

VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE

(MODEL 172)

Interim rapport.

Uitslagen der proeven voor de Oostelijke indijking
van de rede van Zeebrugge.

I. INLEIDING.

De Dienst der Kust heeft voor deze indijking het ontwerp van bijlage 1 - in afkorting ontwerp K_2 genoemd - voorgesteld. Des- tijds werden in de laboratoria te Delft en alhier verschillende pro- jekten voor de indijking onderzocht met het oog op het beperken van de slibneerzettingen in de rede. Aangezien het projekt K_2 de meest voordelige oplossingen dicht benadert, werd thans afgezien van ver- dere slibproeven.

De huidige modelproeven beperken zich dan ook tot het bestu- deren van de optredende stromingen, meer in het bijzonder voor wat de scheepvaart betreft en tot yergelijkende proeven aangaande de zandneerzettingen in de havenmond.

II. MODEL.

Het model werd gebouwd met vaste cementbodem en stelt de haven van Zeebrugge voor, evenals de streek der Belgische kust aan beide zijden van de havendam op een totale afstand van 12 km. en de Noordzee tot 6 km. van de kust.

De schalen van het model zijn:

afmetingen in plattegrond	1/650
afmetingen in hoogte	1/64.

Het model werkt met het gemiddeld springtij der natuur.

III. STUDIE DER STROMINGEN.

De natuursnelheden op verschillende tijdstippen van het getij zijn weergegeven in een bundel I. Een ander bundel, Iibis, geeft de snelheden die in het model verwezenlijkt werden. Van deze beide bundels geven we enkel de bladen die betrekking hebben op 1 uur vóór en 6 uur na H. W. , 't zij voor bundel I de bijlage 2* en voor bundel Iibis de bijlage 3. Rond deze tijdstippen treden immers de maximumsnelheden op voor vloed en eb. De vergelijking van bundel Iibis met bundel I toonde aan dat het model tamelijk getrouw de natuursnelheden volgt. Weliswaar zijn de modelsnelheden iets kleiner dan de natuursnelheden en dit vooral rond het tijdstip van maximum vloed-snelheden. Het algemeen snelheidsbeeld is nochtans goed, zo ook de weergave van de wervels die door de havendam langsheen de kust ontstaan. In de rede zijn de snelheden moeilijker vergelijkbaar, ook doordat de bodemtoestanden niet volledig dezelfde zijn. Inderdaad werd in 1945 de vaargeul in de rede verlegd en de snelheidsmetingen in natuur dateren van 1935 terwijl het model de toestand der rede van 1956 weergeeft. Nochtans kunnen ook hier de snelheidsbeelden als juist beschouwd worden.

x

x

x

Er werd dan overgegaan tot het bouwen van het ontwerp K_2 in het model.

* De aanduiding T_0 (1956) betekent de natuurlijke toestand voor 1956 (T_0 staat voor natuurlijke toestand).

In dit ontwerp is de zeewaartse helling van de oostelijke havendam 24/4, het deel A B reikt tot boven elk hoogtij en het gedeelte C D ligt 2m boven Z*.

De in het model gemeten oppervlaktesnelheden werden in een bundel verzameld (bundel V) waarvan we ook hier enkel de bladen die betrekking hebben op 1 uur vóór en 6 uur na H. W. bijvoegen (bijlage 4).

Vergelijkt men de snelheden met die der natuur dan bemerkt men dat bij het ontwerp K_2 de oostelijke wervel sterker geworden is en dat hij meer in de ingang van de rede geconcentreerd werd. Oostelijk van de lage dam ontstaat bij vloed een nieuwe wervel. Tijdens de eb ontstaat aan de kop van de havendam, vóór de ingang van de rede, ook een nieuwe wervel.

Er werd vastgesteld dat tengevolge van het aanbrengen van de dam C D het wateroppervlak in de ingang der rede woeliger wordt. Dit verschijnsel is niet op de snelheidsbeelden waar te nemen ten gevolge van de wijze op dewelke de snelheden in het model moeten opgenomen worden.

x
x x

Volledigheidshalve werden in het Waterbouwkundig Laboratorium de stromingen onderzocht voor twee belangrijke fasen van uitvoering. De eerste werd K_{2bis} genaamd (zie bijlage 5) waarbij verondersteld werd dat van de indijking A B C D, het deel A B en

* De cota's zijn in meter uitgedrukt en worden herleid tot Z, dit is het vergelijkingsvlak van Bruggen en Wegen dat nagenoeg overeenstemt met het gemiddeld laagwater van springtij te Costende. In dit rapport worden de cota's boven Z gelegen negatief verondersteld.

400m van het deel B C uitgevoerd waren. De tweede fase van uitvoering die K_{2ter} genoemd wordt, veronderstelt dat de delen A B en B C uitgevoerd zijn.

Voor K_{2bis} werden de opgenomen snelheden in een bundel verzameld (bundel VI). Ook hier geven wij slechts de bladen die betrekking hebben op 1 uur vóór en 6 uur na H. W. (bijlage 5). Men ziet dat de stromingen weinig afwijken van deze van de natuurlijke toestand.

Hetzelfde geldt voor de snelheden van de uitvoeringsfase K_{2ter} . Van de desbetreffende bundel VII geven wij ook enkel de bladen die betrekking hebben op 1 uur vóór H. W. en 6 uur na H. W. (bijlage 6). Men bemerkt dat voor K_{2ter} de oostelijke wervel bij vloed reeds meer geconcentreerd en meer in de ingang der rede gelegen is.

Conclusies.

Men stelt vast dat de stromingen in 't algemeen niet zeer sterk beïnvloed worden door de werken.

IV. VERGELIJKENDE PROEVEN AANGAANDE DE ZAND- NEERZETTINGEN IN DE HAVENMOND.

De Dienst der Kust heeft gevraagd te onderzoeken welke, met het oog op de aanzanding, de hoogte is (nl. 2m, 1m of 0m boven Z) op dewelke de kruin van de lage dam C D van het ontwerp K_2 moet worden aangebracht.

De proeven werden hiervoor uitgevoerd met behulp van vestyron bewegend materiaal waarvan de verplaatsing over de vaste model-

bodem onderzocht werd. Hier moet nochtans opgemerkt worden dat de betrouwbaarheid van deze proeven nadelig beïnvloed wordt door het feit dat de gegevens uit de natuur aangaande het zandtransport ontoereikend zijn.

x

x

x

In het model werden verscheidene ontwerpen onderzocht onder meer de voornaamste van diegene die destijds in Delft en alhier met betrekking tot de slibneerzettingen bestudeerd werden. Wij beperken ons tot de resultaten der proeven betreffende het ontwerp K₁ en zijn uitvoeringsfase K_{2bis}.

Tijdens elke kentering werden 100 cc vestyronkorrels van 0,5 à 1 mm doormeter en 1,05 soortelijk gewicht in het model ingebracht en wel 100 cc in modelprofiel 13 bij kentering na eb en 100 cc in profiel 23 bij kentering na vloed (zie bijlage 8). De proeven begonnen steeds met een kentering na eb. Om sneller tot een regime-toestand van de vestyronverplaatsing te komen en dus de proefduur te verkorten, werd vóór de aanvang van het merendeel der proeven een laag van 11 l. vestyron over de bodem uitgespreid (zie gearceerde oppervlak op bijlage 8). De 100 cc werden telkens gevoed over 2,5 m model van uit de Kust zeewaarts gemeten. Al deze waarden werden gekozen met de bedoeling in het model duidelijke aanduidingen te bekomen.

Na gedurende tien tijen gestroomd te hebben werd de tijbeweging stilgelegd op een kentering na eb. Dit liet toe uit het model de vestyron te zuigen op de in bijlage 7 dubbel gearceerde plaatsen, te weten de geulen der rede. De uitgezogen hoeveelheid vestyron werd uitgedrukt in percent van de totale voeding gedurende de tien voor-

gaande tijen. De getijbeweging werd terug op gang gebracht en de vestyronproeven werden op de hierboven aangegeven wijze voortgezet, telkenmale gedurende tien tijen.

De hierbijgevoegde foto's (bijlagen 11 en 12) geven, voor de natuurlijke toestand T_0 en voor het ontwerp K_2 de modeltoestand bij het einde der proeven. Van elk paar foto's werd de ene foto genomen vóór, de andere na het uitzuigen van de vestyron die zich gedurende de laatste tien tijen in de geulen neergezet had.

Hiernavolgend een tabel die de resultaten der bijlagen 8, 9 en 10 samenvat.

Ontwerp	Gemiddelde percentages neergezet vestyron				Bijlagen
	1e reeks proeven	2e reeks proeven	3e reeks proeven	algemeen gemiddelde	
T_0	11	11	6	9	8 en 11
$K_2(-2,00)$	12	20	16	16	9 en 12
$K_2(-1,00)$	11	-	-	11	9
$K_2(0,00)$	7	-	-	7	9
K_{2bis}	25	-	-	25	10

Conclusies.

Uit de vergelijking der proefresultaten blijkt dat van de 3 onderzochte kruincota's voor de lage dam C D de aanzanding het kleinst zal zijn voor de dam C D op cota (0,00).

Borgerhout, december 1960.

De e. a. Ingenieur van Bruggen
en Wegen,
belast met de studie ,

De Hoofdingenieur-Directeur van
Bruggen en Wegen,

F. VERBIST.

A. STERLING.

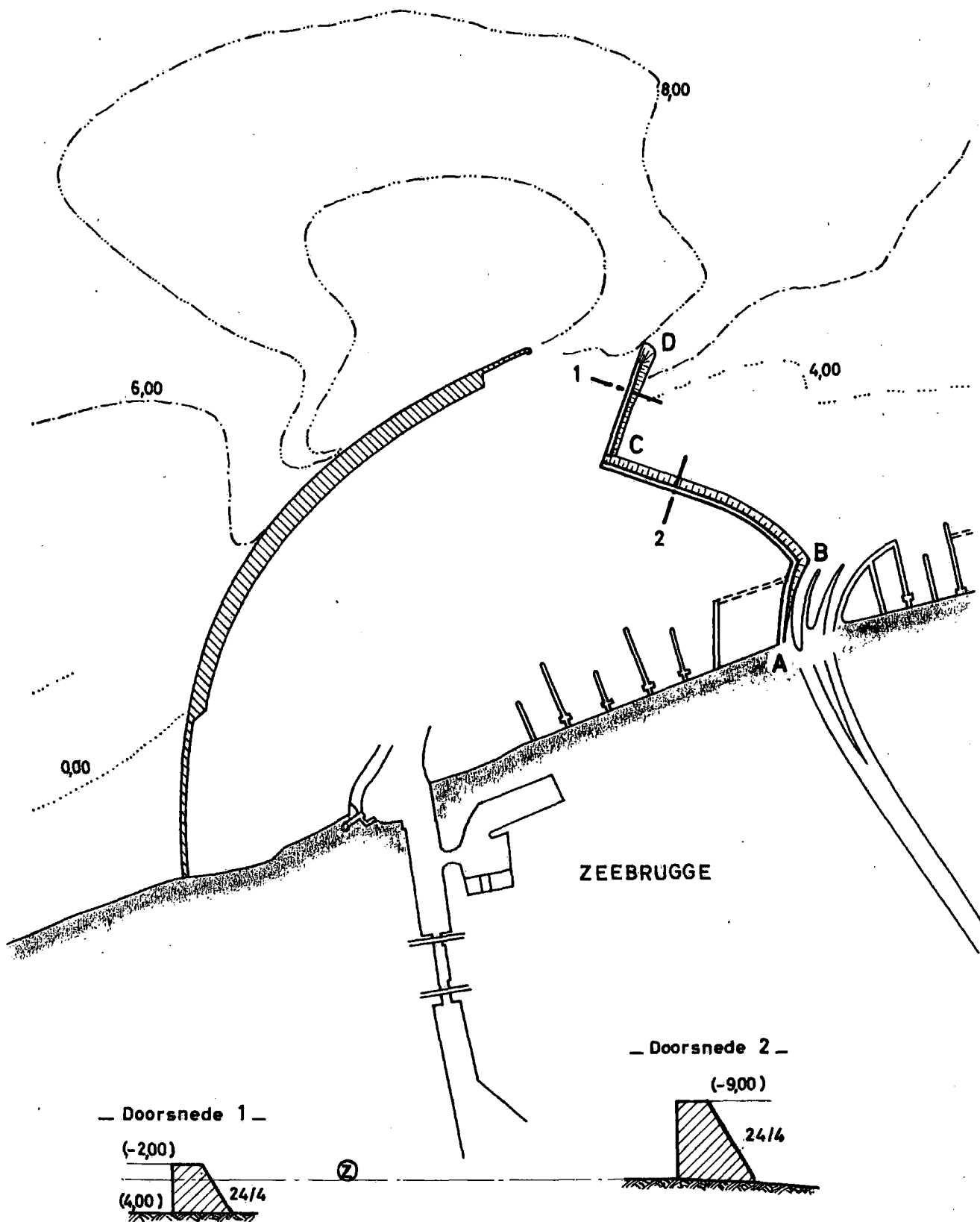
0 0,5 1 Km

OOSTEL'JKE HAVENDAM

MOD. 172

Ontwerp K₂ (1956)

Bijlage 1



MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN EN VAN WEDEROPBOUW

Bijlage 2 - 1^o blad

BRUGGEN & WEGEN

BESTUUR DER WATERWEGEN

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM.

