

IJKING VAN EEN AANTAL MEETWAARDE-OPNEMERS

VOOR EEN DATA-LOGGING SYSTEEM

NOTA 22

Laboratorium voor Hydraulica en  
Afvoerhydrologie.

November 1971

1996 520

## INHOUD

1. Inleiding
2. Beschrijving van het data logging systeem
3. Beschrijving van de te ijken meetwaarde-opnemers
4. Beschrijving van het onderzoek
5. Veldmetingen

## 1. Inleiding

Eind 1970 is een begin gemaakt met het ijkten van een aantal meetwaardeopnemers te weten temperatuur en waterstand, aan te sluiten aan een data-logging systeem.

De ijkten werden verricht door de heer J.W.Kole.

Het onderzoek is te onderscheiden in twee groepen:

- a. Onderzoek naar de relatie tussen de temperatuur, gemeten met een N.T.C. (thermistor) en de registratie hiervan door het data-logging systeem.

Een N.T.C. is een temperatuur afhankelijke weerstand.

Het uitgangssignaal ligt in orde van grootte van K-ohm.

- b. Onderzoek naar de relatie tussen grondwaterstand en de registratie hiervan door het data-logging systeem.

De waterstand wordt gemeten met:

1. Een tastersysteem, waaraan gekoppeld een potentiometer
2. Een vlottersysteem, waaraan gekoppeld een potentiometer

Het uitgangssignaal ligt in beide gevallen in de orde van grootte van K-ohm.

## 2. Beschrijving van het data-logging systeem (fig.1)

Een data-logging systeem bestaat uit; meetwaardeopnemers, een scanner en ponsband apparatuur.

Voor de gebruikte meetwaarde opnemers is in beide gevallen een weerstand het input signaal naar de scanner.

Het bereik van de N.T.C.'s : 15 - 600 K-ohm

Het bereik van de waterstandsvolgers : 0 - 100 K-ohm

De scanner is een 10-punts-opnemer (ook wel 10 kanalen logger geheten), welke periodiek de ingeschakelde kanalen aftast en de gemeten signalen via een besturingskastje doorgeeft aan een bandponser.

Het scan-interval kan ingesteld worden op 7.5 minuut of een veelvoud hiervan, tot 60 minuten.

De bandponser is een Fisher en Porter, een 16-gats (ponsband) recorder welke ponst in BCD-code.

Met behulp van 2 code schrijver kan een maximale range bereikt worden van 0-9999 eenheden.

Voor wat betreft de temperatuur registratie en de waterstandsvolgers is de range beperkt van 0 tot 2000 eenheden.

3. Beschrijving van de te ijken meetwaarde opnemers.

a. Temperatuur opnemers.

De gebruikte N.T.C. is een UUT 43JI van Fenwal Electronics, Inc.

Van deze N.T.C. is bekend de relatie tussen de temperatuur en de bij die temperatuur optredende weerstand.

Dit is door de fabriek opgegeven (tabel 1A).

De temperatuur- en weerstandstolerantie worden door de fabriek gespecificeerd.

b. Het taster systeem.(fig.2)

Het taster systeem, beter bekend als het Heidemij-prikkertje, bestaat uit een licht metalen schijf met doorlopende groef, waarin een draad loopt.

Een van de uiteinden van de draad is aan de schijf gemonteerd, terwijl aan het andere einde een taster met 2 metalen pennetjes van ongelijke lengte is bevestigd.

De metalen pennetjes kunnen 3-5 mm in lengte verschillen, en zijn via een elektronische schakeling verbonden met de draad. Aan de as van de schijf zijn een gelijkstroom motortje, welke afhankelijk van de polariteit in twee richtingen kan draaien, en een 10-slagen potentiometer bevestigd.

Het principe van deze meter berust op weerstandsverandering tussen de pennetjes van de taster.

De schakeling bevindt zich in rust toestand indien alleen de langste pen het wateroppervlak raakt.

Het motortje trekt dan geen stroom.

Indien bij stijging van de waterspiegel ook het korte pennetje in aanraking komt met de waterspiegel, zal de weerstand tussen de pennetjes "laag" worden.

Hierdoor gaat de motor zo draaien dat de draad opgerold wordt, totdat de rusttoestand bereikt is.

Wanneer , bij daling van de waterspiegel geen van beide pennetjes in het water steekt, zal de weerstand tussen de pennetjes "hoog" zijn. Hierdoor gaat de motor in de andere richting draaien, zodat de draad wordt afgerold

totdat weer de rusttoestand bereikt is. De stand van de potentiometer is maatgevend voor de waterstand.

c. Het vlottersysteem.(fig.3)

Dit bestaat uit een bandschijf van lichtmetaal, die om de 2 cm van geleide pennetjes is voorzien. Op de schijf past een om de 2 cm geperforeerde vlotterband met aan de ene zijde een vlotter en aan de andere zijde een contra-gewicht.

