

Flexibiliteit in de waterbouwkunde

Ir. K. d'Angremond

Red. 1990

2336341

FLEXIBILITEIT IN DE WATERBOUWKUNDE

ir. K. d' Angremond



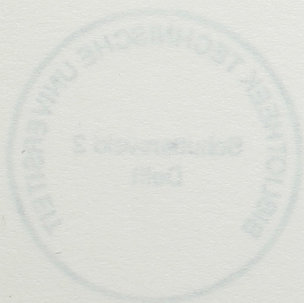
Angremond_
red_
1990

FLEXIBILITEIT IN DE WATERBOUWKUNDE

Rede

uitgesproken ter gelegenheid van de aanvaarding van het ambt van
hoogleraar in de waterbouwkunde in de Faculteit der Civiele
Techniek aan de Technische Universiteit Delft op vrijdag 27 april
1990 door

ir. K. d'Angremont



Mijnheer de rector magnificus
 en overige leden van het College van Bestuur,
 Collegae hoogleraren
 en andere leden van deze universitaire gemeenschap,
 Zeer geëerde gasten,
 Dames en heren,

De uitvoering van de Deltawerken heeft een gigantische invloed gehad op theorie en praktijk van de Waterbouwkunde in Nederland. Ieder die bij het vak betrokken is erkent dat. Daarom is het zo typisch dat de spin-off van deze werken nooit systematisch in kaart is gebracht. Dat geldt voor het deltaplan als geheel, maar meer in het bijzonder voor het sluitstuk, de stormvloedkering in de Oosterschelde.

Dit is niet de tijd en de plaats om een dergelijk veelomvattend onderwerp te behandelen. Toch zou ik op enkele deelaspekten willen ingaan, en meer in het bijzonder op de ontwikkeling van de flexibele constructies. Het is op zichzelf al opmerkelijk dat in de profielschets die werd gehanteerd bij mijn benoeming het klassieke onderscheid tussen waterbouwkunde aan de kust en die in het binnenland nevengechikt werd aan het onderscheid tussen vaste en flexibele constructies. Een dergelijke doorbraak was ondenkbaar zonder de Oosterschelde-ervaring. Ik kom daarop straks nader terug.

Eerst zou ik echter een poging willen wagen om tot een afbakening te komen. Waarover spreken wij als wij het hebben over flexibele waterbouwkundige constructies. In de gewone betekenis gaat het daarbij om constructies die grote vervormingen kunnen ondergaan zonder dat zij bezwijken. Een van de mooiste voorbeelden - maar jammer genoeg niet uit de waterbouwkundige praktijk - is de vliegtuigvleugel. In de waterbouwkunde worden vervormingen meestal niet rechtstreeks veroorzaakt door de uitwendige belasting. Ongelijke zetting of erosie van de ondergrond is hier vaak verantwoordelijk voor de vervorming. Flexibele waterbouwkundige constructies zou men dus kunnen definiëren als constructies die in staat zijn de optredende deformatie van de ondergrond te volgen.

Toch is deze definitie nog niet geheel in overeenstemming met het spraakgebruik. Veelal beperkt men zich bij die begripsbepaling tot constructies samengesteld uit losse elementen, korrels, die in afmeting variëren van een fractie van een millimeter tot vele meters. De flexibiliteit wordt hier dan ontleend aan het ontbreken van een sterke samenhang tussen de onderdelen waaruit de constructie is opgebouwd. Ondanks het ontbreken van die sterke samenhang zal de constructie weerstand moeten kunnen bieden aan de uitwendige belastingen. Uitwendige belastingen die worden veroorzaakt

door stroom- en golfaanval, maar ook door de grondwaterbeweging. Voor de meer praktisch ingestelde toehoorders: het gaat hier dus om constructies van grond en van steen, dijken, dijkbekledingen, afsluitdammen, golfbrekers, en bodembescherming.

ONDERZOEK IN HET KADER VAN DE DELTAWERKEN.

Het spreekt voor zichzelf dat veel van deze traditionele constructies onderworpen werden aan een nadere beschouwing in het kader van ontwerp en uitvoering van de Deltawerken. Immers, de belastingen waaraan de constructies zouden worden blootgesteld lagen buiten het ervaringsgebied, het vinden en toepassen van nieuwe materialen was noodzakelijk vanwege de optredende schaalvergroting. Het waterloopkundig onderzoek kreeg geweldige impulsen, en het samenspel van onderzoekers, ontwerpers, en uitvoerders heeft geleid tot belangrijke innovaties in de waterbouw.

