

De uitbouw van Zeebrugge 1971-1985

Ir. R. Simoen, Inspekteur-Generaal Bestuur der Waterwegen, Dienst der Kust

Inleiding

Rond de jaarwisseling 1985-86 zal de bouw van de nieuwe buitenhavendammen te Zeebrugge voltooid zijn. Een nieuwe mijlpaal in de reeds zo rijkgevlude geschiedenis van de Zeebrugse haven is dus in zicht. De bouw van die buitenhavendammen is immers een technisch bravourestuk met ruime internationale weerklank in de gespecialiseerde middens van de bouw van zeehaven en zeewerken.

Het past dan ook thans een geaktualiseerd overzicht te geven van de huidige stand van zaken inzake de haveninfrastructuurwerken: waar stond men in 1971, op de vooravond van de ontwikkeling van de nieuwe Zeebrugse haven; tot hoever zijn we thans gevorderd en wat moet nog gerealiseerd worden vooraleer men zal kunnen spreken van een 'volledige' uitbouw van het nieuw havenareaal?

Op fig. 1 worden deze drie luiken schematisch weergegeven. Centraal in deze grootschalige werken staan uiteraard de nieuwe zeesluis met heel het daarbijhorend toegangskomplex, de nieuwe dokken in de achterhaven uitgerust met kaaimuren voor de beoogde grote zeeschepen en vooral de reeds geciteerde buitenhavendammen. Deze laatste vormen immers de grootste en meest speciale taak die voor de technici weggelegd was in gans het programma van de nieuwe havenuitbouw.

De nieuwe buitenhavendammen

Land winnen op zee is steeds een boeiende doch moeilijke uitdaging geweest voor de bewoners van de Lage Landen. Vooral als het gaat over een inname op de zee vóór de natuurlijke kustlijn zoals in Zeebrugge. Tal van belangrijke aspecten komen hierbij aan bod. De lay-out van het geheel wordt bepaald in functie van nautische, sedimentologische, hydrologische en economische factoren. Een haven dient in de eerste plaats zo ontworpen te zijn dat de te verwachten scheepvaart — gespecificeerd door de zogenaamde ontwerpschepen met de maximaal beoogde tonnenmaat — veilig de haven in en uit kunnen manoeuvreren.

Die zeewaartse uitbouw mag evenwel het hydraulisch regime van de zee (getijden en stromingen) in de onmiddellijke omgeving niet te veel beïnvloeden; en het sedimentologisch proces op de stranden en de vooroever, aansluitend op de havenwerken, mag uiteraard niet te veel verstoord worden. Daarenboven moet de belangrijke financiële uitgave van de werken een voldoende economisch rendement kunnen opbrengen.

Eens de lay-out duidelijk afgebakend volgt de studie van de eigenlijke dammenbouw. Daarin spelen dan

weer andere parameters een grote rol. Deze situeren zich op het vlak van de hydrografie, de geotechniek en de hydraulica. De keuze van het type en van de opbouw van die dammen is in Zeebrugge uiteindelijk gevallen op stortsteendammen in taludvorm, aan de zeezijde afdekt met zware betonblokken. De basisfilosofie van het ontwerp is, dat bij een zeer grote storm met een retourperiode voor één maal in de 500 jaar, de schade die op de betonbekleding van de dammen aanvaard wordt, beperkt moet blijven tot minder dan 5% zonder dat er evenwel gevaar mag zijn voor volledige destructie van het damlichaam. Dergelijke stormen wekken golven op met een gemiddelde golfhoogte van 6,20 m, en met pieken van zelfs meer dan 11 m.

