

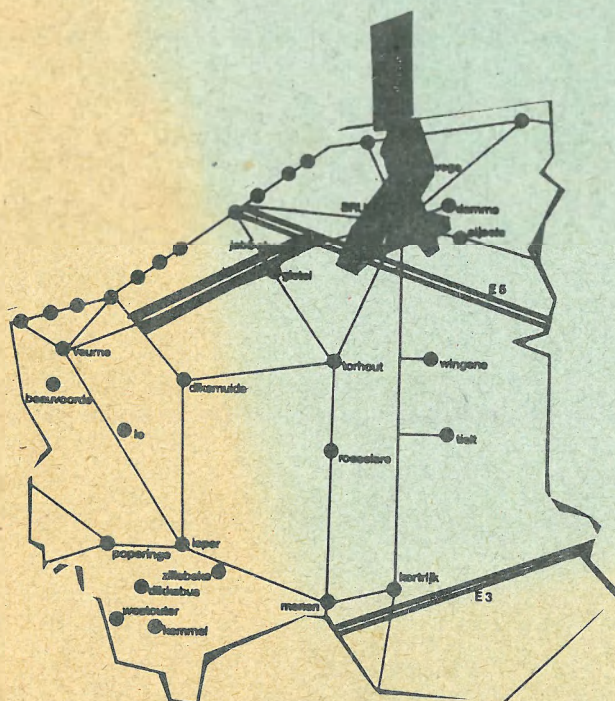
Gerit M. L.

UITBOUW

HAVEN

ZEEBRUGGE

ir. R. Simoen



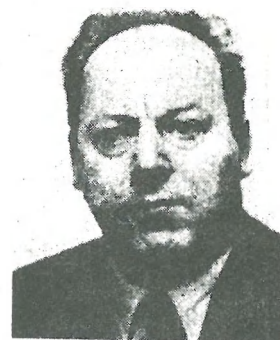
A.C.W. - KADERDAG

30.9.1977

De haven van Zeebrugge, ontstaan en uitbouw*

ir. R. SIMOEN,

Ministerie van Openbare Werken



1. Kort historisch overzicht van het ontstaan van de haven

Het is in 1895 dat door het Belgisch parlement onder de regering van Koning Leopold II beslist werd een kunstmatige zeehaven te bouwen aan de kust vlak vóór Brugge.

De bouwwerken die in 1907 voltooid waren, bestonden uit (zie fig. 1) :

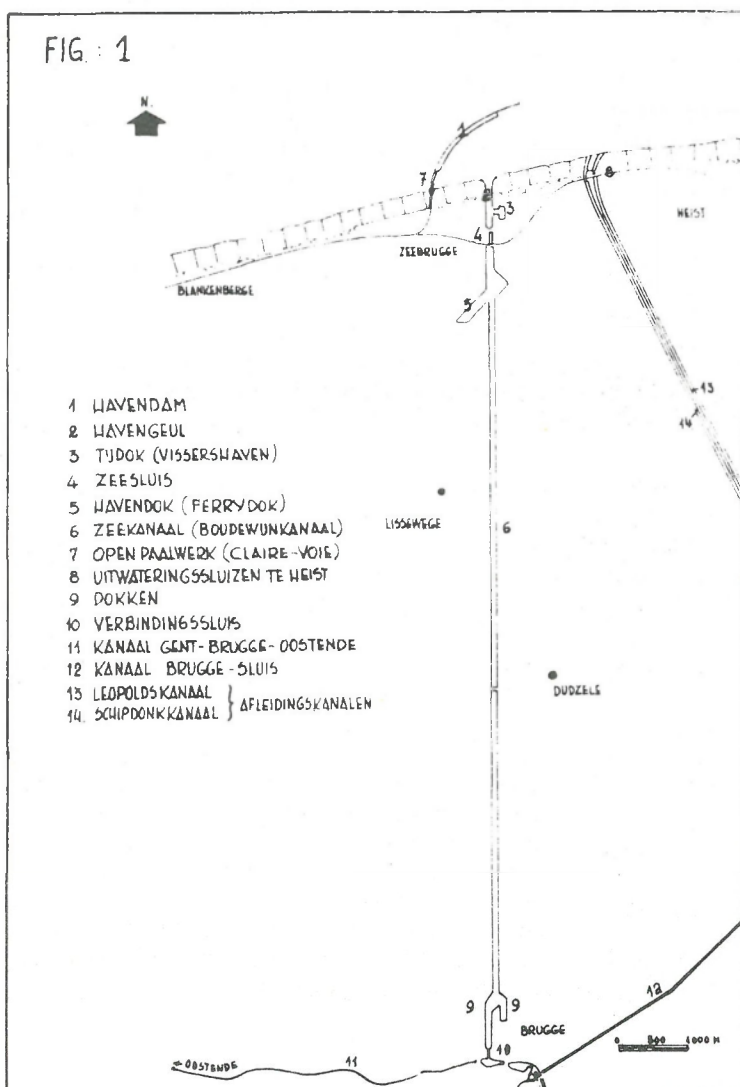
a) Een voorhaven die gebouwd werd op het toenmalige strand en die beschut werd ten westen en ten noordwesten door een havendam, genaamd Leopold II-dam. Deze havendam met een totale lengte van 2500 m werd uitgebreid vanaf de toenmalige duinenreep volgens het tracé van een cirkel-

Robert Simoen is burgerlijk bouwkundig ingenieur (K.U.L. 1950). Hij trad onmiddellijk in dienst van het Ministerie van Openbare Werken. Sinds 1970 is hij hoofdingenieur-direkteur van bruggen en wegen bij het Bestuur der Waterwegen, Dienst der Kust.

segment tot in de Appelzakkuil aan het zeeëinde.

b) Een zeekanaal, thans genaamd Boudewijnkanaal, dat de voorhaven van Zeebrugge met de binnenvaart te Brugge verbindt. Dit zeekanaal is rechtlijnig en 11,5 km lang; de diepte ervan is 8 m; de bodembreedte op peil Z (-4,50 m) is 22 m; de breedte aan de waterlijn op peil Z (+3,50 m) is 70 m.

c) Een zeesluis, die het Boudewijnkanaal met de



* Dit is de tekst van een lezing die de auteur heeft gehouden te Brugge op 1 maart 1974 voor de K.VIV-Afdeling West-Vlaanderen en het T.I.-Genootschap Civiele Techniek.

voorhaven verbindt, met volgende afmetingen : 20 m breedte ; 210 m nuttige lengte ; sluisdrempels op peil Z (-5,50 m) hetzij ca. 8 m onder de gemiddelde zeestand bij halftij.

d) Een sluis te Brugge, die het Boudewijnkanaal verbindt met het kanaal Gent-Brugge-Oostende, met volgende afmetingen : 12 m nuttige breedte, ongeveer 100 m nuttige lengte, en met de drempel op 4,50 m onder het normale peil van het kanaal Gent-Brugge-Oostende.

e) Enkele havenbekkens te Brugge en te Zeebrugge.

f) Een vissershaven te Zeebrugge.

