

9872

MINISTERIE VAN OPENBARE WERKEN
BESTUUR DER WATERWEGEN
ANTWERPSE ZEEDIENSTEN

DE BUITENGEWONE STORMVLOED
VAN 3 JANUARI 1976

405

VERSLAG NR. AZ /4

INHOUD

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. DE OPGETREDEN WATERSTANDEN	3
2.1 Langs de Belgische Kust	3
2.2 Langs de Westerschelde	4
2.3 Langs de Zeeschelde en haar bijrivieren.	5
3. VERGELIJKING VAN DE WAARGENOMEN EN VERWACHTE WATERSTANDEN EN TIJDEN	10
3.1 Vergelijking van de waargenomen en voorspelde waterstanden en tijden	10
3.2 Vergelijking van de opgetreden waterstanden met deze van gemiddeld springtij	12
3.3 Het stormeffect.	13
4. DE STORM OP DE NOORDZEE EN DE WINDGEGEVENS LANGS DE SCHELDE	15
4.1 Synoptisch overzicht van de storm van 3 januari 1976	15
4.2 De windsnelheden en windrichtingen op de Westerschelde en de Schelde.	17
5. DE BOVENDEBIETEN VAN HET SCHELDEBEKKEN.	19
6. VERGELIJKING VAN DE STORMVLOEDEN VAN 1 FEBRUARI 1953 EN 3 JANUARI 1976.	21
6.1 De storm op de Noordzee en windsnelheden en windrichtingen te Vlissingen	21
6.2 De voorspelde astronomische getijden	21
6.3 De bovendebieten van het Scheldebekken	23
6.4 De opgetreden stormvloedstanden van 1.2.1953 en 3.1.1976	24
6.5 De opzetten	26
6.6 Het stormeffect te Oostende, te Vlissingen en te Antwerpen.	27
7. BESLUIT	29
Lijst der tabellen	I
Lijst der figuren.	II

1. INLEIDING

Op 2 januari 1976 ontwikkelde zich op de Atlantische Oceaan een depressie die aanleiding zou geven tot de buitengewone stormvloed van 3 januari langs de kust en in het Scheldebekken. De stormvloed veroorzaakte belangrijke schade aan de zeeweringen en de duinen van de kust, en aan de dijken van de Zeeschelde en haar bijrivieren opwaarts Antwerpen. Op verschillende plaatsen in het Zeescheldebekken traden overstromingen op te wijten aan het overlopen van kaden en dijken. Bovendien werden in de dijken van de Zeeschelde en haar bijrivieren enkele bressen geslagen waardoor honderden ha landbouw- en tuinbouwgrond en woonkernen gedurende geruime tijd werden overstroomd.

De bereikte hoogwaterstand in de avond van 3.1.76 bedroeg NKD + 7,39 m te Antwerpen. Dit is op één na de hoogst gekende waterstand te Antwerpen. Op 1.2.53 werd nl. de cota NKD + 7,85 m bereikt. Na 1953 werden nog op 21.12.54, op 16.11.60 en op 14.12.73 buitengewone stormvloeden waargenomen met hoogwaterstanden van respectievelijk NKD + 7,11, NKD + 7,03 en NKD + 7,18 m.

De stormvloed trad op in een periode van springtij na nieuwe maan. De voorspelde waterstand te Antwerpen was NKD + 5,59 m en werd dus met 1,80 m overschreden. Het was de hoogste voorspelde stand in deze periode. Het springhoogwater gedefinieerd als zijnde het 5e hoogwater na maansculminatie bij nieuwe of volle maan was voorzien op 4.1.76 a.m. met een voorspelde hoogte van 5,46 m.

In tegenstelling met de buitengewone stormvloeden van 1.2.53 en 14.12.73 werd de cota NKD + 6,50 m slechts door één hoogwater overschreden. Op 1.2.53 was zowel het hoogwater voorafgaand aan het hoogwater van de buitengewone stormvloed als het hoogwater hieropvolgend hoger dan NKD + 6,50 m. Het hoogwater van de buitengewone stormvloed van 14.12.73 werd voorafgegaan door twee hoogwaters boven NKD + 6,50 m. Hieruit mag dus worden besloten dat de storm van begin januari 1976 van relatief korte duur geweest is. Dit komt vooral tot uiting in de stijgende tak van de

getijkromme in de morgen van 4.1.76 waar een sterke afvlakking waar te nemen valt (zie fig. 14 en volgende) veroorzaakt door het afnemen van de windkracht. Dit verschijnsel is uitermate gunstig geweest voor het Zeescheldebekken, daar de hoogwaterstanden in de morgen van 4.1.76 geen extreem hoge waarden meer bereikten.

Ook de hoog- en laagwaterstanden van 1 en 2 januari werden slechts in geringe mate beïnvloed door opwaaiing. De storm stak dus pas op de in de avond van 2.1.76 en veroorzaakte reeds een belangrijke verhoging van het morgenhoogwater.

De maximale windaneelheid te Vlissingen vóór en na het stormhoogwater bleef beneden de bereikte waarden in de stormperiode van 1.2.53 ; bovendien was ook de windrichting op de Noordzee gunstiger als in 1953.

De stormvloed trad op in een periode met lage bovendebieten.

Fig. 1 geeft een situatieplan van de Schelde en haar bijrivieren.

2. DE OPGETREDEN WATERSTANDEN

2.1 Langs de Belgische Kust.

De figuren 2, 3 en 4 tonen de getijkrommen voor Nieuwpoort, Oostende en Zeebrugge voor 3 en 4 januari 1976. Ze zijn getekend t.o.v. het vergelijkingsvlak Z dat 0,02 m lager ligt dan NKD.

Te Oostende wordt een hoogwaterstand van $Z + 5,50$ m als "hoogtij" aangeduid; een waterstand van $Z + 5,75$ m als "gevaarlijke stormtij". Het hoogwater (H.W.) van 3.1.76 p.m. bereikte de cota $Z + 6,01$ m en overschreed met 0,26 m het peil $Z + 5,75$ m en was dus een "gevaarlijk stormtij". Het hoogwater van 4.1.76 a.m. bereikte nog de cota $Z + 5,66$ m, dit is nog 0,16 m hoger dan $Z + 5,50$ m, en was dus een "hoogtij". Dit laatste hoogwater veroorzaakte geen gevaarlijke toestand meer op de Zeeschelde omdat de wind in de morgen van 4.1.76 afnam. De invloed van deze afname deed zich slechts in geringe mate gevoelen aan de kust omdat het H.W. hier vroeger optreedt dan langs de Zeeschelde (te Oostende is het H.W. gemiddeld 2u 46 min. vroeger dan te Antwerpen).

Op te merken valt dat het laagwater (L.W.) na het H.W. van 3.1.76 p.m. zeer hoog is gebleven en dat het L.W. vóór genoemd H.W. ook reeds een hoge waarde bereikte.

In tabel 1 zijn voor 3, 4 en 5.1.76 de opgetreden hoog- en laagwaterstanden en tijden opgegeven evenals de hoogst bekende standen welke op 1.2.53 a.m. werden bereikt. Het hoogwater van het gevaarlijk stormtij is vet omlijnd. De stormvloedstanden van 3.1.76 p.m. bleven ongeveer 8 dm lager dan deze bereikt op 1.2.53 a.m. Het H.W. van 5.1.76 p.m. bereikte te Oostende nog de cota $Z + 5,40$ m. Op dit verschijnsel wordt later teruggekomen. Met uitzondering van dit H.W. werd de toestand in de loop van 4.1.76 terug normaal.

2.2 Langs de Westerschelde.

De figuren 5, 6, 7, 8 en 9 tonen de getijkrommen voor Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Bath en Prosperpolder voor 3 en 4.1.76. Tabel 2 geeft voor deze posten hetzelfde overzicht als in tabel 1 (de buitengewone stormvloed is vet omlijnd). De gegevens van Vlissingen, Terneuzen, Hansweert en Bath werden bereidwillig ter beschikking gesteld door de Rijkswaterstaat en door de Antwerpse Zeediensten omgezet naar waarden t.o.v. NKD (NKD = NAP + 2,40 m).

Uit de getijkrommen (zie o.a. stijgende tak van het getij van 4.1.76 a.m.) blijkt dat naarmate men zich naar opwaarts verplaatst men meer en meer de invloed bemerkt van het afnemen van de storm in de morgen van 4.1.76. Dit komt ook tot uiting in het volgende staatje.

	H.W. 3.1.76 p.m.	H.W. 4.1.76 a.m.	verschil
Vlissingen	6.35	5.56	0.79
Terneuzen	6.68	5.83	0.85
Hansweert	6.86	5.88	0.98
Bath	7.07	6.18	0.89
Prosperpolder	7.34	6.25	1.09

Met uitzondering voor Bath (de stormvloedstand werd hier gegist en vermoedelijk is deze gissing te laag, waardoor ook het gegeven verschil te klein is) neemt het verschil tussen vermelde H.W. standen toe naar opwaarts. De genoemde verschillen bedroegen te Nieuwpoort, te Oostende en te Zeebrugge slechts respectievelijk 0,33 m, 0,35 m en 0,55 m.

Door de hoge laagwaterstand na het stormhoogwater van 3.1.76 p.m. en het feit dat de wind afnam in de morgen van 4.1.76 was het tijverschil (rijzing) op de Westerschelde zeer klein (3 à 4 m) in de nacht van 3 op 4.1.76. De daaropvolgende daling bereikte echter een zeer hoge waarde (5 à 6 m).

De verschillen tussen de stormvloedstanden van 1.2.53 a.m. en 3.1.76 p.m. bedragen voor Vlissingen, Terneuzen en Hansweert 6 à 7 dm, te Bath ruim 9 dm en te Prosperpolder ruim 5 dm. Genoemde verschillen nemen dus af naar opwaarts toe, met uitzondering van het verschil te Bath (zie opmerking over de hoogte van stormvloedstand in de derde alinea van deze paragraaf).

2.3 Langs de Zeeschelde en haar bijrivieren.

De figuren 10 t.e.m. 39 tonen de opgetreden getijkrommen op de Zeeschelde en haar bijrivieren. De figuren 29, 31, 34 en 37 hebben betrekking op de posten Grobbendonk, Itegem, Haacht en Eppegem waar de normale getijbeweging niet doordringt, maar waar met deze buitengewone stormvloed toch verticale getijbeweging (met uitzondering te Eppegem) werd waargenomen. Een horizontale getijbeweging (omkeren van stroomrichting) is vermoedelijk niet opgetreden.

Tabel 3 geeft voor alle meetstations langs de Schelde en haar bijrivieren de opgetreden hoog- en laagwaterstanden voor 3, 4 en 5 januari en de stormvloedstanden van 1.2.53 a.m. en de hoogst opgetreden stand met datum indien deze afwijkt van 1.2.53.

De tijmeters te Temse, Melle, Merelbeke, Lier (Maasfort), Tielrode, Waasmunster (Manta) en Zele hebben niet of onvolledig gewerkt tijdens de stormvloedperiode. De krommen werden derhalve niet getekend. De stormvloedwaterstanden van 3.1.76 p.m. welke niet werden geregistreerd, werden hetzij bepaald door nivellering, enkele dagen na de stormvloed van duidelijk herkenbare vloedmerken, hetzij gegist. Dit is in tabel 3 vermeld.

Zoals reeds vermeld onder 2.1 en 2.2 nam de windkracht af in de morgen van 4.1.76. Naarmate men zich van de grens naar opwaarts verplaatst, is het gevolg van deze afname op de vorm van de getijkrommen duidelijker waarneembaar. Op de Schelde tussen St. Amands en Uitbergen (zie fig. 17 t.e.m. 20) en op de Durme (zie fig. 38 en 39) is de waterstand praktisch gedurende een uur constant gebleven. Ook in het Rupelbekken (zie fig. 24 t.e.m. 27) is deze invloed op de getijkrommen merkbaar, echter niet meer opwaarts Lier en Mechelen.

In navolgende tabel worden voor de belangrijkste posten in het Scheldebekken de H.W. standen van 3.1.76 p.m. en 4.1.76 a.m. gegeven, evenals het verschil.

	H.W. 3.1.76 p.m.	H.W. 4.1.76 a.m.	verschil
Prosperpolder	7.34	6.25	1.09
Antwerpen	7.39	6.42	0.97
Hemiksem	7.40	6.32	1.08
St. Amands	7.32	6.36	0.96
Dendermonde	7.04	6.29	0.75
Uitbergen	6.69	6.12	0.57
Gentbrugge	6.33	6.03	0.30
Boom	7.34	6.29	1.05
Walem	7.34	6.15	1.19
Duffel (Sluis)	6.88	5.92	0.96
Lier (Molbrug)	6.60	5.85	0.75
Mechelen	7.25	5.93	1.32
Hombeek	7.39	6.01	1.38

Hieruit blijkt dat door de afname van de wind in de morgen van 4.1.76 de hoogwaterstanden van 4.1.76 a.m. tussen de grens en Dendermonde ongeveer 1 m lager bleven dan op 3.1.76 p.m. Dit is eveneens het geval te Boom. Het aangegeven verschil is nog groter te Walem, Mechelen en

Hombeek, wat verklaard kan worden door de verlagende invloed van de bressen op de hoogwaterstanden. Opwaarts Dendermonde en Duffelsluis wordt het verschil tussen de hoogwaterstanden van 3.1.76 p.m. en 4.1.76 gevoelig kleiner.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk de gunstige invloed van de afname van de windkracht op de hoogwaterstanden van 4.1.76 a.m. op de Zeeschelde. Zonder deze afname zouden deze hoogwaterstanden deze van 3.1.76 p.m. vermoelijk hebben bereikt of overschreden, waardoor de gevolgen van de storm nog veel omvangrijker zouden geweest zijn. Er zij nog vermeld dat deze afname niet te voorspellen was. Integendeel de stormvloedseindienst van de Rijkswaterstaat voorspelde in de avond van 3.1.76 voor het hoogwater van 4.1.76 a.m. een hogere cota te Vlissingen dan de opgetreden cota op 3.1.76 p.m.

Zoals reeds vermeld onder 2.2 is door de afname van de windkracht de getijrijzing in de nacht van 3 op 4.1.76 dus gering geweest (slechts 4,20 m te Antwerpen). Deze kleine getijrijzing wordt echter gevolgd door een sterke getijdaling (6,52 m te Antwerpen, 5,60 m te St. Amands en 5,58 m te Boom).

Over de vorm van de getijkrommen kan het volgende worden vermeld :

- afwaarts St. Amands is de hoogwatertop volkomen normaal,
- te St. Amands (fig. 17) is een dubbel hoogwater waar te nemen
- de top van het stormhoogwater te Gentbrugge (fig. 22) en vooral te Zwijnaarde (fig. 23) is afgeplat. Te Merelbeke werd de stormvloedstand op 3.1.76 p.m. gegist op NKD + 6,16 m. Te Zwijnaarde werd NKD + 6,10 m bereikt. Daar de bovenkant van de stuwen onder deze cota's is gelegen betekent dit dat het getij is doorgedrongen op de Ringvaart.

- De top van het stormhoogwater 3.1.76 p.m. te Boom (fig. 24), Walem (fig. 25), Duffelsluis (fig. 26) en Mechelen (fig. 32) is vervormd. Het hoogwater is als het ware later opgetreden. Dit is een gevolg van de in dit gebied opgetreden overstroming. Door het tekenen van een normale hoogwater top, zou men kunnen besluiten dat de overstroming (overloop van dijken) een verlaging van de hoogwaterstanden van 1 à 2 dm heeft veroorzaakt.
- Te Lier (Molbrug) (fig. 27) is de top van de getijkromme sterk afgeplat. Dit is eveneens het geval te Waasmunster (fig. 39).
In beide plaatsen is dit eveneens het gevolg van overstromingen.
- Bemerkenwaard is eveneens het feit dat de waterstanden te Boom (fig. 24), Walem (fig. 25) en vooral te Mechelen (fig. 32) na het stormhoogwater van 3.1.76 p.m. sterk dalen (over een tijdsperiode van 2 uur meer dan 2 m). Dit verschijnsel is ook nog merkbaar te Hombeek (fig. 35) en te Zemst (fig. 36). Daar de daling te Schelle (fig. 16) een volkomen normaal beeld vertoont, zou genoemd verschijnsel verklaard kunnen worden door het ontstaan van de dijkdoorbraken na het stormhoogwater en het daaropvolgend vollopen van overstromingsgebieden.
- De eigenaardige vorm van de getijkromme te Mechelen (fig. 32) om 14h00 (3.1.76) is een gevolg van een beweging van de stuw (zie eveneens de kromme te Rijmenam (fig. 33)).

Wat de hoogte van de stormvloedstanden betreft kan het volgende worden vastgesteld :

- tussen de grens en de Rupelmonding werden de stormvloedstanden van 1953 niet overschreden.
- opwaarts de Rupelmonding, zowel in de Schelde, de Durme en het Rupelbekken, werden de stormvloedstanden van 1953 wel overschreden (behalve te Melle en te Gentbrugge).

(In hoofdstuk 6 wordt teruggekomen op de vergelijking van de stormvloedstanden van 1.2.53 en 3.1.76).

- de overschrijding van de hoogst gekende waterstanden (hoger dan deze van 1.2.53) wordt geïllustreerd door volgend staatje.

	H.W.3.1.76 p.m. m + NKD.	Hoogst gekende waterstand m + NKD	Vershil m
St. Amands	7.32	7.16 (14.12.73)	0.16
Dendermonde	7.04	6.86 (16.11.66)	0.18
Schoonaarde	6.76	6.59 (10.12.65)	0.17
Uitbergen	6.69	6.52 (10.12.65)	0.17
Walem	7.34	7.21 (14.12.73)	0.13
Duffel (Sluis)	6.88	6.81 (14.12.73)	0.07
Lier (Molbrug)	6.60	6.57 (14.12.73)	0.03
Emblem	6.39	6.34 (28.3.66)	0.05
Mechelen	7.25	7.16 (14.12.73)	0.09
Hombeek	7.39	7.29 (14.12.73)	0.10
Tielrode	7.34	7.15 (14.12.73)	0.19
Hamme	7.29	7.18 (14.12.73)	0.11

- In verschillende plaatsen werden reeds hogere waterstanden bereikt zoals uit volgend overzicht blijkt :

	Hoogst gekende waterstand m + NKD	H.W.3.1.76 p.m. m + NKD	Vershil m
Wetteren	6,73 (10.12.65)	6,60	0,13
Gentbrugge	6,72 (13.12.66)	6,33	0,39
Grobbendonk	7,82 (1966)	6,57	1,25
Lier (Maasfort)	6,25 (30.12.66)	6,19	0,06
Kessel	6,06 (14.12.66)	5,52	0,54
Itegem	7,58 (1966)	6,09	1,49
Haaht	9,45 (1966)	7,45	2,00
Zemst	7,42 (14.12.73)	7,38	0,04
Waasmunter	7,15 (14.12.73)	7,01	0,14

3. VERGELIJKING TUSSEN WAARGENOMEN EN VERWACHTE WATERSTANDEN EN TIJDEN.

3.1 Vergelijking van de waargenomen en de voorspelde waterstanden en tijden.

In tabel 4 zijn voor de posten Oostende, Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Prosperpolder en Antwerpen de waargenomen en voorspelde hoogten en tijden van hoogwater (H.W.) en laagwater (L.W.), evenals het verschil, tussen de waarneming en de voorspelling voor 3, 4 en 5 januari 1976 opgegeven. In tabel 5 zijn afzonderlijk de verschillen vermeld, "opzetten" genoemd, tussen de waargenomen en de voorspelde waterstanden. Tabel 6 geeft dezelfde verschillen voor de tijden. De verschillen (opzetten) in hoogte der waterstanden houden geen rekening met de vervroeging of de vertraging van het getij.

Het verschil tussen de waargenomen en voorspelde hoogten voor het H.W. van 3.1.76 a.m. is gering te Oostende maar neemt in belangrijkheid toe naar opwaarts en bereikt te Prosperpolder en Antwerpen ruim 7 dm. De oorzaak hiervan is de heersende zuidwestenwind tot westenwind op de Westerschelde (zie fig.58), welke eerder een afwaaiing veroorzaakt langs de kust doch een opwaaiing op de Westerschelde.

De toename van het verschil tussen de waargenomen en voorspelde hoogten op de Schelde naar opwaarts toe is ook duidelijk merkbaar voor het L.W. voorafgaand aan het stormhoogwater van 3.1.76 p.m. Dit is te wijten aan dezelfde reden als juist vermeld.

Voor het stormhoogwater zelf en voor het daaropvolgend L.W. is de hierboven genoemde tendens niet meer aanwezig omdat vanaf 12.00 GMT een duidelijke W tot WNW circulatie boven de Noordzee aanwezig is (zie fig. 54 en 58).

Opvallend is verder dat de grootste verschillen tussen waargenomen en voorspelde hoogten optreden voor het L.W. voorafgaand en volgend op het stormhoogwater. Deze verschillen

variëren op de Schelde tussen 1,84 m en 2,37m, terwijl voor het stormhoogwater het grootste verschil (opzet) optreedt te Hansweert (1,94 m). Dit verschijnsel kan misschien als volgt worden verklaard. De windsnelheid is het grootst ten tijde van het L.W. voorafgaand aan het stormhoogwater; de windrichting is dan nog begrepen tussen W en WNW. Na het stormhoogwater neemt de windsnelheid gevoelig af, doch de windrichting wordt WNW tot NW (zie figuren 58 en 59).

De grotere verschillen tussen waargenomen en voorspelde hoogten te Vlissingen dan te Oostende (grootte orde 3 à 4 dm) voor de twee H.W.'s van 3.1.76 en het L.W. van 3.1.76 a.m. zijn te verklaren door de heersende windrichting welke varieerde tussen W en WNW en dus een opstuwing in de mond van de Westerschelde veroorzaakte.

De opgetreden verhogingen voor het H.W. van 4.1.76 a.m. is door het sterk afnemen van de windkracht (zie fig. 59) beperkt gebleven tot ongeveer 1 m, dit is voor de Schelde 7 à 9 dm lager dan voor het hoogwater van 3.1.76 p.m. Na het H.W. van 4.1.76 a.m. evolueert het getij naar een normale toestand: de afwijkingen worden gering met uitzondering van deze voor het L.W. van 4.1.76 p.m. welke in het westelijk deel van de Westerschelde vrij groot zijn en een verlaging tonen van de laagwaterstanden (vermoedelijk te wijten aan de schommeling van het Noordzeebekken).

Ook voor het H.W. van 5.1.76 p.m. werden grote verschillen (grootte orde 1 m) tussen de waargenomen en de voorspelde hoogten waargenomen. Volgens inlichtingen verstrekt door de Rijkswaterstaat waren deze het gevolg van een schommeling van het Noordzeebekken veroorzaakt door de voorafgaande stormperiode.

Voor Oostende, Vlissingen en Terneuzen zijn de verschillen tussen de waargenomen en voorspelde tijden gering te noemen (maximaal verschil -0u 42 min.). Voor 3.1.76 komt het getij in deze posten meestal vroeger. Belangrijke vervroeging

van de L.W.'s van 3.1.76 werd echter waargenomen te Hansweert, Prosperpolder en Antwerpen, met als maximum vervroeging 2u 11 min. voor het L.W. te Antwerpen van 3.1.76 a.m. Deze vervroeging is waarschijnlijk te wijten aan de zeer hoge laagwaterstanden welke in deze plaatsen zijn opgetreden waardoor de voortplantingssnelheid van de tijgolf vergrootte.

3.2 Vergelijking van de opgetreden waterstanden met deze van gemiddeld springtij 1961-70.

Op de figuren 40, 41 en 42 zijn getekend respectievelijk de meetkundige plaatsen van het H.W. 3.1.76 a.m., 3.1.76 p.m. en 4.1.76 a.m., met telkens de meetkundige plaatsen van het voorafgaande en volgende L.W. evenals de meetkundige plaatsen van H.W. en L.W. voor het gemiddeld springtij van de periode 1961-70. De figuren 43, 44 en 45 tonen dezelfde krommen voor Rupel, Beneden Nete en Kleine Nete. Deze figuren illustreren de afwijking tussen de waargenomen en voorspelde hoogten (de storm trad inderdaad op in een periode van springtij). Zo tonen figuren 40 en 43 geringe afwijking tussen het gemiddeld L.W. bij springtij en het L.W. voorafgaand aan het H.W. van 3.1.76 a.m., de reeds grotere afwijking tussen het gemiddeld H.W. bij springtij en het stormhoogwater van 3.1.76 a.m. en de zeer grote afwijking tussen het gemiddeld L.W. bij springtij en het L.W. volgend op het H.W. van 3.1.76 a.m.

Figuren 41 en 44 tonen dat zowel de L.W.'s voorafgaand en volgend op het stormhoogwater van 3.1.76 p.m. belangrijk hoger liggen dan het gemiddeld L.W. bij springtij (opwaarts Dendermonde en Duffel geldt dit in mindere mate voor het voorafgaand L.W.). Het verschil tussen het stormhoogwater van 3.1.76 p.m. en het gemiddeld H.W. bij springtij stijgt van Vlissingen tot aan Prosperpolder en neemt dan af naar opwaarts toe. Deze verschillen zijn ook gegeven in tabel 9.

Figuren 42 en 45 tonen het nog zeer grote verschil tussen het L.W. voorafgaand aan het H.W. van 4.1.76 a.m. en het gemiddeld

L.W. bij springtij, het reeds belangrijk kleinere verschil tussen het H.W. van 4.1.76 a.m. en het gemiddeld H.W. bij springtij, en tenslotte de evolutie naar een normale toestand tijdens het L.W. volgend op het hoogwater van 4.1.76 a.m. De nog vrij hoge L.W.standen op Rupel en Neten na het H.W. van 4.1.76 a.m. zijn vermoedelijk een gevolg van de in dit gebied ontstane bressen.

In tabel 9 is het verschil (opzet) tussen het H.W. van 3.1.76 p.m. en het H.W. van gemiddeld springtij van 1961-70 voor de tijposten Oostende en deze langs de Schelde en haar bijrivieren gegeven. Een dergelijk verschil is ook gegeven voor het H.W. van 1.2.53 met het H.W. van gemiddeld getij 1941-1950. Op deze tabel wordt later teruggekomen.

3.3 Het stormeffect.

De verschillen tussen de opgetreden en de voorspelde waterstanden (opzetten) als besproken in 3.1 zijn belangrijke elementen voor typering van de storminvloed op de waterstanden. Ze zijn echter onvoldoende om de stormvloed te karakteriseren. Inderdaad is de opzet afhankelijk van het tijdstip van optreden van de storm ten opzichte van de cyclus van de getijbeweging. De stormvloedstanden zullen het hoogst zijn wanneer de grootste uitwerking van de storm samenvalt met hoogwater.

Bij afwezigheid van storm (windinvloeden) schommelt de normale getijbeweging rond de gemiddelde zee- of waterstand. Bij het optreden van storm zal deze gemiddelde stand geleidelijk worden verhoogd, toenemen tot een maximum en daarna weer geleidelijk afnemen, tot zijn normale waarde. Men kan zich dus voorstellen dat de opgetreden getijbeweging tijdens de storm schommelt rond een kromme die de verheffing aan geeft van de gemiddelde zee- of waterstand als gevolg van de storm. Deze kromme wordt het stormeffect genoemd. De exacte bepaling van dit stormeffect is vrij ingewikkeld wegens de wisselwerking die er bestaat tussen de astronomische

getijbeweging en de verheffing van de zeespiegel door de storm. Deze verheffing zou inderdaad anders zijn bij afwezigheid van getijbeweging. Ook de astronomische getijbeweging wordt door de storm beïnvloed door het feit dat grotere waterdiepten aanwezig zijn en de stroming door de wind wordt gewijzigd; beide effecten hebben invloed op een wijziging van de wrijving en van de Corioliskrachten met als resultaat dat de getijbeweging in het algemeen wordt vervormd, vervroegd en verkleind.

Een redelijke benadering van het stormeffect kan bekomen worden door een kromme te tekenen door de werkelijk opgetreden getijkromme zodanig dat voor een aantal getijcyclussen de oppervlakten boven en onder deze krommen aan elkaar gelijk zijn. Het verschil tussen de aldus bepaalde kromme en de gemiddelde zee- of waterstand bij afwezigheid van storm is het stormeffect.

In de figuren 46 en 47 zijn respectievelijk voor Oostende en Antwerpen de opgetreden en voorspelde getijkrommen getekend evenals het stormeffect bepaald op de hierboven beschreven wijze. Met vertikale lijnstukken zijn eveneens de opzetten aangegeven vermeld in tabel 5.

Het bepaalde stormeffect schommelt voor beide plaatsen rond de aangegeven opzetten. Het stormeffect bereikt zijn maximumwaarde rond 18h00 op 3.1.1976; dit is ongeveer 4 uur na H.W. Oostende en ongeveer 1 uur na H.W. Antwerpen. Het maximum stormeffect is te Oostende bepaald op 1.70 m en te Antwerpen op 2.45 m. Het verschil tussen deze maxima (0.75 m) is te verklaren door het bijkomend stormeffect op de Westerschelde en de trechterwerking. De duur van het stormeffect kan worden bepaald op ongeveer 34 uur vanaf 0h00 3.1.76 tot 10h00 4.1.76. De kromme is ongeveer symmetrisch t.o.v. het maximum.

4. DE STORM OP DE NOORDZEE EN DE WINDGEGEVENS LANGS DE SCHELDE.

4.1 Synoptisch overzicht van de storm van 3 januari 1976.

Door Mevrouw Delauré, verbonden aan de Regie der Luchtwegen werd een beschrijving gegeven van het ontstaan van de storm welke we hierna overnemen. Bij deze beschrijving behoren de figuren 48 t.e.m. 57.

De depressie die verantwoordelijk was voor de storm van 3 januari 1976 werd het eerst teruggevonden op de kaart van 2 januari om 00.00 GMT (zie fig. 48). Zijn kern die een diepte had van 1000 mb bevond zich op 52° NB en 23° WL. Terzelfdertijd bevond er zich een oud lage drukgebied ten zuidoosten van IJsland..

Tapelijk langzaam en ongeveer 8 mb per uur dieper wordend bewoog de kern zich naar het noordoosten. Hij nam daarbij het oude lage drukgebied in zich op waardoor hij geleidelijk koudere lucht uit het gebied van IJsland aan zijn westflank naar het zuiden transporteerde (zie fig. 49 kaart van 6.00 h GMT).

De kern bewoog dan verder naar het oosten waar hij om 12.00 h GMT het noorden van Ierland bereikte met een centrum van 982 mb (fig. 50).

Op de kaart van 18.00 h GMT (fig. 51) zien we dat achter het koud front een rug van hoge druk, afkomstig van het hoge drukgebied met een kern boven Spanje, tot ontwikkeling kwam, die geleidelijk sterker werd. Deze rug samen met de intensiteit van de depressie waren verantwoordelijk voor een uitzonderlijke drukgradiënt die over de Noordzee tot ontwikkeling kwam.

Voor doorgang van het koude front was de Noordzee en ons land onderhevig aan zuidzuidwestelijke winden (zie detailweerkaart 2 jan. 21.00 h GMT, fig. 55).

Op 3 jan. om 00.00 h GMT (fig. 52) bereikte het koude front onze kust waardoor de wind ruimde op de Noordzee naar het

noordwesten. De kern van de depressie bevond zich dan op 58° NB en 4° OL en bereikte zijn minimale drukwaarde van 967 mb.

Na doorgang van het front (zie fig. 53 en 54) werd de wind over ons land noordwestelijk met stormkracht en bereikte de storm zijn grootste aktiviteit.

Fig. 56 toont de detailweerkaart op 3 januari 1976 te 3.00 h GMT.

De baan welke de depressie volgde evenals deze baan van de storm van 1.2.53 is weergegeven op fig. 57. De snelheid waarmee de depressie zich verplaatste was vrij groot in vergelijking met deze van de storm van 1.2.53 .

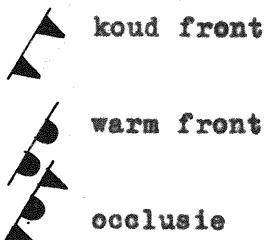
Toelichting op de weerkaarten

L = lage drukkern.

H = hoge drukkern.

Isobaren of lijnen van gelijke druk getrokken om de 6 mb; op de detailweerkaarten om de 3 mb.

De fronten :



→ : duidt de richting van de luchtstroming aan rond een lage drukkern : "anticlockwise" ; een hoge drukkern : "clockwise".

||| : Het streepje duidt de richting aan van waaruit de wind komt. De dwarsstreepjes geven de windsnelheid aan. Een volledig dwarsstreepje geldt voor 10 knopen, een half dwarsstreepje voor 5 knopen. Een snelheid van 50 knopen wordt aangegeven door een zwart driehoekje.

vb.  wind waaiend uit het noorden met een snelheid van 65 knopen.

4.2. De windsnelheden en -richtingen op de Westerschelde en de Schelde.

Op de figuren 58 en 59 zijn voor de meteorologische stations langs de Westerschelde en haar monding respectievelijk de windrichting en de windsnelheid voor 2, 3 en 4 januari getekend. Op de figuren 60 en 61 zijn voor de meteorologische stations Zandvliet-, Van Cauwelaert- en Royerssluis analoge gegevens getekend.

Als windsnelheid is getekend de gemiddelde snelheid over het uurvak voorafgaand aan het aangegeven uur; als windrichting de gemiddelde richting in graden t.o.v. noorden tijdens 10 min. voorafgaand aan het aangegeven uur.

De gegevens van Cadzand, Vlissingen en Walsoorden werden ter beschikking gesteld door Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen; de gegevens voor de meteorologische stations in de haven van Antwerpen door de Regie der Luchtwezen.

Het verloop van de windrichting langs de kust (Cadzand), de Westerschelde en de Schelde is gelijkvormig. Vanaf 16h GMT wordt in alle stations een zuidwestenwind vastgesteld welke geleidelijk in de nacht van 2 op 3 januari ruimde naar een richting gelegen tussen W en WNW. Pas na het H.W. van 3.1.76 p.m. draait de wind verder naar WNW. Met uitzondering te Walsoorden en gedurende een korte tijd te Cadzand wordt nooit de richting NW bereikt.

De grootste windsnelheden werden geregistreerd in de nacht van 2 op 3 januari 1976 tijdens het ruimen van de wind van ZV → W. Gedurende 6 à 8 uur was de snelheid aan de kust en op de Westerschelde groter dan 20 m/sec (9 à 10 Beaufort). Tussen 4h00 GMT en 14h00 GMT blijft de snelheid op deze plaatsen ongeveer constant en kleiner dan 20 m/sec (7 Beaufort) en neemt van dan af geleidelijk af. Meestal is de windsnelheid te Walsoorden hoger dan te Vlissingen wat dus een extra

verhoging van de waterstanden op de Schelde kan hebben veroorzaakt. Na het H.W. van 3.1.76 p.m. is de windsnelheid te Zandvliet zelfs groter dan te Vlissingen. In de morgen van 4.1.76 neemt de windsnelheid sterk af, waardoor het H.W. van 4.1.76 a.m. geen gevaarlijke hoogte meer bereikt in de Zeeschelde.

Het verloop van de windsnelheden langs de Schelde (fig. 60 en 61) is analoog aan dit langs de Kust en de Westerschelde. De windsnelheden aan de Zandvliet- en Van Cauwelaertsluis zijn van dezelfde grootte orde, en groter dan deze aan de Royerssluis.

5. DE BOVENDEBIETEN VAN HET SCHELDEBEKKEN.

In tabel 7 zijn in het bovenste gedeelte de maandgemiddelde debieten gegeven aan de meetraaien voor januari en februari 1953, december 1965, 1966, 1974 en januari 1975 (natte jaren), december 1971 en 1972 (droge jaren) en de maand december 1975. De maandgemiddelde debieten in december 1975 zijn beduidend lager dan deze van de natte maanden van 1965, 1966, 1974 en 1975, en eveneens belangrijk lager dan van de maanden januari en februari 1953. De maandgemiddelde debieten in december 1975 zijn voor het Rupelbekken zelfs van dezelfde grootte orde als voor de droge jaren 1971 en 1972; voor de Schelde zijn deze debieten echter hoger. Tijdens de maand voorafgaand aan de periode van de buitengewone stormvloed 1976 zijn dus de debieten eerder laag geweest. In het tweede gedeelte van tabel 7 zijn de tiendaagse gemiddelden aan de meetraaien gegeven voor de buitengewone stormvloeden van 1953, 1973 en 1976.

Hier volgt een samenvatting van deze gegevens (m^3/s).

	Rupel- bekken	Schelde- bekken	Totaal
	-----	-----	-----
3e dec.januari '53	53,4	78,2	131,6
2e dec.december '73	72,8	68,7	141,5
3e dec.december'75	29,6	25,9	55,5

Hieruit blijkt dat de tiendaagse gemiddelde debieten aan de meetraaien in de decade voorafgaand aan de stormvloed van 1976 gering waren in vergelijking met analoge debieten voor de stormvloeden van 1953 en 1973.

In tabel 8 zijn de daggemiddelde debieten gegeven voor de drie eerste dagen van januari 1976, en voor 31 januari 1953 (de stormvloed van 1.2.53 trad op tijdens het morgengetij) en 14 december 1973.

In volgend staatje wordt een vergelijking gemaakt tussen de daggemiddelde debieten (m^3/s).

