

A. 77.065

Aan de Rijkswaterstaat, directie
Gelderland,
Postbus 9070,
6800 ED Arnhem

onderwerp: Geo-electrisch
onderzoek lands-
dijken.

uw kenmerk: AX 6099
AX 13604
uw brief van: 23-5-'77 en 16-11-77 ^{bijlagen:}
behandeld door: ir. J.M. Goppel 's-gravenhage, 28 april 1978

Hierbij zend ik u een tweetal rapporten (in 2-voud) met de resultaten van het verrichte geo-electrisch onderzoek in en nabij de West Pannerdense Landsdijk/Peppelgraafse dijk en de Millingse Bandijk/Duffeltdijk.

Het Hoofd van het Centrum,
b.a.

ir. P.C. Mazure.

Geo-electrisch onderzoek in en nabij
de Millingse Bandijk en de Duffelt-
dijk.

A-77.065

Centrum voor Onderzoek Waterkeringen
Maart 1978.

<u>Inhoud</u>	<u>B1 z.</u>
1. Inleiding	1
2. Methode van onderzoek	2
3. Uitvoering van de metingen	4
3.1. Millingse Bandijk	4
3.1.1. Periode van uitvoering	4
3.1.2. Weersomstandigheden en rivierstand	4
3.1.3. Ligging van de trenches	4
3.2. Duffeltdijk	5
3.2.1. Periode van uitvoering	5
3.2.2. Weersomstandigheden en rivierstand	5
3.2.3. Ligging van de trenches	6

Bijlagenlijst

Nr.	Omschrijving	Form/tek.nr.
1	Situatie Millingse Bandijk	3x2Z/78.019
2	Situatie Duffeltdijk	3x2Z/78.020
3	Schema Wenneropstelling	A4/78.021
4	Verloop rivierstand te Lobith en neerslaggegevens te Herwen	A3/78.022
5	Resultaten geo-electrisch onderzoek Millingse Bandijk dp* 9 t/m 22	4Z/78.023
6	Resultaten geo-electrisch onderzoek Millingse Bandijk dp 25 t/m 32,5	2x2Z/78.024
7	Resultaten geo-electrisch onderzoek Duffeltdijk dp 0 t/m 5 en 8 t/m 20	5Z/78.025
8	Resultaten geo-electrisch onderzoek Duffeltdijk dp 20 t/m 37,5	2x5Z/78.026

* dp = dijkpaal

1. Inleiding

In verband met de plannen tot verbetering van rivierdijken heeft de Rijkswaterstaat, Directie Gelderland het Centrum voor Onderzoek Waterkeringen verzocht een geo-electrisch onderzoek uit te voeren in de Millingse Bandijk (dp* 9 t/m 22 en dp 25 t/m 32,5) en de Duffeltdijk (dp 0 t/m 5 en 8 t/m 37,5).

Het doel van dit onderzoek is het verkennen van de ondergrond, waarvoor een eerste informatie wordt verkregen over de homogeniteit en eventuele discontinuïteiten in de opbouw daarvan.

Voor de interpretatie van de gevonden meetgegevens is aanvullend grondonderzoek noodzakelijk.

Het onderzoek is in verschillende perioden uitgevoerd. De totale lengte van de onderzochte dijken bedraagt 5500 m. Voor de situatie van de onderzochte trenches wordt verwezen naar bijlagen 1 en 2.

*dp = dijkpaal

2. Methode van onderzoek

De geo-electrische metingen worden uitgevoerd in enige trenches, die meestal zoveel mogelijk evenwijdig aan de as van de dijk zijn gelegen. In de meetpunten, die op constante afstand van elkaar zijn gelegen, wordt de schijnbare soortelijke elektrische weerstand ρ_s van de grond bepaald bij twee of meer verschillende elektrodenafstanden volgens de Wenneropstelling.

In de Wenneropstelling (bijlage 3) staan de vier elektroden op onderling gelijke afstanden a en symmetrisch ten opzichte van het meetpunt. De vier elektroden staan op een rechte lijn. Bij minimaal twee afstanden a wordt in het meetpunt de elektrische weerstand R gemeten. De schijnbare soortelijke weerstand ρ_s wordt berekend volgens $\rho_s = C.R.$, waarin $C = 2\pi a$. Voor metingen op dijken is $C = 2\pi a$ een benadering.

Per meetpunt worden dus twee of meer, meestal verschillende waarden van ρ_s voor de respectievelijke elektrodenafstanden gevonden. Als vuistregel mag men aannemen dat de diepte waarover wordt gemeten gelijk is aan de afstand a tussen de elektroden. De ρ_s -waarden bij de kleine waarde van a hebben voornamelijk betrekking op de lagen aan het oppervlak en de ρ_s -waarden bij de grote waarde van a geven informatie over de dieper gelegen lagen. Hierbij moet worden opgemerkt dat in het laatste geval de weerstand van de lagen aan het oppervlak wordt meegemeten. De keuze van de elektrodenafstanden is afhankelijk van de plaats van de trench.

Bij dit onderzoek zijn drie gevallen te onderscheiden:

a) De trench ligt in de uiterwaard: De afstand a hangt af van de te onderscheiden dikte van het kleipakket.

In de meeste gevallen kan met twee kleine waarden van a worden volstaan.

b) De trench ligt op de dijk: De afstand a hangt af van de kerende hoogte van de dijk. De afstand a zal bij een grotere kerende hoogte groter worden gekozen. De afstand a moet in ieder geval zo groot zijn, dat informatie kan worden verkregen over de weerstand enige meters onder de dijk. Omdat meestal over een grote hoogte wordt gemeten, moeten vaak minimaal drie waarden voor a worden gekozen.

- c) De trench ligt achter de dijk: De te onderzoeken diepte hangt af van de kerende hoogte van de dijk in verband met de mogelijke invloed van diepere lagen op de stabiliteit van de kering. De afstand a zal bij een grotere kerende hoogte groter worden gekozen, tenzij er aanwijzingen zijn dat de kleilaag een zeer geringe dikte heeft.