Denkt U hierbij eens aan het toepassen van filterdoek als bescherming van de bodem tegen erosie. Alleen in de Oosterschelde werden op deze manier miljoenen m² bodem vastgelegd. Ondanks de waterdiepte en ondanks de moeilijke werkomstandigheden waren de kosten per vierkante meter lager dan van die van ordinair linoleum. Met de gebruikelijke technieken (zinkstukken) was dit technisch nauwelijks mogelijk geweest, terwijl de kosten zeer veel hoger zouden zijn geweest. Vandaag is deze toepassing niet meer weg te denken uit de waterbouwkundige praktijk in binnen- en buitenland. Ook een andere hedendaagse ontwikkeling, het gebruik van zogenaamde zandworsten om oevers en bodem te beschermen, is nauwelijks denkbaar zonder het onderzoek naar alternatieve materialen zoals dat reeds in de jaren '60 werd geïnitieerd door de Deltadienst.

Ontwikkelingen uit deze periode zijn echter niet beperkt gebleven tot nieuwe materialen. Ook de uitvoeringsmethoden kregen aandacht. Zo werd, opnieuw op initiatief van de Rijkswaterstaat de zuigclub opgericht, die later overging in de Combinatie Speurwerk Baggetechniek. Hier werkten in een uniek samenwerkingsverband het Rijk en een zestal onderling concurrerende aannemers aan verdieping van het inzicht in het baggerproces. Ook hier was sprake van grensverleggend onderzoek, nu niet gericht op het handhaven van de samenhang van korrelvormig materiaal, maar juist op het verbreken daarvan. Een van de meest spectaculaire resultaten uit dit onderzoek is nog steeds het aantonen van cavitatie bij snelle vervorming, zoals die optreedt bij het snijden van dichtgepakt zand. Successievelijk werd aandacht besteed aan het zuigproces, het cutteren, het sleepzuigen, en het deformeren van de bodem met waterstralen. Ook uiteenlopende grondsoorten werden in het onderzoek betrokken, zoals klei, zand en rots.

Het is moeilijk exact aan te geven welke gevolgen het baggeronderzoek in brede zin heeft gehad op ontwerp en uitvoering van flexibele constructies. Eén ding is duidelijk: door het onderzoek zijn produktieverhogingen in de baggerindustrie tot stand gebracht, die flexibele constructies mogelijk hebben gemaakt waar dat eerder om technische of economische redenen niet het geval was.

Hoewel veel van het baggeronderzoek jaren geleden werd uitgevoerd vinden de toepassingen ervan nog steeds hun weg naar de praktijk. Veel van die toepassingen zijn of niet zichtbaar of niet herkenbaar om begrijpelijke overwegingen van commerciële aard. Af en toe echter ontstaat er een stuk vernieuwing dat wel zichtbaar is, zoals de Jet set, een apparaat dat de bodem bewerkt met waterstralen, en daardoor grond in beweging brengt.

ONDERZOEK IN HET KADER VAN DE OOSTERSCHELDE.

Tot zover een overigens onvolledig beeld van ontwikkelingen die onder invloed van de Deltawerken in gang werden gezet. Onderzoeksen ontwikkelingswerk kregen een nieuwe stimulans toen besloten werd de Oosterschelde niet af te sluiten met een dam, maar met de stormvloedkering. Hiermee werd een zorgvuldig gekozen strategie doorbroken die was gericht op een stapsgewijze opbouw van kennis en ervaring in werken met een geleidelijk toenemende complexiteit.

Het ontwerp van de stormvloedkering stelde nieuwe eisen, en in korte tijd moest een heroriëntatie plaats vinden op witte plekken in de bestaande kennis. Witte plekken die mede waren veroorzaakt door het feit dat veel van de eerder toegepaste constructies een tijdelijk karakter hadden. Immers, de sluitkades en de bodembescherming in de sluitgaten van de eerder afgesloten zeearmen verloren hun betekenis nadat de afsluitdammen waren voltooid. Zodoende werd lange tijd minder aandacht besteed aan de levensduur van materialen in de flexibele constructies, en aan het blijvend voldoen aan strenge ontwerpisen voor de constructie als geheel. Het waren juist deze elementen die essentieel zouden blijken voor het functioneren van de stormvloedkering.

Wanneer ik hier spreek over het ontwerp van de stormvloedkering in enkelvoud pleeg ik in feite een te grote vereenvoudiging. In een tijdsbestek van ruim twee jaar werden namelijk drie verschillende ontwerpen gemaakt, ieder met zijn eigen specifieke problemen. Bij beschouwingen over de betrouwbaarheid van de oplossing speelde het flexibele deel van de constructie steeds een hoofdrol.

Allereerst was er het ontwerp met doorlaatcaissons op een stortstenen drempel. In tegenstelling tot de eerdere sluitingen werden er nu hoge eisen gesteld aan de vormvastheid en stabiliteit van de drempel op lange termijn, omdat die drempel de fundering zou zijn voor de eigenlijke kerende constructie. Daarboven zou de drempel ook nog worden blootgesteld aan een hoog verval. Uiteindelijk werden de risico's verbonden aan deze oplossing te hoog bevonden.

Daarna is een ontwerp uitgewerkt, waarbij de pijlers werden gefundeerd op putten, die de belastingen zouden afleiden naar de dieper gelegen grondslag. Tussen deze vaste elementen in zou dan een flexibele drempel worden geconstrueerd. Hier bleek o.a. de aansluiting van de drempel op de pijlers een onoplosbaar probleem.

