Zeeuws-Vlaanderen;
2. Beheerdersoordelen:  
Brief DWW met als bijlagen de beheerdersoordelen Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, Zeeuwse Eilanden, Hoogheemraadschap van USHN en Wetterskip Fryslân;
3. Toetsing Noor(d)se steen:
  - brief DWW aan kwaliteitsgroep steenzettingen dd 10 april 2001;
  - bijlage 1: oplegnotitie toetsmethode Noordse steen met hoofdrapport;
  - bijlage 2: toetsing Noordse steen IJsselmeerdijken van Friesland;
  - bijlage 3: toetsing Noordse steen IJsselmeerdijken van USHN.

Dit heeft geleid tot een notitie van 1 mei 2001 aan mevr. Litjens (DWW) die besproken is in de vergadering van de kwaliteitsgroep met de DWW op 2 mei 2001.

### **Augustus 2001**

Eindverslag van de Kwaliteitsgroep.

---

## Werkwijze

De kwaliteitsgroep heeft zich bezig gehouden met het becommentariëren van stukken die door diverse partijen zijn opgesteld in het kader van de landelijke veiligheidstoetsing steenbekledingen. In deze context was de rol van de kwaliteitsgroep passief: de DWW bepaalde welke stukken aan de kwaliteitsgroep voor commentaar werden voorgelegd en het betrof een beoordeling achteraf van zaken die, vaak al geruime tijd daarvoor, waren uitgevoerd. Het commentaar van de groep was aan de DWW gericht die voor verdere verspreiding naar relevante partijen zorg droeg.

De kwaliteitsgroep heeft tijdens haar werk geen rechtstreeks contact gehad met de opstellers van de te beoordelen stukken of met andere belanghebbenden, met uitzondering van de vergaderingen van de klankbordgroep op 1 februari en 21 juni 2000 waar een toelichting werd gegeven.

Door deze positie heeft de kwaliteitsgroep haar werk onafhankelijk en objectief kunnen uitvoeren. Door het feit dat de tijd tussen het opstellen van de te beoordelen stukken en de beoordeling en vervolgens, de tijd waarop door de DWW werd doorgerapporteerd aan de belanghebbenden, vaak zeer lang was, kunnen vraagtekens worden gesteld bij de doeltreffendheid van de kwaliteitschecks.

Het werk van de kwaliteitsgroep kan globaal in twee perioden worden ingedeeld:

- 1999: in deze periode is voornamelijk commentaar geleverd op methodieken en werkwijzen voor de toetsing;
- 2000 en 2001: tijdens deze periode is voornamelijk de kwaliteitstoetsing zelf aan de orde geweest.

## Bevindingen en aanbevelingen

Voor het gedetailleerde commentaar van de kwaliteitsgroep wordt verwezen naar de diverse rapportages die in de loop der tijd zijn opgesteld.

