



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout

DETAILMODEL
HAVENMOND ZEEBRUGGE

ONDERZOEK BOUWFASERING

1978

MOD. 387-2

WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM
borgerhout antwerpen



ministerie van openbare werken
bruggen en wegen
bestuur der waterwegen

DETAILMODEL HAVENMOND ZEEBRUGGE
ONDERZOEK BOUWFASERING.

MOD. 387-2.

INHOUD.

	<u>Blz.</u>
1. OPDRACHTOMSCHRIJVING EN PROEVENPROGRAMMA	1
2. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	4
2.1. Uitbouw werkhaven, zuidelijke Oostdam en LNG-dam	4
2.1.1. Uitbouw werkhaven	4
2.1.2. Gedeeltelijke uitbouw zuidelijke Oostdam	5
2.1.3. Volledig uitgebouwde zuidelijke Oostdam	7
2.1.4. Uitbouw LNG-dam	8
2.2. Situatie LNG'82	8
2.2.1. Stroombeelden	9
2.2.2. Snelheden t. p. v. de toekomstige damprofielen	10
2.2.3. Dwarskrachten langsheen de lichtenlijn	12
2.3. Verdere uitbouw Oost- en Westdam	12
2.3.1. Stroombeelden	12
2.3.1.1. Variante 1	13
2.3.1.2. Variante 2	13
2.3.1.3. Variante 3	14
2.3.2. Snelheden t. p. v. de toekomstige damprofielen	14
2.3.3. Dwarskrachten langsheen de lichtenlijn	18
3. CONCLUSIES	20

BIJLAGEN.

1. OPDRACHTOMSCHRIJVING EN PROEVENPROGRAMMA.

Het programma van onderzoek op het hydraulisch detailmodel (cfr. nota 78043 van de Tijdelijke Vereniging Zeebouw-Zeezand "Studieprogramma Fysisch detailmodel W. L. Borgerhout") voorzag in :

- a) een onderzoek naar de optimale lay-out van de eindsituatie van de buitenhavendammen, uitgaande van de basisvormgeving 1750-G ;
- b) een onderzoek naar alternatieven van bouwfasering.

Naast de algemene opdrachtomschrijving, de beschrijving (zie bijlage 1) en de wijze van ijking van het model worden de proefresultaten van het onderzoek betreffende de eindsituatie der buitenhaven weergegeven in rapport Mod. 387-1 dd. juli 1978 van het Waterbouwkundig Laboratorium.

Inzake het onderzoek der bouwfasering worden in dit rapport drie alternatieven onderzocht van uitbouw over de kop, waarbij steeds als eindsituatie der buitenhaven de toestand TD 10 (variante 1.4) werd weerhouden, zijnde de basisvorm 1750-G met een afronding van de Westdam met straal van 1000 m, een afronding van de Oostdam met straal van 500 m. (cfr. rapport Mod. 387-1 en plan 1450531 van TVZ 2 " Voorontwerp buitenhaven dd. 15.05.78", bijlage 2). Het eindvoorstel van rapport 387-1 (variante W. L. 2 - toestand TD 31 E) staat tevens in bijlage 2 weergegeven en wordt enkele malen in de verdere beschouwingen betrokken.

Zoals vermeld in de nota 78.152 van TVZ 2 "Detailmodel W. L. Borgerhout - onderzoek bouwfasering" dd. april 1978 wordt ieder alternatief in negen bouwfasen onderzocht, waarbij de eerste vijf bouwfasen echter voor de drie varianten dezelfde zijn :

- | | |
|--------|--|
| fase 1 | Werkhaven |
| fase 2 | Zuidelijke Oostdam tot dieptelijn Z = 6 m |
| fase 3 | Zuidelijke Oostdam volledig |
| fase 4 | LNG-dam tot dieptelijn Z = 10 m en Westdam tot circa 600 m uit de kust |
| fase 5 | LNG-dam volledig en Westdam tot circa 1050 m uit de kust. |

Vanaf fase 6 worden de buitenhavendammen verder naar zee uitgebouwd a rato van circa 1200 m per bouwfase (1 bouwfase is circa 1 jaar).

Variante 1 Westdam en Oostdam worden tegelijkertijd uitgebouwd (Westdam 800 m/bouwfase en Oostdam 400 m/bouwfase).

Variante 2 Westdam eerst uitbouwen tot aan het kopeinde, vervolgens de Oostdam.

Variante 3 Oostdam eerst uitbouwen tot aan het kopeinde, vervolgens de Westdam.

Hiernavolgende tabel geeft een overzicht van de verschillende bouwfasen met de vórdering van LNG-dam, West- en Oostdam, waarbij mast het modelnummer tevens werd aangegeven welke gegevens vanwege het permanentie-overzichtsmoel (M 265) werden gebezigd voor de ijking van het detailmoel bij de onderscheidene fasen.

Voor de wijze van ijking van het detailmoel als permanentiemoel met vaste bodem waarop enkel de ogenblikken van maximum vloed- en maximum ebstroming worden gesimuleerd, wordt verwezen naar het rapport Mod. 387-1.

Tenslotte dient opgemerkt dat, behalve voor die toestanden waar uitdrukkelijk anders vermeld, de Pas van het Zand steeds was ingebracht met een bodembreedte van 650 m (200 m westelijk en 450 m oostelijk van de huidige lichtenlijn) op een diepte van Z-13 m met taluds van 1/75 westelijk en 1/65 oostelijk (zie bijlage 3).

TABEL 1 PROGRAMMA VAN ONDERZOEK INZAKE BOUWFASERING.

Variante	fase	model	randvoorw.		datum(x)	LNG-dam		Westdam		Oostdam		Totaal uit te voeren (m)
			M265 EB	VL		uitgevoerd(m)	uit te voeren (m)	uitgevoerd(m)	uit te voeren (m)	uitgevoerd(m)	uit te voeren (m)	
1	1	D13	To	To	1/5/79	-	-	-	-	710	+ 710	+ 710
	2	T14ABC	To	TR28	1/11/79	-	-	-	-	1480	+ 770	+ 770
	3	TD15	TR55	TR55	1/9/80	-	-	-	-	1975	+ 495	+ 495
	4	TD16	TR55	TR55	1/3/81	810	+ 810	575	+ 575	1975	-	+ 1385
	5	TD17	TR55	TR55	1/9/81	1375	+ 565	1050	+ 475	1975	-	+ 1040
	6	TD18	TR51	TR40	1/9/82	1375	-	1850	+ 800	2375	+ 400	+ 1200
	7	TD19	TR51	TR51	1/9/83	1375	-	2680	+ 830	2795	+ 420	+ 1250
	8	TD20	TR51	TR51	1/9/84	1375	-	3480	+ 800	3195	+ 400	+ 1200
	9	TD21	TR51	TR51	1/5/85	1375	-	4090	+ 610	3795	+ 600	+ 1210
	EIND	TD10	TR51	TR51		1375	-	4360	+ 270	4010	+ 215	+ 485
2												<u>9745</u>
	6	TD22	TR55	TR51	1/9/82	1375	-	2280	+ 1230	1975	-	+ 1230
	7	TD23	TR55	TR51	1/9/83	1375	-	3480	+ 1200	1975	-	+ 1200
	8	TD24	TR51	TR51	1/9/84	1375	-	4360	+ 880	2275	+ 300	+ 1180
	9	TD25	TR51	TR51	1/9/85	1375	-	4360	-	3495	+ 1220	+ 1220
	EIND	TD10	TR51	TR51		1375	-	4360	-	4010	+ 515	+ 515
3												<u>9745</u>
	6	TD26	TR51	TR40	1/9/82	1375	-	1050	-	3195	+ 1220	+ 1220
	7	TD27	TR51	TR51	1/9/83	1375	-	1475	+ 425	4010	+ 815	+ 1240
	8	TD28	TR51	TR51	1/9/84	1375	-	2680	+ 1205	4010	-	+ 1205
	9	TD29	TR51	TR51	1/9/85	1375	-	3890	+ 1210	4010	-	+ 1210
	EIND	TD10	TR51	TR51		1375	-	4360	+ 470	4010	-	+ 470

(x) De data opgenomen in tabel zijn louter indicatief.

9745

Verder werden nog volgende bijkomende toestanden onderzocht :

TD32 zijnde de situatie LNG'82 (TD 17) met de Pas van het Zand bodembreedte 500 m op Z - 11m in plaats van bodembreedte 650 m op Z - 13 m. (zie bijlage 3)

TD33A en TD33B zijnde de gelijktijdige uitbouw van zuidelijke Oostdam en LNG-dam, deze laatste in caissonvorm.

TD34 zijnde de situatie LNG'82, doch zonder enige uitbouw van de Westdam.

TD36 zijnde de situatie LNG'82 zonder enige uitbouw van de Westdam doch met uitbouw van een korte zeewaarts gerichte dam aan de kop van de bestaande môle.

Voor deze laatste drie toestanden was de situatie in de Pas van het Zand identiek aan TD32.

2. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK.

Voor de onderscheiden bouwfasen werden telkens volgende parameters onderzocht en in bijlage weergegeven :

- a) het algemene stroombeeld met de neervorming en de meest kustwaartse stroomlijn (x) ;
- b) de absolute snelheden ter plaatse van het toekomstig uit te bouwen damprofiel (xx) ;
- c) de dwarskrachten langsheen de toekomstige 136° lichtenlijn in de Pas van het Zand.

De conclusies zijn dan ook op deze hydraulische gegevens gebaseerd.

2. 1. Uitbouw werkhaven - Zuidelijke Oostdam en LNG-dam.

2. 1. 1. Uitbouw werkhaven.

De uitbouw van de werkhaven (TD13, fase 1) veroorzaakt slechts geringe wijzigingen in het stroombeeld ten opzichte van de huidige toestand (bijlagen

(x) Op de stroombeeldbijlagen staan de drijvermetingen van de nieuwe toestand steeds uitgetekend op de vlotterresultaten van de To-toestand (vlotters zonder snelheidswaarde).

(xx) Alle snelheden waarvan verder sprake zijn oppervlaktesnelheden.

4 en 5). De vloedstroming buigt iets meer oostelijk naar de kust toe, terwijl er zich vóór de haventoeegang, zoals trouwens in de huidige situatie een neer vormt. Ook bij eb is er een lichte neervorming merkbaar aan de toegang van de werkhaven. Hierbij dient echter vermeld dat de huidige lage oostdam van de toegangsgeul naar de zeesluis in model behouden bleef, en de toegangsgeul naar de werkhaven niet werd ingebracht, zodat in dit stroombeeld wellicht nog wijzigingen kunnen optreden.

Zowel bij eb als bij vloed (bijlagen 16 en 18) leidt de uitbouw der werkhaven tot een lichte verhoging der snelheden (15 à 20 %) ter plaatse van de toekomstige zuidelijke oostdam, terwijl er in de overige zones van Oost- en Westdam geen snelheidswijzigingen ten opzichte van de huidige situatie optreden. Ook het onderscheid in de dwarskrachten is ten opzichte van de To-situatie niet significant (bijlagen 19 en 20) hoewel een lichte zeewaartse verplaatsing van de dalende tak der dwarskrachten wordt opgemerkt.

2.1.2. Gedeeltelijke uitbouw zuidelijke Oostdam.

Inzake de uitbouw van de zuidelijke Oostdam (fase 2) werden drie varianten in vijf proefstoelstanden onderzocht :

- a) De westzijde en de oostzijde van de zuidelijke Oostdam worden gelijktijdig uitgebouwd (T14 A).
- b) De uitbouw van de westzijde loopt vooruit op die van de oostzijde met respectievelijk 100 m (T14B) en 200 m (T14 C).
- c) De LNG-dam wordt in caissonvorm gelijktijdig uitgebouwd met de zuidelijke Oostdam waarbij respectievelijk een tussenafstand van 250 m (T33 A) en 50m (T33 B) tussen LNG-dam en westzijde van de zuidelijke Oostdam op model werden onderzocht.

Bij eb vertoont het stroombeeld (bijlagen 6 en 8) een vrij grote zeewaartse verplaatsing van de meest kustwaartse stroomlijn, terwijl er westelijk van de zuidelijk Oostdam door de ebstroming een neer wordt aangedreven,

die, naarmate de uitbouw van de zuidelijke Oostdam vordert verder zee-
waarts uitbreidt en verder westelijk vóór de bestaande môle doordringt
zodat er zich aan de kop van de bestaande môle vloedsnelheden van 0,50 m/s
en meer kunnen gaan instellen, en tussen de zuidelijke Oostdam en de werk-
haven een tegenneer wordt aangedreven.

De neer die zich bij vloed (bijlagen 7 en 9) tussen de zuidelijke Oostdam en
de werkhaven gaat instellen draait trouwens in dezelfde richting als deze
tegenneer bij eb, terwijl er zich bij vloed ook oostelijk van de uitgebouwde
Oostdam een vrij uitgestrekte neervorming voordoet. Het onderscheid inzake
stroombeeld tussen T14A en T14C is niet significant, zodat de stroombeelden
van T14B niet werden opgenomen. Dit onderscheid doet zich echter wel
geldend aan de kop van de uitbouw der zuidelijke Oostdam (bijlage 10), waar
bij vloed de snelheden aan de kop van de westzijde naargelang een verdere
uitbouw toenemen van circa 1,50 m/s tot 2,25 m/s, terwijl de neer oostelijk
van de dam geleidelijk verder vóór de kop van de zuidelijke Oostdam door-
dringt. Bij eb is het verschil minder uitgesproken doch gaat bij T14A vanuit
het westen een neer vóór de kop doordringen.

Dit alles is trouwens ook weer te vinden in het snelheidsverloop ter plaatse
van het toekomstige damprofiel. Bij eb (bijlage 16) is de toename der snel-
heden over gans de verdere Oostdam en de eerste 500 m der LNG-dam (bij-
lage 18bis) circa 50 % ten opzichte van de To-situatie (1,00 m/s naar
1,50 m/s) terwijl voor de toestand T14A de snelheden ter plaatse van de
westzijde der zuidelijke Oostdam over circa 200 m naar zeer lage waarden
dalen. Ter plaatse van de Westdam leidt deze situatie tot een afname der
snelheden in het kustwaartse gedeelte (eerste 2500 m) en een toename der
snelheden in het zeewaartse gedeelte (niet uitgetekend in bijlage). Bij vloed
(bijlagen 17 en 18) doet er zich ter plaatse van de Westdam geen snelheids-
wijziging voor, terwijl de snelheden ter plaatse van de Oostdam 30 % en
meer toenemen (1,65 m/s naar 2,10 m/s). De snelheden aan de kop van de
westzijde der zuidelijke Oostdam lopen vrij sterk op naarmate deze verder
wordt uitgebouwd, terwijl de oostzijde bij T14C zeer duidelijk in de

luwte ligt met snelheden die over 300 m vrij snel naar nul afnemen. Waar de dwarskrachten bij eb (bijlage 19) in grootte verdubbelen is er bij vloed (bijlage 20) ten opzichte van de To-situatie slechts een zeewaartse verplaatsing der dalende tak met ongeveer 500 m te bemerken.

Inzake de gelijktijdige uitbouw van de LNG-dam in caissonvorm (T33 A en T33 B) werd de ebsituatie niet beproefd en wordt de vloedsituatie weergegeven op bijlage 11, waaruit blijkt dat zelfs bij een tussenafstand van 50 m tussen zuidelijke Oostdam en LNG-dam, de doorstroming nog vrij aanzienlijk is.

2.1.3. Volledig uitgebouwde zuidelijke Oostdam.

Wat betreft de volledige uitbouw der zuidelijke Oostdam (TD 15, fase 3) worden de stroombeelden weergegeven in de bijlagen 12 en 13. Het algemene beeld vertoont weinig verschil met de vorige toestand, behalve dat de meest kustwaartse stroomlijn verder zeewaarts wordt verplaatst (en de neervorming verder uitbreidt) zodat deze stroomlijn bij eb het toekomstig damprofiel der Oostdam gaat volgen om pas voorbij de toekomstige lichtenlijn terug kustwaarts af te buigen. De snelheden binnen de neer blijken iets af te nemen met maxima van circa 0,40 m/s.

Het snelheidsverloop ter plaatse van de toekomstige damprofielen vertoont bij eb (bijlage 16) voor de Oostdam een maximale toename van 70 % (1,00 m/s naar 1,70 m/s), voor de Westdam naast een snelheidsafname in de eerste 2500 m een maximale toename van 40 % meer zeewaarts, terwijl de LNG-dam volledig in de luwte ligt (bijlage 18bis).

Bij vloed (bijlagen 17 en 18) vertoont het snelheidsverloop langsheen de toekomstige Westdam nog steeds geen merkbaar verschil met To-situatie, terwijl de stijging ter plaatse van de Oostdam maximaal 35 % bedraagt (1m65 naar 2m25) ter plaatse van de afronding, om vervolgens sterk af te nemen. De dwarskrachten (bijlagen 19 en 20) behouden dezelfde waarde als bij de vorige toestand, doch bij eb verplaatst de piek der dwarskrachten zich circa 800 m zeewaarts.

2.1.4. Uitbouw LNG-dam.

De uitbouw der LNG-dam tot de dieptelijn Z - 10 m (TD16, fase 4) leidt inzake stroombeelden (bijlagen 14 en 15) voor de eb tot een identieke stroomconfiguratie als bij de vorige toestand, terwijl bij vloed de neer tussen de zuidelijke Oostdam en de werkhaven door de uitbouw van de LNG-dam iets beperkt wordt (maximale snelheden van circa 0,20 m/s) met een tegenneer vooraan in de bestaande haven.

Hoewel de meest kustwaartse stroomlijn door de kleine uitbouw der Westdam (600 m) daar ter plaatse lichtjes zeewaarts wordt afgeduwd, kan de invloed van deze uitbouw zowel bij eb als bij vloed als verwaarloosbaar worden beschouwd.

Het snelheidsverloop langsheen de toekomstige damprofielen vertoont bij eb (bijlage 16) geen verschil met de vorige toestand terwijl ook bij vloed (bijlagen 17 en 18) de uitbouw van 600 m Westdam geen aanleiding tot significante verschillen geeft. Ter plaatse van de Oostdam wordt de piek in het snelheidsverloop enkel circa 300 m naar het kopeinde verplaatst ten opzichte van de vorige toestand, terwijl de verdere LNG-dam (bijlage 18bis) zowel bij eb als bij vloed volledig in de luwte ligt.

De dwarskrachten (bijlagen 19 en 20) zijn zowel bij eb als bij vloed identiek aan deze van TD15.

2.2. Situatie LNG'82.

Daar bij deze situatie de toegang tot de haven voor LNG-tankers moet verzekerd zijn, werd deze uitbouwfase (fase 5) tevens iets meer als exploitatiefase benaderd. Twee parameters, zijnde de diepte van de Pas van het Zand en de lengte van de uitbouw der Westdam werden daartoe in vijf proefstanden onderzocht :

- a) LNG'82 met een uitbouw der Westdam van 1050 m en de Pas van het Zand met bodembreedte 650 m op Z - 13 m (TD17) ;

- b) LNG'82 met een uitbouw der Westdam van 2280 m en de Pas van het Zand met bodembreedte 650 m op Z-13 m (TD 22) ;
- c) LNG'82 met een uitbouw der Westdam van 1050 m en de Pas van het Zand met bodembreedte 500 m op Z-11 m (TD 32) ;
- d) LNG'82 zonder uitbouw der Westdam en de Pas van het Zand met bodembreedte 500 m op Z - 11 m (TD 34) ;
- e) LNG'82 zonder uitbouw der Westdam en de Pas van het Zand met bodembreedte 500 m op Z - 11 m, doch met een damuitbouw van circa 400 m zeewaarts aan de kop van de bestaande môle (TD 36, zie bijlage 26).

2.2.1. Stroombeelden.

- Bij eb vertoont TD 17 met een uitbouw der Westdam van 1050 m (bijlage 21) inzake stroombeeld een neer noordelijk van de LNG-dam die zich veel sterker gaat ontwikkelen dan bij de vorige fasen. De neer vóór de bestaande môle met snelheden van 0,30 tot 0,50 m/s wordt westwaarts verdrongen door de kop der LNG-dam, zodat de lichtenlijn in de invloedszone der eerstvermelde neer komt te liggen. De stroomrichtingen draaien aldus in de toegangsgeul bij het naderen van de havenmond van west over zuid naar oost, in plaats van over noord zoals bij de vorige toestanden (TD 15 en TD 16).

Het verder uitbouwen van de Westdam tot 2280 m (TD 22) duwt bij eb (bijlage 43) de neer vóór de bestaande môle terug oostwaarts, zodat de lichtenlijn terug in de invloedszone van deze neer terecht komt, en de neer vóór de LNG-dam praktisch volledig verdwijnt. De afwisselende invloed van beide neren naargelang de uitbouw van LNG-dam en Westdam op de stroomrichtingen in de lichtenlijn leidt dan ook tot stroomsituaties die zeer nauwkeurig moeten gevolgd worden.

Ten einde na te gaan in hoeverre hogervermelde neervorming kon gebroken worden, werd er voor de ebsituatie een derde toestand onderzocht (TD 36), waarbij zonder uitbouw der Westdam, aan de kop van de bestaande môle een dam circa 400 m zeewaarts werd uitgebouwd (bijlage 26).

Zoals blijkt uit bijlage 27 doet er zich in deze situatie bij eb neervorming voor, welke ter hoogte van de LNG-dam en de haveningang weinig verschil vertoont met TD 17.

- Bij vloed vertoont TD 17 een identiek beeld als de vorige fasen (bijlagen 22) met neervorming vóór de haventoeegang en in het LNG-dok, doch de verdere uitbouw der Westdam tot 1050 m veroorzaakt een bijkomende neer vóór de môle met snelheden van circa 0,50 m/s. Het verontdiepen van de Pas van het Zand tot Z = 11 m (TD 32) brengt in dit stroombeeld geen enkele wijziging teweeg (bijlage 23).

Zonder uitbouw van de Westdam (TD 34) vertoont het vloedbeeld (bijlage 25) met stroming langsheen de môle vrij sterke gelijkenis met dat van TD 16 (LND-dam tot Z = 10 m, fase 4), behalve dat de vloedstroom in plaats van het LNG-dok binnen te dringen, thans de knik in de verder uitgebouwde LNG-dam aanstroomt. Het uitbouwen van een dam aan de kop van de môle (TD 36) buigt de vloedstroom vroeger zee- waarts of (bijlage 28), geeft aanleiding tot een uitgesproken neer in de haventoeegang met snelheden van 0,30 tot 0,60 m/s en tot een vrij sterke stroomconcentratie voor de havenmond met snelheden van 1,50 m/s en meer.

Het verder uitbouwen van de Westdam tot 2280 m tenslotte (TD 22) leidt tot een totaal nieuwe vloedsituatie (bijlage 44) waarbij een neer tot ontwikkeling komt met snelheden van 0,30 tot 0,50 m/s over de ganse uitgestrektheid van de toekomstige havenuitbouw, zodat de meest kustwaartse stroomlijn nog juist binnen de toekomstige Westdam gelegen is, en praktisch samenvalt met de toekomstige Oostdam.

2.2.2. Snelheden t. p. v. de toekomstige damprofielen.

Wat betreft de snelheden langsheen de toekomstig uit te bouwen damprofielen doet er zich bij eb (bijlagen 16 en 51) voor geen enkele van de hogervermelde toestanden enige noemenswaardige wijziging voor ten opzichte van

TD 15 (fase 3) of TD 16 (fase 4). Voor de Oostdam bedraagt de maximale snelheidstoename circa 70 % (1,00 m/s naar 1,70 m/s). Voor de Westdam bedraagt de toename, die zich slechts voordoet in de laatste 1500 m, maximaal 40 %.

Bij vloed vertoont het snelheidsverloop langsheen de Westdam (bijlagen 17 en 52) zonder enige uitbouw (TD 34, TD 36) geen verschil met To, bij een uitbouw van 1050 m (TD 17) een lichte verhoging ten opzichte van To (maximaal 10 %) en bij een uitbouw van 2280 m (TD 22) een toename van circa 40 % (1,65 m/s naar 2,30 m/s).

Langsheen de Oostdam (bijlagen 18 en 53) vertonen de toestanden TD 34 en TD 36 zonder uitbouw der Westdam, geen verschil met TD 16 (fase 4) zodat zich hier een maximale snelheid voordoet van 2,25 m/s iets voorbij de afronding der Oostdam. Bij een uitbouw van 1050 m der Westdam (TD 17) verplaatsen de hoge snelheden zich verder naar het kopeinde toe met maximale snelheden van 2,10 m/s. Met een uitbouw van 2280 m der Westdam (TD 22) verlagen de snelheden langsheen de Oostdam van circa 1,65 m/s bij To tot 1,00 à 1,40 m/s, daar hier de neervorming zich reeds doet gevoelen.

Tenslotte werd nog nagegaan wat de invloed is van het zeewaarts verplaatsen van de kop der Oostdam, zoals voorgesteld in conclusie 5 en bijlage 24 van het rapport W. L. Mod. 387-1 "Onderzoek eindfase buitenhaven" (TD 31E - variante WL 2) op het snelheidsverloop langsheen deze Oostdam. Daar waar het snelheidsverloop langsheen deze alternatieve Oostdam geen verschillen vertoont met het verloop langsheen de Oostdam van TD 10 - variante 1.4 voor de situaties tot en met TD 17, is dit wel het geval bij uitbouw van de Westdam tot 2280 m (TD 22). Bij deze situatie liggen de snelheden aan de kop van de alternatieve Oostdam bij eb circa 5 à 15 %, bij vloed (bijlage 53) ongeveer 100 % hoger (0,90 m/s naar 1,80 m/s) dan bij de oorspronkelijke kop, doordat de neervorming niet zover zeewaarts doordringt.

2. 2. 3. Dwarskrachten langsheen de lichtenlijn.

Zoals de snelheden langsheen de damprofielen, wijzigen ook de dwarskrachten bij eb (bijlagen 19 en 41) niet ten opzichte van de vorige toestand TD 16 (fase 4). Bij vloed (bijlage 29) veroorzaakt de verdere uitbouw der LNG-dam zonder uitbouw der Westdam (TD 34) een verplaatsing van de afgaande tak der dwarskrachten langsheen de lichtenlijn met ongeveer 250 m zeewaarts, waarbij de toename ten opzichte van To circa 20 % bedraagt. De uitbouw van 1050 m Westdam (TD 17) veroorzaakt nogmaals een verplaatsing van 250 m zeewaarts, terwijl de uitbouw van een dam aan de kop van de môle (TD 36) tot een identieke verplaatsing aanleiding geeft, waarbij echter de stroomconcentratie vóór de havenmond, waarvan hoger reeds sprake, een verhoging der dwarskrachten veroorzaakt met ongeveer 40 % ten opzichte van TD 17.

Het verontdiepen en versmallen van de Pas van het Zand (TD 32) veroorzaakt geen significant verschil ten opzichte van TD 17, doch de piek in het dwarskrachtenverloop verplaatst zich circa 200 m landwaarts. Dit is trouwens ook merkbaar op bijlage 24, waar de snelheden langsheen de lichtenlijn voor beide toestanden werden uitgezet. Hieruit blijkt dat verdieping en verbreding der Pas van het Zand geen invloed heeft op de grootte der oppervlaktesnelheden.

Bij uitbouw van de Westdam tot 2280 m tenslotte (TD 22) verplaatst de piek in de dwarskrachten zich mee zeewaarts met een maximale toename van circa 80 % ten opzichte van To.

2. 3. Verdere uitbouw Oost- en Westdam.

2. 3. 1. Stroombeelden.

Zoals hoger vermeld werden drie varianten onderzocht, waarbij hetzij West- en Oostdam tegelijkertijd worden uitgebouwd (TD 18 t/m TD21), hetzij eerst de Westdam en nadien de Oostdam wordt uitgebouwd (TD 22 t/m TD 25), hetzij eerst de Oostdam en nadien de Westdam wordt uitgebouwd (TD 26 t/m TD 29).

2. 3. 1. 1. Variante 1.

Inzake stroombeeld ontstaat er bij de eerste variante zowel bij eb als bij vloed (bijlagen 30 t/m 37) een ruime neer over de ganse uitgestrektheid van de toekomstige havenuitbouw (bij eb antikloksgewijs bij vloed kloksgewijs), die door de gestadige uitbouw der beide havendammen wordt samengedrukt, om bij uitbouw fase 9 (TD 21) een stroombeeld te vertonen, identiek aan dat bij de eindsituatie (TD 10). Dit wil zeggen dat de ebstroming de kop van de westelijke havendam aanstroomt, wat aanleiding geeft tot neervorming binnen de haven (met een bijkomende neer tussen LNG-dam en Oostdam), terwijl er bij vloed neervorming ontstaat tussen beide havenkoppen, met tegeneer binnen de haven (bijlagen 69 en 70 - zie ook rapport WL. Mod. 387-1). Het zijn trouwens deze verschijnselen die er toe geleid hebben dat in rapport WL. Mod. 387-1 wordt voorgesteld de kop der Oostdam tweehonderd meter zeewaarts te verplaatsen t. o. v. deze eindsituatie. De meest kustwaartse stroomlijn wordt bij deze variante tijdens fase 7 (TD 19) buiten het damprofiel der Oostdam, tijdens fase 8 (TD 20) buiten het damprofiel der Westdam teruggedrongen.

2. 3. 1. 2. Variante 2.

Bij de tweede variante ontstaat er zowel bij eb als bij vloed een analoge situatie (bijlagen 43 t/m 50). Bij eb is de neervorming oorspronkelijk iets meer in oost-westelijke richting afgeplat om na samendrukking op het einde van fase 8 (TD 24) praktisch het stroombeeld der eindsituatie te benaderen. Bij vloed wordt de neer door uitbouw van de Westdam eerst oostelijk weggedrukt zodat het toekomstige damprofiel der Oostdam binnen de invloedszone van deze neer komt te liggen, om nadien te worden samengedrukt en na fase 9 (TD 25) een stroombeeld te vertonen, analoog aan dat bij de eindsituatie, met iets ruimere neervorming tussen de twee damkoppen.

De meest kustwaartse stroomlijn wordt bij deze variante tijdens fase 7 (TD 23) buiten het damprofiel der Westdam weggedrongen. Bij vloed zorgt de uitbouw der Westdam ervoor dat zij reeds tijdens fase 6 (TD 22) buiten het damprofiel der Oostdam wordt verdrongen, doch bij eb duurt het tot tijdens fase 9 (TD 25) vooraleer de Oostdam volledig kustwaarts van deze stroomlijn gelegen is.

2.3.1.3. Variante 3.

De derde variante leidt bij eb oorspronkelijk tot een zeer uitgebreide neer, die zich van aan de LNG-dam tot 1 kilometer westelijk van de toekomstige Westdam uitstrekt (TD 26 - bijlage 56). Deze neer is na fase 7 (TD 27) reeds iets beperkter in omvang (bijlage 58), doch wordt pas na fase 8 (TD 28) volledig binnen het toekomstige havengebied teruggedrongen (bijlage 60). Enig voordeel hiervan zou zijn dat de ebsnelheden in het kustwaartse gedeelte van de toekomstige Westdam zeer laag zijn. Na fase 9 (bijlage 62) wordt het stroombeeld ook hier analoog aan dat van de eindsituatie (bijlage 62).

Bij vloed ontstaan er vrij ingewikkelde stroompatronen, waarbij een drievoudige neer na fase 6 (TD 26), zijnde twee kleine neren vóór de bestaande môle en één meer uitgestrekte neer vóór de huidige havenmond en de LNG-dam met snelheden tot 0,80 m/s (bijlage 57), na fase 7 (TD 27) overgaat in één enkele neer van de Westdam tot noordelijk de zuidelijke Oostdam, weer met hoge snelheden en een tegenneer in de huidige havenmond (bijlage 59). Na fase 8 (TD 28) vertoont het stroombeeld terug een drievoudige neer tussen beide havendammen, ditmaal met iets lagere snelheden (bijlage 61). Hierbij dient vermeld dat hogervermelde stroomtoestanden op model soms onstabiel werden zodat deze neren zich gingen verplaatsen en de neer, uitgetekend op bijlage 59 zich op bepaalde ogenblikken splitste in twee neren.

Na fase 9 (bijlage 63) wordt ook hier het stroombeeld der eindsituatie bereikt. De meest kustwaartse stroomlijn wordt bij deze variante pas tijdens fase 9 volledig buiten het damprofiel der Westdam weggedrongen. Bij eb bevindt deze stroomlijn zich reeds tijdens fase 6 buiten het damprofiel der Oostdam, doch bij vloed wordt de kop van het uitgebouwde gedeelte der Oostdam aangestroomd tot deze volledig klaar is.

2.3.2. Snelheden t. p. v. de toekomstige damprofielen.

Wat betreft de snelheden langsheen de toekomstige damprofielen kan gesteld dat deze in de huidige situatie (To) over de ganse verdere lengte van Oost- en Westdam (zeewaarts van de punten 539 en 578 op bijlage 2) bij eb circa 1,00 m/s, bij vloed circa 1,65 m/s bedragen. In tabellen 2a en 2b worden de snelheden langs deze damprofielen geschematiseerd weergegeven voor de situaties TD 17 t/m TD 29 (fase 5 t/m 9 voor de drie varianten).

TABEL 2a - SNELHEDEN LANGS TOEKOMSTIGE DAMPROFIELEN (GESCHEMATISEERD).

EB

O = langsheen de Oostdam
W = langsheen de Westdam

Va-riante	Fase	Model-toestand	(m)	(m)		(m/s nat.)										
			Uitbouw Westdam	Uitbouw Oostdam		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400
1	-	To	-	-	O	0,40	0,75	0,85	1,05	1,10	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	-
					W	0,00	0,55	0,90	0,95	1,10	1,05	0,95	0,95	0,95	0,85	0,75
	5	TD17	1050	1975	O	-	-	-	-	1,45	1,50	1,65	1,75	1,45	1,30	-
					W	-	-	0,25	0,45	0,75	0,95	1,10	1,20	1,35	1,40	1,25
	6	TD18	1850	2375	O	-	-	-	-	-	1,65	1,65	1,45	1,00	0,75	-
					W	-	-	-	-	0,40	0,60	0,85	1,05	1,20	1,35	1,25
	7	TD19	2680	1795	O	-	-	-	-	-	-	0,30	0,70	0,40	0,40	-
					W	-	-	-	-	-	-	0,85	1,00	1,15	1,15	1,00
	8	TD20	3480	3195	O	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,35	0,40	-
				W	-	-	-	-	-	-	-	-	0,80	1,00	1,00	
	9	TD21	4090	3795	O	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	
				W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85	
2	6	TD22	2280	1975	O	-	-	-	-	1,45	1,45	1,50	1,75	1,35	0,95	-
				W	-	-	-	-	-	-	0,60	0,80	1,00	1,15	1,20	1,25
	7	TD23	3480	1975	O	-	-	-	-	1,45	1,45	1,60	1,70	1,40	1,10	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	1,05	1,05	1,05
	8	TD24	4360	2275	O	-	-	-	-	-	1,60	1,60	1,30	0,70	0,55	-
				W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9	TD25	4360	3495	O	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,25	-
				W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	6	TD26	1050	3195	O	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,40	0,35	-
				W	-	-	0,20	0,20	0,25	0,50	0,95	1,15	1,30	1,30	1,30	1,20
	7	TD27	1475	4010	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					W	-	-	-	0,20	0,35	0,65	0,95	1,15	1,30	1,30	1,20
	8	TD28	2680	4010	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				W	-	-	-	-	-	-	0,85	1,00	1,20	1,30	1,20	
	9	TD29	3890	4010	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	0,45

TABEL 2b - SNELHEDEN LANGS TOEKOMSTIGE DAMPROFIELEN (GESCHEMATISEERD).

VLOED

O = langsheen de Oostdam

W = langsheen de Westdam

Va- riante	Fase	Model- toestand	(m)			(m/s nat.)										
			Uitbouw Westdam	Uitbouw Oostdam		400	800	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400
1	-	To	-	-	O	0,60	1,00	1,45	1,55	1,55	1,75	1,65	1,60	1,55	1,35	-
					W	0,50	1,05	1,25	1,60	1,65	1,70	1,80	1,50	1,60	1,45	1,30
	5	TD17	1050	1975	O	-	-	-	-	1,75	2,00	2,05	2,10	1,50	1,35	-
					W	-	-	1,55	1,65	1,85	1,60	1,65	1,75	1,80	1,60	1,40
	6	TD18	1850	2375	O	-	-	-	-	-	1,70	1,55	1,60	1,90	1,45	-
					W	-	-	-	-	2,00	2,00	1,90	1,95	2,05	1,80	1,50
	7	TD19	2680	2795	O	-	-	-	-	-	-	0,80	0,75	0,55	0,35	-
					W	-	-	-	-	-	-	2,30	1,80	1,65	1,90	1,70
	8	TD20	3480	3195	O	-	-	-	-	-	-	-	0,75	0,55	0,35	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,50	0,50
2	9	TD21	4090	3795	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,30
	6	TD22	2280	1975	O	-	-	-	-	0,95	1,10	1,10	1,40	1,10	0,90	-
					W	-	-	-	-	-	2,05	2,20	2,35	2,30	2,10	1,85
	7	TD23	3480	1975	O	-	-	-	-	0,25	0,65	0,85	0,80	0,45	0,30	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	1,40	1,35	1,05
	8	TD24	4360	2275	O	-	-	-	-	-	0,55	0,80	0,50	0,35	0,30	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	TD25	4360	3495	O	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,30	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	6	TD26	1050	3195	O	-	-	-	-	-	-	-	2,45	1,75	1,35	-
					W	-	-	1,80	1,85	1,70	1,50	1,55	1,60	1,65	1,50	1,35
	7	TD27	1475	4010	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					W	-	-	-	1,55	1,45	1,40	1,40	1,50	1,55	1,50	1,40
	8	TD28	2680	4010	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					W	-	-	-	-	-	-	2,40	1,50	2,40	1,90	1,25
	9	TD29	2890	4010	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,25

Hieruit blijkt dat de snelheden langsheen de volledige Westdam zowel bij eb als bij vloed terug onder de oorspronkelijke To-waarden (respectievelijk 1,00 m/s en 1,65 m/s) dalen zodra deze dam over ongeveer 3000 à 3500 m is uitgebouwd, conclusie die voor de drie varianten dezelfde blijft, hoewel deze uitbouw lengte bij de eerste variante tijdens de achtste bouw-fase (TD 20), bij variante 2 tijdens de zevende bouw-fase (TD 23) en bij variante 3 pas tijdens de negende bouw-fase (TD 29) bereikt wordt.