Ten slotte viel de keus op het bekende ontwerp, waarbij de pijlers met een verbrede voet in de flexibele drempelconstructie werden geplaatst. Collega Vrijling heeft een aantal maanden geleden op

deze zelfde plaats geschetst hoe dit ontwerp werd getoetst met behulp van probabilistische methodes. Zo goed en zo kwaad als het ging werd een analyse gemaakt van de mechanismen die uiteindelijk zouden kunnen leiden tot falen van de constructie als geheel. Voor het in traditionele zin flexibele deel van de constructie werden weinig flexibele eisen geformuleerd. Zo mocht ondanks zeer grote verhangen geen materiaal kunnen verdwijnen uit de drempel of de ondergrond ter plaatse van de drempel. Van vervormbaarheid was dus nauwelijks meer sprake. Onder invloed van deze bijna onmogelijke eis werd baanbrekend onderzoek verricht naar de filtereigenschappen van korrelvormige materialen.

In de systematiek van het probabilistisch ontwerpen werd daarbij consequent een scheiding aangebracht tussen belastingparameters en sterkteparameters. Dit maakte het mogelijk de conservatieve ontwerpregels van Terzaghi te vervangen door kwaliteitsvoorschriften die afhangen van de stromingscondities die werkelijk in het filter optreden. Ondanks de ongekend hoge eisen die aan de filters werden gesteld kon zodoende nog een belangrijke kostenbesparing worden bereikt.

De randvoorwaarden voor het filterontwerp stelden ook hoge eisen aan de nauwkeurigheid van de uitvoering. Voor het betrouwbaar aanbrengen van deze filterlagen op een diepte van meer dan 30 m onder de zeespiegel werden volledig nieuwe technieken ontwikkeld. Deze technieken hadden onder andere betrekking op plaatsbepaling, dieptemeting, laagdiktemeting, en kwaliteitscontrole, maar vooral ook op de interactie tussen geautomatiseerde systemen en het bedienend personeel. Wellicht ligt hier op iets langere termijn de grootste spin-off voor het uitvoerend bedrijfsleven.

Terug echter naar het onderzoek t.b.v. de stormvloedkering. De faalanalyse toonde naast het bezwijken van het filter nog een ander reëel gevaar voor de drempel: de weigerende schuif. Zou tijdens maatgevende omstandigheden de kering gesloten zijn op één schuif na, dan zou het optredende verval hier aanleiding zijn voor zeer hoge stroomsnelheden en een zeer sterke stroom- en golfaanval op de bovenlaag van de drempel, op het stortebed, en op de daarachter gelegen bodembescherming. Het was juist deze combinatie van extreme filtereisen met extreme belastingen die de ontwerpers voor grote hoofdbreken plaatste.

In deze periode werd ons wel eens gevraagd of we niet te theoretisch bezig waren en veiligheid op veiligheid stapelden. Met name collega's uit de Verenigde Staten meenden dat je een constructie als een schuif toch full proof zou kunnen uitvoeren, zodat de situatie met weigerende schuif buiten beschouwing zou kunnen blijven. Soortgelijke twijfels werden geuit bij het aanschouwen van de kabels die de werkbrug naar het eiland Neeltje Jans moesten vrijwaren van een aanvaring door een van de werkvaartuigen.

Enkele jaren na die opmerkingen bezocht ik diezelfde collega's bij het Waterways Experiment Station in Vicksburg. Daar deed men toen onderzoek aan stuw no. 2 in de Arkansas River. Ik citeer nu uit een

verslag dat ik later ontving van het Little Rock District van het Corps of Engineers:

"On the evening of 4 December 1982, thirty-eight barges broke loose from their moorings and floated unattended down the Arkansas River. Sixteen of these barges crashed into dam no. 2. Twelve of the sixteen gates were either partially or completely blocked. Discharge through the open gates was 1.3 times the design flow, and the head resulting from the rising river was more than three times the design head for this condition. The upstream and the downstream scour protection were extensively damaged or destroyed...."

Zelfs de meest doorgewinterde schrijver van reclamespots had deze commercial voor de probabilistische benadering niet kunnen verzinnen.

De betekenis van de ontwikkelingen op het gebied van de loskorrelige flexibele constructies ligt niet uitsluitend in de verkregen onderzoeksresultaten. Wellicht nog belangrijker was de eerder genoemde splitsing van belastingparameters en sterkteparameters. Deze splitsing maakte het mogelijk verband te leggen tussen gelijksoortige elementen in overigens geheel verschillende constructies. De sterkteparameters werden vergelijkbaar, terwijl verschillen in gedrag van de constructies inzichtelijk werden door verschillen in de belastingtoestand. Mede hierdoor verviel voor een belangrijk deel het traditionele onderscheid tussen typische constructies aan de kust zoals golfbrekers en typische constructies in de binnenlandse waterbouw zoals stortebedden.