BERCHEMLEI 115

BORGERHOUT-ANTWERPEN.

VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE.

DEZE VERZAMELING OMVAT :

1^o. REDE ZEEBRUGGE - Liggingplan T.O. (1956)
- Getijkromme voor gemiddeld springtij.

2^o 16 Synoptische kaarten opgesteld volgens :

a/ Metingen van "Beheer van het Zeewezen - Oostende "

"Synoptische kaarten der stroomen ter Reede van Zeebrugge 1935 "

b/ Metingen van "Dienst voor Topografie en Fotogrammetrie "

"Studie der Zeestromingen", metingen van 9 mei en 7 juli 1952, plans Top 855² en 855⁴
op bijgaande kaarten van $\frac{1}{2}$ vóór H.W.; H.W.; $\frac{1}{2}$ v; 1v, 2v, 3v, 4v, 5v en 6v na H.W. door een
cirkel omgeven.

MOD. 172

OPPERVLAKTESNELHEDEN

T.O. (1956)

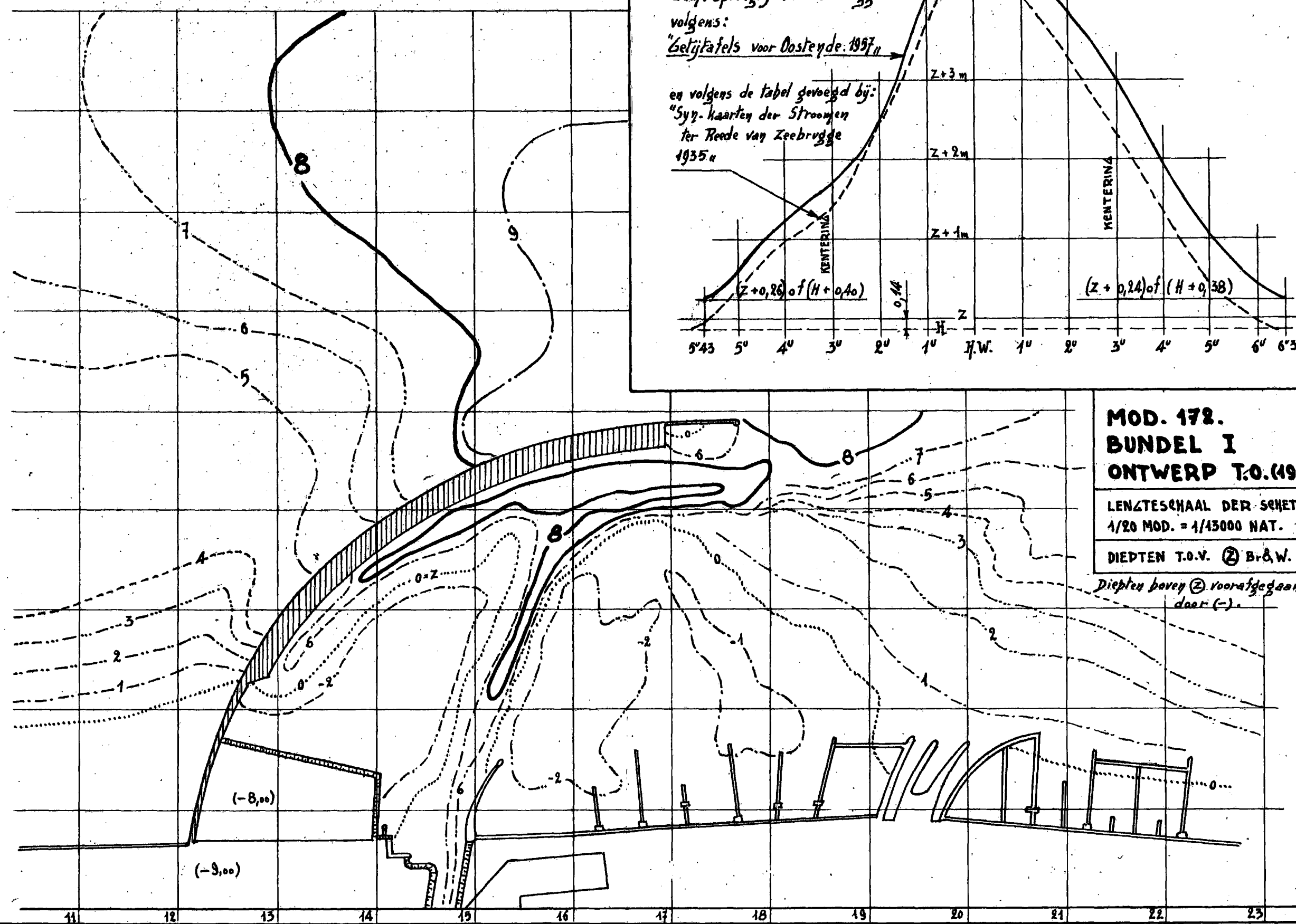
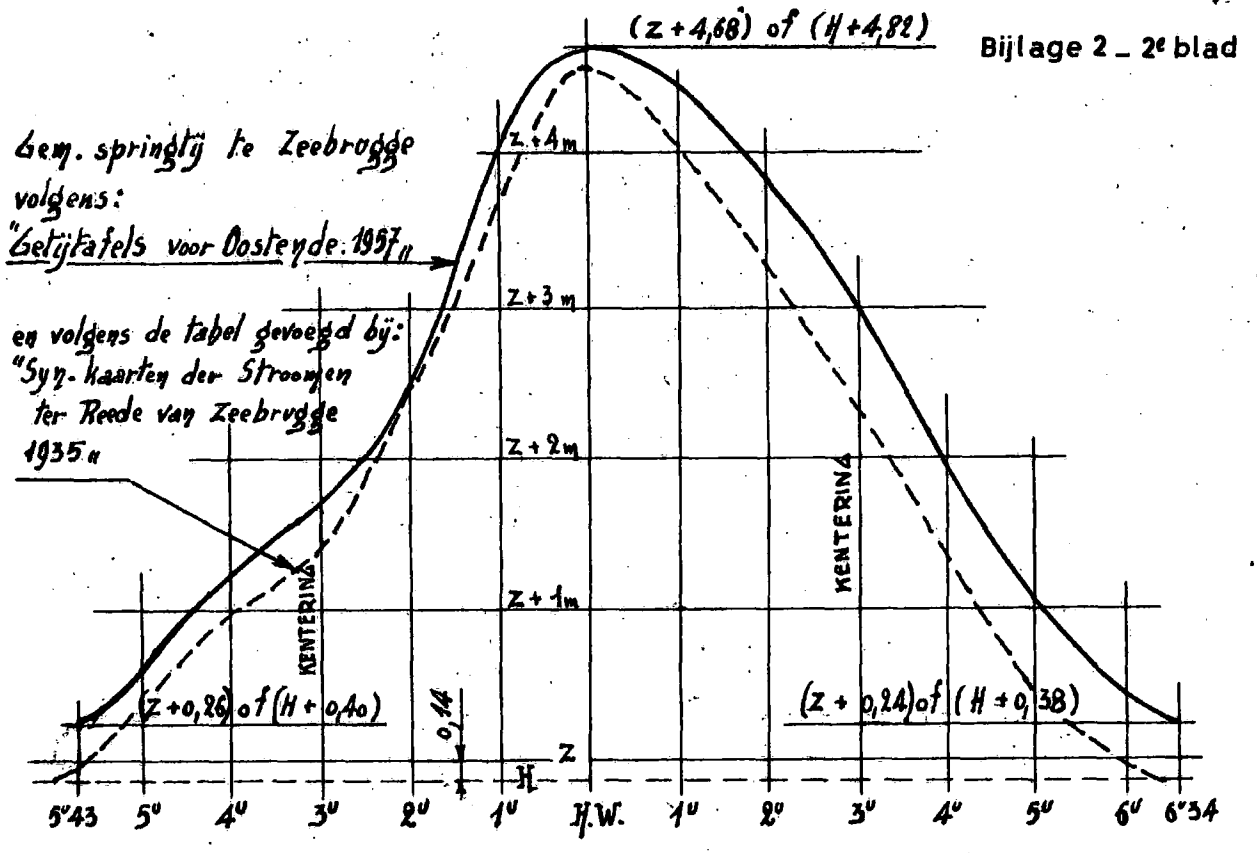
IN CM/SEC. NAT. - SPRINGTIJ.

Uittreksel uit BUNDEL I

NATUURMETINGEN 1935 & 1952

Gem. springtij te Zeebrugge
volgens:
"Getijtafels voor Oostende. 1957"

en volgens de tabel gevoegd bij:
"Syn-kaarten der Stroomen
ter Reede van Zeebrugge
1935"



MOD. 172.
BUNDEL I
ONTWERP T.O. (1956)

LENZESCHAAL DER SCHETS
1/20 MOD. = 1/15000 NAT.

DIPTEN T.O.V. ② Br & W.
Diepten boven ② voorafgedaan
door (-).

MODEL: 172.

SCHAAL: 1/40 MODEL.

De omtredingen zijn uitgedrukt in cm/sec. met

BOL VAN HEIST.

Bijlage 2 - 4e blad

Guna H.W.

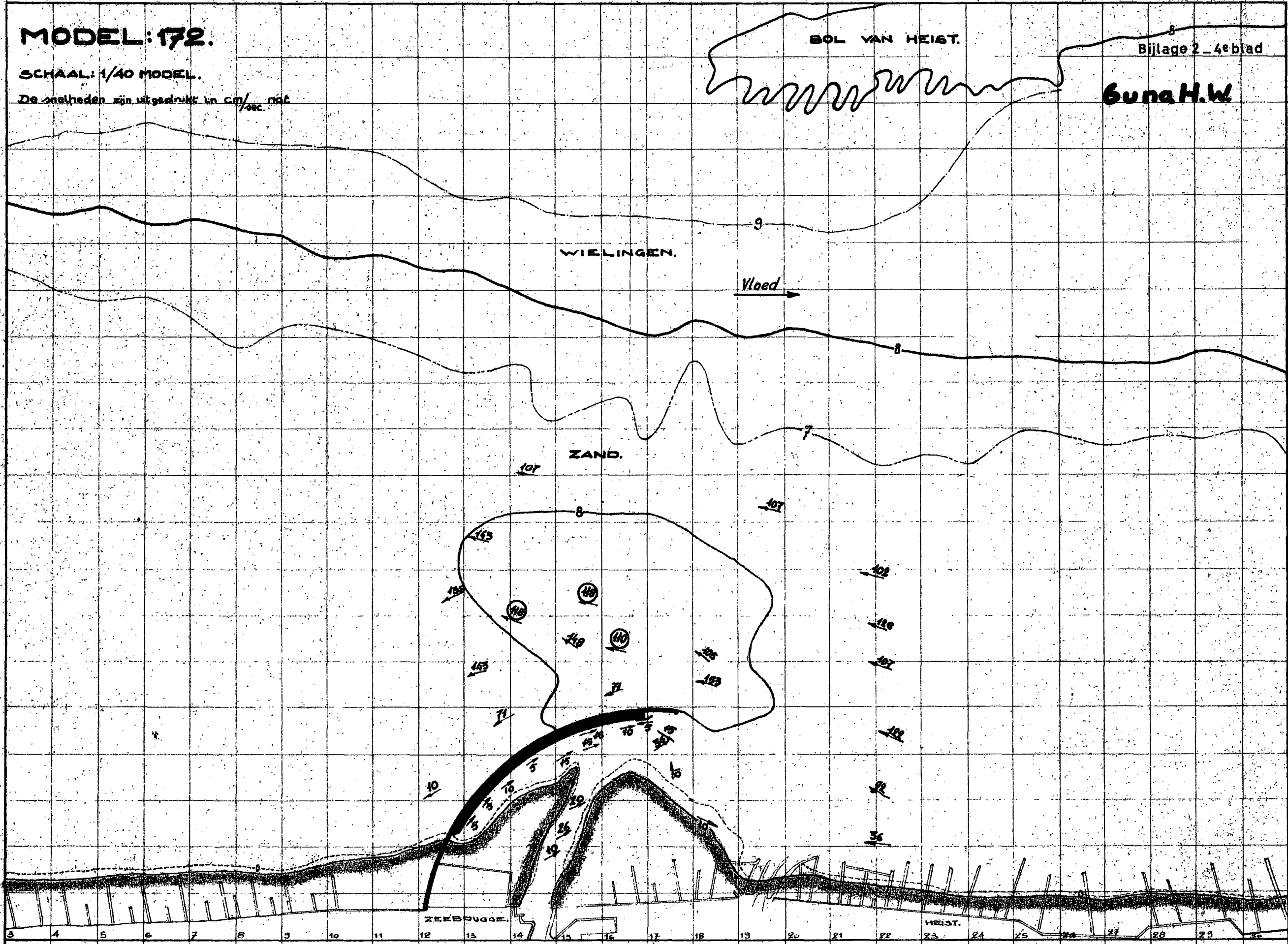
WIELINGEN.

