

entre 200 °C et 900 °C conduit aux conclusions suivantes:

#### Propriétés mécaniques

L'altération des caractéristiques mécaniques du béton augmente avec la température du moins dans les conditions expérimentales adoptées pour l'étude qui peuvent être considérées comme sévères. Elles se caractérisaient, en effet, par un échauffement très rapide conforme à la courbe standard ISO, d'éprouvettes prismatiques de béton de faible masse sollicitées thermiquement sur leurs quatre faces principales.

Cette chute des propriétés mécaniques est fonction de facteurs tels que la nature des granulats et la sollicitation mécanique du matériau. Les bétons à base de gravier (silice) conduisent à une perte de résistance

plus marquée que les bétons à base de granulats calcaire ou légers.

La résistance d'un béton soumis à une contrainte pendant la sollicitation thermique s'avère plus élevée que celle d'un béton non sollicité mécaniquement durant la montée en température.

#### Propriétés thermiques

La conductivité thermique  $\lambda$  du béton diminue lorsque la température augmente et s'avère directement liée à la conductivité thermique des granulats c'est-à-dire dans l'ordre d'isolation croissante silice, calcaire et granulat expansé. La chaleur massique  $c$  du béton semble peu dépendante du type de béton tandis que la dilatation thermique  $\alpha$  entre 20 °C et 200 °C se montre importante lors de la première sollicitation thermique et tend par après à sa rapprocher du coefficient de dilatation thermique à 20 °C.

#### SAMENVATTING

## STUDIE VAN DE EIGENSCHAPPEN VAN BETON ONDERWORPEN AAN HOGE TEMPERATUREN

(Begrepen tussen 200° C en 900° C)

*De druksterkte en de vervormbaarheid van drie betonsamenstellingen, namelijk een grindbeton, een kalksteenbeton en een structureel licht beton waarvan het cementgehalte 350 kg/m<sup>3</sup> bedroeg, werden bepaald op prisma's 15 × 15 × 30 cm in een oven die toelaat de proefstukken mechanisch te belasten terwijl ze aan een thermische sollicitatie onderworpen worden gedefinieerd door de genormaliseerde ISO-temperatuurstijgkromme. De wijziging van de mechanische eigenschappen van het beton, die tussen 200° C en 900° C bestudeerd werd, neemt toe met de temperatuur en blijkt duidelijker afgetekend van ongeveer 400° C af voor het grindbeton dan voor het beton op basis van kalksteen of van lichte granulaten.*

*Wat de thermische eigenschappen betreft, bevestigt de evolutie van de warmtegeleidingscoëfficiënt  $\lambda$ , in hetzelfde temperatuursinterval, het verband tussen het gedrag van het materiaal en de aard van de granulaten. De massawarmte  $c$  verschilt slechts weinig tussen de verschillende betonsamenstellingen onderling.*

*Enkele metingen van de uitzettingscoëfficiënt van het beton  $\alpha$  tussen 20° C en 200° C wijzen erop dat deze coëfficiënt de neiging vertoont aan te groeien met toenemende temperatuur bij de eerste thermische sollicitatie om daarna bij later optredende thermische sollicitaties, de waarde van de thermische dilatatiecoëfficiënt  $\alpha$  bij 20° C te benaderen.*

## OVERZICHT VAN DE TIJWAARNEMINGEN LANGS DE BELGISCHE KUST

Periode: 1941 - 1970 voor Oostende  
1959 - 1970 voor Zeebrugge en Nieuwpoort

door

**C. VAN CAUWENBERGHE**

Hoofd van de Hydrografische Dienst

#### INLEIDING

Dit overzicht sluit aan bij de vroegere publicaties i.v.m. getijwaarnemingen langs de Belgische kust en vooral bij deze van J. LAUWERS [1 en 2]. De jaren 1941-1943 voor Oostende worden evenwel opnieuw hernomen en dit teneinde voor deze waarnemingspost een volledige 30-jarige periode te kunnen behandelen.

Het is wenselijk in de toekomst, een dergelijke publicatie tienjaarlijks te laten verschijnen, zoals dit trouwens voor het Zeescheldebekken, sinds 1891, de gewoonte is geworden.

Terwijl Deel I een korte historiek weergeeft van de getijobservaties langs de Belgische kust, behandelt Deel II alle numerieke gegevens in een 9-tal reeksen tabellen van de 3 waarnemingsstations: Nieuwpoort, Oostende en Zeebrugge. Tenslotte wordt in Deel III gepoogd de samenhang van deze waarnemingen aan te tonen en deze in verband te brengen met naburige Franse en Nederlandse observaties.

**ALGEMENE TOELICHTINGEN VAN ENKELE  
TECHNISCHE BEGRIPPEN I.V.M. GETIJEN (in  
alfabetische volgorde)**

#### AFRONDINGEN

Alle standen in de tabellen zijn op de mm afgerond.

#### AMPLITUDE

De getijamplitude is gelijk aan het halve tijverschil van het partieel getij. Zie ook « Harmonische Konstanten »

#### D

D (« Zéro du Depot de la Guerre ») is het vergelijkingsvlak van het Militair Geografisch Instituut, ontstaan uit de waterpassing « Nivellement Général » van 1840-1873.

#### DALING

Daling is deze fase van het getij waarbij het wateroppervlak daalt van HW naar het eerstvolgende LW.

#### DOODTIJ

Doodtij is het getij met een minimum tijverschil: langs de Belgische kust doet het zich voor op de 2<sup>e</sup> dag na de kwartierstanden van de maan of m.a.w. op de dagen dat de maansouderdom gelijk is aan nagenoeg 9 of 24 dagen. Zie « Ouderdom van de maan » en « Ouderdom van het getij ».

EB

Eb is de SW-gerichte ebstroom welke zich langs de Belgische kust gemiddeld voordoet van  $\pm 2$  u vóór tot  $\pm 3$  u na LW, zie ook « Stroomatlas Vlaamse Banken » [3].

#### FREKWENTIE

Alleen voor de jaren waarbij de tijverwekkende invloed van zon en maan een gemiddelde waarde heeft (Zie « Helling van de maansbaan ») zijn de frekwenties der standen van HW en LW berekend in vakken van 10 cm t.o.v. Z.

#### GEMIDDELDE DAGELIJKSE GETIJEN IN EEN MAANSMAAND

De gemiddelde dagelijkse getijen in een maansmaand zijn voor Oostende berekend uit een 18 2/3 jarige cyclus; voor Zeebrugge en Nieuwpoort echter geschiedt dit enkel voor een 2-tal jaren tijdens dewelke zon en maan een gemiddelde invloed op het getij uitoefenden (1963,5-1965,5). Zie ook « Helling van de maansbaan ».

#### GEMIDDELDE WATERSTAND

De gemiddelde waterstand (of gemiddelde zeestand of middenstand) is het gemiddelde der standen, genomen ieder uur (dus 24 waarnemingen per dag) of in sommige gevallen ieder 3 uur (dus 8 waarnemingen per dag) uit de tijmetersobservaties.

Ingevolge harmonische analyses der getijen van enkele jaren voor de 3 Belgische kusthavens [4 en 5] zijn de jaarlijkse gemiddelde waterstanden berekend met de filtermethode  $X_0$  van Doodson [6].

Tijdens de laatste decennia heeft de gemiddelde waterstand langs de Belgische kust (Oostende) een neiging tot verhoging (minstens 10 mm/10 jaar).

#### GEMIDDELDE ZEESTAND

Zie « Gemiddelde Waterstand ».

#### GEMIDDELD HW/LW

De gemiddelde HW/LW worden in de tabellen berekend per jaar, 10 jaar en laatste 18 2/3 jaar (alleen voor Oostende); het zijn de gemiddelden van alle waargenomen HW/LW, van één jaar, van 10 jaar,

en zo mogelijk van de laatste 18 2/3 jaar (alleen voor Oostende).

#### GEMIDDELD LAAGLAAGWATERSPRING (G.L.L.W.S.)

Het plaatselijk gemiddeld laaglaagwaterspring (G.L.L.W.S.) of H-vlak is het reductievlak der Belgische zeekaarten, waarvan het verloop langs de Belgische kust stijgend is naar het NE.

G.L.L.W.S. wordt berekend als het meerjarig gemiddelde van de laagste LW bij springtij van elke maansmaand.

In tegenstelling met wat tot dusver werd aangenomen ligt het G.L.L.W.S. in de periode 1962-1966 (Zie ook « Helling van de maansbaan ») voor Zeebrugge ( $H_Z$ ) en Nieuwpoort ( $H_N$ ) respectievelijk 8 cm en 40 cm onder Z.