Aan de schijf is een 3-slagen potentiometer gekoppeld. Indien de waterstand verandert zullen de schijf en aan de schijf gekoppelde potentiometer verdraaien.

De weerstandswaarde van de potentiometer is dan een maat voor de waterstand.

4. Beschrijving van het onderzoek

In de ijking zijn twee stappen te onderscheiden:

1. Bepaling van de relatie tussen meetwaarde en de output van de meetwaarde opnemers.
2. Bepaling van de relatie tussen output en de registratie.

Eerste stap:

- N.T.C. - Om de relatie te vinden tussen de temperatuur en de hierbij behorende weerstand, de output van de N.T.C., wordt gebruik gemaakt van de door de fabriek opgegeven specificatie's (zie tabel 1A en fig.4)  
In de praktijk wordt gebruik gemaakt van de range - 30°C tot + 40°C en slechts deze range wordt vermeld in tabel 1A.  
Voor de nauwkeurigheid wordt verwezen naar figuur 4 en de fabriek specificatie's.
- taster - Om de relatie te vinden tussen de meetwaarde (waterstand) en de output (weerstand) van de meetwaarde-opnemer van de taster werd het te ijken instrument boven een met water gevulde transparante buis geplaatst.  
De lengte van de buis is 234 cm en heeft een diameter van 20 cm. Aan de buitenkant van de buis is een mm-verdeling aangebracht waarvan het nulniveau zich op 10 cm boven de onderzijde van de buis bevindt. Op 5 cm vanaf de onderkant van de buis is een opening met een kraan. Hierdoor kan water in- en afvoer plaats vinden, waardoor er in de buis een niveau verandering optreedt.

De opstelling van de waterstandvolger is weergegeven in fig. 5. Teneinde de taster te ijken werd de waterhoogte gevarieerd tussen 0 en 210 cm, in stappen van 2 cm in, voor zowel stijgende als dalende waterspiegel.

De resultaten van de ijking zijn weergegeven in tabel 2.

vlotter- Om bij het vlottersysteem de relatie te vinden tussen de meetwaarde en de output van de meetwaarde-opnemer, is ook hier gebruik gemaakt van de met water gevulde transparante buis. In tabel 3. zijn de resultaten weergegeven van de in stappen van 5 cm in zowel stijgende als dalende waterspiegel voor de vlotter. Aflezing 67. op de buis komt overeen met 0 cm in de tabel en 217 met 150 cm in de tabel. De meetopstelling is eveneens in figuur 5. weergegeven.

#### Tweede stap:

De tweede stap is dezelfde voor zowel temperatuur als waterstandsvolgers.

In het laboratorium werd de relatie tussen de uitslag van de Fischer en Porter en de hierbij behorende weerstand onderzocht.

Hiervoor werd de weerstand d.m.v. een nauwkeurige weerstandsbank ingesteld en de uitslag van de Fischer en Porter genoteerd. De ijking werd verricht voor zowel toenemende als afnemende weerstand, zie tabel 4 en grafiek 2.

#### 5. Veldmetingen

Om een juiste indruk te verkrijgen van de relatie tussen de Fischer en Porter registratie en grondwaterstand in de veldopstelling, zijn ter plaatse aanvullende metingen verricht.

Dit gebeurde zowel bij hoge als bij lage grondwaterstanden, dit om een zo groot mogelijke range te bestrijken.

Om een zo groot mogelijke nauwkeurigheid te verkrijgen werden de twee grondwaterstandsbuizen en een peilbuis gewaterpast (fig. 6.).

Enkele keren per dag werden de Fischer en Porter stand van de kanalen 8 en 9 <sup>\*</sup>), de diepte van de vlotter, de diepte van het prikkertje en de grondwaterdiepte van de peilbuis genoteerd (tabel 5.).

De genoteerde waarden werden ingepast in de in het laboratorium bepaalde grafieken (grafiek 2).

---

<sup>\*</sup>) - De kanalen 1 t/m 7 worden gebruikt voor de temperatuurregistratie en de kanalen 8 en 9 voor de waterstandsregistratie..

## 6. Verklaring en berekening.

Grafiek 2. is in twee gedeelten opgezet.

In het geval dat er apparatuur verwisseld of gerepareerd moet worden, is het mogelijk om snel een vervangende grafiek te verkrijgen, door in het veld enkele metingen te verrichten, en behoeft niet de gehele apparatuur opnieuw geijkt te worden.