	Rupel- bekken -----	Schelde- bekken -----
31.1.53	54,4	75
14.12.73	97,1	33,3
3.1.76	51	62,1

Op 3.1.76 was dus het daggemiddelde bovendebiet lager als op 31.1.1953, en belangrijk lager dan op 14.12.1973, vooral in het Rupelbekken.

Het feit dat de bovendebietsen in de periode van de buitengewone stormvloed eerder laag waren verklaart het ver doordringen van de getijgolf op de Kleine Nete tot opwaarts Grobbendonk, op de Dijle tot opwaarts Haacht (hier is steeds een gedempte getijbeweging waarneembaar) en op de Grote Nete tot in Itegem (zie figuren 29, 31 en 34).

6. VERGELIJKING MET DE BUITENGEWONE STORMVLOED VAN 1.2.1953

6.1 De storm op de Noordzee en de windsnelheden en -richtingen te Vlissingen.

Op fig. 57 zijn de banen van de stormdepressies getekend voor de storm van 1.2.53 en 3.1.1976. Hieruit blijkt dat de snelheid waarmee de stormdepressie zich begin januari 1976 verplaatste beduidend hoger was dan in begin februari 1953. Inderdaad de stormdepressie van 1953 had meer dan 3 dagen nodig om zich vanuit de Atlantische Oceaan naar Midden Europa te verplaatsen; in 1976 gebeurde dit op 2 dagen. Door dit feit heerste er gedurende belangrijk langere duur een NW circulatie op de Noordzee.

Op de figuren 58 en 59 zijn voor het meteorologisch station Vlissingen eveneens de windrichting en -snelheid getekend voor de storm van februari 1953 t.o.v. het tijdstip van het stormhoogwater. Deze gegevens werden overgenomen uit het "Verslag over de stormvloed 1953, samengesteld door de Rijkswaterstaat en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut".

Men bemerkt (zie fig. 58) dat tijdens de storm van 1953 de windrichting vóór het stormhoogwater reeds geruime tijd WNW was en dan ruimde naar NW. De windrichting was dus ongunstiger dan in 1976. Ook de windsnelheid in Vlissingen (zie fig. 59) was in 1953 vanaf het laagwater voorafgaand aan het stormhoogwater merkkelijk hoger dan in 1976.

Uit het bovenstaande mag worden besloten dat de storm in 1953 wat betreft duur, windrichting en windsnelheid, ongunstiger was dan deze van 1976.

6.2 De voorspelde astronomische getijden.

De storm van 1953 trad op in een periode van springtij na volle maan : deze van 1976 eveneens in een periode van springtij doch na nieuwe maan. De voorspelde getijhoogten en tij-

verschillen in 1953 waren echter beduidend lager dan in 1976 zoals blijkt uit navolgend overzicht (gegevens voor Antwerpen).

	stormvloed 1953 -----	stormvloed 1976 -----
voorspeld L.W.	NKD + 0,27 m	NKD - 0,46 m
voorspeld H.W.	+ 5,06 m	+ 5,59 m
tijverschil	4,79 m	6,05 m
gemiddeld tijverschil 1941-50/1961-70	4,81 m	4,90 m
tijcoëfficiënt van het voorspelde getij t.o.v. gemiddeld getij 1941-50/1961-70	0,9958	1,2347
gemiddeld tijverschil springtij 1941-50/1961-70	5,35 m	5,44 m
tijcoëfficiënt van het gemiddeld springtij 1941-50/1961-70 t.o.v. het gemiddeld getij.	1,1122	1,1102

Alhoewel beide stormen optraden in perioden van springtij was het voorspelde getij in 1953 dus kleiner dan het gemiddeld getij in de periode 1941-50 en belangrijk kleiner dan gemiddeld springtij, terwijl het voorspelde getij in 1976 als een zeer zwaar springtij moet worden aangemerkt vooral door het lage voorspelde laagwater.

De sterkte van het getij wordt nl. nog door andere factoren bepaald dan de maanfase. Ook de afstand tussen maan-aarde en zon-aarde, evenals de hoek tussen de maansbaan en de ecliptica, bepalen de sterkte van het getij.

Op 1 februari 1953 bevond de maan zich in het apogeum (dus afstand maan-aarde het grootst), daarentegen bevond de maan zich op 3 januari 1976 halverwege perigeum en apogeum (dus afstand maan-aarde = gemiddelde waarde). De kleinste afstand zon-aarde deed zich in 1953 voor op 2 januari en in 1976 op

4 januari. De storm van 1976 trad dus op bij de kleinste afstand zon-aarde en bij gemiddelde afstand maan-aarde, dus in ongunstiger omstandigheden dan de storm van 1953.

Door de variatie van de hoek tussen de maansbaan en de ecliptica ontstaat een getijcyclus met een periode van $18,2/3$ jaar.

Wanneer deze hoek zijn maximum waarde bereikt dan ontstaan de kleinste tijverschillen. In de voorbije decennia was dit het geval midden 1950 en begin 1969. In de helft van 1978 zal deze hoek een minimum waarde bereiken (dus grootste invloed op het tijverschil). De storm van 1953 trad dus op in een gunstiger periode van de $18,2/3$ jarige getijcyclus, dan de storm van 1976.

6.3 De bovendebieten van het Scheldebekken.

In hoofdstuk 5 is uiteengezet dat de maandgemiddelde en de tiendaagse gemiddelde bevendebieten in de periode voorafgaand aan de stormvloed van januari 1976 laag waren in vergelijking met analoge debieten voor de stormvloed van februari 1954. Ook de daggemiddelde debieten op 3.1.76 waren kleiner dan op 31.1.53.

Men mag hieruit besluiten dat de verhogende invloed van het bovendebiet op de hoogte van de stormvloedstanden geringer zal geweest zijn in 1976 dan in 1953. De grootte van de verlaging van de stormvloedstanden door het lagere bovendebiet is echter moeilijk te bepalen. Deze verlaging beperkt zich in ieder geval tot de plaatsen in het Rupelbekken en in de Schelde opwaarts van Dendermonde.

6.4 De opgetreden stormvloedstanden op 1.2.1953 en 3.1.1976

Langs de Belgische Kust (waterstanden in m + Z)

	1.2.53	3.1.76	verschil m
Nieuwpoort	6,84	6,06	0,78
Oostende	6,77	6,01	0,76
Zeebrugge	6,80	5,97	0,83

De waterstanden langs de Belgische Kust bleven dus ongeveer 8 dm lager dan in 1953.

Langs de Westerschelde (waterstanden in m + NKD)

	1.2.53	3.1.76	verschil m
Vlissingen	6,95	6,35	0,60
Terneuzen	7,36	6,68	0,68
Hansweert	7,47	6,86	0,61
Bath	8,00	7,07 ^G	0,93
Prosperpolder	7,87	7,34	0,53

Met uitzondering te Bath (hier werd de waterstand gegist) is dus het aangegeven verschil reeds merkkelijk kleiner dan langs de Kust. Dit is vermoedelijk te wijten aan de wind welke in 1976 meer volgens de algemene richting van de Westerschelde was gericht.

Langs de Zeeschelde(waterstanden in m + NKD)

	1.2.53	3.1.76	verschil m
Liefkenshoek	8,02	7,32	0,70
Boudewijnsdijk	8,05	7,39	0,66
St. Marie	7,99	7,44	0,55
Antwerpen	7,85	7,39	0,46
Hemiksem	7,48	7,40	0,08
Schelle	7,49	7,43	0,06

	1.2.53	3.1.76	verschil m
Temse	7,30	7,43	- 0,13
St. Amands	7,09	7,32	- 0,23
Dendermonde	6,83	7,04	- 0,21
Schoonaarde	6,46	6,76	- 0,30
Uitbergen	6,50	6,69	- 0,19
Wetteren	6,49	6,60	- 0,11
Melle	6,47	6,32	- 0,15
Gentbrugge	6,42	6,33	- 0,09

Uit laatste tabel blijkt dat tot Antwerpen de stormvloed-standen in 1976 nog belangrijk lager waren dan in 1953.

Tussen Antwerpen en Hemiksem neemt het genoemde verschil gevoelig af en wordt vanaf de Rupelmonding negatief te Wetteren; opwaarts van deze plaats is het verschil weer positief.

Langs de bijrivieren (waterstanden in m + NKD)

	1.2.53	3.1.76	verschil m
Boom	7,25	7,34	- 0,09
Walem	7,10	7,34	- 0,24
Duffel (sluis)	6,64	6,88	- 0,24
Lier (Molbrug)	6,00	6,60	- 0,60
Emblem	5,92	6,39	- 0,47
Lier Maasfort	5,70	6,19	- 0,49
Kessel	5,57	5,52	0,05
Mechelen	6,80	7,25	- 0,45
Hombeek	7,28	7,39	- 0,11
Zemst	7,31	7,38	- 0,07
Tielrode	7,04	7,34	- 0,30
Waasmunster (brug)	6,29	7,01	- 0,72
Zelee	6,10	6,84	- 0,74

Met uitzondering te Kessel, zijn de stormvloedstanden 3.1.76 langs het Rupelbekken en de Durme dus hoger dan op 1.2.53.

Op figuren 62 en 63 zijn voor de Schelde, Rupel, Beneden Nete en Kleine Nete de meetkundige plaatsen getekend van de stormvloedstanden van 1.2.53, 14.12.73 en 3.1.76 evenals de meetkundige plaats van H.W. van het gemiddeld springtij 1961-70 en de hoogst bekende waterstanden. Deze figuren illustreren het bovenstaande en tonen tevens dat in het meest opwaartse deel van de Zeeschelde reeds hogere waterstanden werden bereikt (nl. bij de hoge rivierafvoer van december 1966) en dat in het Rupelbekken (zie fig. 63) de bereikte standen in 1976 de hoogste zijn en slechts weinig verschillen van de (lagere) waterstanden bereikt op 14.12.73.

6.5 De opzetten

Onder "opzet" bedoelen we hier voor de stormvloed van 1953 het verschil tussen de bereikte stormvloedstand en het gemiddeld getij van de periode 1941-50 en voor de stormvloed van 1976 het verschil tussen de bereikte stormvloedstand en het gemiddeld springtij van de periode 1961-70 (de stormvloed van 1953 trad inderdaad op in een periode van gemiddeld getij, en deze van 1976 in een periode van springtij). Deze opzetten en het verschil ervan zijn, samen met de bereikte hoogwaterstanden, in tabel 9 gegeven.

Uit deze tabel blijkt dat :

- langs de Westerschelde en de Zeeschelde tot Antwerpen de opzetten in 1953 meer dan 10 dm groter waren als in 1976;
- opwaarts Antwerpen de opzetten in 1953 slechts gemiddeld 4 à 5 dm hoger waren dan in 1976;
- in de omgeving van Lier de opzet in 1976 ruim 1 dm groter was als in 1953;
- de opzetten van 1976 over de hele lengte van de Schelde slechts enkele dm van elkaar verschillen;
- de opzetten van 1953 daarentegen opwaarts Antwerpen ongeveer 10 dm lager zijn dan deze afwaarts Antwerpen.

6.6 Het stormeffect te Oostende, te Vlissingen en te Antwerpen in 1953 en 1976.

Op fig. 64 en 65 zijn voor Oostende en Antwerpen de opgetreden en de voorspelde getijkrommen getekend evenals het stormeffect (bepaald als beschreven onder 3.3).

Op analoge wijze als op fig. 45 en 46 zijn ook de opzetten aangegeven.

Het stormeffect in 1953 bereikte merkkelijk hogere waarden als in 1976 zoals blijkt uit volgend staatje :

	<u>1953</u>	<u>1976</u>
stormeffect Oostende	2,2 m	1,7 m
stormeffect Vlissingen	2,8 m	1,8 m
stormeffect Antwerpen	3,3 m	2,45 m

Opmerkelijk is dat het stormeffect te Oostende in 1953 slechts 0,5 m hoger was dan in 1976, terwijl dit te Antwerpen 0,95 m was.

Op analoge wijze als hoger beschreven werd het stormeffect in Vlissingen in 1976 bepaald op 1,80 m, terwijl voor 1953 door de Rijkswaterstaat het stormeffect in 1953 te Vlissingen om 2,80 m werd vastgesteld. Het verschil tussen het stormeffect te Vlissingen 1953-1976 is dus 1 m en te Oostende slechts 0,50 m. Dit zou zijn oorzaak kunnen vinden in de zogenaamde "lek door het Kanaal". Hierdoor wordt verstaan het afvloeien van het water van de Noordzee door het Kanaal.

In 1953 was, doordat de heersende windrichting meer NW was en de windsnelheid groter dan in 1976, de opstuwing op de Noordzee groter, en dus was er een groter verhang tussen de zuidelijke Noordzee en het Kanaal. Dit groter verhang veroorzaakte op zijn beurt een grotere lekstroom, waardoor het kleinere stormeffect te Oostende in 1953 t.o.v. dit te Vlissingen en te Antwerpen kan worden verklaard.

De verschillen tussen de stormeffecten te Antwerpen en Vlissingen voor beide stormen zijn voor 1976 groter dan voor 1953 nl. respectievelijk 0,65 m en 0,50 m. Dit grotere verschil

in 1976 is te verklaren door een grotere opwaaiing op de Westerschelde in 1976 dan in 1953 (heersende windrichting in 1976 meer gericht volgens de richting van de Westerschelde dan in 1953).

Ook blijkt uit de vergelijking van de stormeffectkrommen voor 1953 en 1976, zowel voor Antwerpen als voor Oostende, dat de storm in 1953 belangrijk langer heeft aangehouden.

Dit wordt verduidelijkt in volgend staatje :

Benaderde duur van het stormeffect in uur :

	stijgende tak		dalende tak	
	<u>1953</u>	<u>1976</u>	<u>1953</u>	<u>1976</u>
Oostende	17	17	26	17
Antwerpen	18	17	30	17

In 1953 heeft de storm dus merkkelijk langer aangehouden dan in 1976, vooral te wijten aan de langere duur van de dalende tak van het stormeffect.

In 1953 heeft de storm 43 à 48 uur geduurd (duur welke ook door Rijkswaterstaat werd bepaald) in 1976 slechts 34 à 35 uur.

Ook het tijdstip van optreden van het maximum stormeffect was in 1953 ongunstiger dan in 1976. In 1953 valt het maximum te Antwerpen praktisch samen met het tijdstip van HW; in 1976 was dit ongeveer 1 uur later. Te Oostende valt het maximum stormeffect in 1953 1 uur na HW, in 1976 ongeveer 4 uur.

Uit het bovenstaande blijkt dus dat het stormeffect in 1953 ongunstiger was dan in 1976 zowel wat het maximum, de duur en het tijdstip t.o.v. HW betreft, en dit vooral te Antwerpen. Dit besluit is in overeenstemming met het gestelde onder 6.1 (laatste alinea).

7. BESLUIT

Uit het gestelde onder 6.1 en 6.6 kan worden besloten dat de stormvloed van 1953 op de Noordzee veel krachtiger is geweest dan deze van 1976.

De stormvloed trad op in een periode met lage bovendebieten (zie onder 5). Het bovendebiet dat bepalend was voor de stormvloed was lager dan voor de stormvloed voor 1953. De mogelijke verlaging van de stormvloedstanden welke hiervan het gevolg kan zijn, zal echter slechts gering geweest zijn.

Het voorspelde astronomische getij was in 1976 een sterk springtij, terwijl dit slechts een gemiddeld getij was in 1953.

Als gevolg van de relatief zwakke storm op de Noordzee zijn de waterstanden langs de kust en de Westerschelde in 1976 belangrijk lager gebleven dan in 1953, respectievelijk ongeveer 8 dm en 6 à 7 dm.

Op de Zeeschelde, van de grens tot Antwerpen, is het verschil tussen de stormvloedstanden in 1953 en 1976 reeds merkbaar kleiner (verschil ongeveer 5 dm).

Opwaarts Antwerpen neemt dit verschil nog sterker af en wordt negatief opwaarts de Rupelmonding, waar dus hogere waterstanden werden waargenomen als in 1953.

Het kleinere verschil tussen de stormvloedstanden van 1953 en 1976 op de Zeeschelde afwaarts Antwerpen en het negatieve verschil tussen deze standen opwaarts de Rupelmonding, is gedeeltelijk te verklaren door het samentreffen van de storm van 1976 met een sterk ontwikkeld springtij.

Een bijkomende verklaring kan misschien gevonden worden in het overlopen van de dijken afwaarts de Rupelmonding. Daar deze overloop in 1953 groter geweest is als in 1976 (tijdens de laatste stormvloed trad praktisch geen overloop op afwaarts Antwerpen) werden hierdoor de stormvloedstanden in 1953 verlaagd in de omgeving van Antwerpen en dus ook op de Zeeschelde.

Nog een andere verklaring kan misschien worden gevonden in de opgetreden morfologische veranderingen van de rivier tussen 1953 en 1976. Een uitgevoerde inhoudsberekening tussen 1953 en 1973 heeft aangetoond dat de dwarsdoorsnede onder gemiddeld laagwater in deze periode, tussen de grens en Driegoten (Schelde) en Rumst (Rupel) met gemiddeld 10 à 20 % is toegenomen.

De invloed van zowel de overloop, als van de morfologische veranderingen van de rivier op de bereikte stormvloedstanden, kan echter alleen worden bepaald met behulp van nauwkeurige mathematische getijberekeningen.

Antwerpen, juni 1976
De Hoofdingenieur-Directeur
van Bruggen en Wegen,

ir. J. THEUNS

BUITENGEWONE STORMVLOED 3.1.76

LIJST DER TABELLEN

- Tabel 1 - Hoog- en laagwaterstanden langs de Belgische kust
- 2 - Hoog- en laagwaterstanden langs de Westerschelde
- 3 - Hoog- en laagwaterstanden langs de Schelde en de
bijrivieren
- 4 - Vergelijking tussen de waargenomen en de voorspelde
tijhoogten en -tijden
- 5 - Verschil tussen de waargenomen en de voorspelde
waterstanden
- 6 - Verschil tussen de waargenomen en de voorspelde
tijden
- 7 - Debieten van het Scheldebekken :
tiendaagse en maandgemiddelden aan de meetraaien.
- 8 - Debieten van het Scheldebekken :
daggemiddelden aan de meetraaien voor 1, 2 en
3 januari 1976
- 9 - Opzet van de stormvloedstanden van 1.2.53 en
3.1.76
-

BUITENGEWONE STORMVLOED VAN 3.1.76

LIJST DER FIGUREN

- Fig. 1 - Scheldebekken : ligging der tijposten
- | | | |
|----|---|---------------------------|
| 2 | - | Getijkromme te Nieuwpoort |
| 3 | - | Oostende |
| 4 | - | Zeebrugge |
| 5 | - | Vlissingen |
| 6 | - | Terneuzen |
| 7 | - | Hansweert |
| 8 | - | Bath |
| 9 | - | Prosperpolder |
| 10 | - | Zandvlietsluis |
| 11 | - | Liefkenshoek |
| 12 | - | Boudewijnsluis |
| 13 | - | St. Marie |
| 14 | - | Antwerpen |
| 15 | - | Hemiksem |
| 16 | - | Schelle |
| 17 | - | Sint Amands |
| 18 | - | Dendermonde |
| 19 | - | Schoonaarde |
| 20 | - | Uitbergen |
| 21 | - | Wetteren |
| 22 | - | Gentbrugge |
| 23 | - | Zwijnaarde |
| 24 | - | Boom |
| 25 | - | Walem |
| 26 | - | Duffel-Sluis |
| 27 | - | Lier-Molbrug |
| 28 | - | Emblem |
| 29 | - | Grobbendonk |
| 30 | - | Kessel |
| 31 | - | Itegem |

LIJST DER FIGUREN (vervolg)

- Fig. 32 - Getijkromme te Mechelen - Benedensluis
- 33 - Rijmenam
- 34 - Haacht
- 35 - Hombeek
- 36 - Zemst
- 37 - Eppegem
- 38 - Hamme
- 39 - Waasmunster-Brug
- 40 - Schelde: meetkundige plaats H.W. 3 jan.76 a.m.
- 41 - Schelde: id. 3 jan.76 p.m.
- 42 - Schelde: id. 4 jan.76 a.m.
- 43 - Rupel + Nete: meetkundige plaats H.W. 3 jan.76 a.m.
- 44 - Rupel + Nete: id. 3 jan.76 p.m.
- 45 - Rupel + Nete: id. 4 jan.76 a.m.
- 46 - Oostende : voorspelde en waargenomen getijkromme
op 3 en 4 jan.76
- 47 - Antwerpen: id.
- 48 - Weerkaart van 2 jan.76 te 00h G.M.T.
- 49 - id. te 06h G.M.T.
- 50 - id. te 12h G.M.T.
- 51 - id. te 18h G.M.T.
- 52 - Weerkaart van 3 jan.76 te 00h G.M.T.
- 53 - id. te 06h G.M.T.
- 54 - id. te 12h G.M.T.
- 55 - Detailweerkaart 2 jan.76 te 21.00h G.M.T.
- 56 - id. 3 jan.76 te 03.00h G.M.T.
- 57 - Baan van de stormdepressie 3 jan.76
- 58 - Westerschelde : windrichting
- 59 - Westerschelde : windsnelheid
- 60 - Schelde : windrichting
- 61 - Schelde : windsnelheid
- 62 - Schelde : meetkundige plaats H.W. der buitengewone
stormvloed 1.2.53, 14.12.73 en 3.1.76

LIJST DER FIGUREN (vervolg)

- Fig. 63 - Rupel : meetkundige plaats H.W. der buitengewone
stormvloeden 1.2.53, 14.12.73 en 3.1.76
- 64 - Oostende : waargenomen en voorspelde getijkromme
stormvloed 1.2.53
- 65 - Antwerpen: id.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3.1.76

TABEL 1

Hoog- en laagwaterstanden langs de Belgische Kust.

	3 januari '76				4 januari '76				5 januari '76				1.2.53
	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.
NIEUWPOORT hoogte tijd	4,56 02.00	1,24 08.19	6,06 14.17	2,22 20.16	5,73 02.19	0,16 09.31	4,56 14.35	-0,48 21.54	4,18 03.11	0,03 09.46	5,45 15.40	0,78 22.17	6,84 m
OOSTENDE hoogte tijd	4,57 02.05	1,49 08.21	6,01 14.28	2,38 20.18	5,66 02.29	0,16 09.39	4,47 14.45	-0,38 21.45	4,10 03.23	0,21 09.40	5,40 15.46	0,87 22.13	6,77 m
ZEEBRUGGE hoogte tijd	4,51 02.12	1,92 08.24	5,97 14.55	2,62 20.26	5,42 02.53	0,31 09.43	4,42 15.17	-0,20 21.55	4,07 03.34	0,41 09.45	5,38 15.50	1,07 22.26	6,80 m

hoogte in m t.o.v. Z

tijd in u. min. (M.E.T.)

BUITENGEWONE STORMVLOED 3.1.76

TABEL 2

Hoog- en laagwaterstanden Westerschelde .

		3 januari '76				4 januari '76				5 januari '76				1.2.53
		H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.
Vlissingen	hoogte	4,90	2,12	6,35	2,68	5,56	0,22	4,58	-0,22	4,20	0,44	5,52	1,01	6,95 m
	tijd	02.45	08.45	15.25	20.55	03.40	10.25	15.55	22.45	04.15	10.15	16.30	23.00	
Terneuzen	hoogte	5,24	2,12	6,68	2,60	5,83	0,10	4,82	-0,38	4,38	0,38	5,80	0,94	7,36 m
	tijd	03.10	09.25	15.35	21.30	04.05	10.45	16.15	23.15	04.30	10.45	16.45	23.30	
Hansweert	hoogte	5,52	2,04	6,86	2,40	5,88	-0,08	4,87	-0,43	4,50	0,18	5,94	6	7,47 m
	tijd	03.45	09.05	16.20	21.45	04.30	11.05	17.05	23.30	05.25	11.20	17.45	jan. 76	
Bath	hoogte	6,02	2,08	7,07 ^G	2,42	6,18	0,00	5,29	-0,41	4,90	0,19	6,27	L.W.	8,00 m
	tijd	04.00	09.30	16.45 ^G	22.30	04.50	11.45	17.15	00.15	05.30	11.50	17.45		
Prosperpolder	hoogte	6,10	2,02	7,34	2,34	6,25	-0,04	5,37	-0,48	4,94	0,19	6,37	0,72	7,87 m
	tijd	04.04	09.35	16.39	22.35	04.59	12.09	17.23	00.31	05.39	12.09	17.48	00.53	

- hoogten in m t.o.v. NKD

- gegevens van Vlissingen, Terneuzen, Hansweert, Bath verstrekt door Rijkswaterstaat, Studiedienst Vlissingen.

- tijden in u. min. (M.E.T.)

BUITENGEWONE STORMVLOED 3.1.76

TABEL 3

Hoog- en laagwaterstanden Schelde en bijrivieren
3, 4, 5 en 6 januari 1976

tijden in M.E.T.		3 jan.1976				4 jan.1976				5 jan.1976				6 jan. 1976	1.2.1953
		H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	
Prosperpolder	hoogte tijd	6,10 04.04	2,02 09.35	7,34 16.39	2,34 22.35	6,25 04.59	-0,04 12.09	5,37 17.23	-0,48 00.31	4,94 05.39	0,19 12.09	6,37 17.48	0,72 00.53		7,87 m
Zandvlietsluis		6,20 04.05	2,13 09.40	7,41 16.39	2,43 22.36	6,34 05.04	0,02 12.19	5,46 17.24	-0,40 00.38	5,04 05.43	0,23 12.13	6,46 17.48	0,30 00.57		
Liefkenshoek		6,13 04.06	2,04 09.54	7,32 16.39	2,38 22.45	6,32 05.10	0,00 12.30	5,46 17.30	-0,44 00.50	4,96 05.45	-	-	-		8,02 m
Boudewijnsluis		6,16 04.02	1,98 09.56	7,39 16.36	2,25 22.41	6,36 05.06	-0,11 12.27	5,50 17.33	-0,54 00.48	5,00 05.46	0,11 12.25	6,42 17.41	0,63 01.11		8,05 m
St. Marie		6,21 04.15	1,93 10.00	7,44 16.45	2,26 22.53	6,44 05.15	-0,08 12.44	5,58 17.26	-0,54 ^G 01.15	5,10 05.44	0,12 12.33	6,52 17.45	0,66 01.21		7,99 m
Antwerpen		6,20 04.22	1,86 10.13	7,39 16.57	2,20 23.04	6,42 05.21	-0,10 12.50	5,52 17.33	-0,58 01.15	5,02 05.57	0,06 12.49	6,39 17.49	0,60 01.34		7,85 m
Hemiksem		6,24 05.00	1,84 10.41	7,40 17.27	2,26 23.31	6,32 05.46	0,00 13.25	5,48 18.11	-0,52 01.49	5,05 06.36	0,11 13.21	6,36 18.38	0,68 02.03		7,48 m
Schelle		6,28 05.03	1,86 10.41	7,43 17.27	2,29 23.44	6,40 05.51	0,08 13.28	5,52 18.19	-0,46 01.51	5,09 06.43	0,15 13.24	6,39 18.47	0,71 02.10		7,49 m
Temse				7,43 ^N											7,30 m
St. Amands		6,25 05.48	2,01 11.45	7,32 18.05	2,52 00.39	6,36 06.34	0,76 14.39	5,55 18.49	0,34 03.00	5,11 07.14	0,60 14.25	6,24 19.25	1,24 3.03		7,09 m (7,16 m) (14.12.73)
Dendermonde		5,92 06.35	2,52 12.41	7,04 18.54	3,16 01.23	6,29 07.18	1,78 15.29	5,30 19.34	1,20 03.52	4,83 07.58	1,36 15.12	5,97 20.23	2,01 03.56		6,83 m (6,86 m) (16.11.66)
Schoonaarde		5,59 07.06	2,94 13.34	6,76 19.27	3,68 02.02	6,14 07.37	2,49 16.13	4,99 20.02	1,96 04.39	4,51 08.30	2,04 15.53	5,71 20.56	2,61 04.38		6,46 m (6,59 m) (10.12.65)
Uitbergen		5,48 07.25	3,12 14.00	6,69 19.46	3,91 02.18	6,12 07.50	2,75 16.42	4,89 20.20	2,23 05.13	4,41 08.46	2,30 16.15	5,63 21.17	2,82 05.01		6,50 (6,52 m) (10.12.65)
Wetteren		5,47 07.50	3,38 14.20	6,60 20.00	4,21 02.42	6,15 08.08	3,06 17.19	4,83 20.45	2,55 05.50	4,35 09.12	2,60 16.45	5,68 21.40	3,09 05.30		6,49 (6,73 m) (10.12.65)
Melle		5,53 08.27	3,59 14.54	6,32 ^N -							2,90 17.08	5,71 21.58	3,33 05.50		6,47 m
Gentbrugge		5,64 08.38	3,52 15.16	6,33 20.25	4,31 03.40	6,03 08.45	3,36 18.47	4,96 21.37	3,09 07.34	4,48 09.59	3,07 18.00	5,80 22.15	5,26 10.22		6,42 m (6,72 m) (13.12.66)
Merelbeke		-	3,52 15.05	6,16 ^G -	4,33 03.14	5,81 ^G 08.52	3,20 18.26	4,91 21.22	2,77 06.58	4,35 09.52	2,95 17.26	5,65 22.12	3,22 06.26		(6,16 m) (14.12.73)
Zwijnaarde		5,42 08.24	3,42 15.27	6,10 21.03	4,25 03.37	5,88 08.36	3,10 18.44	4,88 21.29	2,71 07.25	4,27 10.05	2,95 18.11	5,59 22.16	3,23 6.41		(6,04 m) (14.12.73)

BUITENGEWONE STORMVLOED 3.1.76
TABEL 3 (vervolg)

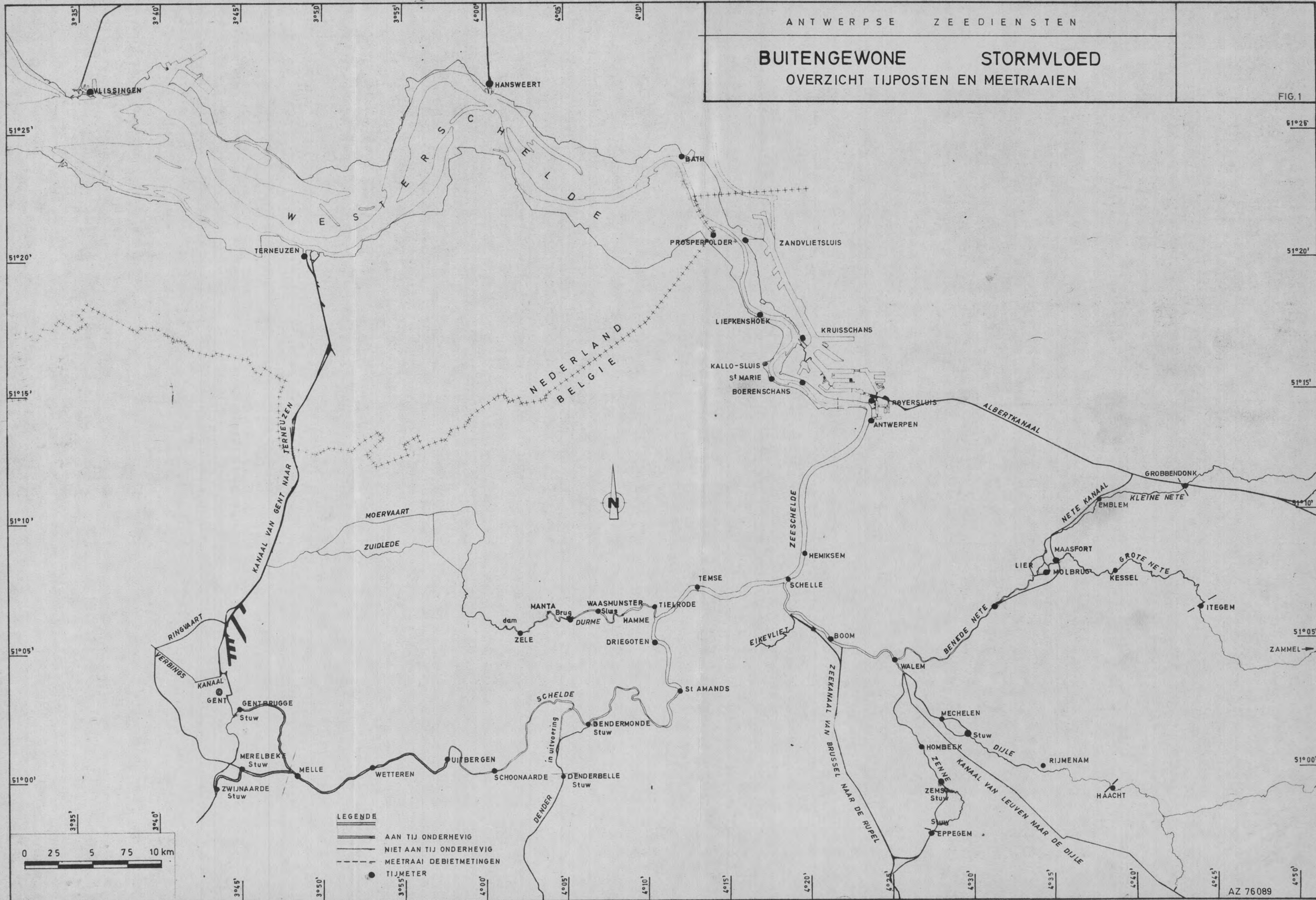
Hoog- en laagwaterstanden Schelde en bijrivieren
3, 4, 5 en 6 januari 1976

tijden in M.E.T.		3 jan.1976			4 jan.1976				5 jan.1976				6 jan. 1976	1.2.1953
		H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.	L.W.	H.W.
Boom	hoogte tijd	6,29 05.21	1,93 11.06	7,34 18.01	2,50 00.02	6,29 06.00	0,71 14.04	5,39 18.25	0,17 02.24	4,95 06.55	0,56 13.53	6,20 19.05	1,19 02.39	7,25 m
Walem		6,29 05.34	2,05 11.28	7,34 17.55	2,77 00.34	6,15 06.08	1,47 14.35	5,19 18.44	0,93 02.57	04,75 07.10	1,09 14.26	5,93 19.36	1,66 03.08	7,10 m (7,21 m) (14.12.73)
Duffel (sluis)		6,13 06.11	2,54 12.34	6,88 18.26	3,22 01.18	5,92 06.58	2,24 15.58	5,02 19.34	1,74 04.18	4,69 08.00	1,86 -	5,73 -	2,39 -	6,64 m (6,81 m) (14.12.73)
Lier (Molbrug)		6,08 ^G -	3,31 13.22	6,60 18.30	3,89 01.44	5,85 07.14	3,23 16.44	5,03 19.41	2,81 05.16	4,71 08.06	2,78 16.06	5,66 20.53	3,22 05.20	6,00 m (6,57 m) (14.12.73)
Emblem		6,03 06.59	4,19 14.15	6,39 19.00	4,54 02.40	5,80 07.40	4,12 18.20	5,11 20.02	3,88 06.41	4,80 08.28	3,83 17.41	5,65 21.01	4,16 06.16	5,92 m (6,34 m) (28.3.66)
Grobbendonk		6,40 08.00	6,00 16.30	6,57 19.30	5,96 06.00	6,14 09.10	5,89 20.00	- -	geen getij waarneembaar gedurende deze dag				- -	(7,82 m) (1966)
Lier (Maasfort)		-	-	6,19 ^N -							3,14 16.12	5,37 20.42	3,56 05.00	5,70 m (6,25 m) (30.12.66)
Kessel		5,39 07.40	4,41 14.50	5,52 20.30	4,80 03.12	5,42 08.20	4,43 18.30	4,96 20.22	4,05 07.00	4,67 08.45	3,95 18.03	5,29 22.03	4,24 06.53	5,57 m (6,06 m) (14.12.66)
Itegem		6,08 09.30	5,98 17.00	6,09 22.00	5,91 06.30	5,96 10.00	5,83 21.00	5,84 23.30	geen getij waarneembaar gedurende deze dag					(7,58 m) (1966)
Mechelen		6,36 05.52	2,40 12.13	7,25 18.12	3,21 01.18	5,93 06.47	2,17 15.47	4,80 19.22	1,72 04.07	4,41 07.42	1,76 15.12	5,74 20.21	2,24 04.02	6,80 m (7,16 m) (14.12.73)
Rijmenam		6,59 06.15	5,30 15.15	7,34 18.40	5,12 03.24	6,14 07.04	4,78 18.23	5,14 20.04	4,66 06.44	4,90 08.15	4,81 17.14	5,90 20.44	5,09 06.53	(7,40 ^G m) (14.12.73)
Haaht		6,86 06.40	6,37 16.05	7,45 19.10	6,22 05.10	6,49 07.55	6,00 19.00	6,03 -	5,87 08.00	5,90 -	5,86 -	6,22 22.00	6,00 -	(9,45 m) (1966)
Hombeek		6,51 06.00	2,74 12.45	7,39 ^G 18.07 ^G	3,40 01.34	6,01 07.00	2,74 16.24	4,95 19.49	2,70 05.45	4,59 08.12	2,81 15.30	5,80 20.30	2,80 04.25	7,28 m (7,29 m) (14.12.73)
Zemst		6,50 06.02	3,30 13.15	7,38 ^N 18.15 ^G	3,71 01.54	5,98 07.00	3,29 17.34	4,93 19.47	3,23 06.13	4,55 08.16	3,50 17.02	5,77 20.36	3,41 05.22	7,31 ^G m (7,42 ^G m) (14.12.73)
Eppegem		geen getij waarneembaar												
Tielrode		-	1,88 11.18	7,34 ^N -	2,40 00.06	-	0,40 14.15	-	-0,12 02.26	5,19 06.59	0,32 14.01	6,40 19.14	0,93 02.42	7,04 m (7,15 m) (14.12.73)
Hamme		6,25 05.23	1,87 11.20	7,29 ^N 17.50	2,50 00.20	6,35 06.19	- -	5,64 18.43						(7,18 ^G) (14.12.73)
Waasmunster (brug)		6,48 05.42	2,66 13.03	7,01 18.15	3,15 01.19	6,59 06.36	2,67 16.30	5,87 18.52	2,70 05.30	5,36 07.14	2,74 16.19	6,55 19.20	2,69 04.40	6,29 m (7,15 m) (14.12.73)
Waasmunster (Manta)		6,46 05.31	-	-	3,86 01.27	6,58 06.22	-	5,92 18.42	-	5,42 07.03	-	6,55 19.26	-	(7,03 ^G m) (14.12.73)
Zelee				6,84 ^G										6,10 ^G m (6,85 m) (14.12.73)

Nota {G= gegiste waterstand
{N= waterstand bepaald door nivellering van een vloedmerk.