Vloed

ZAND.

ZEEBUIGGE

HEIST.



MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN EN VAN WEDEROPBOUW

Bijlage 3 - 1^e blad

BRUGGEN & WEGEN

BESTUUR DER WATERWEGEN

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM.

BERCHEMLEI 115

BORGERHOUT-ANTWERPEN.

VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE.

DEZE VERZAMELING OMVAT :

- 1^o. REDE ZEEBRUGGE - Liggingplan T.O. (1956)
- Getijkromme voor gemiddeld springtij. - 1935 en 1957
- 2^o 16 Synoptische kaarten opgesteld volgens: Modelmetingen.

MOD. 172

T.O. (1956)

OPPERVLAKTESNELHEDEN

IN CM/SEC. NAT. - SPRINGTIJ.

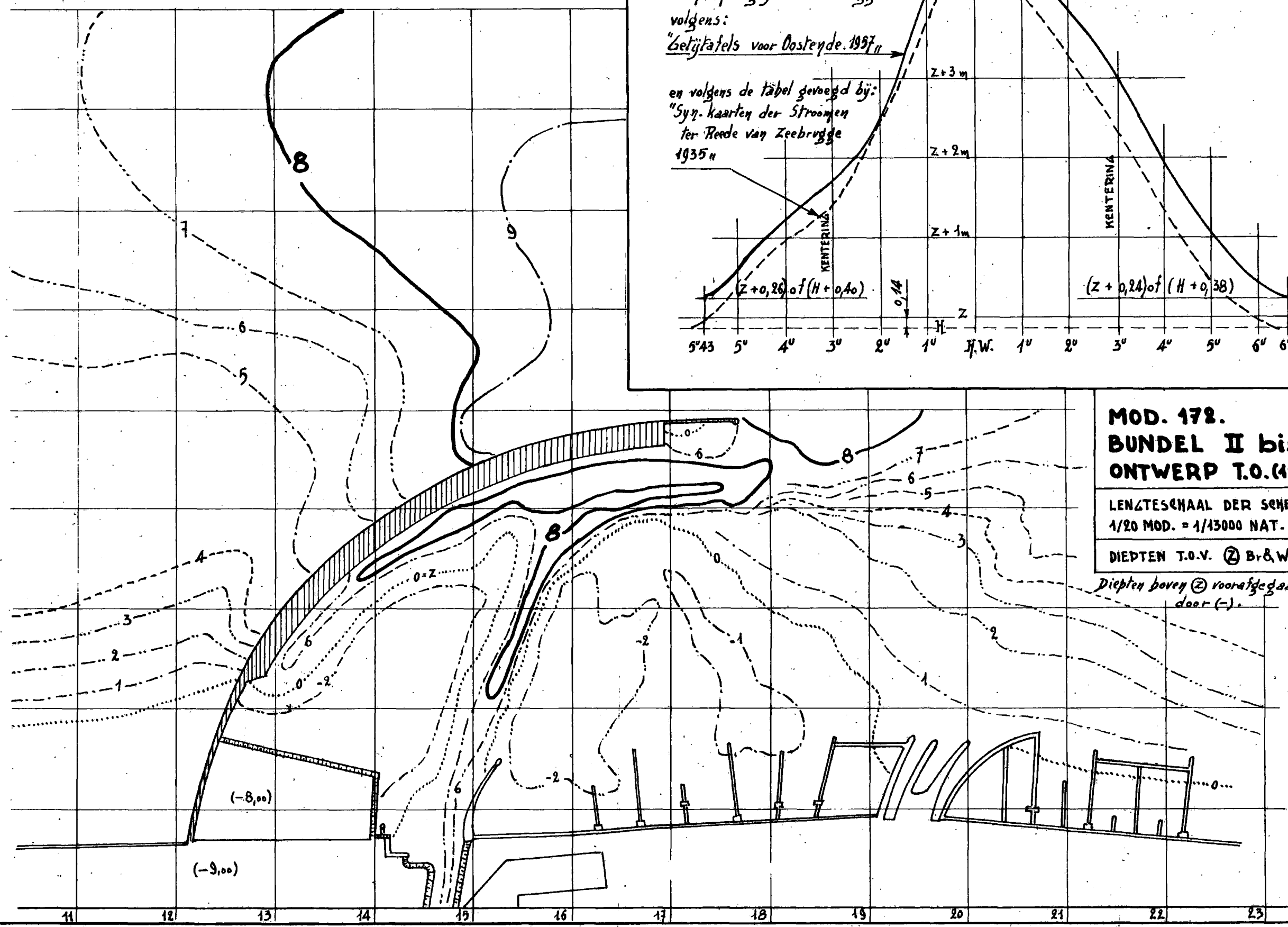
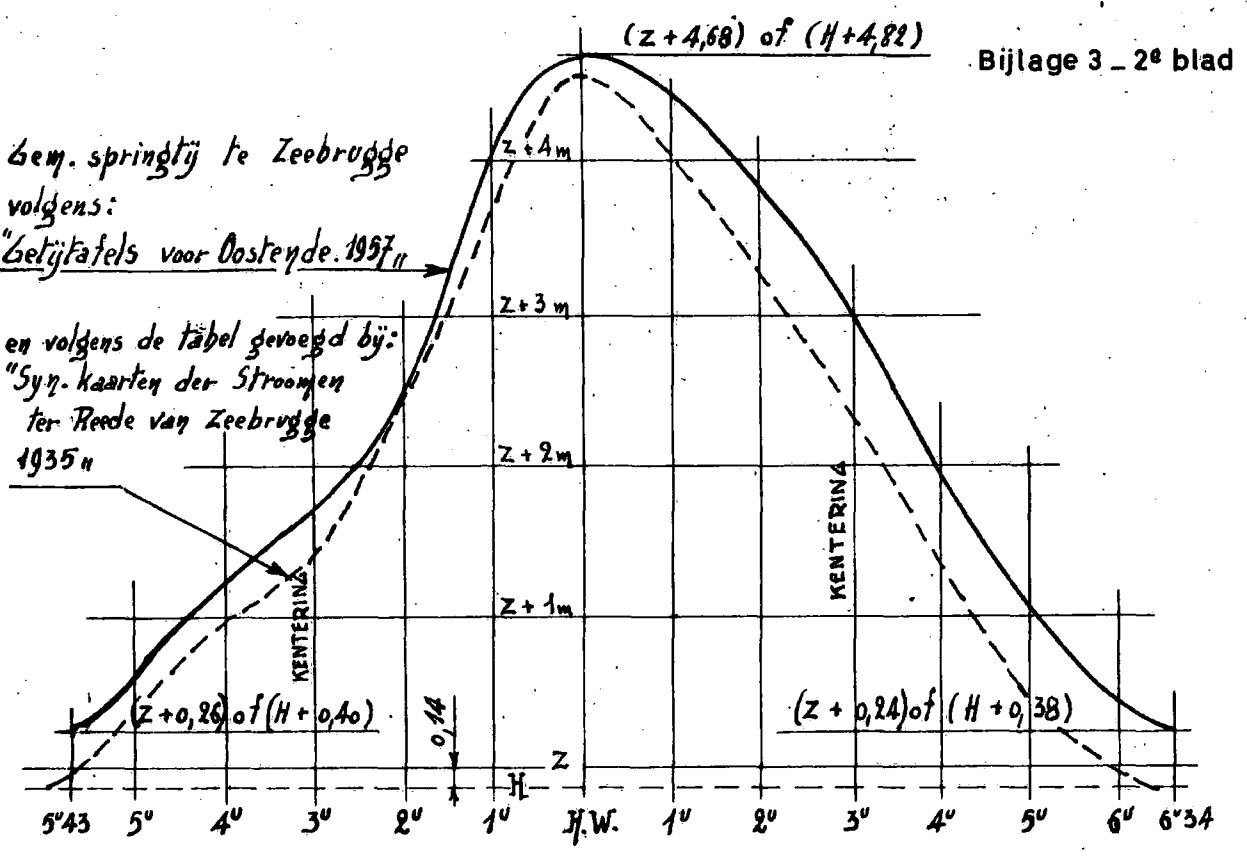
Uittreksel uit

BUNDEL II bis
VERVANGT BUNDEL II

MODEL METINGEN.

Gem. springtij te Zeebrugge volgens:
 "Getijtafels voor Oostende. 1957"

en volgens de tabel gevoegd bij:
 "Syn. kaarten der Stroomingen ter Reede van Zeebrugge 1935"



MOD. 172.
BUNDEL II bis
ONTWERP T.O. (1956)

LENZESCHAAL DER SCHETS
 1/20 MOD. = 1/13000 NAT.

DIPTEN T.O.V. ② Br & W.

Diepten boven ② voorafgedaan door (-).

BOL VAN HEIST.

Bijlage 3 - 4^e blad

MOD. 172
BUNDEL II bis
6U na H.W.

LENGTESCHAAL DER SCHETS
1/40 MOD = 1/26000 NAT.
DIEPTEN T.O.V. (2) B. & W.
SNELHEDEN IN CM/SEC. NAT.

WIELINGEN.

Eb.

ZAND.



ZEEBOEGE

HEIST.

MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN EN VAN WEDEROPBOUW

Bijlage 4 - 1^o blad

BRUGGEN & WEGEN

BESTUUR DER WATERWEGEN

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM.

BERCHEMLEI 115

BORGERHOUT-ANTWERPEN.

VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE.

DEZE VERZAMELING OMVAT :

- 1^o. REDE ZEEBRUGGE - Liggingplan - K. 2. (1956)
- Getijkromme voor gemiddeld springtij.
- 2^o 16 Synoptische kaarten opgesteld volgens: Modelmetingen.