Tijdens de voorafgaande fasen lopen de snelheden langsheen de Westdam bij eb op tot 1,20 à 1,35 m/s over de laatste 1500 m vanaf de kop, terwijl ze bij vloed toenemen tot circa 2,30 m/s op het einde van de fase voorafgaand aan deze gedurende welke de snelheden terug onder de huidige snelheden dalen (respectievelijk fase 7 (TD 19), fase 6 (TD 22) en fase 8 (TD 29)).

Voor de eerste variante nemen de snelheden langsheen de Oostdam terug af tot de To-waarden of minder tijdens de zevende bouw-fase (TD 19), dit wil zeggen bij een uitbouw van circa 2500 m. Ook in de tweede variante kan gesteld dat bij een uitbouw van 2500 m à 3000 m de ebsnelheden onder 1,00 m/s dalen (tijdens de achtste bouw-fase - TD24), doch bij vloed gaat de verdere uitbouw van de Westdam het toekomstig damprofiel der Oostdam reeds gedurende de zesde bouw-fase (TD 22) zonder enige verdere uitbouw in de luwte brengen. Bij variante 3 gaan de snelheden langsheen de Oostdam bij eb reeds tijdens de zesde bouw-fase dalen tot 1,00 m/s of minder, doch bij vloed dient deze volledig te worden uitgebouwd met hoge snelheden aan de kop die op het einde van de zesde bouw-fase (TD 26) reeds oplopen tot 2,00 à 2,40 m/s en die ook op het einde van de zevende bouw-fase (TD 27) aan de eigenlijke kop van de Oostdam nog steeds 2,00 à 2,20 m/s bedragen.

Tenslotte dient vermeld dat de snelheden aan de kop van de Oostdam bij eb en bij vloed circa 25 % hoger liggen voor de fasen 6 en 7 van variante 1, wanneer deze kop 200 m zeewaarts zou verschoven worden (TD 31 E - zie

rapport W. L. Mod. 387-1). Bij de fasen 6, 7 en 8 van variante 2 liggen de snelheden ter plaatse van deze alternatieve havenkop bij eb 5 à 15 % (bijlage 51), bij vloed 100 % hoger (bijlage 53), dan ter plaatse van de havenkop in de situatie TD 10.

2. 3. 3. Dwarskrachten langsheen de lichtenlijn.

De dwarskrachten langsheen de lichtenlijn vertonen in alle varianten een geleidelijke overgang van deze bij TD 17 naar deze bij TD 10, hoewel niet steeds even snel. Schematisch staan deze dwarskrachten weergegeven in tabel 3. Bij de eerste variante wordt het dwarskrachtenverloop der eindsituatie bij eb (bijlage 41) na de zevende, bij vloed (bijlage 42) reeds na de zesde bouwphase bereikt. Bij de tweede variante is dit respectievelijk na de achtste (bijlage 54) en na de zesde bouwphase (bijlage 55), terwijl dit bij de derde variante zowel bij eb (bijlage 67) als bij vloed (bijlage 68) pas na de achtste bouwphase gebeurt.

Bij eb lopen de maxima der dwarskrachten bij variante 2 vrij geleidelijk, bij variante 1 minder geleidelijk en bij variante 3 onmiddellijk op van 200 tot 280 % der maximum dwarskrachten in de To=situatie, bij vloed lopen deze maxima bij variante 3 zeer geleidelijk, bij de varianten 1 en 2 vrij snel op van 125 tot 225 % der oorspronkelijke maxima.

Waar deze maxima bij eb en bij vloed oorspronkelijk (na de vijfde bouwphase TD 17) circa 900 m uit mekaar verschoven liggen (maximum bij eb meer zeewaarts), schuiven deze in de eerste en de tweede variante vrij snel naar mekaar toe, terwijl dit in de derde variante één bouwphase later gebeurt.

TABEL 3 - MAX. TOENAME DER DWARSKRACHTEN IN % T.O.V. TO EN AFSTAND
 MAXIMUM TOT HOOGLICHT HEIST IN M.

Bijlage 41		Bijlage 42	Bijlage 54		Bijlage 55	Bijlage 67		Bijlage 68
TD	EB	VLOED	TD	EB	VLOED	TD	EB	VLOED
17	200 3950	125 3050						
18	240 4100	150 3800	22	200 3950	180 4200	26	280 4150	130 3200
19	240 4100	225 4350	23	200 3950	225 4350	27	280 4150	137 3950
20	280 4250	225 4350	24	240 4100	225 4350	28	280 4150	175 4350
21 = 10	280 4250	225 4350	25 = 10	280 4250	225 4350	29 = 10	280 4250	225 4350

3. CONCLUSIES.

1. De uitbouw der werkhaven veroorzaakt geen noemenswaardige wijzigingen in stroombeeld en snelheden. Lichte neervorming vóór de toegang der werkhaven is niet uitgesloten.

2. De uitbouw van de zuidelijke Oostdam veroorzaakt bij eb een zware zeewaartse verplaatsing van de meest kustwaartse stroomlijn waardoor westelijk van deze dam uitgebreide neervorming ontstaat. Ook bij vloed wordt er een neer gevormd tussen de zuidelijk Oostdam en de werkhaven.

De snelheden vlak zeewaarts van het uitgebouwde gedeelte nemen zowel bij eb als bij vloed toe met 35 tot 50 %, terwijl deze toename bij eb na volledige uitbouw der zuidelijke Oostdam langsheen het verdere damprofiel zelfs 70 % bedraagt.

Bij het gelijktijdig uitbouwen van oost- en westzijde der zuidelijke Oostdam ligt de kop der westzijde bij eb in de luwte, bij het vooruitlopen van de westzijde ligt de kop der oostzijde bij vloed in de luwte.

De uitbouw van de LNG-dam tot Z - 10 m veroorzaakt geen noemenswaardige wijzigingen ten opzichte van de situatie waarbij de zuidelijke Oostdam volledig is uitgebouwd.

3. Tijdens de situatie LNG'82 leidt de verdieping en verbreding van de Pas van het Zand tot lichte snelheidsvermindering in de toegangsgeul en dus ook tot afname der dwarskrachten, hoewel deze op model uitgaande van de oppervlaktesnelheden nauwelijks merkbaar is.

De drie alternatieven, respectievelijk zonder uitbouw der Westdam, met uitbouw tot 1050 m en met uitbouw tot 2280 m leiden er bij eb toe dat de lichtenlijn der toegangsgeul achtereenvolgens in de invloedszone van tegengesteld draaiende neren komt, terwijl er bij vloed een

neer ontstaat die naargelang de verdere uitbouw der Westdam verder uitbreidt om tenslotte de ganse uitgestrektheid van de toekomstige havenuitbouw te bestrijken.

Bij eb blijft de snelheidstoename langsheen het toekomstig profiel der Oostdam circa 70 % bedragen, langsheen het zeewaarts gedeelte der Westdam 40 %. Bij vloed is de gemiddelde snelheidstoename langsheen het verdere toekomstig profiel der Westdam respectievelijk 0 %, 10 % en 40 %, naargelang de uitbouw dezer Westdam 0 m, 1050 m of 2280 m bedraagt; langsheen de Oostdam 40 % bij een uitbouw der Westdam van 0 m of 1050 m, terwijl bij uitbouw der Westdam tot 2280 m de snelheden langsheen de toekomstige Oostdam onder de oorspronkelijke To-waarden dalen. Het 200 m zeewaarts verplaatsen van de kop der Oostdam volgens TD 31E leidt aan deze kop terug tot snelheidstoename met 10 à 20 %.

De uitbouw van een dam zeewaarts van circa 400 m lengte aan de kop van de bestaande môle leidt buiten een vrij ingewikkeld stroombeeld, bij vloed tot sterke stroomconcentraties vóór de haventoeegang.

4. Tijdens de verdere uitbouw van Oost- en Westdam dient bij elk der voorgestelde varianten rekening te worden gehouden met uitgebreide neervorming die zich over de ganse uitgestrektheid van het toekomstige havengebied uitstrekt.

De ingewikkelde en wisselende stroombeelden die zich vormen bij het eerst uitbouwen der Oostdam (variante 3) alsook de hoge aanstroom-snelheden bij vloed aan de kop van het uitgebouwde gedeelte der Oostdam maken deze variante minder aangewezen.

De varianten 1 en 2 vertonen op hydraulisch gebied weinig onderscheid in algemeen verloop zodat uitvoeringstechnisch variante 1 waarschijnlijk als meest aangewezen dient vooropgesteld. Een lichte aanpassing der bouwfasering, waarbij de Westdam in aan -

vang toch iets sneller vooruitkomt dan voorzien in variante 1, kan wellicht overwogen worden ten einde bij vloed de hoge snelheden langsheen het toekomstige damprofiel der Westdam nog iets vroeger zeewaarts te verdringen.

Borgerhout, september 1978.

De Ingenieur van Bruggen en Wegen
belast met de studie,

De Hoofdingenieur-Directeur van
Bruggen en Wegen,
Directeur van het Waterbouwkundig
Laboratorium.

ir. F. WENS.

ir. P. ROOVERS.

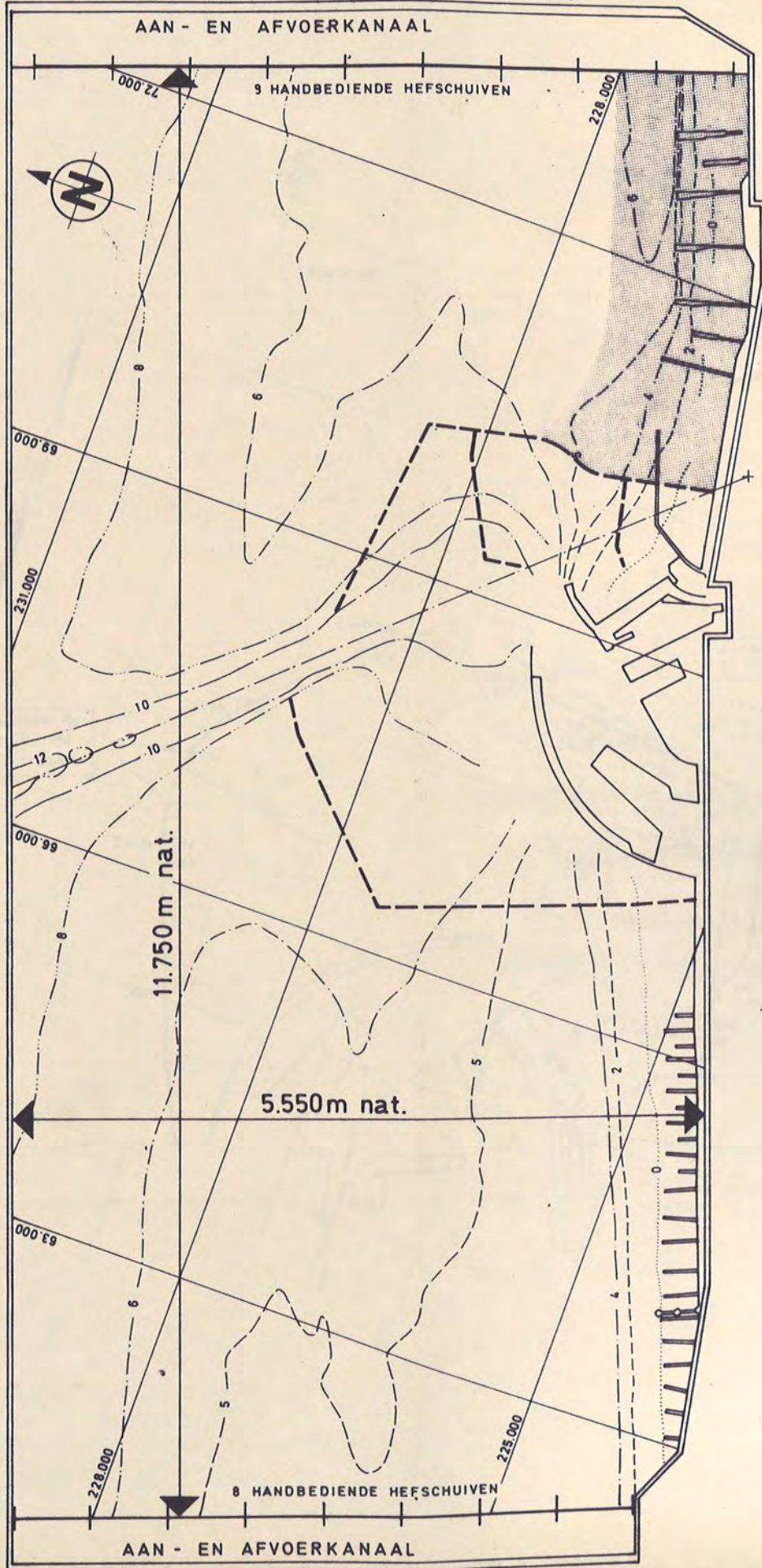
LIJST DER BIJLAGEN.

1.	Principetekening model.	
2.	Eindsituatie TD10 (variante 1.4)	
3.	Inbreng Pas van het Zand in model.	
<hr/>		
4.	Stroombeeld TD13 EB	
5.	" TD13 VL	
6.	" T14A EB	
7.	" T14A VL	
8.	" T14C EB	
9.	" T14C VL	
10.	Aanstroming uitbouw zuidelijke Oostdam.	
11.	Uitbouw LNG-dam in caissonvorm - foto's.	FASE
12.	Stroombeeld TD15 EB	1 t/m 5
13.	" TD15 VL	
14.	" TD16 EB	
15.	" TD16 VL	
16.	Snelheden damprofiel fase 1 t/m 5 EB West + Oostdam	
17.	" " " " VL Westdam	
18.	" " " " VL Oostdam	
18 ^{bis}	" " " " EB + VL LNG-dam	
19.	Dwarskrachten fase 1 t/m 5 EB	
20.	" " " VL	
<hr/>		
21.	Stroombeeld TD17 EB	
22.	" TD17 VL	
23.	" TD32 VL	
24.	Snelheden langs lichtenlijn TD 17 VL - TD 32 VL	
25.	Stroombeeld TD34 VL	SITUATIE
26.	Situatieplan dammetje kop môle.	LNG'82
27.	Stroombeeld TD36 EB	
28.	" TD36 VL	
29.	Dwarskrachten TD17 34 36 22 VL	
<hr/>		

30.	Stroombeeld	TD18	EB	
31.	"	TD18	VL	
32.	"	TD19	EB	
33.	"	TD19	VL	
34.	"	TD20	EB	VARIANTE 1
35.	"	TD20	VL	FASE 6 t/m 9
36.	"	TD21	EB	
37.	"	TD21	VL	
38.	Snelheden damprofiel var. 1	EB	West + Oostdam	
39.	"	"	"	VL West dam
40.	"	"	"	VL Oost dam
41.	Dwarskrachten var. 1	EB		
42.	"	"	VL	
<hr/>				
43.	Stroombeeld	TD22	EB	
44.	"	TD22	VL	
45.	"	TD23	EB	
46.	"	TD23	VL	
47.	"	TD24	EB	
48.	"	TD24	VL	VARIANTE 2
49.	"	TD25	EB	FASE 6 t/m 9
50.	"	TD25	VL	
51.	Snelheden damprofiel var. 2	EB	West + Oostdam	
52.	"	"	"	VL West dam
53.	"	"	"	VL Oostdam
54.	Dwarskrachten var. 2	EB		
55.	"	"	VL	
<hr/>				
56.	Stroombeeld	TD26	EB	
57.	"	TD26	VL	
58.	"	TD27	EB	
59.	"	TD27	VL	

60.	Stroombeeld	TD28	EB
61.	"	TD28	VL
62.	"	TD29	EB
63.	"	TD29	VL
64.	Snelheden damprofiel var. 3	EB	West + Oostdam
65.	"	"	VL Westdam
66.	"	"	VL Oostdam
67.	Dwarskrachten var. 3	EB	
68.	"	"	VL
69.	Stroombeeld	TD10	EB
70.	"	TD10	VL

VARIANTE 3
FASE 6 t/m 9.

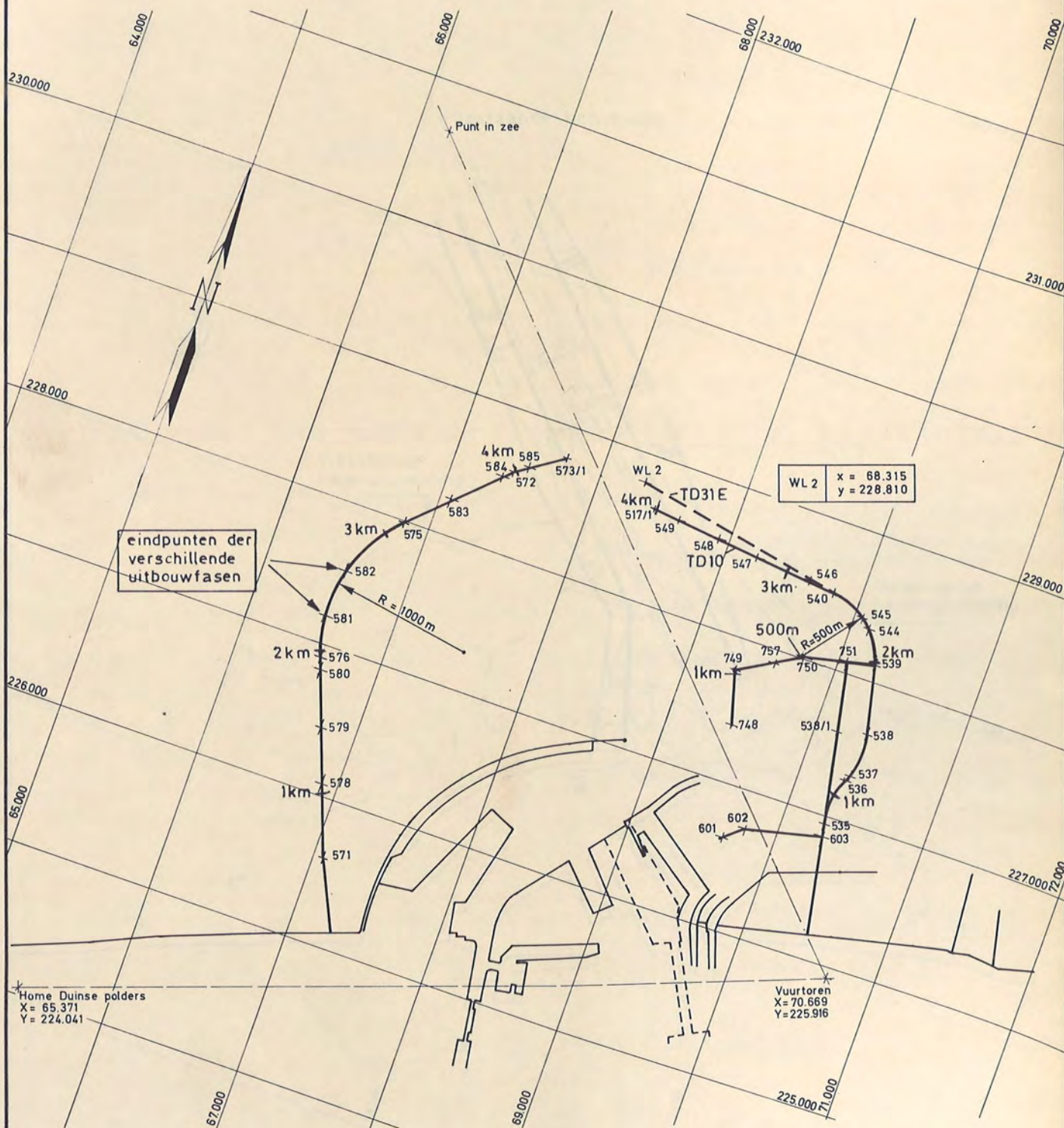




SCHAAL : 1/40.000

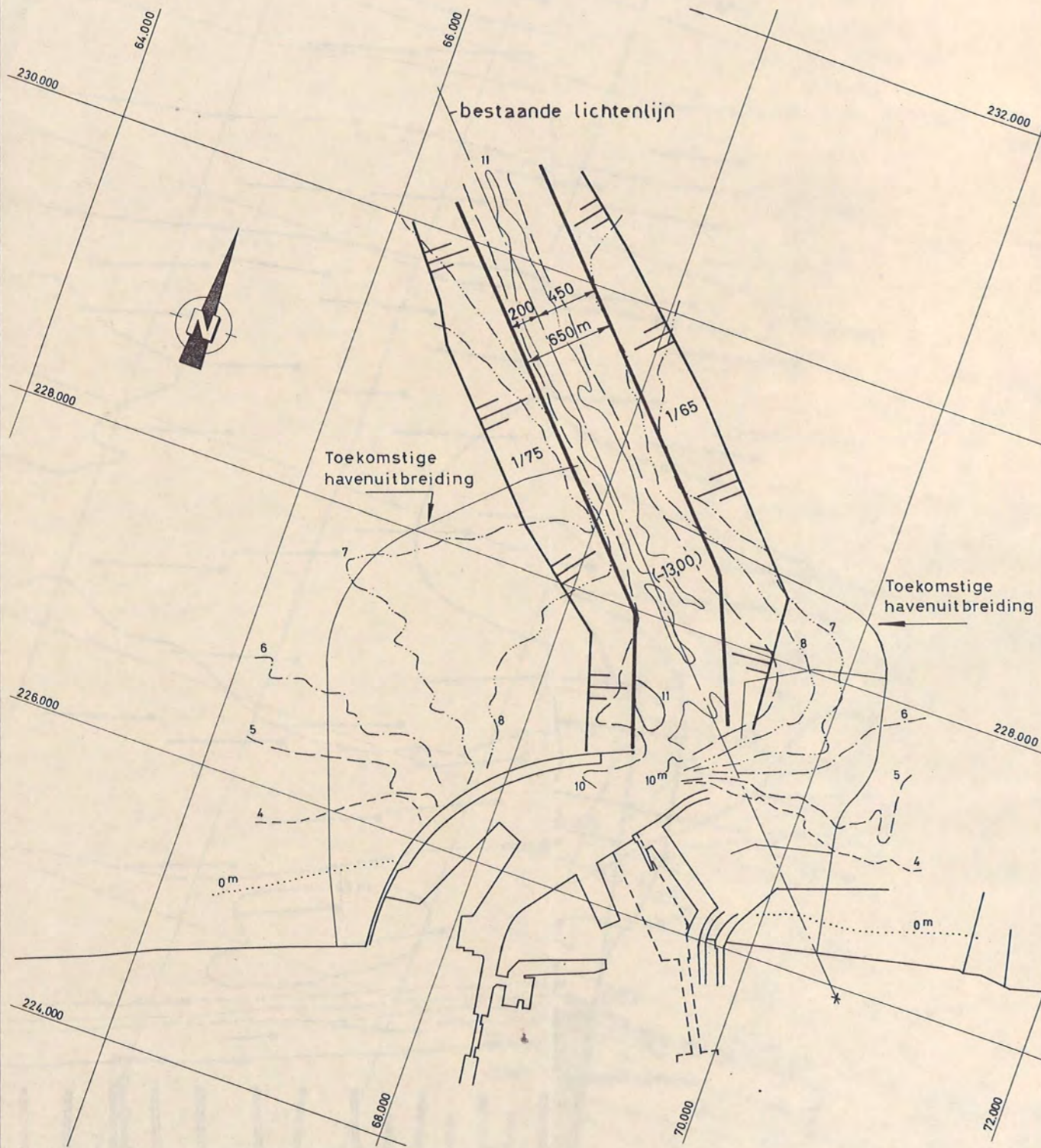
Lambert projectie

EINDSITUATIE TD 10 - VARIANTE 1.4



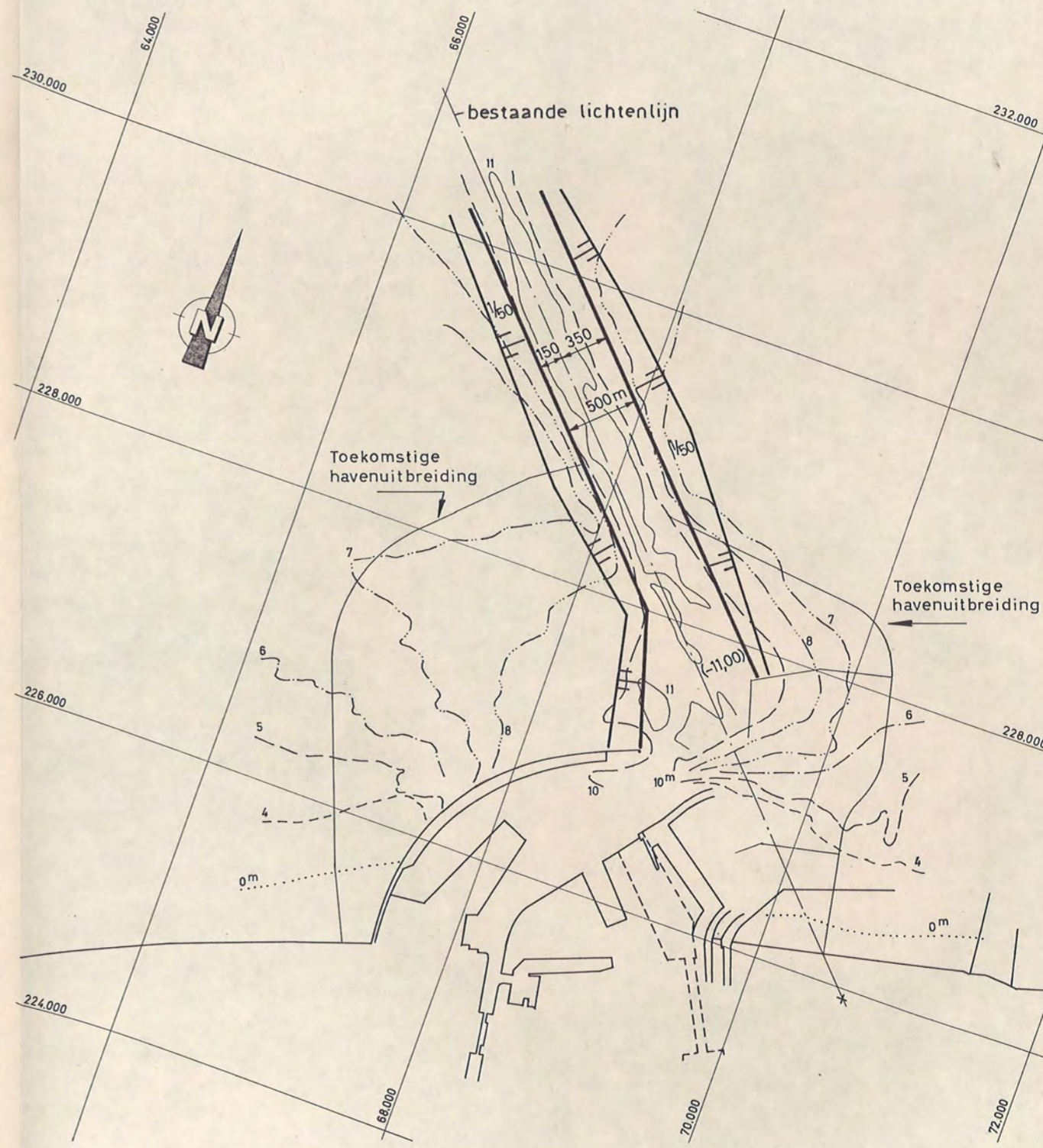
GEUL = (-13,00)

TD 13 - 29



GEUL = (-11,00)

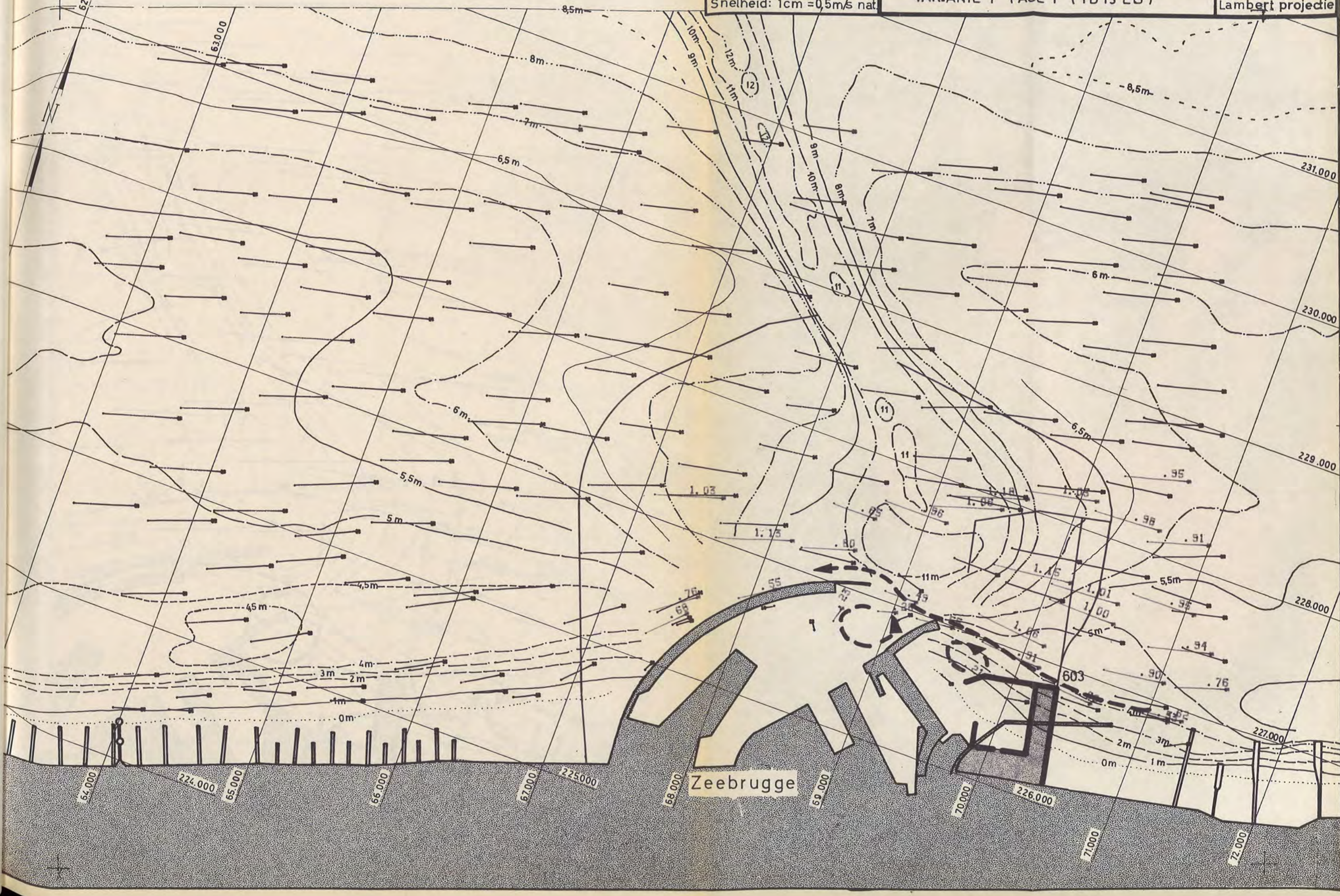
TD 32 - 36



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 1 (TD 13 EB)**

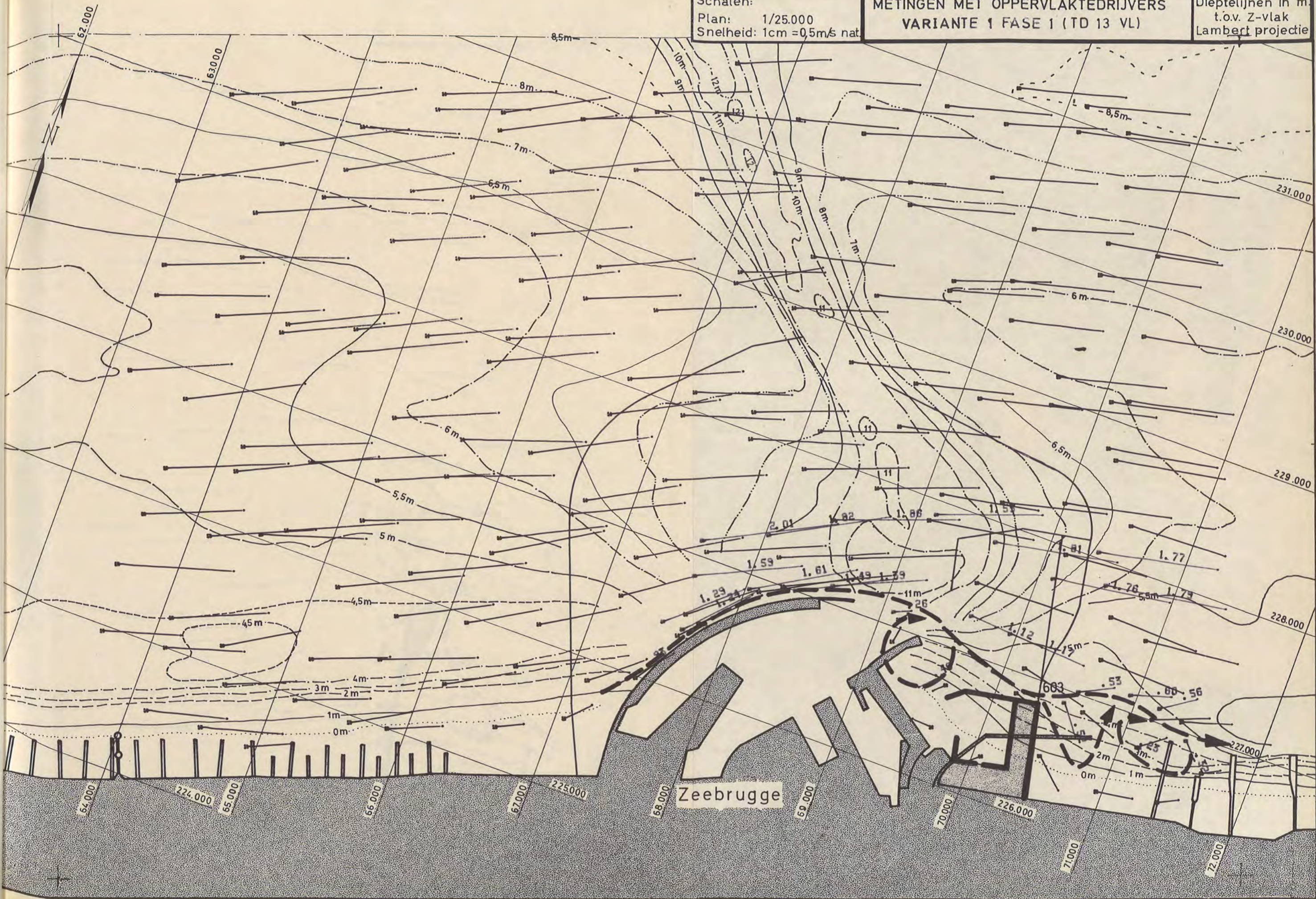
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 1 (TD 13 VL)**

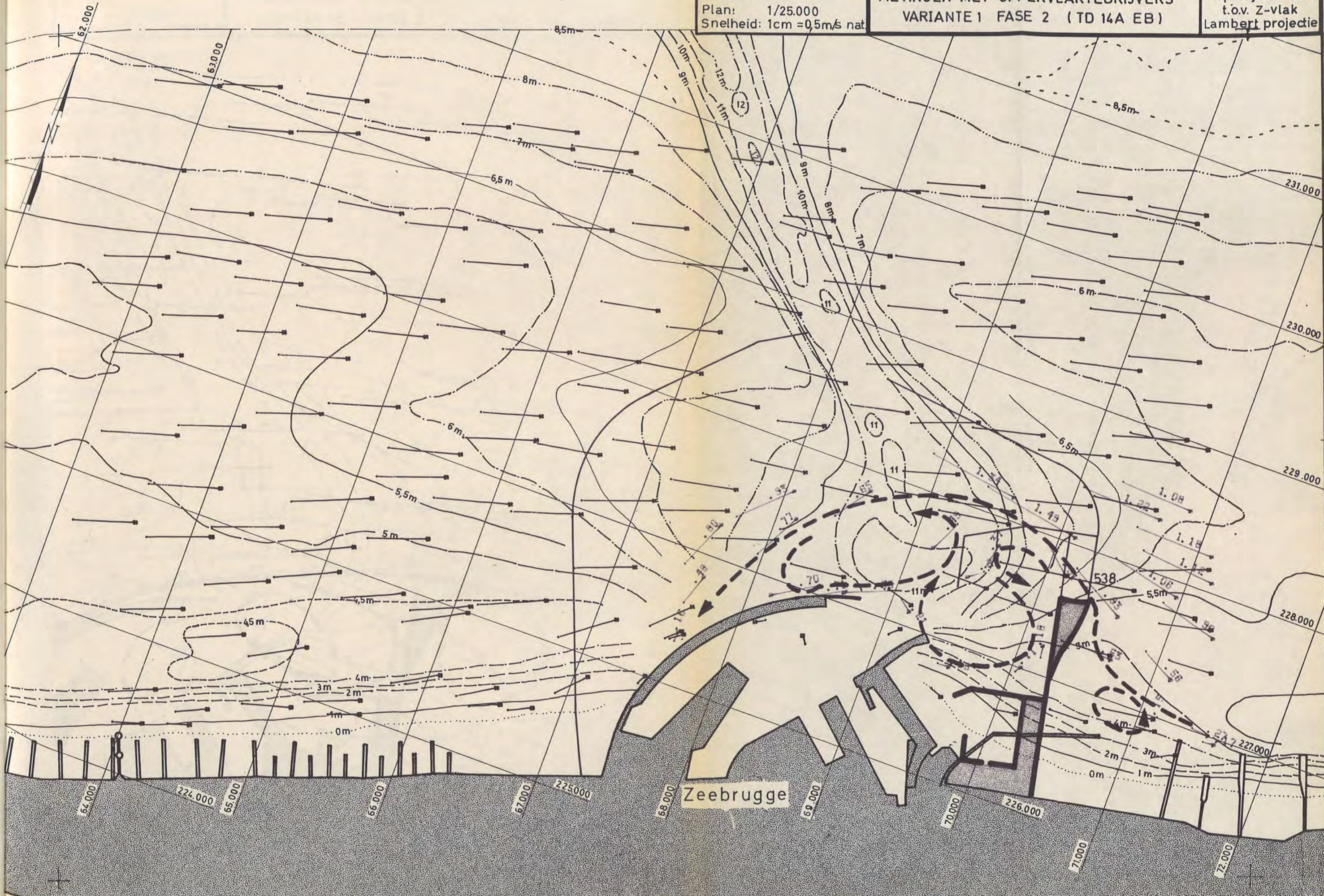
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 2 (TD 14A EB)**

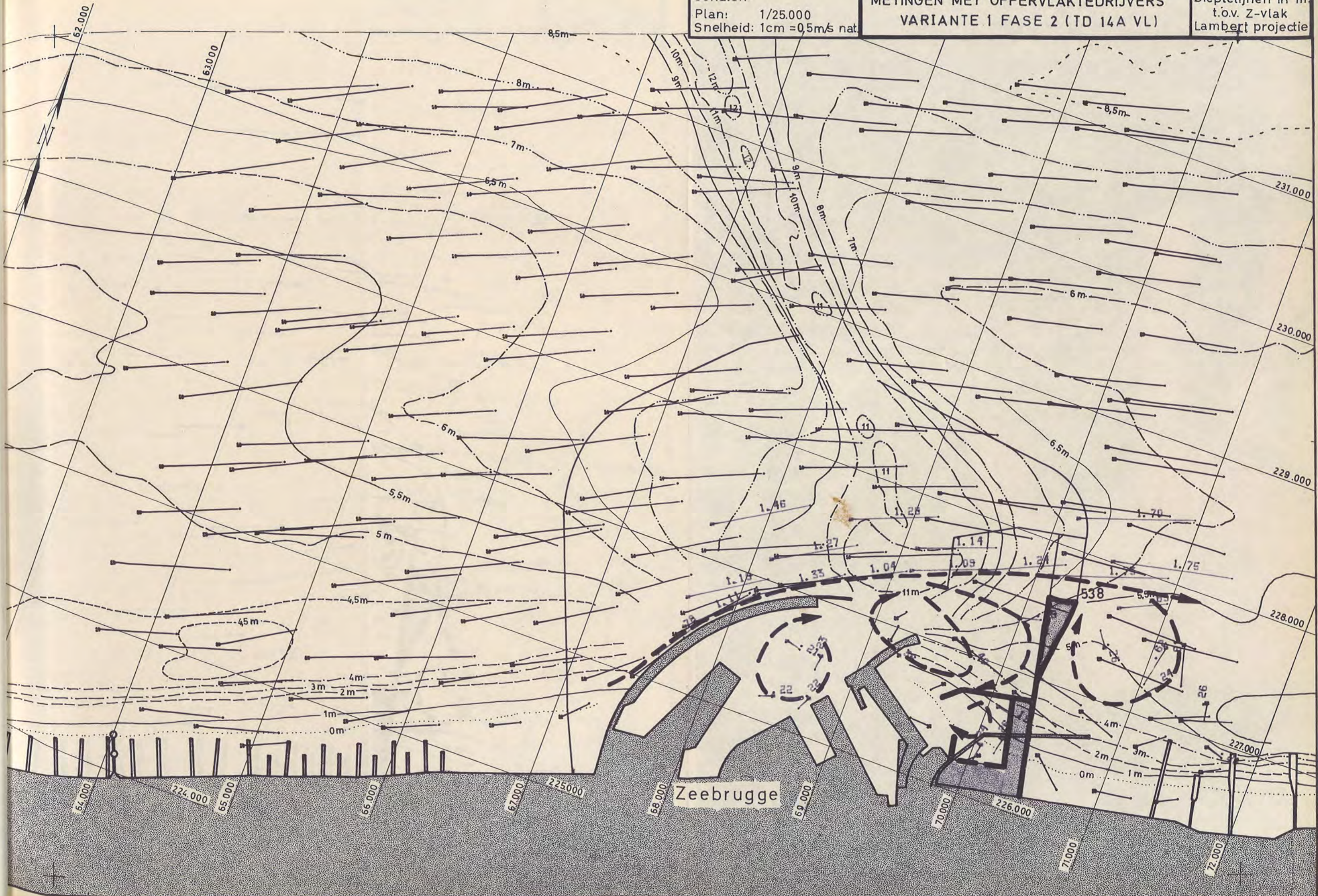
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat.

