

VERTIKALE WEERSTAND VAN HET AFDEKKEND PAKKET

IN NOORD-HOLLAND

WERKGROEP NOORD-HOLLAND

VII

M. Wijnsma

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking.



JSH 175366-02

I N H O U D

	blz.
INLEIDING	1
MEETPRINCIPE	2
UITVOERING VAN HET ONDERZOEK	4
BEREKENING VAN DE C-WAARDEN	5
SAMENVATTING	7
SYMBOLENLIJST	8
LITERATUUR	9

INLEIDING

In het kader van een onderzoek naar de waterkwaliteit in Noord-Holland is een geo-hydrologisch onderzoek uitgevoerd. Een onderdeel van dit onderzoek vormde de bepaling van de verticale weerstand of c-waarde van het afdekkend pakket. Deze constante stelt een verticale stromingsweerstand voor en geeft in relatie met het potentiaalverschil tussen de stijghoogte van het grondwater in de watervoerende laag en het freatisch vlak de intensiteit van de verticale stroming. Voor bepaling van de c-waarde zullen een aantal methoden worden toegepast. In deze nota zullen de verkregen resultaten, gebaseerd op metingen aan ongestoorde monsters en potentiaalverschillen worden toegelicht. In een later stadium zullen de volgens andere methoden verkregen c-waarden met de in deze nota gegeven resultaten, worden samengevoegd.

MEETPRINCIPE

In Noord-Holland kan de geo-hydrologische gesteldheid schematisch worden voorgesteld door een of meerdere watervoerende lagen, die aan de top worden begrensd door veelal slecht doorlatende klei- en veenlagen. Aangezien de doorlatendheid in de eerste watervoerende laag veel groter is dan de doorlatendheid van het afdekkend pakket is de stroming in het afdekkend pakket praktisch vertikaal en geldt:

$$v_z c = (h'' - h') \quad (1)$$

Verder is

$$c = \frac{D}{k_v} \quad (2)$$

Door van het afdekkend pakket met dikte D ongeroerde monsters te nemen en hieraan de doorlatendheid te bepalen is de c-waarde te berekenen. Daar uitvoering volgens deze methode op een zestig lokaties (fig. 1) te veel tijd zou vergen, is een procedure gevolgd die in fig. 2 is weergegeven. Er zijn filters gesteld op een diepte van 1,5 en 4,5 m-mv en tevens een filter in de watervoerende laag onder het afdekkend pakket. Tevens is een meetpunt in open water aangebracht. Van de laag 1,5 tot 4,5 m zijn ongeroerde monsters genomen. Afhankelijk van de homogeniteit van het profiel zijn er 2 of 3 boringen per lokatie uitgevoerd. Van 1,5 tot 4,5 m diepte zijn afhankelijk van de profielbouw een aantal lagen van verschillende aard te onderscheiden. Van elke laag is de verticale weerstand per boring berekend volgens:

$$c' = \frac{D}{n} \sum_{m=1}^n \frac{l}{K_{vm}} \quad (3)$$

Van de berekende weerstanden c'a, c'b en c'c die betrekking hebben op de corresponderende lagen van de boringen A, B en C is zowel het rekenkundig als het meetkundig gemiddelde c'_n berekend.

Voor de weerstand van de laag van 1,5 tot 4,5 m diepte geldt:

$$C' = c'_1 + c'_2 + c'_3 + c'_n \quad (4)$$

In fig. 2 geldt voor de laag 1,5 tot 4,5 m, en van 4,5 m tot de basis van het afdekkend pakket:

$$V_{z_B} c' = (h_1 - h') \quad (5)$$

$$V_{z_A} c' = (h'' - h') \quad (6)$$

Wegens continuïteit van de stroming is $V_{z_B} = V_{z_A}$ uit 5 en 6 volgt:

$$c = \frac{(h'' - h')}{(h_1 - h')} c' \quad (7)$$

In (1) tot en met (7) is er van uitgegaan dat h' de gemiddelde hoogte van het freatisch vlak voorstelt. Dit is alleen het geval indien de filters zijn gesteld op een bepaalde afstand tot de sloot. Daar dit niet altijd juist is, is het beter h' voor te stellen door:

$$h_p + \alpha (h' - h_p) \quad (8)$$

De waarde van α is afhankelijk van sloot en drainafstand, horizontale doorlatendheid en de afstand van het meetpunt tot de sloot. Volgens de drainageformule van Ernst kan de horizontale stroming worden voorgesteld door:

$$\Delta h (\text{hor.}) = \frac{NL^2}{8kD} \quad (9)$$

Uit (9) valt af te leiden dat de gemiddelde hoogte van het freatisch vlak ongeveer gelijk is aan de grondwaterstand van $1/5L$ tot de sloot. Bij het plaatsen van de filters is getracht aan bovengenoemde voorwaarden te voldoen. Bij een aantal meetpunten was dit echter niet mogelijk; in deze gevallen is een periode gekozen waarin $h_p \approx h'$.

UITVOERING VAN HET ONDERZOEK

In 1976 is met het onderzoek begonnen. Voor het vaststellen van de lokaties van de meetpunten is uitgegaan van bekende gegevens zoals topografie, isohypsenkaarten, isohalinenkaarten, polderpeilen en kaarten met lokaties van peilbuizen. In fig. 1 zijn de meetpunten weergegeven die in raaien zijn geprojecteerd, waardoor globaal een roosternet is verkregen. Het gereed maken van de meetpunten omvatte het nemen van ongeroerde monsters en het plaatsen van filters in de ondergrond en peilschalen in de sloten, zoals schematisch is afgebeeld in fig. 2. Voor het nemen van de ongeroerde monsters is een lichte uitvoering van het ICW-steekapparaat (WIT, 1962) gebruikt. Voor het stellen van de filters in de watervoerende laag is gebruik gemaakt van een aangepaste Stihl grondboormachine (TE BEEST en WIT, 1979). Het filter op 4,5 m diepte is gesteld in het gat dat ontstaat wanneer de bij geo-elektrische metingen de in de grond gedreven sondeerstangen weer worden opgetrokken. (WIT en WIJNSMA, 1970). Het filter op 1,5 m diepte is met behulp van een handboor gesteld. Aan de ongeroerde monsters is in het laboratorium de verticale doorlatendheid bepaald. (WIT, 1967). Met het opnemen van grondwaterstanden en slootpeilen is eind 1977 een begin gemaakt voor de toen gerealiseerde meetpunten. De resterende meetpunten zijn in 1978 in het meetprogramma opgenomen. De metingen zijn twee keer per maand uitgevoerd. In december 1978 is het veldwerk beëindigd.

BEREKENING VAN DE C-WAARDEN

De aan de monsters bepaalde verticale doorlatendheid is in de bijlagen G128 tot en met G187 weergegeven. Uit deze gegevens is met behulp van de formules (3) en (4) c' berekend, die zijn weergegeven in tabel 1.

Uit de geringe verschillen tussen het rekenkundig en meetkundig gemiddelde volgt dat bij de uitgevoerde bemonstering elke boring reeds een goede benadering geeft van de c' -waarde.

Tabel 1 - Berekende c' -waarden.

nr. boring	rekenkundig gemiddelde	meetkundig gemiddelde	nr. boring	rekenkundig gemiddelde	meetkundig gemiddelde	nr. boring	rekenkundig gemiddelde	meetkundig gemiddelde
G 128	3280	2773	G 148	2850	2797	G 168	3020	3014
G 129	6175	6034	G 149	1230	1220	G 169	840	507
G 130	4769	4704	G 150	7378	7329	G 170	107	106
G 131	211	63	G 151	4834	4531	G 171	3563	3201
G 132	3243	3141	G 152	1	1	G 172	263	147
G 133	4720	4676	G 153			G 173		
G 134	6165	5630	G 154	252	195	G 174	480	480
G 135	6410	6250	G 155	984	963	G 175	1309	1300
G 136	1894	1888	G 156	3281	3197	G 176	530	434
G 137	3977	3485	G 157	4784	4688	G 177	26	19
G 138	857	779	G 158	1	1	G 178	3494	3426
G 139	132	128	G 159	177	155	G 179	8598	8497
G 140	1728	1611	G 160	1027	647	G 180	3689	3517
G 141	3357	3315	G 161	755	743	G 181	97	88
G 142	3931	3883	G 162	5986	5975	G 182	108	105
G 143	3080	2996	G 163	5513	5375	G 183	228	226
G 144	16	16	G 164	2876	2665	G 184	1143	979
G 145	397	396	G 165	9996	7515	G 185	455	420
G 146	5225	5225	G 166	1313	1197	G 186	118	115
G 147	4665	4460	G 167	403	394	G 187	756	628

De gemeten grondwaterstanden in de filters en het slootpeil volgens het schema in fig. 2 zijn in tijdstijghoogtelijnen uitgezet. Voor de berekening van de c -waarden van het gehele afdekkend pakket zijn afhankelijk van de geo-hydrologische gesteldheid de formules (3) of (7) gebruikt. Mede hierdoor lijkt het gewenst de volgende

indeling te maken.:

- I $c' > 0 ; c'' \approx 0$
- II $c' > 0 ; c'' > 0$
- III $c' \approx 0 ; c'' > 0$
- IV $c' \approx 0 ; c'' \approx 0$

ad I In dit geval heeft het afdekkend pakket een geringe dikte en staat het 4,5 m filter reeds in de watervoerende laag. De tijdstijghoogtelijnen van het diepe en het 4,5 m filter vallen praktisch samen. In fig. 3 is hiervan een voorbeeld gegeven. Voor de berekening zijn de formules (3) en (4) gebruikt.

ad II Wanneer volgens de tijdstijghoogtelijnen een periode voorkwam waarin $h_p \approx h'$ was of wanneer de afstand tot de sloot $\approx 1/5$ was, is formule (7) gebruikt voor de berekening van de c-waarde. In fig. 4 is hiervan een voorbeeld gegeven.

ad III Wanneer het bovenste gedeelte van het afdekkend pakket is samengesteld uit goed doorlatende zandlagen is $c' \approx 0$. De tijdstijghoogtelijnen van h' en h_1 vallen praktisch samen, fig. 5. De c-waarde is in dit geval niet zonder meer te berekenen. Bij een tweetal lokaties is dit voorgekomen namelijk G152 en G158. Wegens tijdgebrek is geen nader onderzoek uitgevoerd en der halve is voor deze lokaties geen c-waarde berekend.

ad IV In dit geval is c-waarde ≈ 0 ; in het afdekkend pakket komen geen storende lagen voor. Dit geval is niet voorgekomen.

Op één lokatie is het niet mogelijk geweest ongeroerde monsters te nemen namelijk G173 bij Oostzaan. Vanwege een bij lokatie G 153, uitgevoerde pompproef is hier de bemonstering achterwege gebleven.

SAMENVATTING

Voor Noord-Holland is uit potentiaal verschillen gemeten in het veld en uit metingen aan ongeroerde monsters de c-waarde berekend. In fig. 6 zijn deze weergegeven. Voor enkele lokaties kan met de beschreven methode geen resultaten worden verkregen te weten G 152, G 153, G 158 en G 173.

De verkregen resultaten moeten worden beschouwd als puntwaarmingen. In samenhang met naderhand toe te passen methoden zal blijken in hoeverre deze passen in het totale beeld.

SYMBOLENLIJST.

Symbool	Betekenis	Waarde
c	vertikale weerstand	t
c ^o	" " van een bepaalde laag	t
c'	" " van 1,5 - 4,5 m - mv	t
c''	" " van 4,5 m - mv tot basis van het afdekkend pakket	t
D	laagdikte	l
h''	stijghoogte diep grondwater	l
h'	" " freatisch water	l
h ₁	" " filter op 4,5 m - mv	l
h _p	slootpeil	l
Δ h (hor)	horizontaal potentiaal verschil	l
k	horizontale doorlaatfaktor	lt ⁻¹
K _v	vertikale doorlaatfaktor	lt ⁻¹
L	drain- en of slootafstand	l
N	overtollige neerslag	lt ⁻¹
n	aantal	-
q _v	vertikale stroomsnelheid	lt ⁻¹
V _z	vertikale stroomsnelheid	lt ⁻¹
α	coëfficiënt	-

LITERATUUR

- BEEST, J.G. TE en K.E. WIT, (verschijnt 1979). Beschrijving van de Stihl boorapparatuur.
- ERNST, L.F., 1964. Gebruik van enige basisformules bij het kwelonderzoek in Nederlandse polders in afhankelijkheid van de beschikbare gegevens, nota nr. 267.
- WIT, K.E., 1962. An apparatus for coring undisturbed samples in deep bore holes. Soil Si:94 65-70.
- _____ 1974. Hydrologisch onderzoek in Midden-West Nederland, nota nr. 792.
- _____ 1979. Onderzoek naar de mogelijkheid van een diepere ontwatering op de proeftuin bij het Proefstation voor de Groente-teelt in de volle grond te Alkmaar, nota nr. 1015.
- _____ en M. WIJNSMA, 1970. Bepaling van de specifieke weerstand in situ. nota nr. 559.

