

# TECHNISCH RAPPORT

## Multifunctionele oplossing voor rampen en andere problemen

ing.Rob van den Haak  
Dr.ir. Pieter G.Stokman

2003

Blz 5	Inhoudsopgave Rapport II
7...	1. Inleiding
	2. Haakse zeedijk
	3. Eisen
8...	4. Eén integrale oplossing
	5. Maatschappelijke implicatie
	6. Internationaal gezien
	7. Financiën en kosten
9...	8. Practische uitvoering
	9. Het waterpeil in de bekkens
10...	10. Pompen of verzuipen
	11. Turbine/pomp-generatorsets
	12. Conclusies
11...	13. Nederland onderneem actie!
	14. Het milieu
	15. Kosteb/baten analyse van één bekken exclusief financiële lasten met woonkernen
	16. Overblijvende vragen
12...	17. Zandprijs per kubieke meter (2003)
	17a.1. Globale procesbeschrijving
13...	17a.2 Globale dimensionering
	17a.3. Globale kosten
14...	18. Omkeerbare pompcentrale
	19. Pompaccommodatiecentrale in de haakse bekkens
15...	20. Het bassin voor de electriciteits centrale
	21. Aftopping supervloed
16...	22. Personalialia
17...	23. Litteratuurlijst



# DE HAAKSE ZEEDIJK

## Multifunctionele oplossing voor rampen en andere problemen

Rob van den Haak Ing. en Dr. Ir. Pieter G. Stokman  
2003

Het grootste voordeel van 'De Haakse Zeedijk' is het creëren van een boezemwater voor de huidige kust. Het boezempeil in de bekkens kan gelijke tred houden met de daling van Nederland. De rivieren, die in de boezems uitstromen en het grondwater dat tot voorbij Utrecht traag met de zeespiegel meebeweegt, komen hierdoor eveneens onder controle.

### 1. Inleiding

Afgezien van onvoorspelbare militaire ontwikkelingen en/of politieke rampen die ons in de toekomst kunnen treffen, krijgen we te maken met voorspelbare bedreigingen die te maken hebben met de zeespiegelrijzing en de vervuiling van lucht, water en bodem. Van deze bedreigingen is de zeespiegelrijzing het meest te vrezen omdat die de kans vergroot op een stormvloedramp van ongekende omvang. Daarbij zou de watersnoodramp van 1953 een bagatel kunnen zijn geweest. In de toekomst gaat het om de gehele Randstad die volkomen van de kaart geveegd zou worden bij een dergelijke stormvloed-ramp.

Dat er maatregelen moeten worden getroffen om een dergelijke ramp te voorkomen, daarover is iedereen het eens. Er wordt veel over nagedacht maar tot concrete (beleids-) voorstellen is het tot nu toe niet gekomen. Het gaat hierbij dus vooral om onze kust, duinen, dijken en het directe achterland. De Deltawerken zullen de te verwachten stormvloed bij een hogere zeespiegelstand niet meer aankunnen. Het gaat echter niet om gedeelten van onze Noordzeekust: de gehele lengte over zo'n 180 kilometer zal als één geheel tot een vrijwel onneembare 'vesting' moeten worden omgebouwd.

Het onderwerp staat op de politieke agenda 5 van de nationale en lokale overheden. Kennis om het hier geschetste probleem aan te pakken en op te lossen is in ons land in voldoende mate aanwezig. Maar zoals altijd zijn het niet de kennisdragers die een doelgericht beleid bepalen, maar zijn het de beleidsmakers in het politieke circuit die verantwoordelijk zijn voor - onder andere - de veiligheid van ons land.

De oplossingen die voor deze problematiek worden aangedragen zijn tot dusver veelal deeloplossingen, geënt op lokale problemen en belangen. De optelsom van deze deeloplossingen vormt een lappendeken die geen garanties biedt voor een duurzame en geïntegreerde oplossing van het totale probleem. Het gaat immers om een complex van vraagstukken dat onze hele Nederlandse samenleving aangaat en misschien zelfs Noordwest Europa. Daarmee wordt eens te meer de absolute noodzaak

onderstreept om tot integrale en duurzame oplossingen te komen. Onmiddellijk komen nu vragen op als:

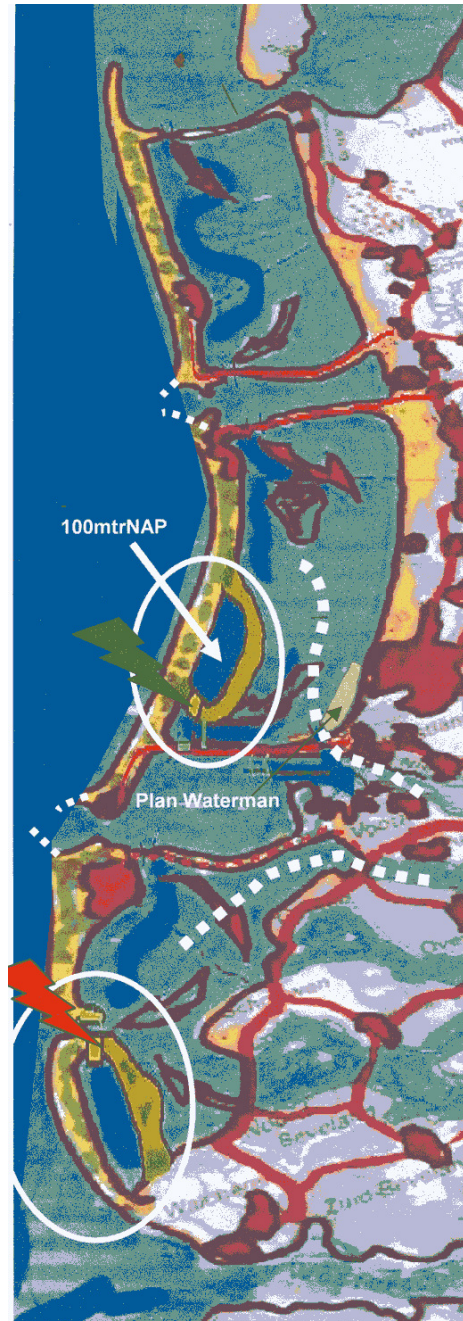
- aan welke eisen moeten integrale en duurzame oplossingen voldoen?
- is een integrale oplossing realiseerbaar?
- wat zijn de maatschappelijke implicaties?

- zijn zulke oplossingen financieel haalbaar?

De antwoorden op deze vragen zullen we hieronder toelichten, waarbij we ons binnen het kader van dit artikel zullen moeten beperken tot de hoofdpunten.

### 2.'De Haakse Zeedijk'

Met de aanleg van 'De Haakse Zeedijk', genoemd naar de ontwerper Rob van den Haak, wordt een nieuwe kustlijn gedefinieerd die vijftieng kilometer westelijk ligt van de huidige kust. Deze kustlijn zal zonder de uitstulpingen van de oude kust (bij Hoek van Holland, Scheveningen, IJmuiden) geschikt zijn voor de natuurlijke zandaanlanding en dus ook voor natuurlijke duinontwikkeling langs en op de nieuw aan te leggen zeedijk. Door de aanleg van de bekkens kan de aanleg van projecten als het tweede Schiphol en de tweede Maasvlakte worden gerealiseerd voor een fractie van de aanlegkosten in open zee. De huidige kustverdediging middels zandsuppleties op de bedreigde plaatsen, kan na aanleg van de zeedijk worden gestaakt. De overige plannen om de huidige kust te versterken (Monster, Katwijk, Egmond, Hondsbosse Zeewering, enz.) behoeven niet te worden uitgevoerd. De landinwaartse migratie van de kustlijn wordt definitief gestopt. De aan te leggen dijken met een gezamenlijke lengte van ongeveer 300 km (180+5 x 24) bieden een uitgelezen locatie voor de aanleg van een zeer groot windmolenpark.



### 3.Eisen

#### Het programma van eisen

Een oplossingsrichting moet tenminste voldoen aan de volgende punten:

- afdoende beveiliging bieden tegen overstromingen
- beperking van het grondwater en de zoutkwel
- de aangedragen oplossingen moeten duurzaam zijn (denken in eeuwen)
- integrale oplossing van de belangrijkste punten in het complex van probleemgebieden
- de ruimtelijke ordeningsvraagstukken als gevolg van de bevolkingsgroei definitief oplossen
- maximale toepassing van 'groene energie' bevorderen
- bijdragen aan verbetering van het milieu in de ruimste zin
- waarborging van het behoud van cultuurhistorische gronden, monumenten en waarden in het oude land
- het behoud van de bestaande infrastructuur, zoals havens en bebouwing
- juiste aandacht aan de transportbelangen, zowel goederen- als personenvervoer.
- wegens de omvang van het project is gefaseerde uitvoering een vereiste

Dit programma van eisen is niet compleet, maar het bevat in ieder geval de kernpunten waaraan een duurzame en integrale oplossing moet voldoen.