### 1999

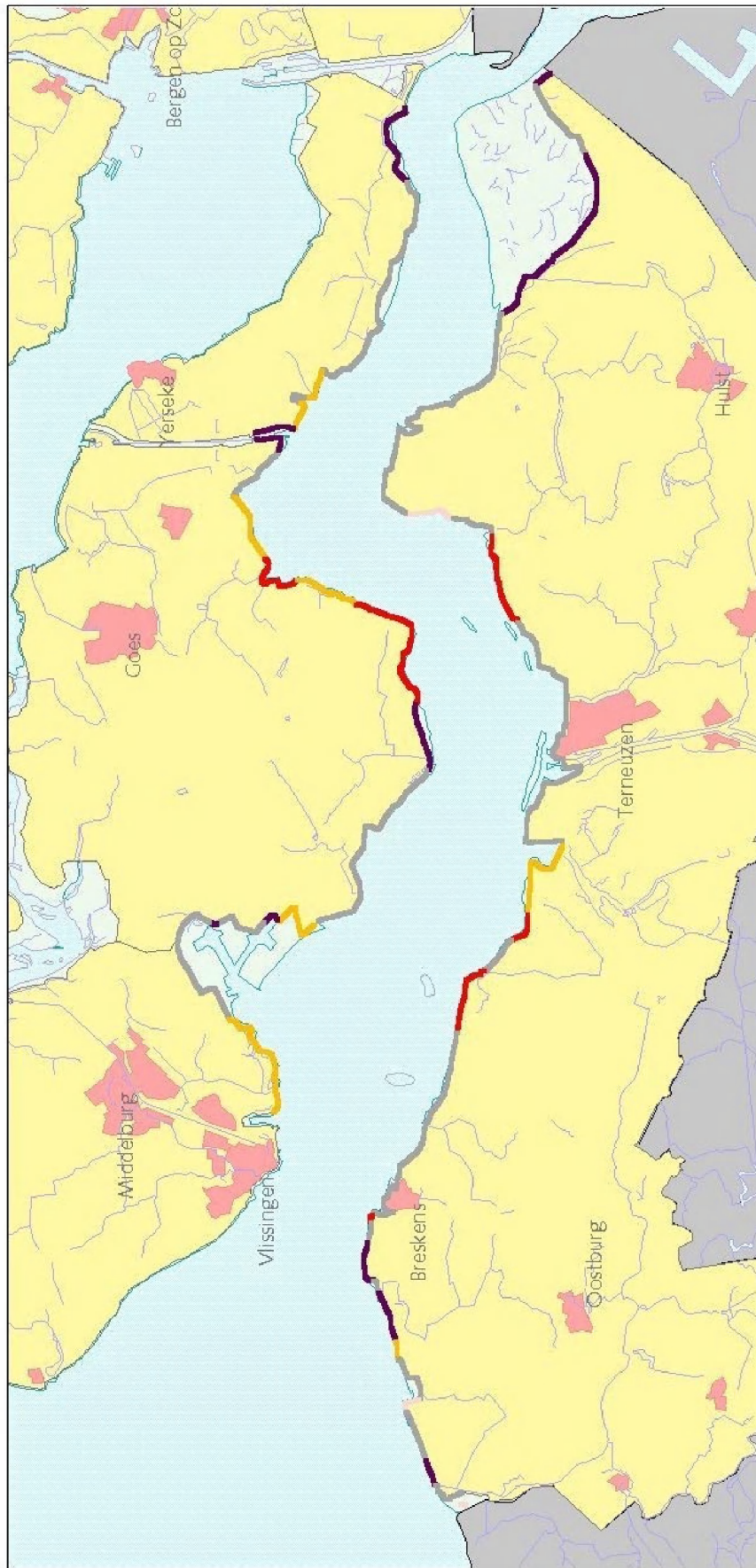
- Aanbevelingen zijn gedaan voor de praktische bruikbaarheid van de checklist die door de beheerders dient te worden gebruikt bij het verzamelen van in situ gegevens.
- Kanttekeningen zijn geplaatst bij het programma steentoets, met name ten aanzien van het gevaar van onoordeelkundig gebruik.
- Kritische opmerkingen zijn gemaakt bij de wijze van het tot stand komen van de in rekening te brengen hydraulische randvoorwaarden langs de Oosterschelde, die afwijken van het Randvoorwaardenboek 1999.
- Kanttekeningen zijn geplaatst bij de betrouwbaarheid van het toetsingsmodel, met name bij het niet in evenwicht zijn van de sterkte- en de belastingkant.

