

NOTA 1126

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

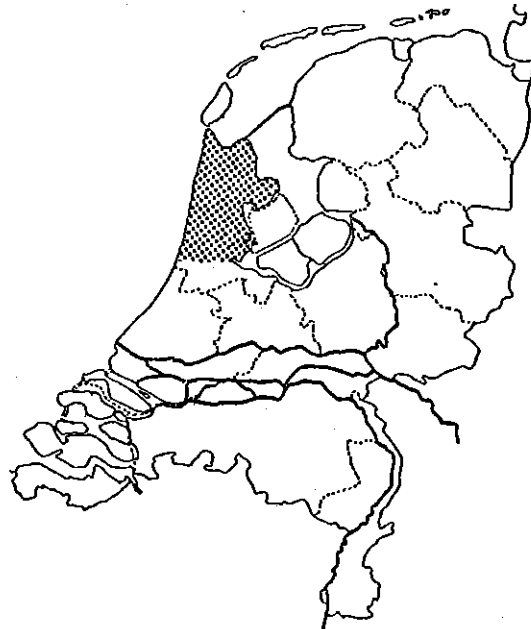
**ALTERRA**  
Wageningen Universiteit & Research centre  
Omgevingswetenschappen  
Centrum Water & Klimaat  
Team Integraal Waterbeheer

WERKGROEP NOORD-HOLLAND

IV

GEO-ELEKTRISCHE METINGEN IN NOORD-HOLLAND

M. Wijnsma en J.G. te Beest



NOTA 1126

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding  
Wageningen

ALTERRA,  
Wageningen Universiteit & Research cen-  
Omgevingswetenschappen  
Centrum Water & Klimaat  
Team Integraal Waterbeheer

WERKGROEP NOORD-HOLLAND

IV

GEO-ELEKTRISCHE METINGEN IN NOORD-HOLLAND

M. Wijnsma en J.G. te Beest

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.  
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onder-  
zoek nog niet is afgesloten.  
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
INLEIDING	1
UITVOERING VAN DE METINGEN	1
VERWERKING VAN DE GEGEVENS	2
SAMENVATTING	4
LITERATUUR	4

**ALTERRA**

Wageningen Universiteit & Research center  
Omgevingswetenschappen  
Centrum Water & Klimaat  
*Team Integraal Waterbeheer*

**INLEIDING**

Een onderdeel van het geo-hydrologisch onderzoek in Noord-Holland was het verkrijgen van gegevens omtrent de chemische samenstelling van het grondwater, in het bijzonder het gehalte aan chloride.

De veelal hiervoor toegepaste methode omvat het stellen van filters in de ondergrond, vervolgens het onttrekken van watermonsters aan deze filters en het verrichten van analyses hieraan.

Een beperking van deze methode is dat geen continu beeld wordt verkregen omtrent het verloop van het gehalte aan chloride met de diepte. Bovendien worden de filters vaak ook voor andere doeleinden gebruikt en daarom voornamelijk gesteld in de zandige lagen. Het verloop van het gehalte aan chloride in slecht doorlatende lagen is echter ook een belangrijk gegeven, in het bijzonder dat van het afdekkend pakket. Immers dit laatste fungeert als scheiding tussen de kwaliteit van het water in de ondergrond en de kwaliteit van het oppervlaktewater. De geo-elektrische metingen zijn uitgevoerd in het kader van een c-waarden onderzoek van het afdekkend pakket. Deze nota is slechts bedoeld om de verkregen gegevens vast te leggen. In een later stadium van het onderzoek zullen ze weer gebruikt worden, namelijk bij het samenstellen van kaarten waarin de chemische samenstelling van het grondwater is weergegeven.

**UITVOERING VAN DE METINGEN**

Op de 60 lokaties (fig. 1), verdeeld over het onderzoeksgebied werden de c-waarden bepaald, waarbij tevens geo-elektrische metingen werden uitgevoerd. Op deze lokaties zijn tevens filters gesteld op 1,5 en 4,5 m beneden maaiveld en in de eerste watervoerende laag.

Aan deze filters zijn watermonsters onttrokken voor analyse. De resultaten hiervan, aangevuld met lithologische gegevens, zijn gebruikt voor de interpretatie van de weerstandswaarden die werden gemeten bij het geo-elektrisch onderzoek.

#### VERWERKING VAN DE GEGEVENS

De in het veld gemeten elektrische weerstand bestaat uit de volgende componenten:

1. de weerstand van het bodemskelet,
2. de weerstand van het bodemvocht.

De totale weerstand van het bodemskelet en bodemvocht wordt aangeduid met  $P_s$  en de weerstand van het bodemvocht alleen door  $P_v$ . De weerstand  $P_s$  is niet alleen afhankelijk van de granulaire samenstelling van de grond, het poriënvolume en aan de bodemdeeltjes geadsorbeerde ionen, maar ook van het zoutgehalte van het grondwater. De weerstand  $P_v$  is afhankelijk van de totale ionenconcentratie in het grondwater. De verhouding tussen de weerstand  $P_s$  en de weerstand  $P_v$  wordt als formatiefactor  $F$  aangeduid. Waarden voor de formatiefactor kunnen worden verkregen uit in het veld gemeten weerstanden op een diepte van 1,5 en 4,5 m beneden maaiveld, en de elektrische weerstand van watermonsters van die diepten. Uit de beschrijving van de voor het c-waarden onderzoek verzamelde monsters werd een indeling in 5 typen afzettingen gemaakt die zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Formatiefactoren en lithologische opbouw

Lithologische opbouw	Formatiefactor
Klei	2,2
Veen	1,6
Gelaagd complex	2,6
Zand $\mu 80-120$	2,9
Zand $\mu 40- 80$	3,3

Uit de bij de metingen verkregen  $P_s$  en de profielbeschrijvingen opgesteld tijdens de voor het c-waarden onderzoek verrichte boringen, is  $P_v$  berekend door gebruik te maken van de formatiefactor uit tabel 1. De resterende stap was om  $P_v$  om te rekenen tot chloridegehalte. Hiertoe is in fig. 2 het chloridegehalte voor alle 60 waarnemingspunten van de filters 1,5 en 4,5 m beneden maaiveld uitgezet tegen de weerstand  $P_v$ . Naarmate het chloridegehalte afneemt wordt de spreiding in fig. 2 groter, doordat andere ionen een grotere invloed krijgen. Omdat het bij de verwerking van de chloridegehalten gaat om een indeling in klassen, is nu een indeling gemaakt naar  $P_v$  klassen en bijbehorende chloridegehalten, die is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Indeling in klassen van de specifieke weerstand en het chloridegehalte

Weerstand ohm cm $P_v$	Chloridegehalte mg Cl/l
> 1400	0 - 200
650 - 1400	0 - 500
375 - 650	0 - 1000
210 - 375	350 - 2000
100 - 210	1000 - 5000
< 100	> 5000

Deze tabel 2 geeft een tamelijk grote afstand binnen de chloridegehalteklassen aan. Het chloridegehalte is dus niet exact vastgesteld, maar er is volstaan met een verdeling over de klassen. Voor de lokaties G 128 tot en met G 187 zijn in een aantal figuren de resultaten van de bewerking bijeengebracht. In de linker figuur is steeds de gemeten weerstand  $P_s$  uitgezet tegen de diepte. Daarnaast staat een profiel aangegeven, waarin het U-cijfer een getaxeerde waarde is. In het rechterdeel van elke figuur is de bepaalde chlorideklasse uitgezet tegen de diepte.

In de fig. 3 en 4 zijn de chloridegehalten, bepaald aan watermonsters op respectievelijk 1,5 en 4,5 m beneden maaiveld, weergegeven. Bij  $\pm$  34 diepe pulsboringen zijn tevens filters geplaatst op een diepte van 1,5 m beneden maaiveld waarvan de chloridegehalten zijn geanalyseerd. Deze gehalten zijn eveneens weergegeven in fig. 3.

#### SAMENVATTING

Uit elektrische weerstandsmetingen uitgevoerd op 60 lokaties en analyses van watermonsters zijn gegevens verkregen omtrent het chloridegehalte van het grondwater tot een diepte van 10 meter beneden maaiveld. De analysegegevens van het chloridegehalte op diepten van 1,5 en 4,5 m beneden maaiveld zijn op kaart weergegeven.

#### LITERATUUR

- DIJKSTRA, J. en A. VOLKER, 1957. Geo-elektrisch onderzoek op het IJsselmeer. Mededelingen betreffende de Dienst der Zuiderzeewerken, nr 6.
- WIT, K.E. en M. WIJNSMA, 1970. Bepaling van de specifieke weerstand in situ. Nota ICW 559.
- WIJNSMA, M., 1972. Geo-elektrische metingen in Midden-West-Nederland. Nota ICW 706.

14A

14B

14E

14F

IJSSELMEER

14C

14D

14G

14H

15C

NOORDZEE

19A

19B

19E

19F

19C

19D

19G

19H

25A

25B

25E

25F

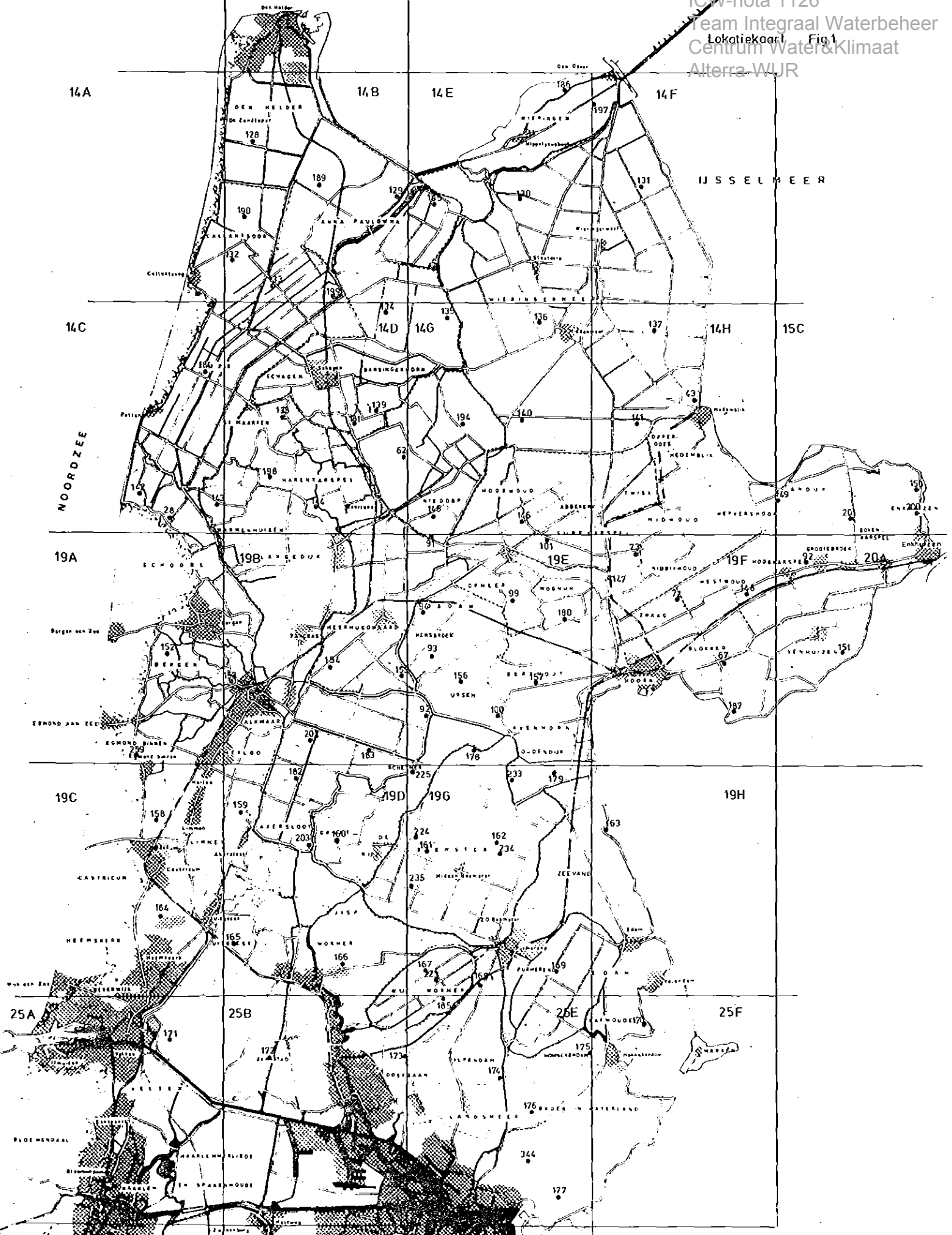




Fig 2

Het verband tussende specifieke weerstand  $p_v$   
en het chloride gehalte bij 25°C

$\Omega \text{ cm}$   
10000

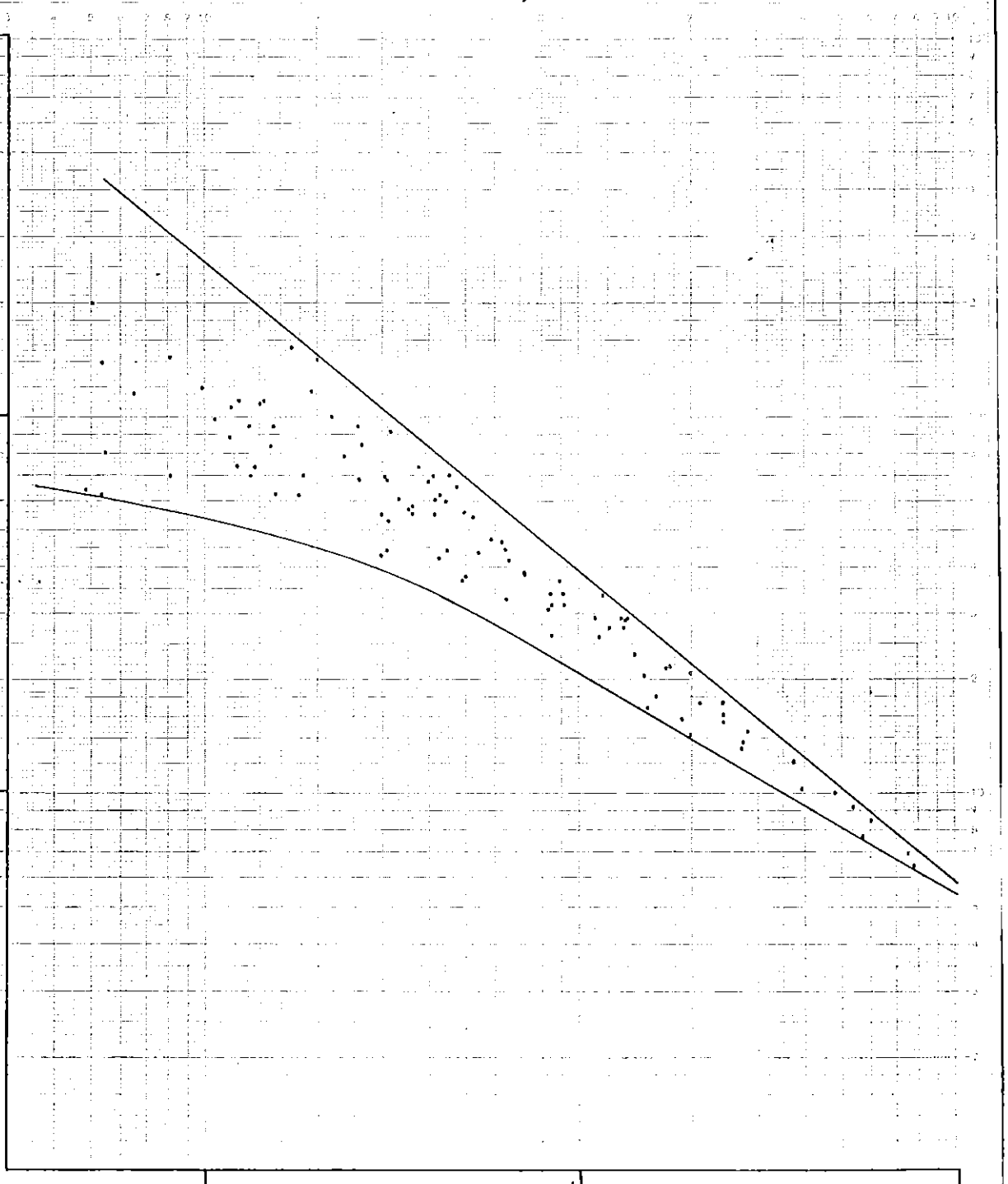
1000

100

100

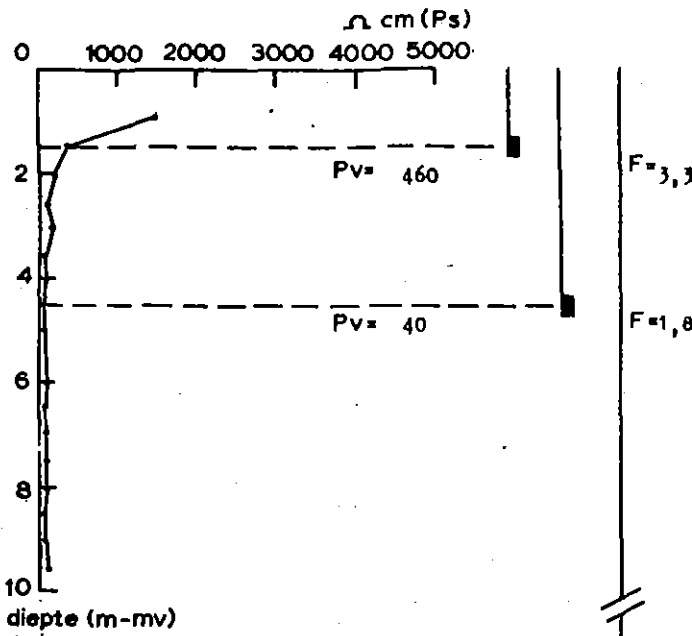
1000

10000  
mg Cl/L

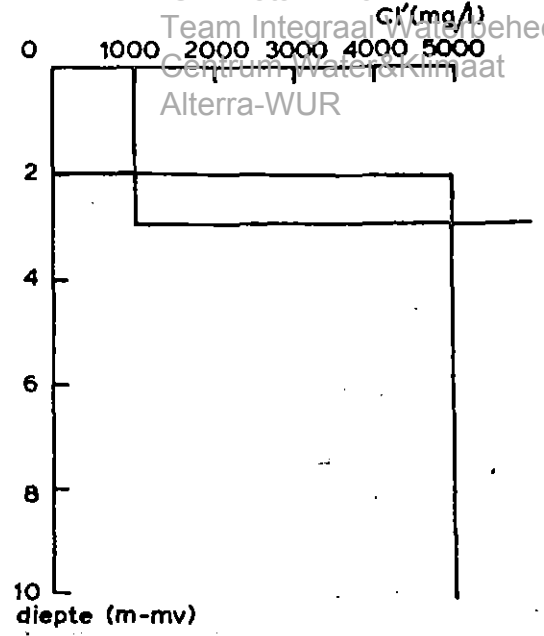




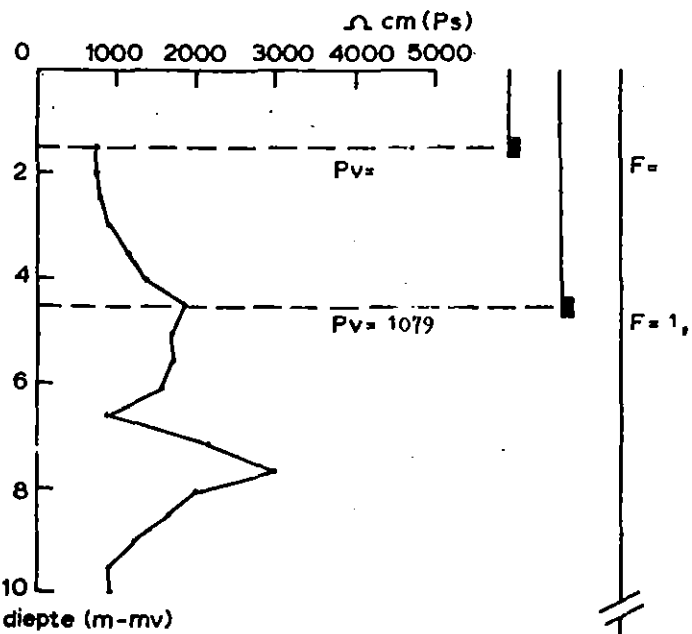




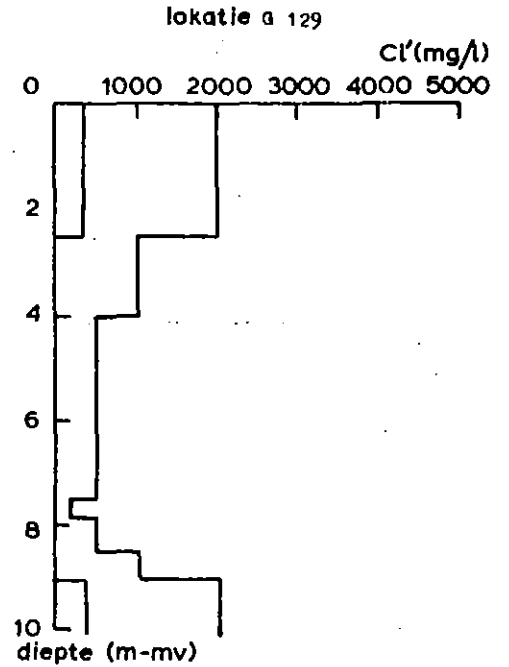
zand
klei
veen
gw. compl
venige klei
zand
veen



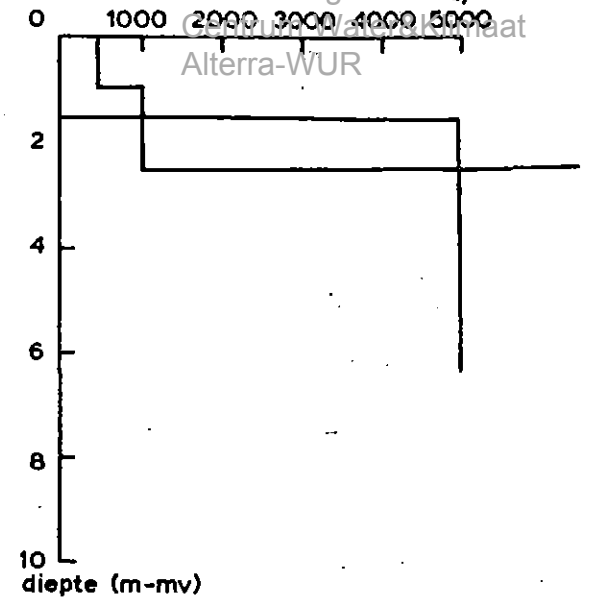
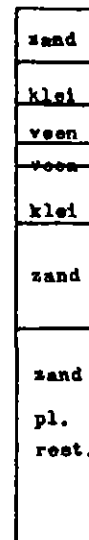
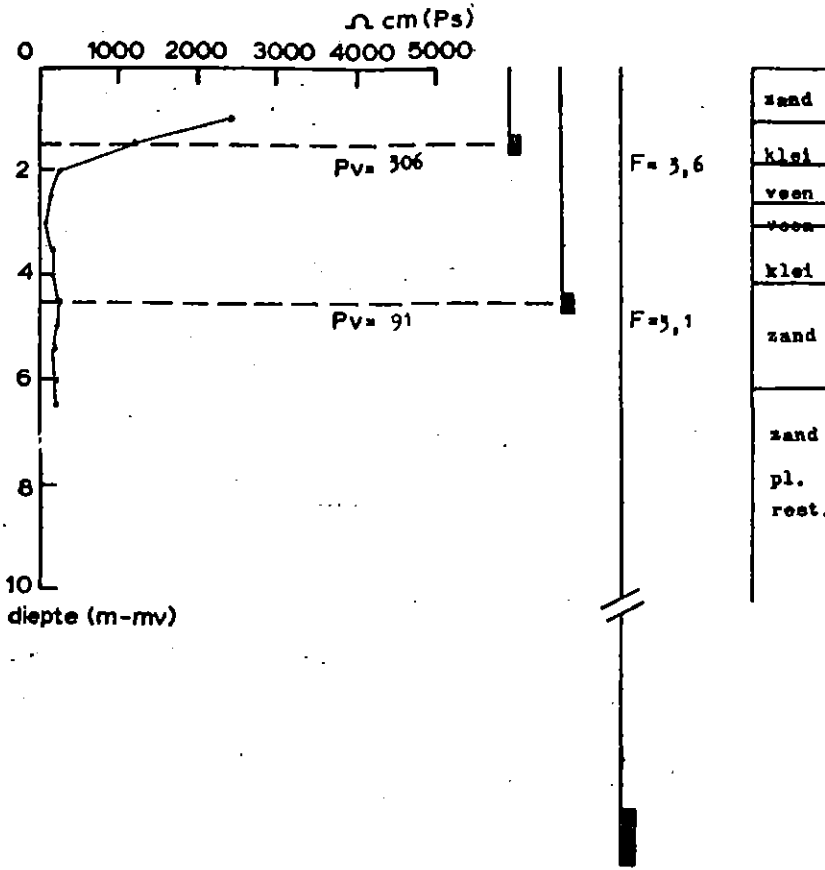
filterdiepte 41,45 - 42,45  
 13565 agr Cl/L



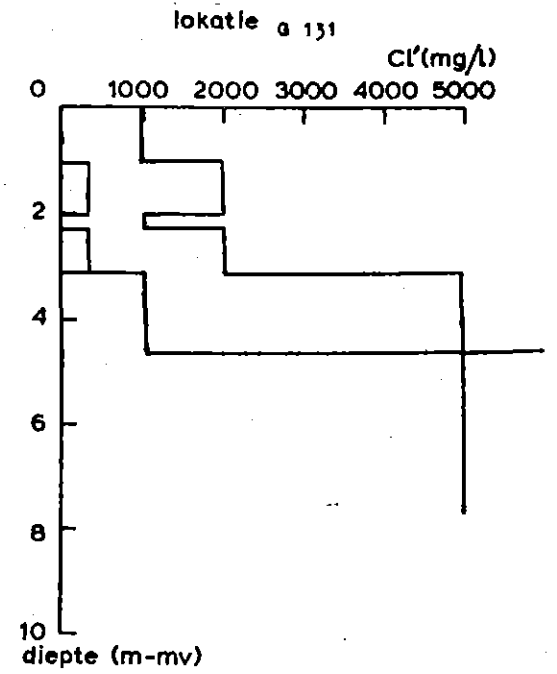
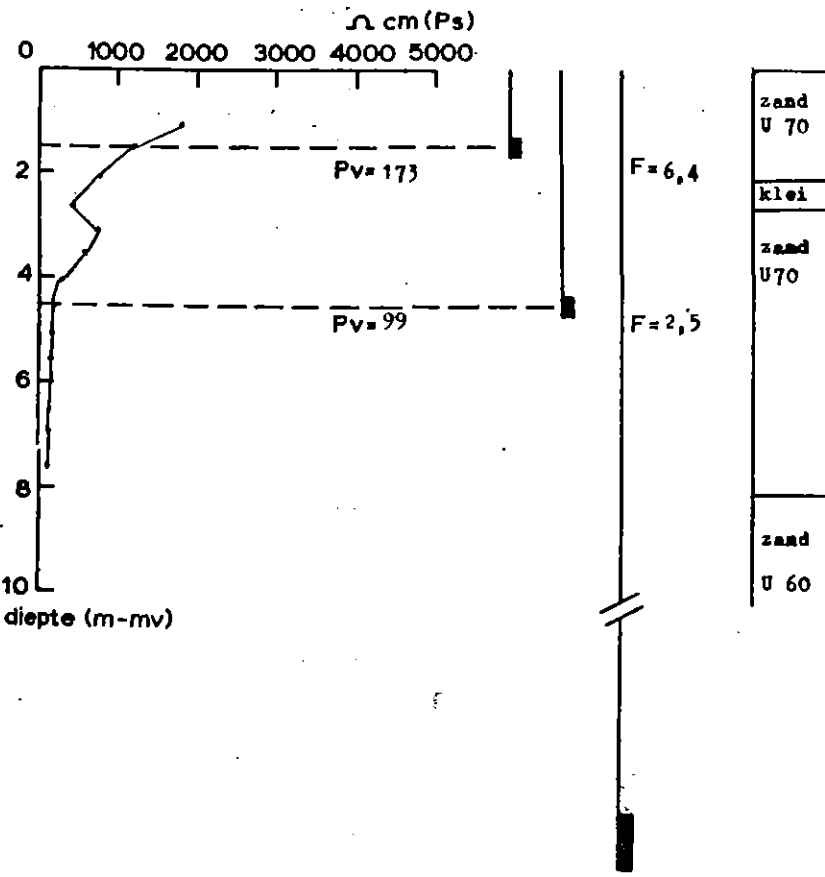
klei
veen
klei
klwi pl. rest
klei
fijn zand