#### 4. Eén integrale oplossing

De vraag is nu of er één integrale oplossing denkbaar is voor het problemencomplex waarover we het hebben. Deze vraag kunnen we kort en bondig met 'ja' beantwoorden.

In het kort komt het hierop neer: er wordt een zeedijk aangelegd op **25 km** ten westen van onze huidige kustlijn, lopend van Walcheren tot Den Helder. Ter hoogte van Hoek van Holland en IJmuiden zijn havenkanalen voorzien waardoor de ontstane binnensee in drie zoutwaterbekkens wordt verdeeld. In elk bekken is ruimte voor de aanleg van woon- en werkkernen, een luchthaven (tweede Schiphol), verder uitbreidingen van de Maasvlakte, een nationale energieaccumulator, enz. In de bekken ontstaan grootschalige waterrecreatiegebieden. De woonkernen bieden voldoende ruimte voor ongeveer 5 miljoen inwoners (woon-, werk- en recreatieruimte).

Elk van de bekken zal worden voorzien van twee spuisluizen met als functies:

- het handhaven van een gereduceerde getijdenbeweging,
- het handhaven van het peil in de bekken en dus ook in de riviermonden op het Noordzeepeil anno 2000.

#### 5. Maatschappelijke implicaties

Door de integrale aanpak én door te streven naar duurzame oplossingen voor het totale complex van vraagstukken zullen de maatschappelijke implicaties van 'De Haakse Zeedijk' aanzienlijk zijn. Bovendien is het duidelijk dat deze implicaties zich op alle bestuurlijke en maatschappelijke niveaus op verschillende wijze zullen manifesteren. Deze constatering dwingt tot de conclusie dat het voor de succesvolle voltooiing van een zo veelomvattend project noodzakelijk is in de maatschappelijke samenleving een breed draagvlak te creëren op alle betrokken bestuurlijke en private niveaus.

#### 6. Internationaal gezien

Met de aanleg van 'De Haakse Zeedijk' komt Nederland op het internationale politieke platform terecht. De naaste burens, België en Duitsland, kunnen wellicht het project doortrekken langs hun eigen Noordzeekusten om daarmee ook in die regio's de beveiliging duurzaam te garanderen. Overige Noordzeelanden zullen zich ongetwijfeld ook in de discussie

mengen, al was het maar omdat Nederland een deel van de Noordzee tot 'binnenwater' maakt en daardoor de grens van de territoriale wateren zo'n **25 km** naar het westen zal gaan verleggen.



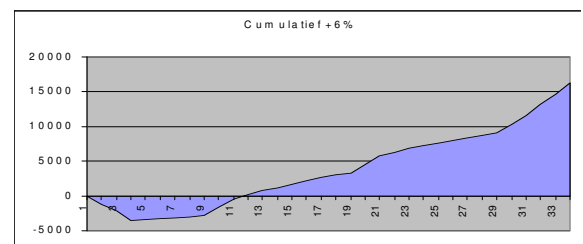
*Voorspellingen in de komende 300 jaar van de zeespiegelrijzing lopen uit één van anderhalve meter tot zes meter. De dijk zal dan met zes meter extra moeten worden verhoogd.*

*In nevenstaande figuur is 'De Haakse Zeedijk' tot aan de Deense kust doorgetrokken. Behalve Duitsland en Denemarken zullen uiteindelijk ook België en Frankrijk niet aan de 'De Haakse Zeedijk' kunnen ontkomen.*

#### 7. Financiën en kosten

##### De kosten/baten analyse: 'De Haakse Zeedijk' maakt winst

In het rapport 'De Haakse Zeedijk' is uitvoerig aandacht besteed aan kosten en baten van dit project. Hier volstaan wij ermee de belangrijkste uitkomsten te vermelden. De uitvoering van het totale project (drie bekken met per



Cumulatief saldo voor het project 'De Haakse Zeedijk' in € x 10<sup>6</sup>

bekken één woonkern, dus totaal drie woonkernen) vergt een periode van circa 33 jaar. De totale aanlegkosten bedragen circa € 34 miljard. De totale baten uit de opbrengsten van de grondverkoop op de drie woonkernen bedragen circa € 45 miljard, zodat uiteindelijk een positief saldo overblijft van € 11 miljard (exclusief de financieringslasten en de besparingen als gevolg van het staken van de huidige zandsuppleties). In elk bekken is naast de eerst aangelegde woonkern ruimte voor nog twee woonkernen, totaal zes extra woonkernen. Elk extra woonkern levert een positief saldo op van circa € 14 miljard. De aanleg van het totale project, inclusief spuisluizen en de aanleg van zes extra woonkernen levert op den duur een positief saldo op van € 95 miljard. Deze uitkomsten zijn zo uitermate gunstig (een project van deze

omvang dat geld oplevert in plaats van dat het geld kost is uniek), dat de financiële haalbaarheid daarmee is aangetoond. Zelfs als de uitgangspunten die aan de financiële analyse ten grondslag liggen aanzienlijk ongunstiger worden gekozen blijft de financiële haalbaarheid overeind, zij het met lagere positieve uitkomsten. In het rapport is voor de bouw van het project, drie bekkens en per bekken één woonkern, een periode aangehouden van 33 jaar. De aanleg van de aanvullende zes woonkernen zal daarna volgen op tijdstippen die gelijke tred houden met de werkelijke groei van het inwoneraantal. Met andere woorden: de aanleg van deze woonkernen volgt de vraag naar woon-, werk- en leefruimte. Gedurende de eerste 33 jaar worden de drie bekkens na elkaar aangelegd, eerst het meest zuidelijke bekken, daarna het middelste en tenslotte het noordelijke bekken. Daardoor kan optimaal gebruik worden gemaakt van de apparatuur die voor de aanleg nodig is. Als om redenen van bestuurlijke hanteerbaarheid van dit enorme project een gedetailleerder fasering noodzakelijk blijkt te zijn is een verdere opsplitsing van de bekkens mogelijk. Daardoor zal de realisatie van het hele project aanzienlijk langer duren dan de hier bovengenoemde 33 jaar en de totale kosten zullen aanmerkelijk hoger uitkomen. (zie ook nadere uitwerking op blz 10)

## 8. Praktische uitvoering

### Aanleg in drie etappes

'De Haakse Zeedijk' ligt circa 25km uit de Noodzeekust tussen Walcheren en Den Helder. De zee is hier rond 20 m diep. De dijk beschermt drie afgesloten waterbekkens. De dijk, ongeveer 180 km lang, van Walcheren tot Den Helder en de vijf 24 km lange dwarsdijken worden opgespoten door 15 zuigers die per bekken in drie groepen van vijf naar elkaar toe werken. Tot op een diepte van 50 meter wordt het zand opgezogen en naar het dijklichaam gevoerd. In 30 jaar zijn de dijken dan klaar. Bij een dunnere beschikbare zandlaag wordt de zuigsleuf natuurlijk breder. De diepzuiers liggen eventueel achter grote drijvende golfdempers, respectievelijk achter de juist opgespoten dijk om het op zee werken mogelijk te maken. De aanleg gebeurt in drie etappes, te beginnen in het zuiden, wegens de heersende zeestroming. De diepzuiers spuiten een

26 m hoog zandlichaam op van 2000 m breed tegelijk met één of meer woonkernen en de voorbereiding voor de spuilsuizen. Per bekken is ongeveer tien jaar bouwtijd nodig. De vijftien standaard continu werkende diepzuiers houden de kubieke meterprijs voor het gebruikte zand laag op 0,64 € per kuub. Het totale project inclusief infrastructuur en zes spuilsuizen kost € 34 miljard. Nadat de dijk gesloten is kan deze aan de achterzijde nog tot 2700 meter verbreed worden. De golven en de zee geven de vooroever de juiste helling. De zandsuppleties blijven identiek aan vroeger.



## 9. Het waterpeil in de bekkens

Storm, springvloed, een hoge of lage rivierafvoer, grondwater en zoutkwelwater, alles heeft invloed op de houdbaarheid van ons land. Nadat de invloed storm en grondwater is besproken, wordt de oplossing, namelijk het handhaven van het boezempeil in de bekkens d.m.v. turbine/pomp/generatorsets, hierna beschreven.