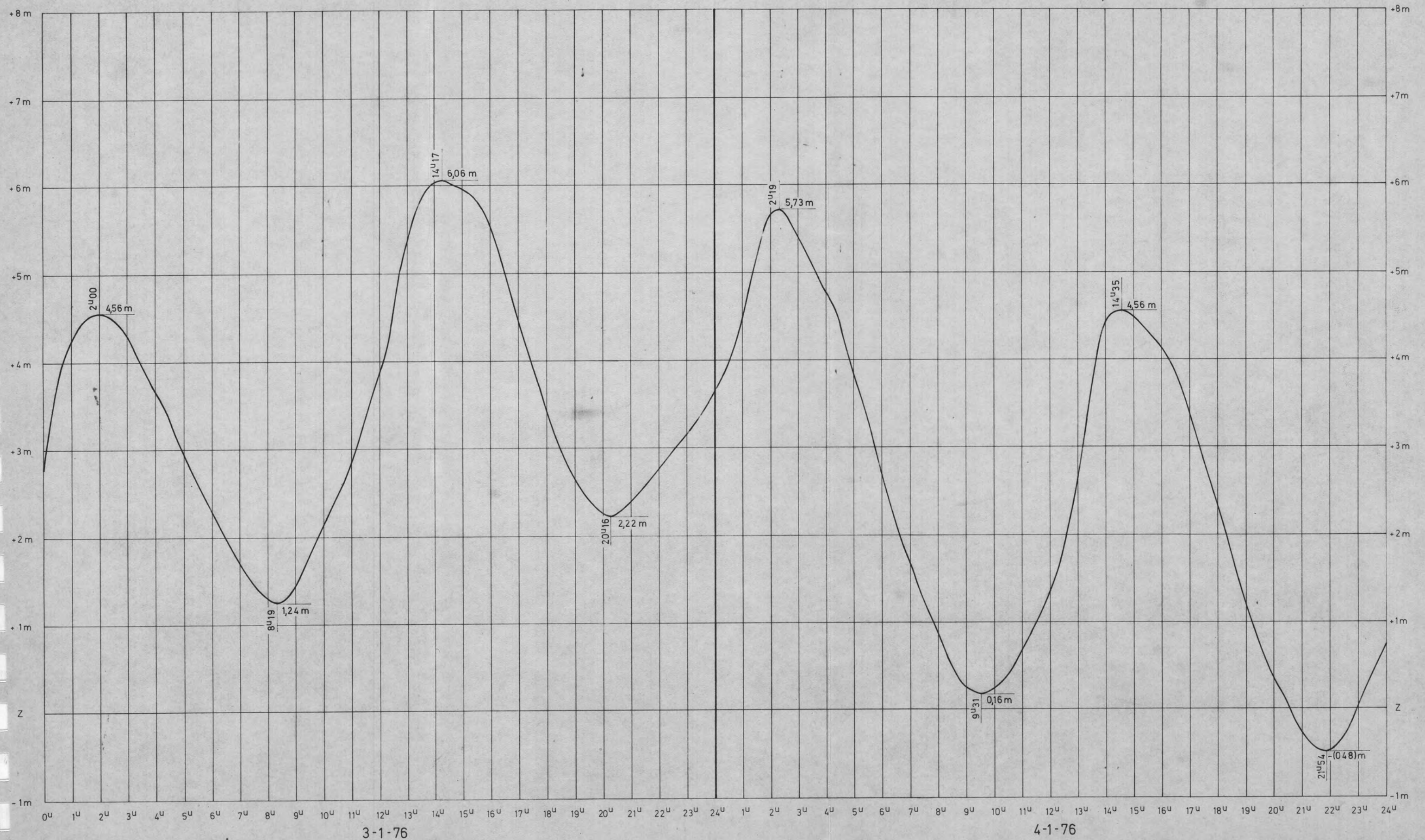
BUITENGEWONE STORMVLOED OVERZICHT TIJPOSTEN EN MEETRAAIEN

FIG.1



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE NIEUWPOORT

FIG. 2



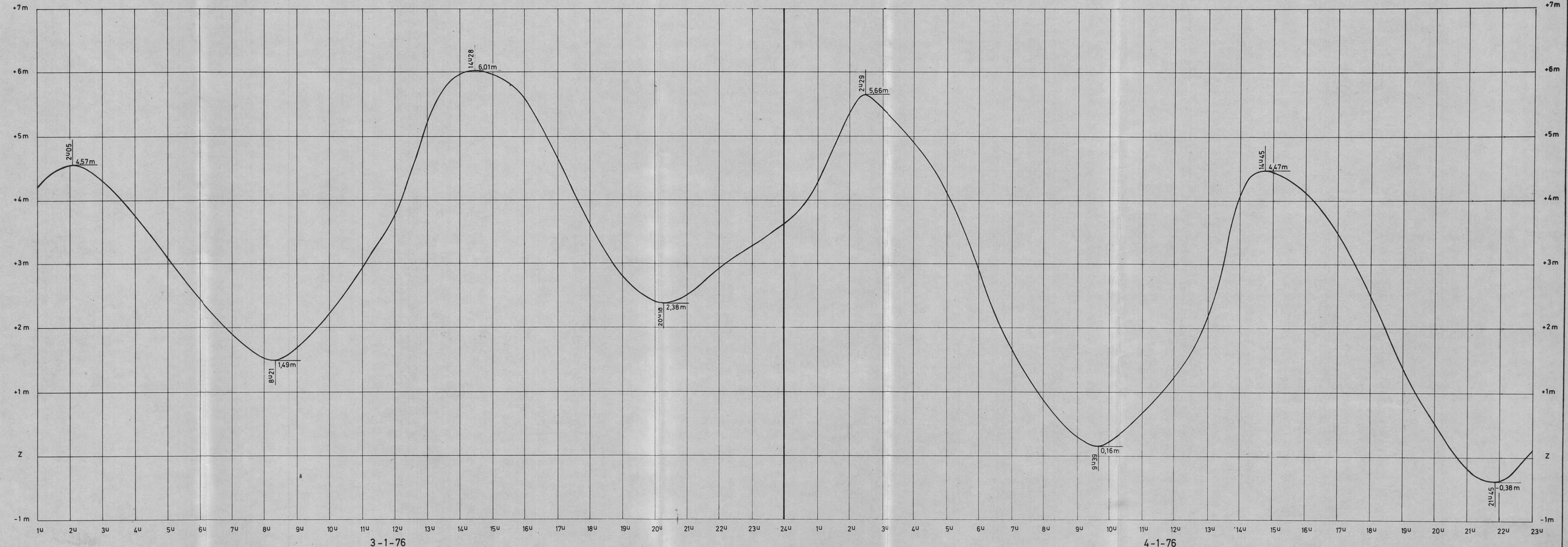
3-1-76

4-1-76

TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE OOSTENDE

FIG. 3



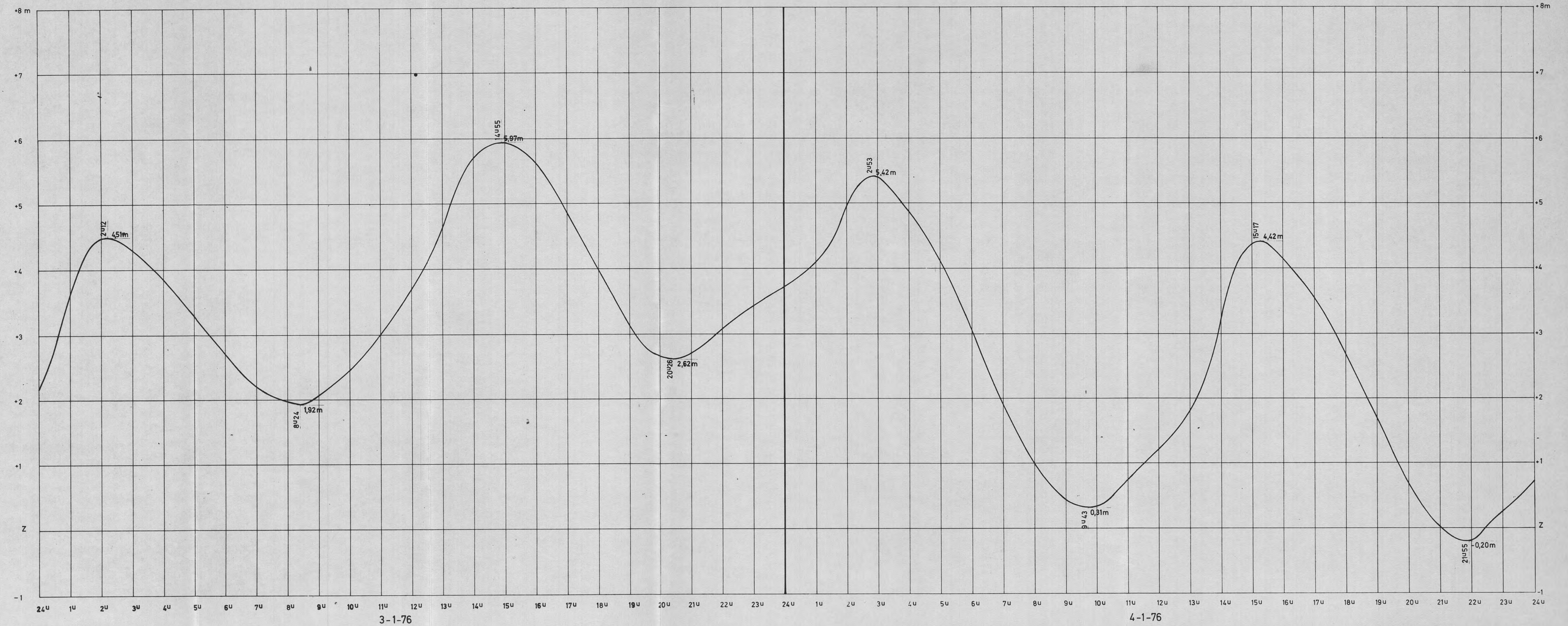
3-1-76

4-1-76

TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKKROMME TE ZEEBRUGGE

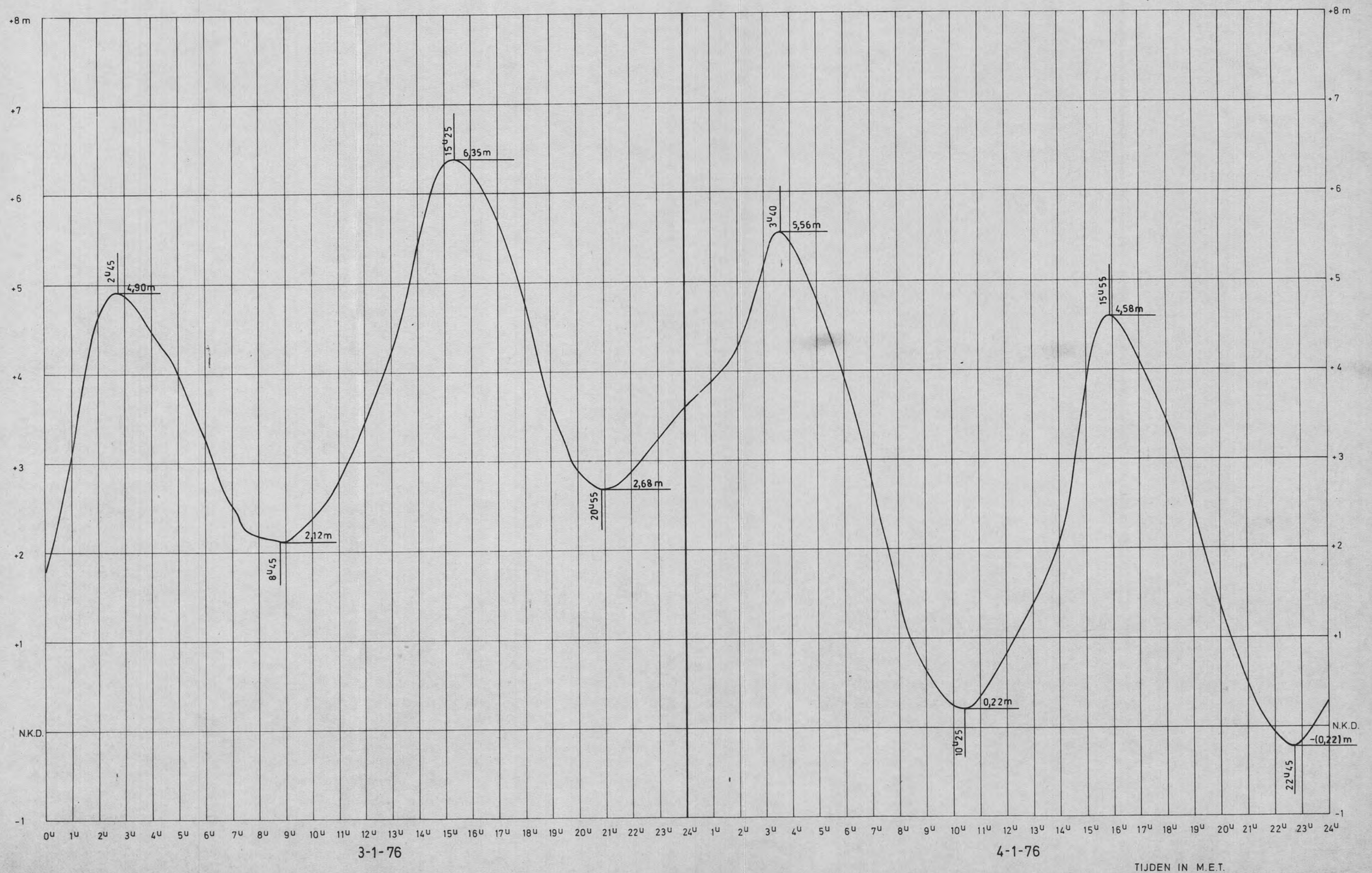
FIG 4

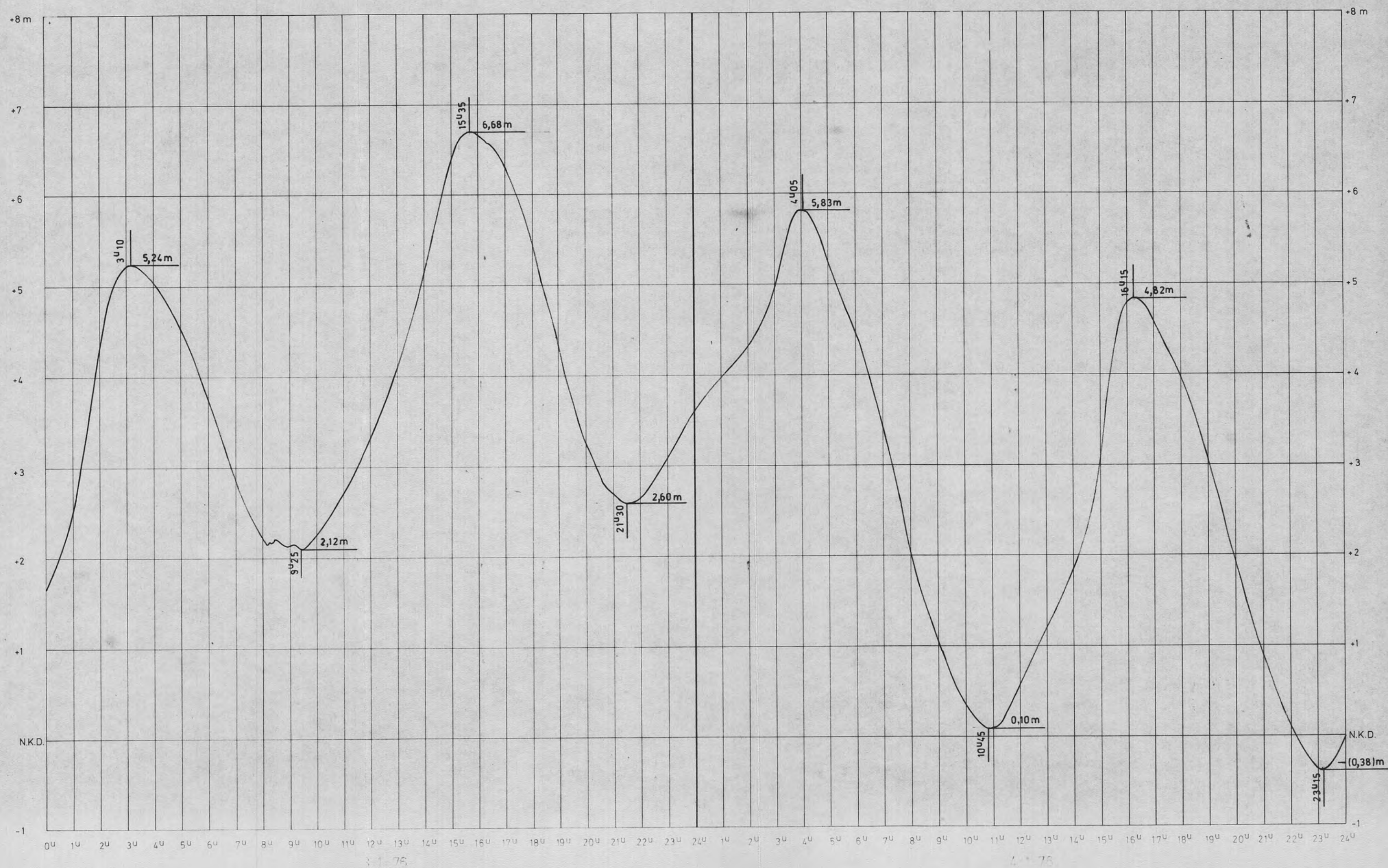


TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE VLISSINGEN

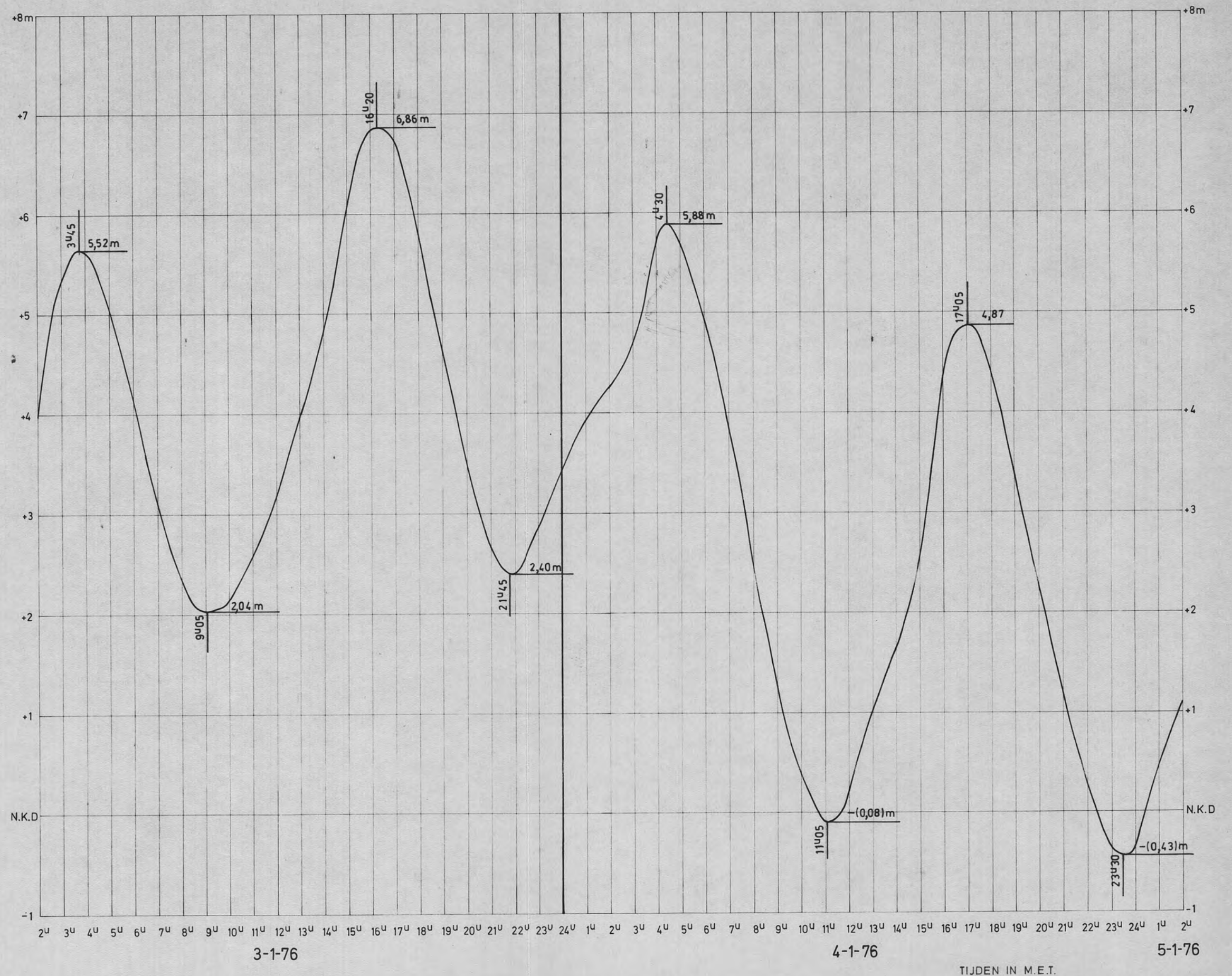
FIG.5





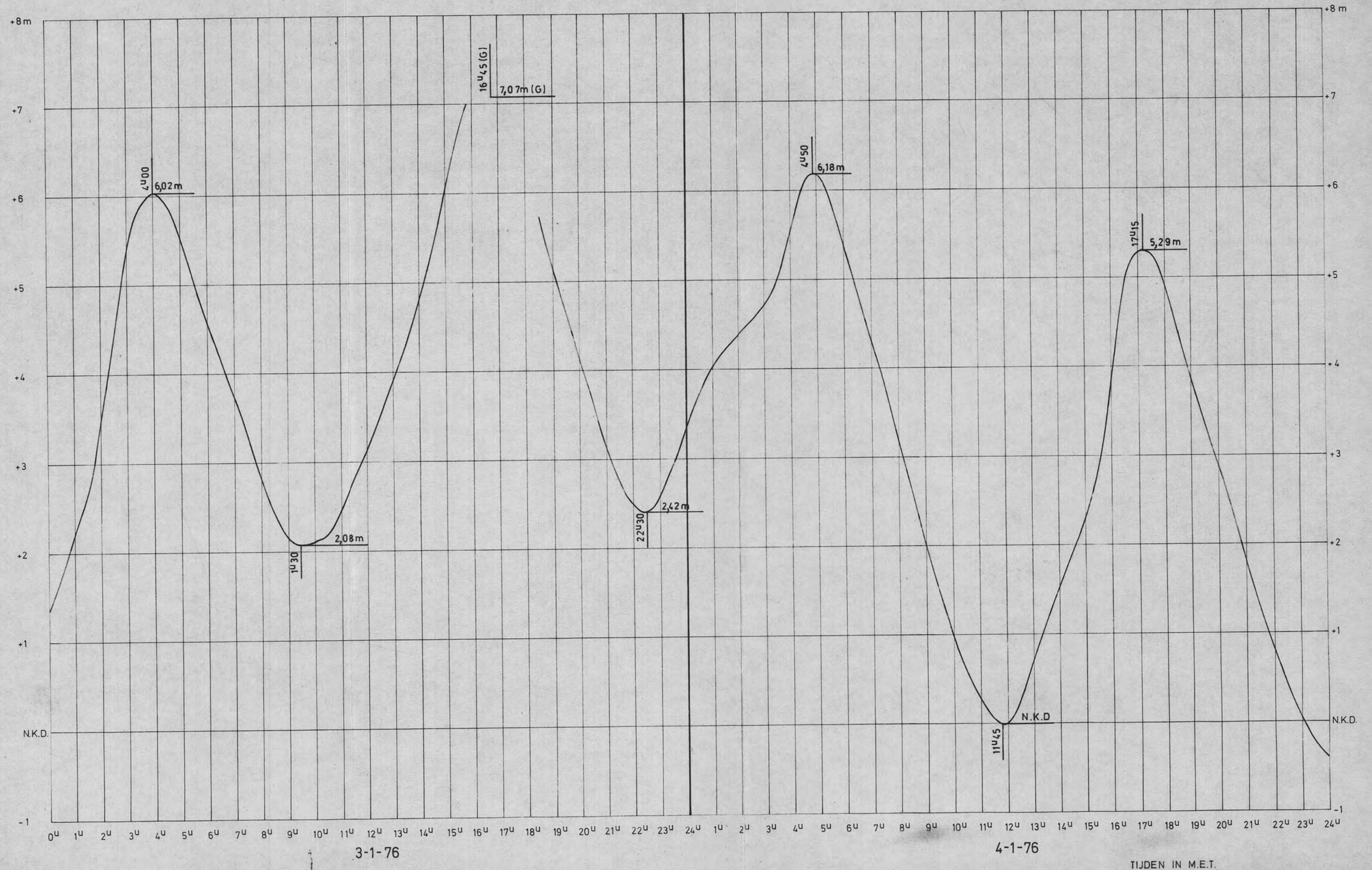
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE HANSWEERT

FIG.7



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE BATH

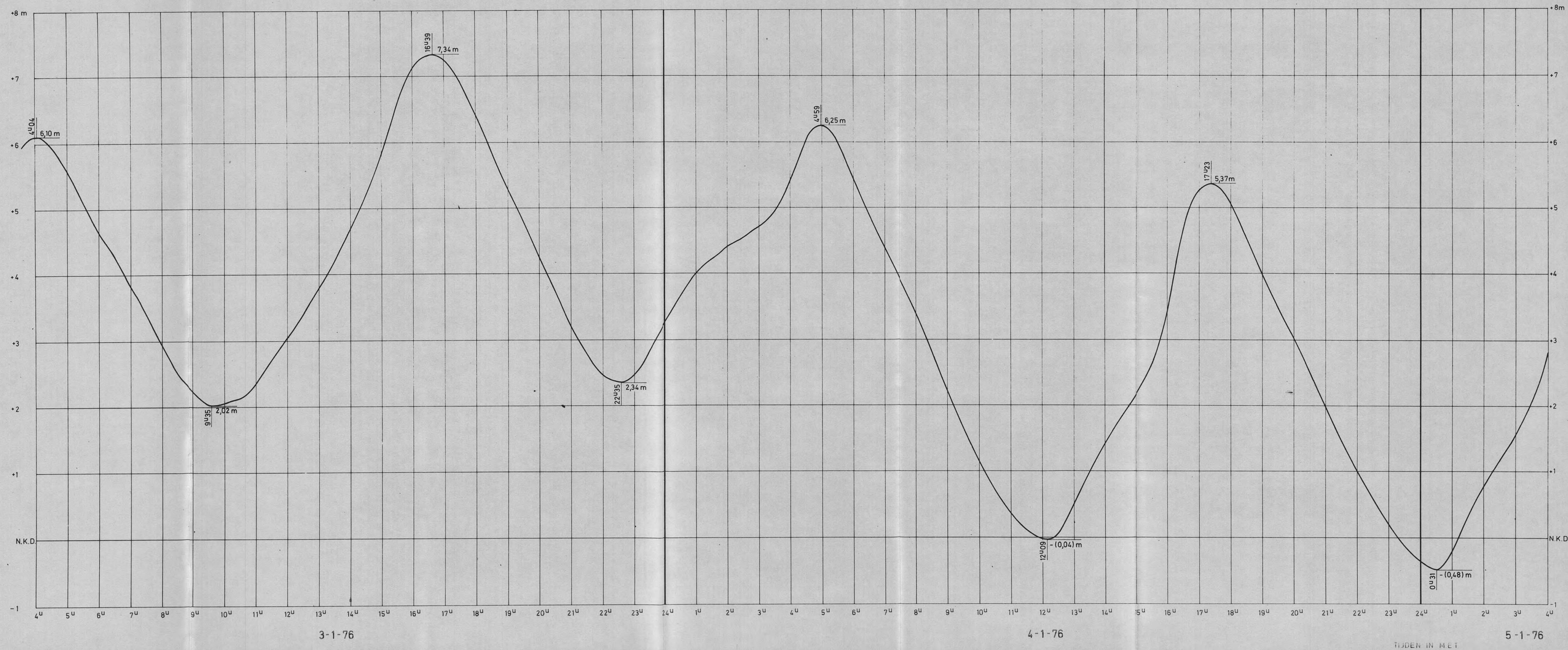
FIG. 8



TIJDEN IN M.E.T.

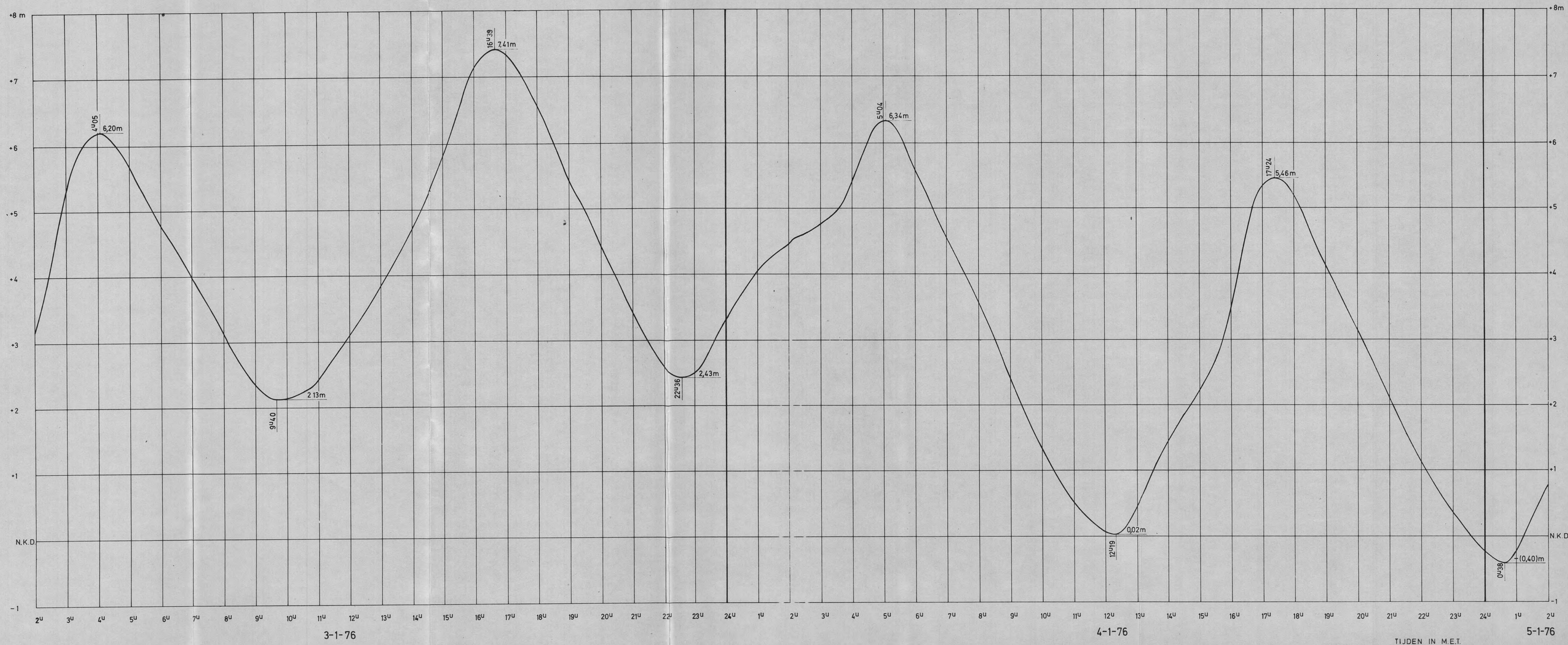
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE PROSPERPOLDER

FIG 9



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE ZANDVLIETSLUIS

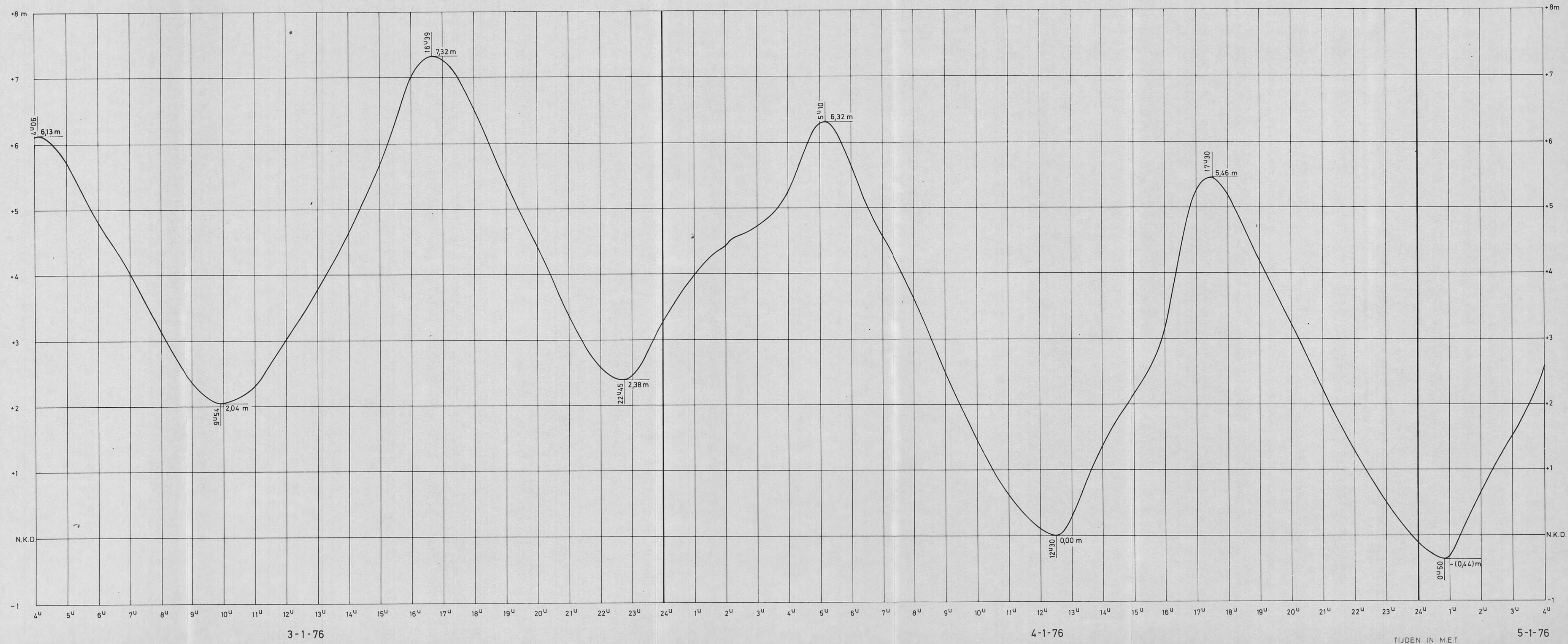
FIG 10



TIJDEN IN M.E.T.