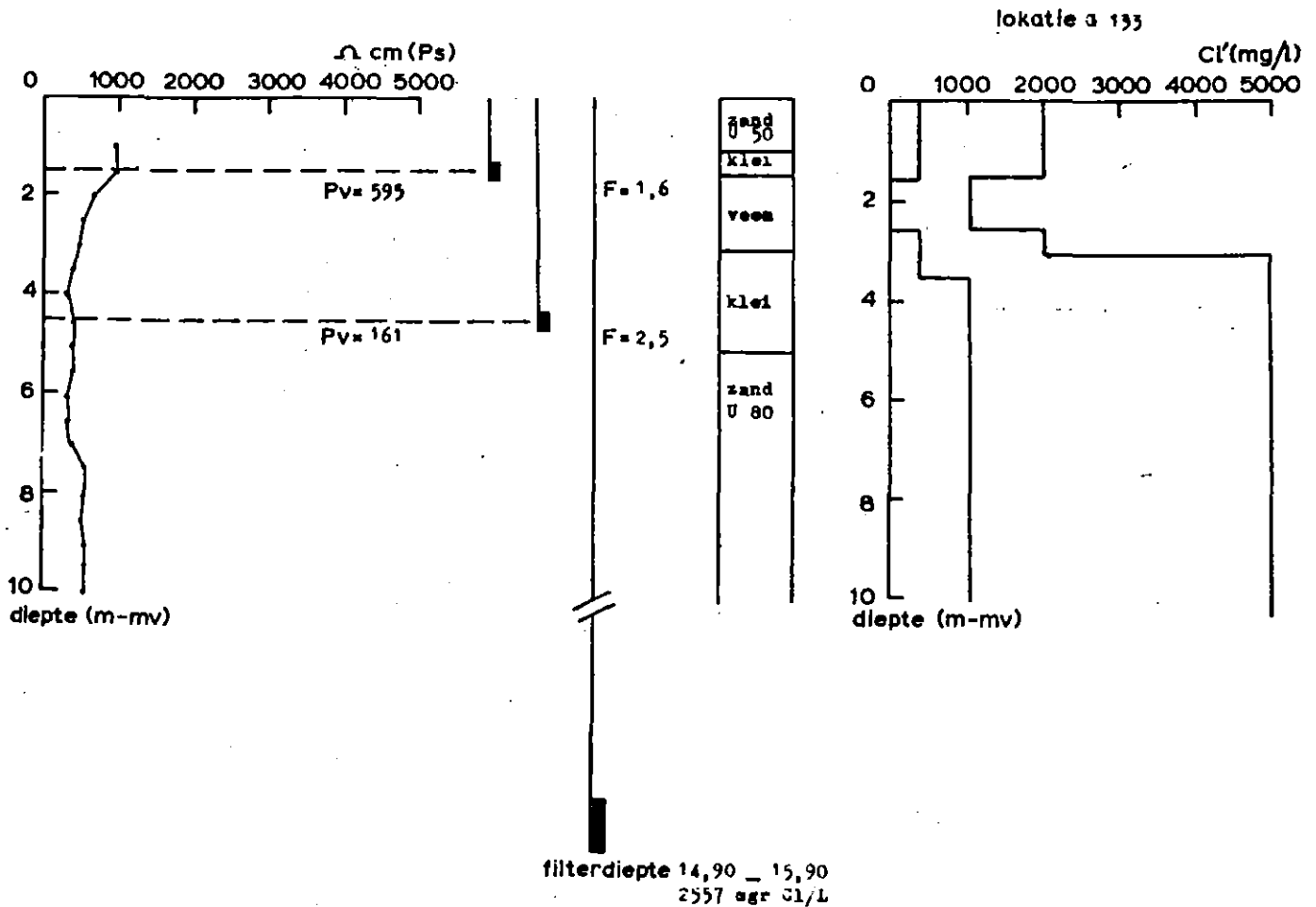
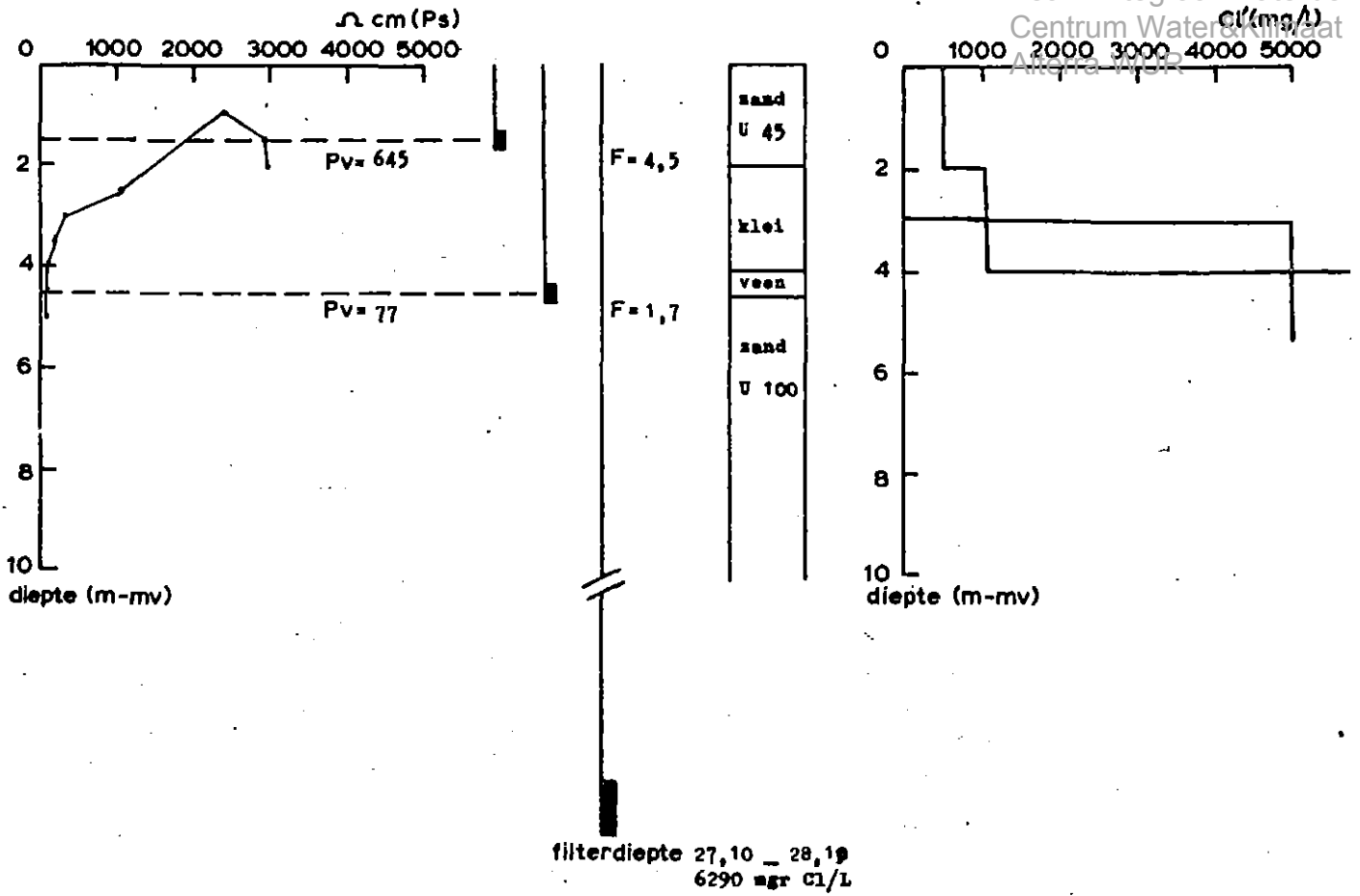
filterdiepte 25,20 - 26,20  
 10571 agr Cl/L

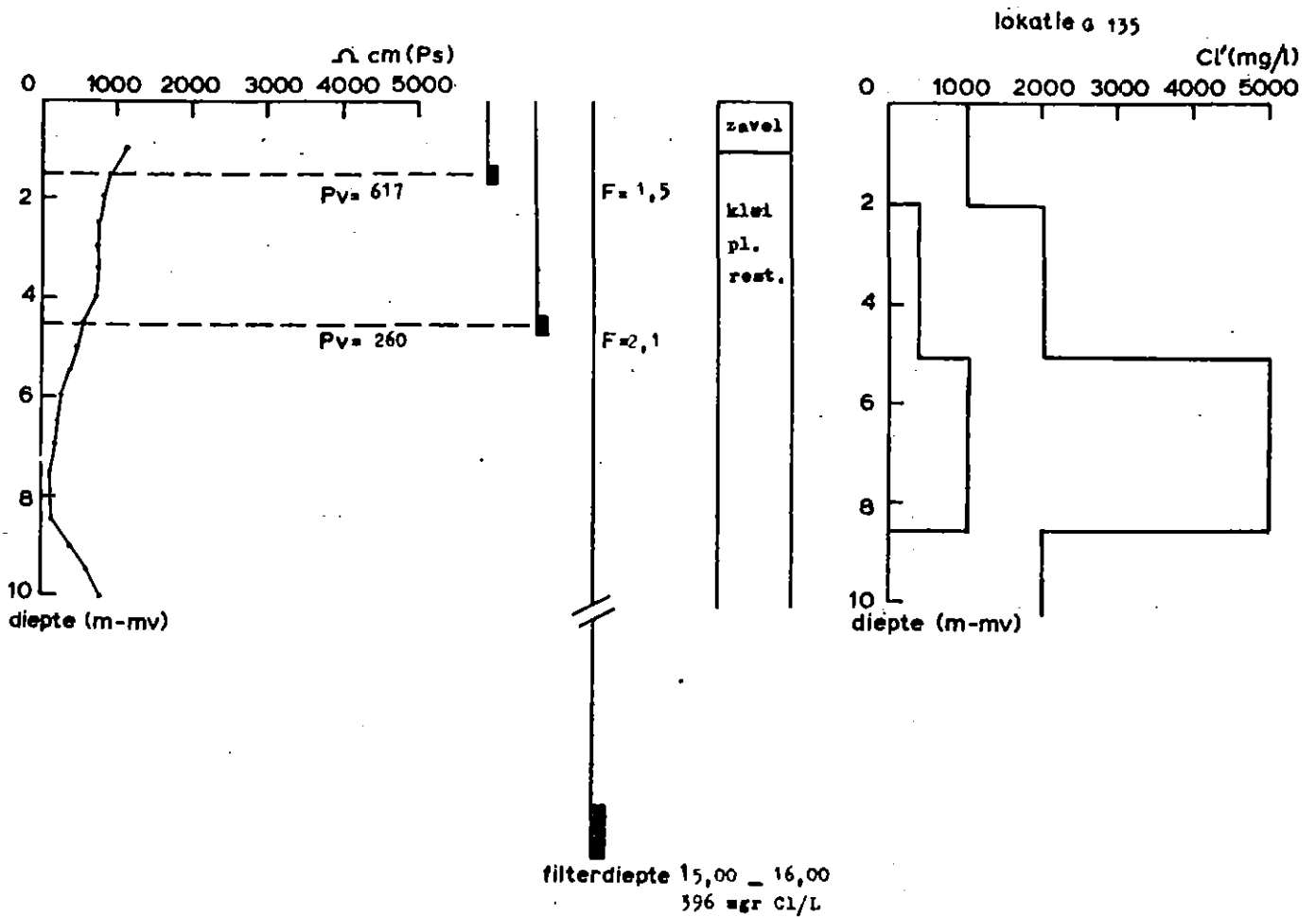
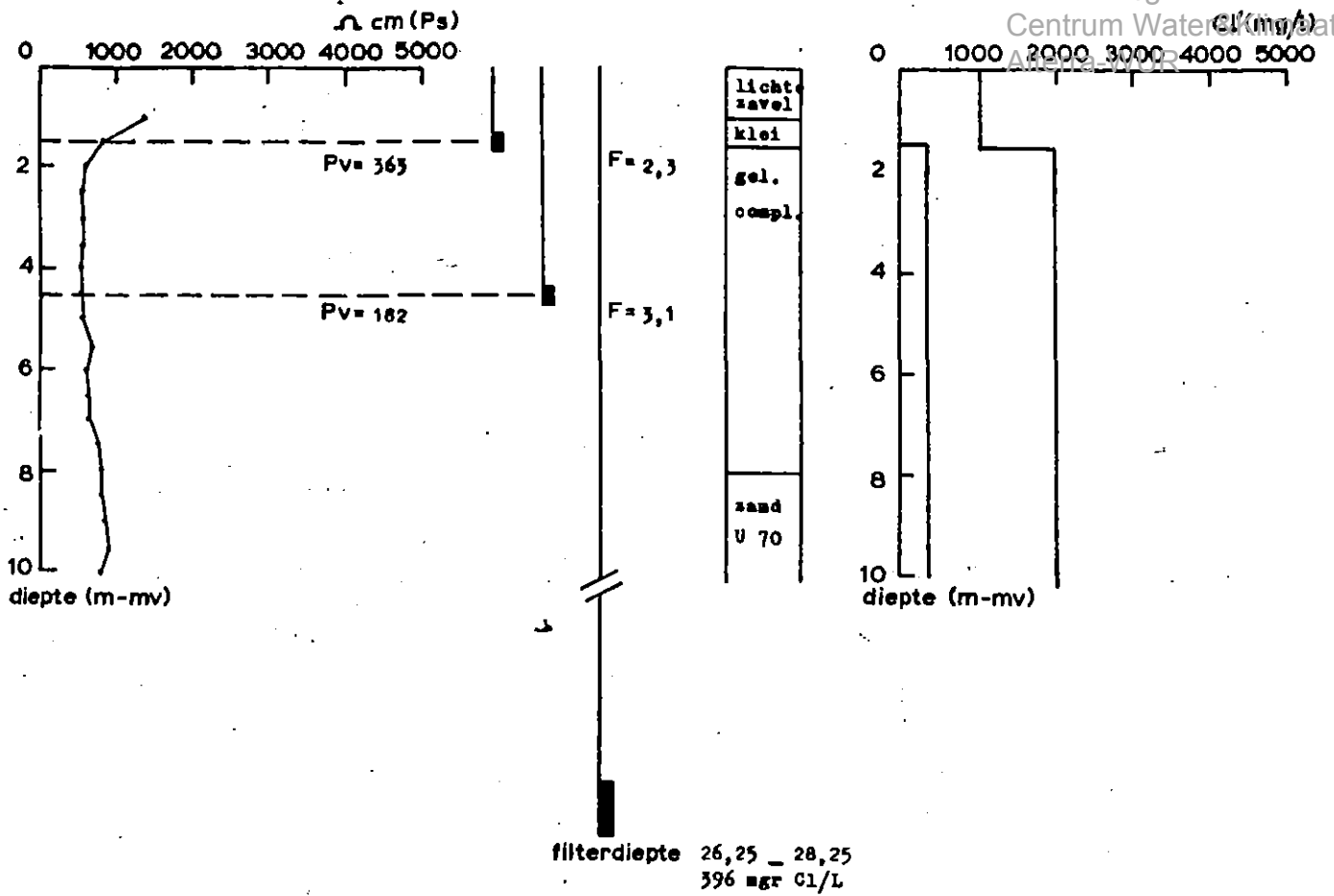


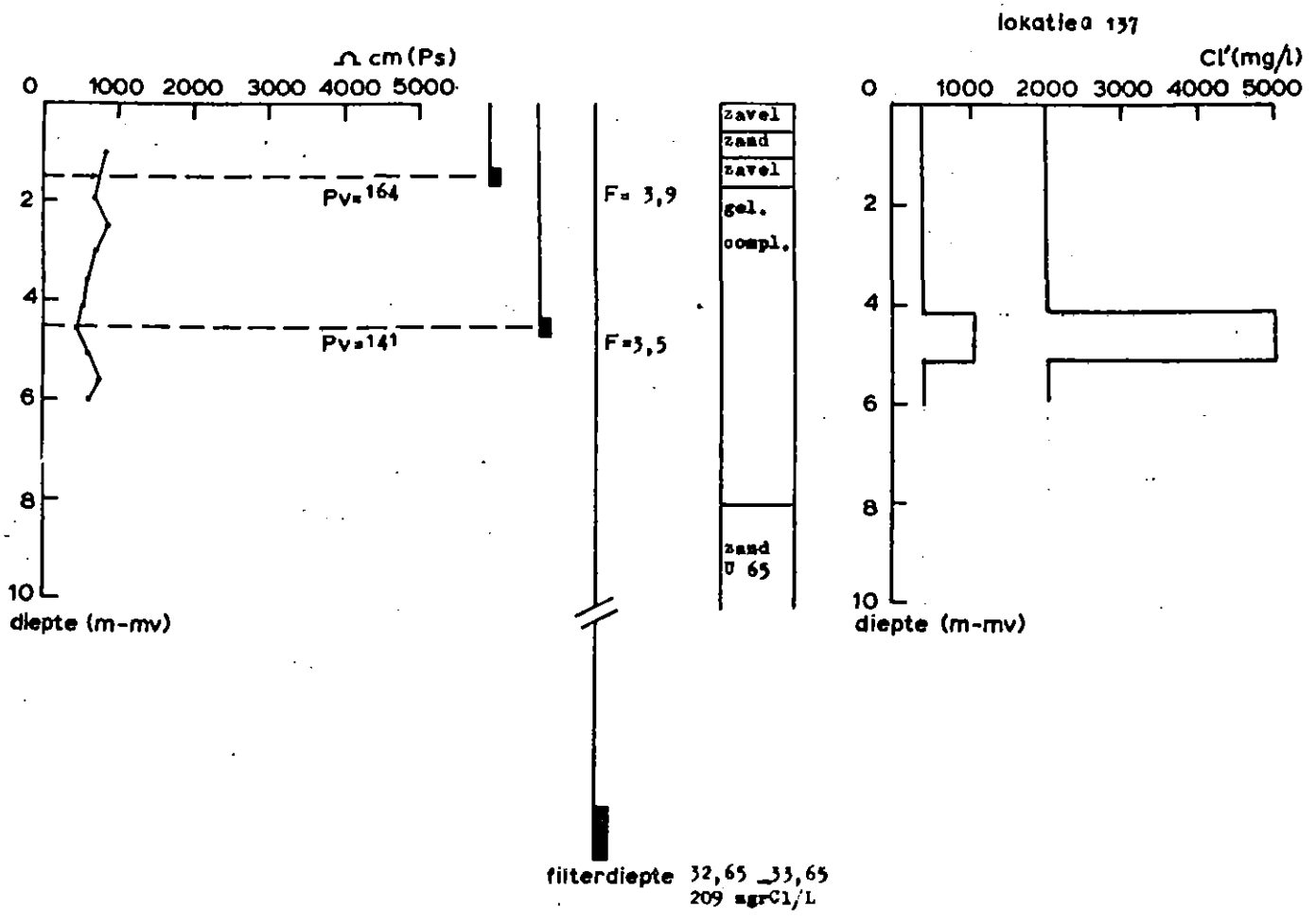
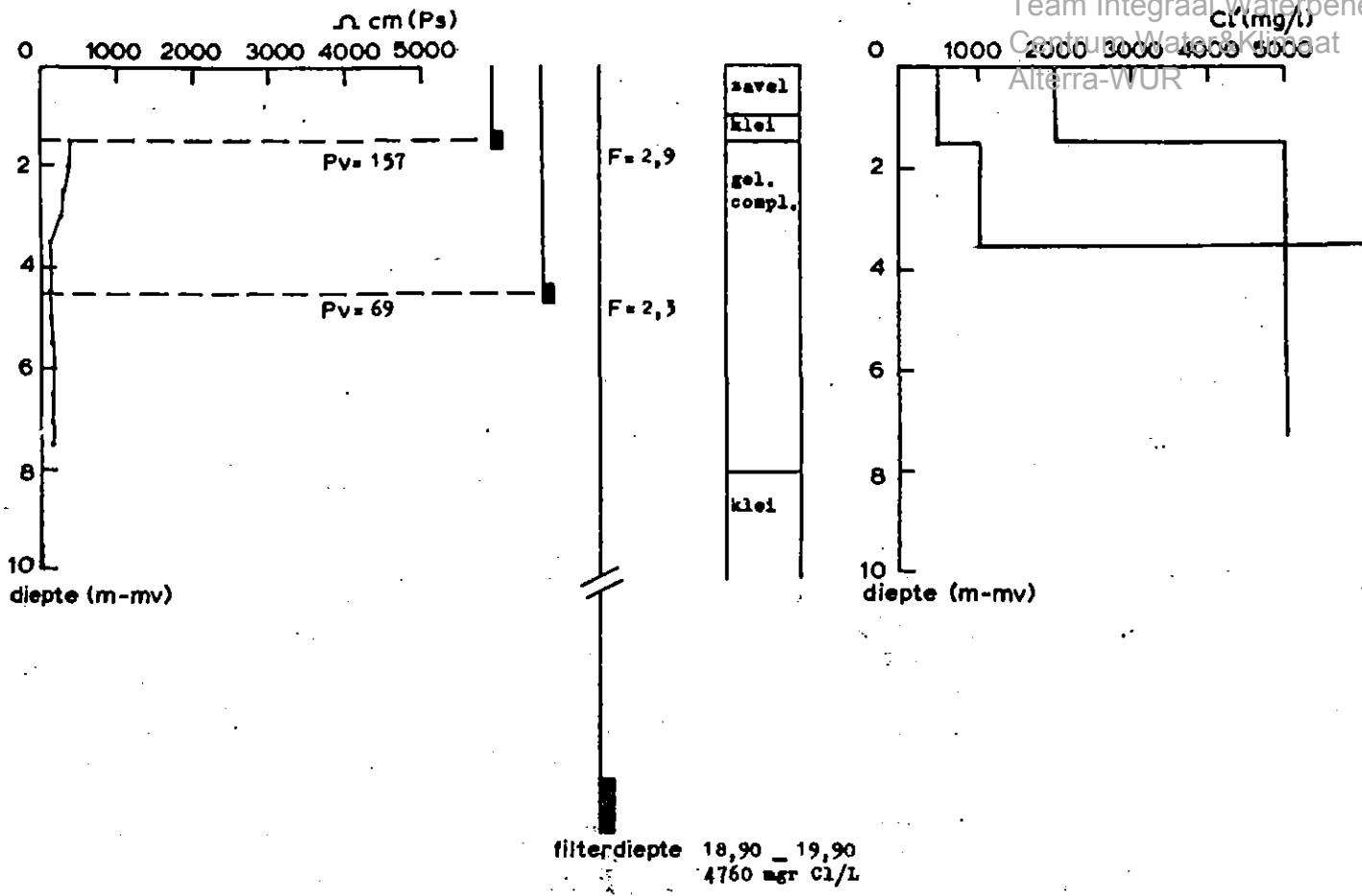
filterdiepte 24,10 - 25,10  
 1780 mgr Cl/L



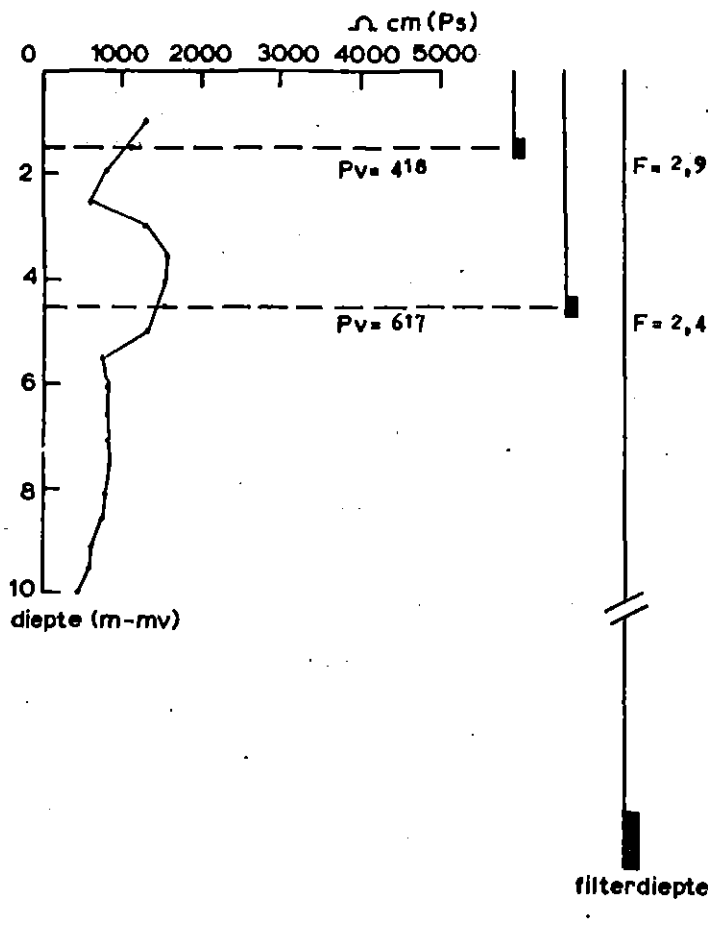
filterdiepte 17,60 - 19,60  
 8480 mgr Cl/L