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 2 (TD 14A VL)

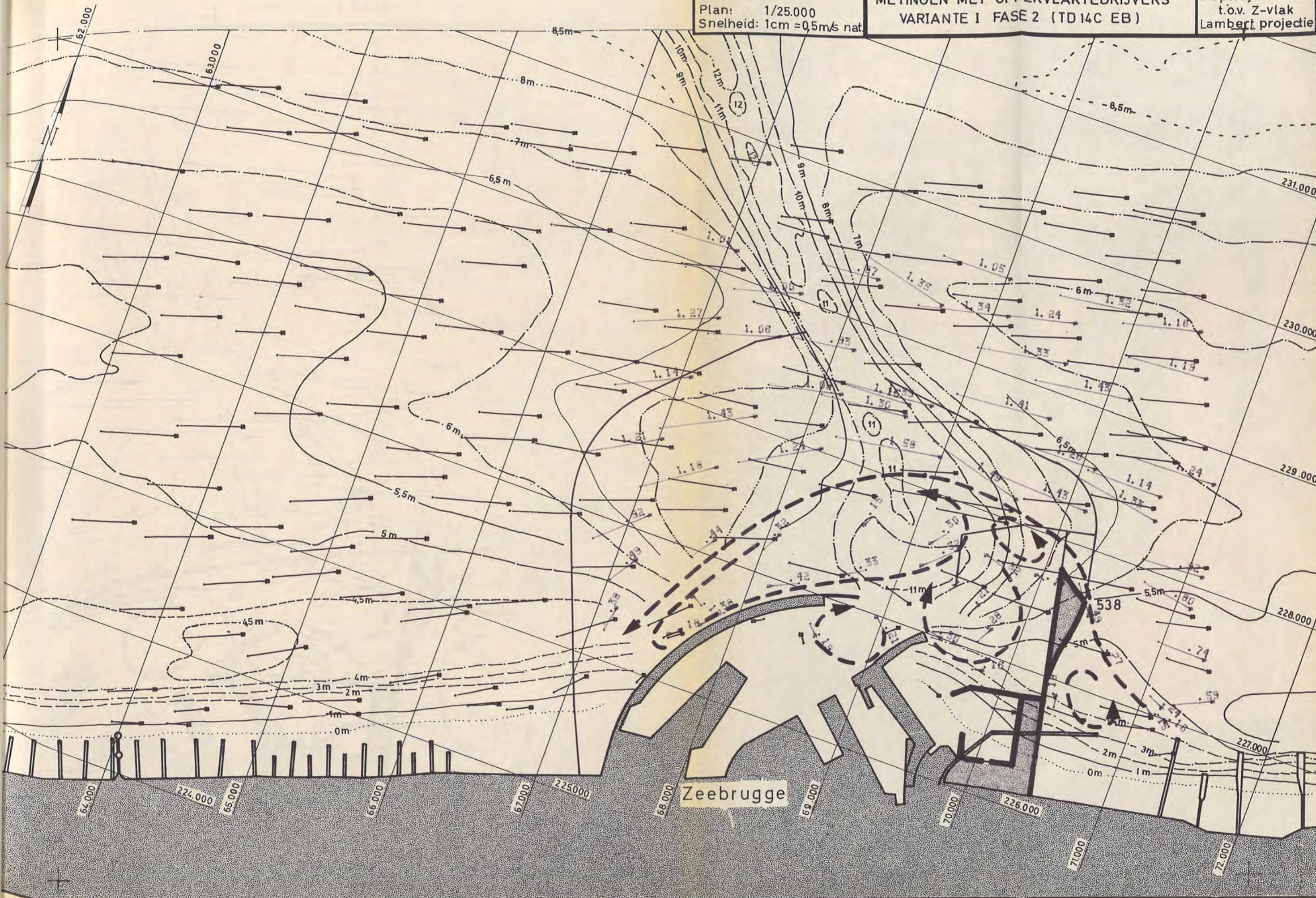
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE I FASE 2 (TD 14C EB)**

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

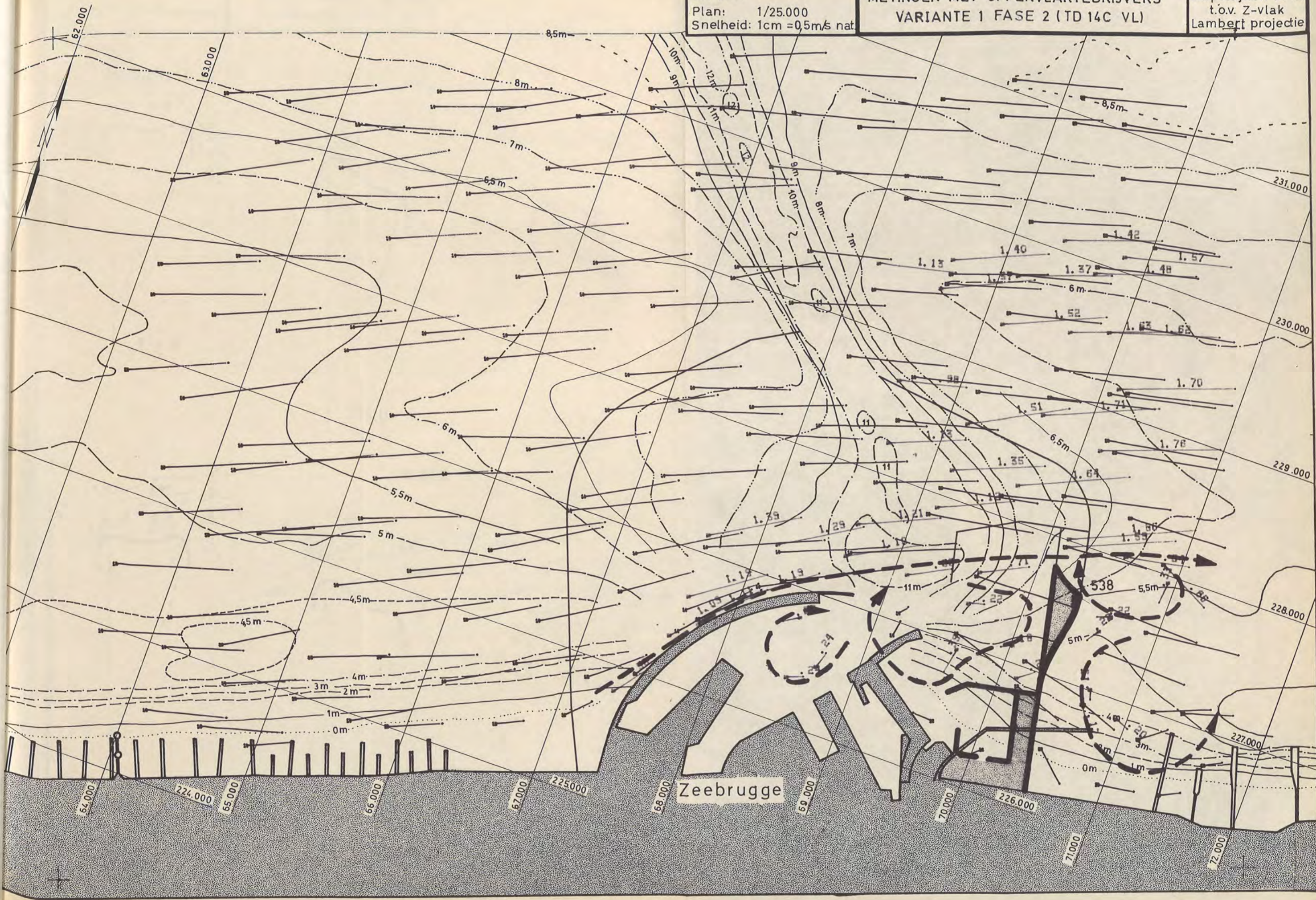
MOD.387.2 DETAILMODEL HAVENMOND
ZEEBRUGGE

Bijlage 9

Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 2 (TD 14C VL)

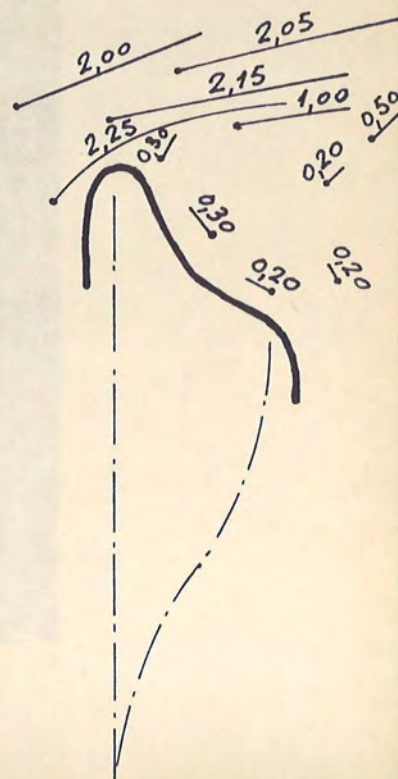
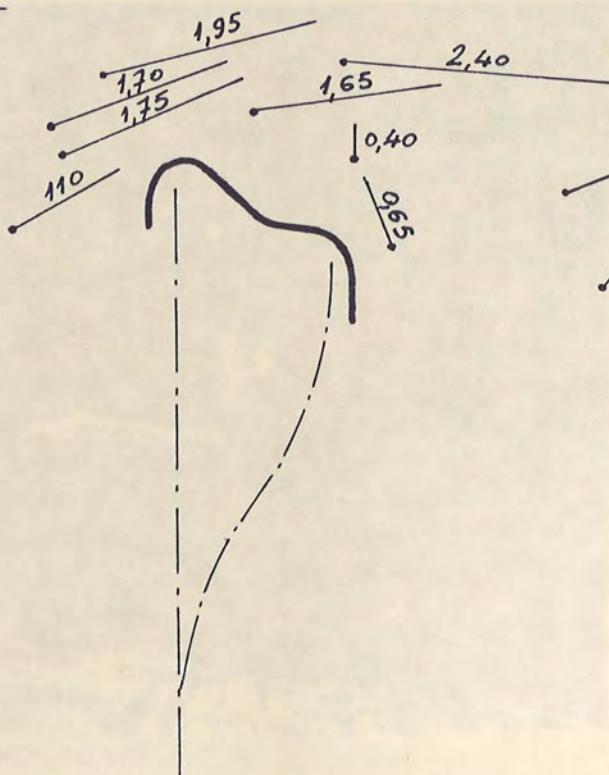
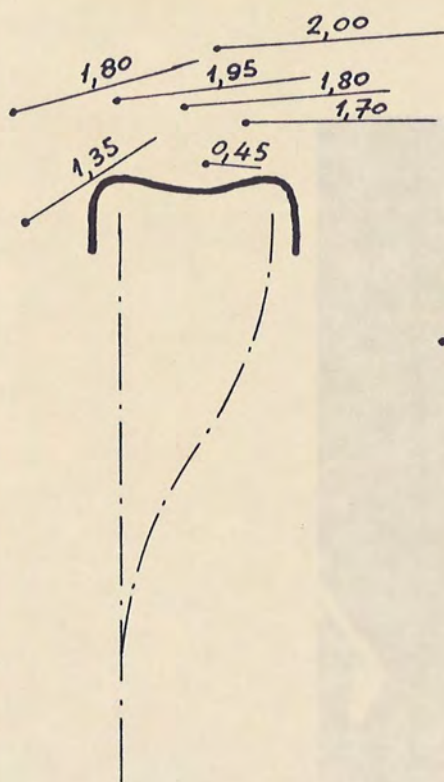
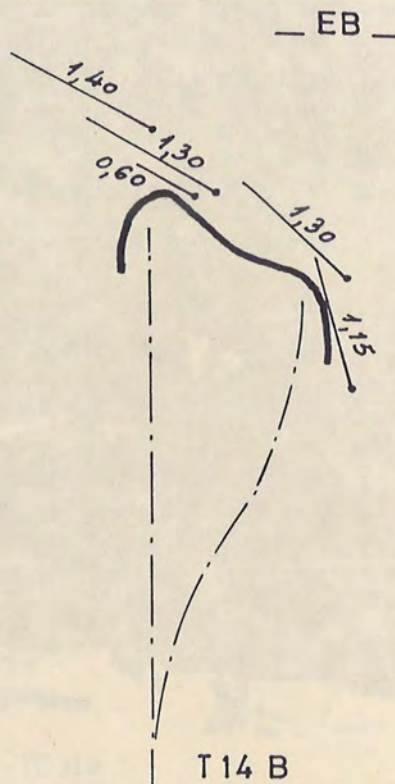
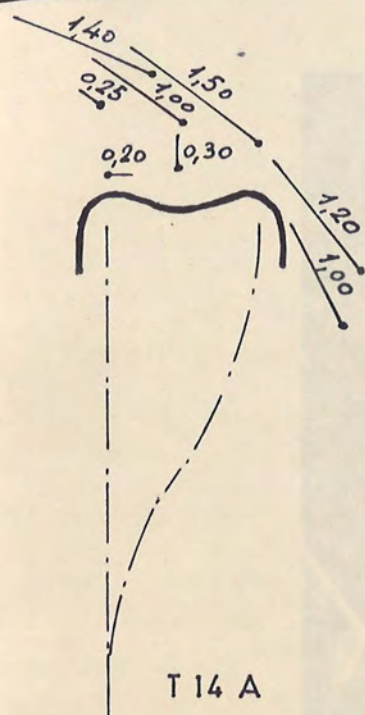
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





SCHAAL PLAN : 1/10.000
SNELHEID : 1,5 cm = 1m/s natuur

AANSTROMING UITBOUW
ZUIDELIJKE OOSTDAM





SCHALEN : PLAN 1/25.000
SNEELH. 0,6cm=1m/s nat

UITBOUW LNG-DAM IN CAISSONVORM - VLOED



TOESTAND TD33A
Tussenafstand Zuid. Oostdam-LNG.dam 250 m
Uitbouw LNG. dam 200 m

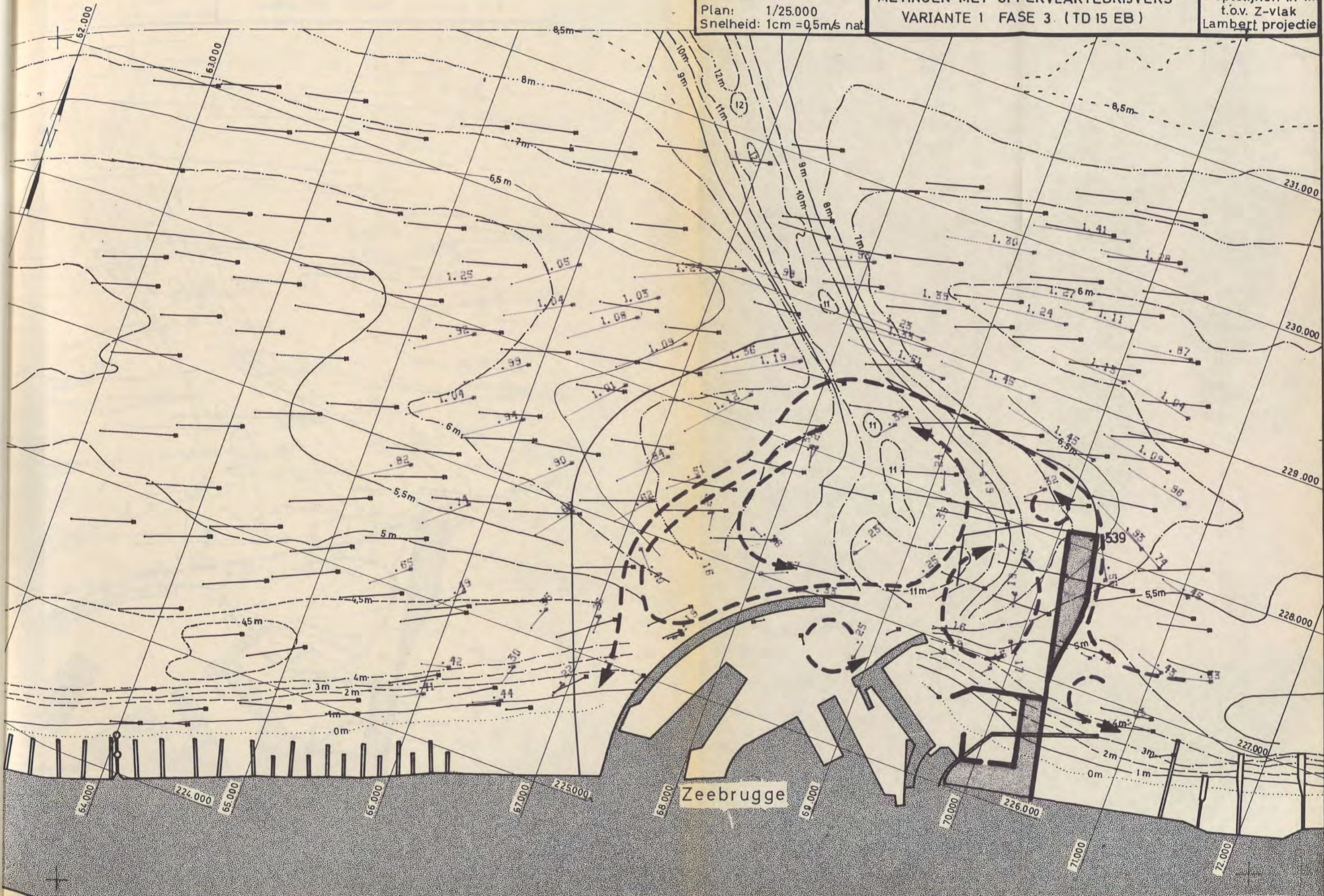


TOESTAND TD33B
Tussenafstand Zuid. Oostdam-LNG. dam 50m
Uitbouw LNG. dam 300 m

Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 3. (TD 15 EB)

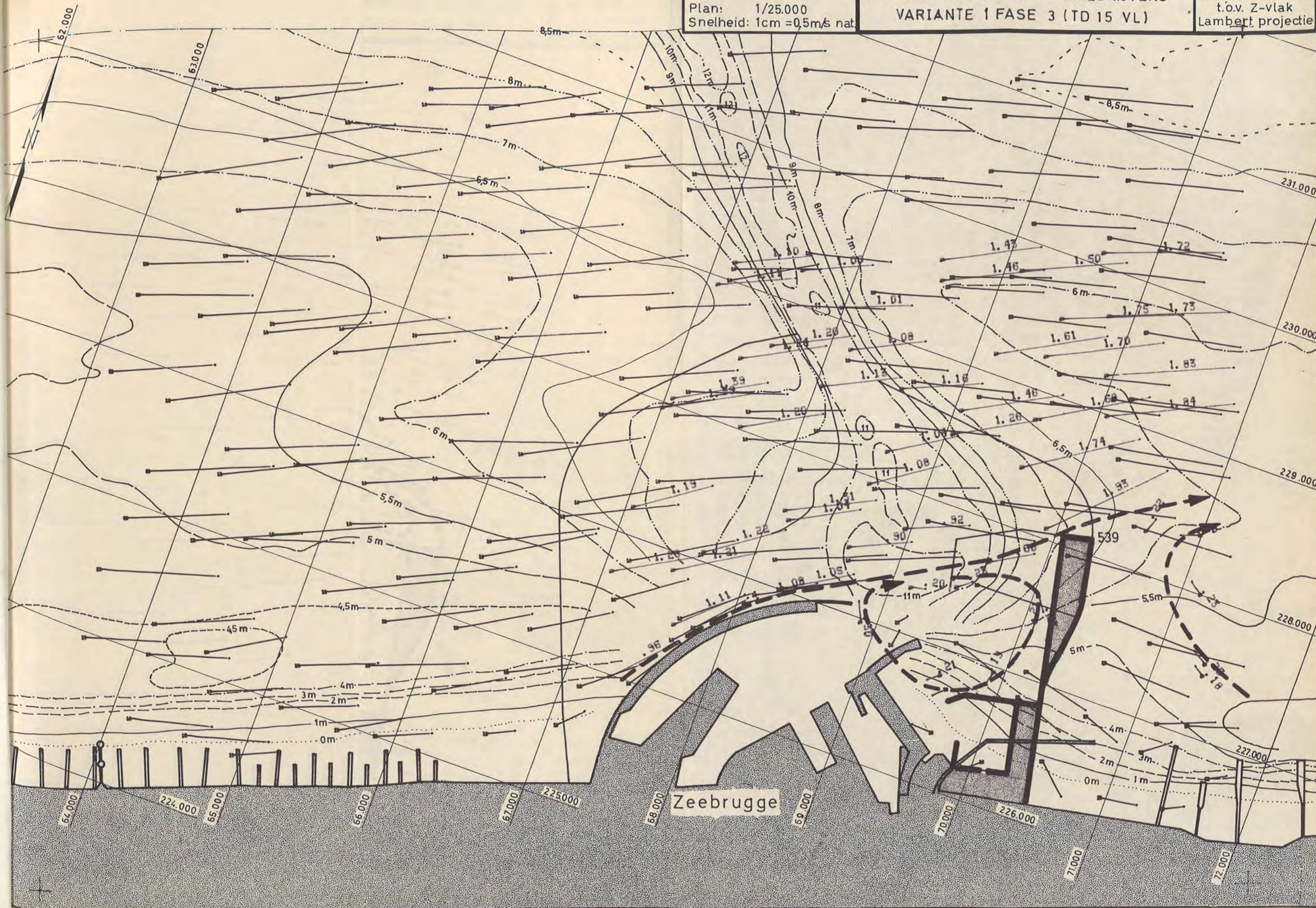
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat.

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 3 (TD 15 VL)

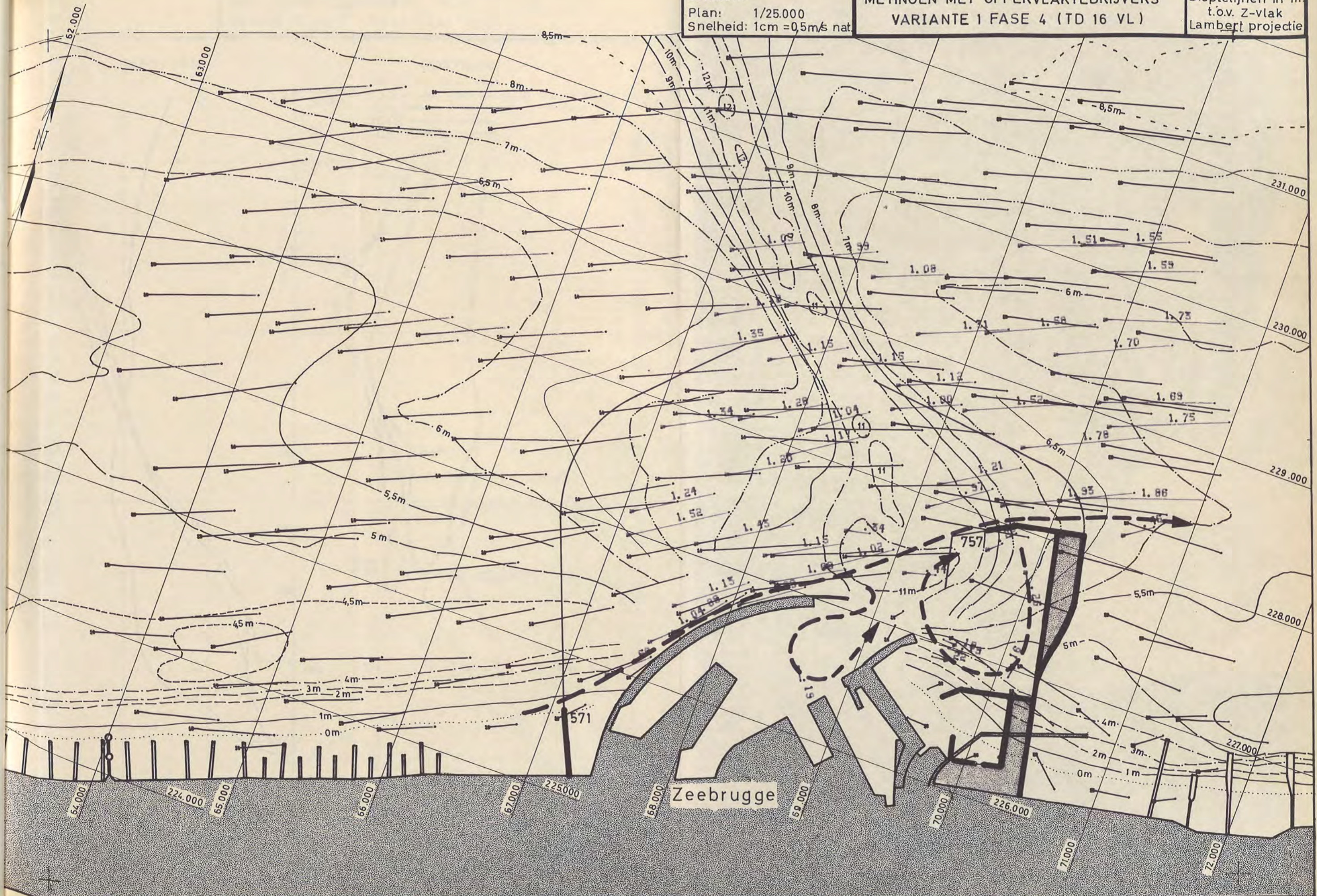
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 4 (TD 16 VL)