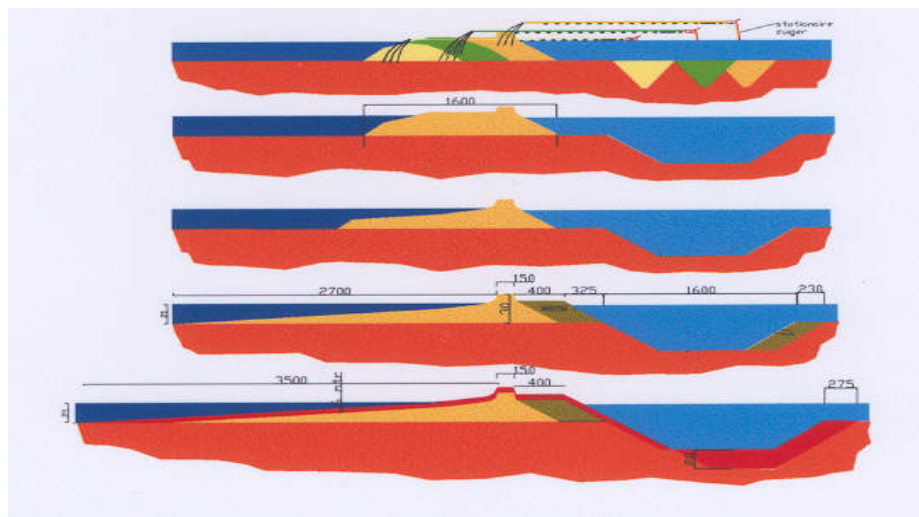
### Een noordwesterstorm in combinatie met hoge rivierafvoer en springvloed

Normaal stromen de rivieren de zuid- en midbekken in met een capaciteit van 2000 m<sup>3</sup> water per seconde. Twee van de drie Haakse bekkens, met een oppervlakte van 3600 km<sup>2</sup>, bergen tijdens superstorm het rivierwater van Maas en Rijn, 2000 tot 16000 m<sup>3</sup>/s. Europoort houdt een open verbinding met de zee, maar de

afvoer van het rivierwater geschiedt nu naar de bekkens, waarbij een schutsluis de Nieuwe Waterweg naar zee afsluit.

In zo'n noodgeval met superstorm stijgt het peil in de twee opvangbekkens in die anderhalve dag dat de storm aanhoudt tot 2,5 m boven NAP. Dit is voor de huidige dijken en de Rotterdamse haven tolerabel is. Zodra de storm luwt, spuien de sluisen zoveel mogelijk water op natuurlijke wijze af.

Door het boezempeil van de bekkens met de daling van de Nederlandse zeebodem mee te laten zakken zal zowel het grondwater als het zoute kwelwater Nederland geen moeilijkheden meer opleveren.



## 10. Pompen of verzuipen (NRC van 24-5-03, Henk Leenaers)

quote

Zo snel als onze rivieren reageren op een zomerse wolkbreuk in België, zo traag beweegt het onzichtbare grondwater mee met de zeespiegel. Als twee communicerende vaten staan de Noordzee en het grondwater onder West-Nederland met elkaar in verbinding. De met zout water gevulde zandlaag onder het Groene Hart, die vanaf de Hollandse duinenrij reikt tot Utrecht, dempt de waterbeweging van eb en vloed maar volgt de door het broeikaseffect veroorzaakte zeespiegelstijging. Het zoute grondwater in de zandlaag duwt daardoor steeds harder tegen de onderkant van klei- en veenlagen in de polder, waarin zich zoet grondwater bevindt. Toename van deze 'kweldruk' is meetbaar met een peilbuis in het zand: jaarlijks stijgt het grondwater in zo'n buis een centimeter. "Daar is uiteindelijk niet tegenaan te pompen", zegt Marc Bierkens, hoogleraar geografische hydrologie aan de Universiteit van Utrecht. Bierkens heeft uitgerekend dat Nederland steeds verder kopje onder gaat. Nu ligt een kwart van het landoppervlak onder de zeespiegel, de komende honderd jaar komt daar een gebied ter grootte van Noord-Brabant bij. Niet alleen door de zeespiegelstijging overigens; in klei- en veengebieden daalt de bodem, zodat het stijgende water zich makkelijk kan verspreiden. Per meter veen daalt de bodem tot 16 millimeter per jaar door inklinking en oxidatie, het 'verbranden' van veen dat door grondwaterverlaging in contact komt met lucht. Ligt er een meter veen in een polder in West-Nederland, dan verwacht Bierkens daar de komende eeuw twee meter stijging van de grondwaterstand: "Eén meter door de zeespiegelstijging en één meter door bodemdaling." De dikte van het veen varieert enorm, van enkele decimeters tot wel drie meter in de Alblasserwaard. Is de veenlaag dun dan bestaat het risico dat deze de kweldruk niet meer op kan vangen. "Barst de veenlaag open, dan is het einde verhaal", zegt Bierkens, "dan kun je de zaak net zo goed onder laten lopen en er een plas van maken"

unquote

## 11. Turbine/pomp-generatorsets

Stijgt het zeeniveau dermate dat natuurlijk spuien niet meer mogelijk is, dan kan de noodzaak van het beschikbaar hebben van enorme spuingemalen (voor het handhaven van de bekkens op het boezempeil) en de bouw van waterkracht energiecentrales worden gecombineerd. Het rendement van de energieopwekking kan hierdoor in Nederland sterk verbeteren. Het huidige geïnstalleerd vermogen in Nederland is veel groter dan 's nachts of buiten de piek uren nodig is. Daardoor daalt de energie-efficiëntie aanzienlijk.

Deze situatie is als volgt te verbeteren: In de bekkens komen waterbassins met een diepte van meer dan 100 m. Overdag stroomt het water die bassins in, via omkeerbare pompgeneratorsets. Deze omkeerbare turbinegenerator/pomp-generatorsets leveren overdag (voor de piekproductie) stroom uit waterkracht voor het elektriciteitsnet. 's Nachts wordt de draairichting omgekeerd en wordt het ingestroomde water met dezelfde sets uit de bassins de zee ingepompt. Dat gebeurt op het voorafgestelde nachtstroomtarief, o.a. met de windenergie.

In Canada, bij het Michiganmeer, is een identiek systeem al decennia in bedrijf, dat goed en economisch verantwoord functioneert. Daar hebben de sets elk een vermogen van 312000 kW. De 6

omkeerbare pomp-turbine/motor-generator sets worden aangedreven door water en genereren overdag electriciteit. 's Nachts pompen ze het water weer het 100m hoger gelegen reservoir in. Wanneer het water weer uit het reservoir stroomt drijft de turbine de generator aan en levert stroom. Bij het pompen wordt de draairichting omgekeerd. De generator wordt dan motor en drijft de hydraulische turbine aan als pomp. Bij 323 MW wordt er 314 m<sup>3</sup>/s uitgepompt en bij 350 m<sup>3</sup>/s instroom wordt er 343 MW opgewekt. Deze door Hitachi geleverde Francis-type turbines hebben een waaier diameter van 8375 mm en een toerental van 112,5 omw/min. De opvoerhoogte bedraagt 107,7 m.

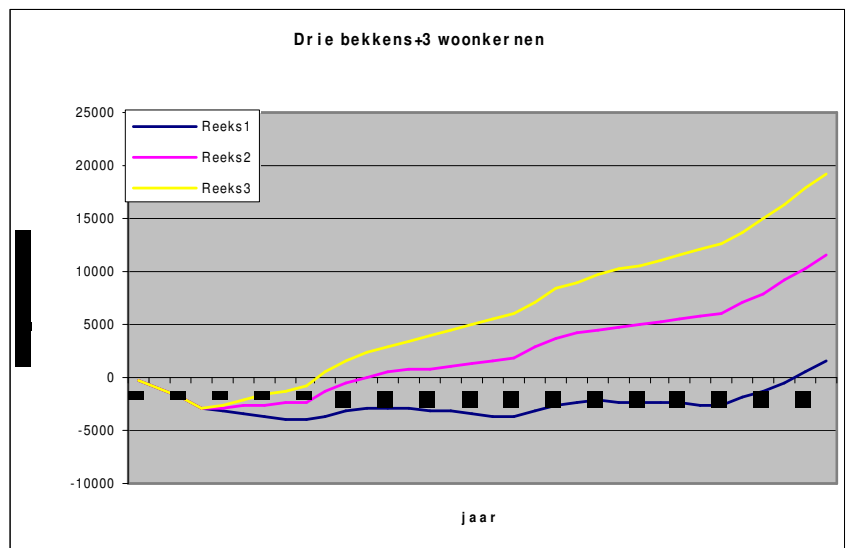
### Afhankelijk van de waterdiepte verbruiken/leveren ze:

Dat zijn 2 x 7 sets à 314 m<sup>3</sup>/sec. met een valpijp van 8,25 m dia. In de twee bekkens waar onze rivieren in uitstromen Het verschil tussen dag- en nachttarief maakt de centrale economisch uitvoerbaar. Door windmolens en andere centrales wordt 's nachts de stroom aangeleverd.