Afzonderlijke beschouwing van de sterkteparameters heeft daarnaast aanleiding gegeven tot bewustwording van de eisen die aan de sterkte kunnen of moeten worden gesteld. In een aantal gevallen heeft dat geleid tot een verscherping van de eisen. Zo hebben wij gezien dat migratie van materiaal uit de drempel van de Oosterscheldekering onaanvaardbaar was. Het omgekeerde is echter ook mogelijk. Denkt U hierbij aan de stabiliteit van een rubble mound golfbreker. Lange tijd werd hier een statische stabiliteit van de blokken op het talud nagestreefd, waarbij beweging onder invloed van golven als schade werd aangemerkt. Thans ontstaat een tendens om niet alleen een zekere vervorming van een dergelijk talud te aanvaarden, maar hiermee te spelen bij het formuleren van de ontwerp-eisen. Deze benadering past naar mijn mening ook beter bij het flexibele karakter van dit type bouwwerk.

Min of meer willekeurig heb ik U meegevoerd langs een aantal ontwikkelingen in de waterbouw gedurende de afgelopen jaren. Ik heb geprobeerd die ontwikkelingen in een zeker verband te plaatsen, maar ik betwijfel of ik daarin volledig ben geslaagd. Er is zoveel nieuws ontstaan dat er behoefte bestaat aan een nieuwe visie op ontwerp-procedures, veiligheid en regelgeving, waarin al dat nieuws systematisch een plaats krijgt. Het is daarom zeer verheugend dat de Europese Commissie thans initiatieven steunt om te komen tot een Europese handleiding voor het ontwerp van flexibele waterbouwkundige constructies. Die handleiding moet vergelijkbaar worden

met het inmiddels sterk verouderde Amerikaanse Shore Protection Manual.

Overigens is het merkwaardig dat de flexibele constructies waarover ik tot nu toe sprak door veel kustwaterbouwers nauwelijks als flexibel worden gezien. Ik doel hierbij op de morfologen, die golfbrekers en strandhoofden karakteriseren als harde elementen in een zandige kust, en kribben als weinig flexibele hulpmiddelen bij rivierbeheer.

FLEXIBILITEIT VAN WATERBOUWKUNDIGE WERKEN.

Dit geeft al aan dat er kennelijk verschillend wordt gedacht over de flexibiliteit van waterbouwkundige constructies. Wanneer wij spreken over de flexibiliteit van waterbouwkundige constructies introduceren wij echter toch een ander begrip. Ongemerkt komen wij dan in het gebied waar vervorming van de constructies niet wordt veroorzaakt door belastingen of door de fundering, maar door menselijk handelen. Flexibiliteit heeft dan betrekking op de mogelijkheid om een eenmaal voltooide constructie te wijzigen, aan te passen aan nieuwe inzichten of omstandigheden.

Ook aan een dergelijke flexibiliteit bestaat grote behoefte. Immers, waterbouwkundige kunstwerken hebben in het algemeen een lange voorbereidingstijd en een lange levensduur. Het is dus niet denkbeeldig dat de randvoorwaarden waaraan een constructie moet voldoen zich wijzigen, soms al tijdens de bouw. Een goed voorbeeld is de bouw van de havenmond in Hoek van Holland, oorspronkelijk bedoeld voor schepen met een diepgang tot 57 voet, maar zoals U weet thans geschikt, en zonder grote constructieve ingrepen voor 72-voeters. In vergelijking daarmee is de toegang tot de haven van Amsterdam weinig flexibel. De Noordersluis in IJmuiden, aangelegd in de jaren dertig legt duidelijke en onveranderbare beperkingen op aan de toegankelijkheid van Amsterdam, zeer tot schade van de havengemeenschap in onze hoofdstad.

Met deze opmerking wil ik allerm minst een verwijt maken in de richting van degenen die indertijd de afmetingen van de Noordersluis hebben vastgesteld. Integendeel, met grote visie heeft men zestig jaar geleden een sluis ontworpen en gebouwd die tot de dag van vandaag naar behoren heeft gefunctioneerd. Men kan zich vandaag zelfs afvragen hoe indertijd een zo gedurfde besluitvorming plaats vond. Hoe het toen mogelijk was een kunstwerk te realiseren dat zo lang de vrij revolutionaire ontwikkelingen in de zeescheepvaart heeft kunnen volgen.

Projecteren wij de situatie van toen op de situatie nu, dan moeten wij constateren dat veranderingsprocessen in onze maatschappij nu zich sneller en veelvuldiger voordoen dan in de jaren dertig. Dat geldt zeker voor de technologie, maar ik denk evenzeer voor de economische, politieke en sociale verhoudingen. Voor het bedrijfsleven - zeker ook in de weg- en waterbouw - is dat een grote zorg. Immers, investeringen worden gepland op basis van een verwachte technische en vooral economische levensduur. De snelle ontwikkelingen die wij over ons zien komen kunnen grote invloed

hebben op de economische levensduur van die investeringen. Van de ene dag op de andere kan daarmee een investering waardeloos worden. Voor het bedrijfsleven betekent dit dat men nieuwe commerciële mogelijkheden snel moet realiseren nadat men hun haalbaarheid heeft vastgesteld. Het betekent ook dat men moet kunnen werken met goede winstmarges om de terugverdientijd van een investering korter te maken dan men vroeger gewend was, zodat de risico's worden ingeperkt. Sleutelwoorden zijn dus slagvaardigheid en rendement op geïnvesteerd vermogen.