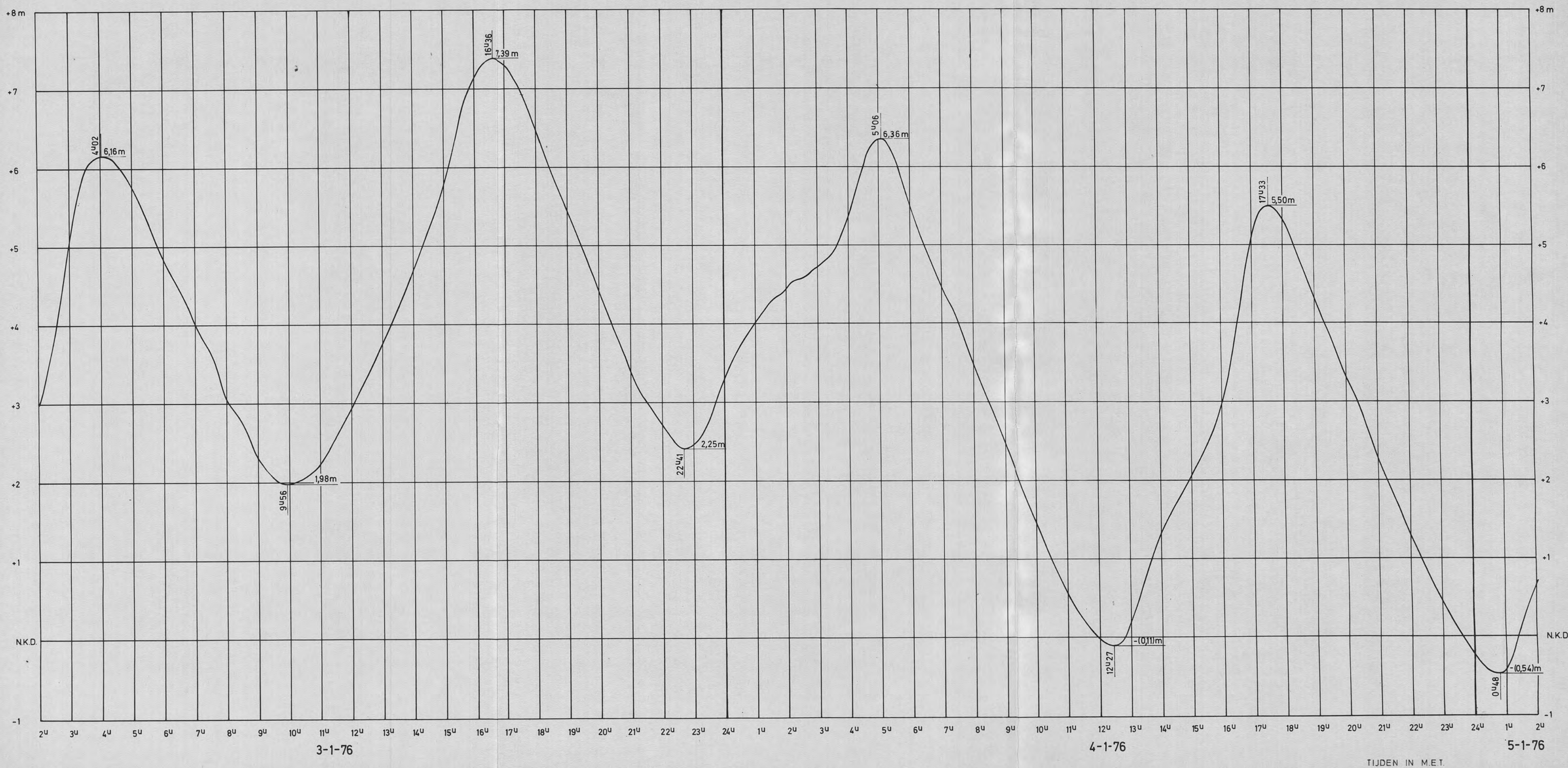
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKKROMME TE LIEFKENSHOEK

FIG 11



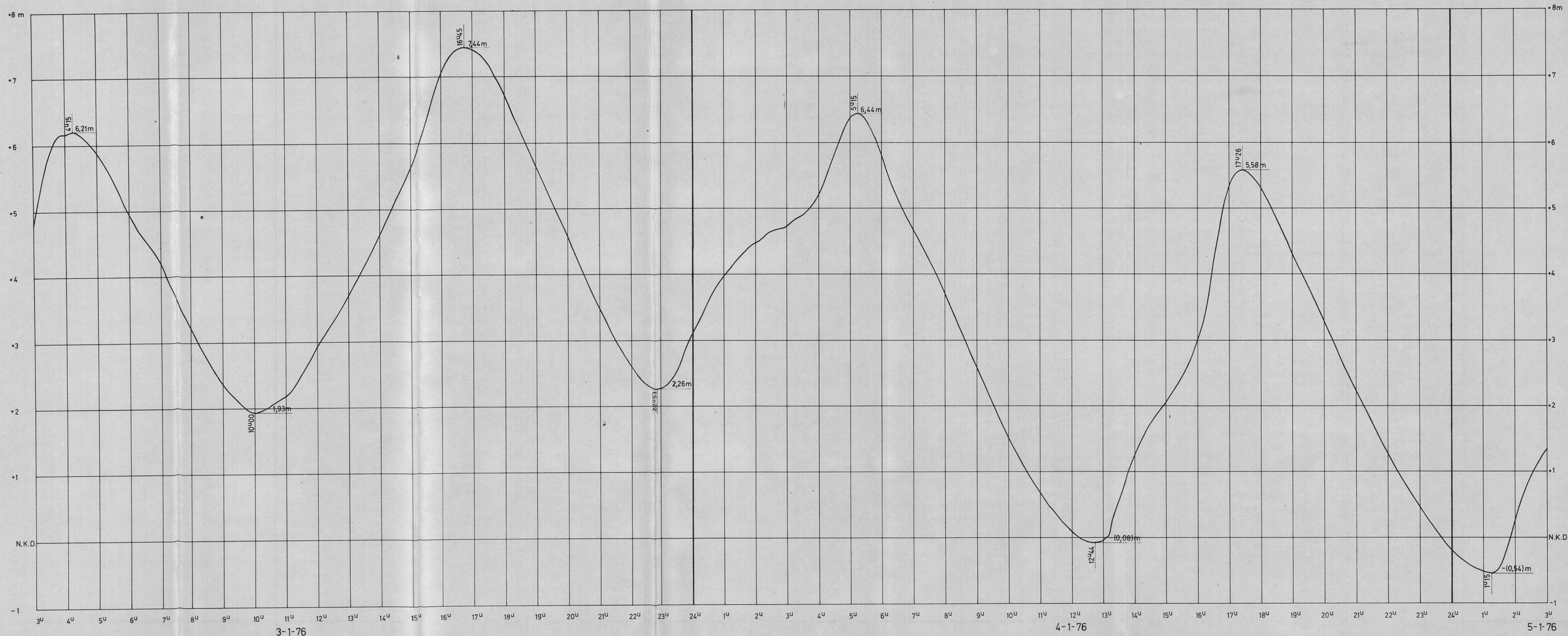
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE BOUDEWIJNSLUIS

FIG.12



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE ST MARIE

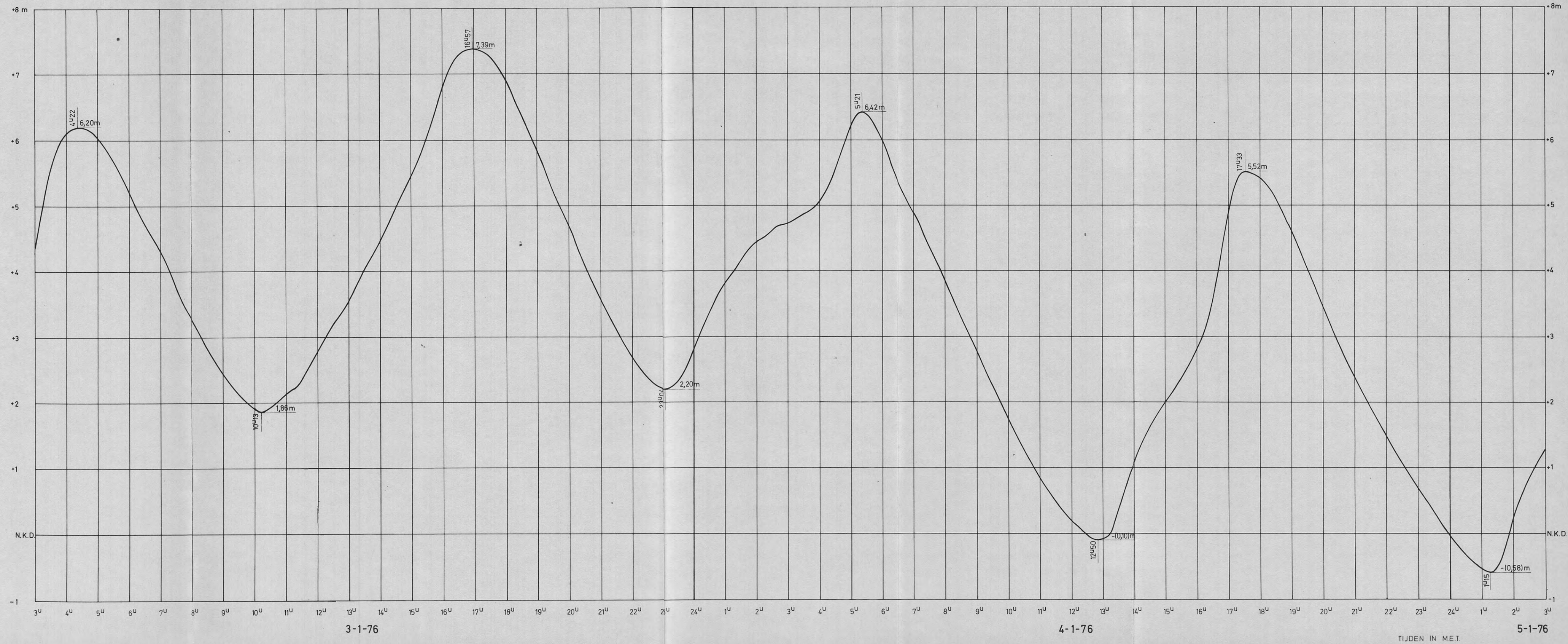
FIG13



TIJDEN IN MET

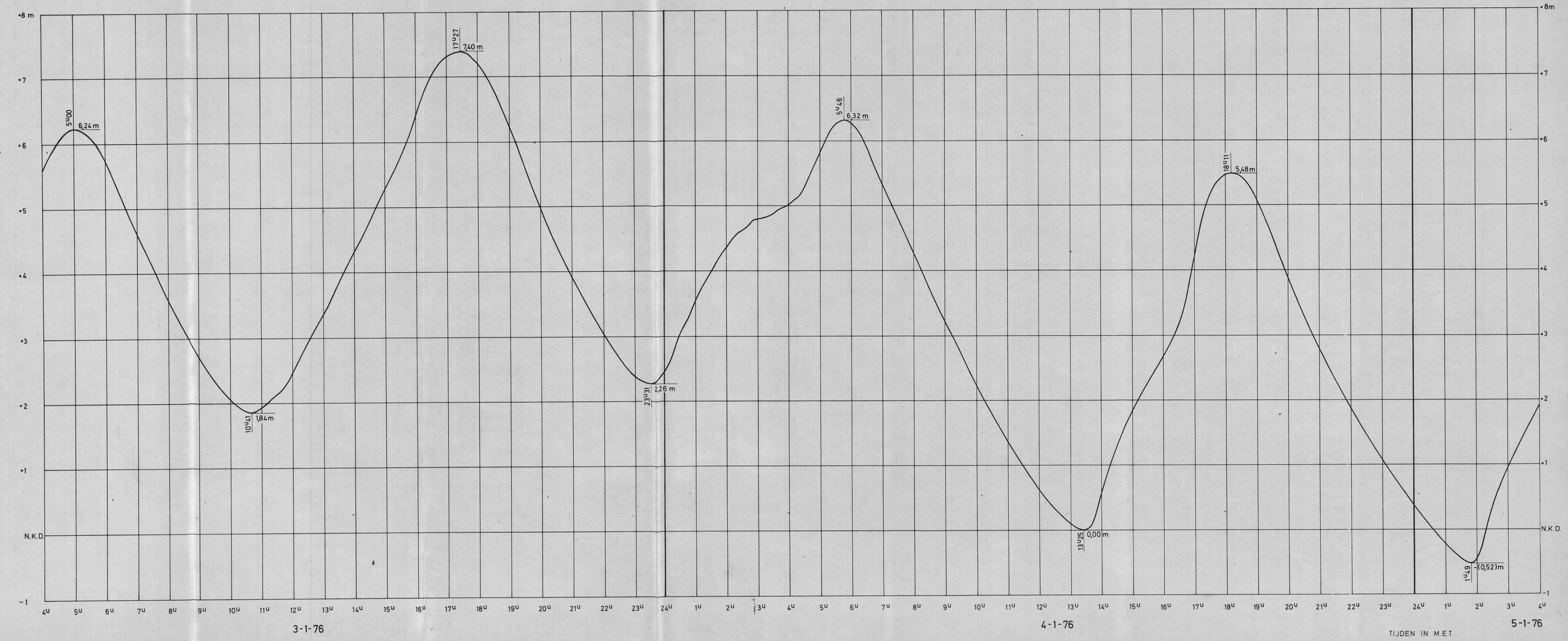
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE ANTWERPEN

FIG 14



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE HEMIKSEM

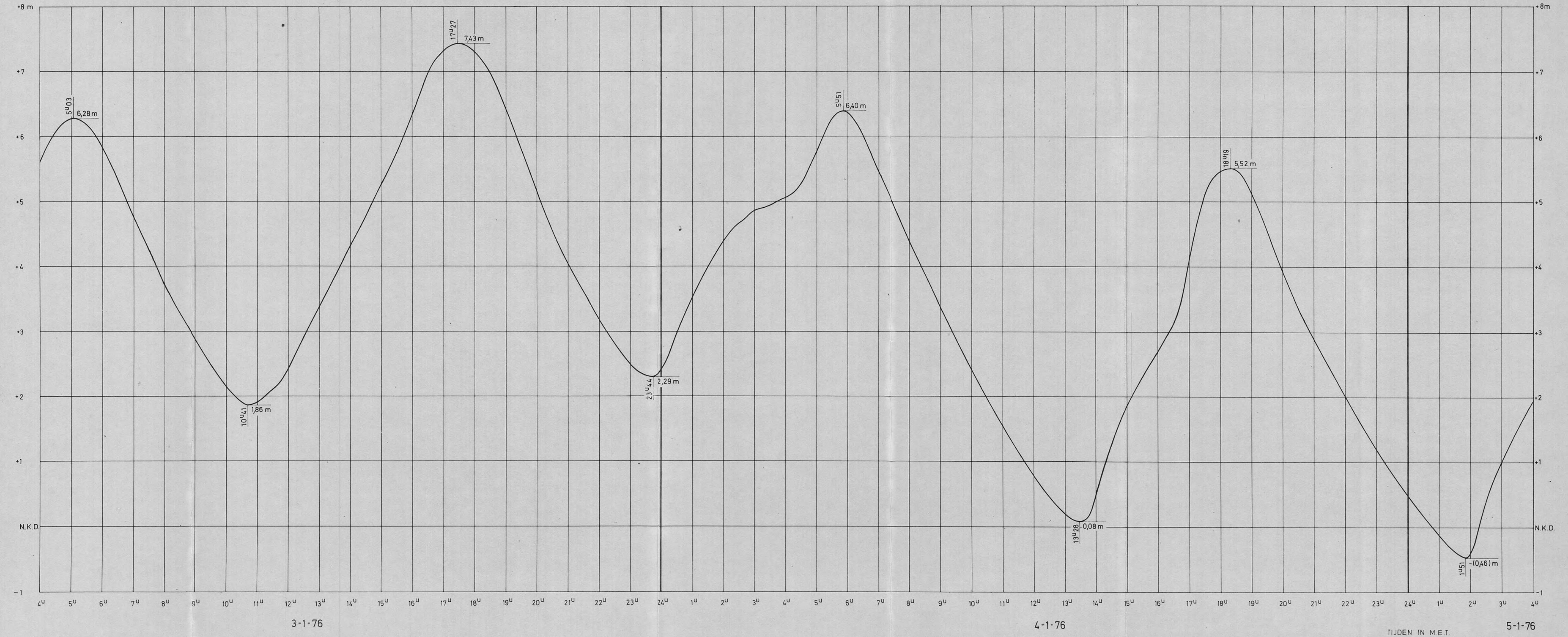
FIG 15



TIJDEN IN M.E.T.

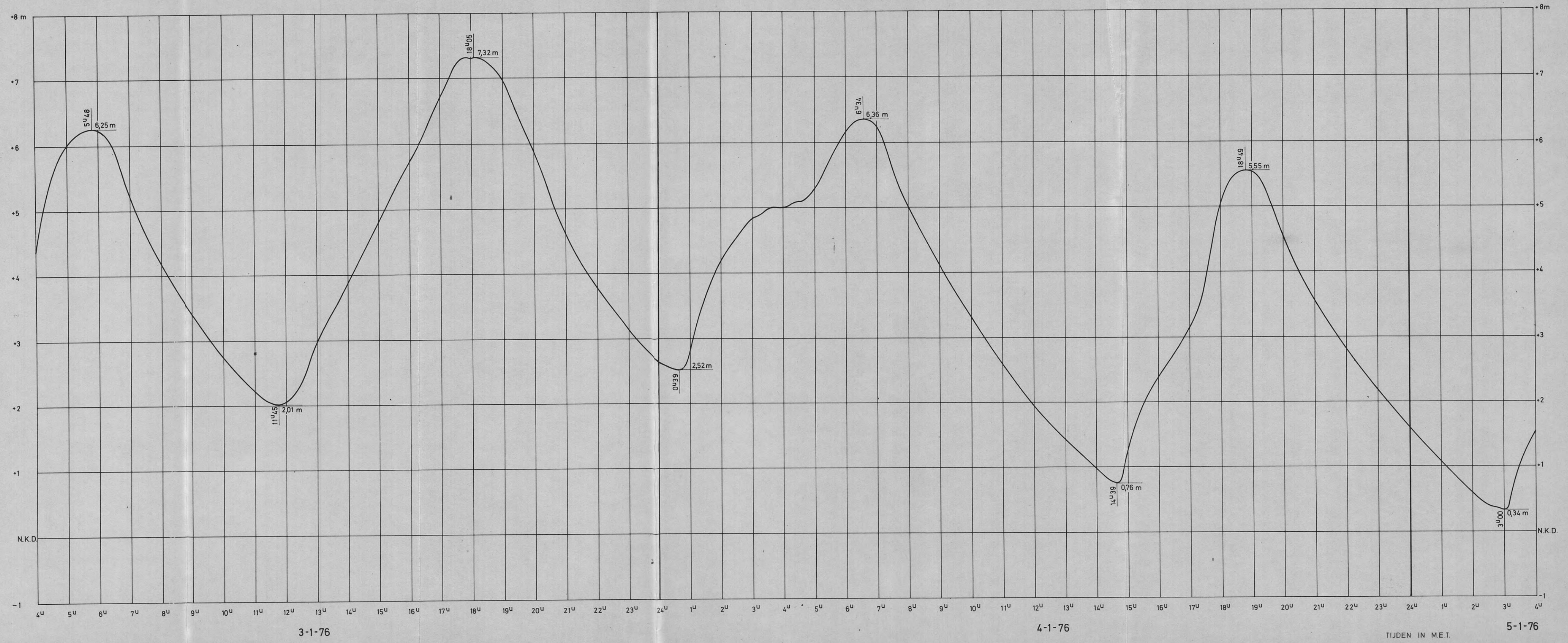
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE SCHELLE

FIG 16



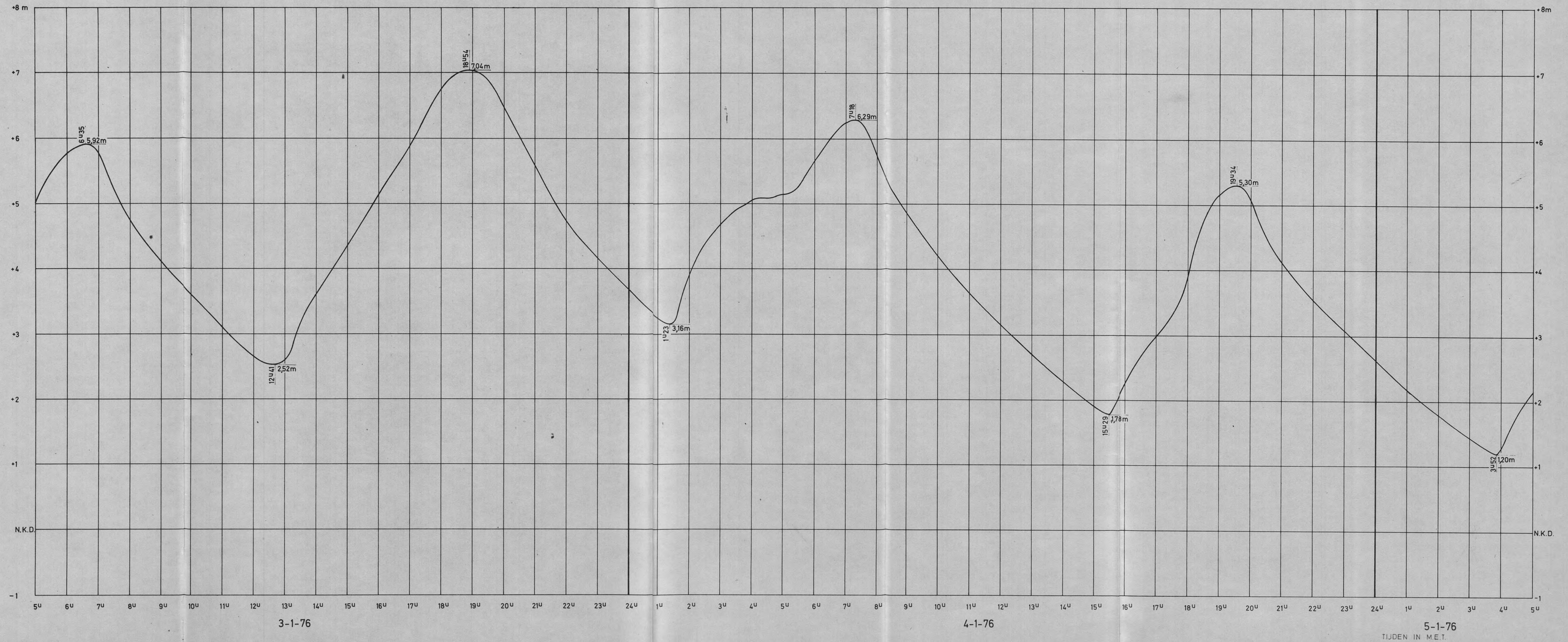
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE **St AMANDS**

FIG 17



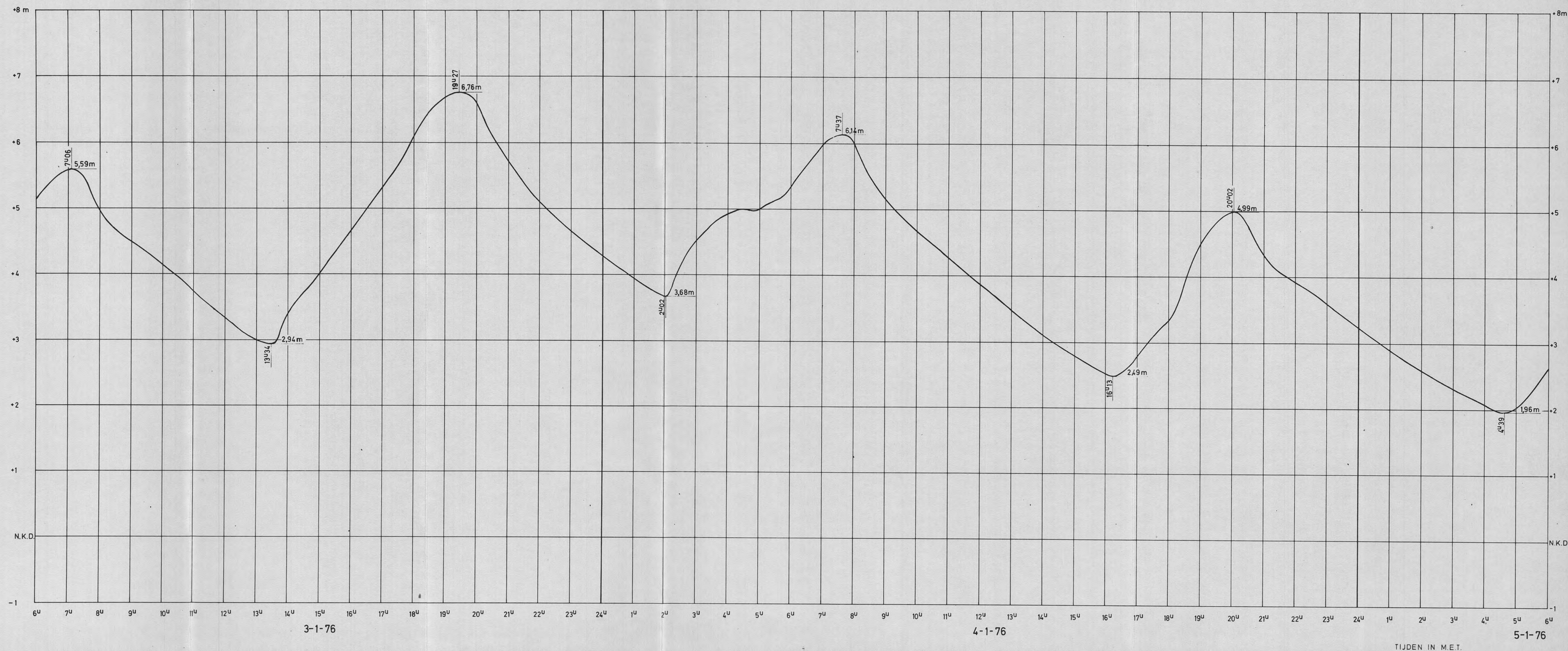
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE DENDERMONDE

FIG18



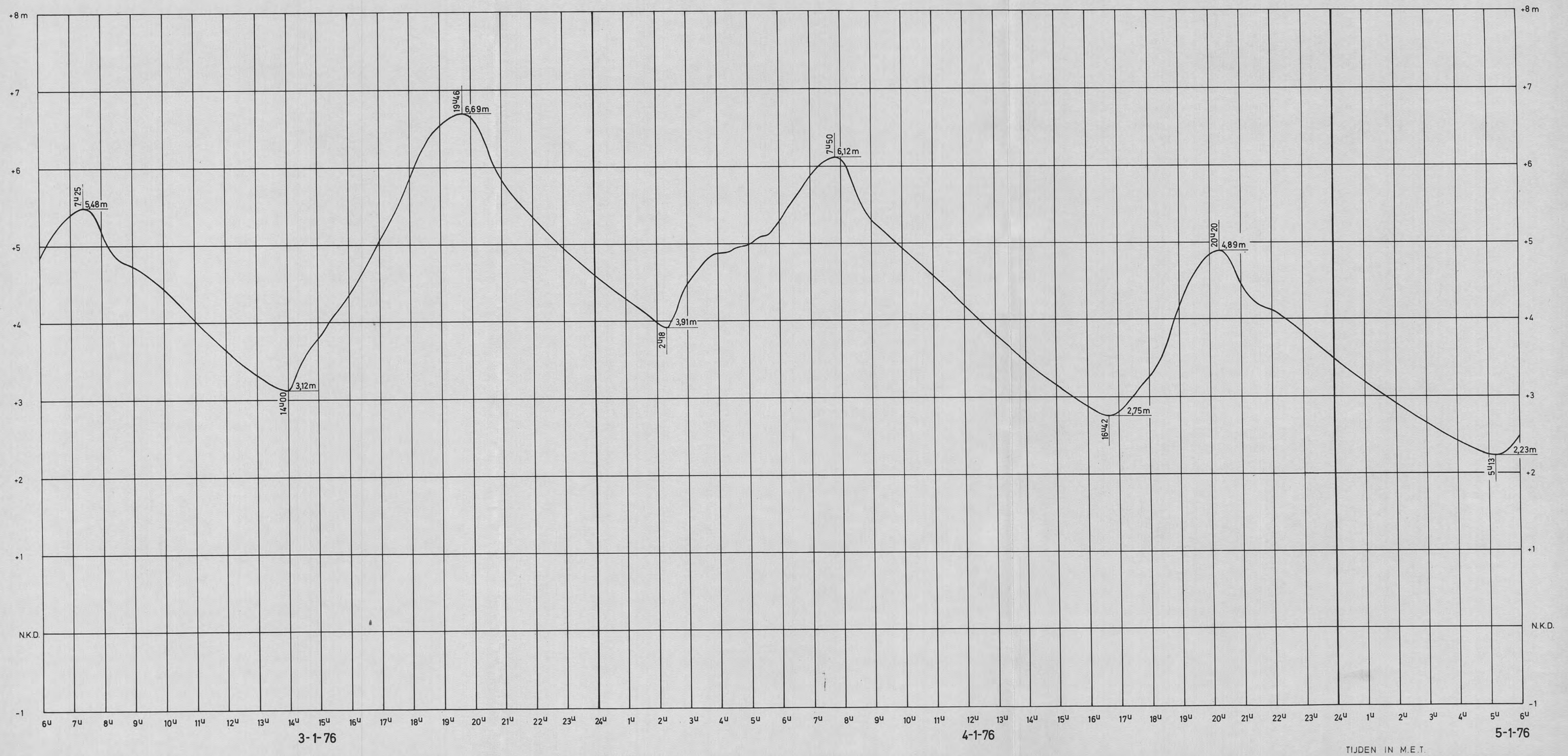
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKKROMME TE SCHOONAARDE

FIG 19



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE UITBERGEN

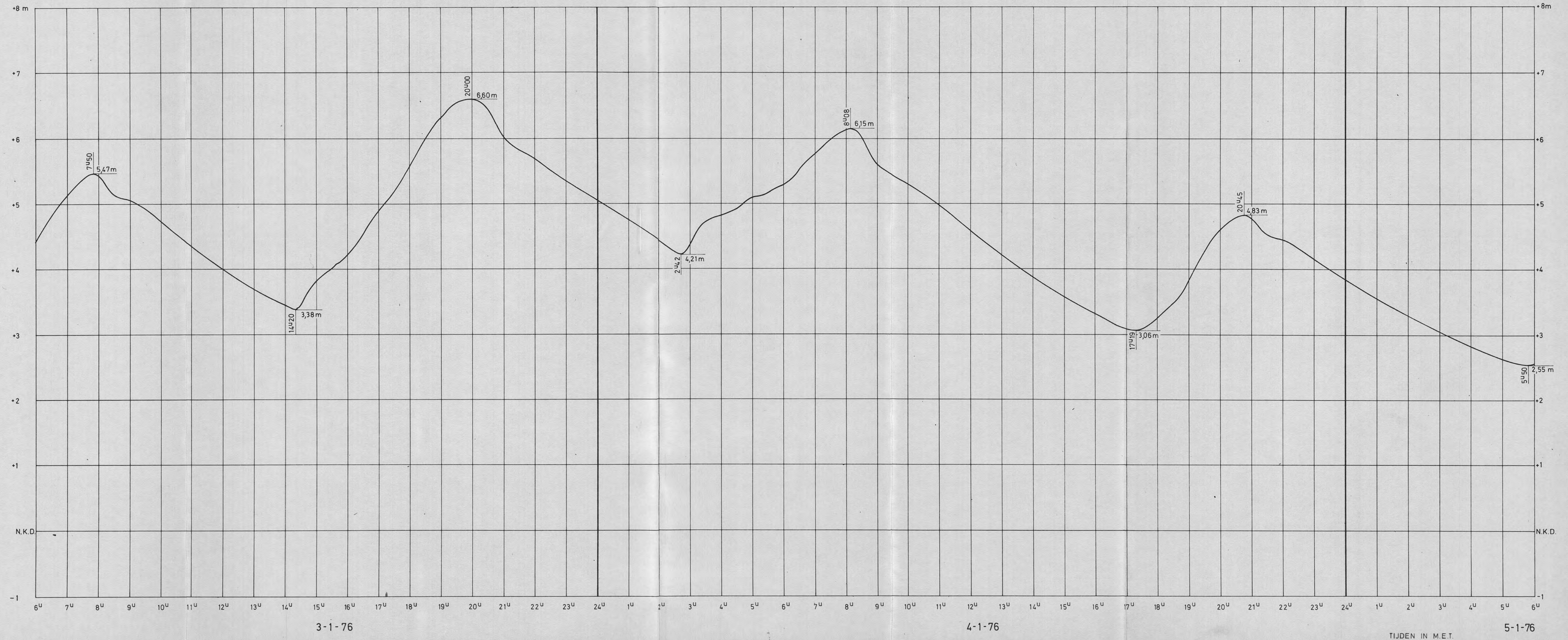
FIG. 20



TIJDEN IN M.E.T.