9C

9D

Fig1
Lokatiekaart

14A

14B

14E

14F

IJSSELMEEER

14C

14D

14G

136

14H

15C

NOORDZEE

19A

SCHOORL

19B

ANGEDUN

19E

19F

20A

KENDU AAN ZEE

19C

158

19D

19G

19H

CASTRICUM

164

160

161

162

163

HEERHERRK

165

166

167

169

WYR DEN ZEE

25A

25B

25E

25F

BLOEMENDAAL

171

172

173

174

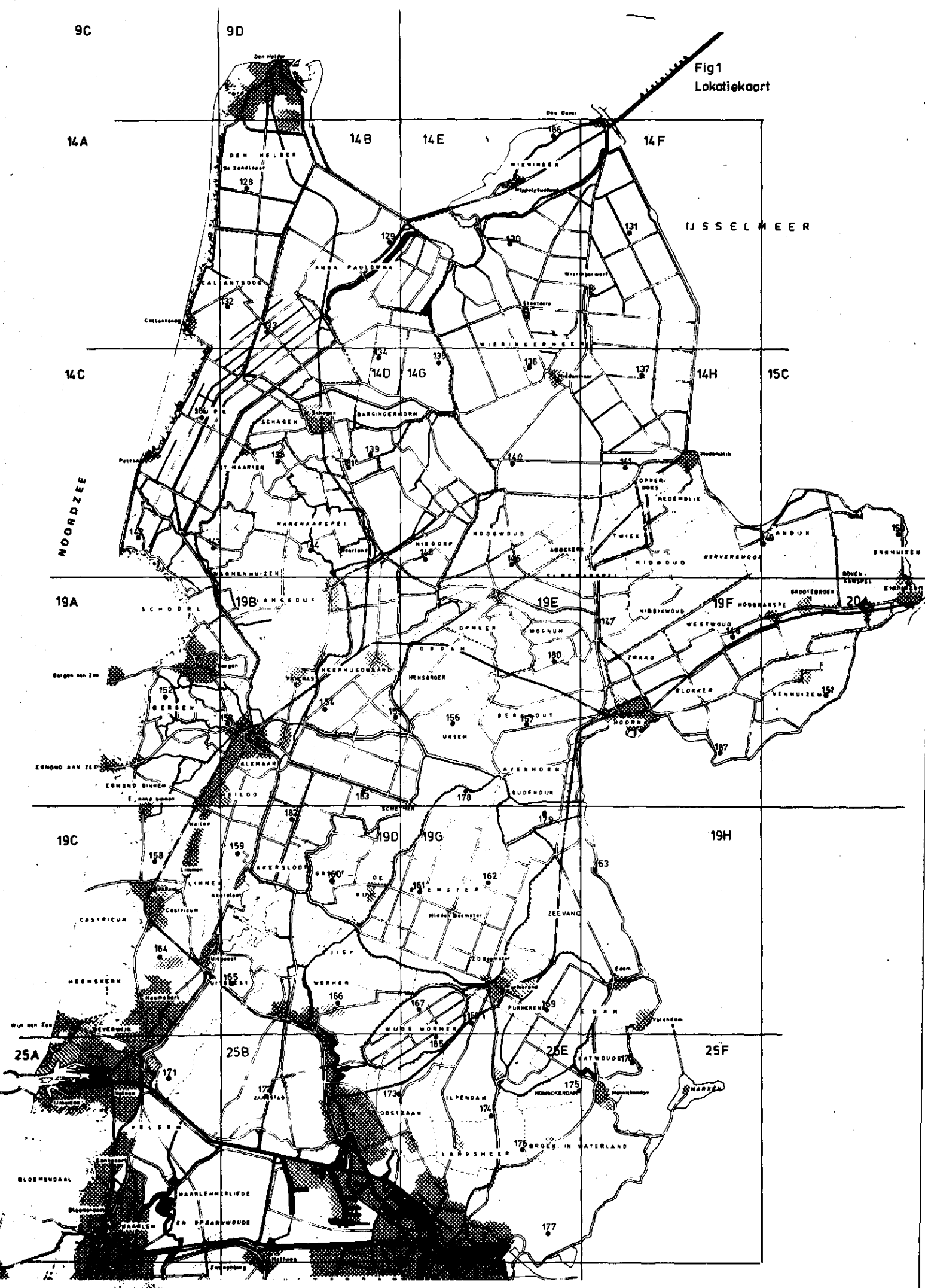
175

HAARLEM

176

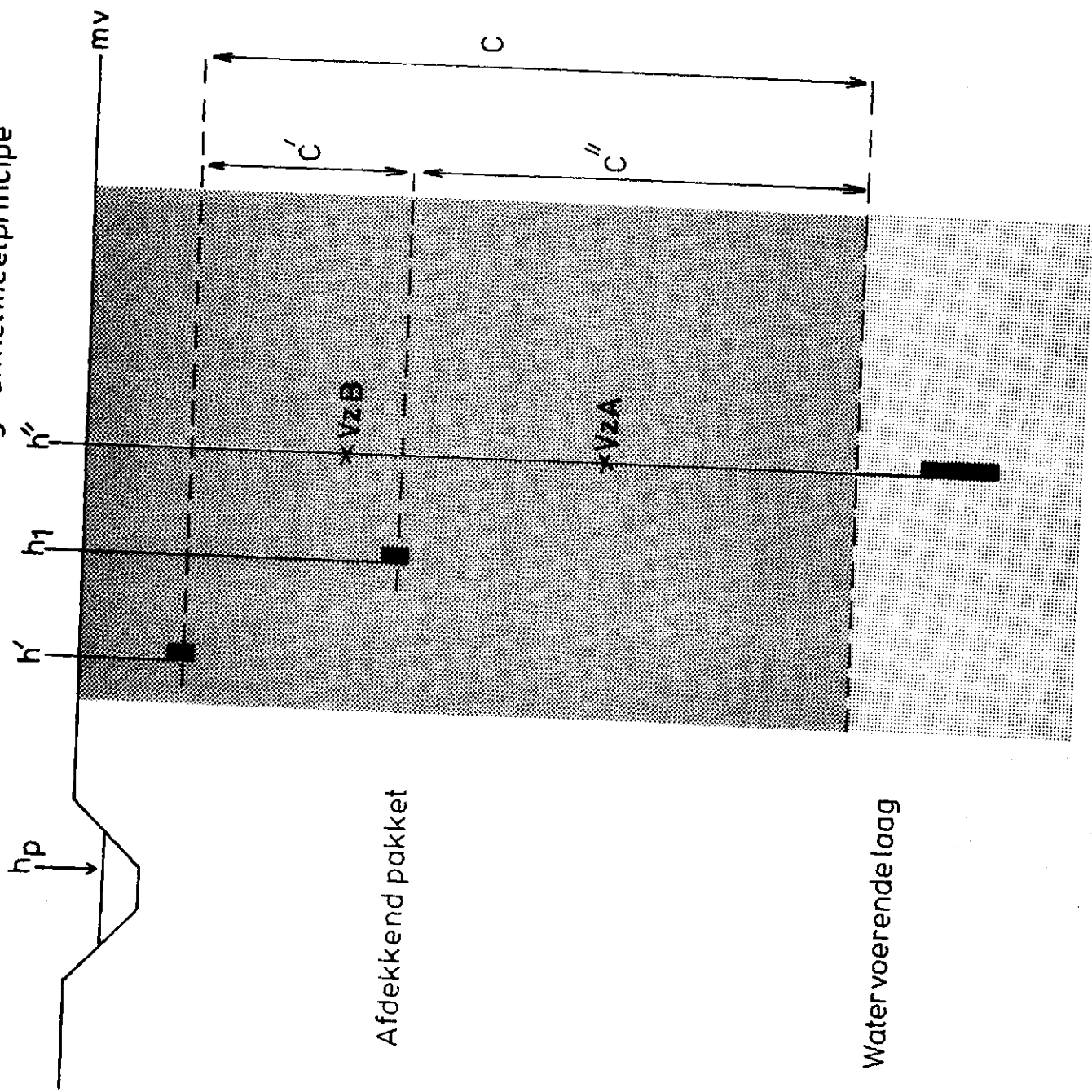
177

177



Schematische voorstelling van het meetprincipe

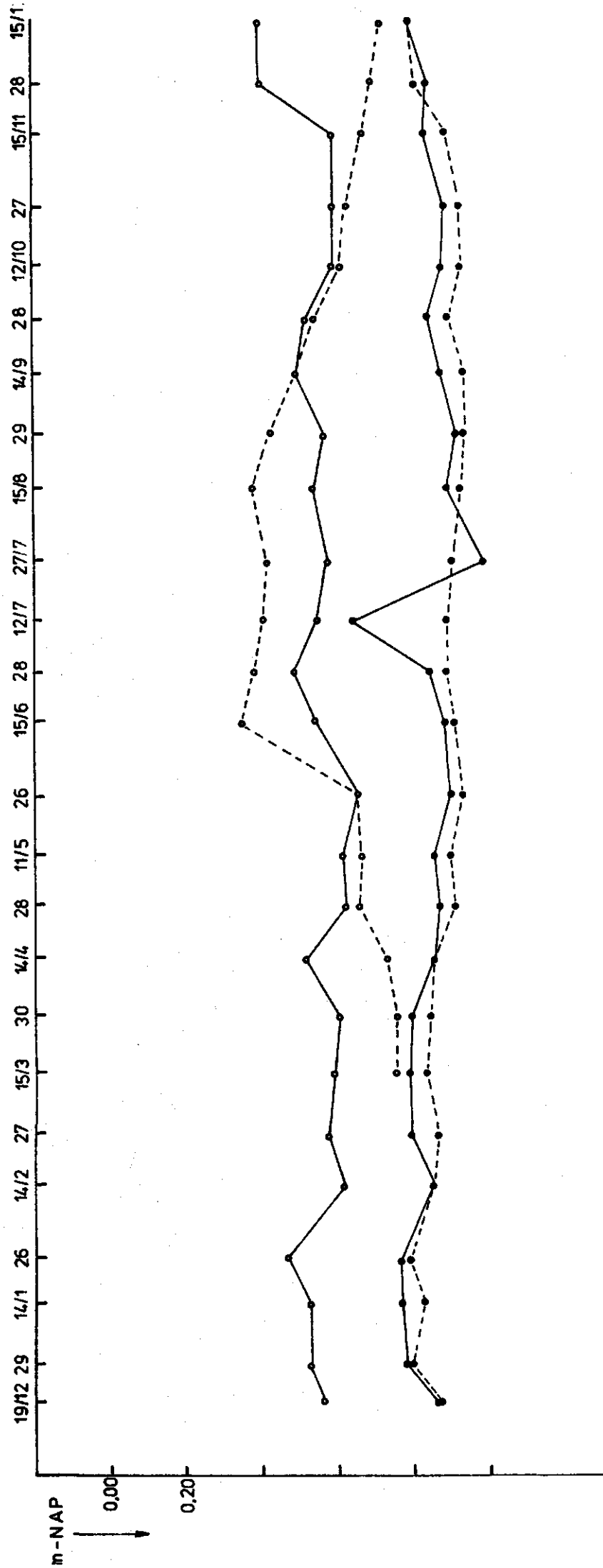
Fig 2



1977 | 1978

Tijdstijgthoogtelijnen van G133

Fig 3

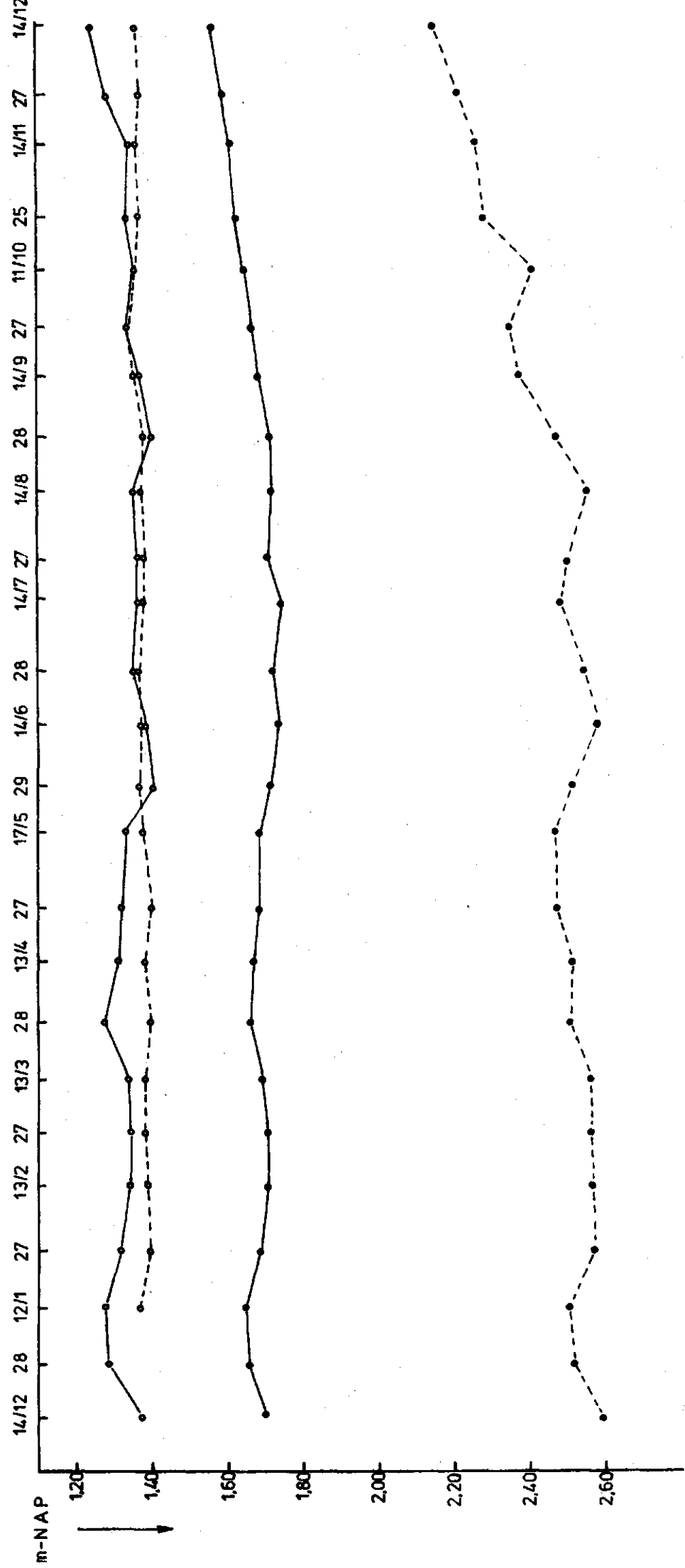


- --- diep
- — 4,5 m
- — 1,5m
- --- slootpeil

Tijdstijghoogtelijnen van G173

Fig 4

1977 | 1978



- - - - - ● diep
- - - - - ● 4,5m
- - - - - ● 1,5m
- - - - - ● slootpeil

1977 | 1978

Fig 5

Tijdstijgthoogtelijnen van G134

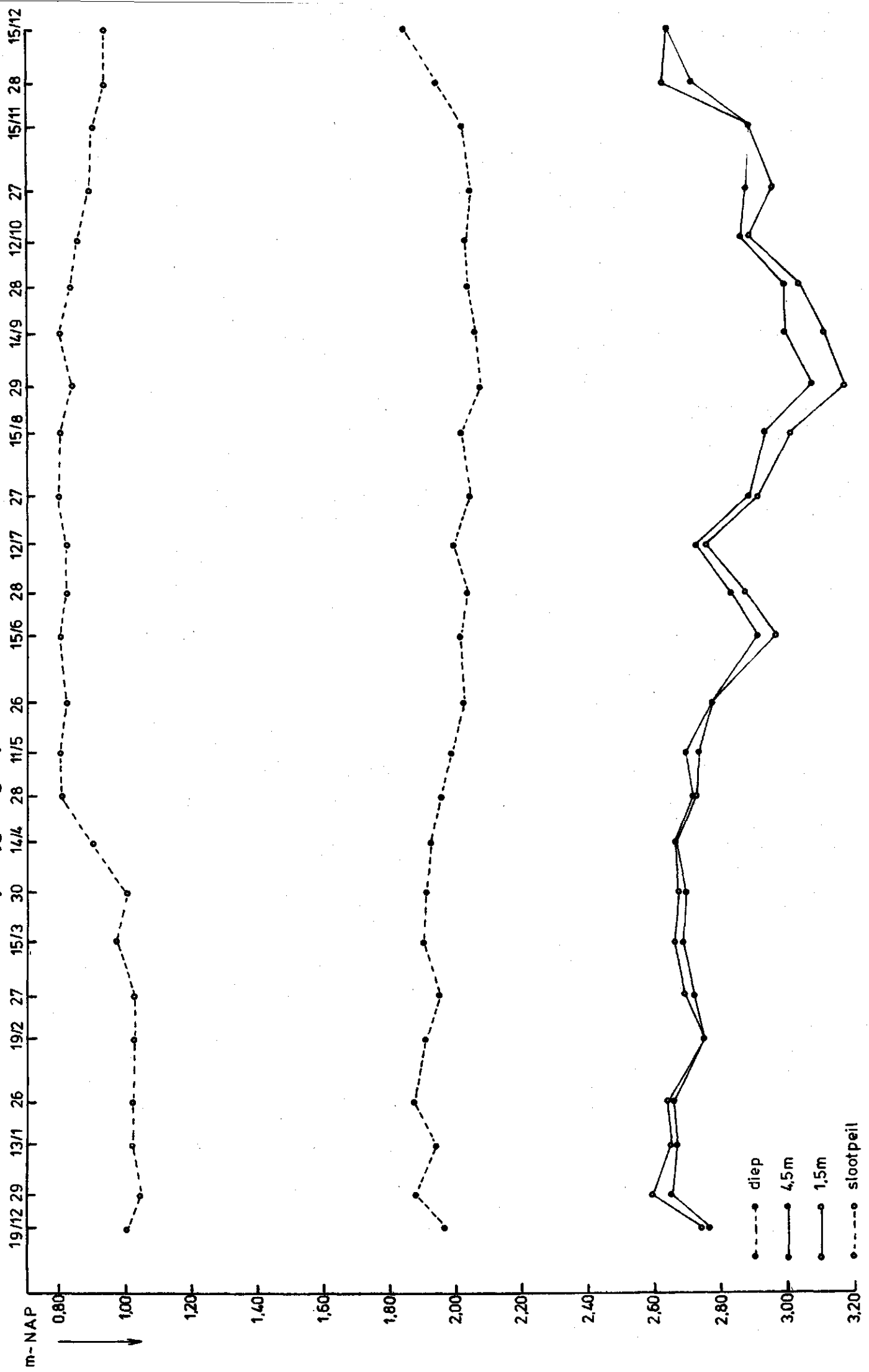
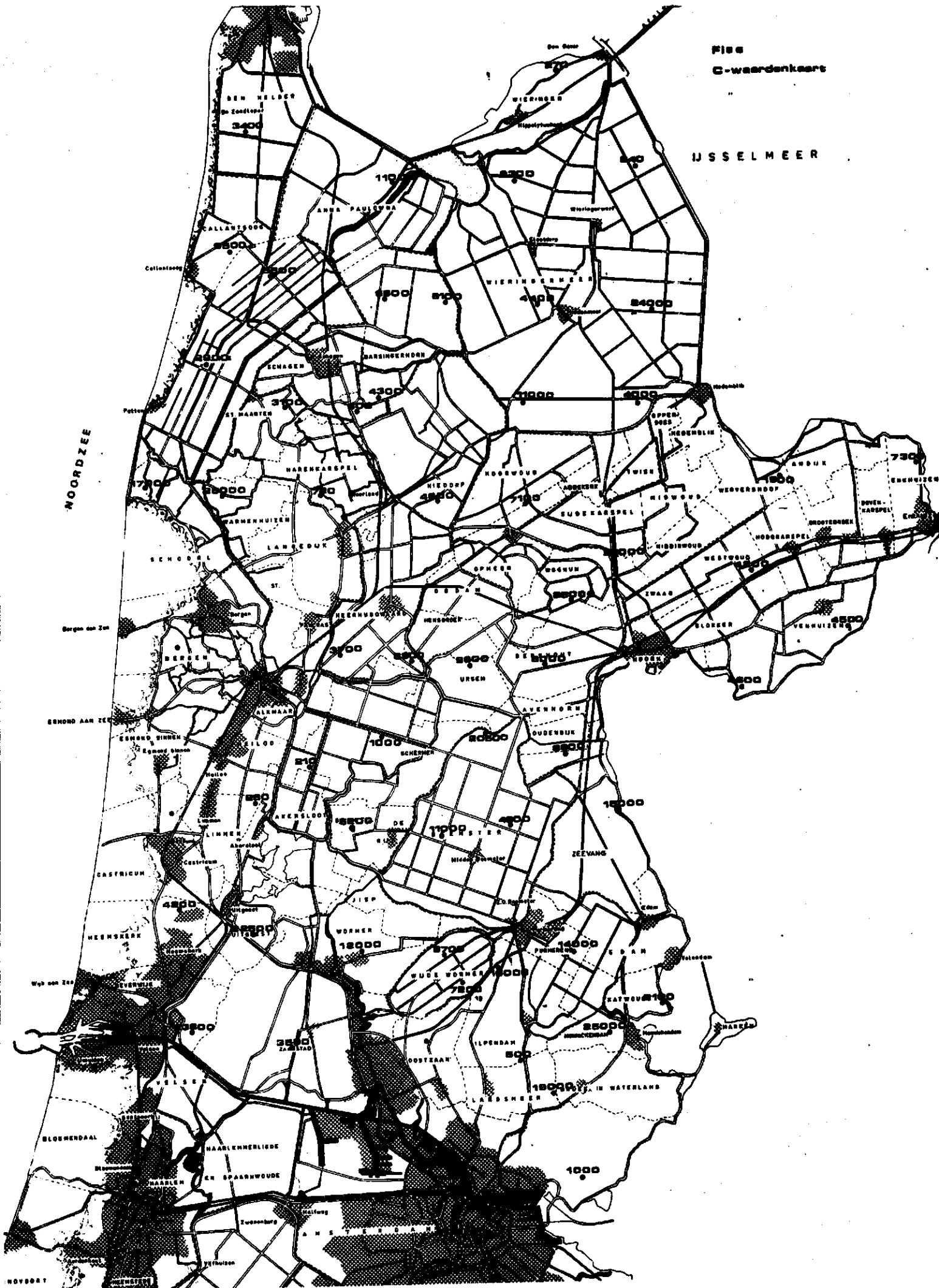
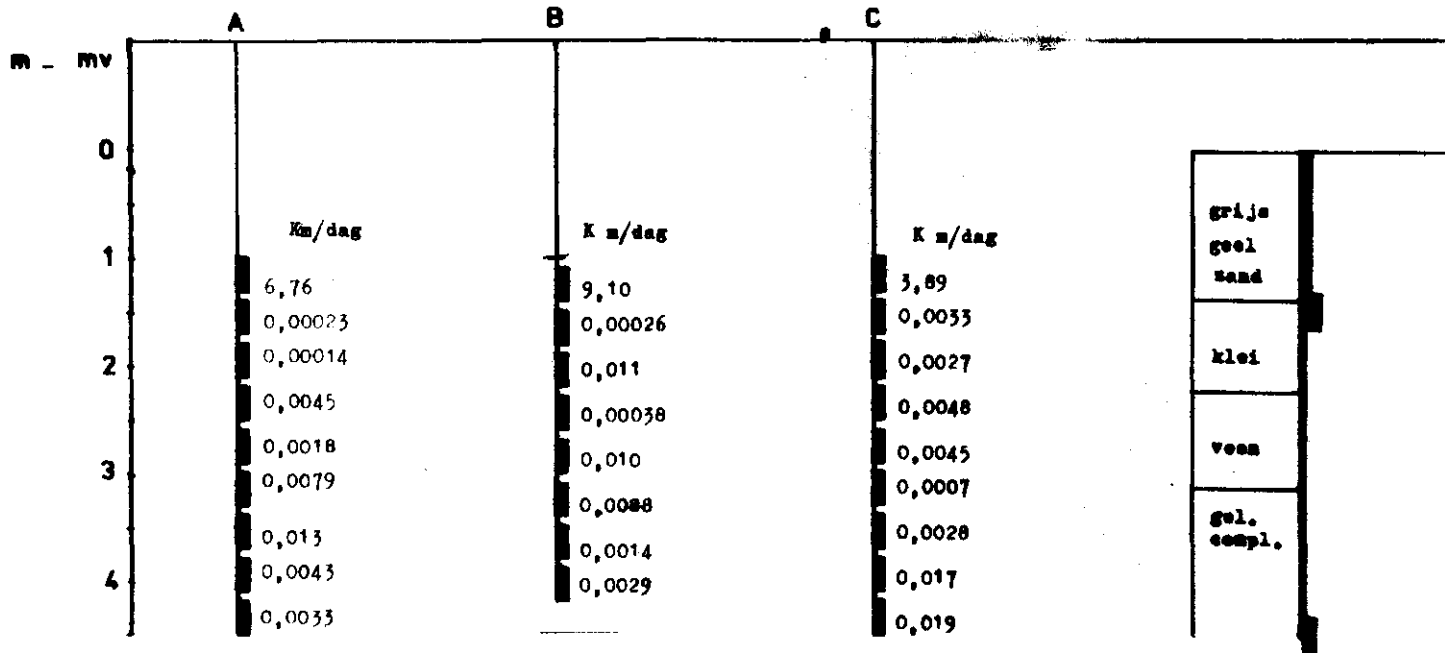