## 12. Conclusies

### Wat levert ons het project 'De Haakse Zeedijk' op

- huidige kustzone wordt veilig gesteld
- er komt zo'n 600 km (2 x 180 + 10 x 24) strandkust bij (de nieuwe stranddijk is 2 km breed)
- per woon-, werk- en recreatieruimte plaats voor zo'n half miljoen mensen en, na voltooiing, voor ruim 5 miljoen mensen
- er komt 3600 vierkante km watersportgebied bij
- enorme toename van 'groene stroom' door windmolens op de nieuwe dijk en via de waterkracht/pompcentrales
- opbloei en nieuwe toekomst van huidige kustplaatsen
- elke 15 dagen is het bekken zeewater ververs
- betere afvloeiing van de rivieren
- handhaving van het boezemwater peil in de bekkens t.o.v. de daling van Nederland
- kweldruk en grondwater blijven beter beheersbaar, verzilting wordt tegengegaan
- de druk van het grondwater, dat tot voorbij Utrecht meetbaar is, loopt niet onrustbarend op en breekt niet door de veen- en kleilagen
- de rivieren kunnen in de bekkens onder alle omstandigheden hun water kwijt, zonder dat polders langs de rivieren moeten onderlopen
- er kan eeuwen lang op een goedkope manier suppleezand worden opgezogen achter 'De Haakse Zeedijk' en op de vooroever worden opgespoten



## 16.Overblijvende vragen

### 13.Nederland: **Onderneem actie !!!**

Zolang de impasse duurt blijft de huidige lappendeken van deeloplossingen gelden als dé oplossing. De eindeloze aarzelingen en bedenkingen bij het besluit tot voortgezet onderzoek naar de haalbaarheid van 'De Haakse Zeedijk' brengen de integrale en duurzame oplossing steeds verder weg in de toekomst. Het gevolg zal zijn, zo leert althans de geschiedenis, dat er niets gebeurt totdat ons de grote calamiteit overkomt. In dit geval zal deze bestaan uit een overstrooming van de randstad met ontelbare slachtoffers en materiële schade van honderden miljarden euro's.

### 14.Het milieu!

We moeten ervan uitgaan dat de Noordzee inderdaad aan het eind van deze eeuw één meter gestegen zal zijn. Dit betekent dat de bodem van de Waddenzee, wil het nog steeds de broedplaats van de Noordzee blijven, ook één meter zal moeten stijgen. Dit komt overeen met een zandhonger van 25 miljoen kubieke meter per jaar. De huidige zandsuppletie is ongeveer 7 miljoen kubieke meter per jaar. De vraag wordt dan: kunnen we de Waddenzee ook afsluiten en op dezelfde manier op peil houden met de omkeerbare generator/pomp sets en windturbines? Met het voordeel: ook hier dus opwekking van groene stroom. Dan stroomt het zoute water de Waddenzee en wordt er 's nachts weer uitgepompt. Het Noordzee peil van het jaar 2000 kan zo gehandhaafd blijven.

Van de 400 tot 500 kilometer nieuwe kust (de beide zijden van 'De Haakse Zeedijk', inclusief de dwarsdijken) kunnen voor de natuur makkelijk grote "stilte delen" afgezonderd worden t.b.v. de fauna, flora etc. Door het 3600 vierkante kilometer toegevoegde wateroppervlak van de nieuwe bekkens kunnen zowel de Waddenzee als onze binnenwateren voor een groot deel van watersporters worden ontlast.

### 15.Kosten/baten analyse van één bekken exclusief financiële lasten met woonkernen

\* De woonkernen zijn in de dijken verwerkt waardoor 3 km brede dijken worden verkregen

Een deel van de winst gaat naar het rijk en provincies, een deel naar de beleggers  
De winst van de aannemers was er reeds in inbegrepen

<b>Begroting voor één binnensee</b>			
Dijken	2,835 m3	0,65 €/m3	1,843
Spuisluizen			3,636
Woonkernen*	2,652 m3	0,65 €/m3	1,724
Infrastructuur+rail			0,86
10% Onvoorzien			<u>0,806</u>
Totaal			8,869 miljard
Soc.woningbouw	12 km2	127 €/m2	1,52
Marktsector	28 km2	400 €/m2	11,2
Bedrijven	10 km2	136 €/m2	1,36
Gemiddelde opbrengst		<b>282 €/km2</b>	14,08
Incl.onvoorzien		-10%	12,68
Opbrengst grondverkoop			<u>12,676</u>
Saldo (Met een gemiddelde marktsectoropbrengst van 400€/m2)			<b>3,807 miljard</b>
euro's			
Zie hiervoor ook de diaserie haakse zeedijk 2009			

1. Evenals bij de afsluiting van de Zuiderzee en de Delta werken zal in de Noordzee een groter verschil bij eb en vloed optreden.
2. Een studie of de dijk 15, 20 dan wel 25 kilometer uit de kust moet komen is dus noodzakelijk.
3. I.v.m. de afstand tot de huidige kust zal een compromis tussen woonkernen op de dwarsdijk en de Haakse Zeedijk moeten worden afgewogen
4. De buitendijks liggende gebouwen en woningen, zoals bijvoorbeeld het Kurhaus, hebben groot voordeel bij de aanleg van de HZ. Over honderd jaar zouden ze anders waarschijnlijk allen achter een drie tot zes meter hoger duin geen uitzicht op zee meer hebben!
5. Huidige kustuitbreiding, kustbebouwing, jachthavens worden dan mogelijk. Wat dragen die dan af aan de Haakse zeedijk kosten?
6. Hoe alles te financieren? Gedeeltelijk aandelen en/of staatsobligaties? De verkoop van alle kavels (5 miljoen inwoners met de 6 eilanden mee) geeft tenslotte in de loop der eeuw een positief saldo van boven de 40 tot 90 miljard euro
7. De totale voorfinanciering komt neer op 4 tot 10 miljard euro (afhankelijk van kavelverkoop 3 jr respect. 8 jr)

### Bijlage 7.A Zandprijs per kubieke meter

Bijdrage van ing. A.R.M. Verbeek, Delft Dredging (trade name of A.R.M. Verbeek Beheer b.v.)

#### 17.a.1 Globale procesbeschrijving

Het mechanisme van het zuigen op een grote diepte is bekend. De beperkingen die er waren met betrekking tot haalbare zand concentratie in het proceswater (en daarmee de haalbare productie), in verband met vacuümlimitering, zijn overwonnen, na de introductie van de onderwater pomp.

Het meest rationele baggerwerktuig, dat in de beschreven configuratie past is de profielzuiger. Dit werktuig bestaat uit een aan zes ankers verankerde ponton, waarin de machinekamer, pompkamer, verblijven voor de

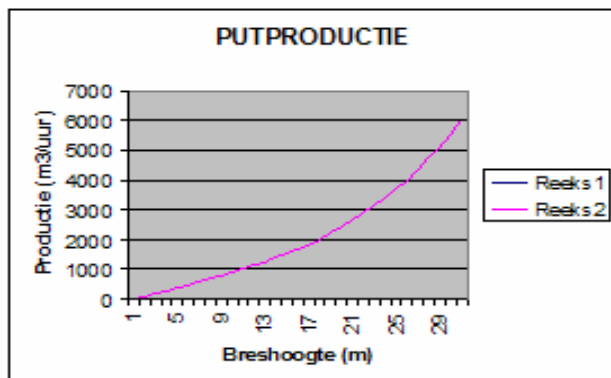
bemannings- en de bedieningscentrale zijn ondergebracht. Aan de ponton is een (meestal gelede) zuigbuis aangebracht die, met behulp van een hijsconstructie en hijslieren, tot de maximaal gewenste zuigdiepte kan worden neergelaten. Bij een zuigdiepte >20m wordt een onderwaterpomp toegepast. Het gezogen zand kan, met behulp van leidingen (drijvende leiding, zinkleiding en/of landleiding) naar een stort worden gepompt of, met behulp van een bakkenlaadinrichting, in transportbakken worden geladen.