Als over een traject de waarden van ρ_s constant blijven, is daarover de grondopbouw hoogstwaarschijnlijk ook constant. Als de waarden van ρ_s verschillen, dan verschilt in het algemeen ook de grondopbouw. Hoe de grondopbouw is en wat de verandering van ρ_s precies inhoudt, kan niet uit de metingen alleen worden afgeleid. Aanvullend grondonderzoek, bijvoorbeeld in de vorm van sonderingen en/of boringen, is voor een volledige interpretatie vereist.

Slechts algemeen kan worden gesteld dat $\rho_s > 40 \Omega \text{ m}$ op de aanwezigheid van veel zand duidt en $\rho_s < 30 \Omega \text{ m}$ op de aanwezigheid van veel klei. Deze waarden gelden bij de aanwezigheid van zoet grondwater.

3. Uitvoering van de metingen

3.1. Millingse Bandijk

3.1.1. Periode van uitvoering.

De metingen zijn verricht op 5 werkdagen in de periode van 2 t/m 17 augustus 1977 en op 5 januari 1978. De resultaten van de metingen en de onderzoekperioden zijn aangegeven op bijlagen 5 en 6.

3.1.2. Weersomstandigheden en rivierstand

Gezien de lange periode waarover is gemeten, zal bij het interpreteren van de metingen moeten worden nagegaan of veranderingen in weersomstandigheden en rivierstand van invloed zijn geweest op de meetresultaten. Daarom volgt hieronder een overzicht van de weersomstandigheden. Voor het verloop van de rivierstand en de neerslaggegevens wordt verwezen naar bijlage 4.

Datum	Weersomstandigheden tijdens de meting	Weersomstandigheden voorgaande periode
2-8-1977	droog en zonnig	droog
3-8-1977	droog en zonnig	droog
4-8-1977	droog en zonnig	droog
5-8-1977	droog en zonnig	droog
17-8-1977	droog, bewolkt	buiig
5-1-1978	lichte vorst, rijp	lichte vorst, neerslag

3.1.3. Ligging van de trenches

Tussen dijkpaal (dp) 9 en 22 zijn in verband met de buitendijks aanwezige bebouwing slechts de volgende 2 trenches evenwijdig aan de as van de dijk gemeten:

trench III in het binnentalud tot dp 10
in de binnenkruinlijn vanaf dp 10 tot dp 14
in de buitenkruinlijn vanaf dp 14 tot dp 22.

trench IV langs de binnenteen tot dp 19, plaatselijk tot 10 m uit de binnenteen.
10 m uit de binnenteen van dp 19 tot dp 22.

Tussen dijkpaal 25 en 32,5 zijn de volgende 4 trenches evenwijdig aan de as van de dijk gemeten:

1. trench I in de uiterwaard op ongeveer 50 m afstand uit de buitenteen.
2. trench II in de uiterwaard op ongeveer 10 m afstand uit de buitenteen.
3. trench III in de buitenkruinlijn.
4. trench IV in het achterland op ongeveer 10 m afstand uit de binnenteen.

In trench I zijn de meetpunten op 50 meter afstand van elkaar gekozen;

in de andere trenches zijn de meetpunten op 25 meter afstand van elkaar gekozen.

3.2. Duffeltdijk

3.2.1. Periode van uitvoering

De metingen zijn verricht op 19 augustus 1977 en op 9 werkdagen in de periode van 6 t/m 23 december 1977. De resultaten van de metingen en de onderzoeksperioden staan vermeld op bijlagen 7 en 8.

3.2.2. Weersomstandigheden en rivierstand

Ook de waarnemingen bij de Duffeltdijk zijn in een langere periode uitgevoerd, daarom is ook hier een overzicht van de weersomstandigheden weergegeven. Voor het verloop van de rivierstand en de neerslaggegevens wordt verwezen naar bijlage 4.

Datum	Weersomstandigheden tijdens de meting	Weersomstandigheden voorgaande periode
19-8-1977	droog, na regen	zware regenval
6-12-1977	bewolkt, licht vorst	droog, vorst
7-12-1977	mist, regen	sneeuw, vorst
8-12-1977	lichte regen	regen, dooi
14-12-1977	lichte regen	regenbuien
15-12-1977	mist	regenbuien
16-12-1977	mist	mist, na regen
21-12-1977	droog, rijp	droog, nachtvorst
22-12-1977	droog	motregen
23-12-1977	droog	lichte regenbuien

3.2.3. Ligging van de trenches

Tussen dp 0 en 5 en tussen dp 8 en 35 zijn 3 trenches evenwijdig aan de as van de dijk gemeten.

trench II langs de buitenteen, evenwel tussen dp 8 en 14,5 en tussen dp 26,5 en 29,5 ongeveer 10 m uit de buitenteen.

Tussen dp 14,5 en 17 zijn geen metingen verricht in verband met de aanwezigheid van opritten.