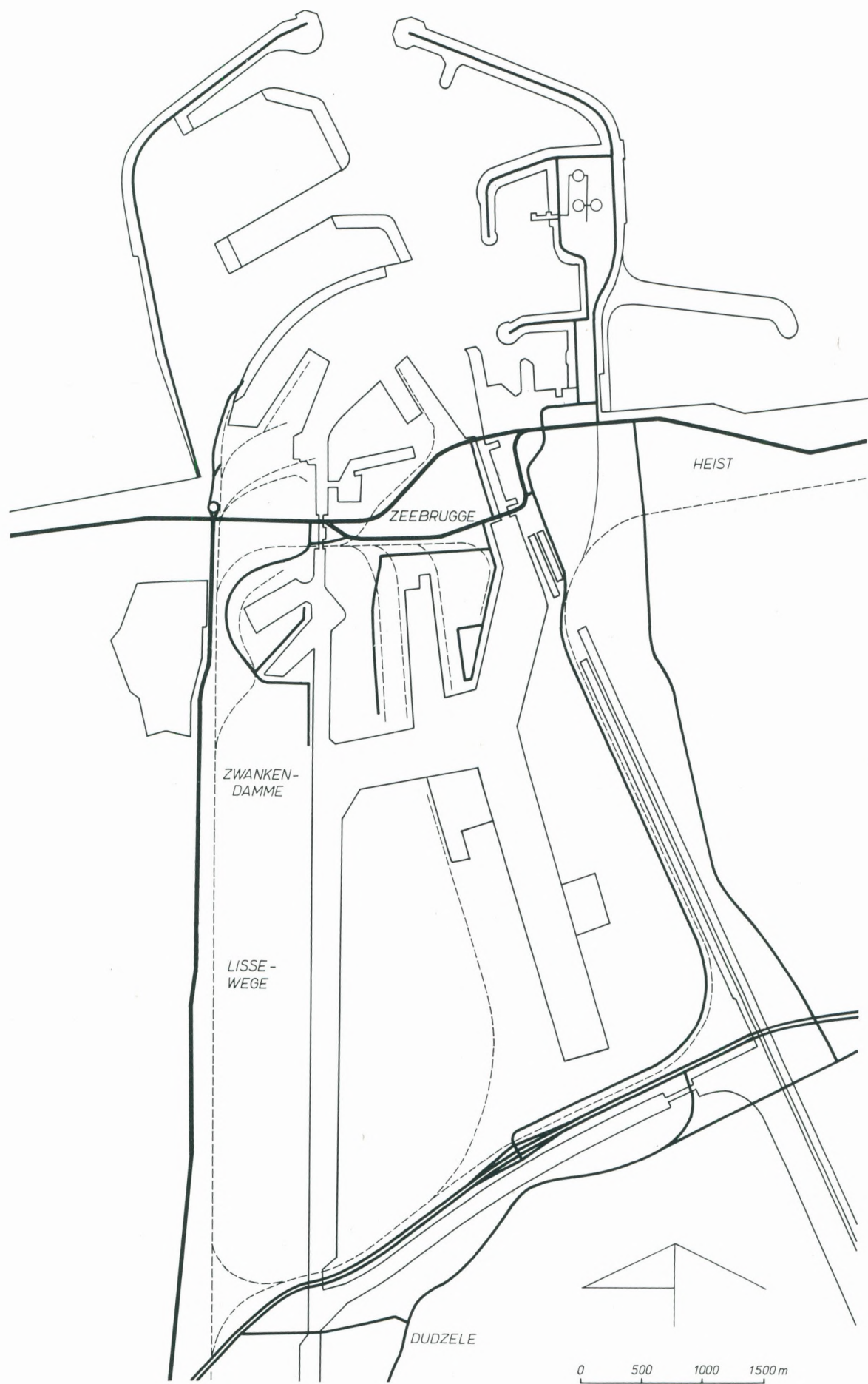
Tabel 1 geeft een overzicht van de uitgevoerde studies en hun samenhang, die uiteindelijk geleid hebben tot zowel de vormgeving als het ontwerp van de nieuwe buitenhavendammen.

Niet alleen de studie van de dammen is het vermelden waard als voorbeeld van een moderne technische aanpak: de uitvoering ervan doet op dat vlak in niets onder. De realisatie van die dammen is voorzien in het zogenaamde 'Raamkontraakt Zeebrugge'. Dit is een globaal kontraakt dat zowel de studie als de uitvoering van de volledige uitbouw van de nieuwe buitenhaven omvat.