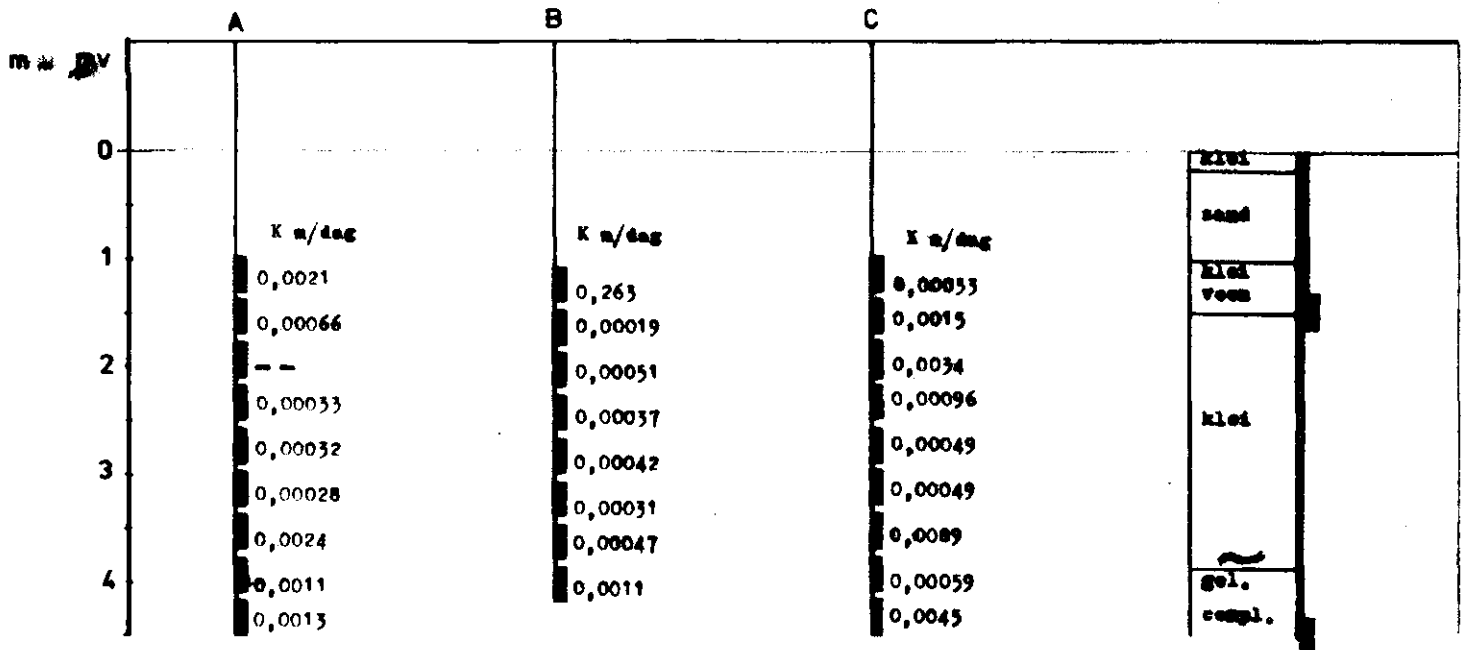
Fig 6
C-waardenkaart



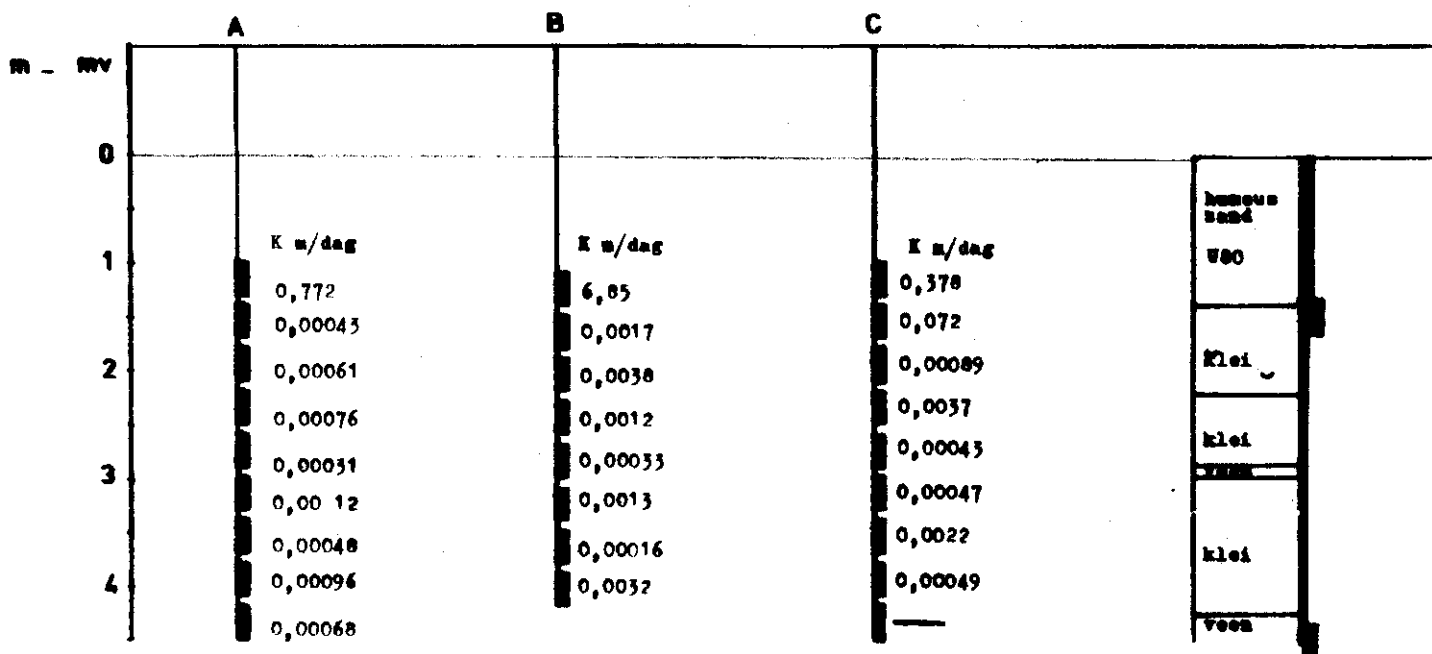
BORING G 128



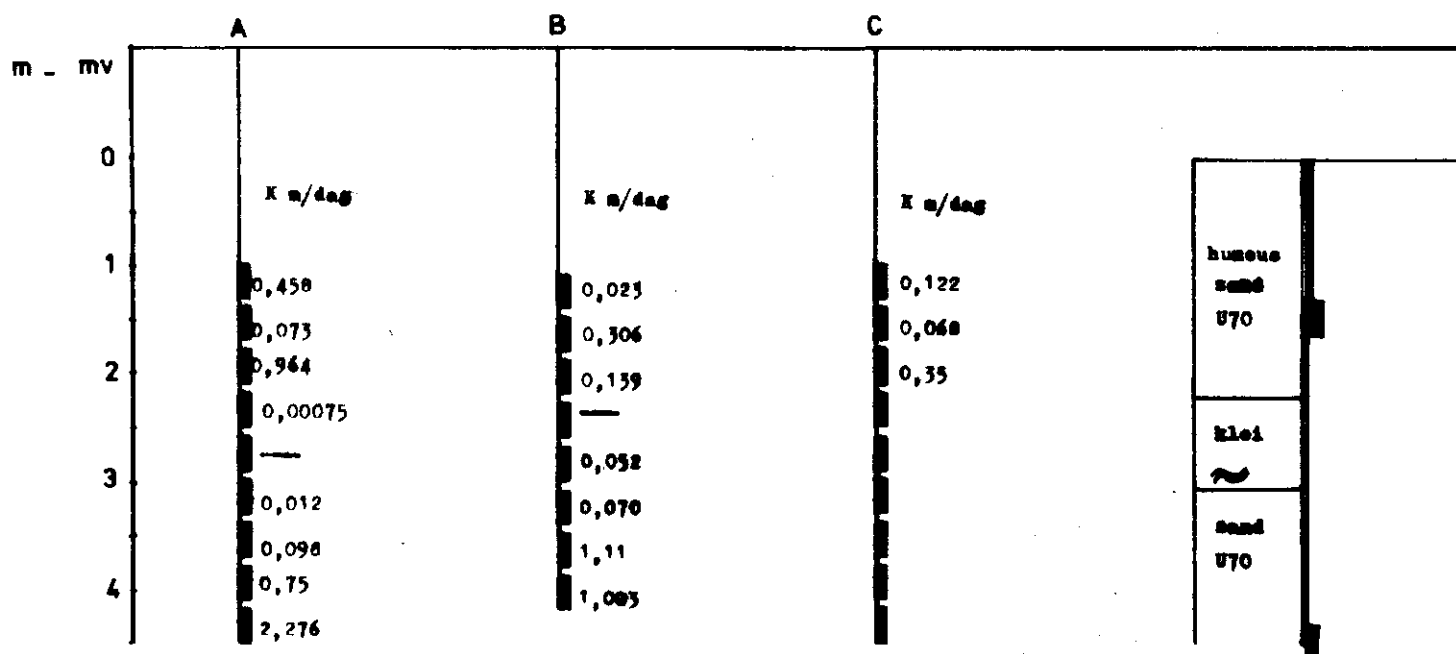
BORING G 129



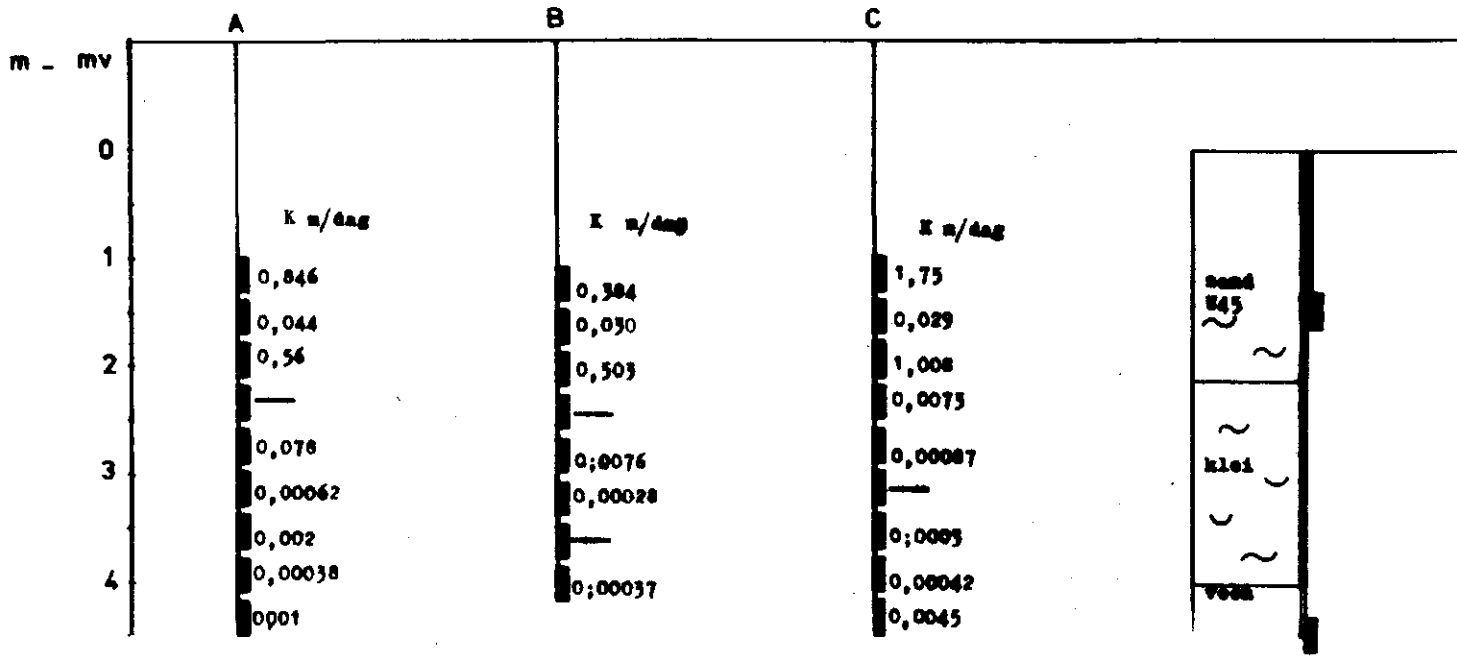
BORING G 130



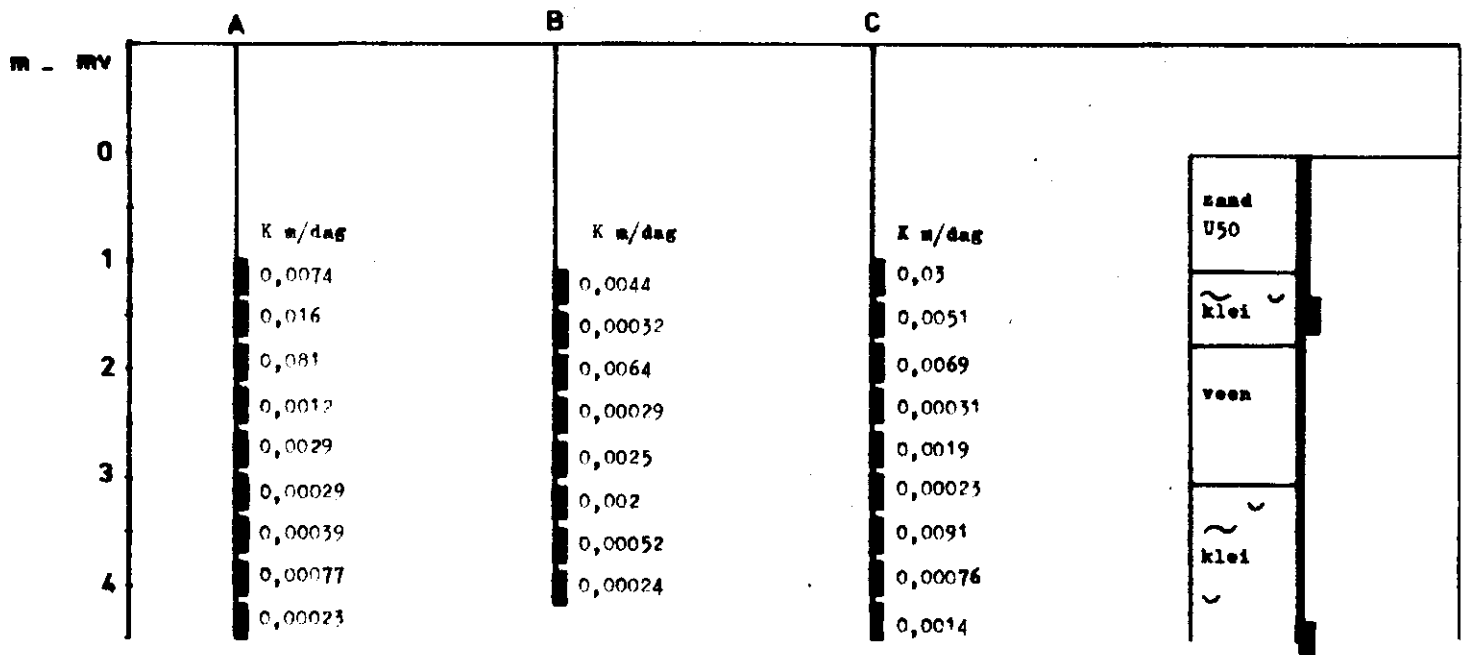
BORING G 131



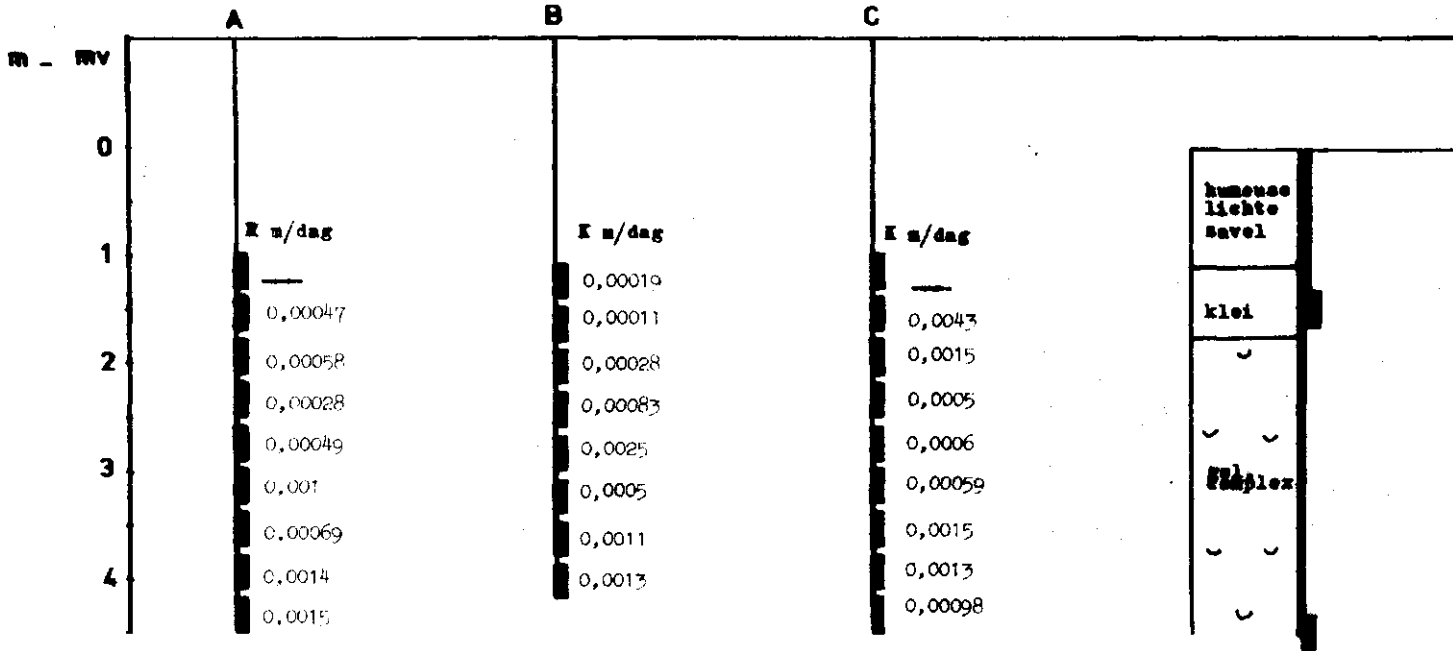
BORING G 132



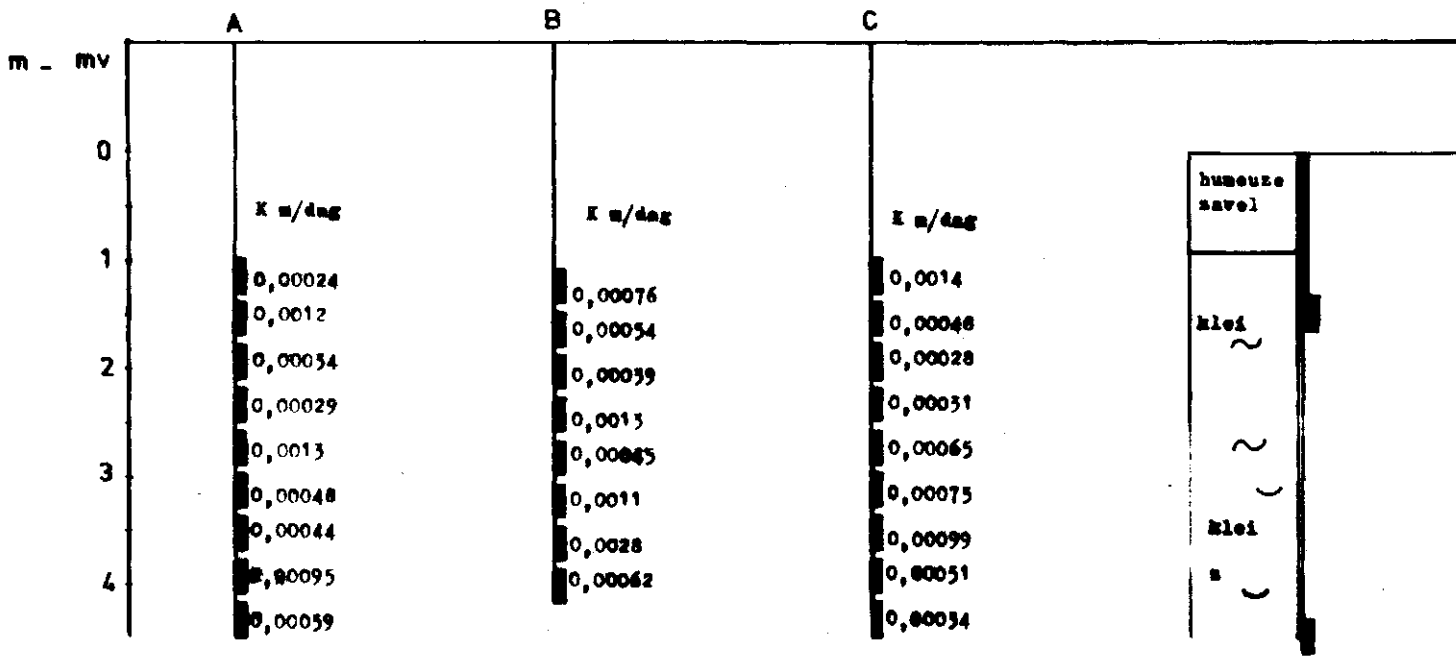
BORING G 133



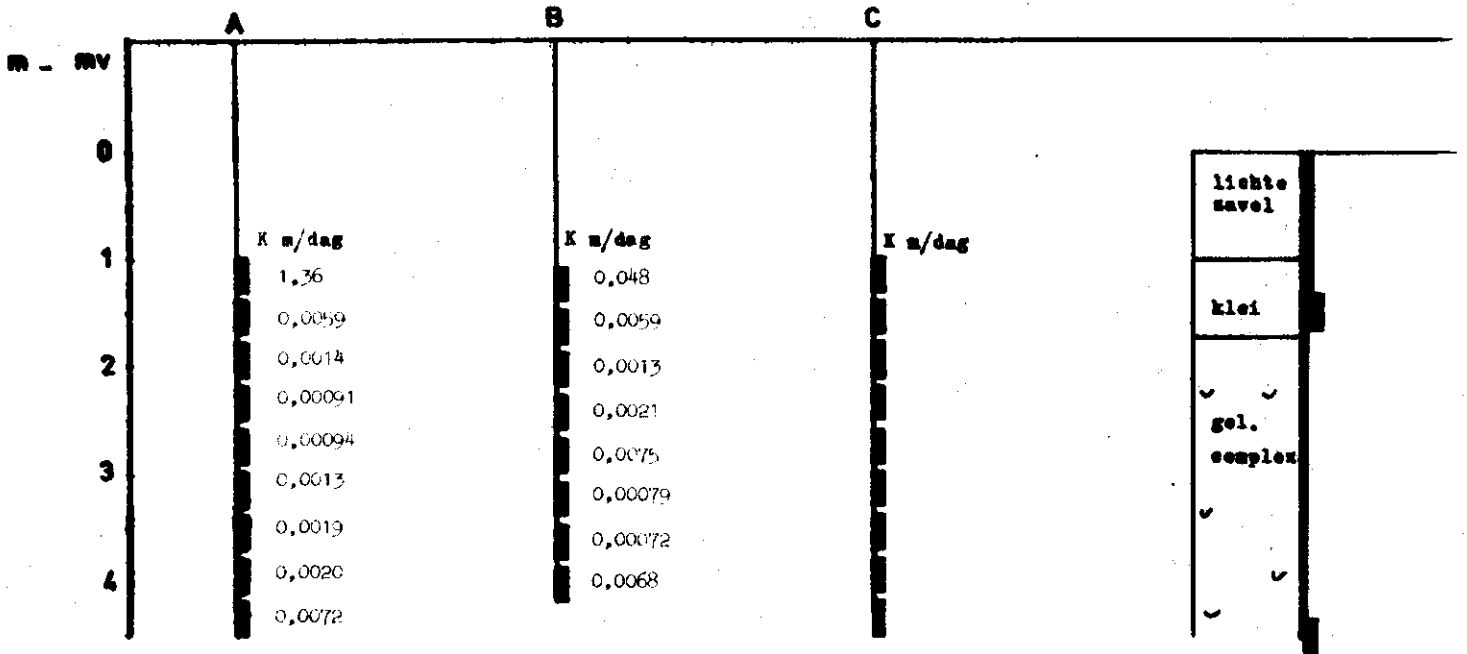
BORING G 134



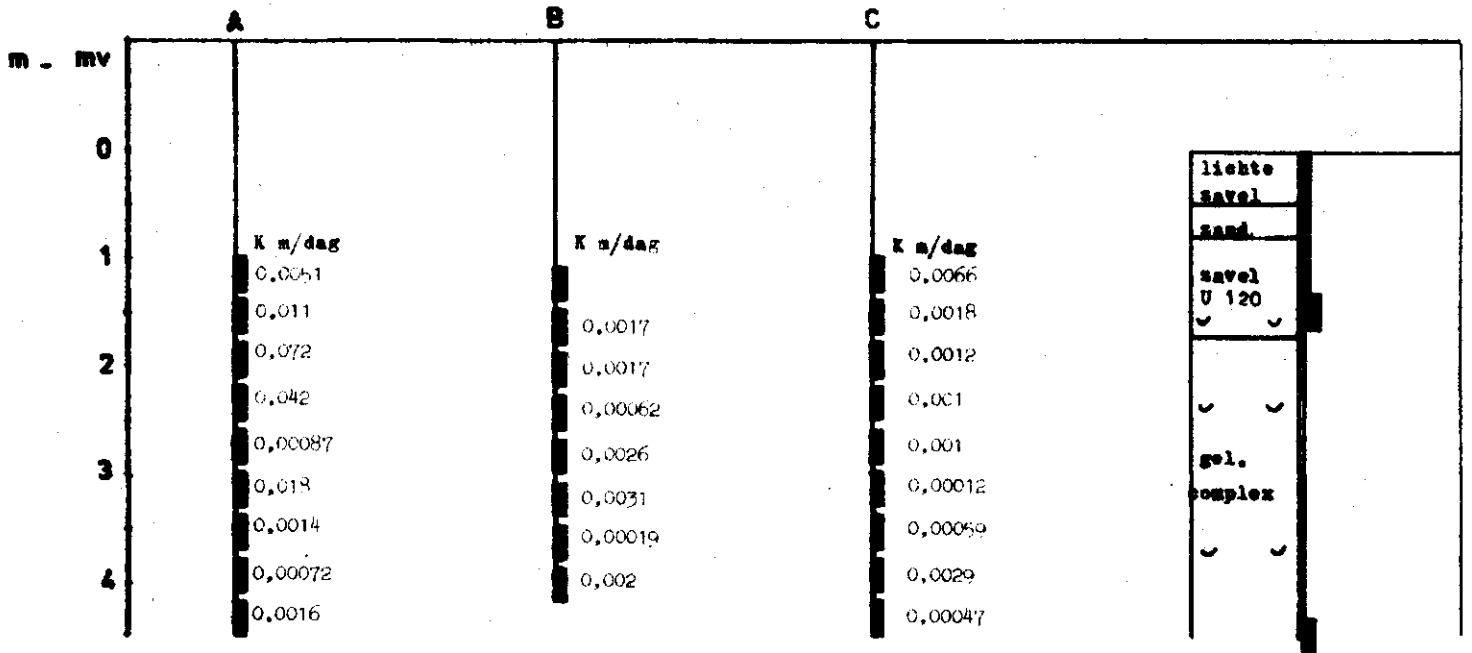
BORING G 135