Als controle werden enkele veldmetingen voor het prikkertje en vlotter verricht; het bleek toen dat er een verschuiving voor het prikkertje naar beneden is opgetreden.

Dit kwam enerzijds doordat de hoogte van de opstelling in het laboratorium niet overeenkwam met de hoogte van de opstelling in het veld, en anderzijds doordat er een reparatie aan het prikkertje was uitgevoerd, waarbij de lengte van de draad is veranderd.

Bij de vlotter was het verschil kleiner. Dit kwam doordat er een geringe hoogteverschil tussen laboratorium en veldopstelling aanwezig was.

Omdat uit de ijking is gebleken, dat de relatie tussen meetwaarde en weerstand lineair is, kan tussen laboratorium- en veldijking slechts een evenredige verschuiving van de lineaire relatie optreden.

Deze verschuiving is uit laboratorium- en veldmetingen te berekenen.

Allereerst werd met behulp van een lineair regressieprogramma met de CDC-3200 computer van de Landbouwhogeschool de relatie tussen waterstand en weerstand van de laboratoriummetingen berekend.

Voor zowel het prikkertje als de vlotter geldt de volgende relatie tussen  $y$  (meetwaarde) en  $x$  (de weerstand):

$$y = ax + b.$$

Voor  $a$  en  $b$  werden via de computer de volgende waarden berekend, voor het

prikkertje :  $a = -3,12983$  en  $b = 300,54677$ ,

voor de vlotter :  $a = -0,65994$  en  $b = 148,93903$ ,

zodat geldt: prikkertje:  $y = -3,12983x + 300,54677$

vlotter :  $y = -0,65994x + 148,93903$ .

Het rechtlijnig verband van de veldmetingen is na evenwijdige verschuiving van de lijn van de laboratoriummetingen als volgt te berekenen.

Voor elk punt geldt:

$$b_i = y_i - ax_i, (i = 1 - 39)$$

Voor het gemiddelde van de 39 verzamelde veldmetingen van het prikkertje (tabel 5.) werd gevonden:  $b = 281,83137$

voor de vlotter :  $b = 151,99227$ .

De spreiding die de verzamelde punten t.o.v. de berekende lijn hebben is een maat voor de nauwkeurigheid van het geijkte instrument, en is als volgt te berekenen:

$$G = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

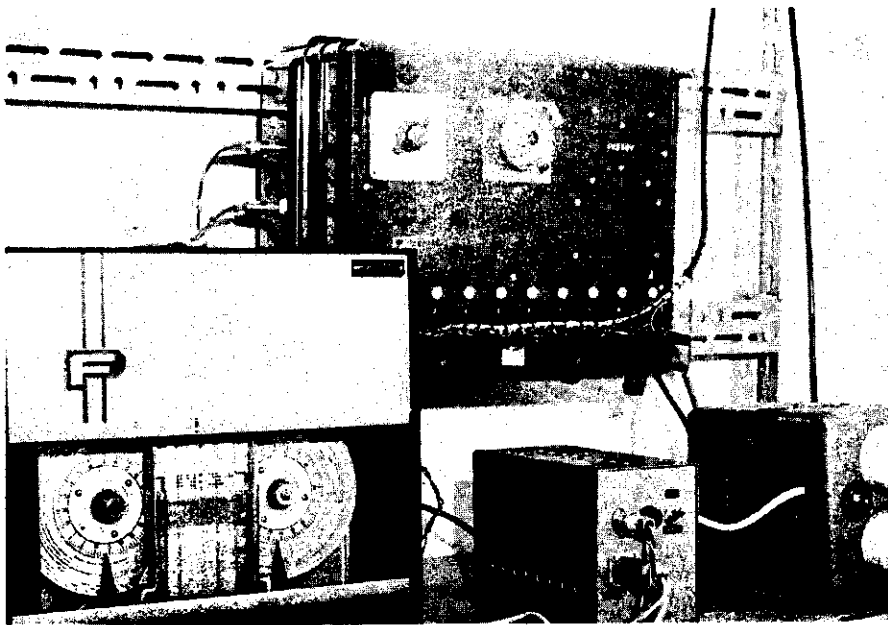
Voor het prikkertje is gevonden  $G = 1,215$  en voor de vlotter  $G = 0,634$  cm.

#### Conclusies.

Het opsplitsen van de ijking in twee stappen maakt het mogelijk om afzonderlijke gedeelten van de meetuitrusting te ijken en te controleren, waardoor extra werk wordt voorkomen.