MOD. 172

OPPERVLAKTESNELHEDEN

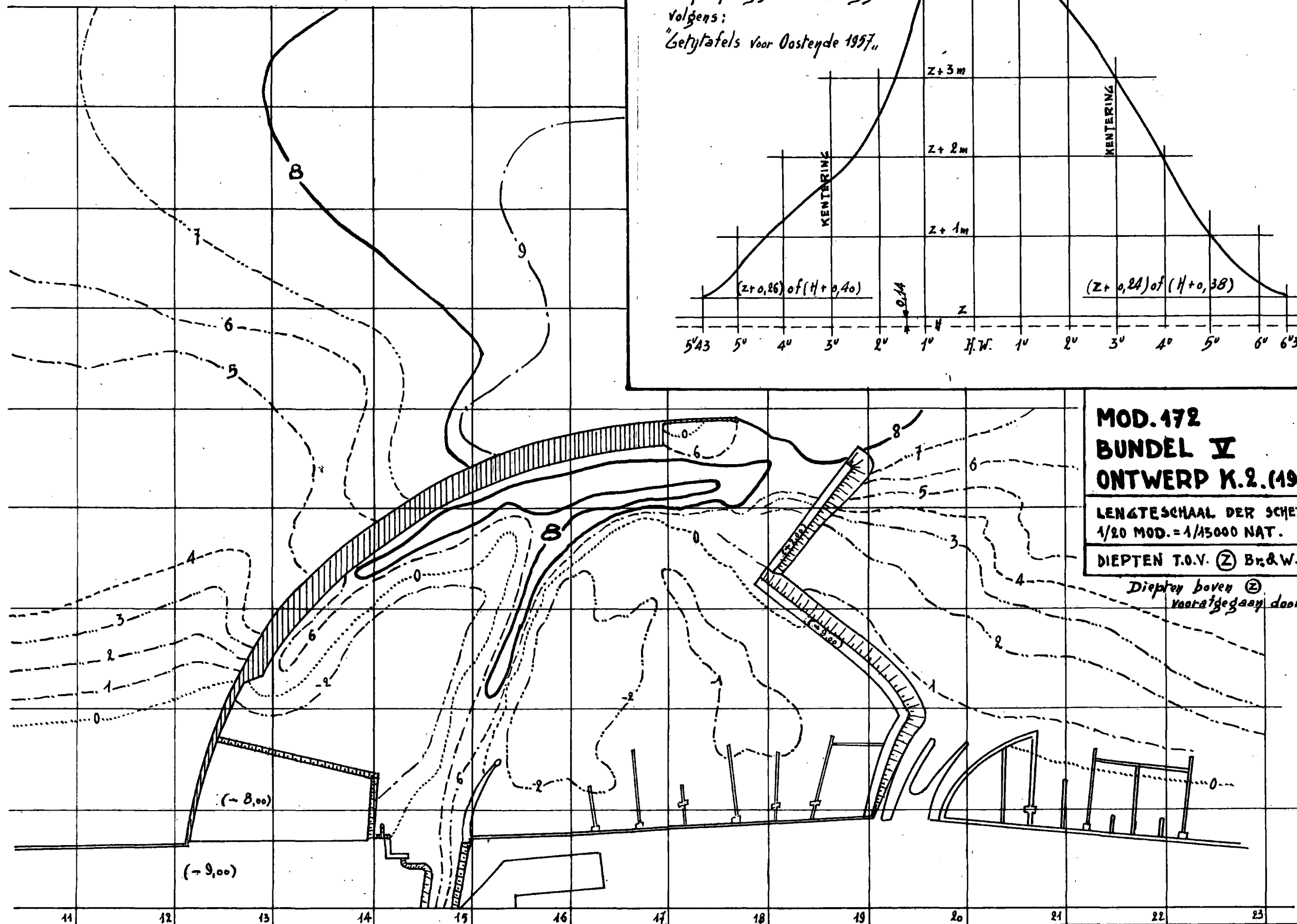
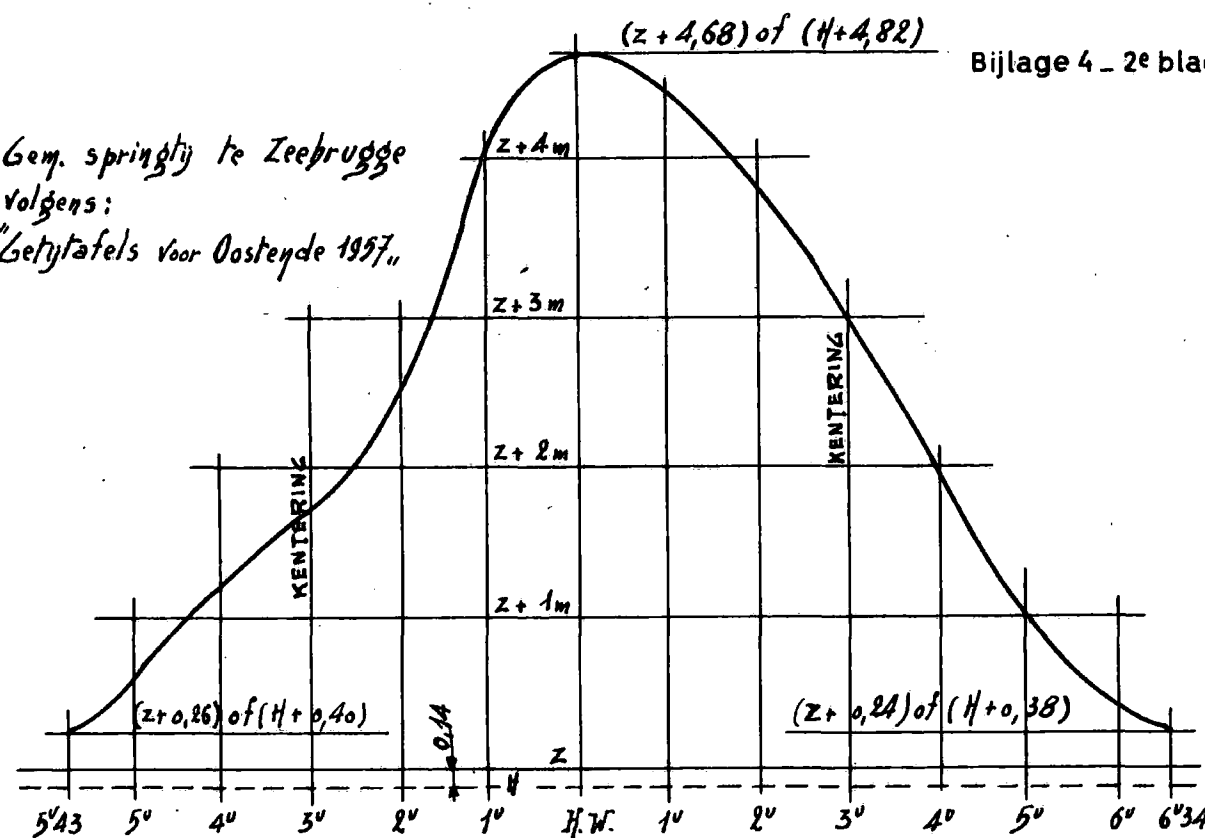
K 2 (1956)

IN CM/SEC. NAT. - SPRINGTIJ.

Uittreksel uit BUNDEL V

MODELMETINGEN.

Gem. springtij te Zeebrugge
 volgens:
 "Getijtafels voor Oostende 1957"



MOD. 172
BUNDEL V
ONTWERP K.2. (1956)

LENGTESCHAAL DER SCHEFS
 1/20 MOD. = 1/15000 NAT.

DIEPTEN T.O.V. (Z) Br.&W.
 Diepten boven (Z)
 voorafgegaan door (-)

BOL VAN HEIST.

Bijlage 4 - 3^e blad

MOD. 172
BUNDEL V

1 u vóór H.W.

LENGTESCHAAL DER SNETS

1/40 MOD=1/26000 NAT.

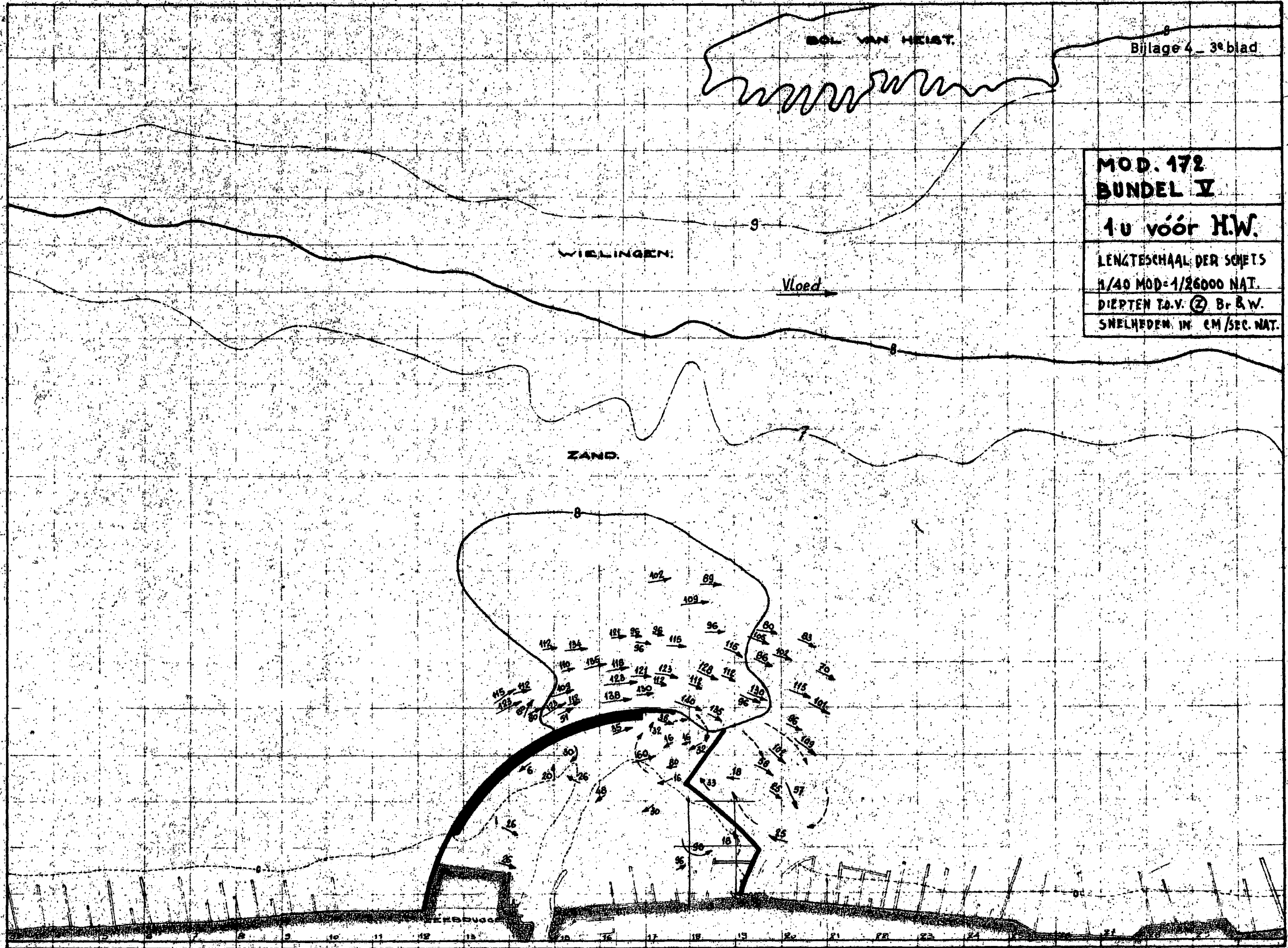
DIEPTEN T.O.V. (Z) B. & W.

SNELHEDEN IN CM/SEC. NAT.

WIELINGEN.

Vloed

ZAND.



MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN EN VAN WEDEROPBOUW

Bijlage 5 - 1^o blad

BRUGGEN & WEGEN

BESTUUR DER WATERWEGEN

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM.

BERCHEMLEI 115

BORGERHOUT-ANTWERPEN.

VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE.

DEZE VERZAMELING OMVAT :

- 1^o REDE ZEEBRUGGE - Liggingplan K 2 bis (1956)
- Getijkromme voor gemiddeld springtij.
- 2^o 16 Synoptische kaarten opgesteld volgens: Modelmetingen.

MOD. 172

OPPERVLAKTESNELHEDEN

K 2 bis (1956)

IN CM/SEC. NAT. - SPRINGTIJ.

Uittreksel uit **BUNDEL VI**

MODEL METINGEN.

MOD. 172
BUNDEL VI

10. vóór H.W.

LENGTESCHAAL DER SCHEETS

1/40 MOD=1/26000 NAT.