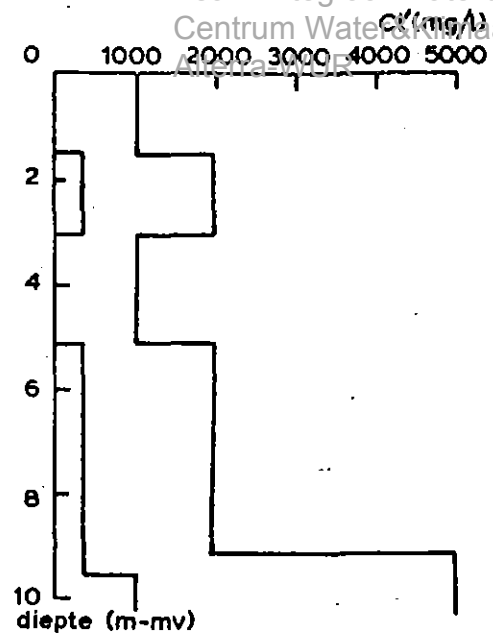




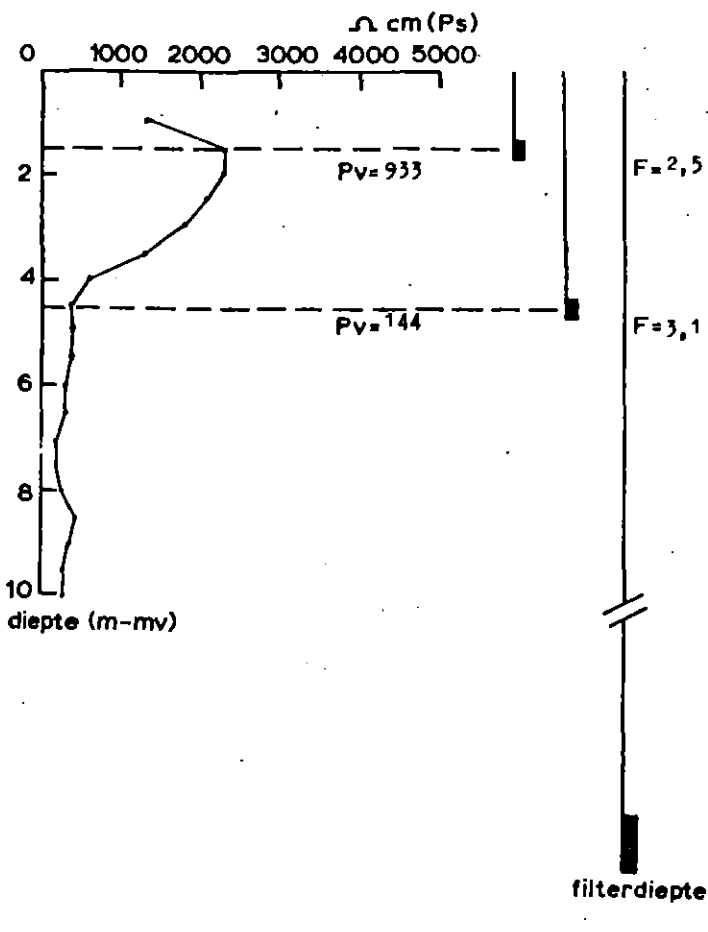




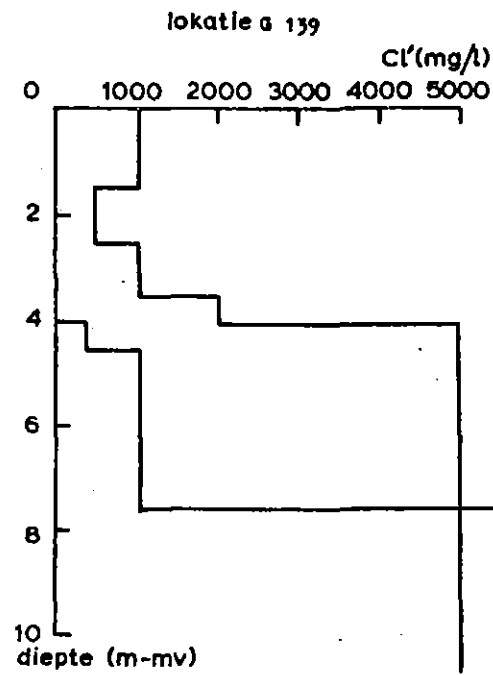
zavel
klei
zand U 80
gel. compl.
zand U 100



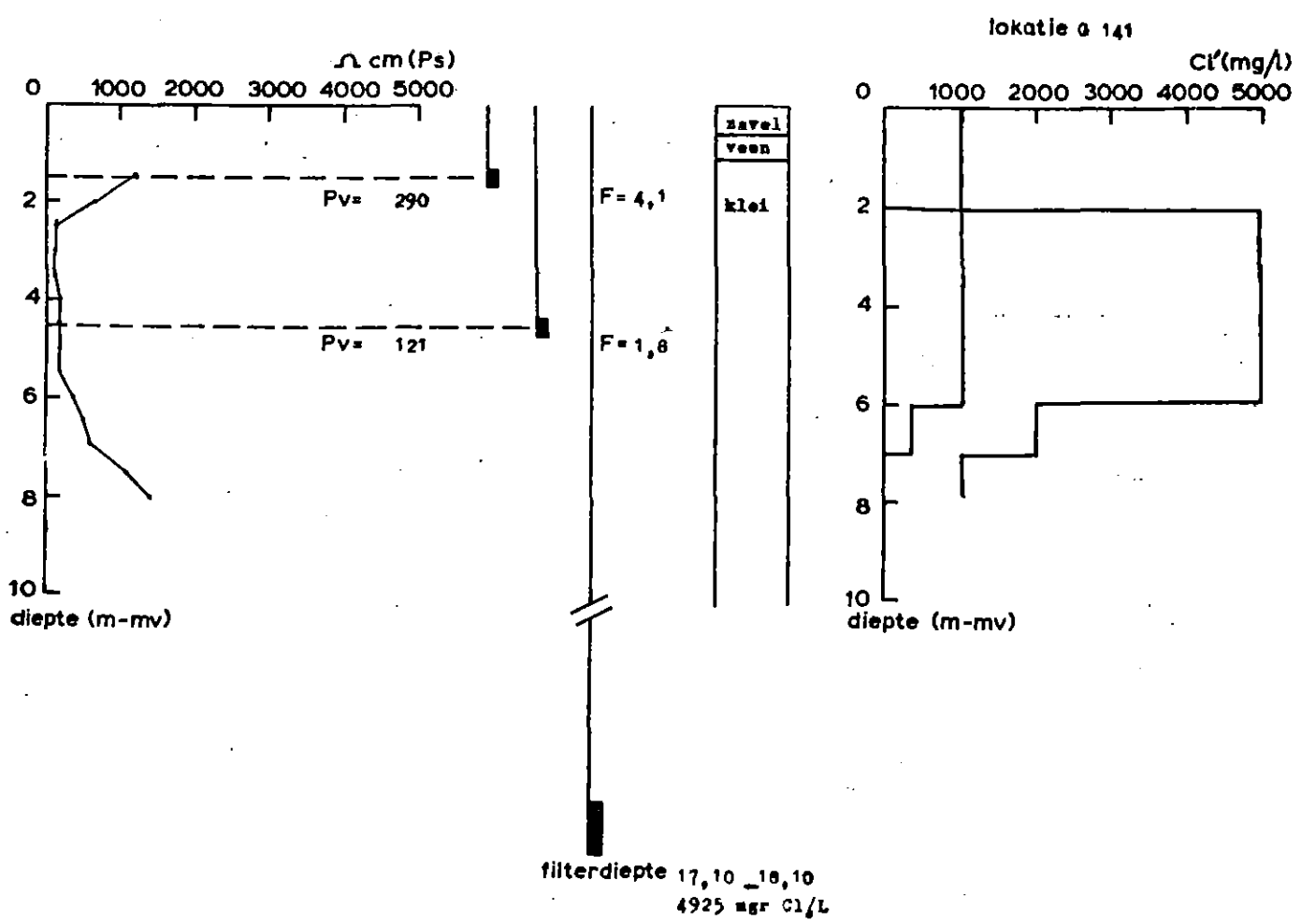
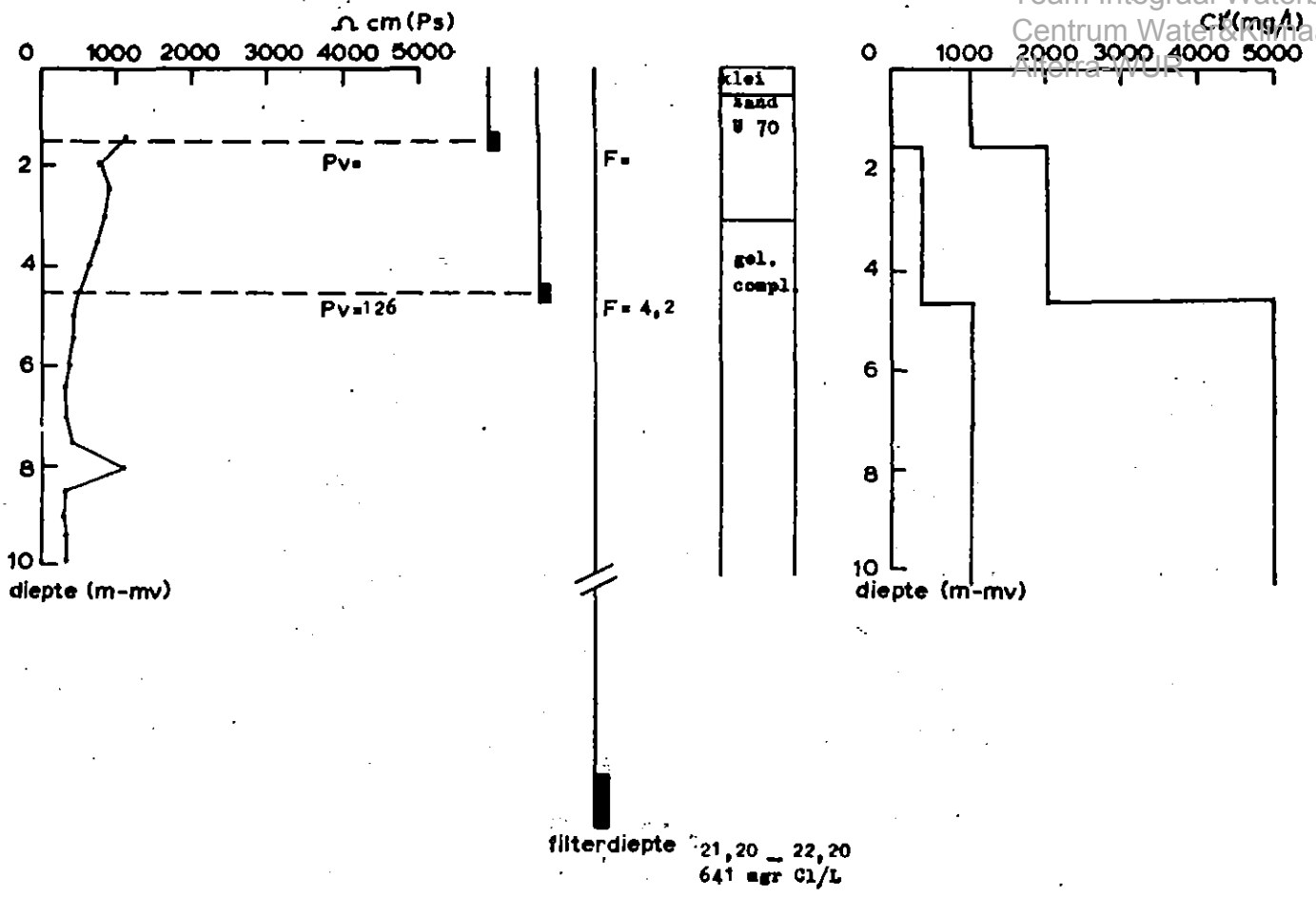
filterdiepte 19,25 - 20,25  
 3707 mgr Cl/L

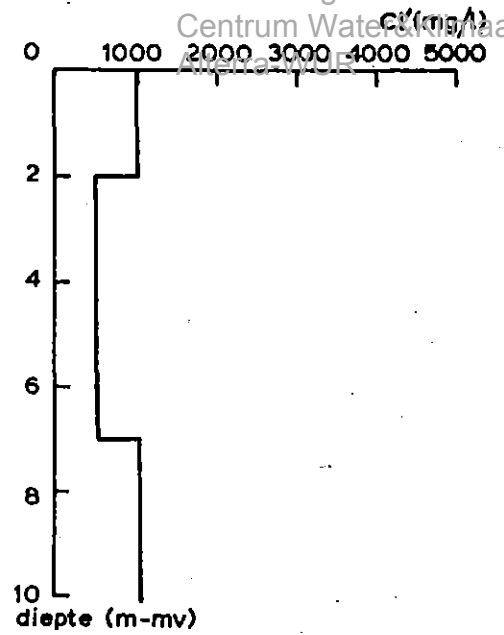
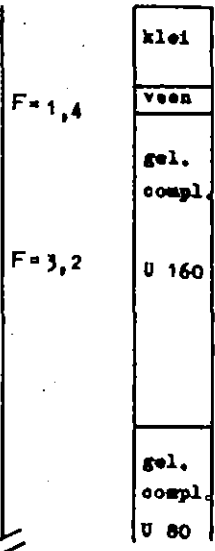
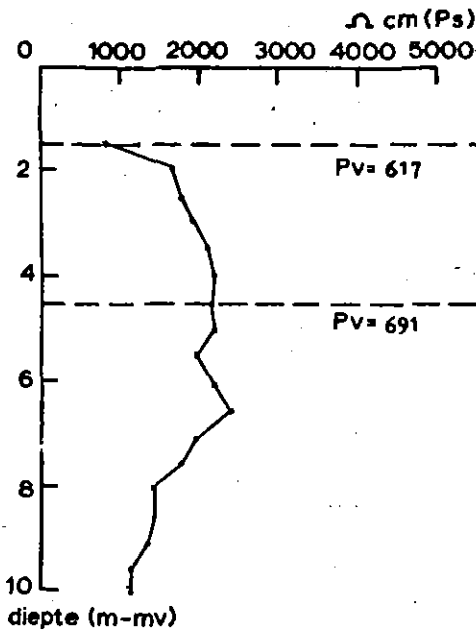


zavel
gel. compl.
zand U 50
zand U 65
zand U 100

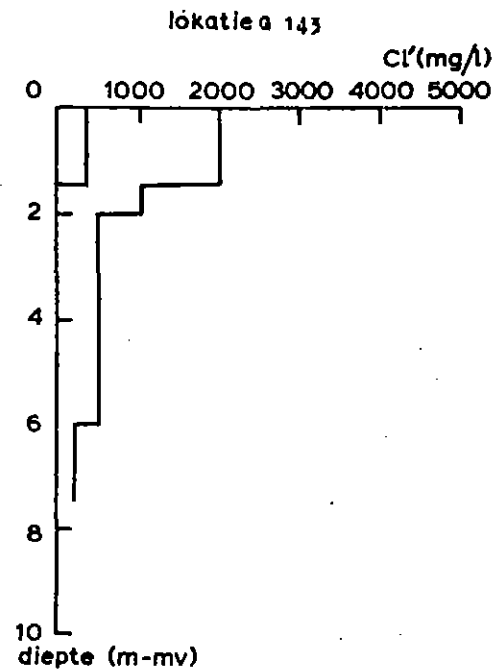
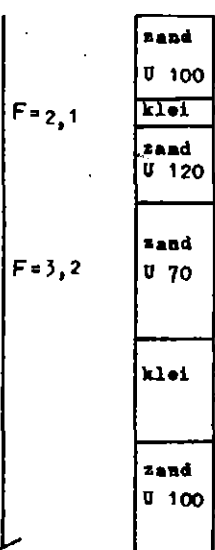
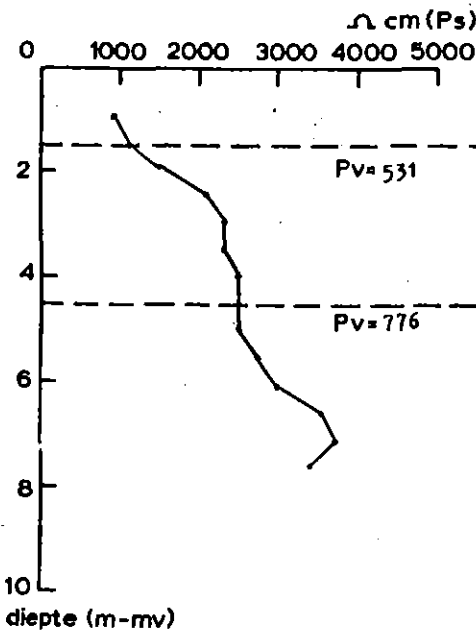


filterdiepte 32,80 - 33,80  
 264 mgr Cl/L

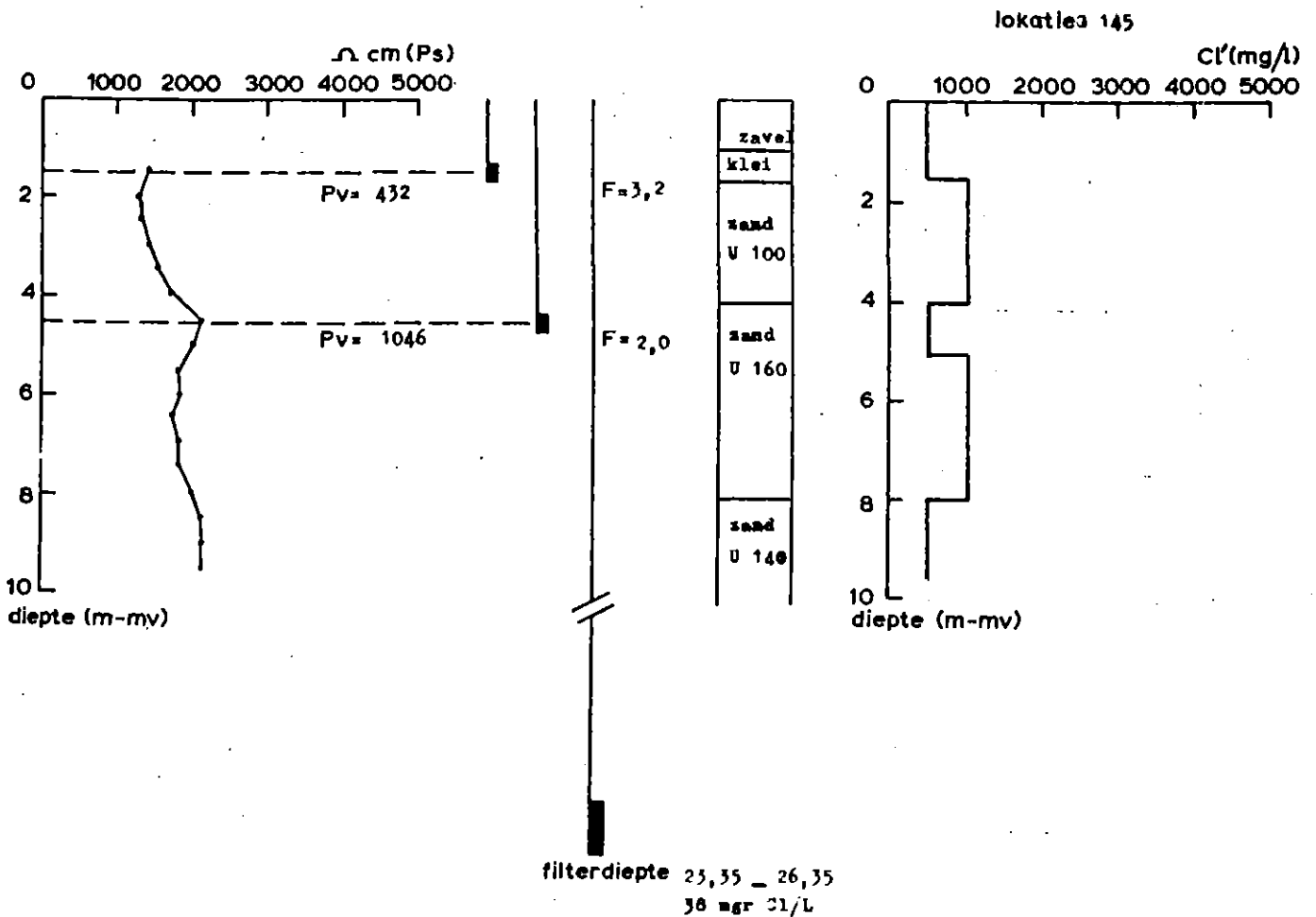
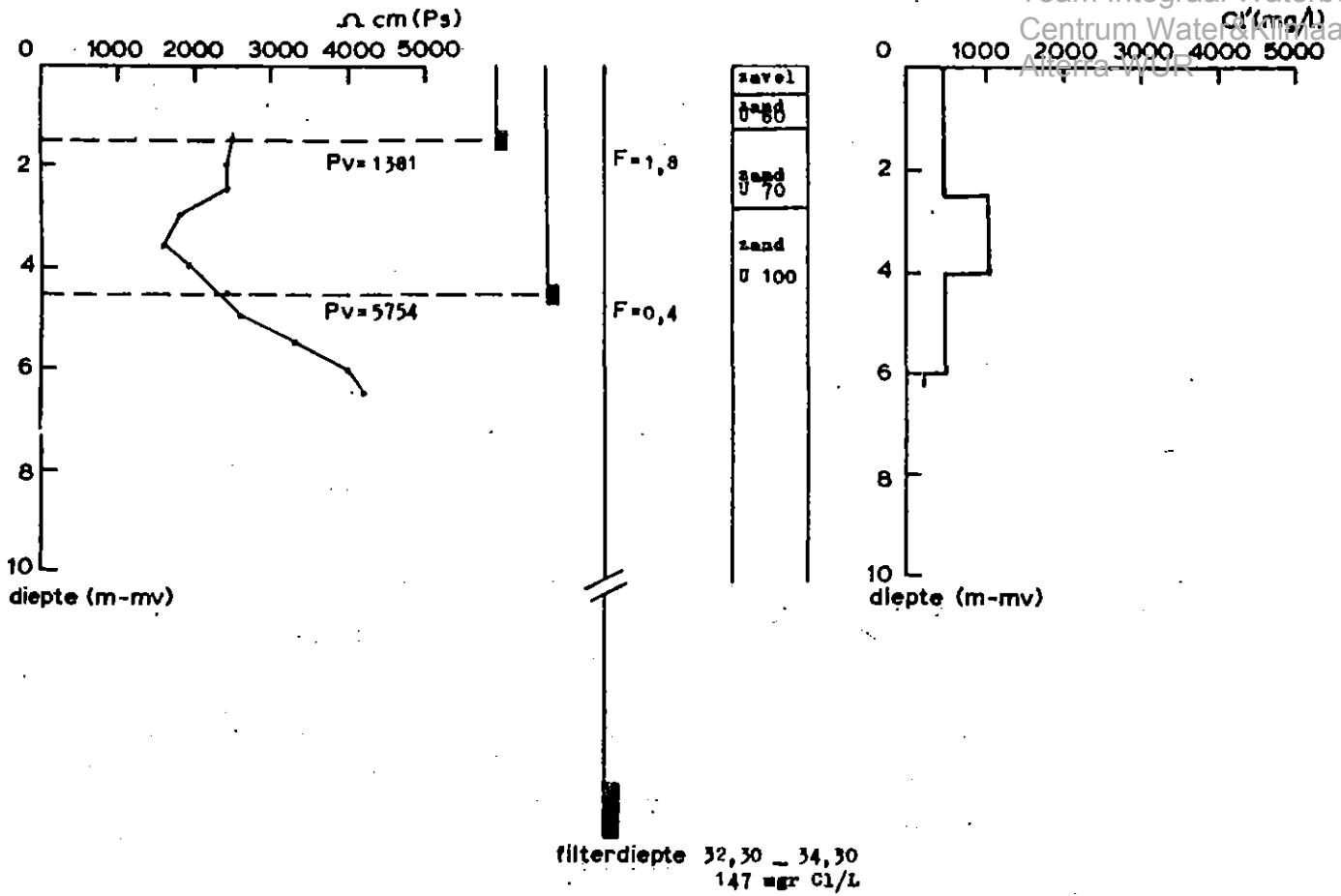


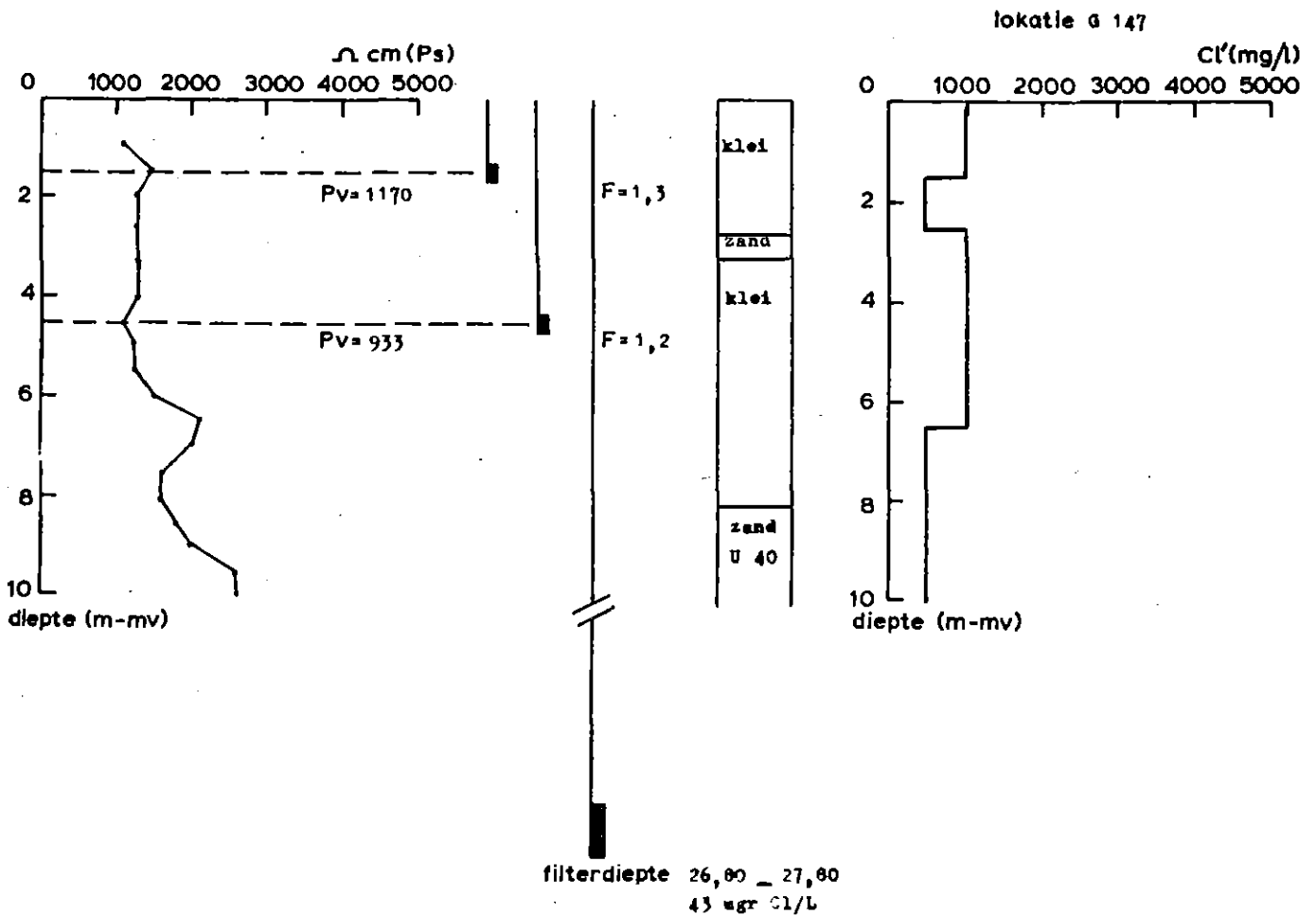
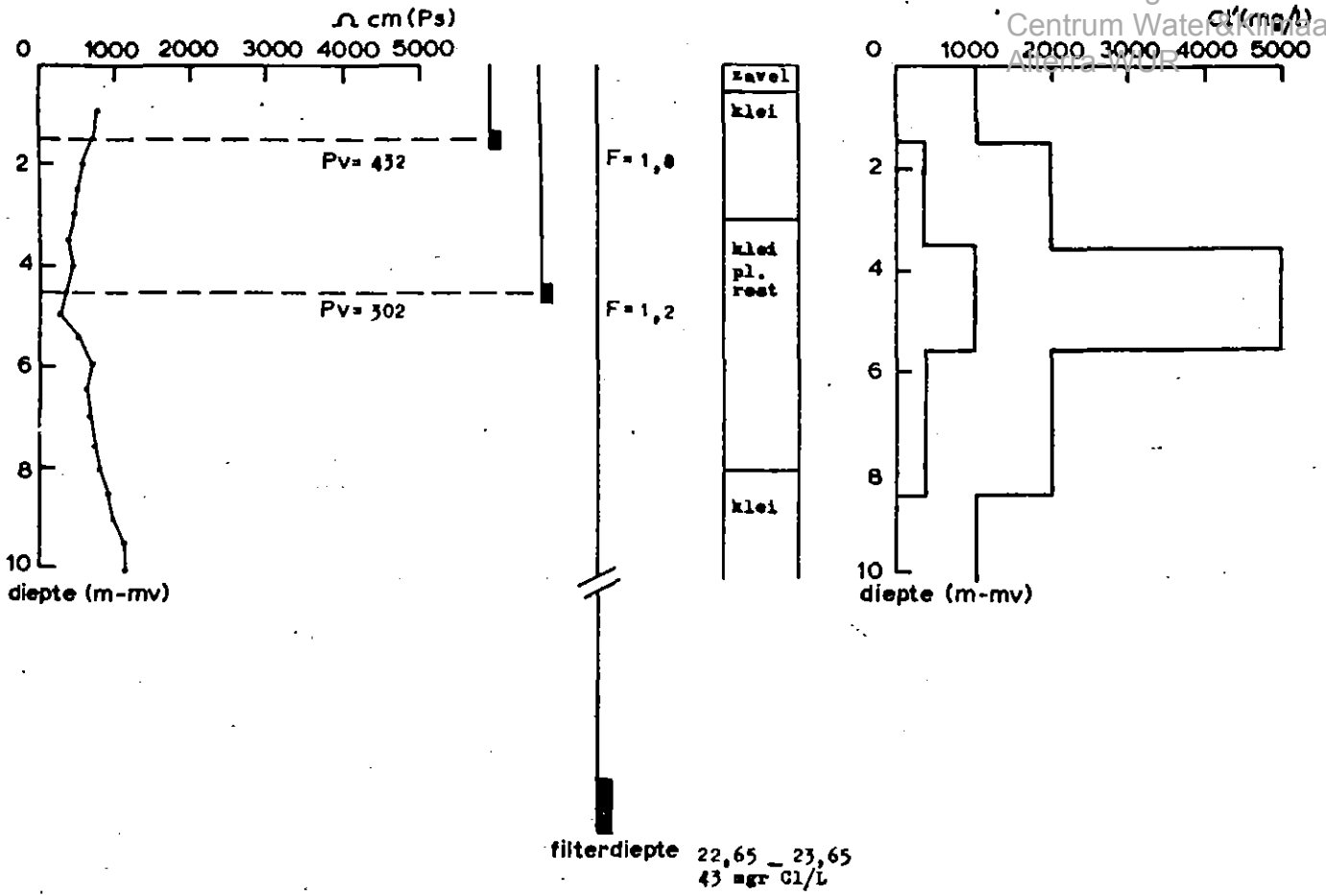


