

ter, worden, naar wordt aangenomen, beter gekarakteriseerd door de hoeveelheid water die erover slaat dan door het aantal golven. In navolging van de leidraad bovenrivieren is dan ook de hoeveelheid overslag als een criterium ingevoerd waarop een dijk moet worden berekend. Deze hoeveelheid wordt afhankelijk gesteld van de kwaliteit van dijk: 0,10, 1,0 of 10 l/s/m<sup>1</sup>. De criteria zijn zo gekozen dat een dijk tegen deze overslag bestand is gedurende de tijd dat een storm duurt. Slaat er meer water over een dijk dan wordt van "overbelasting" gesproken. Enige overbelasting zal in het algemeen nog niet tot een doorbraak leiden. Globaal geldt, dat bij 2% golfoploop bij zwaar aangevallen zeedijken 2 l/s/m<sup>1</sup> en bij rivierdijken slechts 0,1 l/s/m<sup>1</sup> overslag optreedt. Een gelijk overslagcriterium resulteert dus in relatief lagere rivierdijken.

b. De kruinhoogte

De kruinhoogten van de dijken in het benedenrivierengebied werden sinds 1953 via verschillende procedures bepaald.

Aanvankelijk werden ze ontworpen op het ontwerppeil en werd voor de berekening van de golfoploop een "maatgevende wind" aangehouden. De keuze van de maatgevende wind gaf echter problemen. Voor dijken, die nabij de kust op het noordwesten lagen kon conform de adviezen van de deltacommissie 31 m/s worden aangehouden. Dit ging echter niet op voor dijken die anders waren georiënteerd (b.v. op het zuidwesten) en/of in een gebied lagen waar de rivierafvoer mede bepalend was voor het ontwerppeil.

Om hieraan tegemoet te komen werd door de provincie Zuid-Holland een rekenmodel ontwikkeld waarmee voor ieder dijkvak de kans kan worden berekend dat overbelasting door golfoverslag optreedt. Als uitgangspunt voor de kruinhoogte wordt dan de hoogte aangehouden waarbij deze kans gelijk is aan de overschrijdingskans van het ontwerppeil. De dijken worden dus niet meer alleen op het ontwerppeil berekend, maar alle gevaarlijke combinaties van waterstand en golfaanval worden in de kansberekening betrokken.

Dit relatief eenvoudig te hanteren model wordt beschouwd als een redelijk goede interpretatie van de norm. Toch is deze dijkvakbenadering in principe minder juist. Het gaat immers niet om de veiligheid van de dijkvakken zelf, maar om die van het achterliggende gebied, de dijkring. Praktisch is een meer flexibele en efficiënte aanpak mogelijk door afstemming van de dijkvakken op elkaar.

In de leidraad is daarom de voorkeur gegeven aan voor wat wordt genoemd: "de dijkringbenadering". De dijkhoogten worden dan gerelateerd aan de kans dat ergens langs de ringdijk die om het beschermende gebied ligt overbelasting optreedt; dat is dus de kans dat ergens meer water over de dijk slaat dan veilig wordt geacht.

Deze kans wordt weer gelijkgesteld aan de "veiligheidsnorm" dus de kans dat het ontwerppeil wordt overschreden ( $1/1250 - 1/10000$  per jaar). Uit gedetailleerde proefbereke-

ningen is gebleken dat deze benadering in het benedenrivierengebied tot gemiddeld 2 à 3 dm hogere dijken zou leiden dan de dijkvakbenadering. Vervanging van het 2% ophoogcriterium door de overslagcriteria leidt tot gemiddeld 25 cm lagere dijken.

Bij gelijktijdige invoering van beide verbeteringen worden de dus nog te versterken dijken gemiddeld even hoog als bij de oude benadering. De betere afstemming van de dijkvakken op elkaar resulteert echter wel in een hogere gebiedsveiligheid.

Bij de aldus berekende kruinhoogten komen nog toeslagen voor de zeespiegelrijzing, buistoten en bui-oscillaties. De dijkringbenadering vereist het gebruik van een computer (P.C.). Voor operationeel gebruik staat een programma ter beschikking van de gebruikers van de leidraad. Bestudering van de bijbehorende handleiding maakt het de dijkbeheerders en hun adviseurs mogelijk de nodige berekeningen uit te voeren.

c. De stabiliteit van dijktaluds

De methode voor de berekening van de stabiliteit in de nieuwe leidraad sluit geheel aan op de leidraad voor de bovenrivieren en op de huidige procedures in het benedenrivierengebied. Er zijn echter twee belangrijke uitbreidingen.

De eerste uitbreiding betreft methoden voor berekening van niet-permanente grondwaterbeweging. Er kan namelijk worden geprofiteerd van de relatief korte duur van de stormvloeden (2 à 3 getijden). Deze is veel te kort voor een volledige aanpassing van de grondwaterspanningen in dikke slappe-lagenpakketten. Als het nodige aanvullende onderzoek wordt gedaan, is het in vele gevallen dan ook verantwoord om er bij de stabiliteitsberekeningen gebruik van te maken.

De tweede uitbreiding betreft de vervorming. De dikke slappe-lagenpakketten maken het namelijk nodig dat ook naar de vervorming wordt gekeken. De weerstand die deze lagen tegen afschuiving kunnen bieden wordt pas geheel gemobiliseerd nadat een soms forse vervorming heeft plaatsgevonden. Deze vervorming kan ontoelaatbaar zijn met het oog op scheurvorming in het dijklichaam en zinking van de kruin. De vervorming kan worden berekend met elasto-plastische eindige-elementenmodellen, die voor praktisch gebruik nogal complex zijn. In de leidraad is een vrij simpele benadering gegeven: "de drukstaafmethode". Deze is op te vatten als een uitbreiding van de bekende glijvlakmethode en spreekt visueel in ieder geval erg aan.