Het baggerproces met een dergelijke profielzuiger kent drie specifieke onderdelen, die ieder

voor zich bepalend kunnen zijn voor de productie van het werktuig:

A. **De persproductie:** welke productie kan vanaf het werktuig naar de plaats van verwerken (het stort) worden gepompt? Het geïnstalleerde pompvermogen, de gekozen leiding diameter, de leidinglengte en het te overbruggen hoogteverschil enerzijds, en de zandkwaliteit (korrelafmetingen), de zandconcentratie in het proceswater en de mengselsnelheid anderzijds, zijn bepalend voor de persproductie. Er is meer dan voldoende kennis aanwezig binnen de aannemingsbedrijven, ingenieursbureaus en overheid, teneinde de productiecapaciteit van dit werktuig nauwkeurig te bepalen bij een gegeven werktuig, dan wel het werktuig te ontwikkelen bij een bepaalde aangeboden productiecapaciteit.

B. **De zuigproductie:** welke productie kan vanaf de maximale zuigdiepte worden opgevoerd naar de aanwezige pompinstallaties? De zuigbuisdiameter, de diepteplaatsing van de onderwaterpomp en de zuigeigenschappen van de toegepaste pompen, alsmede de mengselsnelheid in de zuigbuis, de zandconcentratie in het proceswater en de korrelafmetingen van het gezogen zand zijn bepalend voor de zuigproductie. Er is meer dan voldoende kennis aanwezig binnen de Aannemingsbedrijven, ingenieursbureaus en overheid, teneinde de zuigcapaciteit van dit werktuig nauwkeurig te bepalen bij een gegeven werktuig, dan wel het werktuig te ontwikkelen bij een bepaalde gewenste zuigcapaciteit.



C. Zandlagen worden losgemaakt en naar de zuigmond van de zuigmond van de zuigbuis stromen? De dikte van de zandlaag boven het niveau van de zuigmond, de wijze waarop de zuigbuis wordt bewogen ten opzichte van deze zandlaag, het bij de zuigmond toegepaste jetwater en spoelwater enerzijds en de kwaliteit van het zand (waterdoorlatendheid, pakking en aanwezige stoorlagen) anderzijds zijn bepalend voor de bresproductie. In de zestiger jaren is zeer uitgebreid onderzoek gedaan in Nederland met betrekking tot dit fenomeen. Een en ander in verband met de toen verwachte grote zandsluitingen in het kader van de deltawerken.

Het zand wordt ontgonnen door met de zuigbuis op nagenoeg de volle diepte, de zuiger geleidelijk voorwaarts te verhalen door het intrekken van de boegdraad en het vieren van de achterdraad. Op deze wijze ontstaat een zuigput die de vorm heeft van een halve kegel (top naar beneden). De zijtaluds bedragen maximaal het natuurlijk talud van het te zuigen zand (ca. 30°). Bij meerdere banen naast elkaar (breed zuigvak), reduceert de halve kegelvormige zuigput tot ca. 1/4 kegel. Niet al het zand in de beschikbare bres wordt weggezogen. Als gemiddelde wordt er mee gerekend dat 2/3 van de beschikbare breshoogte als blijvende diepte achterblijft, terwijl ca. 1/3

van de beschikbare breshoogte weer volloopt met mors.

Ten behoeve van het onderhavige kustplan en de de daarbij op te spuiten dijken en terreinen, wordt zand gezogen aan de landzijde van de nieuwe zeedijk, tot een diepte van ca. 50m. De huidige diepte ter plaatse van de zuigputten bedraagt ca. 20m er wordt derhalve een breshoogte aangeboden van 30m!

Bij deze configuratie dienen een tweetal **kanttekeningen** te worden gemaakt:

- In het grondpakket, ter plaatse van de Nederlandse kust zijn een aantal horizontale kleilagen aanwezig, binnen de te ontgraven diepte. Tezamen met de in de duinen langs de kust aanwezige zoetwaterbel, voorkomen deze kleilagen de penetratie van zeewater onder de duinen door naar de aanwezige diepe polders. (verzilting). Het doorbreken van de kleilagen door het winnen van zand op grote diepte kan de verziltingsbescherming aantasten.
- **De zandkwaliteit** is niet over de volle hoogte van de weg te zuigen laag constant. Er dient mee te worden gerekend dat er onder een niveau van ca. -30m, zand van pleistocene oorsprong wordt aangetroffen. Deze zanden zijn over het algemeen veel grover dan de oppervlaktezanden 500 µm t.o.v 200 µm. Deze grovere zanden veroorzaken een grotere leidingweerstand, zodat meer pompvermogen dient te worden geïnstalleerd teneinde dit zand te kunnen verpompen. Een voordeel is dat het strandtalud vóór de nieuwe zeedijk iets steiler zal instellen, zodat minder zand benodigd is.

### 17.a.2 globale dimensionering

Rekening houdend met de hierboven genoemde variaties die in het grondpakket voor kunnen komen, alsmede de variaties in de putproducties tijdens opkomend en afgaand getij, kan globaal de navolgende putproductie – breshoogte relatie worden aangenomen. Als meer gedetailleerde bodeminformatie beschikbaar komt, kan een en ander mogelijk nog iets aangescherpt worden.

Bij een beschikbare breshoogte van 30m kan derhalve gerekend worden op een bresproductie van gemiddeld 6000 m³/uur.

Als bij geen ander zuigproces, kan een profielzuiger hoge zandconcentraties in het proceswater genereren. Bij het cutterproces en bij het sleepzuig-proces treedt mengselvorming op door het naar de zuigmond stromende water. De maximaal haalbare concentratie wordt daardoor beperkt tot ca. 1 m=1,25 t/m³ bij een profielzuiger stroomt het met jetwater losgewoelde zand door de zwaarte-kracht naar de onderkant van de kratervormige zuigput (punt van de kegel). Op dat punt moet spoelwater worden toegevoegd om er voor te zorgen dat het zand in gefluïdiseerde toestand blijft en dus verpompbaar blijft een mengselgewicht  $\gamma_m = 1,50 - 1,60 \text{ t/m}^3$  is hierbij haalbaar. Dit mengselgewicht komt overeen met een zandconcentratie van 50 tot 60% in het proceswater. Bij dergelijke concentraties nemen de kosten per m³ verpompt zand af. Immers het kostbare geïnstalleerde vermogen wordt in dit geval meer aangewend voor het verpompen van zand van a naar b dan voor het verpompen van proceswater. Met dit uitgangspunt kan de diameter van de persleiding worden beperkt tot 1000mm of 900mm respectievelijk. Als mengselsnelheid wordt aangehouden 5 m/sec. Dit in verband met de kritische

snelheid van het iets grovere materiaal in de onderlagen van de winput.

### De zuigproductie

Voor het opvoeren van het mengsel vanaf de zuigdiepte tot het wateroppervlak is een onderwa-terpomp met een opvoerhoogte van 30 mwk en een debiet van 4,2 m<sup>3</sup>/sec voldoende. Hierbij hoort een pompvermogen van 1500 – 1600 kw. De diepteplaatsing van de pomp is ca. 8 – 10m onder de zee-water-spiegel. De door de put geleverde 6000 m<sup>3</sup>/uur kan met deze installatie boven water gebracht worden.

### Persproductie

Teneinde 6000 m<sup>3</sup>/uur zand met een gemiddelde korrel diameter van zeg 350 µm (iets grover dan het zeezand aan de oppervlakte) over een afstand van 2000 m te kunnen verpompen, een geodetisch hoogte-verschil van 10 m te kunnen overbruggen en additionele verliezen te compenseren voor kogels, bochten overgangen, etc. door een leiding van 900 mm, is 92 mwk opvoerhoogte benodigd. Hiertoe dient bij een pompdebiet van 4,2 m<sup>3</sup>/sec een pompvermogen van 6.400 kw, boven de benodigde onderwaterpomp te worden geïn-stalleerd, bij voorkeur verdeeld over twee perspompen van 3.200 kw.