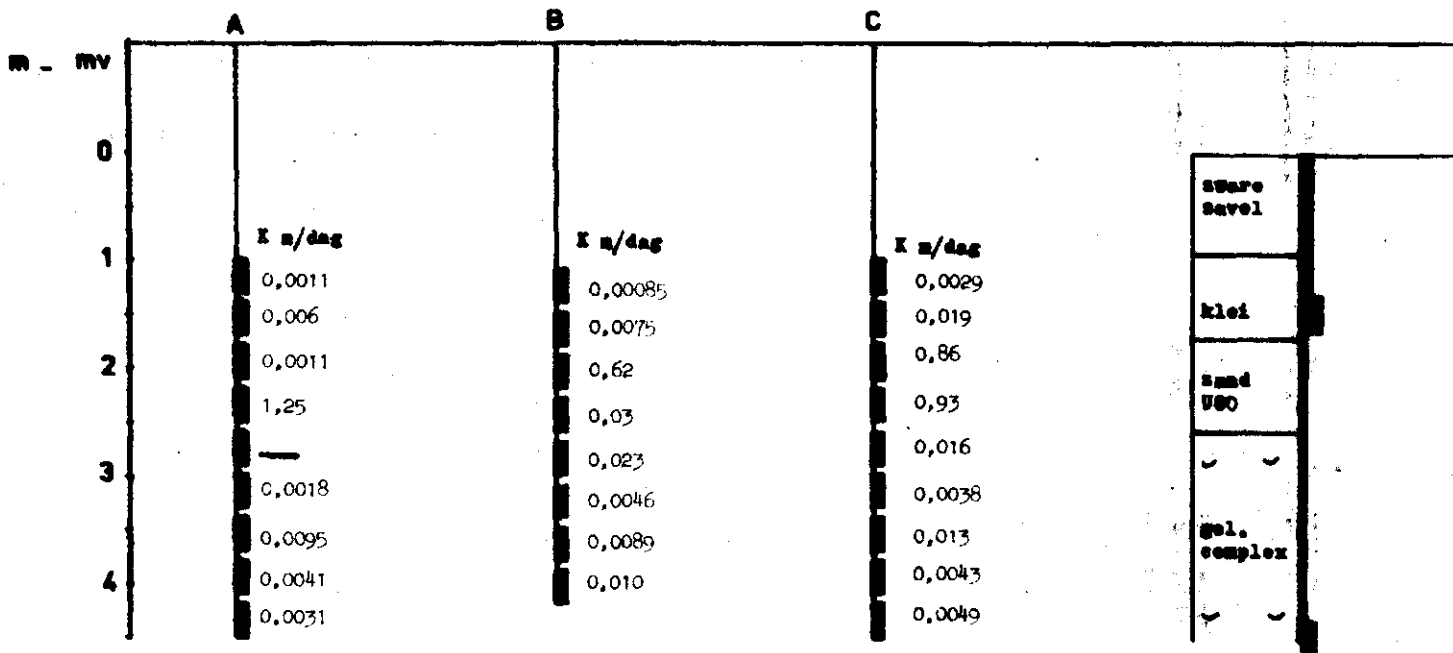
BORING G 136



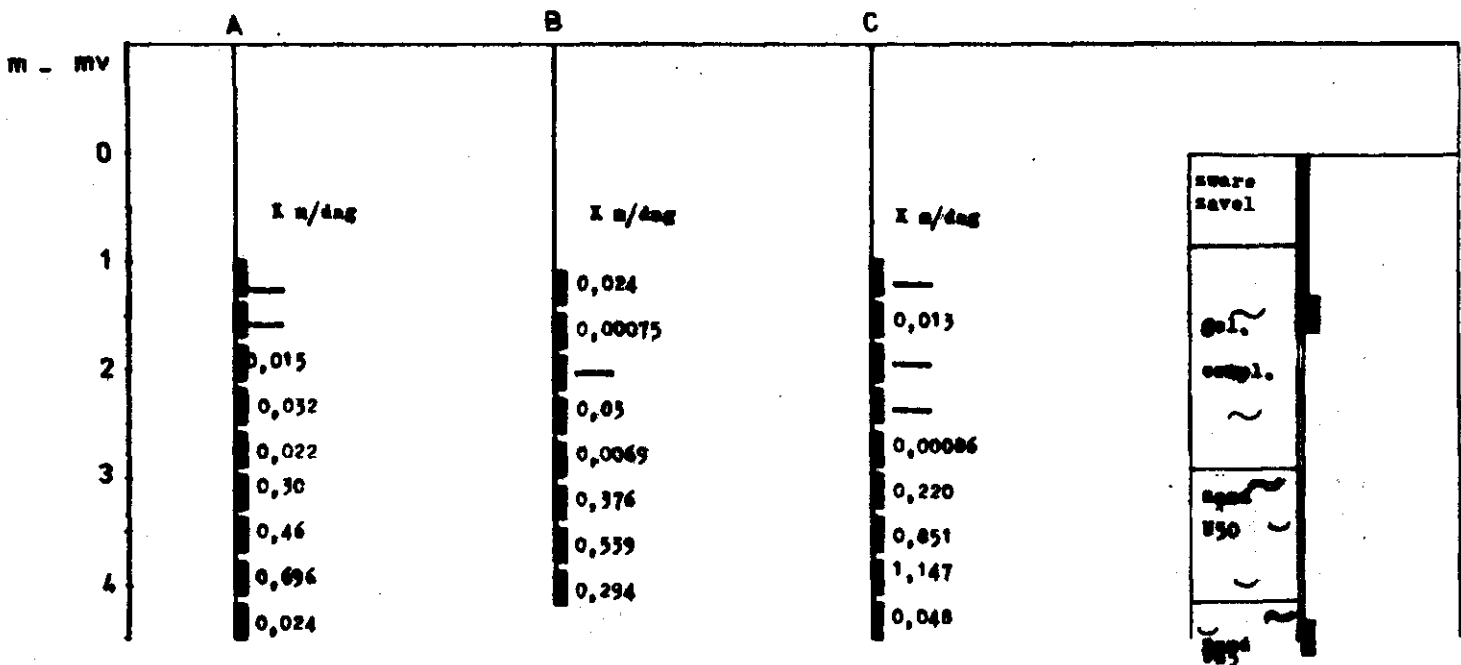
BORING G 137



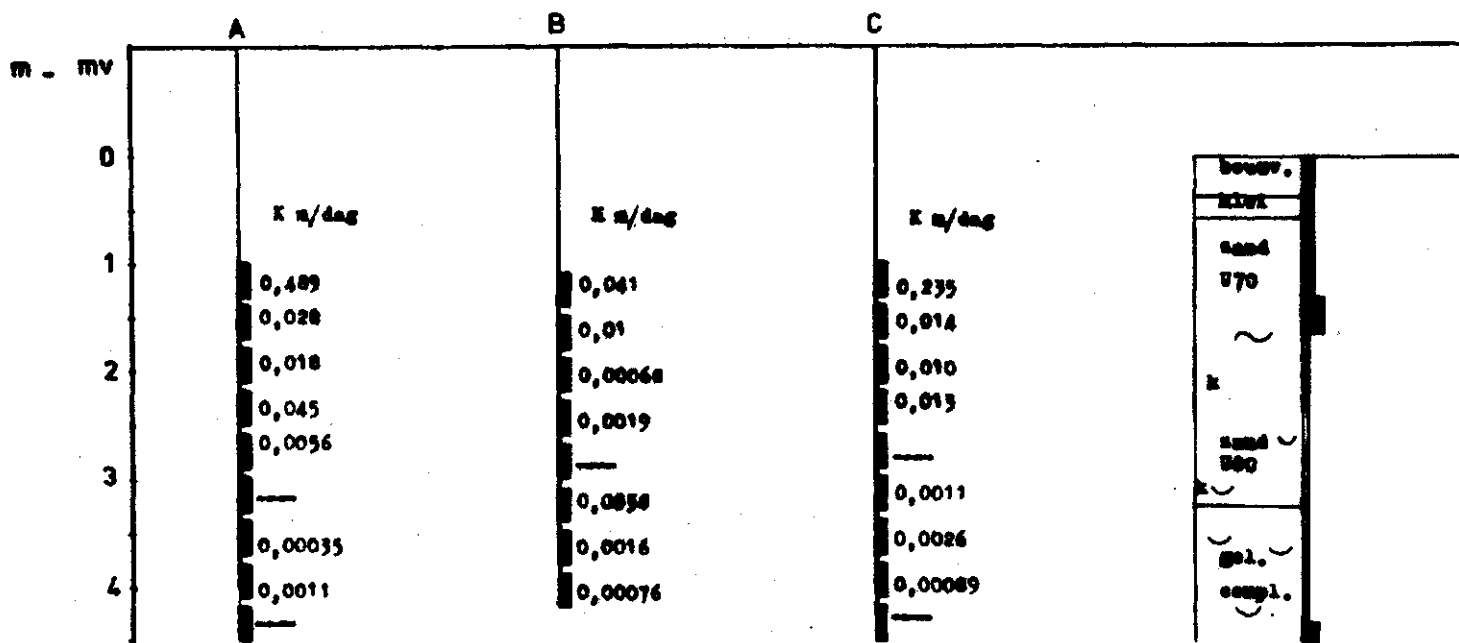
BORING G 138



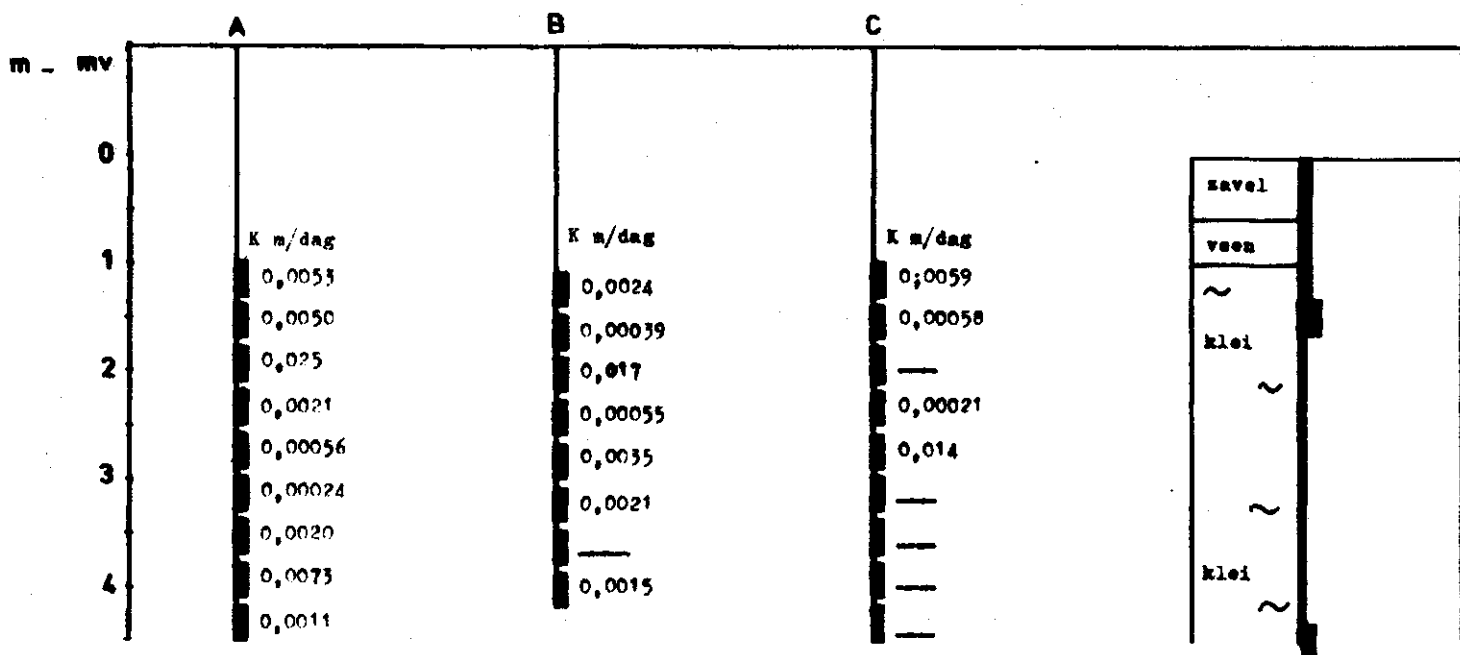
BORING G 139



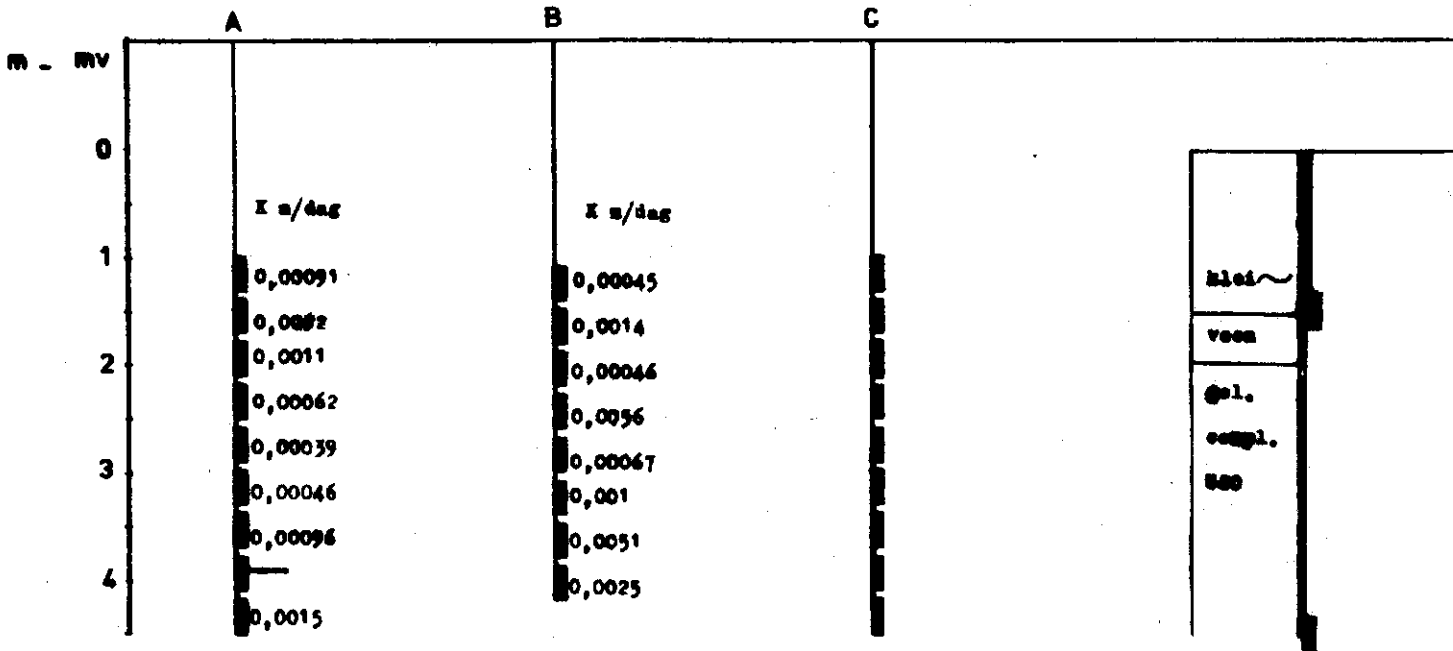
BORING G 140



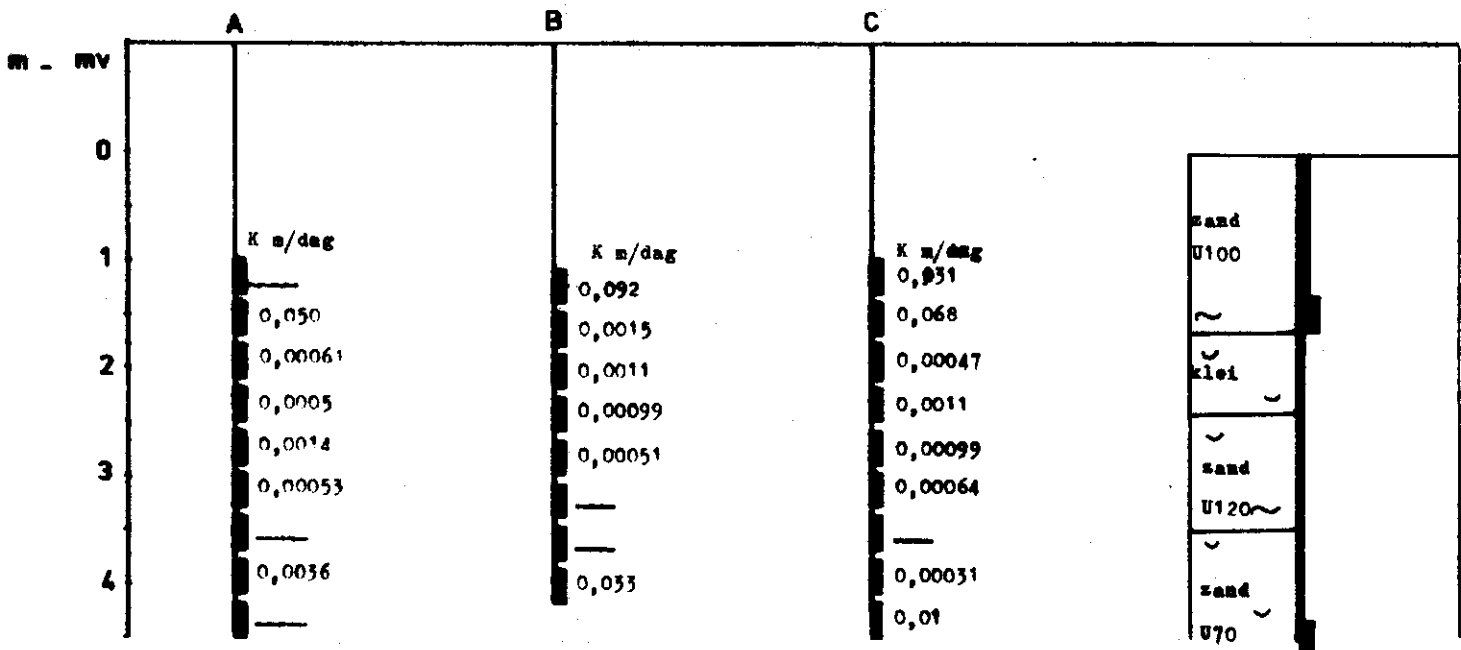
BORING G 141



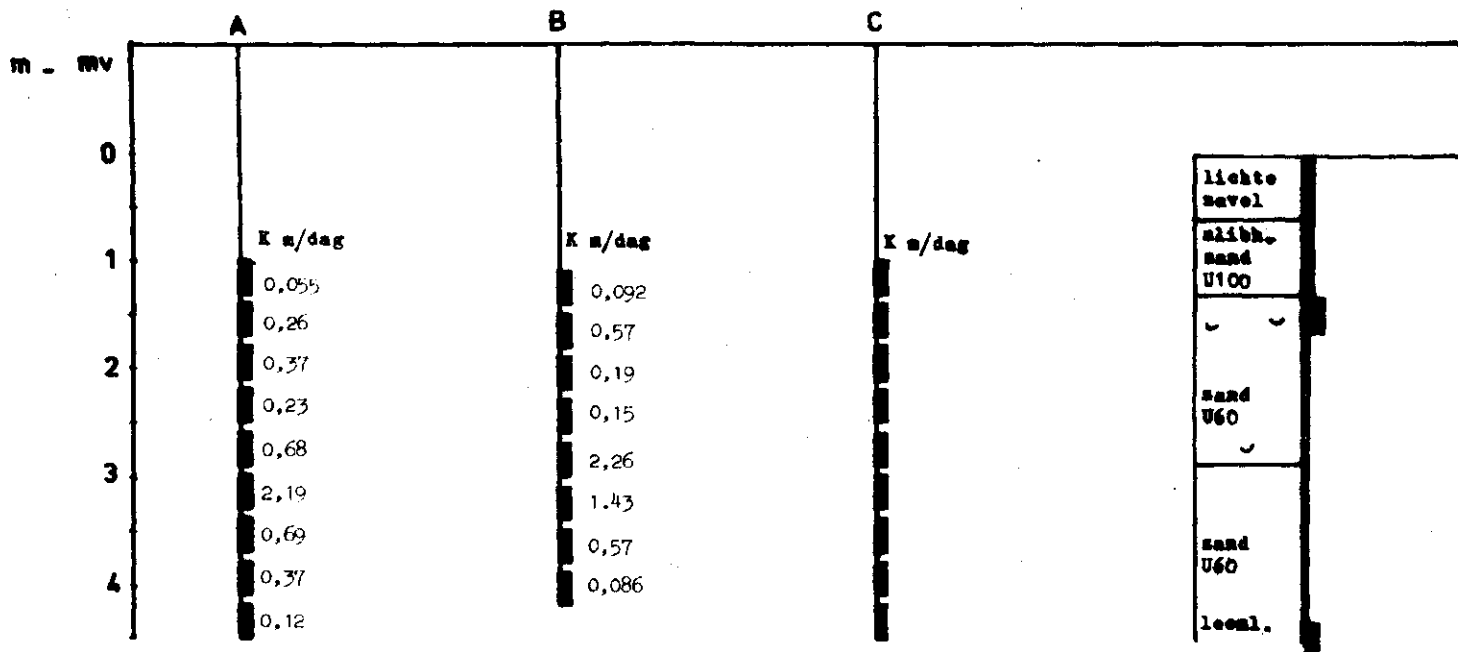
BORING G 142



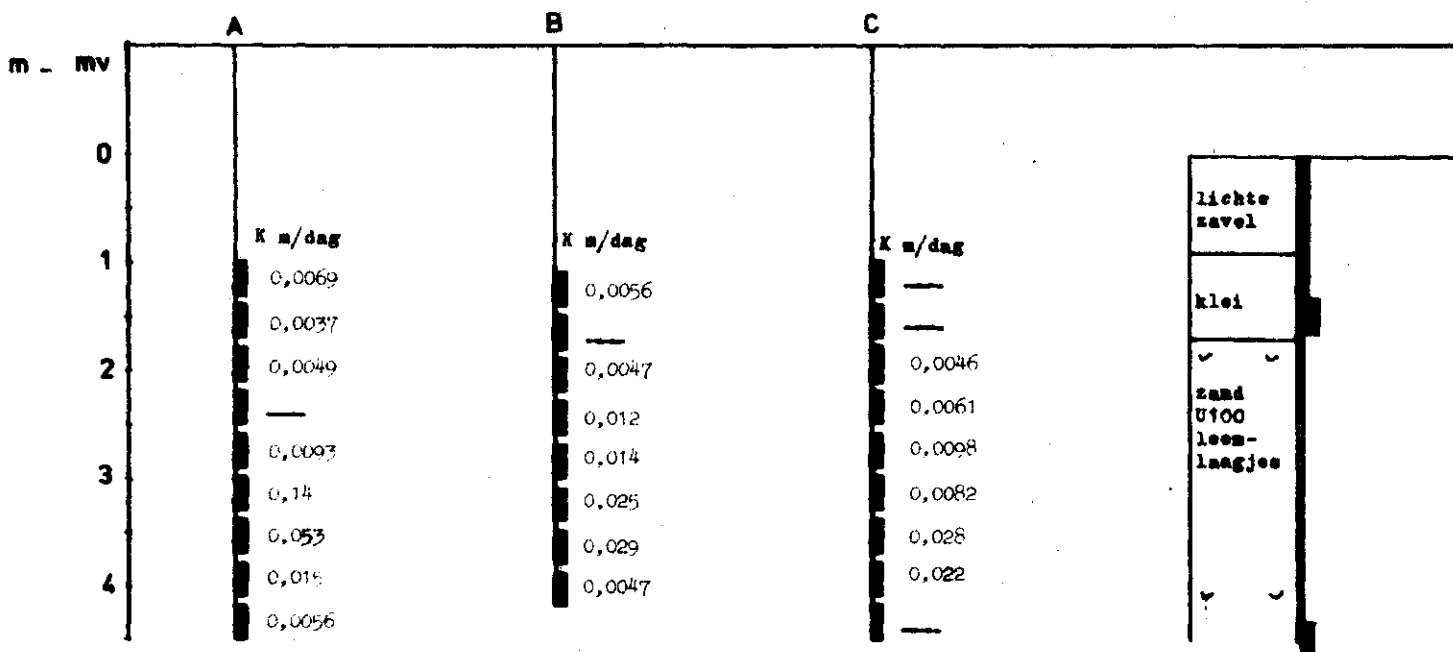
BORING G 143



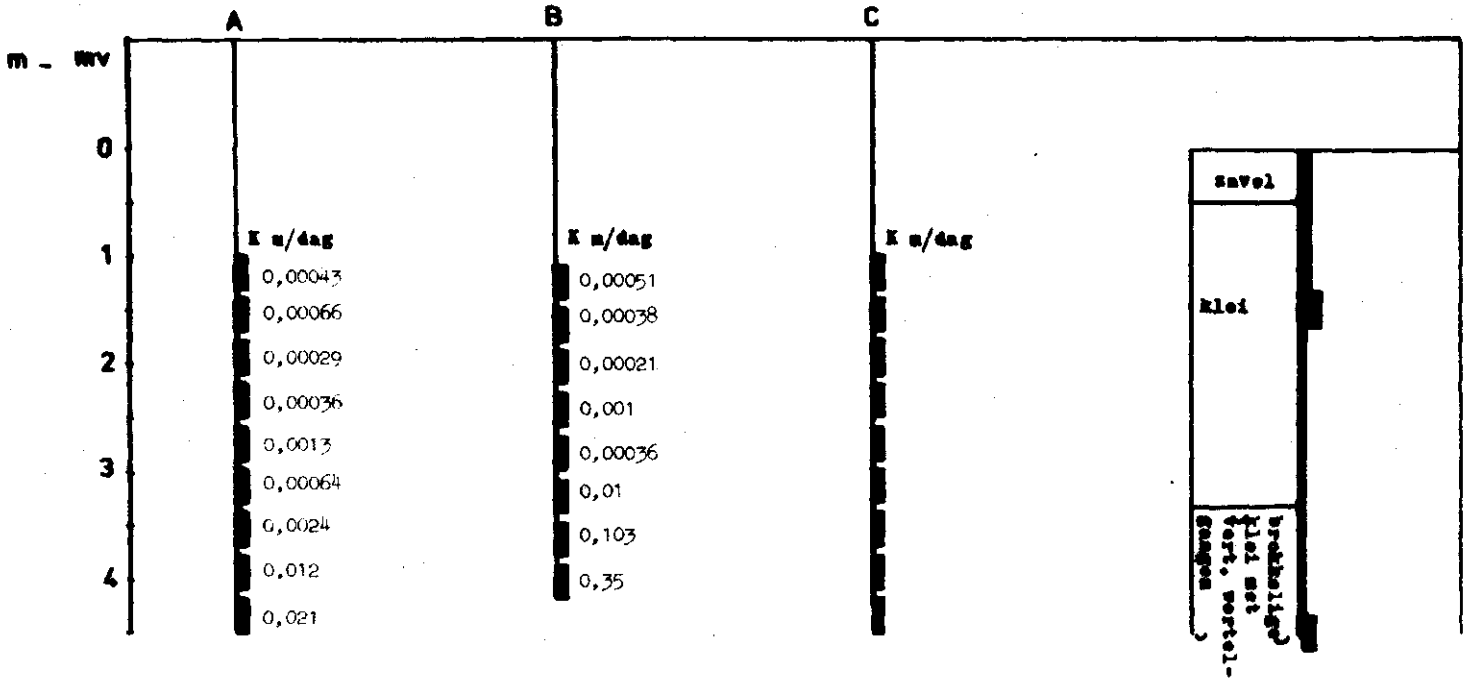
BORING G 144



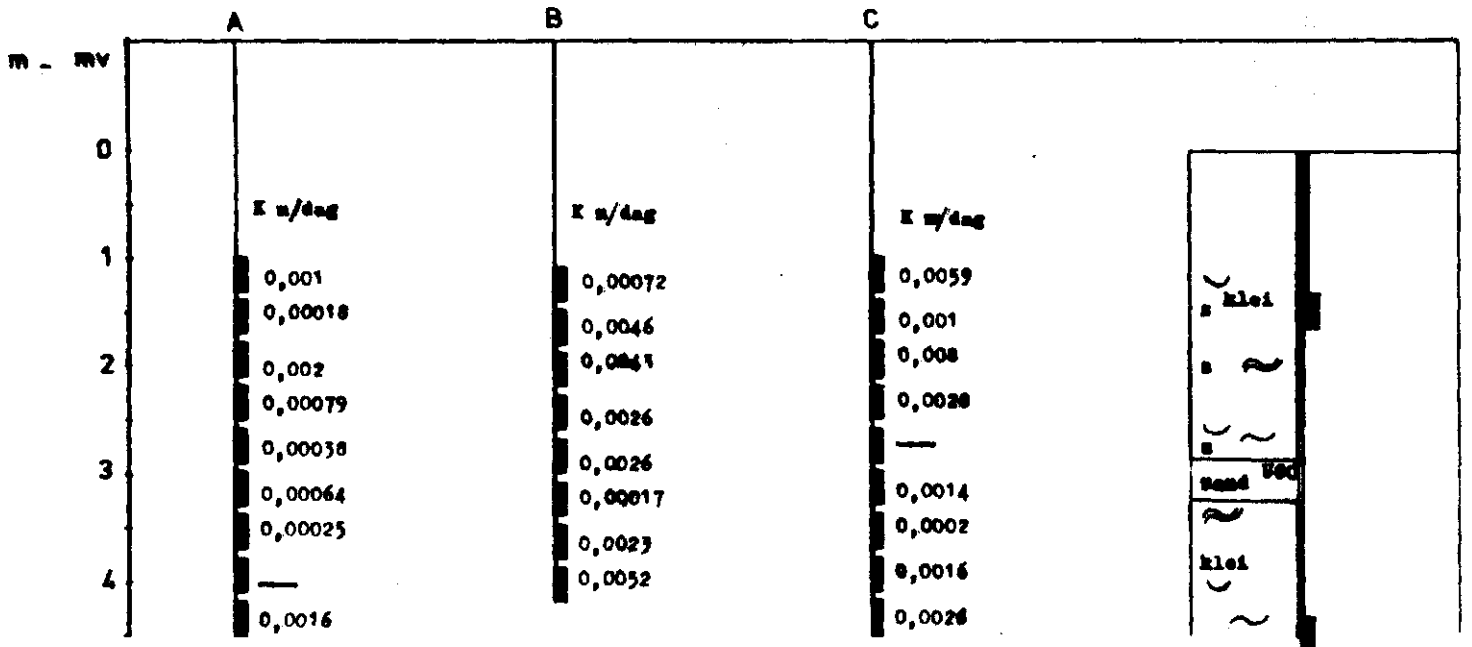