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

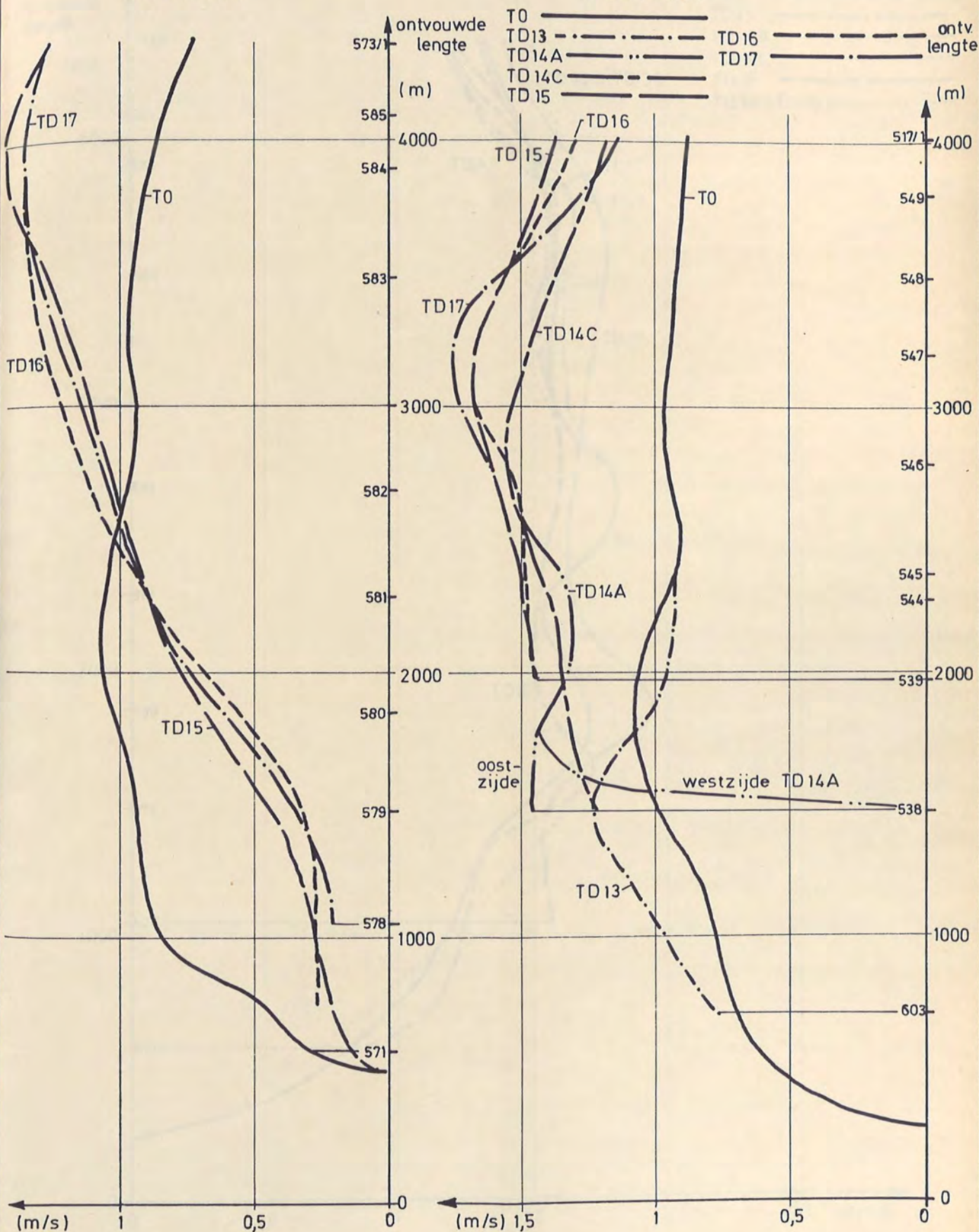


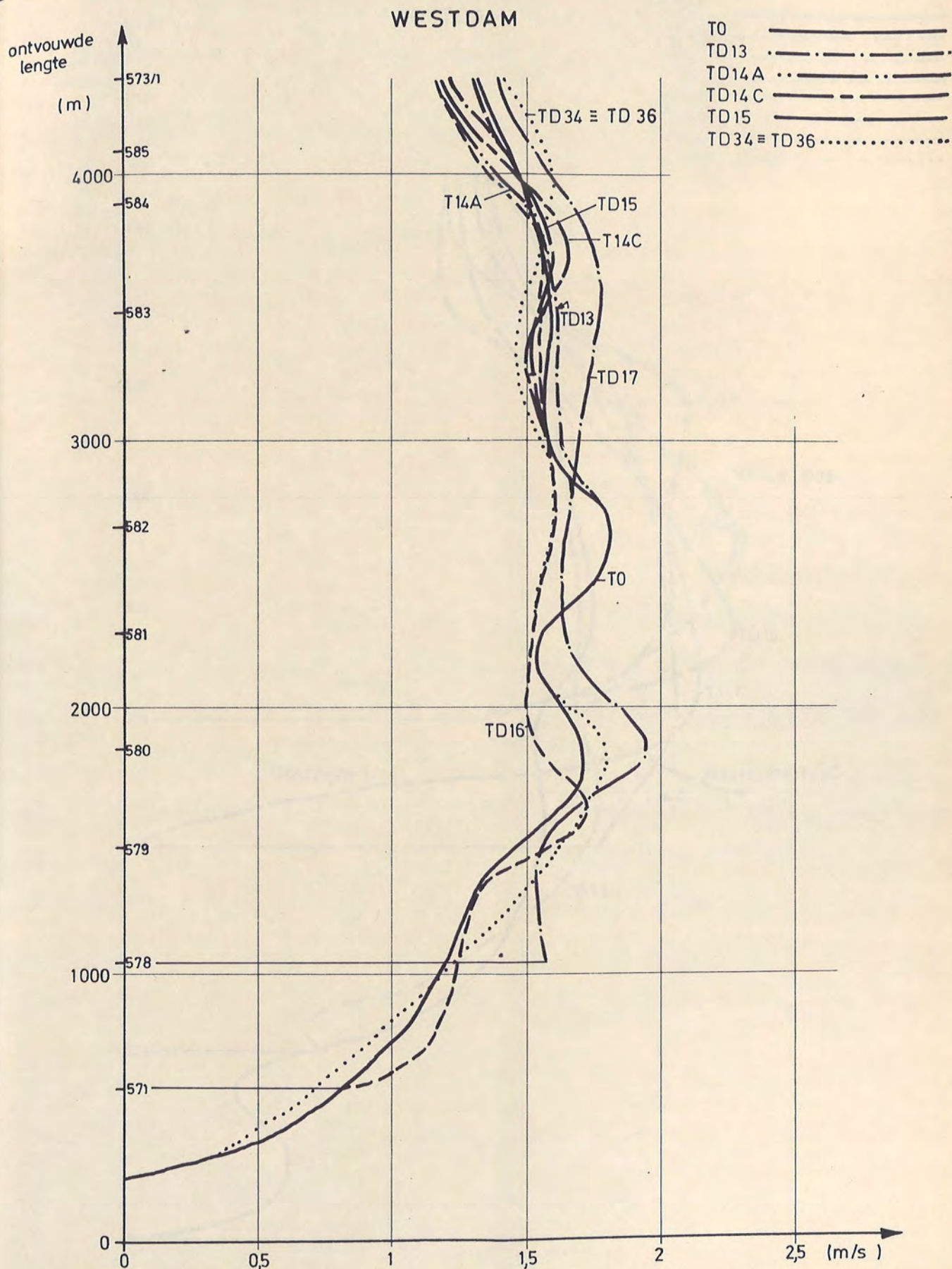


SNELHEDEN DAMPROFIEEL FASE 1 T.E.M. 5 EB
VARIANTE 1-2-3 TD13 T.E.M. TD17

WESTDAM

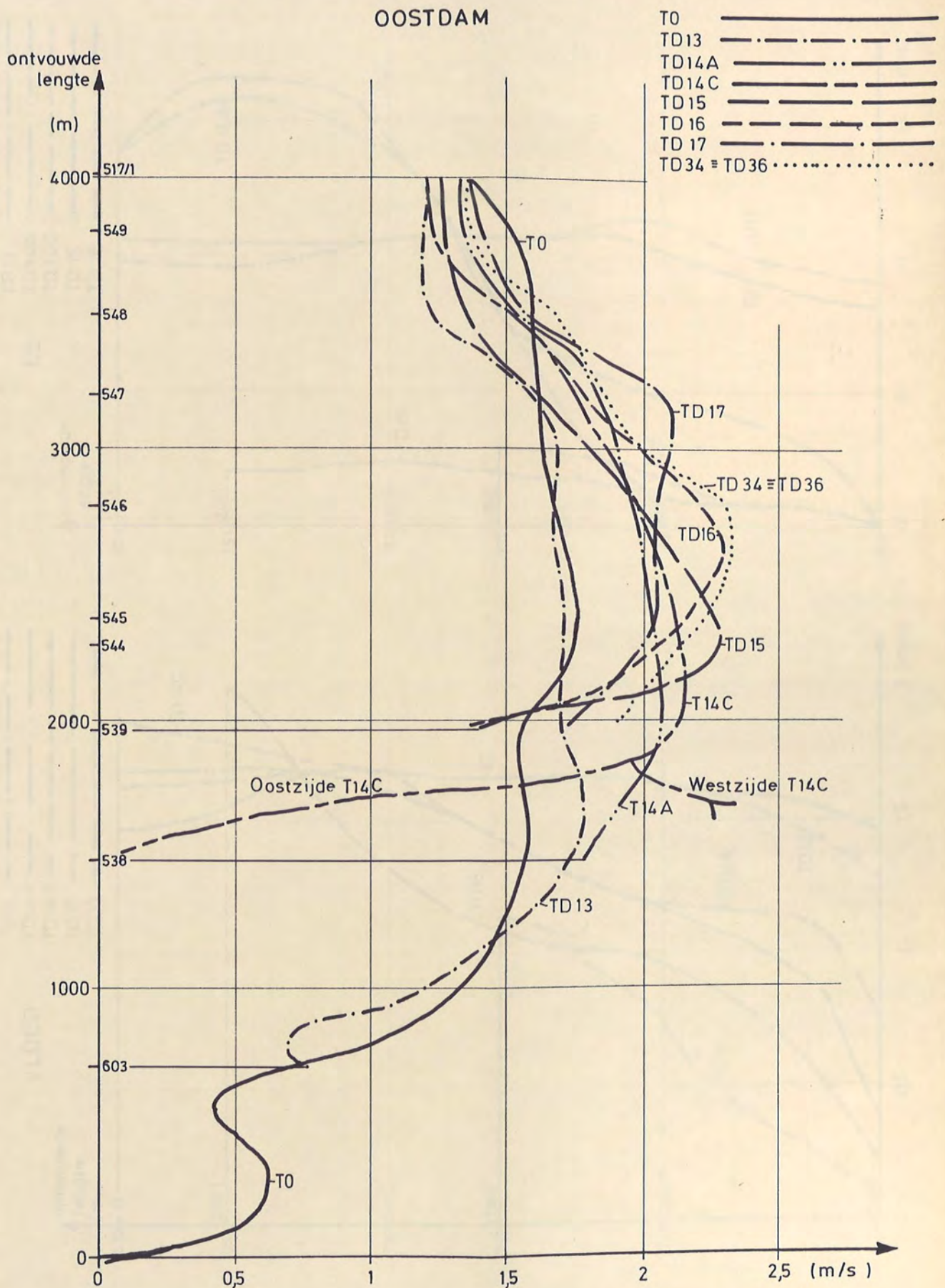
OOSTDAM



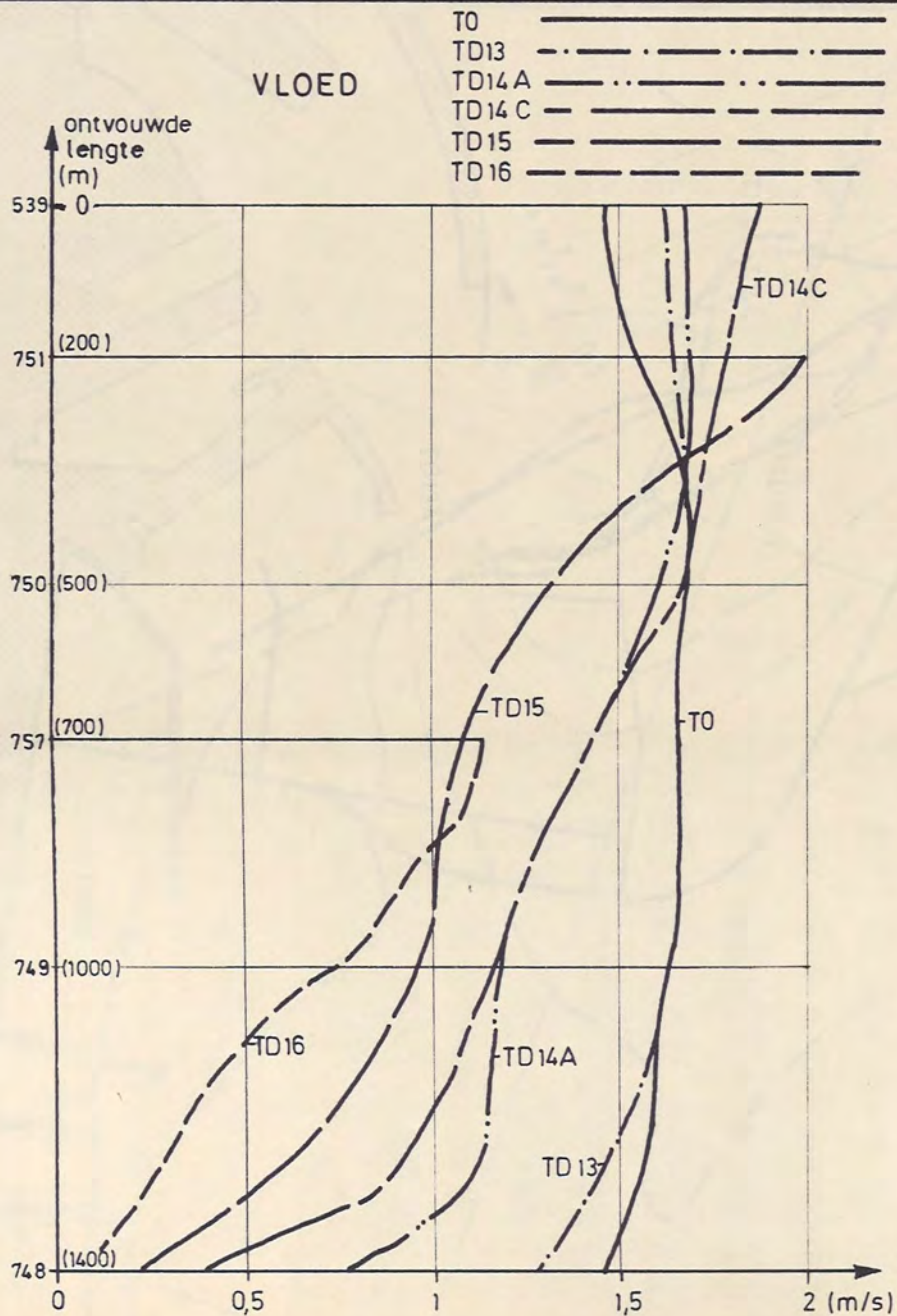




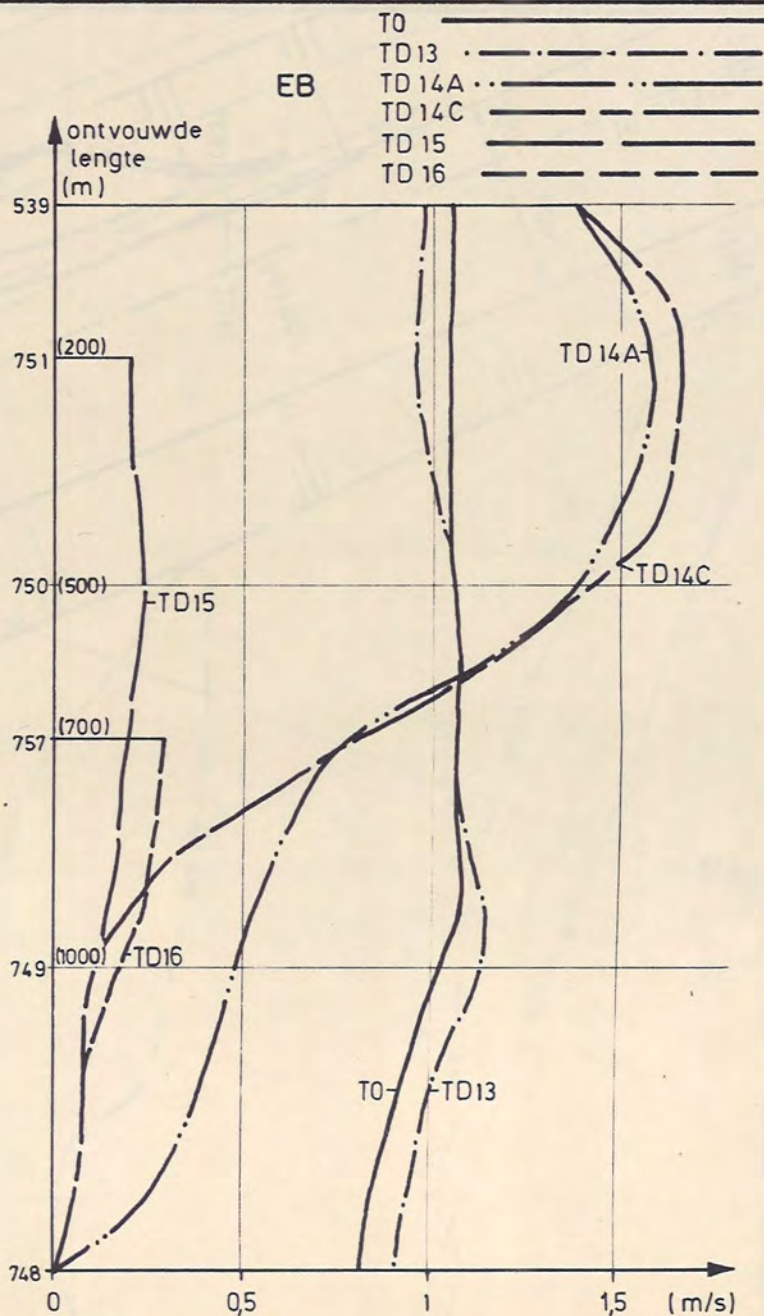
SNELHEDEN DAMPROFIEL FASE 1 t.e.m. 5 - VL - OOSTDAM
VARIANTE 1-2-3 TD13 T.E.M. TD17 - TD 34 = 36



VLOED



EB



T0	—————
TD13	- - - - -
TD14A	· · · · ·
TD14C	· · · · ·
TD15	—————
TD16	—————
TD17	- - - - -

W WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

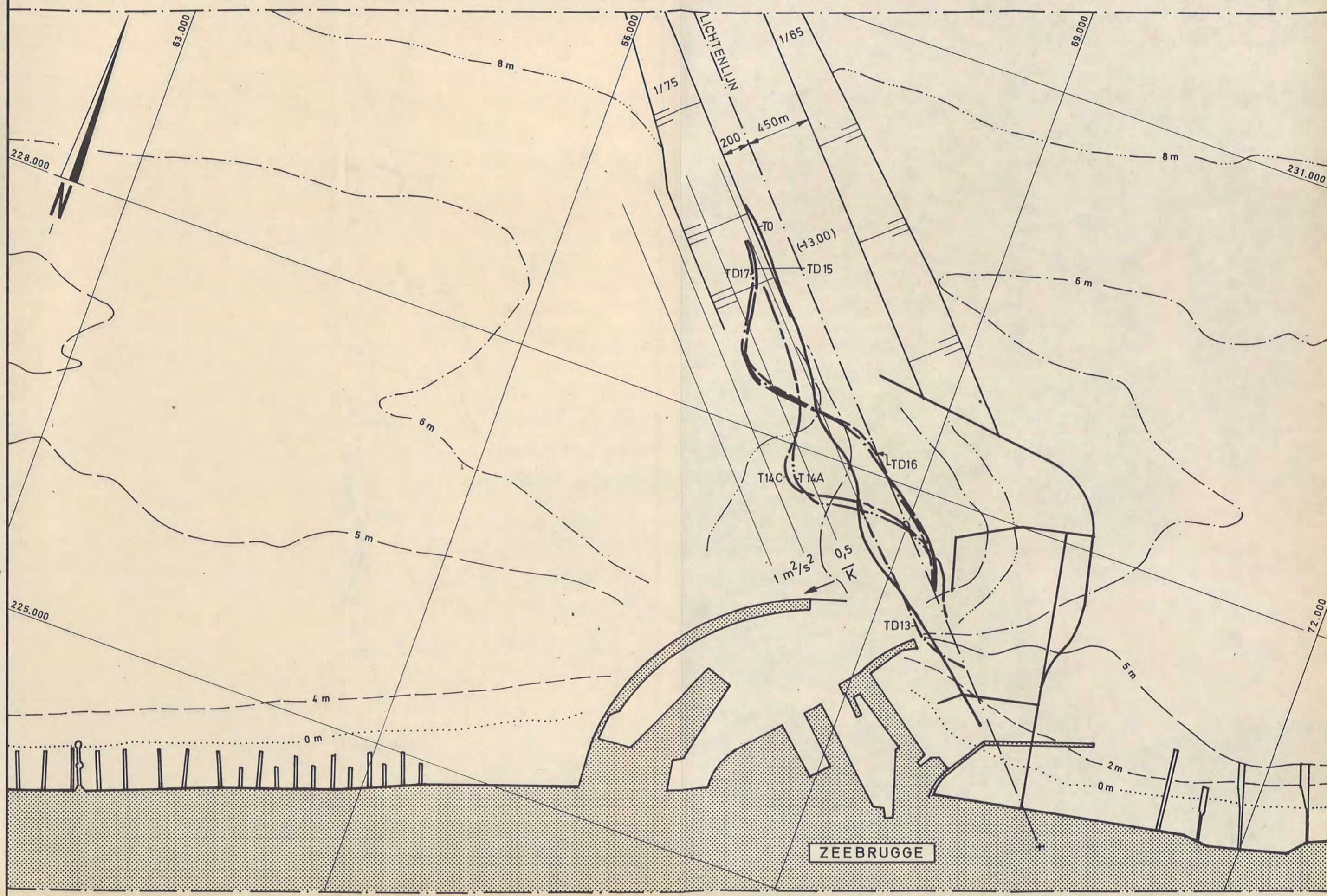
MOD. 387-2 DETAILMODEL HAVENMOND
ZEEBRUGGE

Bijlage 19

SCHALEN: Plan : 1/25.000

DWARSKRACHTEN BIJ EB-VARIANTE 1-2-3
FASE 1 T.E.M. 5 TD13 T.E.M. TD17

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



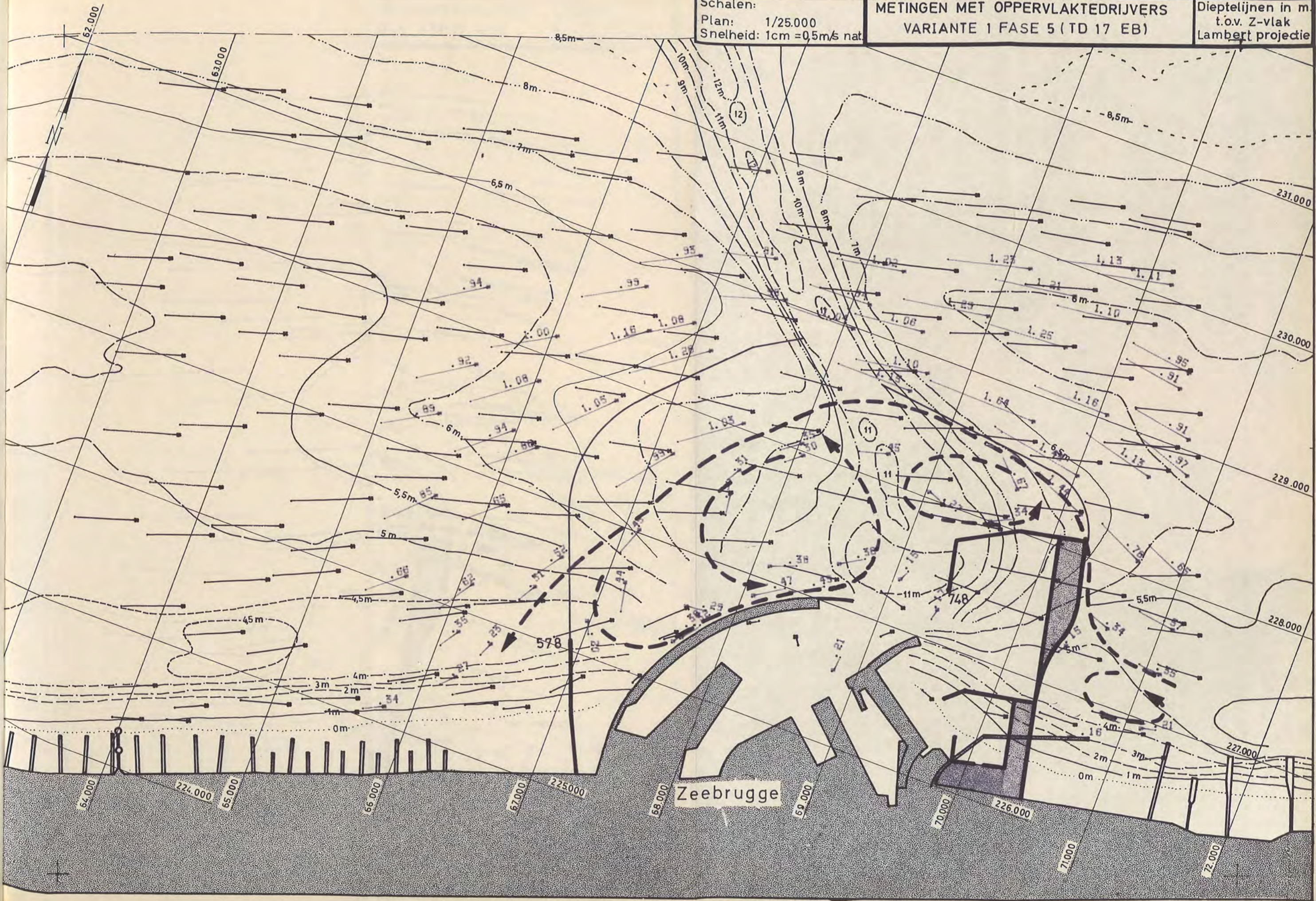
T0	—————	
TD10	— · — · —	
TD13	— · · · —	
TD14A	— · · · · —	TD17 — · — · —
TD14C	— · — · —	
TD15	— · — · —	
TD16	— · — · —	



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 5 (TD 17 EB)

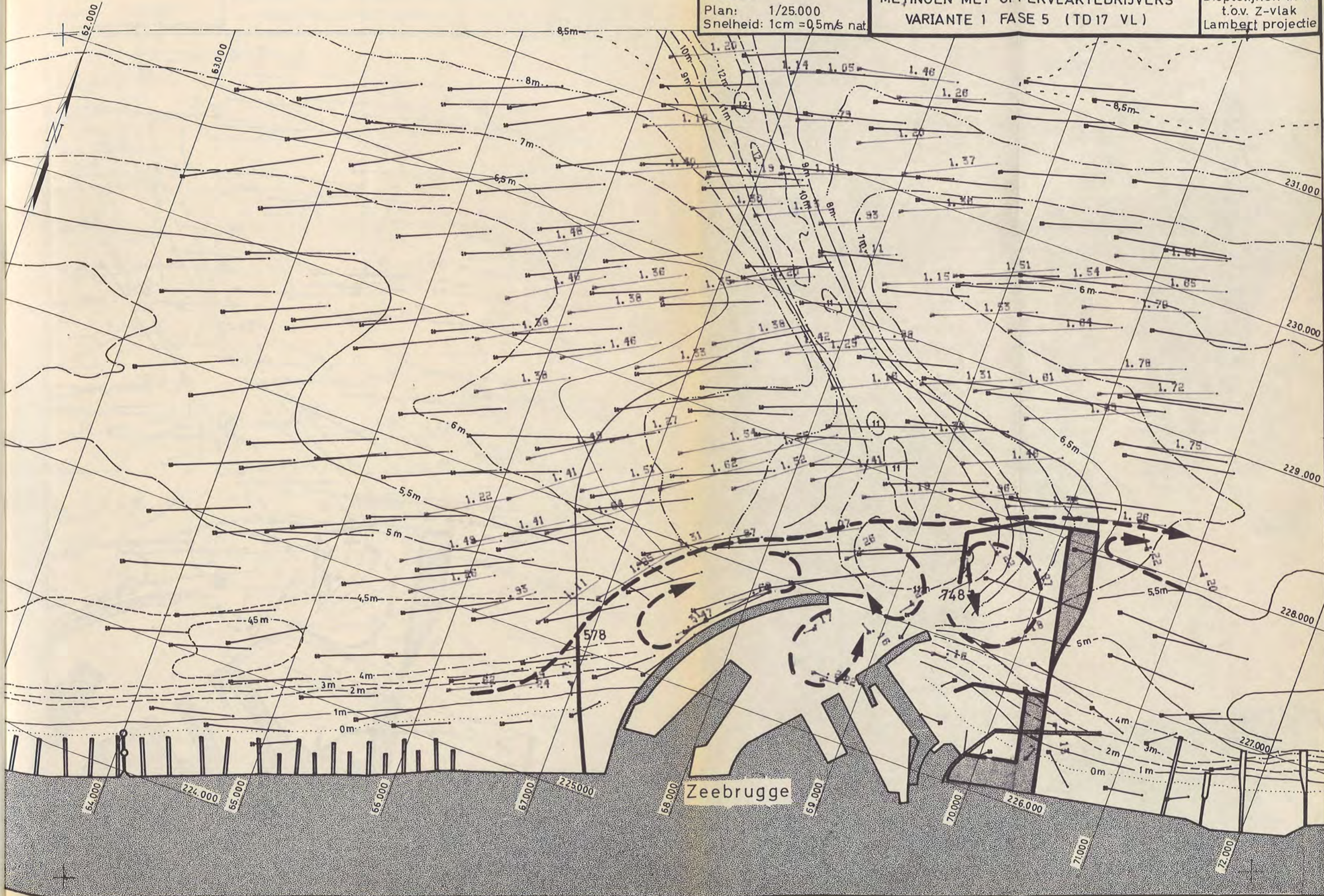
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**MEJINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 5 (TD17 VL)**

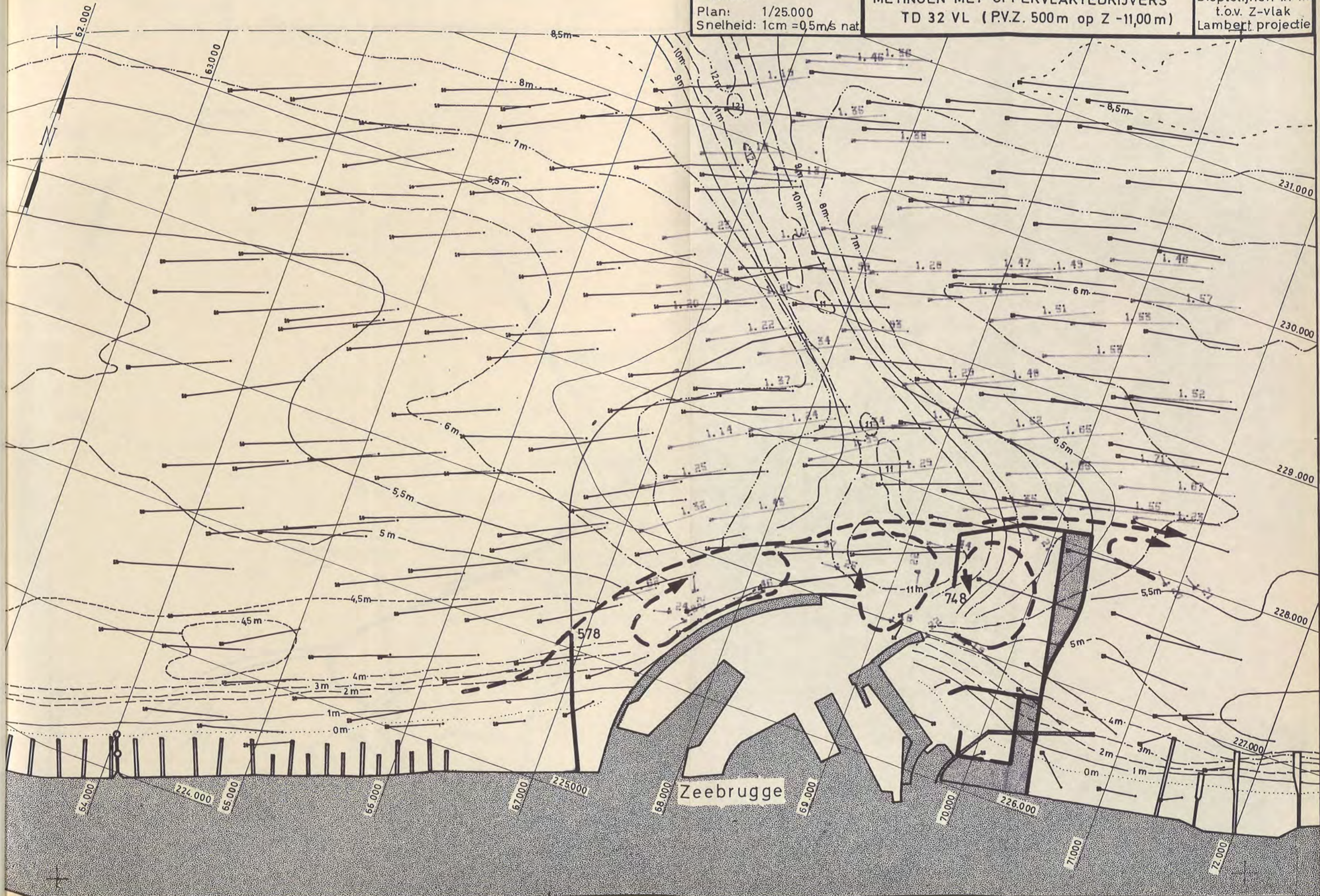
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TD 32 VL (P.V.Z. 500m op Z -11,00 m)

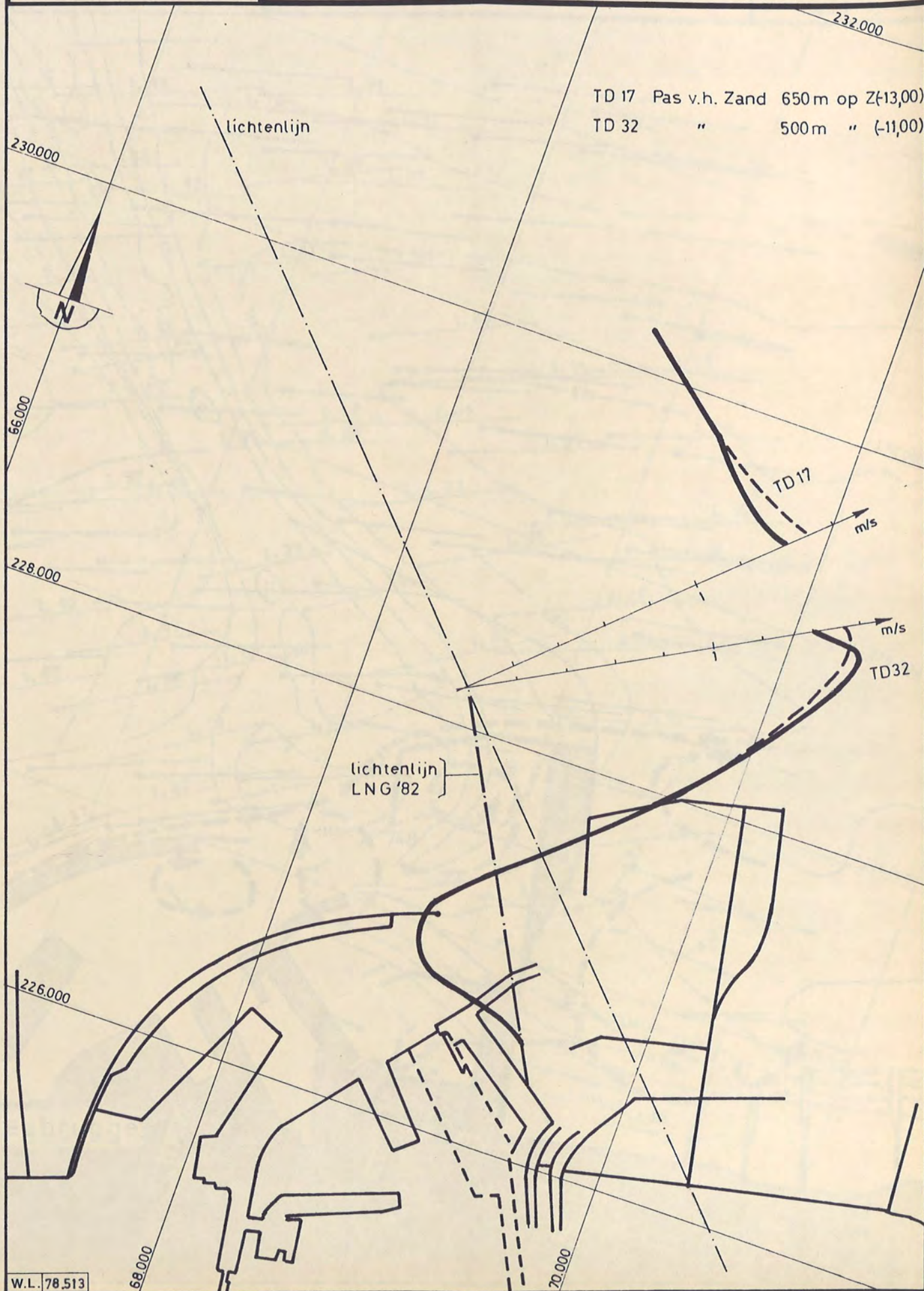
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

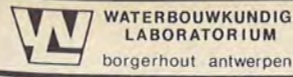




SCHALEN : Plan : 1/25.000
Snelh. 5cm = 1m/s

SNELHEDEN LANGSHEEN LICHTENLIJN TD17 VL
TD32 VL



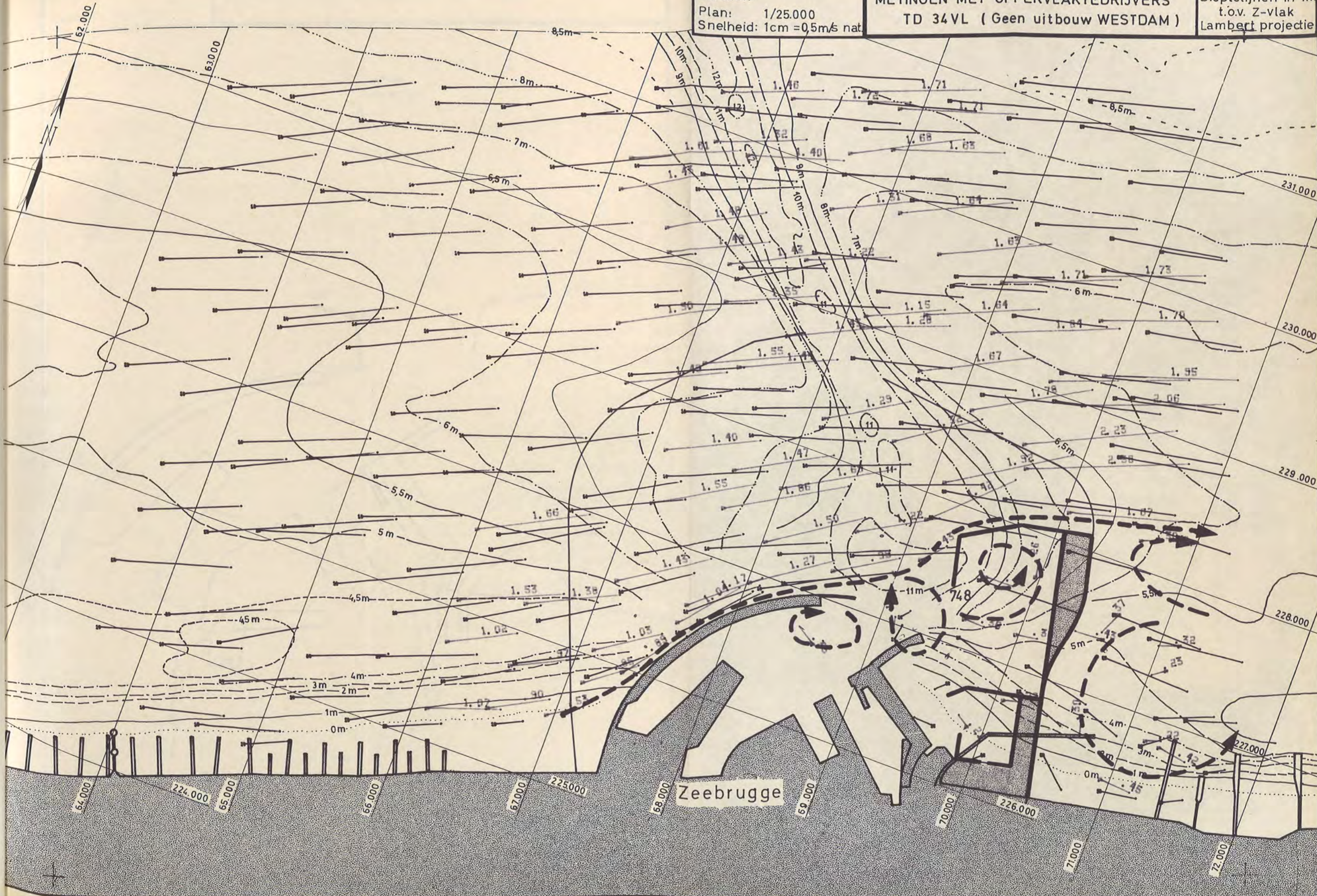


Schalen:
 Plan: 1/25.000
 Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

MOD.387.2 DETAILMODEL HAVENMOND ZEEBRUGGE

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
 TD 34 VL (Geen uitbouw WESTDAM)

Dieptelijnen in m.
 t.o.v. Z-vlak
 Lambert projectie

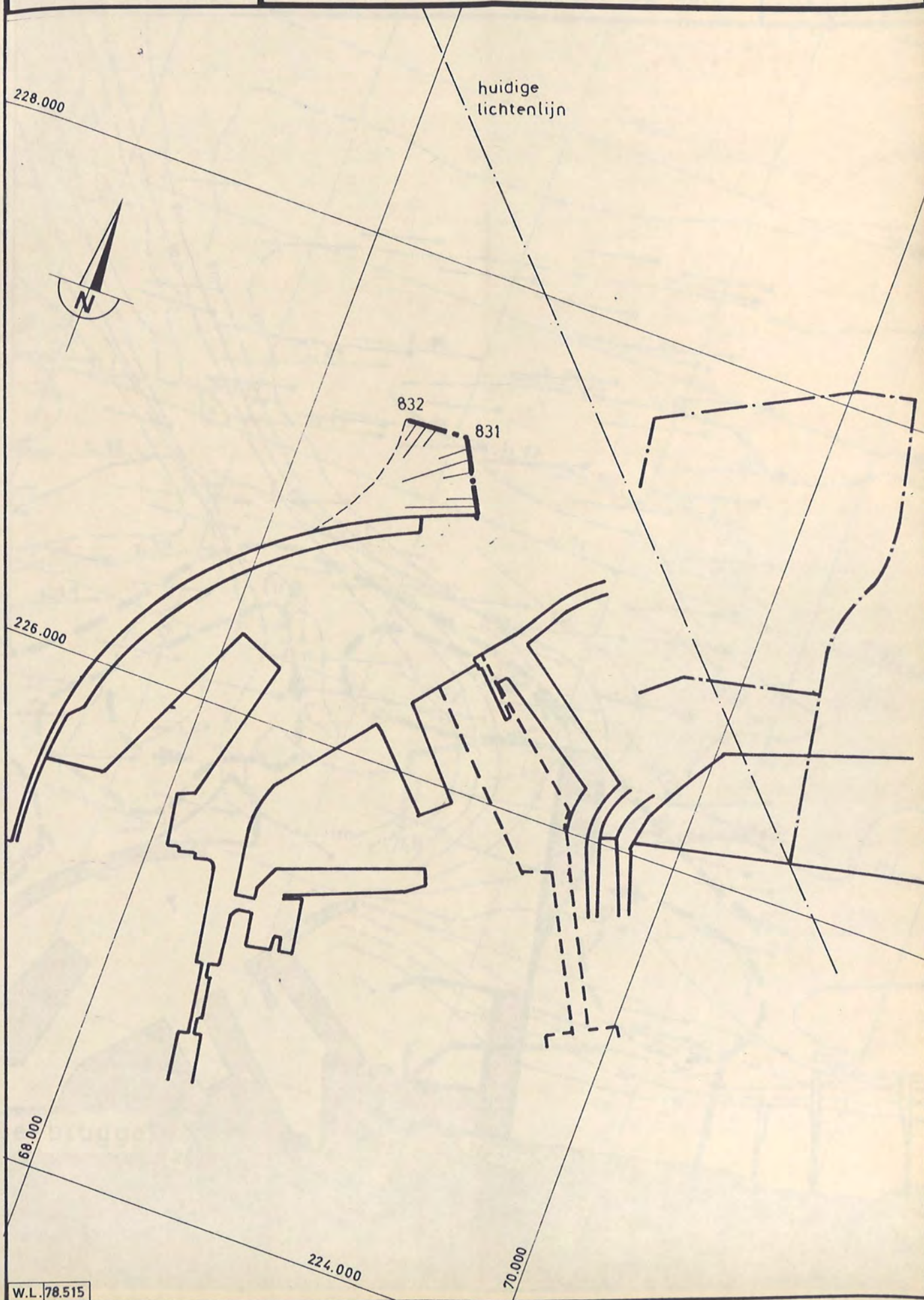




SCHAAL : 1/20.000

Lambert projectie

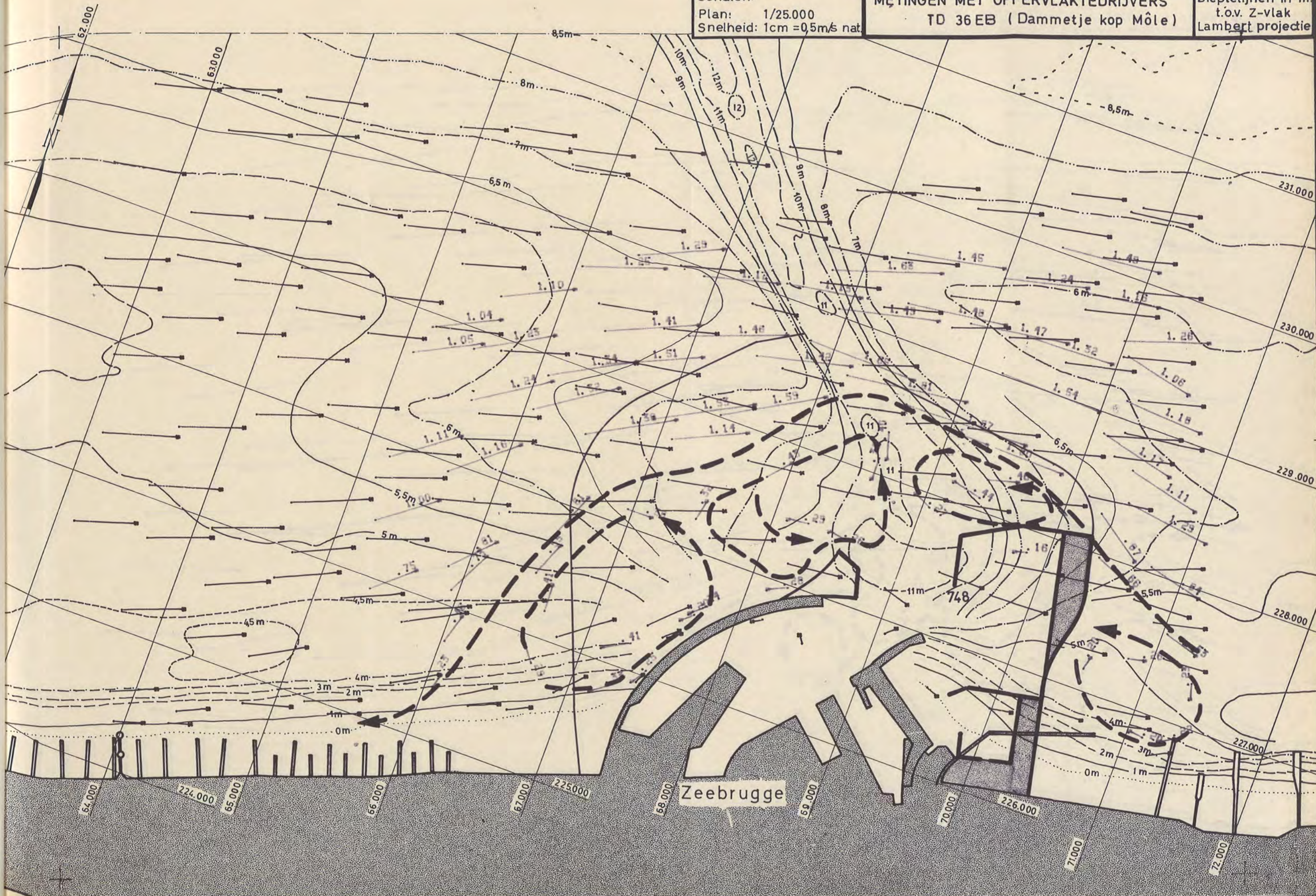
SITUATIEPLAN DAMMETJE KOP MOLE



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat.