In wezen is datgene wat ik hier heb gesteld voor bedrijfsinvesteringen ook van toepassing op overheidsinvesteringen; overheidsinvesteringen die zich in ons vak vertalen in investeringen in infrastructuur, dus deels in waterbouwkundige constructies. De mogelijkheden om in te spelen op onze dynamische omgeving zijn echter beperkt. Van slagvaardigheid kan zeker al geen sprake zijn. Gaat U voor Uzelf eens na hoeveel tijd de besluitvorming voor een groot waterbouwkundig werk in beslag neemt. Die tijdsduur is al lang als we uitsluitend met de bestuurlijke besluitvorming te maken zouden hebben. Daar komt dan nog de tijd bij die nodig is voor inspraak en beroepsprocedures. Vertalen we de hogere risico's in de eis van een kortere terugverdientijd, dan zullen veel infrastructurale voorzieningen niet worden gebouwd, simpelweg omdat het rendement niet hoog genoeg is.

Dat kan echter niet de oplossing zijn. Wanneer wij nu een achterstand laten ontstaan in de bouw van infrastructurale voorzieningen, dan leggen wij daarmee een onaanvaardbaar zware hypothec op onze toekomstige welvaart. Ik denk dat wij vandaag zelfs blij mogen zijn dat onze voorgangers in de jaren dertig zulke rigide economische criteria niet hebben gebruikt toen zij de sluis in IJmuiden bouwden. Deze problematiek kan alleen worden opgelost als wij in staat zijn flexibiliteit aan te brengen in onze ontwerpen. Flexibiliteit die ons in staat stelt tijdens ontwerp, tijdens de besluitvorming, tijdens de bouw, maar vooral ook na ingebruikstelling veranderingen aan te brengen die gedicteerd worden door de dynamiek van onze omgeving.

Dat klinkt heel plausibel, maar terugkerend naar het voorbeeld van de Noordersluis in IJmuiden zie ik nog geen sluizen verschijnen met variabele breedte en diepte. Als wij de ontwikkeling van onze infrastructuur niet willen laten verlammen, moeten wij wellicht vaker datgene doen wat men zestig jaar geleden ook deed: met veel zelfvertrouwen een visie ontwikkelen en bewust risico's accepteren bij onze investeringsbeslissingen; geen wilde gokken maar koele berekende risico's. Hier komt de probabilistische techniek ons overigens weer te hulp. Die is niet alleen toepasbaar op ontwerp-technische problemen, maar zeker ook op het analyseren van investeringsbeslissingen.

Het is merkwaardig om te constateren dat de gemeentelijke overheden het met deze problematiek makkelijker hebben dan de Rijks-overheid. Immers, door de scheiding van de gewone dienst en de kapitaaldienst is het in het gemeentelijk bestel eenvoudiger om - zelfs risicovolle - investeringsbeslissingen te nemen.

Het lijkt mij dat de T.U. Delft in dit opzicht een belangrijke rol kan spelen, enerzijds via het onderwijs, anderzijds via het onderzoek. De inbreng in het onderwijs zou kunnen bestaan uit een grote nadruk op flexibiliteit in het ontwerp van waterbouwkundige constructies. Wat betreft het onderzoek zouden wij ons kunnen concentreren op de onderwerpen die qua uitkomst of toepasbaarheid wat meer risico in zich dragen.

Flexibiliteit in de waterbouwkunde. Ik heb het gehad over constructies die kunnen vervormen, over de noodzaak om constructies te ontwerpen en te bouwen die relatief eenvoudig kunnen worden aangepast aan ontwikkelingen in onze omgeving. Ik heb het nog niet gehad over de waterbouwers zelf. Het zal U echter duidelijk zijn dat alle vaktechnische ontwikkelingen ook de mensen in dit vak niet ongemoeid hebben gelaten. Ook hier dus behoefte aan flexibiliteit.

THEORIE EN PRAKTIJK.

Niet langer dan 25 jaar geleden had de bedrijfstak nog een sterk ambachtelijk karakter. Dat gold zeer zeker voor de uitvoering, waar ervaring belangrijker was dan wetenschappelijke analyse, waar meet- en regeltechniek vaak niet bestand was tegen de ontberingen op de werken, waar de bedieningsorganen vooral geschikt moesten zijn voor grote handen. Er was veel ruimte voor eigen initiatief op basis van eigen, vaak subjectieve, maar toch heel zorgvuldige waarneming. Hetzelfde gold minder, maar toch ook nog wel voor onderzoek en ontwerp, waar vaak werd teruggesproken op niet altijd even goed gedocumenteerde ervaring.