Het G.L.L.W.S. van Oostende ( $H_O$ ) mag evenwel volgens de recente waarnemingen behouden blijven op 28 cm onder Z (periode 1925-1943) [2].

Genoemde hoogteverschillen zullen in de toekomst slechts worden gewijzigd indien grondige veranderingen in de toestand daartoe aanleiding geven. Zie ook Deel III.

#### GETIJ

Het getij is het periodiek rijzen en dalen of de verticale waterbeweging van het wateroppervlak ten gevolge van de aantrekkingskrachten van zon en maan.

#### GETIJKROMME

De getijkromme is de grafiek van het getijverloop, waarbij de tijhoogte is weergegeven in functie van de tijd.

#### GETIJTAFELS

Astronomische getijvoorspelling langs de Belgische kust geschiedde tot op heden slechts voor Oostende. Hiermede worden dan jaarlijks de « Getijtafels voor Oostende », uitgegeven door de Hydrografische Dienst der Kust, samengesteld.

Door toepassing van zekere hoogte- en tijdscorrecties op deze laatste worden de « Getijtafels voor Zeebrugge », uitgegeven door de N.V. Maatschappij der Brugsche Zeevaartinrichtingen te Brugge, opge-

maakt; een analoge werkwijze kan ook worden gevolgd om benaderend de tijd en de hoogte van het getij voor gelijk welke plaats langs de Belgische kust te bepalen. Zie ook Deel III.

#### H

Zie « Gemiddeld laaglaagwaterspring ».

#### HALFTIJ OF HALFTIJVLAK

Halftij of halftijvlak is het gemiddelde van HW en LW.

Wegens de asymmetrische vorm der getijkrommen is dit vlak verschillend van de gemiddelde zeestand.

Te Oostende ligt halftij gemiddeld 6 cm hoger dan de gemiddelde waterstand.

#### HARMONISCHE KONSTANTEN

De harmonische konstanten van een bepaalde plaats omvatten de amplitude en het gewijzigd kappagetel van de partiële getijden; ze zijn het resultaat van een harmonische analyse der tijwaarnemingen [4 en 5].

De in de tabellen vermelde gegevens, berekend in het Koninklijk Observatorium van België te Ukkel, zijn de resultaten van het laatste geanalyseerde jaar: dit is 1968 voor Oostende en 1969 Nieuwpoort en Zeebrugge. Enerzijds hebben deze jaren geen gemiddeld tijverschil (zie ook « Helling van de Maansbaan »), anderszijds echter kan aangenomen worden dat door de grote openbare werken in en om de 3 Belgische kusthavens de harmonische konstanten steeds maar worden gewijzigd.

Met het opnemen van deze tabellen is het dan ook enkel de bedoeling een idee van grootteorde van deze gegevens weer te geven.

#### HELLING VAN DE MAANSBAAN

De helling van de maansbaan is de hoek tussen de maansbaan en de equator, en varieert tijdens een periode van 18 2/3 jaar van  $18^{\circ},3$  tot  $28^{\circ},6$  en dit naargelang de lengte van de klimmende knoop (L) gelijk is aan  $180^{\circ}$  of  $0^{\circ}$ ; deze waarden kunnen afgeleid worden uit de jaarboeken van de Koninklijke Sterrewacht van België.

De helling van de maansbaan heeft een merkbare invloed op het tijverschil ( $M_2$ -getij); dit laatste is

maximaal (minimaal) wanneer de helling van de maansbaan  $18^{\circ},3$  ( $28^{\circ},6$ ) bedraagt.

Indien deze helling  $23^{\circ}27'$  ( $L = 90^{\circ}$  of  $270^{\circ}$ ) is, bekomt men een gemiddeld tijverschil: gedurende de laatste 30 jaar doet dit laatste geval zich voor op 22 december 1945 ( $L = 90^{\circ}$ ), op 13 april 1955 ( $L = 270^{\circ}$ ) en op 2 augustus 1964 ( $L = 90^{\circ}$ ).

De tabellen D en G in Deel II zijn bijna allemaal berekend rond deze 2 laatste data (1954,5-1956,5 en 1963,5-1965,5); de nieuwe waarden van  $H_Z$  en  $H_N$  zijn dan ook bepaald voor een periode van 5 jaar (1962-1966), die symmetrisch ligt t.o.v. het tijdstip waarbij  $L = 90^{\circ}$  (dus op 2/8/1964).

#### HOOGWATER (HW)

Het hoogwater (HW) is de hoogste stand van het peil der zee.

Het uur van HW is het tijdstip waarop deze hoogste stand zich voordoet.

#### LAAGWATER (LW)

Het laagwater (LW) is de laagste stand van het peil der zee.

Het uur van LW is het tijdstip waarop deze laagste stand zich voordoet.

#### LAAGWATERSPRING

Zie « Gemiddeld laaglaagwaterspring » (G.L.L.W.S.).

#### LEEFTIJD VAN HET GETIJ

Zie « Ouderdom van het getij ».

#### MAANSMAAND

De maansmaand, synodische maand of lunatie is het tijdsverloop tussen 2 opeenvolgende conjuncties of opposities van de maan. Zij bedraagt gemiddeld 29,530588 middelbare zonsdagen.

#### MIDDENSTAND OF MIDDENSTANDSVLAK

Zie « Gemiddelde waterstand ».

## NORMAAL AMSTERDAMS PEIL (NAP)

Het « Normaal Amsterdams Peil » (NAP) is het vergelijkingsvlak der nauwkeurigheidswaterpassing in Nederland. Dit peil kwam overeen met de gemiddelde zomervloedstand van het IJ voor Amsterdam, toen het nog in vrije gemeenschap stond met de Zuiderzee. Zie ook Deel III.

## NUL KRIJGSDEPOT (NKD)

De « Nul Krijgsdepot » is het vergelijkingsvlak dat is vastgelegd nabij de Kattendijksluis te Antwerpen en in gebruik is bij de Antwerpse Zeediensten.

Dit vlak ligt 2,40 m onder NAP.

## ONDERBREKINGEN IN DE WAARNEMINGEN

Onderbrekingen in de waarnemingen, die zijn opgetreden ten gevolge van allerlei oorzaken, worden vermeld als deze per maand minstens 1/6 van het totale aantal der maandobservaties bedragen.

Aanvullingen hiervan met geschatte waterstanden zijn enkel uitgevoerd voor Nieuwpoort en Zeebrugge door afleiding uit de gegevens van Oostende en dit voor de tabellen van de Series A tot en met E.

## OUDERDOM VAN HET GETIJ

De ouderdom van het getij is de vertraging van HW springtij op het tijdstip van nieuwe of volle maan (NM/VM); deze bedraagt te Oostende nagenoeg 52 uren (berekening met de getijkonstanten der recente periode).

## OUDERDOM VAN DE MAAN

De ouderdom van de maan is het aantal dagen, verlopen sinds de dag van nieuwe maan.

## PEILMERK

Het huidig fundamenteel peilmerk te Oostende, de klinknagel DH4-II, bevindt zich op de kaamuur nabij de tijmeter. Zie verder, kaartje van Oostende. Dit merk heeft een cota van 6,7785 m t.o.v. Z of 7,0585 m t.o.v. H<sub>0</sub>. Tevens dienstig als basismerkpunt van de Tweede Algemene Waterpassing (1946-1948), kende de Dienst voor Waterpassing en Gravimetrie van het Militair Geografisch Instituut hieraan in 1947 een cota toe van 6,653 m.

Tot Wereldoorlog II was de « klinknagel 1903 » (6,4713 m t.o.v. Z) aan de sluis der Handelsdokken het enige basispeilmerk<sup>2</sup>, waarvan is gebleken dat het, sinds zijn oprichting (1903), betrekkelijk stabiel is gebleven<sup>7</sup>; ten gevolge echter van een nieuwe doorsteek met sluis tussen het Montgommerydok en het Mercator jachtdok, werd genoemde sluis opgevuld zodat meteen ook « klinknagel 1903 » verdwenen is.

## REDUCTIEVLAK

Het reductievlak is het vergelijkingsvlak, waartoe de kaartdiepten worden herleid.

Hoewel de keuze van een reductievlak op zeekaarten in feite conventioneel is, moet men toch ervan vereisen dat het zoveel mogelijk voordelen zou bieden met het oog op het verschaffen van voldoende praktische inlichtingen en een maximum aan veiligheid voor de scheepvaart. Het « Internationaal Hydrografisch Bureau » van Monaco stelde daaromtrent in 1926 een brede definitie voor aan alle landen: « Het reductievlak der peilingen zal zo gekozen worden, dat slechts zelden de zee eronder zal vallen ». Dit vlak noemde men naar het « Internationaal laagwaterpeil ».