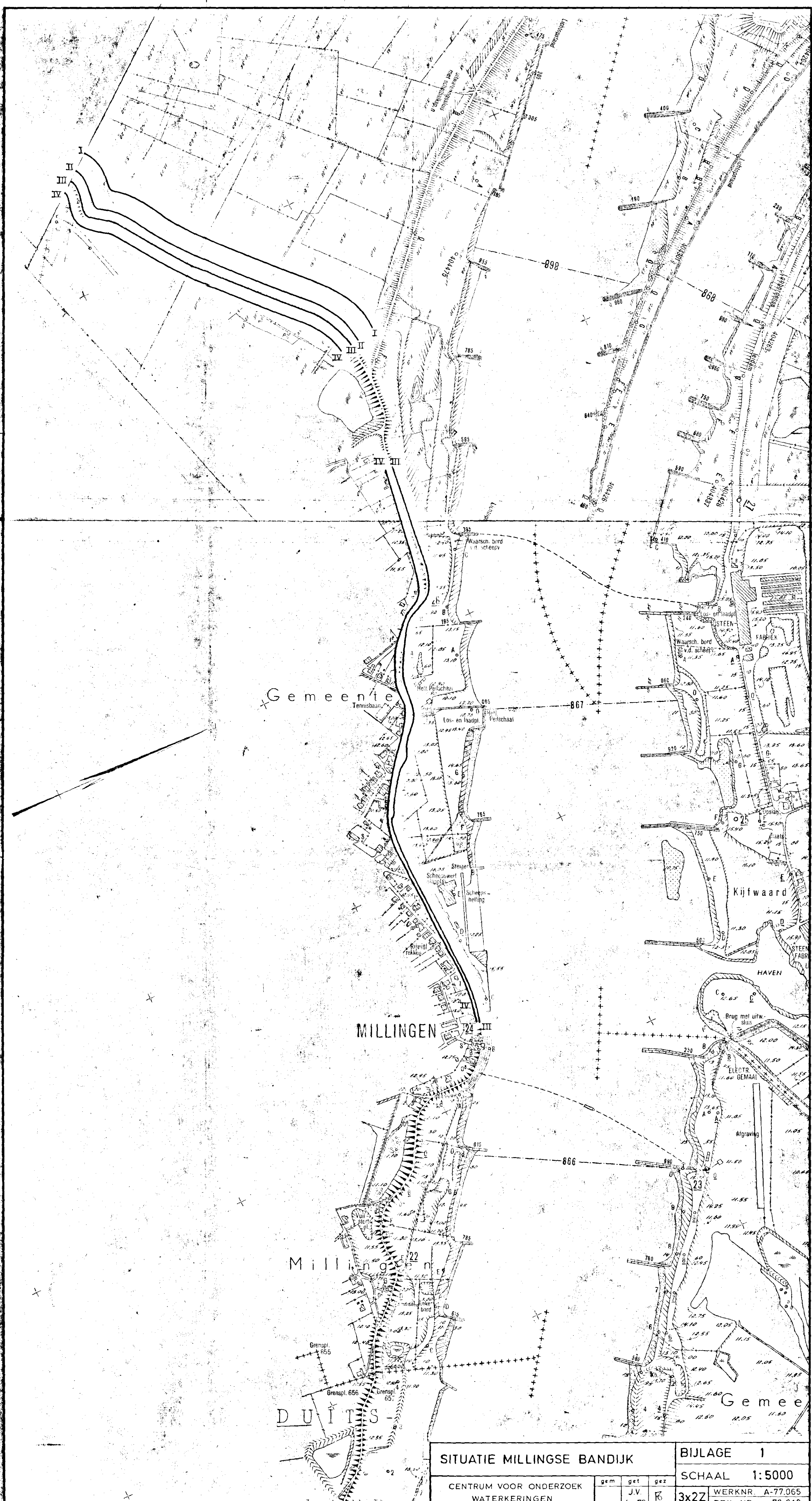
trench III langs de buitenkruinlijn, evenwel tussen dp 8 en 15 in de binnenkruinlijn.

trench IV ongeveer 10 m uit de binnenteen, waar dit in verband met aanwezige bebouwing niet mogelijk was is een meting verricht ter plaatse van de binnenteen.

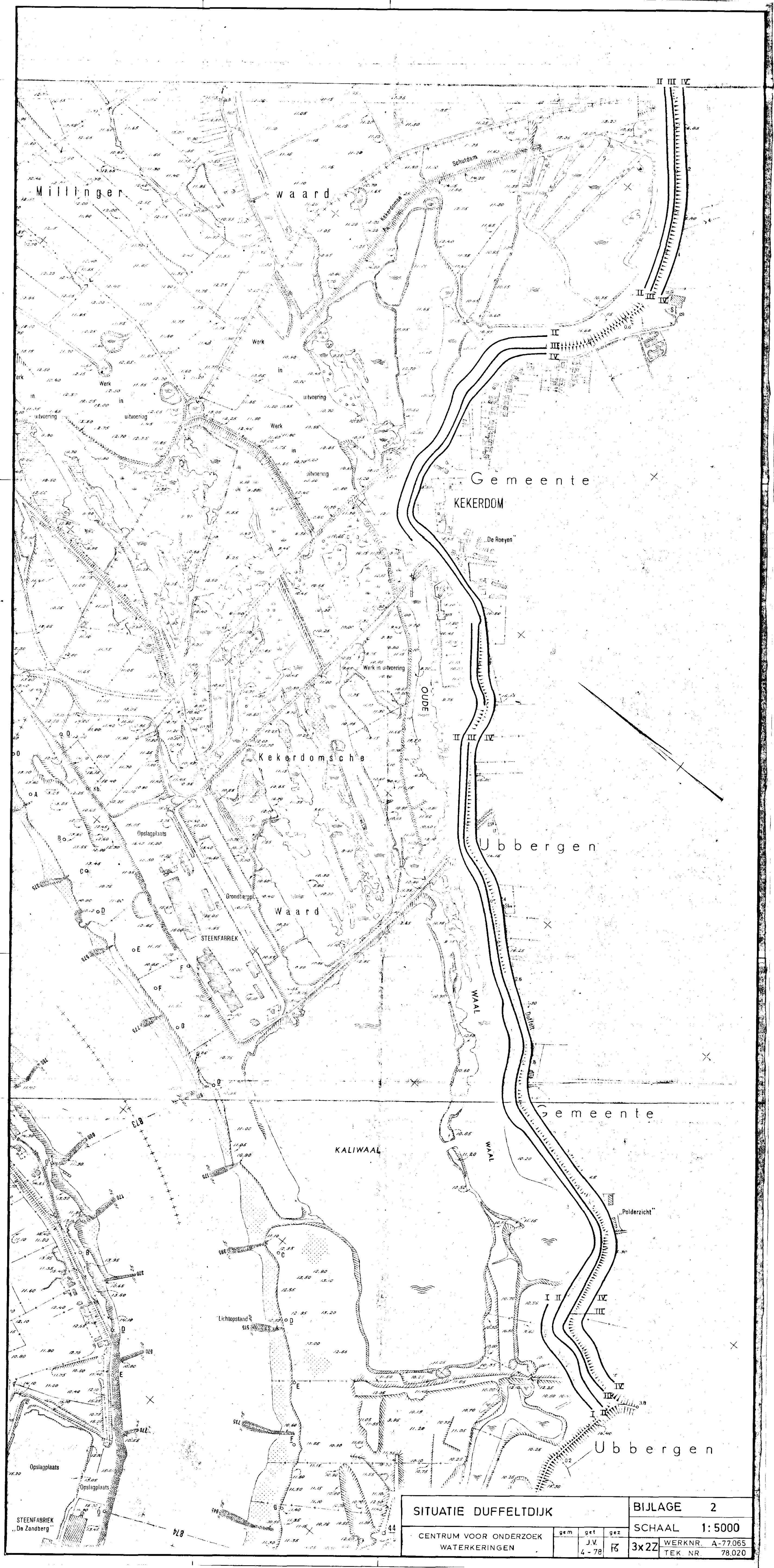
Tussen dp 34,65 en 37,25 zijn 4 trenches evenwijdig aan de as van de dijk gemeten.