Dat beeld heeft zich snel gewijzigd, en in korte tijd is het bijna omgeslagen in het tegendeel. Vandaag is een ontwerp verdacht als het niet via de computer tot stand is gekomen, wordt een zuiger stilgelegd wanneer het data-acquisitie systeem niet werkt, hoe goed de bemanning ook in staat is de werkzaamheden voort te zetten zonder dat apparaat. Ongemerkt leidt dit tot verlies van initiatief en zelfstandigheid. Er ontstaat een steeds grotere afhankelijkheid van anderen, van mensen die het ambacht niet echt beheersen, outsiders in de ogen van de mensen die hun bedrijf, hun dienst, hun vak groot hebben gemaakt.

Dit verschijnsel is niet nieuw. Er bestaat zelfs literatuur over. Al in 1946 beschreef Den Doollaard in zijn roman "Het verjaagde water" de drooglegging van Walcheren, en heel herkenbaar figureren daarin onze voorgangers. Tussen de regels leest U daar over de irritatie tussen de praktijkmensen en de theoretici. Legt U naast dit boek het "Dagboek van een Waterbouwer" van Becu uit 1986. Nu niet meer tussen de regels, maar luid en duidelijk onvrede over de groeiende kloof tussen theorie en praktijk.

Hoezeer ik het belang onderschrijf van computergebruik bij het ontwerpen, hoezeer ik het belang onderschrijf van meten en registreren bij de uitvoering, ik zie in deze ontwikkeling ook een gevaar. Door het steeds meer vertrouwen op deze hulpmiddelen dreigt wel eens een stuk vakkennis en gevoel verloren te gaan dat ondanks

alles niet kan worden gemist. Het is een voorwaarde voor succesvol ontwerpen dat wij beschikken over goede theoretici, het is een voorwaarde voor succesvol uitvoeren dat wij beschikken over uitvoerders met improvisatietalent. Maar als deze beiden over en weer elkaars taal niet spreken en verstaan ontstaat er een toren van Babel.

In dit verband is het interessant om te constateren dat die organisaties die in staat zijn theorie en praktijk te integreren ook commercieel succesvol zijn. Het beste bewijs van de laatste jaren was te zien bij de aanbesteding van de stormvloedkering in de Waterweg. Die aanbesteding vond plaats op basis van een beoordeling van prijs en ontwerp van de inschrijvers. De meest serieuze gegadigden waren die combinaties die ontwerp- en uitvoeringservaring hadden gebundeld.

NA DE OOSTERSCHDELDE.

Ik begon dit college door te wijzen op de enorme, en merendeels positieve invloed die de Deltawerken hebben gehad op de ontwikkeling van de waterbouwkunde in Nederland. Toen de koningin op 4 oktober 1986 de stormvloedkering in de Oosterschelde in bedrijf stelde was dat een gloriëdag voor de Nederlandse waterbouw. Toch voelden velen die gebeurtenis als het einde van een tijdperk, misschien wel het einde van de bloei van die Nederlandse waterbouw. In ieder geval zou het zeer onverstandig zijn aan deze Universiteit af te studeren in de vakgroep waterbouw. Die sombere voorspelling was gebaseerd op een viertal veronderstellingen:

1. De Deltawerken waren voltooid,
2. Nederland was volgebouwd,
3. De internationale baggermarkt dreigde in te storten als gevolg van afnemende vraag en grote overcapaciteit.
4. Met de Oosterschelde wetenschap leken de laatste waterbouwkundige problemen mathematisch te kunnen worden opgelost.

De omstandigheden veranderen echter snel. Ik zal hierna kort ingaan op al deze veronderstellingen, en hoop U te kunnen overtuigen van hun onjuistheid, of hun beperktheid.

Het Deltaplan blijkt nog niet voltooid. Om de veiligheid in het Waterweggebied te garanderen wordt er opnieuw een stormvloedkering gebouwd, minder groot en minder duur dan die in de Oosterschelde, maar voor ontwerpers en uitvoerders een even grote uitdaging. Ook in andere delen van het land voldoen onze waterkeringen nog niet aan de normen van de Deltawet. Zo zullen er in IJmuiden omvangrijke versterkingen in het sluizencomplex moeten plaats vinden, hopelijk gecombineerd met een visionaire verbetering van de functionaliteit ten behoeve van de Amsterdamse haven.

Inmiddels zijn wij ons bewust van de mogelijkheden van een versnelde stijging van de zeespiegel, wellicht met een meter in de komende eeuw. Dit maakt een herbezinning noodzakelijk op onze veiligheidsstrategie. Daarin zou dan naar mijn mening ook aandacht

moeten worden besteed aan een herijking van de economische paragraaf uit het rapport van de Deltacommissie. Sinds het tot stand komen van dat rapport is het vermogen geïnvesteerd in overstrominggevoelige gebieden belangrijk toegenomen. Het moet daarom niet uitgesloten worden geacht dat alleen al uit economische overwegingen thans gekozen zou moeten worden voor een basispeil met een hogere overschrijdingsfrequentie dan 10^{-4} . Bij deze studie zou overigens met vrucht gebruik kunnen worden gemaakt van de meest recente vorderingen op het gebied van de probabilistische analyse.