De reductievlakken der Belgische en ook der Nederlandse zeekaarten beantwoorden ten volle aan voormelde vereisten.

Zie ook « Gemiddeld laaglaagwaterspring ».

## REDUCTIEKAART

De reductiekaart geeft uitleg over de gebruikte reductievlakken en de toe te passen tijdscorrecties in een bepaald zeegebied. Zie ook Deel III.

## SPRINGTIJ

Springtij is het getij met een maximum tijverskil; langs de Belgische kust doet het zich voor op de tweede dag na volle — of nieuwe maan of m.a.w. op de dagen dat de maansouderdom gelijk is aan nagenoeg 2 of 17 dagen. Zie ook « Ouderdom van de maan » en « Ouderdom van het getij ».

## STIJGING

Stijging is deze fase van het getij, waarbij het wateroppervlak stijgt van LW naar het eerstvolgende HW.

## STORMVLOED

« Gevaarlijk stormtij » te Oostende is het tij waarbij, bij HW, door storminvloed het grenspeil van Z + 5,75 m wordt bereikt of overschreden<sup>8</sup>.

Te Zeebrugge en te Nieuwpoort komt dit peil benaderend neer op Z + 5,65 m en Z + 5,90 m respectievelijk.

De in de tabellen opgesomde hoogwaterstanden bij stormvloed betreffen deze, die voor één of meerdere observatieposten vanaf 1925 het grenspeil « Gevaarlijk stormtij » min 10 cm hebben bereikt of overschreden.

« Hoogtij » te Oostende is het tij waarbij, bij HW, eveneens door stormcondities het peil Z + 5,50 m wordt bereikt of overschreden, zonder dat daarom het grenspeil Z + 5,75 m wordt bereikt.

## TIJMETER

De tijmeter of maregraaf is een instrument, dat op een continue manier de getijhoogten in functie van de tijd registreert.

Zie de kaartjes van Oostende, Zeebrugge en Nieuwpoort, welke de tijmeteroptellingen weergeven langs de Belgische kust.

De gebruikte maregrafen zijn vlottertoestellen; belangrijk is gebleken, deze regelmatig ter plaatse op hun nauwkeurigheid te testen, gedurende het totale verloop van de getijbeweging (Van de Castele-test) [9 en 10].

## TIJVERSCHIL

Het tijverschil, soms ook verval genoemd, is het hoogteverschil tussen HW en LW.

## VERVAL

Zie « Tijverschil ».

## VLOED

Vloed is de NE-gerichte vloedstroom welke zich langs de Belgische kust gemiddeld voordoet van ± 2 u vóór tot 3 u na HW<sup>3</sup>.

## Z

De Z is het vergelijkingsvlak van Bruggen en Wegen,

ontstaan uit de Waterpassing van Openbare Werken van 1840-1848.

Zie ook Deel III.

## ZERO DES CARTES

Het reductievlak der Franse kaarten (Zéro des Cartes) stemt overeen met het peil van het laagst waargenomen laagwater.

Voor Duinkerke bevindt het zich 58 cm onder G.L.L.W.S. van Oostende. Zie ook Deel III.

\*  
\* \*

## DEEL I — HISTORIEK DER TIJWAARNEMINGEN LANGS DE BELGISCHE KUST.

### A. Nieuwpoort

Geplaatst in juni 1932 op de toenmalige steiger nabij het reddingsstation te Nieuwpoort, verstrekte de eerste tijmeter vanaf 1 juli 1933 nuttige gegevens. Na een onderbreking van oktober 1938 tot oktober 1940 stelde de bezettende overheid een apparaat op van Duitse makelij; het werd echter weggenomen in maart 1943 [2].

De na-oorlogse observatieperiode vangt aan vanaf 12 juni 1959, nadat een tijmeter in bedrijf werd gesteld aan de N-kant der toegang tot het militaire dok in pos. 51°09'03"N en 2°43'46"E (Europese vereffende coördinaten); wegens mindere bedrijfszekerheid (zie ook opgave der onderbrekingen in de tabellen) werd dit instrument vervangen door een ander apparaat en dit vanaf 4 maart 1966. Zie ook kaart van Nieuwpoort hierbij.

### B. Oostende

Getijwaarnemingen te Oostende, door middel van dagelijkse aflezingen van HW en LW op een peilschaal nabij de Sluis der Handelsdokken, hadden reeds plaats vanaf 1820<sup>11</sup> (dit is het jaar van ingebruikneming van de gemelde sluis).

De eerste serie vanaf 1820 tot 1834 werd vermoedelijk opgenomen door het sluispersoneel van Bruggen en Wegen en lag aan de basis van het vergelijkingsvlak Z (« Nivellement des Travaux Publics — 1840-1848 »); het register van deze observaties is verloren geraakt.

Een volgende serie voor de periode 1834-1853, tevens waargenomen door het sluispersoneel onder de leiding of in opdracht van Lt. Dekeuwer, werd gebruikt bij de keuze van het vergelijkingsvlak D of « Zéro du Dépôt de la Guerre » (« Nivellement Général » — 1840-1879); de gegevens van deze periode berusten in het archief van het Militair Geografisch Instituut.

In een studie van 1872 [12] maakte Hydrograaf A. Stessels gebruik van een derde observatieperiode van 6 jaar (nl. 1866-1871); ook deze waarnemingen zijn verdwenen.

Al deze visuele observaties nabij de Sluis der Handelsdokken werden door Ir. M. BOVIE om allerlei redenen als niet zo nauwkeurig aanzien [13].

Aldus werd voor de eerste maal langs de Belgische kust door de Dienst van Bruggen en Wegen in een schuthok van het E-vuur op het E-staketsel een tijmeter opgesteld en in bedrijf genomen vanaf 1 januari 1878 [1 en 13]. In een studie [13] bespreekt Ir. M. BOVIE de resultaten van de acht eerste waarnemingsjaren (1878-1885) en vergelijkt enkele hiervan met deze van de vorige perioden; hierbij werd tevens de voorkeur gegeven aan de gemiddelde waterstand der zee als vergelijkingsvlak en dit in de plaats van de in gebruik zijnde Z of D. Deze wens ging tijdelijk in vervulling toen de gemiddelde zeestand van Oostende voor de periode 1878-1885 als vergelijkingsvlak werd aangenomen van de « Nivellement de Précision » (1889-1892) [11 en 13].

In een samenvattende tabel achteraan van laatst vermelde studie [13] werden tevens enkele gemiddelde gegevens van HW, LW en gemiddelde zeestand vermeld; het verschil tussen deze waarden en de analoge gegevens van recente datum bedraagt gemiddeld —18 cm.

De stijging van de gemiddelde zeestand der laatste jaren in acht genomen, lijkt dit ons toch een nogal onverklaarbaar verschijnsel.

De waarnemingen op het Oosterstaketsel gingen door tot 1914.

Vrij talrijke onderbrekingen, te wijten aan stormschade, kwamen echter voor; na een eerste min of meer continue waarnemingsperiode van 1878 tot 1889

werd de maregraaf gedemonteerd en dit ten gevolge van werken ter verbreding van de toegangseul van de haven van Oostende met o.m. een verlenging van 150 m van het E-staketsel.

De tijmeter — in 1893 terug in werking gesteld nabij het verplaatste E-vuur — werd op 22/12/1894 door een hevige storm volledig vernield en nadien vervangen door een nieuw apparaat dat in werking trad vanaf 10-8-1895. Nadat herhaalde beschadigingen aan dit instrument zich hadden voorgedaan, met de hierbij gepaard gaande onderbrekingen als gevolg, werd in april 1909 een derde tijmeter in bedrijf gesteld, die tot 1914 in werking bleef.

De waarde van de totale observatieperiode 1878-1914 lijkt mij nogal omstreden, niet enkel omwille van de veelvuldige onderbrekingen maar vooral omdat het gebruikte vergelijkingsvlak (slagdrempel van de Sluis der Handelsdokken [13] op de bladen van de tijmeter door gelijktijdige vergelijking met een peilschaal in de haven (nabij gemelde sluis) diende ingebracht. Van deze periode werd niettemin toch een harmonische getijanalyse uitgevoerd [5]. Van de waarnemingen in de haven zelf tijdens Wereldoorlog I, door de bezetter verricht, werden later geen gegevens teruggevonden.

In 1920 werd op het Oosterstaketsel opnieuw een tijmeter in werking gesteld, die echter na korte tijd opnieuw door een storm werd vernield.

Vanaf 1925 ging men eindelijk over tot meer bedrijfszekere metingen in de haven zelf. Deze kenden sindsdien een meer continu verloop [1 en 2].