Behalve de drie hierboven beschreven trenches kan in dit stuk ook trench I gemeten worden; ongeveer 50 m uit de buitenteen.

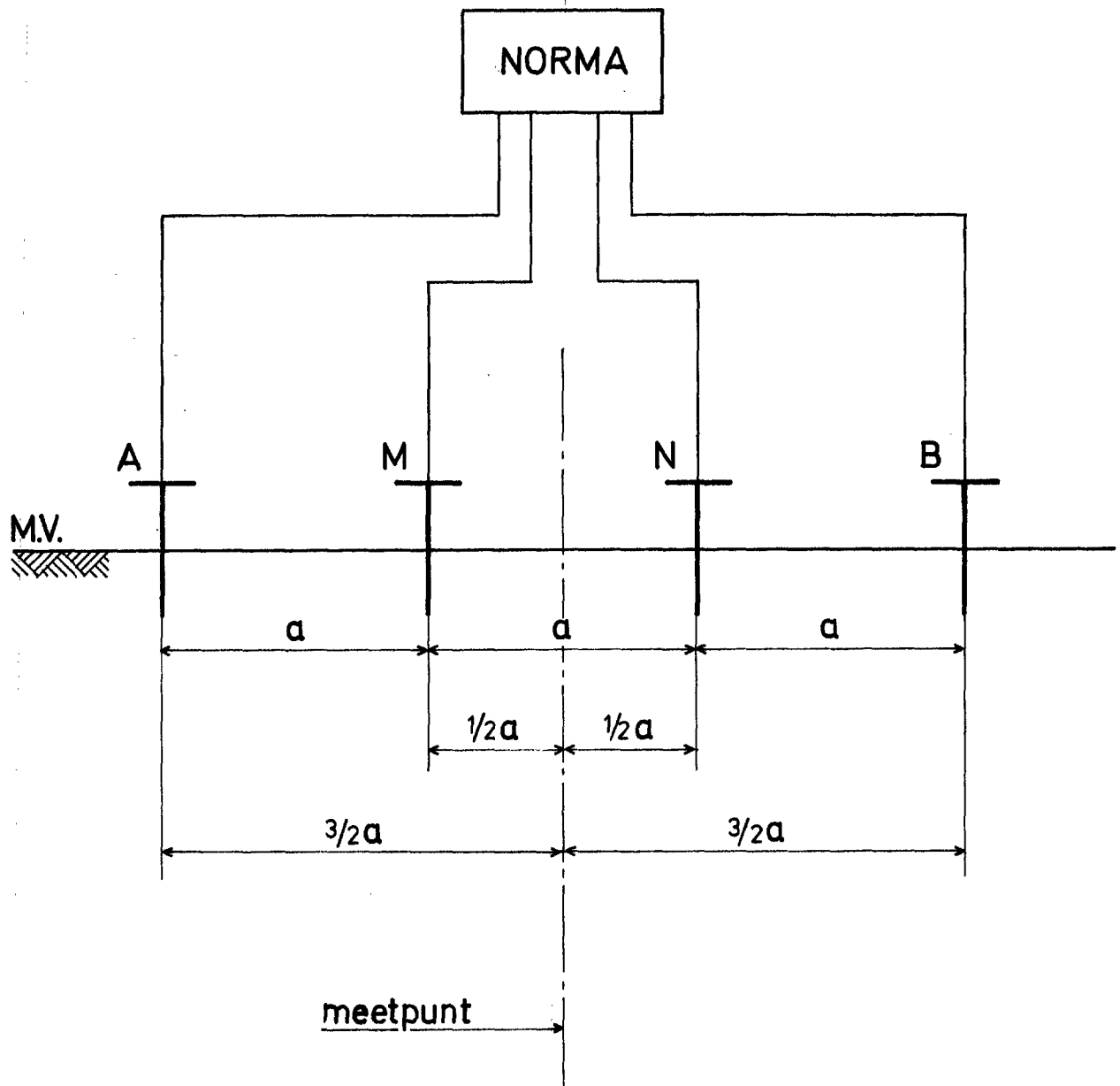
In alle trenches zijn de meetpunten op 25 meter afstand van elkaar gekozen.



SITUATIE MILLINGSE BANDIJK				BIJLAGE 1	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN				SCHAAL 1:5000	
				3x2Z	WERKNR. A-77.065 TEK NR 78.019