Economisch gaat het ons land goed. Een belangrijke bijdrage aan de economische bloei wordt geleverd door logistieke dienstverlening. Met het oog op Europa 1992 besluit een steeds groter aantal ondernemingen uit het Verre Oosten en de Verenigde Staten Nederland te kiezen als basis voor distributie van hun produkten in Europa. Die keuze is gebaseerd op een heel scala van overwegingen, maar zeer bepalend daarbij zijn onze geografische ligging en de goede bereikbaarheid.

Die goede bereikbaarheid heeft betrekking op de geïntegreerde infrastructuur voor transport over zee, over de weg, over het binnenwater en via de rail. Anderen hebben dat ook begrepen, en wij zien dan ook zowel in Frankrijk als in Duitsland en Spanje grote investeringen in infrastructuur. Willen wij mee blijven doen in Europa, dan zal die samenhangende infrastructuur in Nederland verder moeten worden verbeterd. Gedwongen door ruimtegebrek en door overwegingen rond het milieu zullen wij daarom beter gebruik moeten maken van bestaande faciliteiten, met name die voor de binnenvaart. Nemen wij kennis van de staat van ons kanalenstelsel, dan kunnen wij alleen constateren dat Nederland misschien wel vol is, maar lang niet af. Ook hier dus nieuwe kansen voor de waterbouw in de komende jaren, en op het terrein van onderzoek, en op het terrein van ontwerp, en op het terrein van uitvoering.

De baggerindustrie heeft inderdaad sinds de voltooiing van de Oosterscheldekering moeilijke tijden doorgemaakt. Het dieptepunt lijkt echter voorbij, en op langere termijn liggen er voldoende problemen die om een oplossing schreeuwen. Ik noem het opruimen van onze vervuilde onderwater bodems, de verwachte stijging van de zeespiegel, met alle problemen van dien in binnen- en buitenland, het groeiende tekort aan zand en grind, maar natuurlijk ook het opknappen van onze vaarwegen.

Ten slotte onze kennis. Weten wij met het Oosterschelde-onderzoek alles wat er te weten valt? Of is er misschien bij een aantal van ons ook wat twijfel gegroeid over de betrouwbaarheid van onze kustverdediging. De stormen van de afgelopen maanden hebben grote schade aangericht aan duinen en dijken. De overschrijdingskans van de hoogste waterstand van dit jaar bedroeg ca. één maal per 15 jaar. Een eerste analyse brengt ons tot de conclusie dat de duinen zich conform de voorspellingen hebben gedragen. De dijk-bekledingen, en dan vooral de wat oudere hebben toch een hoeveelheid schade opgelopen, die duidelijk boven de verwachtingswaarde

lag. Ook hier dus nog geen afsluiting van de activiteiten, maar eerder intensivering van onderzoek.

De conclusie van dit alles is dat de Nederlandse waterbouwkunde nog springlevend is en goede kansen heeft in binnen- en buitenland. Ik hoop dat de mensen die wij vandaag aan dit instituut opleiden de flexibiliteit hebben om deze kansen, en met name die in het buitenland op te pakken.

Geachte leden van het College van Bestuur en van het College van Dekanen,

Ik beschouw het als een grote eer door U benoemd te zijn als hoogleraar in een vak dat zich bevindt op het grensvlak van theorie en praktijk. Gaarne dank ik U voor het in mij gestelde vertrouwen.

Hooggeleerde Bijker,

Onze samenwerking heeft zich gedurende 27 jaar op afstand afgespeeld. Toch hebben wij elkaar al die tijd nooit helemaal uit het oog verloren. In verschillende gremia kruisden onze wegen elkaar, meestal als het ging om zand, golven, of bootjes. Ik heb zodoende met bewondering gevolgd hoe U de leerstoel der kustwaterbouwkunde hebt opgebouwd tot een instituut, dat in de hele wereld groot aanzien geniet. Ik hoop dat ik Uw werk voort zal kunnen zetten met hetzelfde enthousiasme en dezelfde gedrevenheid.

Geachte Collega's van het Waterloopkundig Laboratorium,

Toen ik als jong ingenieur in Uw midden belandde was er nog geen sprake van een twee fasen structuur in het wetenschappelijk onderwijs. Toch vervulde Uw instituut al meer dan 25 jaar geleden de rol van graduate school, een plaats waar je als jong ingenieur werd ingewijd in de kneepjes van het natte vak, een plaats ook waar je gedwongen werd tot een ordelijke aanpak van de voorliggende vragen. Ik verheug mij er op om onze samenwerking te hernieuwen.