BORING G 144



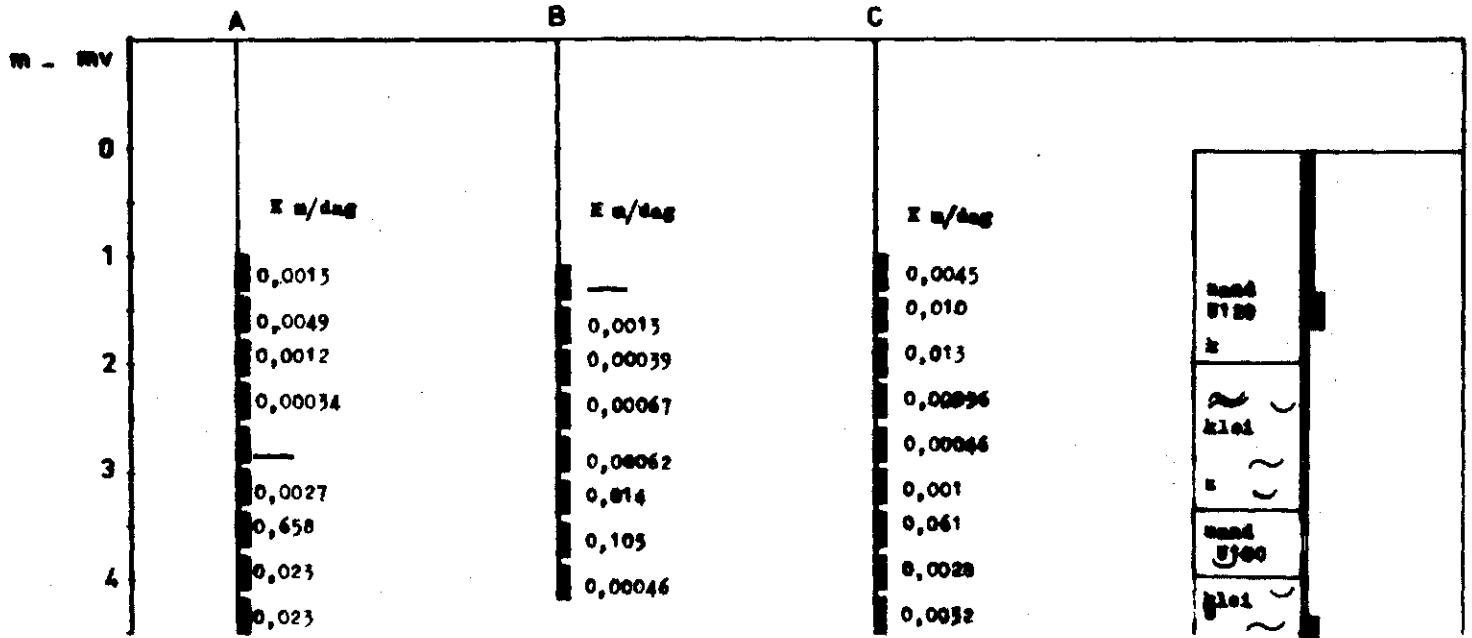
BORING G 146



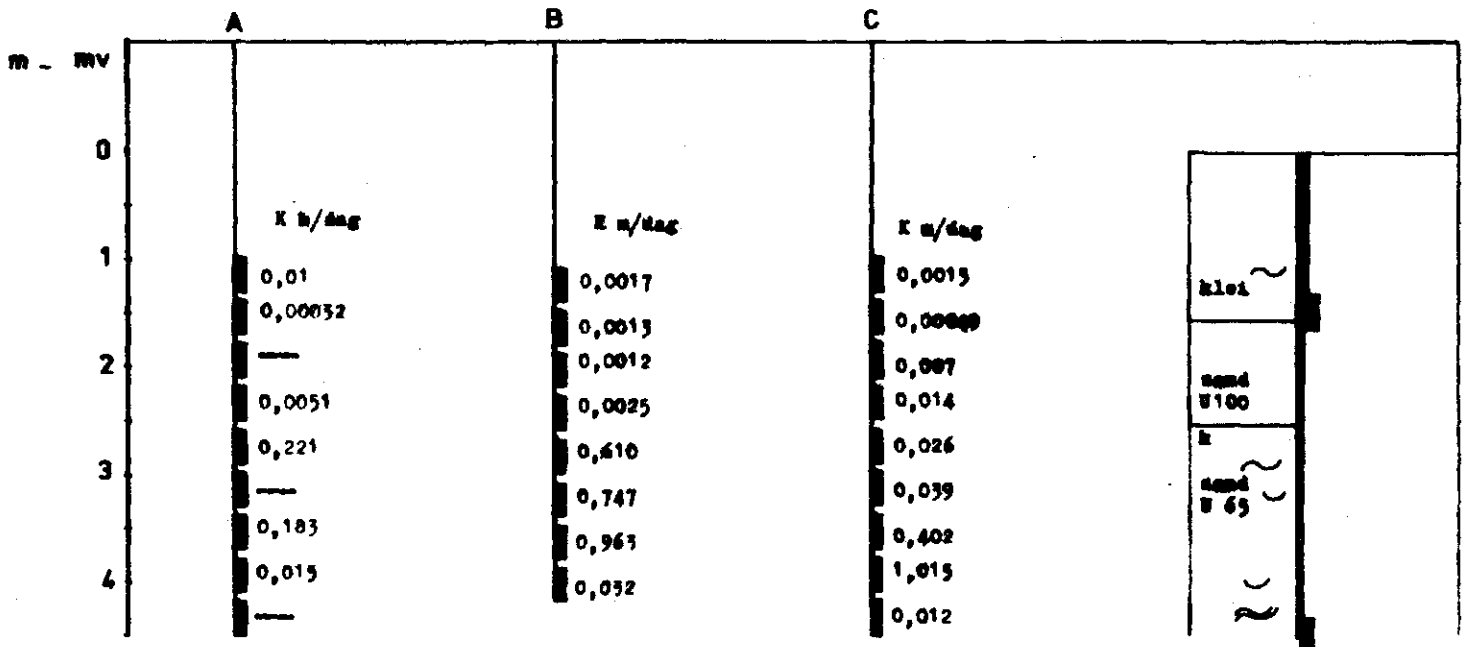
BORING G 147



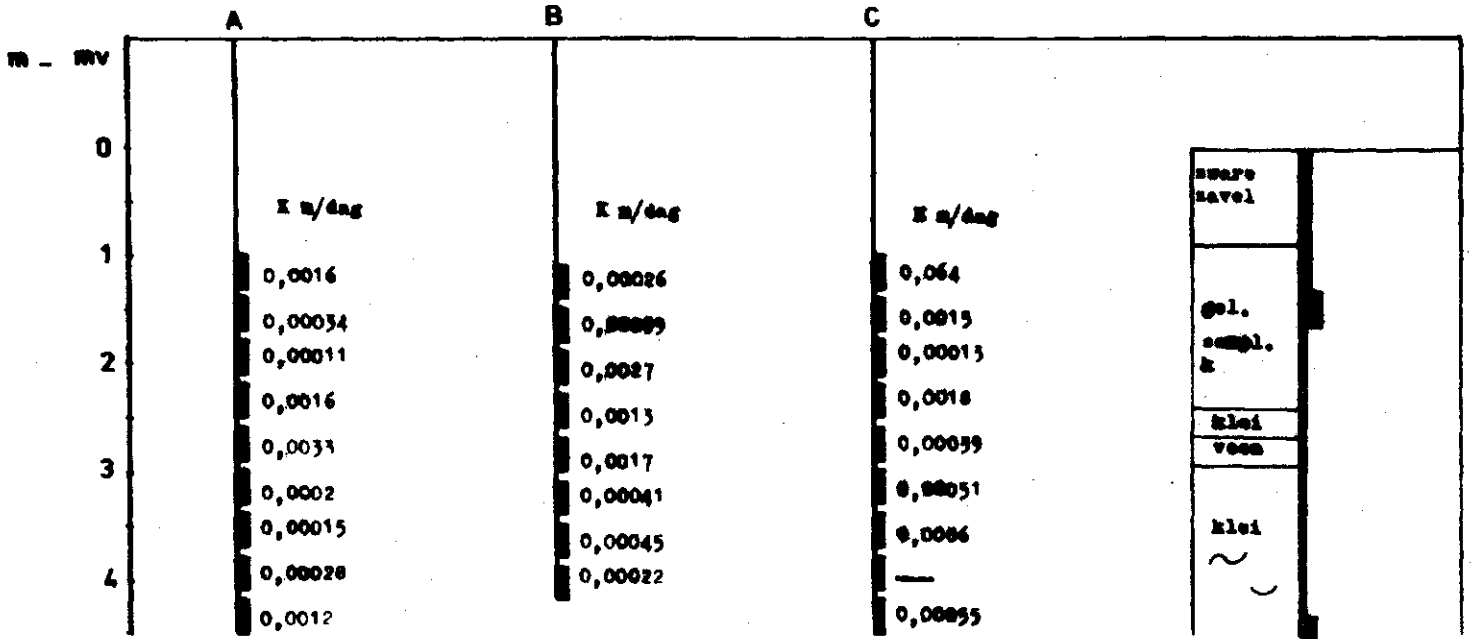
BORING G 148



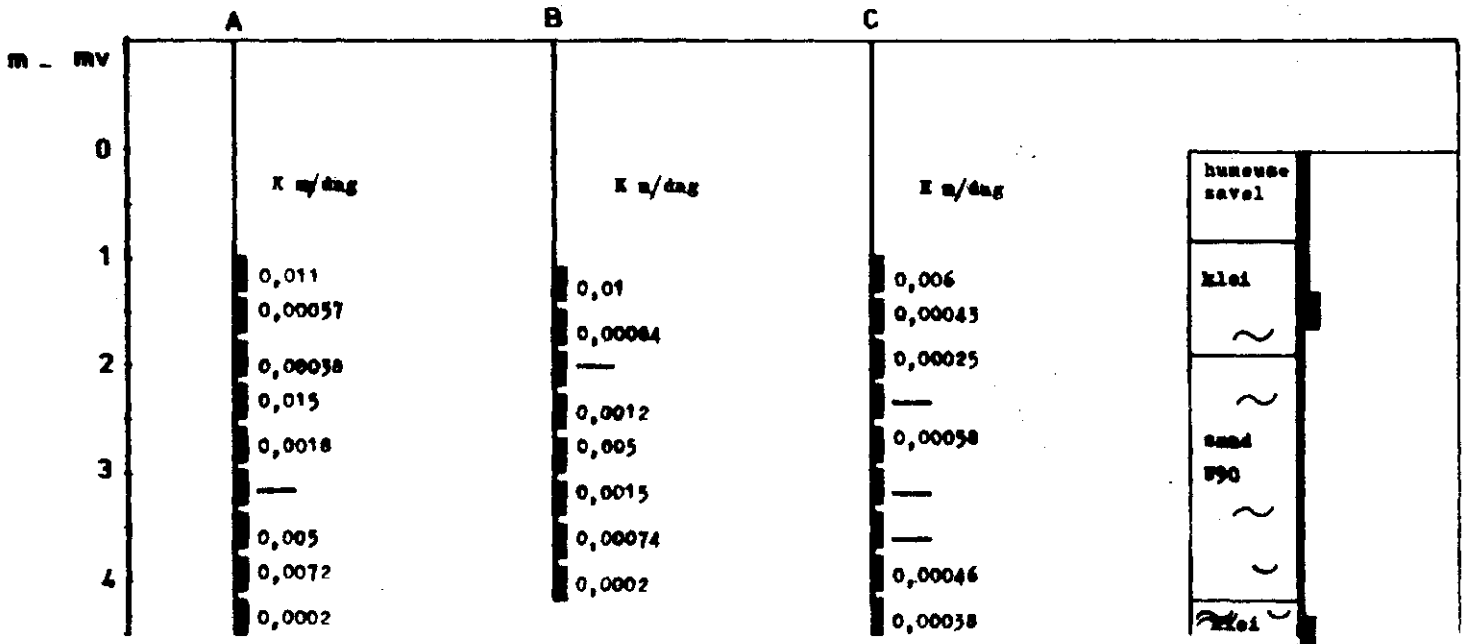
BORING G 149



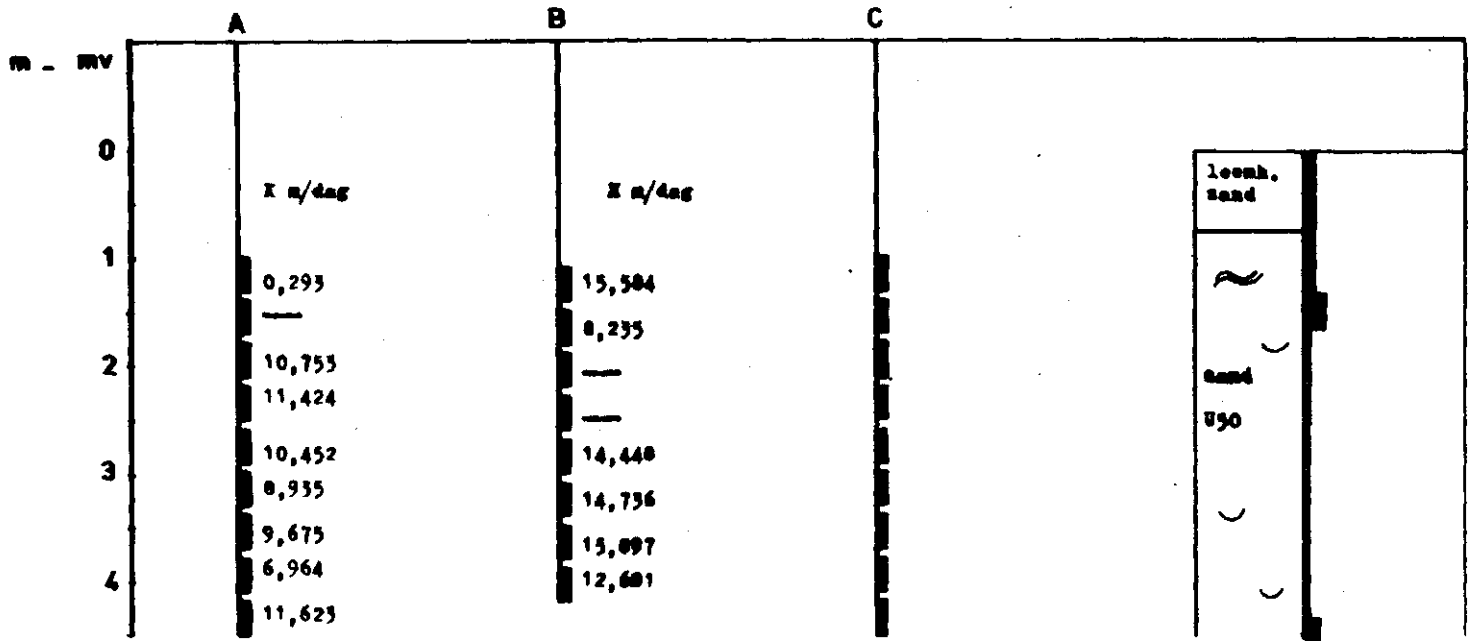
BORING G 150



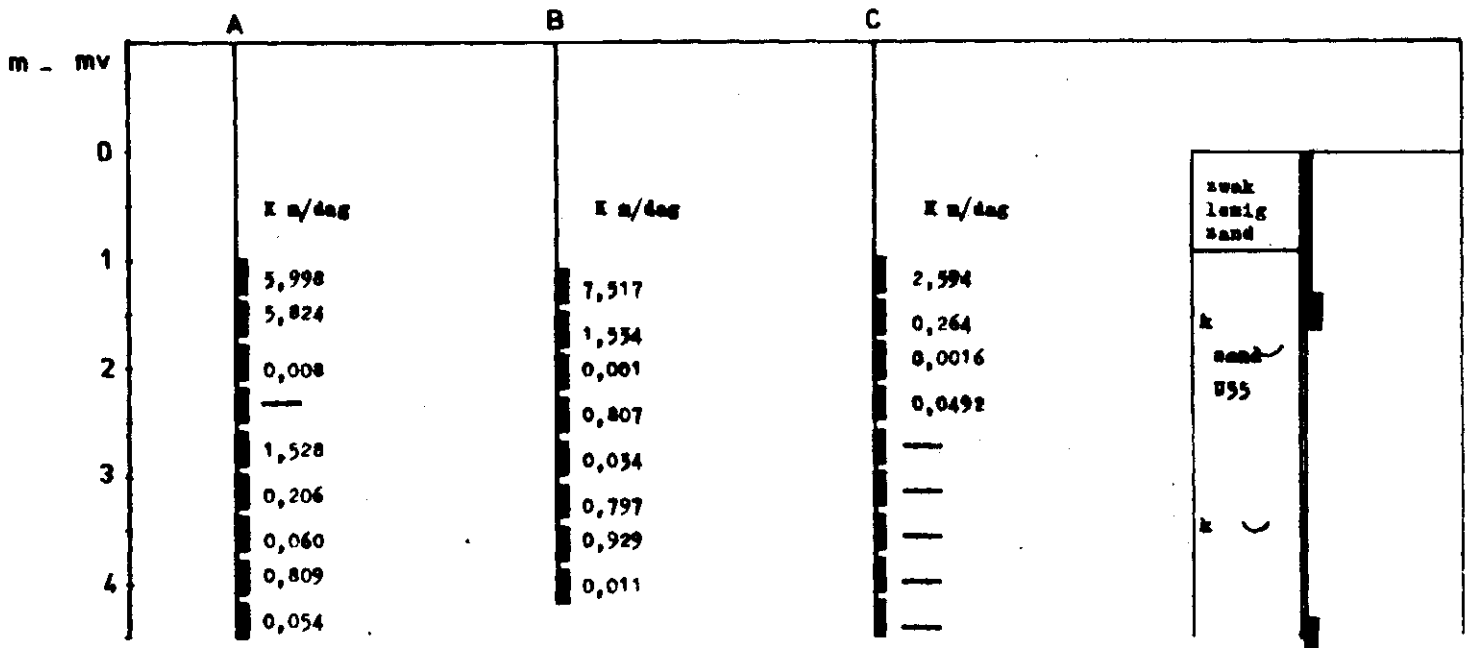
BORING G 151



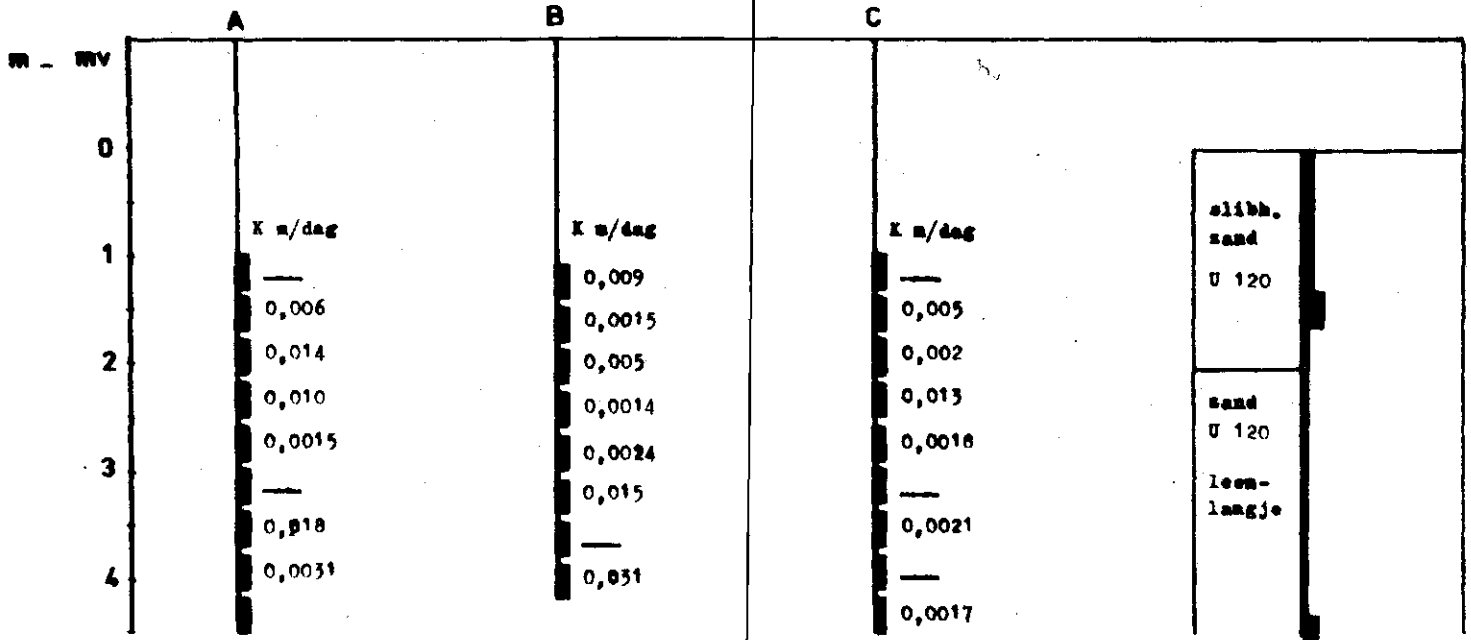
BORING G 152



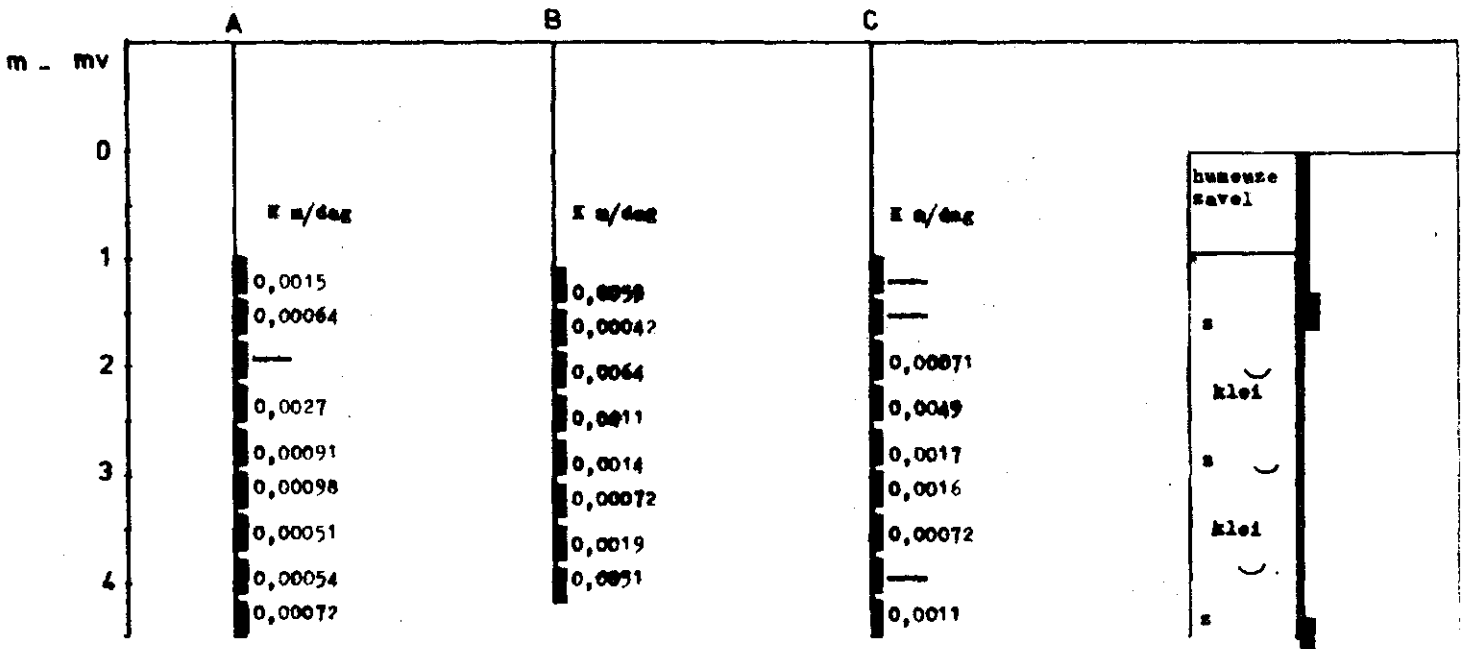
BORING G154



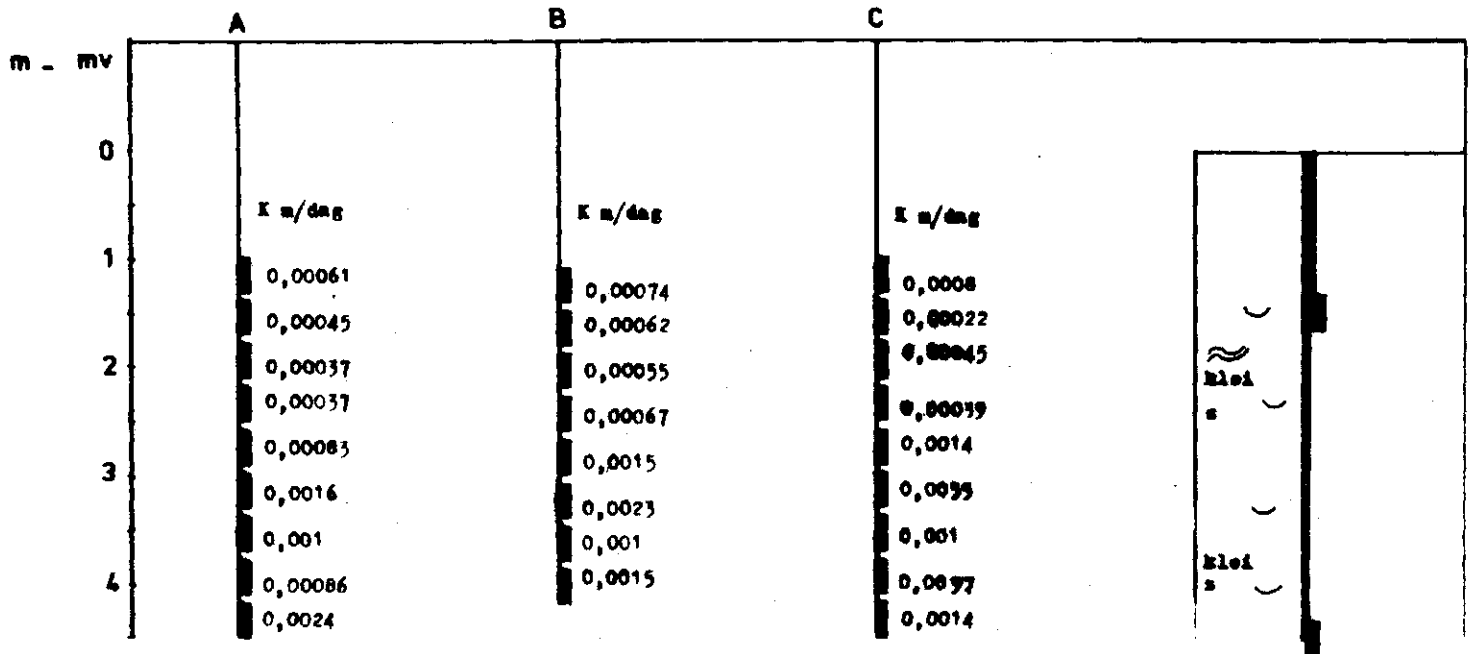
BORING G155



