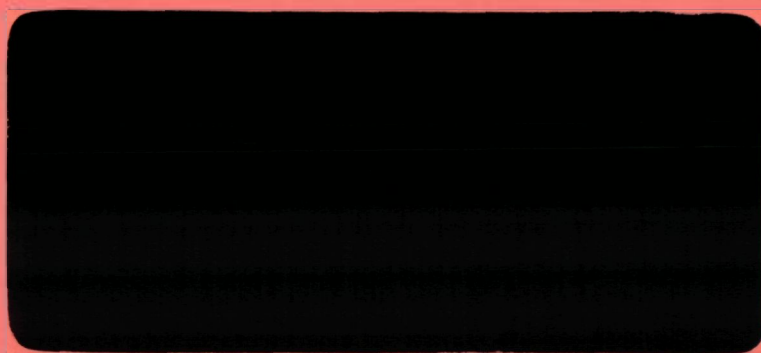


MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN
BESTUUR DER WATERWEGEN
ANTWERPSE ZEEDIENSTEN



WATERBOUWKUNDIG LABORATORIUM

BIBLIOTHEEK

53 34

INSTITUT FÜR WASSERBAU UND KANALISATION

BIBLIOTHEQUE

ZEESCHELDE

Puntstroomsnelheidsmetingen

1970 - 1972

234856

AZ.77.14.

7200 ²¹

1. Inleiding.

Sinds 1970 beschikken de Antwerpse Zeediensten over een stroommeter welke toelaat, op constante diepte t.o.v. de bodem, gedurende enkele weken de stroomsnelheid in grootte en richting te meten. De stroommeter, het werkingsprincipe en de plaatsing worden onder punt 2 beschreven.

Het doel van de metingen is het verkrijgen van informatie over het verloop in grootte en richting van de watersnelheid in de Zeeschelde. De bekomen gegevens, aangevuld met gegevens van drijfvermetingen, kunnen worden gebruikt voor het samenstellen van een stroomatlas.

De stroommeter wordt telkens gelegd op de rand van het vaarwater en in de nabijheid van een boei. De opstelling mag inderdaad niet hinderend zijn voor de scheepvaart en bovendien dient er voor gewaakt dat de stroommeter niet kan worden overvaren. Ondanks deze beperking worden toch waardevolle gegevens bekomen.

2. Beschrijving van de stroommeter en van zijn opstelling.

De stroommeter is een "Flachseestrommesser 333" van de firma Hydrowerkstätten GMBH te Kiel (Duitsland). Het is een automatisch en robuust meetinstrument, bestaande uit een waterdicht en gestroomlijnd aluminium lichaam (l.o.a. ongeveer 2,50 m; diameter ≈ 60 cm) met vooraan een beschermde schroef (diameter 28,5 cm) en achteraan vier grote vinnen. In het lichaam bevindt zich een meet- en recorder-eenheid.

Ondergedompeld in water ondervindt het toestel een opdrijvende kracht van ongeveer 1.100 N, daar de massa (ongeveer 90 kg) overtroffen wordt door de waterverplaatsing (ongeveer 0,2 m³). Door de gewichtsverdeling van het toestel zal de langs-as van het toestel, eens ondergedompeld, in een horizontaal vlak liggen. Door de bouw en de vormgeving van het toestel komt het automatisch in de stroomrichting te liggen. Watersnelheid- en richting worden doorlopend gemeten, en, met tussenpozen van vijf minuten, op een zwartwit fotografische film vastgelegd, zowel in rechtstreeks afleesbare cijferwaarden als in codevorm. Het oorspronkelijk toestel, aangekocht door de Antwerpse Zeediensten, beschikte niet over een codering van de grootte en de richting van de stroomsnelheid. Deze werd later ingebouwd.

De snelheid van het water wordt gemeten door het aantal rotaties van de schroef te tellen; deze rotaties worden via een reductie overgebracht op een in maatstrepen verdeelde schijf. Om de vijf minuten wordt een fotografisch beeld van deze schijf genomen. De watersnelheid wordt aldus gemeten als zijnde de gemiddelde snelheid gedurende de voorbije vijf minuten.

Het bereik van de snelheidsmeter is van 3 tot 250 cm/s. De meetnauwkeurigheid (inclusief deze der verdere uitwerkingen) kan gesteld worden op 3 cm/s.

De richting van de waterstroming wordt gemeten door fotografische vastlegging van de stand van het kompas dat in de recorder-eenheid is ingebouwd. De meting geeft dus eigenlijk telkens de ogenblikkelijke waarde van de kompasstand aan, doch gezien het zeer continue verloop van de stroomrichting zowel bij vloed als bij eb in de Zeeschelde, is dit geen nadeel.

Het kompas is verdeeld van 0° tot 360° en heeft een meetnauwkeurigheid van 2° . De meting gebeurt zó dat de aangeduide richting deze is náár waar de stroming wijst, in tegenstelling tot bvb. de aanduiding van windrichtingen.

De stroommeter kan onafgebroken gedurende 28 dagen werken, zijnde de maximum duur van de fotografische vastlegging op eenzelfde film. Gewoonlijk wordt de duur echter tot drie weken beperkt, om alzo nog reservetijd te hebben indien wegens bvb. weersomstandigheden (vnl. wind en mist), de stroommeter nog niet door een betonningsvaartuig kan bovengehaald worden ter verwisseling van fotografische film of verplaatsing naar een andere meetplaats.

Het plaatsen en het opnemen van het toestel is inderdaad vrij omslachtig. De opdrijvende stroommeter wordt met een ketting (normaal tussen 1,50 en 8,00 m lang) verankerd aan een zware betonsteen (gewicht : 5000 N) welke op de bedding van de rivier rust. Deze betonsteen is op zijn beurt met een ketting, welke over de rivierbedding loopt en 42 m lang is, verbonden aan een zwaardere betonsteen (gewicht : 15.000 N), welke als vloed- of ebsteen dient voor de speciale meetboei. Fig. 1 geeft een schets van de opstelling.

3. Het verwerken van de meetgegevens.

Vóór het plaatsen van de stroommeter en bij het einde der meting wordt door een speciale werkwijze het tijdstip van begin en einde der meting bepaald en gekoppeld aan een beeldnummer, om de bekomen gegevens in de tijd te kunnen vastleggen.

Na ontwikkeling wordt de fotografische film door een speciaal code-uitwerktoestel (data-logger) ontcijferd. Dit toestel is in bezit bij de Dienst der Kust. De code wordt gelezen en tezamen met het beeldnummer worden de stand van de snelheidsschijf en de stand van het kompas door de data-logger op ponsband vastgelegd.

Deze ponsband, de bijhorende inlichtingenfiche (met : meetpositie, meetnaam, ijkingsformule voor de snelheid, data, identificatie van een begin- en eindbeeldnummer) en de tijregistraties gedurende de meetperiode van een nabijgelegen tijpost, worden door een computer van de Dienst Informatie, Programmatie en Statistiek verwerkt.

Het resultaat is een benson-tekening waarop voorkomen :

- 1°) de tijkromme
- 2°) het verloop van de stroomrichting
- 3°) de snelheidskromme
- 4°) de data

Vóór dat het toestel voorzien was van een decodeerapparaat diende de film te worden geprojecteerd om de aflezingen van het apparaat en kompas mogelijk te maken. Met deze gegevens en de ijkgrafiek werd dan de snelheid bepaald, welke dan kon worden getekend i.f.v. de tijd. In een later stadium werden de afgelezen gegevens, samen met de gegevens vermeld in vorige alinea overgemaakt aan de Dienst Informatie, Programmatie en Statistiek, welke dan eerst een ponsband samenstelde en vervolgens de verdere verwerking deed met de computer.

Bij nazicht van de Benson-tekeningen bemerkt men allerlei storingen zowel op de tijkrommen, de snelheidsgrafieken, als op de grafieken die de richting aangeven.

De storingen op de getijkrommen zijn het minst belangrijk en te wijten aan fouten in het aflezen van de originele getijkrommen. De storingen in de snelheidskrommen zijn dubbel : enerzijds kleine storingen te wijten aan de turbulentie, en anderzijds grote storingen (korte pieken) waarvan de oorzaak moeilijk te bepalen is, doch welke mogen worden verwaarloosd daar ze niet van invloed zijn op het algemeen snelheids-

verloop. De storingen in de grafieken van de stroomrichting doen zich vooral voor rond kentering en wanneer de stroomrichting schommelt bv. tussen 350° en 10° waardoor afwisselend 360° en 0° zal worden opgetekend.

Controles op de Benson-tekeningen wezen uit dat de computer-verwerking van de ponsband en de tijdkrommen juist is.

x
x x

PUNTSTROOMSNELHEIDSMETINGEN VAN 1970-1972

In de jaren 1970-1972 werd de stroommeter op verschillende plaatsen uitgelegd tussen de Belgisch-Nederlandse grens en Costerweel (zie fig.2). In bijgevoegde tabel zijn de plaatsnamen, de volgnummers van de metingen (sommige ontbreken wegens defect van het toestel) en de figuurnummers opgenomen.

Op de figuren 3 t.e.m. 10 werden per meetplaats de gemeten maximale stroomsnelheden bij vloed en eb uitgezet in functie van de bijhorende getijverschillen. Op deze wijze kon een verband (meestal rechtlijnig) worden bepaald tussen de maximale snelheid en de getijrijzing. Op de bijhorende situatietekening is de gemiddelde stroomrichting tijdens eb en vloed ingetekend. Op de figuren zijn voor gemiddeld doodtij (DT), gemiddeld getij (GT) en gemiddeld springtij (ST) de maximale eb- en vloodsnelheden aangegeven (afgerond op 1 dm) zoals deze met de getekende correlatie werden bepaald.

Op de figuren 12 t.e.m. 21 zijn per meetplaats de snelheidskrommen en de getijkrommen van een nabij gelegen getijpost getekend. Alleen de figuren 18, 20 en 21 zijn Bensontekeningen. De overige figuren zijn op klassieke wijze getekend. Het verloop van de stroomrichting is niet getekend. In de situatietekening is alleen de gemiddelde stroomrichting tijdens eb en vloed weergegeven. In enkele meetplaatsen is wegens defect van het kompas de stroomrichting niet gemeten.

x
x x

De meetplaats Meestoof (fig. 3 en 12) is een typische vloedplaats : hoge vloodsnelheden en sterk afhankelijk van het tijverschil, veel kleinere ebsnelheden en praktisch onafhankelijk van het tijverschil. De stroomrichtingen volgen het verloop van de dieptelijnen.

Opwaarts van boei 97 (drempel van Lillo fig. 4 en 13) is eveneens een typische vloedplaats zoals Meestoof.

Onder de linkeroever te Borgerweert (fig. 5, 14 en 15) zijn voor springtij de maximum vloodsnelheden groter dan de maximum ebsnelheden; bij doodtij is dit anders om. Dit is te verklaren door het ontbreken van het tweede maximum van de vloed bij doodtij.

Opwaarts van boei 116 (fig. 6 en 16) overheersen de ebsnelheden. Dit is te verklaren door de hoge ligging van de plaat van Boomke, waardoor de vloed zich meer door het vaarwater zet. De ebstroom is dus groter onder de rechteroever van het vaarwater dan onder de linkeroever (vgl. fig. 5 en 6).

Opwaarts boei 85a, in de ingang van de Schaar van Ouden Doel (fig. 7 en 17) is eveneens een typische vloedplaats : grote vloodsnelheden, kleine ebsnelheden. De ebstroom zal zeker ook nog beïnvloed zijn door de leidam op de plaat van Doel, welke deze stroom concentreert in het vaarwater Oudendijk.

Opwaarts boei 78 (fig. 8 en 18) is het opmerkelijk dat de vloedstroom onbeduidend is en dat de maximum vloodsnelheden merkkelijk lager zijn dan de ebsnelheden.

Opwaarts boei 87 (fig. 9 en 19) is de ebstroom belangrijker dan de vloedstroom, alhoewel bij springtij de maximum vloodsnelheden groter zijn dan de maximum ebsnelheden. De ebstroom is duidelijk afkomstig uit het vaarwater Oudendijk (vgl. fig. 7 en 9).

Ter hoogte van boei 108 onder de rechteroever t.h.v. Boerenschans (fig. 10 en 20) overweegt de ebstroom, vooral door zijn duur, op de vloedstroom. Zowel de maximum vloed- als ebsnelheden zijn gering en niet sterk afhankelijk van het tijverschil.

Opwaarts boei 7⁴, langs de rechteroever dwars van het uiteinde van de leidam over de Ballastplaat (fig. 11 en 21) is er een evenwicht tussen eb- en vloedstroom; de maximum vloodsnelheden zijn echter groter dan de maximum ebsnelheden. De vloedstroom, beïnvloed door de stroming uit de Appelzak (Ballastplaat) maakt een kleine hoek met het vaarwater (dwarsstromen, zie ook fig. 8 van rapport AZ.77.15).

Voor alle meetpunten geldt praktisch het volgende :

- de maximum vloodsnelheid treedt over 't algemeen op 1u. à 1u.30 min. vóór plaatselijk hoogwater.
- het tijdstip van maximum ebsnelheid t.o.v. het tijdstip van hoogwater is veel minder nauwkeurig vast te stellen. Het verschil tussen beide tijdstippen varieert inderdaad sterk van plaats tot plaats, en bovendien treedt de maximum ebsnelheid soms op in 't begin van de eb en soms op 't einde.
- de hoogwaterkentering situeert zich op de meeste plaatsen tussen de 50 en 70 min. na het tijdstip van hoogwater.
- de laagwaterkentering treedt in de meeste plaatsen 30 min. na laagwater op.

Antwerpen, oktober 1977.

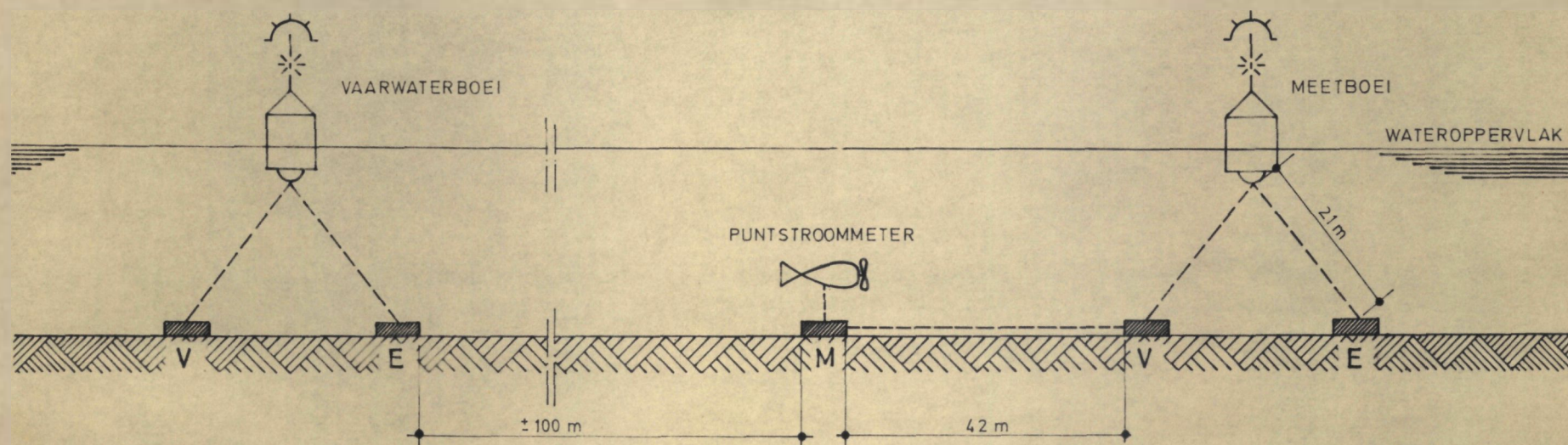
TABEL

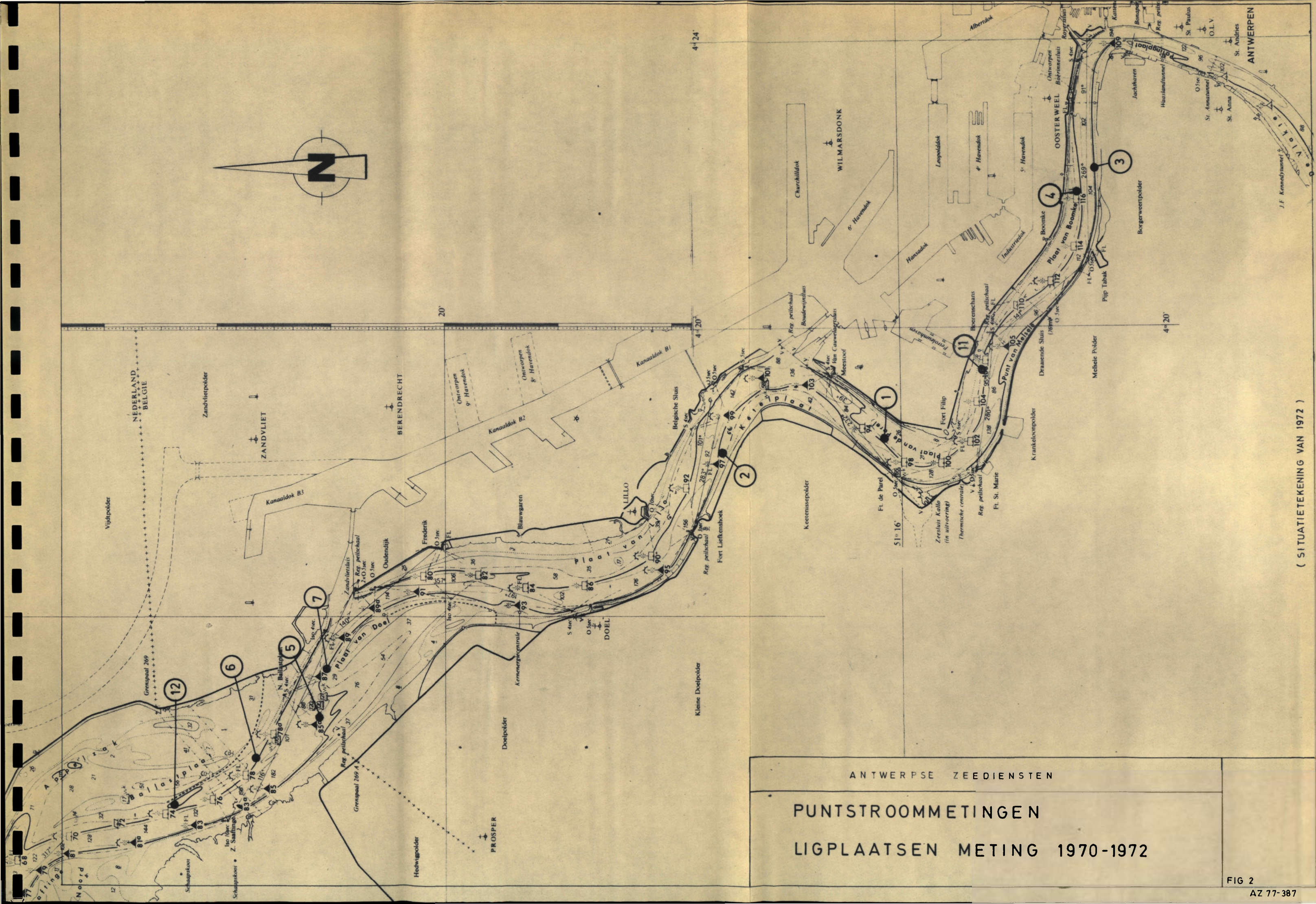
Plaats	Volgnummer	Meetperiode	Fig.nr.
Correlatie max. snelheid/getijverschil			
Meestoof	1	3.7.70-20.7.70	3
Liefkenshoek	2	7.10.70-26.10.70	4
Borgerweert	3	9.11.70-2.12.70	5
Costerweel	4	16.11.70-2.12.70	6
Hedwigpolder	5	14.1.71-20.1.71	7
Ballastplaat	6	14.1.71-1.2.71	8
Prosperpolder	7	11.2.71-28.2.71	9
Boerenschans	11	28.10.71-19.11.71	10
Ballastplaat	12	12.1.72-8.2.72	11
Snelheids- en getijkrommen			
Meestoof	1	3.7.70-20.7.70	12
Liefkenshoek	2	7.10.70-26.10.70	13
Borgerweert	3	9.11.70-26.11.70	14
id.(vervolg)	3	27.11.70-2.12.70	15
Costerweel	4	16.11.70-2.12.70	16
Hedwigpolder	5	14.1.71-20.1.71	17
Ballastplaat	6	14.1.71-1.2.71	18
Prosperpolder	7	11.2.71-28.2.71	19
Boerenschans	11	28.10.71-19.11.71	20
Ballastplaat	12	12.1.72-8.2.72	21

ALGEMENE PRINCIPESCHETS
OPSTELLING PUNTSTROOMMETER

FIG 1

----- KETTING
V = VLOEDSTEEN (1500 Kg)
E = EBSTEEN (1500 Kg)
M = MEETSTEEN (500 Kg)



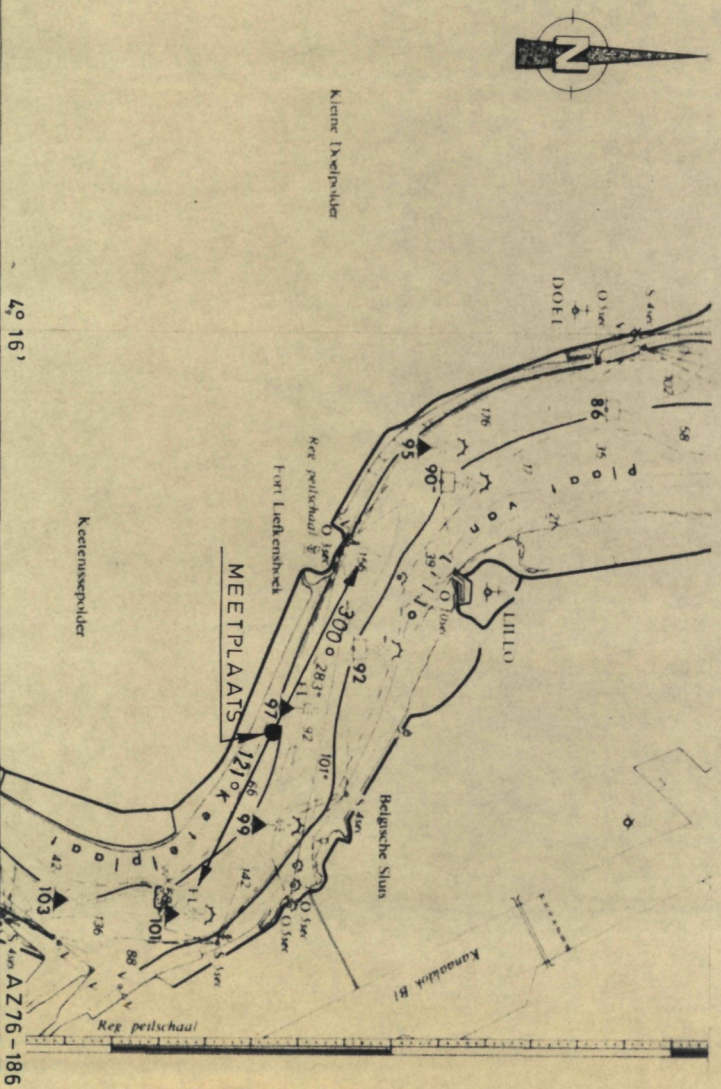
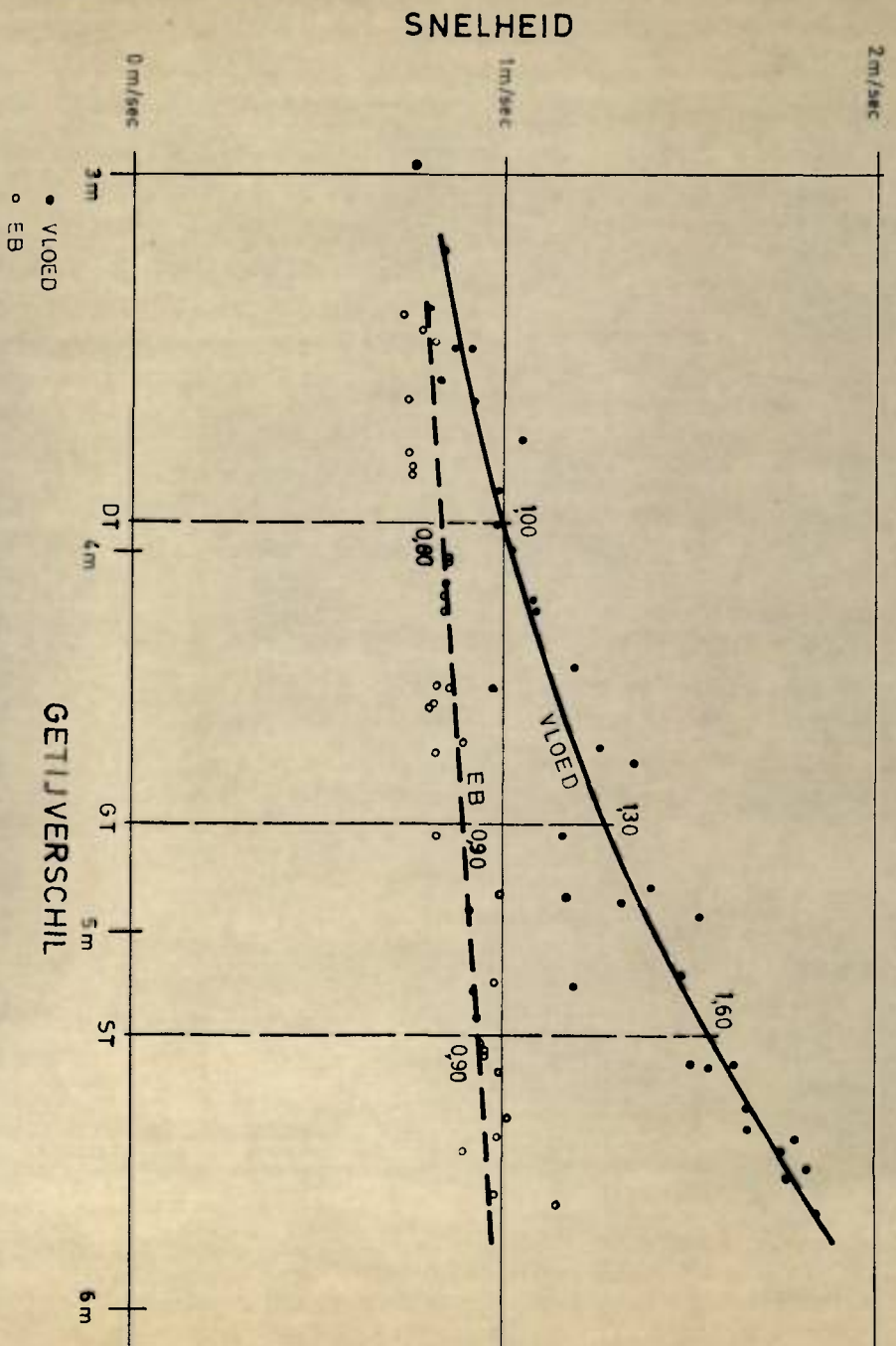


STROOMMETINGEN TE LIEFKENSHOEK VAN 07-10-70 TOT 26-10-70

FIG. 4

Volgnummer: 2

CORRELATIE MAX. SNELHEID / GETIJVERSCHIL

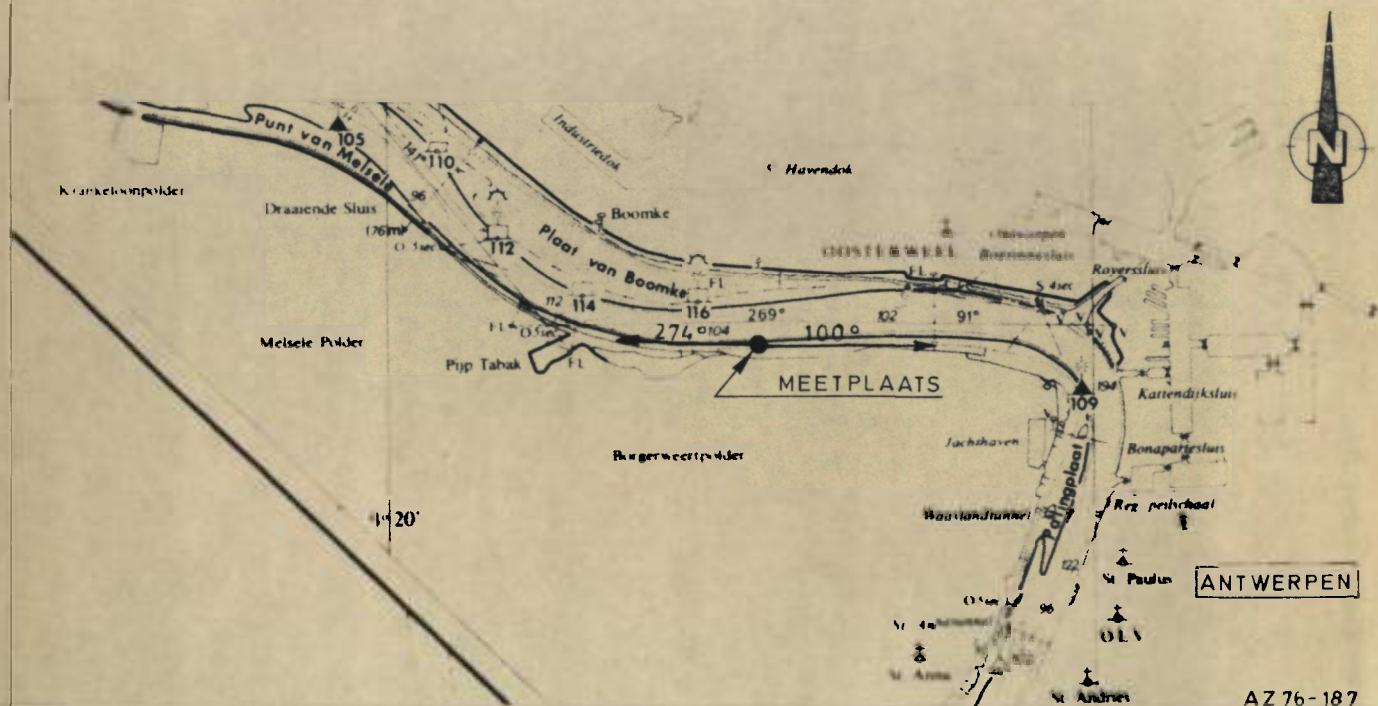
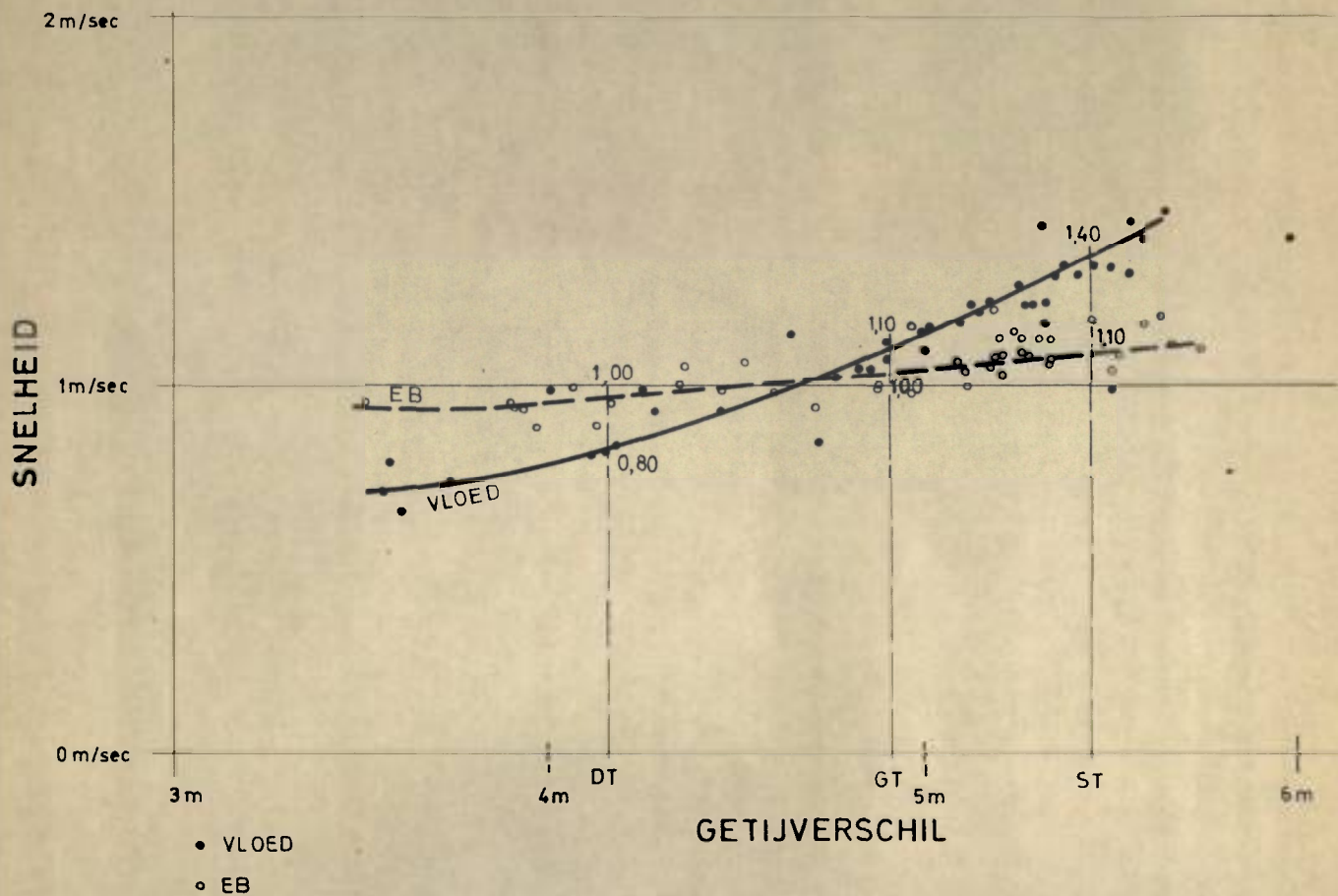


STROOMMETINGEN TE BORGERWEERT VAN 9-11-70 TOT 2-12-70

FIG 5

Volg. meting: 3

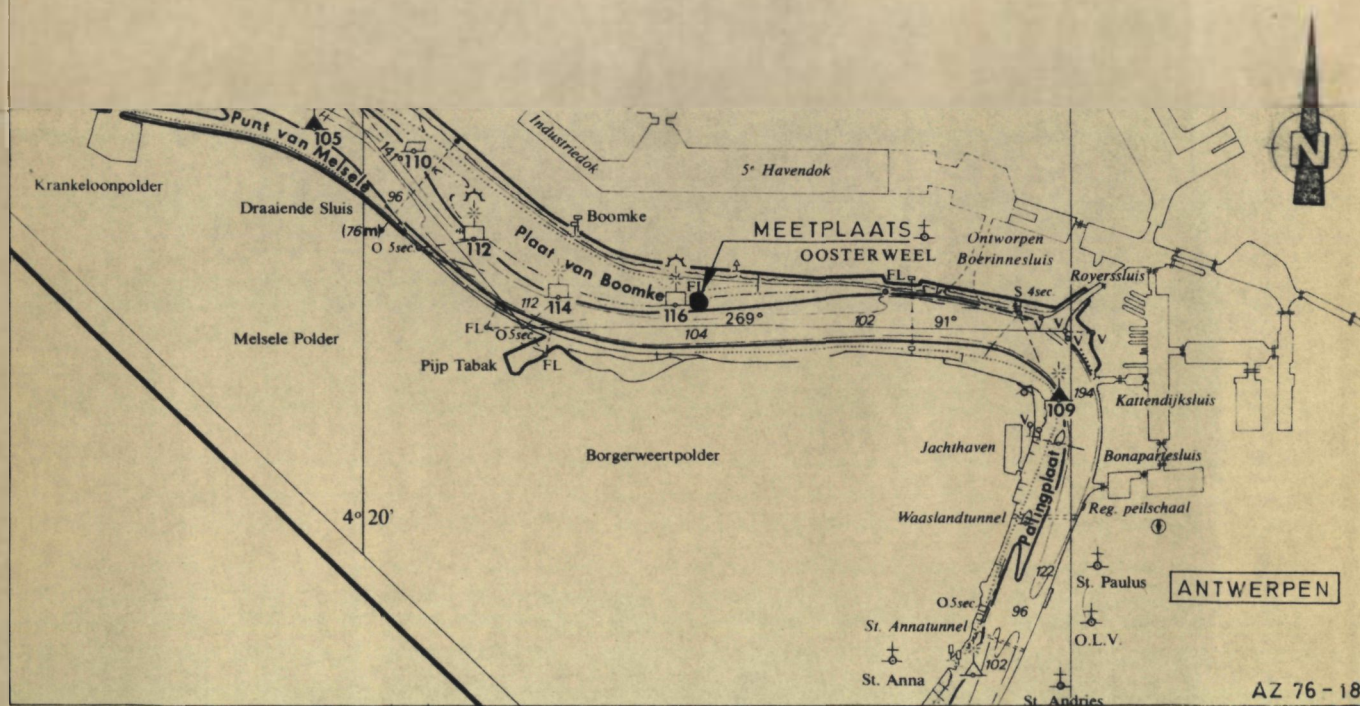
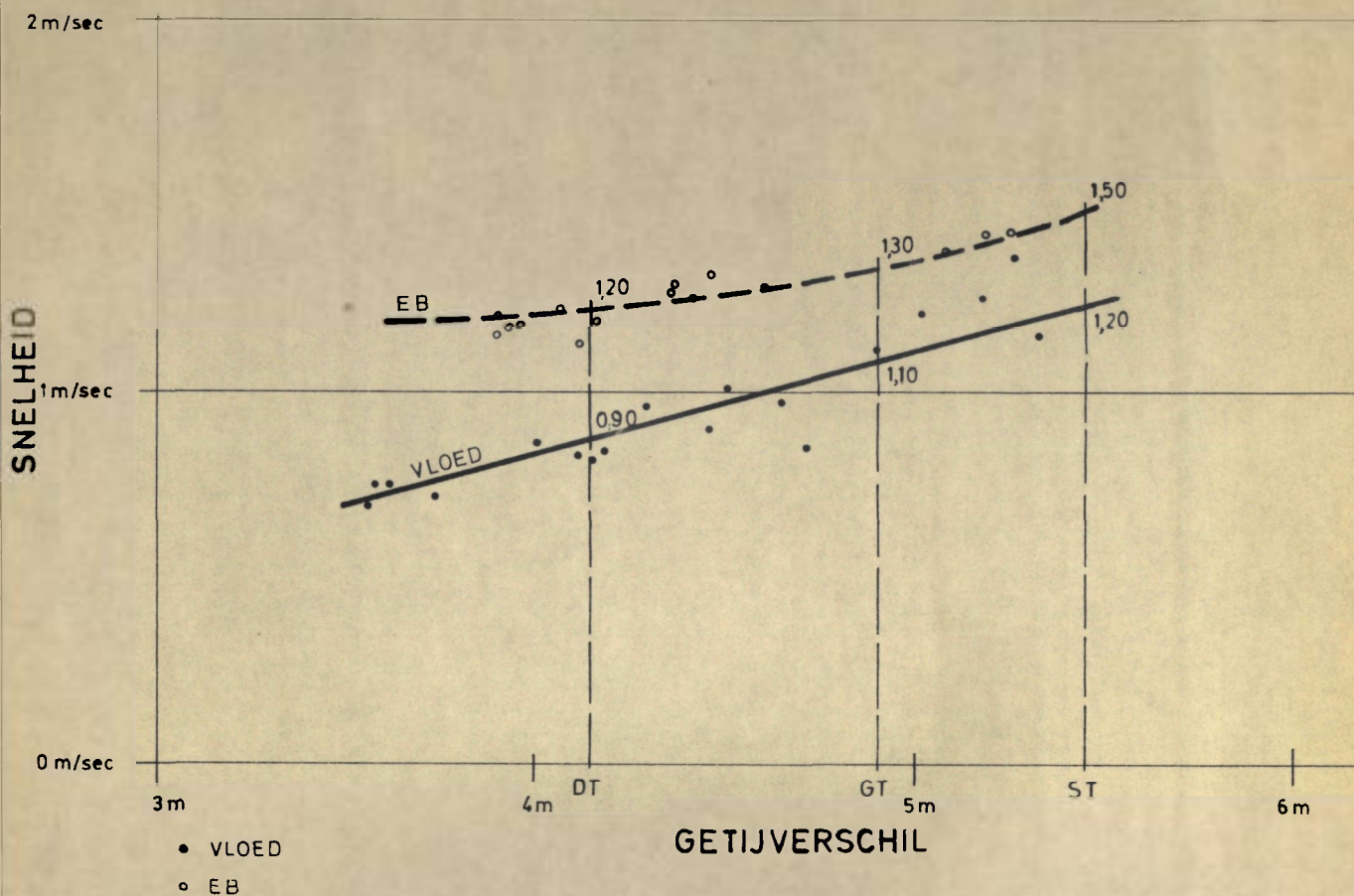
CORRELATIE MAX. SNELHEID / GETIJVERSCHIL



STROOMMETINGEN TE OOSTERWEEL
VAN 16-11-70 TOT 02-12-70

FIG 6

CORRELATIE MAX. SNELHEID / GETIJVERSCHIL

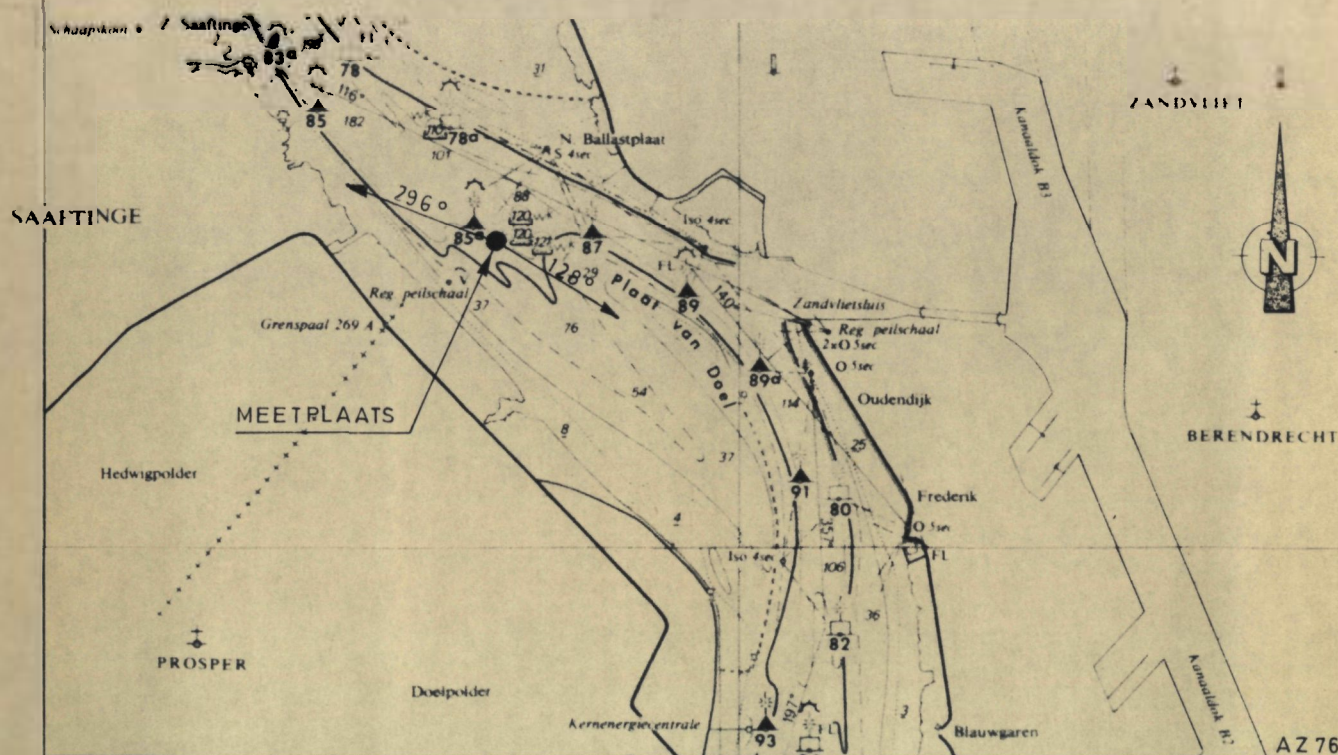
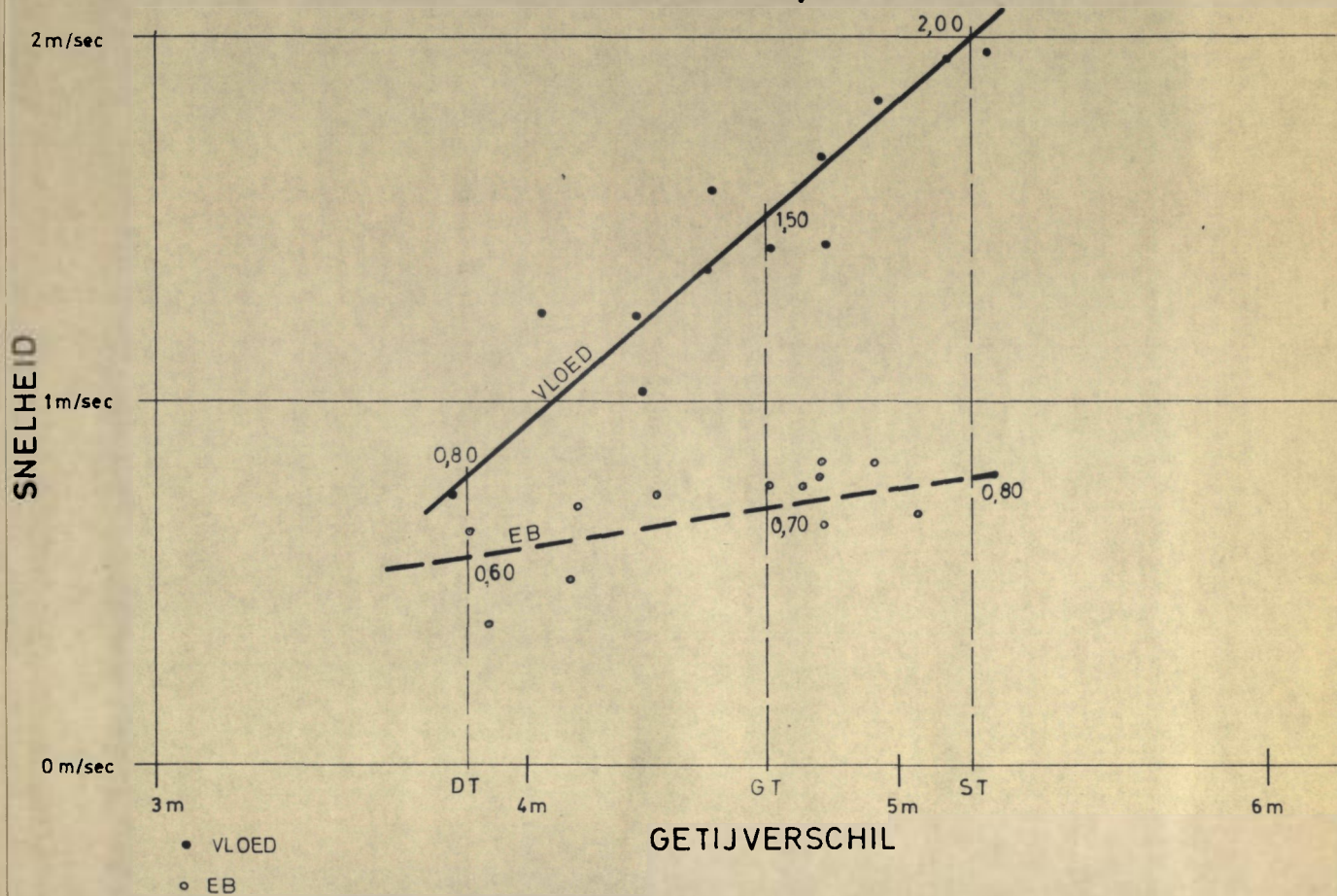


STROOMMETINGEN TE HEDWIGPOLDER VAN 14-1-71 TOT 20-1-71

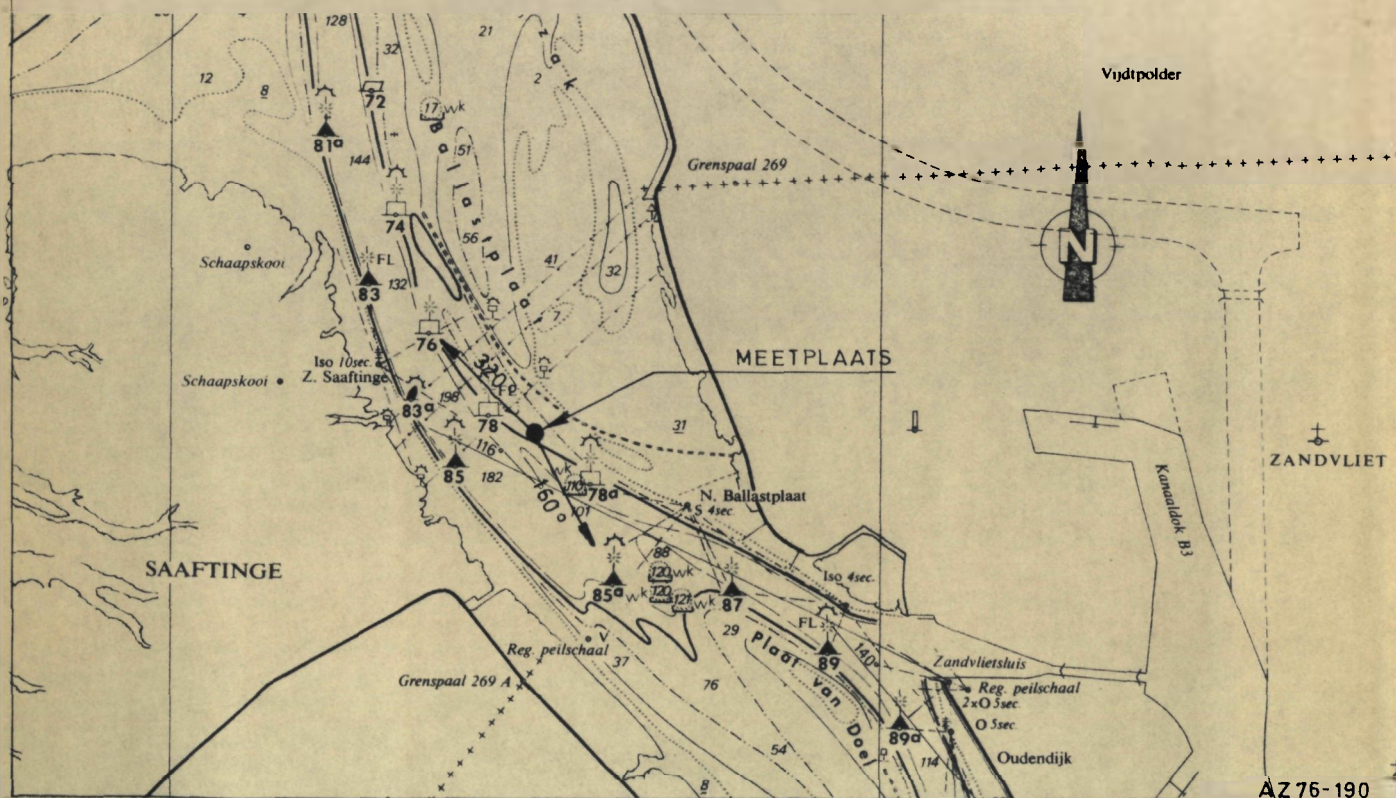
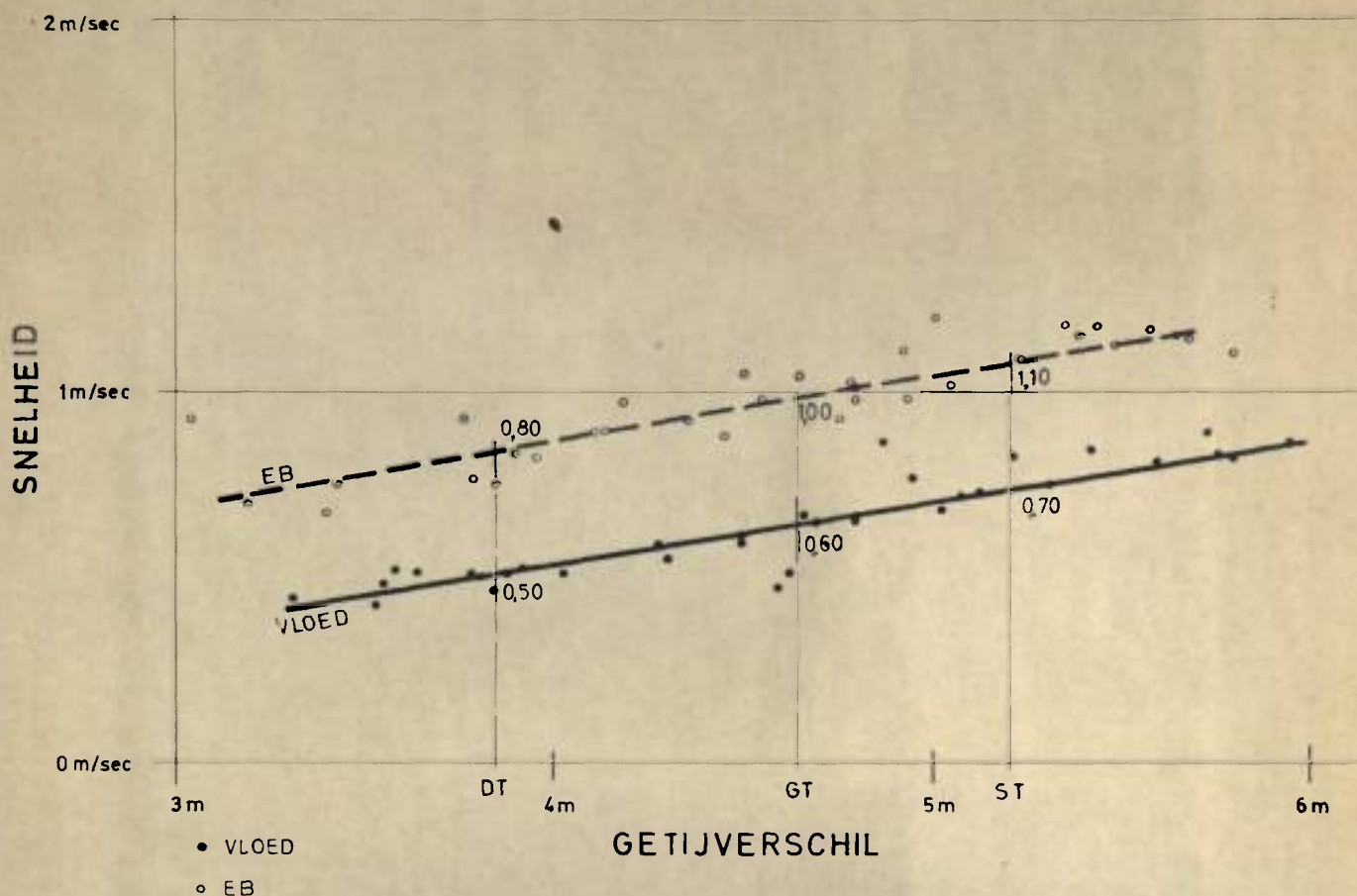
FIG 7

Volgt. meting 5

CORRELATIE MAX. SNELHEID/GETIJVERSCHIL



CORRELATIE MAX. SNELHEID/GETIJVERSCHIL



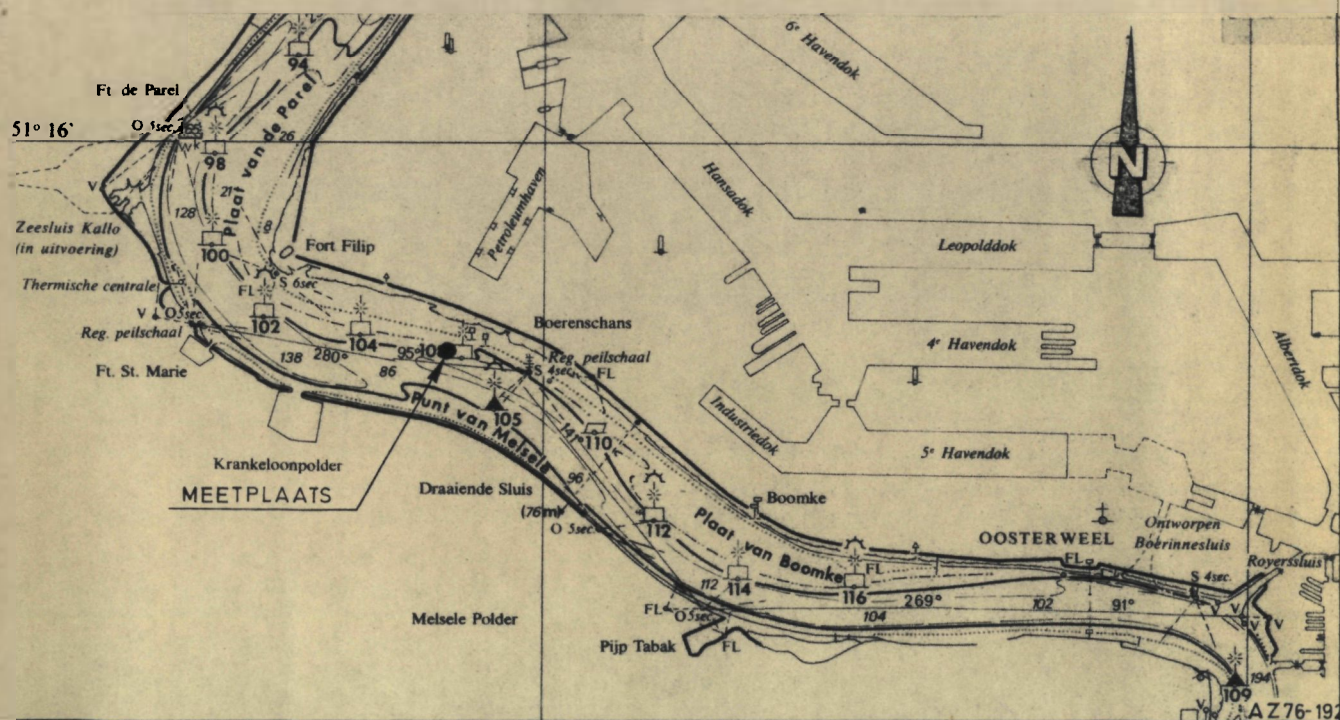
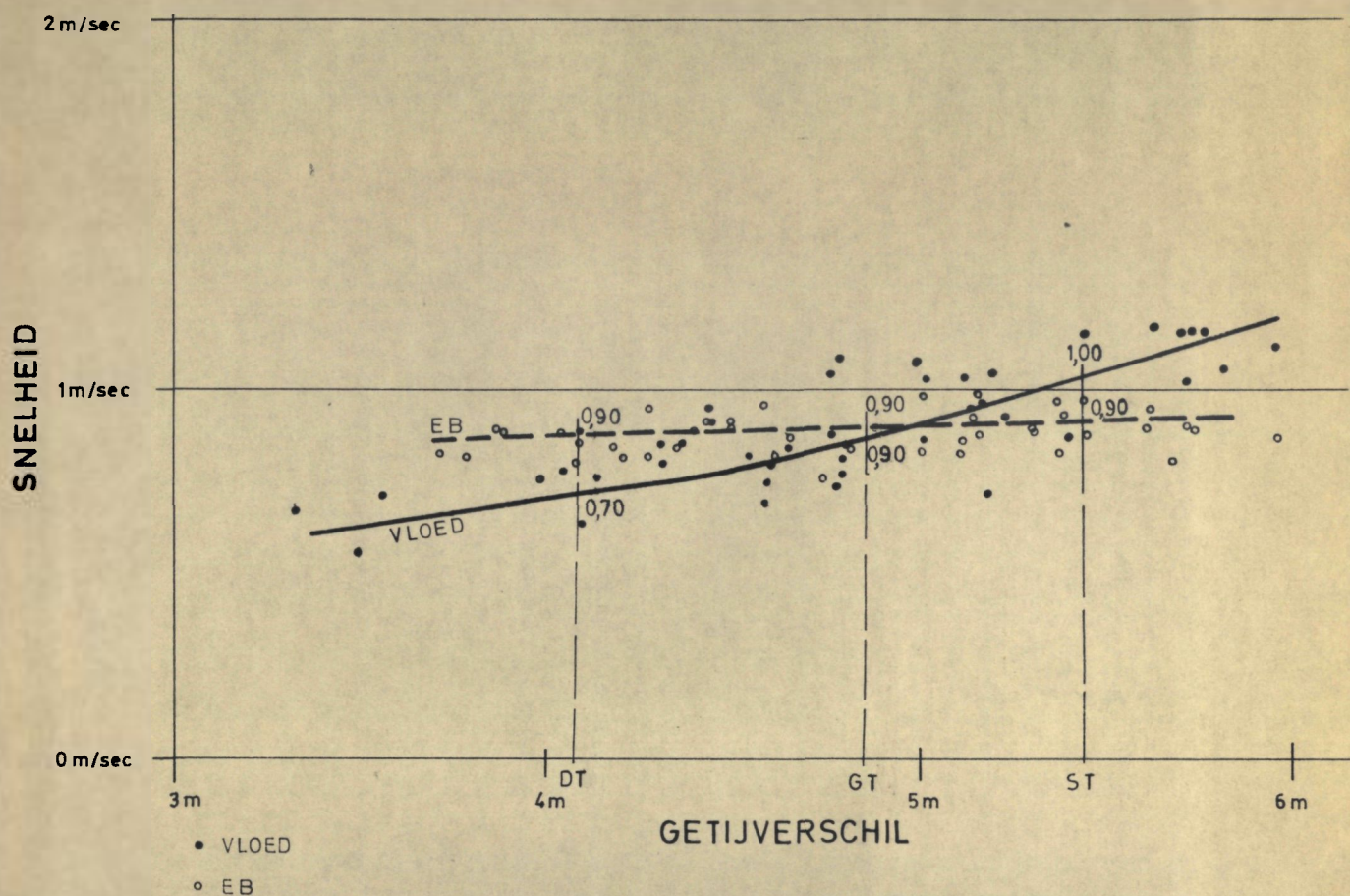
STROOMMETINGEN TE BOERENSCHANS

VAN 28-10-71 TOT 19-11-71

FIG 10

Volgnr. meting: 11

CORRELATIE MAX. SNELHEIDVERSCHIL / GETIJVERSCHIL

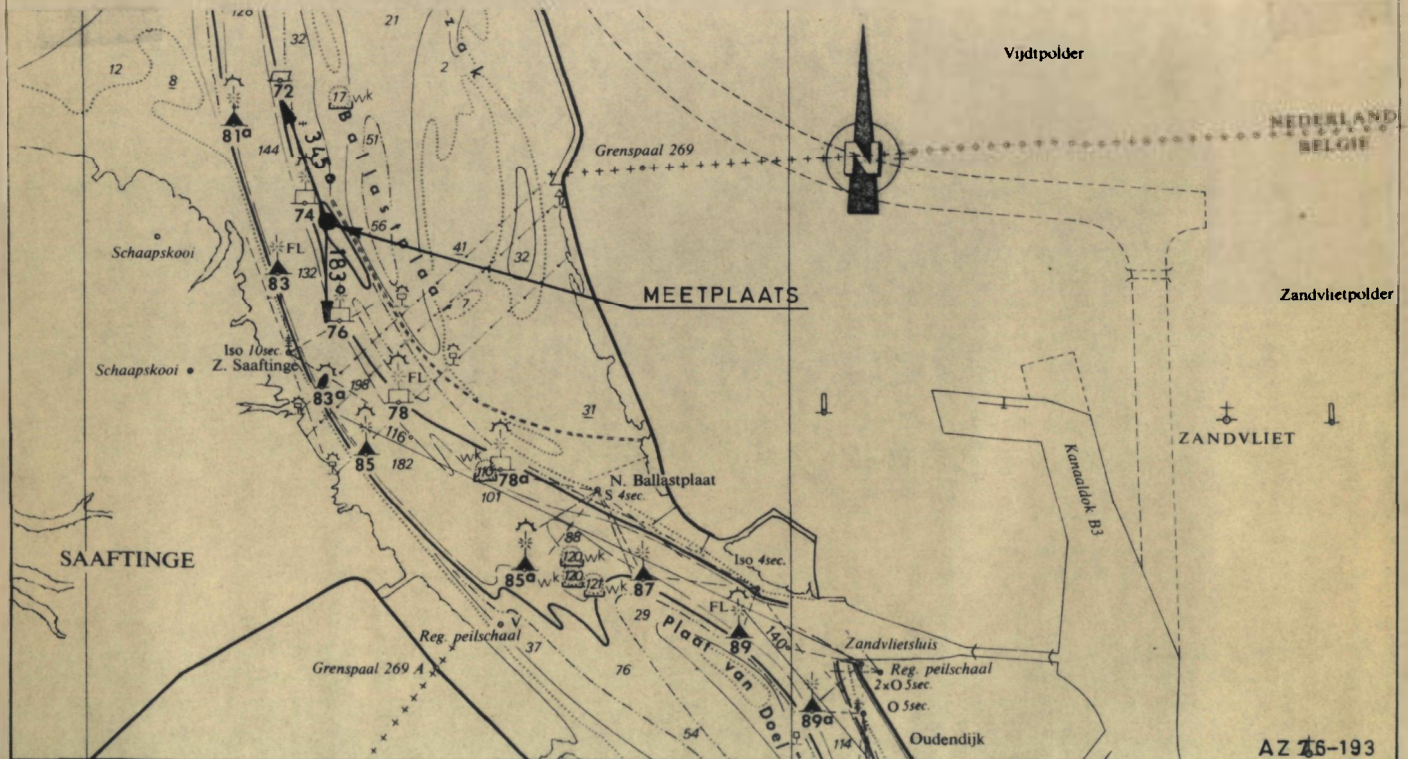
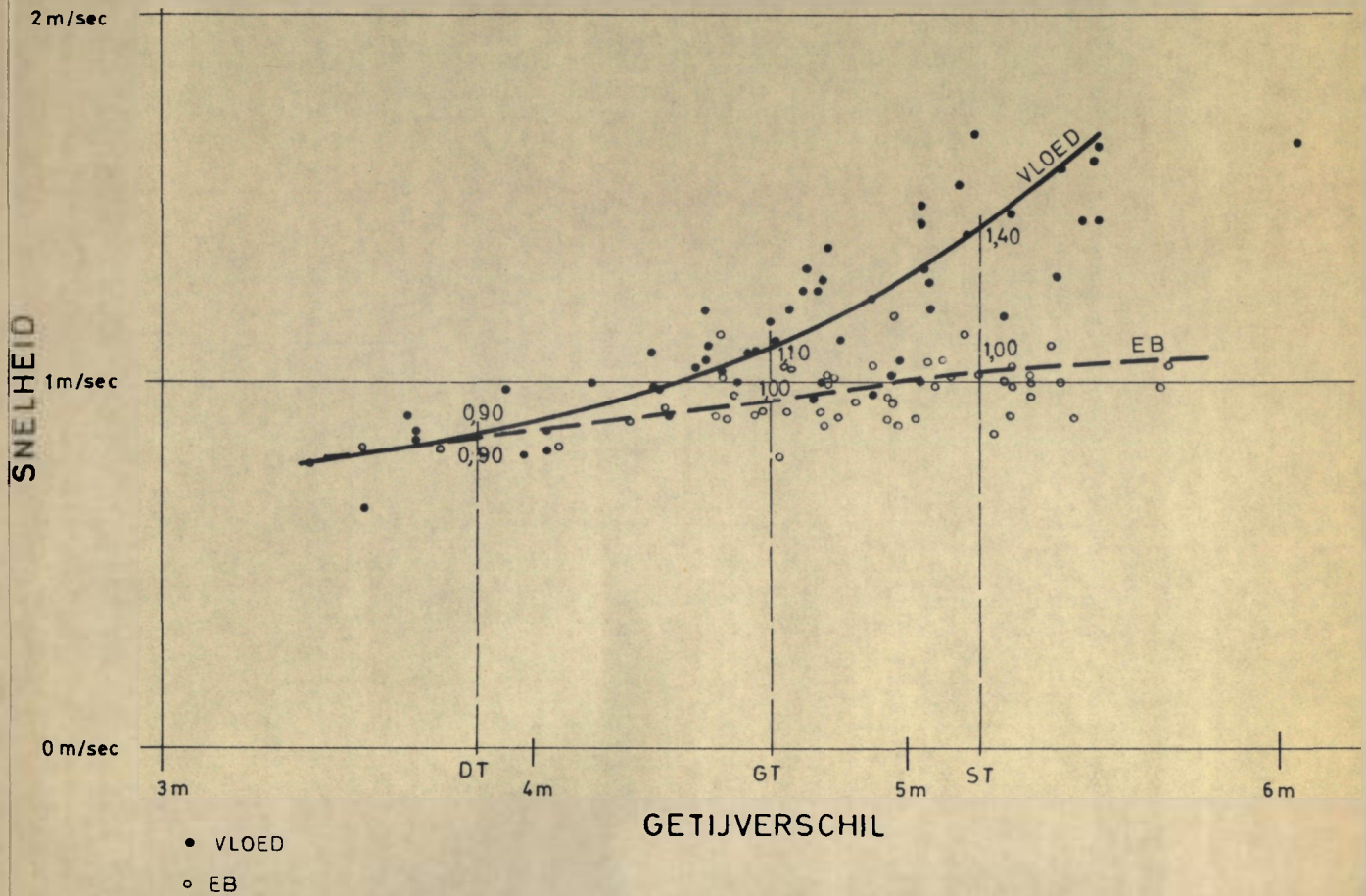


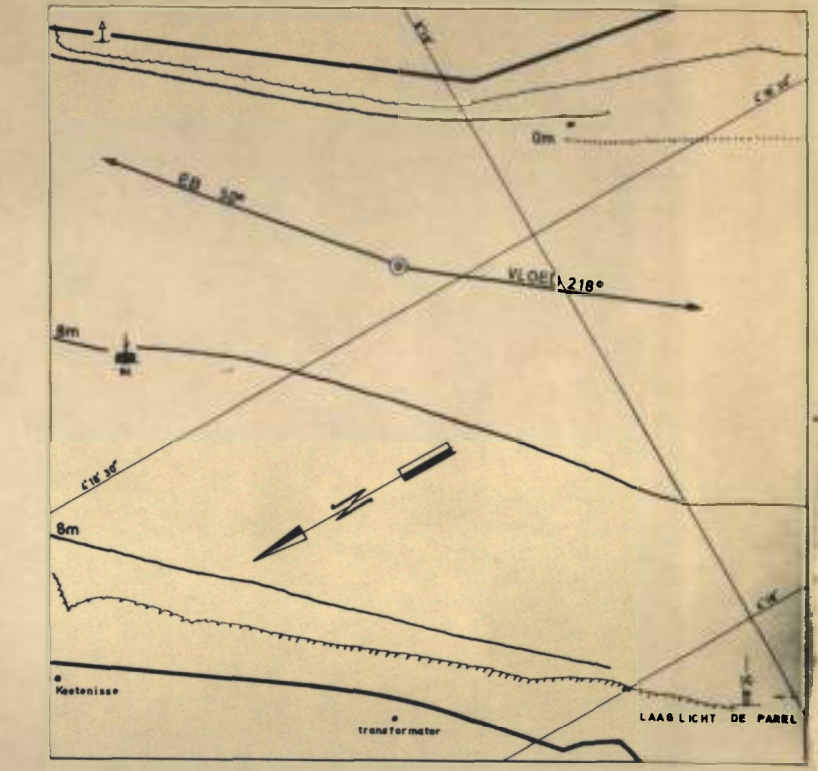
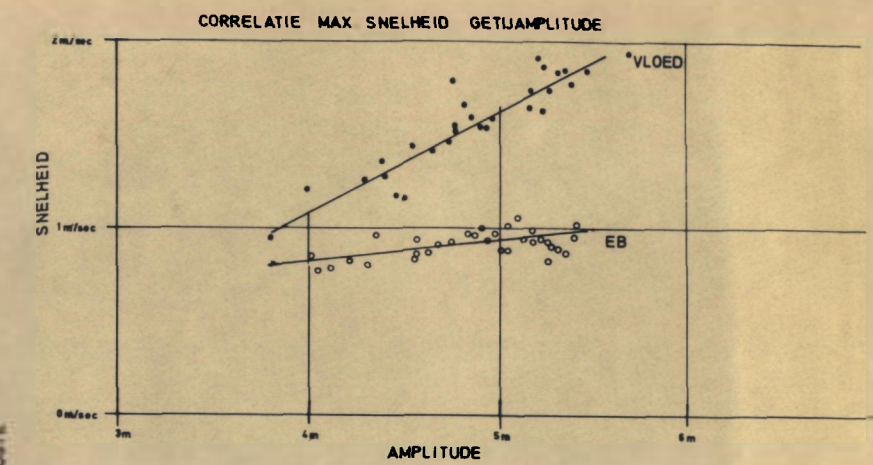
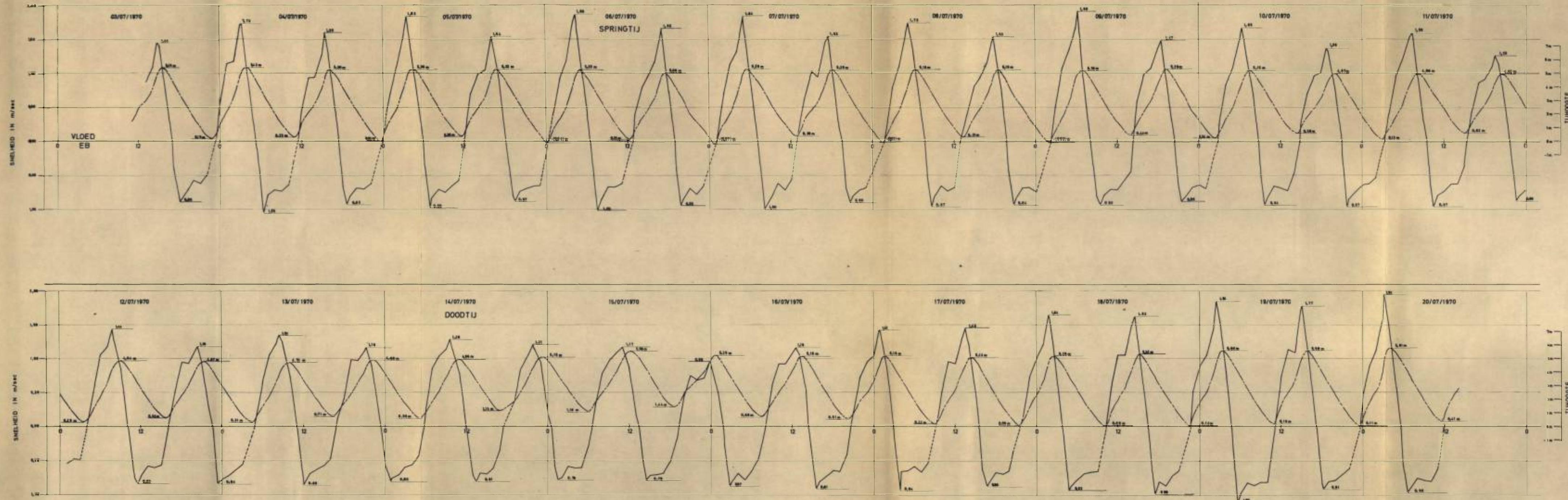
STROOMMETINGEN TE BALLASTPLAAT
VAN 12-1-72 TOT 8-2-72

FIG 11

Volgende meetplaats 12

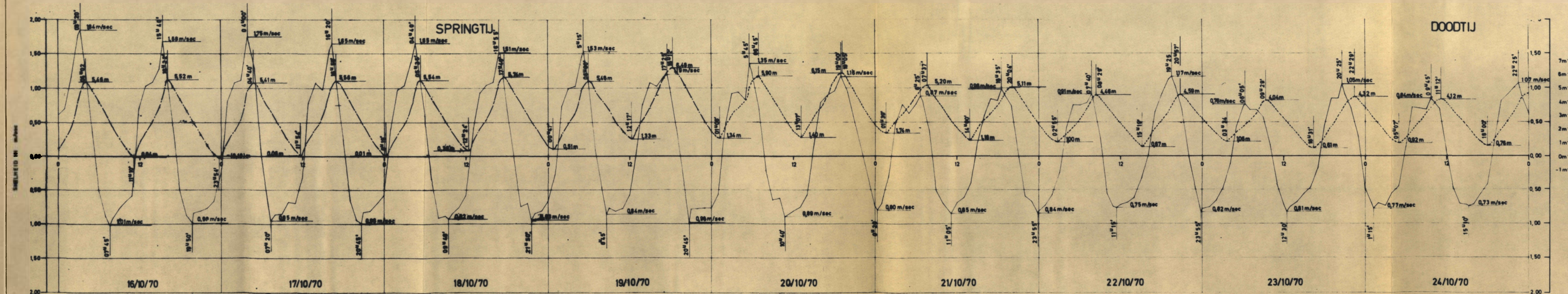
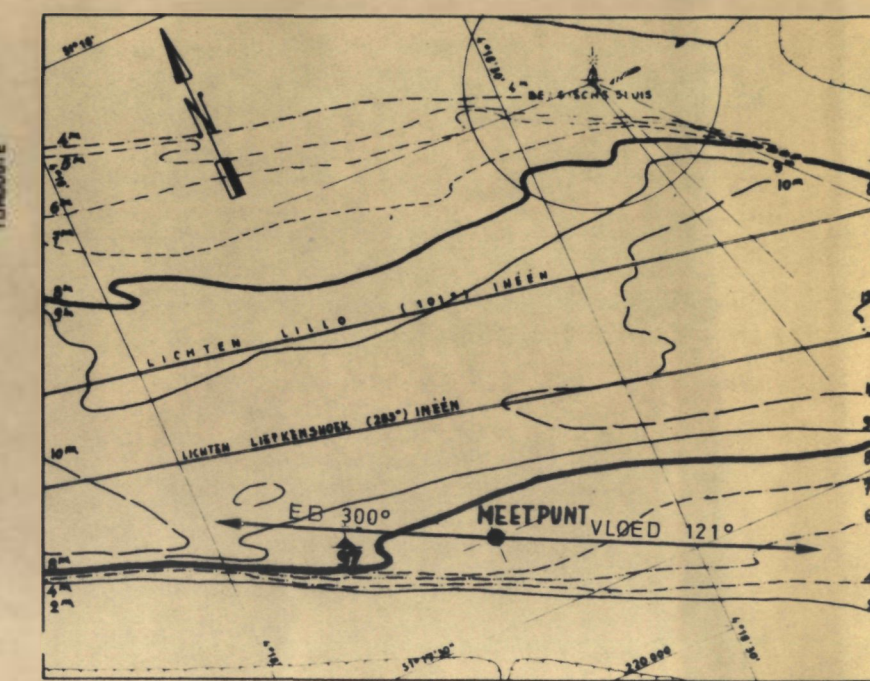
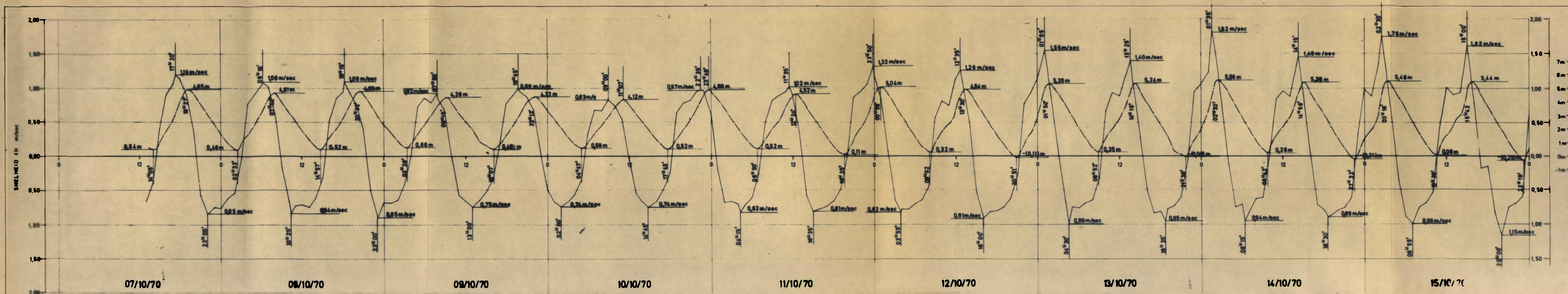
CORRELATIE MAX. SNELHEID / GETIJVERSCHIL





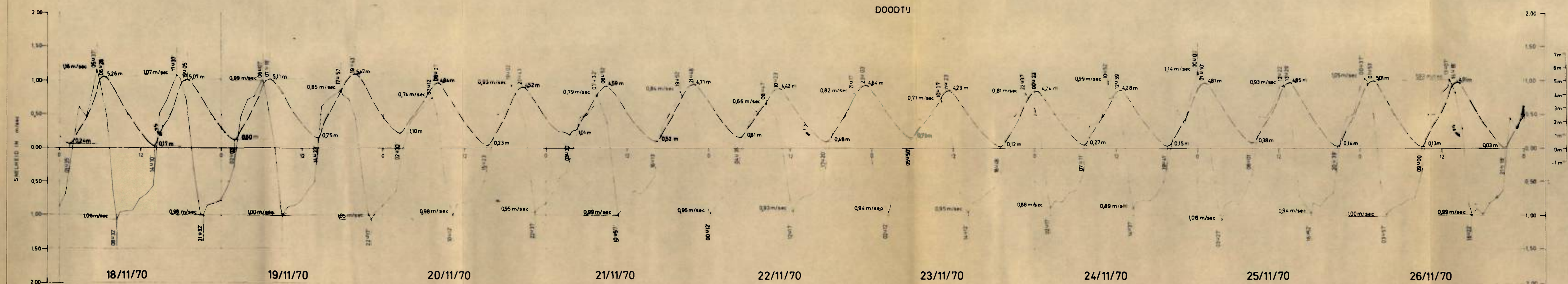
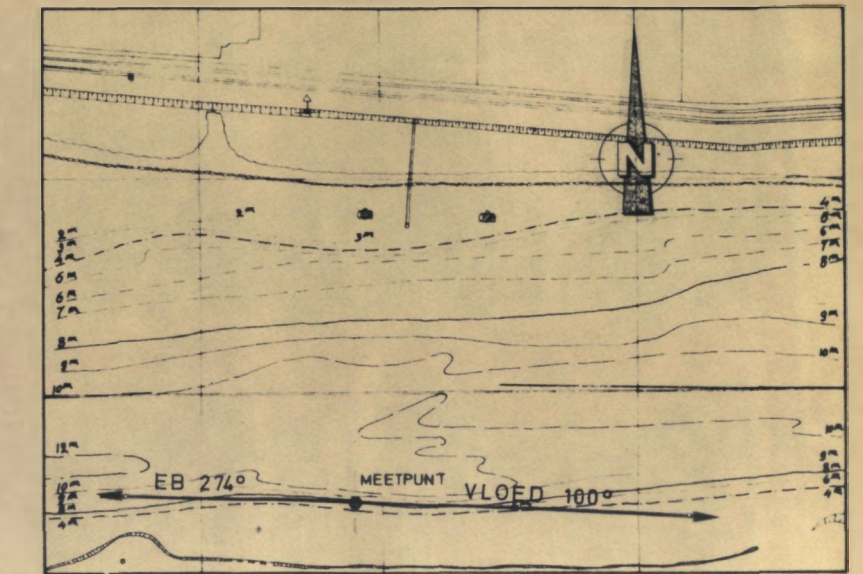
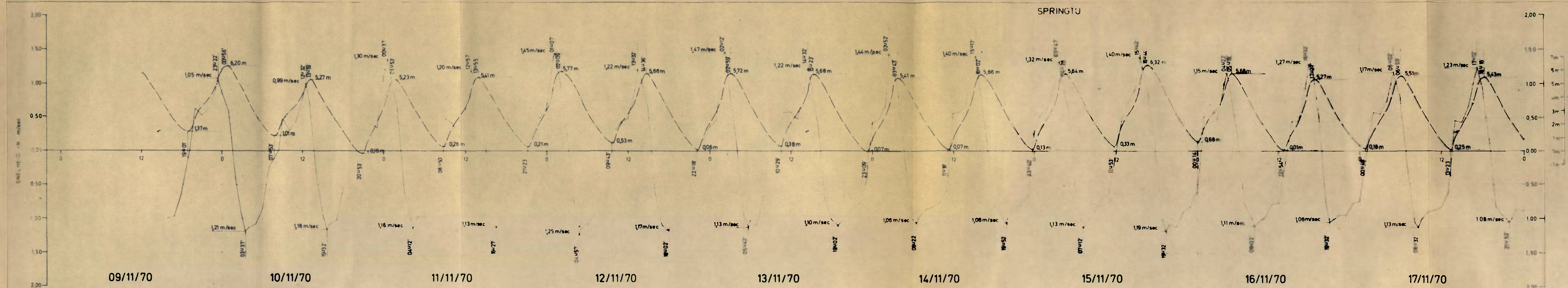
BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN		SCHELDE	
PUNTSTROOMSnelheidsMETING		MEESTOOF	
LEGENDE — STROOMSnelheid — TIJDSdijte TE ST MARIE - - - GEWISTE STROOMSnelheid		TOESTEL N° 965	
MEETPERIODE VAN 03/07/1970 TOT 20/07/1970		MEETDIEPTE 0m N K D	

VOLG NR METING 1



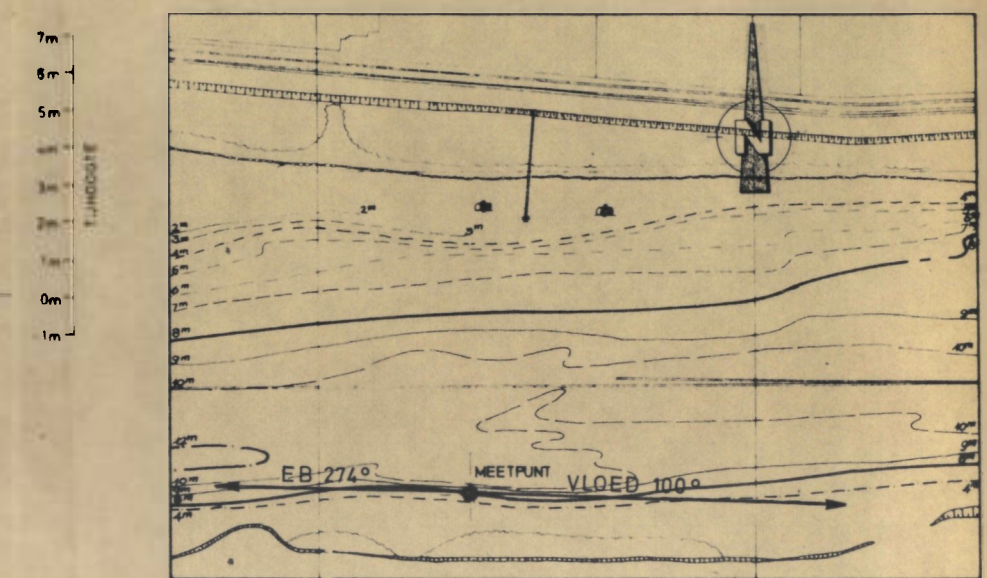
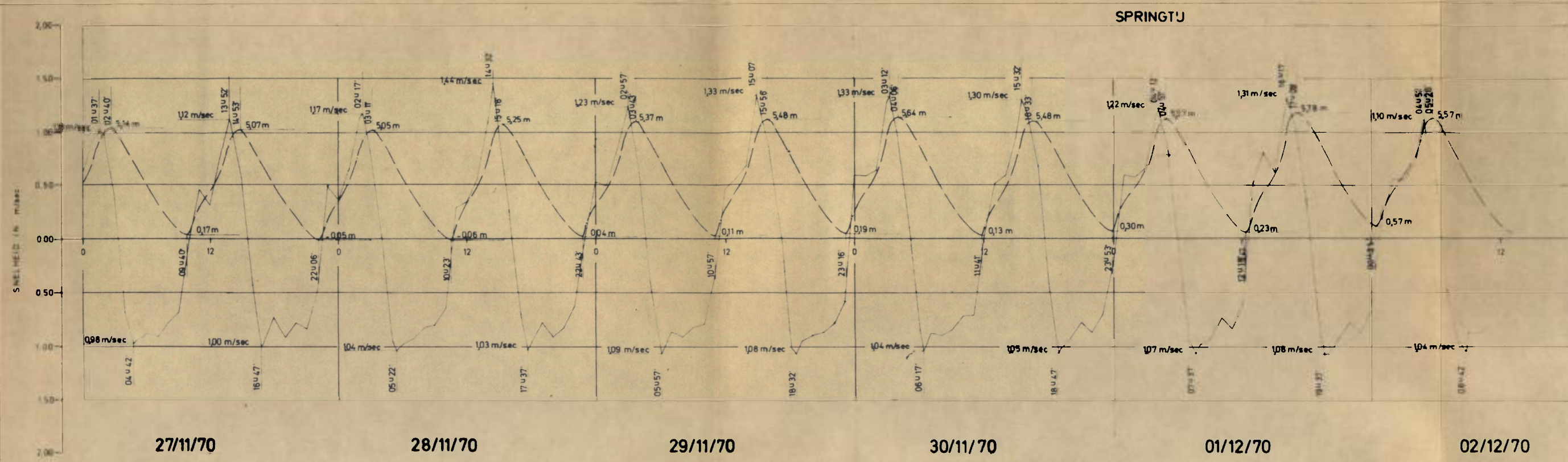
BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN		SCHELDE	
PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING			
LIEFKENSHOEK			
LEGENDE		TOESTEL N° 965	
—— STROOMSNELHEID			
- - - TIJDKROMME TE LIEFKENSHOEK			
- - - - GEGISTE TIJDKROMME			
MEETPERIODE		MEETDIEPTE	
VAN 07/10/1970 TOT 26/10/70		±-2m NKD.	

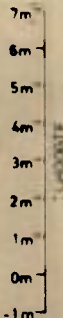
VOLGNR. METING 2



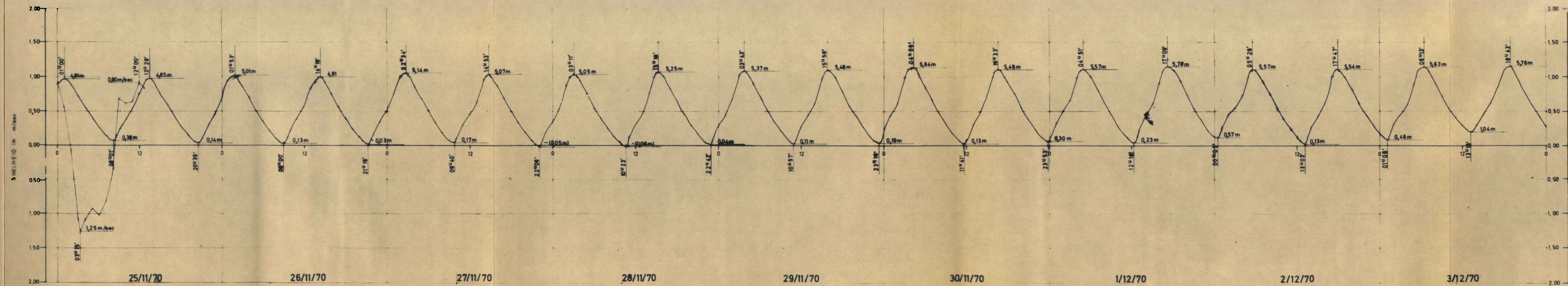
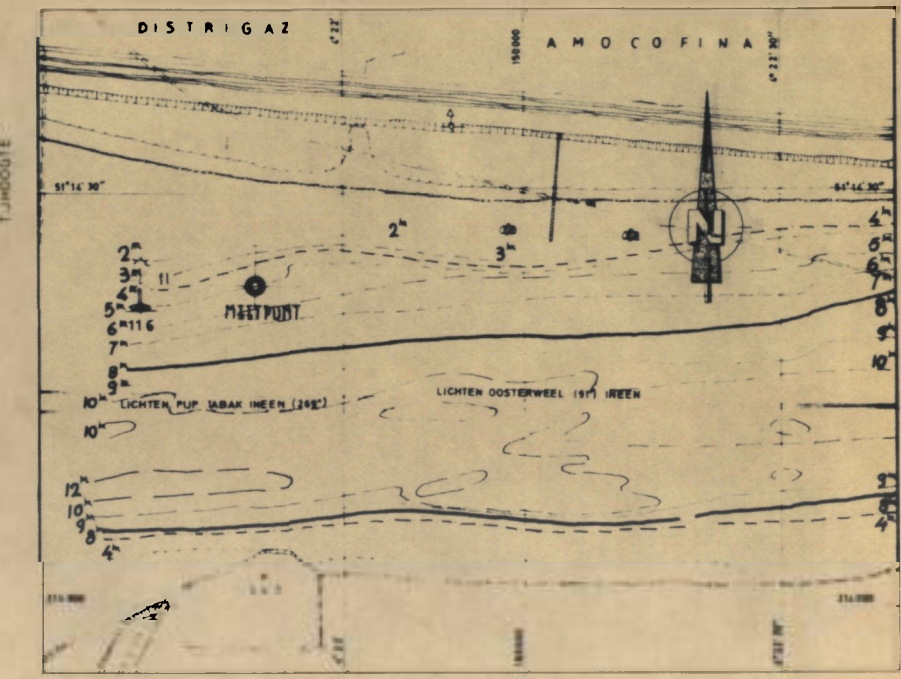
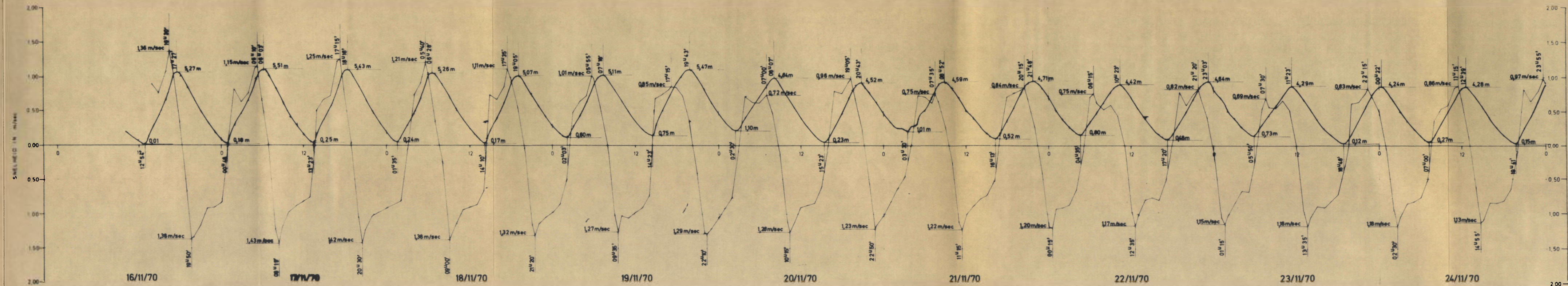
BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN		SCHELDE	
PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING			
TE BORGERWEERT			
LEGENDE		TOESTEL N° 965	
— STROOMSNELHEID			
- - - T. KROMME LOODSGEBOUW			
MEETPERIODE VAN 09/11/70 TOT 26/11/70		MEETDIEPTIE - 3m N.K.D.	

VOLGNR. METING 3



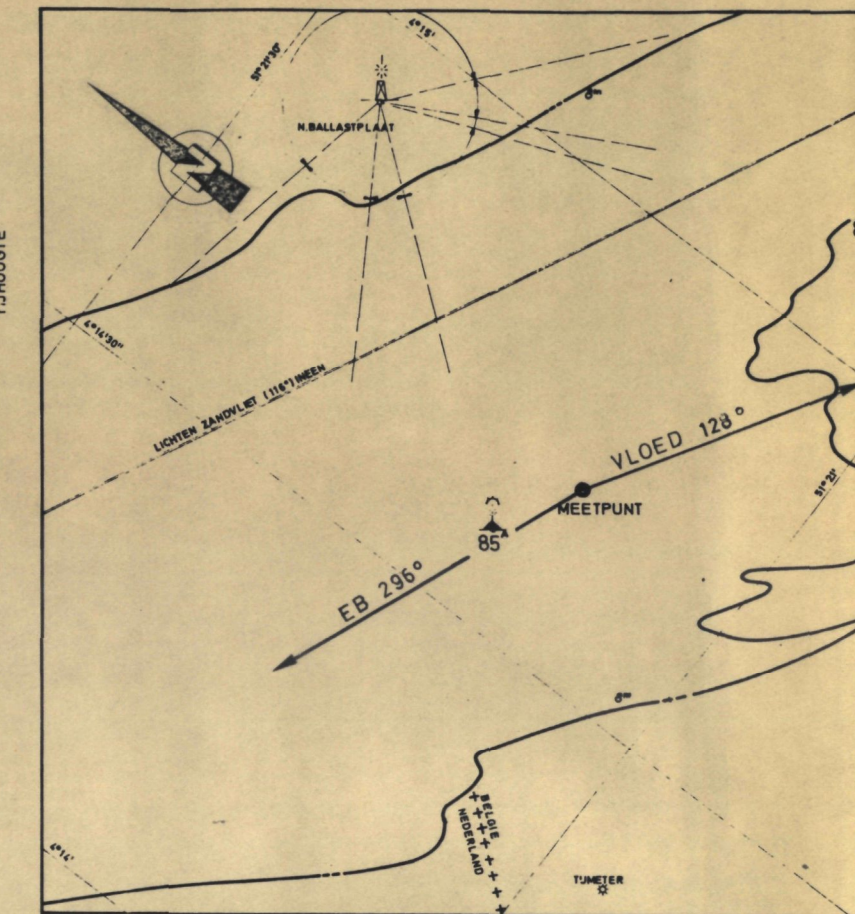
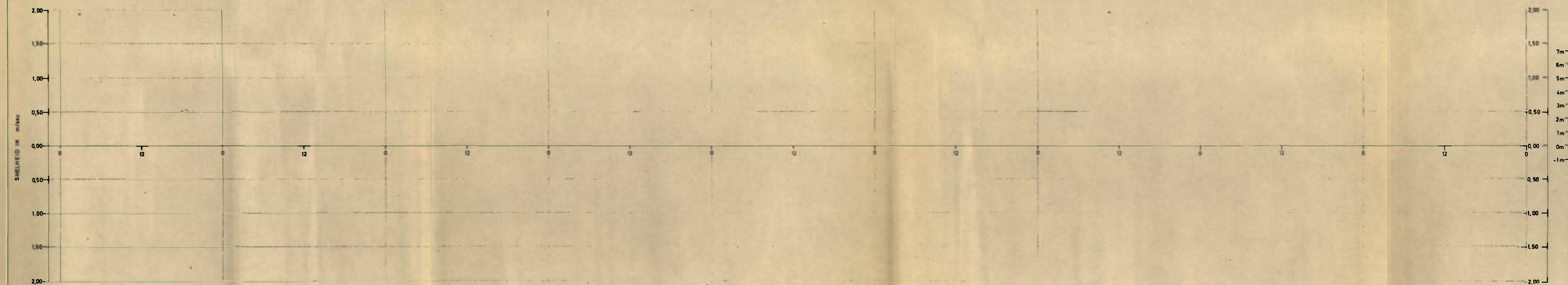
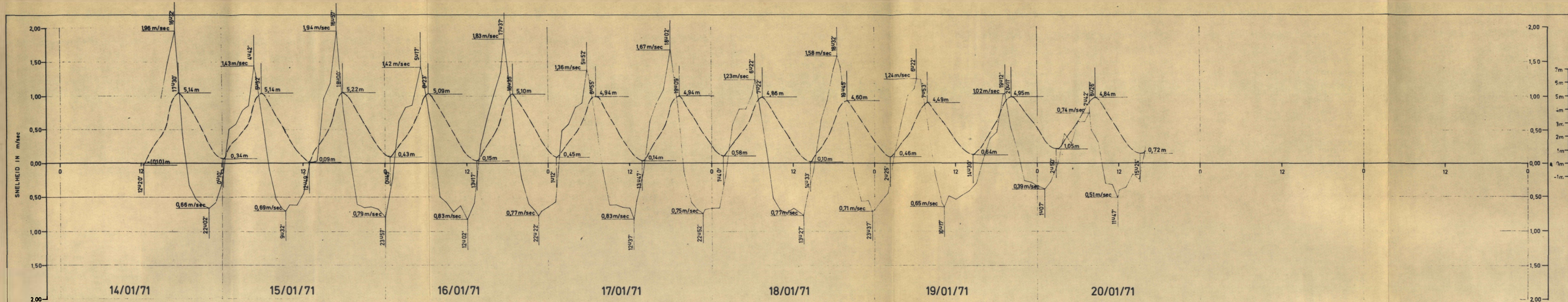
	BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN	SCHELDE
	PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING	
	TE BORGERWEERT	
	LEGENDE ----- STROOMSNELHEID ----- T'JKROMME LOODSGEBOUW	TOESTEL N°965
	MEETPERIODE VAN 27/11/70 TOT 02/12/70 (vervolg)	MEETDIEPTE - 3 m N K D

VOLGNR METING 3 (VERVOLG)



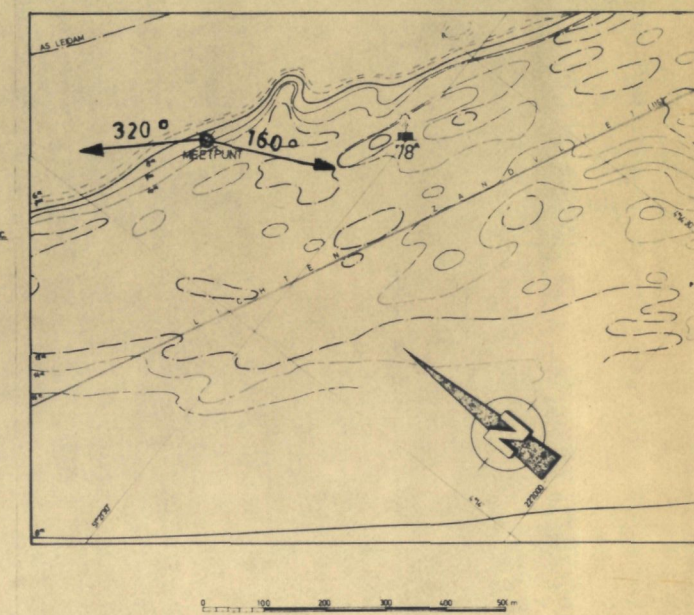
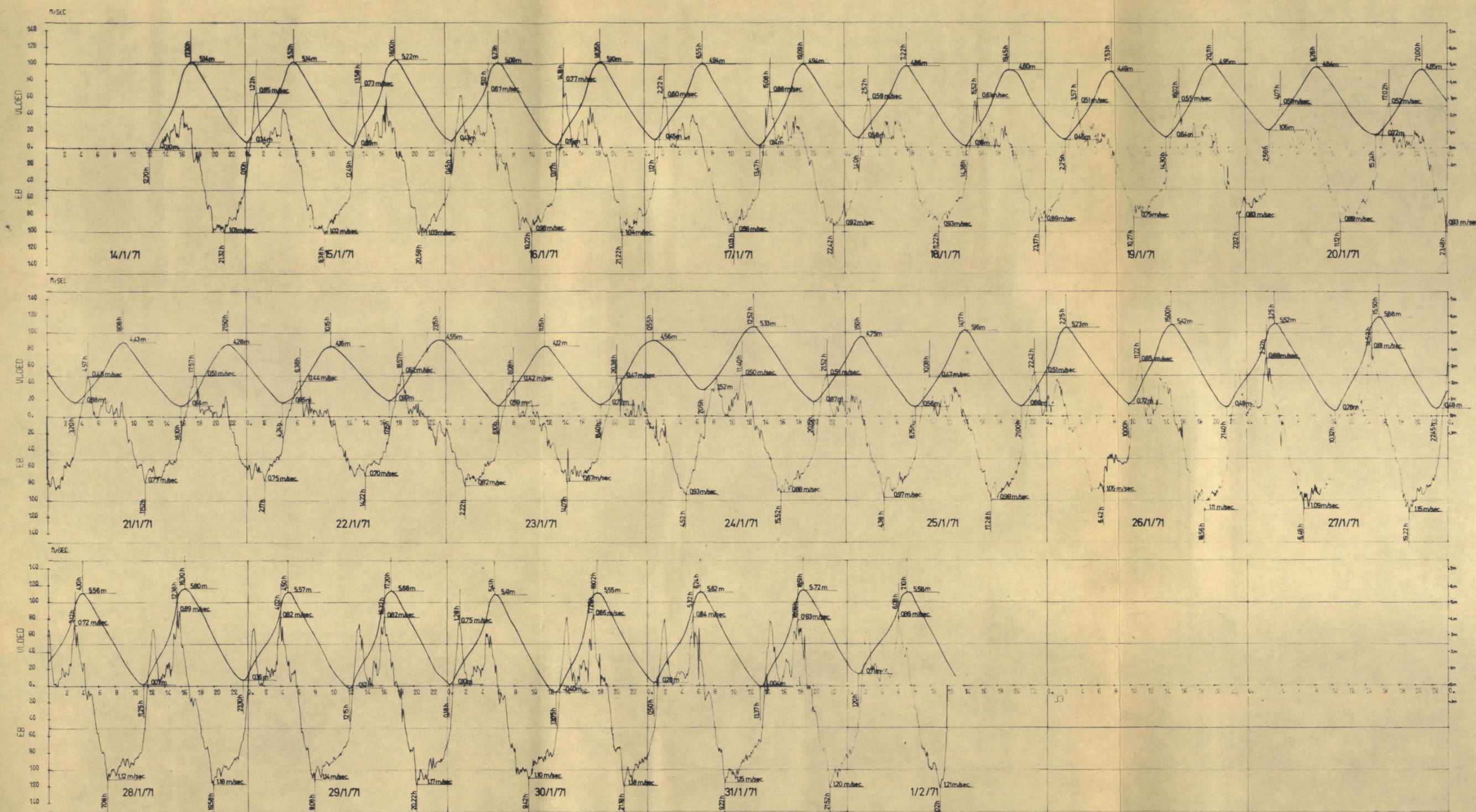
BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN		SCHELDE	
PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING			
OOSTERWHEEL			
LEGENDE		TOESTEL N° 917	
————— STROOMSNELHEID			
————— TIJDKROMME LOODSOE- BOUW			
MEETPERIODE VAN 16/11/70 TOT 02/12/70		MEETDIEPTE -3m N.K.D	

VOLGNR METING 4



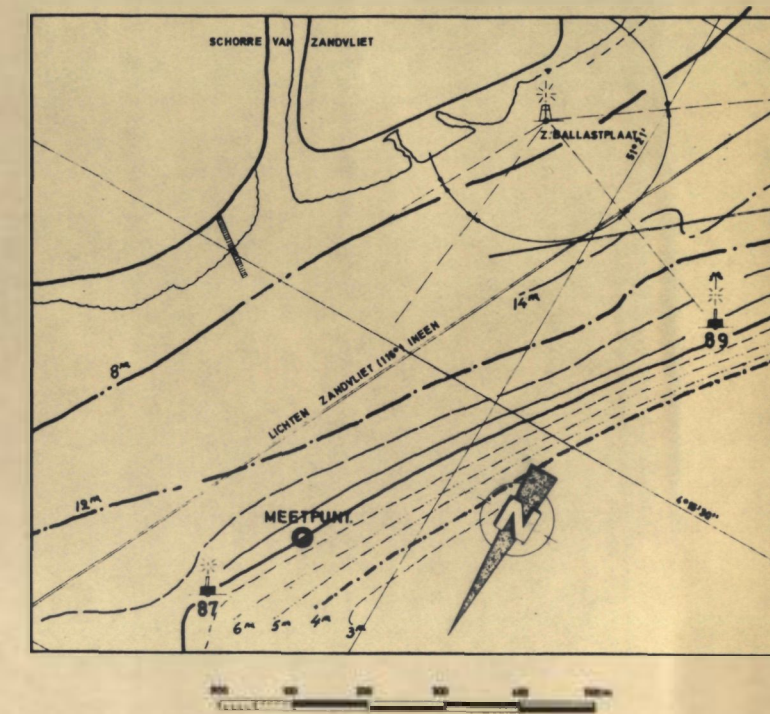
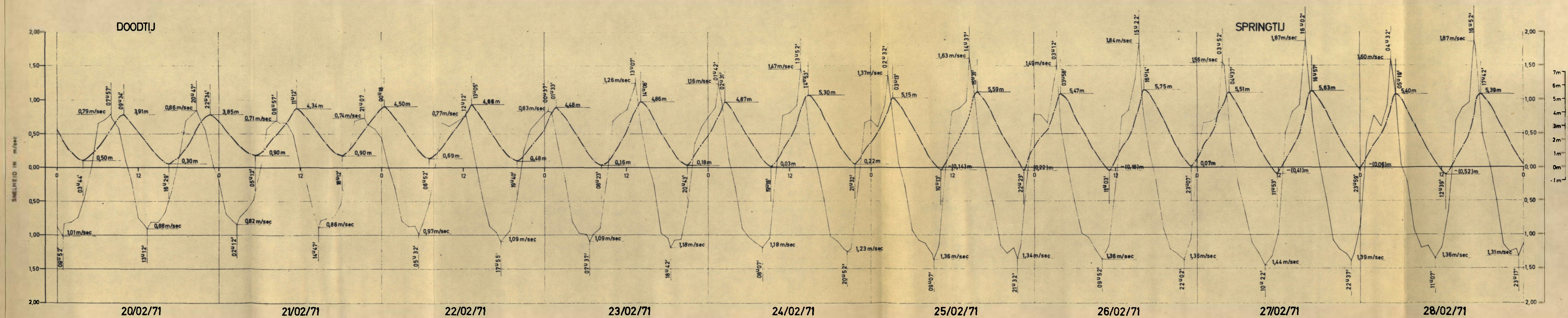
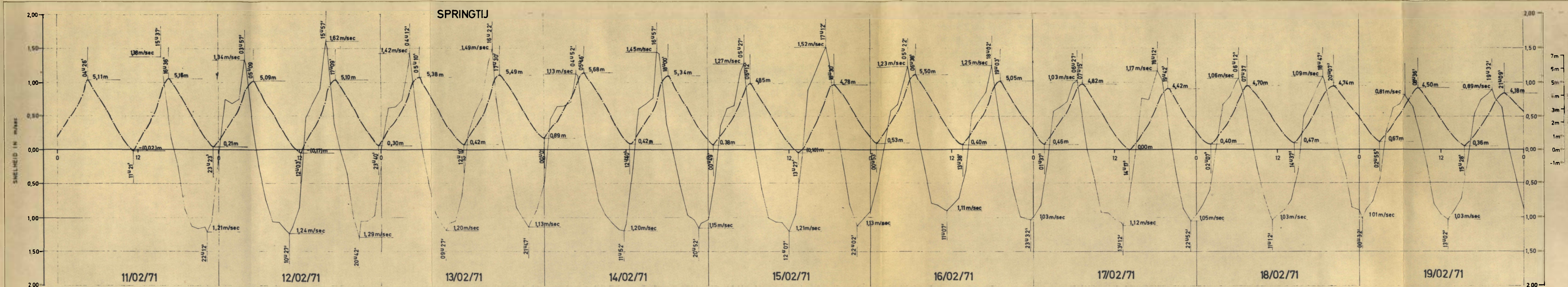
H-STUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZFEDIENSTEN		SCHELDE	
PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING			
TE HEDWIGPOLDER			
LEGENDE —— ——— TUKROMME TE PROSPERPOLDER —— ——— STROOMSNELHEID		TOESTEL N° 917	
MEETPERIODE VAN 14/01/71 TOT 20/01/71		MEETDIEPTE -6m N.K.D.	

VOLGNR METING 5



BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIJNSTEN	SCHELDE
PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING	
BALLASTPLAAT	
LEGENDE	NABIJ BOEI 78°
— STROOMSNELHEID	TOESTEL N° 965
— TIJKROMME PROSPERPOLDER	
MEETPERIODE VAN 14/01/71 TOT 01/02/71	MEETDIEPTE -7m NKD

VOLGNR. METING 6



BESTUUR DER WATERWEGEN ANTWERPSE ZEEDIENSTEN		SCHELDE	
PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING			
TE PROSPERPOLDER			
LEGENDE		TOESTEL N° 917	
——— TIJKROMME TE PROSPER- POLDER			
----- GEGISTE TIJKROMME			
- - - - - STROOMSNELHEID			
MEETPERIODE VAN 11/02/71 TOT 28/02/71		MEETDIEPTE -5m N.K.D.	

VOLG NR. METING 7



BESTUUR DER WATERWEGEN
ANTWERPSE ZEEDIENSTEN

SCHELDE

PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING

BOERENSCHANS

LEGENDE

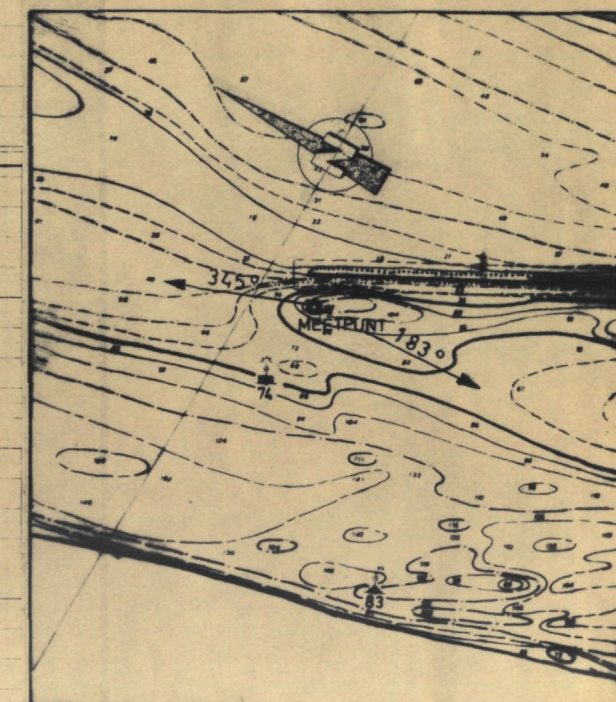
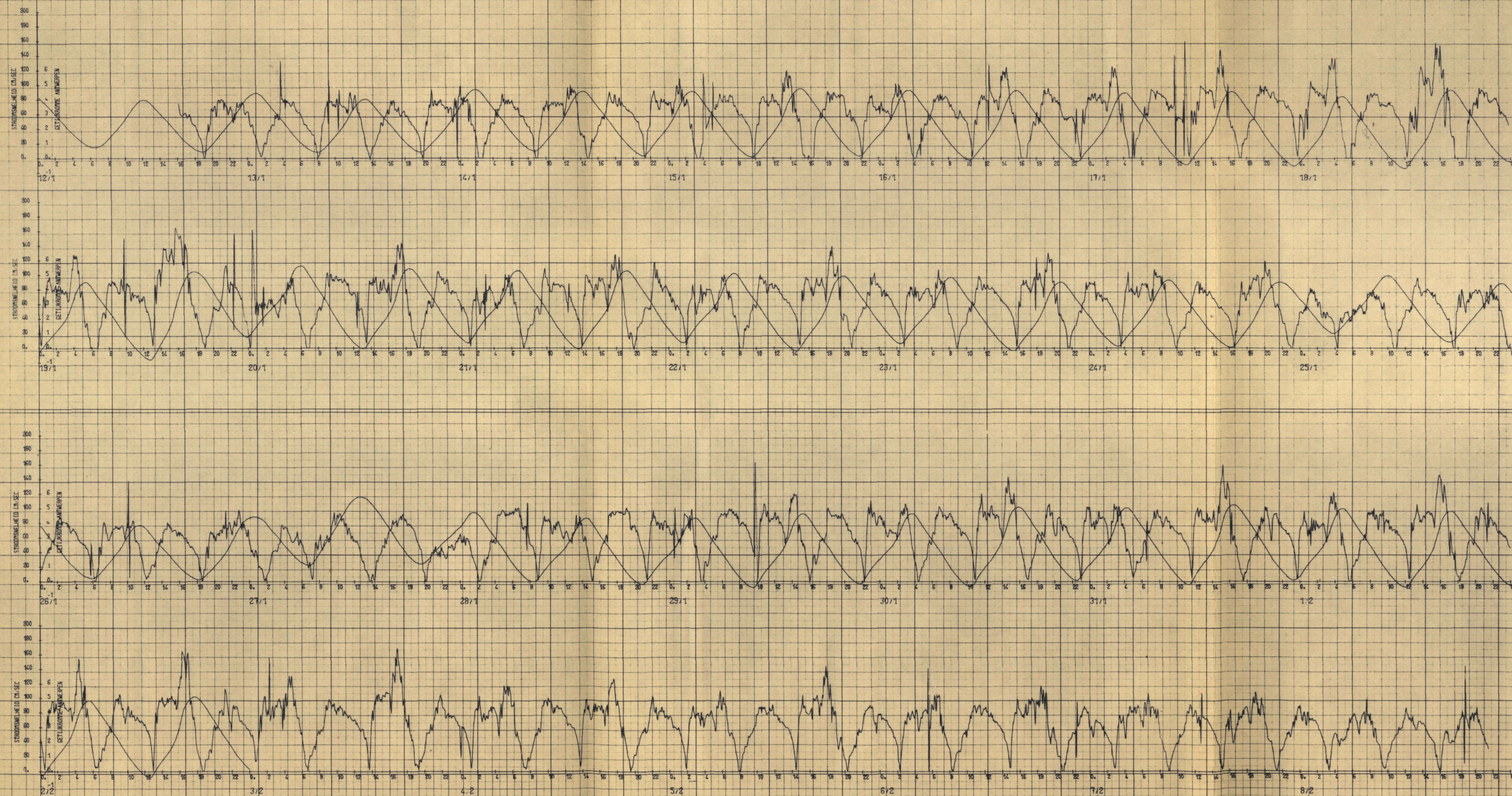
— STROOMSNELHEID
— TJDKROMME

TOESTEL N°

MEETPERIODE
28/10/71 TOT 19/11/71

MEETDIEPTE
-5m N.K.D.

VOLG NR. METING 11



BESTUUR DER WATERWEGEN
ANTWERPSE ZEEDIENSTEN

SCHELDE

PUNTSTROOMSNELHEIDSMETING

BALLASTPLAAT

LEGENDE

— STROOMSNELHEID
— TIJDKROMME

TOESTEL N°

MEETPERIODE
VAN 12/01/72 TOT 08/02/72

MEETDIEPTE
— 10,5 m N.K.D.

VOLGNR. METING 12