Volgens de norm moeten de dijken worden berekend op het ontwerppeil. In de leidraad worden veiligheidsfactoren gegeven, die in de stabiliteitsberekeningen moeten worden ingevoerd. Deze factoren zijn langs probabilistische weg afgeleid. Als uitgangspunt is gehanteerd, dat de totale kans op stabiliteitsverlies bij waterstanden beneden het ontwerppeil ongeveer 10% is van de kans dat het ontwerppeil wordt overschreden. Dit wordt toegelicht in de appendices die aan de leidraad zijn toegevoegd.

In beginsel worden drie typen factoren gehanteerd, namelijk: materiaal factoren, modelfactoren en schadefactoren.

De materiaalfactoren en de modelfactoren dienen om de onzekerheden in de materiaalparameters en in het rekenmodel voor de stabiliteitsanalyse in rekening te brengen.

De schadefactoren dienen om het gewenste veiligheidsniveau voor een dijkkring te waarborgen. Ze zijn dan ook afhankelijk van de voor de dijkkring vastgestelde kans dat het ontwerppeil wordt overschreden.

In de schadefactor wordt ook het "lengte-effect" verdisconteerd. Een waterkeringssysteem rond een dijkkring is een aaneenschakeling van stukjes waterkering, elk met een eigen kans op het optreden van instabiliteit. Hoe langer de waterkering hoe groter de kans op een locale instabiliteit. Bij een gegeven richtlijn voor die kans zal derhalve de toelaatbare bijdrage van elke stukje kleiner worden naarmate de lengte van de waterkering groter is.

De schadefactoren die in de leidraad worden genoemd zijn dan ook afhankelijk van de totale lengte van de waterkering rond een dijkkring.

d. Schade aan belendingen

Aanleg en verzwaring van dijken op slappe grond kunnen door ongelijkmatige zakking en horizontale vervorming, schade veroorzaken aan gebouwen die in de buurt liggen. Voorspellingen voor het optreden van schade kunnen op grond van ervaring worden gemaakt.

De leidraad heeft de ervaringsregels overgenomen die bij de provincie Zuid-Holland beschikbaar zijn.

e. Vreemde objecten

Er wordt wel onderscheid gemaakt tussen vreemde elementen en vreemde objecten. Vreemde elementen, zoals damwanden en afsluitbare coupures, maken onderdeel uit van de waterkering. Zij worden toegepast waar uitvoering in grond, b.v. door gebrek aan ruimte, op bezwaren stuit. Vreemde objecten, zoals bebouwing en leidingen, maken geen deel uit van de waterkering maar zijn om tal van redenen die niets met de waterkerende functie te maken hebben aanwezig.

In de leidraad worden de gevolgen die zowel de elementen als de objecten voor de veiligheid kunnen hebben nog eens opgesomd. Meer nog dan in het eerste deel wordt onderkend dat zij niet onder alle omstandigheden zijn te vermijden. Gedetailleerde richtlijnen waaraan zij zouden moeten worden getoetst, zijn echter nauwelijks te geven. Veel moet worden overgelaten aan het technisch inzicht van de constructeurs en de wijsheid van de coördinatiegroepen.

5. Verdere ontwikkelingen

Ruim een halve eeuw geleden was het ontwerpen en onderhouden van dijken nog een hoofdzakelijk ambachtelijke aangele-

genheid. Voor de dijkhoogte ging men uit van de hoogste waterstand die bekend was, voor de constructie had men eenvoudige empirische regels voor taludhellingen, steenbekleding, grasmatten en andere onderdelen. In de loop der jaren werden steeds meer schademechanismen voor berekening vatbaar.

Analyses van stormvloeden en hoogwatergolven op de rivier geven een vrij betrouwbaar beeld van de te verwachten belastingen. Het inzicht in de weerstand die een dijk biedt tegen ondermeer overslaand water en piping blijft nog wat achter.

In de leidraad komt vooral de technisch-wetenschappelijke ontwikkeling uit de verf. Hierbij mag echter niet worden vergeten dat de betrouwbaarheid van onze dijken nog voor een groot deel is gebaseerd op door ervaring verkregen technisch inzicht.

Voorzichtigheid blijft dan ook geboden, vooral daar waar directe ervaring ontbreekt, zoals bij het gedrag van onze dijken onder extreme en ongekende weersomstandigheden, bij ijsgang of bij nieuwe constructies zoals kruisingen met hogedrukleidingen.

Het vertrouwen in onze dijken wordt -onbedoeld- wel erg gesterkt: enerzijds door specialistische studies die wel eens de indruk wekken dat we op grond van slechts een eeuw waarnemingen precies de uiterst kleine kans kunnen voorspellen dat er iets mis gaat en anderzijds door sommige natuur- en landschapbeschermers die de pers halen met berichten dat onze dijken veel te hoog en te zwaar zouden zijn.

Nu ga ik geen pleidooi houden voor nog hogere dijken en een nog rigoreuzere aanpak van vreemde elementen. Nadat de werken in het kader van de Deltawet zijn voltooid hebben we een uniek en ongekend veilig stelsel waterkeringen.

Ik vraag me echter wel af, of we niet te veel eieren in één mandje stoppen door vrijwel uitsluitend in onze maginotlinie, de primaire keringen te investeren. Zou het niet verstandig zijn iets meer aandacht aan rampenplannen te geven; al was het alleen maar door er voor te zorgen dat iedere burger weet wat hij moet doen in geval van een dijkbreuk? Kan hij veilig thuis blijven? Waar zijn de dichtsbijzijnde veilige plaatsen? Zijn hoge flats en woningen in diepe polders veilig?

Doelbewust handelen bij een ramp kan vele slachtoffers voorkomen. Dit valt echter buiten de materie waarover de leidraad gaat.

Mij rest nog om namens de projectgroep allen te danken die materiaal hebben toegeleverd en ik wil de hoop uitspreken dat de leidraad een bijdrage levert tot een afgewogen benadering van ons veiligheidsprobleem.