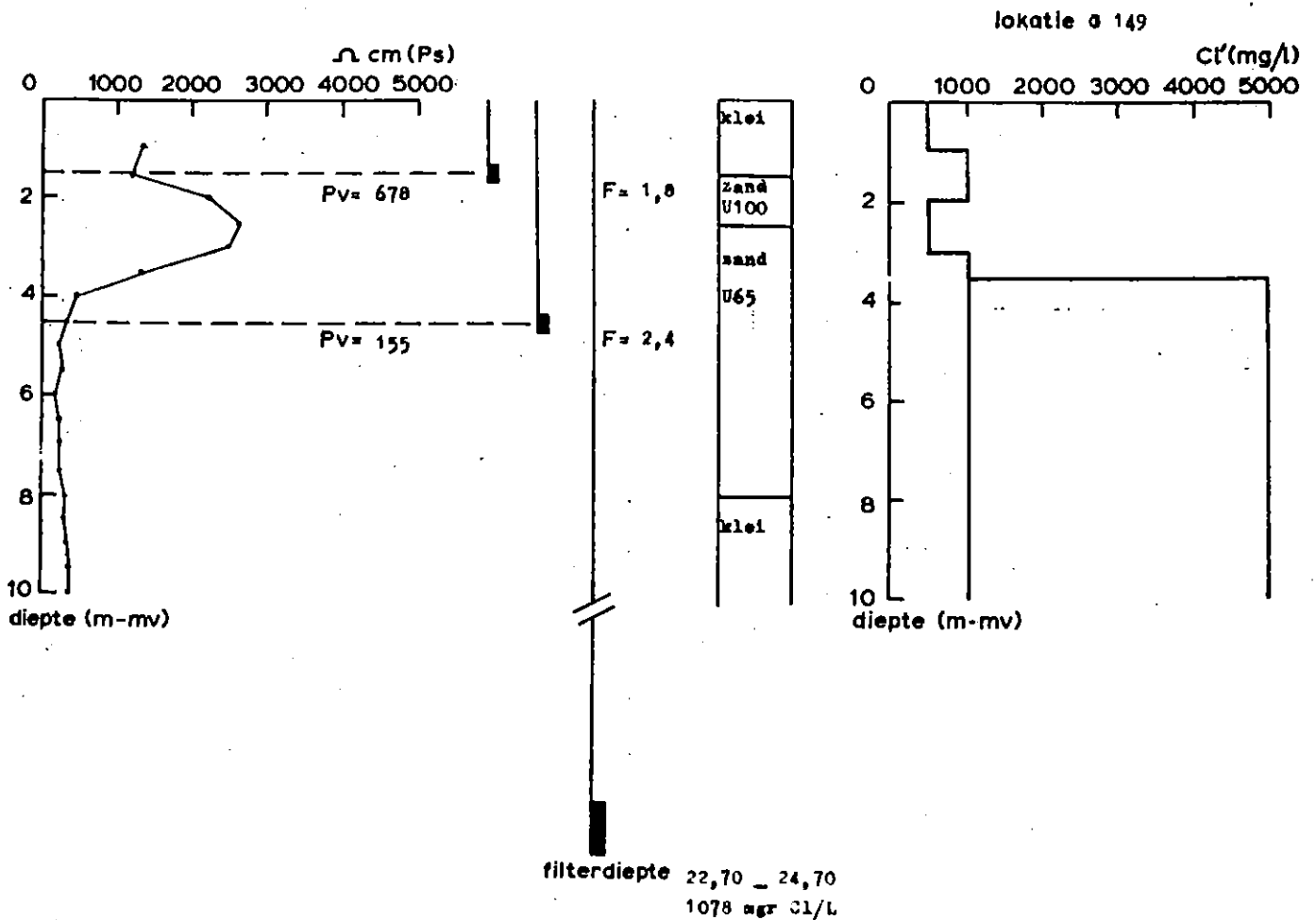
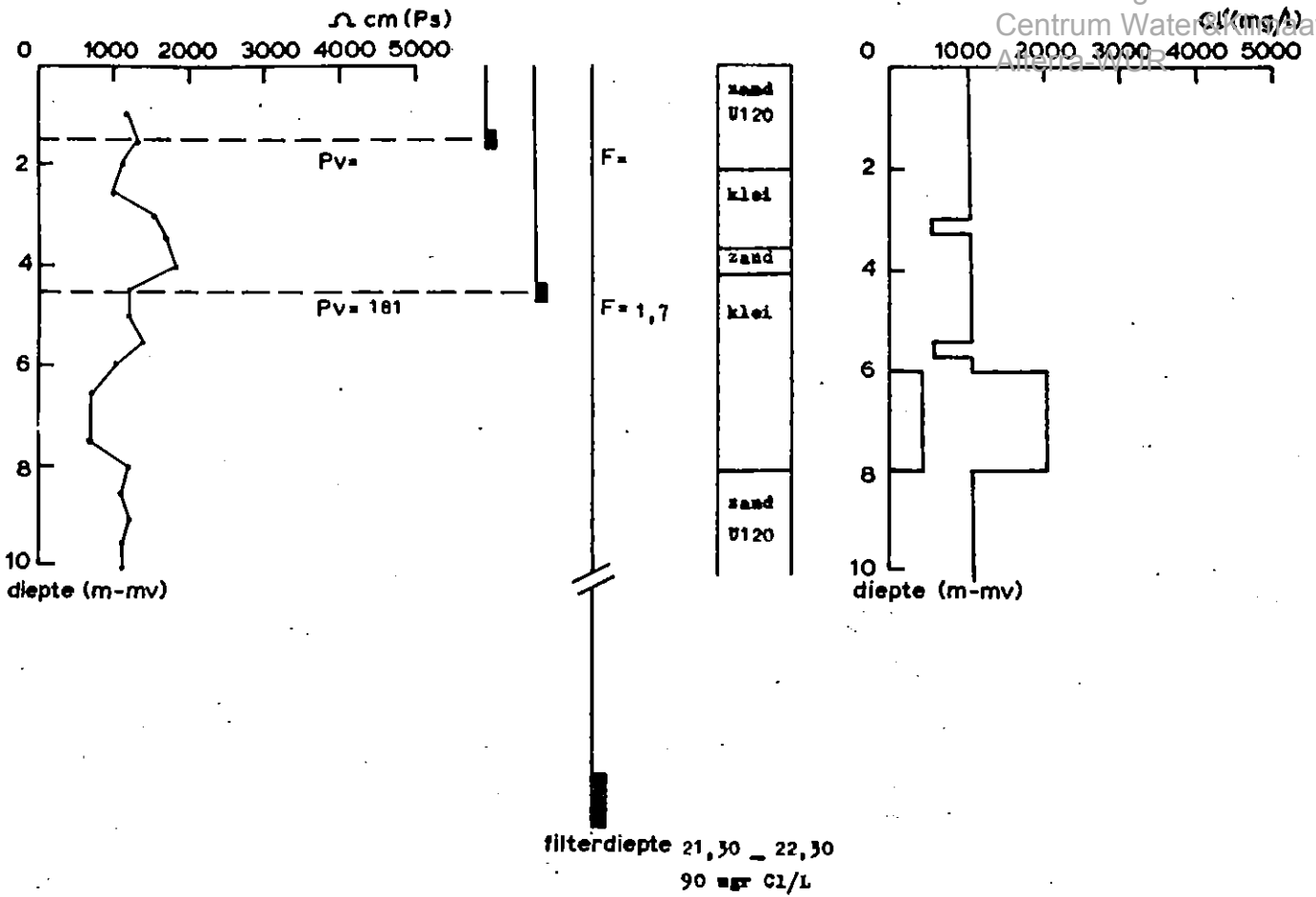
filterdiepte 33,00 - 34,00  
 3517 mgr Cl/L

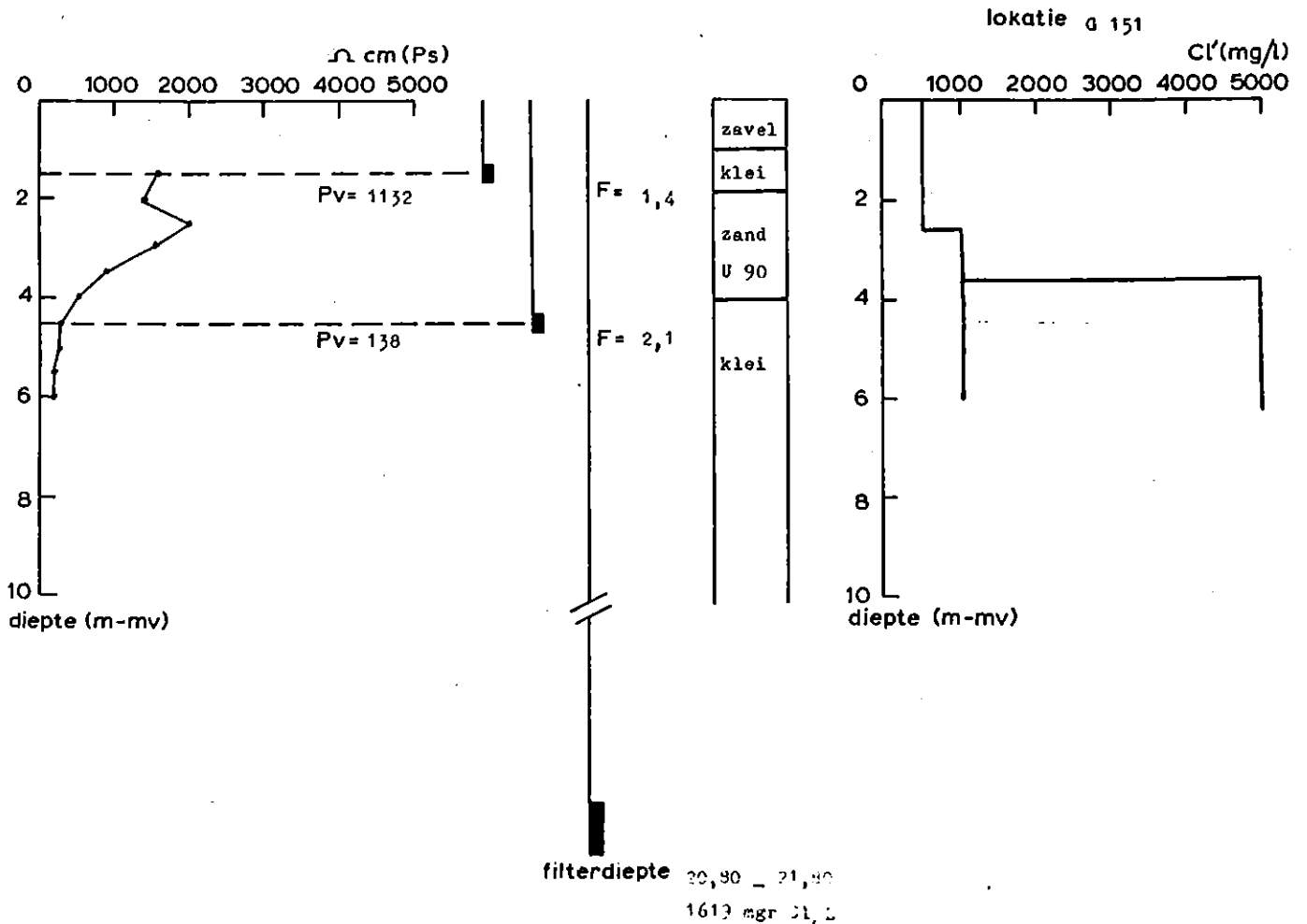
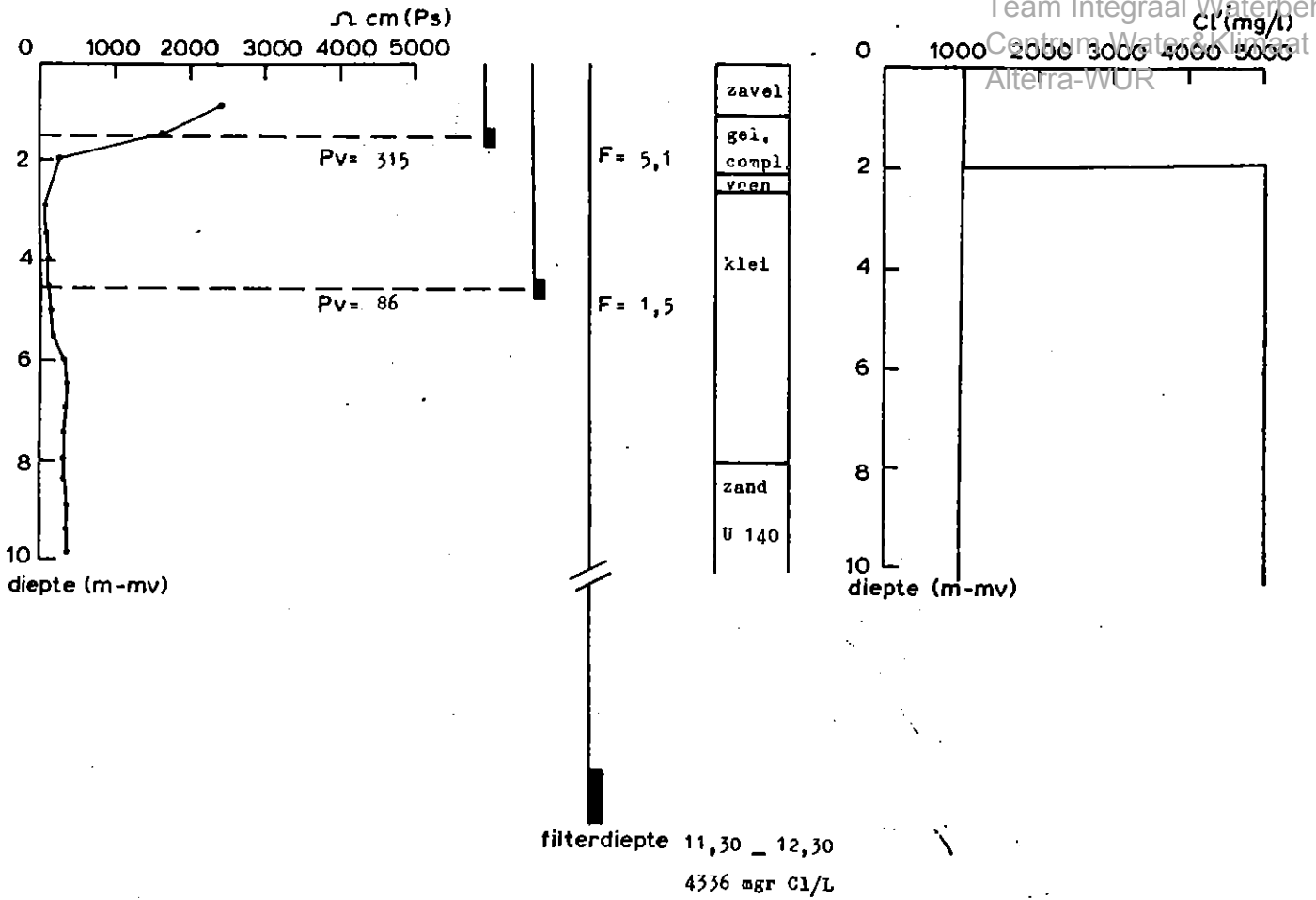


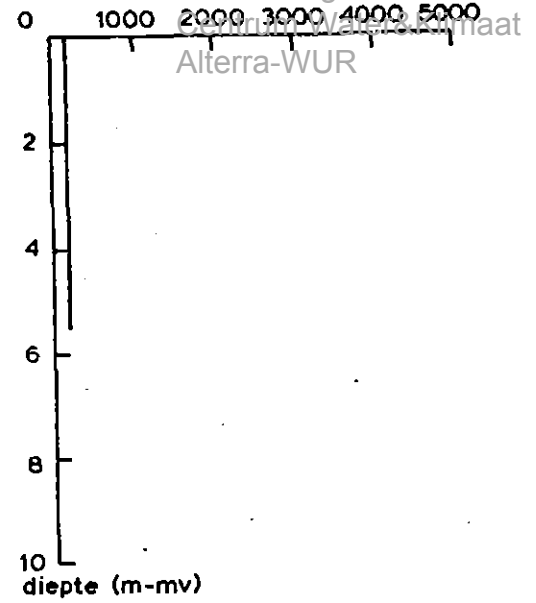
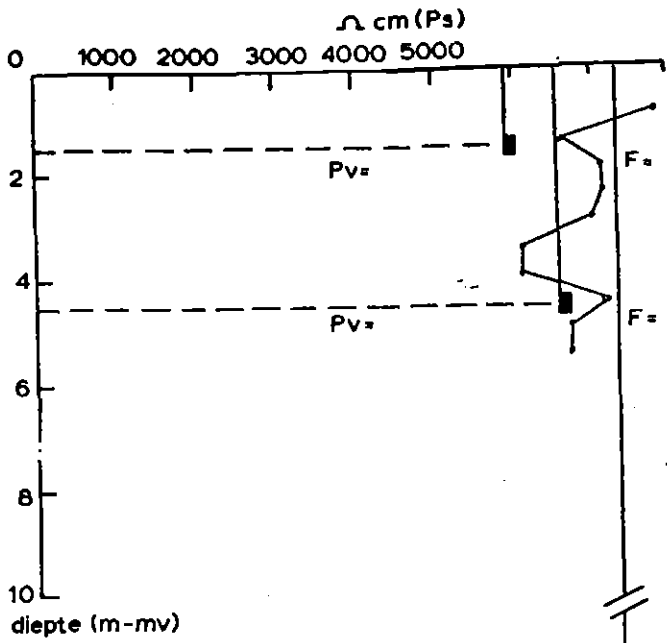
filterdiepte 26,40 - 29,40  
 455 mgr Cl/L



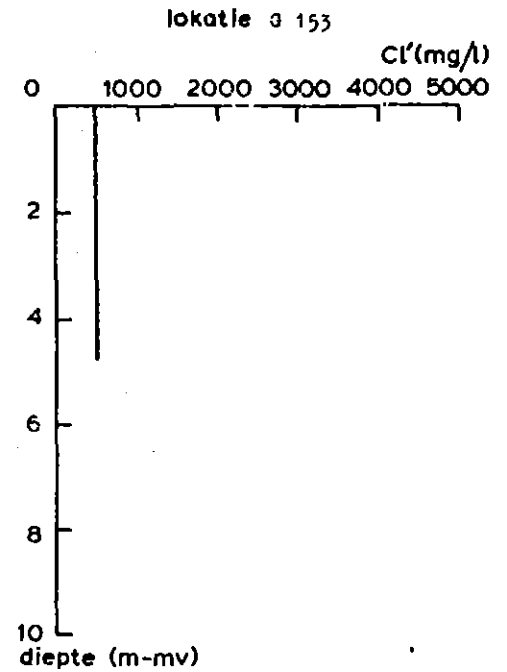
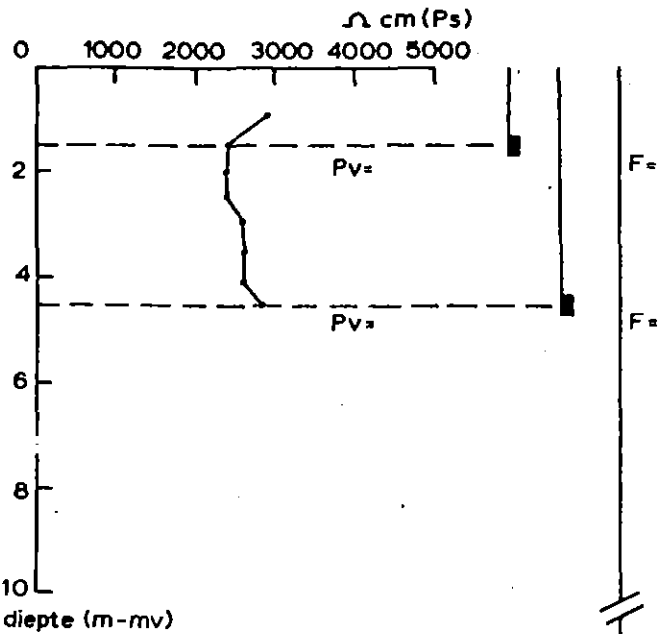






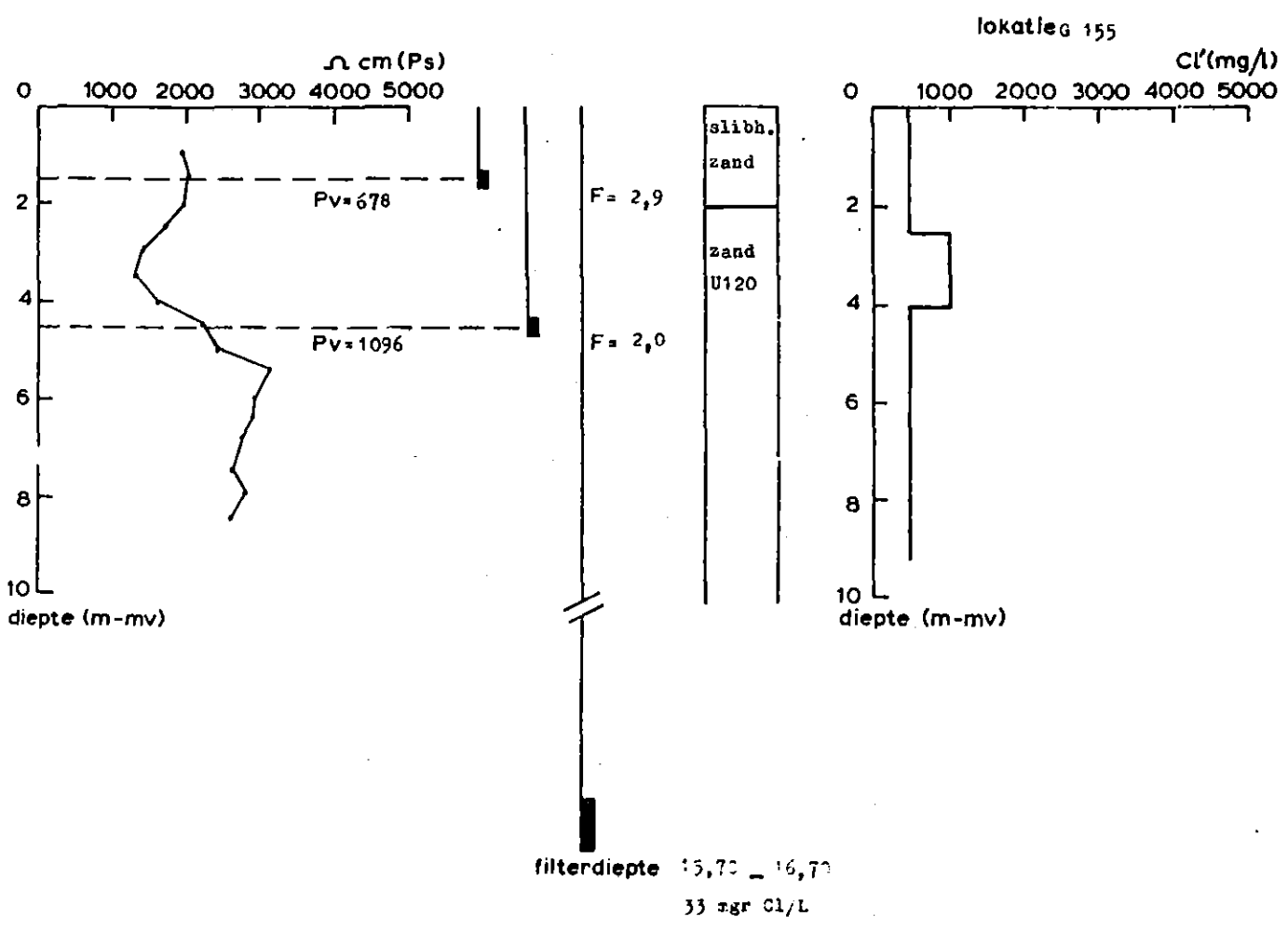
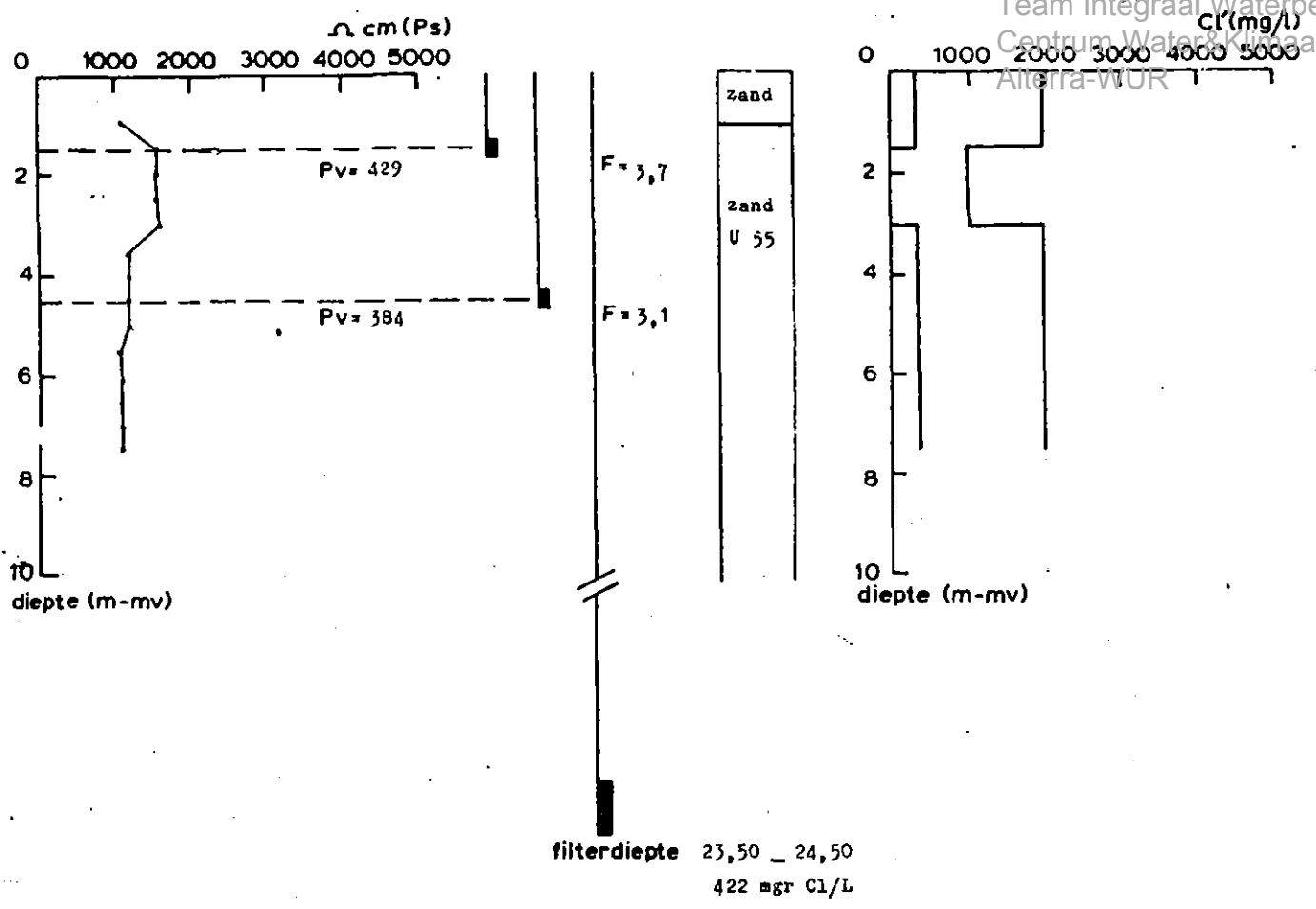