De maregraaf, tijdens Wereldoorlog II in bedrijf gesteld door de Duitsers aan de N-ingang van het Montgomerydok in pos. 51°14'06"N en 2°55'29"E, werd ook na de oorlog nog verder gebruikt, maar ditmaal nabij de aanlegplaats van de Car-ferry (pos. 51°14'00"N en 2°55'34"E).

Op 30-1-1952 werd dan uiteindelijk een Engelse tijmeter geplaatst, waarna, op 16-3-1954, nog een tweede instrument van hetzelfde fabrikaat als reserve volgde. Beide instrumenten zijn tot op heden continu in bedrijf gebleven. Zie ook bijgaande kaart van de haven van Oostende.

### C. Zeebrugge

Hoewel men reeds vóór Wereldoorlog I eraan dacht een tijmeter te Zeebrugge en te Nieuwpoort op te richten, volgde dit toch heel wat later. Te Zeebrugge gebeurde dit in juni 1932 op een steiger nabij het Loodswezen [2]. Ook tijdens Wereldoorlog II werden de

waarnemingen door de bezetter voortgezet op nagevoeg dezelfde plaats en dit tot november 1943. Daarna werd de opstelling om militaire redenen overgebracht naar een toenmalige steiger van de MBZI, 60 m meer stroomopwaarts gelegen. Aanslibbingen ter plaatse waren er evenwel de oorzaak van dat LW nog zelden kon worden geregistreerd.

Hydrograaf J. Lauwers meldt in zijn publicatie <sup>2</sup> dat vanaf 1 maart 1949 de vooroorlogse tijmeter opnieuw werd opgesteld: langdurige resultaten werden, bij mijn weten, niet meer bekomen.

Vanaf 1 maart 1959 werd een nieuwe tijmeter in bedrijf genomen, en dit op de nieuwe steiger van het Loodswezen (pos. 51°19'56"N en 3°11'53"E); om dezelfde reden als te Nieuwpoort werd dit apparaat vanaf 8 november 1966 vervangen door een ander.

De hierboven vermelde maregraafopstelling bevindt zich nogal ver binnenin de haven, temeer daar sinds 1962 ook de oostelijke afdamming werd gebouwd. Daarom werd het nuttig geacht een tweede tijmeter te plaatsen op het uiteinde van het brede gedeelte van de havendam: vanaf 1 januari 1963 werd dan ook een reserve-apparaat in werking gesteld en dit in pos. 51°20'50"N en 3°12'06"E. Zie ook kaart van Zeebrugge.

In de hiernavolgende tabellen worden voor 1959-1962 en voor 1967-1970 de waarnemingen nabij het Loodswezen verwerkt; vanaf 1963 tot en met 1966 zijn de gegevens van de havendam gebruikt. Dat de tijmeter der havendam sinds 1963 niet doorlopend de voorkeur heeft op deze van het Loodswezen is te wijten aan de minder nauwkeurige werking van eerstgenoemde sinds 1967. Gelijktijdige en langdurige controlemetingen nabij beide maregraafopstellingen hebben niet gewezen op essentiële verschillen inzake tijden en standen van het getij in de Binnenrede te Zeebrugge <sup>14</sup>.

## DEEL II — NUMERIEKE GEGEVENS

Samenvatting der tabellen (3 observatieposten):

**SERIE A — GEMIDDELD GETIJ:** omvat per jaar, per 10 jaar en zo mogelijk voor de laatste 18 2/3 jaar, voor *gemiddeld getij*, het gemiddeld HW en LW, het halftijvlak, het tijverschil, de gemiddelde duur van stijging en daling, het werkelijk aantal waarnemingen en opgave der maanden (door cijfers) waarbij langdurige onderbrekingen optraden.

**SERIE B — GEMIDDELD SPRINGTIJ:** omvat per jaar, per 10 jaar en zo mogelijk voor de laatste 18 2/3 jaar, voor *gemiddeld springtij*, het gemiddeld HW en LW, het tijverschil, de

gemiddelde duur van stijging, daling en het totale getij, het werkelijk aantal waarnemingen en opgave der maanden (door cijfers) waarbij langdurige onderbrekingen optraden. (3 tabellen)

**SERIE C — GEMIDDELD DOODTIJ:** omvat per jaar, per 10 jaar en zo mogelijk voor de laatste 18 2/3 jaar, voor *gemiddeld doodtij*, het gemiddeld HW en LW, het tijverschil, de gemiddelde duur van stijging, daling en het totale getij, het werkelijk aantal waarnemingen en opgave der maanden (door cijfers), waarbij langdurige onderbrekingen optraden. (3 tabellen)

**SERIE D — FREKWENTIES VAN HW- EN LW-STANDEN:** omvat voor de jaren 1954,5-1956,5 en/of voor 1963,5-1965,5, per vak van 10 cm t.o.v. Z, het aantal HW- en LW-standen voor iedere maand en voor 4 of 2 jaar en het procent hiervan voor 4 of 2 jaar. (6 tabellen)

**SERIE E — HOOGSTE/LAAGSTE HW EN HOOGSTE/LAAGSTE LW:** omvat per jaar en per 10 jaar het hoogste/laagste HW en het hoogste/laagste LW telkens met opgave van de juiste datum. (3 tabellen)

**SERIE F — ALLE BEKENDE STORMVLOEDEN SINDS 1925:** omvat alle bekende stormvloeden sinds 1925, waarbij het grenspeil « Gevaarlijk Stormtij »<sup>8</sup> min 10 cm wordt bereikt of overschreden, telkens met opgave van de juiste datum. (1 tabel)

**SERIE G — GEMIDDELTE DAGELIJKSE GETIEN IN EEN MAANSMAAND:** omvat, voor de jaren 1963,5-1965,5 (Nieuwpoort en Zeebrugge) en voor de laatste 18 2/3 jaar (Oostende), de gemiddelde duur van stijging, daling en het totale getij, alsook de gemiddelde standen van HW/LW en van ieder uur vóór en na HW voor iedere dag in de maansmaand, voor gemiddeld getij en voor gemiddeld spring- en doodtij. (3 tabellen)

Met deze gegevens is het mogelijk hierna de gemiddelde getijkrommen der 3 waarnemingsposten op te stellen. (Zie bijlagen I, II, en III).

**SERIE H — GEMIDDELTE WATERSTAND (MIDDENSTAND):** omvat per jaar, per 10 jaar en zo mogelijk voor de laatste 18 2/3 jaar, de gemiddelde waterstand of zeestand (middenstand) met opgave van de gebruikte berekeningsmethode. (1 tabel)

**SERIE I — HARMONISCHE KONSTANTEN:** omvat voor de jaren 1969 (Nieuwpoort en Zeebrugge) en 1968 (Oostende) 60 harmonische getijkonstanten. (1 tabel)

Deze 24 tabellen werden te samen met 5 bijlagen (zie ook Deel III) in een afzonderlijke bundel samengebracht en kunnen, op eenvoudige aanvraag, verkregen worden bij het Ministerie van Openbare Werken Dienst der Kust-Hydrografie, Residentie « De Mast », Ernest Feysplein, 15, 8400 Oostende.

### OPMERKINGEN:

1. In deze tabellen zijn de getijstanden weergegeven t.o.v. Z en het plaatselijk G.L.L.W.S. of H, met uitzondering van tabel G, waar deze enkel t.o.v. Z zijn uitgedrukt.

2. Van de gelegenheid wordt hier gebruik gemaakt om de personeelsleden van de Hydrografische Dienst, die behoren bij de ploeg der «Getijden», te danken voor hun ruime medewerking verleend bij het samenstellen van deze tabellen.

**DEEL III — HET GETIJFENOMEEN  
NABIJ DE BELGISCHE  
KUST — REDUCTIEKAART**

Het getijregime langs de Belgische kust maakt deel uit van de zuidelijke amfidromie van de Noordzee met knooppunt (amfidromisch punt) gelegen op  $\pm 52^{\circ}41'N - 3^{\circ}13'E$ . Rond dit punt, met tijverschil gelijk aan nul, draait het getij rond in een zin, tegengesteld aan de wijzers van een uurwerk (draaigetij); naarmate de afstand tot dit punt vergroot, zal over het algemeen ook het tijverschil toenemen [15]. Dit brengt aldus mee, dat tijd en hoogte van het getij ergens in zee, *niet* dezelfde zijn als deze van een observatiepost aan land, met een standaardpeilschaal; aan de hand van een reductiekaart en de waarnemingen van een betrouwbare observatiepost aan land, kunnen beide gegevens evenwel benaderend worden bepaald. Zie ook Reductiekaart 1972 als bijlage IV.