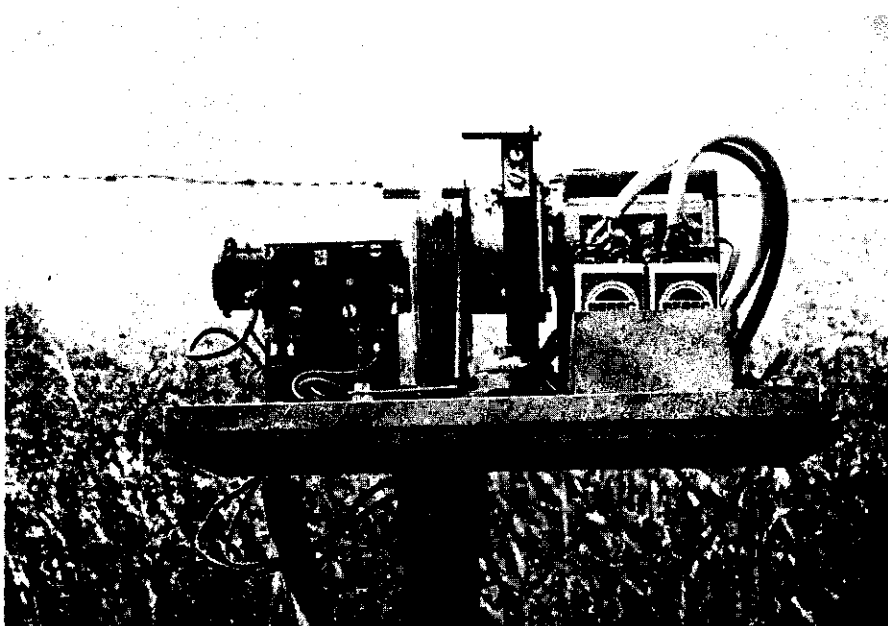
De verschuiving van de lineaire relatie tussen meetwaarde en weerstand tussen laboratorium- en veldijking is vrij gemakkelijk te berekenen, maar zal regelmatig gecontroleerd moeten worden.