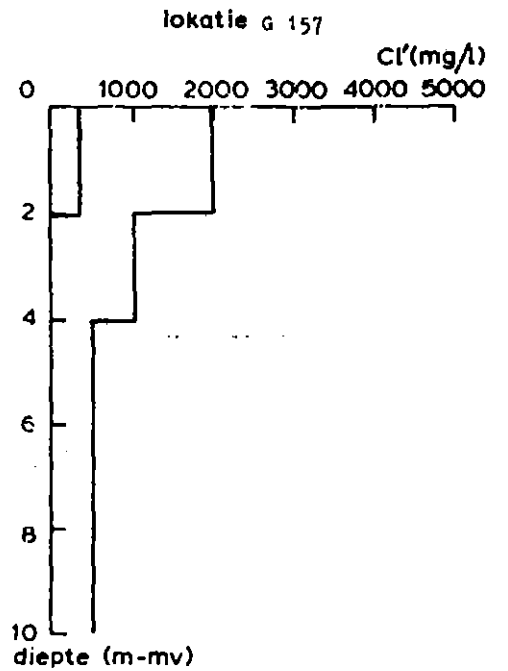
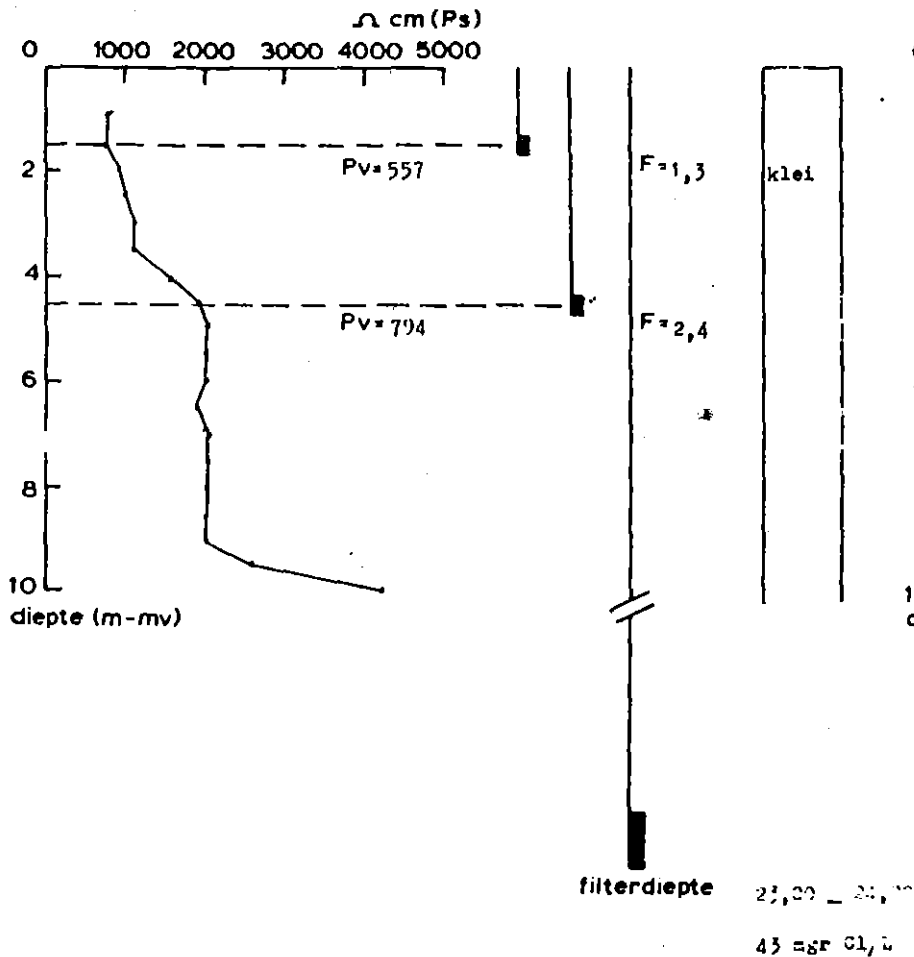
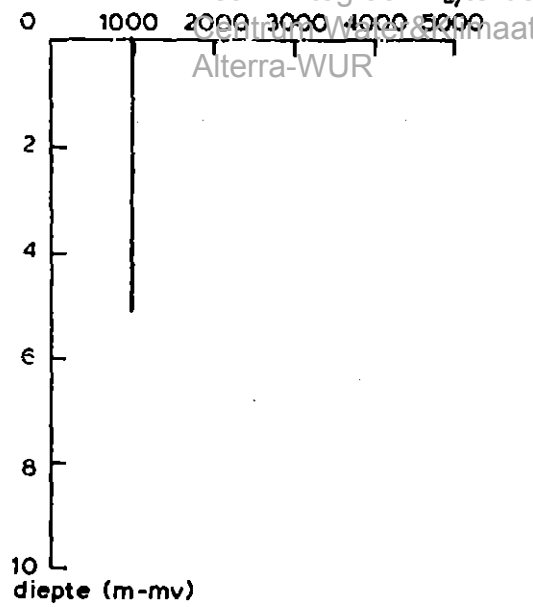
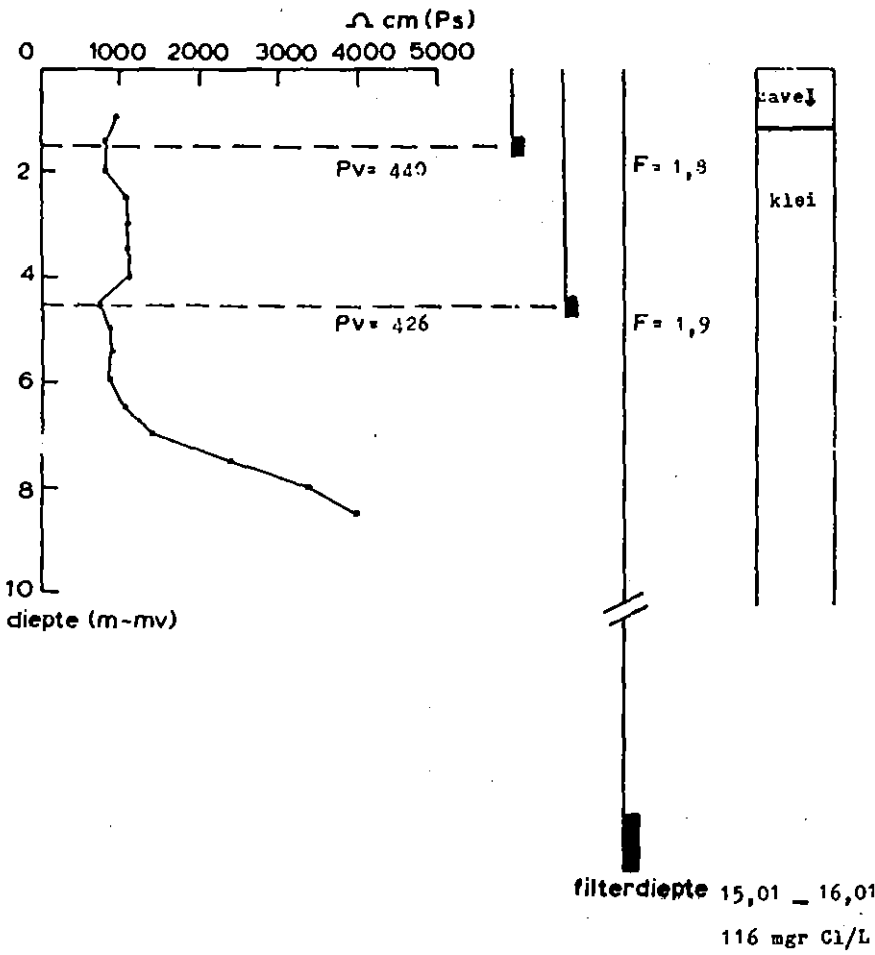
filterdiepte 33,05 - 34,05  
 282 mgr Cl/L

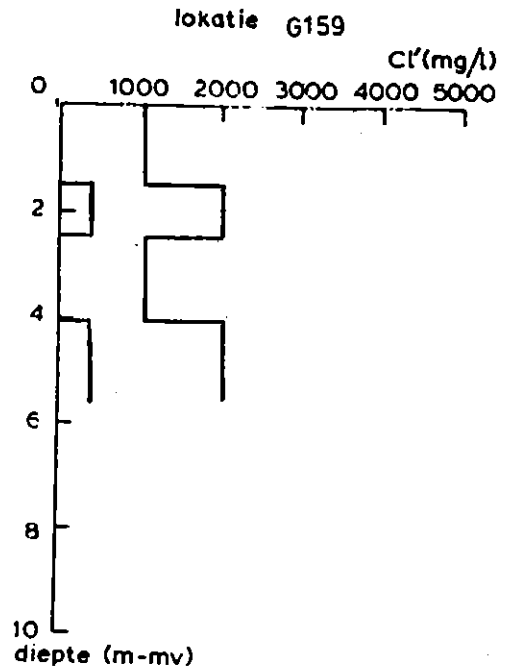
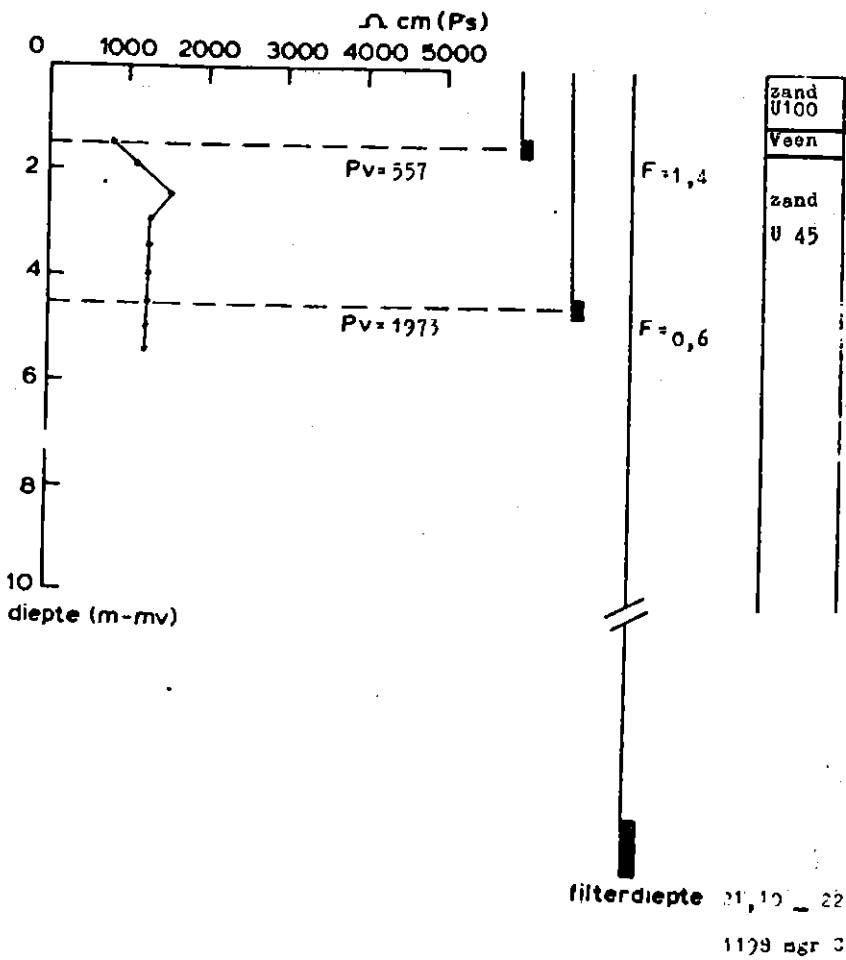
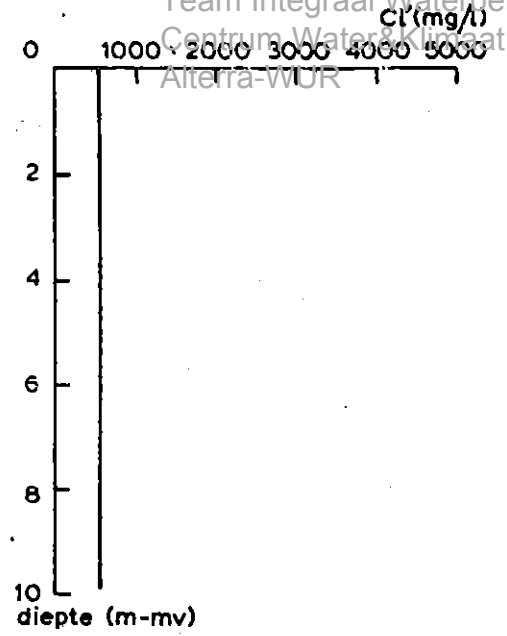
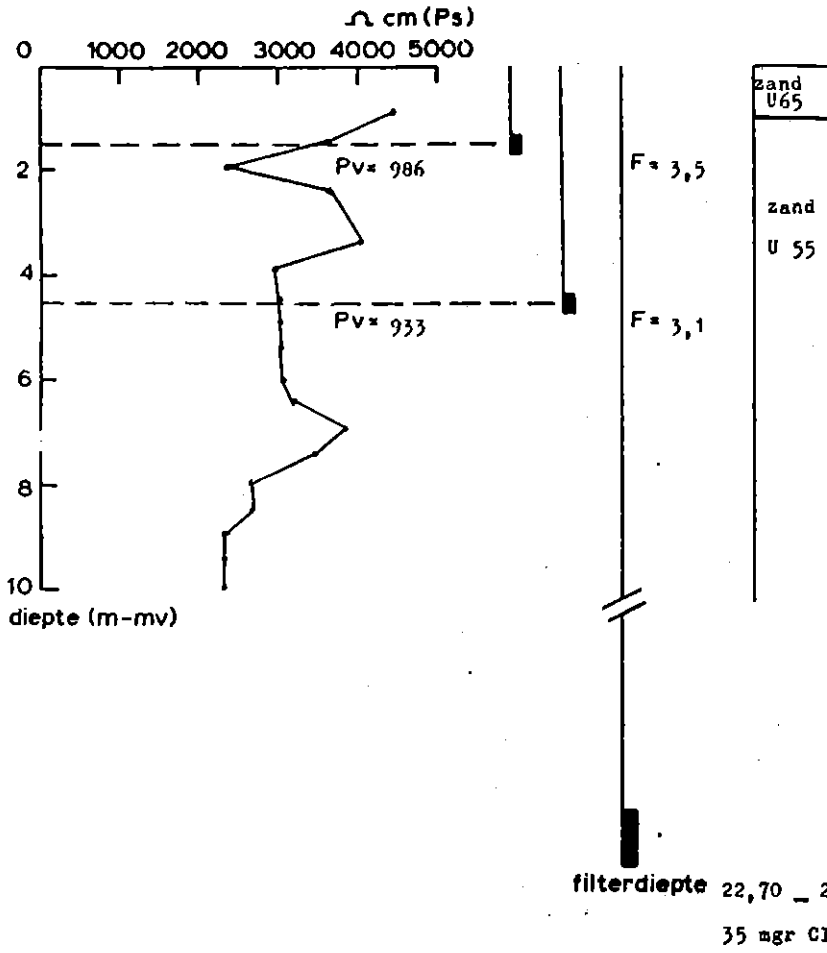


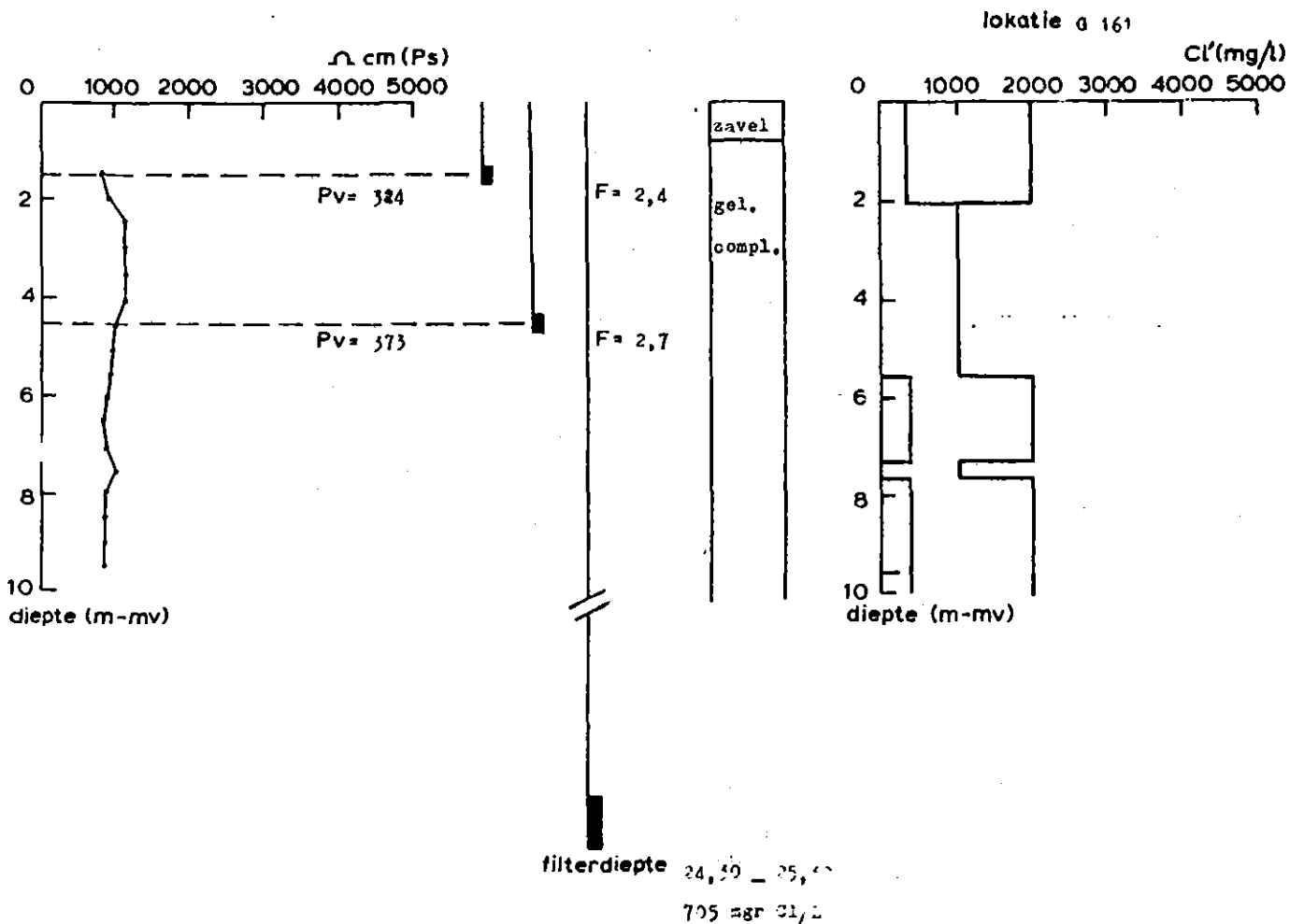
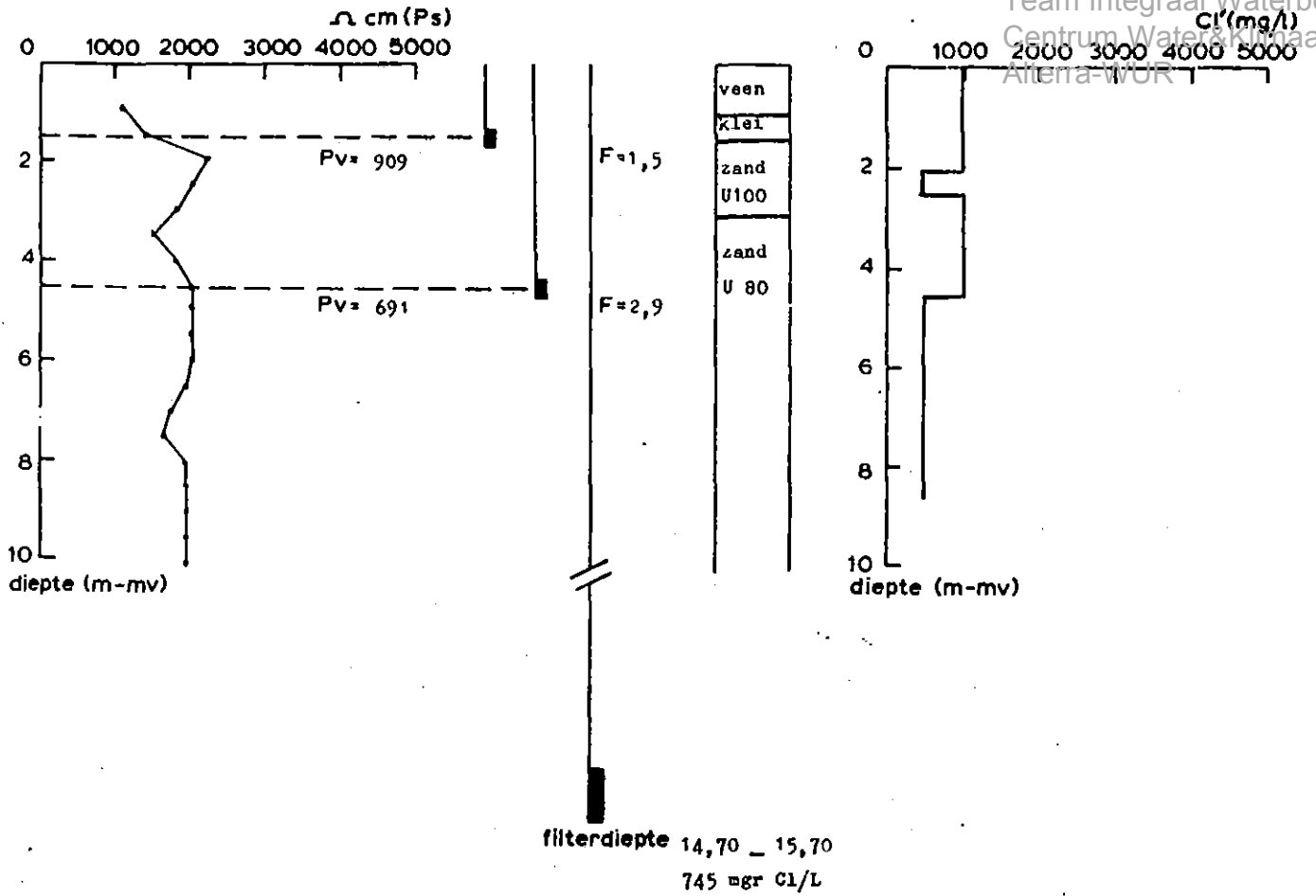
filterdiepte 33,10 - 34,10  
 308 mgr Cl/L