### 17.a.3 Globale kosten

Een profielzuiger die in volcontinudienst (168 uur/week), gemiddeld 6000 m<sup>3</sup>/uur produceert, heeft een weekproductie van 865.800m<sup>3</sup>, rekening houdend met een coëfficiënt voor onregelma-tigheden van 0,85. Ook dient er rekening te worden gehouden met stilligperiodes voor weerstgesteld-heid, grote reparaties, vakanties en algemeen geldende feestdagen, zodat slechts gedurende 42 weken per jaar kan worden geproduceerd, waardoor de jaarproductie per zuiger 36.360.000 m<sup>3</sup> bedraagt.

weekkosten ( € )	
Zuiger	300.902
Drijvende leiding:	12.370
1500m landleiding:	6.772
Stortploeg:	21.484
Multicat:	13.412
Surveyboot:	7.870
Werkboot:	14.778
Kraanbak:	11.364
Werkorganisatie+kantoor:	23.427
Subtotaal:	412.380
Toeslag overhead, winst&risico, etc.25%	102.900
Totaal:	515.475

**Of wel één kubieke meter zand kost:**  
 $515475 \cdot 52 / 36360000 = 0,737 \text{ €/m}^3$

**Voor 15 zuigers met minder directie, hulpschepen en werkploegen wordt dit 0,65 €/m<sup>3</sup>**

Als **kostenplaatje** voor één zuiger, met de organisatie er omheen, geldt globaal het navolgende:

Indien in gelijktijdig met meerdere soortgelijke profielzuigers wordt gewerkt, kunnen de kosten voor hulpmaterieel en organisatie over meerdere schepen worden verdeeld, waardoor een reductie van de

kosten per m<sup>3</sup> ontstaat.

De geselecteerde profielzuiger is er een van de reeks moderne stationaire zuigers, gebouwd na 1985. Er zijn inmiddels ruim 10 van dit soort schepen operationeel in de Europese internationale baggervloot.

# 18. Omkeerbare pomp

**OMKEERBARE POMP CENTRALE**  
 Deze zijn constant in bedrijf (halve dag opwekken, halve dag pompen)  
 Afhankelijk van de watertijde + verbruik + rendementen is

Opstelling op waterdiepte in meter	- 100	-75	-50	NAP
■ Energieverbruik bij 2000 m <sup>3</sup> /sec	- 4279 MW	3210 MW	2139 MW	
■ Energieproductie	+3920 MW	2940 MW	1960 MW	

(Nederland gebruikt totaal ca 18000 MW)  
 Het zijn 2 x 7 sets à 314 m<sup>3</sup>/sec, elk set met een valpijp van 8,25 m dia in de twee bekken waar onze rivieren in uitstromen  
 Het verschil tussen dag- en nachttarief maakt de centrale economisch uitvoerbaar  
 Door windmolens en andere centrales wordt 's nachts de stroom aangeleverd  
 Lekverliezen in deze meren blijken 3% te bedragen

**SPIJSLUIZEN**  
 Bij hoge aanvoer van 200000 m<sup>3</sup>/sec zijn alle spuiskluizen in gebruik om het water zee in te lozen  
 Bij lage afvoer voor goede doostroming laat de Noordelijke spuiskuis water in terwij stroom opgewekt wordt en pompt het zuidgemaal water weg.  
 Energieverbruik bij 18000 m<sup>3</sup>/sec (Die ander 2000 m<sup>3</sup>/sec worden normaal reeds weggepompt)  
 Energieopwekking bij 9000 m<sup>3</sup>/sec noordzijde, verbruik voor wegpompen 9000 m<sup>3</sup>/sec zuidzijde

E	= vermogen (MW)	
R <sub>0</sub>	= Dichtheid zoetwater (1000 kg/m <sup>3</sup> )	De gebruikte formule:
G	= Valversnelling (9,81 m/sec)	$E = gQH_{\text{net}} / \text{efficiency}$
Q	= Debiet in m <sup>3</sup> /sec	
H <sub>net</sub>	= Zuig- en persdruk	
Et <sub>a</sub>	= Rendement pomp (90%)	

laten lozen - en dat er daarvoor afsnijdingen nodig waren. Gedurende 200 jaar was er elke 7 jaar een overstroming. Nadat het voorstel van Ferguson was doorgevoerd vond er pas na 23 jaar, in 1973, weer een overstroming plaats, maar nu onder extreme omstandigheden.

## De waterkrachtcentrale in Canada

**Aan het Michigan meer in Canada staat een voor dit doel geschikte centrale met 6 omkeerbare pompturbine motor-generator sets. Deze hebben elk een vermogen van 312000 kW. De turbines worden aangedreven door water en genereren overdag elektriciteit. 's Nachts pompen ze het water met elk een capaciteit van 347 m<sup>3</sup>/sec weer het 100m hoger gelegen reservoir in. Wanneer het water weer uit het reservoir stroomt drijft de turbine de generator aan en levert stroom. Bij het pompen wordt de draairichting omgekeerd. De generator wordt dan motor en drijft de hydraulische turbine aan als pomp. Bij 323 MW wordt er 314 m<sup>3</sup>/s uitgepompt en bij 350 m<sup>3</sup>/s instroom wordt er 343 MW opgewekt. Deze door Hitachi geleverde Francis-type turbines hebben een waaier diameter van 8375 mm en een toerental van 112,5 omw/min. De opvoerhoogte bedraagt 107,7 m.**

## De Nederlandse situatie

De Maas en de Rijn voeren momenteel samen minimum 2000 m<sup>3</sup>/sec en gedurende (meestal) drie weken tot maximum 16000 m<sup>3</sup>/sec oplopend. Gedurende deze drie weken kunnen de bekkens (3900 km<sup>2</sup>) als opvang worden gebruikt. Nederland is tegen die tijd in staat om het Rijn- en Maaswater 's nachts, dus tegen het goedkopere nachtstroomtarief, d.m.v. de reguliere centrales weer uit de reservoirs de Noordzee in te pompen. De hiervoor benodigde stroom wordt 's nachts door reguliere centrales geleverd. Door de ontstane overcapaciteit van electriciteit overdag heeft Nederland de mogelijkheid deze dagstroom door te verkopen naar het buitenland, waardoor de bouw en pompkosten terugverdiend worden.

Tot 2060 kan bij ebstand nog het zeeniveau van het jaar 2000 gehandhaafd kunnen blijven. Daarna moet het reeds besproken PAC (pompaccommodatie) -systeem aangelegd worden. Voor de drie weken optredende hoge afvoer van 16000 m<sup>3</sup>/m per jaar zou een pompgemaal met lage opvoerhoogte waarschijnlijk economischer zijn. Dit wordt echter sporadisch gebruikt en wordt relatief gezien dus weer duur. Men kan ook nog zo'n Waterkracht/PompCentrale maken en gewoon zout water toelaten. Dit volledig afhankelijk van een milieu studie. Het niveau van het PAC-meer varieert bij 2000 m<sup>3</sup>/sec 0.85 m, bij de gezamenlijke twee waterbekkens slechts 15 cm.

## De Mississippi

Omstreeks 1850 tot 1930 was bij het in toom houden van de Mississippi het aanleggen van dijken en overloopgebieden de oplossing. Ondanks dat vonden er bijna jaarlijks van 1881 tot 1890 en daarna nog in 1903, 1912, 1913, 1927 en 1928 grote overstromingen plaats. De in 1927 benoemde opperbevelhebber van de Genie, generaal Lytle Brown, gaf na de laatste grote overstroming kolonel Harley Ferguson de leiding over het rivierregulatieproject. Als nieuwe president van de Mississippi-commissie gaf Ferguson meteen een kernachtige beschrijving van zijn aanpak van het probleem: "Het water wil eruit. We laten het eruit". Om het water van de Mississippi sneller naar de Golf van Mexico te laten stromen, stelde Ferguson voor de loop te verkorten. Hij liet daartoe een aantal meanders afsnijden. Het was een maatregel die hij al lang had voorgestaan, hoewel een dergelijke maatregel door de aanhangers van het "alleen dijken-beleid" als de reinste ketterij werd beschouwd. De Mississippi meanderde vaak zo erg, dat de rivier op bepaalde punten zichzelf tot op enkele honderden meters naderde. Onder natuurlijke omstandigheden zal de rivier na verloop van tijd door het land breken en zal de bocht afsnijden. Daarna zullen de uiteinden van de meander dan dichtslibben en zal er een zogenaamde "verlaten meander-bocht" achterblijven. Hoewel al eerder voorstellen tot het afsnijden van meanders waren gedaan, waren die altijd verworpen met het argument dat de bevaarbaarheid zou verminderen door de verhoogde stroom-snelheid in de nieuwe bedding en dat het waterpeil stroomopwaarts misschien wel tijdelijk zou kunnen zakken, maar dat het dan stroomafwaarts juist zou stijgen. Ferguson was een andere mening toegedaan. Hij betoogde dat alles erop gericht moest zijn de rivier zo snel mogelijk zijn water te

## 19. Een Pomp Acommoditie Centrale in de HAAKSE bekkens

In de HAAKSE bekkens worden grote woonlocaties aangelegd ook op de ringdijk van het PAC-meer.