## Milieu en Waterkeringen

**Drs. N.A. van Brussel**

Directeur van de Stichting Zuidhollandse Mileufederatie

Kwart voor drie, het is niet de gunstigste tijd om een lezing te houden. In de meeste gevallen bereikt de slaperigheid van de toehoorders op die tijd het hoogtepunt. Wil ik de aandacht erbij houden, dan zal ik in de eerste plaats een interessant verhaal moeten vertellen, in de tweede plaats wat anekdotes moeten verwerken en in de laatste plaats wat vuurwerk moeten bewaren, om u zonodig wakker te maken. Dat vuurwerk heb ik voor het laatst bewaard. Of het interessant wordt kunt u zelf beoordelen en de anekdotes, ach laten we maar beginnen....

Voorzitter dames en heren,

De vraag waar wij vandaag voor staan is naar mijn mening: hoe kunnen we het rivierdijkverzwarringsprogramma zo uitvoeren dat de waarden van die dijken zoveel mogelijk intact blijven en zich verder kunnen ontwikkelen? Dat betekent ondermeer: "Wat moeten wij doen om de versterking van onze rivierdijken zo uit te voeren dat de schade aan natuur, landschap en bebouwing beperkt blijft tot het strikt onvermijdbare? -Zoals het voorwoord van het eerste deel van de leidraad vermeldt. In het vandaag gepresenteerde tweede deel wordt -slechts- gesproken van minimale schade aan gevestigde belangen. Onvermijdbare of minimale schade. Is het een moment van mindere aandacht bij het schrijven van het voorwoord of is er echt van een terugval in het denken over de waarde van dijken? Ik kom hier straks op terug. Vooreerst zal ik ingaan op de natuurwaarde van dijken.

Milieuorganisaties, geachte aanwezigen, houden zich onder andere bezig met natuur en landschap. Soms lijkt het de enige activiteit van milieuorganisaties, gezien de belangstelling die de pers voor dit onderwerp heeft. Voor wat betreft dijken is dit ook niet verwonderlijk. Volgens het Natuurbeleidsplan behoort het rivierengebied tot de nationale ecologische hoofdstructuur. In die hoofdstructuur zijn dijken de dragers van schrale bloemrijke graslandtypen, die vroeger algemeen voorkwamen op bijvoorbeeld zandige ruggen, zoals rivierduinen. Buiten de dijken zijn deze gebieden geheel verdwenen. Ik ben dan ook van mening dat die hoge waarden in de Wet op de Waterkeringen zouden moeten worden erkend. Een belangrijke stap in de goede richting zou zijn dat in die wet wordt opgenomen dat de waterkeringen naast hun waterstaatkundige hoofdfunctie ook een natuurfunctie bezitten. Onderzoek van de Adviesgroep Vegetatiebeheer uit Wageningen heeft uitgewezen dat de waterstaatkundige functie in het algemeen niet haaks staat op de natuurfunctie. Wèl baart het natuurbeheer in financiële zin zorgen. Echter gegeven de belangrijke functie verdienen de waterkeringen ook in

financiëel opzicht extra aandacht voor een goed natuurbeleid. Als voorbeeld noem ik hier de beweiding met schapen. Voor de natuur leidt schapenbeweiding tot een oninteressante grasmat. Maaien en afvoer van het gras levert een veel bloemrijkere vegetatie. Zo'n grasmat heeft ook vanuit waterstaatkundig oogpunt een goede kwaliteit. Het is echter wel duurder: goed is niet altijd goedkoop.

Wèl, zie ik een deel van u denken, daar heb je ze weer die natuurjongens. Straks gaat ie het hebben over plantengeografische distrikten, over de Weide Geelster en de Wilde Cichorei. Over het boeiende onderwaterleven en niet te vergeten de belangrijke functie voor doortrekkende en overwinterende vogels. Maar het is nog geen tijd om onderuit te zakken. Milieu is meer dan natuur;

Milieu staat ook voor gezondheid (bijvoorbeeld de smog- en dioxineproblematiek) en veiligheid (bijvoorbeeld de kernenergie-diskussie en het vervoer van gevaarlijke stoffen). Wat betreft dit aspect hoeft de milieubeweging zich over veilige dijkhoogten gelukkig minder zorgen te maken. Die belangen worden in Nederland uitstekend behartigd.

Milieu staat ook voor een optimale functievervulling. Te noemen zijn hier de produktie van gezond drinkwater en goed zwem- en viswater.

Met name met het oog hierop wil ik uw aandacht vragen voor het gebruik van milieuvriendelijke materialen bij dijkverzwaring. Reeds in 1987 vroegen wij de overheid het gebruik van mijnsteen te reguleren via de W.V.O. (Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren). Mijnsteen kan allerlei verontreinigende en schadelijke stoffen bevatten, zoals zware metalen, polycyclisch aromatische koolwaterstoffen (PAK's), polycyclische chloorbyfenylen (PCB's) en sulfaten. In bestuursrechtelijke zin bleek hier sprake van een "toestemmingspraktijk" in plaats van een "vergunningenpraktijk". Inmiddels is het gebruik van dergelijke materialen wel WVO-plichtig. Mijnsteen wordt echter, zij het iets gecontroleerder, nog steeds gebruikt. Een concept C.U.W.V.O.-richtlijn waarin een echt beleid wordt uitgestippeld wordt vooralsnog opgehouden door de problemen die zijn ontstaan bij de opstelling van een doelmatig Bouwstoffenbesluit door het milieu-ministerie. Inmiddels gaat de gemeente Rotterdam een Milieueffektrapportage uitvoeren in verband met de voorgenomen demping van havens.

Voorzitter, dames en heren, u zult u afvragen waar het vuurwerk blijft. Ik kom daar zo aan toe. Eerst nog een stukje geschiedenis. Het is nu zo'n vier jaar geleden dat de Zuidhollandse Milieufederatie onder aanvoering van dr. Fred Muller uit de Coördinatie Commissie Dijkverzwaring stapte. Frustraties, ik geef het toe, over het verloop van de discussie over de maatgevende hoogwaterstanden waren mede reden voor dat besluit. Tot mijn verbazing, ik was toen net werkzaam bij de milieufederatie, werden wij kort daarna uitgenodigd bij het Provinciaal Bestuur. Kennelijk werd groot belang gehecht aan het commitment van de milieubeweging.