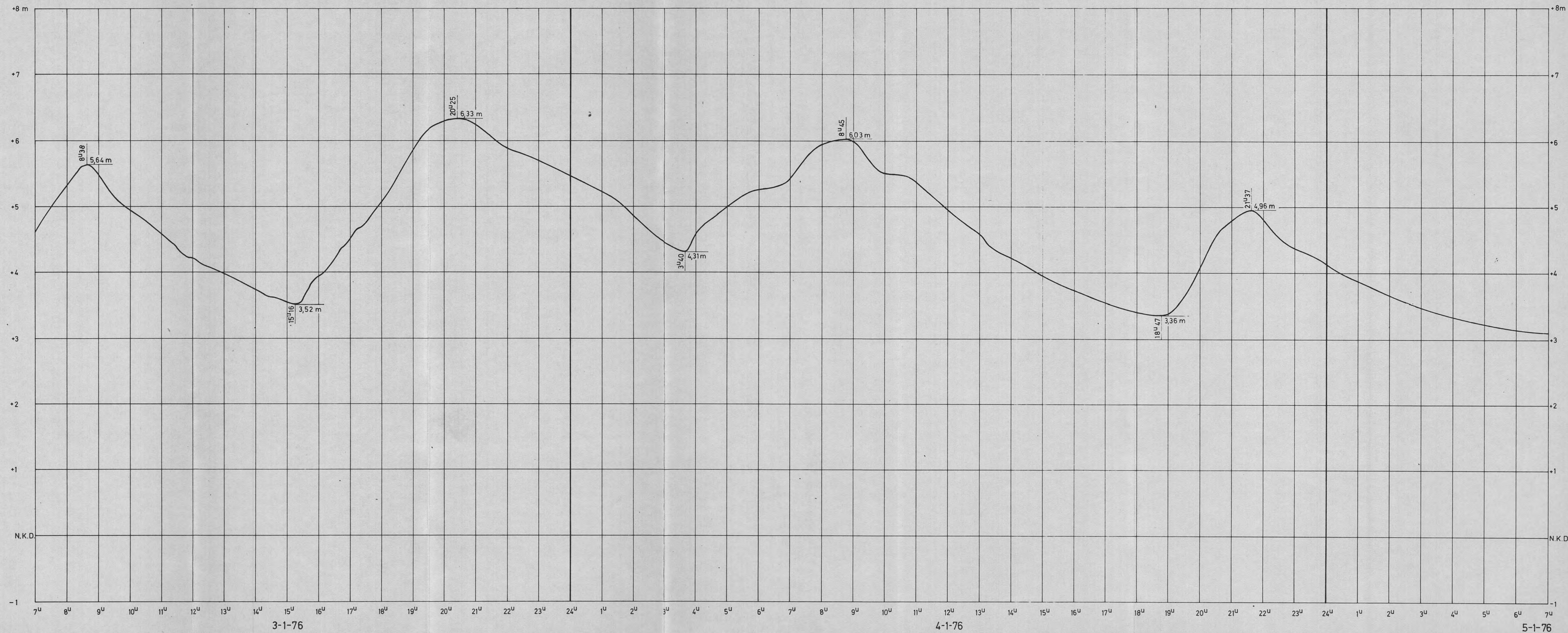
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE WETTEREN

FIG 21



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE GENTBRUGGE

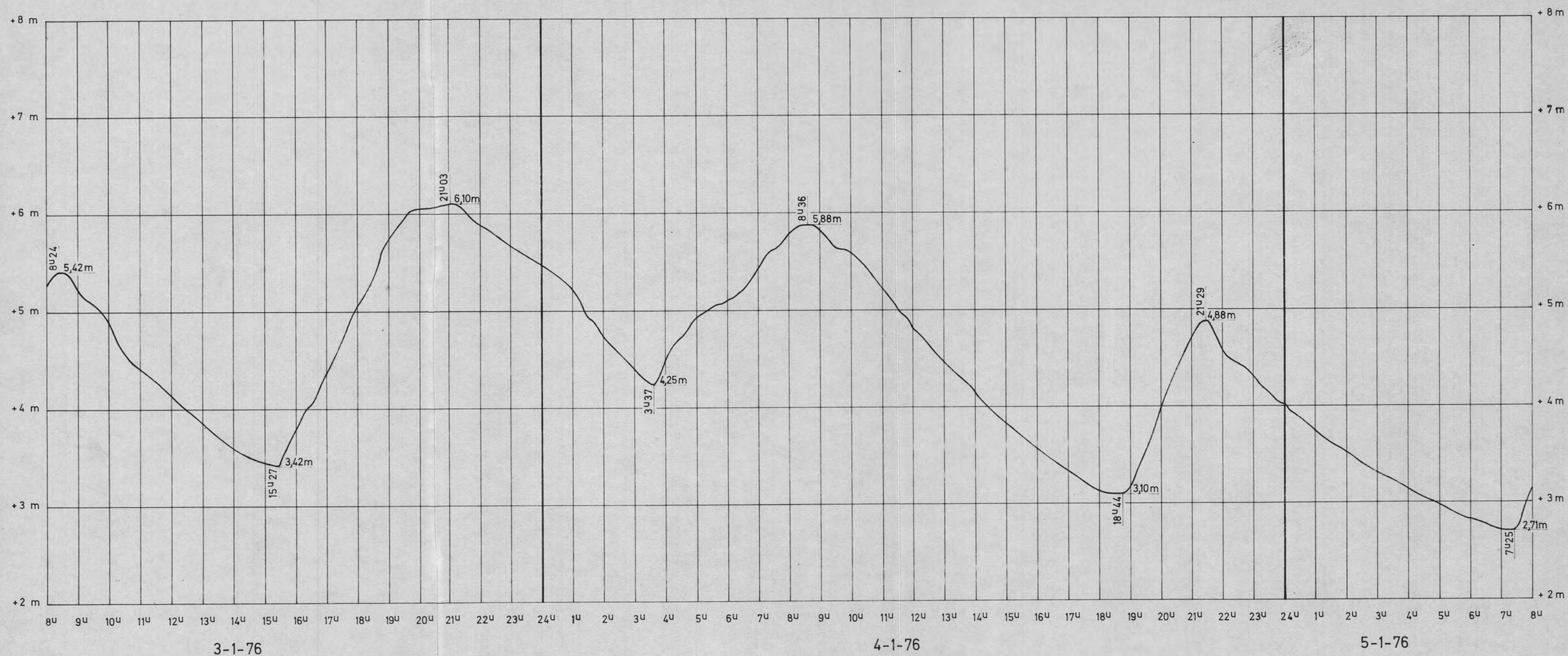
FIG. 22



TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE ZWIJNAARDE

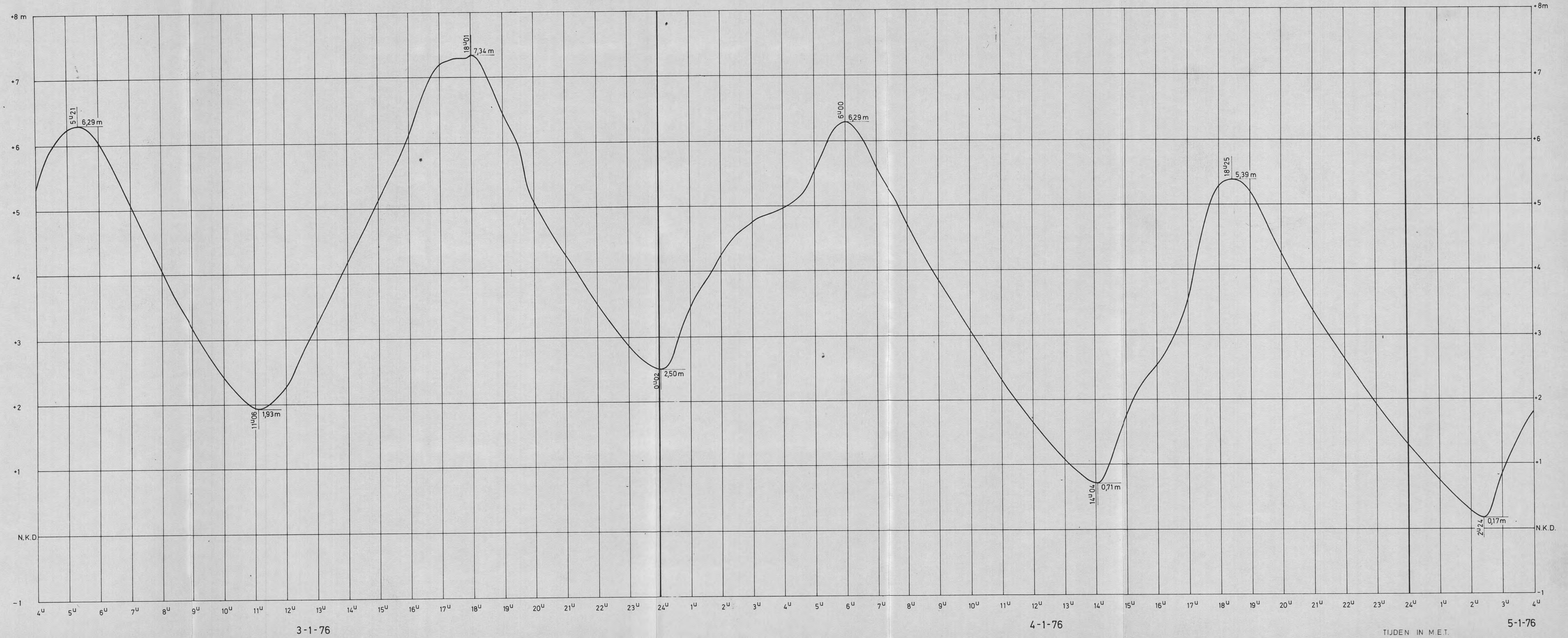
FIG. 23



HOOGTEN TOV N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

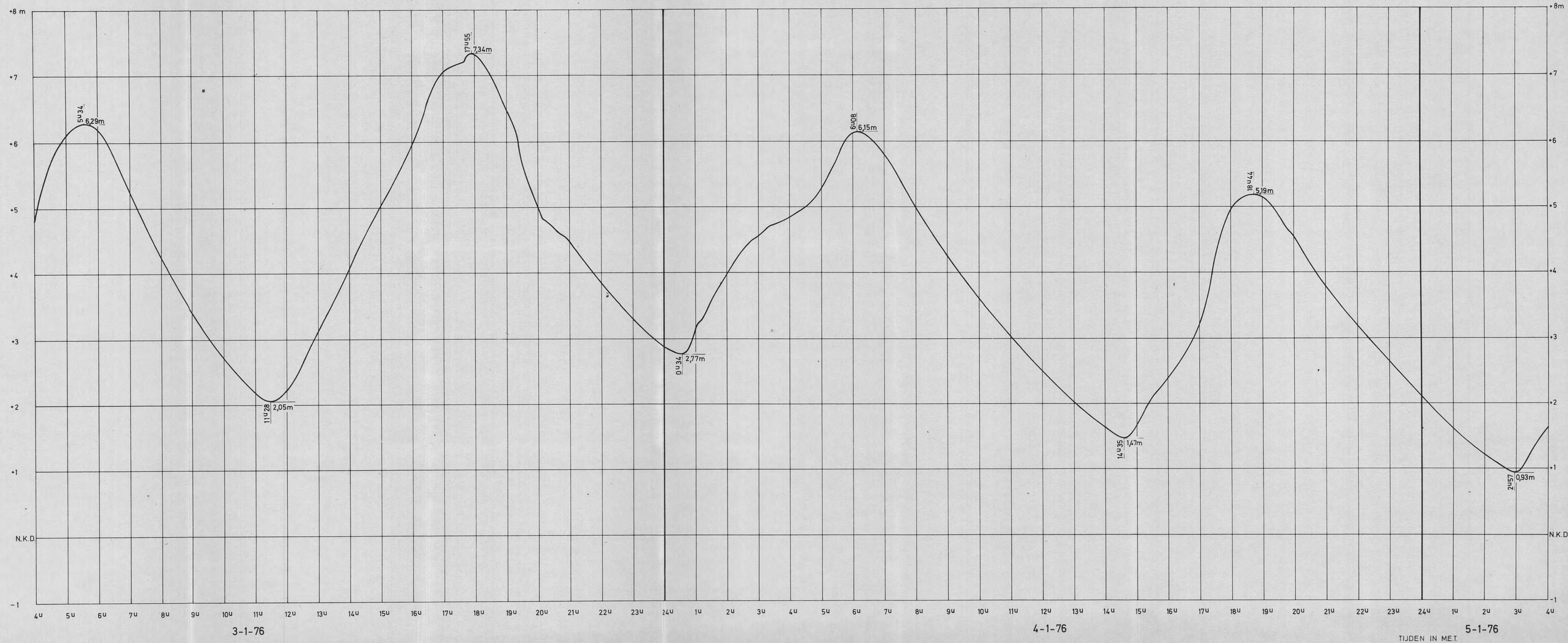
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE BOOM

FIG 24



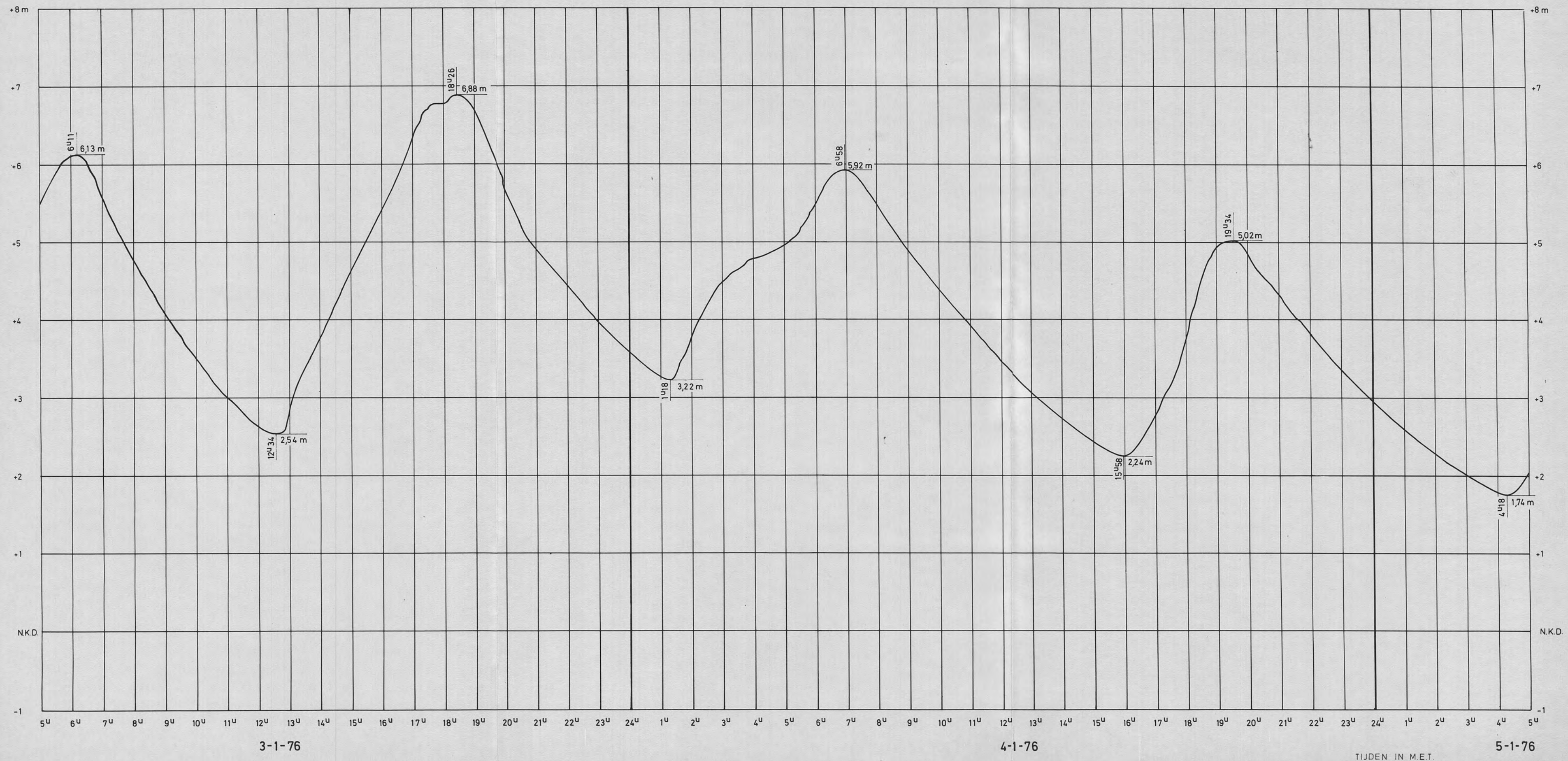
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE WALEM

FIG 25



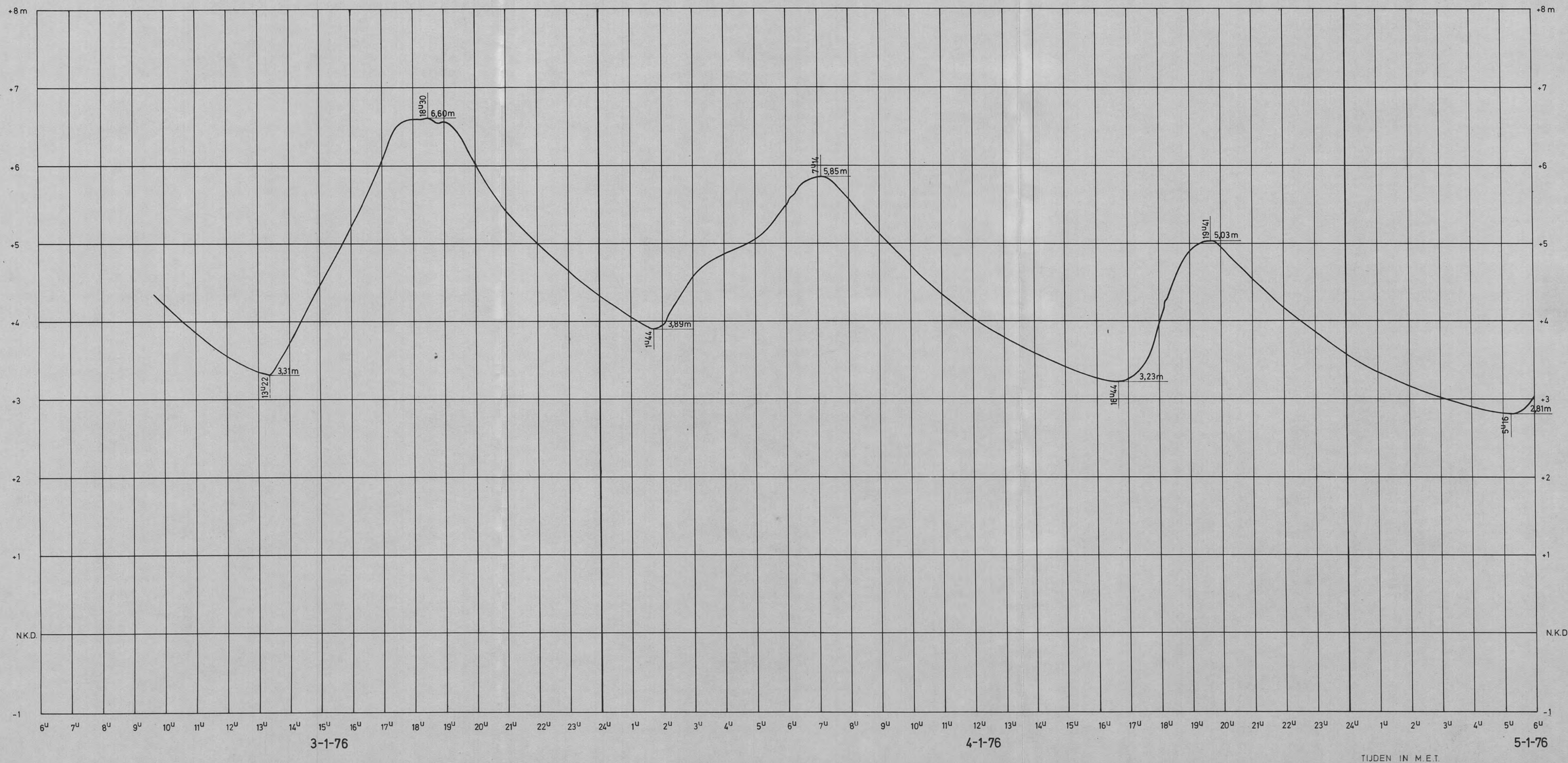
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE DUFFEL SLUIS

FIG. 26



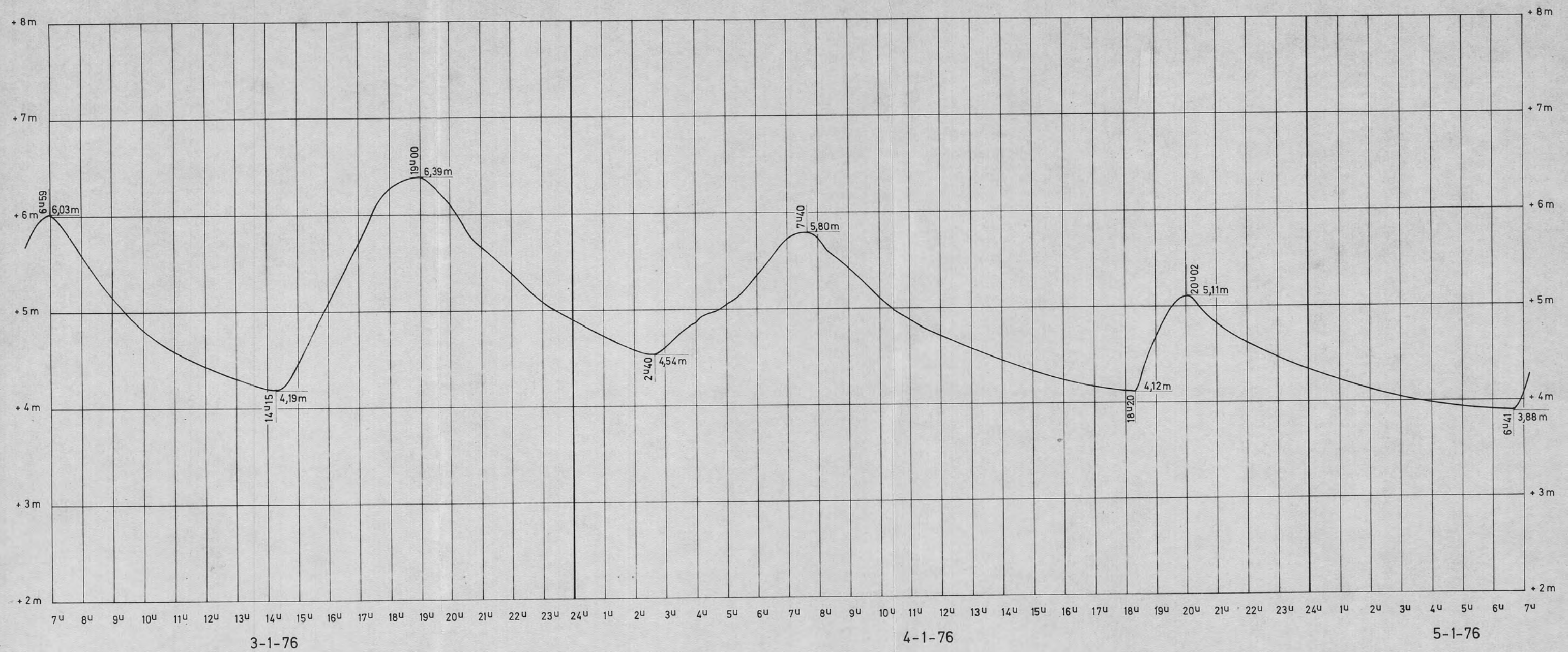
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE LIER MOLBRUG

FIG. 27



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE EMBLEM

FIG. 28

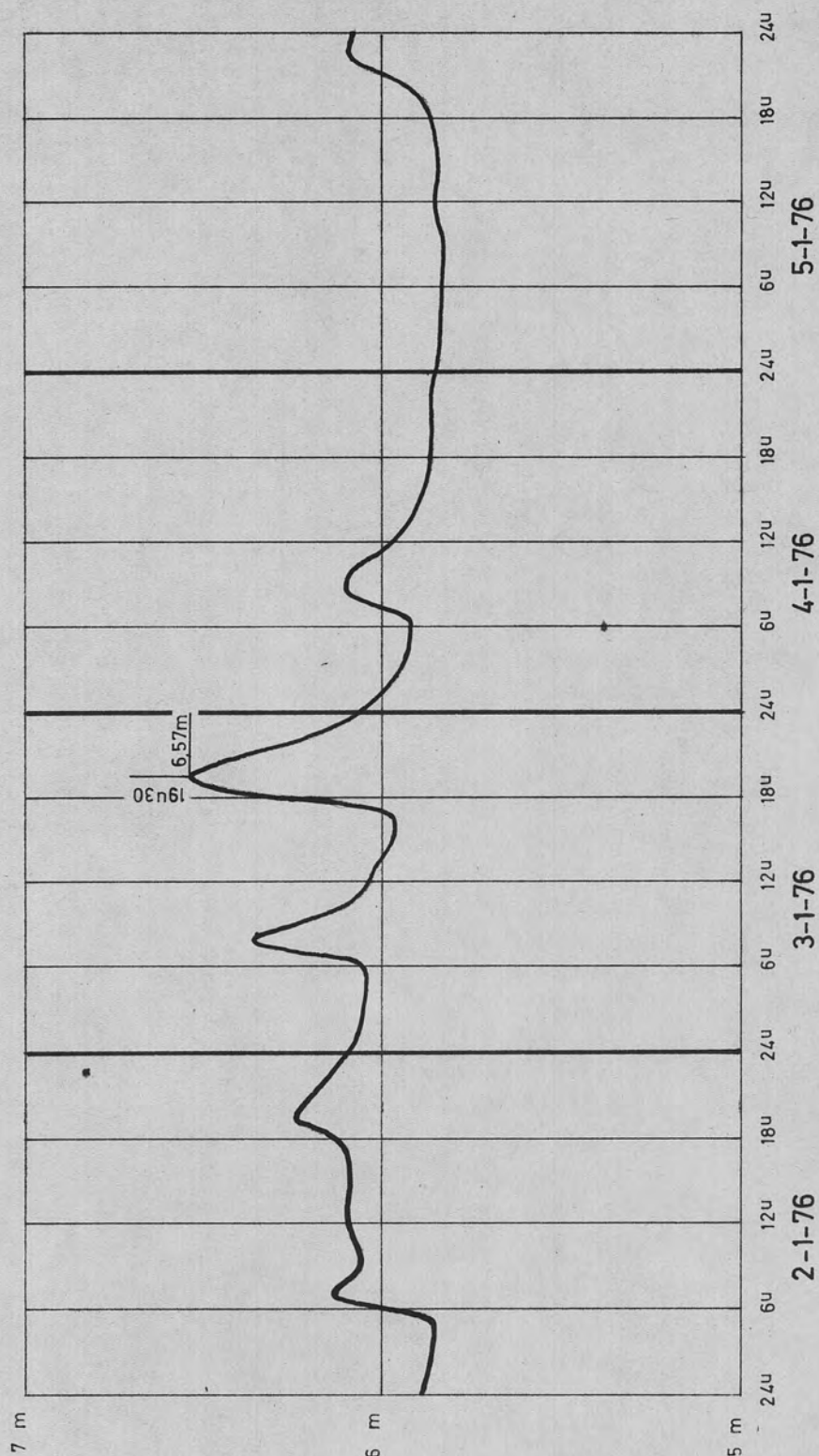


HOOGTEN TOV N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED
TE GROBBENDONK

3-1-1976

FIG. 29

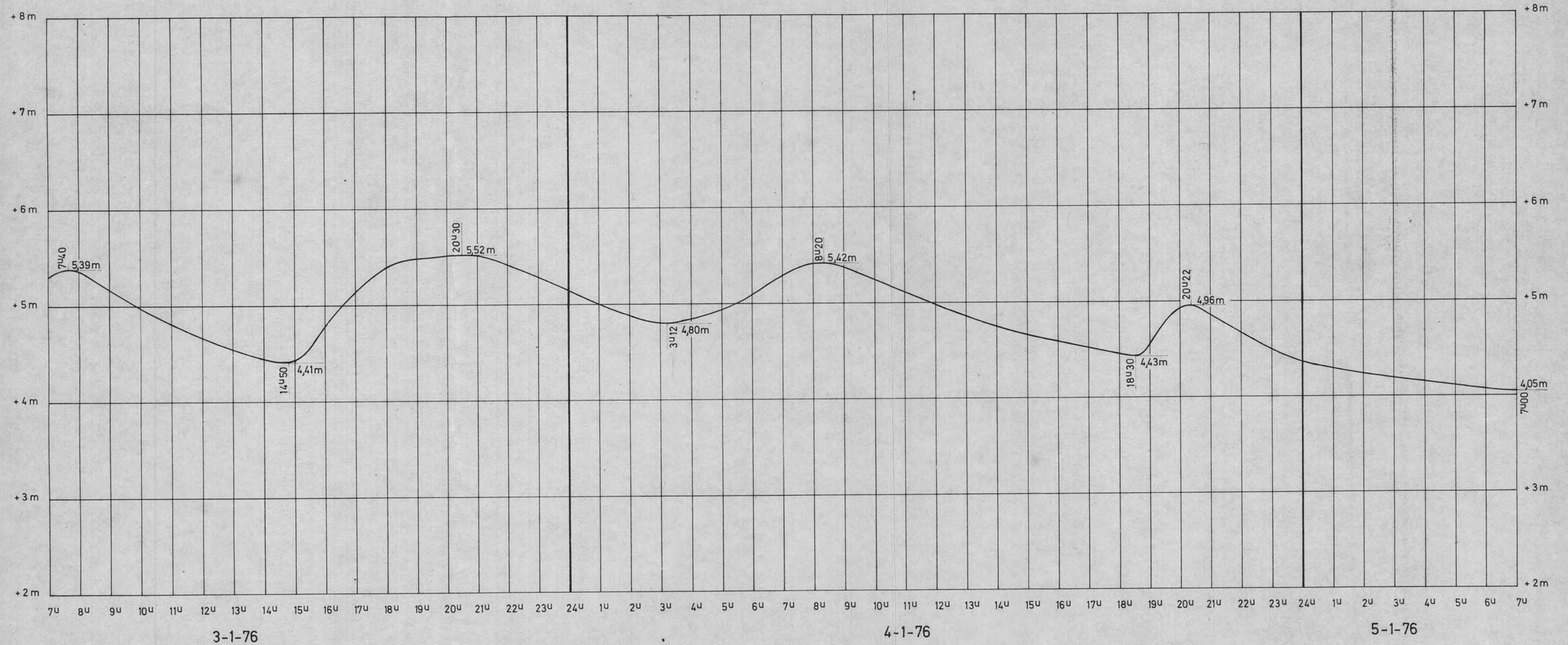


HOOGTEN t.o.v. N.K.D.

TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE KESSEL

FIG.30

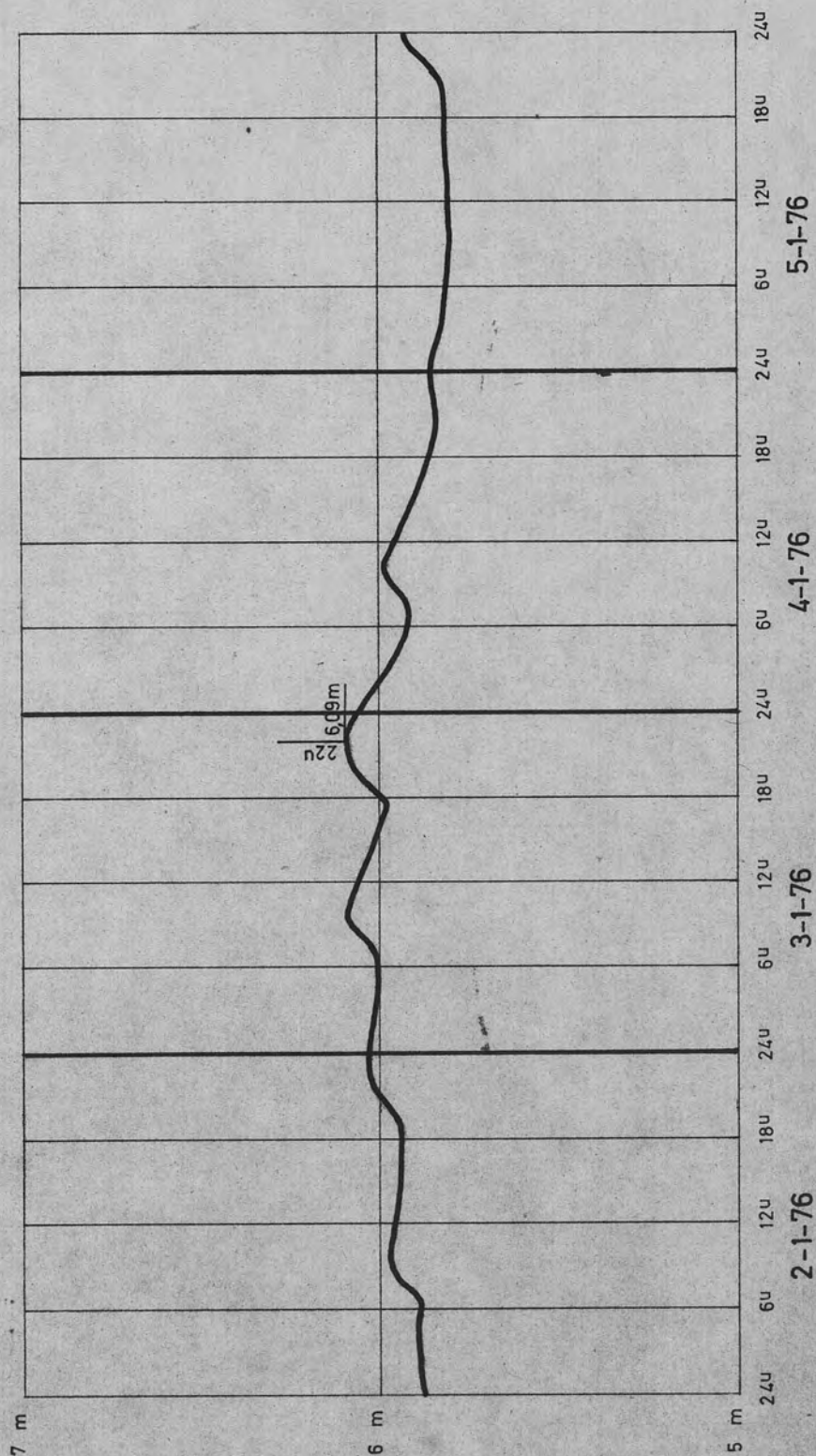


HOOGTEN T.O.V. N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED
TE ITEGEM

3-1-1976

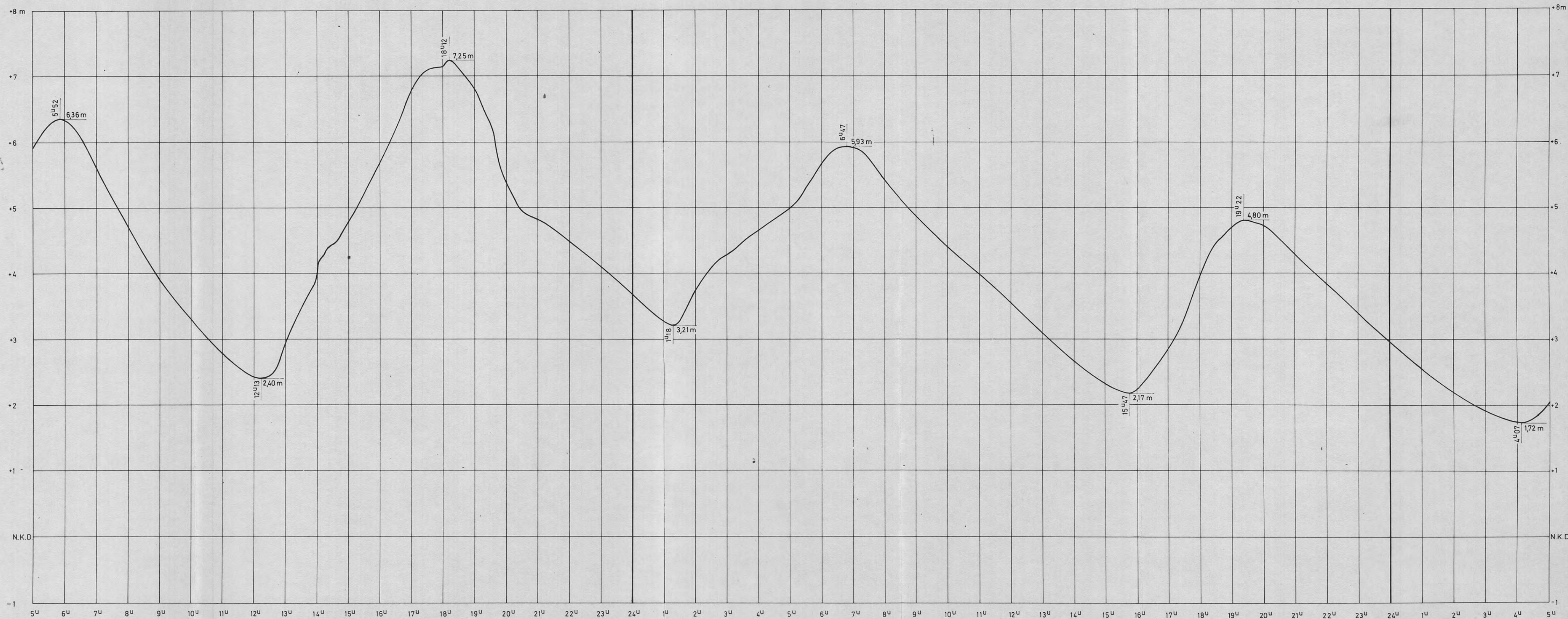
FIG. 31



HOGTEN t.o.v. N.K.D.
TIJDEN IN ME.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE MECHELEN

FIG 32



3-1-76

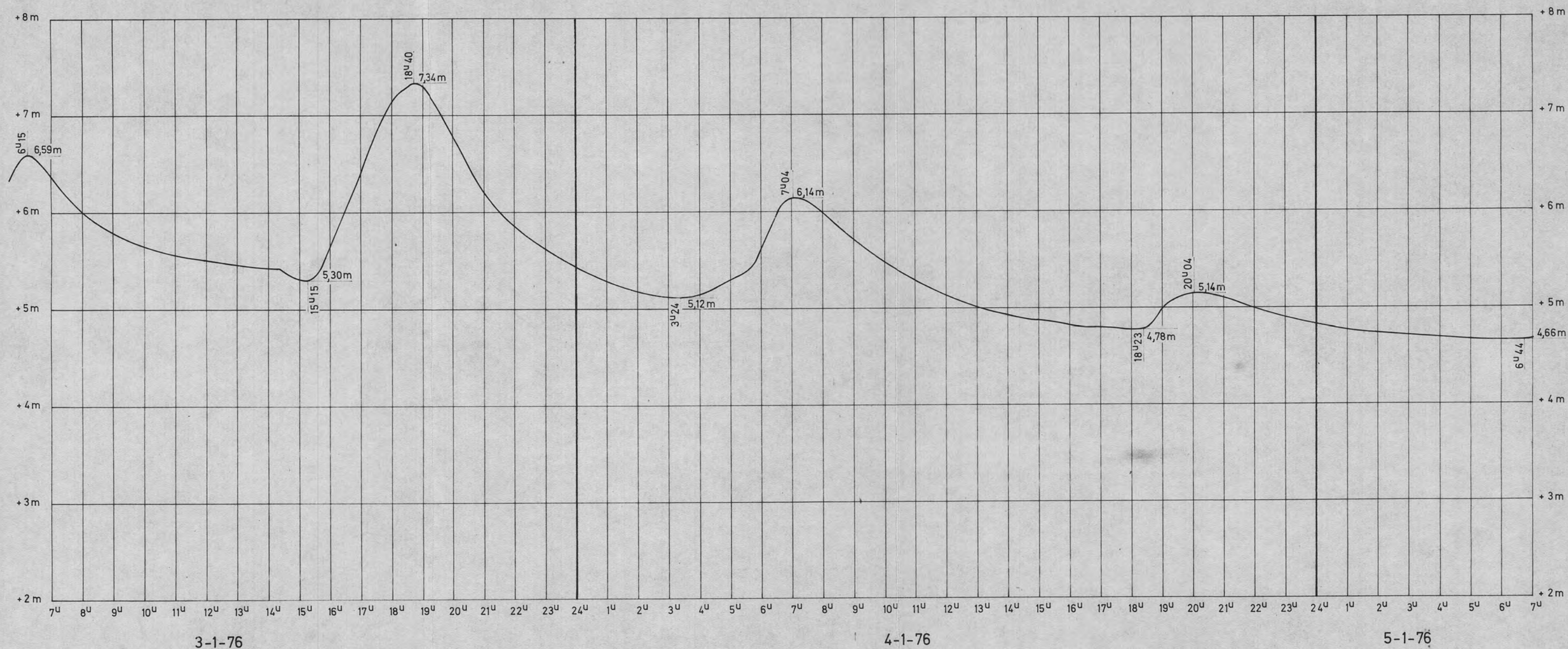
4-1-76

TIJDEN IN M.E.T.