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TD 36 EB (Dammetje kop Môle)**

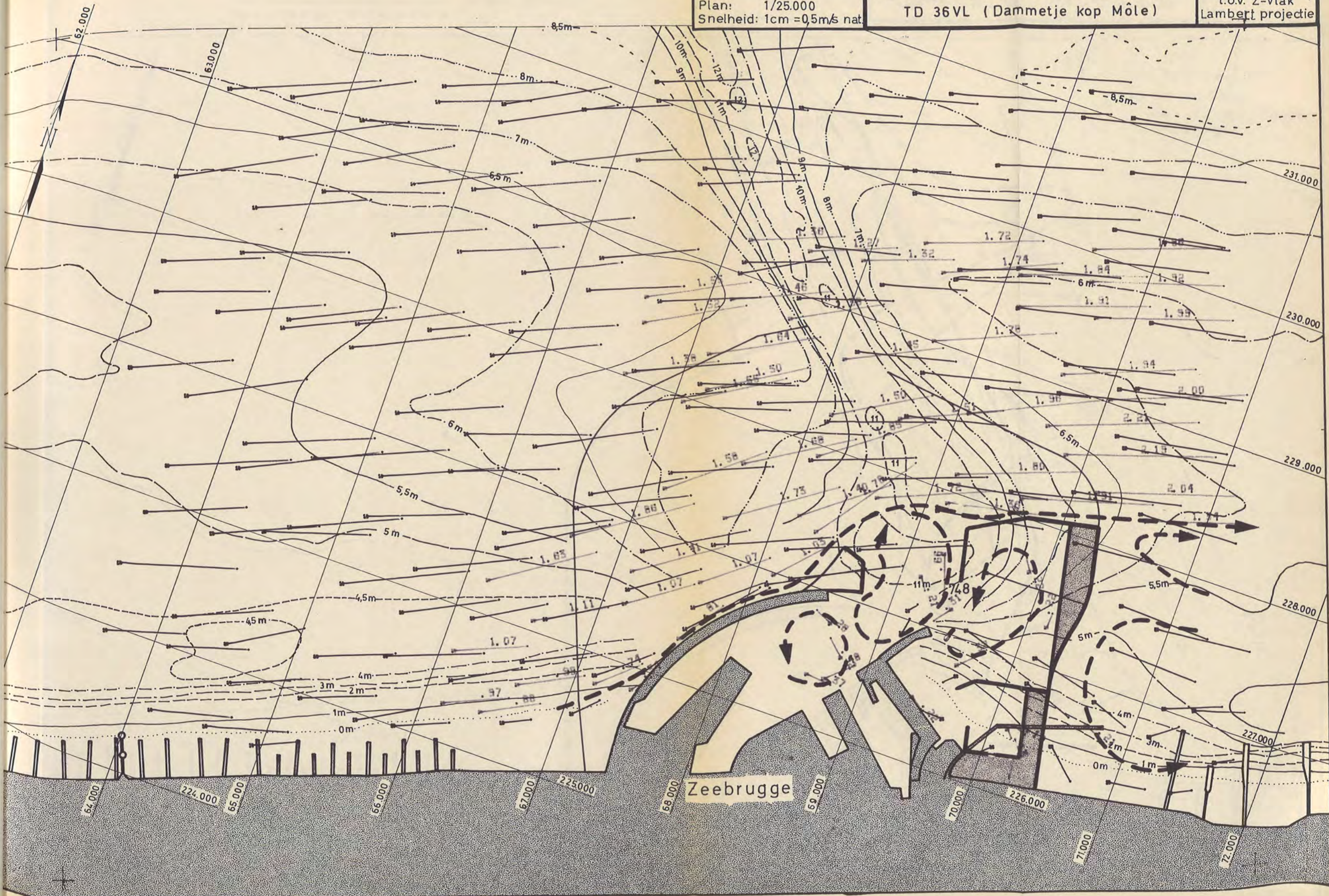
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat


METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
TD 36VL (Dammetje kop Môle)

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



T0 _____
 TD10 - - - - -
 TD16 - - - - -
 TD17
 TD22
 TD32 - - - - -
 TD34

TD36 - - - - -


 WATERBOUWKUNDIG
 LABORATORIUM
 borgerhout antwerpen

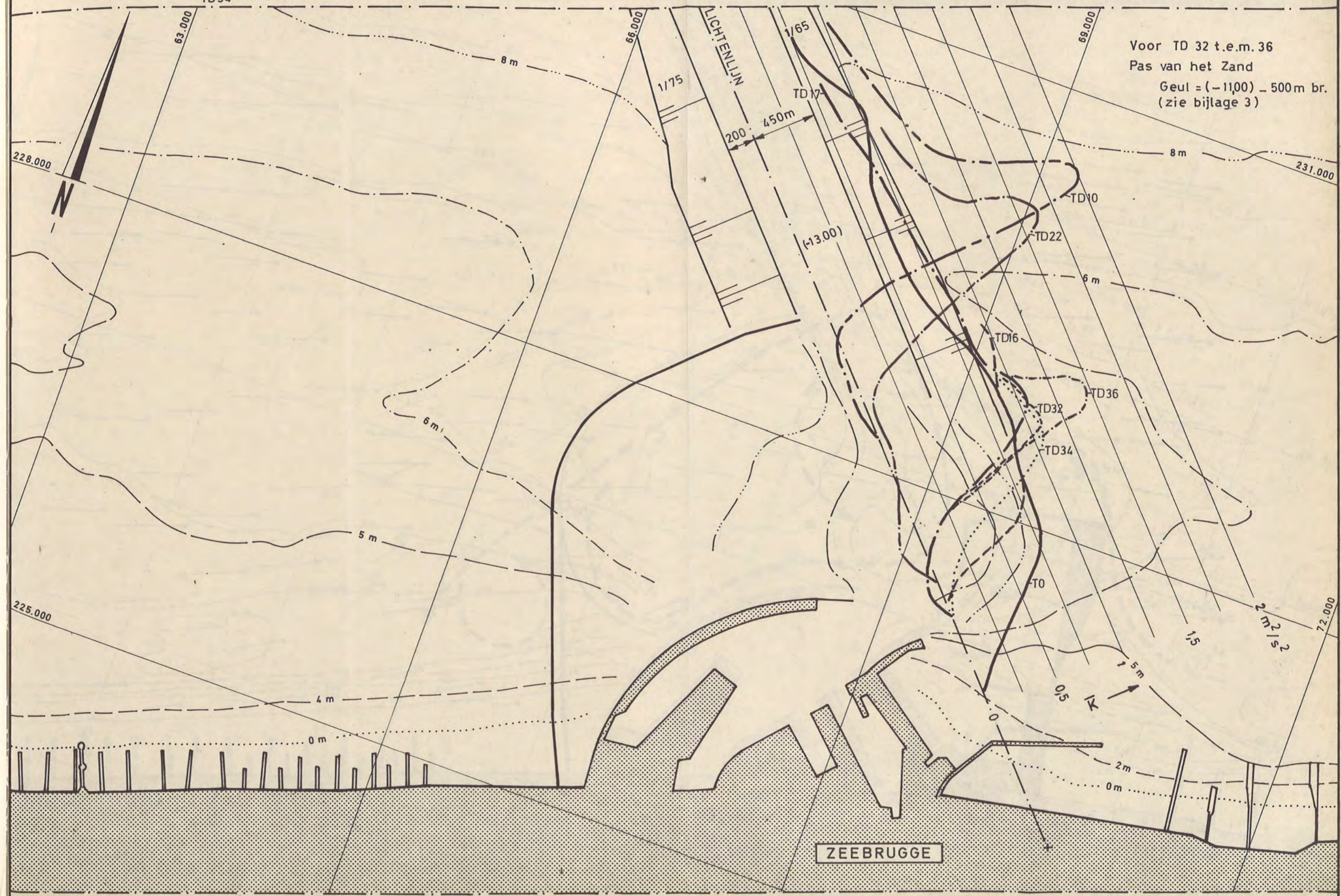
SCHALEN: Plan : 1/25.000

MOD. 387_2 DETAILMODEL HAVENMOND
 ZEEBRUGGE

DWARSKRACHTEN BIJ VLOED
 SITUATIE L.N.G. '82 TD17-32-34-36-22

Bijlage 29

Dieptelijnen in m
 t.o.v. Z-vlak
 Lambert projectie

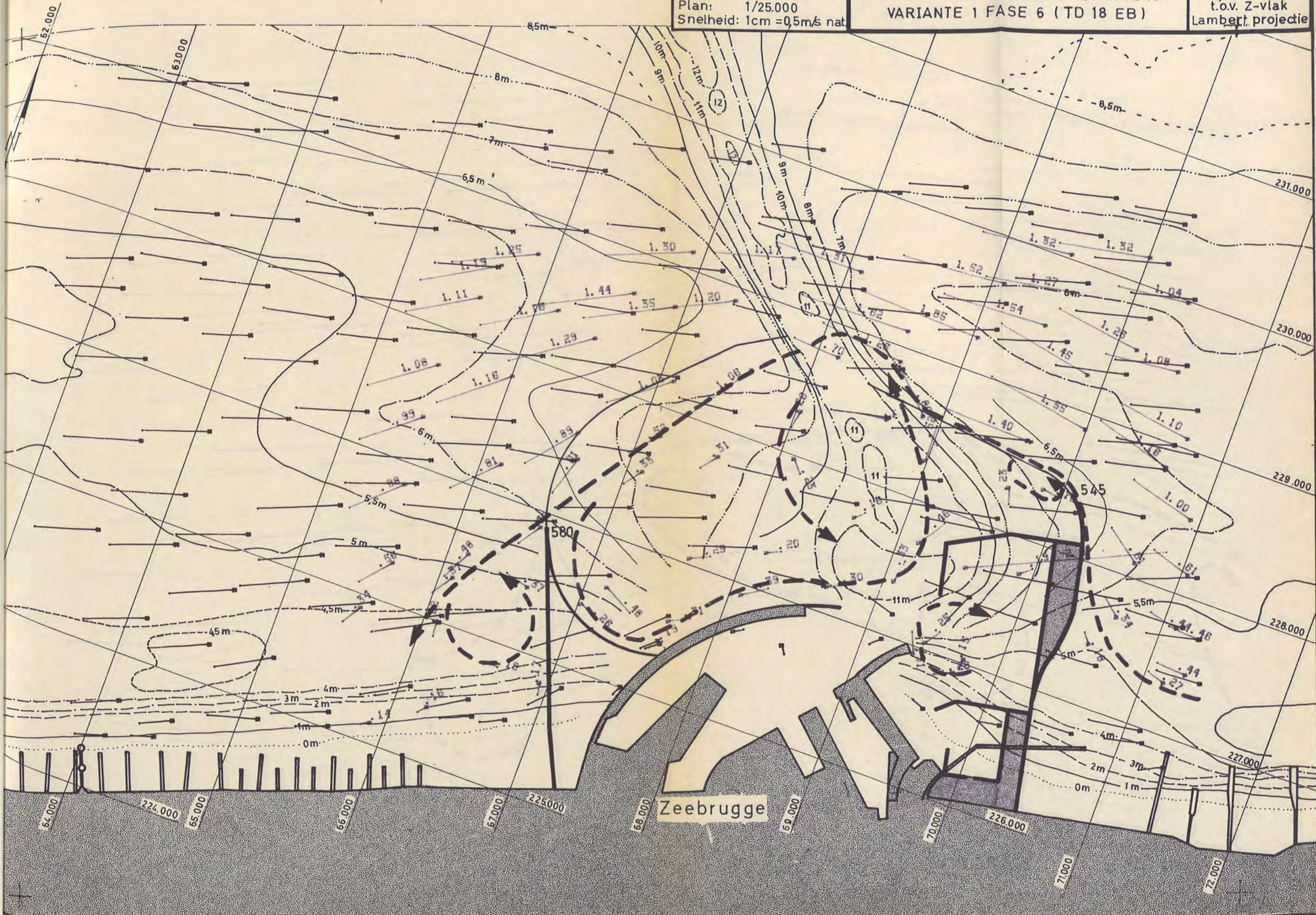


Voor TD 32 t.e.m. 36
 Pas van het Zand
 Geul = (-11,00) - 500m br.
 (zie bijlage 3)

Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 6 (TD 18 EB)**

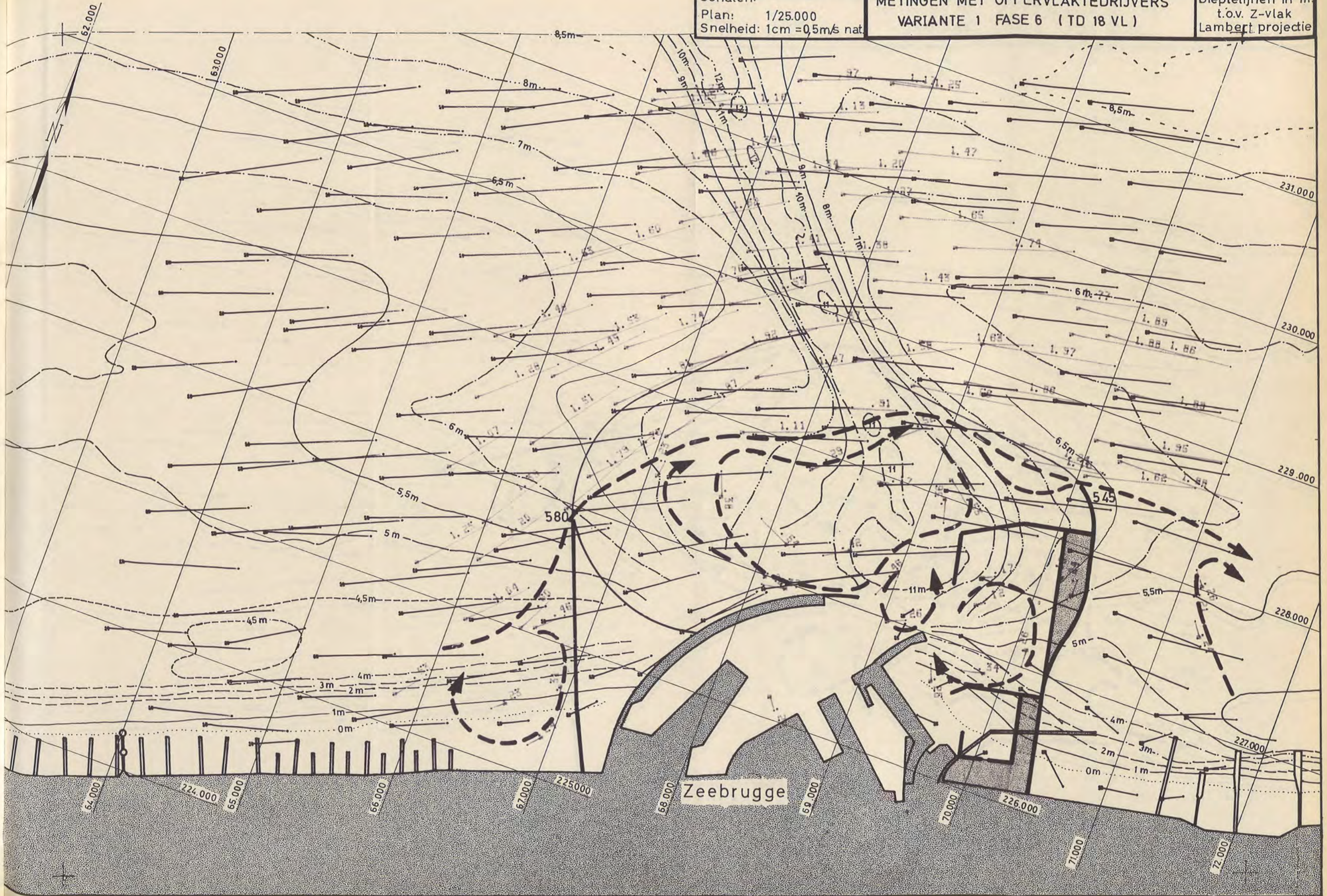
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 6 (TD 18 VL)

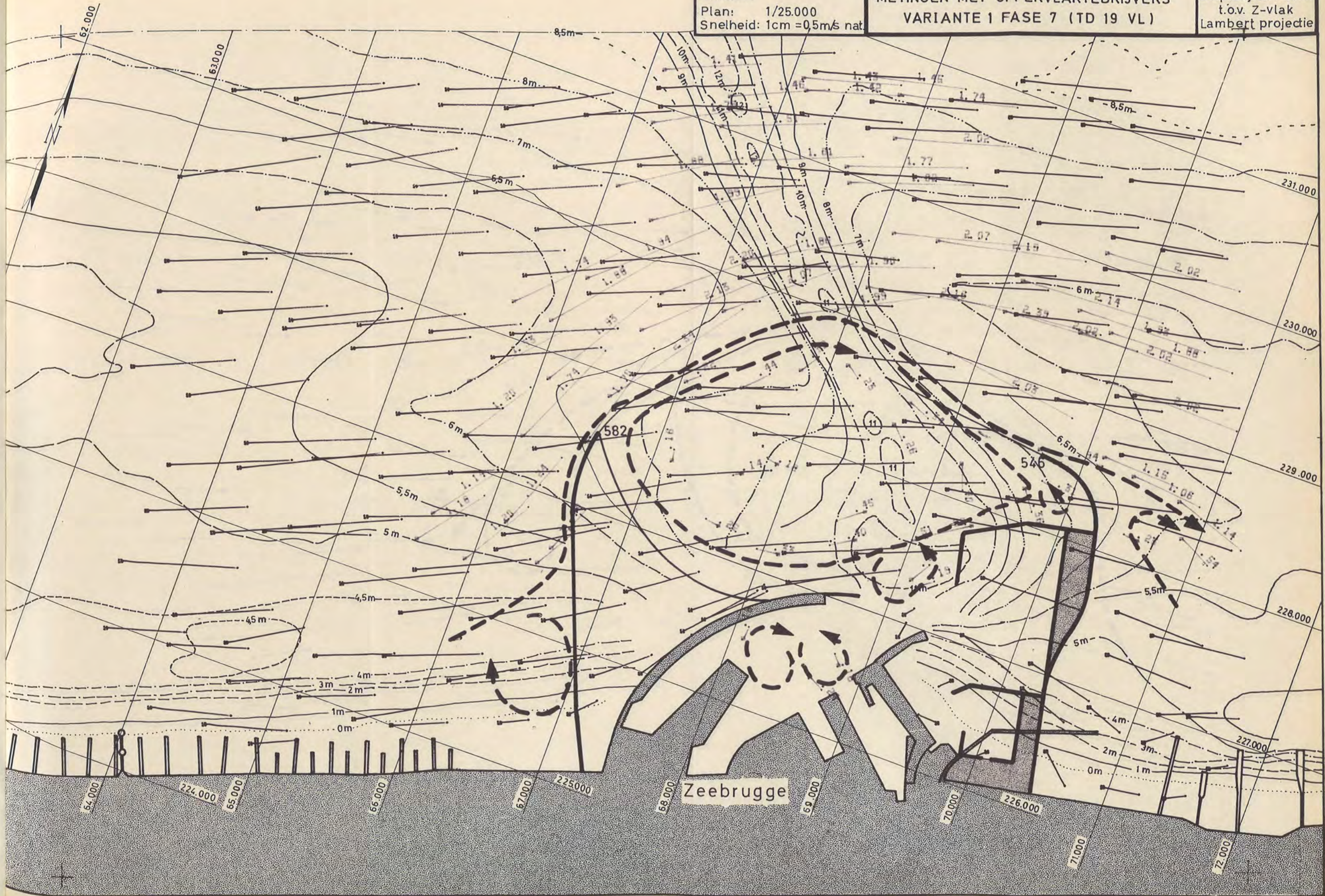
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0.5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 7 (TD 19 VL)

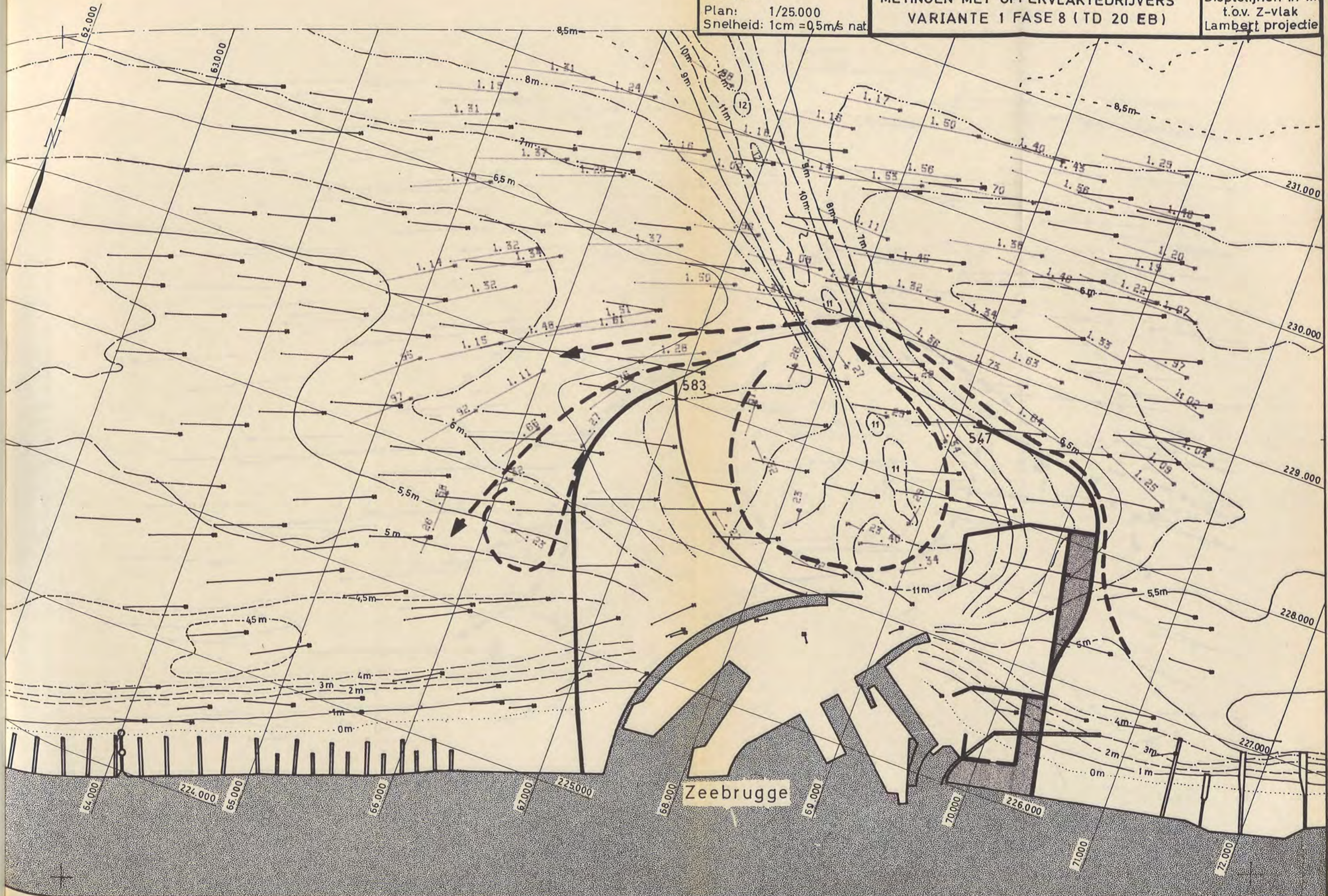
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 8 (TD 20 EB)**

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





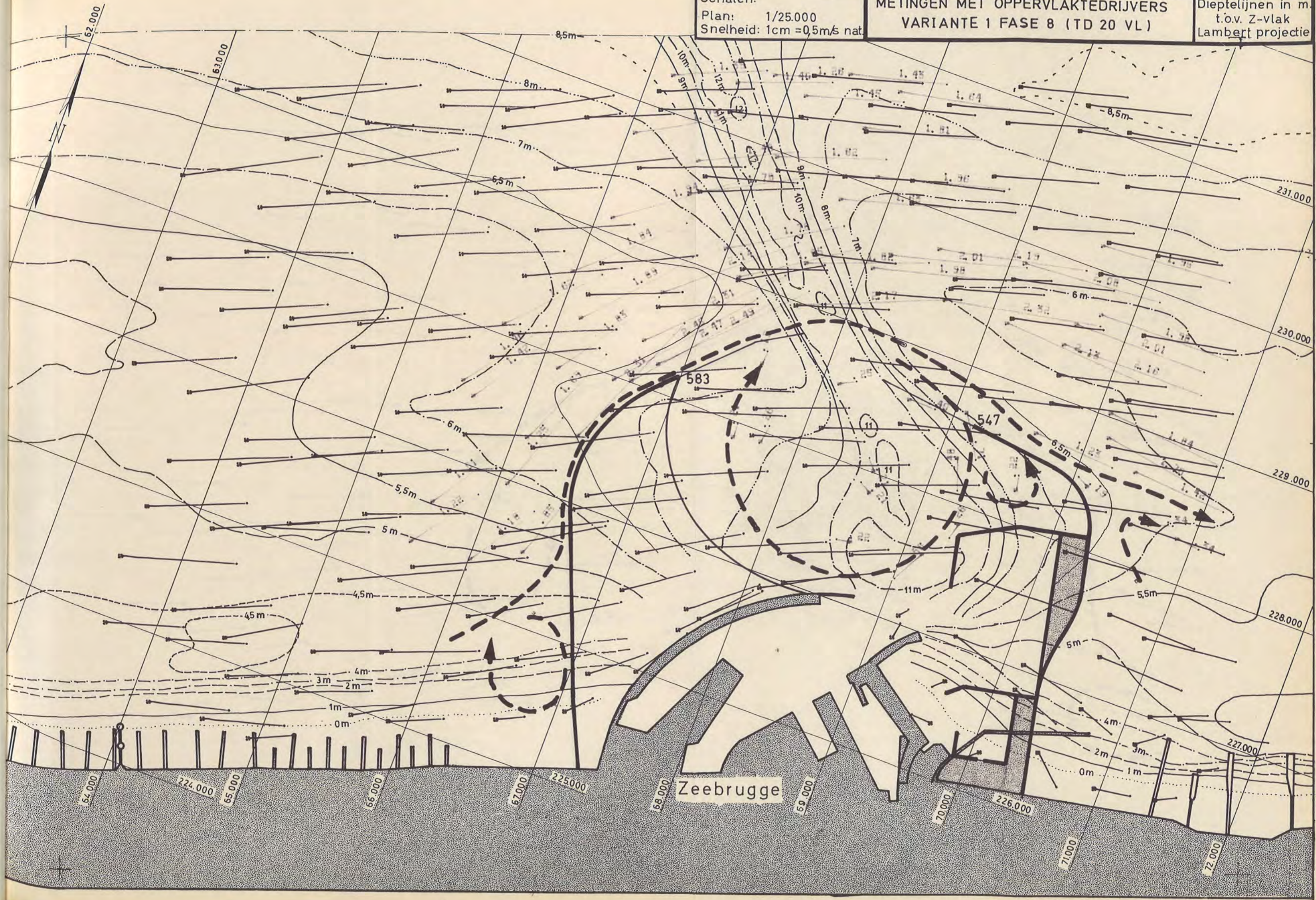
WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.387.2 DETAILMODEL HAVENMOND
ZEEBRUGGE

Bijlage 35

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 8 (TD 20 VL)

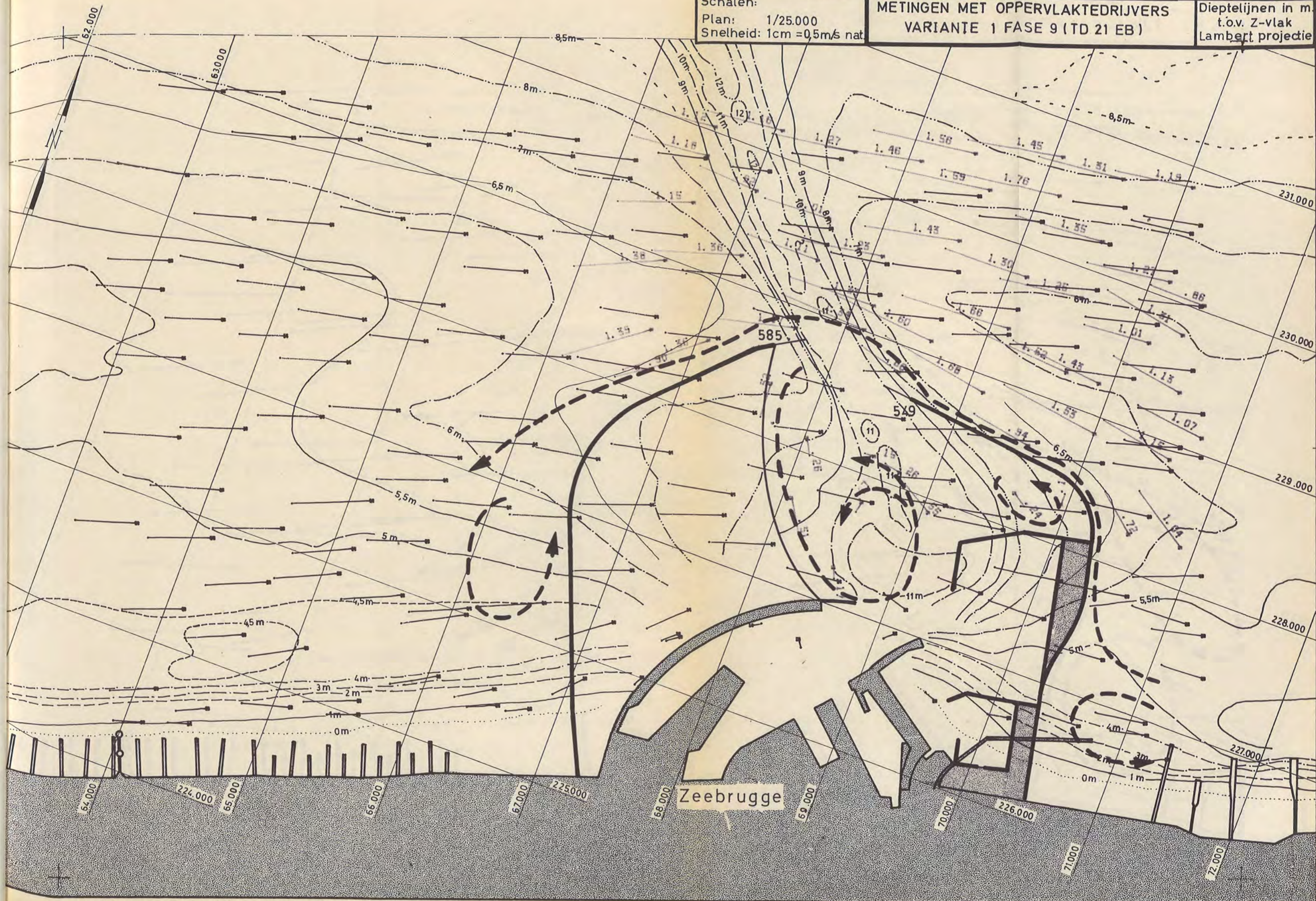
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 9 (TD 21 EB)

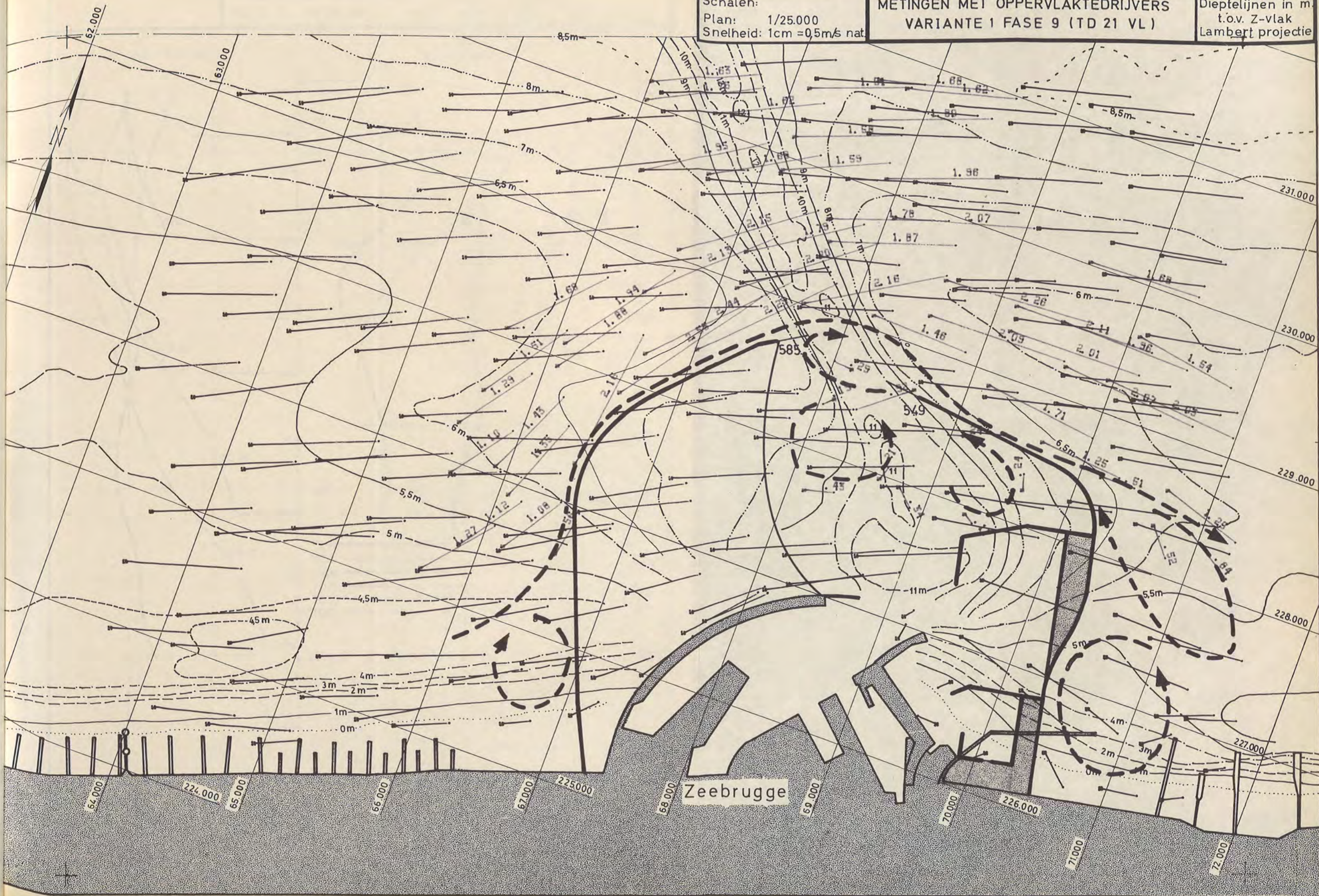
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat.

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 1 FASE 9 (TD 21 VL)**

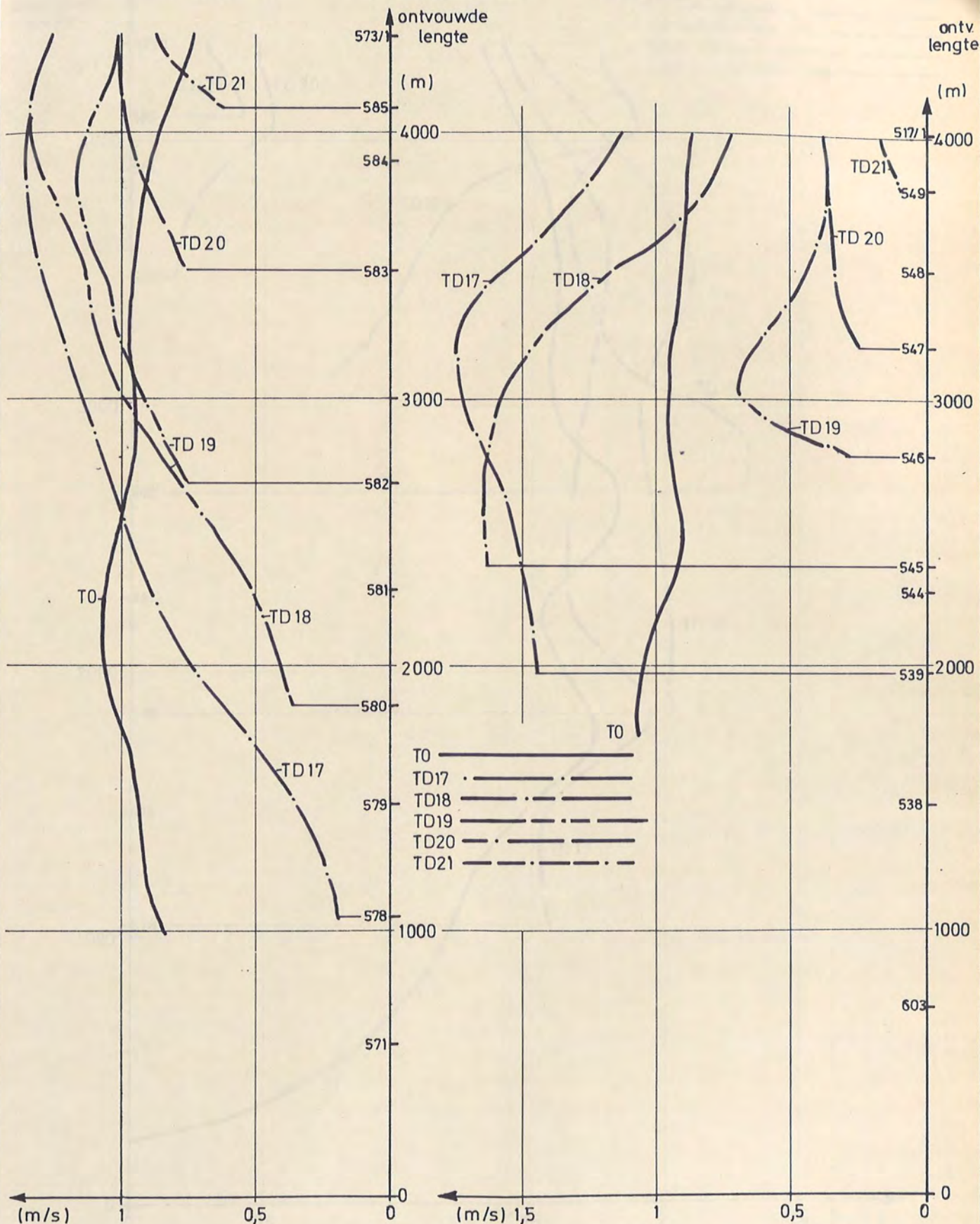
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





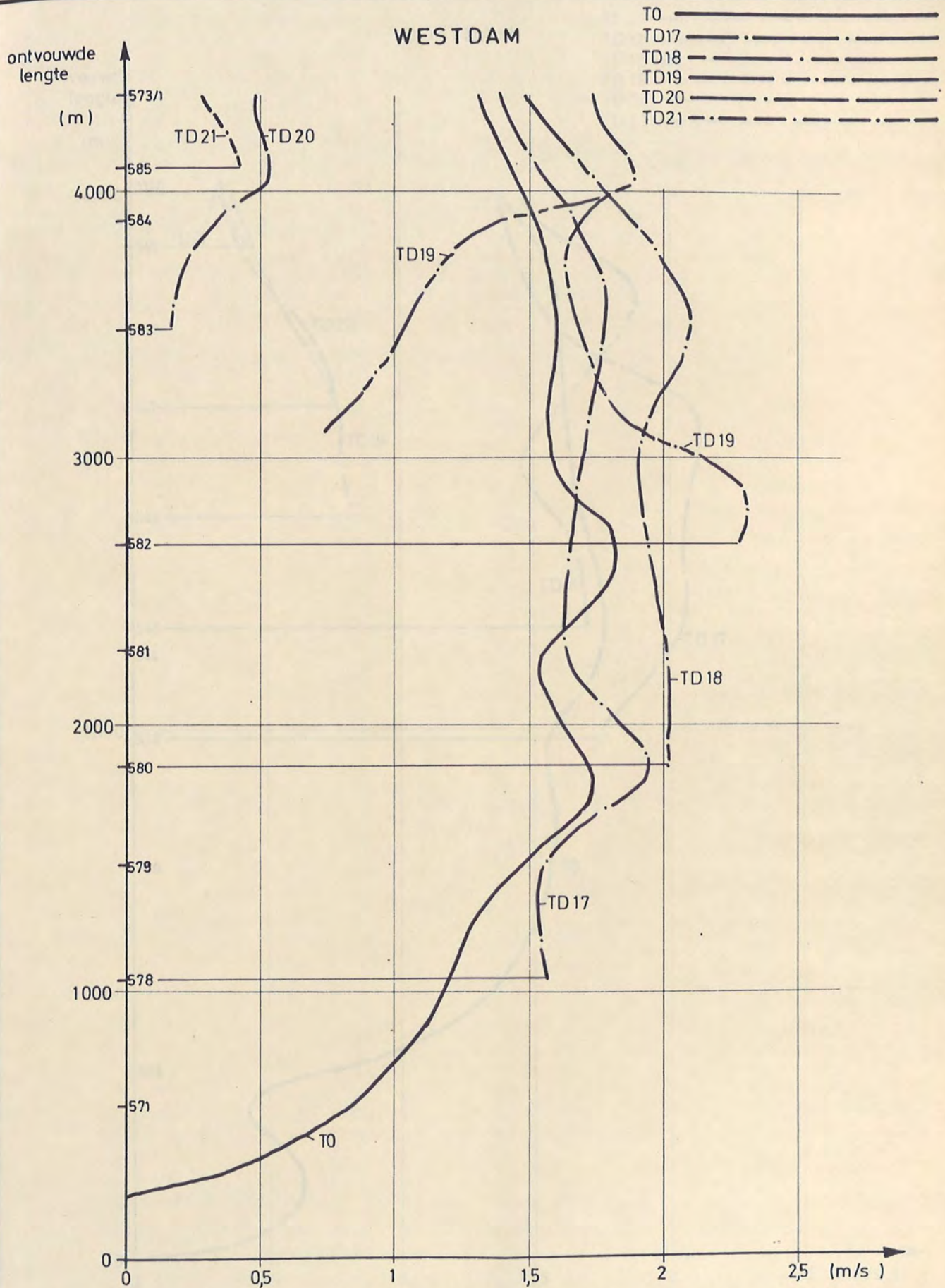
WESTDAM

OOSTDAM



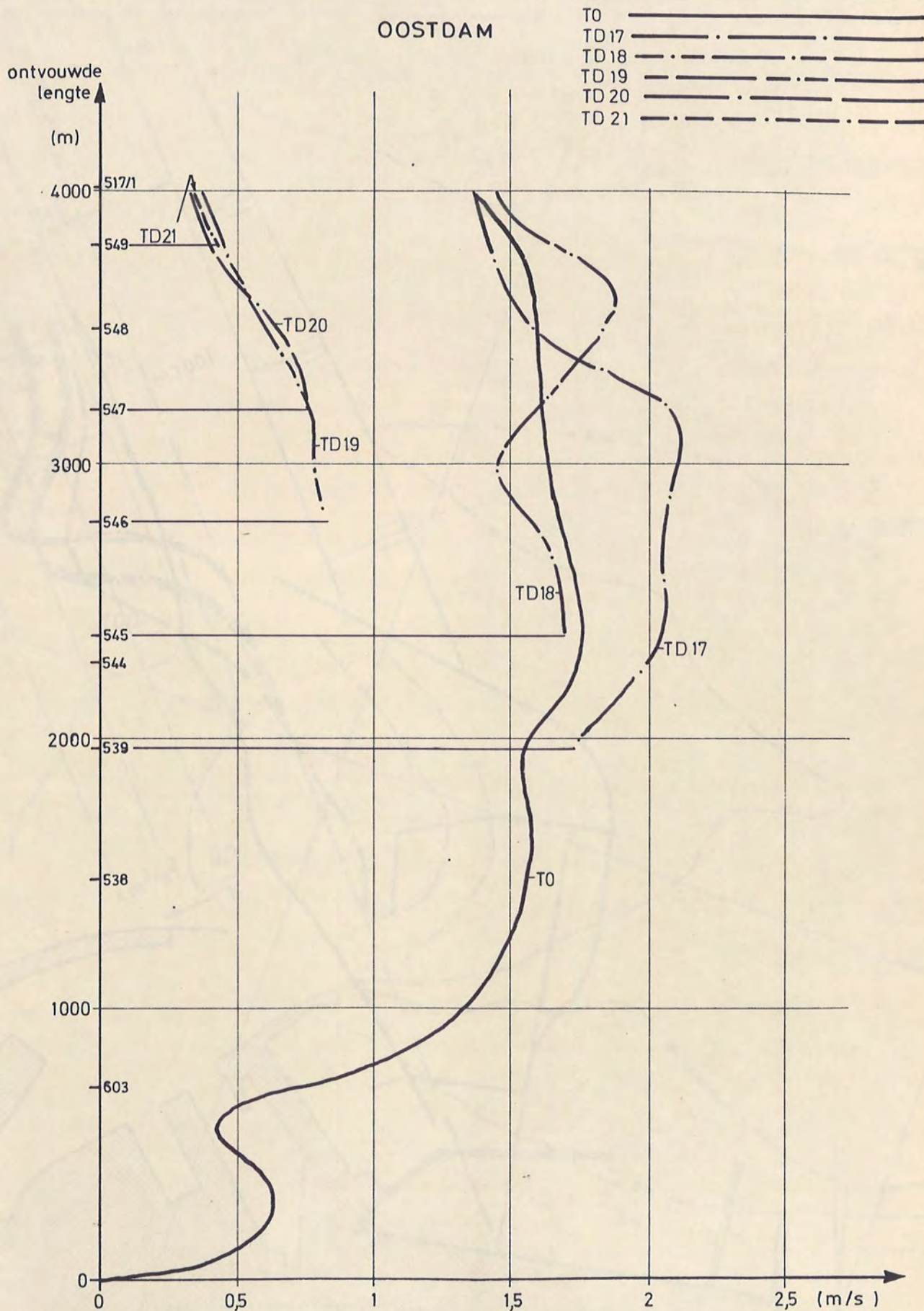




SNELHEDEN DAMPROFIEL - VARIANTE 1 VL WESTDAM
FASE 5 T.E.M. 9 TD17 T.E.M. TD21

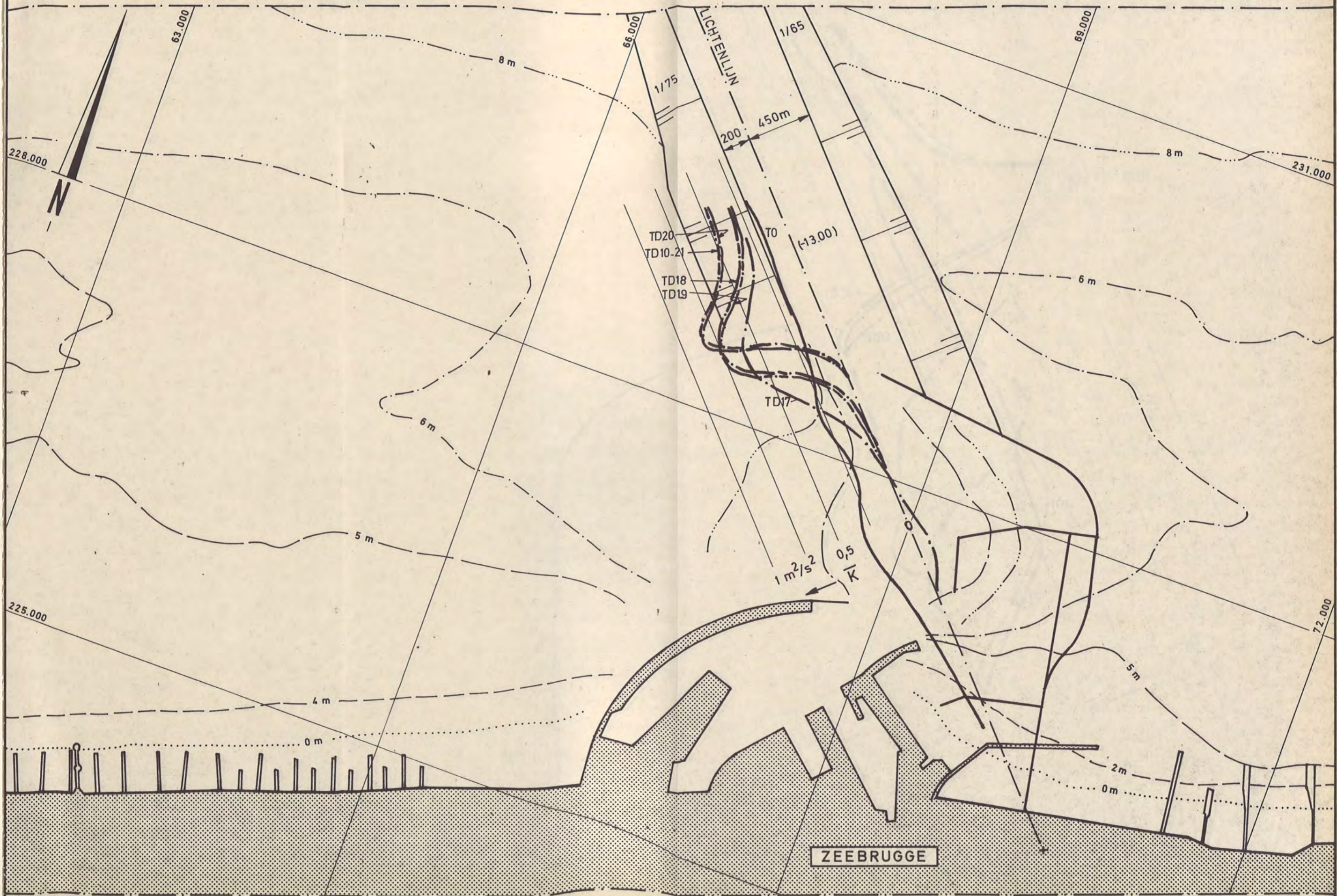




SNELHEDEN DAMPROFIEL VARIANTE 1 VL OOSTDAM
FASE 5 T.E.M. 9 TD17 T.E.M. TD21



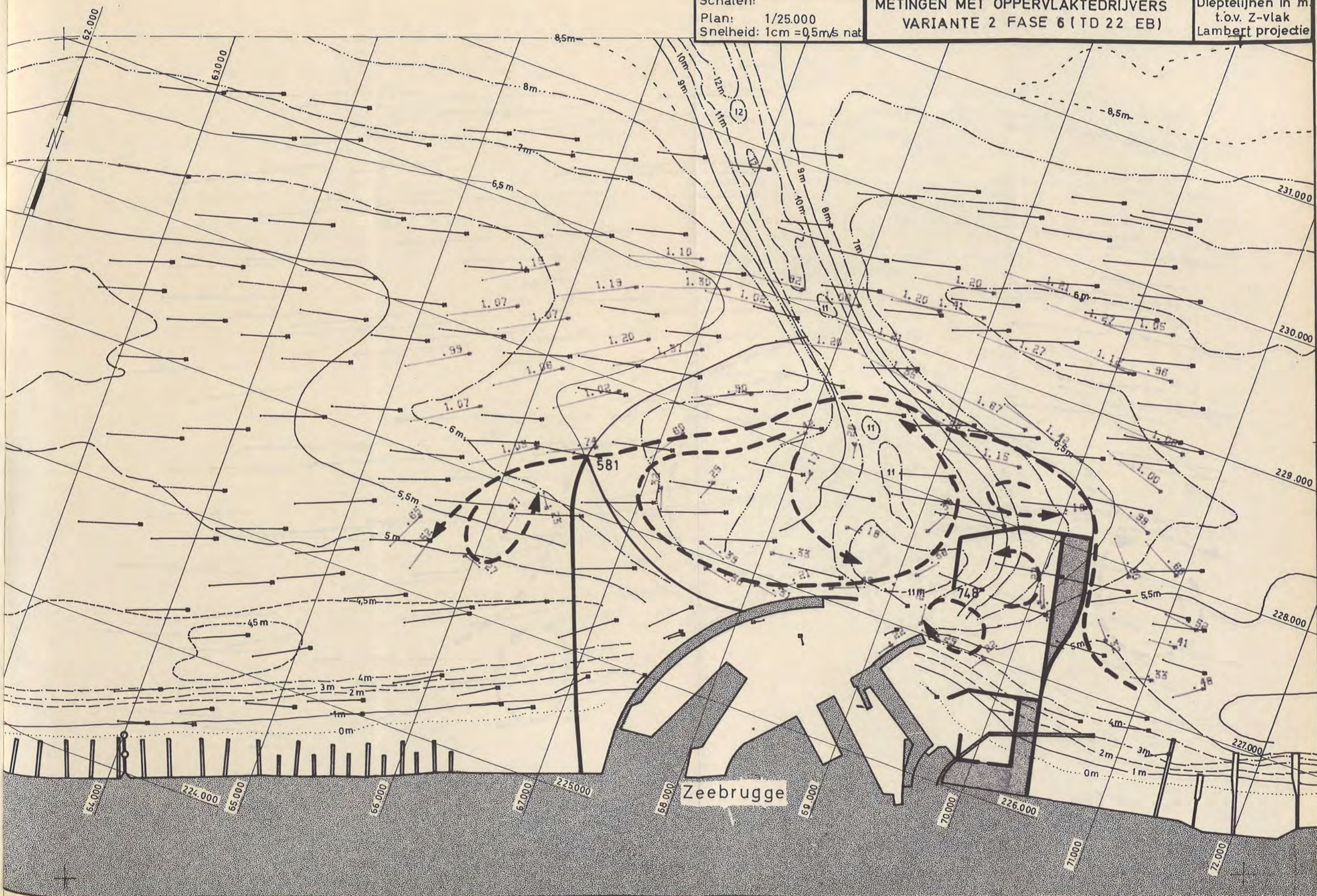
T0 
 TD17 
 TD18 
 TD19 
 TD20 
 TD21 



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 6 (TD 22 EB)**

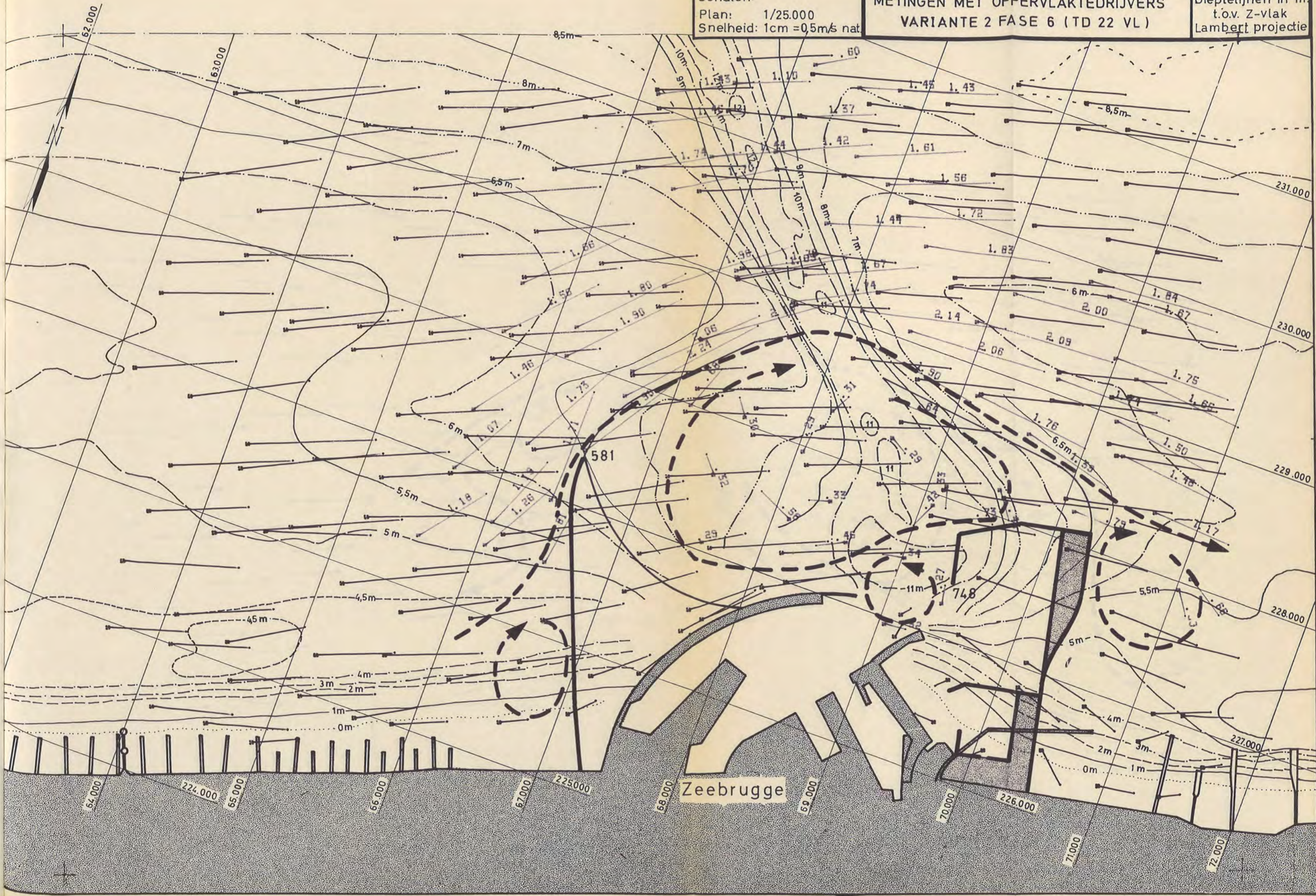
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 6 (TD 22 VL)

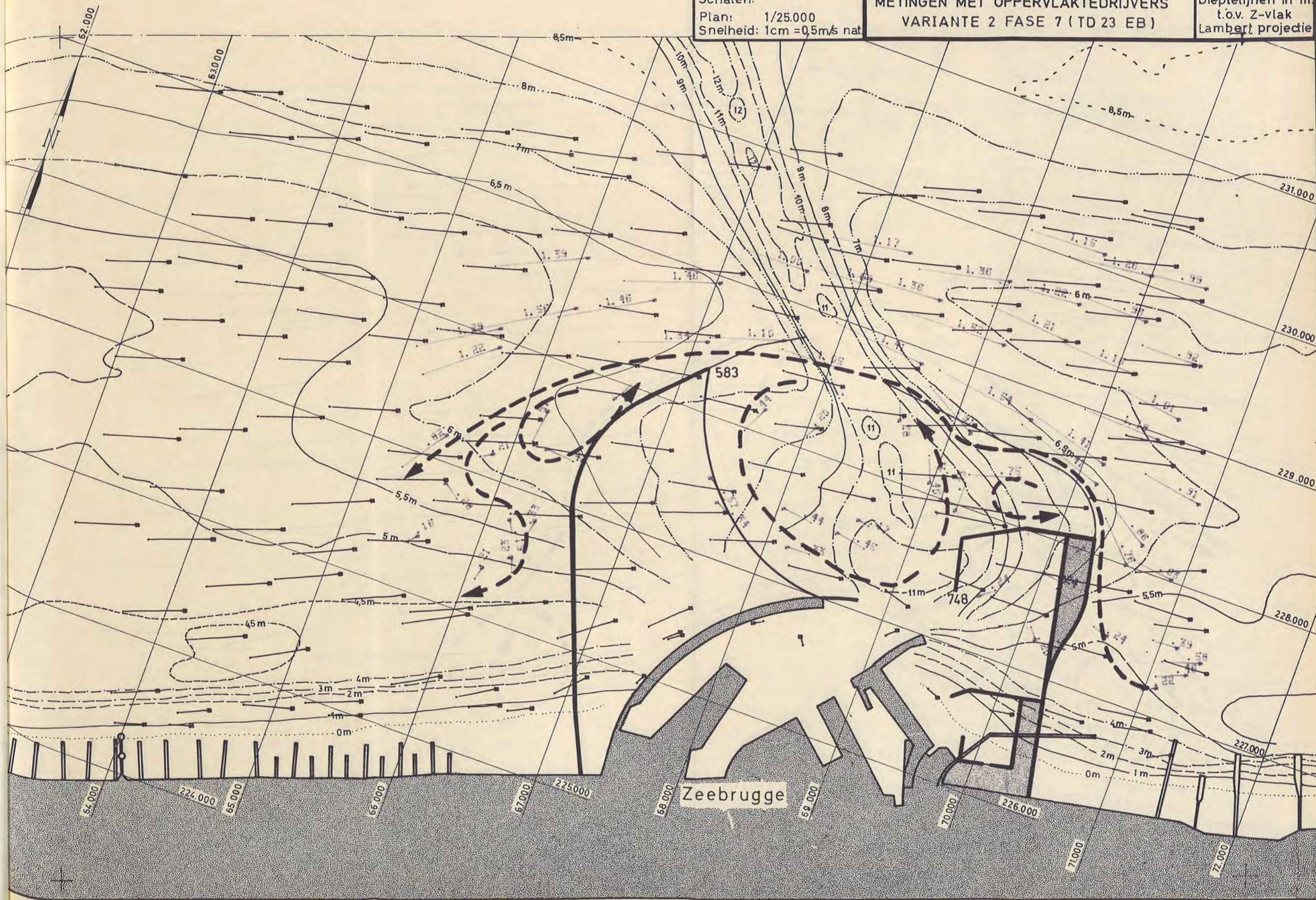
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 7 (TD 23 EB)

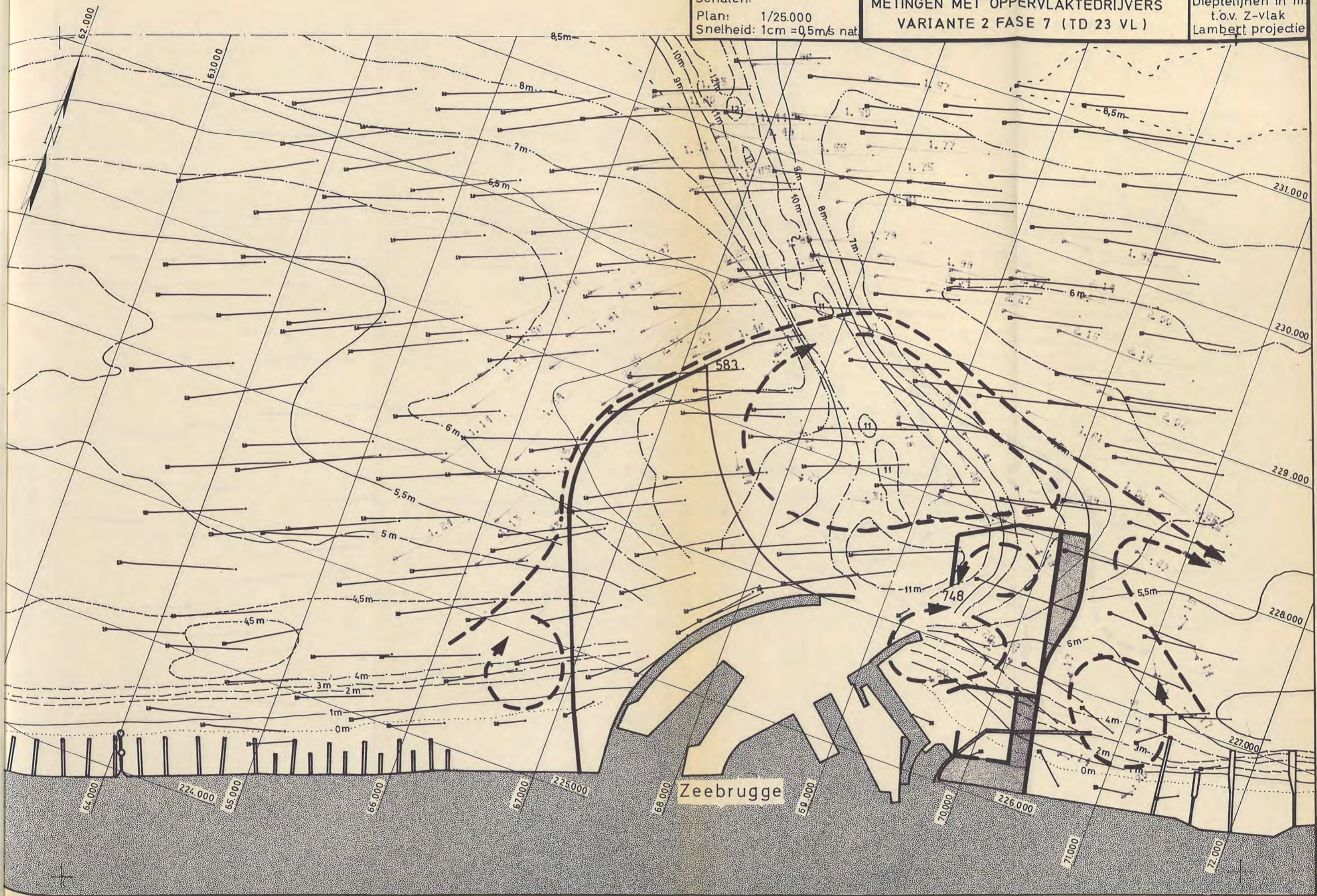
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 7 (TD 23 VL)

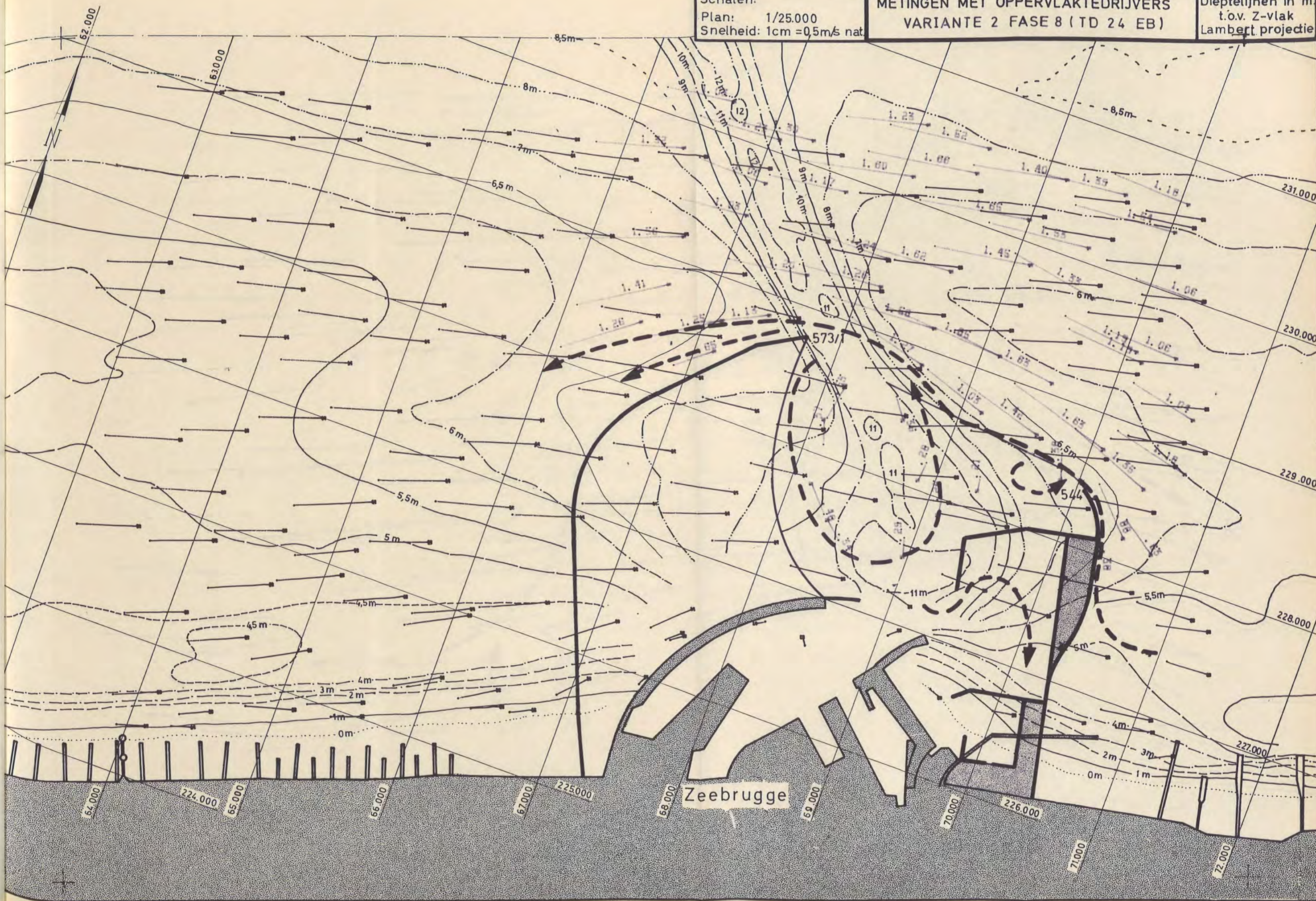
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 8 (TD 24 EB)**