De uitnodiging van de Provincie Zuid-Holland werd dankbaar aanvaard. Onze inzet was: redden wat er te redden valt. De

diskussie over de maatgevende waterstanden was in het nadeel van de milieubeweging beslecht door het oordeel van de Raad van de Waterstaat. De discussie over kansberekening was geëindigd in een welles-nietes tussen een aantal heren van hoog wetenschappelijk niveau. Inroepen van een "third opinion" gaf geen oplossing, maar voegde slechts een derde opinie toe; niemand had gelijk. Op zo'n moment spelen argumenten geen rol meer en is het gewicht van de diskussiërende partijen doorslaggevend: de milieubeweging werd te licht bevonden. Redden wat er te redden valt dus en het Provinciaal Betuur wilde daar graag aan meewerken. De kiem werd gelegd voor het proefproject Sliedrecht. Een beleidsanalytische aanpak waarbij maatregelen in verband met de kerende hoogte al of niet werden gekombineerd met maatregelen in verband met bebouwing, wegverkeer, landschap, kwel enzovoorts. Tevens werd ervoor gezorgd dat de consequenties in brede zin -dus ook de gevolgen voor ruimtelijke ordening, milieu, scheepvaart, economie enzovoorts- zo evenwichtig en gunstig mogelijk waren. Bij zo'n beleidsanalyse worden opstellers gedwongen tot het expliciet maken van de veronderstellingen die zij maken, waar het ontbreekt aan voldoende kennis. De beleidsanalyse maakt het onmogelijk deze aannamen te verhullen. Wij waren en zijn enthousiast over het proefproject Sliedrecht en hadden verwacht de bevindingen van dit project in de leidraad terug te vinden. Helaas zijn we wat betreft bedrogen uitgekomen. De leidraad ademt een traditioneel technische geest en heeft een zeer geringe beleidsgevoeligheid. Dit zien wij als een terugval in het denken over de waarde van dijken. Aanwijzingen daarvoor zijn op tal van plaatsen in het algemene gedeelte terug te vinden. Zo wordt reeds op pagina 4 aangegeven dat wordt gestreefd naar continuïteit "ook wat betreft de ernst van de ingreep". Op pagina 11 wordt aangegeven dat de nieuwe richtlijnen "vloeiend moeten aansluiten op de in de laatste decennia gegroeide praktijk in het benedenrivierengebied". Op pagina 13 wordt gesproken van "vreemde objecten in de dijk". De benadering van bijzondere constructies is sowieso erg vijandig. Er worden alleen nadelen opgesomd, terwijl de bezwaren tegen conventionele dijken gemakshalve worden verzwegen. Bijzondere constructies worden alleen overwogen indien het niet anders kan (pagina 40). Dit is in lijnrechte tegenspraak met de beleidsanalytische aanpak. Op pagina 19 wordt gepleit voor het thans reeds aanbrengen van extra verhogingen voor "moeilijke situaties". Men wil ook liever niet wachten met het "verplaatsen" van panden, terwijl de mogelijkheid van opvijzelen niet wordt genoemd. Verhogingen voor de toekomst zijn overigens in het verleden door de minister steeds afgewezen.

Nu, zult u zeggen, de beleidsanalytische aanpak is een zaak voor de beheerder, wij geven slechts technisch advies. Dat lijkt mij een achterhaald standpunt. Ook in technische adviezen wordt gewerkt met aannames en impliciete keuzes. Probleem daarbij is dat de complexiteit en wetenschappelijke status van het voorbereidingsproces van een dijkverzwaring er toe leiden dat de uitkomsten ervan een dwingende kracht verkrijgen voor

politici en andere betrokkenen zoals beheerders en constructeurs. Impliciete waarderingen en/of beslissingen kunnen daardoor worden gezien als het resultaat van een normatieve keuze.

Het werken met computermodellen versterkt deze dwingende kracht nog. Onze ervaringen met modellen in het kader van het "mobiliteitsscenario" en "landinrichting" bevestigen deze visie.

Meneer de voorzitter, dames en heren. Aan een definitief oordeel ben ik nog niet toe. Dat vergt nog verder studie en overleg met collega-organisaties. U hoort nog van ons.

Tot zover mijn schriftelijk voorbereide inleiding. Ik voeg daar nu nog een hartekreet aan toe. Ik ben vandaag onder de indruk gekomen van uw deskundigheid en oprechte bezorgdheid met betrekking tot de sterkte van de Nederlandse dijken. Ik heb u al gezegd dat veiligheid ook een milieuthema is. Milieu is echter meer. Voortdurend moeten afwegingen worden gemaakt om het hoogste milieurendement te halen. Daartoe is het noodzakelijk dat het milieudenken "verinnerlijkt", zoals Winsemius dat noemde. Met de waterschappen in Zuid-Holland doen wij in dit kader de laatste jaren bemoedigende ervaringen op. Samen met hen doen wij onder meer onderzoek naar de slootschoningsfrequentie met als doel het verkrijgen van een rijkere en meer gevarieerde slootkantvegetatie. Aan u zou ik tenslotte het volgende willen voorleggen. Veiligheid heeft natuurlijk eerste prioriteit als het om dijken gaat. Dijken hebben echter meer functies. Vanuit die gedachte beveel ik u het denken over een "milieutoets" van harte aan.



## Leidraden in de praktijk

**Ing. Th. Kamermans**

Projectleider dijkverzwaringen Heidemij Adviesbureau B.V

Mijnheer de voorzitter, dames en heren, tot slot een stukje dichter bij de praktijk.

De heren Agema en Roest hebben u vooral ingewijd in de opzet en de inhoud van de leidraad 2 en daarmee u meer met de theorie kennis laten maken.

De voorzitter van de TAW heeft aan mij gevraagd iets te vertellen over het gebruik van leidraden in de praktijk. Aan dat verzoek geef ik graag gehoor.

Voor leidraad 1 kan ik daaraan exact voldoen, maar leidraad 2 is pas heden verschenen, zodat ik betreffende het gebruik uiteraard alleen gericht op de toekomst kan spreken.