De ervaring heeft immers geleerd dat voor dergelijke werken, die reiken tot ver buiten de kustlijn en die een ingreep zijn in het bestaand regime van de zee met haar getijstromingen, en in het gedrag van strand- en zeebodem, het vooraf opmaken van een pasklare en onveranderlijke studie zo goed als onmogelijk is. Hoe zorgvuldig er ook bij de voorafgaande studie rekening gehouden wordt met het gekende of het veronderstelde gedrag van de zee en de zeebodem, toch doen zich steeds verrassingen voor en zijn niet alle reacties van de zee vooraf volledig te evalueren. Dit vergt tijdens de bouwperiode snelle aanpassingen aan de studie en aan de uitvoeringsplannen. De raamkontraaktformule, die in Nederland is ontstaan en er toegepast werd bij het bouwen van meerdere belangrijke zeehavendammen en afsluitdammen in het Delta-project, voorziet in het permanent overleg tussen de bouwheer en de aannemer die gezamenlijk de studie en de uitvoeringsplannen opstellen en ze gedurende de loop der werken bijsturen, aanpassen of zelfs wijzigen telkens als het moet, om een efficiënte en tijdige realisatie der werken te blijven waarborgen¹.

(1) Zie: Ir. R. Simoen: Uitbouw van de haven van Brugge-Zeebrugge, in: West-Vlaanderen Werkt, 1982, nr. 4, WES, Brugge, blz. 215-224.

Figuur 1



Kaart MOW: Bestuur der Waterwegen, Dienst der Kust (oktober 1985).

Tabel 1

Faze	Hydrografisch onderzoek	Geotechnisch onderzoek	Hydraulisch onderzoek		Nautisch onderzoek	Sedimentologisch onderzoek
			Fysich	Matematisch		
<i>Basisgegevens</i>	Bodemligging Stroom Golven Wind	Bodemsamenstelling Draagkracht			Prototype metingen a/b van schepen	Bodemonderzoek Transportmetingen Tracerproeven
<i>Lay-out havendammen</i>			Permanentie model Tijmodel Diffractie model	Refractie Diffractie Getij	Simulatorproeven Model vrijvarende schepen	Sedimentologisch model
<i>Ontwerp dammen</i>		Stabiliteitsberekeningen	2 en 3 dimensionele modellen			
<i>Uitvoering</i>	Evolutie van bodemligging (erosies) en stroom Meteodienst	Kontrolsonderingen en boringen	Operationeel tijmodel		Stroomatlassen Loodatlassen Meetvaarten	Transportmetingen

Op grond van die overwegingen werd door de Regering aanvaard de raamkontraktfomule toe te passen op de werken voor de zeewaartse uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge. Na een internationale oproep werd in september 1976 een raamovereenkomst afgesloten met een aannemersgroep, de Tijdelijke Vereniging Zeebouw-Zeezand.

Deze opdracht is in verschillende fazen (zogenaamde deelkontrakten) toevertrouwd geworden. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van die deelopdrachten.

De deelkontrakten V omvatten de eigenlijke dammenbouw en zijn daarom ook de belangrijkste te noemen. Tal van werkzaamheden, die rechtstreeks met de verschillende fazen van de damopbouw te maken hebben, zijn er in ondergebracht; baggerwerken, zand- en grintverwerkingen, zinkstukkenwerk, natte en droge

steenverwerking, betonblokkenverwerking. In fig. 2 wordt een algemene dwarsdoorsnede van een dam gegeven en in fig. 3 wordt een chronologisch overzicht gegeven van die verschillende fazen in de opbouw.