Geachte Directie en Collega's van Volker Stevin,

De periode die ik bij U heb gewerkt wordt gekarakteriseerd door uitersten. Lange tijd ben ik vrijwel uitsluitend in Nederland werkzaam geweest, daarna even eenzijdig, maar niet minder interessant, in het Verre Oosten. Inhoudelijk varieerde het werk van toegepaste wetenschap tot pure commercie. In zakelijk opzicht zijn wij door diepe dalen gegaan, maar hebben wij ook grote successen kunnen boeken. Bij U heb ik geleerd hoe belangrijk een klant is.

Bij dit alles bewaar ik zeer goede herinneringen aan de vrijheid om altijd weer met iets nieuws te kunnen beginnen, aan het vertrouwen, maar bovenal aan de onbegrensde collegialiteit. Ik dank U daarvoor.

Maar over Uw hoofden heen wil ik toch ook de hele baggerwereld memoreren. Een bedrijfstak, waar men op het ene moment als felle concurrenten tegenover elkaar staat, en een moment later als partners in een joint venture aan één tafel zit. Kenmerkend voor deze kleine gemeenschap is de loyaliteit tegenover het eigen bedrijf, maar ook het vermogen tot relativeren. Misschien is het wel deze combinatie van eigenschappen die de bedrijfstak zo bijzonder maakt, waardoor er dwars door bedrijfsmatige muren zoveel langdurige persoonlijke vriendschappen zijn ontstaan.

Havenwethouder van Amsterdam, Dames en Heren Medewerkers van het Gemeentelijk Havenbedrijf,

Het aanstellen van een aannemer, een baggeraar tot directeur van Uw havenbedrijf getuigde van moed. Ik realiseer mij dat ik het U niet altijd makkelijk heb gemaakt. Eens te meer bewonder ik dan ook Uw veerkracht en aanpassingsvermogen, waardoor wij de sterke punten uit de ambtelijke en de aannemerscultuur konden combineren bij het aantrekken van veel nieuwe activiteiten. Mijn benoeming tot hoogleraar maakte een eind aan onze korte maar heftige samenwerking. Ik dank U allen voor het begrip dat U hebt getoond toen ik besloot gehoor te geven aan de roep uit Delft. Ik hoop ook vanuit Delft nog een bijdrage te kunnen leveren aan het oplossen van Uw problemen met de sluis in IJmuiden.

Dames en Heren Studenten,

Mijn eigen loopbaan als civiel ingenieur heeft mij in vrijwel alle uithoeken van de aarde gebracht. Ik heb daarbij geleerd te relativeren, niet alleen op het terrein van de persoonlijke overtuiging, maar zeker ook op het gebied van de techniek. Veel van wat wij in dit land doen en aan deze Universiteit leren op civieltechnisch gebied, is bepaald door onze specifieke werkomstandigheden, of door onze werktraditie. Zonder deze specifieke traditionele kennis kunt U niet functioneren als civiel ingenieur in de Nederlandse samenleving of in een Nederlands bedrijf. Buiten onze grenzen wordt U geconfronteerd met een andere technische traditie, die vaak is ontstaan als gevolg van andere randvoorwaarden. Het is onmogelijk, zelfs gevaarlijk die vreemde tradities zonder meer te verwerpen en te vervangen door onze eigen gebruiken. Om te functioneren over de grens in zulke onbekende gebieden hebt U niet genoeg aan kennis van onze tradities, dan hebt U vooral ook inzicht nodig in de achtergronden ervan. Op basis van dat inzicht kunt U dan bepalen in hoeverre lokale technieken bruikbaar zijn, al of niet in aangepaste vorm.

Ik heb eerder gesteld dat er voorlopig voldoende werk is in de waterbouw, zo niet in Nederland, dan toch in ieder geval elders in de wereld. Ik hoop dat velen van U de uitdaging aanvaarden en vroeger of later die stap in het onbekende wagen. Ik hoop ook dat velen van U een eerste stap in die richting al tijdens hun studie zullen kunnen zetten.

U hebt uit mijn inleiding begrepen hoe belangrijk ik het vind dat een organisatie klantgericht denkt en werkt. Wellicht put U als studenten daaruit hoop, althans wanneer U zichzelf ziet als de afnemers van het produkt onderwijs, als klant van de Universiteit. Ik hoop U in dit opzicht niet teleur te stellen en zal al het mogelijke doen om van U tevreden klanten te maken. U kunt mij ten allen tijde op deze toezegging aanspreken.

Uw rol aan deze Universiteit is echter groter, U bent niet alleen klant, U bent, in zekere zin, ook produkt. Het is ons gezamenlijk belang dat de afnemers van dat produkt ook tevreden klanten zijn en blijven. Dat vereist een inspanning van de kant van de Universiteit, maar bovenal een volledige inzet van Uzelf. Daarop zal ik U aanspreken. Ik zie deze wederzijdse confrontatie overigens met veel plezier en vertrouwen tegemoet.

Ik dank U voor Uw aandacht.