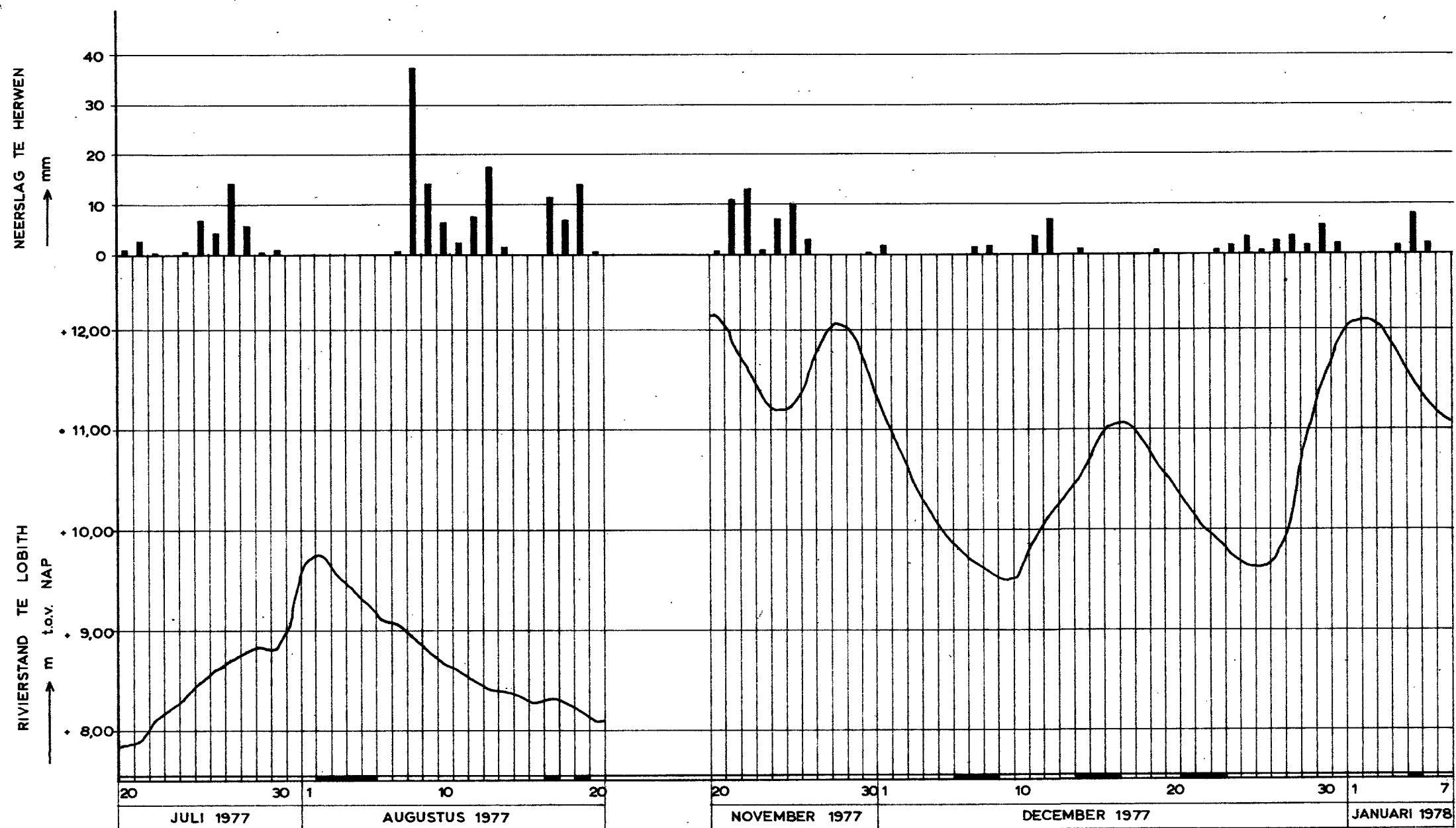


SITUATIE DUFFELTDIJK				BIJLAGE 2	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN				SCHAAL 1:5000	
	gem	get	gez	3x22	WERKNR. A-77.065 TEK NR 78.020
		J.V. 4-78	R		



A en B : stroomelektroden
M en N : potentiaalelektroden

SCHEMA WENNEROPSTELLING				BIJLAGE	3
				SCHAAL	-
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN	gem	get	gez	A4	WERKNR. A - 77.065
		J.V. 3 - 78	16		TEK. NR. 78.021



— DAGEN WAAROP WAARNEMINGEN ZIJN VERRICHT

RIVIERSTAND TE LOBITH,
NEERSLAG TE HERWEN

CENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGEN

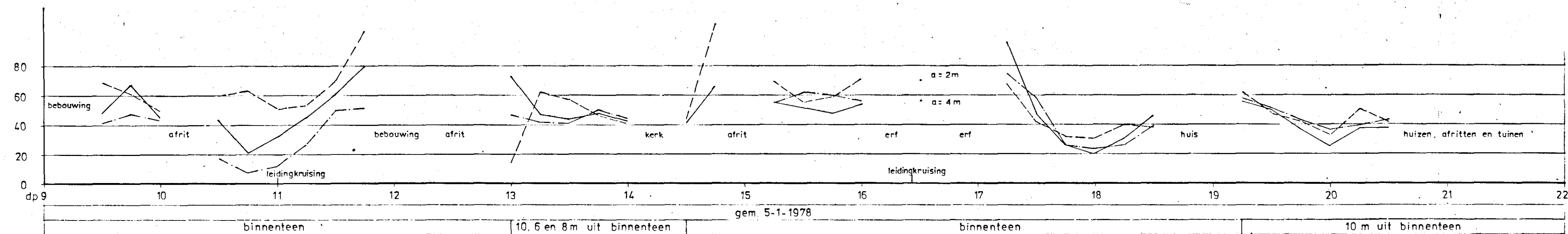
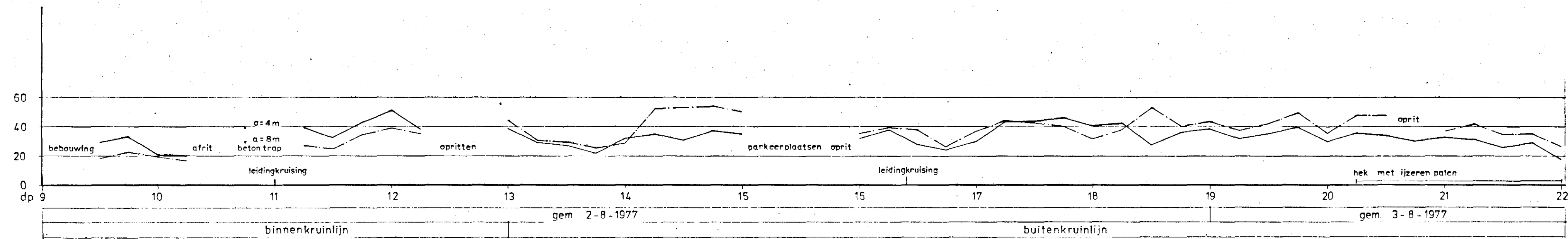
gem	get	gez
	vdl 478	FB