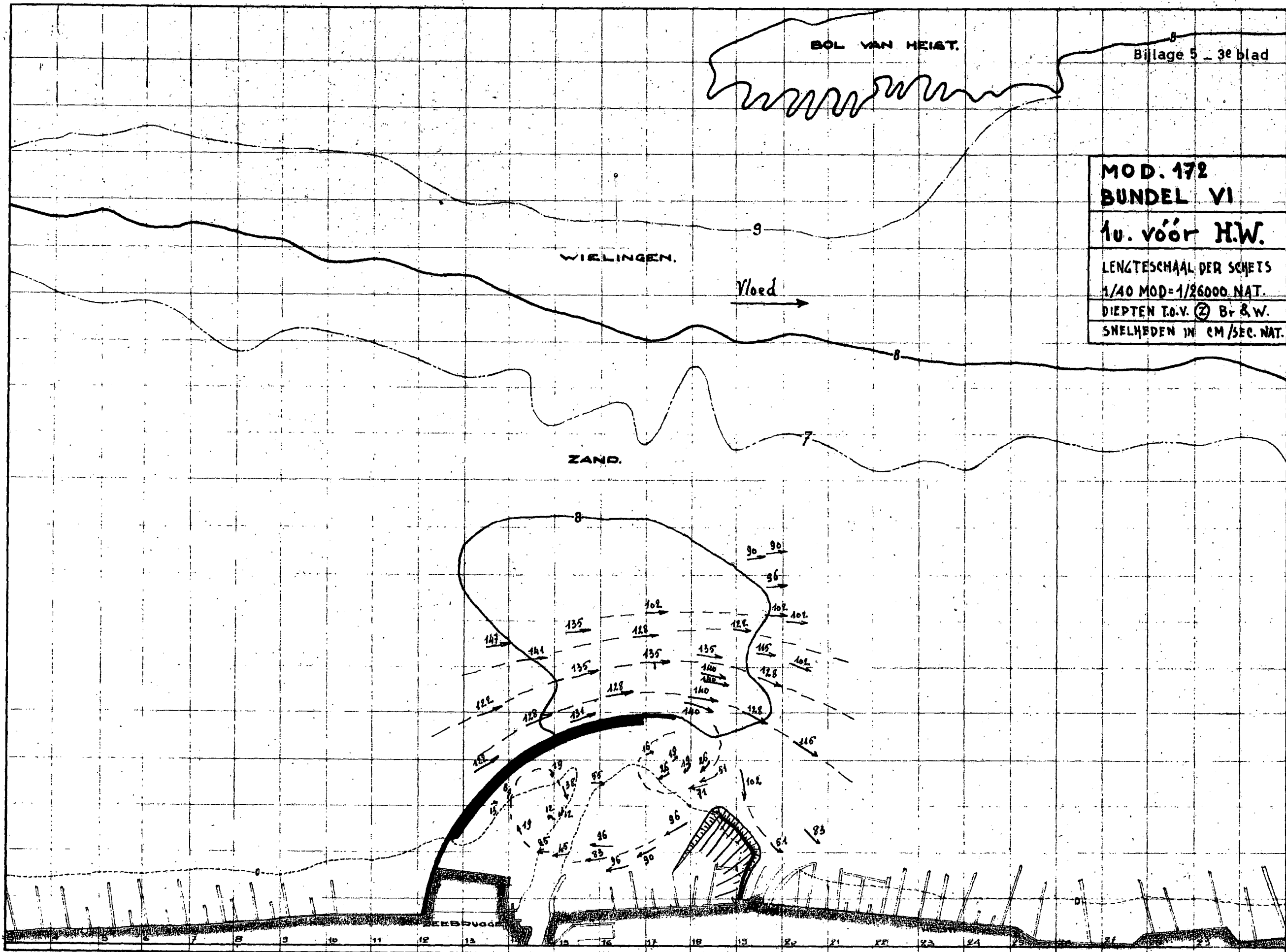
DIEPTEN T.O.V. (2) B & W.

SNELHEDEN IN CM/SEC. NAT.

WIELINGEN.

Vloed

ZAND.



BOL VAN HEIST.

Bijlage 5 - 4^e blad

MOD. 172
BUNDEL VI

60 na H.W.

LENGTESCHAAL DER SNETS
1/40 MOD = 1/26000 NAT.
DIEPTEN T.O.V. (2) Br & W.
SNELHEDEN IN CM/SEC. NAT.

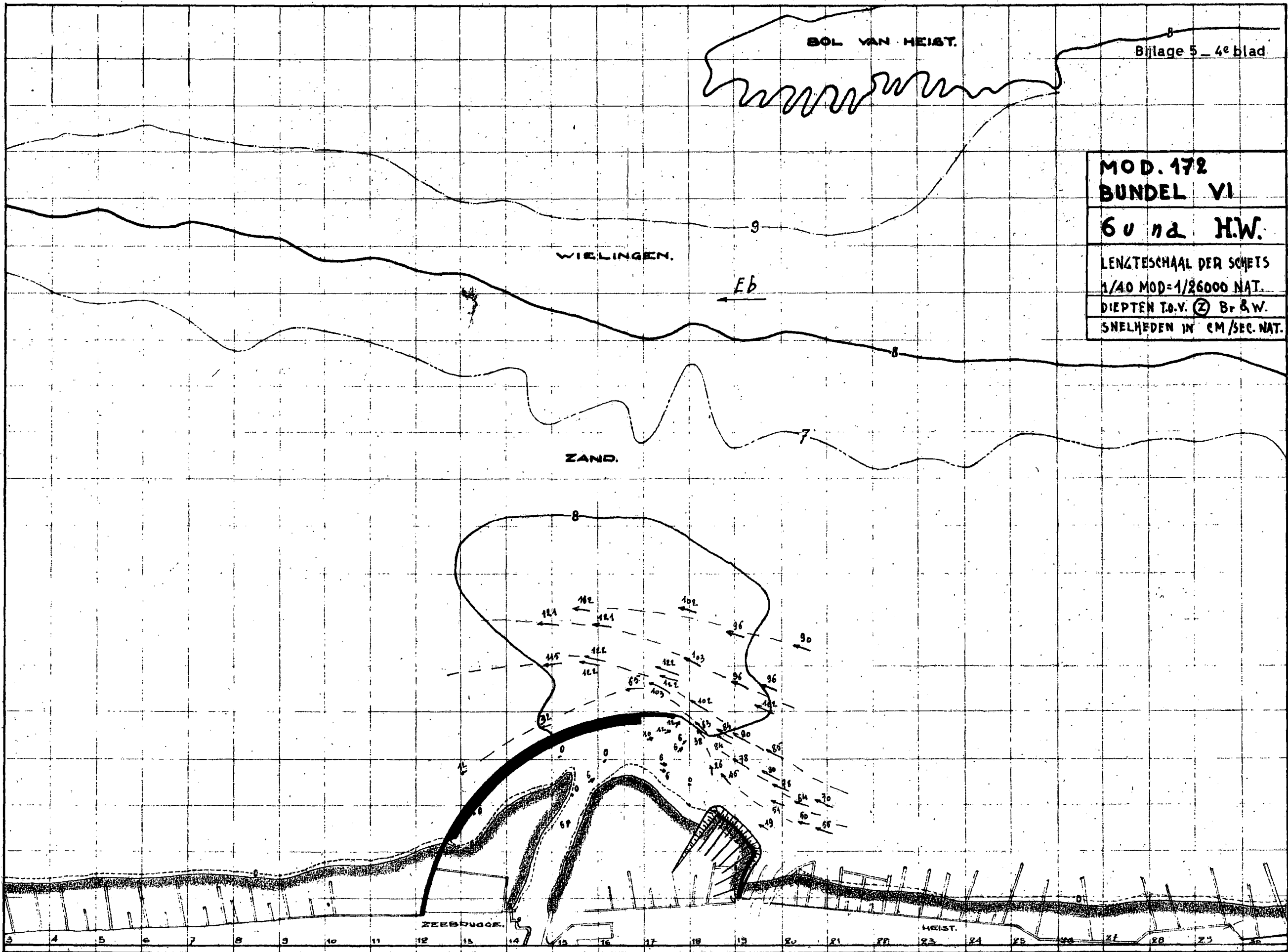
WIELINGEN.

Eb

ZAND.

ZEEBRUGGE.

HEIST.



MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN EN VAN WEDEROPBOUW

Bijlage 6 - 1^o blad

BRUGGEN & WEGEN

BESTUUR DER WATERWEGEN

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM.

BERCHEMLEI 115

BORGERHOUT-ANTWERPEN.

VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE.

DEZE VERZAMELING OMVAT :

- 1^o. REDE ZEEBRUGGE - Liggingplan K 2 ter (1956)
- Getijkromme voor gemiddeld springtij.
- 2^o 16 Synoptische kaarten opgesteld volgens: Modelmetingen.

MOD. 172

OPPERVLAKTESNELHEDEN

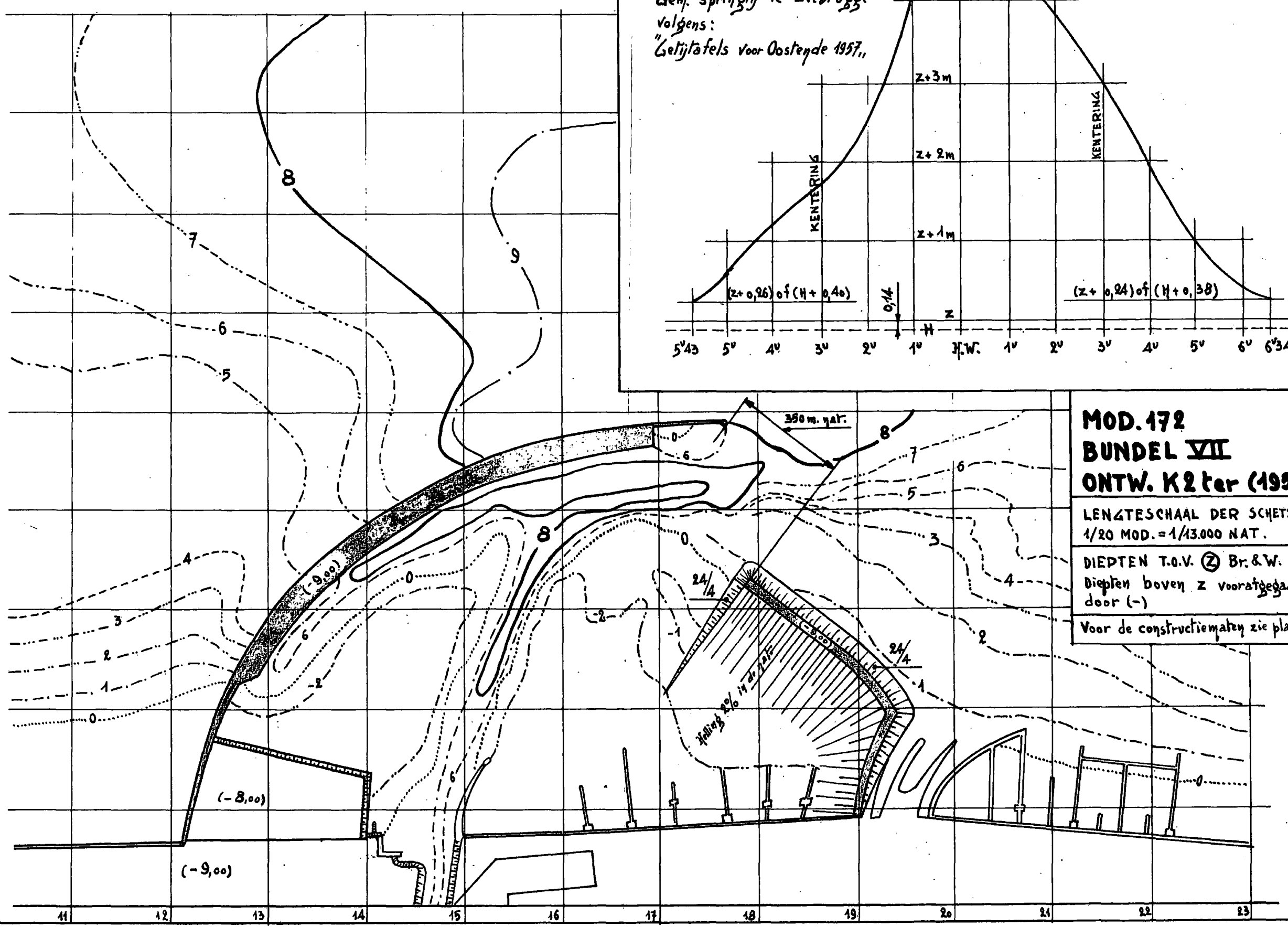
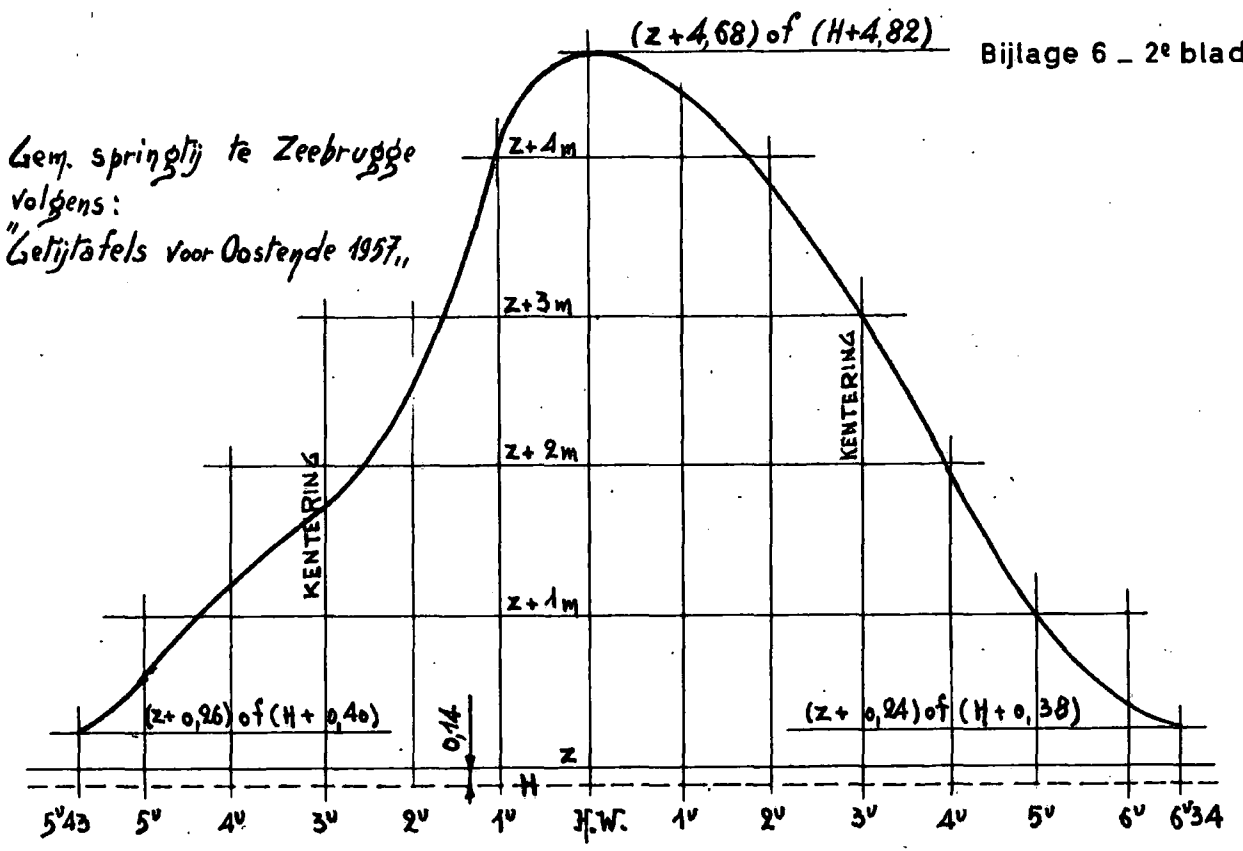
K 2 ter (1956)