- Bij de uitvoering van de kwaliteitstoetsing is aantal foutenbronnen geconstateerd:
  - bij de bewerking van de gegevens door het programma steentoets. Dit blijkt uit de kwaliteitscontroles door Aveco en Oranjewoud. Er kan worden geconcludeerd dat het programma Steentoets een betrouwbaar instrument is, zeker omdat de resultaten enigszins aan de conservatieve kant zijn;
  - bij de invoer van de gegevens van het inspectieformulier naar het programma. Hier blijken veel fouten voor te komen zoals uit de controle van Aveco en Oranjewoud is gebleken. Controle was en blijft dus steeds hard nodig. De keuze van de DWW om een externe controle door onafhankelijke bureaus te laten uitvoeren blijkt heel juist te zijn geweest;
  - bij de verzameling van de basisgegevens. Het is gebleken dat bij de in situ verzameling van gegevens de nodige onvolkomenheden aanwezig zijn. Dit komt mede doordat het vaak zeer moeilijk tot onmogelijk is om de gevraagde informatie te genereren en de kwaliteit van de eigenlijke gegevensinwinnings veelal onvoldoende is. Dit resulteert in het schatten van gegevens indien ze in het veld niet goed of gemakkelijk te bepalen zijn, het noteren op verkeerde plaatsen, het afleiden uit (onbetrouwbare) aanleggegevens, het invullen op basis van (ontoereikend) engineering judgement en het gebruik van standaardwaarden zonder dat de moeite wordt genomen dit in de praktijk te controleren. De afwijkingen tussen de verschillende waterschappen en inspecteurs zijn aanzienlijk. De kwaliteitsgroep kan geen oordeel geven over de invloed van de gegevensinwinning op de resultaten van de inventarisatie maar stelt hierbij wel vraagtekens. Hooguit kan worden gesteld dat, doordat de waarden vaak aan de veilige kant zijn genomen en daardoor veel is afgekeurd, de kans op onveilige situaties gering is. Aanbevolen wordt dat de kwaliteit van het inwinnen van basisgegevens wordt verbeterd en dat de controle door de DWW zich ook hierop gaat richten.
- Beheerdersoordelen blijken mede te worden beïnvloed door uitvoeringsaspecten. Er wordt op basis van verwachtingen te lichtvaardig omgegaan met afkeuringen. Een motivatie indien het oordeel uit steentoets afwijkt van het beheerdersoordeel wordt zinvol geacht.
- De veiligheidsbeoordelingen van USHN en Friesland op de bekledingen van Noorse steen hebben geen waarde. De ontwikkeling van een toetsmethode voor Noorse steen is daarom nodig. Overigens kan de beschouwing over dit onderwerp in de rapportage van de kwaliteitsgroep aanleiding geven tot een ander standpunt. Hierin worden kritische kanttekeningen gesteld bij de gebruikte veiligheidsfactor. In dat geval is het oppervlak te verbeteren steenbekleding dusdanig klein zijn dat vervanging goedkoper kan zijn dan de ontwikkeling van een nieuwe toetsmethode.
- Aanbevolen wordt dat de ervaringen opgedaan tijdens het project intensief worden benut om de kwaliteit van toekomstige inventarisatie te verbeteren. Kennisoverdracht aan de daadwerkelijk bij de uitvoering betrokken personen kan hierbij een goed instrument zijn.

---

## **Bijlage II Resultaten technische prioritering**

## Technische prioritering Westerschelde



### LEGENDA

- waterwegen
- water
- grotere plaats
- dijkringen
- buitendijks gebied
- België

- technische prioriteringsklasse
- I. 0 - 25% onvoldoende
  - II. 25 - 50% onvoldoende
  - III. 50 - 75% onvoldoende
  - IV. 75 - 100% onvoldoende
  - voorgenomen verbeteringswerk of reeds verbeterd anders dan steenzetting

### Beheer:

Waterschap Zeeuws-Vlaanderen  
Waterschap Zeeuwse Eilanden  
Rijkswaterstaat Directie Zeeland

Project:  
Landelijke Inventarisatie Steenzettingen

Datum: januari 2002

0 2,5 5 Kilometers

Schaal 1:300000



Rijkswaterstaat  
Dienst Wijk en Waterbouwkunde

## Technische prioritering IJsselmeer



### LEGENDA

|                    |                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| waterwegen         | technische prioriteringsklasse                                          |
| water              | I. 0 - 25% onvoldoende                                                  |
| grotere plaats     | II. 25 - 50% onvoldoende                                                |
| dijkringen         | III. 50 - 75% onvoldoende                                               |
| buitendijks gebied | IV. 75 - 100% onvoldoende                                               |
|                    | voorgenomen verbeteringswerk of reeds verbeterd anders dan steenzetting |

**Beheer:**  
Wetterskip Fryslân  
Hoogheemraadschap van  
Uitwaterende Sluizen in  
Hollands Noorderkwartier  
Waterschap Zuiderzeeland  
Rijkswaterstaat Directie  
IJsselmeergebied

**Project:**  
Landelijke Inventarisatie Steenzettingen  
Datum: januari 2002

0 2.5 5 Kilometers  
Schaal 1:50000



Rijkswaterstaat  
Dienst Weg- en Waterbouwkunde