BIJLAGE 4

SCHAAL -

A3

WERKNR. A-77.065
TEK. NR. 78.022

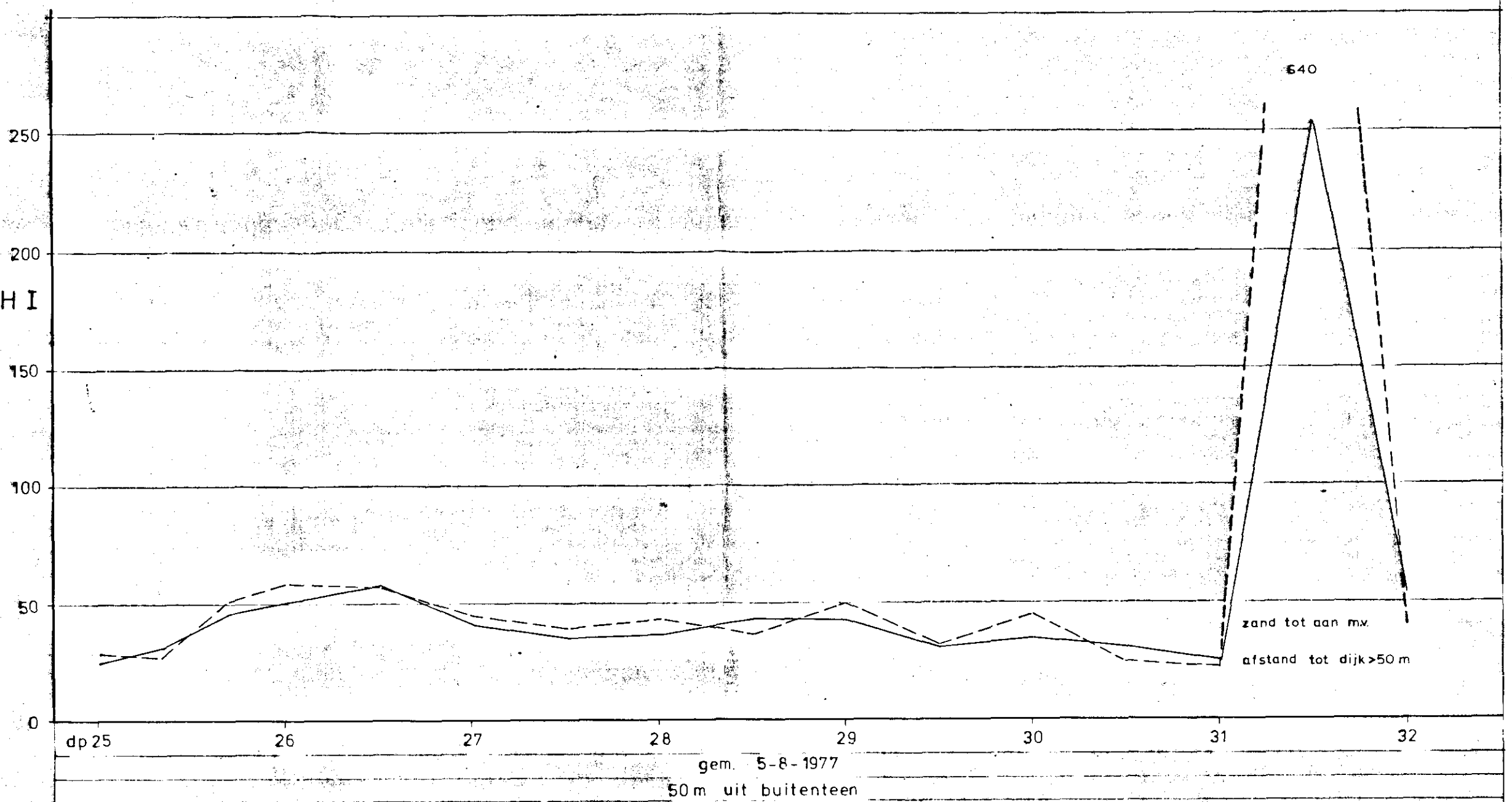


legenda

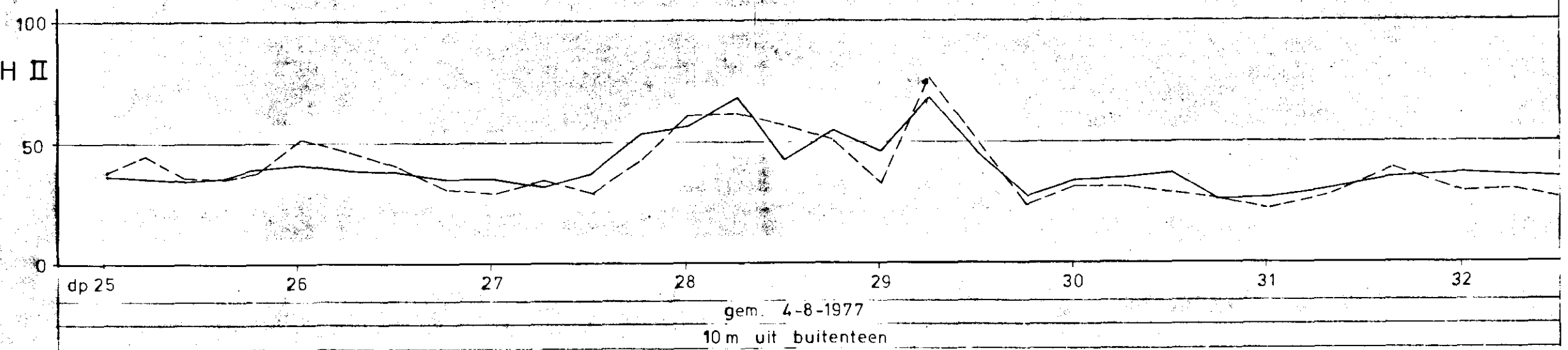
- $a = 2m$
- $a = 4m$
- $a = 8m$

RESULTATEN GEO-ELECTRISCH ONDERZOEK MILLINGSE BANDIJK				BIJLAGE 5	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN				SCHAAL -	
gem	get	gez		4Z	WERKNR. A-77 065
	vdI 478	15			TEK. NR. 78 023