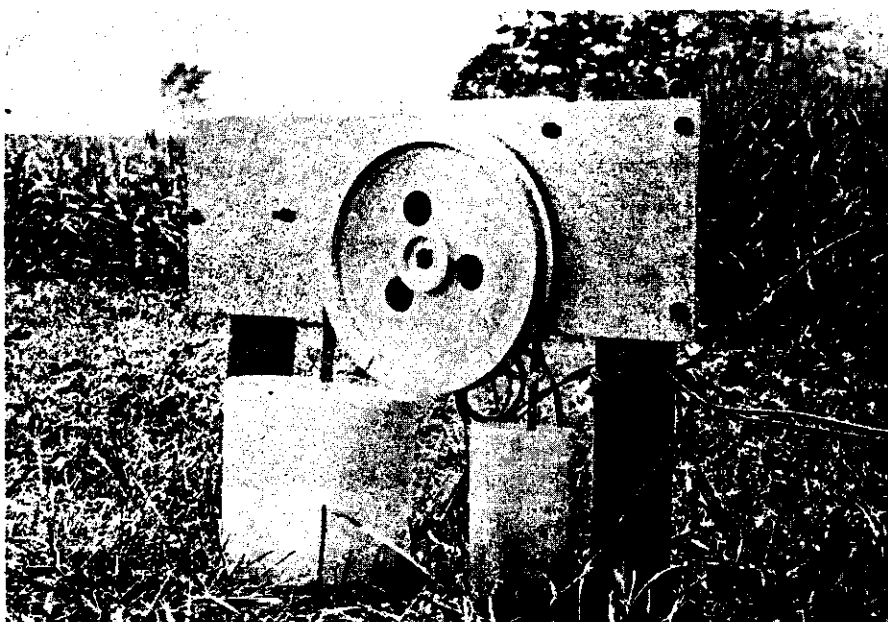
DATALOGGER

FIGUUR 1



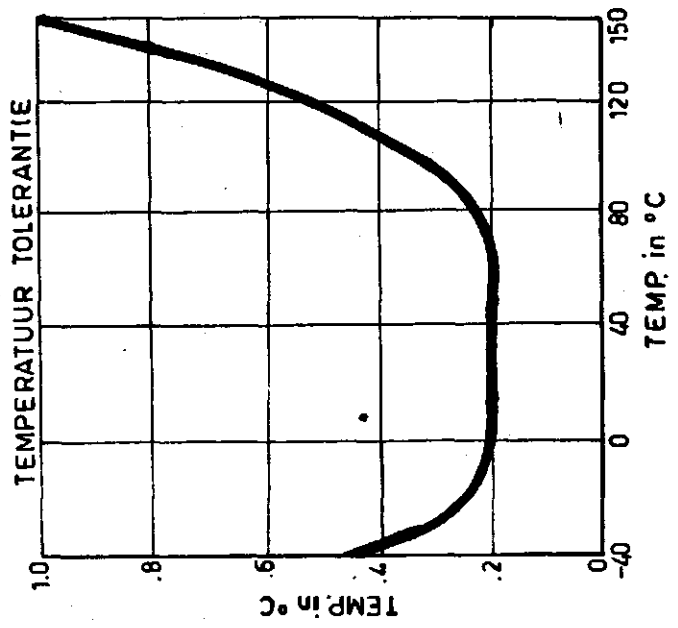
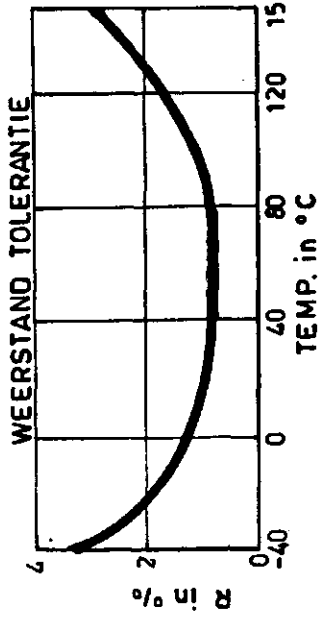
HEIDEM'JPRIKKERTJE