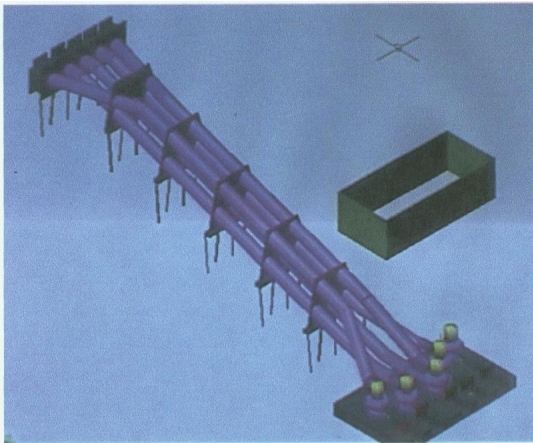
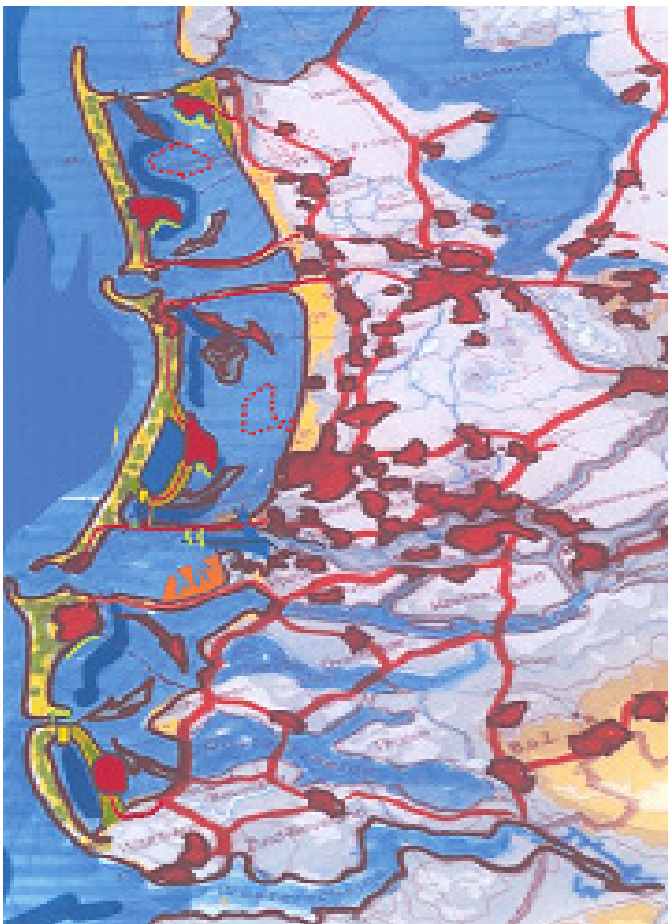


Fig.A6.1. De valpijpen, en pomp/ turbines (opengewerkt). De in/uitlaat en de fundatie is hier zonder ondergrond weergegeven.

bijna 150 km<sup>2</sup> grond gecreëerd. Hierop komt een grote woonlocatie. Een PAC-centrale zal, nog afgezien van de en nachttarief, door verkoop van grond wel rendabel kunnen worden. Normaal worden de valpijpen van beton gemaakt.

Van staal gemaakt, zal men een geheel ander financieel resultaat krijgen. Wanneer men 5 stuks valpijpen van elk 8 meter diameter en 300 á 400 meter lengte samenbouwt zoals in bovenstaande figuur is aangegeven, dan verkrijgt men een zelfdrijvend casco. Dit geheel kan op een werf hier of in het buitenland gemaakt worden en over zee naar de bekkens worden gesleept. (als theoretisch medewerker bij L.Smit Sleepdienst Internationale voerde ik dit soort berekeningen uit) Dit zal een aanzienlijke kostenbesparing geven.

## 20. Het bassin voor de elektriciteit centrale



Stationaire cutterzuigers persen het zand in eerste instantie op het ringeiland op dezelfde manier als bij de dijken is gebeurd. Wanneer de zuigers zichzelf hebben ingesloten pompen ze gewoon verder. Het gebruikte perswater stroomt het bekken in, waardoor het niveau in het bassin zakt. De zuigers die ontworpen zijn voor een zuigdiepte van 50 tot 70 meter kunnen op die manier tot een diepte van 100m zuigen. Wanneer de zuigers met het werk gereed zijn laat men het bassin vollopen, baggert de dijk open en varen de zuigers eruit. De inmiddels op de werf geheel gemonteerde electriciteits centrales, inclusief de stalen valpijpen, kunnen vervolgens naar binnen gevaren worden en met het weer verlagen van het waterpeil op zijn plaats worden gebracht.

### A6.3 Het rampscenario

Door bovengenoemde aanleg van deze centrales kan Nederland nu ook met vertrouwen een door klimaatverandering voorspelde tegelijkertijd optreden van storm, springvloed en een hoge rivierafvoer tegemoet zien.

De Maas en de Rijn voeren momenteel samen minimum 2000 m<sup>3</sup>/sec en gedurende (meestal) drie weken tot maximum 16000 m<sup>3</sup>/sec olopend. Gedurende deze drie

Uit het 100 m diepe PAC meer wordt

Opstelling op waterdiepte in meter	- 100	-75	-50
<b>NAP</b>			
Energieverbruik bij 2000 m <sup>3</sup> /sec	- 4279 MW	3210 MW	2139 MW
Energieproductie	+3920 MW	2940 MW	1960 MW

weken kunnen de HAAKSE BEKKENS (3900 km<sup>2</sup>) als opvang worden gebruikt. Bij Hoek van Holland wordt een grote schutsluis gebouwd en tegelijkertijd een doorgang voor de afvoer van het Rijnwater naar het Midbekken. De Europoort blijft dan in open verbinding met de Noordzee. Onze rivieren kunnen in dit onderhavige geval hun water kwijt via de Zeeuwse wateren naar het Zeeuwse bekken en via de Nieuwe Waterweg naar het Midbekken. Het niveau in de beide bekkens zal in die anderhalve dag dat de storm woedt, door de rivieren niet hoger komen dan 2,5 meter. Dat kunnen onze rivierdijken en de Rotterdamse haven makkelijk verwerken.

De normale aanvoer van onze rivieren n.l. 2000 m<sup>3</sup>/sec kunnen de bovengenoemde centrales makkelijk verwerken. Nadat de storm uitgewoed is en de Noordzee zijn gewone peil heeft bereikt kan men eerst zoveel mogelijk water spuien. Daarna kunnen binnen acht dagen de extra geïnstalleerde Elektrische/waterkracht/ pomp/centrales het overtollige water de Noordzee inpompen. Een gewoon spuigemaal zou maar sporadisch gebruikt behoeven te worden. Een EWPC echter zal altijd gebruikt kunnen worden door gewoon zout water toe te laten, mits dit economisch haalbaar is. Dit komt ook het milieu ten goede.

Gesteld wordt dat een samenvallen van een superstorm gecombineerd met een springvloed en een verhoogde rivierafvoer, zoals onlangs in Oostenrijk en Duitsland met de Elbe is gebeurd catastrofaal voor Nederland zal zijn. We kunnen stellen dat Zuid-Holland tot Leiden en Haarlem onder zullen lopen. Ingenieur van Veen had in 1953 niet anders verwacht dan dat hier 3 miljoen mensen verdrongen zouden zijn. Zonder Haakse zeedijk zal dat minstens het dubbele bedragen en een materiële schade van 1000 miljard euro geven.

## 25. Personalia

### A.R.M. Verbeek, ing

Verbeek en van den Haak waren nauw betrokken bij het ontwerpen en bouwen van het baggermaterieel bij de Stevingroep. Verbeek vooral in het pomp gebeuren. In diezelfde tijd waren we ook betrokken bij een diepgaande studie betreffende zandproductie en zandtransport voor zeer grote werken. Hieronder zijn de werken vermeld welke hij daarna gedaan heeft.