IN CM/SEC. NAT. - SPRINGTIJ.

Uittreksel uit BUNDEL VII

MODEL METINGEN.

Gem. springtij te Zeebrugge
volgens:
"Getijtafels voor Oostende 1957,"



MOD. 172
BUNDEL VII
ONTW. K2 ter (1956)

LENGTESCHAAL DER SCHETS
1/20 MOD. = 1/13.000 NAT.

DIEPTEN T.O.V. ② Br. & W.
Diepten boven z voorafgegaan
door (-)

Voor de constructiematen zie plan 4

BOL VAN HEIST.

Bijlage 6 3^e blad

MOD. 172
BUNDEL VII

1^u vóór H.W.

LENGTESCHAAL DER SCHETS

1/40 MOD. = 1/26000 NAT.

DIEPTEN T.O.V. ② Br & W.

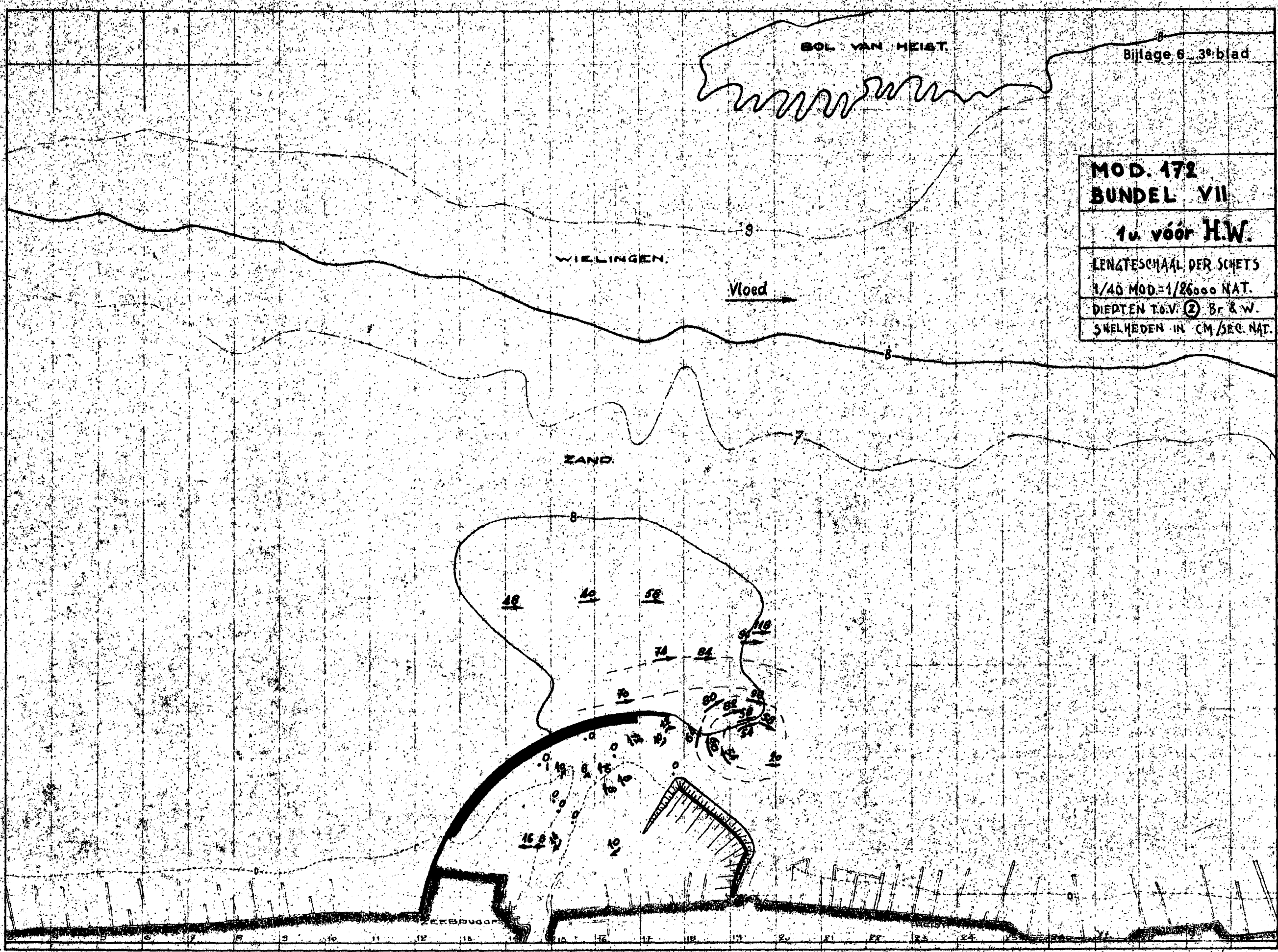
SNELHEDEN IN CM/SEC NAT.

WIELINGEN.

Vloed →

ZAND.

ZEEBRUG



MOD. 172
BUNDEL VII

6v. na H.W.

LENGTESCHAAL DER SCHETS

1/40 MOD. = 1/26000 NAT.

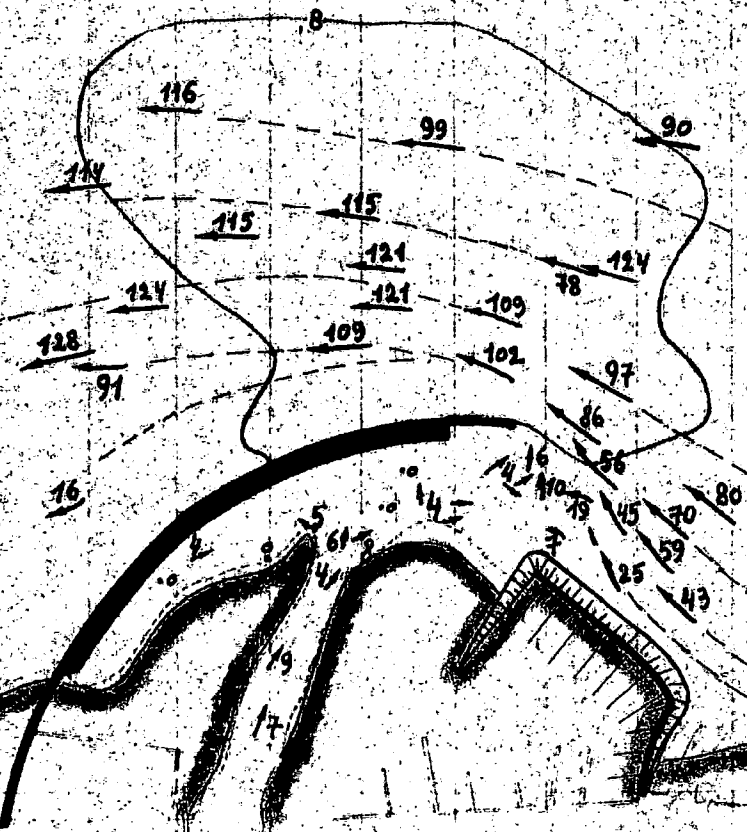
DIEPTEN T.O.V. (2) Br & W.

SNELHEDEN IN CM/SEC. NAT.

WIELINGEN

E_b

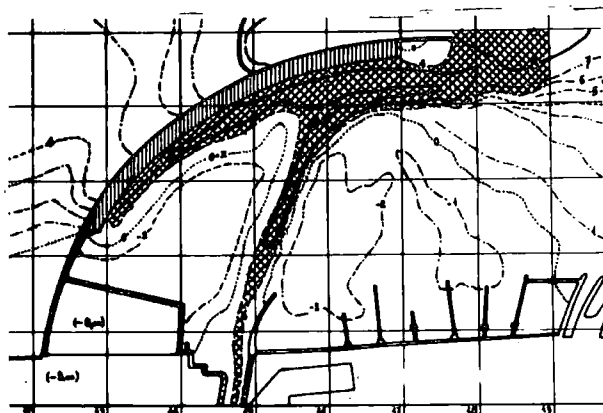
ZAND



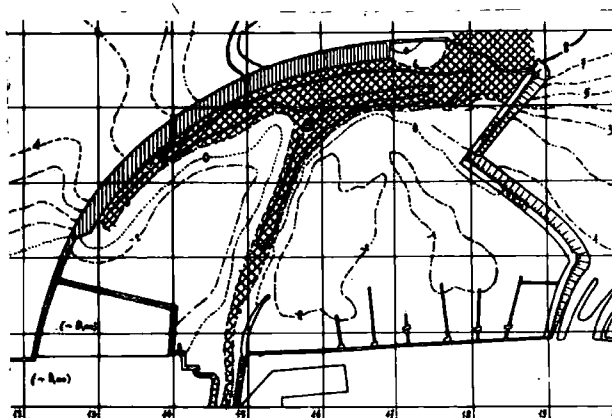
ZEEBOORD

HEIST.