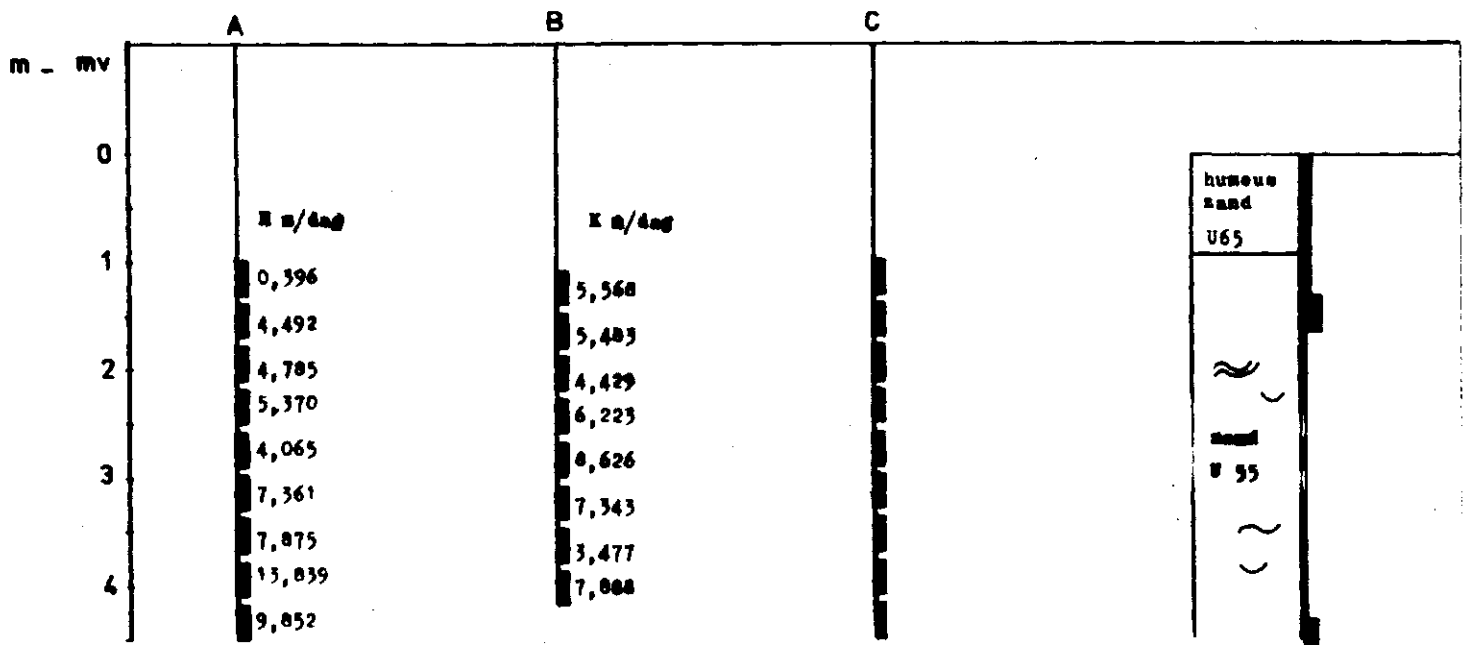
BORING G 156



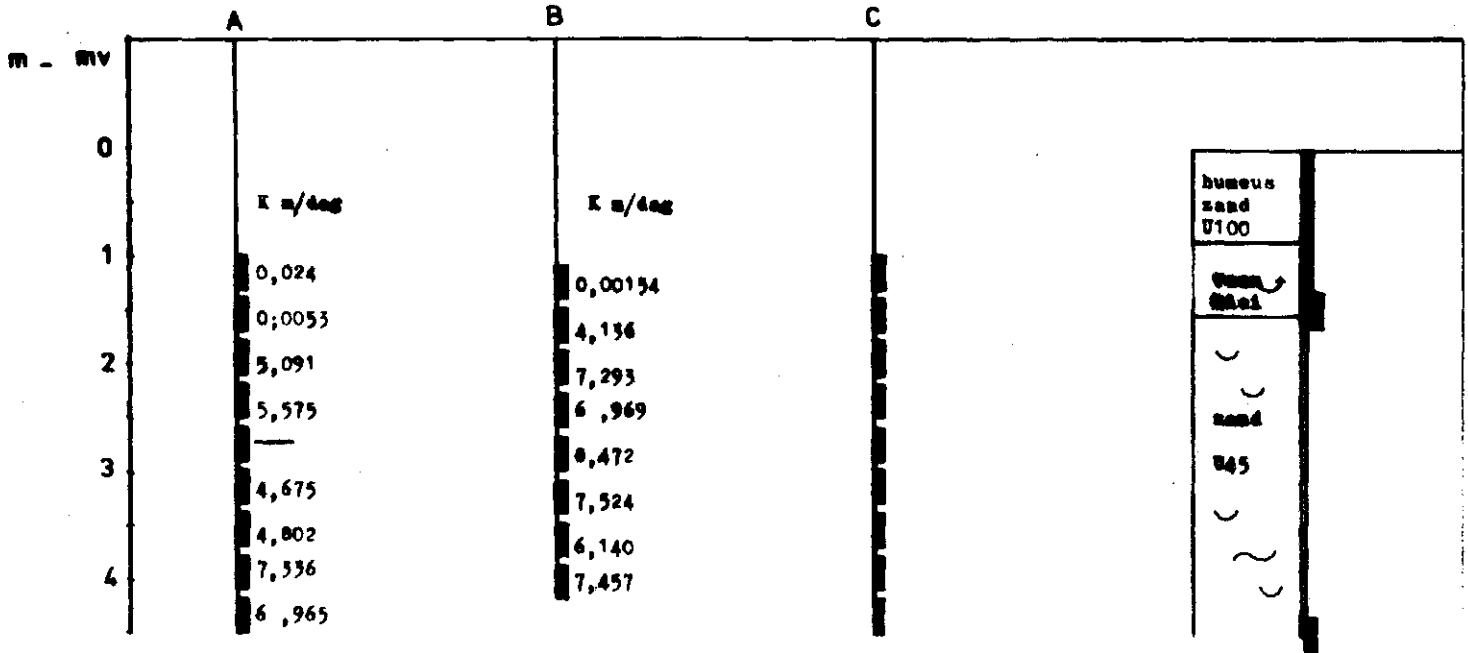
BORING G 157



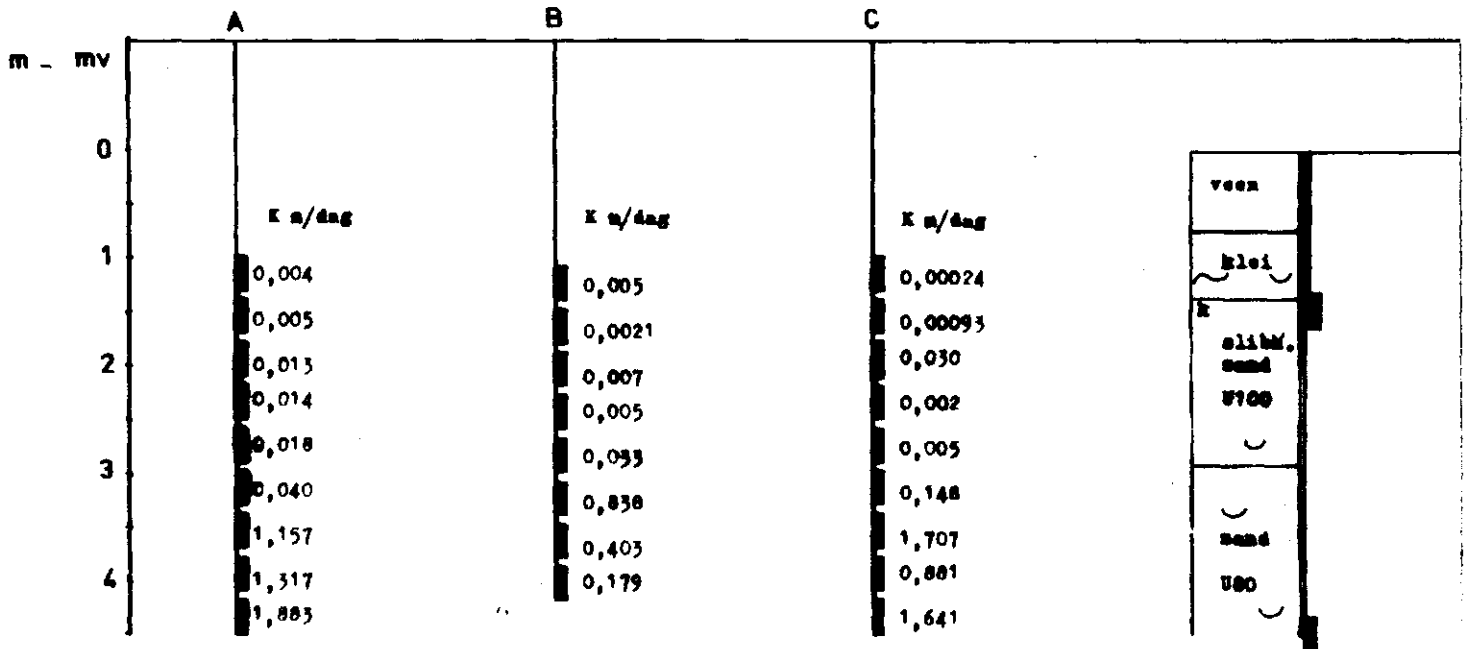
BORING G 158



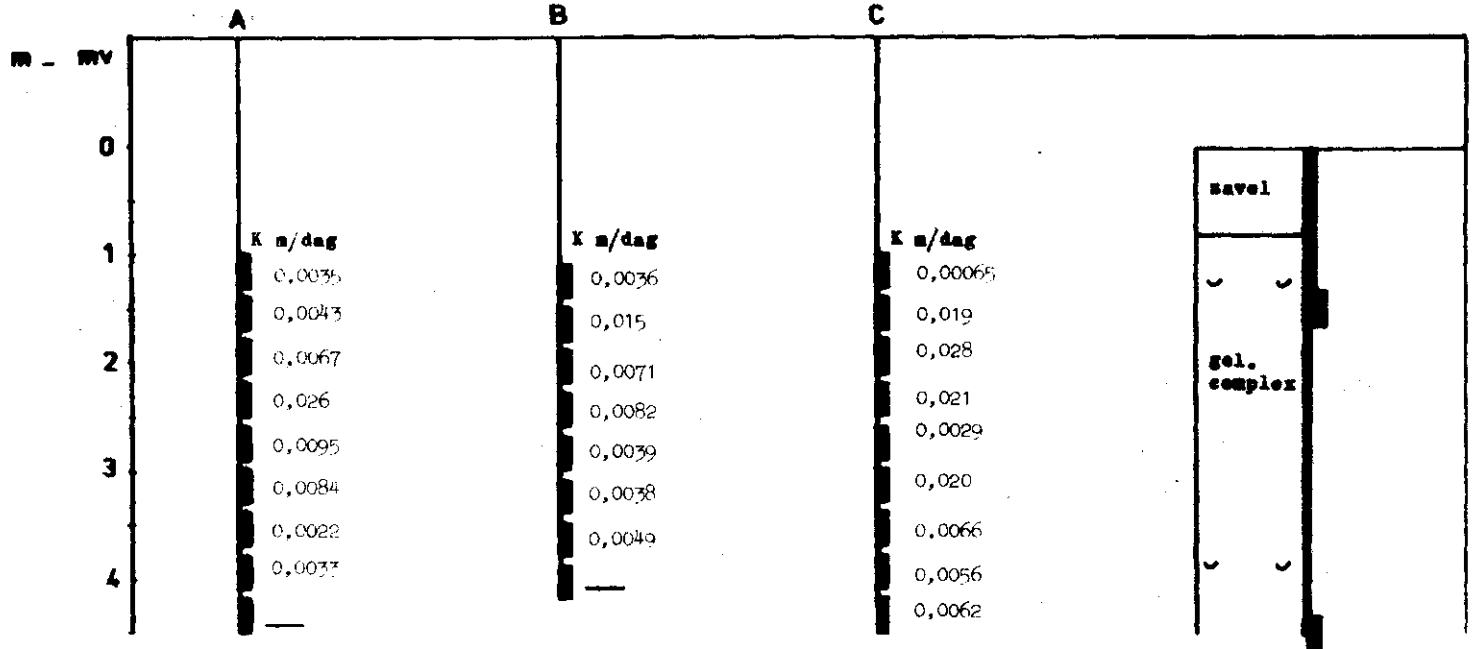
BORING G 159



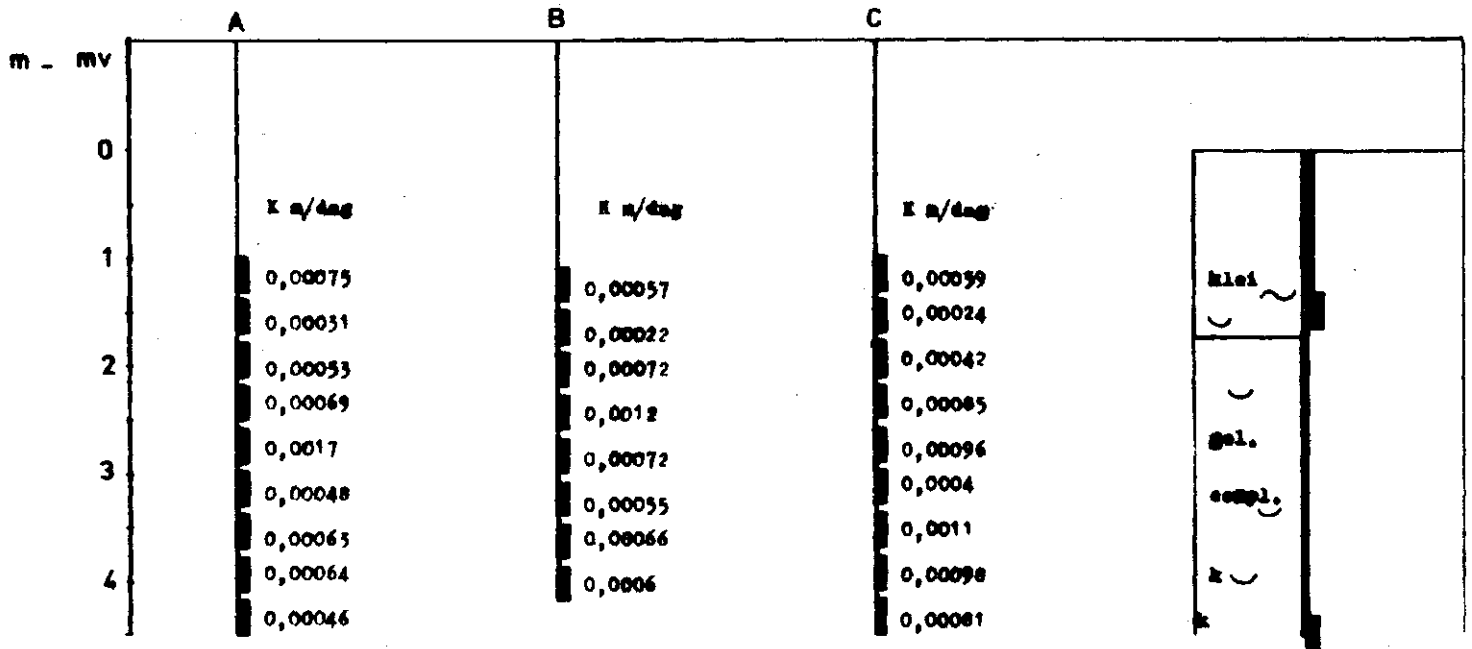
BORING G 160



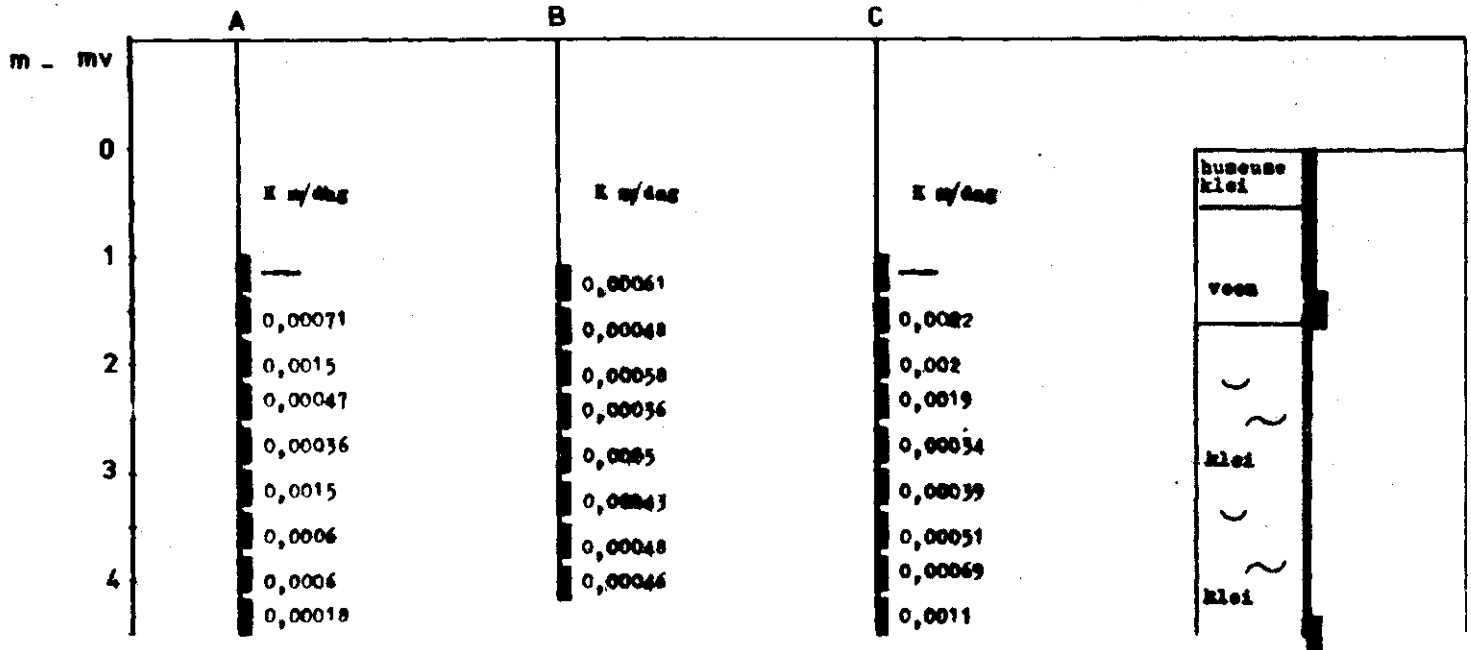
BORING G 161



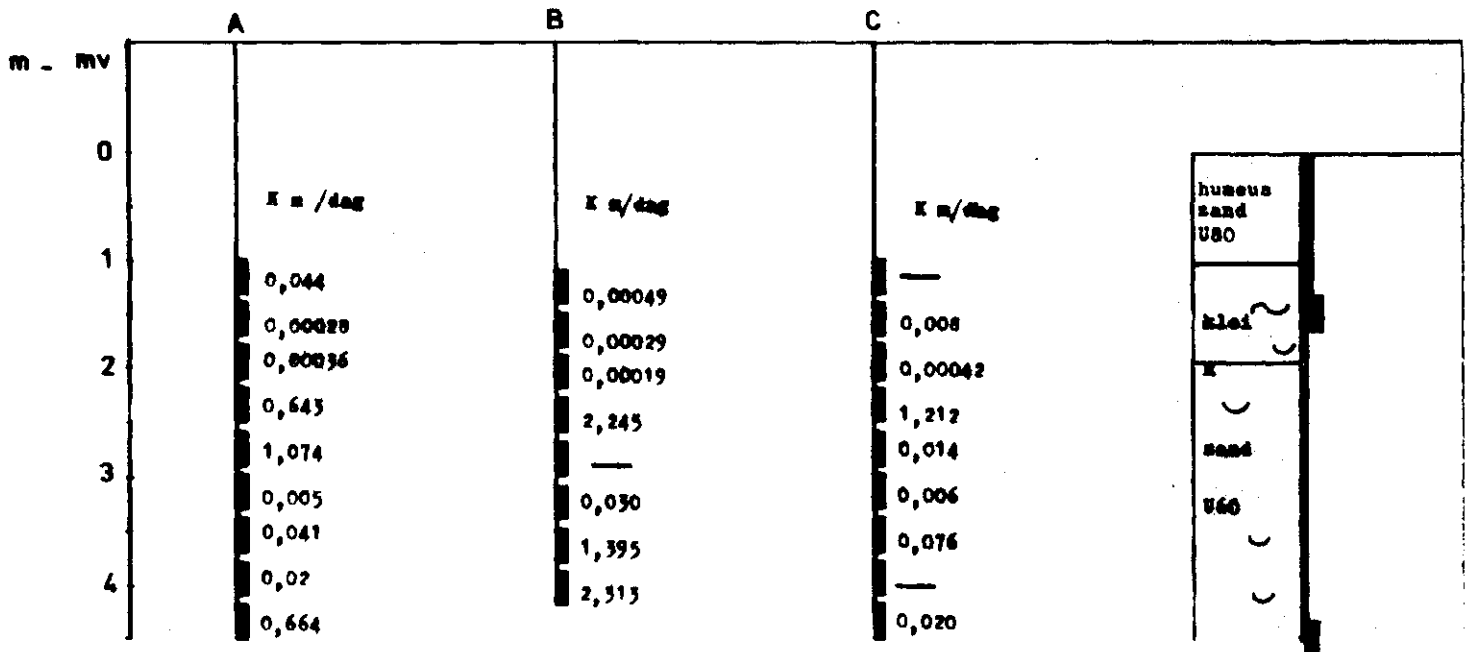
BORING G 162



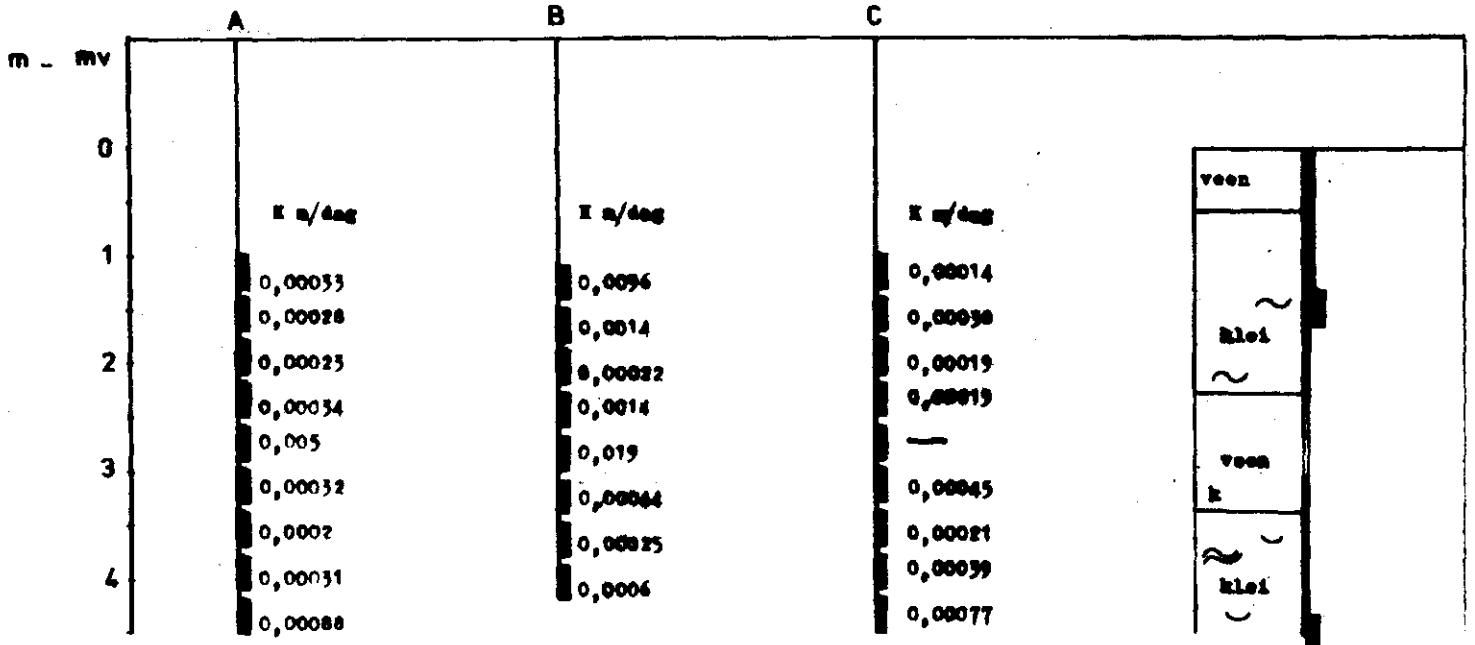
BORING G 163



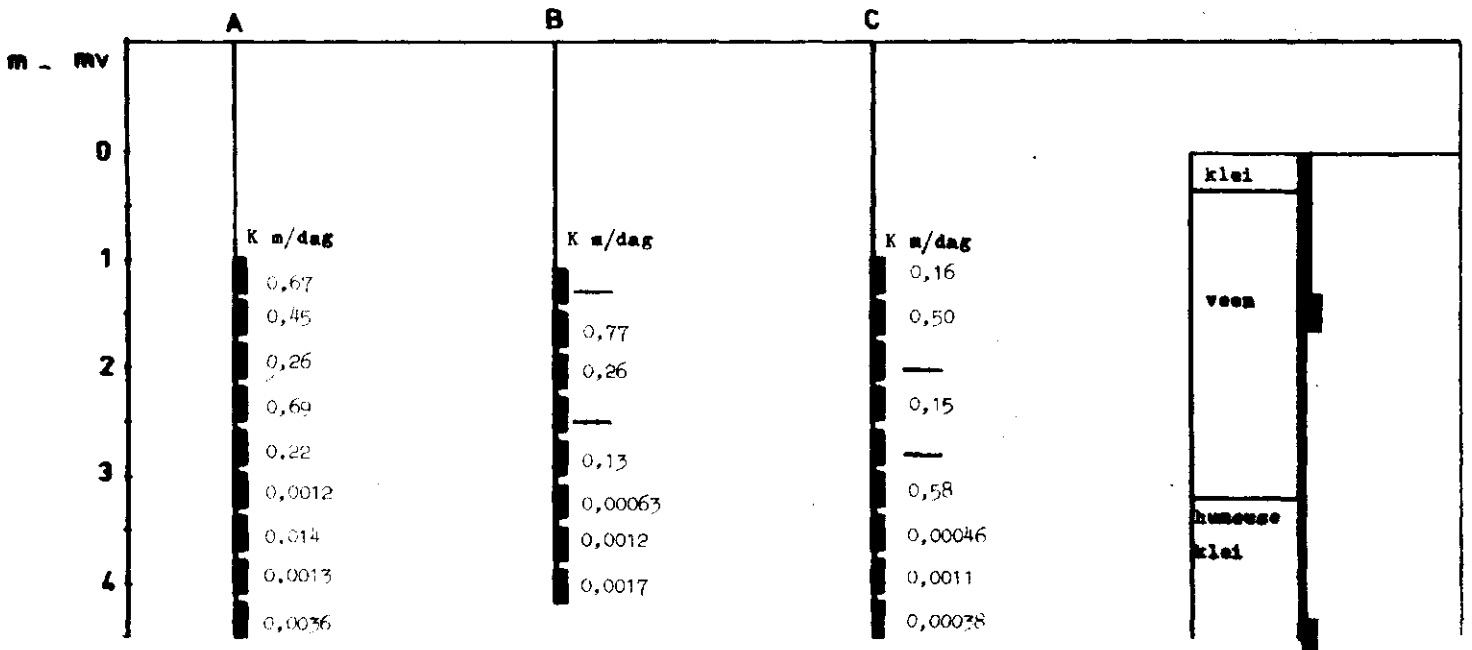
BORING G 164



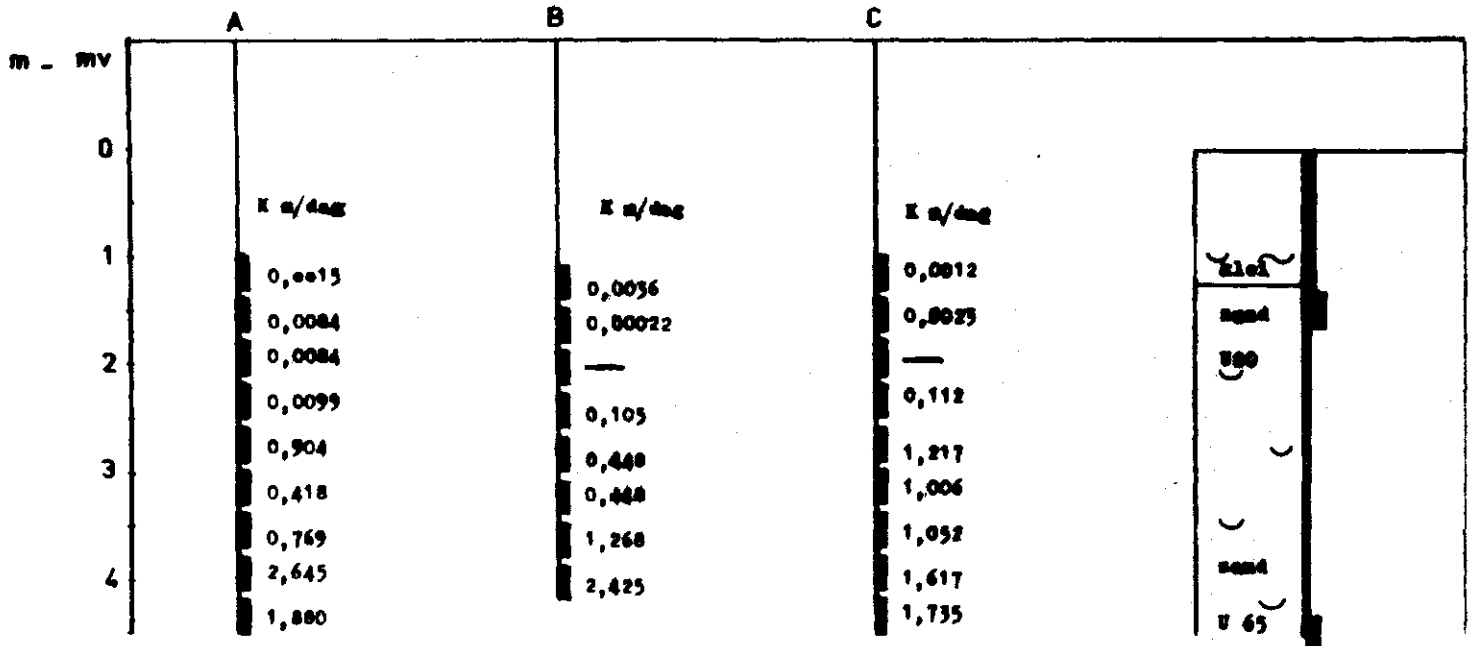