Ik zal vooral aan de hand van voorbeelden trachten u iets te vertellen over de gevolgen van de leidraden in de praktijk en wel aan de hand van 4 punten

1. ervaringen met leidraad 1;
2. enkele kanttekeningen bij leidraden;
3. mogelijkheden met leidraad 2;
4. wensen richting TAW.

### 1. ERVARINGEN MET LEIDRAAD 1

Voor de beheerder van dijken was, reeds lang voor de verschijning van leidraad 1, de overgang van de ambachtelijke naar een meer wetenschappelijk onderbouwde benadering groot en ging daarom gepaard met veel discussies. Door het decentrale bestel van het beheer van de waterkeringen waren vaak oeverloze discussies nodig om tot de vereiste ontwerpuitgangspunten te komen. Vroeger als het ware een tas per opdrachtgever en nu een boekje voor allen.

Leidraad 1 heeft met name meer uniformiteit in het advies- en ontwerpwerk gebracht. Door deze meer uniforme aanpak verkrijgen we meer gelijkwaardige oplossingen, zonder dat de vrijheid van de ontwerper sterk is beperkt. De leidraden geven goede uitgangspunten voor waterbouwkundig verantwoorde ontwerpen en belangrijke aanwijzingen voor bijzondere omstandigheden, kortom ze zijn richtinggevend.

Discussiepunten die dankzij leidraad 1 tot het verleden behoren zijn b.v.:

- de methode van golfoploopberekening/kruinhoogtebepaling
- de berekeningswijze van stabiliteit
- de berekeningswijze van bermhoogte en -breedte (uittreeverhagen)
- bewerken van laboratoriumgegevens tot ontwerpwaarden
- (ten dele) eisen te stellen aan klei.

Met de leidraden zijn eenduidige ontwerputgangspunten ontstaan, hetgeen heeft geleid tot grotere efficiency en daarom tot kostenbesparing. In de geldende planprocedures voor dijkversterking blijken leidraden van veel nut te zijn.

In figuur 1 heb ik aangegeven dat in elk stadium van deze procedure leidraad 1 in het bovenrivierengebied van toepassing is.

<b>procedure</b>	<b>leidraad</b>
<b>globaal onderzoek/plan</b>	<b>ruimtebeslag</b>
<b>nader onderzoek met uitgewerkt plan</b>	<b>berekening en ontwerpwaarden</b>
<b>bestek, uitvoeringseisen en -begeleiding</b>	<b>zetting en -verloop kwaliteitseisen waterspanningen</b>

**heidemij**  
Adviesbureau

figuur 1

Met name in de globale planfase acht ik leidraad 1 een wezenlijke bijdrage leveren aan de efficiency.

In figuur 2 heb ik dat apart in schema gezet. Door de leidraad is het met een beperkt onderzoek mogelijk redelijk betrouwbaar het ruimtebeslag vast te stellen. Daardoor is een betrouwbare belangenafweging mogelijk die tot goede keuzen tussen diverse tracés leidt. Hieruit volgt dat het nader (uitgebreide) onderzoek in terrein en laboratorium gerichter kan plaats vinden.

## Globale planfase



**heidemij**  
Adviesbureau

figuur 2

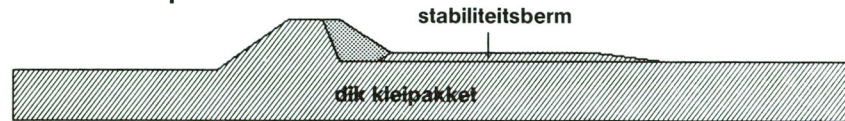
Is de leidraad een keurslijf?  
Ik wil deze vraag aan de hand van een voorbeeld beantwoorden.

Er bestond regelmatig discussie over de vraag of en zo ja, onder welke voorwaarden beplanting mag worden aangebracht op de berm. Een belangrijk aspect daarbij is het feit dat de bermen na de ophogingswerken meestal voor eigendom en gebruik bij de oorspronkelijke eigenaar blijven. De keuren van de waterschappen voorzien in het algemeen slechts in een verbod tot beplanting over een strook van 2 tot 5 meter uit de teen van de dijk. Beplanting op de berm kan de beheerder in de toekomst dus niet tegenhouden.

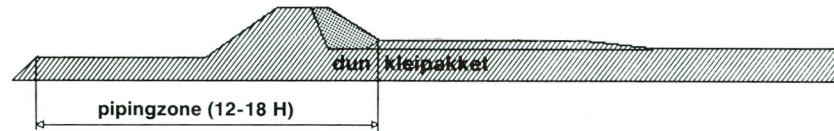
In figuur 3 ziet u hoe we, gebruikmakend van de op blz. 173 van de leidraad 1 aangegeven richting met dit probleem omgaan.

## Beplanting op bermen

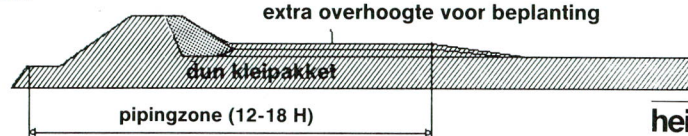
theoretische potentiaal



grenspotentiaal



grenspotentiaal



heidemij  
Adviesbureau

figuur 3

De basis is dat door (omgevallen) bomen geen extra wellen ontstaan, wij gaan als volgt te werk:

- Theoretische potentiaal, optredend bij dikke kleilagen binnendijks:  
beplanting zonder extra maatregelen akkoord, let wel: Diepwortelende hoge zware bomen voorkomen, of zo ver mogelijk van de dijkteen.
- Grenspotentiaal optredend bij dunne kleilagen binnendijks: hierbij 2 gevallen te onderscheiden:
  - a. de berm valt buiten de zgn. "pipingzone": zie opmerkingen bij "Theoretische potentiaal".
  - b. de berm valt binnen de zgn. "pipingzone": extra overhoogte maken om beplanting toe te kunnen staan.