FIGUUR 2

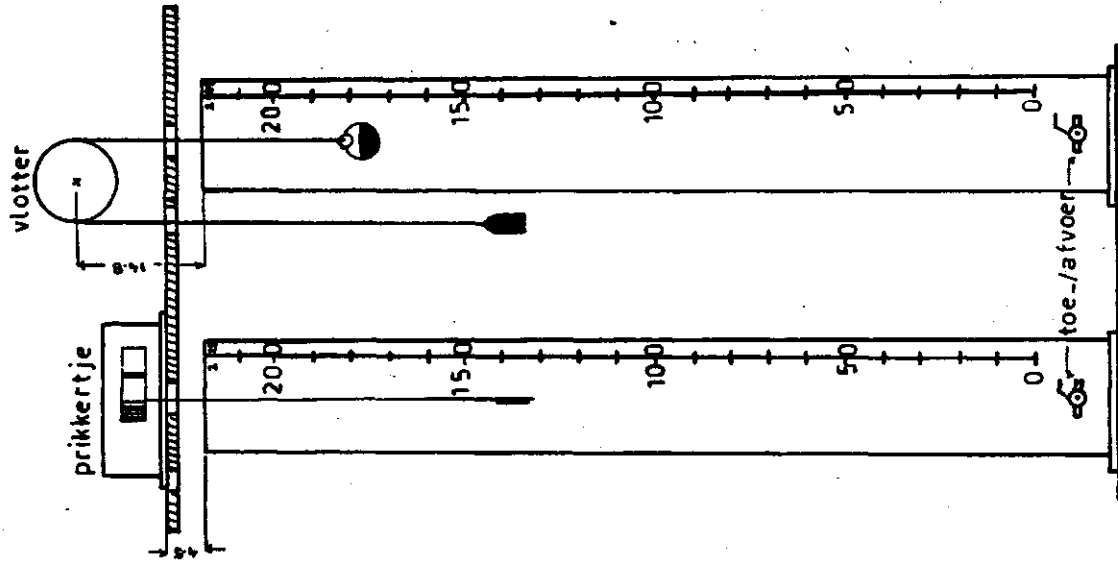


VLOTTER SUSTEEM

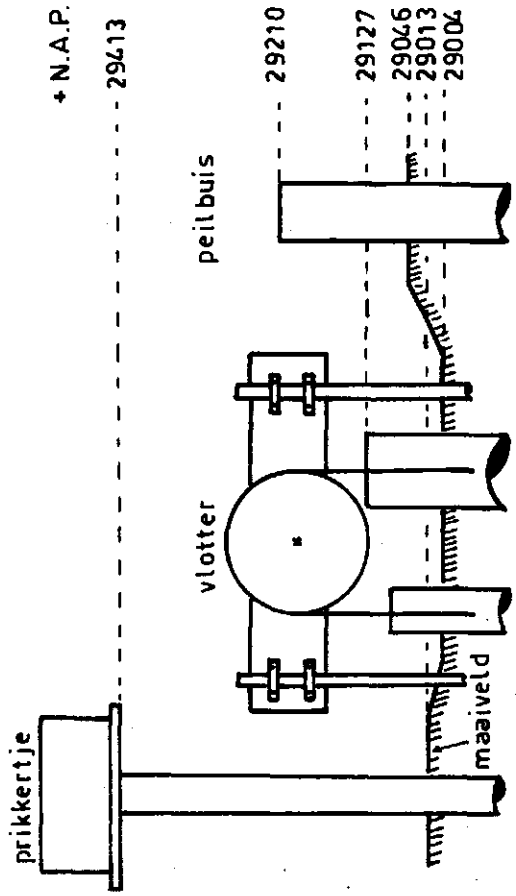
FIGUUR 3



LAB. OPSTELLING



VELDOPSTELLING



FIGUUR 4

FIGUUR 5

FIGUUR 6

TABEL 1

Temp. in °C.	A Weerstand in ohm	B Gem. uitslag Fischer en Porter	Temp. in °C.	A Weerstand in ohm	B Gem. uitslag Fischer en Porter
- 30	619.200	0041	6	76.616	0943
- 29	580.620	0049	7	72.738	0982
- 28	544.650	0060	8	69.077	1019
- 27	511.100	0070	9	65.620	1055
- 26	479.810	0092	10	62.354	1092
- 25	450.610	0101	11	59.268	1128
- 24	423.340	0116	12	56.352	1166
- 23	397.870	0142	13	53.594	1204
- 22	374.070	0154	14	50.986	1240
- 21	351.830	0173	15	48.519	1277
- 20	331.030	0190	16	46.184	1313
- 19	311.580	0207	17	43.974	1347
- 18	293.370	0235	18	41.882	1386
- 17	276.330	0257	19	39.900	1421
- 16	260.370	0274	20	38.022	1456
- 15	245.420	0299	21	36.242	1491
- 14	231.410	0320	22	34.556	1525
- 13	218.280	0346	23	32.956	1559
- 12	205.960	0366	24	31.439	1594
- 11	194.410	0397	25	30.000	1627
- 10	183.560	0424	26	28.634	1660
- 9	173.380	0453	27	27.336	1692
- 8	163.820	0480	28	26.107	1722
- 7	154.840	0509	29	24.937	1752
- 6	146.400	0536	30	23.827	1785
- 5	138.470	0570	31	22.771	1814
- 4	131.000	0601	32	21.768	1842
- 3	123.990	0633	33	20.814	1871
- 2	117.380	0667	34	19.907	1899
- 1	111.160	0697	35	19.044	1926
0	105.310	0732	36	18.223	1951
1	99.792	0768	37	17.441	1979
2	94.596	0803			
3	89.698	0836			
4	85.080	0873			
5	80.725	0910			

TABEL 2.

Stijgende waterspiegel.

Diepte in cm	Weerstand in K ohm	Diepte in cm	Weerstand in K ohm	Diepte in cm	Weerstand in K ohm	Diepte in cm	Weerstand in K ohm
0	28	64	48.1	126	68.0	188	88.0
2	28.8	66	48.9	128	68.8	190	88.3
4	29.1	68	49.7	130	69.6	192	89.0
6	29.9	70	50.1	132	70.0	194	90.0
8	30.8	72	50.9	134	70.8	196	90.8
10	31.1	74	51.2	136	71.4	198	91.3
12	31.9	76	52.0	138	72.0	200	92.0
14	32.5	78	52.8	140	72.8	202	93.1
16	33.0	80	53.1	142	73.3	206	93.9
18	33.9	82	54.0	144	74.0	208	94.3
20	34.9	84	54.3	146	74.7	210	95.0
22	35.1	86	55.2	148	75.1		
24	35.8	88	55.9	150	75.8		
28	36.8	90	56.8	152	76.6		
30	37.5	92	57.1	154	77.0		
32	38.0	94	58.0	156	77.5		
34	38.9	96	58.4	158	78.0		
36	39.1	98	59.3	160	78.9		
38	39.9	100	59.9	162	79.5		
40	40.8	102	60.6	164	80.2		
42	41.1	104	61.1	166	81.0		
44	41.9	106	61.8	168	81.2		
46	42.5	108	62.2	170	82.0		
48	43.0	110	63.0	172	82.8		
50	43.9	112	63.8	174	83.1		
52	44.8	114	64.0	176	84.0		
54	45.0	116	64.8	178	84.8		
56	45.8	118	65.6	180	85.1		
58	46.2	120	66.2	182	86.0		
60	47.0	122	66.9	184	86.8		
62	47.9	124	67.2	187	87.7		

TABEL 2 (vervolg)

Dalende waterspiegel.