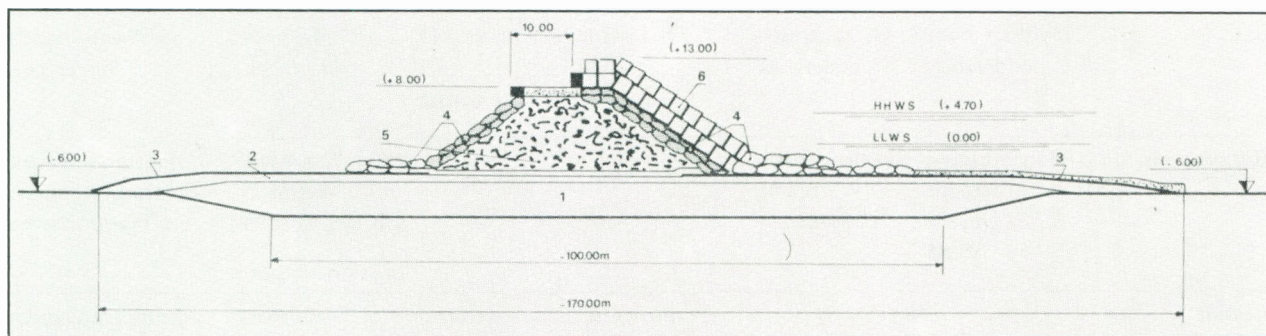
Tussen al die werkonderdelen is de techniek van de zinkstukken wel zeer speciaal en spectaculair te noemen. Het is een techniek die al eeuwen wordt toegepast om enerzijds de erosie van de damfundering tijdens en na de werken tegen te gaan en anderzijds te beletten dat de zware stortstenen van het eigenlijk damlichaam diep in de zandbodem zouden doordringen, wat aanzienlijke meerkosten met zich zouden meebrengen.

De techniek is dezelfde gebleven, alleen de uitvoeringsmiddelen zijn moderner en grootschaliger geworden. De zinkstukken worden gebouwd op een aan het water gelegen helling waarop een propyleen doek als

Tabel 2

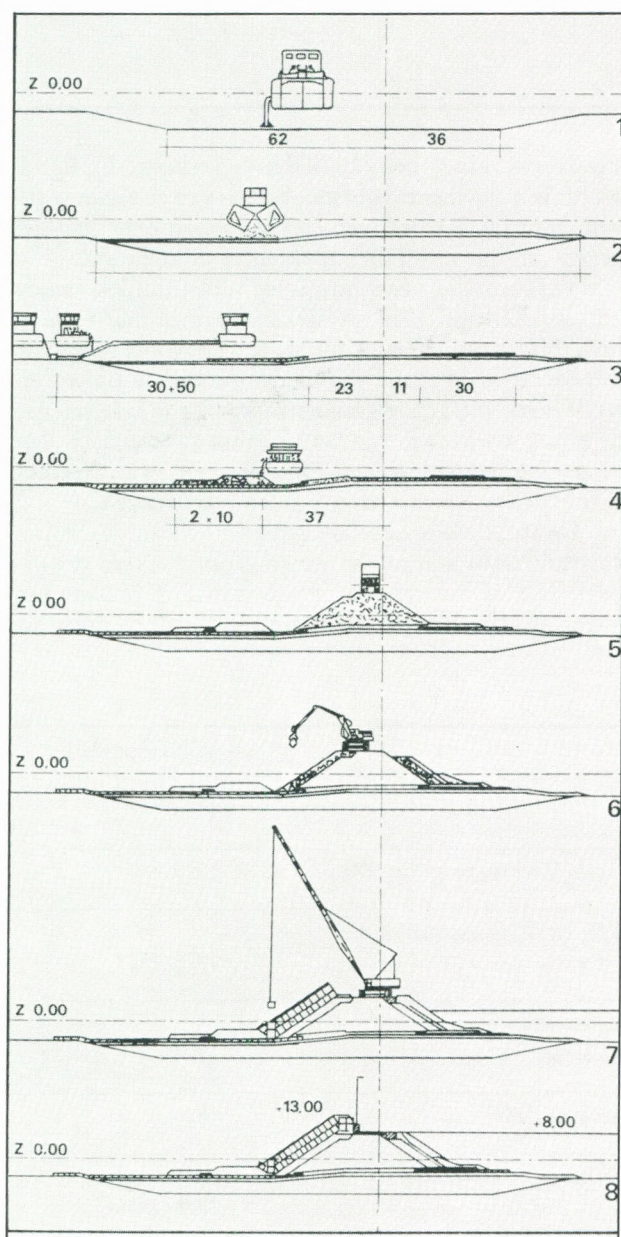
Kontraktnummer	Omschrijving	Voltooiingsdatum
<i>I</i>	Studieopdracht	1986
<i>II</i>	Strandverbeteringswerken Oostkust (tussen Zeebrugge en het Zwin)	1979
<i>III A & B</i>	Bouw van de werkhaven, het werkterrein en de aanzet van de oostelijke dam	1978/1979
<i>IV A & B</i>	Bouw van de zuidelijke oostdam, aanleg en voltooiing van het LNG terrein, de LNG dam en de LNG steiger	1984
<i>V A & B</i>	Bouw van de westelijke dam en de oostelijke dam	1986
<i>VI</i>	Baggerwerken in de toegangsgeul tot de haven en opspuiten van de haventerreinen	1985/1986