Met gevarieerde beplanting op de binnenberm wordt bereikt dat het dominerende karakter van het verzwaarde dijklichaam visueel wordt beperkt. Tevens blijft het veelal kleinschalige karakter binnendijks zoveel mogelijk gehandhaafd. De ingreep zal (in de toekomst) daardoor landschappelijk beperkter van omvang blijken. Dit is slechts één voorbeeld. Het feit dat de leidraad voor diverse aspecten geen vaste aanbevelingen doet maar alleen richting geeft, zoals in dit geval, maakt leidraad 1 niet tot een keurslijf.

Op basis van wat ik heb gezegd over leidraad 1 kom ik tot de slotsom: De leidraden zetten "zoden aan de dijk"

## 2. ENKELE KANTTEKENINGEN BIJ DE LEIDRADEN

Zijn er dan geen kanttekeningen te plaatsen bij de leidraden van de TAW?

De gebruikers beschouwen de TAW als de denktank op het waterkeringsgebied. Trendsettend werk is mijns inziens ook de taak van de TAW ter voldoening aan art. 5 lid 1 van de Wet op de Waterkering.

De vraag is echter of zij erin slaagt om al haar ideeën en theorie over te brengen naar de basis. Hiermee bedoeld: de niet-specialisten. Om het vele denkwerk ten volle tot zijn nut te laten komen moet het aan de basis begrepen en gedragen worden en moet het praktisch uitvoerbaar zijn.

De eerste kanttekening plaats ik bij de eisen aan een van de belangrijkste bouwstoffen: klei. Deze eisen zijn moeilijk in een goed sluitend juridisch kader te plaatsen. De aannemer moet immers exact weten wat geleverd moet worden. De klei (een natuurprodukt) moet in voldoende mate winbaar zijn. Reeds voor verschijning van leidraad 1 werd ons op grond van de door ons opgenomen (beperkttere) eisen de vraag gesteld: "welke fabriek levert deze klei?".

Een zorgvuldig ontgrondingsbeleid kan verlies van geschikte klei voor dijkverzwaring wellicht voorkomen, b.v. door goed gescheiden opslag (depotvorming).

Een tweede kanttekening plaats ik bij de veiligheidsfilosofie, met betrekking tot de inundatiekans waarover professor Agema heeft gesproken. Er zal nog heel wat "zendingswerk" nodig zijn voordat we met Feuchtersleben kunnen zeggen dat de theorie niet de wortel, maar de bloem der praktijk is, of met andere woorden voordat deze denkwijze gemeengoed is geworden.

Een derde punt heeft betrekking op bekledingen op dijktafuds. Er is veel onderzoek verricht naar allerlei harde bekledingen maar er is nog steeds veel discussie wanneer een harde bekleding nodig is.

## 3. MOGELIJKHEDEN LEIDRAAD 2

Het verschil met leidraad 1 bestaat in hoofdzaak uit:

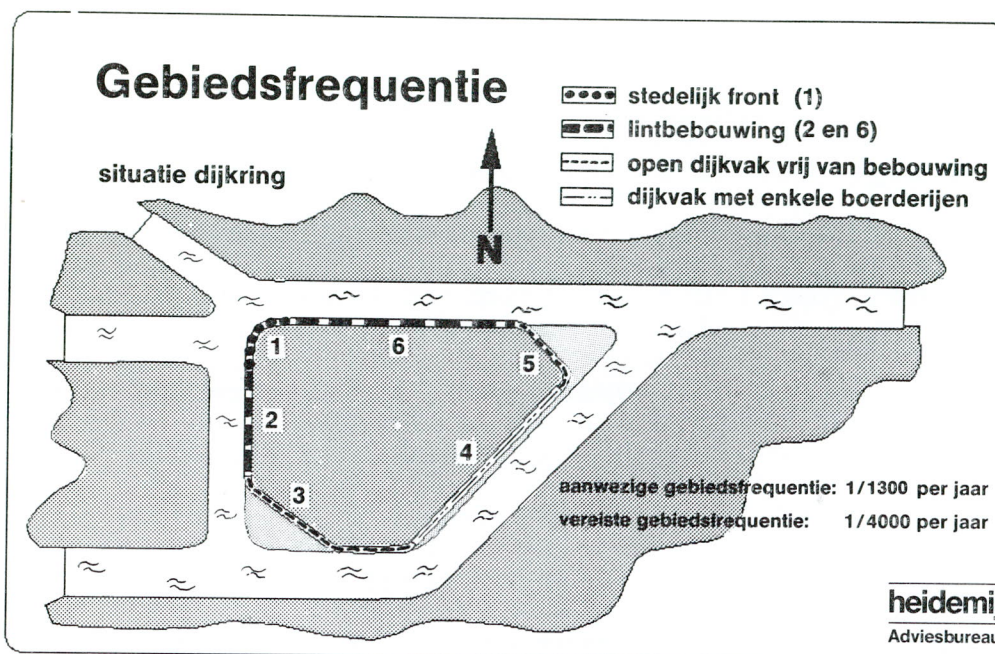
- de kruinhoogtebepaling (dijktafelhoogte)
- de bepaling van de stabiliteit (instationair en bij dikke slappe grondlagen).

### Dijktafelhoogte.

Er bestaat een sterk verband tussen dijktafelhoogte en gebiedsfrequentie. Aan de hand van 2 figuren ziet u hierna iets van de marges waarbinnen de kruinhoogte kan worden gevarieerd tussen verschillende dijkvakken binnen een dijkring. Uiteraard met behoud van de vereiste gebiedsveiligheid. Hiervoor is gebruik gemaakt van het computerprogramma "dijkring". De heer Roest heeft u reeds uitleg gegeven over de dijkring- of gebiedsfrequentie.

### Gebiedsfrequentie.

U ziet in figuur 4 een fictieve dijkring verdeeld in zes vakken. Uw speciale aandacht vraag ik voor het onderscheid tussen de verschillende vakken zoals in de "verklaring" is aangegeven.