Vanzelfsprekend zal bij de reductie van hydrografische echolodingen in zee de nauwkeurigheid verhogen, indien, in de zone der waarneming, gebruik kan worden gemaakt van gelijktijdige gegevens, afkomstig van een tijmeter op een zeeplatform of meetpaal en van drukdozen (zeemaregrafen), uitgelegd op de zeebodem; hierbij zal natuurlijk het vinden van een passend reductievlak wel enige problemen stellen [16].

Bij het opmaken van de hogere vermelde Reductiekaart werd als leidraad gebruikt:

- a) *De reductiekaart 1968 van het Nederlands Hydrografisch Bureau — Den Haag* voor het westelijk deel t/m de meridiaan  $3^{\circ}00'E$ .
- b) *Het minuutblad van de Rijkswaterstaat-Directie Zeeland-Studiedienst Vlissingen* voor het gedeelte be-oosten de meridiaan  $3^{\circ}00'E$ .  
De ligging van G.L.L.W.S. t.o.v. de middenstand is gevonden door op de gegevens van het minuutblad (t.o.v. N.A.P.) een correctie van afgerond  $-1$  dm toe te passen.
- c) *De onderstaande numerieke gegevens* van Belgische, Franse en Nederlandse oorsprong: (zie tabel)

Dat hierbij de middenstand of gemiddelde waterstand wordt genomen is logisch, daar bij tijdwaarnemingen in zee dit vlak gemakkelijker dan om het even welk ander vergelijkingsvlak kan worden genomen.

Voor iedere reductiezone is bovendien de toe te passen tijdscorrectie bij HW en LW weergegeven met betrekking tot de standaardpeilschaal met tijmeter (S).

In de praktijk kan men deze reductiekaart in een punt P (herleiding op een bepaald tijdstip van een gelode diepte in zee naar lokale H of omgekeerd) als volgt gebruiken:

1. *Periode rond LW* (vanaf 2 u vóór tot 2 u na LW).

a) *Hoogtecorrectie:*

Nihil. De waargenomen hoogte van S mag dus zonder hoogtecorrectie overgenomen worden in P.

b) *Tijdscorrectie:*

Zie lijnen van gelijk tijdsverschil van het plaatselijk LW t.o.v. de tijd van LW in S.

Voorbeeld P<sub>1</sub> in pos.  $51^{\circ}15'N - 2^{\circ}40'E$  (zie Reductiekaart)

Waterstand op tijdstip t<sub>1</sub> rond LW in P<sub>1</sub>  $\approx$  Waterstand te Oostende op tijdstip t<sub>1</sub> + 4'.

2. *Periode rond middenstand (kentering).*

a) *Hoogtecorrectie:*

Men vergelijkt op de reductiekaart de ligging van het plaatselijk H-vlak of GLLWS (reductiecijfer) met dat van S (zie tabel rechts onder); het gevonden hoogteverschil ( $\Delta H$ ) dient bijgeteld of afgetrokken te worden van de waargenomen waterstanden in S.

b) *Tijdscorrectie:*

Het gevonden gemiddelde van de HW- en de LW correcties in P mag worden toegepast.

Voorbeeld P<sub>2</sub> in pos.  $51^{\circ}22'N - 2^{\circ}32'E$  (zie Reductiekaart).

Waterstand op tijdstip t<sub>2</sub> rond middenstand in

1 PLAATS	2 POSITIE	3 GLLWS (H) t.o.v. middenstand	4 periode over dewelke kolom 3 is berekend	5 Herkomst van kolom 3	6 Gemiddelde tijdsverschillen met Zeebrugge		7 periode over dewelke kolom 6 is berekend	8 Herkomst van kolom 6
					HW.	LW.		
Gravelines	$51^{\circ}00'.3N - 2^{\circ}06'.5E$	—	—	—	-52'	-14'	—	F
Sandettié	$51^{\circ}19'.4N - 2^{\circ}02'.5E$	-2,63 m	29 d.	N <sup>H</sup>	-56' <sup>G</sup>	-28' <sup>G</sup>	7 d.	F
Dunkerque	$51^{\circ}02'.9N - 2^{\circ}22'.1E$	-2,93 m	1958-61	F	-42'	-14'	1961-70	B
Bergues N	$51^{\circ}20'.1N - 2^{\circ}23'.7E$	-2,55 m	29 d.	N <sup>H</sup>	-37' <sup>G</sup>	-27' <sup>G</sup>	29 d.	N <sup>H</sup>
Noord Hinder	$51^{\circ}39'.1N - 2^{\circ}34'.6E$	-1,99 m	29 d.	N <sup>H</sup>	-24' <sup>G</sup>	-32' <sup>G</sup>	29 d.	N <sup>H</sup>
Nieuwpoort	$51^{\circ}09'.1N - 2^{\circ}43'.8E$	-2,77 m	1966-70	B	-31'	-9'	1959-70	B
Oostende	$51^{\circ}14'.0N - 2^{\circ}55'.6E$	-2,64 m	1961-70	B	-21'	-9'	1959-70	B
Loodsstation « A 1 » (Akkaertbank)	$51^{\circ}22'.6N - 2^{\circ}53'.8E$	-2,44 m	15 d.	B	-14' <sup>G</sup>	-10' <sup>G</sup>	15 d.	B
Gootebank	$51^{\circ}27'.0N - 2^{\circ}52'.9E$	-2,26 m	29 d.	N <sup>H</sup>	-11' <sup>G</sup>	-12' <sup>G</sup>	29 d.	N <sup>H</sup>
Zeebrugge	$51^{\circ}19'.9N - 3^{\circ}11'.9E$	-2,44 m	1961-70	B	00'	00'	—	B
(Lw)	$51^{\circ}20'.8N - 3^{\circ}12'.1E$							
(Muur)								
Kadzand	$51^{\circ}22'.7N - 3^{\circ}23'.0E$	-2,32 m	—	N <sup>R</sup>	+04' <sup>G</sup>	+04' <sup>G</sup>	1951-60	N <sup>R</sup>
Kaloo	$51^{\circ}33'.8N - 3^{\circ}18'.8E$	-1,84 m	30 d.	N <sup>H</sup>	+17'	+16'	30 d.	N <sup>R</sup>
Raan	$51^{\circ}29'.4N - 3^{\circ}18'.8E$	-2,24 m	30 d.	N <sup>H</sup>	+10'	+11'	30 d.	N <sup>R</sup>
Be-E Sluissche Hompels	$51^{\circ}26'.4N - 3^{\circ}27'.3E$	-2,44 m	30 d.	N <sup>H</sup>	+15'	+15'	30 d.	N <sup>R</sup>
Westkapelle	$51^{\circ}31'.3N - 3^{\circ}26'.4E$	-2,33 m	—	N <sup>R</sup>	+11'	+15'	1951-60	N <sup>R</sup>
Vlissingen	$51^{\circ}26'.6N - 3^{\circ}35'.8E$	-2,44 m	1951-60	N <sup>R</sup>	+32'	+32'	1961-68	B

OPMERKINGEN: a) F, N<sup>H</sup>, N<sup>R</sup> en B zijn gegevens respectievelijk afkomstig van de Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine (Parijs), het Hydrografisch Bureau (Den Haag), de Rijkswaterstaat (Studiedienst Vlissingen) en de Hydrografische Dienst (Oostende).

b) G duidt op benaderende waarden.

De ligging van het plaatselijke H-vlak of GLLWS (in dm) onder middenstand, voorgesteld door een 0 het reductiecijfer, heeft in feite betrekking op het midden van iedere zone: de grenzen van deze laatste hebben dus een waarde die 5 cm onder of boven het « zone-reductiecijfer » ligt.

De grenzen der reductiezones van de standaardpeilschalen (S) zijn getrokken op de gemiddelde waarden van GLLWS (t.o.v. middenstand) van twee op elkaar volgende standaardpeilschalen.

$$P_2 \approx \text{Waterstand te Zeebrugge op tijdstip } t_2 + \frac{31' + 25'}{2} \text{ of } 28' + (2,47 \text{ m} - 2,44 \text{ m}) \text{ of } 0,03 \text{ m.}$$

3. *Periode rond HW* (vanaf 2u vóór tot 2u30' na HW)

a) *Hoogtecorrectie:*

Uit de gemiddelde waarnemingen bij HW spring-, dood- en middeltij van de standaardposten (Duinkerke, Nieuwpoort, Oostende, Zeebrugge, Kadzand, Vlissingen en Westkapelle) is het volgende empirisch af te leiden: voor 2 naburige standaardposten is over 't algemeen het verschil tussen beide HW-standen, ieder uitgedrukt t.o.v. het eigen plaatselijk H-vlak of GLLWS, ongeveer gelijk aan  $1,5 \Delta H$  (of het hoogteverschil tussen de plaatselijke H-vlakken).