BORING G 165



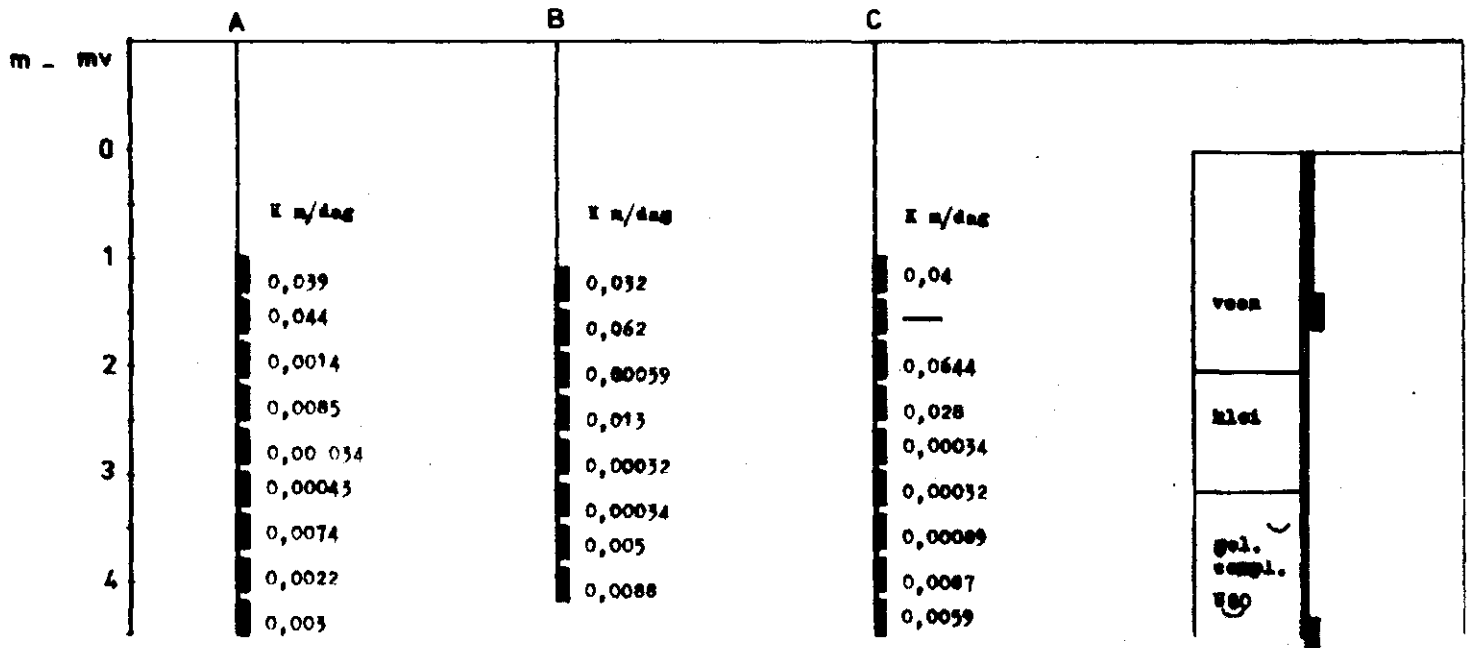
BORING G 166



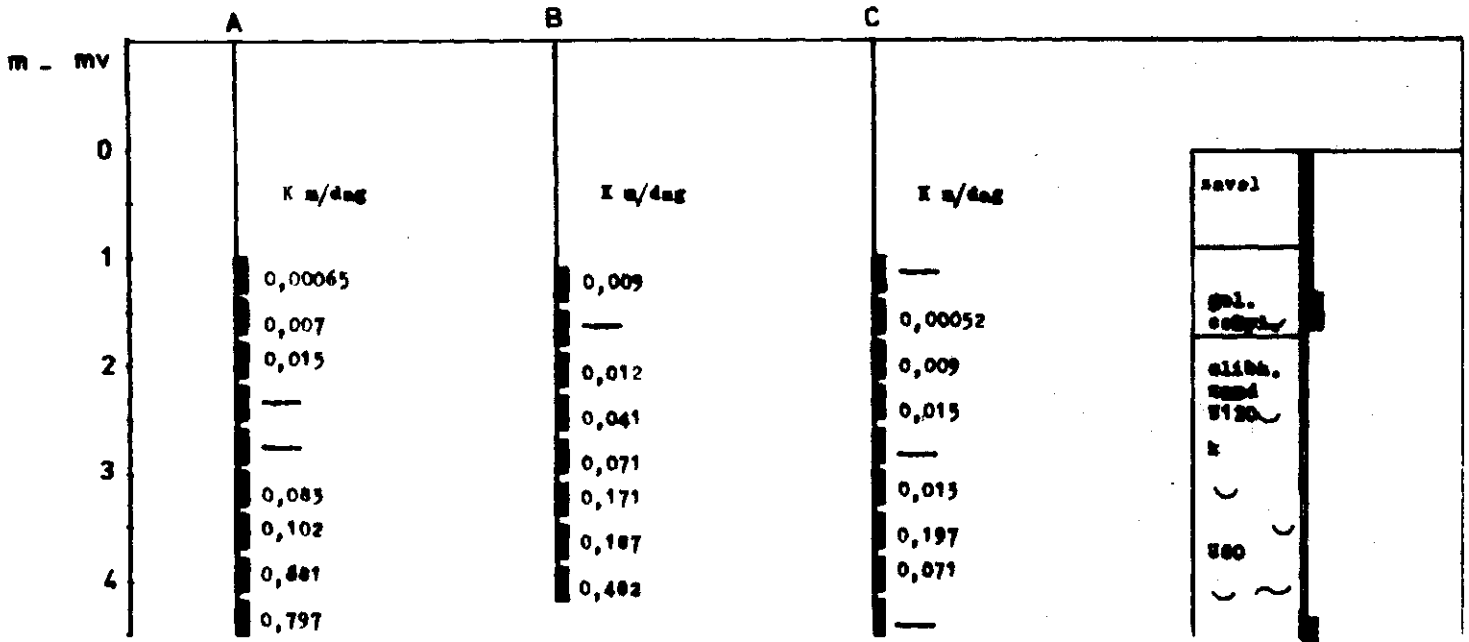
BORING G 167



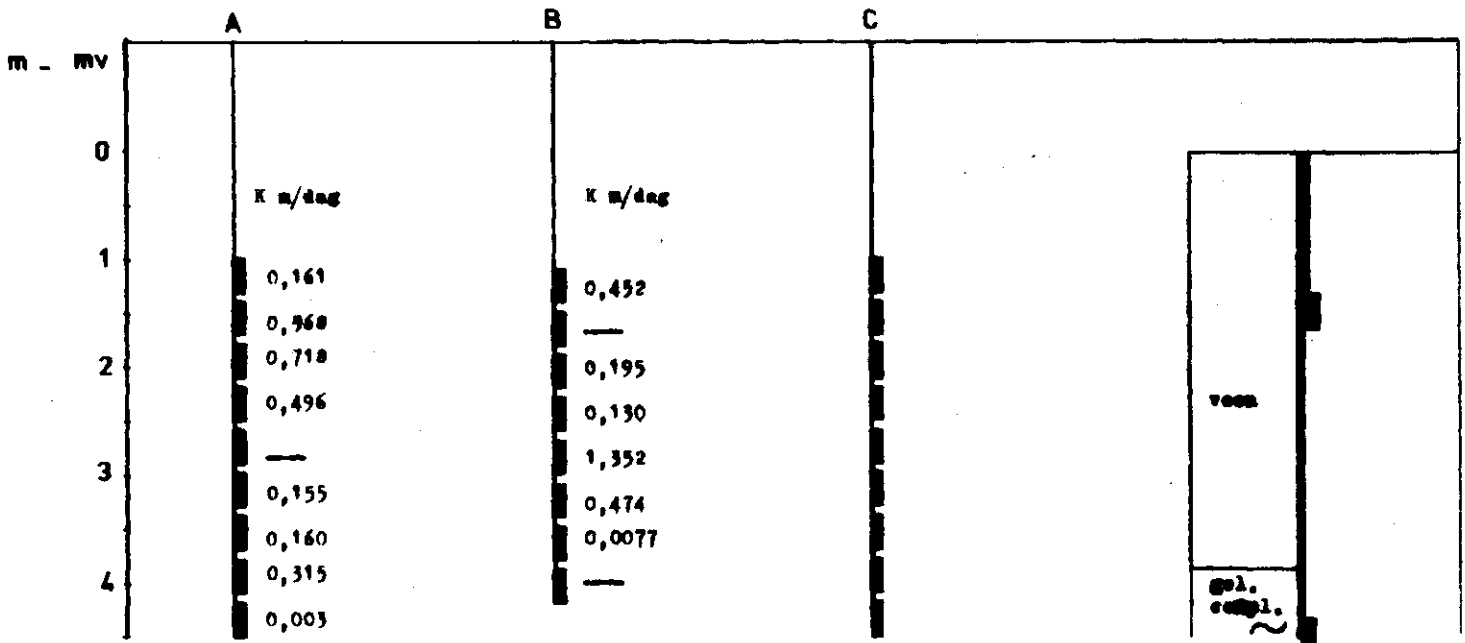
BORING G 168



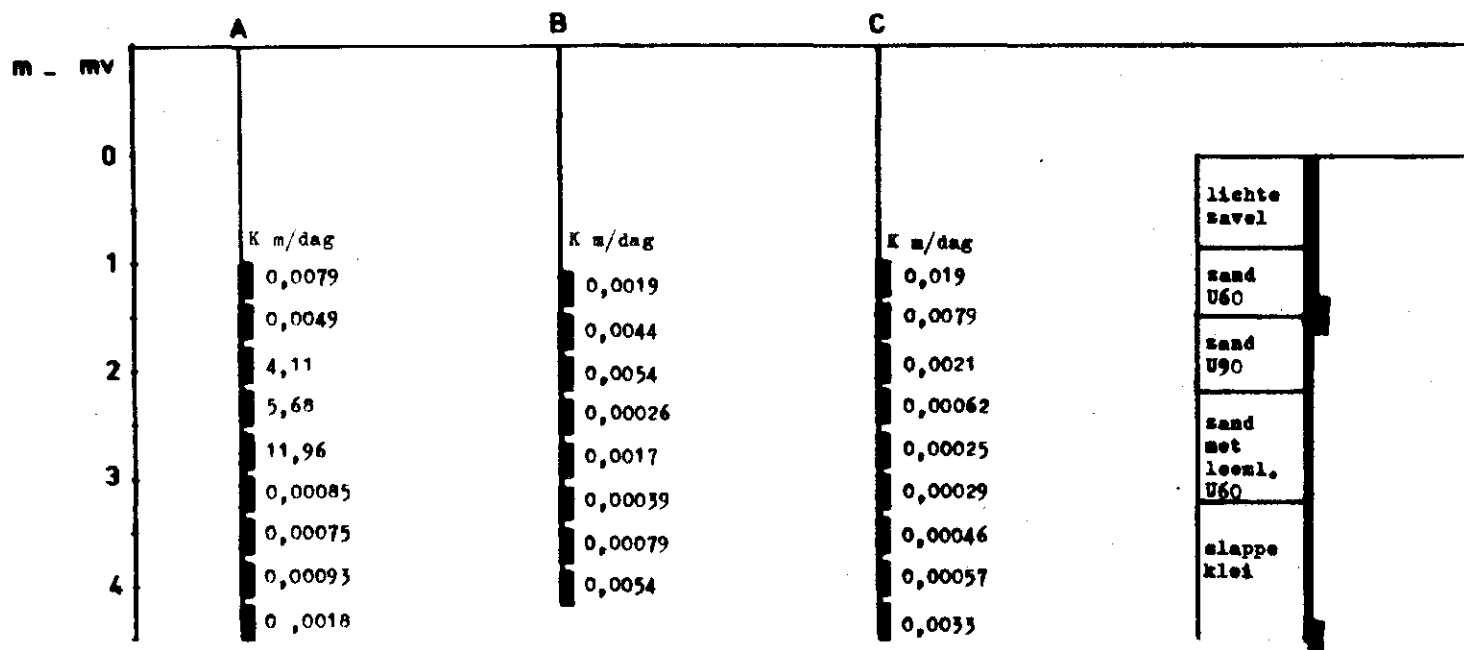
BORING G 169



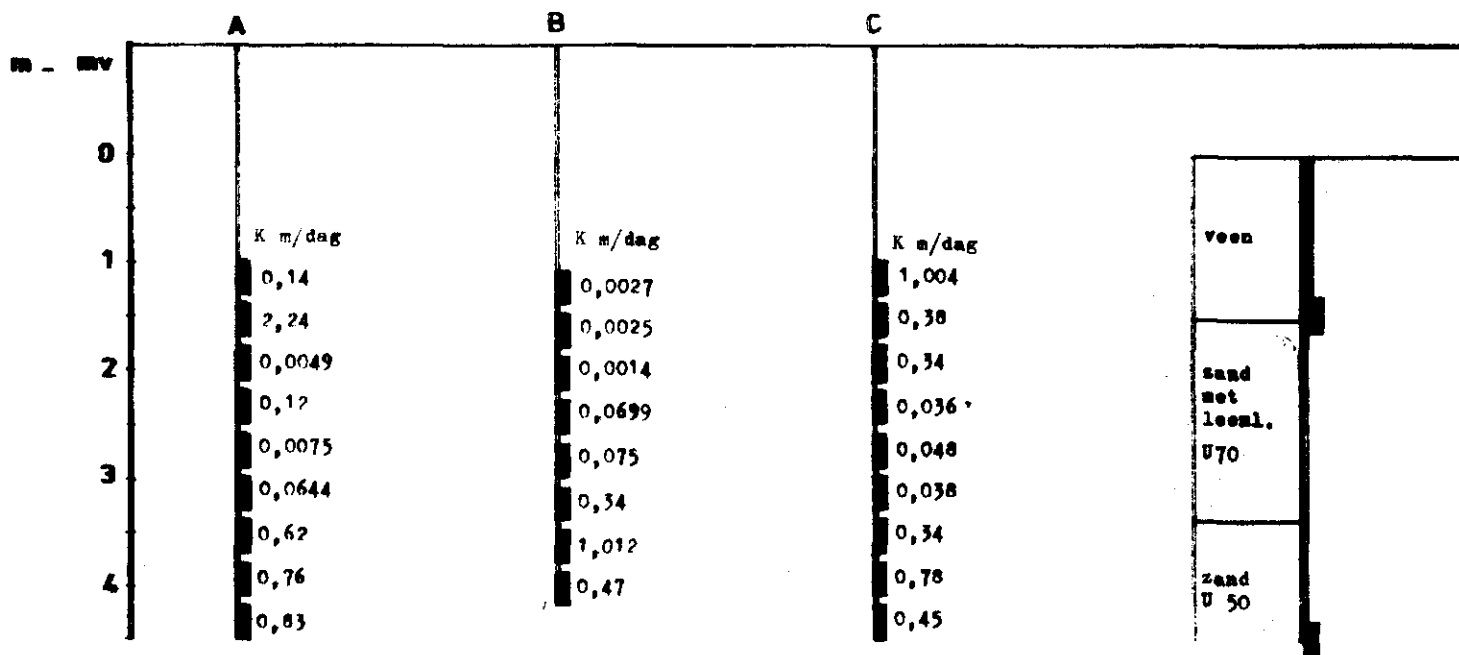
BORING G 170



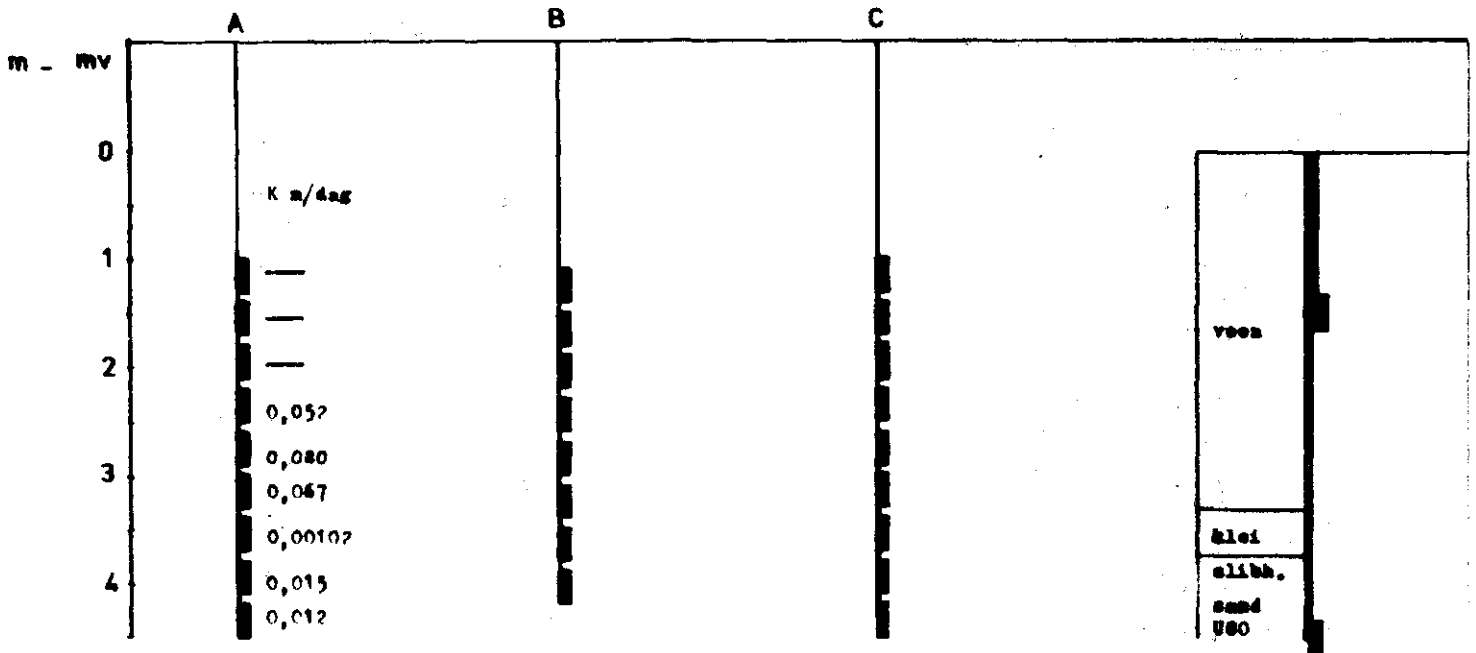
BORING G 171



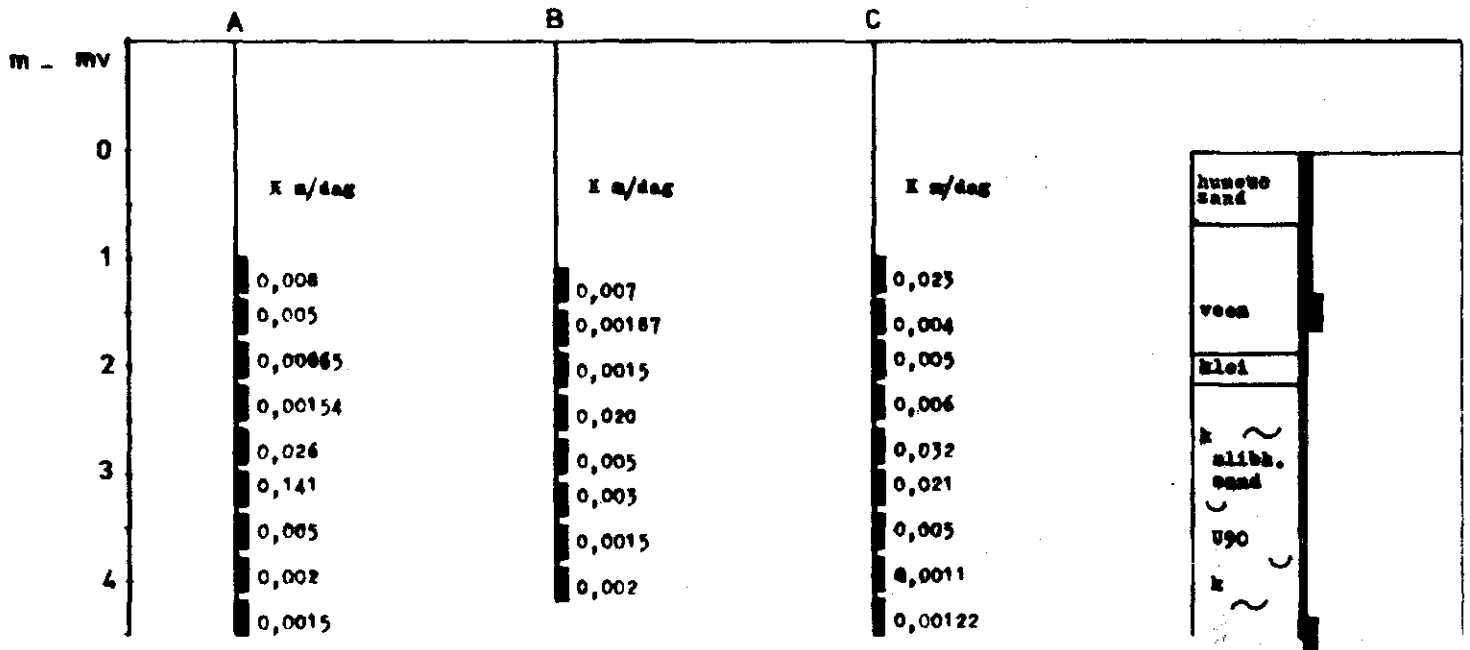
BORING G 172



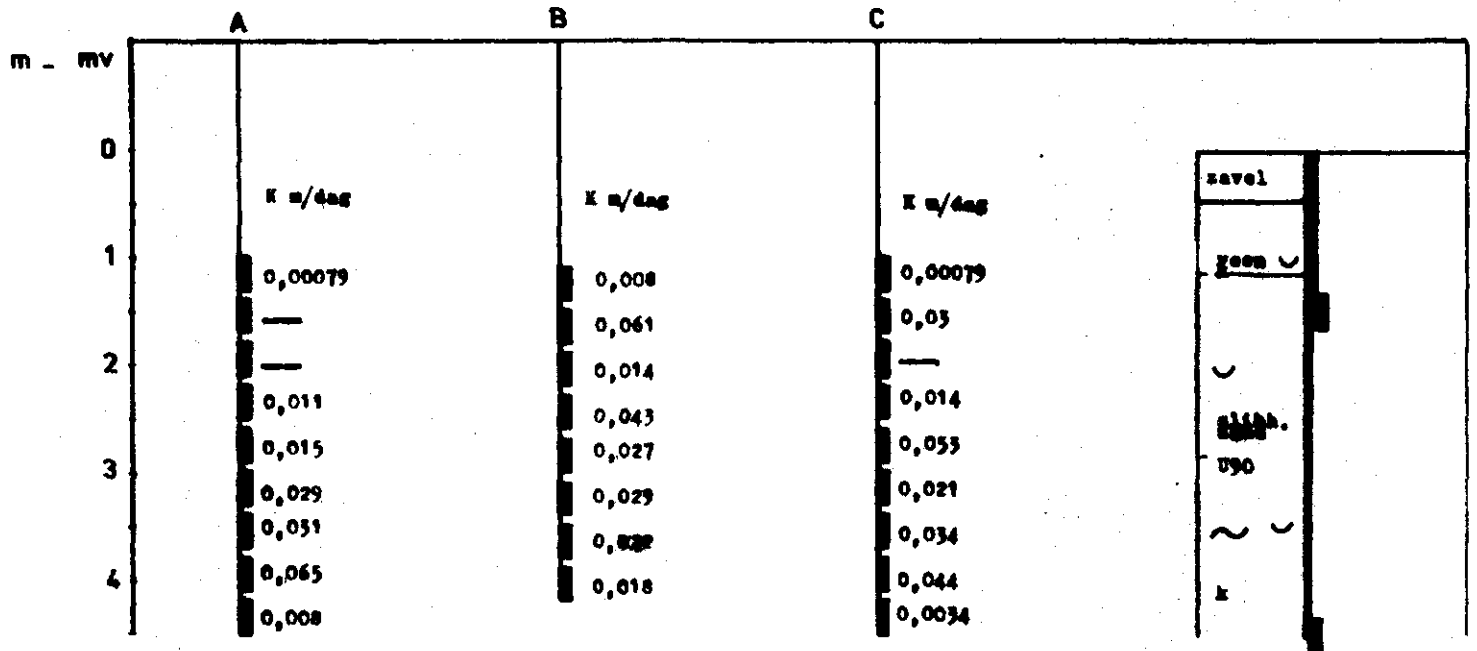
BORING G 174



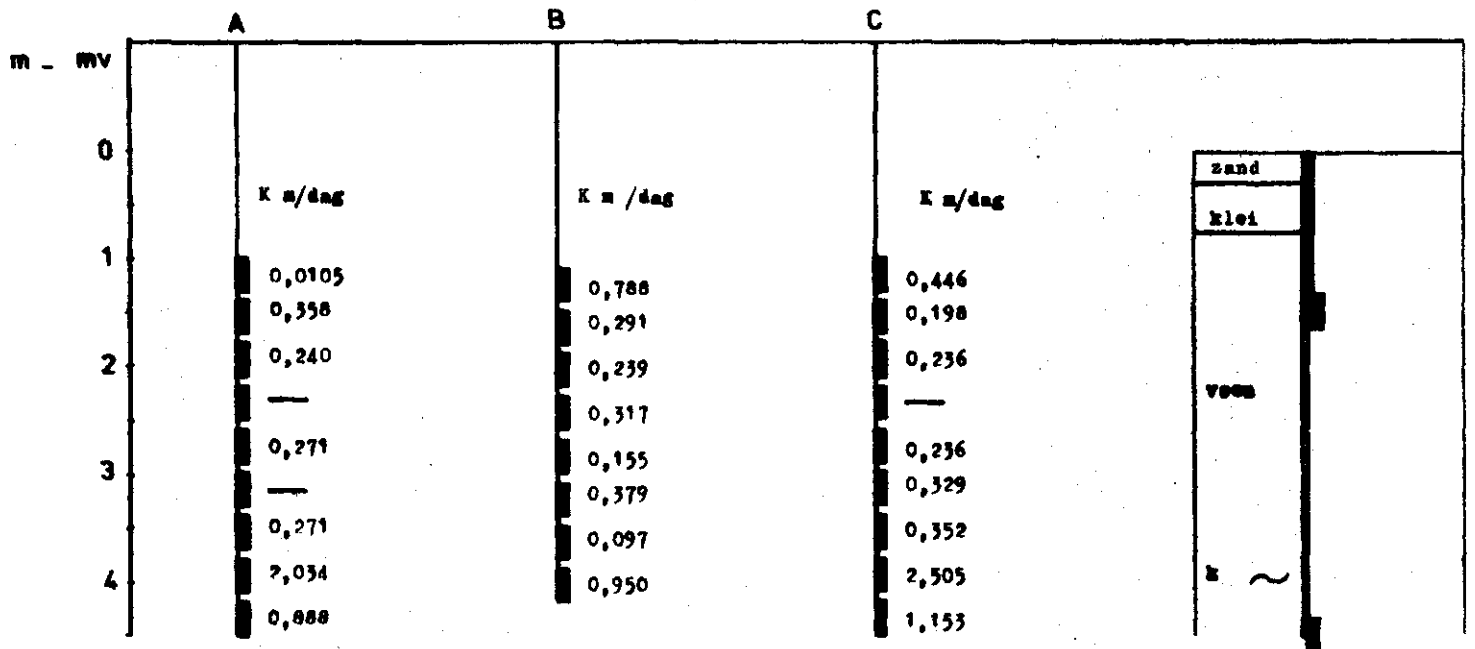
BORING G 175