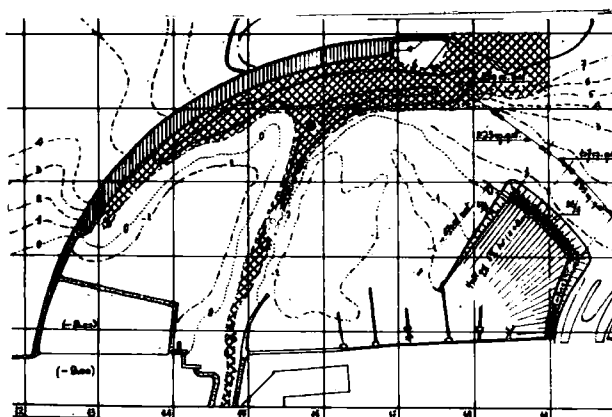
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30



T.O. (1956)



K2 (1956)



K2 bis (1956)

N.B. De gebieden met dubbel arcering zijn diegene waar om de 10 tijen de vestyron uitgezogen werd

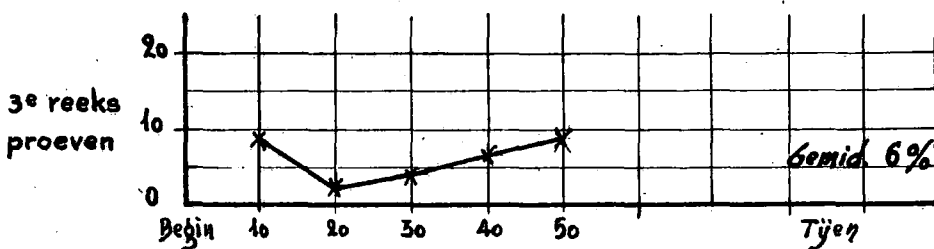
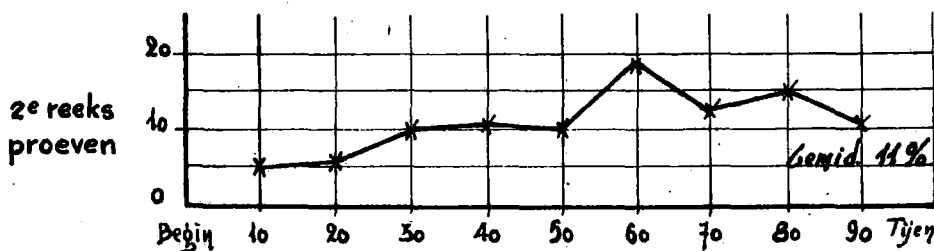
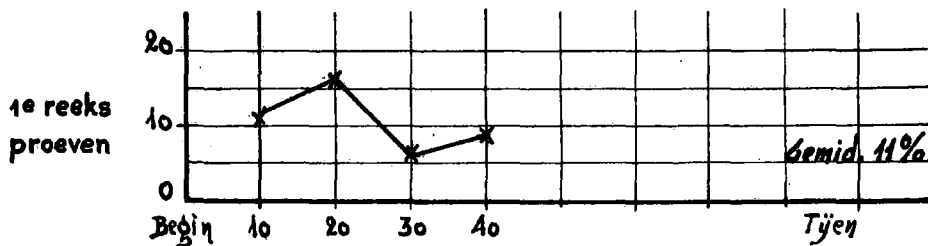
VERBETERINGSWERKEN REDE ZEEBRUGGE.

T.O. (1956) VESTYRON

MOD. 172.

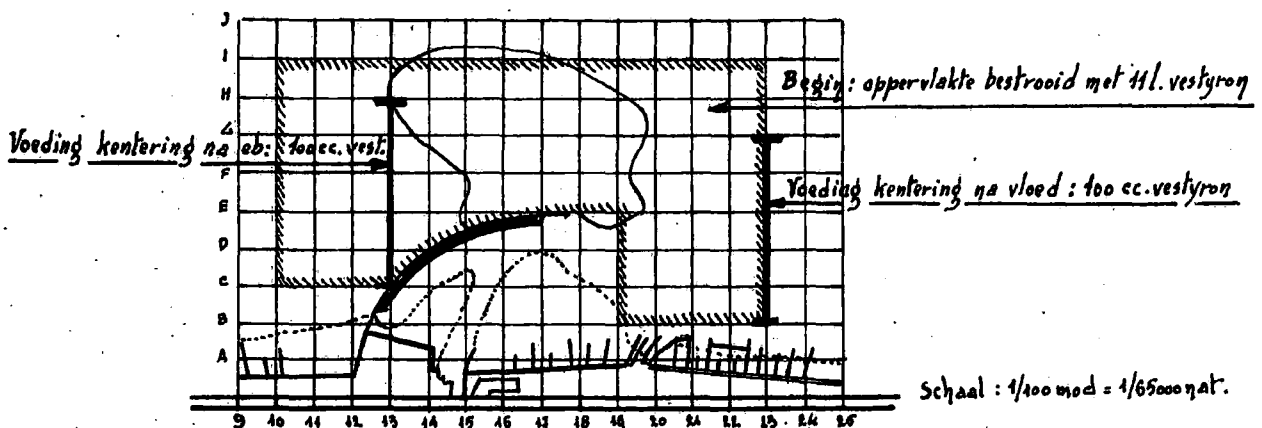
Bijlage 8

Bezinking in %



ALG. GEMID.

9%



NOTA.

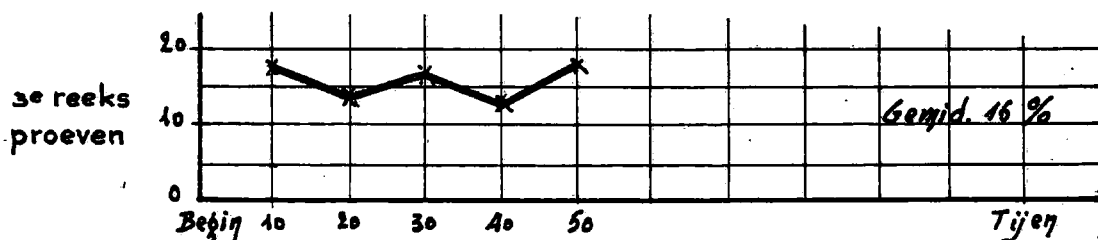
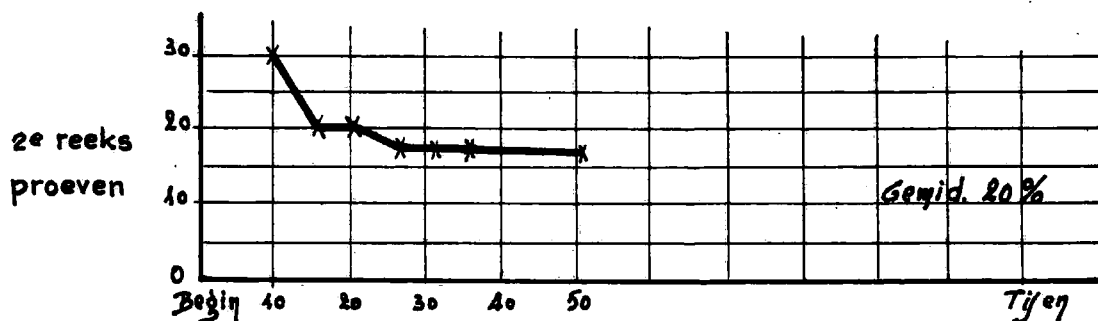
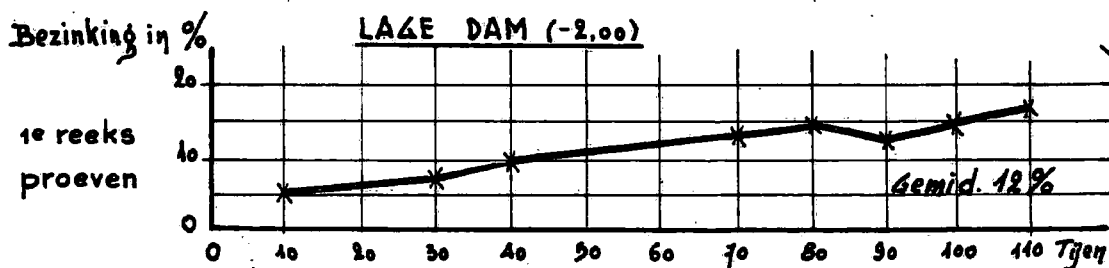
I. Bezinking = $\frac{\text{Vestyron in de rede per 10 tijen}}{\text{Voeding in model per 10 tijen}}$

II. Vestyron : a) begin : 11 l. op modelbodem (zie schets)
b) voeding : 2 l. per 10 tijen (zie schets)

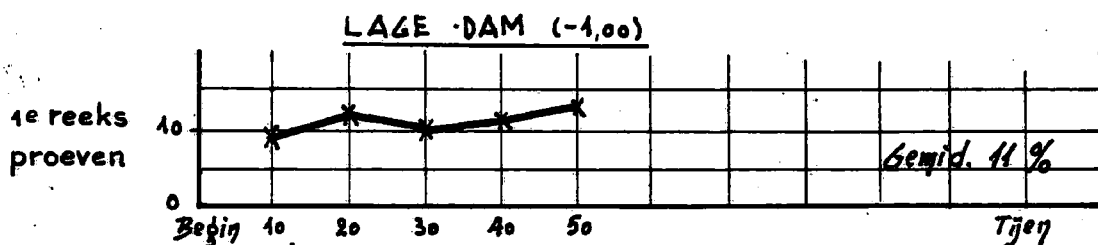
VERBETERINGSWERKEN
REDE ZEEBRUGGE

K 2 (1956) VESTYRON
MOD. 172

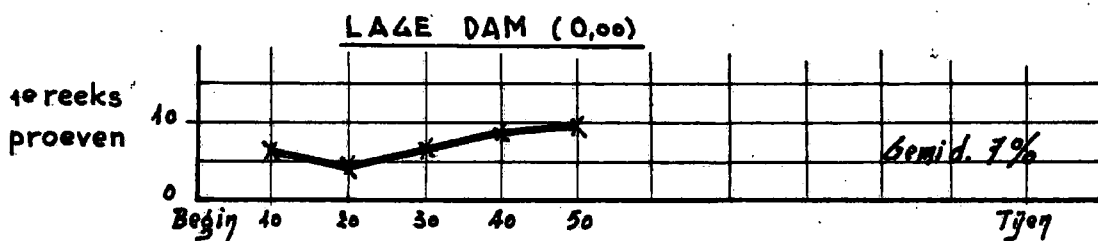
Bijlage 9



ALG. GEMID.
16%



11%



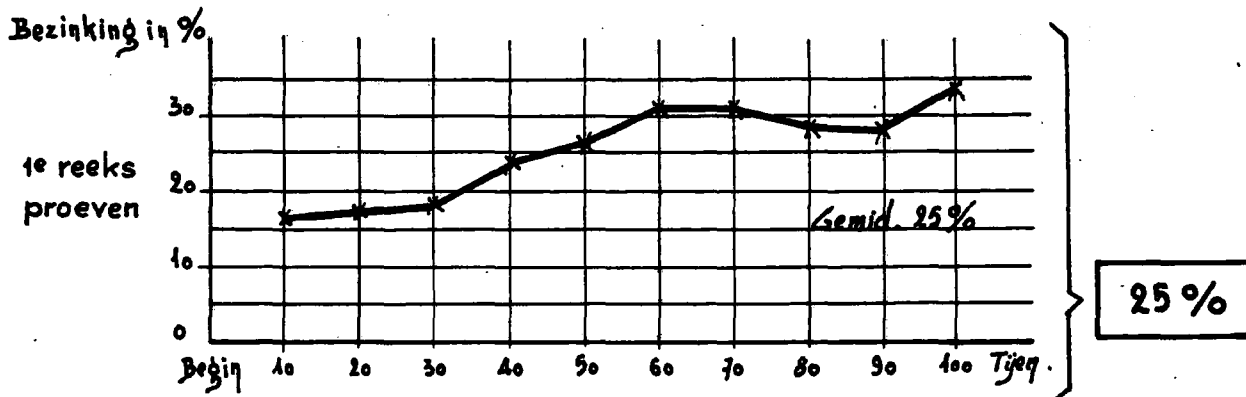
7%

NOTA.

I. Bezinking = $\frac{\text{Vestyron in de rede per 10 tijen}}{\text{Voeding in model per 10 tijen}}$

II. Vestyron : a) begin : 11 l. op modelbodem (zie schets T.O.) uitgezonderd bij eerste reeks "lage dam (-2,00)" waar geen beginlaag vestyron aangebracht werd.