**Voorbeeld:** HW te Zeebrugge bij gemiddeld getij t.o.v. H<sub>Z</sub> (4,36 m)  $\approx$  HW te Oostende bij gemiddeld getij t.o.v. H<sub>O</sub>  $- 1,5 \Delta H = 4,65 \text{ m} - 0,30 \text{ m} = 4,35 \text{ m}$  ( $\Delta H = 20 \text{ cm}$ ).

Deze werkwijze kan ook toegepast worden voor de bepaling van een waterstand in punt P, gelegen in een bepaalde reductiezone.

Aldus moet men vooreerst in P, op de reductiekaart, de ligging van het plaatselijk H-vlak onder middenstand (reductiecijfer) aflezen.

Hierbij dient er wel op gewezen dat de hoogteligging van de middenstand niet overal dezelfde is; door dit echter als gelijk aan te nemen is de fout, die hierbij optreedt, te verwaarlozen in de praktijk.

b) Tijdscorrectie:

Zie lijnen van gelijk tijdsverschil van het plaatselijk HW t.o.v. de tijd van LW in S.

Voorbeeld P<sub>3</sub> in pos. 51°24' en 3°05' (zie Reductiekaart).

Waterstand op tijdstip t<sub>3</sub> rond HW in P<sub>3</sub> ≈ Waterstand te Zeebrugge op tijdstip t<sub>3</sub> + 3' - 1,5 · (2,44 - 2,35) of 0,135 m.

Terwijl bijlage V de onderlinge ligging van enkele vergelijkingsvlakken, in gebruik langs de Belgische kust, aantoot, geeft onderstaande tabel verder nog de gemiddelde waterstanden in m. t.o.v. het lokaal G.L.L.W.S. of H weer voor de vermelde standaardposten:

LOCALITEIT	Gemiddeld springtij		Gemiddeld tij		Gemiddeld doortij		Periode van berekening
	HW	LW	HW	LW	HW	LW	
Duinkerke	5,55	0,34	5,06	0,75	4,56	1,16	—
Nieuwpoort	5,23	0,38	4,85	0,70	4,26	1,14	1963,5-1965,5
Oostende	5,04	0,43	4,65	0,74	4,13	1,16	1952,3-1970
Zeebrugge	4,70	0,40	4,35	0,69	3,82	1,04	1963,5-1965,5
Kadzand	4,62	—	4,28	—	3,74	—	1951 -1960
Westkapelle	4,28	0,36	3,88	0,56	3,42	0,82	1951 -1960
Vlissingen	4,79	0,43	4,45	0,67	3,91	1,00	1951 -1960

BESLUIT:

Aan de hand van 4 Series A tot en met C, stelt men wel normaliter vast, dat het grootste (kleinste) HW en getijverschil optreedt rond het jaar met L = 180° (L = 0°), en het grootste (kleinste) LW rond het jaar met L = 0° (L = 180°).

Bij de weergave van de jaarlijkse waarden ervan in een grafiek, zijn de opgetreden schommelingen inzake hoogte zeer opmerkelijk: ook is dit laatste voor de gemiddelde waterstand (zie Serie H) het geval.

Dit alles laat dus veronderstellen dat er een zekere correlatie bestaat tussen deze afwijkingen en de waargenomen meteorologische observaties langsheen de Belgische kust. Het ligt dan ook in de bedoeling dit verder te onderzoeken in een latere studie.

De gemiddelde duur van stijging en daling is evenwel betrekkelijk konstant te noemen, zelfs voor springtij en doortij, hoewel men voor beide laatste gevallen toch met een minder aantal waarnemingen rekening

houdt. Dit bewijst dat de tijdstippen van HW en LW, over lange termijn gezien, in mindere mate door meteorologische factoren worden beïnvloed.

Niettegenstaande er bij het opmaken der frekwentietabellen (Serie D) met slechts enkele goed gekozen jaren is rekening gehouden, lijken deze toch voldoende representatief voor de totale recente waarnemingsperiode.

Dit laatste geldt ook voor de tabellen N° 1 en N° 3 van Serie G met de daarbij horende getijkrommen; voor de analoge gegevens van Oostende zelf (tabel N° 2 van Serie G), die over een 18 2/3 jarige cyclus zijn berekend, zal uiteraard de precisie nog hoger reiken.

Voor de gemiddelde waterstand (Serie H) kan ook

nog worden opgemerkt dat een gemiddelde stijging van minstens 10 mm/decennium te Oostende optreedt; dit is een verschijnsel dat zich ook elders voordoet en waarbij trouwens de grootte-orde der stijging nagenoeg dezelfde is [17, 18].

In verband met het getijverloop langsheen de Belgische kust en aangrenzende zeegebieden (zie Deel III) wordt de speciale aandacht gevestigd op het benaderend karakter van de gegevens. Door meer uitgebreide metingen in zee voor de nabije toekomst zal wellicht een en ander nog moeten worden herzien of aangepast; vooral de Scheldemonding zelf, omwille van haar complexiteit, behoeft nog veelvuldige en langdurige metingen. Dit laatste is dan ook een taak waarvoor de Hydrografische Dienst der Kust in de komende jaren een speciale inspanning zal leveren.

\*  
\* \*

BIBLIOGRAFIE:

1. J. LAUWERS. Les marées du port d'Ostende. Annales des Travaux Publics de Belgique. Août 1930.

2. J. LAUWERS. Les marées des ports d'Ostende, de Zeebrugge et de Nieuport. Annales des Travaux Publics de Belgique. Avril-Juin 1949.
3. HYDROGRAFISCHE DIENST DER KUST. Stroomatlas Vlaamse Banken. Oostende 1971.
4. P. MELCHIOR, P. PAQUET et C. VAN CAUWENBERGHE. Analyse harmonique de vingt années d'enregistrements de marées océaniques à Ostende. Koninklijke Academie van België — Mededelingen van de Klasse der Wetenschappen — 5<sup>o</sup> reeks — Boek LIII — 1967,2.
5. P. MELCHIOR et P. PAQUET. Les constantes des marées océaniques au port d'Ostende de 1882 à 1964. Koninklijke Academie van België — Mededelingen van de Klasse der Wetenschappen — 5<sup>o</sup> Reeks — Boek LIV — 1968, 10.
6. G.W. LENNON. A note on the routine reduction of tidal records to give mean sea level using an IBM 1620. Cahiers Océanographiques — XVII<sup>o</sup> Année — N° 6 — juin 1965.
7. C. VAN CAUWENBERGHE. Vroegere en huidige reductievlakken te Oostende, bespreking van enkele opmetingen en gevolgtrekkingen. Intern rapport van de Hydrografische Dienst. Januari 1970.
8. MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN — BESTUUR DER WATERWEGEN. Onderrichtingen bij optreden van stormtij Juli 1975.
9. GOUGENHEIM et VAN DE CASTEELE. Au sujet du contrôle de fonctionnement des marégraphes enregistreurs. Cahiers Océanographiques — XX<sup>o</sup> Année — N° 1 — janvier 1968.
10. G.W. LENNON. The evaluation of tide gange performance through the VAN DE CASTEELE Test. Cahiers Océanographiques — XX<sup>o</sup> Année — N° 10 — décembre 1968.
11. L. JONES et R. HEIDERSCHIEDT. Surfaces de niveau zéro belges et zéro hydrographique H. Annales des Travaux Publics de Belgique. Juin 1952.
12. A. STESSELS. Discussion des observations de la marée et ses effets dans l'Escaut. Annales des Travaux Publics de Belgique. Tome XXX, deuxième cahier. 1872.
13. M. BOVIE. Etude sur le régime de la marée au port d'Ostende. Annales des Travaux Publics. Tome XLIV. 1887.
14. F. DE CEURT. Gelijktijdige getijwaarnemingen in de omgeving van Zeebrugge — Intern rapport van de Hydrografische Dienst. Mei 1972.
15. F. DE CEURT en C. VAN CAUWENBERGHE. Reductiekaart 1972. Intern rapport van de Hydrografische Dienst. Februari 1972.
16. MINISTERIE VAN MARINE — AFDELING HYDROGRAFIE. Nederland. Overzicht der getijleer ten dienste der hydrografische opname. Staatsdrukkerij — 's Gravenhage. 1949.
17. A. WAALEWIJN. Investigations into crustal movements in the Netherlands. Hydrographic Newsletter published by the Netherlands Hydrographer — Volume 1 — Number 5 — September 1966.
18. CUCHLAINE A.M. KING. Oceanografie. Aula reeks n° 302.