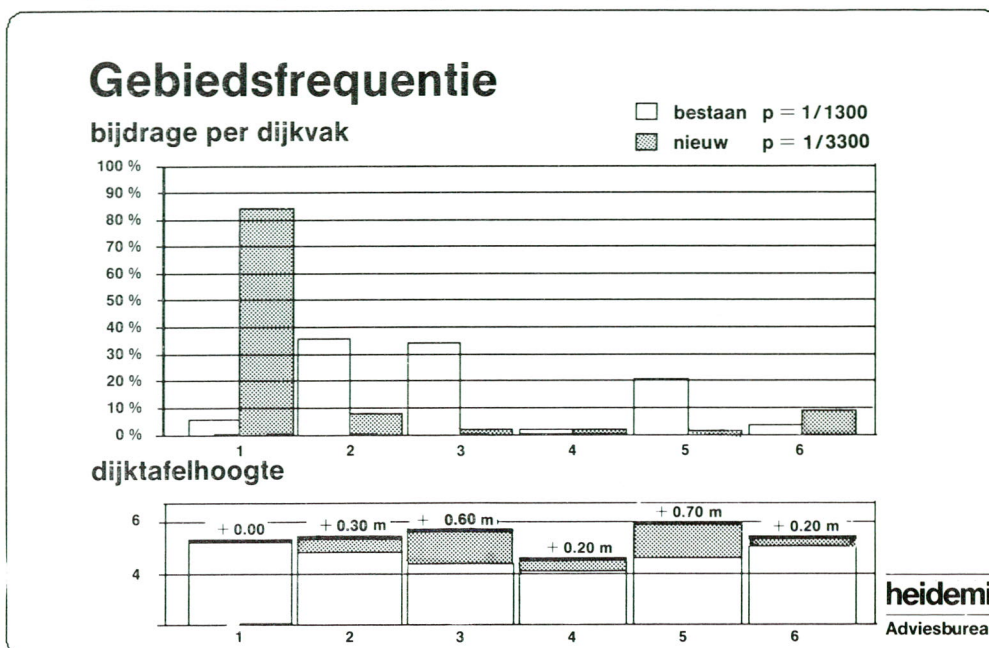


figuur 4

Met name vak 1 maar ook de vakken 2 en 6 zijn door bebouwing erg gevoelig in deze simulatie. De opdracht was te trachten vak 1 zo mogelijk niet te verhogen en de vakken 2 en 6 maximaal resp. 0,30 en 0,20 m te verhogen. Ik wil er nog uitdrukkelijk op wijzen dat altijd voldaan moet worden aan de hoogte van MHW, verhoogd met 0,10 m zeespiegelrijzing (voor 50 jaar) en 0,50 m waakhogte. Mede hierdoor liggen hier geen mogelijkheden voor het bovenriviereengebied.

In figuur 5 zijn de resultaten van de berekeningen aanschouwelijk gemaakt. In de bovenste grafiek is aangegeven welk aandeel elk dijkvak levert aan de berekende gebiedsfrequentie. Ter verduidelijking zal ik de gebiedsfrequentie hierna de "kans op overbelasting" noemen. Deze factor is in de bestaande toestand berekend op 1/1300 per jaar. Stellen we de factor 1/1300 op 100% dan staan in de grafiek dus de percentages weergegeven die elk vak bijdraagt. De som van die zes percentages is 100% (De som van de voor het alternatief weergegeven bijdragen is ook weer 100%). Daarna zijn de dijkvakken 2 en 6 met de reeds eerder genoemde 0,30 en 0,20 m verhoogd. De vakken 3, 4 en 5 zijn vervolgens door schatting zo ver verhoogd dat ze vermoedelijk niet of nauwelijks meer zullen bijdragen aan de "kans op overbelasting". Zo wordt nl. al het mogelijke eruit

gehaald ten gunste van de vakken 1, 2 en 6. Al deze hoogten zijn ten opzichte van een willekeurig referentievlak (in de praktijk het NAP) in de grafiek weergegeven.



figuur 5

Wat blijkt nu na de berekeningen?

- a. Vak 1 levert verreweg het grootste aandeel in de "kans op overbelasting"
- b. De vakken 3, 4 en 5 leveren (nagenoeg) geen bijdrage meer
- c. Meer ophoging van de vakken 3, 4 en 5 kan de andere vakken dus niet meer helpen.

De kans op overbelasting blijkt volgens de berekening echter nog boven de norm te liggen want deze is berekend op 1/3300 per jaar.

Een nadien uitgevoerde berekening met een verhoging van vak 1 met 0,15 m blijkt de vereiste norm 1/4000 per jaar op te leveren. Maar er zijn ook andere variaties in verhoging van de vakken 1, 2 of 6 mogelijk om aan de norm te komen.

#### Methoden profielberekening.

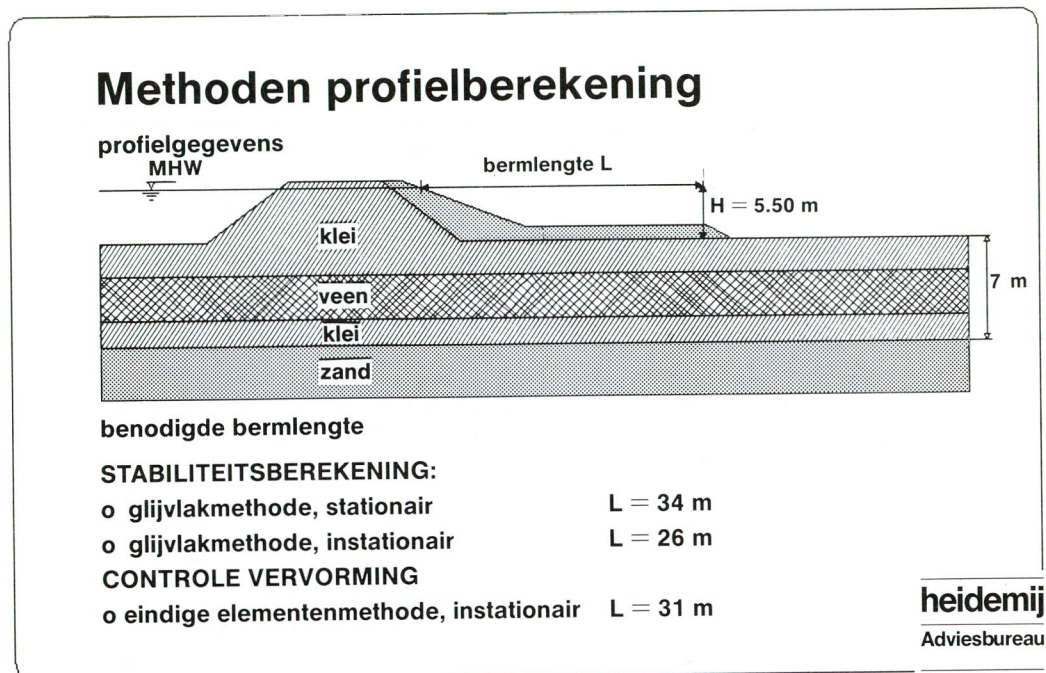
Met betrekking tot het 2e belangrijke aspect van leidraad 2 wil ik u vervolgens de verschillen laten zien tussen enkele in de leidraad 1 resp. 2 aangegeven methoden van profielberekening, nl.:

- Bishop
- eindige elementen methode

De resultaten van deze berekeningen zijn in figuur 6 weergegeven.

In eerste instantie is gerekend met Bishop en een stationaire waterstand (typerend voor het bovenrivierengebied met vrij langdurige hoge standen); vereiste bermbreedte 34 m. Vervolgens is hetzelfde gedaan

bij een instationair verloop van de waterspanningen in de kleilaag onder de dijk; vereiste berm breedte 26 m. Een en ander werd berekend met programma PROBEST. Daar bij de laatste berekening de passieve gronddrukken in beschouwing zijn genomen is het gewenst de optredende vervormingen te bepalen. Uit de berekeningen volgens de eindige elementenmethode blijkt dat de berm breedte minimaal 31 m moet zijn om de vervormingen binnen de perken te houden. Deze berekening is uitgevoerd met het door de TU Delft en Rijkswaterstaat ontwikkelde computerprogramma PLAXIS.



figuur 6

#### 4. WENSEN RICHTING TAW

In het kort wil ik een paar opmerkingen voor de toekomst plaatsen. Het werk van de TAW is niet af. De techniek ontwikkelt zich voortdurend, ook de waterkeringstechniek.

Ik heb bij "mijn kanttekeningen" reeds gewezen op de eisen welke aan klei moeten worden gesteld. Dit zal zeker nader onderzoek vergen en wel in samenhang met de zode. Erosiebestendigheid als relatie tussen belasting en sterkte met betrekking tot de zode en de onderliggende kleilaag (afdekklei) is daarbij het belangrijkste criterium. De minimale eisen te stellen aan klei voor de kern van de dijk bij voorkeur afzonderlijk bepalen. De formulering van deze klei-eisen dient zoveel mogelijk zo te zijn dat er in contracten goed mee kan worden gewerkt en dat de beschikbare klei zoveel mogelijk kan worden benut. Klei is een schaars artikel geworden. Bij het formuleren van de eisen valt tevens te denken aan:

- wijze van bemonstering
- wijze van onderzoek
- wijze van keuring



Het is gewenst te streven naar zo veel mogelijk vereenvoudiging en standaardisatie. Mogelijk valt een systeem op te zetten vergelijkbaar met de keuringsmethode voor asfalt.

Als tweede aandachtspunt wil ik noemen:  
Nadere studie naar de grens van aanvaardbaarheid van een beweegbare waterkering daarbij te denken aan:  
- ontwerprandvoorwaarden en uitgangspunten  
- beoordelingscriteria.

Het is bekend dat veelal de moeilijkste dijkvakken nog moeten komen. Daarbij zal een nog grotere creativiteit van de ontwerper worden gevraagd. Aanwijzingen die in dezen richtinggevend kunnen werken zijn ook hierin van groot belang en voorkomen te verwachten oeverloze discussies.

Tenslotte wijs ik de TAW op de noodzaak te blijven voortgaan met kennisoverdracht naar de basis. Mondelinge overdracht van kennis, b.v. uit de nieuwe leidraden stimuleert het gebruik.

Afsluitend vat ik mijn betoog als volgt samen:  
De leidraden voor het ontwerpen van rivierdijken werken harmoniserend en efficiency verhogend. Ze bevorderen gelijkwaardige oplossingen. De leidraden laten voldoende vrijheid voor de creatieve ontwerper en bieden daarmee mogelijkheden om, - naast het hoofddoel veiligheid - aan belangen van landschap, natuur en cultuurhistorie een stuk tegemoet te komen. Leidraad 1 heeft zich als zodanig bewezen. Leidraad 2 heeft die intentie in zich.  
Deze opmerkingen geven dus alle reden aan de TAW om op de ingeslagen weg door te gaan, want de techniek staat niet stil ook niet de techniek van waterkeren.  
Het werk van de TAW blijkt maatschappelijk rendement op te leveren door een technische ondersteuning van het landelijk te voeren beleid. Er is nog volop werk aan de winkel. Er moet volop worden doorgewerkt in zowel het boven- als benedenrivierengebied. Er moet nl. nog ruim 1000 km versterkt worden. Er is ook nog steeds werk voor de TAW en wel op innovatief gebied; het contact met de basis is daarbij van essentieel belang. Uit mijn contacten met de waterschappen is mij gebleken dat men een uitgebreide terugkoppeling daarbij zeer op prijs stelt.

Ik dank u voor uw aandacht.

De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen werd door de Minister van Verkeer en Waterstaat ingesteld.

De commissie adviseert de minister omtrent alle technisch-wetenschappelijke aspecten die van belang kunnen zijn voor een doelmatige constructie en het onderhoud van waterkeringen, dan wel voor de veiligheid van door waterkeringen beschermde gebieden.

Met vragen omtrent het werk van de TAW kan men zich wenden tot het werkorgaan van de commissie, ondergebracht bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat.  
Postbus 5044, 2600 GA Delft,  
tel. 015-699440.