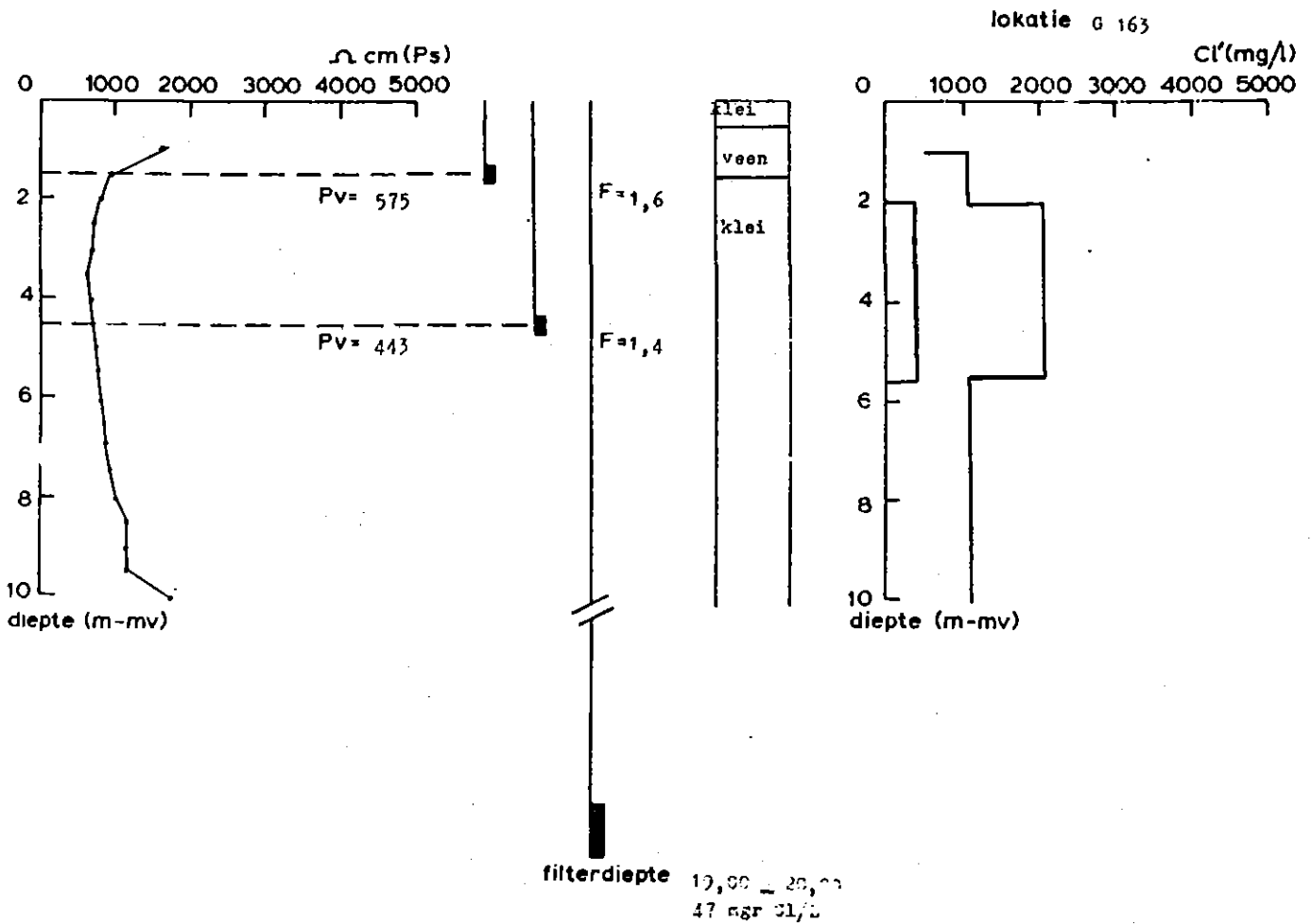
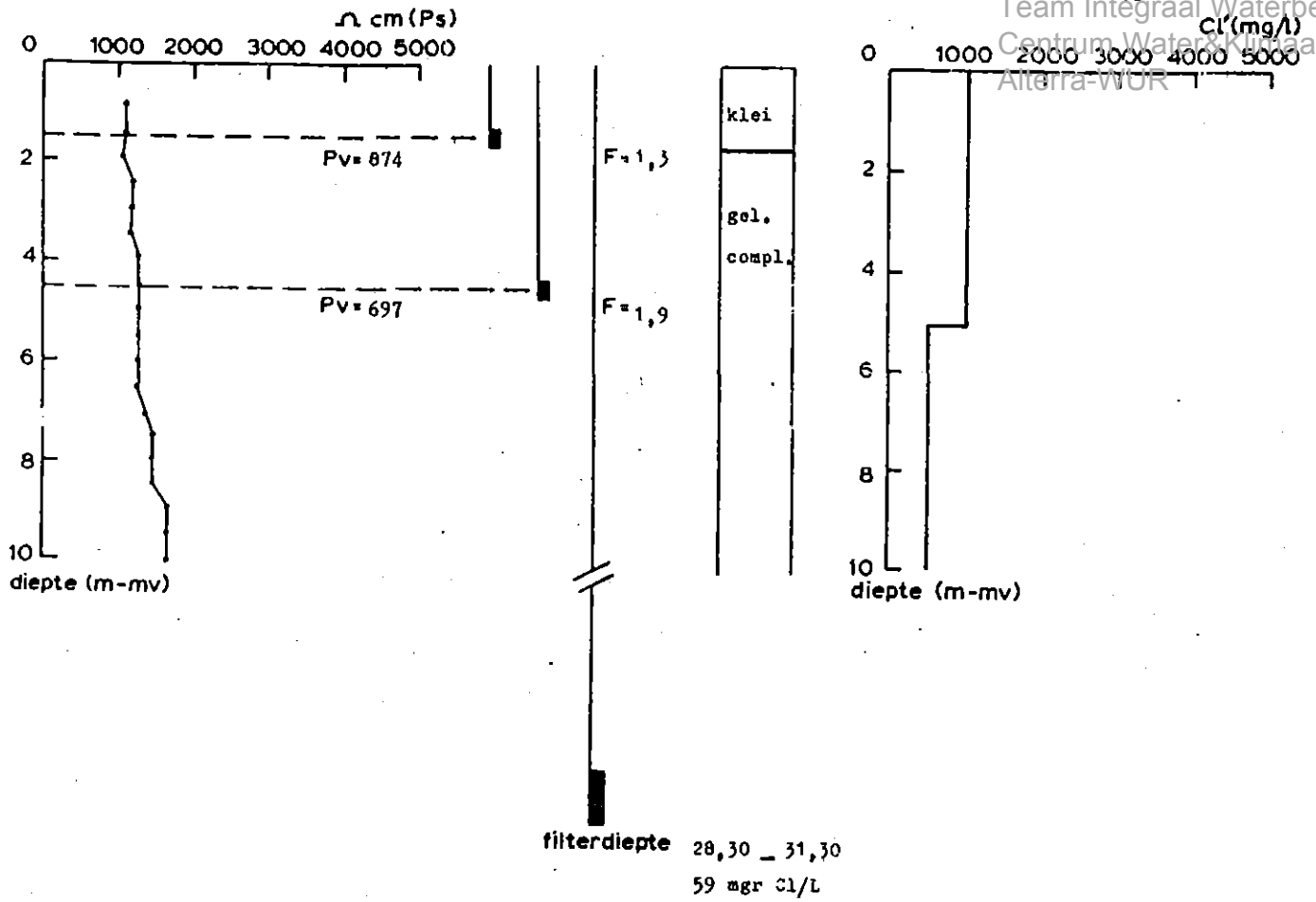


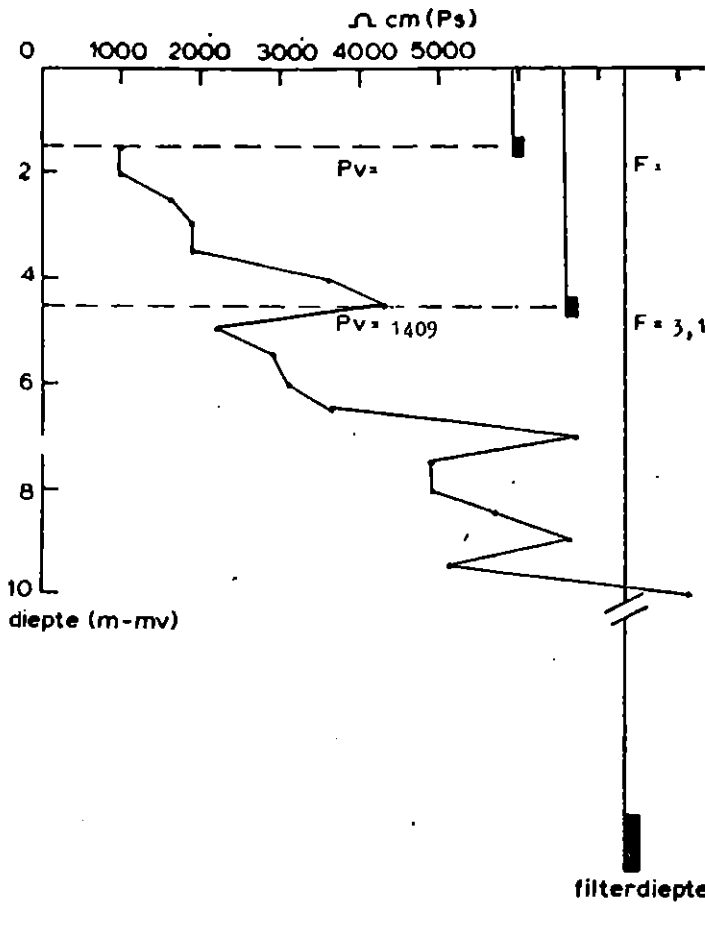




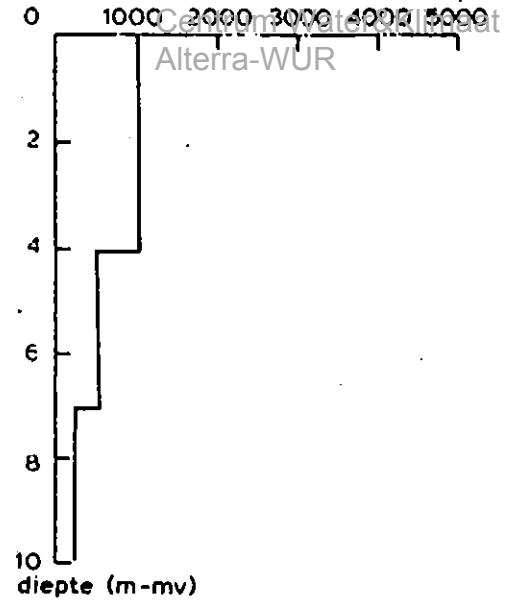




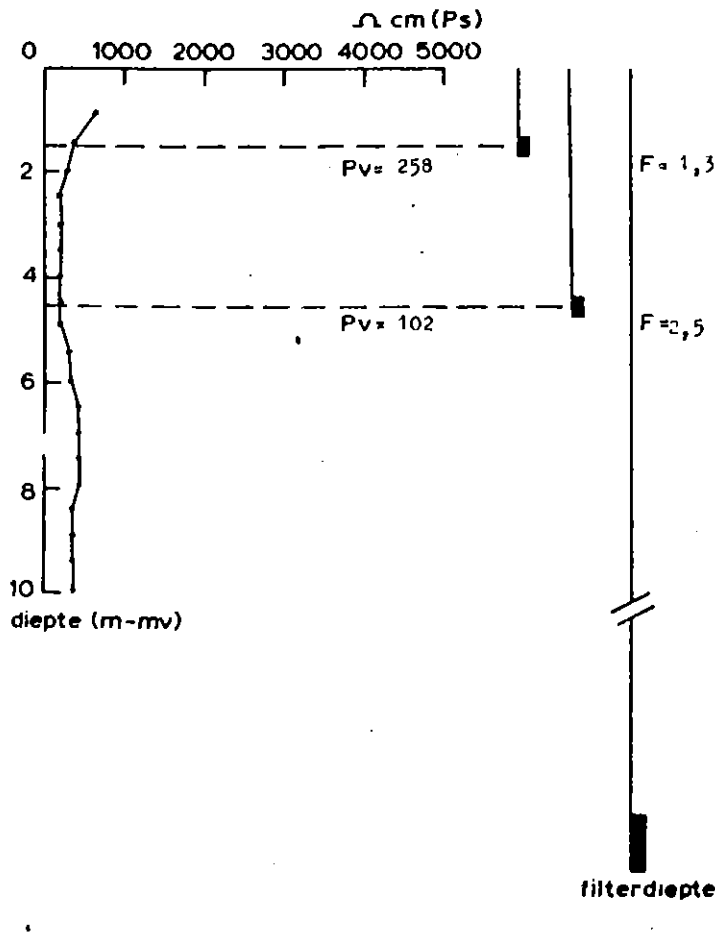




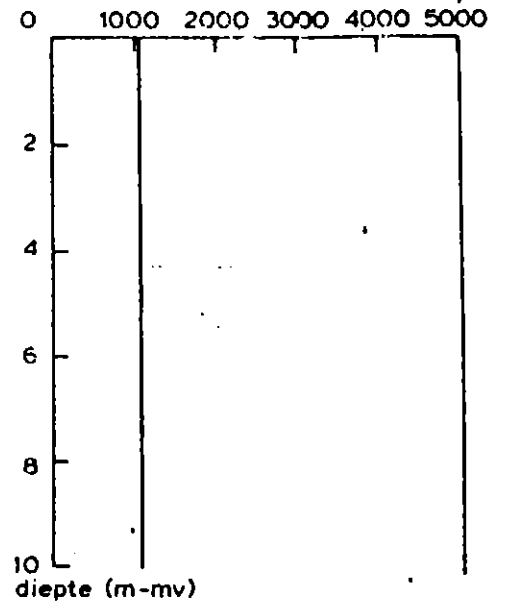
hum. zand
klei
zand
U 60



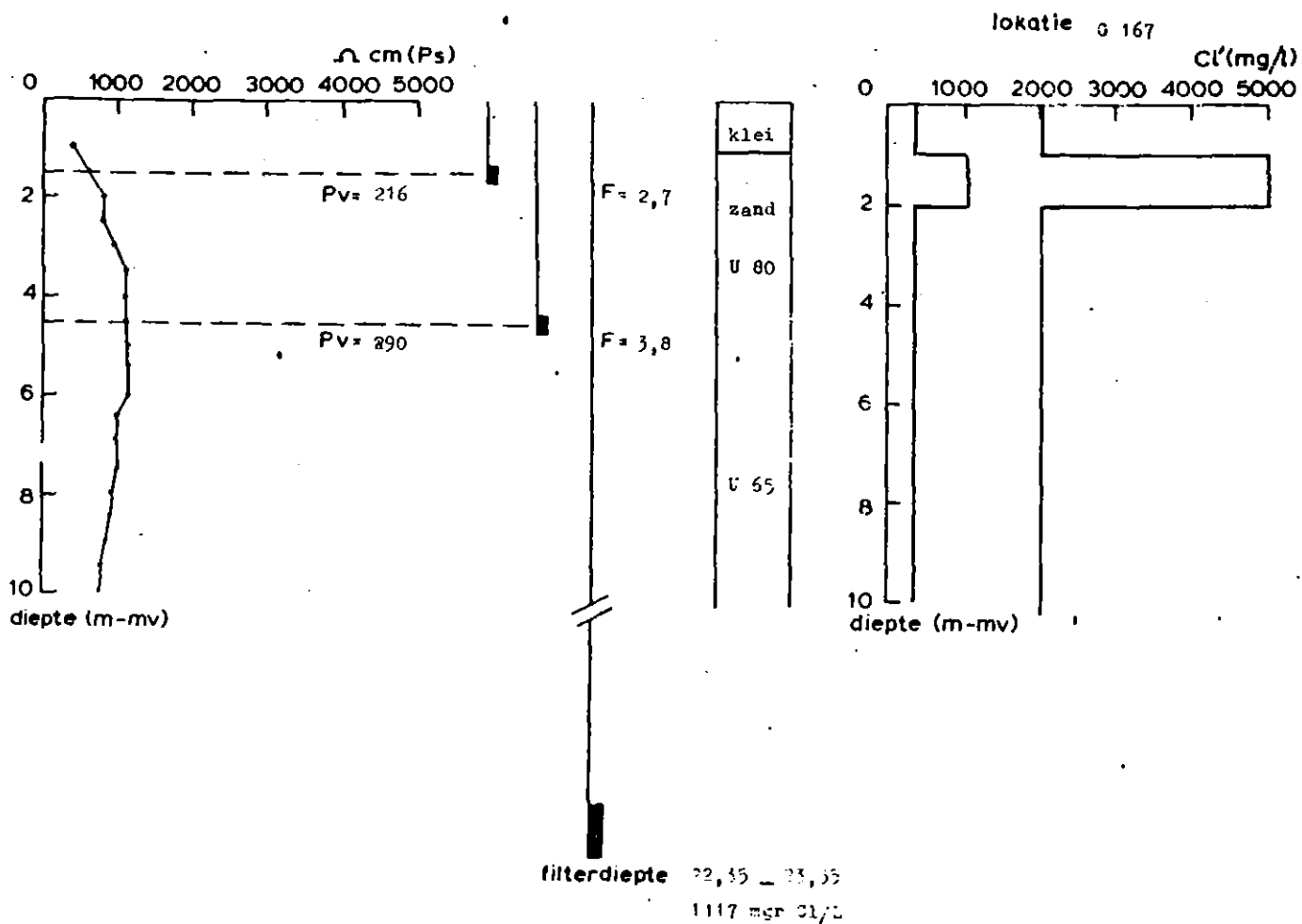
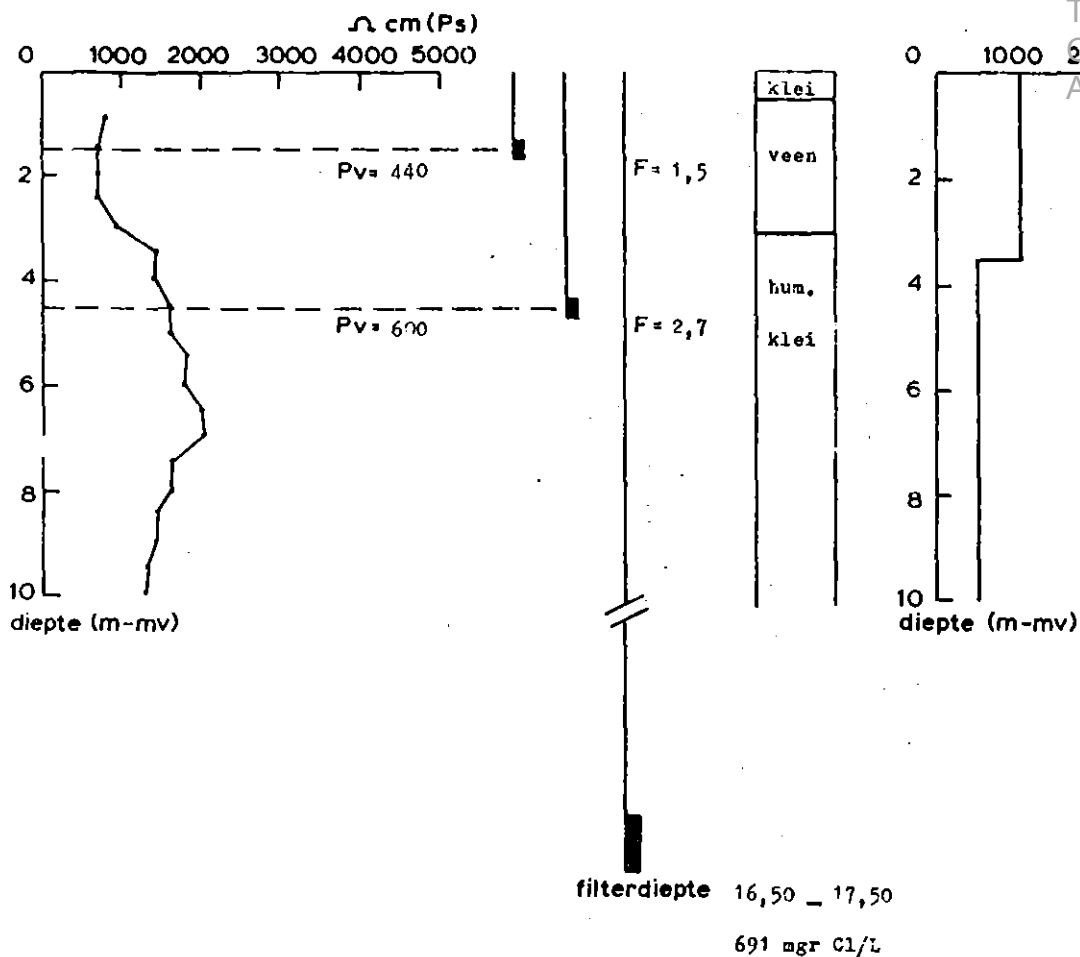
36 agr Cl/L

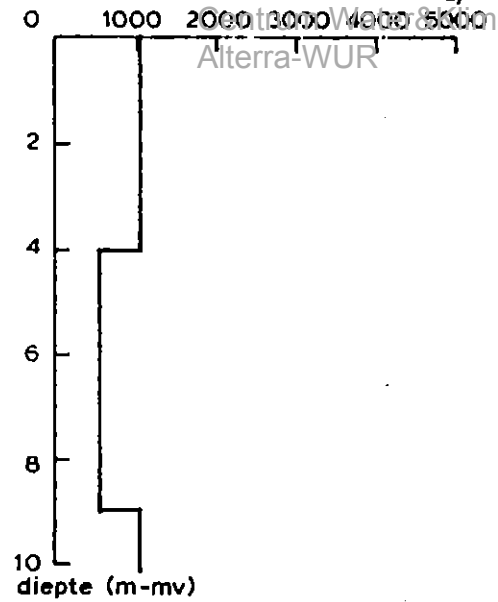
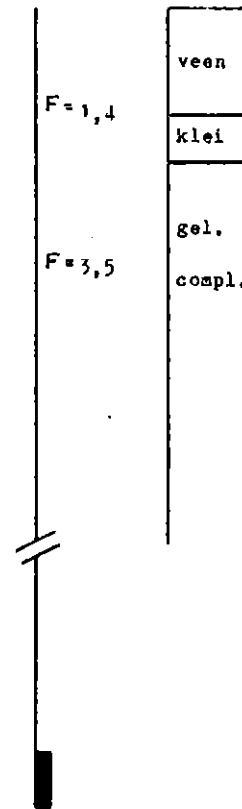
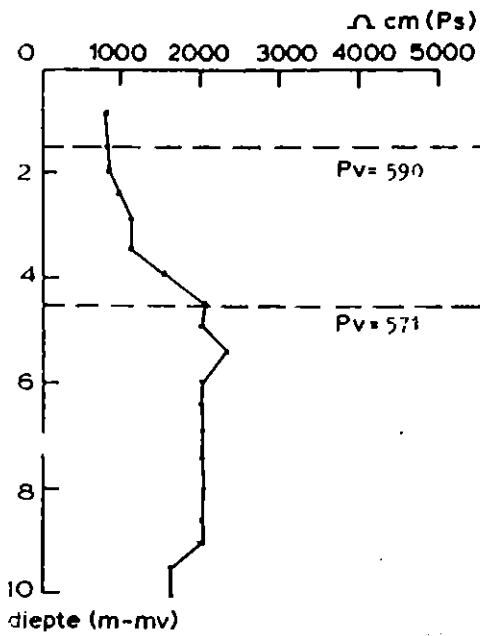


veen
klei
veen
klei
gel. compl.



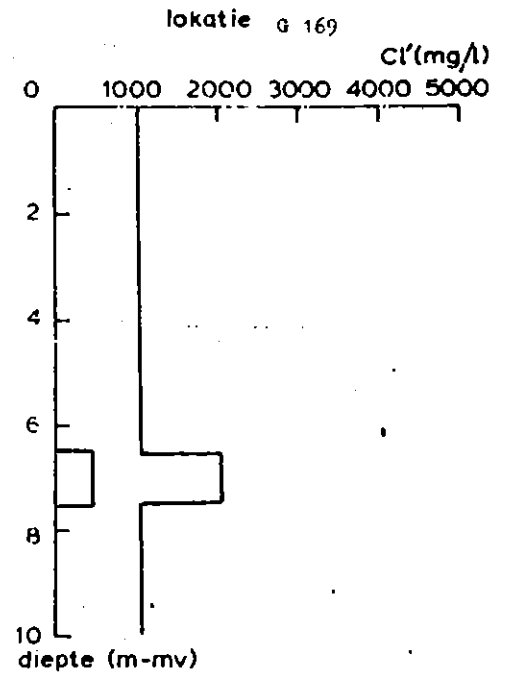
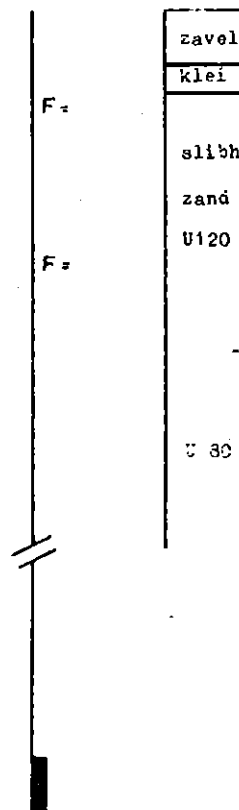
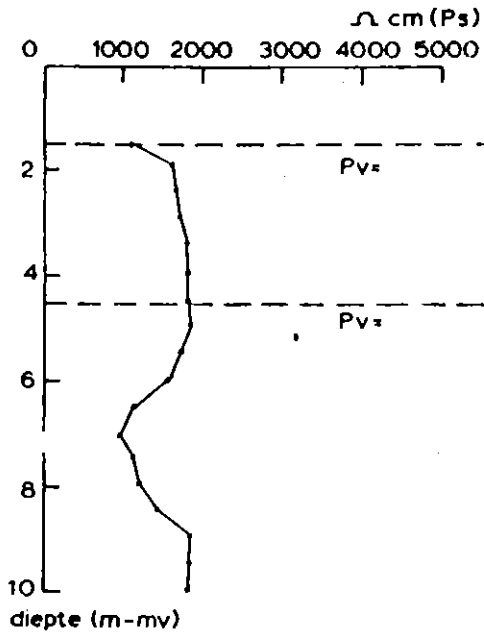
1671 agr Cl/L





filterdiepte 18,40 - 19,40

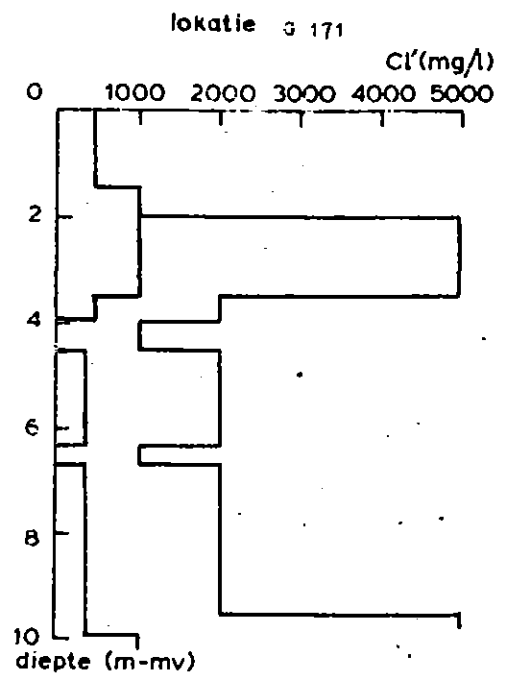
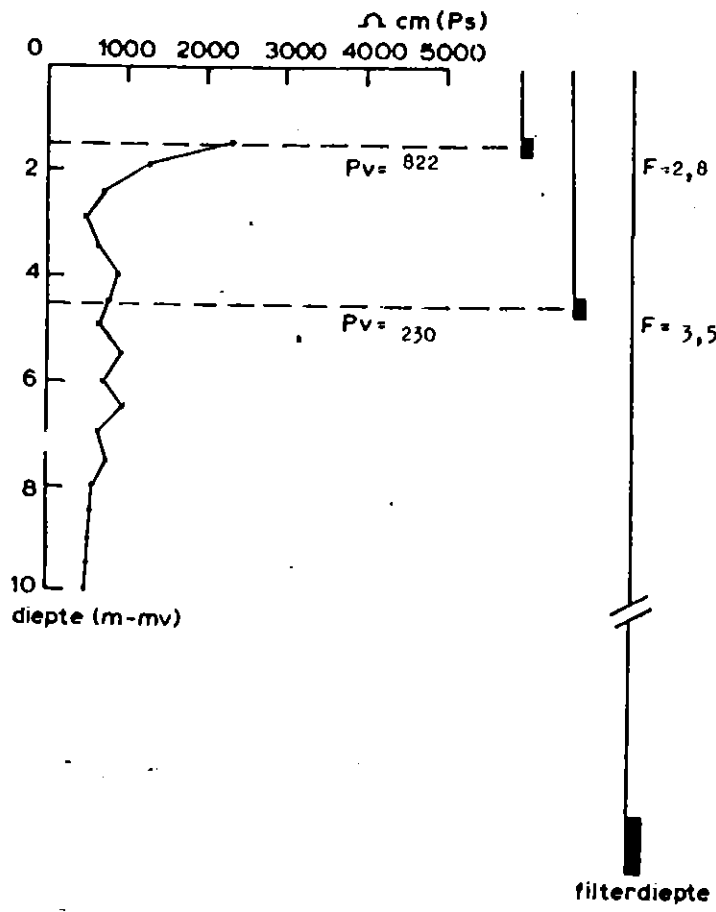
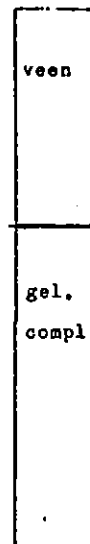
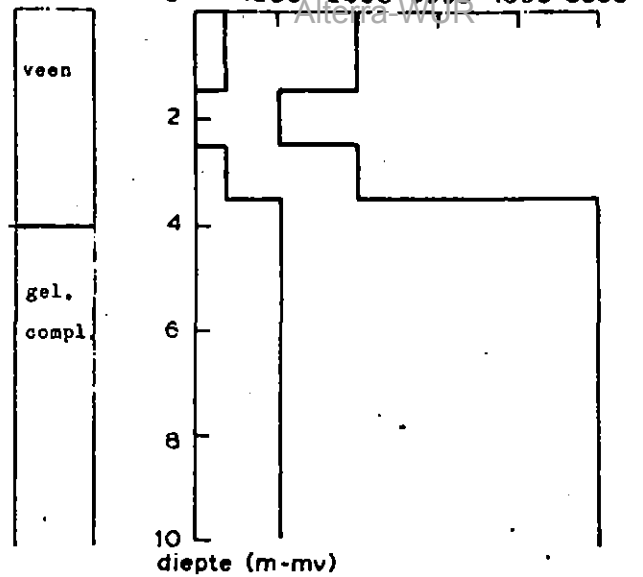
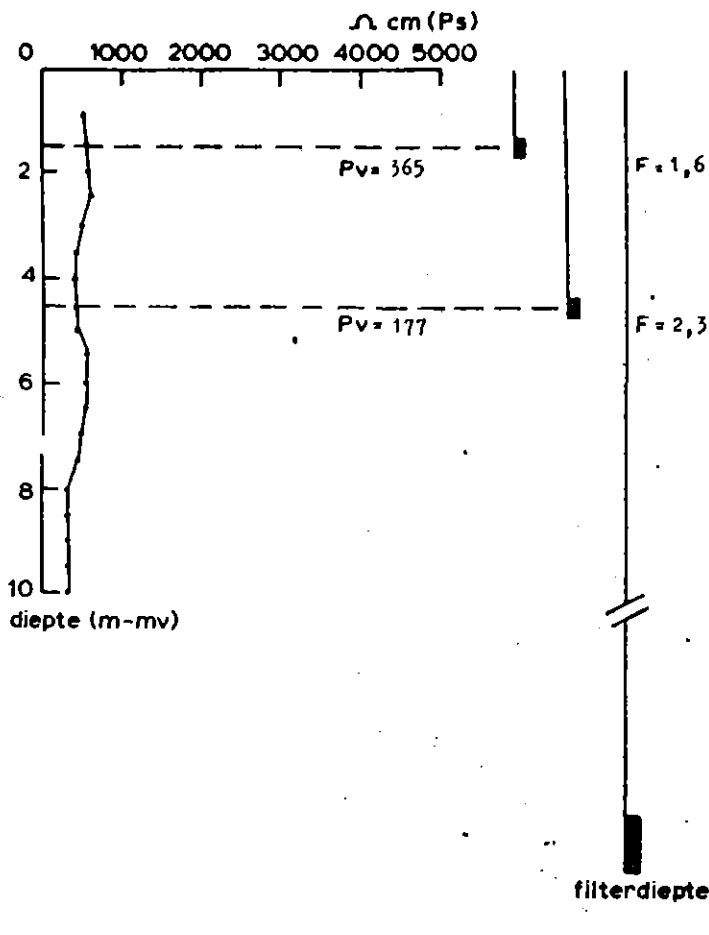
943 mgr Cl/L