RÉSUMÉ

OBSERVATIONS DE MAREES LE LONG DE LA COTE BELGE

PERIODE: 1941 - 1970 POUR OSTENDE

1959 - 1970 POUR ZEEBRUGGE ET NIEUPOORT

INTRODUCTION

*Ce rapport, relatif aux observations récentes de marées le long de la côte belge, se rallie aux publications antérieures de J. Lauwers et se rapporte à 30 années d'enregistrements d'Ostende et 10 années de Zeebrugge et de Nieuport.*

*Dans l'avenir le Service Hydrographique a l'intention de publier une récapitulation décennale, comme c'est le cas depuis 1891 dans les Services Maritimes d'Anvers.*

DEFINITIONS

*Quelques définitions techniques concernant les marées sont rendues par ordre alphabétique.*

I. HISTORIQUE DES OBSERVATIONS DE MAREES LE LONG DE LA COTE BELGE

A. Nieuport.

*Les premières observations dans le port de Nieuport datent de 1933-1938 et de 1941-1943.*

*Dans la période d'après-guerre les enregistrements marégraphiques ne sont reprises qu'en juin 1959.*

B. Ostende

*Dans le port d'Ostende les observations visuelles ont commencé depuis 1820 et ont duré jusqu'à 1834; des autres observations de ce genre ont suivi dans les périodes 1834-1853 et 1866-1871.*

b) Tijdscorrectie :

Zie lijnen van gelijk tijdsverschil van het plaatselijk HW t.o.v. de tijd van LW in S.

Voorbeeld P<sub>3</sub> in pos. 51°24' en 3°05' (zie Reductiekaart).

Waterstand op tijdstip t<sub>3</sub> rond HW in P<sub>3</sub> ≈ Waterstand te Zeebrugge op tijdstip t<sub>3</sub> + 3' - 1,5 · (2,44 - 2,35) of 0,135 m.

Terwijl bijlage V de onderlinge ligging van enkele vergelijkingsvlakken, in gebruik langs de Belgische kust, aantoonde, geeft onderstaande tabel verder nog de gemiddelde waterstanden in m. t.o.v. het lokaal G.L.L.W.S. of H weer voor de vermelde standaardposten:

LOCALITEIT	Gemiddeld springtij		Gemiddeld tij		Gemiddeld doortij		Periode van berekening
	HW	LW	HW	LW	HW	LW	
Duinkerke	5,55	0,34	5,06	0,75	4,56	1,16	—
Nieuwpoort	5,23	0,38	4,85	0,70	4,26	1,14	1963,5-1965,5
Oostende	5,04	0,43	4,65	0,74	4,13	1,16	1952,3-1970
Zeebrugge	4,70	0,40	4,35	0,69	3,82	1,04	1963,5-1965,5
Kadzand	4,62	—	4,28	—	3,74	—	1951 -1960
Westkapelle	4,28	0,36	3,88	0,56	3,42	0,82	1951 -1960
Vlissingen	4,79	0,43	4,45	0,67	3,91	1,00	1951 -1960

**BESLUIT:**

Aan de hand van 4 Series A tot en met C, stelt men wel normaliter vast, dat het grootste (kleinste) HW en getijverschil optreedt rond het jaar met L = 180° (L = 0°), en het grootste (kleinste) LW rond het jaar met L = 0° (L = 180°).

Bij de weergave van de jaarlijkse waarden ervan in een grafiek, zijn de opgetreden schommelingen inzake hoogte zeer opmerkelijk: ook is dit laatste voor de gemiddelde waterstand (zie Serie H) het geval.

Dit alles laat dus veronderstellen dat er een zekere correlatie bestaat tussen deze afwijkingen en de waargenomen meteorologische observaties langsheen de Belgische kust. Het ligt dan ook in de bedoeling dit verder te onderzoeken in een latere studie.

De gemiddelde duur van stijging en daling is evenwel betrekkelijk konstant te noemen, zelfs voor springtij en doortij, hoewel men voor beide laatste gevallen toch met een minder aantal waarnemingen rekening

houdt. Dit bewijst dat de tijdstippen van HW en LW, over lange termijn gezien, in mindere mate door meteorologische factoren worden beïnvloed.

Niettegenstaande er bij het opmaken der frekwentietabellen (Serie D) met slechts enkele goed gekozen jaren is rekening gehouden, lijken deze toch voldoende representatief voor de totale recente waarnemingsperiode.

Dit laatste geldt ook voor de tabellen N° 1 en N° 3 van Serie G met de daarbij horende getijkrommen; voor de analoge gegevens van Oostende zelf (tabel N° 2 van Serie G), die over een 18 2/3 jarige cyclus zijn berekend, zal uiteraard de precisie nog hoger reiken.

Voor de gemiddelde waterstand (Serie H) kan ook

nog worden opgemerkt dat een gemiddelde stijging van minstens 10 mm/decennium te Oostende optreedt; dit is een verschijnsel dat zich ook elders voordoet en waarbij trouwens de grootte-orde der stijging nagenoeg dezelfde is [17, 18].

In verband met het getijverloop langsheen de Belgische kust en aangrenzende zeegebieden (zie Deel III) wordt de speciale aandacht gevestigd op het benaderend karakter van de gegevens. Door meer uitgebreide metingen in zee voor de nabije toekomst zal wellicht een en ander nog moeten worden herzien of aangepast; vooral de Scheldemonding zelf, omwille van haar complexiteit, behoeft nog veelvuldige en langdurige metingen. Dit laatste is dan ook een taak waarvoor de Hydrografische Dienst der Kust in de komende jaren een speciale inspanning zal leveren.

\*  
\* \*

**BIBLIOGRAFIE :**

1. J. LAUWERS. Les marées du port d'Ostende. Annales des Travaux Publics de Belgique. Août 1930.

2. J. LAUWERS. Les marées des ports d'Ostende, de Zeebrugge et de Nieuport. Annales des Travaux Publics de Belgique. Avril-Juin 1949.

3. HYDROGRAFISCHE DIENST DER KUST. Stroomatlas Vlaamse Banken. Oostende 1971.

4. P. MELCHIOR, P. PAQUET et C. VAN CAUWENBERGHE. Analyse harmonique de vingt années d'enregistrements de marées océaniques à Ostende. Koninklijke Academie van België — Mededelingen van de Klasse der Wetenschappen — 5° reeks — Boek LIII — 1967,2.

5. P. MELCHIOR et P. PAQUET. Les constantes des marées océaniques au port d'Ostende de 1882 à 1964. Koninklijke Academie van België — Mededelingen van de Klasse der Wetenschappen — 5° Reeks — Boek LIV — 1968, 10.

6. G.W. LENNON. A note on the routine reduction of tidal records to give mean sea level using an IBM 1620. Cahiers Océanographiques — XVII<sup>e</sup> Année — N° 6 — juin 1965.

7. C. VAN CAUWENBERGHE. Vroegere en huidige reductievlakken te Oostende, bespreking van enkele opmetingen en gevolgtrekkingen. Intern rapport van de Hydrografische Dienst. Januari 1970.

8. MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN — BESTUUR DER WATERWEGEN. Onderrichtingen bij optreden van stormtij Juli 1975.

9. GOUGENHEIM et VAN DE CASTEELE. Au sujet du contrôle de fonctionnement des marégraphes enregistreurs. Cahiers Océanographiques — XX<sup>e</sup> Année — N° 1 — janvier 1968.

10. G.W. LENNON. The evaluation of tide gage performance through the VAN DE CASTEELE Test. Cahiers Océanographiques — XX<sup>e</sup> Année — N° 10 — décembre 1968.

11. L. JONES et R. HEIDERSCHIEDT. Surfaces de niveau zéro belges et zéro hydrographique H. Annales des Travaux Publics de Belgique. Juin 1952.

12. A. STESSELS. Discussion des observations de la marée et ses effets dans l'Escaut. Annales des Travaux Publics de Belgique. Tome XXX, deuxième cahier. 1872.

13. M. BOVIE. Etude sur le régime de la marée au port d'Ostende. Annales des Travaux Publics. Tome XLIV. 1887.

14. F. DE CEURT. Gelijktijdige getijwaarnemingen in de omgeving van Zeebrugge — Intern rapport van de Hydrografische Dienst. Mei 1972.

15. F. DE CEURT en C. VAN CAUWENBERGHE. Reductiekaart 1972. Intern rapport van de Hydrografische Dienst. Februari 1972.

16. MINISTERIE VAN MARINE — AFDELING HYDROGRAFIE. Nederland. Overzicht der getijleer ten dienste der hydrografische opneming. Staatsdrukkerij — 's Gravenhage. 1949.

17. A. WAALEWIJN. Investigations into crustal movements in the Netherlands. Hydrographic Newsletter published by the Netherlands Hydrographer — Volume 1 — Number 5 — September 1966.