5-1-76

BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE RIJMENAM

FIG.33

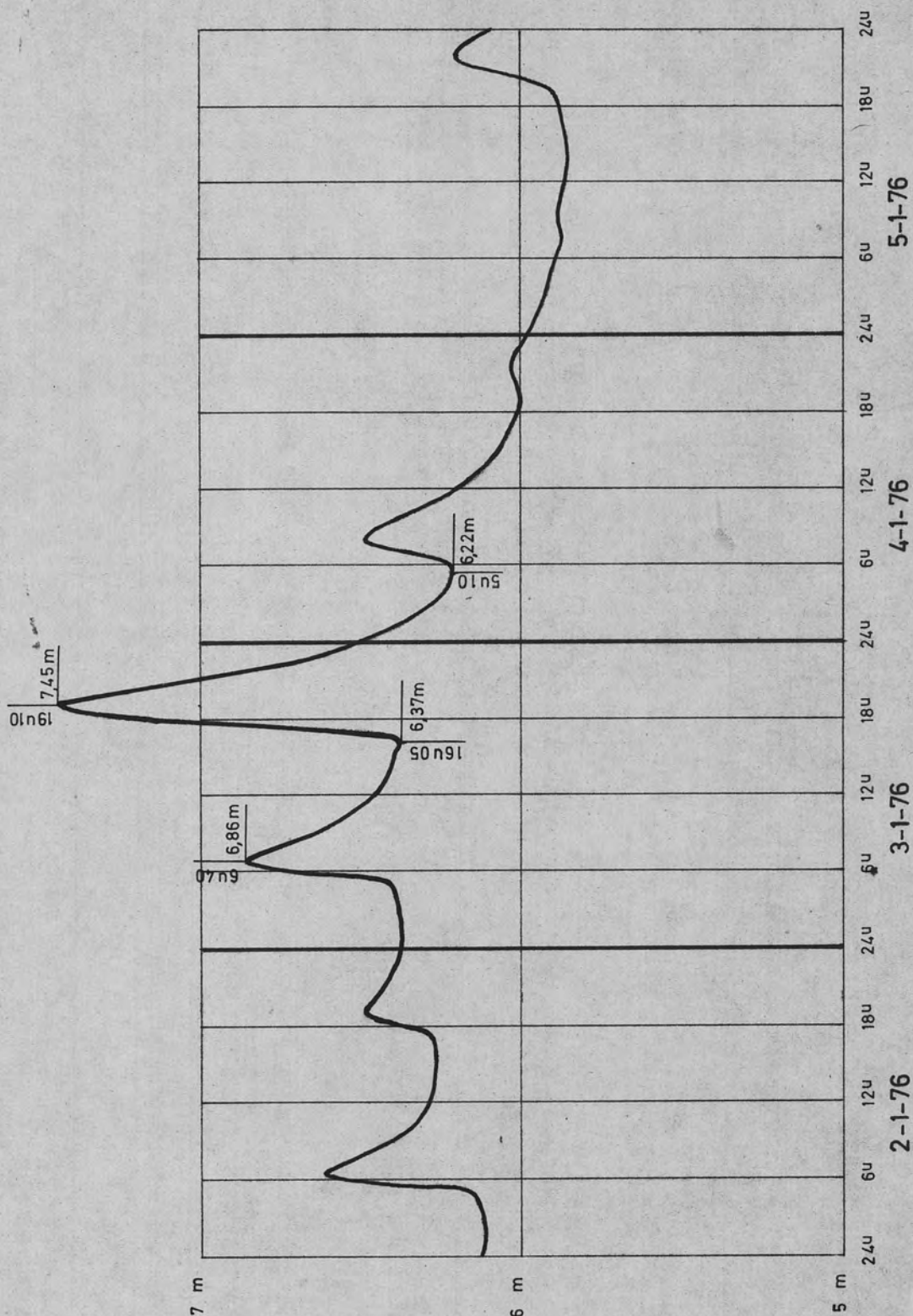


HOOGTEN T.O.V. N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED
TE HAACHT

3-1-1976

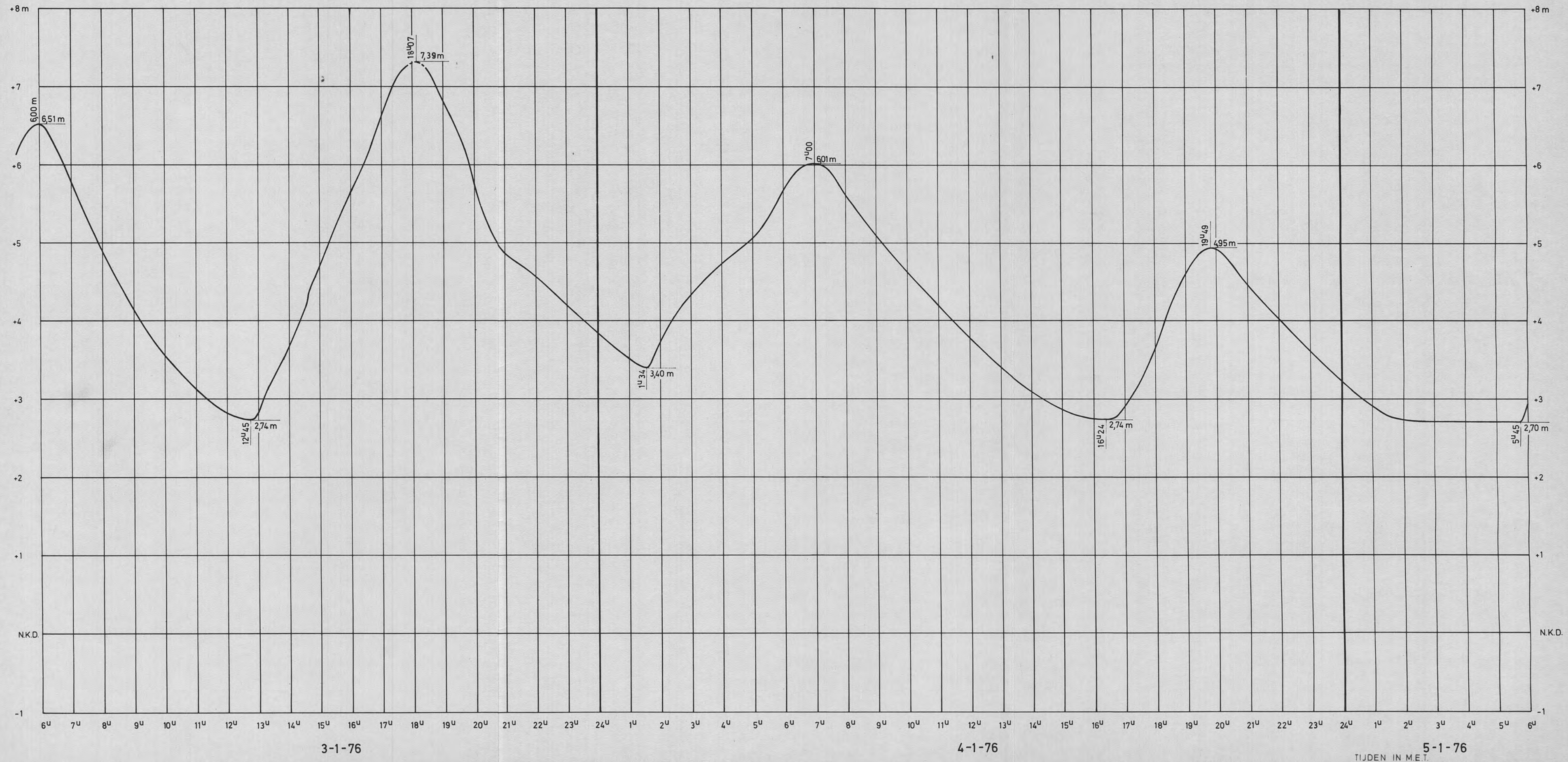
FIG. 34



HOOGTEN t.o.v. N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

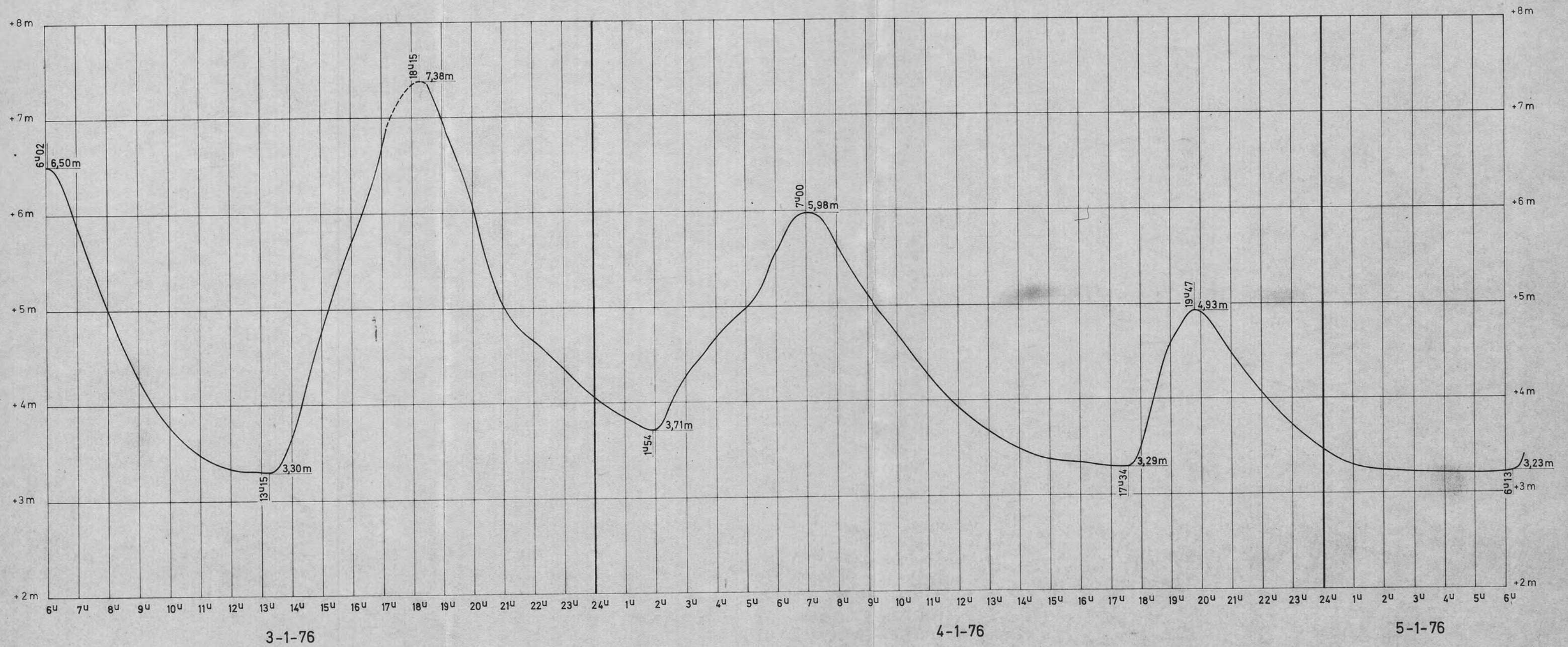
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE HOMBEEK

FIG. 35



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE ZEMST

FIG.36

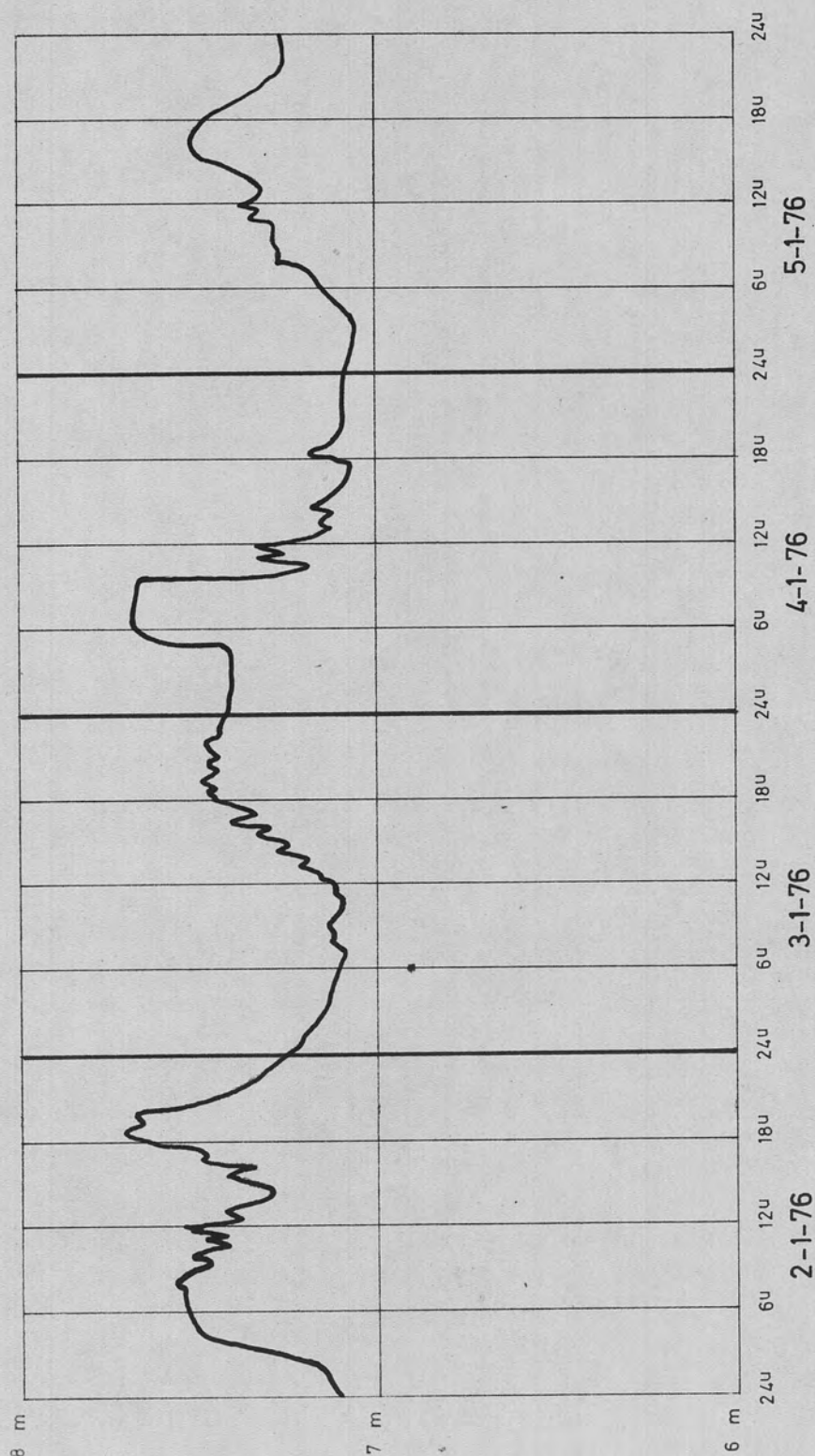


HOOGTEN T.O.V. N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED
TE EPPEGEM

3-1-1976

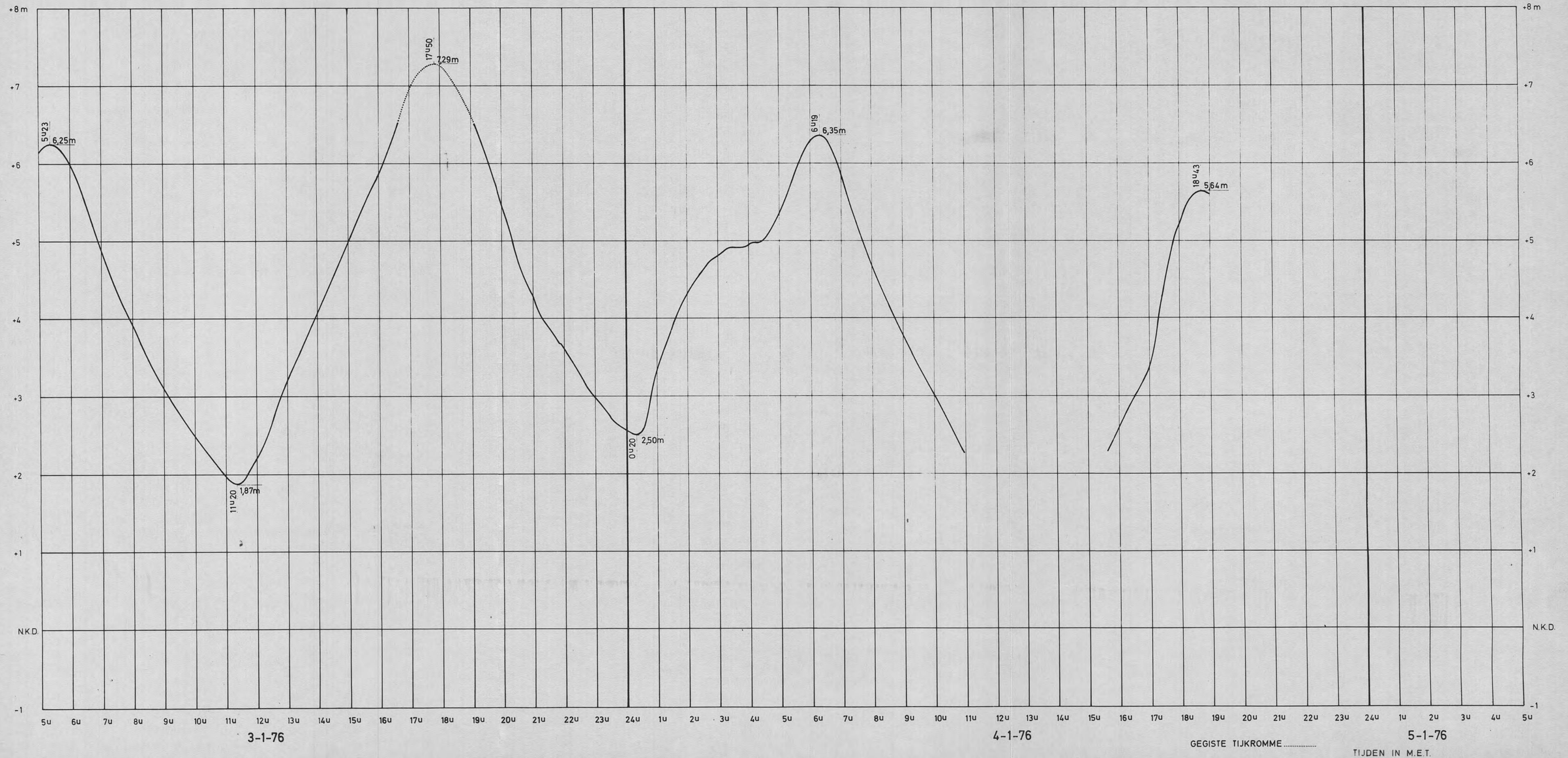
FIG. 37



HOOGTEN t.o.v. N.K.D.
TIJDEN IN M.E.T.

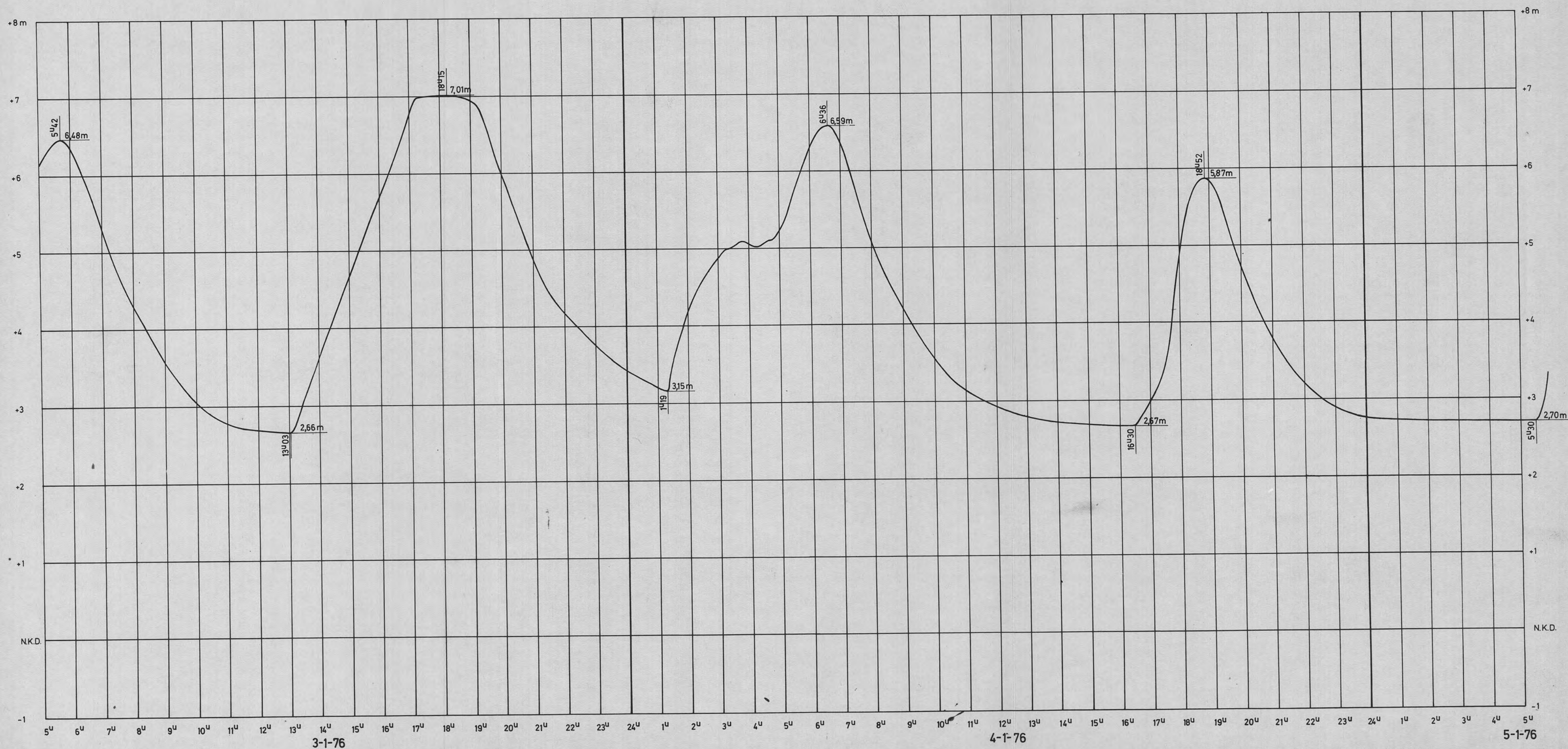
BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
 GETIJKROMME TE HAMME

FIG. 39



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKKROMME TE WAASMUNSTER BRUG

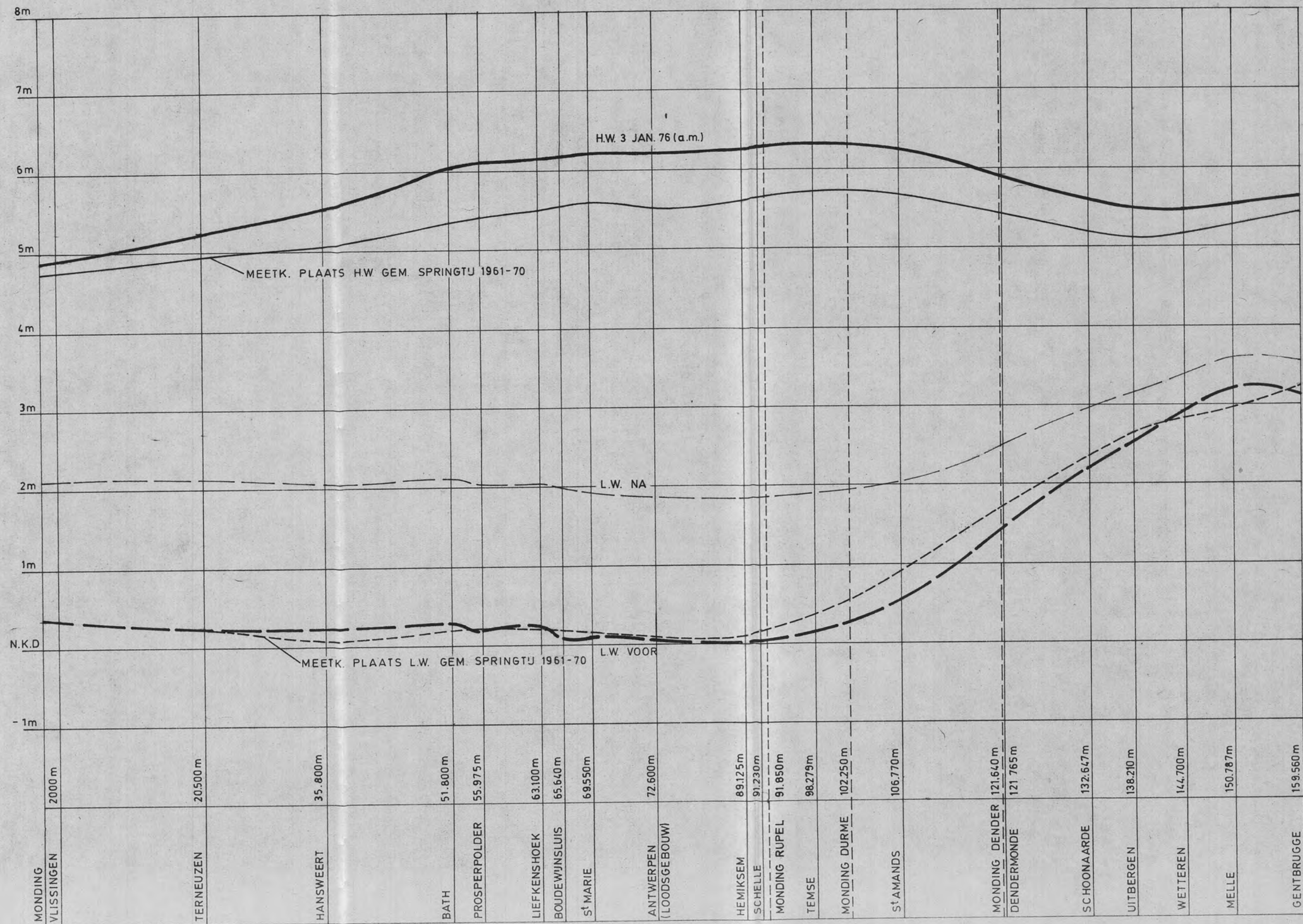
FIG. 39



TIJDEN IN M.E.T.

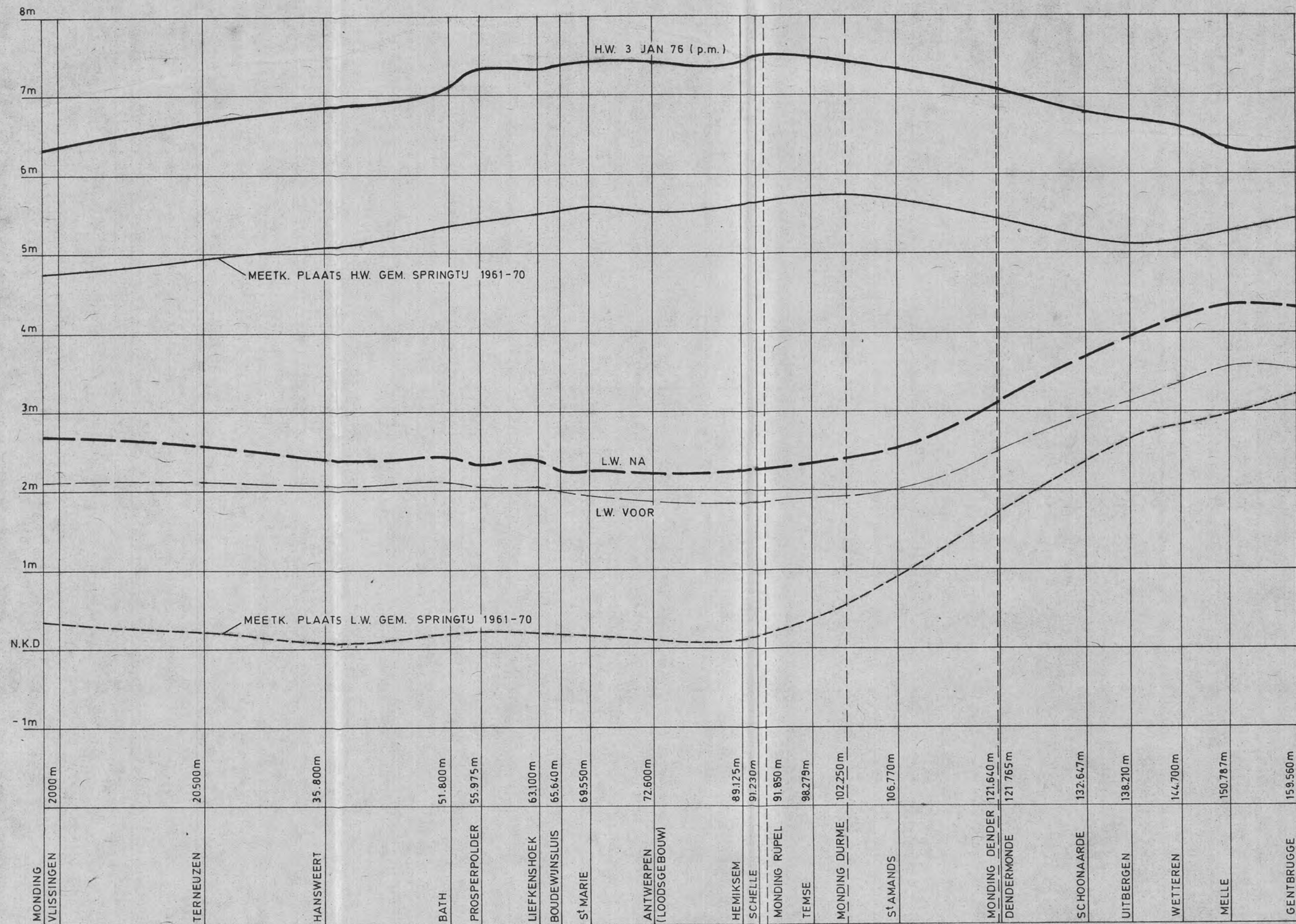
BUITENGEWONE STORMVLOED
MEETKUNDIGE PLAATS HW. EN L.W.
SCHELDE (3 JAN 76)(a.m.)

FIG. 40



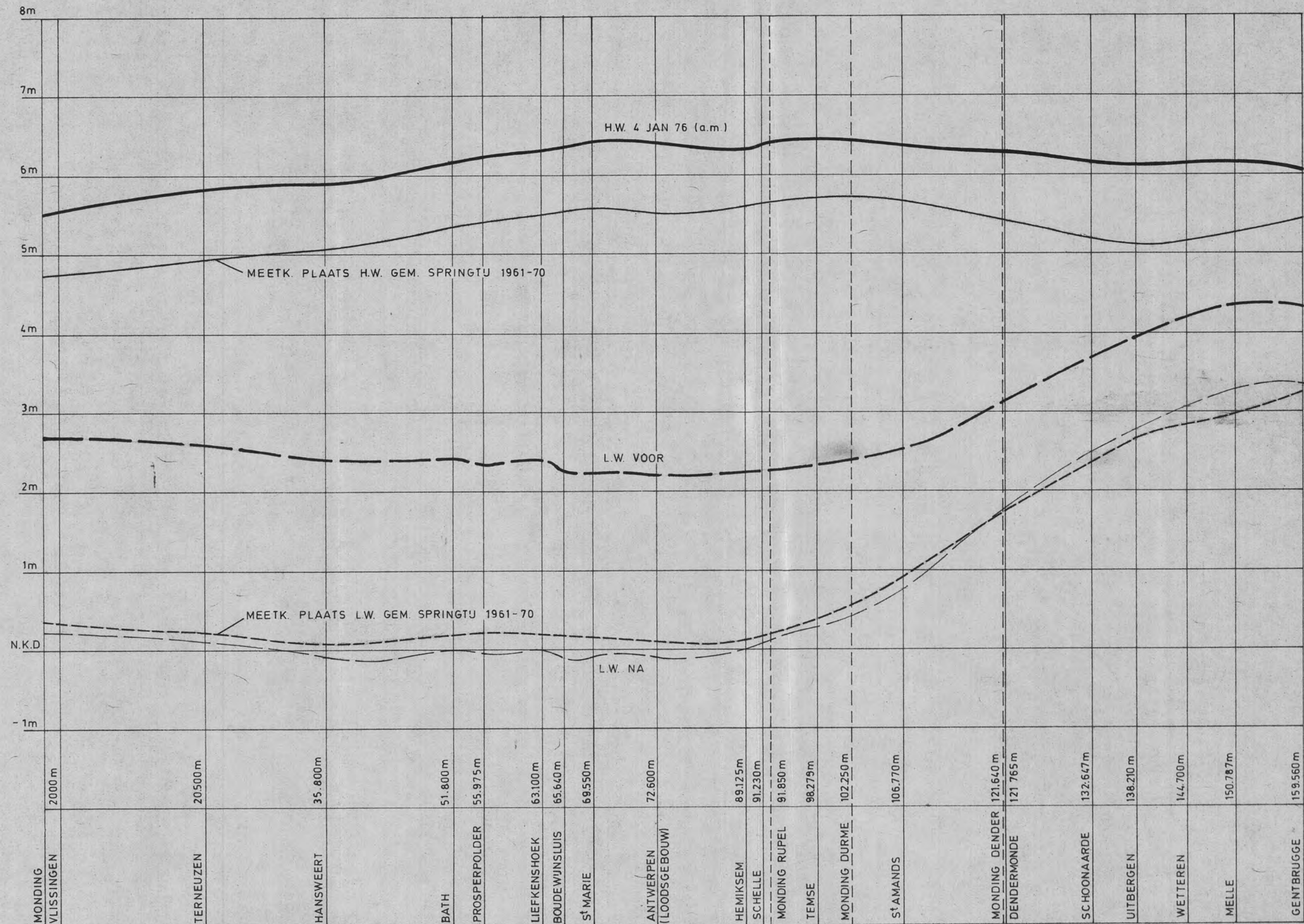
BUITENGEWONE STORMVLOED
MEETKUNDIGE PLAATS H.W. EN L.W.
SCHELDE (3 JAN 76)(p.m.)

FIG. 41



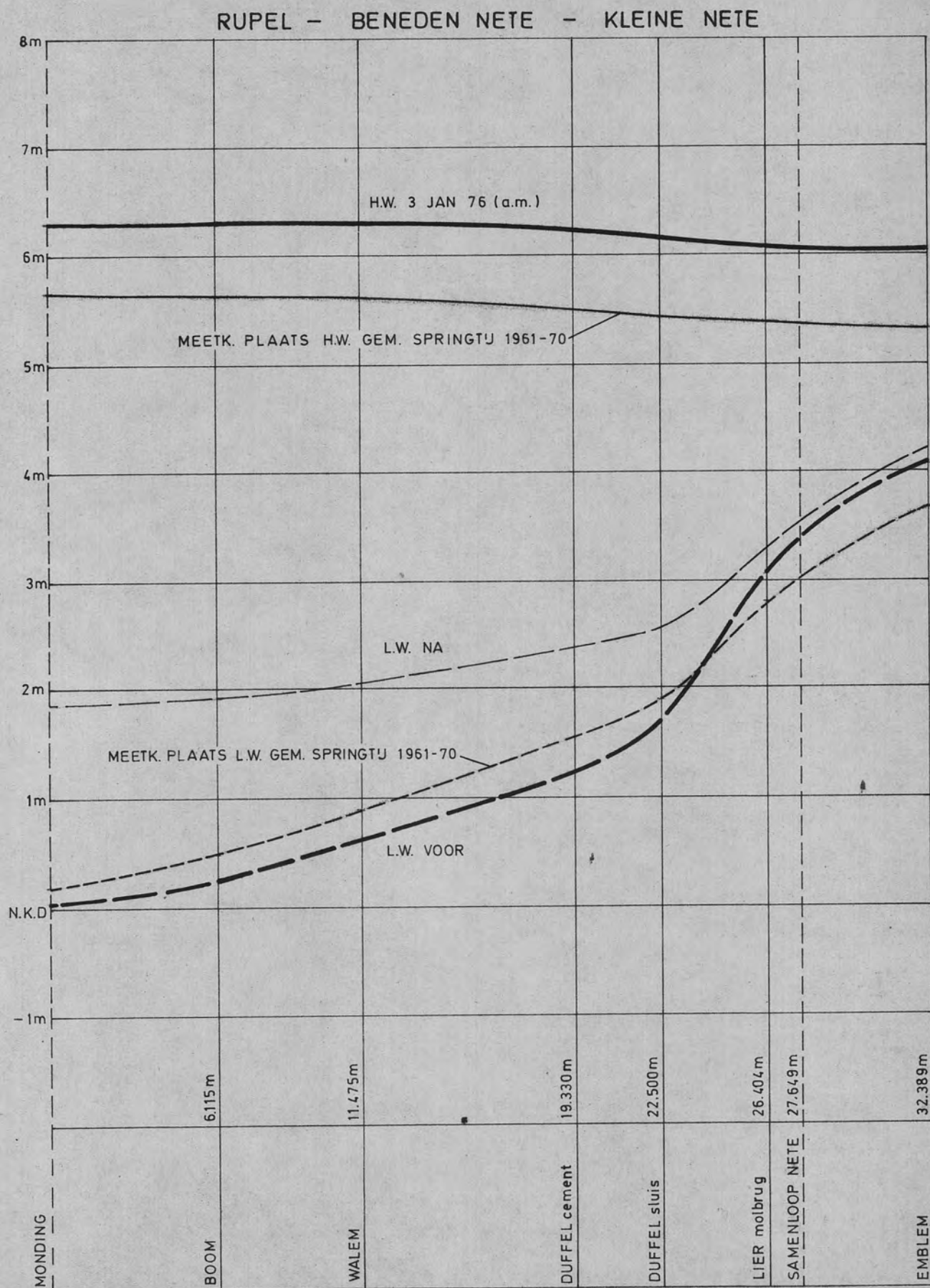
BUITENGEWONE STORMVLOED
MEETKUNDIGE PLAATS H.W. EN L.W.
SCHELDE (4 JAN 76)(a.m.)

FIG. 42



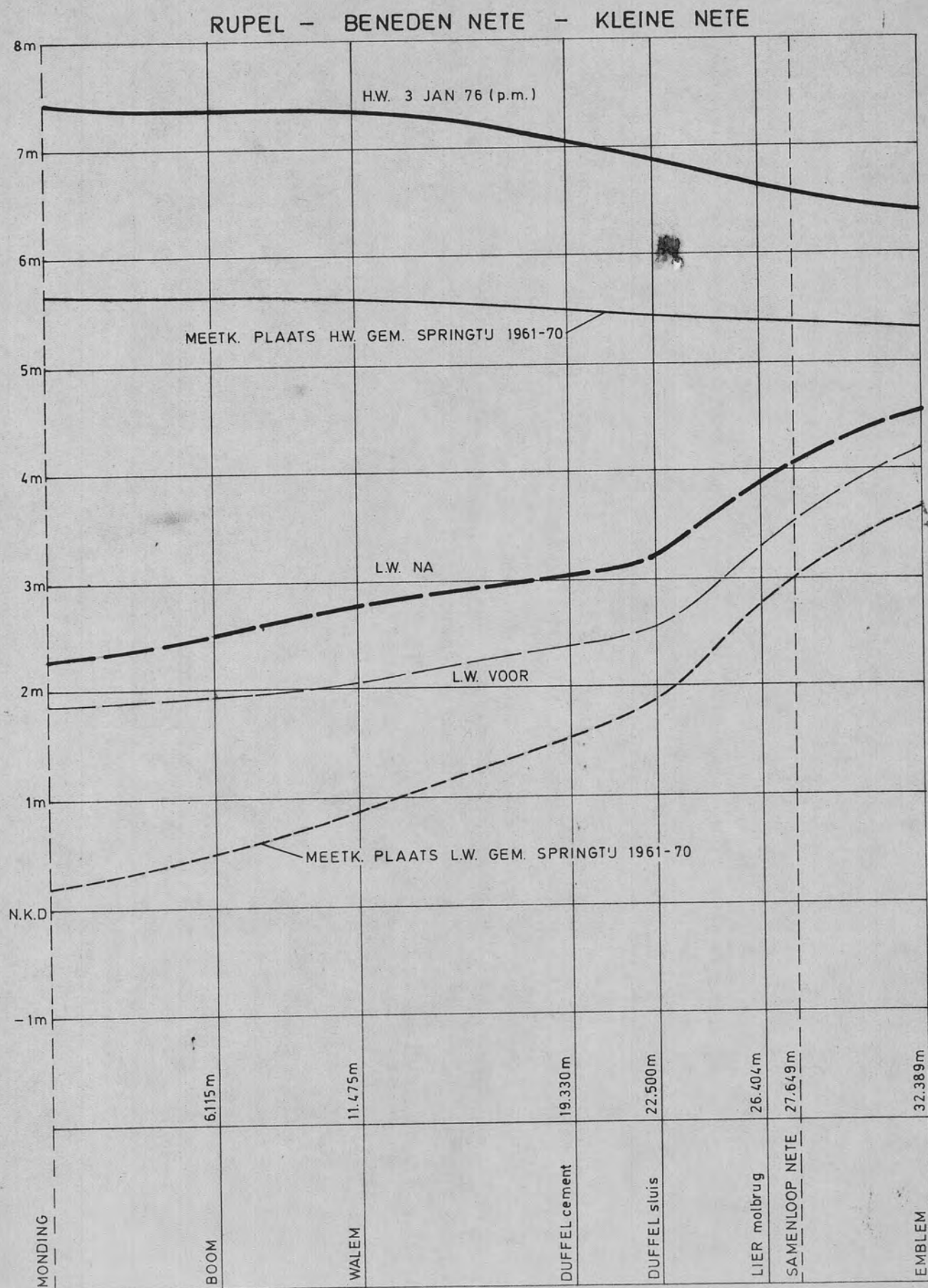
**BUITENGEWONE STORMVLOED
MEETKUNDIGE PLAATS H.W. EN L.W.
RUPEL (3 JAN 76)(a.m.)**

FIG. 43



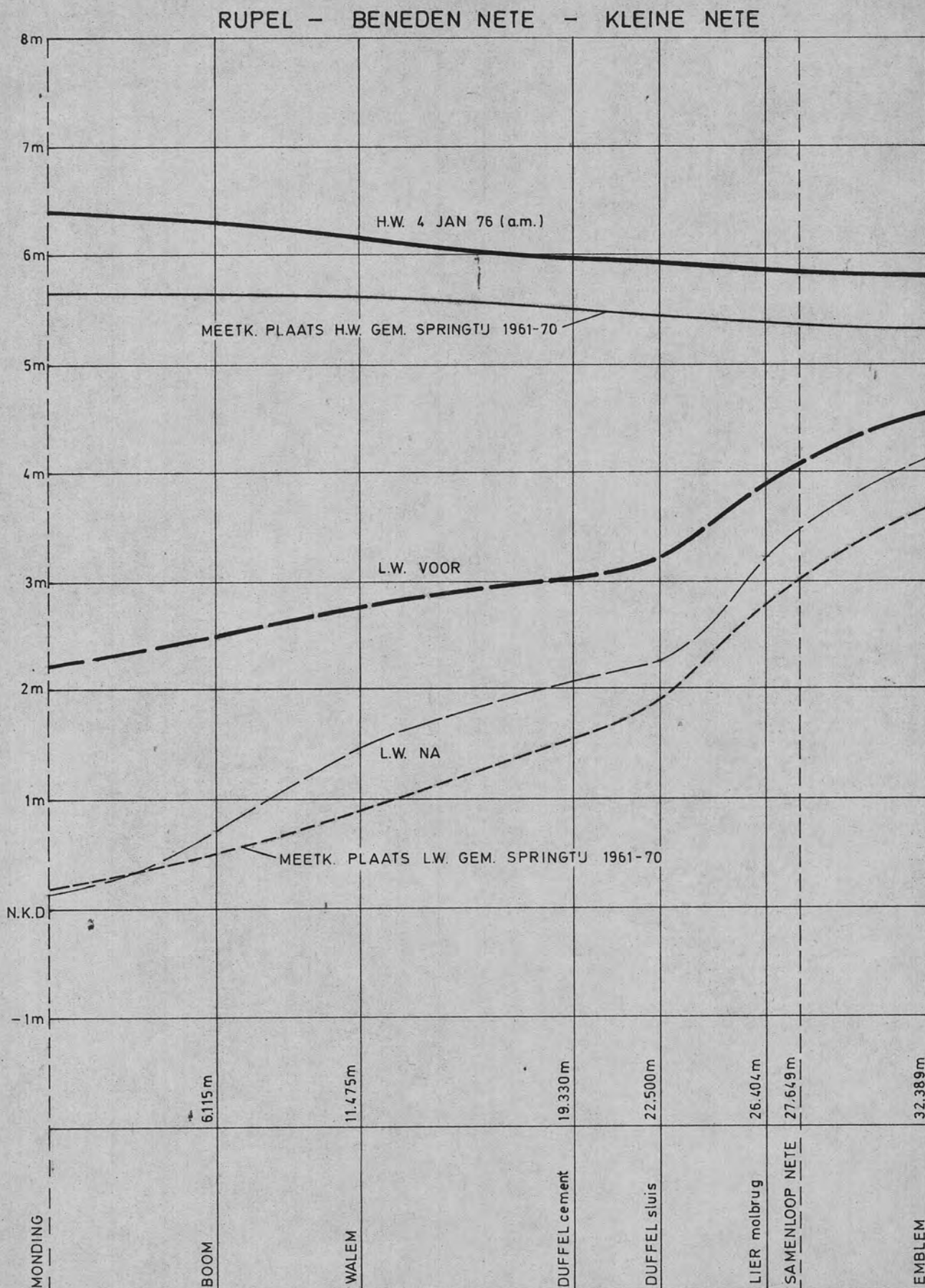
**BUITENGEWONE STORMVLOED
MEETKUNDIGE PLAATS H.W. EN L.W.
RUPEL (3 JAN 76)(p.m.)**

FIG. 44



BUITENGEWONE STORMVLOED MEETKUNDIGE PLAATS H.W. EN L.W. RUPEL (4 JAN 76)(a.m.)

FIG. 45



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE OOSTENDE

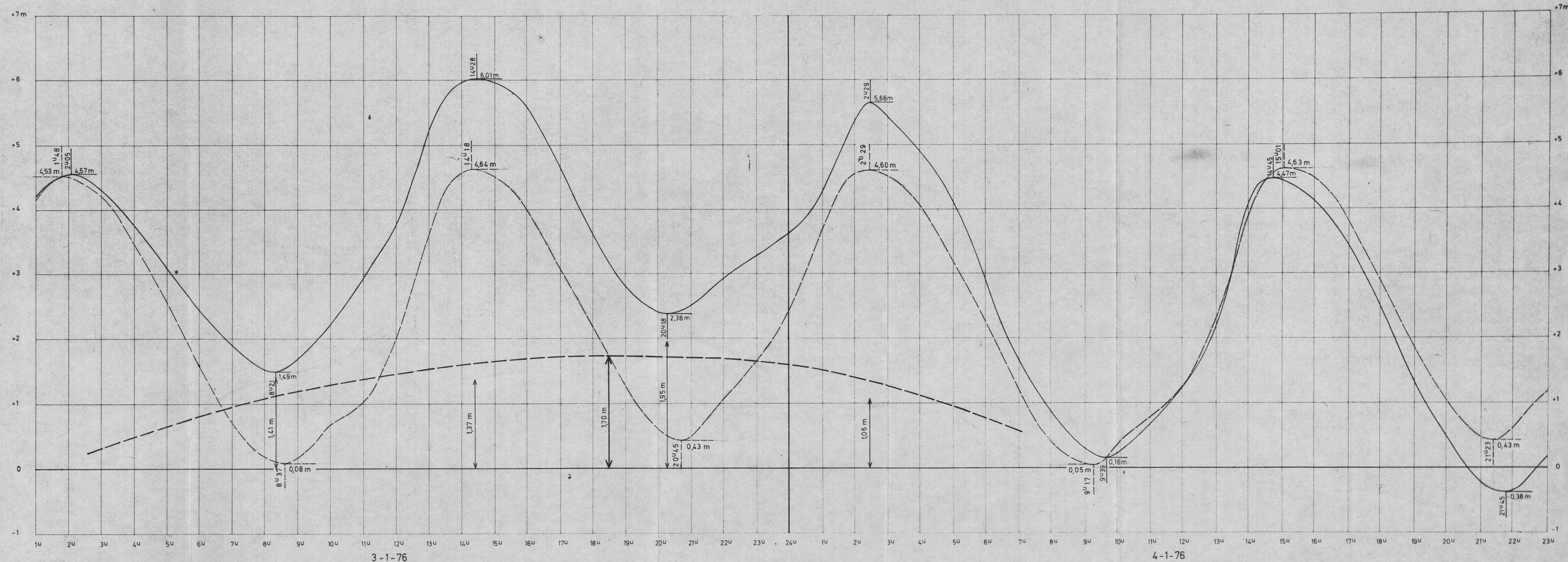
FIG. 46

VERGELIJKING MET DE VOORSPELDE TIJGEGEVENS

DE WATERSTANDEN ZIJN TOV. Z
DE TIJDEN ZIJN IN M.E.T.

— WAARGENOMEN
- - - VOORSPELD
- - - STORMEFFECT

1,41 m
← VERSCHIL WAARNEMING - VOORSPELLING



BUITENGEWONE STORMVLOED 3-1-1976
GETIJKROMME TE ANTWERPEN

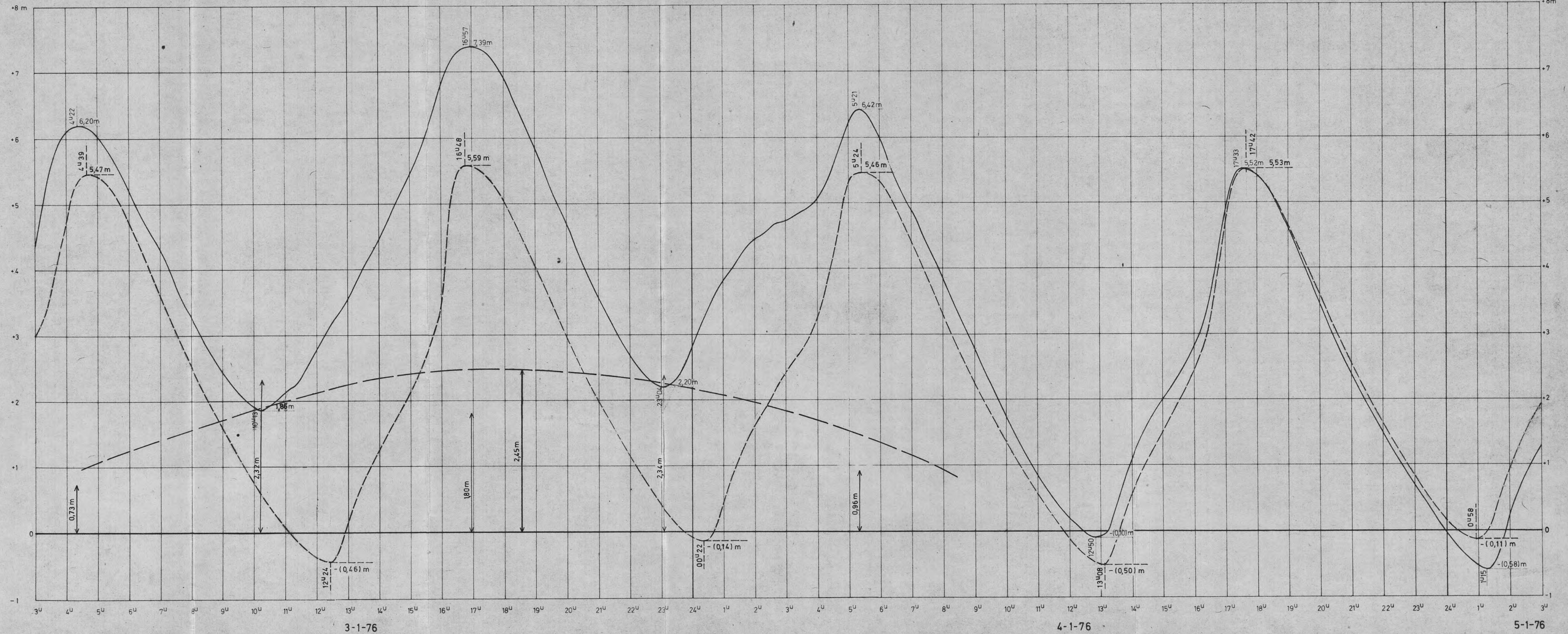
FIG 47

VERGELIJKING MET DE VOORSPELDE TIJGEGEVENS

DE WATERSTANDEN ZIJN T.O.V. N.K.D.
DE TIJDEN ZIJN IN M.E.T.

— WAARGENOMEN
- - - VOORSPELD
- - - STORMEFFECT

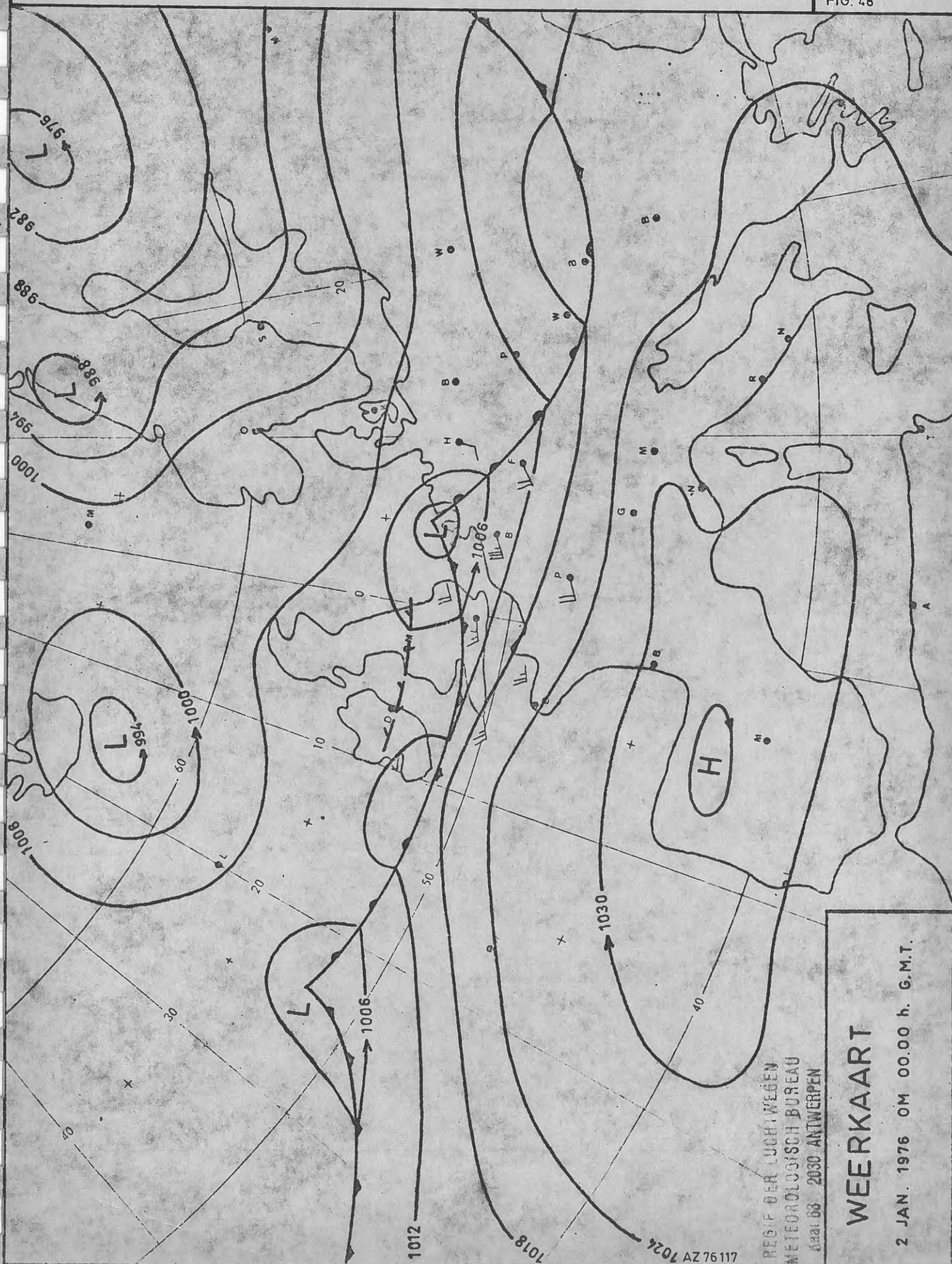
← 2,32 m → VERSCHIL: WAARNEMING - VOORSPELING



BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG. 48



REGIE DER LUCHTWEGEN
METEOROLOGISCH BUREAU
Kaal 63 2030 ANTWERPEN

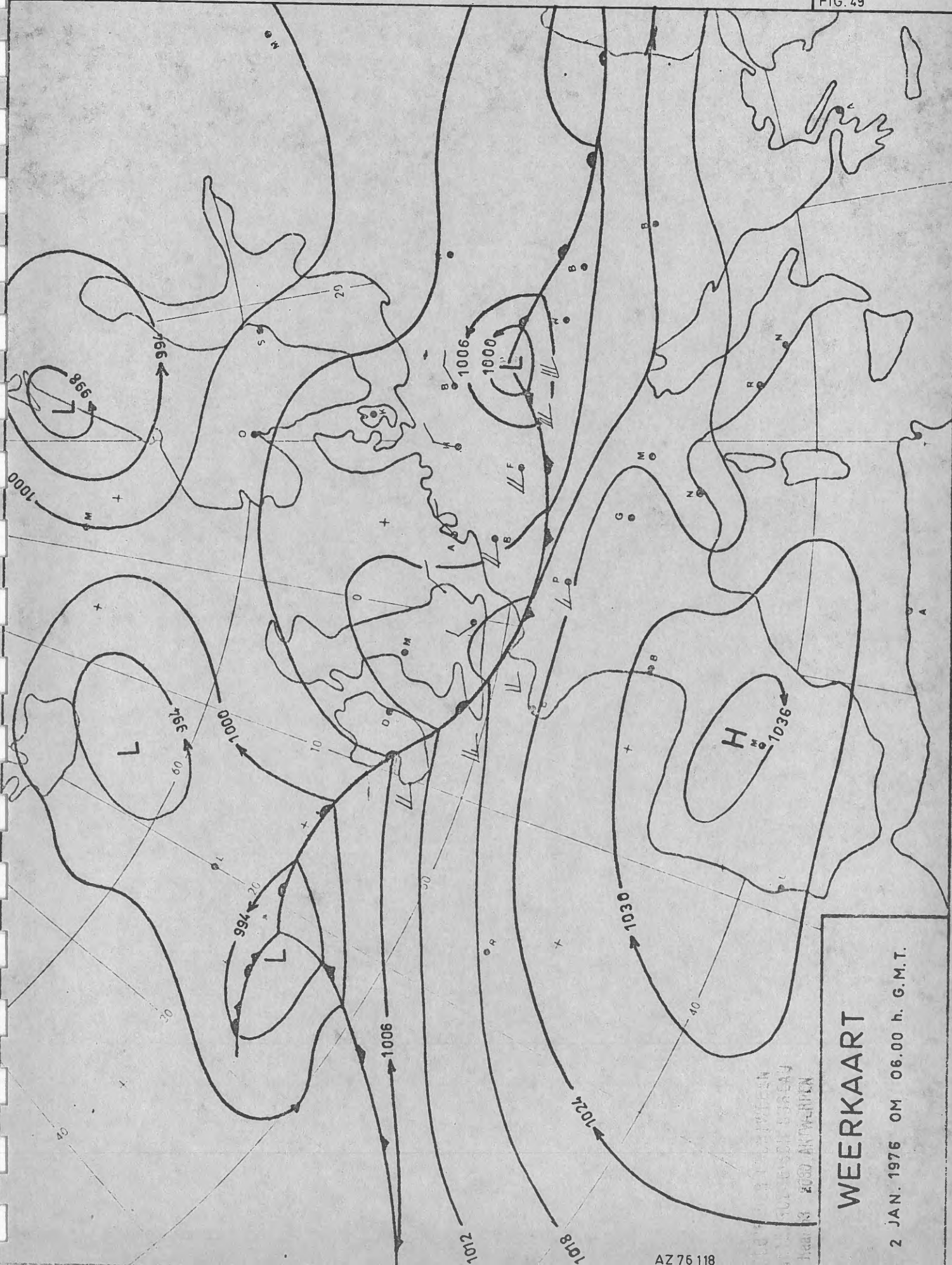
WEERKAART

2 JAN. 1976 OM 00.00 h. G.M.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG. 49



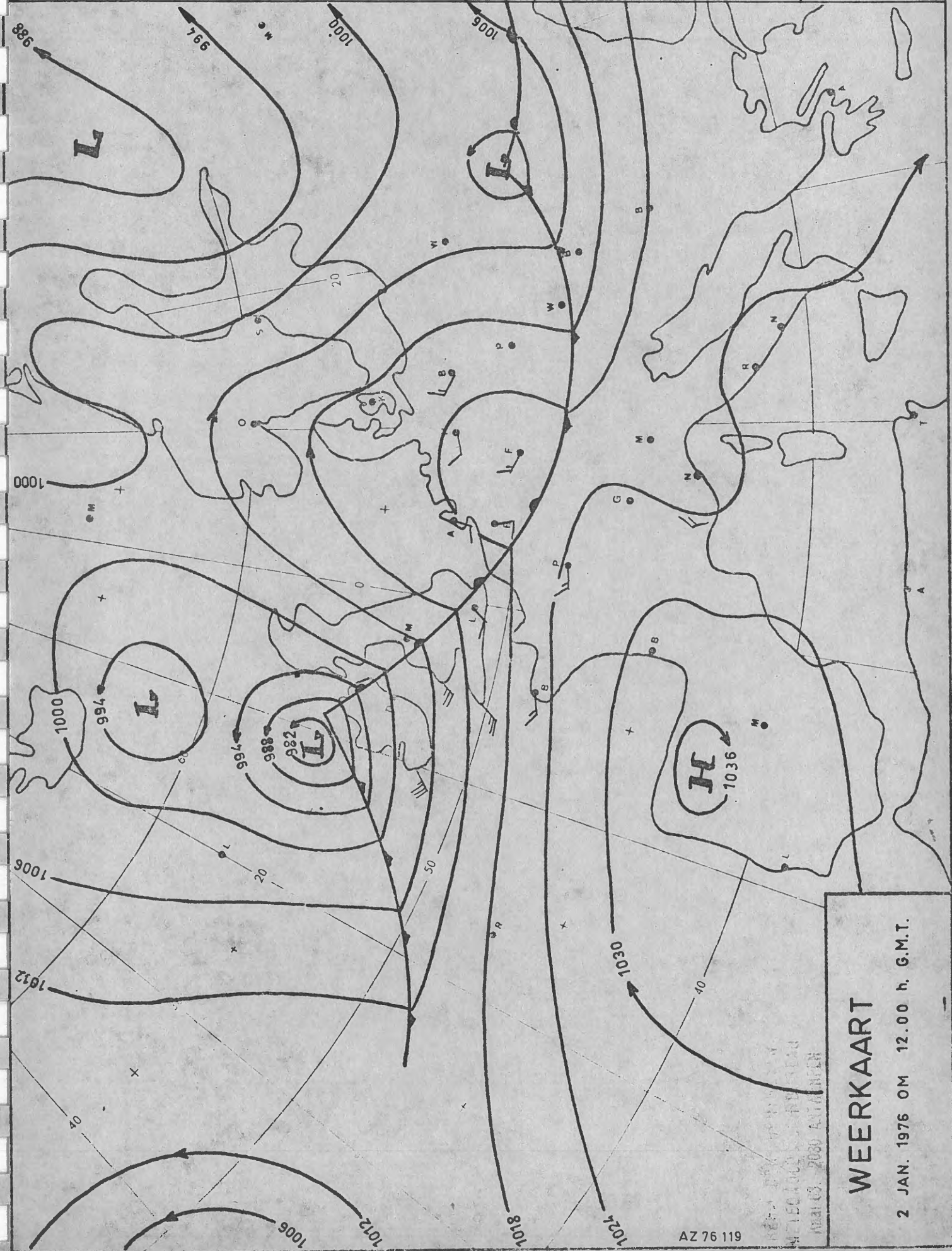
WEERKAART

2 JAN. 1976 OM 06.00 h. G.M.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG 50



WEEKKAART

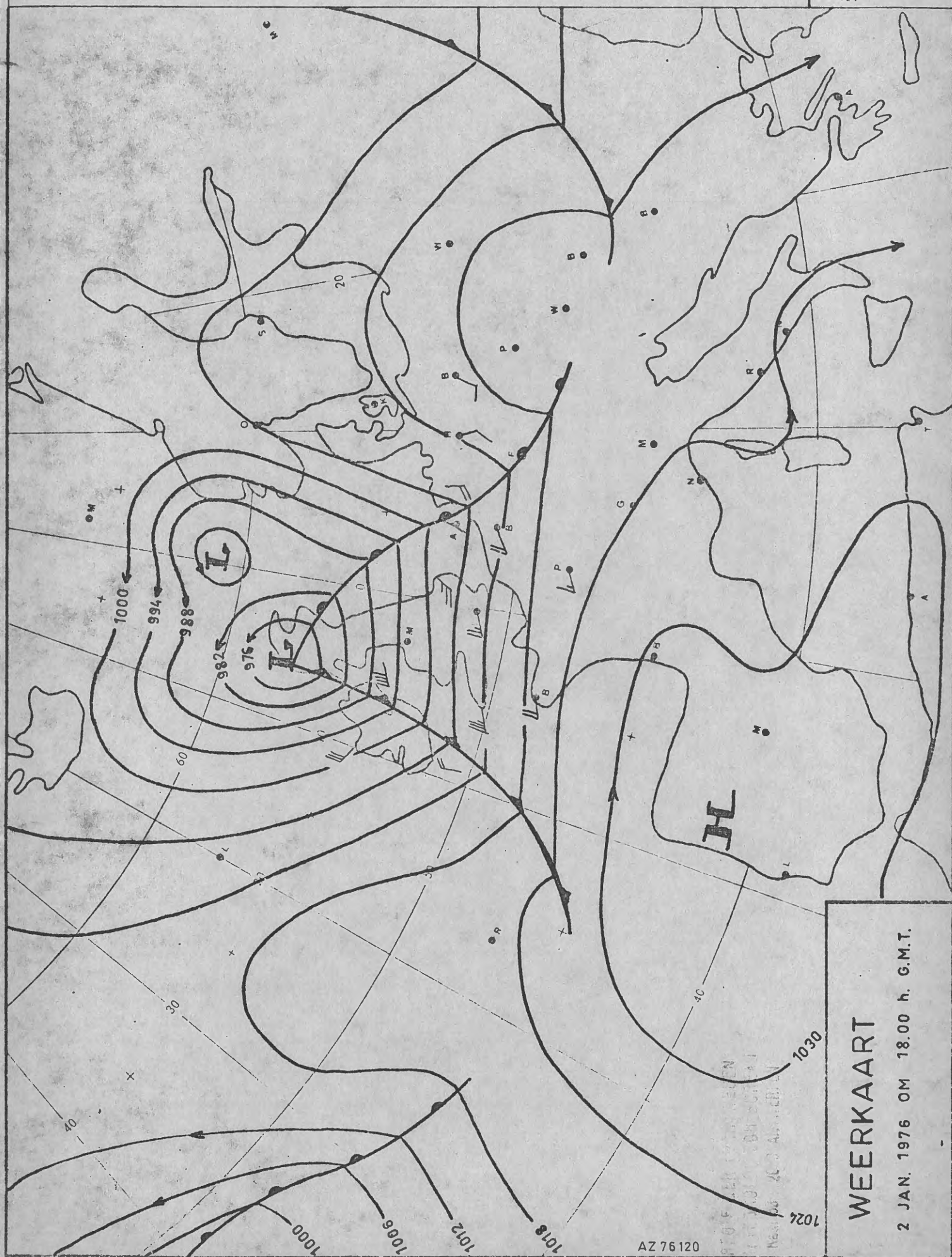
2 JAN. 1976 OM 12.00 h. G.M.T.

AZ 76 119

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG.51



WEERKAART

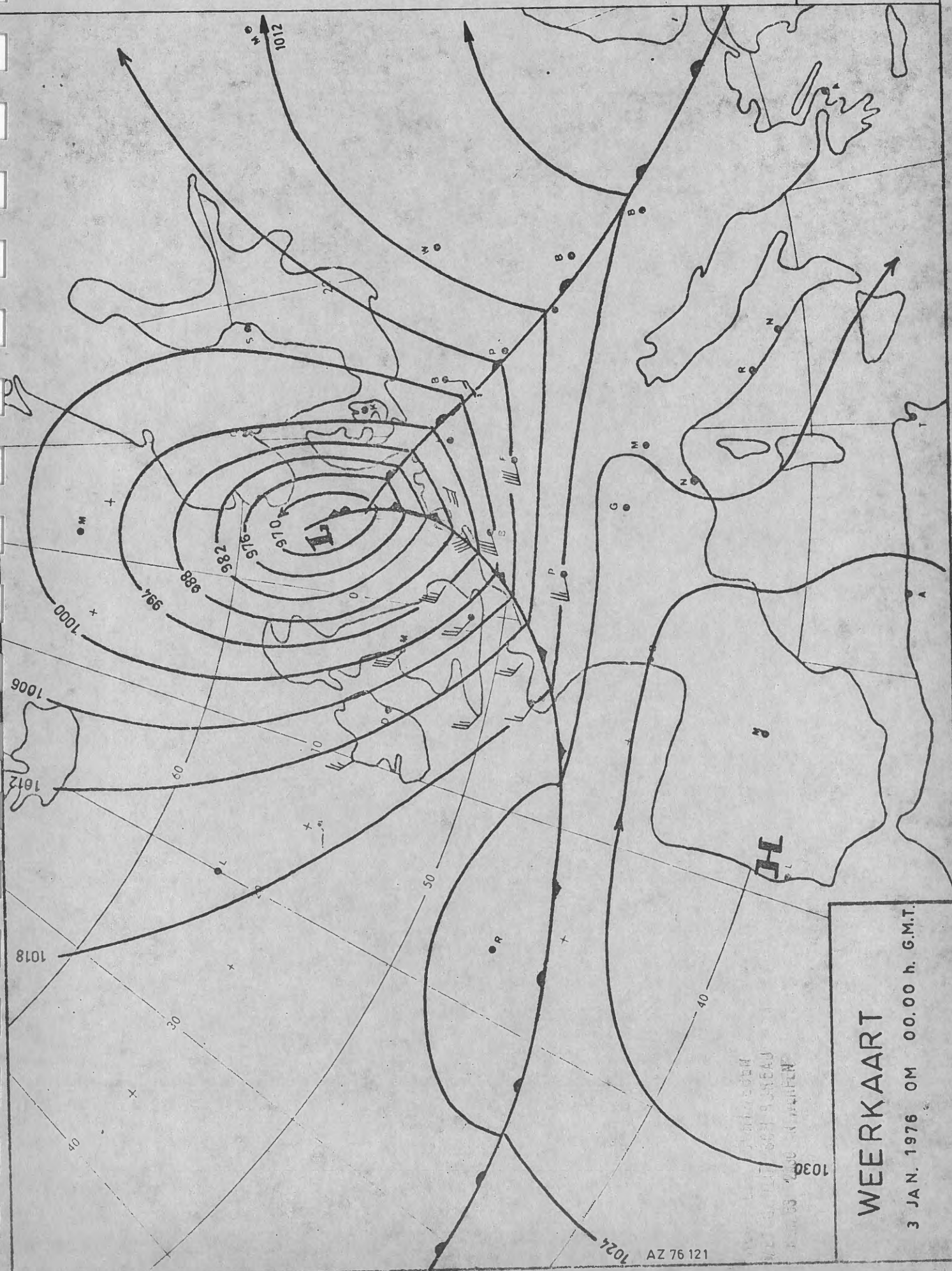
2 JAN. 1976 OM 18.00 h. G.M.T.

AZ 76120

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG52



WEERKAART

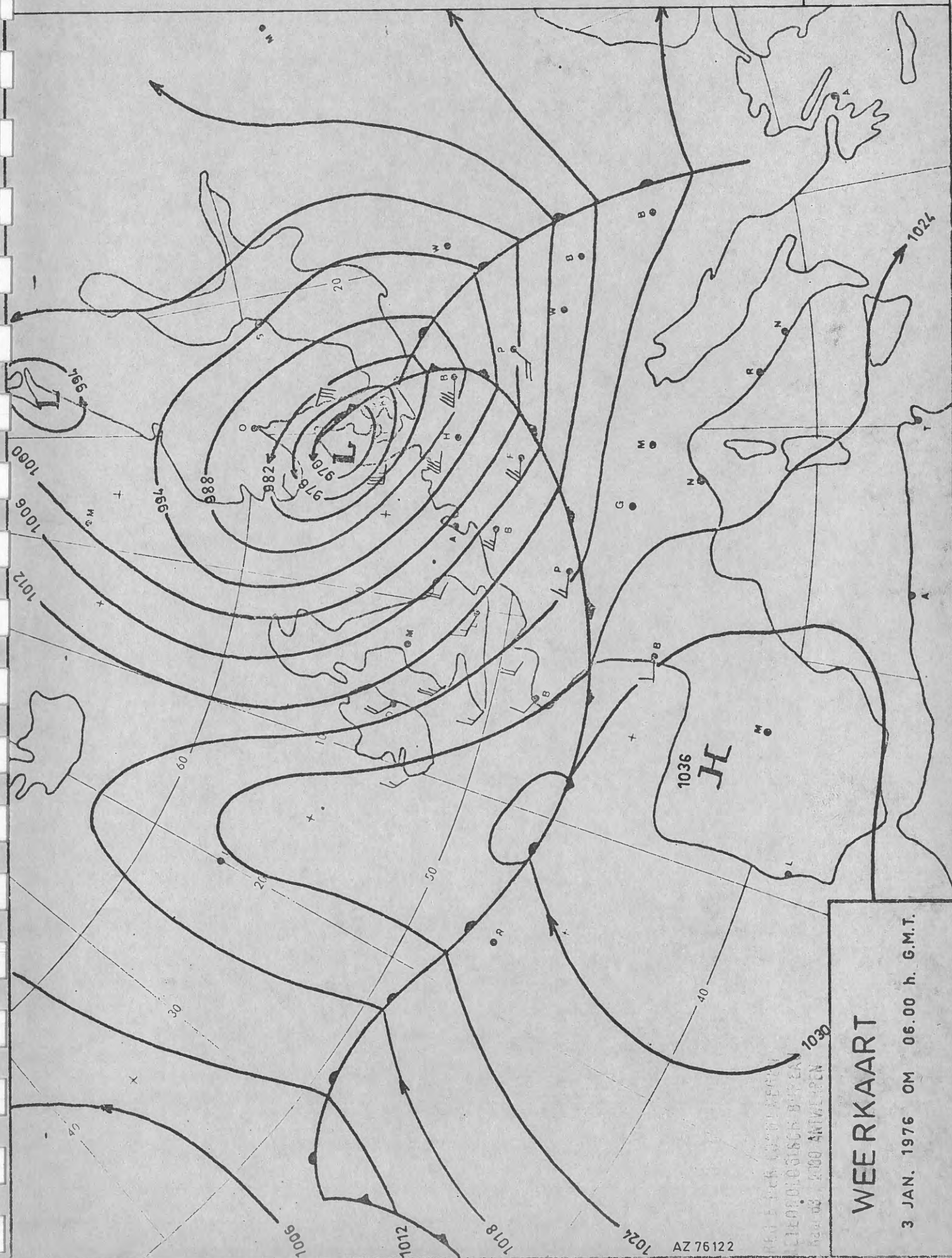
3 JAN. 1976 OM 00.00 h. G.M.T.

AZ 76 121

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG.53



WEERKAART

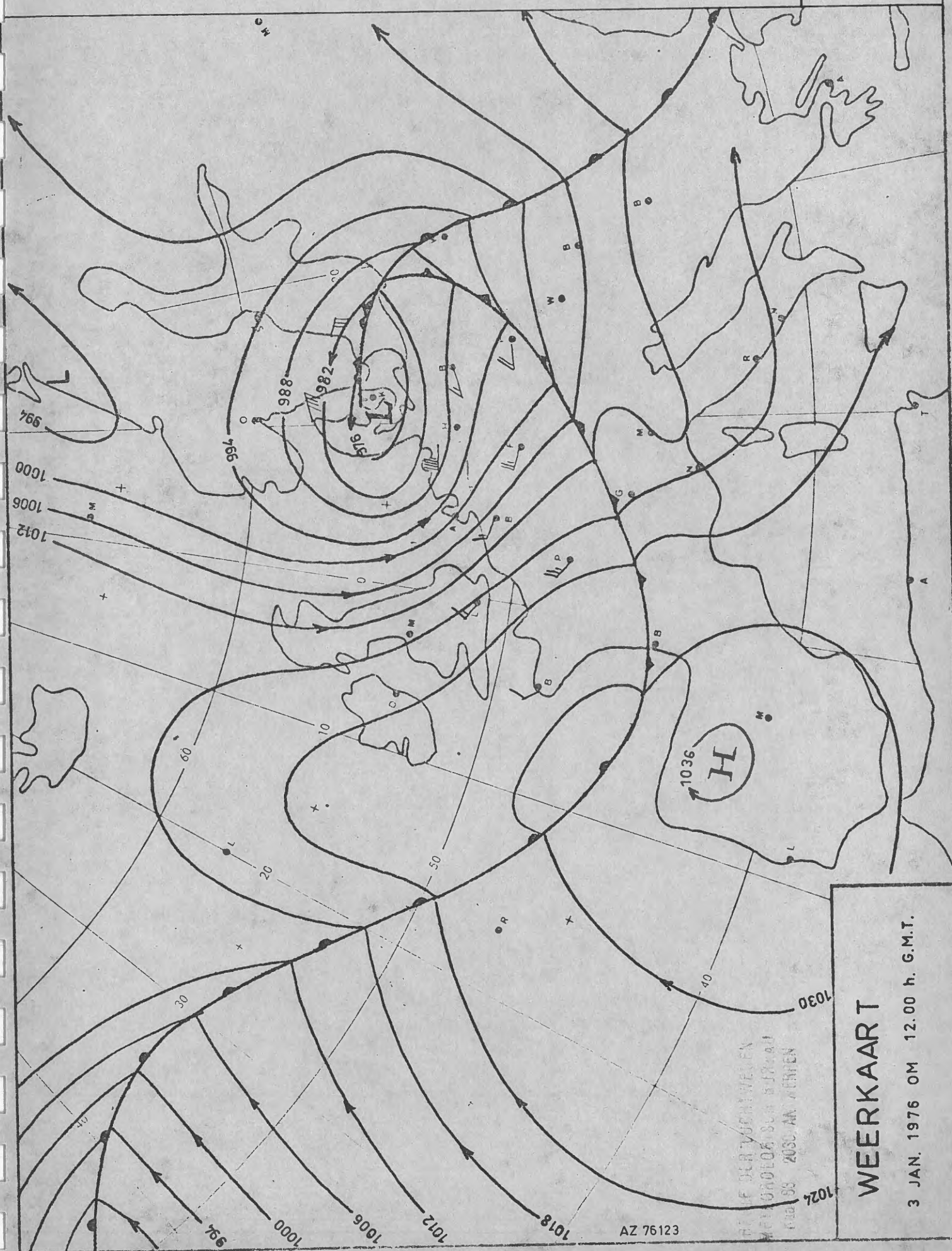
3 JAN. 1976 OM 06.00 h. G.M.T.

AZ 76122

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG. 54

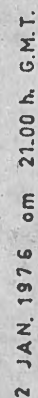


WEERKAART

3 JAN. 1976 OM 12.00 h. G.M.T.

AZ 76123

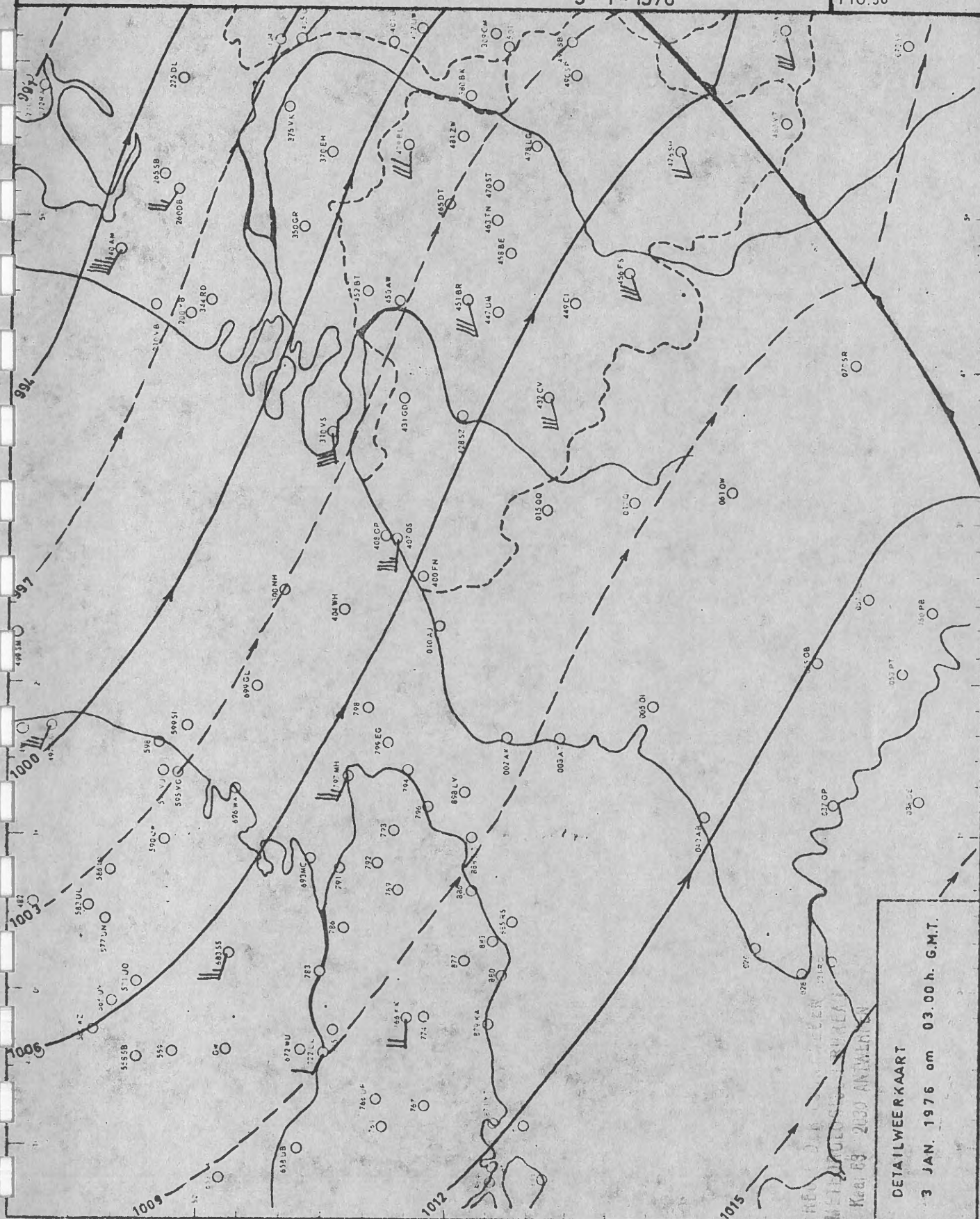
FIG. 55



BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG.56



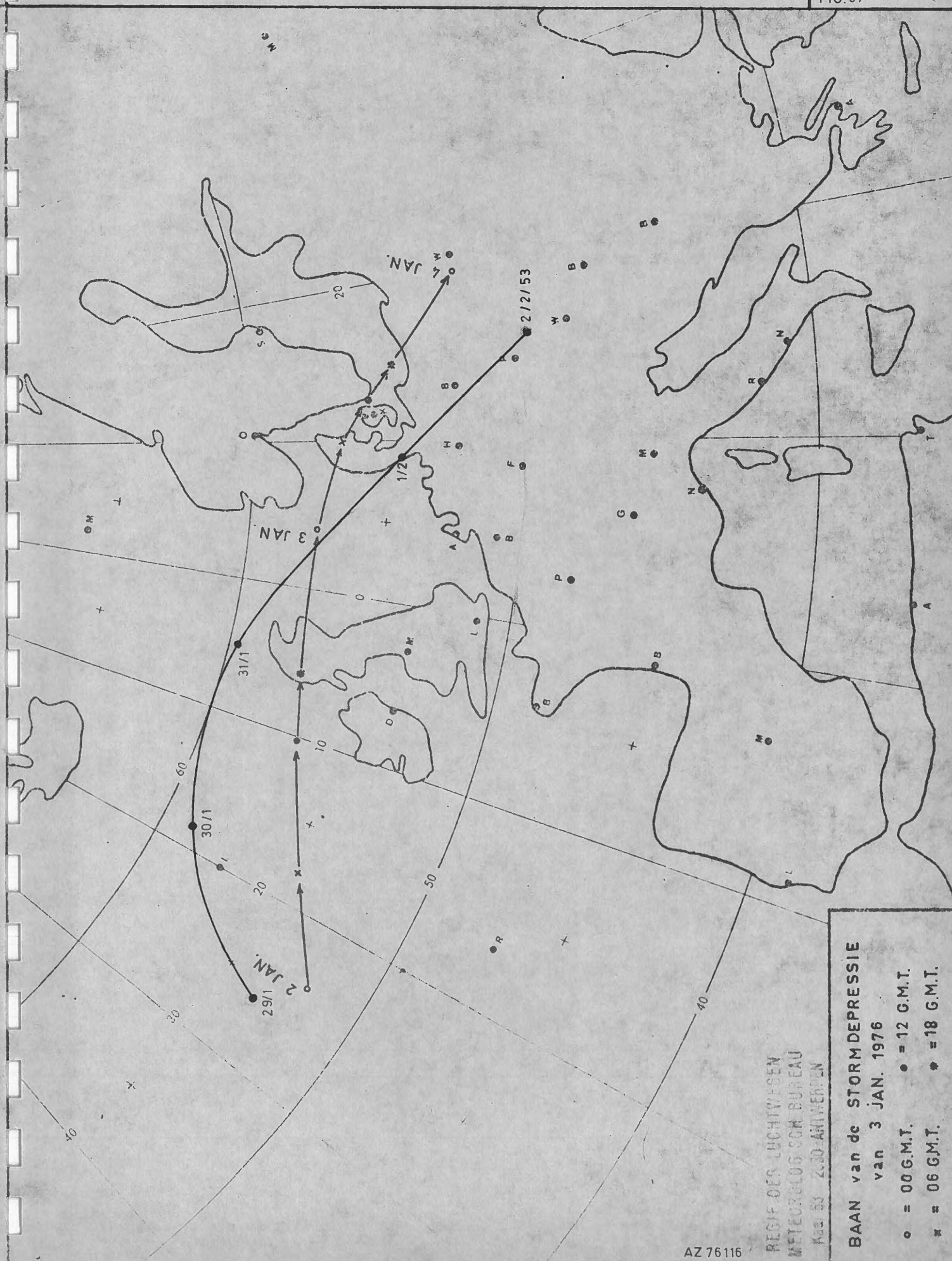
DETAILWEEKKAART

3 JAN. 1976 om 03.00 h. G.M.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED

3-1-1976

FIG. 57



AZ 76116

REGIE DER LUCHTWIJZEN
METEOROLOGISCH BUREAU
Kaa 53 2630 ANTWERPEN

BAAN van de STORMDEPRESSIE
van 3 JAN. 1976

○ = 00 G.M.T. ● = 12 G.M.T.
✕ = 06 G.M.T. ◆ = 18 G.M.T.

BUITENGEWONE STORMVLOED 03 JAN 1976
WINDRICHTING WESTERSCHELDE

FIG 58

WINDRICHTING
90°

360° N

NW

WNW

270° W

ZW

180° Z

90° O

0

02 JANUARI 1976

03 JANUARI 1976

04 JANUARI 1976

(TIJDEN IN G.M.T.)

H.W. OOSTENDE
H.W. VLISSINGEN
H.W. ZANDVLIETSLUIS

L.W. OOSTENDE
L.W. VLISSINGEN
L.W. ZANDVLIETSLUIS

H.W. OOSTENDE
H.W. VLISSINGEN
H.W. ZANDVLIETSLUIS

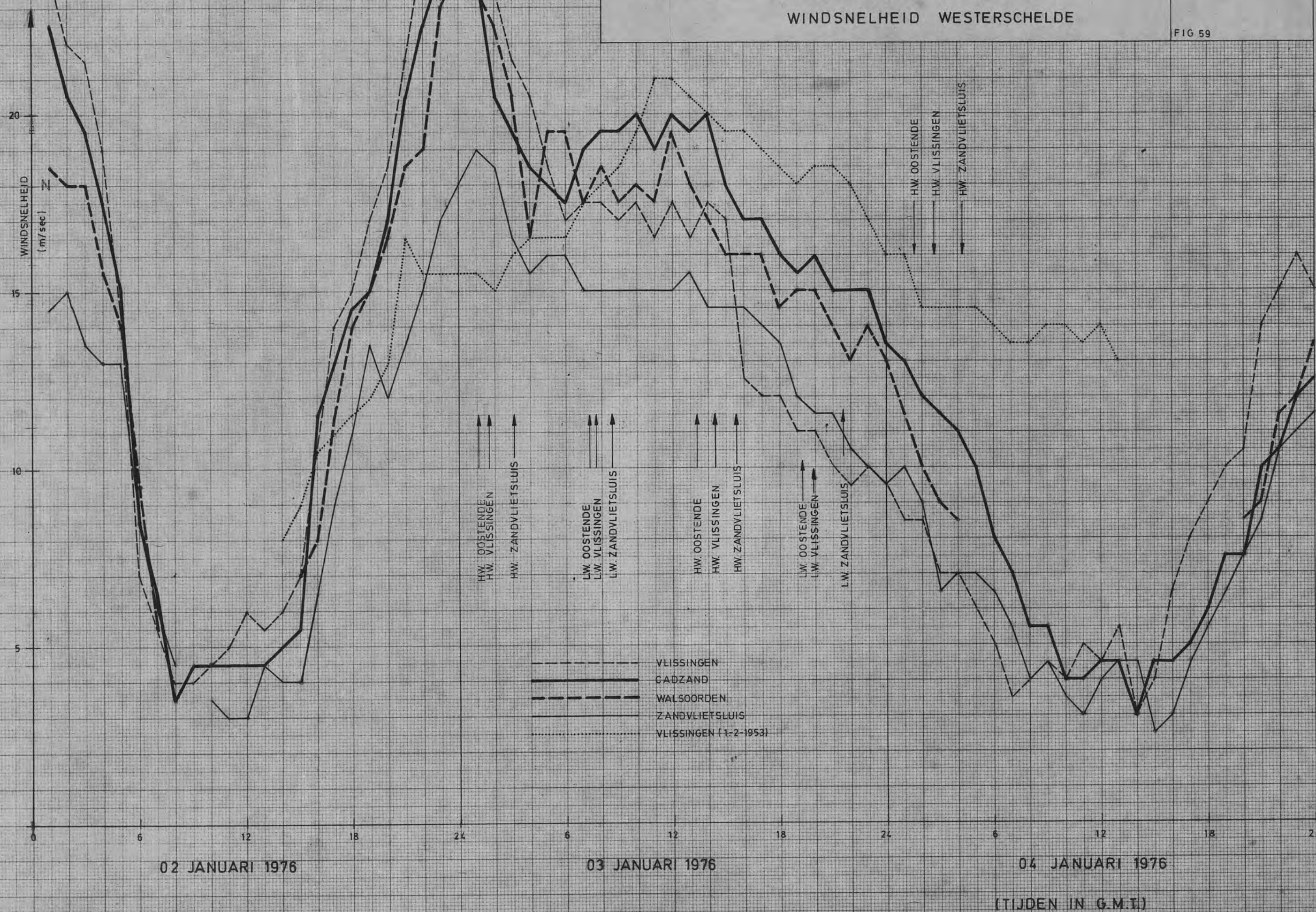
L.W. OOSTENDE
L.W. VLISSINGEN
L.W. ZANDVLIETSLUIS

H.W. OOSTENDE
H.W. VLISSINGEN
H.W. ZANDVLIETSLUIS

VLISSINGEN
CADZAND
WALSGORDEN
ZANDVLIETSLUIS
VLISSINGEN (1-2-1953)

BUITENGEWONE STORMVLOED 03 JAN 1976
WINDSNELHEID WESTERSCHELDE

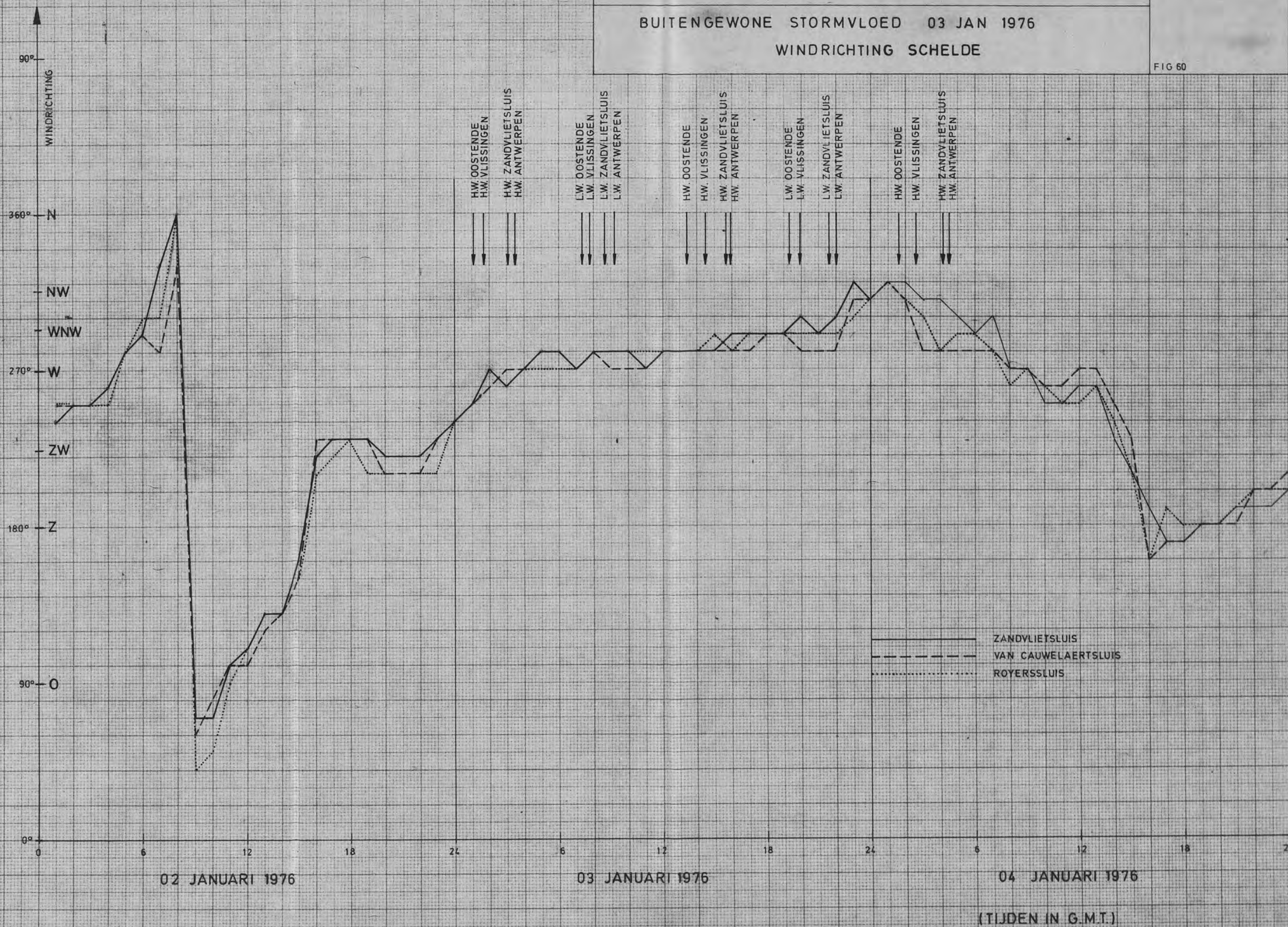
FIG 59



BUITENGEWONE STORMVLOED 03 JAN 1976

WINDRICHTING SCHELDE

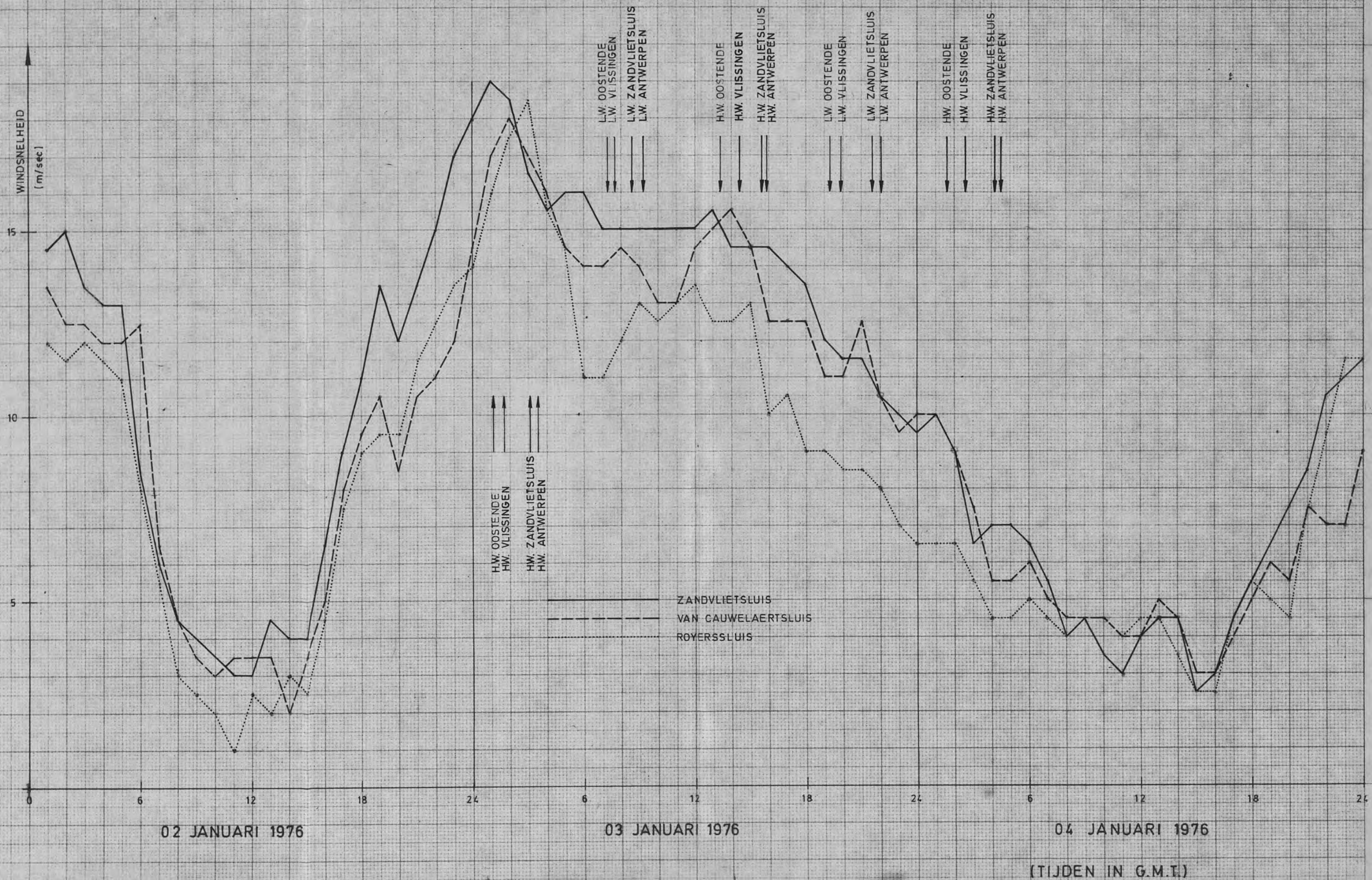
FIG 60



BUITENGEWONE STORMVLOED 03 JAN 1976

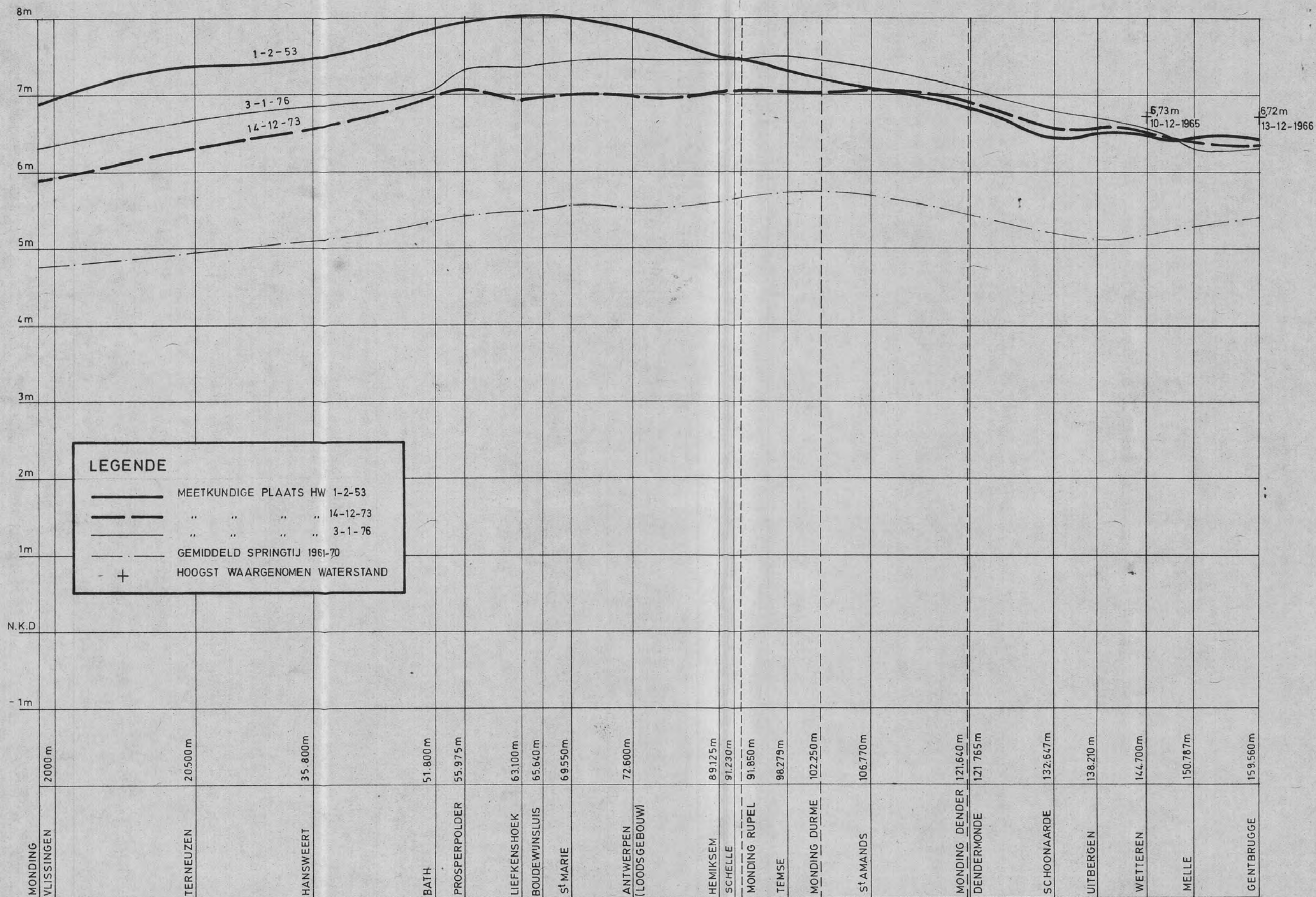
WINDSNELHEID SCHELDE

FIG.61



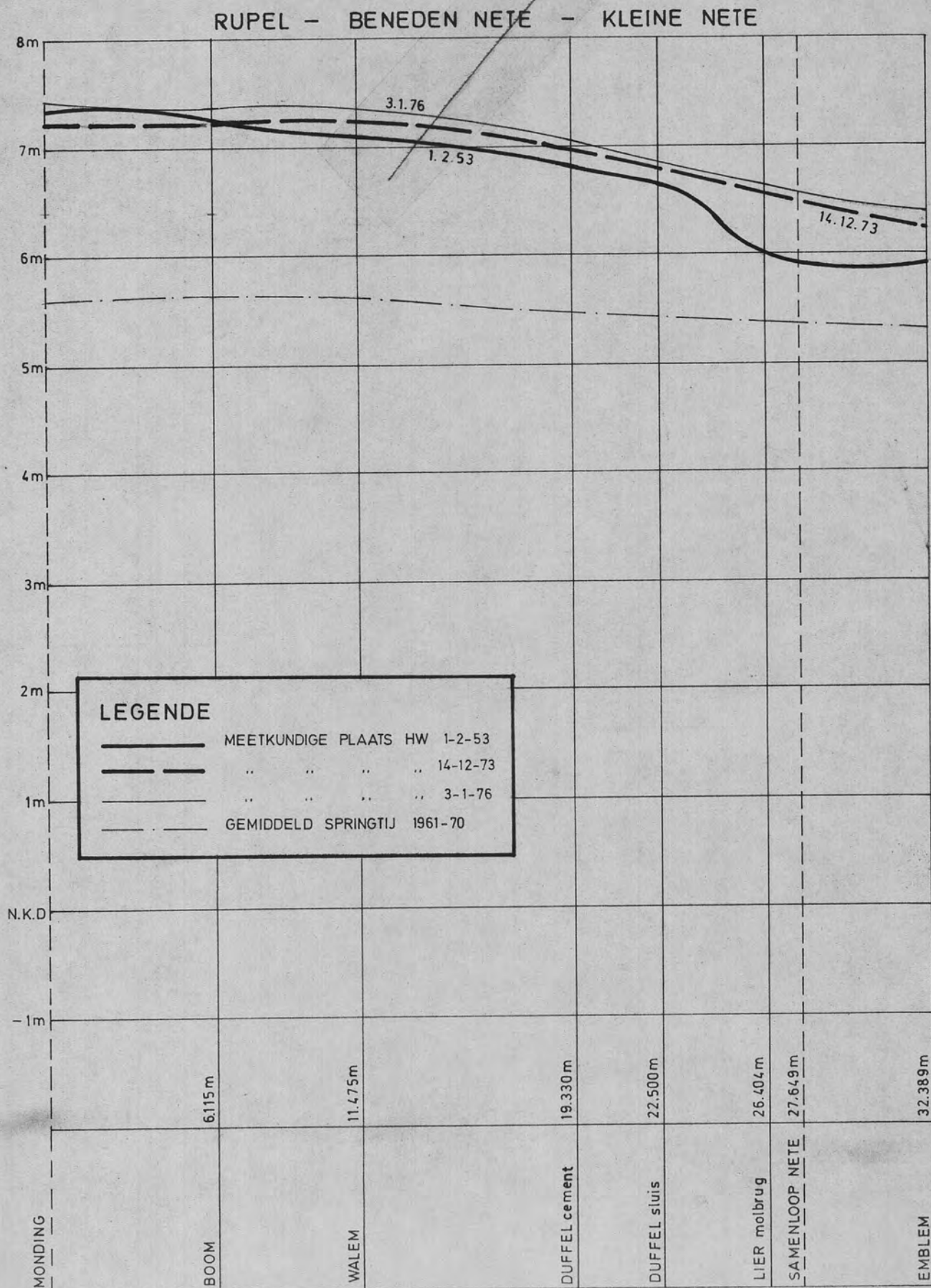
BUITENGEWONE STORMVLOEDEN
MEETKUNDIGE PLAATS H.W.
SCHELDE (1-2-53 a.m. 14-12-73 p.m. 3-1-76 a.m.)

FIG. 62



BUITENGEWONE STORMVLOEDEN
MEETKUNDIGE PLAATS H.W.
RUPEL (1-2-53 a.m. 14-12-73 p.m. 3-1-76 p.m.)

FIG.63



BUITENGEWONE STORMVLOED 1-2-1953
GETIJKROMME TE OOSTENDE

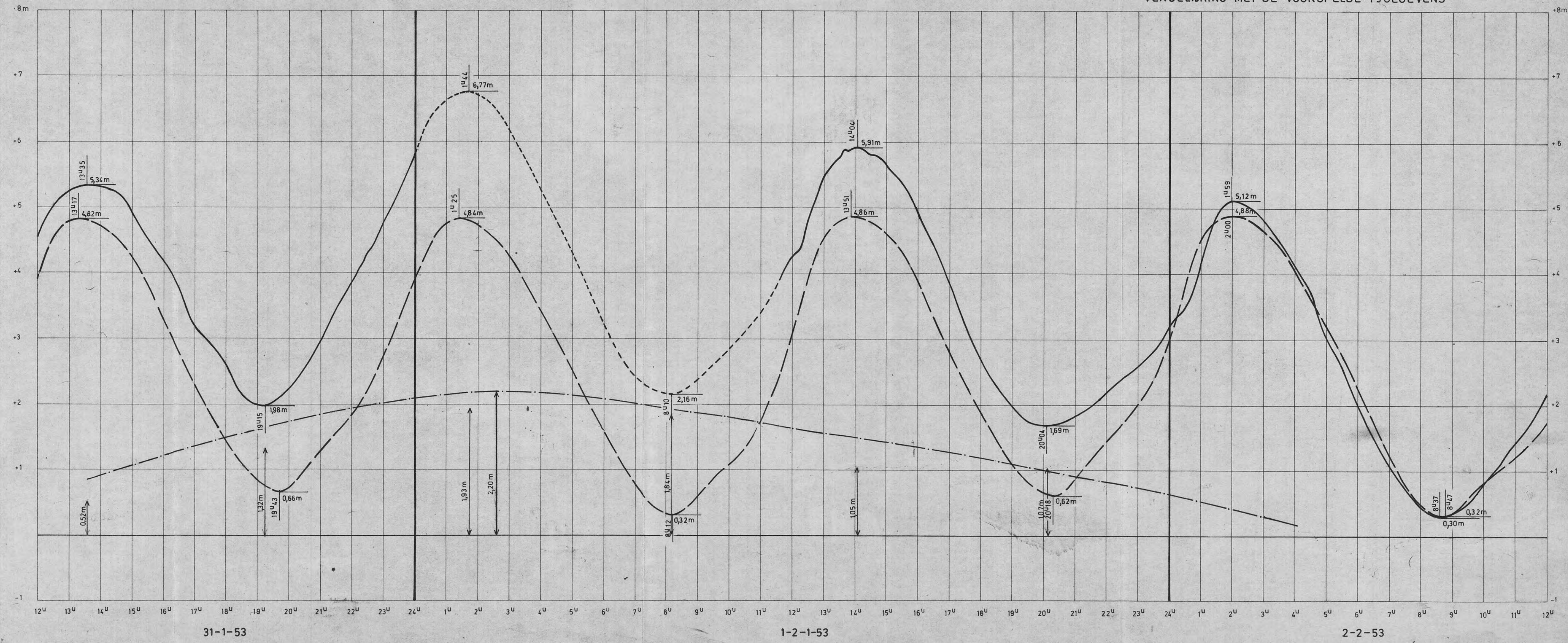
FIG. 54

DE WATERSTANDEN ZIJN T.O.V Z.
DE TIJDEN ZIJN IN G.M.T

— WAARGENOMEN
- - - VOORSPELD
- . - STORMEFFECT
- - - GEGISTE WAARDE

1,32m
VERSCHIL: WAARNEMING-VOORSPELING

VERGELIJKING MET DE VOORSPELDE TIJGEGEVENS



BUITENGEWONE STORMVLOED 1-2-1953
GETIJKROMME TE ANTWERPEN

FIG. 55

VERGELIJKING MET DE VOORSPELDE TEGEGEVENS

DE WATERSTANDEN ZIJN TOV. N.K.D.
DE TIJDEN ZIJN IN G.M.T.

— WAARGENOMEN
- - - VOORSPELD
- - - STORMEFFECT
1,44 m → VERSCHIL WAARNEMING - VOORSPELUNG