Figuur 2: Stortsteendam.



1. Zand in vervanging van weggebaggerde niet draagkrachtige bodemlagen
2. Grint
3. Zinkstukken
4. Breuksteen van 1 tot 3 ton en van 3 tot 6 ton
5. Tout-venant
6. Betonblokken van 25 tot 30 ton

Figuur 3: Schematizering damopbouw buitenhavendam.



werkvloer is aangebracht. Eenzelfde doek wordt dan uitgerold en moet dienen als eigenlijke onderlaag van het zinkstuk zelf. Daarop worden de houten wiepen (in rastervorm) en het vulhout aangebracht en vastgebonden.

Het aldus afgewerkte zinkstuk van 30 m × 50 m wordt vervolgens in het water getrokken, naar de juiste plaats van bestemming gesleept en op de zeebodem neergelaten door een bestorting met stenen vanuit speciaal daartoe uitgeruste werkschepen (steentorsters).

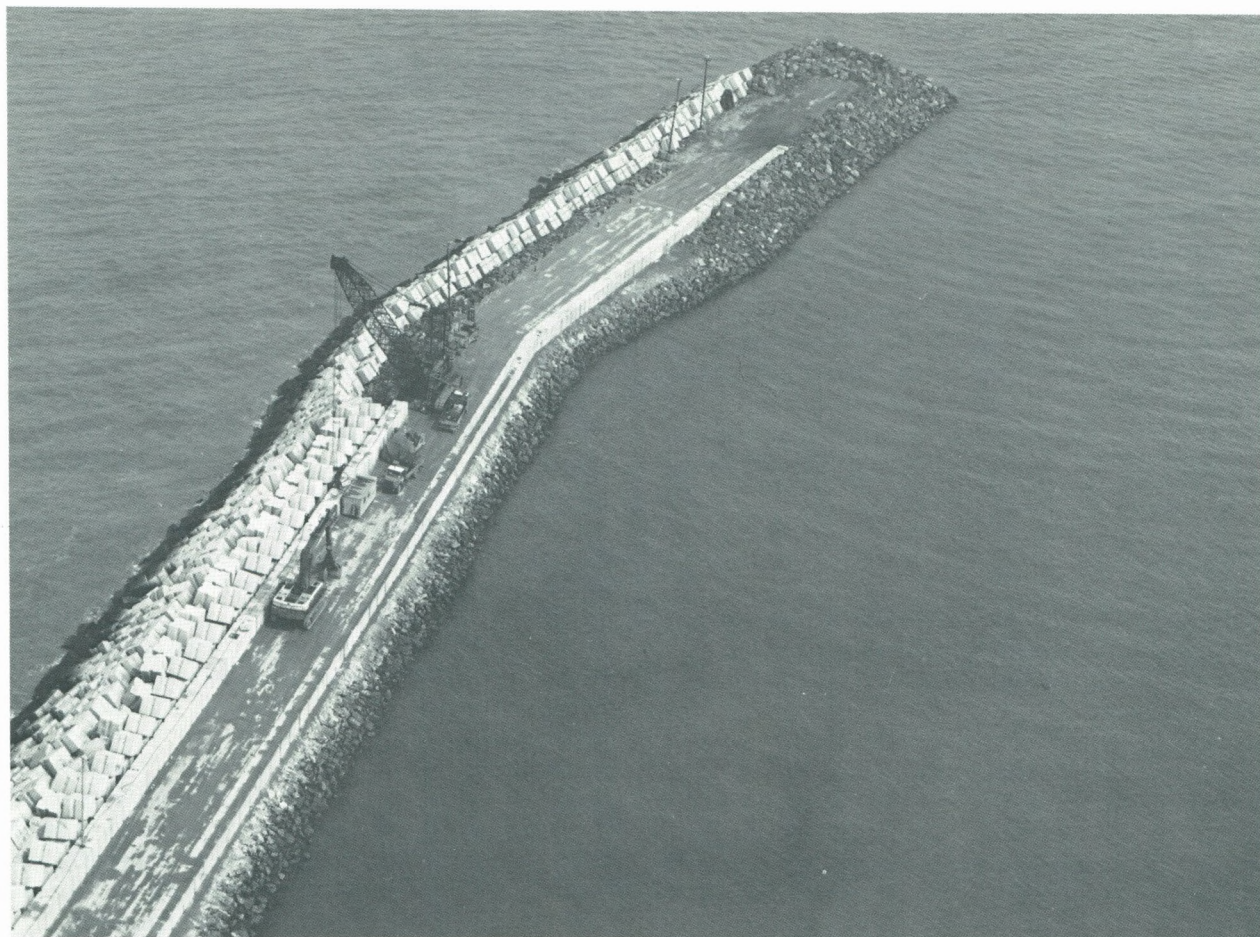
Daarna worden ze nog eens extra nabestort, totdat een totaal gewicht van 1.000 à 3.100 kg/m² steenbestorting is bekomen naargelang de plaats waar het zinkstuk in het definitief damlichaam gesitueerd is. Vervolgens gaat de damopbouw verder, door natte en droge steenverwerking.

Vooraleer deze zinkstukken op de klaargemaakte zandfundering werden neergelaten was het op sommige plaatsen noodzakelijk deze zandfundering nog eens extra te verdichten. Het neergeklepte zand in het funderingscunet bezit immers niet altijd de nodige draagkracht waarop gerekend moet kunnen worden voor de algemene stabiliteit van de dam zelf.

Kontroletesten met sonderingsapparaten moesten voor elke zone uitmaken of supplementaire verdichting al of niet nodig was. In totaal moest ca. 25% van het geklepte zand in het funderingscunet deze verdichtingsoperatie ondergaan.

Alhoewel deze verdichtingstechniek genoegzaam bekend is, is in Zeebrugge baanbrekend werk verricht om de gekende werkwijzen gevoelig te verbeteren. Twee methoden werden ontwikkeld en toegepast. Enerzijds de *vibratietechniek*: een sterprofiel (vorm en conceptie gepatenteerd) wordt vanop een hefeiland in het zandlichaam gedrukt en met behulp van een vibratieblok gedurende 15 min. heftig getrild; de vibratie-energie wordt in het zand overgebracht en zorgt voor

1. Uitbaggeren cunet met sleep of cutterzuiger
2. Kleppen zand en erosiegrint met splijtbak
3. Afzinken zinkstukken met 2 zinkpontons en steentorter
4. Storten berm 3-6 ton + tout-venant met zijlosser
5. Bouwen kern in tout-venant met dumpers
6. Bouwen talud in 1-3 ton + filterkonstruktie met poclairn 600
7. Bouwen talud in betonblokken met american hoist 11.310
8. Afwerken kruin + dienstweg + zandaanvulling achter de dam + verlichting



de nodige kompaktatie. Anderzijds de *explosietechniek*: om de 7,5 m worden gaten geboord in het zand waarin de springstof wordt neergelaten; na explosie (waarbij de volgorde en de tussenperioden experimenteel werden bepaald) wordt een degelijke kompakte zandfundering verkregen.

Deze laatste methode is zeer recent ontwikkeld en werd dan ook met grote interesse door specialisten terzake gevolgd, waardoor ze werkelijk aan de spits staat van de gebezigde technieken terzake. Vooral de snelheid waarmee deze explosietechniek bepaalde gronden kan verdichten biedt ruime perspectieven voor groot-schalige toepassingen. Het is één van de voorbeelden van spitstechnologie waarvan de export van Belgische know-how naar het buitenland door de Zeebrugse ervaring mogelijk wordt gemaakt.

Spitstechnologie

Het lijkt geen twijfel dat de werken in Zeebrugge in menig domein als katalisator hebben gediend om nieuwe technieken te ontwikkelen of om bepaalde concepten te verfijnen.

A. Een eerste voorbeeld van het ontwikkelen van nieuwe technieken situeert zich op het gebied van het dimensioneren en ontwerpen van de damopbouw. De meeste theorieën dienaangaande zijn gebaseerd op opzoekingen in diverse laboratoria of langs zuiver mathematische weg. In Zeebrugge is evenwel een innoverend programma 'Daminstrumentatie' op touw gezet om in situ te kunnen nagaan hoe nauwkeurig de benaderingen in de laboratoriummodellen of de berekeningen wel zijn.

Op een welbepaalde oordeelkundig gekozen plaats van de dam worden de belangrijkste parameters door middel van verfijnde sensoren opgemeten en geregistreerd: golfhoogten en -perioden, drukvariaties in de bodem en in de fundering, drukopbouw in het damlichaam. Dit proevenprogramma in situ zal twee jaar doorgaan en moet toelaten de terugkoppeling van de

natuur naar het laboratorium mogelijk te maken en de gehanteerde basishypotesen te controleren. Het is de eerste maal dat zulks op een dergelijke schaal wordt aangepakt.

B. Ook op het gebied van de conceptie der dek-laagelementen van de dammen hebben de Belgische ingenieurs zich in Zeebrugge niet onbetuigd gelaten. Na grondige studie werd een nieuw type blok ontwikkeld (het zogeheten Haro-blok) waar reeds met belangstelling vanuit het buitenland naar gekeken wordt. De basisidee van dit blok is: met een minimum hoeveelheid materiaal (beton) een blok maken dat een goede inhaking waarborgt t.o.v. de omringende elementen en tevens het vereiste percentage holten in de deklaag op het talud realiseert om de energieabsorptie van de golven optimaal te maken.

Tenslotte nog twee voorbeelden van geavanceerde technologieën op het domein van de baggerwerken en van de sedimentologische processen.

C. Teneinde de snelle evolutie van onze stranden en van de gebaggerde scheepvaartwegen beter en frequenter te kunnen in het oog houden werd een speciaal lodingsvaartuig ontworpen dat uniek is in de wereld. Dit vaartuig is in feite een omgebouwde hovercraft dat aan snelheden tot 50 km per uur zelfs op zeer ondiepe plaatsen (1 m waterdiepte) zeer nauwkeurige bodempeilingen kan verrichten. Het registreren en verwerken van de zeer grote hoeveelheden gegevens en metingen die hieruit voortvloeien kan slechts gebeuren via de recentste ontwikkelingen in de computertechniek.

D. Wat de baggerwerken betreft dient de leidinggevende positie vermeld te worden van de Belgische ingenieurs inzake de problematiek van doorvaarbaarheid van slib.

Daartoe worden recentelijk meetmethoden ontwikkeld o.m. met radio-actieve sondes die een heel ander licht hebben geworpen op de vraagstelling hoe en waar er moet gebaggerd worden om de grootste efficiëntie te verkrijgen in functie van de steeds groeiende zeescheepvaart met diepstekende schepen.

De Papierloods®

STROBBE 

FORMULIEREN
EN
COMPUTERPAPIER

„De Papierloods” is een verkoopstiliaal
van de Drukkerij Strobbes nvba Izegem



8200 BRUGGE
Koningin Astridlaan 97
Tel. (050) 38 39 41

8700 IZEGEM
Kasteelstraat 3
Tel. (051) 30 39 14 • Telex 81427 b

9000 GENT
Sint-Annaplein 7
Tel. (091) 25 41 63