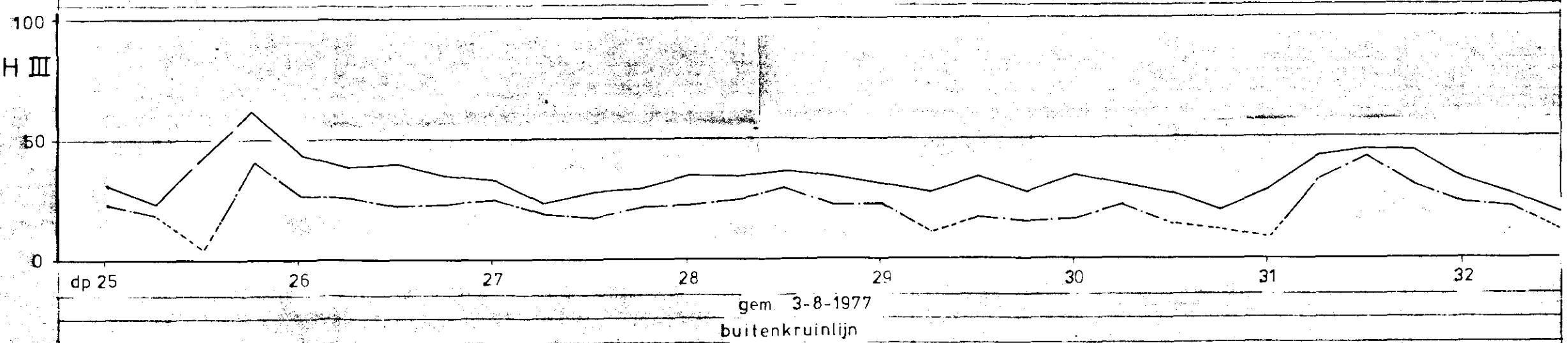
TRENCH I



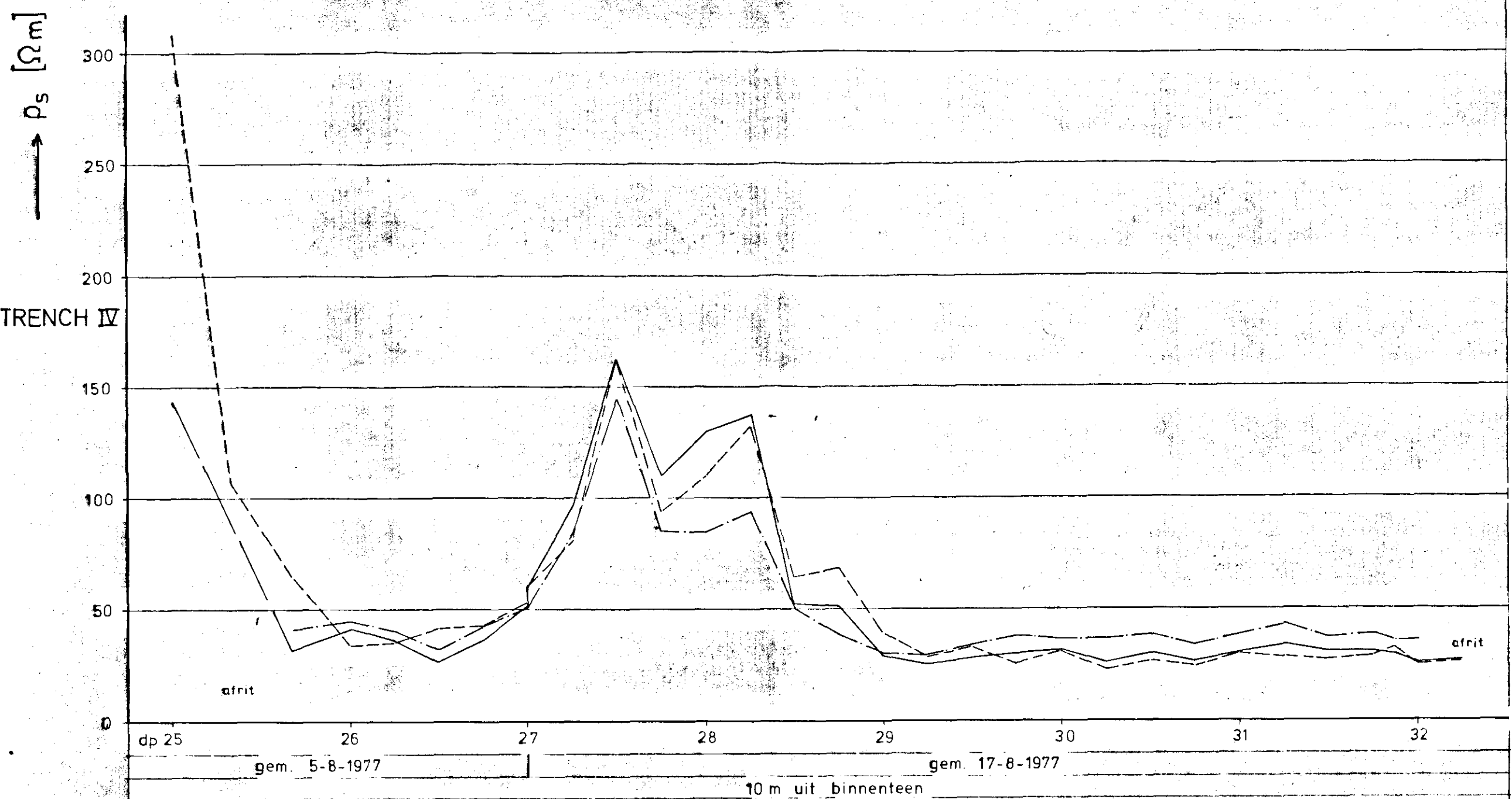
TRENCH II



TRENCH III



TRENCH IV



legenda

--- a = 2 m

— a = 4 m

--- a = 8 m

RESULTATEN GEO-ELECTRISCH
ONDERZOEK MILLINGSE BANDIJKCENTRUM VOOR ONDERZOEK
WATERKERINGENgem. get. gez.
vdl
4.78

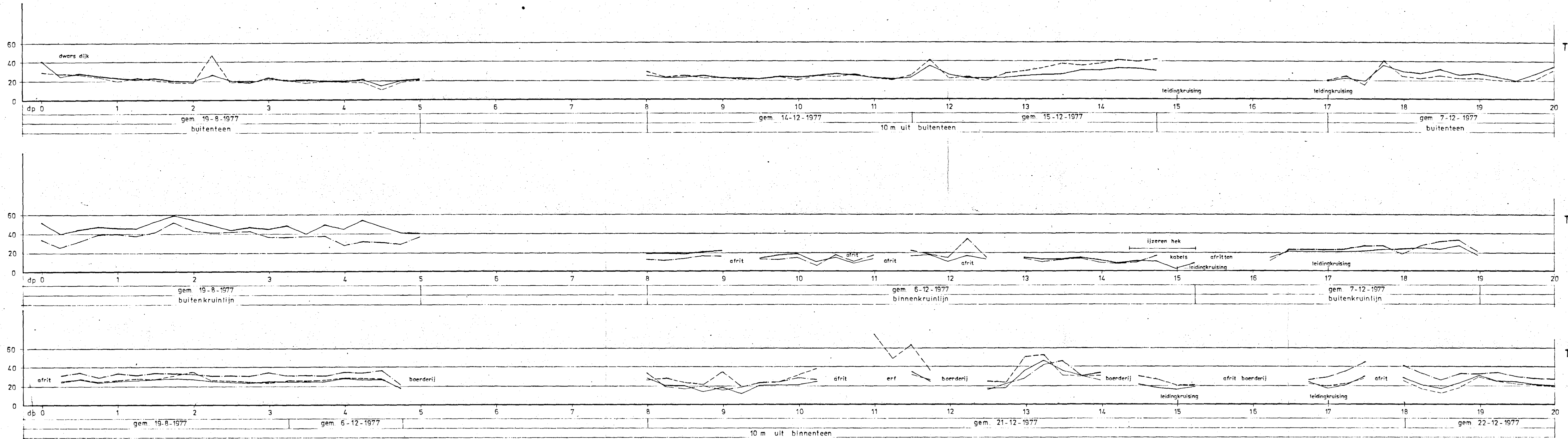
B

BIJLAGE 6

SCHAAL -

2x22 WERKNR. A-77 065
TEK. NR. 78 024MILLINGSE
BANDIJK
DUFFEL-
DIJK

$\rho_s [\Omega m]$



legenda

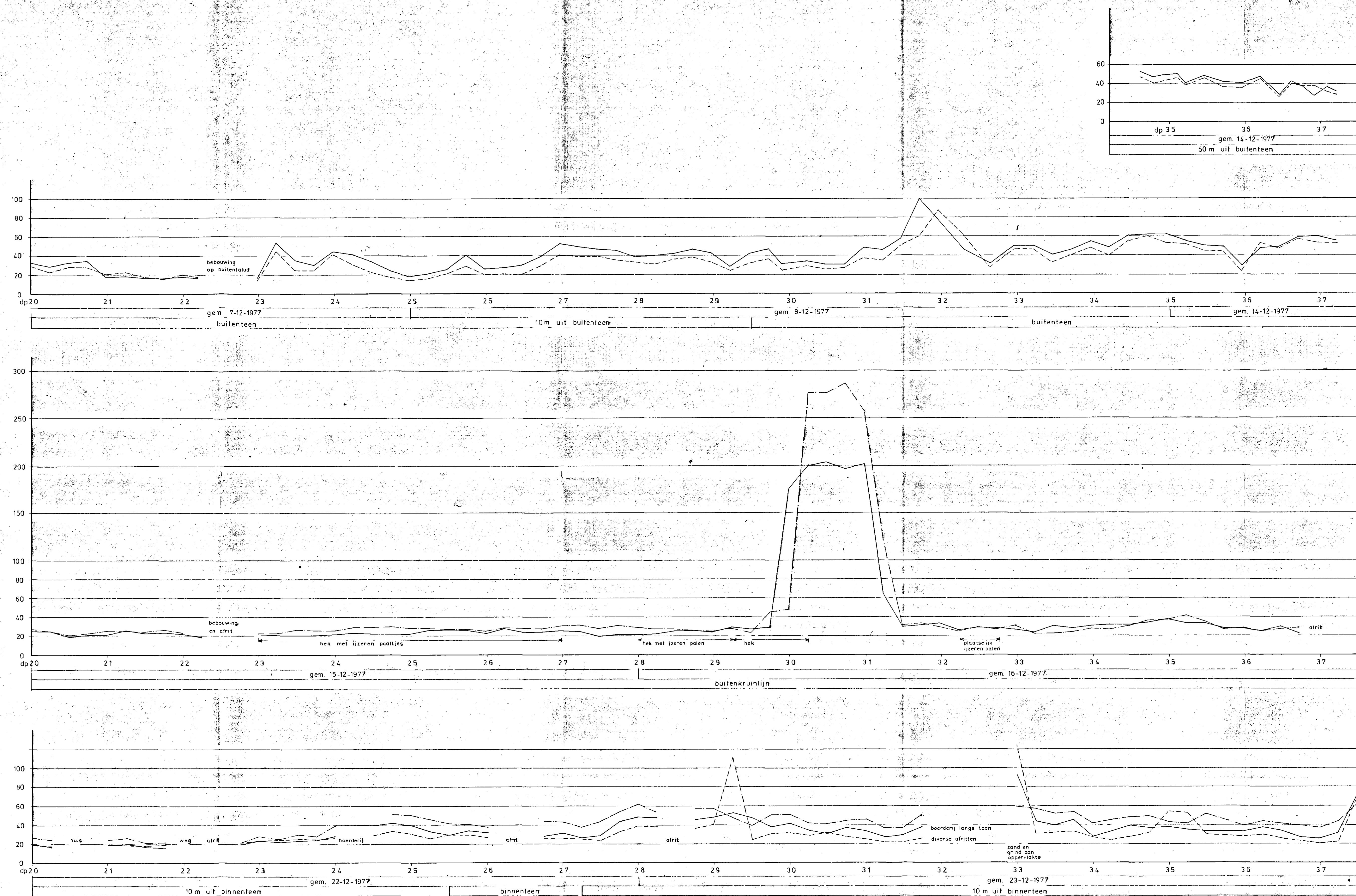
--- a = 2 m

— a = 4 m

— a = 8 m

RESULTATEN GEO-ELECTRISCH ONDERZOEK DUFFELTDIJK				BIJLAGE 7	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN				SCHAAL	
gem	get	gez		5Z	WERKNR. A-77.065
	vdI				TEK. NR. 78.025
	4.78	10			

ρ_s [Ω m]



TRENCH I

TRENCH II

TRENCH III

TRENCH IV

legenda

- $a = 2m$
- $a = 4m$
- · - $a = 8m$

RESULTATEN GEO-ELECTRISCH ONDERZOEK DUFFELDIJK				BIJLAGE 8	
CENTRUM VOOR ONDERZOEK WATERKERINGEN				SCHAAL -	
gem	get	gez	vd	fs	2x5Z
4.78					WERKNR. A-77.065
					TEK. NR. 78.026