Diepte in cm	Weerstand in K ohm	Diepte in cm	Weerstand in K ohm	Diepte in cm	Weerstand in K ohm	Diepte in cm	Weerstand in K ohm
0	28.0	66	49.0	130	69.8	198	91.2
2	28.8	68	49.8	132	70.2	200	92.0
4	29.2	70	50.3	134	70.8	202	92.8
6	30.0	72	51.0	136	71.2	204	93.0
8	30.8	74	51.5	138	72.0	206	94.0
10	31.2	76	52.2	140	72.8	208	94.2
12	32.0	78	53.0	142	73.4	210	94.9
14	32.6	80	53.6	144	74.0	211	95.0
16	33.2	82	54.2	146	74.8		
18	33.9	84	54.9	148	75.4		
21	34.9	86	55.3	150	76.0		
22	35.0	88	56.0	152	76.8		
24	35.8	90	57.0	154	77.0		
26	36.2	92	57.4	156	78.0		
28	36.9	94	58.1	160	79.2		
30	37.2	96	58.8	162	80.0		
32	38.1	98	59.3	164	80.6		
34	39.0	100	60.0	166	81.0		
36	39.6	102	60.4	168	81.8		
38	40.1	104	61.2	170	82.2		
40	40.8	106	62.0	172	83.1		
42	41.2	108	62.8	176	84.3		
44	42.0	110	63.1	178	85.0		
46	42.4	112	63.9	180	85.9		
48	43.2	114	64.5	182	86.5		
50	43.9	116	65.1	184	87.0		
52	44.7	118	65.9	187	88.0		
54	45.1	120	66.5	188	88.2		
56	45.9	122	67.2	190	89.0		
58	46.4	124	67.9	192	89.3		
60	47.1	126	68.3	194	90.0		
62	47.9	128	69.0	196	90.4		

**TABEL 3.****Stijgende waterspiegel**

Diepte in cm	Weerstand in K ohm
0	0.6
5	3.95
10	7.22
15	10.88
20	13.9
25	17.1
30	20.2
35	23.5
40	27.0
45	30.2
50	33.8
55	37.0
60	40.2
65	43.8
70	46.8
75	49.9
80	53.2
85	56.8
90	60.0
95	63.2
100	66.5
105	70.0
110	73.2
115	76.8
120	79.0
125	83.0
130	86.5
135	90.0
140	93.0
145	96.5
150	99.8

**Dalende waterspiegel**

Diepte in cm	Weerstand in K ohm
0	1.1
5	4.4
10	7.5
15	10.8
20	14.1
25	17.7
30	20.9
35	24.0
40	27.2
45	30.9
50	34.2
55	37.2
60	40.8
65	44.0
70	47.2
75	50.2
80	53.9
85	57.0
90	60.8
95	64.0
100	67.2
105	70.2
110	73.8
115	77.0
120	80.2
125	83.8
130	87.0
135	90.2
140	93.4
145	97.0
150	99.8

TABEL 4.

Ingestelde weerstand in K ohm	Stand F. en P. toenemende weerstand	Stand F. en P. afnemende weerstand
100	0644.5	0643.5
95	0671.5	0666.5
90	0698.0	0696.0
85	0722.0	0722.0
80	0752.0	0754.0
75	0789.0	0785.0
70	0822.0	0818.0
65	0859.0	0857.0
60	0899.5	0897.5
55	0940.0	0942.0
50	0991.0	0984.5
45	1039.0	1038.0
40	1097.0	1092.0
35	1155.0	1156.0
30	1223.5	1221.5
25	1298.5	1296.0
20	1381.5	1378.5
15	1473.0	1471.0
10	1575.5	1575.5
5	1692.0	1693.0
0	1827.5	1827.5

TABEL 5.

Ned. Heide Mij. prikkertje.