De toegang naar de haven van uit zee was alsdan beperkt door de drempel van het Zand die op peil Z (-6,50 m) lag. De grootste schepen van die tijd, met diepgang van ongeveer 8 m, konden bij halftij de haven binnenlopen.

De havendam, die in de voorhaven alleen beschutting gaf tegen de golfbeweging komende uit westelijke en noordwestelijke richting, bood evenwel geen enkele protektie tegen stormgolven en golfbewegingen komende uit noordelijke en noord-oostelijke richting.

Het open paalwerk (de zgn. *claire-voie*) aan het worteleinde van de havendam gaf ook niet het verwachte resultaat ; doorheen dit open paalwerk voerde de deining en de vloedstroom grote hoeveelheden zand voortkomende van het strand in de haven. In 1929 werd beslist dit open paalwerk te dichtten.

De toestand van de haven van Zeebrugge-Brugge bleef praktisch ongewijzigd tot in 1950.

Behoudens het tweemaal herstellen van de oorlogsschade, het sluiten van het open paalwerk en de onderhoudsbaggerwerken, werden geen nieuwe havenwerken uitgevoerd. De diepgang in de haven en in de zeegeul bleef ongewijzigd ; het scheepvaartverkeer kende geen vooruitgang en stagneerde rond de 1 à 1,2 miljoen ton (in- en uitvoer samen) per jaar.

2. Verbeteringswerken tussen 1950 en 1960

Na de tweede wereldoorlog was de haven van Zeebrugge erg verwoest. Bij de bevrijding, einde 1944, werden de herstellingswerken onmiddellijk aangevat. De kaaimuren van de westelijke havendam werden heropgebouwd ; de sluis werd hersteld ; de wrakken werden gelicht en geruimd ; de voorhaven en de toegangspas (Pas van het Zand) werden ontmijnd en opnieuw op diepte gebaggerd ; de vernielde kranen, loodsen, wegen en alle andere haveninstallaties en -uitrustingen werden vernieuwd en herbouwd.

In 1950 waren de herstellingswerken van de oorlogsschade zo goed als voltooid en bevond de haven zich ongeveer opnieuw in vooroorlogse toestand.

Tussen 1950 en 1960 werden vervolgens enkele verbeteringswerken uitgevoerd zonder dat evenwel van een echt programma voor een systematische uitbouw van de haven kon gewag worden gemaakt.

* De nummers tussen [] zijn op fig. 2, liggingsplan, terug te vinden.

In die periode werden nl. volgende belangrijke werken uitgevoerd :

— De nieuwe terminal voor ferry-boats in de voorhaven [1]*. Uitvoeringsperiode : 1950-1953.

Deze nieuwe terminal in de getijhaven betekende een aanzienlijke tijdswinst voor de ferry-boats daar die niet meer dienden gescht te worden door de sluis. De vroegere terminal was immers in de achterhaven gelegen (zie oud ferry-dok [2]).

De nieuwe terminal werd uitgerust met een beweegbare landingsbrug met hefportieken. De stand en de helling van die brug kan permanent aan de getijstand en aan het peil van het scheepsdek aangepast worden. De bodem van de aanlegplaats voor de ferry-boats en van de zwaai kom ligt op peil Z (-5,50 m). De terminal is verbonden met het spoornet van het binnenland.

— Indijking van een deel van de westbank in de voorhaven [3]. Uitvoeringsperiode 1956-1958.

Die ingedijkte havenzone is gelegen tussen de westelijke havendam en de terminal voor ferry-boats. De dam rondom dit ingedijkte terrein bestaat uit een diep ingegraven stortdam waarop zeedijkvloeringen werden aangezet. Achter die dam werd het terrein met zeezand aangespoten tot peil Z (+8,00 m). Het is op dit eerste gedeelte ingedijkte westbank van ca. 16 ha dat in 1962 de Sinclair-petroleumvestiging [4] werd gezet.

— De vissershaven werd uitgebreid door het verlengen van het Noorderdok dat van dan af de naam Prins Albert-dok [5] kreeg. Uitvoeringsperiode : 1954-1957.

— In de NW-hoek van de vissershaven werd een jachthaven [6] uitgebouwd : de meervlotters, de steigers met toegangstrappen, de verbetering van de glooiing, enz., werden progressief aangebracht en geleidelijk uitgebreid door achtereenvolgende aannemingen waarvan de uitvoering hoofdzakelijk in de periode 1950-1960 plaats had.

— In de achterhaven werd een industriedok gebouwd, het Prins Filipsdok [7], ten zuiden van de bestaande zeesluis op de westelijke oever van het Boudewijnkanaal. Het dok is 8,50 m diep.

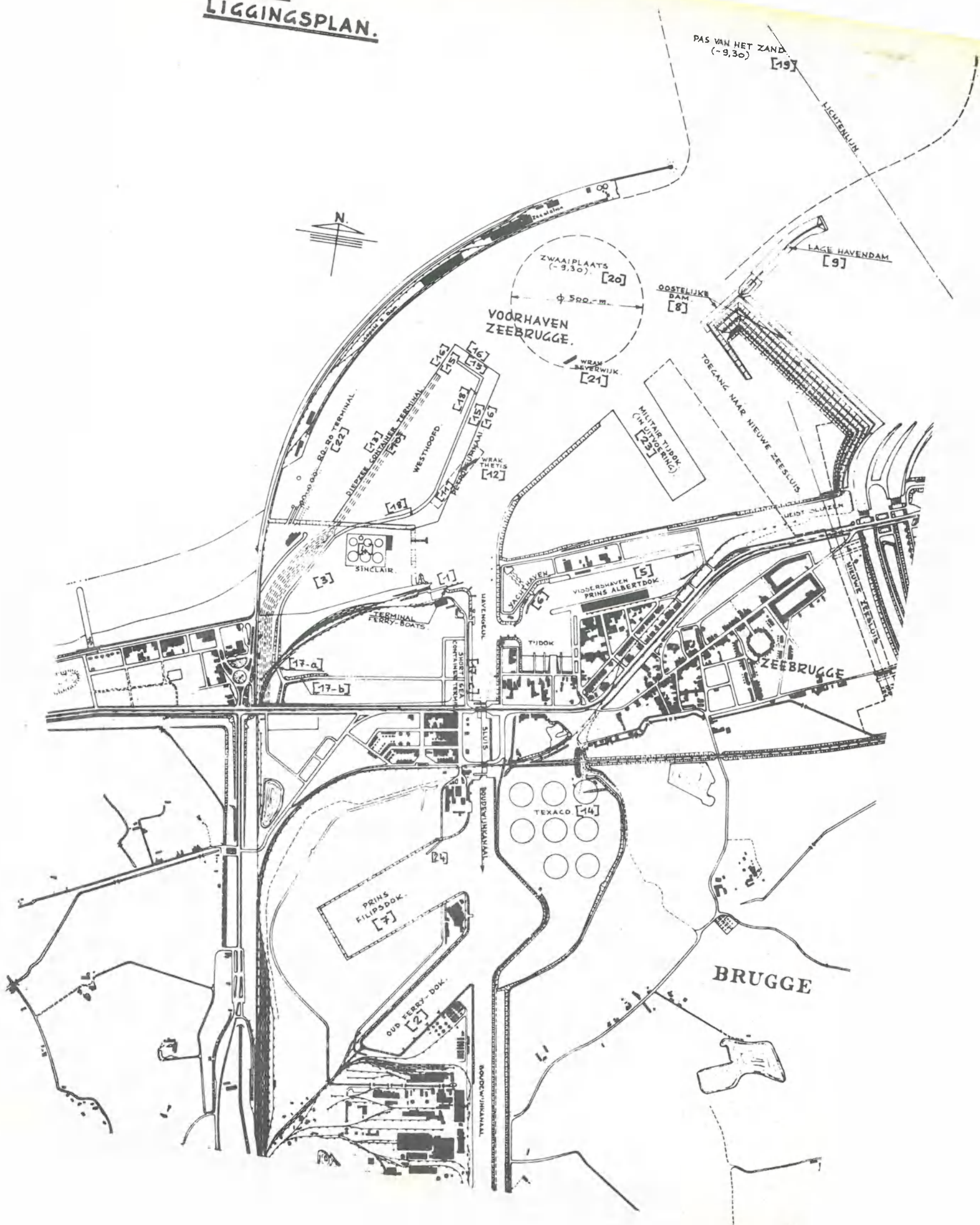
Uitvoeringsperiode : 1958-1961.

— Wat betreft de baggerwerken in de periode 1950-1960, dient aangestipt te worden, dat t.o.v. de vooroorlogse toestand, geen noemenswaardige verdiepingswerken te melden zijn, behalve dat de ligkuil langs de kaaimuur van de westelijke havendam over een lengte van 450 m op een grotere diepte werd onderhouden, nl. op Z (-10,50 m). De 'Pas van het Zand', die de toegangsgeul is van uit zee naar de haven van Zeebrugge, bleef in die periode ongewijzigd met een bodemdiepte op Z (-7,00 m).

— Voor de periode 1950-1960, dient ten slotte nog aangestipt te worden dat het giertij van 1 februari 1953 belangrijke schade heeft aangericht aan de haveninrichtingen, vooral aan de westelijke havendam (Leopold II-dam). De schade werd evenwel met de grootste spoed hersteld.

— De gezamenlijke kosten voor de voormelde verbeteringswerken uitgevoerd in de periode 1950-1960, bedroegen ca. 222 miljoen F, exclusief de onderhoudsbaggerwerken.

FIG. 2.
LIGGINGSPLAN.



3. Uitbouw van de voorhaven van Zeebrugge van 1960 tot 1971

Een plan-programma werd opgevat om de haven van Zeebrugge uit te bouwen voor grotere schepen en toegankelijk te maken voor petroleumtanks van maximum 50 000 tdw bij springtij en doorlopend toegankelijk voor tankers van 35 000 tdw.

In de periode 1960-1971 werden volgende werken van dit programma verwezenlijkt :

— De oostelijke afdamming van de voorhaven [8]:
Uitvoeringsperiode : 1960-1966.

Aan het zeeëinde van de oostelijke dam werd een lage havendam [9] uitgebouwd op de oostzijde van de havenmonding.

Achter de oostelijke afdamming werd een deel van de oostbank opgehoogd met zeezand tot boven hoogtij. De aanwezigheid van de oostelijke afdamming had een gunstige invloed op de baggerwerken : de bodemaanwas werd verminderd daar de grote neer, opgewekt door de vloedstroom, niet meer in de voorhaven kon binnendringen en de havenvulling en de havenholte gereduceerd werden. Door de oostelijke afdamming werd de voorhaven ook beter beschut tegen deining en stroming ; de voorhaven werd aldus een rustige ligplaats voor schepen en de verdere havenwerken konden er in veiliger voorwaarden geschieden. Vooral voor het bouwen van de kaaimuren rond het westhoofd was dit van groot belang en de kostprijs van die kaaiwerken werd hierdoor ongetwijfeld gedrukt.

De prioriteit die aan het bouwen van die oostelijke afdamming gegeven werd, was dus logisch verantwoord.

— De uitbouw van het westhoofd in de voorhaven: De uitbouw van het westhoofd werd aangevangen met de bouwwerken van de westkaai [10] over een lengte van 689 m (zie verder de afzonderlijke technische beschrijving betreffende de kaaimuren rond het westhoofd).

Uitvoeringsperiode : maart 1962 - september 1965.

— Tijdens het bouwen van dit eerste gedeelte van de westelijke kaaimuur werd een voorlopige ligkuil tot peil t (— 11,00 m) uitgebaggerd [11], waarin de Sinclair-petroleumschepen reeds in 1962 kwamen aanleggen, vastgemeerd aan een vijftal meerkoffers, in afwachting van het klaarkomen van dit eerste gedeelte van de kaaimuur.

— Het baggeren van die voorlopige ligkuil vergde evenwel het voorafgaand verwijderen van het wrak Thetis [12]. De Thetis was een Engelse oorlogskruiser die als blockschip in de haven van Zeebrugge gezonken werd in 1918 (versperringsoperatie).

Uitvoeringsperiode: november 1961 - oktober 1962.

— Dit eerste gedeelte westkaai werd vervolgens tot peil Z (— 13,00 m) vrijgebaggerd [13].

De gemengde zand- en kleispecie werd met een cutterpersmachine gebaggerd en rechtstreeks met persleidingen onder laagwater op het strand voor Heist-Duinbergen geperst. Die werkwijze werd voor de verdere verdiepingswerken in de voorhaven in het vervolg nog toegepast. De opspuitingswerken heb-

ben de toestand van het strand te Heist-Duinbergen aanzienlijk verbeterd.

Uitvoeringsperiode : 1964.

— Dit eerste gedeelte van de kaaimuur werd dan aanstonds in gebruik genomen door de Sinclair-maatschappij. De Sinclair-petroleumschepen die tot dan toe in zeer moeilijke en onveilige omstandigheden in de voorlopige ligkuil aan vijf meerkoffers gemeerd werden, konden nu aan de moderne westkaai komen aanleggen.

In 1967 heeft de Texaco-maatschappij zich te Zeebrugge gevestigd. De Texaco-petroleumschepen maakten eveneens gebruik van dit eerste gedeelte van de westkaai. Losmonden werden er opgericht die met een pipeline verbonden werden met de oliereservoirs in de achterhaven te Zeebrugge [14] en verder met de raffinaderij te Oostakker-Gent.

— In een volgende aanbesteding werd in de voltooing van de kaaimuur rond het westhoofd voorzien, in totaal 1033 strekkende meter lang [15], nl.:

108 m aansluitkaai in de Z-O hoek

600 m op de oostkant

200 m op de noordkant

125 m op de westkant (in de verlenging van het eerste gedeelte van de westkaai). De technische beschrijving van de kaaimuren rond het westhoofd is verder gegeven.

Binnen de omranding van de kaaimuren werd het volledige westhoofd aangespoten met zeezand tot peil Z (+ 8,00 m).

Uitvoeringsperiode : maart 1966 - mei 1971.

— Het vrijbaggere van de kaaimuren tot het peil Z (— 13,00 m) rond het westhoofd volgde progressief naarmate de kaaimuurwerken vorderden [16].
Uitvoeringsperiode : 1970-1971.

Die baggerwerken werden bij prioriteit uitgevoerd langs de oostkaai, die reeds in maart 1971 in gebruik genomen werd door de Sinclair- en de Texaco-petroleumschepen. De Sinclair- en Texaco-terminals werden immers zo spoedig mogelijk van de westkaai naar de oostkaai overgebracht, om langs de westkaai de transoceanische diepzeecontainerterminal te kunnen inrichten. De uitrustingswerken voor de diepzeecontainerterminal werden uitgevoerd door SBAFB (Société Belgo-Anglaise des Ferry Boats). Zij bestonden hoofdzakelijk uit twee reusachtige portaalcransen van 45 ton hefvermogen, spoorverbindingen, kantoorgebouwen, kaaiverhardingen voor parkings en stapelplaatsen.

— Om de toegang naar het westhoofd te verbeteren werd een rechtstreekse verbindingsweg aangelegd met de kustweg. Die verbinding vergde een brugoverspanning [17a] over de sporen die de terminus voor ferry-boats bedienen. Een bijkomende zijdelingse afrit [17b] geeft verbinding met de reeds vroeger opgerichte short-sea-containerterminal [17c] ; aldus is intern havenverkeer tussen beide containerterminals mogelijk. Voornoemde brugoverspanning [17a] werd daarom berekend voor het speciaal konvooi met de straddle-carriers die containers van de ene terminal naar de andere kunnen overbrengen.

Uitvoeringsperiode : oktober 1970 - juli 1971.

— De oostkaai en de noordkaai op het westhoofd werden ook uitgerust met kaaiverhardingen en met een bedieningsweg [18].

Uitvoeringsperiode : februari 1971 - februari 1972.

Verdiepings- en verruimingsbaggerwerken

Benevens de reeds hierboven vermelde baggerwerken voor het vrijbaggeren van de kaaimuren rondom het westhoofd, werden er sedert de Texaco-vestiging in de haven van Zeebrugge nog meerdere baggerwerken uitgevoerd :

— De Pas van het Zand [19] en de geul door het Ribzand, die samen de toegangsgeul vormen van uit zee naar de haven van Zeebrugge, werden verdiept tot Z (−9,30 m) en zo op 300 m bodembreedte onderhouden.

Uitvoeringsperiode : 1968-1969.

— Ook de voorhaven werd verdiept tot Z (−9,30 m) en de zwaaiplaats [20] werd op 500 m diameter gebracht.

Uitvoeringsperiode : 1969-1970.

Er dient aangestipt te worden dat de jaarlijkse uitgave voor onderhoudsbaggerwerken ook gestegen is sedert die verdiepingen.

— Om de toegang voor de tankschepen naar de oostkaai van het westhoofd te verbeteren en om de zwaaiplaats met 500 m diameter ten volle te kunnen benutten, werd het wrak 'Beverwijk' [21] geruimd. De 'Beverwijk' is een emmerbaggermolen die in 1944 tijdens de aftocht van de bezetters in de haven tot zinken werd gebracht.

Uitvoeringsperiode : 1 maart 1971 - 30 juni 1971.

Diversen

In de periode 1960-1971 werden in de voorhaven van Zeebrugge nog volgende belangrijke werken uitgevoerd :

— Een kaaimuur van 270 m lang op de westelijke oever van de toegangsgeul naar de bestaande zeesluis. Die kaaimuur wordt gebruikt als 'short-sea-containerterminal' [17-c] voor de containerlijnen die Zeebrugge verbinden met Engeland.

De bodemdiepte vóór die kaaimuur reikt tot Z (−7,00 m). De terminal is uitgerust met twee portaalkranen met 30 ton hefvermogen, met spoorlijnen en met stapelplaatsen voor containers. De uitvoering geschiedde in 1966-1968.

Die short-sea-containerterminal wordt geëxploiteerd door de voornoemde SBAFB, die trouwens zelf de terminal heeft uitgerust.

— Tussen het worteleinde van de westelijke havendam (Leopold II-dam) en het westhoofd werd een nieuwe roll-on-roll-off terminal gebouwd [22], volledig elektromechanisch uitgerust en vrijgebaggerd tot het peil Z (−7,00 m).

De aanvang van die werken vond plaats in maart 1969.

In de nabijheid werd een stationsgebouw geplaatst voorzien van alle nodige akkomodaties (douane, kantoren, restaurant, enz.).

Een nieuwe toegangsweg naar de terminal werd aangelegd, alsook de nodige parkeerplaatsen en wachtplaatsen, in- en uitritten.

Al deze werken waren voltooid op 1 april 1972, datum waarop de exploitatie van de nieuwe ro-ro-terminal kon starten. De carferry-lijnen Zeebrugge-Dover en Zeebrugge-Hull maken thans een zeer druk gebruik van de nieuwe inrichtingen.*

— In de oostbank werd een militair tijdok gebouwd [23] van 400 m lang, 150 m breed en met de bodem op Z (−7,00 m).

De werken werden aangevangen in 1969.

De werken zijn nu voltooid en het dok wordt thans vrijgebaggerd. Het dok zal voor einde 1975 gebruiks-klaar zijn.

— Hiermede was het vooropgezette programma nog niet af ; het voorzag o.m. nog in een nieuwe zeesluis (toegankelijk voor schepen van ongeveer 50 000 tdw), nieuwe bekkens in de achterhaven, de verdere verruiming van de 'Pas van het Zand' en van de Buitenrede, de verbetering van de kaaimuur van de westelijke havendam.

De verdere afwerking van dit programma werd evenwel voorbijgestreefd door een nieuw programma zoals hierna wordt uiteengezet.

Voorgaande opsomming en beschrijving van de werken uitgevoerd in de periode 1960-1971, ten bedrage van ruim 2 miljard frank, exclusief de onderhoudsbaggerwerken, geeft een inzicht in de belangrijkheid van de inspanning die gedaan werd om aan de haven van Zeebrugge, die vóór 1960 nog een zeer onbelangrijke haven was, een definitieve start te geven. Die inspanning is trouwens niet zonder resultaat gebleven : het havenverkeer is in de periode 1960-71 van ongeveer 2 miljoen ton goederen tot boven de 10 miljoen ton goederen gestegen.

In 1974 bereikte het havenverkeer reeds 14,6 miljoen ton goederen, waarvan de spreiding er ongeveer als volgt uitziet :

— ruwe olie	49 %
— roll-on roll-off	13,5 %
— containers	11 %
— diverse petroleumprodukten en bunkerolie	9 %
— treinferry	2,5 %
— diversen (bouwmaterialen, kolen, ...)	15 %

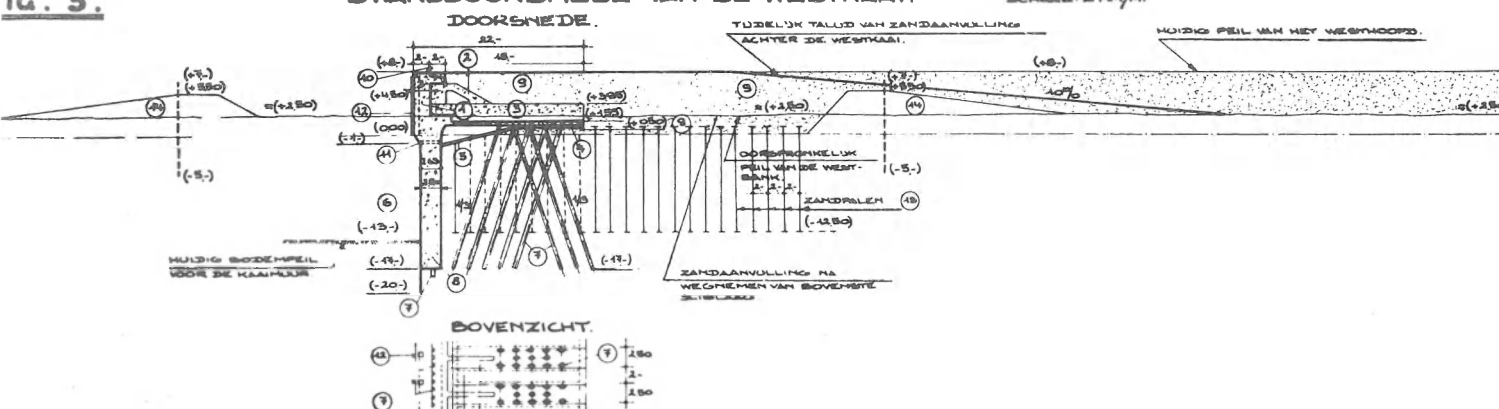
In 1970 werd door de Regering de zeer belangrijke beslissing genomen de haven van Zeebrugge nog verder uit te bouwen voor schepen van grote tonnenmaat. Die beslissing is ongetwijfeld een mijlpaal in de geschiedenis van de haven, die zich thans voor een nieuw tijdperk met een nog grotere toekomst bevindt. Onder punt 5 hierna volgt het programma van die toekomstige uitbouw van de haven.

Vooraf wordt evenwel de technische beschrijving gegeven van de kaaimuren rond het Westhoofd in de voorhaven van Zeebrugge. Dit Westhoofd is tot op heden veruit de belangrijkste uitbouw geweest die trouwens aan de basis ligt van de expansie van het havenverkeer (olie- en containerverkeer).

* Wegens de te drukke bezetting van die ro-ro-terminal wordt thans een tweede terminal gebouwd, juist naast de eerste. De indienststelling wordt verwacht voor 1 juli 1975.

DWARSDOORSNEDE VAN DE WESTKAAI.

SCHAAL: 2 MM/M.



VOORHAVEN TE ZEE

KAAMUREN ROND HET WESTHOOFD

- ① WOPHOUR IN G.B.
- ② RIB IN G.B.
- ③ HOOFDBALK
- ④ VLOERPLAAT IN G.B.
- ⑤ SPEERSLAG (DRAIN).
- ⑥ STAAL DAMWAND.
- ⑦ SECTOR PALEN.
- ⑧ SECTORWAND.
- ⑨ ZAND
- ⑩ BOLDER.
- ⑪ UITWATERINGSBOLUS + KLEP.
- ⑫ FENDERS.
- ⑬ ZANDPALEN (VERTICALE DRAINERING).
- ⑭ TIJDELIJKE AFDAMMING (STAAL DAMPLANKEN MET ZANDSLUITS).

4. Technische beschrijving van de kaaimuren rond het Westhoofd in de voorhaven te Zeebrugge (fig. 3)

De kaaimuren rond het Westhoofd werden uitgevoerd in twee fasen.

1e faze: de westelijke muur over een lengte van 689 m met gedeeltelijke zandaanvulling op de westbank achter de kaaimuur (zie [10] op fig. 2).

2e faze: de voltooiing van de kaaiomranding van het westhoofd bestaande uit (zie [15]) 108 m aansluitkaai in de ZO hoek, 600 m kaai op de oostkant, 200 m kaai op de noordkant en 125 m kaai op de westkant (in de verlenging van de westelijke muur van de 1e faze) alsmede de volledige aanvulling met zeezand tot peil Z (+8,00 m).

De volledige oppervlakte van het westhoofd bedraagt ca. 19 ha.

4.1. Gemeenschappelijke kenmerken van de kaaimuren van beide fasen

Het kaaiterrein ligt boven de hoogste waterstanden op peil Z (+8,00 m).

De bodem kan voor de kaaien tot Z (−14,00 m) uitgebaggerd worden; voorlopig is dit tot Z (−13 m) beperkt. Met zeer lage tijstanden van Z (−1 m) kunnen dus schepen met diepgang van 12,00 m à 12,50 m aanleggen, rekening houdend met de nodige

ruimte onder de kiel en met een zekere aanslibbing. De voorwand van de kaaien reikt tot Z (−20,00 m) à (−22,00 m), zodat er voldoende veiligheid is tegen ontschoeiing wegens kuilvorming in de zandbodem door de schroefwerking van de schepen.

De kaaimuren zijn gefundeerd op peil Z (−17,00 m à −18,00 m).

De hoogte van de kaaimuren tussen de havenbodem en het kaaiterrein bedraagt dus 22,00 m en de volledige constructiehoogte in de voorwand bedraagt 28,00 m à 30,00 m (één van de hoogste kaaimuren in de wereld).

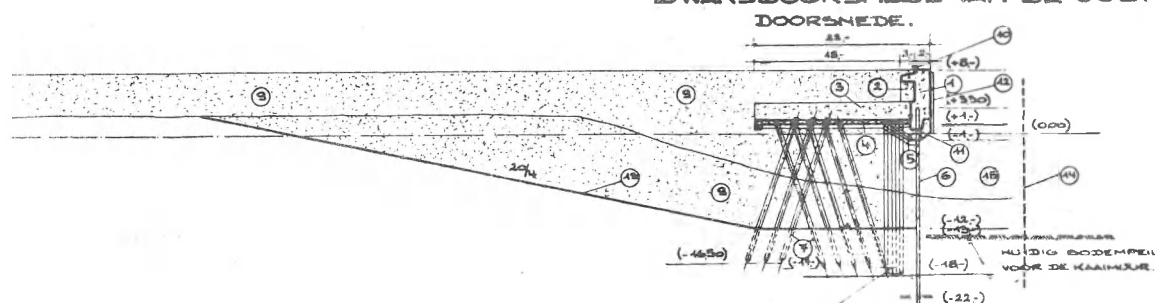
De totale breedte van de kaaimuren is 22,00 m.

De muurplaat is gevormd door balken in gewapend beton van 3,00 m hoog en 2,50 m breed (2,30 m voor de 2de faze). Die muurplaatbalken zijn verbonden door een dunne plaat van 0,60 m dik (0,50 m voor de 2e faze). Er is een muurplaatbalk om de 4,50 m. Elke muurplaatbalk rust op 13 betonpalen, nl. 2 × 5 drukpalen en 3 trekpalen of evenwichtspalen.

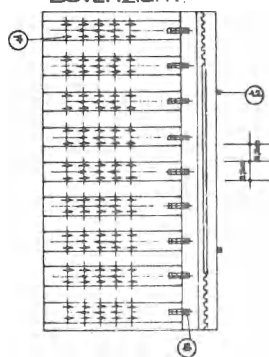
De drukplaten in gewapend beton hebben een doorsnede van 0,55 m × 0,54 m en kunnen ten minste 120 ton dragen.

Zelfs in de meest ongunstige belastingshypotesen worden de trekpalen in gewapend beton slechts weinig op trek belast; het zijn eerder evenwichtspalen. Ze hebben een rechthoekige doorsnede 0,48 m ×

DWARSDOORSNEDEN VAN DE OOSTKAAI.



BOVENZICHT.



- ① KOPMUUR I.N.G.B.
- ② RIB IN G.B.
- ③ HOOFDBALK.
- ④ VLOERPLAAT IN G.B.
- ⑤ STEERSLAG (DRAIN).
- ⑥ STALENDAMWAND.
- ⑦ BETCHPALEN.
- ⑧ BETONSCHERVEN OM DE 4,50M.
- ⑨ ZAND.
- ⑩ BOLDER.
- ⑪ UITWATERINGSBUIJS + KLEP.
- ⑫ FENDERS.
- ⑬ VOORAF UITGEBAGGERDE BOUWSLEUF TOT (-12).
- ⑭ TUBELIJKE AFDAMMINGSWAND (KOFFERDAM).
- ⑮ TUBELIJKE ZANDAANVULLING IN DE KOFFER.

EBRUGGE.

STHOOFD.

0,62 m en zijn zo bewapend dat ze een buigmoment van 27 tfm kunnen opnemen. Druk- en trekpalen werden onder helling 1/3 geheid; hun lengte is 19,50 m en hun gewicht per stuk bedraagt ca. 13,5 ton. Onder de muurplaat is in een draineringsstelsel voorzien met uitwateringsbuis en -klep doorheen de voorwand, waardoor achter de kaaimuur geen grote wateroverdrukken kunnen optreden spijs de wisselwerking van het getij voor de kaaimuur.

4.2. Bij het ontwerpen van die kaaimuren rond het westhoofd diende er rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van een zeer slappe grondlaag, met een zeer groot gehalte aan slib en zeeklei, gelegen tussen peil Z (-4,00 m) à (-5,00 m) en peil Z (-12,00 m). Ongeveer onder peil Z (-12,00 m) is de bodem samengesteld uit dichtgepakt zand. De ontwerpen van de kaaimuren van de 1e en 2e faze hebben op verschillende wijze met de aanwezigheid van die slibhoudende grondlaag rekening gehouden. De keuze van de uitvoeringswijze en ook de opvatting van de voorwand van de kaaimuur van de 1e en 2e faze zijn hierdoor ook verschillend geweest.

1e faze : westkaai

Het peil van de westbank, waarop de westkaai diende te worden, lag ongeveer op halftij Z (+2,50 m). De bovenste sliblaag van ongeveer 2,00 m dik werd er weggebaggerd en vervangen door zuiver zeezand. Om de muur buiten elke invloed van getij en golven te kunnen uitvoeren, bouwde de aannemer een volledige afdamming rondom de bouwplaats waardoor een bouwput werd gevormd van 700 m lang en 90 m breed.

De afdamming bestond uit stalen damplanken van 12 m lang geheid tot peil Z (-5,00 m) en met de

bovenrand reikend tot Z (+7,00 m); die damwand werd langs beide zijden gesteund door zandtaluds.

De voorwand van de kaaimuur bestaat uit een muur van colcrete-beton, gemiddeld 2,60 m dik, uitgevoerd tussen twee stalen damwanden waartussen de grond tot peil Z (-17,00 m) vooraf verwijderd werd. Hierbij werd een diepbronbemaling toegepast. De stalen damwand in de dagzijde is in de definitieve konstruktie behouden, terwijl de achterste damwand door de aannemer gerecupereerd werd.

Vooraleer de funderingspalen geheid werden, werd de ondergrond verdicht met behulp van kompressiezandpalen (vertikale drains) in een zone van 50 m breedte onder en achter de kaaimuurplaat.

In de wachttijd van 3 maanden die verliep tussen het plaatsen van de vertikale zanddrains en het heien van de funderingspalen werd een belangrijke inklinking van de ondergrond vastgesteld (tot 1 meter). Boven de muurplaat werd zand aangevuld op een voorlopige breedte van 40 m tot peil Z (+8,00 m), en achter de kaaimuur werd een voorlopig zandtalud aangelegd op de westbank, in afwachting van de volledige afwerking van het westhoofd.

2e faze : De kaaimuren van de 2e faze, althans die van de oostkant, dienden uitgevoerd te worden in gans andere en moeilijkere omstandigheden dan de westkaai. De oostkaai werd immers gebouwd in de bestaande diepten van de middengeul, die reikten tot Z (-7,00 m) à Z (-8,00 m) en plaatselijk soms nog dieper, bijv. aan de vroegere Sinclair-ligkuil.

Het ontwerp rekende met het baggeren van een bouwsleuf tot Z (-12,00 m) (wegbaggeren van de slibhoudende grondlaag). In die bouwsleuf werd een

dubbele damwand geheel, die aan elkaar verankerd werd, waarin een diepbronbemaling werd toegepast. Die dubbele damwand vormde een kofferdam die de volledige bouwplaats heeft afgesloten van de getijden en van de golfwerking. Achter die kofferdam werden de kaaimuur en de zandaanvullingen uitgevoerd.

De binnenste wand van de kofferdam is de definitieve voorwand van de kaaimuur geworden (zeer zware stalen damwand met $I/V = 4200 \text{ cm}^3/\text{m}$; lengte 25,30 m; geheel tot Z (-22,00 m); de bovenrand op Z (+3,30 m) zit stevig ingeklemd in de bovenstructuur van de kaaimuur). Die stalen voorwand vervult de rol van scherm in het dagvlak en fungeert tevens als dragend element. Achter de voorwand werd om de 4,50 m een scherm van vijf aansluitende betonpalen geheel. Die schermen hebben vooreerst een belangrijke dragende functie; ze ontlasten ook de grondruk op de voorwand door horizontaal schermefekt.

Vooraleer met het heiwerk van betonpalen en betonschermen werd aangevangen, werd de bouwsleuf met zeezand aangevuld. Dit aanvullingszand werd vooraf door diepbronbemaling verdicht. Boven de muurplaat en op de volledige oppervlakte van het westhoofd werd zeezand aangevuld tot peil Z (+8,00 m).

Ten slotte heeft de aannemer de buitenste stalen damwand van de kofferdam uitgetrokken en het aanvullingszand van de kofferdam gerekupereerd. Meldenswaardig is nog dat de stalen voorwand van de kaaimuur voorzien is van een katodische bescherming. Aan de zeezijde is de katodische bescherming uitgevoerd met vervangbare anoden van zink en magnesium.

Aan de landzijde werd het systeem met stroomafname toegepast; er werd rekening gehouden met de aanwezigheid van de stalen pipelines van Sinclair en Texaco.

4.3. De kaaimuren werden berekend voor een nuttige overbelasting van 5 t/m^2 kaaiterrein boven en (of) achter de muurplaat. De kaaimuur is ingedeeld in muurmoten van 40,50 m lang. In het midden van elke muurmoot staat een bolder waarop de trekkracht 120 ton mag bereiken (ongeveer 3 ton per strekkende meter muur). De stootkracht van de aanleggende schepen wordt opgenomen door fenders die, door tussenkomst van rubberblokken, op de muur wordt overgedragen; de stootkracht mag 140 ton per stootpunt bereiken (70 ton per rubberblok).

4.4. De aanbesteding van de 1e fase had plaats op 30.11.1961. De werken werden uitgevoerd tussen 12.3.1962 en 30.9.1965. De uitgave beliep 231 300 000 F, hetzij ca. 335 000 F per strekkende meter kaaimuur.

De aanbesteding van de 2e fase had plaats op 18.11.1965. De werken werden uitgevoerd tussen 14 maart 1966 en 25 mei 1971. De uitgave beliep 612 000 000 F, hetzij ca. 600 000 F per strekkende meter kaaimuur. De kostprijs per strekkende meter kaaimuur van de 2e fase is aanzienlijk duurder geweest dan voor de 1e fase om volgende redenen: de moeilijker omstandigheden, daar de kaaimuur op de

oostkant in de diepten van de bestaande middengeul diende gebouwd te worden; hierdoor was de afdamming van de werf zeer duur; in de uitgave van de 2e fase zit ook de volledige aanvulling met zeezand van het westhoofd begrepen; de stijging van de lonen en de materiaalprijzen die ingetreden is tussen de twee fasen.

5. Programma voor de toekomstige uitbouw van de haven van Zeebrugge (fig. 4)

In september 1968 besliste de heer J. de Saeger, Minister van Openbare Werken, een studiekommissie op te richten met als opdracht advies uit te brengen over de mogelijkheden in volle zee of aan de Belgische kust een nieuwe haven te bouwen voor schepen met grote tonnenmaat.

De opdracht van die studiekommissie, genoemd 'Kommissie Verschave', naar de naam van de voorzitter, de heer ir. J. Verschave, toenmalig Directeur-Generaal der Waterwegen, thans Sekretaris-Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, omvatte meer in het bijzonder:

- het onderzoek van de technische mogelijkheden;
- de kostenraming;
- de economische verantwoording;
- het onderzoek van de juridische aspecten.

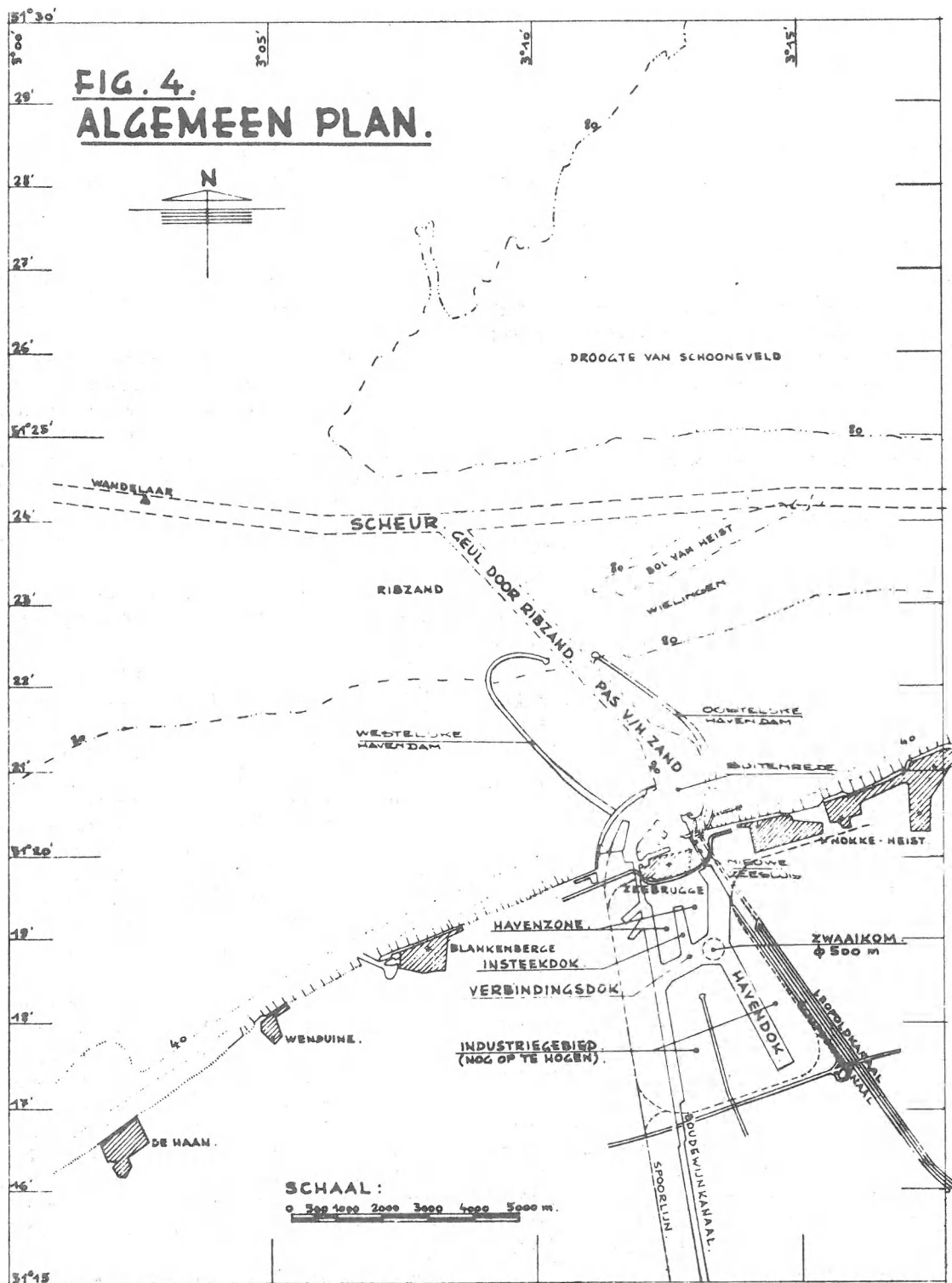
Meerdere studies en voorstellen inzake een haven in zee of aan de kust werden door de kommissie onderzocht.

De kommissie kwam tot het besluit dat in principe de voorkeur moest uitgaan naar de uitbouw van een polyvalente diepzeehaven, daar de hiertoe vereiste investeringen dan het minst risico dragen. Het industrialiseringseffekt van een polyvalente haven is immers groter dan van een sterk gespecialiseerde haven.

Om technische en financiële redenen werd het uitbouwen van een polyvalente diepzeehaven aan de kust aanbevolen en werd de vestiging te Zeebrugge als de meest aangewezen plaats bevonden, omwille van de aldaar reeds bestaande infrastructuur.

Op grond van de bevindingen heeft de voormelde kommissie een voorstel van havenuitbouw te Zeebrugge uitgewerkt. Hierbij werd rekening gehouden met de beperkte mogelijkheden tot uitbouw van een grote zeehaven aan de Belgische kust, wegens het meervoudig zandbankengebied, de korte lengte van onze kust en de toeristische belangen van de kuststreek. Ook diende rekening gehouden te worden met de mogelijke weerslag op de aanpalende stranden en met de hiervoor noodzakelijke strandverbeteringswerken, alsook met het hydraulisch evenwichtsregime van het Schelde-estuarium, dat niet mag verstoord worden.

Voornoemd voorstel van de Kommissie Verschave werd opgevat in drie fasen, er zorg voor dragend dat na elke fase de verdere uitbreiding mogelijk blijft. De drie fasen voorzien in de uitbouw van de haven om die progressief toegankelijk te maken voor schepen van de grootte-orde van respectievelijk 100 000 tdw (1e fase), 150 000 tdw (2e fase) en 200 000 tdw (3e fase).



In 1970 nam de Regering dan de principiële beslissing de haven van Zeebrugge uit te bouwen volgens een programma dat ongeveer met de 1e faze van het voorstel van de Kommissie Vershave overeenstemde. Een uitgave van 16 miljard F werd vooropgezet. Dit programma, afgebeeld op fig. 4, kan als volgt beschreven worden :

5.1. Uitbouw van de voorhaven

— Uitbouw van lage havendammen tot op de zuidrand van de Wielingen met gelijktijdige vastlegging en verbetering van de stranden op de oostkust.

— Geleidelijk verdiepen van de voorhaven en van de toegangspassen tot Z (-12 m) à (-12,50 m) en later tot Z (-14 m) à (-15 m).

5.2. Bouwen van een nieuwe zeesluis met volgende afmetingen :

- nuttige lengte : 500 m,
- breedte tussen de kolkmuuren : 57 m,
- drempelpeil op Z (-15 m).

De sluis zal uitgerust worden met vier stalen roldeuren (2 deuren aan elk sluishoofd) en met vier stalen wipbruggen (2 bruggen op elk sluishoofd) die het

verkeer van de kustweg ongehinderd zullen laten. In de voorhaven wordt een toegangseul naar de nieuwe zeesluis gemaakt, aan weerszijden uitgerust met kaaimuren met ligkuilen tot Z (-18 m).

Het drempelpeil van de zeesluis op Z (-15 m) zal bij een half-tij zeestand op Z (+2,50 m) voor een waterdiepte zorgen van 17,50 m, wat een veilige toegang kan geven aan schepen met ca. 51 voet diepgang.

De ligkuilen op Z (-18 m) aan de kaaimuren in de toegangseul zorgen ervoor dat dergelijke schepen er ook over laag-tij kunnen wachten om naar de achterhaven geschut te worden.

5.3. *Uitbouw van de achterhaven*

De structuur van de achterhaven zal volgende havenbekkens bevatten met bodem op Z (-14 m):

- een dok aan de uitgang van de nieuwe sluis;
- een dok van 400 m breedte aan de waterlijn dat verbinding zal geven met het bestaande Boudewijnkanaal;
- een noord-zuid gericht havendok, dat zal reiken tot op de zuidrand van het havengebied, van 400 m breedte aan de waterlijn.
- Waar de drie voormelde dokken elkaar ontmoeten zal een zwaai-kom worden ingebouwd met 500 m diameter.
- Het Boudewijnkanaal dat tot ter hoogte van Dudzele verbreed zal worden tot 250 m aan de waterlijn en aldus als havendok zal worden gebruikt. Het noordelijke deel van dit achterhavengebied, nl. het deel gelegen ten noorden van het verbindingsdok met het Boudewijnkanaal, is voorbestemd om een typische portuaire functie te vervullen ter aanvulling van de voorhaven. Hiertoe wordt trouwens in dat noordelijke deel nog een insteeddok gebouwd dat met kaaimuren zal uitgerust worden.

Het zuidelijke deel zal een industrieel karakter toegewezen krijgen. Alle terreinen zijn er langs diepwater gelegen, nl. aan de rechteroever van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal en aan weerszijden van het nieuw te graven noord-zuid gericht havendok. De industrievestigingen zullen dus zeer selektief watergebonden dienen te zijn.

Het ganse achterhavengebied, ca. 1400 ha waarvan thans reeds ca. 1100 ha (78 %) onteigend zijn, zal verder nog uitgerust worden met de nodige wegen en spoorlijnen, met inbegrip van alle kunstwerken die daarbij horen. De mogelijkheid wordt ook geboden om dit achterhavengebied een behoorlijke kanaalverbinding met het hinterland te geven.

5.4. Van dit nieuwe programma zijn thans volgende werken in uitvoering:

a) *De nieuwe zeesluis* waarvan de werken op 1 maart 1972 werden aangevangen. Wegens uitvoeringsmoeilijkheden lijden die werken een grote vertraging. Een oplossing voor die moeilijkheden ligt thans in het verschiet en de voltooiing van de sluis mag verwacht worden tegen einde 1979.

De inkokering van de afleidingskanalen (Schipdonkanaal en Leopoldkanaal) die juist ten oosten van de nieuwe zeesluis liggen en die vooraf wat meer oostwaarts dienden verplaatst te worden naderen thans de voltooiing. Die inkokeringswerken maken deel uit van de aanneming van de zeesluis en vormen er het eerste deel van. Aan de monding van die inkokering worden ook nieuwe uitwateringssluizen gebouwd, die moeten zorgen voor de evacuatie van belangrijke waterdebieten in zee.

b) *De stalen roldeuren* (4 stuks) voor de nieuwe zeesluis.

c) *De kaaimuren* aan weerszijden van de toegangseul in de voorhaven (getijhaven) met ligkuil op Z (-18 m).

d) *De kaaimuren van het insteeddok* in het noordelijke deel van de achterhaven met bodemdiepte op Z (-10 m) en met vlotpeil op Z (+3,50 m).

Voor talrijke andere werken van dit nieuwe programma is de studie aan de gang, o.m. de studie voor de uitbouw van de voorhaven (modelstudie in het Waterbouwkundig Laboratorium te Borgerhout); de studie van de vier beweegbare bruggen over de nieuwe sluis; de studie van de glooiingen van de havendokken in de achterhaven; de studie van de structuur van het wegen- en spoorwegennet in het nieuwe havengebied met spoor- en wegbruggen, enz.

Meldenswaardig is nog dat het ganse achterhavengebied thans nog op polderpeil ligt (ongeveer Z (+3 m) en dat de ophoging tot Z (+6 m) progressief zal geschieden met de grondspecie uit de te graven havendokken. De bodem van de havendokken komt op Z (-14 m), wat 1 m hoger is dan de sluisdrempel. Het vlotpeil in de dokken van de achterhaven is Z (+3,50 m), wat eveneens 1 m hoger is dan de half-tijtoestand Z (+2,50 m), waarbij de grootste zeeschepen naar de achterhaven zullen geschut worden.

Een uitgebreide technische beschrijving van de werken van dit nieuwe programma zal het onderwerp uitmaken van volgende publikaties, van zodra de werken die thans reeds in uitvoering zijn verder zullen gevorderd zijn en van zodra de studies van de nog aan te vangen werken en van de algemene structuur van de voor- en achterhaven een vaste vorm zullen gekregen hebben.