- 1996 Design and Contract Preparation for Dredging and Reclamation for Container Terminal, Oman
- 1996 Teaching and Training Dredging and Reclamation Technology, The Netherlands
- 1995 Monitoring Environmental Dredging Projects, The Netherlands
- 1995 Design and advice for Dredging and Reclamation activities for Port Extensions, South Africa
- 1994 Advices for Fleet Development Programme, South Africa
- 1994 Design Dredging Works and Shore Protection for Port Extension, Cameroun
- 1993 Design and Planning of Dredging and Reclamation activities for Harbour Extension, India
- 1993 Design, Planning and Cost Estimate for the Oresund Link Tunnel Denmark 1992 Planning Site Preparation Contract for New Chek Lap Kok Airport, Hong Kong
- 1992 Dredging Expert Witness for Royal Court of Justice London, England
- 1989 Establish Dredging Engineering Section within a Dredging Company, India

### *Een 13 meter breed 65 ton Stevpris anker*

#### Rob van den Haak, ing.

Theoretisch medewerker bij L.Smit Internationale Sleepdienst. Inspecteur nieuwbouw bij de baggerfirma Stevin (begeleidde daar ontwerp en bouw van o.a. een hopperzuiger en een diepzuiger). Chef technische dienst bij baggerfirma Breejenbout. Oprichter van Vryhof Anchors B.V. Hij heeft als ankerexpert 140 patenten op zijn naam staan, waaronder de patenten voor het Stevin-, Stevpris-, Stevmanta anker en de VA-drijvende golfdemper. Bracht de efficiency van ankers van 10x het eigen gewicht in 1970 naar 400 in 1992. Hij was op talloze supplyvessels om anchorhandlings instructie te geven aan de kapteins. Opleiding: HTS scheepsbouw & Werktuigbouwkunde

#### Dr. ir. Pieter G. Stokman

Senior-consultant o.a. management bij strategie, beleid en redesigning van bedrijfsprocessen in tal van bedrijven. Wetenschappelijk medewerker TH Twente, chef machinefabriek NDSM, bedrijfsdirecteur Machinebouw "De Schelde", statutair directeur Metaalbedrijf Rademakers N.V. Opleiding: TH Delft, werktuigbouwkunde



## 26. Literatuurlijst

1. Arcadis Arnhem, Alkyon Emmeloord, Nieuwe Gracht Utrecht "Strategische visie Hollandse kust", STAP 1(14-4-2000)/ STAP 2(15-11-2000/ STAP 3(14-4-200).
2. Bailard J.A., "An energetics total load sediment transport model for a plane sloping beach", Journal of Geofisical Research, Vol.86, no C11, pp 10938-10954, (1981).
3. Bakker W.T., "Berekeningen van het langtransport door golven met de methode van evenwijdige dieptelijnen", Rijkswaterstaat, Dir. Waterhuishoudingen Waterbeweging. Studierapport W.W.K. 69-7, (1969).
4. Batjes J.A., "Computation of set-up, longshore currents, run-up and overtopping due to windgenerated waves", Doct.thesis, Delft University of Technology (1974).
5. Boorsma ir.K. "Waddenzee afsluiten", De Ingenieur nr 12, 30 juni 1999.
6. **Burgers R.J.W., "A preliminary study of wave attenuation and mooring forces", afstudeerverslag T.U. Delft, faculteit Civiele Techniek, sec. Offshore (1993).**
7. Dijkman M.J., Bakker W.T. en de Vroeg J.H., "Prediction of coastline evolution for specific parts of the Holland coast", Proc. 22nd International Conference on Coastal Engineering, Delft (1990).
8. Donkers Prof. Dr. J. "Holland of bolland, de toekomst van de Nederlandse delta" (Universiteit van Utrecht, 1995)
9. Edelman T., "Erosie en aanwas van het kustvak Den Helder- Hoek van Holland", Rijkswaterstaat afdeling Kustonderzoek, studierapport W.W.K. 61- 1 (1961).
10. Engelen van H.J. "Zanddiodes voor Delfland, afstudeerverslag T.U. Delft, faculteit Civiele Techniek, sectie Offshore (1995).
11. **Haak v.d.R. "Kustaanwas met golfdempers als natuurlijke zandpomp", (1998) (zie ook nr 6 van R.J.W.Burgers).**
12. Haskoning "Klimaatverandering en bodemdaling: bouwstenen voor ruimtelijke beleid, verkennende studie", 1999.
13. Heuvel van, T., e.a., 1999 "Evaluatie van zeewaartse kustverdediging". Rapport RIKZ-99.099, april 1999.
14. Koster Engineering "Het effect van zeespiegelrijzing op kustafslag" (Provincie Noord- en Zuid Holland, 2000).
15. Kuiper Compagnons in samenwerking met Coopers & Lybrand. "Kustlocatie Hoek van Holland Scheveningen", stap 3, Stuurgroep kustlocatie, 1995.
16. Linden M.van der, "Golfdempende constructies", Delftse Universitaire Pers.
17. Ministerie van Verkeer en Waterstaat "Te kust en te keur, naar een afwegingskader voor kustontwikkeling" (RWS directie Noordzee, 1999).
18. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, EZ, LNV, VROM "Beheersvisie Noordzee 2010, bron van leven, rust en ruimte, motor van economische activiteiten" (1999).
19. Mulder J.P.M., rapport RIKZ/2000.36, "Zandverliezen in het Nederlandse kuststelsel".
20. Pannekoek, A.J. en Straaten van L.M.Tj.U., "Algemene geologie", Wolters Noordhoff, Groningen (1982)
21. Pinkster J.A., "Hydromagnetic interaction effects in waves", report No. 1025-P, ISOPE-1995, Offshore and Polar Engineering Conference, Den Haag (1995).
22. Projectgroep CF 316, "Floating Breakwater, zandtransporten met en zonder golfbreker", Department of Civil Engineering Delft University of Technology, Delft, The Netherlands (1978).
23. Rijkswaterstaat, "Kustverdediging na 1990", Min. Van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat(RIKZ).
24. Rijkswaterstaat, "Kustbalans 1995", Directoraat Generaal Rijkswaterstaat (RIKZ).
25. Rijkswaterstaat, "Verslag over de stormvloed van 1953", Staatsdrukkerij en uitgeverijbedrijf, Den Haag, (1961).
26. Rakhorst H.D. 1999 "Evaluatie zeewaartse kustverdediging Texel - dam Eierland" (Rijkswaterstaat, Directie Noord-Holland, Afdeling ANV 1999).
27. Rijn v. L.C. "Sand budget and coastline changes of the central coast of Holland between Den Helder en Hoek van Holland period 1964-2040" (Delft hydraulics report H2129, 1995).
28. RIKZ "Dynamisch Handhaven van de kustlijn, van kustmeting tot zandsuppletie" (Ministerie van V&W, 1996)
29. Roelse P. "Evaluatie van zandsuppleties aan de Nederlandse kust 1975-1994" (rapport RIKZ-96.028, 1996).
30. Roskam. A.P., "Golfklimaten langs de Nederlandse kust", Rijkswaterstaat Dienst getijdenwateren (RIKZ) Nota GWA0 88-046 (1988).
31. Ruig, J. de (red.) "De kust in breder perspectief, Basisrapport kustnota 1995", Rapport RIKZ-95.005 (1995).
32. Schols. N., "Beschouwing van constructiekosten van monoliet golfbrekers" (1997).
33. Stam, J.M.T. "Zandverlies op diep water aan de Hollandse kust". Rapport RIKZ-99.006, maart 1999.
34. Steetzel, H.J. "Voorspelling ontwikkeling kustlijn en buitendelta's Waddenkust over de periode 1990-2040". WL-rapport H1887, mei 1995.
35. Steijn .R, Henk Steetzel "Visie Hollandse kust, kustmorfologische overwegingen; achtergronddocument", (Alcyon, 2000).
36. Stroomatlas HP199, Noordzee, Dienst Hydrografie van de Koninklijke Marine.
37. Schoorl Dr H., "De Convexe Kustboog, bijdrage tot kennis van het Waddengebied. (Uitgeverij Pirola 2000).
38. Svasek J.N., "Invloed van brekende golven op de stabiliteit van zandige kusten", Rijkswaterstaat, Deltadienst, Waterloopkundige afdeling, Nota W 68.083, (1968).
39. TU-Delft, "Watertovenaars, Delftse ideeën voor nog 200 jaar Rijkswaterstaat". (Beta Imaginations Publishers, 1998).
40. Voortman H.G., "Economisch optimaal ontwerp van verticale golfbrekers" (1997).
41. Vuuren, Saskia van, "BKL: van BasisKustlijn naar Brede Kustlijn", een stochastisch optimalisatie-model voor de handhaving van een basiskustzone langs de Hollandse kust. Universiteit Twente, Min van Verkeer en Waterstaat, Directoraat Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (2000).
42. Waterman R.E. "Naar een integraal kustbeleid via bouwen met de natuur" (Waltman, 1990)
43. Wereld Natuurfonds "Meegroeien met de zee, naar een veerkrachtige kustzone" (1998).
44. Zuid-Hollands landschap "Groengids, alle natuurgebieden en landschappen van Zuid-