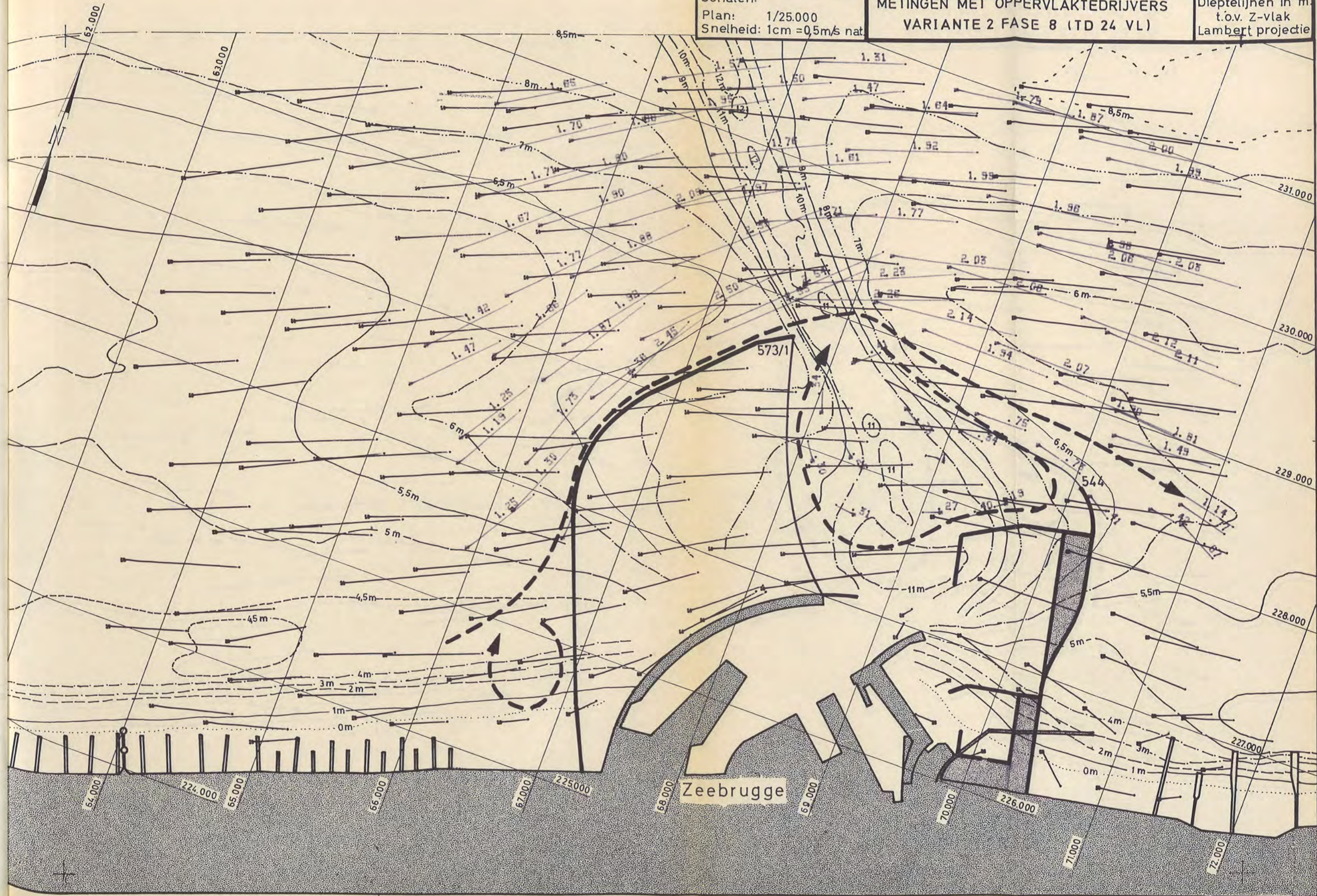
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 8 (TD 24 VL)**

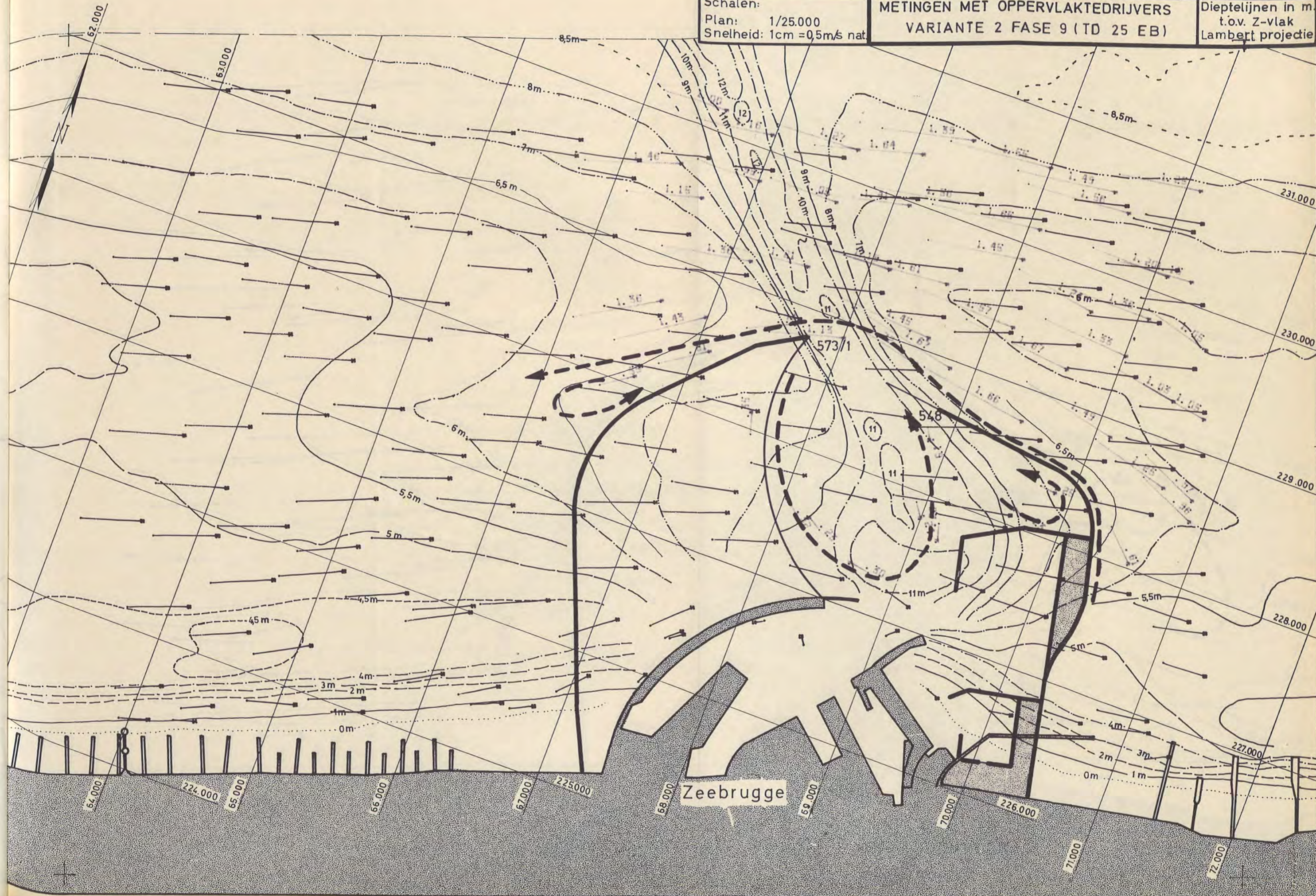
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 9 (TD 25 EB)**

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

MOD.387.2 DETAILMODEL HAVENMOND
ZEEBRUGGE

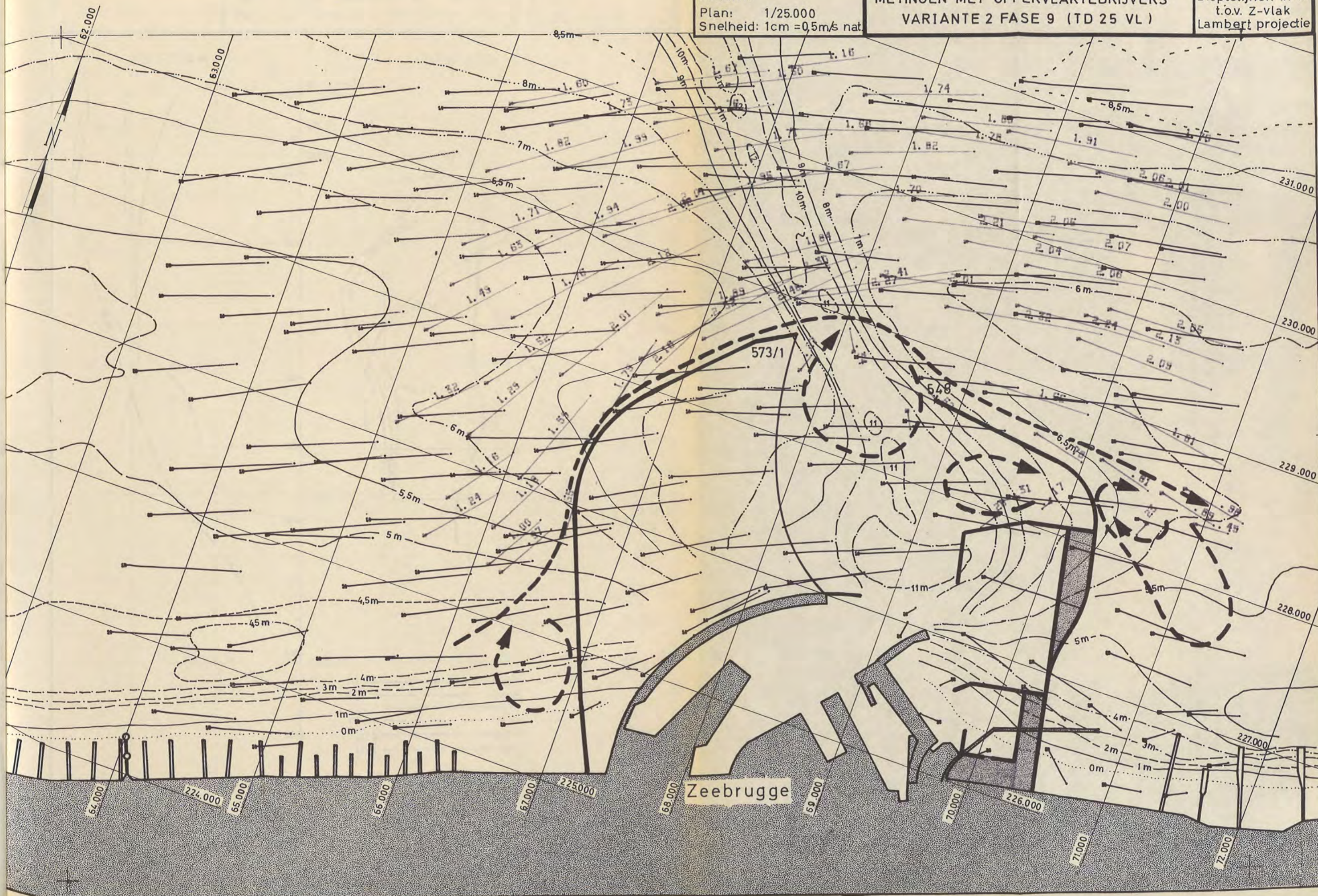
Bijlage 50

Schalen:

Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 2 FASE 9 (TD 25 VL)

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

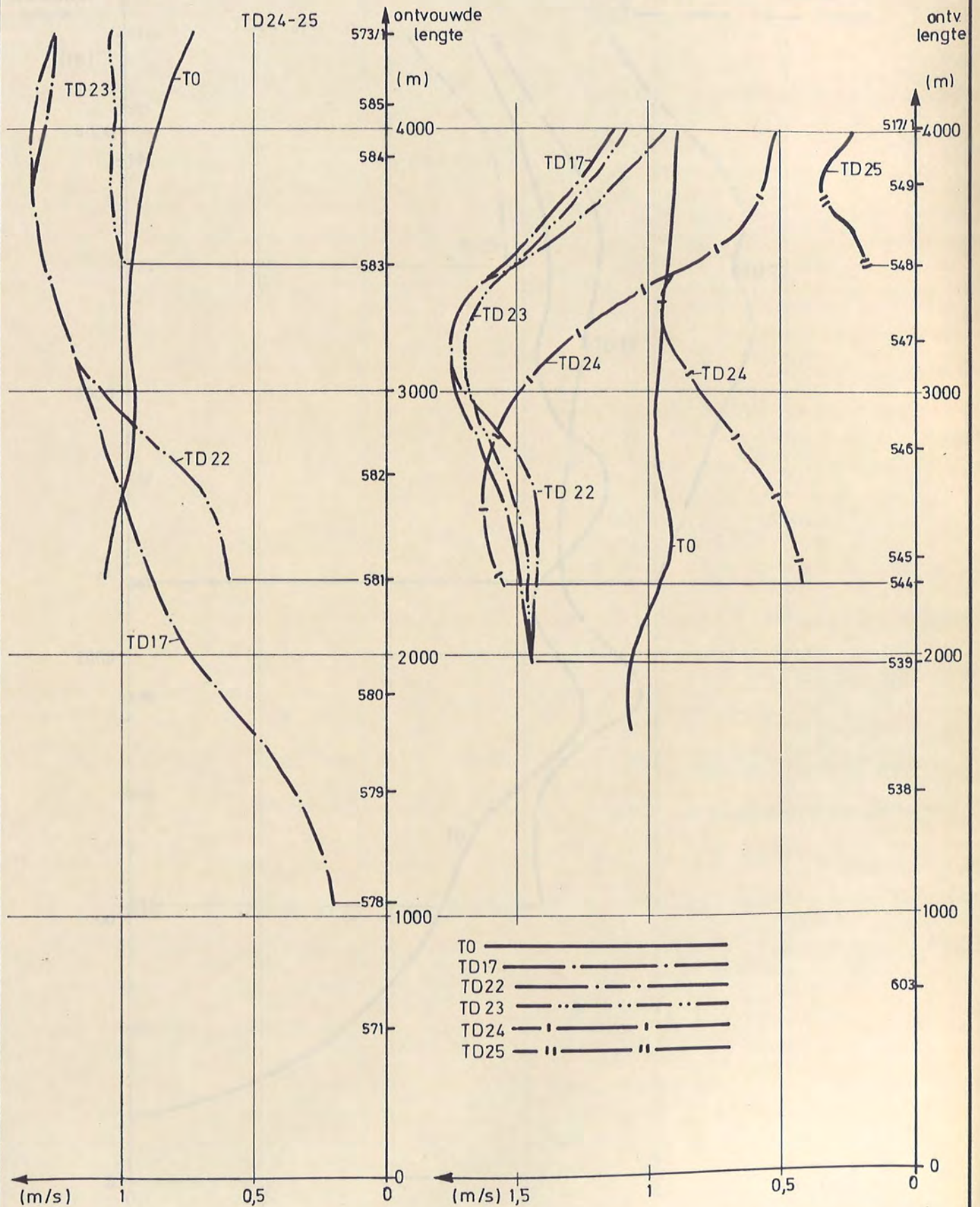




SNELHEDEN DAMPROFIEL - VARIANTE 2 EB
FASE 5 T.E.M. 9 TD 17-TD22 T.E.M. TD25

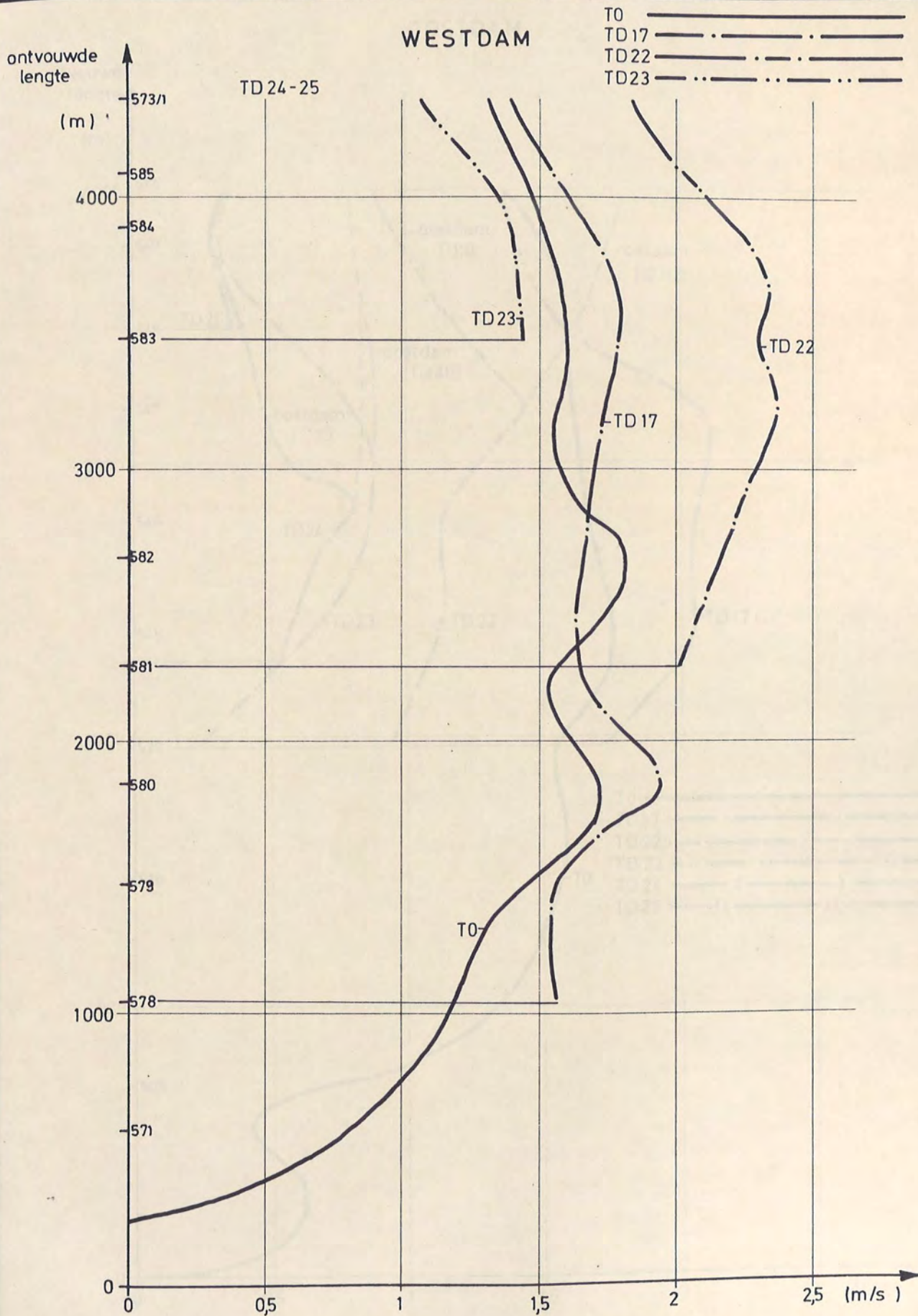
WESTDAM

OOSTDAM





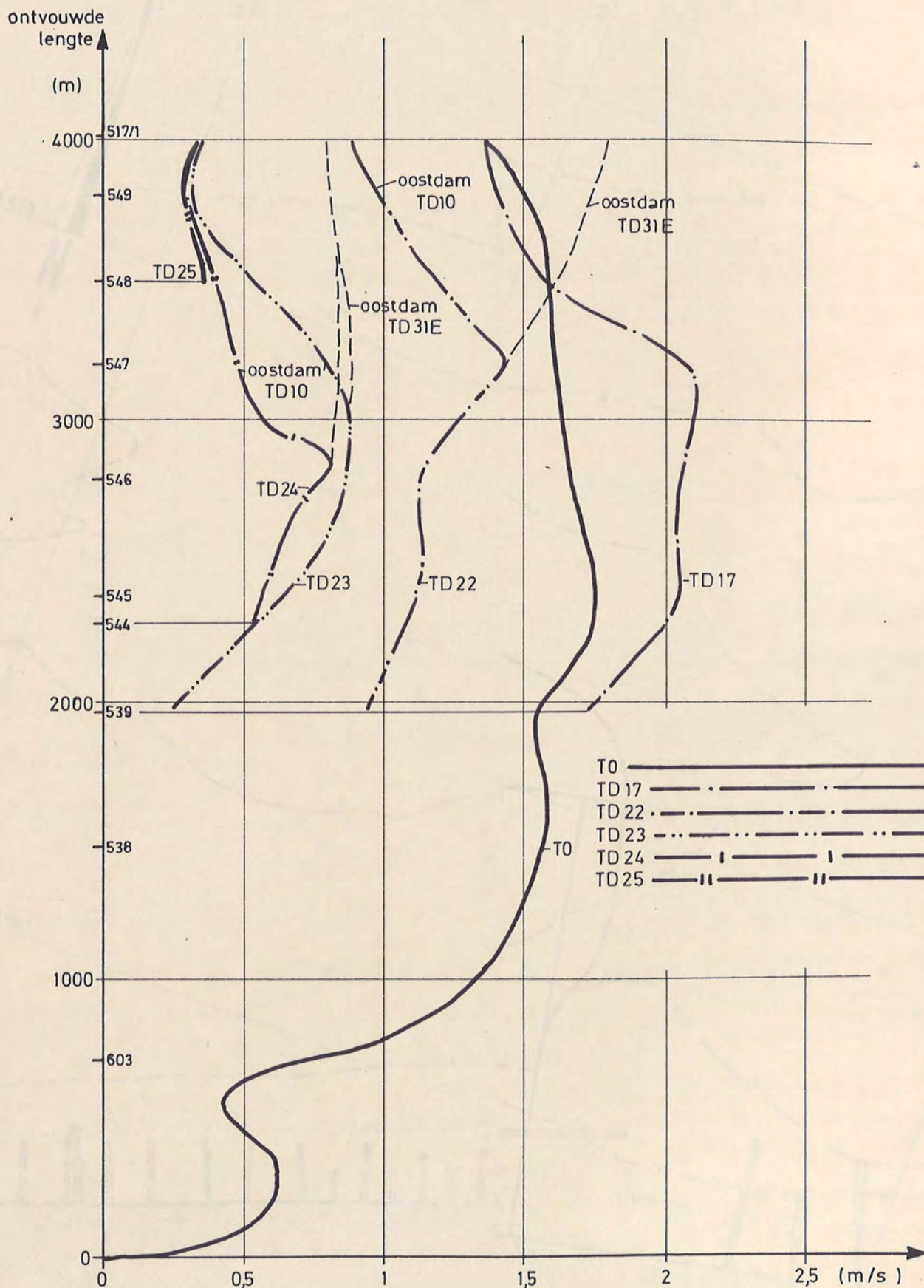
SNELHEDEN DAMPROFIEL VARIANTE 2 VL WEST
FASE 5 T.E.M. 9 TD 17-TD 22 T.E.M 25





SNELHEDEN DAMPROFIEL VARIANTE 2 VL OOSTDAM
FASE 5 T.E.M. 9 / TD 17-TD22 T.E.M. 25

OOSTDAM



- T0
- TD17
- TD22
- TD23
- TD24
- TD25

W WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

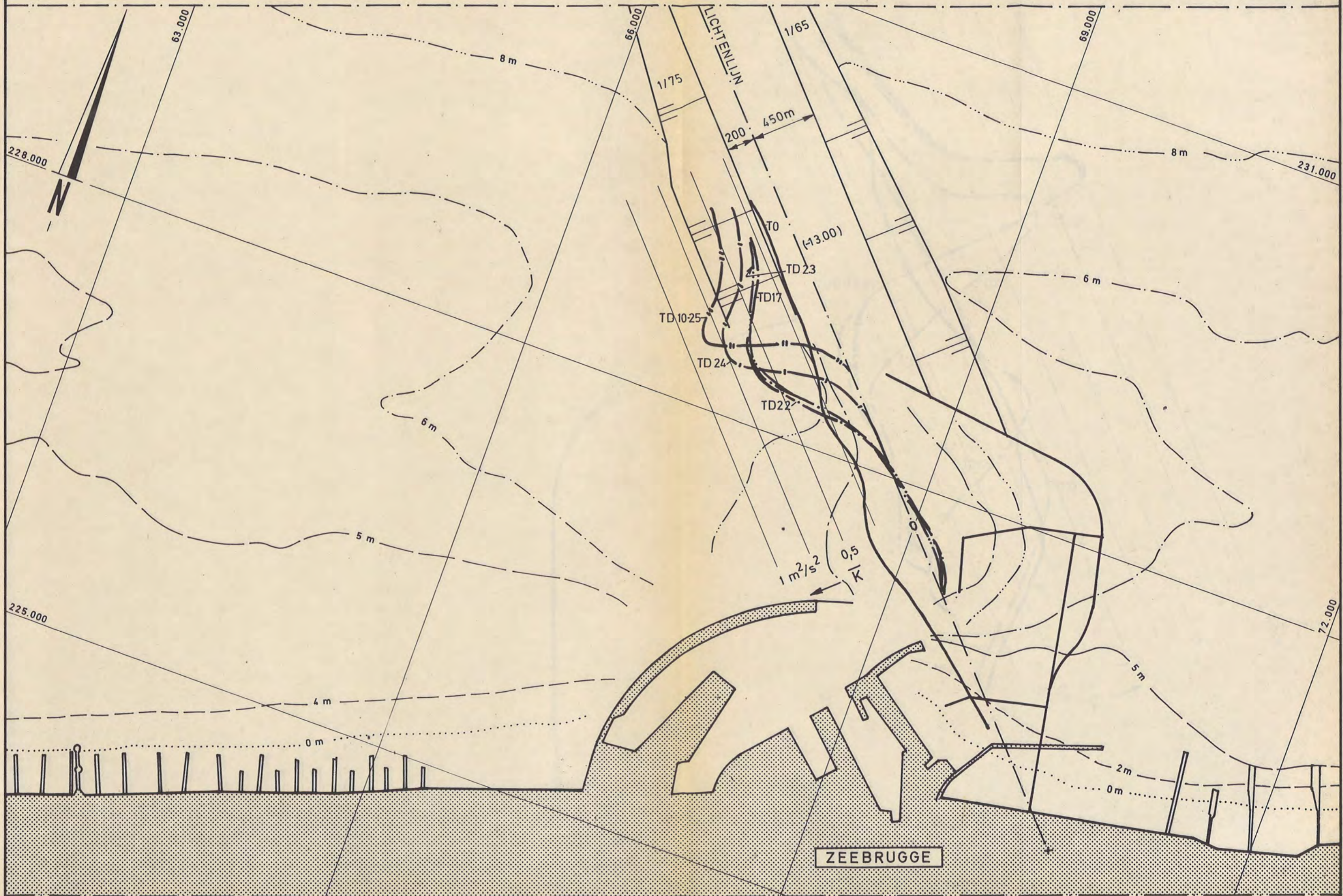
MOD. 387_2 DETAILMODEL HAVENMOND
ZEEBRUGGE

Bijlage 54

SCHALEN: Plan : 1/25.000

DWARSKRACHTEN BIJ EB - VARIANTE 2
FASE 5 T.E.M. 9 / TD17 - TD22 T.E.M.25

Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

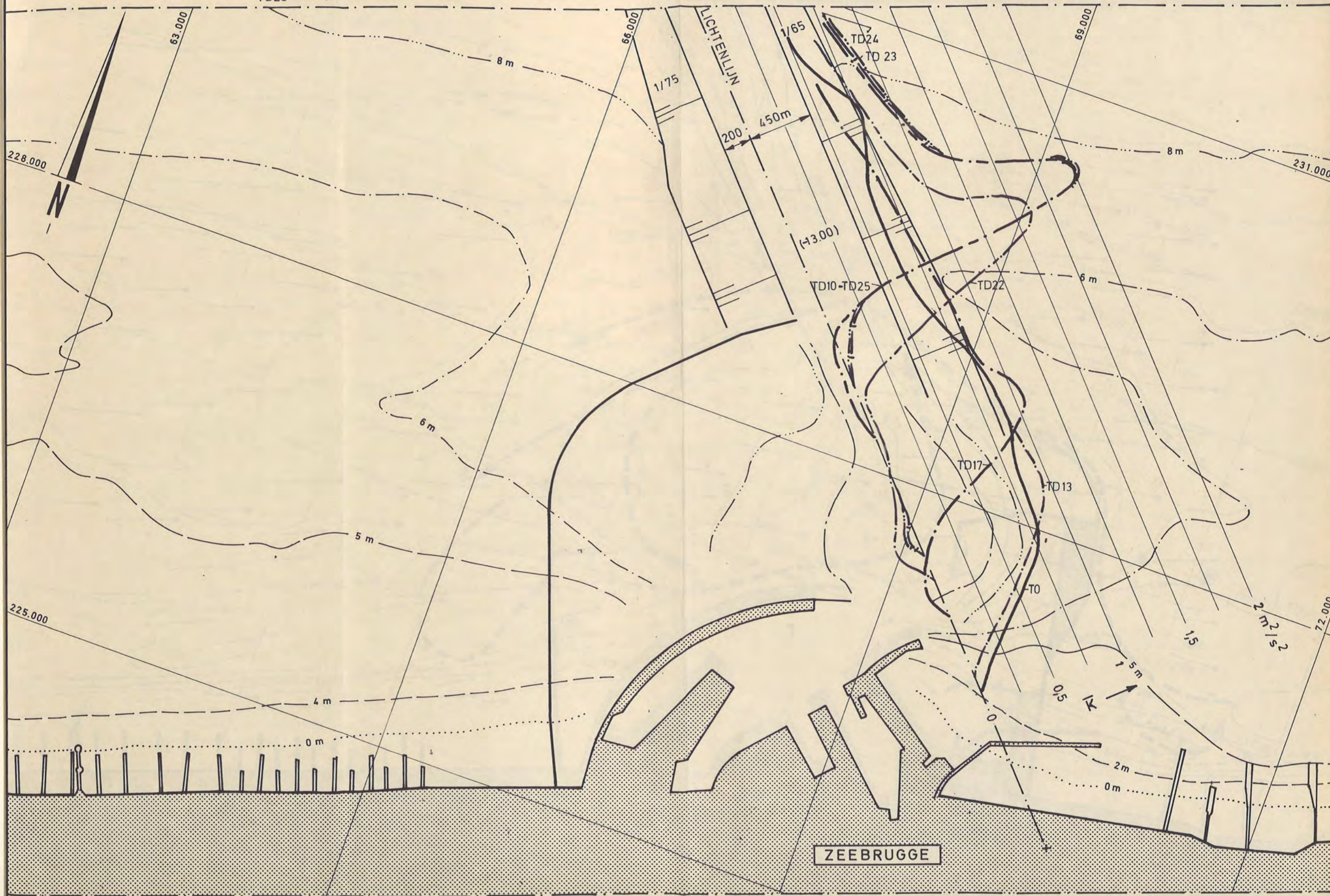


- TO —————
- TD 13 - - - - -
- TD 17 - - - - -
- TD 22
- TD 23
- TD 24 ————
- TD 25 ————

SCHALEN: Plan : 1/25.000

DWARSKRACHTEN BIJ VLOED -VARIANTE 2
FASE 5 T.E.M 9 / TD17 - TD22 T.E.M. 25

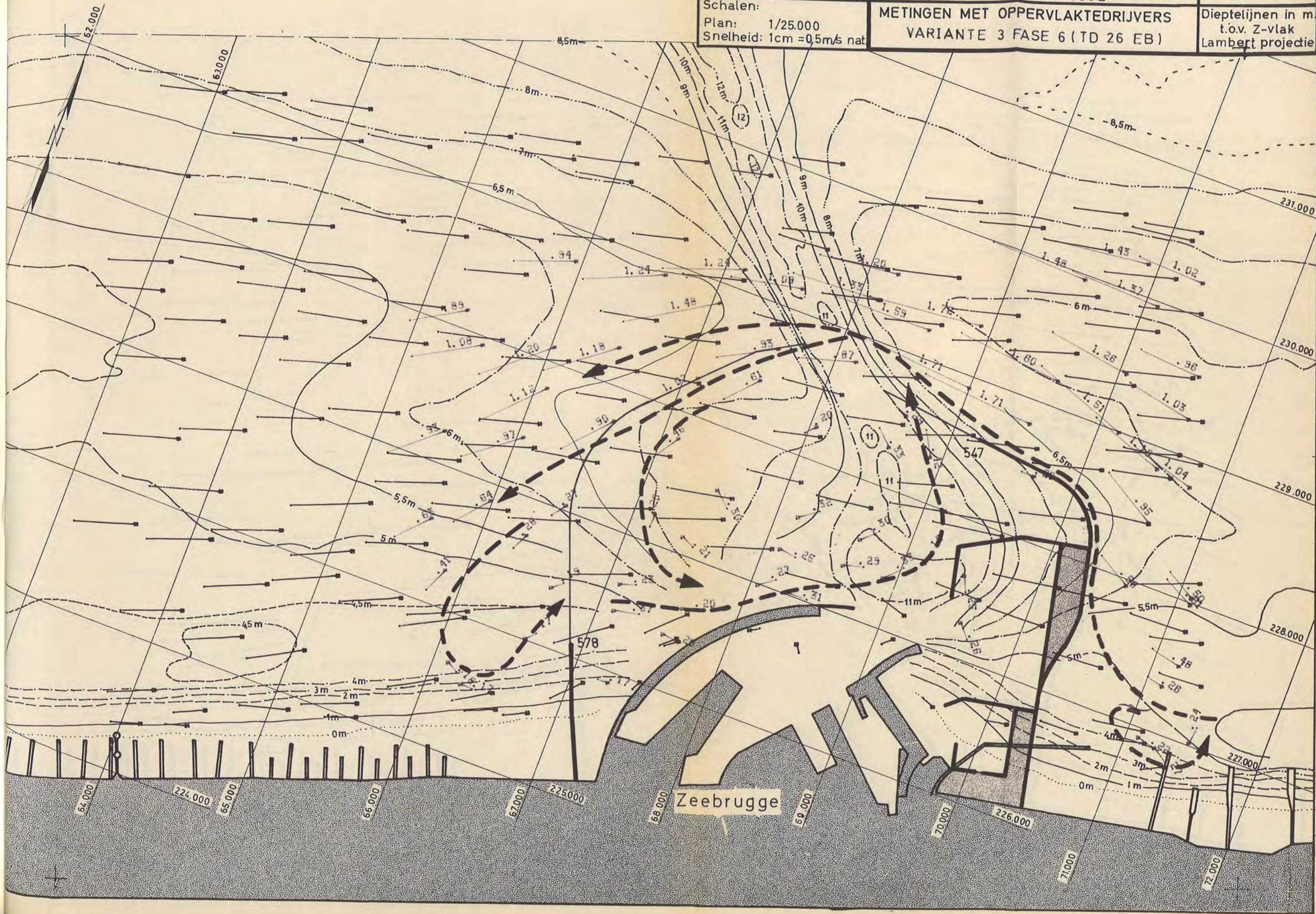
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 3 FASE 6 (TD 26 EB)

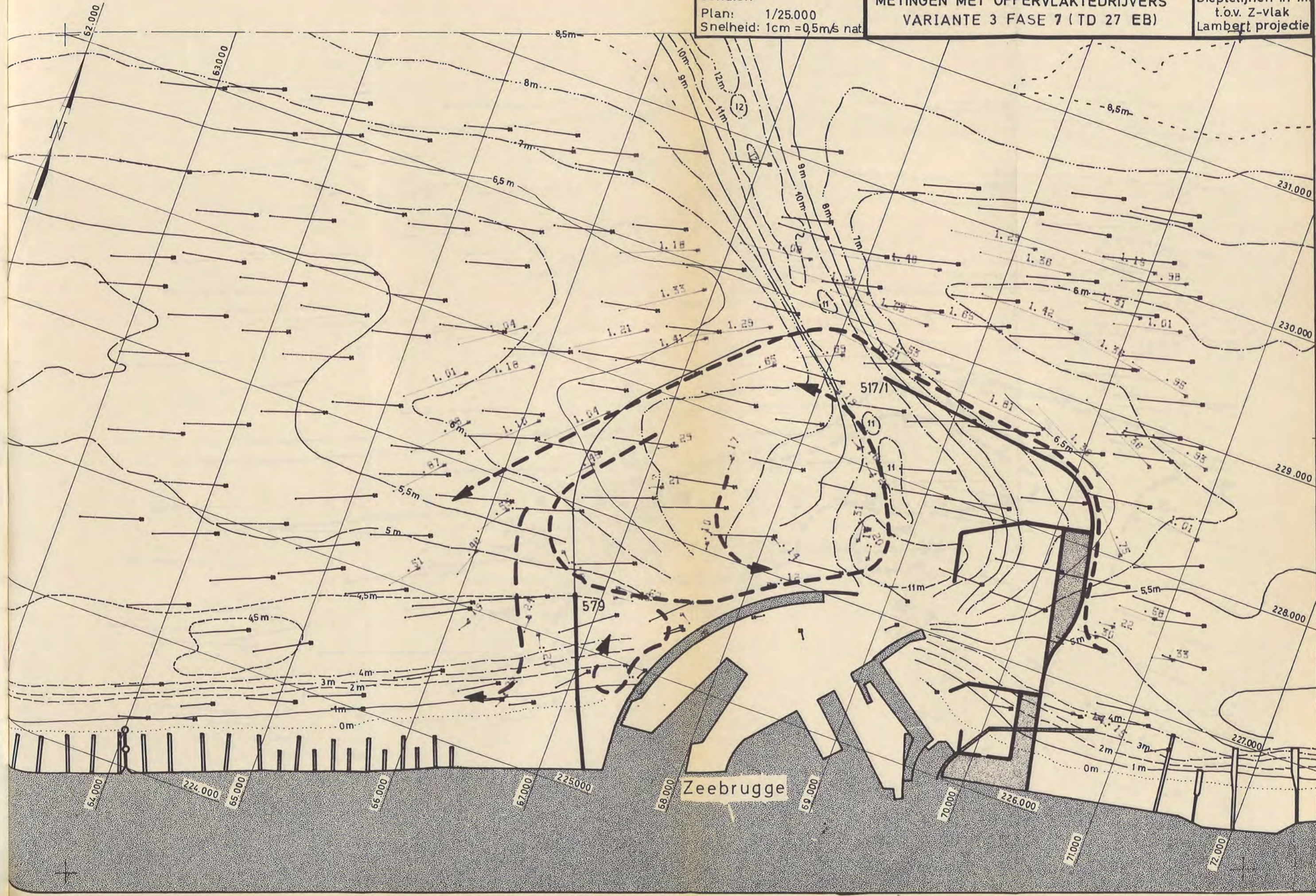
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDIJVERS
VARIANTE 3 FASE 7 (TD 27 EB)**