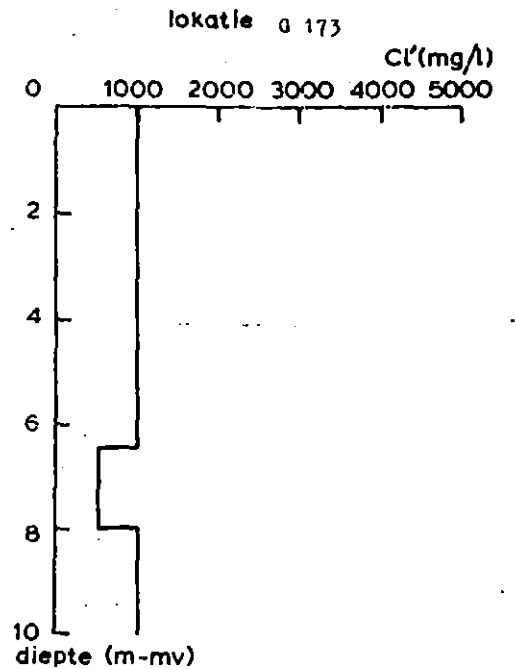
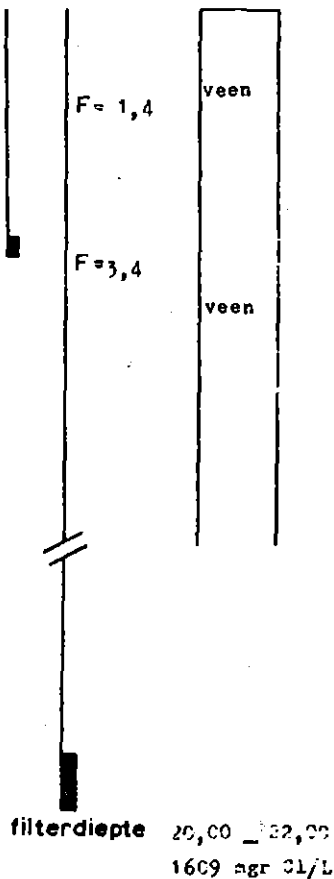
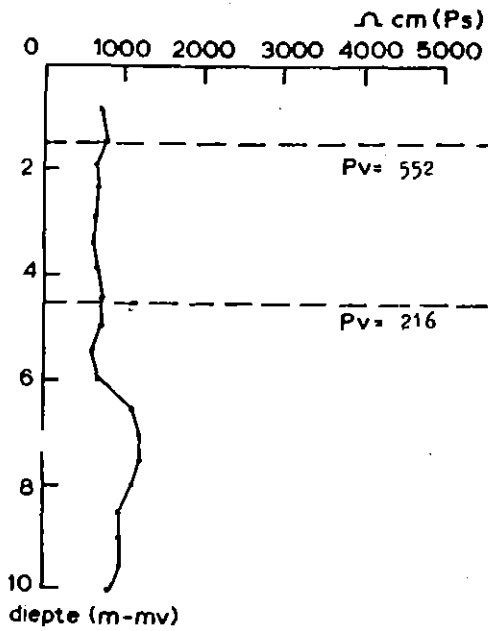
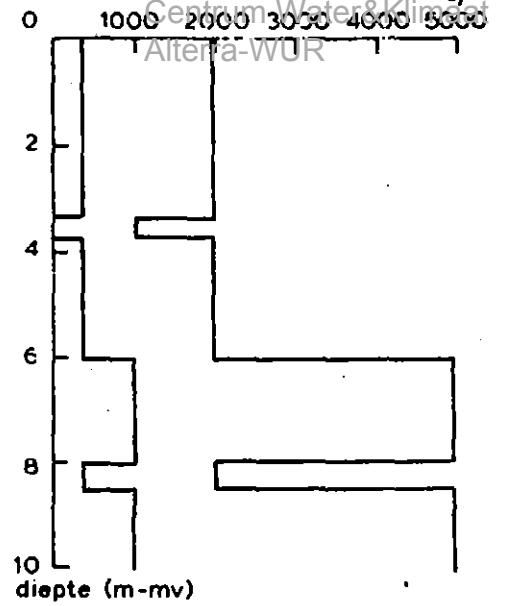
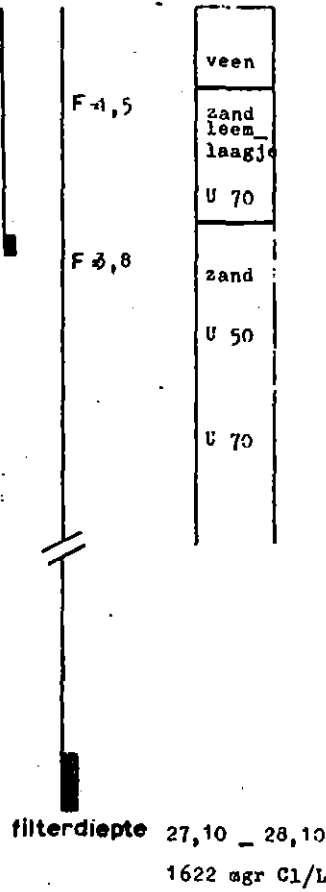
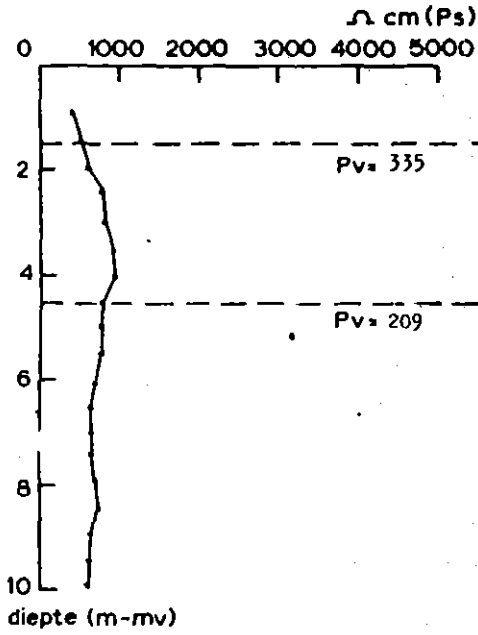


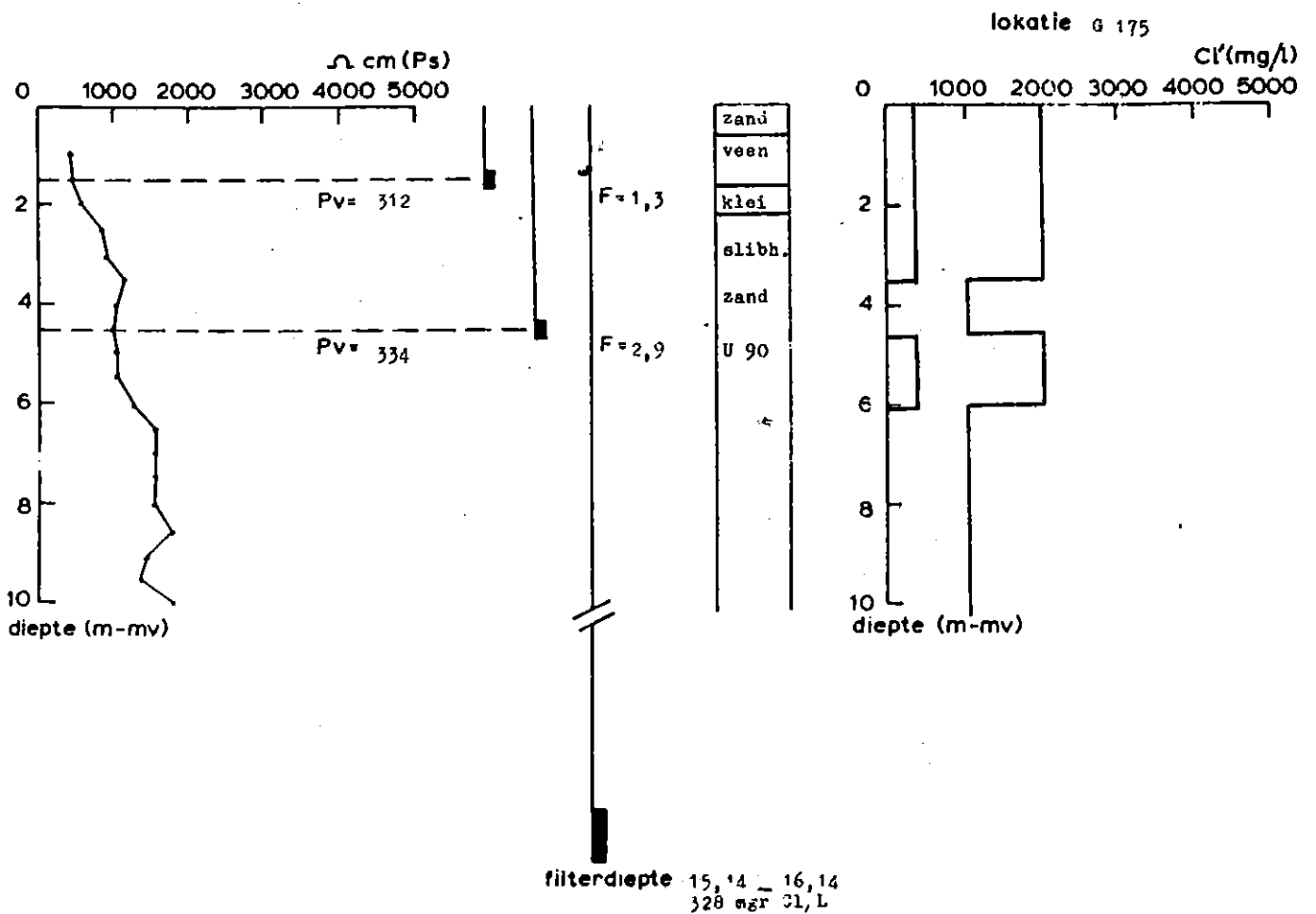
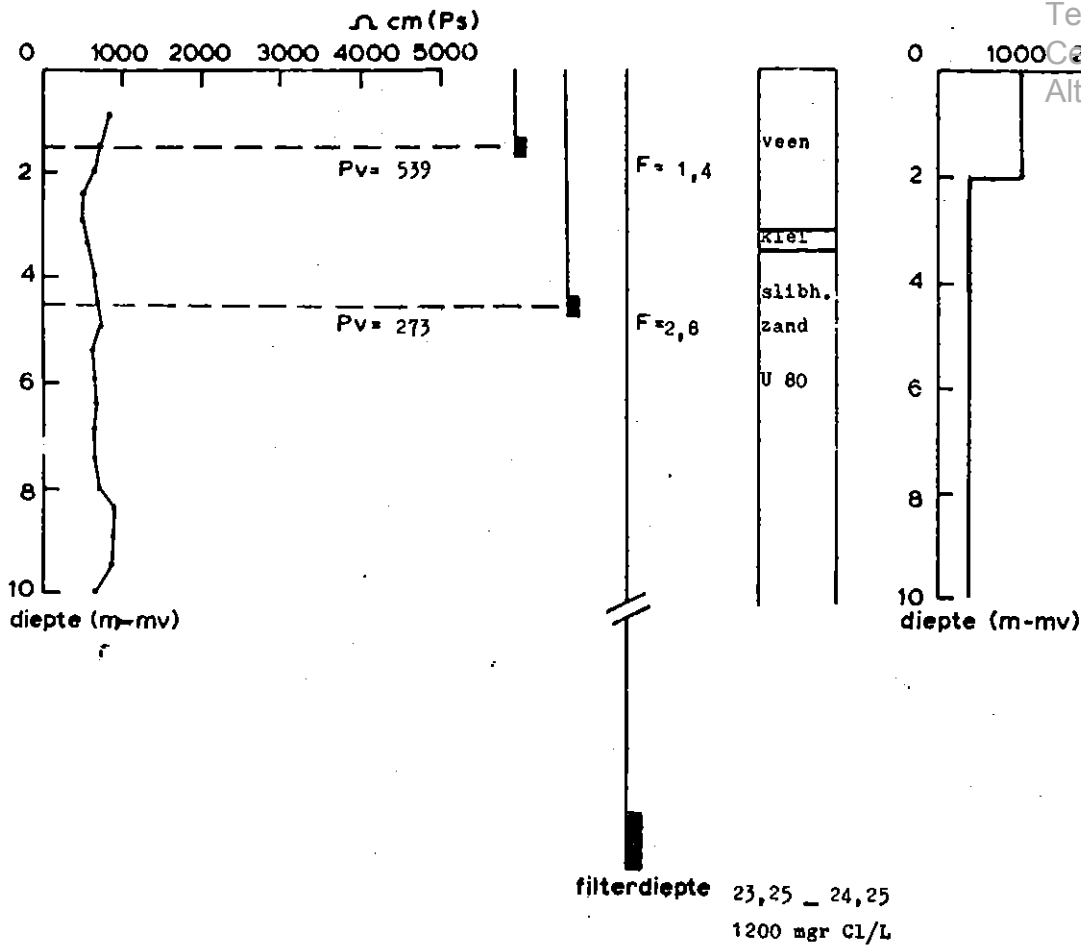
filterdiepte 16,40 - 17,40

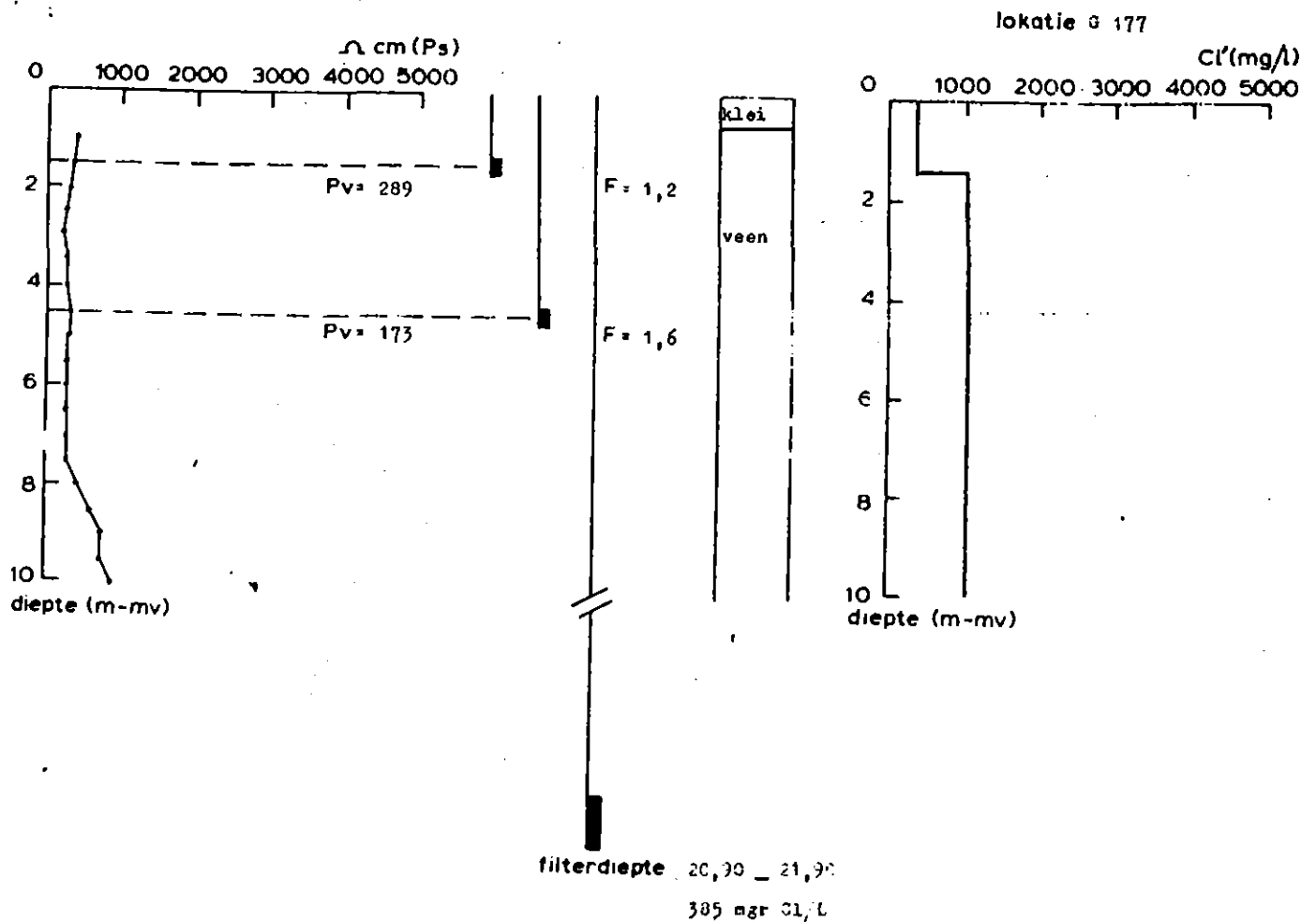
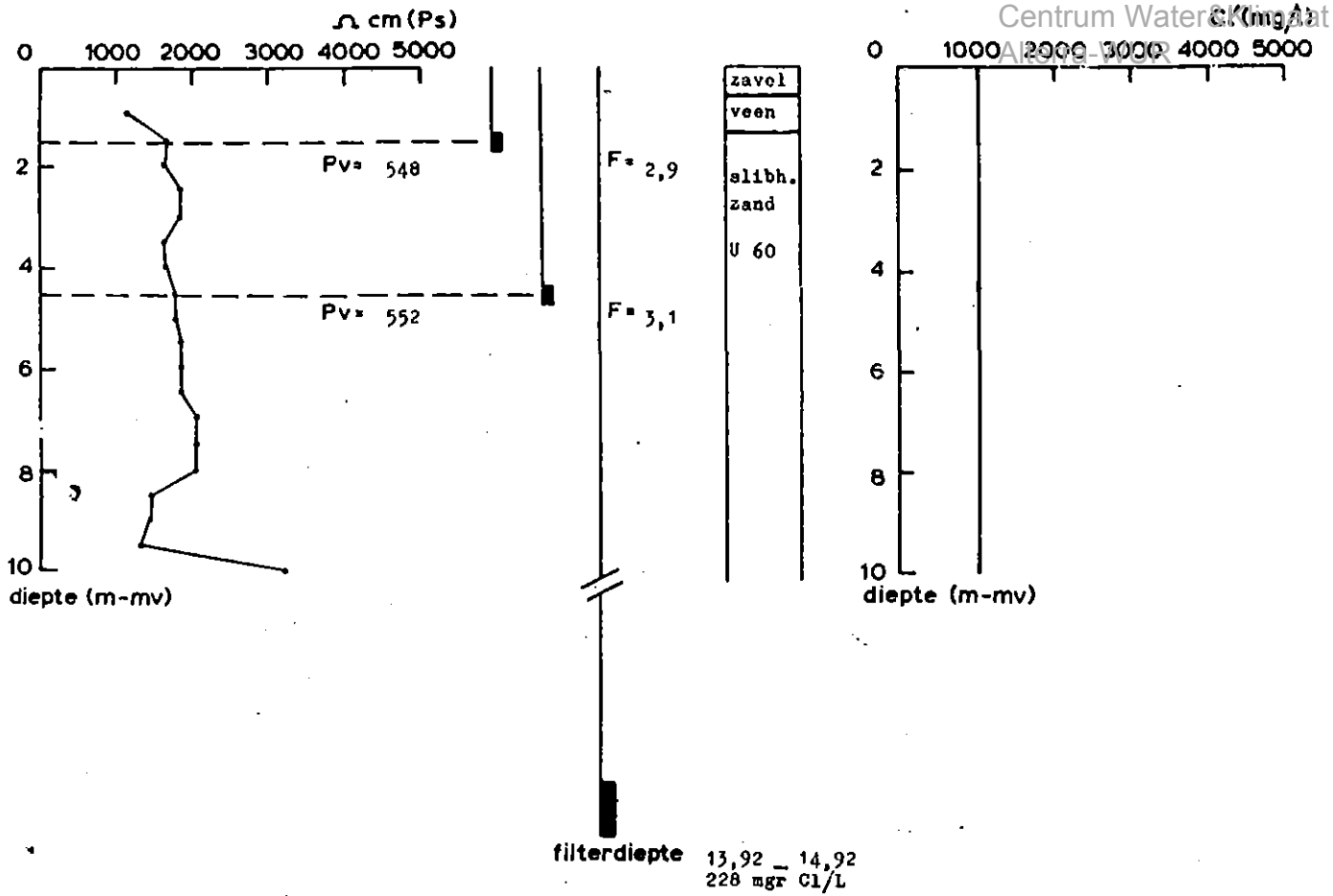
445 mgr Cl/L

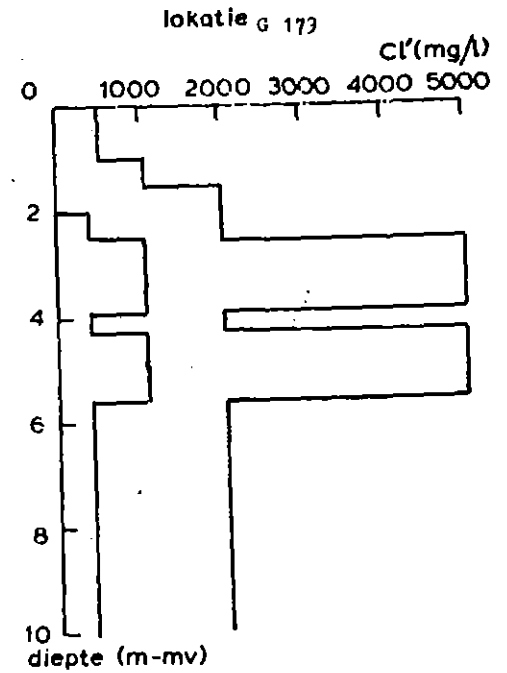
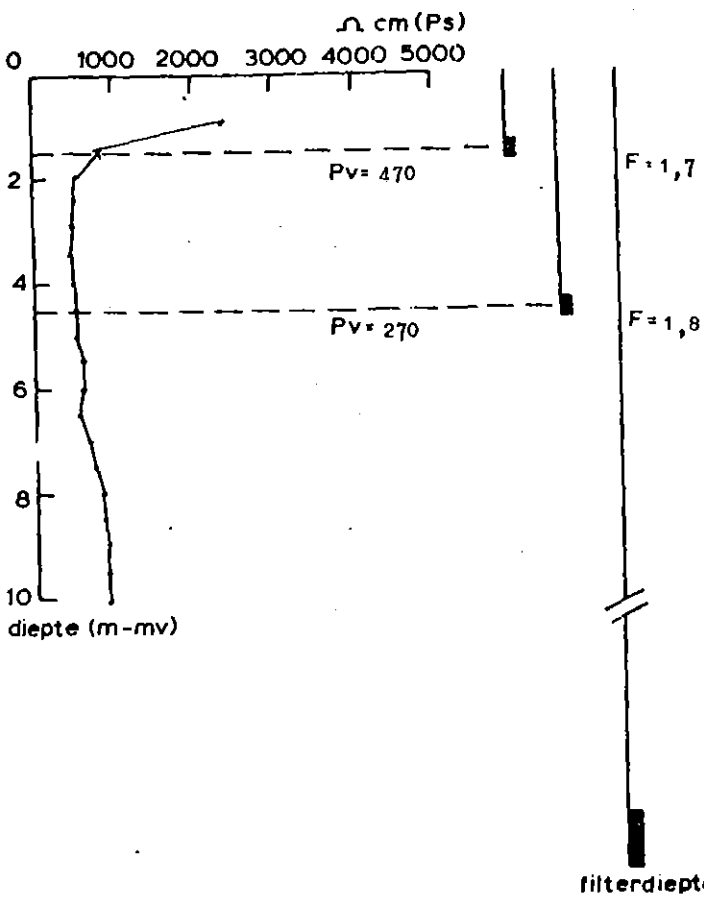
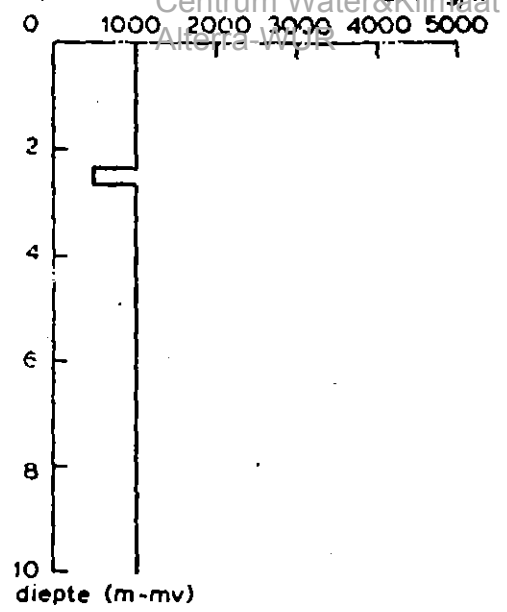
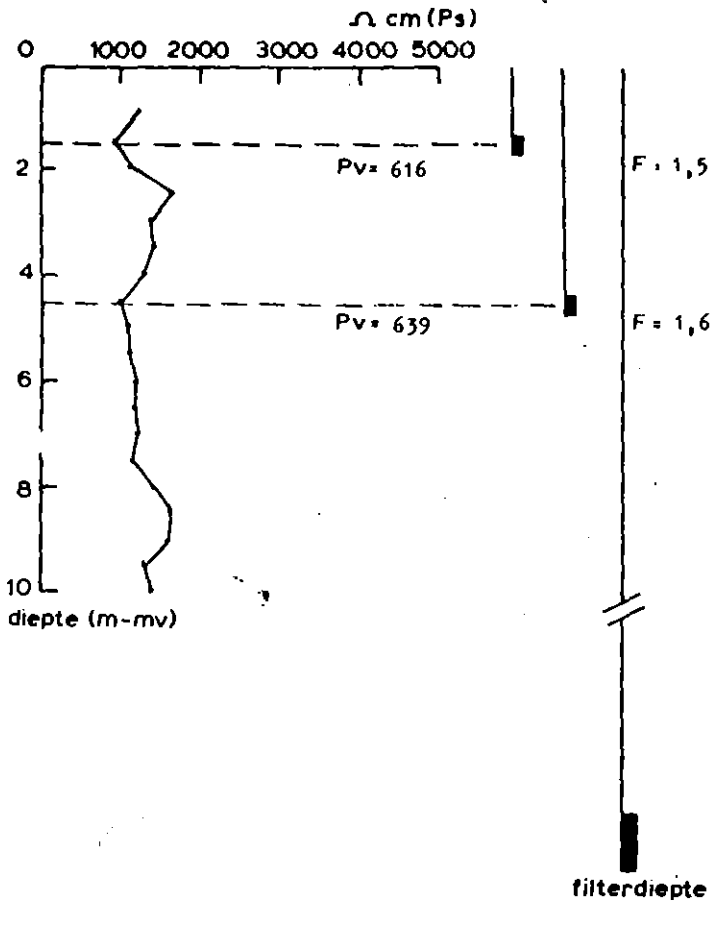