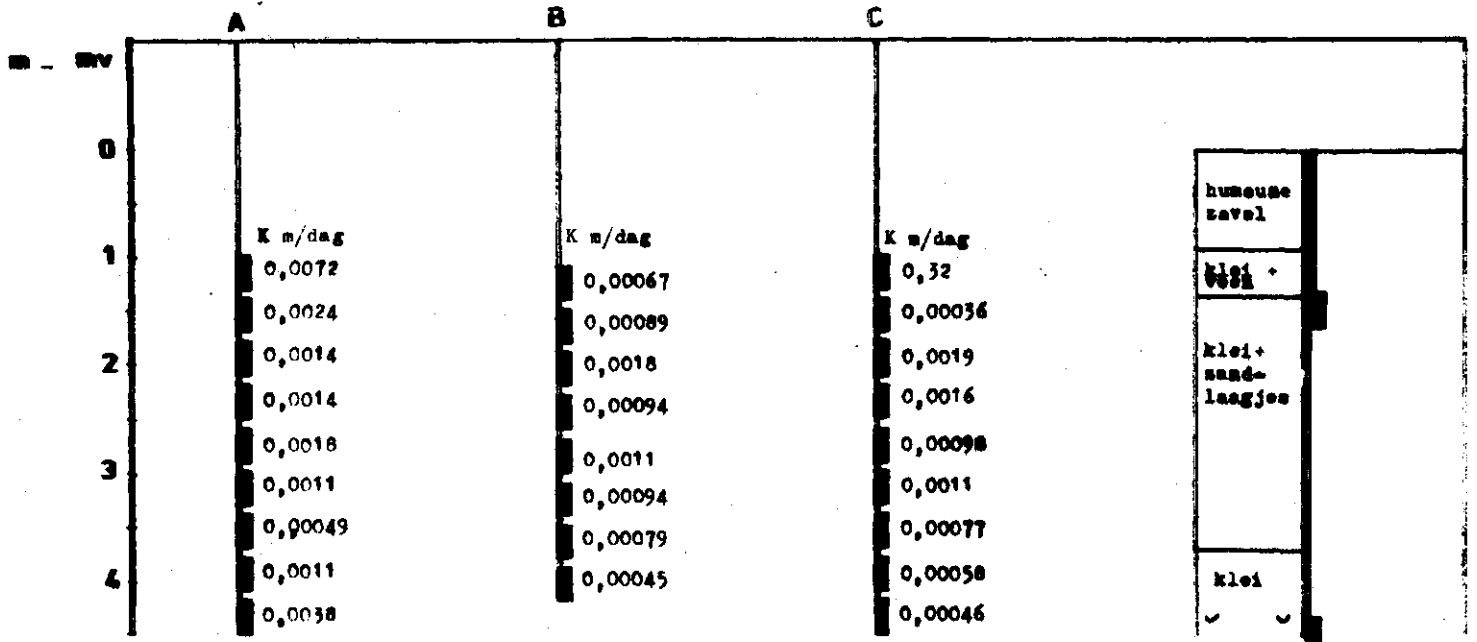
BORING G 176



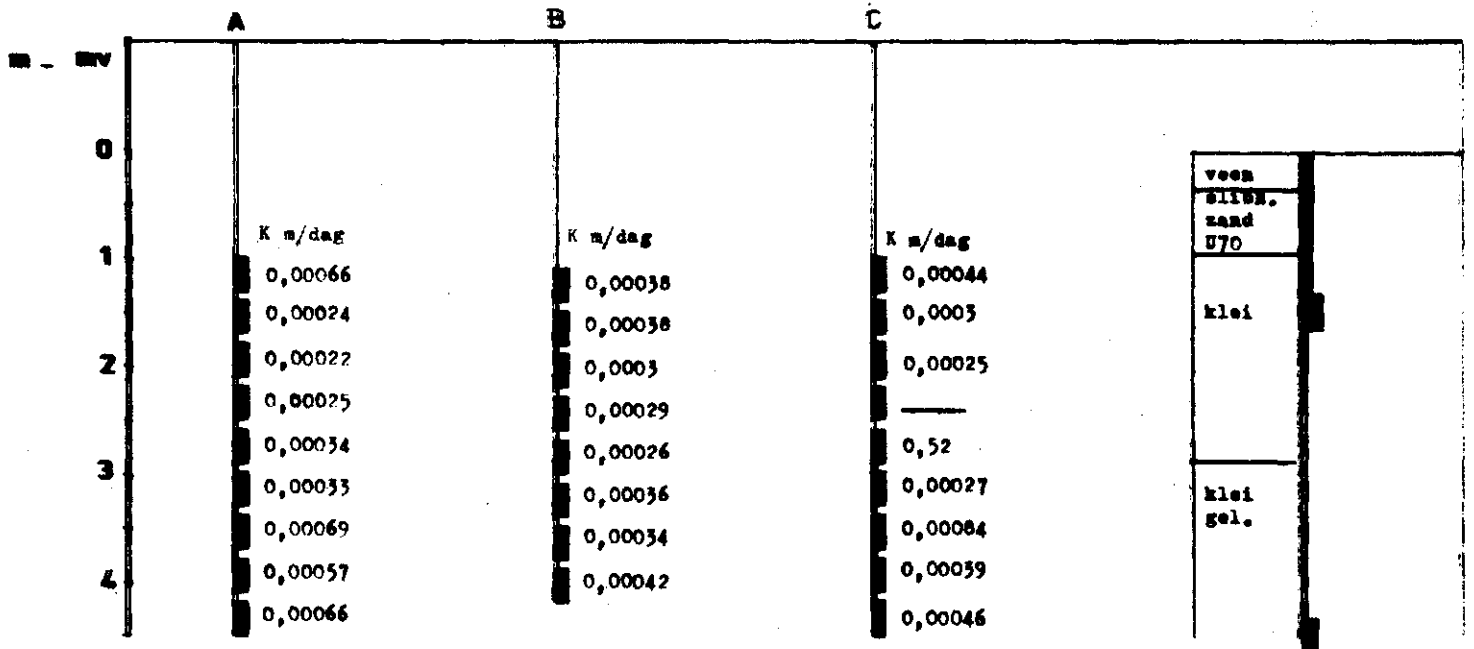
BORING G 177



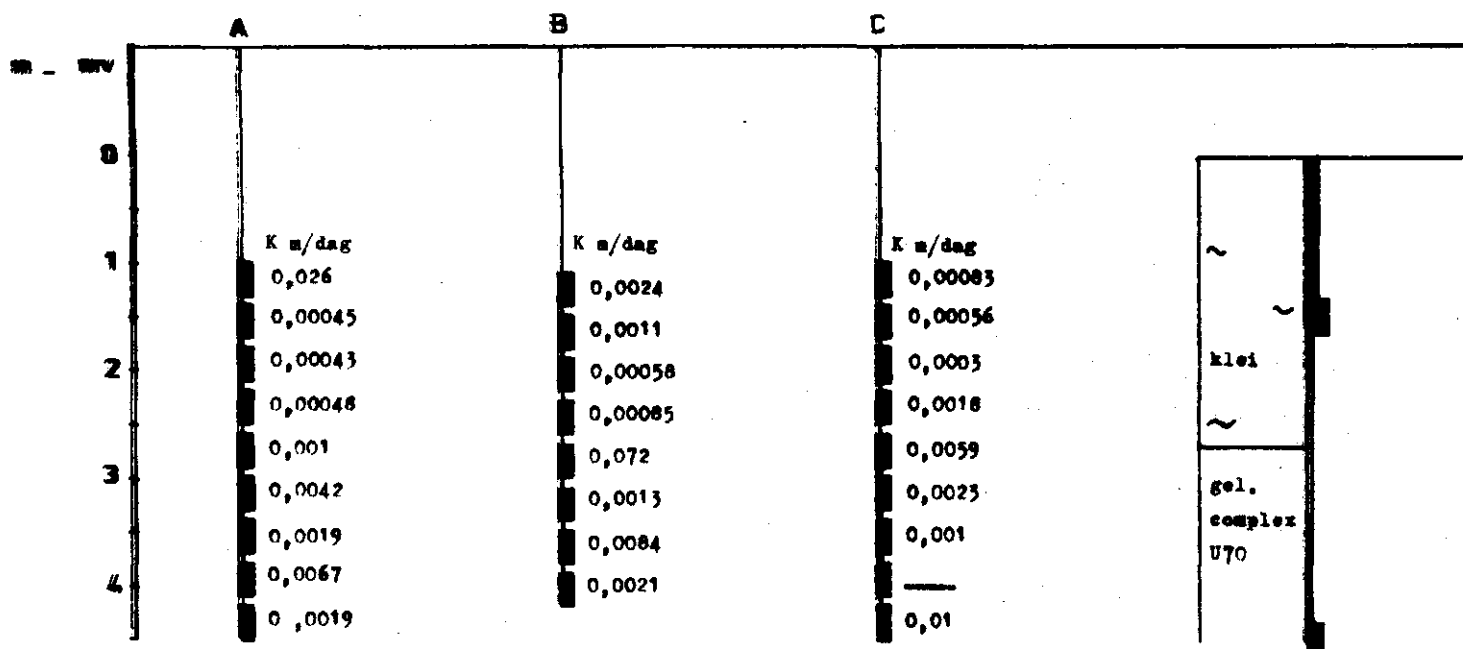
BORING G 178



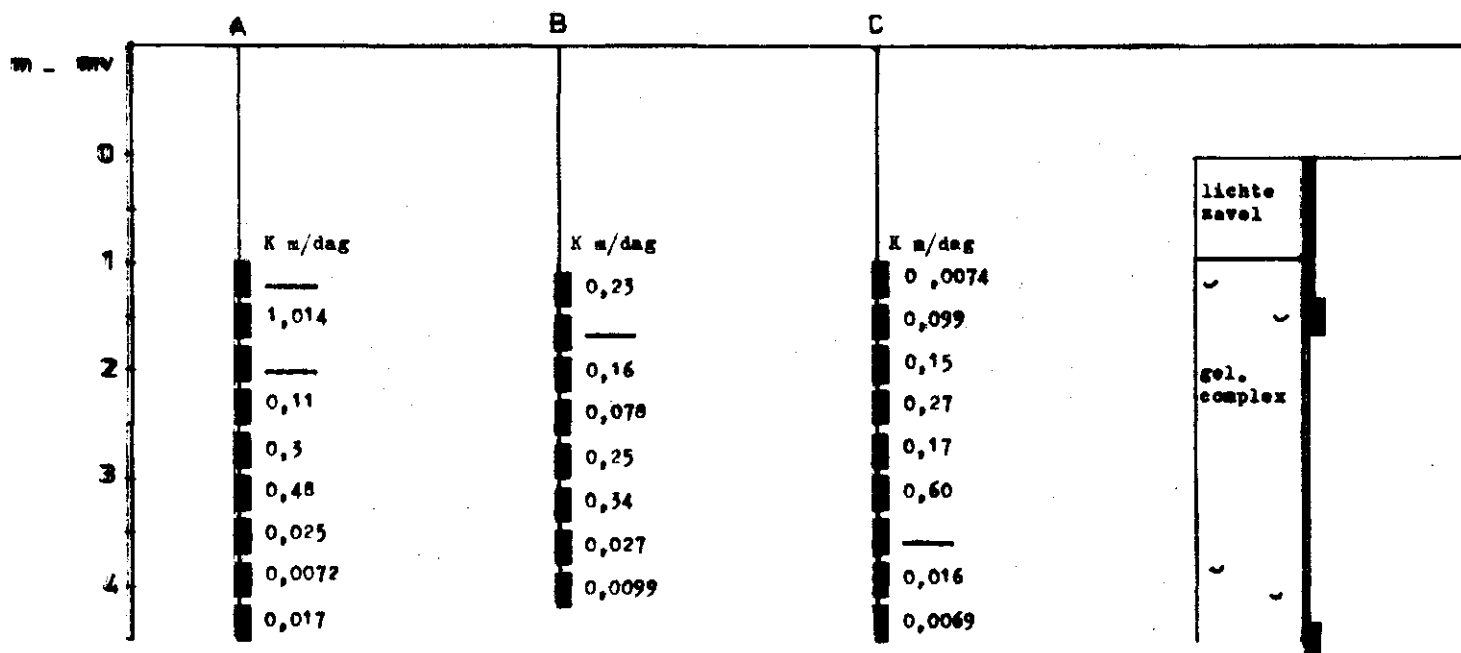
BORING G 179



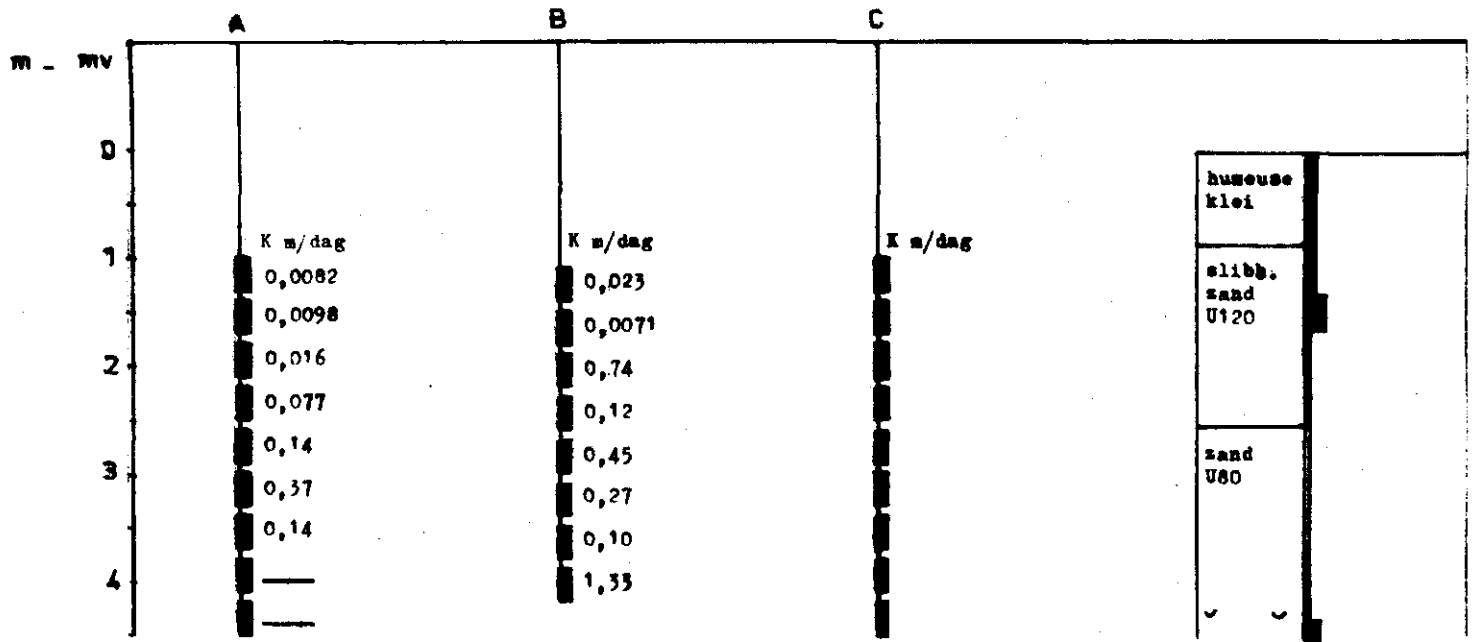
BORING G 180



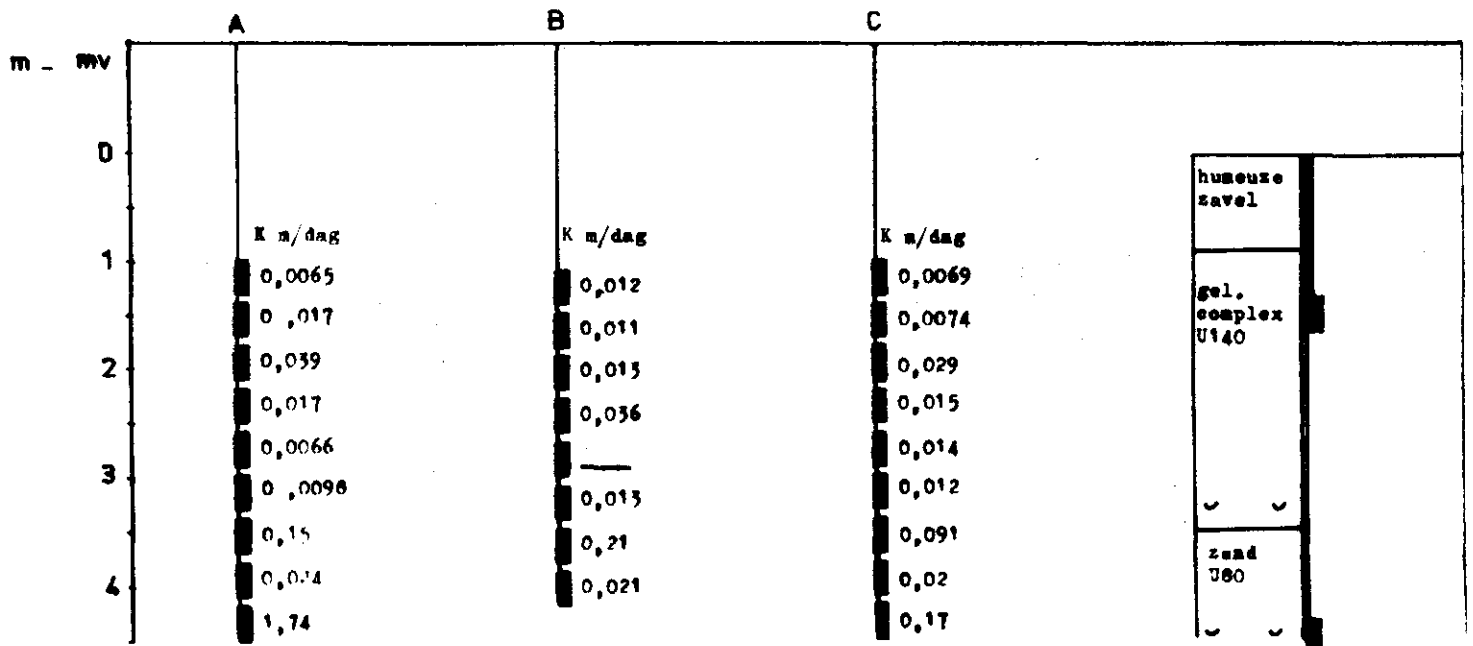
BORING G 181



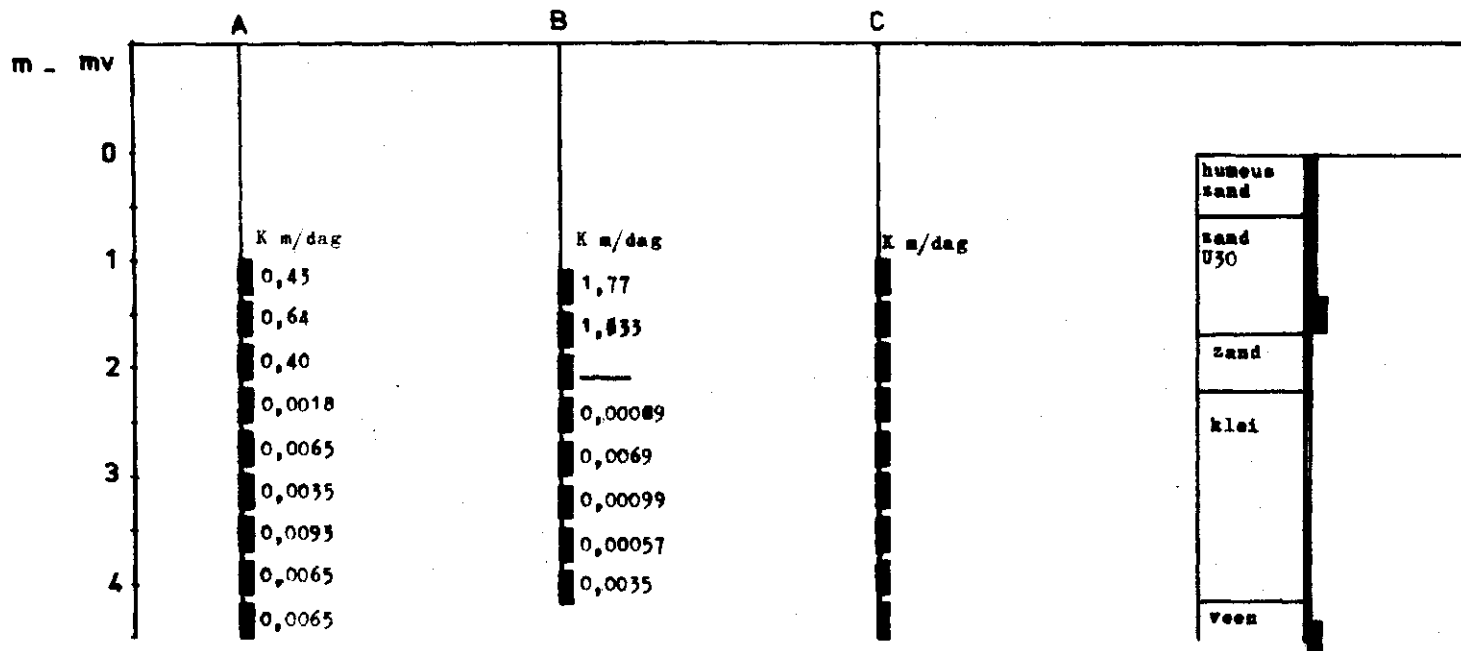
BORING G 102



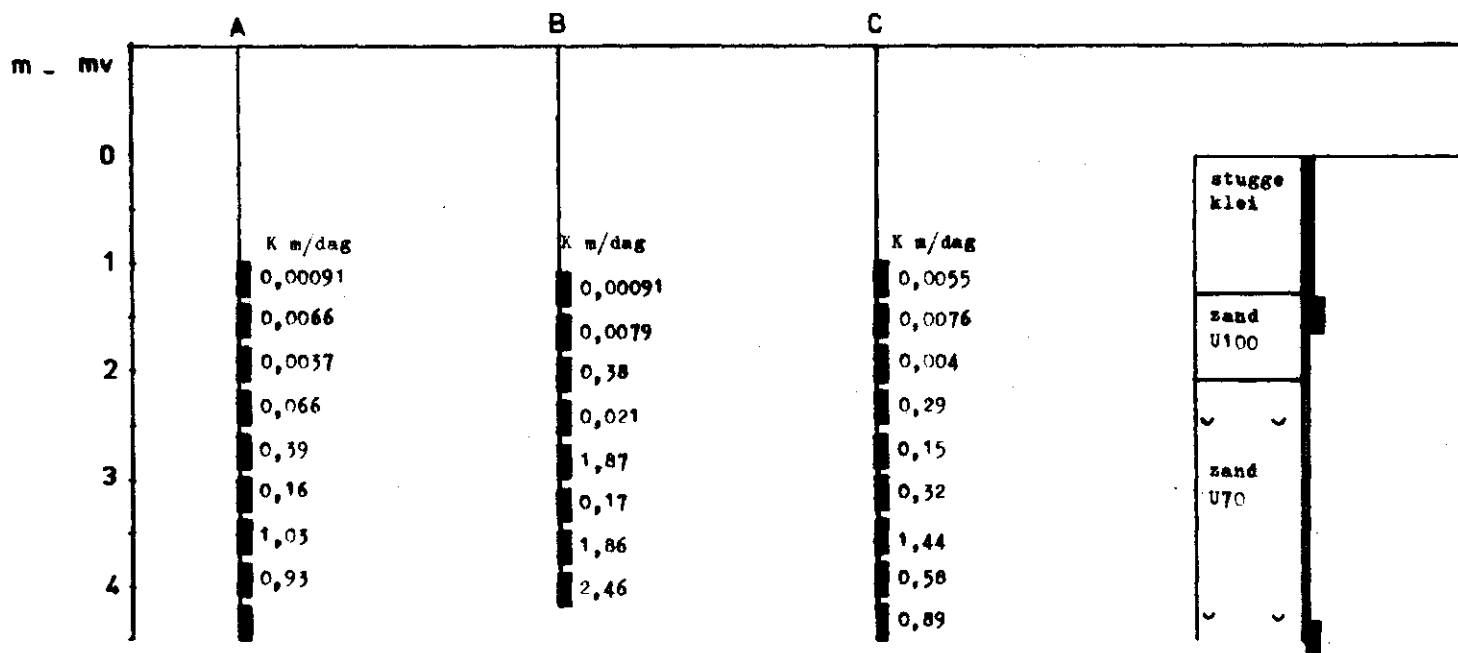
BORING G 103



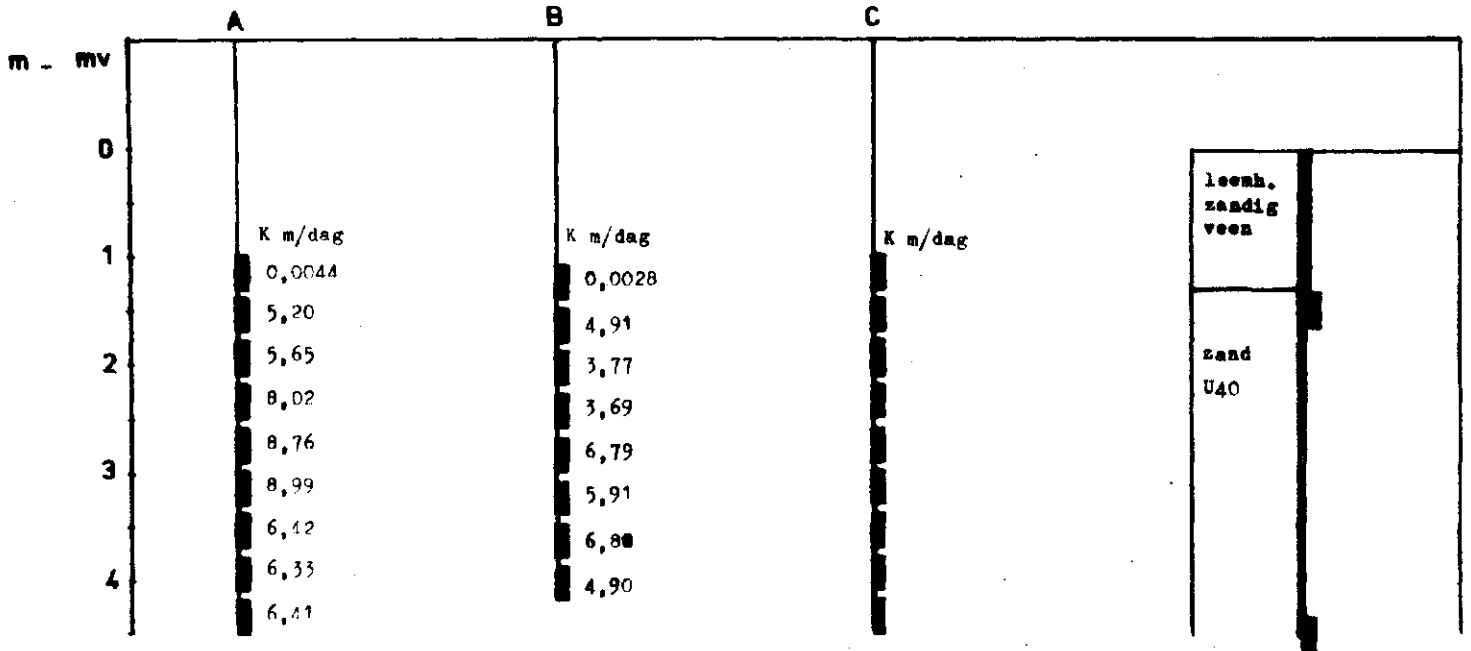
BORING G 184



BORING G 185



BORING G 186



BORING G 187