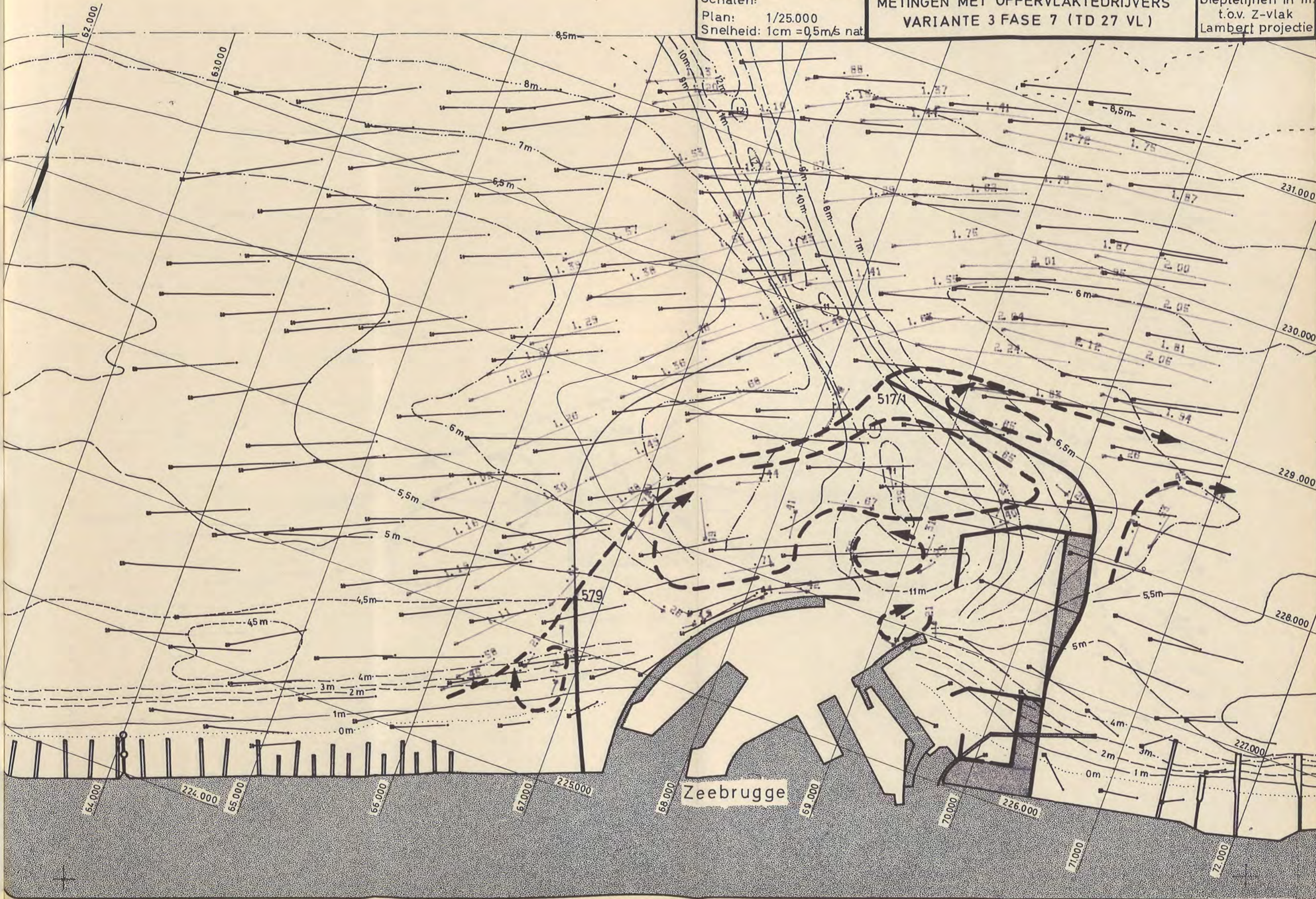
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 3 FASE 7 (TD 27 VL)

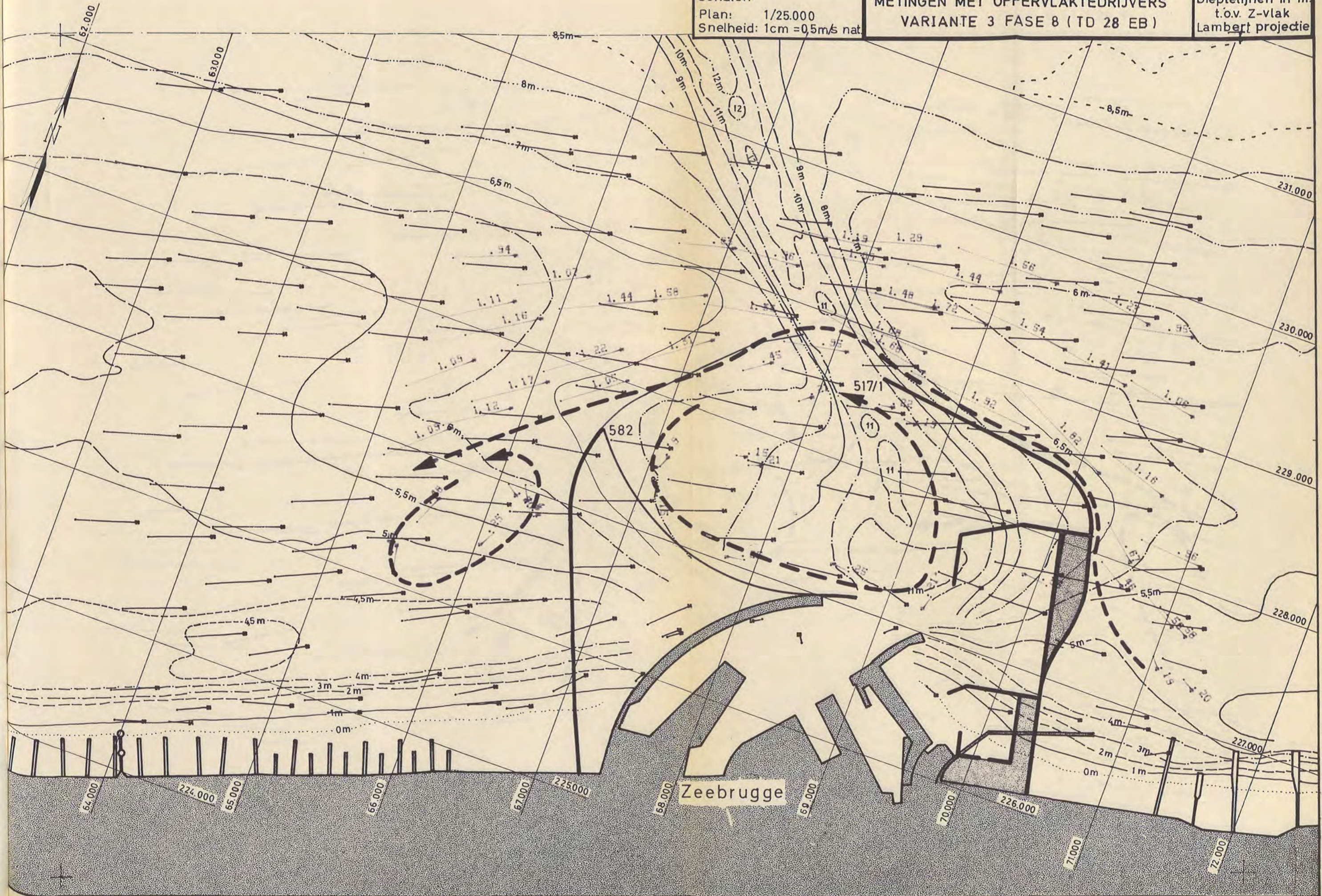
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 3 FASE 8 (TD 28 EB)**

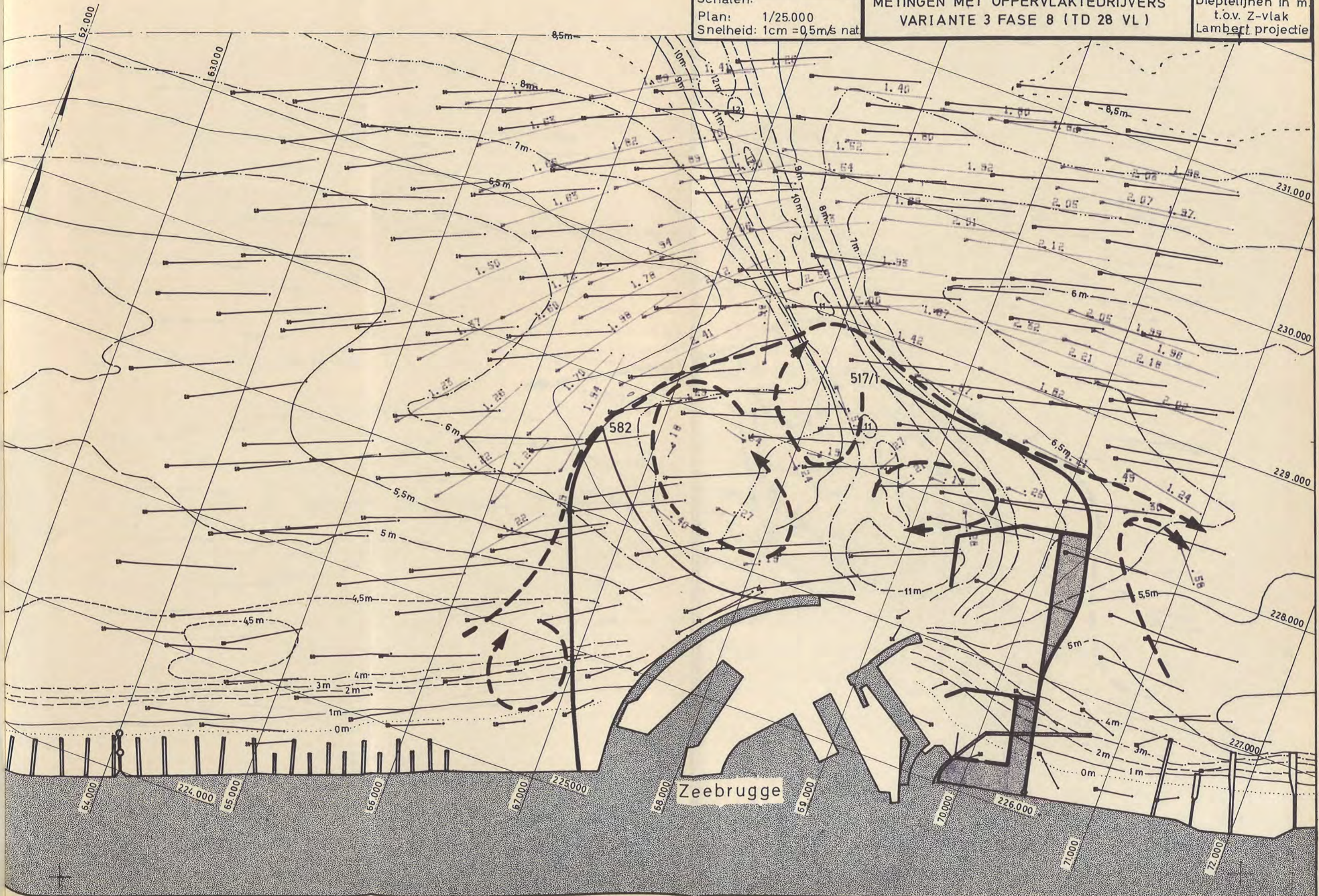
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 3 FASE 8 (TD 28 VL)**

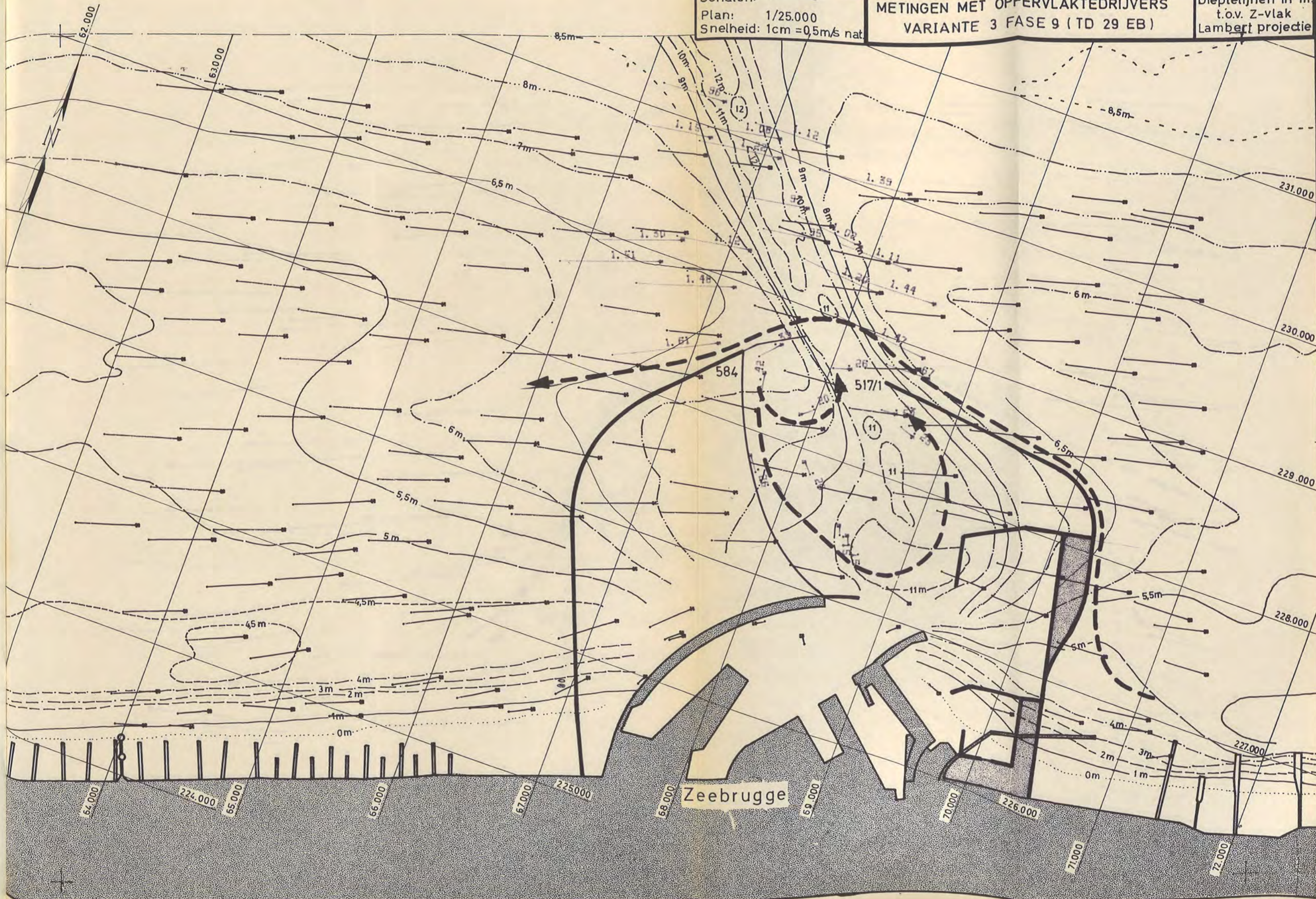
Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0.5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 3 FASE 9 (TD 29 EB)**

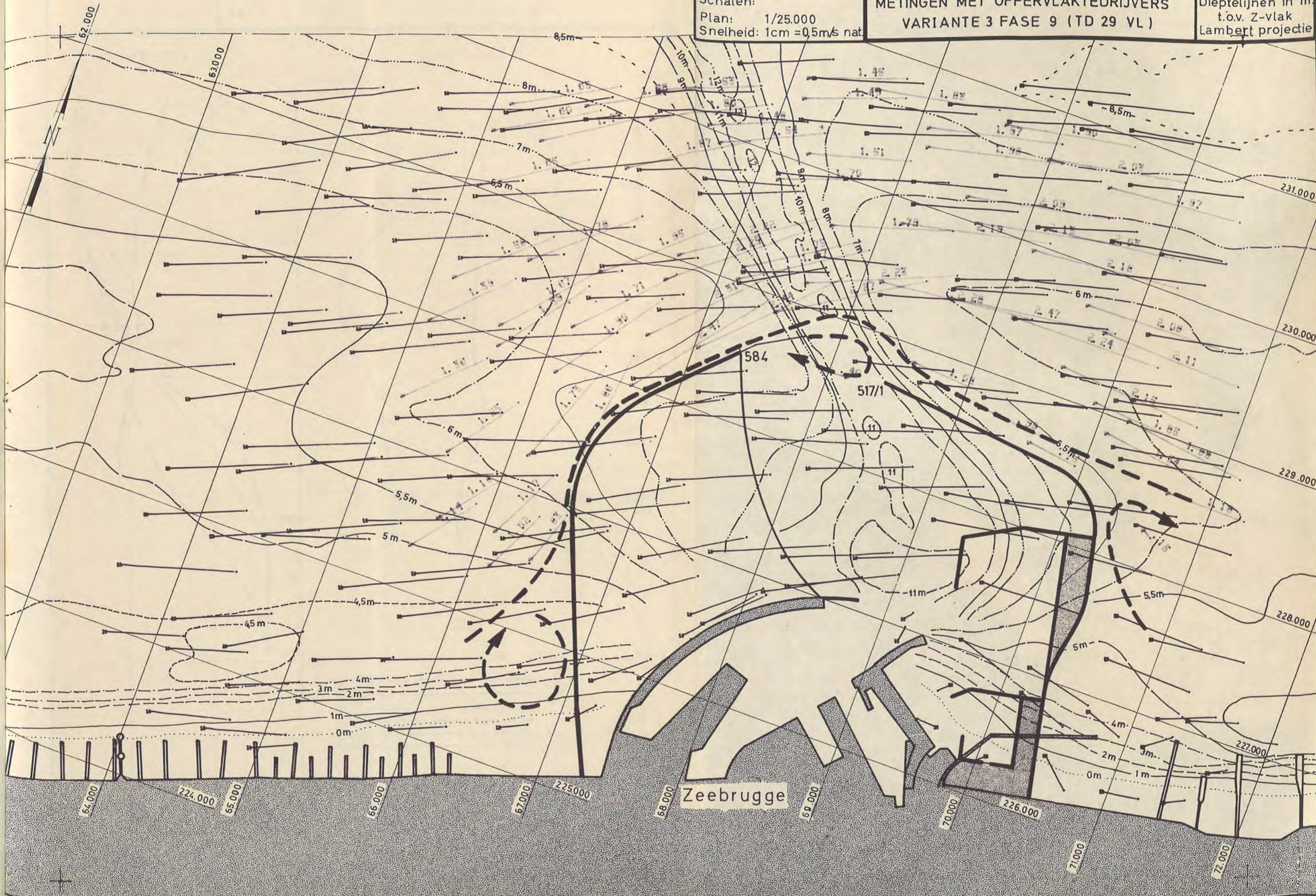
Dieptelijnen in m
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
VARIANTE 3 FASE 9 (TD 29 VL)**

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

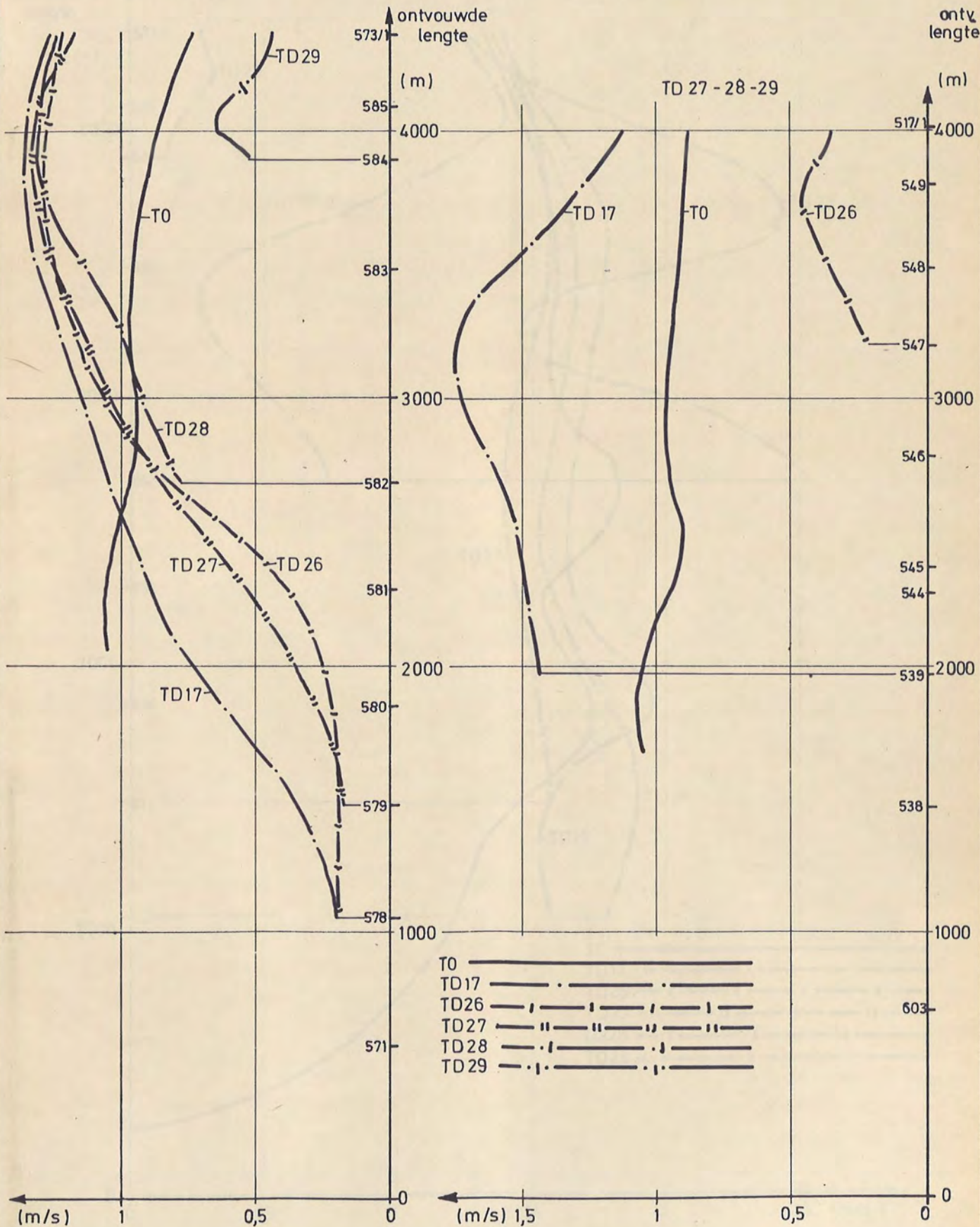




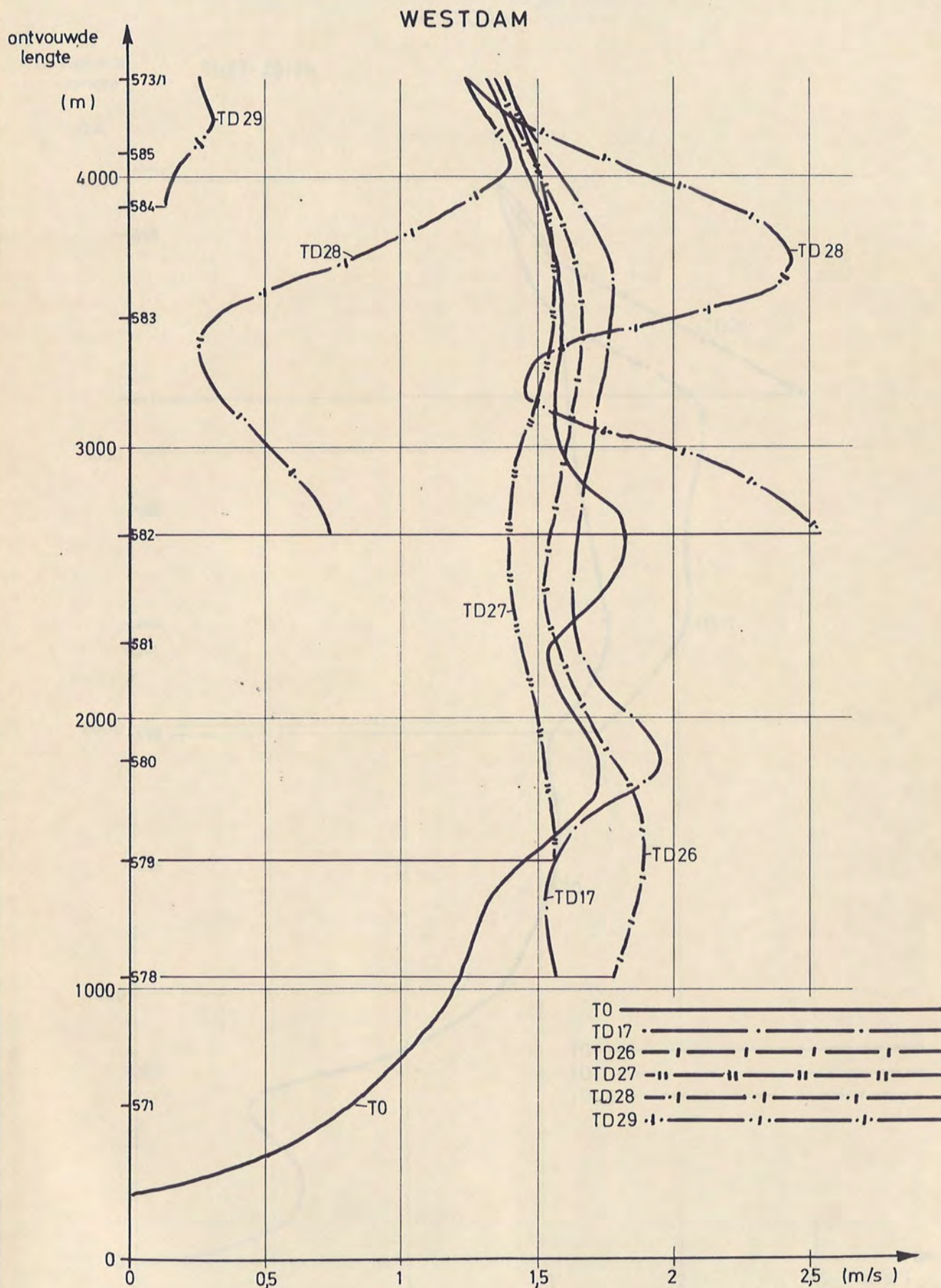
SNELHEDEN DAMPROFIEL - VARIANTE 3 EB
FASE 5 T.E.M. 9 TD17 - TD26 T.E.M. 29

WESTDAM

OOSTDAM



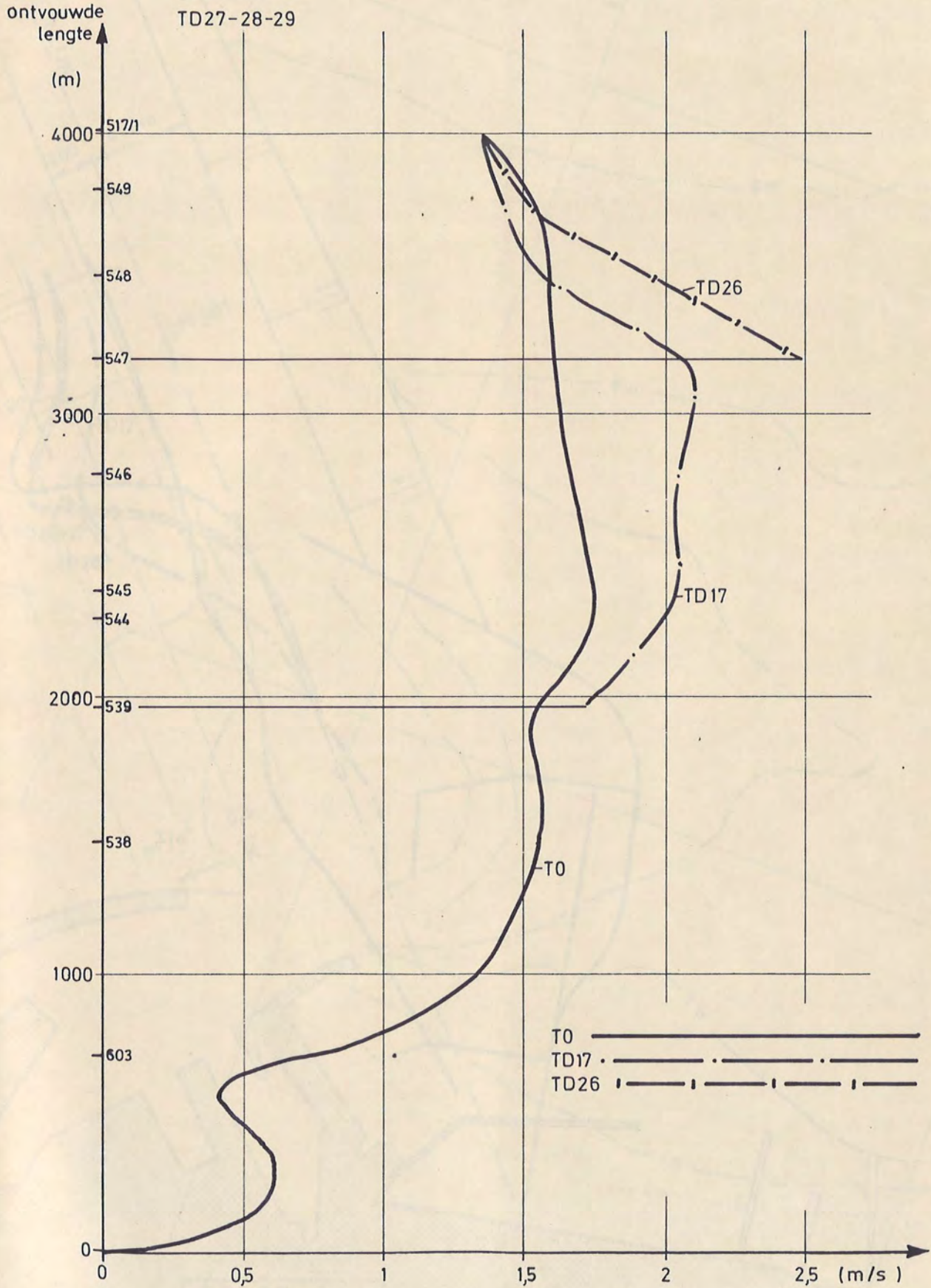
**SNELHEDEN DAMPROFIEL VARIANTE 3 - VL WESTDAM
FASE 5 T.E.M. 9 TD17-TD26 T.E.M. 29**



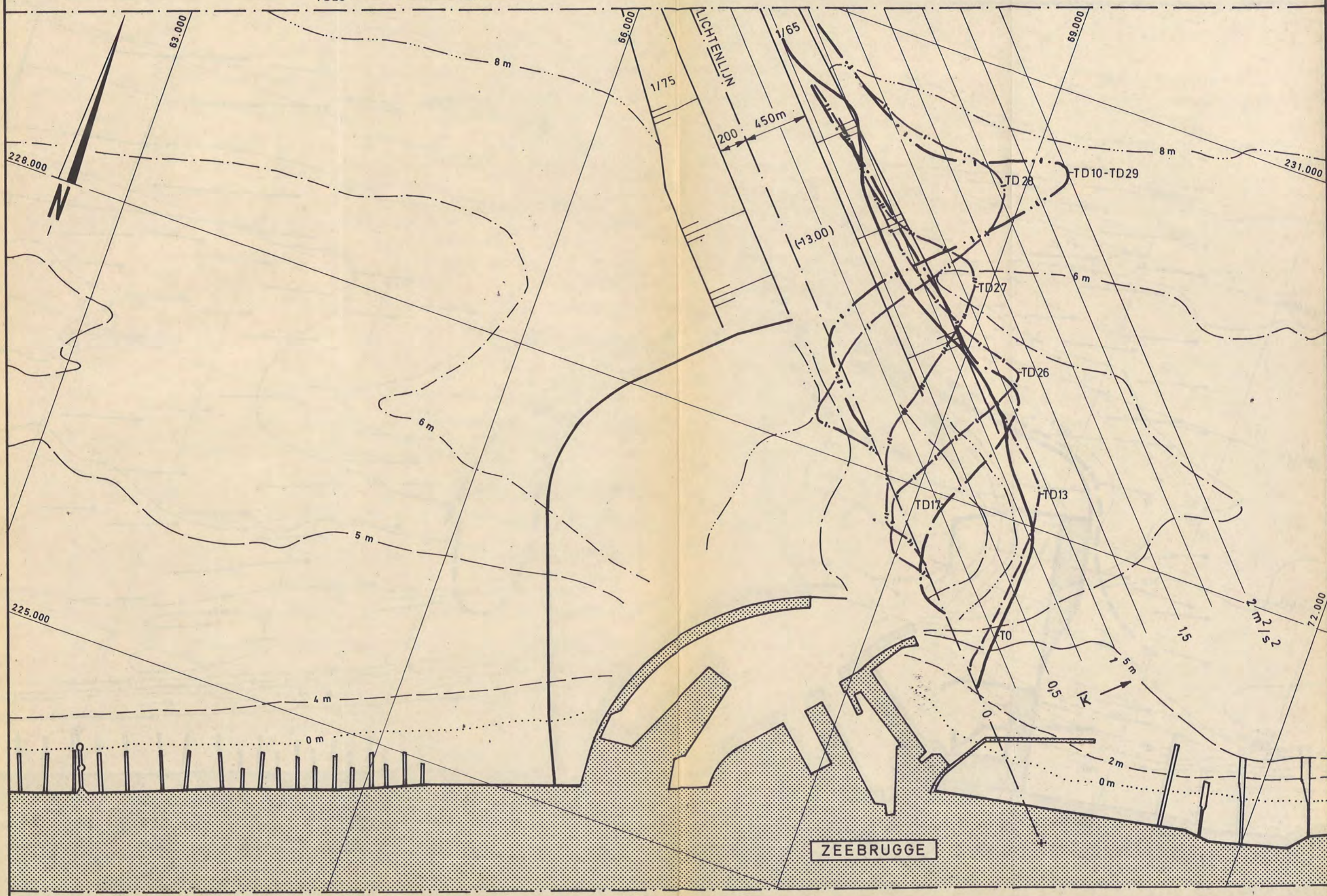


SNELHEDEN DAMPROFIEL - VARIANTE 3 VL OOSTDAM
FASE 5 T.E.M. 9 TD17 - TD26 T.E.M. 29

OOSTDAM



- T0
- TD13
- TD17
- TD26
- TD27
- TD28
- TD29





WATERBOUWKUNDIG
LABORATORIUM
borgerhout antwerpen

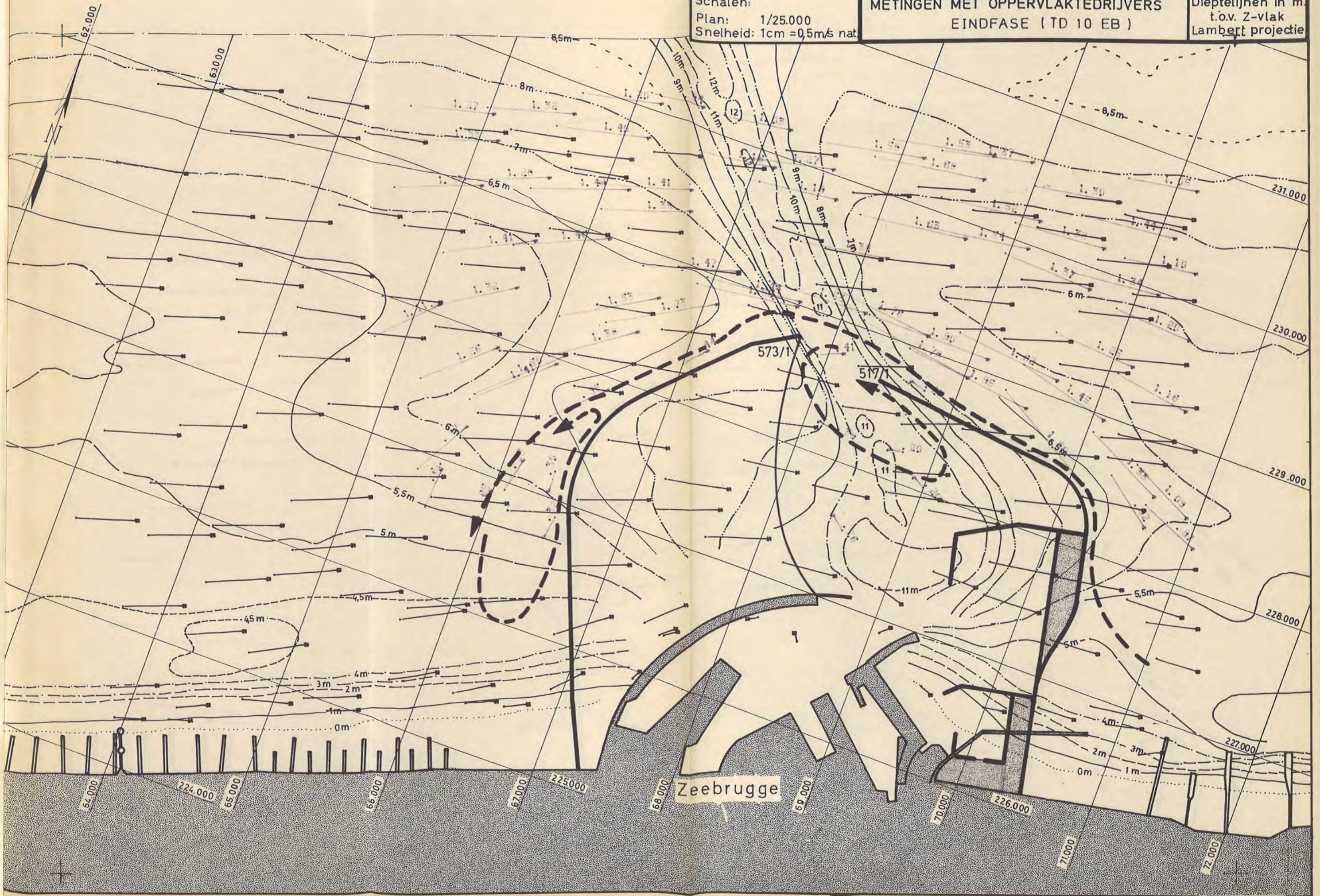
MOD.387.2 DETAILMODEL HAVENMOND
ZEEBRUGGE

Bijlage 69

Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
EINDFASE (TD 10 EB)

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie



Schalen:
Plan: 1/25.000
Snelheid: 1cm = 0,5m/s nat

**METINGEN MET OPPERVLAKTEDRIJVERS
EINDFASE (TD 10 VL)**

Dieptelijnen in m.
t.o.v. Z-vlak
Lambert projectie