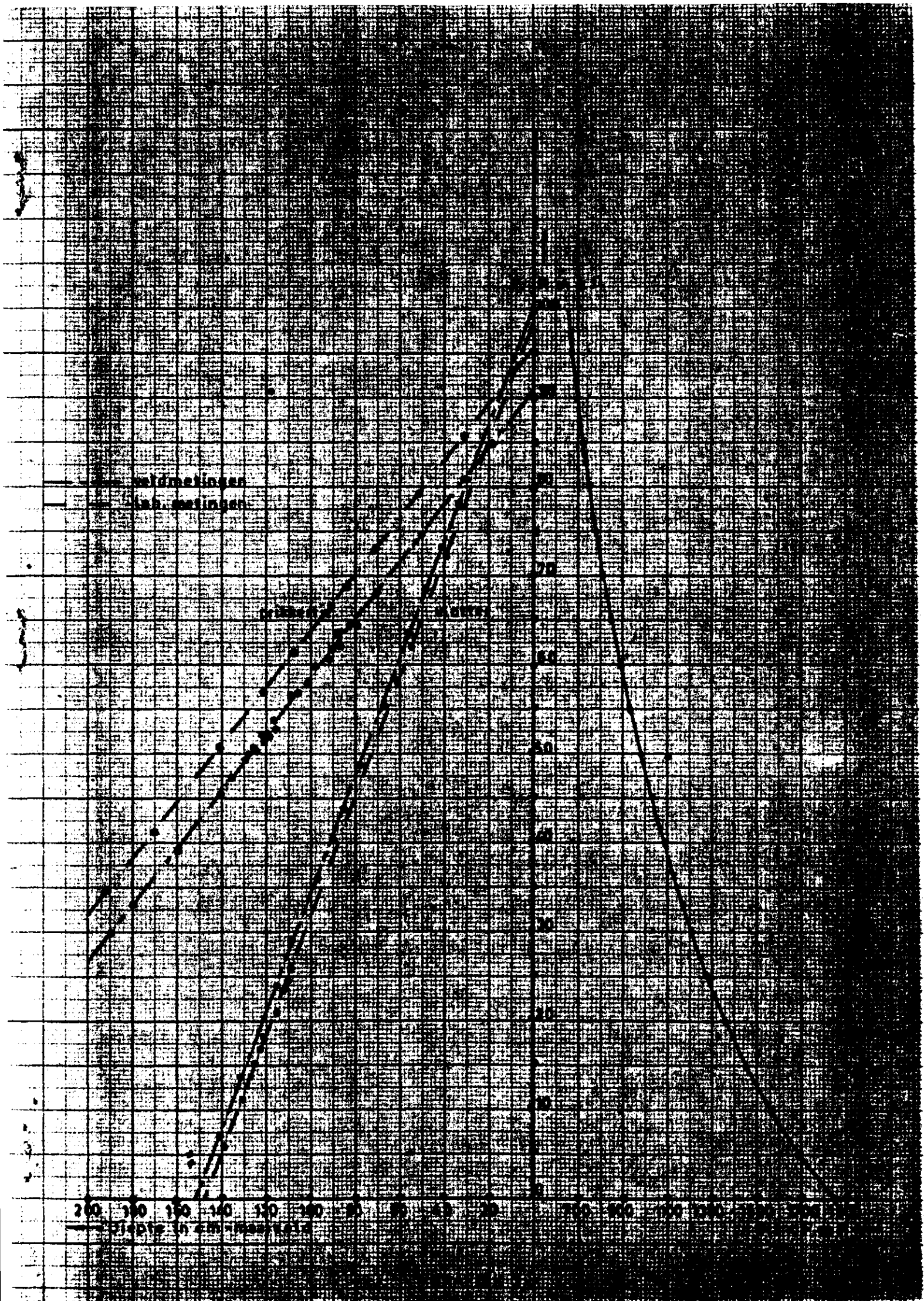
Stand F. en P.	Diepte in cm beneden maaiveld	Stand F. en P.	Diepte in cm beneden maaiveld
862	78.6	970	119.1
864	78.6	971	118.6
868	80.6	971	118.6
885	87.6	973	119.6
894	91.6	973	119.6
905	95.6	974	120.6
918	100.6	977	120.6
925	103.1	977	120.6
926	103.6	987	124.6
927	104.6	988	124.6
929	106.6	989	125.6
956	114.6	990	126.1
962	113.6	991	125.6
964	116.1	992	127.1
969	117.6	999	128.1
969	117.6	1017	132.6
969	117.6	1022	134.6
970	118.6	1024	135.1
908	96.6	1024	135.1
925	103.6	1025	133.6



TABEL 5 (vervolg)

Vlotter-systeem.

Stand F. en P.	Diepte in cm beneden maaiveld	Stand F. en P.	Diepte in cm beneden maaiveld
1001	77.7	1341	118.2
1008	77.7	1334	117.7
1016	79.7	1336	117.7
1061	86.7	1346	118.7
1088	90.7	1348	118.7
1119	94.7	1352	119.7
1127	95.7	1359	119.7
1165	99.7	1366	119.7
1185	102.2	1399	123.7
1187	102.7	1403	123.7
1190	102.7	1413	124.7
1191	103.7	1416	125.2
1385	105.7	1411	124.7
1290	113.7	1426	126.2
1302	112.7	1442	127.2
1328	115.2	1519	131.7
1335	116.7	1524	133.7
1332	116.7	1540	134.2
1333	116.7	1544	134.2
1336	117.7	1522	132.7



•C↑

40

30

20

10

0

-10

-20

-30

Epstein 12 (Stand F.m.P.)

Stand F.m.P.

2000

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

GRAF. EK 3