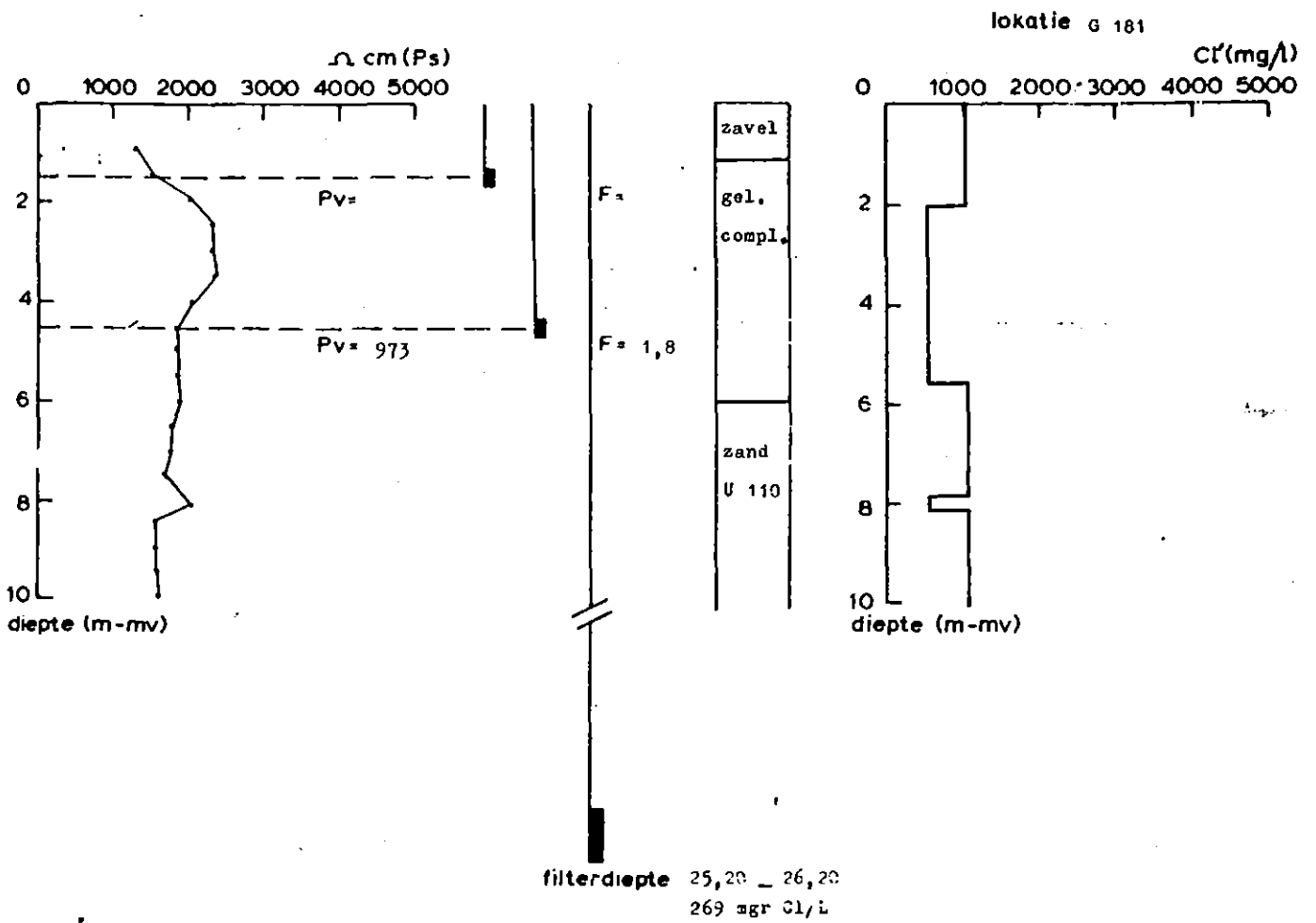
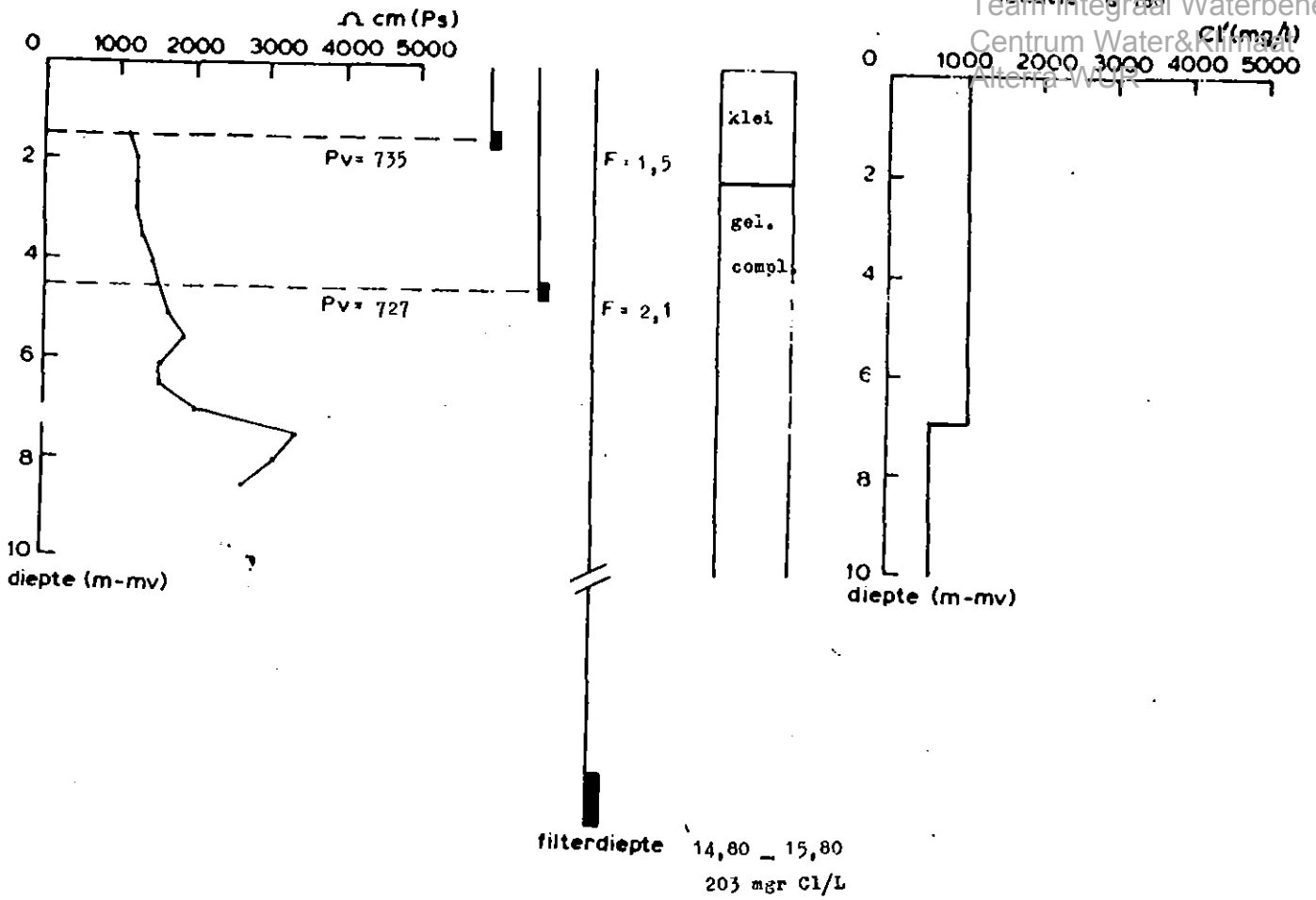


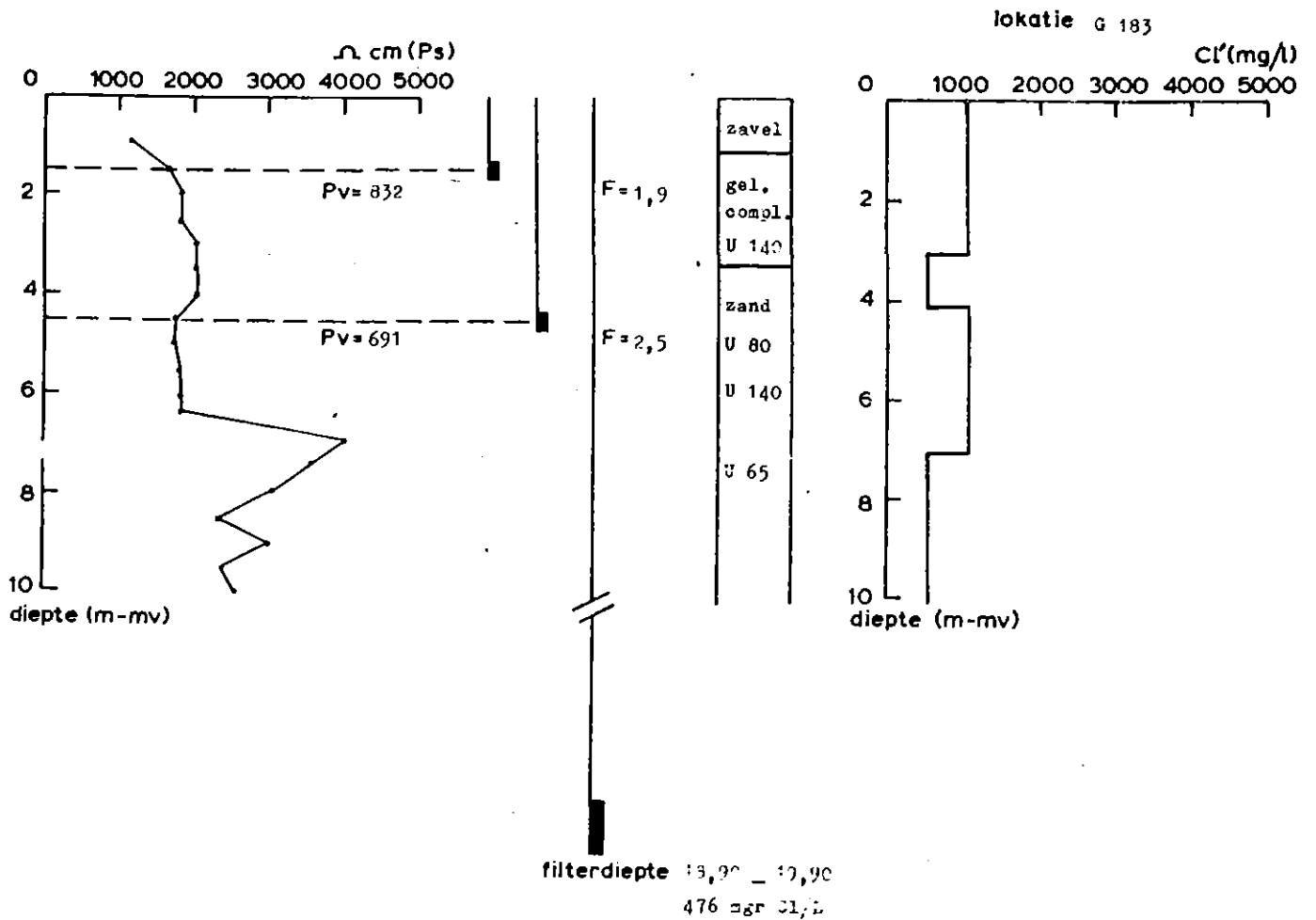
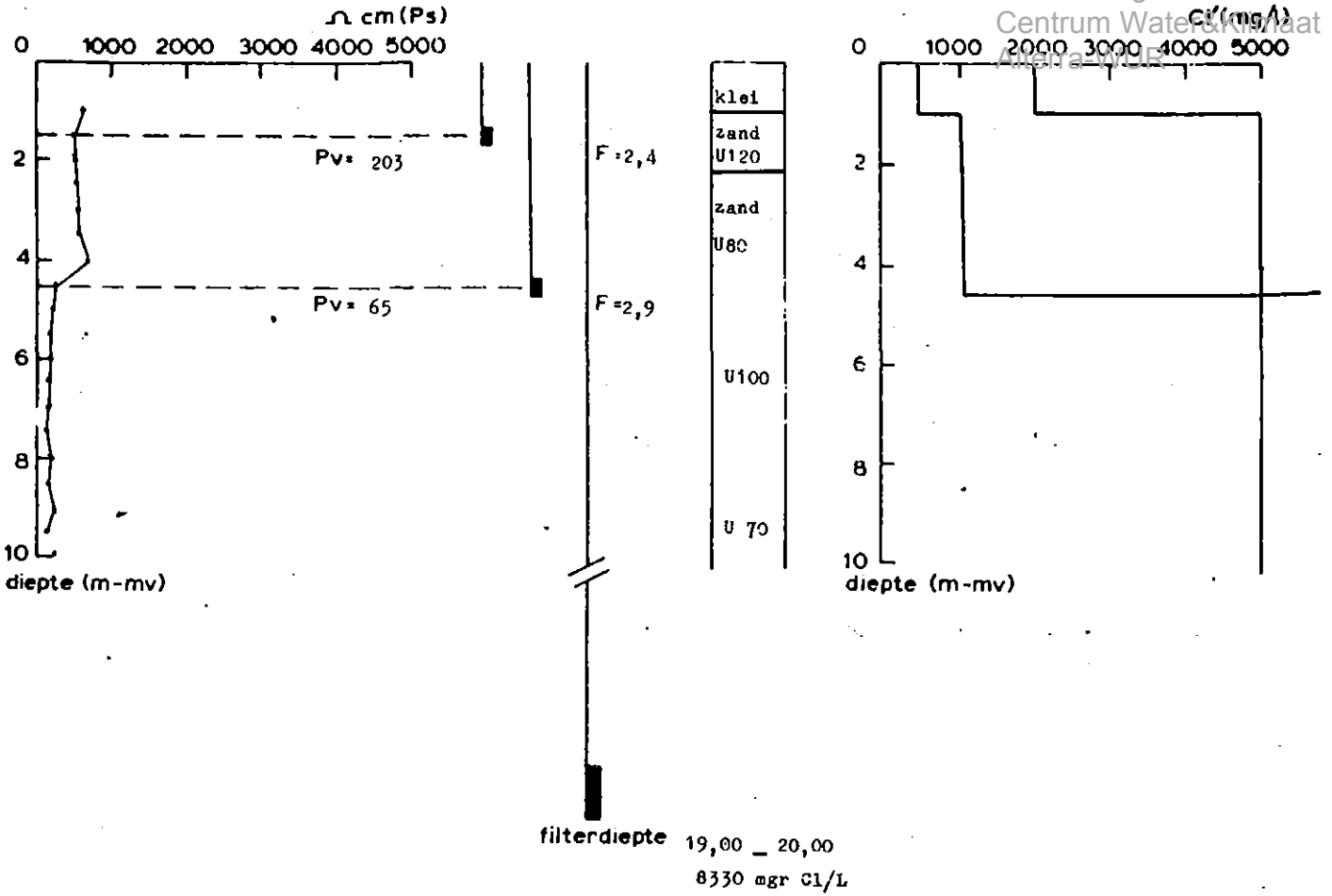


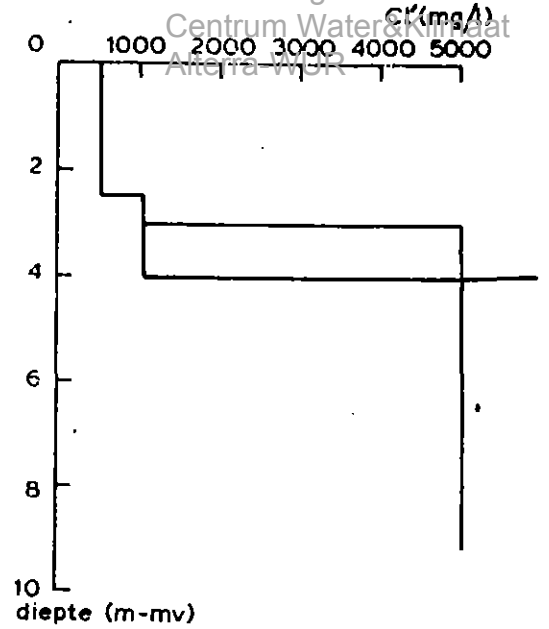
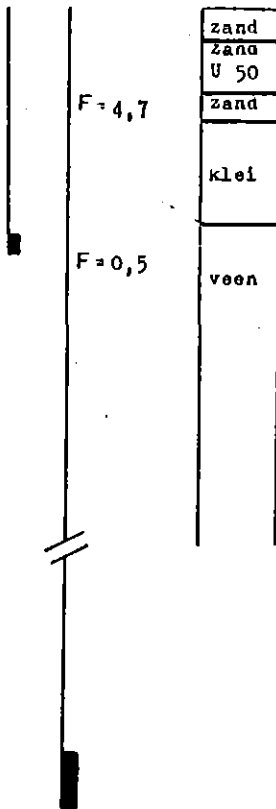
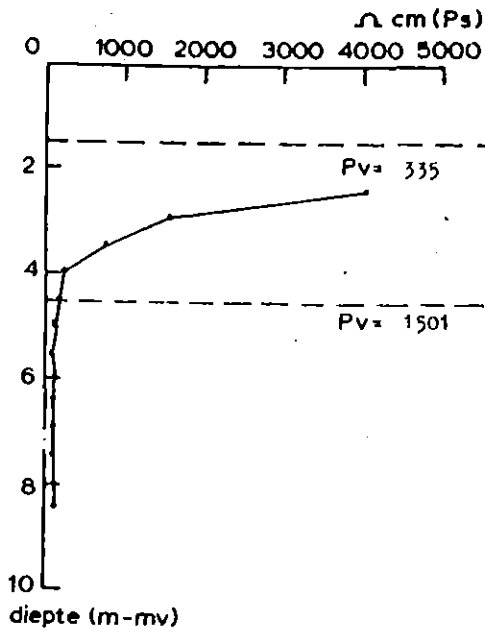




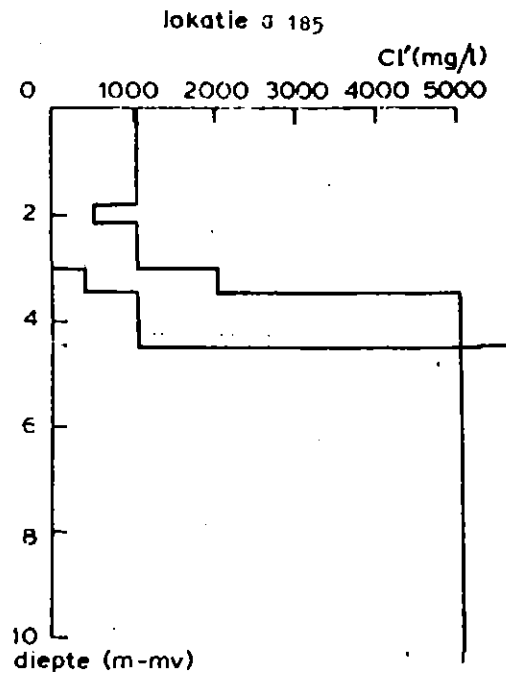
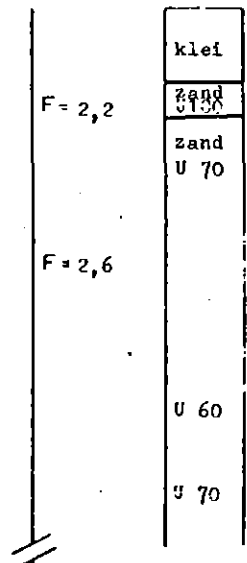
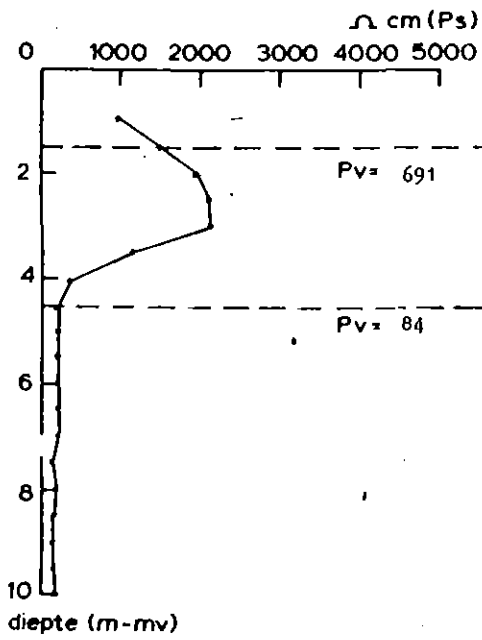
lokatie 0173





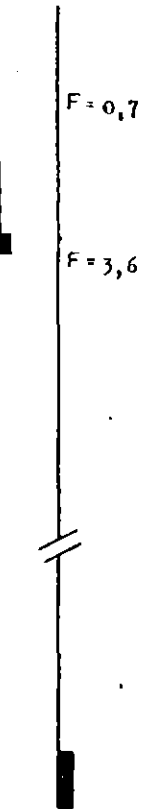
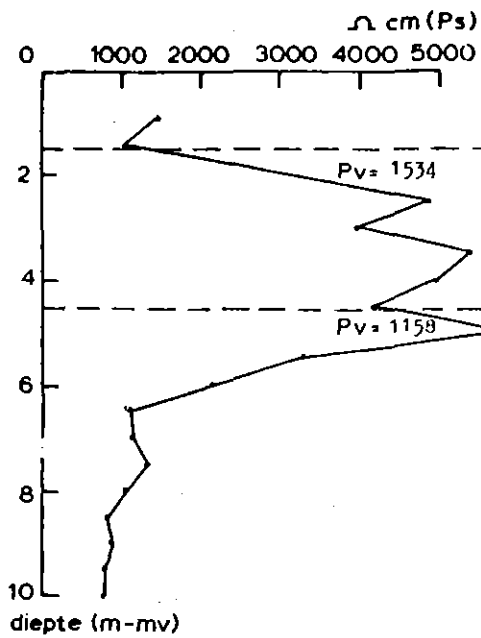


filterdiepte 23,25 - 24,25  
 6342 mgr Cl/L

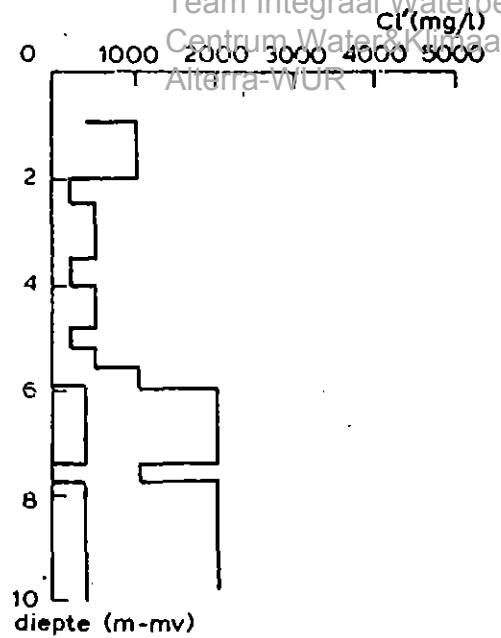


filterdiepte 16,90 - 17,20  
 2330 mgr Cl/L

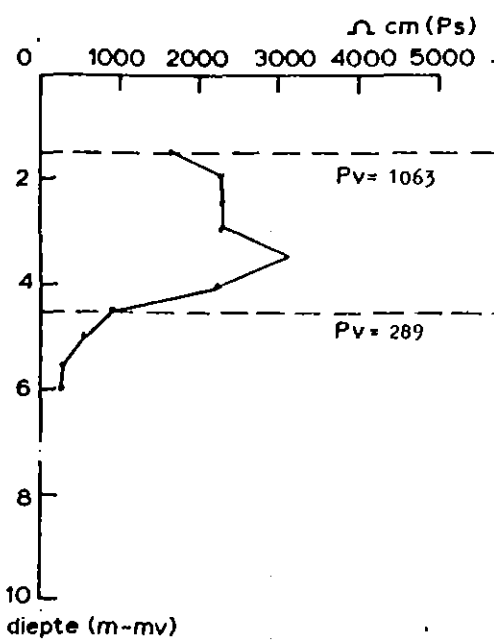




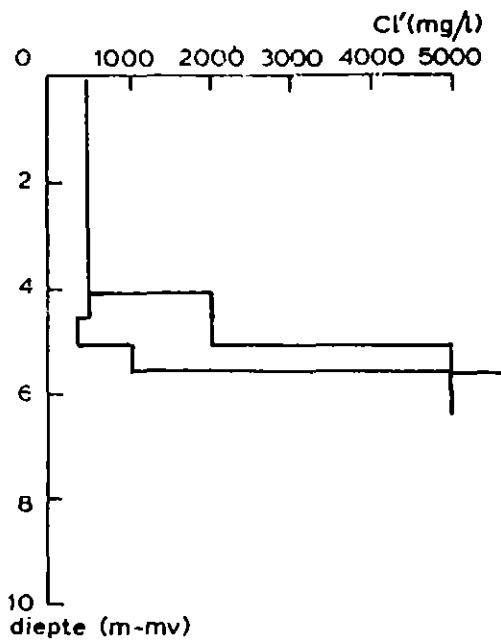
veen
zand U 40
U 70
U 60
U 70



filterdiepte 22,90 - 23,90  
 5290 mgr Cl/L



zavel
klei
zand U 45
veen
zand U 45
U 80
U 80



filterdiepte 23,00 - 24,00  
 153 mgr Cl/L