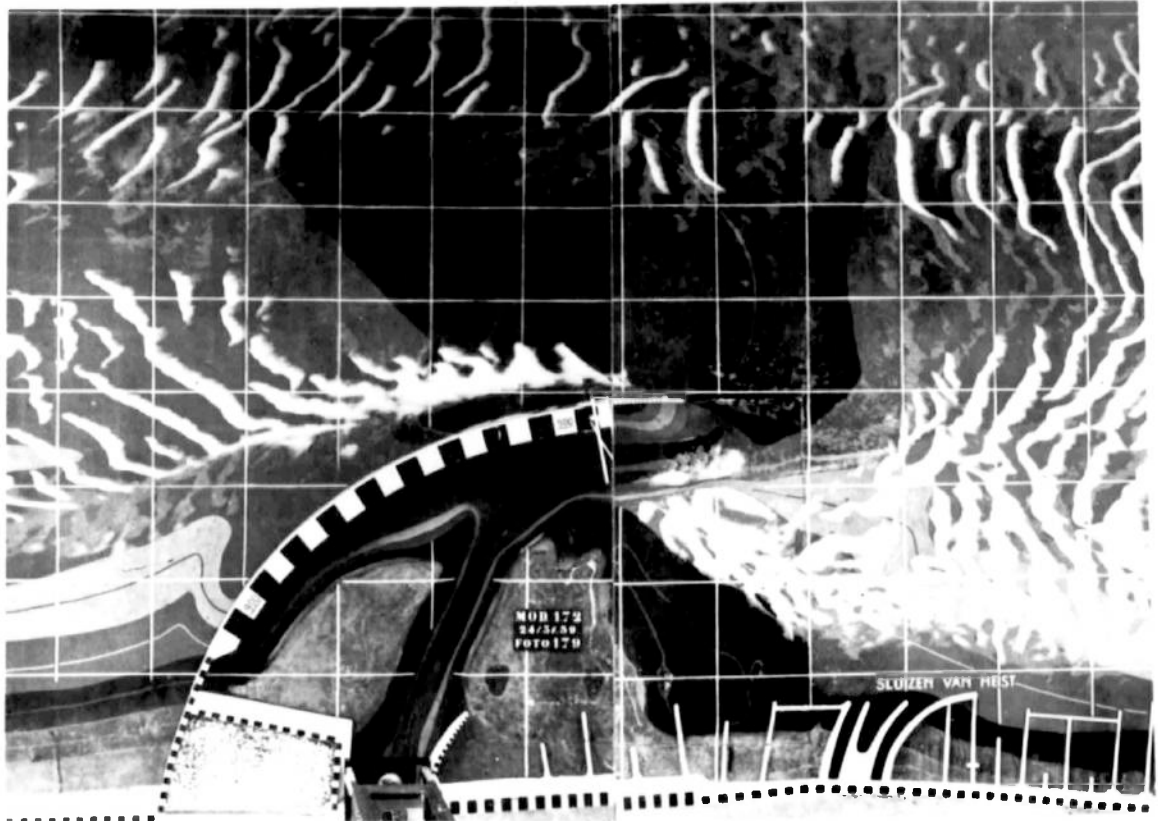
b) voeding : 2 l. per 10 tijen (zie schets T.O.)



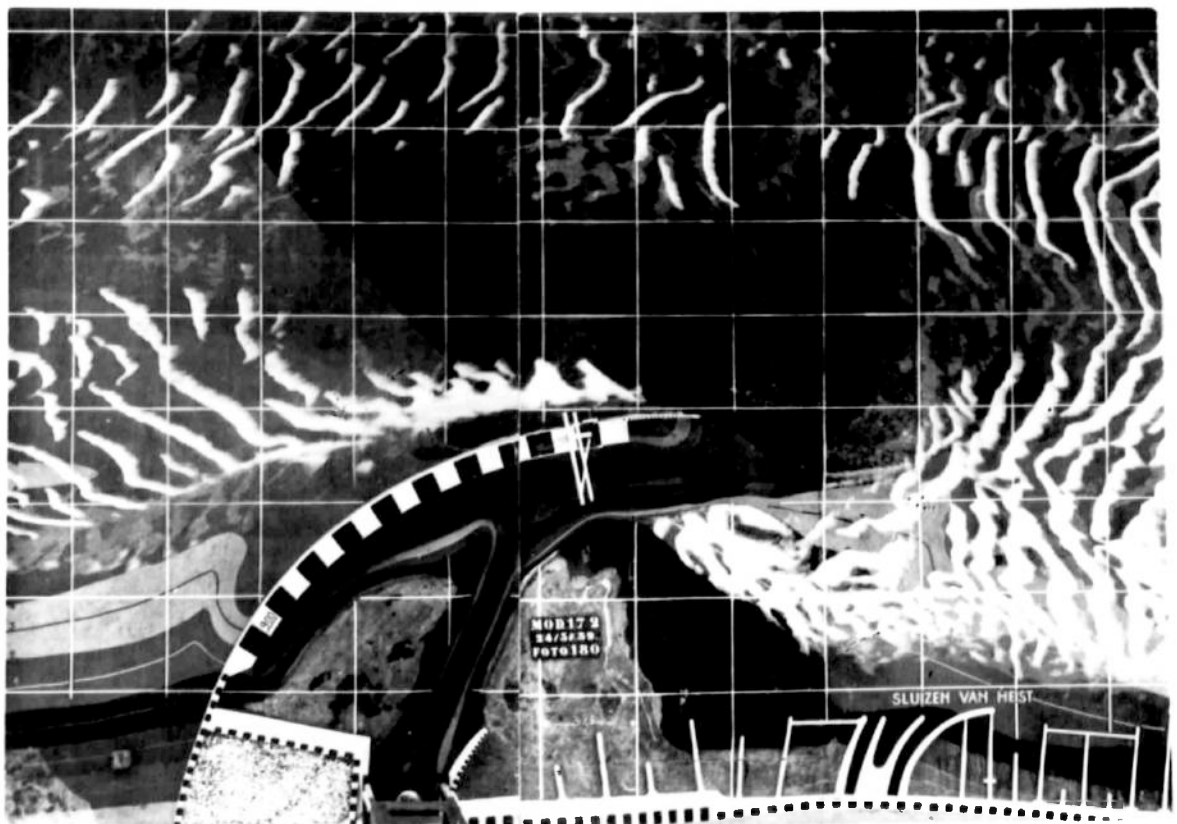
NOTA.

I. Bezinking = $\frac{\text{Vestyron in de rede per 10 tijen}}{\text{Voeding in model per 10 tijen}}$

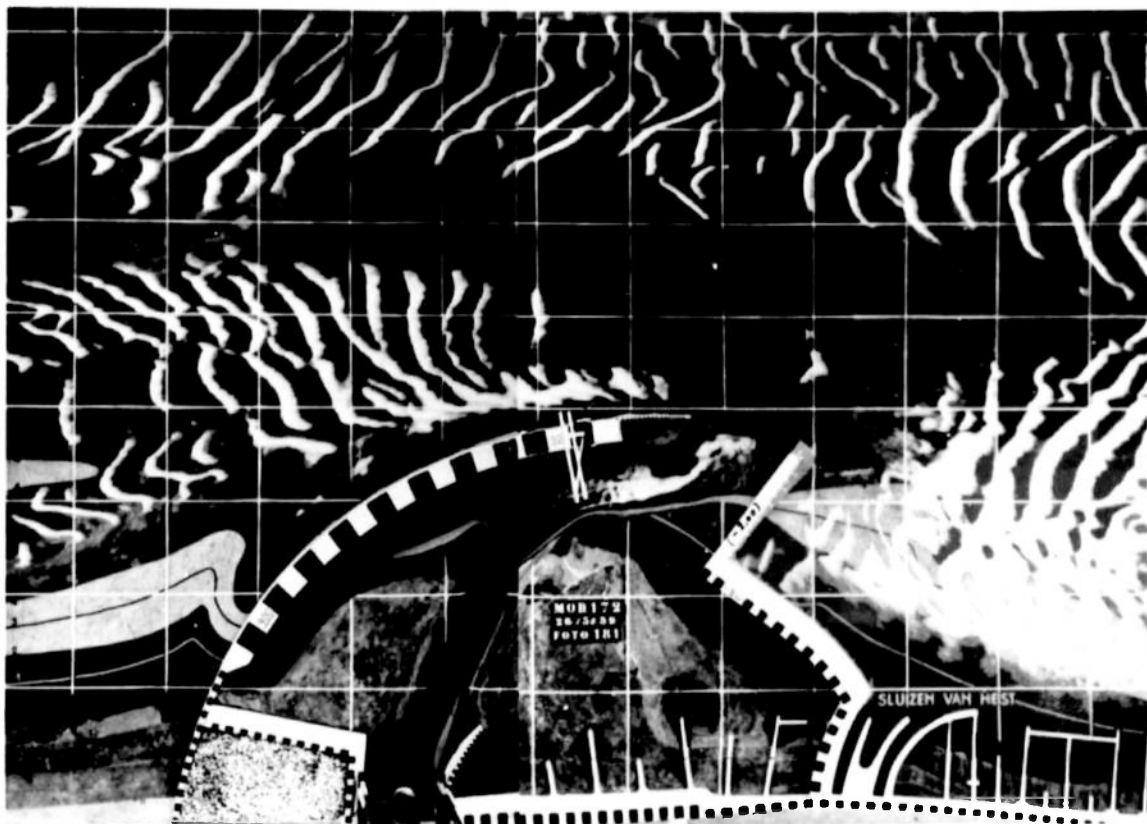
II. Vestyron : a) begin : 11 l. op modelbodem (zie schets T.O.)
 b) voeding : 2 l. per 10 tijen (zie schets T.O.)



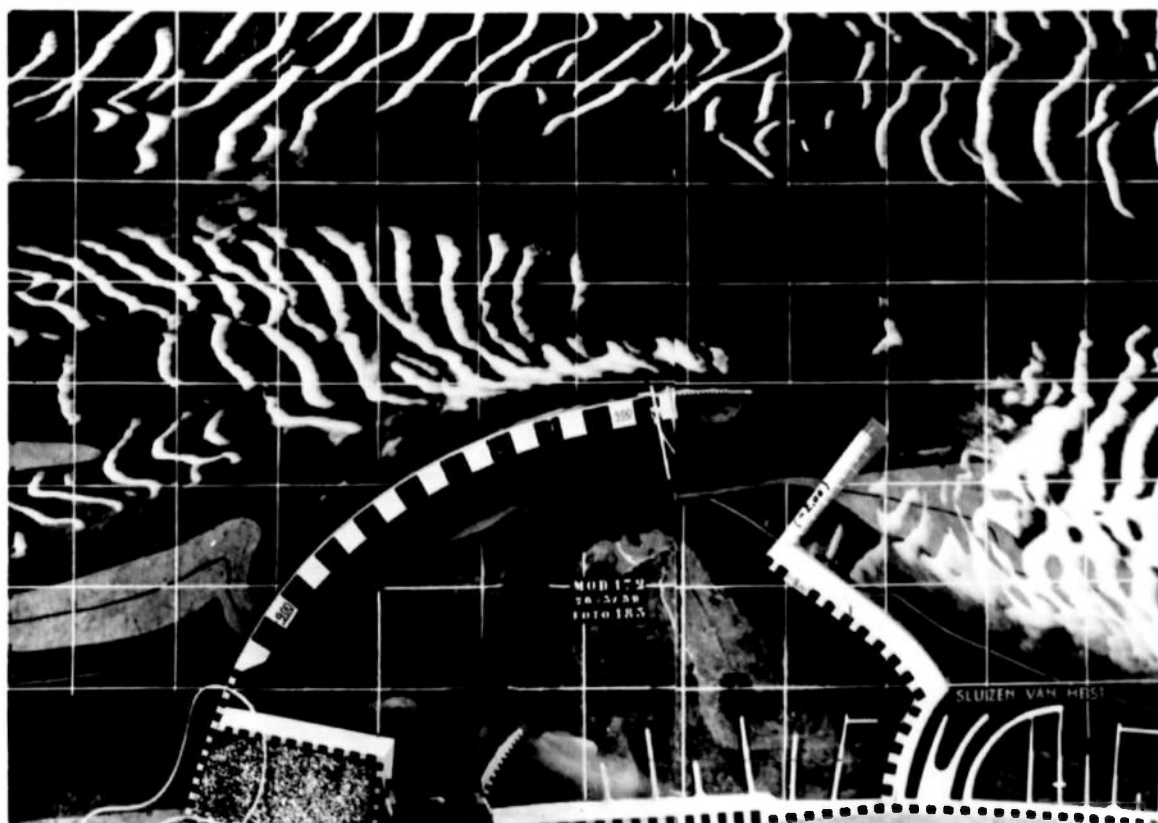
Toestand : Modelbodem na 50 tijen
Bodem rede na de laatste 10 tijen



Toestand : Modelbodem na 50 tijen
Bodem rede gezuiverd



Toestand: Modelbodem na 50 tijen
Bodem rede na de laatste 10 tijen



Toestand: Modelbodem na 50 tijen
Bodem rede gezuiverd