18. CUCHLAINE A.M. KING. Oceanografie. Aula reeks n° 302.

**RÉSUMÉ**

**OBSERVATIONS DE MAREES LE LONG DE LA COTE BELGE**

**PERIODE : 1941 - 1970 POUR OSTENDE**

**1959 - 1970 POUR ZEEBRUGE ET NIEUPOORT**

**INTRODUCTION**

*Ce rapport, relatif aux observations récentes de marées le long de la côte belge, se rallie aux publications antérieures de J. Lauwers et se rapporte à 30 années d'enregistrements d'Ostende et 10 années de Zeebrugge et de Nieuport.*

*Dans l'avenir le Service Hydrographique a l'intention de publier une récapitulation décennale, comme c'est le cas depuis 1891 dans les Services Maritimes d'Anvers.*

**DEFINITIONS**

*Quelques définitions techniques concernant les marées sont rendues par ordre alphabétique.*

**I. HISTORIQUE DES OBSERVATIONS DE MAREES LE LONG DE LA COTE BELGE**

**A. Nieuport.**

*Les premières observations dans le port de Nieuport datent de 1933-1938 et de 1941-1943.*

*Dans la période d'après-guerre les enregistrements marégraphiques ne sont reprises qu'en juin 1959.*

**B. Ostende**

*Dans le port d'Ostende les observations visuelles ont commencé depuis 1820 et ont duré jusqu'à 1834; des autres observations de ce genre ont suivi dans les périodes 1834-1853 et 1866-1871.*

En 1878 un marégraphe fut installé sur le musoir de l'Estacade Est; ces observations furent interrompues à maintes reprises à cause des tempêtes, qui endommaient l'instrument, ou à cause des travaux portuaires de 1878 jusqu'à 1889 (élargissement au chenal d'accès et prolongement de l'Estacade Est).

Ce poste marégraphique est resté en service jusqu'en 1914.

Pour des raisons différentes la valeur des observations de la période 1878-1914 ne semble pas très haute. Les observations dans le port, poursuivies par les Allemands dans la période 1914-1918, ne furent pas retrouvées après la guerre.

Après une nouvelle tentative d'enregistrement en 1920 à l'Estacade Est, l'installation d'un appareil dans l'intérieur du port en 1925 procuraient des observations plus sûres depuis cette date.

Depuis 1952 un instrument de fabrication anglaise est opérationnel et en 1954 un deuxième instrument comme doublure est entré en service.

### C. Zeebrugge

Comme à Nieuport les observations marégraphiques ont démarré dans la même période (1932) et sont aussi atteintes de plusieurs interruptions dans les enregistrements; aussi les enregistrements, faites par l'occupant pendant la guerre, ne représente pas grand chose.

En 1959 un appareil fut installé tout près du Pilotage, suivi d'un deuxième instrument en 1963 à l'extrémité du Môle.

## II. DONNEES NUMERIQUES.

Vingt quatre tableaux, rassemblés dans un fascicule spécial en 9 séries, et 5 annexes peuvent être obtenus sur simple demande au Dienst der Kust-Hydrografie, Residentie « de Mast », E. Feysplein, 15, 8400 Oostende

Série A: Marée moyenne.

Série B: Marée de vive eau.

Série C: Marée de morte eau.

Série D: Fréquence de niveau des hautes et basses mers.

Série E: Marées extraordinaires: hautes mers les plus hautes et les plus basses, basses mers les plus hautes et les plus basses.

Série F: Marées de tempête depuis 1925.

Série G: Marées orâinaires dans un cycle lunaires (cf. Annexe I, II et III).

Série H: Niveau moyen de la mer.

Série I: Constantes harmoniques.

Toutes les hauteurs d'eau, publiées dans les tableaux, se rapportent au niveau de la moyenne des Basses Mers de Vive Eau les plus basses, observées dans chaque mois lunaire.

## III. LE PHENOMENE DE LA MAREE LE LONG DE LA COTE BELGE-CARTE DE REDUCTION.

Le régime de la marée le long de la côte belge fait parti de l'amphidromie du sud de la mer du Nord.

Par conséquent pour la réduction des sondages bathymétriques en mer, le dressement d'une carte de réduction est indispensable (cf. Annexe IV et V). Cette carte date de 1972 et est basée sur des données néerlandaises, françaises et belges.

A l'aide de 3 exemples l'emploi de la carte de réduction est expliqué.

## CONCLUSION

Le rapport est complété par quelques conclusions générales:

— l'amplitude de la marée est fonction de la longitude du noeud ascendant (cf. les tableaux des Series A, B, C).

— l'influence des facteurs météorologiques est vraisemblable sur le niveau moyen de la mer (cf. tableau de Serie H); ce niveau moyen à Ostende monte depuis 1925 d'au moins de 10 mm par décennie.

— la durée moyenne de la marée montante et descendante a l'air de rester constant; les heures des marées hautes et des marées basses ne sont que peu influencées par les conditions météorologiques.

— les tableaux de fréquences de niveau des hautes et basses mers donnent satisfaction malgré la période courte, qui a été pris en considération.

— l'interprétation de la marée marine sur la carte de réduction ne représente qu'une évaluation approximative; on espère que, à mesure que les données marégraphiques en mer seront plus abondantes et plus exactes, la sécurité de la réduction deviendra plus élevée.

# COMMUNICATIONS-MEDDEDELINGEN

## MEDAILLE D'OR

### GUSTAVE MAGNEL

#### PERIODE 1975-1978

Afin de perpétuer la mémoire de GUSTAVE MAGNEL, pendant sa vie Professeur à l'Université de Gand, l'Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Gand (A.I.G.) attribue depuis 1959 périodiquement la « Médaille d'Or Gustave Magnel ».

La médaille est attribuée à l'auteur du projet d'une construction exécutée comportant une application importante et remarquable du béton armé ou de la précontrainte.

Jusqu'à présent les lauréats sont:

- 1959 Ir. N. ESQUILLAN (France)  
« Voute-coque sur plan triangulaire du Palais des Expositions de Paris ».
- 1963 Ir. P. BLOKLAND (Nederland)  
« De Nablaliggers van de Spuisluis in het Haringvliet ».
- 1968 Prof. Dr. Ing. F. LEONHARDT (Bundesrepublik Deutschland)  
« Die Brücke über den Rio Caroni, Venezuela ».
- 1973 Dr. Ing. U. FINSTERWALDER (Bundesrepublik Deutschland)  
« Die Wartungshalle V des Rhein-Main Flughafens Frankfurt ».

Par la présente l'A.I.G. annonce que la médaille pour la période 1975-1978 sera attribué début 1979 et qu'elle attend des candidatures.

Les candidatures peuvent être présentées directement par les intéressés qui estimeraient entrer en ligne de compte pour obtenir cette distinction, ou être proposées par des tiers ou par un organisme privé ou public désirant faire honorer un ingénieur particulièrement méritant.

Chaque proposition de candidature doit être accompagnée de:

## GOUDEN MEDAILLE

### GUSTAVE MAGNEL

#### PERIODE 1975-1978

Ten einde de nagedachtenis van GUSTAVE MAGNEL, tijdens zijn loopbaan Professor aan de Rijksuniversiteit te Gent, te eren, wordt door de Algemene Vereniging der Ingenieurs uit de Universiteit te Gent (A.I.G.) sedert 1959 periodiek de « Gouden Gustave Magnel Medaille » uitgereikt.

De Medaille wordt toegekend aan de ontwerper van een kunstwerk dat een belangrijke en merkwaaardige toepassing van gewapend of voorgespannen beton inhoudt.

Tot op heden zijn de laureaten de volgende:

- 1959 Ir. N. ESQUILLAN (France)  
« Voute-coque sur plan triangulaire du Palais des Expositions de Paris ».
- 1963 Ir. P. BLOKLAND (Nederland)  
« De Nablaliggers van de Spuisluis in het Haringvliet ».
- 1968 Prof. Dr. Ing. F. LEONHARDT (Bundesrepublik Deutschland)  
« Die Brücke über den Rio Caroni, Venezuela ».
- 1973 Dr. Ing. U. FINSTERWALDER (Bundesrepublik Deutschland)  
« Die Wartungshalle V des Rhein-Main Flughafens Frankfurt ».

De A.I.G. deelt mee dat de medaille voor de periode 1975-1978 begin 1979 zal worden uitgereikt, en doet een oproep tot belangstellenden voor het indienen van candidaturen.

Kandidaturen kunnen ingediend worden rechtstreeks door de belangstellenden of door derden, private of openbare organismen, die een buitengewoon verdienstelijk ingenieur wensen te onderscheiden.

Ieder voorstel van kandidatuur moet worden gestaafd door: