

NTNF Prosjekt 0801.3937
Logging av geoparametre i borhall
NGU Rapport 1393/B
Kjemisk analyse av jordprøver fra
Hersjøfeltet, Hèssdalen, Ålen

NGU Rapport 1393/B

NTNF Prosjekt 0801.3937

Logging av geoparametre i vann

Kjemisk analyse av jordprøver fra
Hersjøfeltet, Hessdalen, Ålen

Saksbearbeidere: Halfdan Hovdan
Bjørn Bølviken

Norges geologiske undersøkelse
Kjemisk avdeling
Leiv Eirikssons vei 39,
Postboks 3006, 7001 Trondheim
Tlf.: 075/15860

INNHOOLD

INNLEDNING	s. 1
METODER	s. 1
Prøvetaking	s. 1
Analysemetoder	s. 1
RESULTATER	s. 2
Noen kommentarer til analyseresultatene	s. 3
I. Frekvensfordelinger	s. 3
II. Diagrammer for hovedprofil	s. 4
III. Kotekart over utgående	s. 5
DISKUSJON	s. 6
KONKLUSJON	s. 7
LITTERATUR	s. 7

INNLEDNING

NTNF prosjektet "Logging av geoparametre i borhull" tar sikte på å utvikle et instrument for måling av selv-potensialer, pH og red-ox potensialer i diamantborhull. Formålet ved slike målinger er å skaffe nærmere kjennskap til de kjemiske prosesser rundt en malmsforekomst. Det er i den senere tid lansert ideer om at de elektriske strømmer som følger selv-potensialene bidrar til det geokjemiske fordelingsmønster.

Hersjøfeltet ble ansett som vel egnet for logging av geoparametre i borhull, og innledende målinger i feltet ble utført i 1974 og 1975, se NGU rapportene nr. 1393/A og 1311. Videre borhullsmålinger planlegges sommeren 1976. Man må anta at en klarleggelse av de geokjemiske forhold på bakken vil være en støtte i tolkningen av borhullsdata. Med bakgrunn i dette ble det sommeren 1975 samlet inn jordprøver fra Hersjøfeltet i målepunkter der også SP ble målt. Disse prøver er analysert på en rekke elementer som vi regner med kan ha betydning i elektrokjemiske prosesser. Ledningsevne, pH og væsketpotensialer i oppslemmingen av de fuktige jordprøver ble meddelt i NGU rapport nr. 1393/A. Denne rapport gir resultater av analyser på tørkede jordprøver.

Resultatene er kommentert helt summarisk idet vi regner med å komme tilbake til mer utfyllende diskusjon senere.

METODER

Prøvetaking.

Prøvetakingspunktene ble bestemt av SP-målingene. Som utgangspunkt for målingene ble tatt et hovedprofil, 40 Y (fig. 49) med målinger hver 25 meter og et område omkring malmens utgående på 100 x 85 m der målingene ble foretatt med noe tettere frekvens (fig. 48).

Jordprøvene ble tatt fra C-horisonten der dette var mulig. Ellers ble prøvene tatt så dypt som mulig. Ved SP-målingene ble elektroder plassert nøyaktig der hvor jordprøven var tatt.

Analysemetoder.

Jordprøvene ble delt i to. Den ene delen ble analysert i fuktig tilstand og resultatene av dette er gitt i NGU Rapport 1393/A. Den andre delen ble tørket og siktet (180^{μ}). pH og ledningsevnen ble målt i en oppslemming med destillert vann (forhold prøve/vann : 1/2.5).

Målingene ble utført med en Radiometer Conductivity Meter, Type CDM2e og en Radiometer PH62 Standard pH Meter samt elektrodene Radiometer CDC104 og GK2301C.

Grunnstoffanalysen ble utført ved atomabsorpsjon på den salpetersyre-løselige delen av prøvene. Følgende elementer ble bestemt kvantitativt:

bly	magnesium
jern	mangan
kadmium	natrium
kalsium	nikkel
kobber	sink
kobolt	sølv
litium	vanadium

RESULTATER

Resultatene er vist på figurene 1393/B - 01 til 1393/B - 47 i tre ulike fremstillinger:

1. Figurene 1393/B - 01 til 1393/B - 21.

Alle analyseresultater er fremstilt som kumulative frekvensfordelinger. Det er laget to kurver for hvert element. Kurve A viser resultatene for hovedprofilet, 40 Y, (se fig. 49) og kurve B resultatene fra den detaljerte prøvetaking over utgående (se fig. 48).

2. Figurene 1393/B - 22 til 1393/B - 30.

Analyseresultatene langs hovedprofilet fremgår av diagrammer med prøvelokaliten som abcisse og analyseresultat som ordinat.

3. Figurene 1393/B - 31 til 1393/B - 47.

Resultatene over utgående er angitt som isokonsentrasjonslinjer på kart.

Noen kommentarer til analyseresultatene.

I. Frekvensfordelinger.

1. Følgende elementer har høyere innhold over utgående enn langs hovedprofilen (frekvensfordeling B ligger tydelig til høyre for frekvensfordeling A). (Figurnummer er angitt i parentes bak elementsymbol):

Pb (01)
Fe (02)
Cu (06)
Zn (13)
Ag (14)
pH (18) (tørkede prøver)

2. Følgende elementer har lavere innhold over utgående enn langs hovedprofilen (frekvensfordeling B ligger tydelig til venstre for frekvensfordeling A). (Figurnummer er angitt i parentes bak elementsymbol):

K (04)
Ca (05)
Co (07)
Li (08)
Mg (09)
Mn (10)
Ni (12)
V (15)
pH (18) (i fuktige prøver)
Ledningsevne (19)

3. Følgende elementer viser liten forskjell mellom hovedprofil og utgående (figurnummer er angitt i parentes bak elementsymbol):

Cd (03)
Na (11)
Ledningsevne i fuktige jordprøver (16)

4. Væsketensialer viser forskjell mellom prøvene langs hovedprofilen og prøvene over utgående, de siste har dog noe lavere væsketensial enn de første.
5. Selvpotensialer viser markert lavere verdier over utgående enn langs hovedprofilen.
6. Følgende parametre viser bi- eller poly-modale fordelinger:

Pb (01) (hovedprofil og utgående)
 Fe (02) (ditto)
 Cu (06) (hovedprofil)
 Zn (13) (")
 Ag (14) (hovedprofil og utgående)
 Ledningsevne i fuktige jordprøver (hovedprofil)
 pH i fuktige jordprøver (hovedprofil)
 Ledningsevne, tørkede jordprøver (hovedprofil)

7. Følgende parametre viser normalfordelinger snarere enn lognormale fordelinger:

K (04) (hovedprofil og utgående)
 Ca (05) (" " ")
 Li (08) (" " ")
 Mg (09) (" " ")
 SP (20) (utgående)
 Væsketensial (21) (hovedprofil og utgående)
 fuktige jordprøver

II. Diagrammer for hovedprofil.

8. Følgende elementer viser klare anomalier med høye verdier like over malmens utgående eller ligg:

Cu (22)
 Zn (22)
 Fe (23)
 Ag (28)
 Pb (29)

9. Følgende elementer har mer eller mindre tilfeldig variasjon langs profilet: Mn (22), Na (26), Cd (28) og V (29).
10. Følgende elementer viser synkende tendens inn mot utgående med minimumsverdier over malmens utgående eller ligg: Li (24), Mg (25), K (26), Ni (27) og Co (27).
11. De elementer som viser synkende tendens inn mot malmens utgående har lokale maksima i sidebergarten nær malmens utgående. Maksimaene er tydeligst i hengbergarten. Dette gjelder særlig Li (24), Mg (25) og K (26), i noen grad også Ni (27) og Co (27).
12. pH og ledningsevne i oppslemminger av jordprøver viser vanligvis klar negativ korrelasjon, men denne ser ut til å brytes over utgående.

III. Kotekart over utgående.

13. Pb (31) og Ag (44) har en markert sone med maksimumsverdier som stort sett følger malmens utgående.
14. Følgende elementer viser en sone med maksimumsverdier som mer eller mindre følger malmens ligg, Fe (32), Cu (37) og Zn (43).
15. Disse elementer har soner med minimumsverdier langs malmens ligg og mer eller mindre tydelige maksimumsverdier på hver side av minimum: K (34), Ca (35), Co (36), Li (38), Mg (39), Mn (40) og Ni (42).
16. Cd (33), Na (41) og V (45) viser nokså tilfeldig geografisk fordeling.
17. Mønstrene for ledningsevne (46) og pH (47) ser ut til å ha en viss sammenheng med utgående men er dels fordelt langs den symmetrilinje som utgjøres av malmaksen.

DISKUSJON

Vi er ikke på dette tidspunkt istand til å gi en fornuftig forklaring på alle resultatene.

Sommeren 1976 er det i Hersjøfeltet planlagt å utføre visse kompletterende prøvetakninger av jord. Videre skal vi gjøre målinger av SP, pH og Eh i borhull. Vi håper å komme til en bedre forståelse etter at resultatene av de nye målinger foreligger.

Nedenfor følger noen foreløpige bemerkninger.

1. Fordelingen av Cu, Zn, Ag og Pb følger velkjente mønstre. Disse metaller er sannsynligvis blitt frigjort ved oksydasjon av malmer, og avsatt i humusholdig materiale eller sammen med utfellinger av jernoksyder.
2. Alkalier (Li og K) og jordalkalier (Mg og Ca) følger uvanlige mønstre, hittil lite beskrevet i litteraturen. Bølviken & Logn (1975) og Govett (1976, i trykk) angir data som minner noe om resultatene fra Hersjøfeltet. Det må ikke utelukkes at enkelte trekk ved resultatene skyldes elektrokjemiske dispersjonsmekanismer. For eksempel kan de lokale maksima på hver side av utgående tolkes som en følge av relativt store strømtettheter i dette område (se Bølviken & Logn, fig. 7) eller som opphopning av ladningsbærere på grunn av forskjeller i ledningsevne og ledningsmåte mellom malm (god elektronleder) og sidebergart, løsdække (dårlig ioneleder). Det er vanskeligere å forklare den generelt avtagende konsentrasjon inn mot utgående. Elektrokjemiske mekanismer skulle tilsi en generell økning av elementer som Li og K mot malmens utgående som kan betraktes som katode i en galvanisk celle.
3. Ledningsevne og pH i jordprøver oppviser mønstre som har et slags knutepunkt i malmaksens skjæringspunkt med utgående. Det er fristende å tolke dette som resultatet av elektrokjemiske prosesser. Siden elektroden i det galvaniske element (malmen) har tre dimensjoner, må potensialer og strøm og dermed ledningsbærere fordele seg noenlunde symmetrisk langs malmaksen. En slik symetri vil ikke uten videre kunne sees av selvpotensialene fordi disse er en blanding av ionisk strøm, potensial og elektronisk strøm potensial (Logn & Bølviken 1974, side 19).

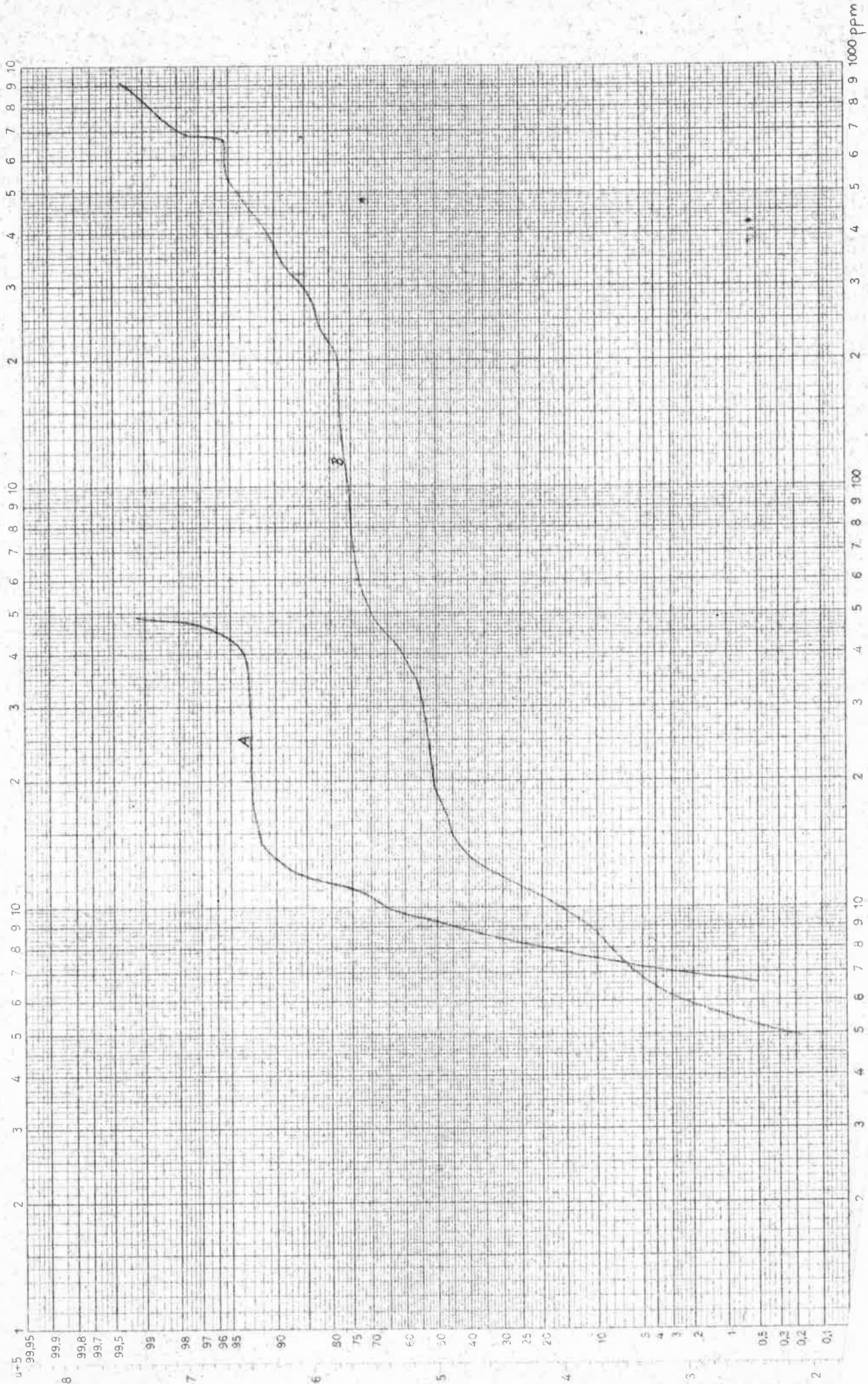
KONKLUSJON

Måleresultatene fra Hersjøfeltet viser en rekke interessante trekk . For å få en nærmere forståelse av løvmessigheter i elementfordelingen bør undersøkelsen følges opp med:

1. Kompletterende prøvetaking av jordprøver over A-forekomsten.
2. Måling av SP, pH og Eh i borhull gjennom A-forekomsten.
3. Tilsvarende undersøkelser ved andre forekomster i Hersjøfeltet eller andre felter. Spesielt vil det være av interesse å måle B-forekomsten, siden den forvitrer lite. De hittil oppnådde resultatene bør publiseres.

LITTERATUR

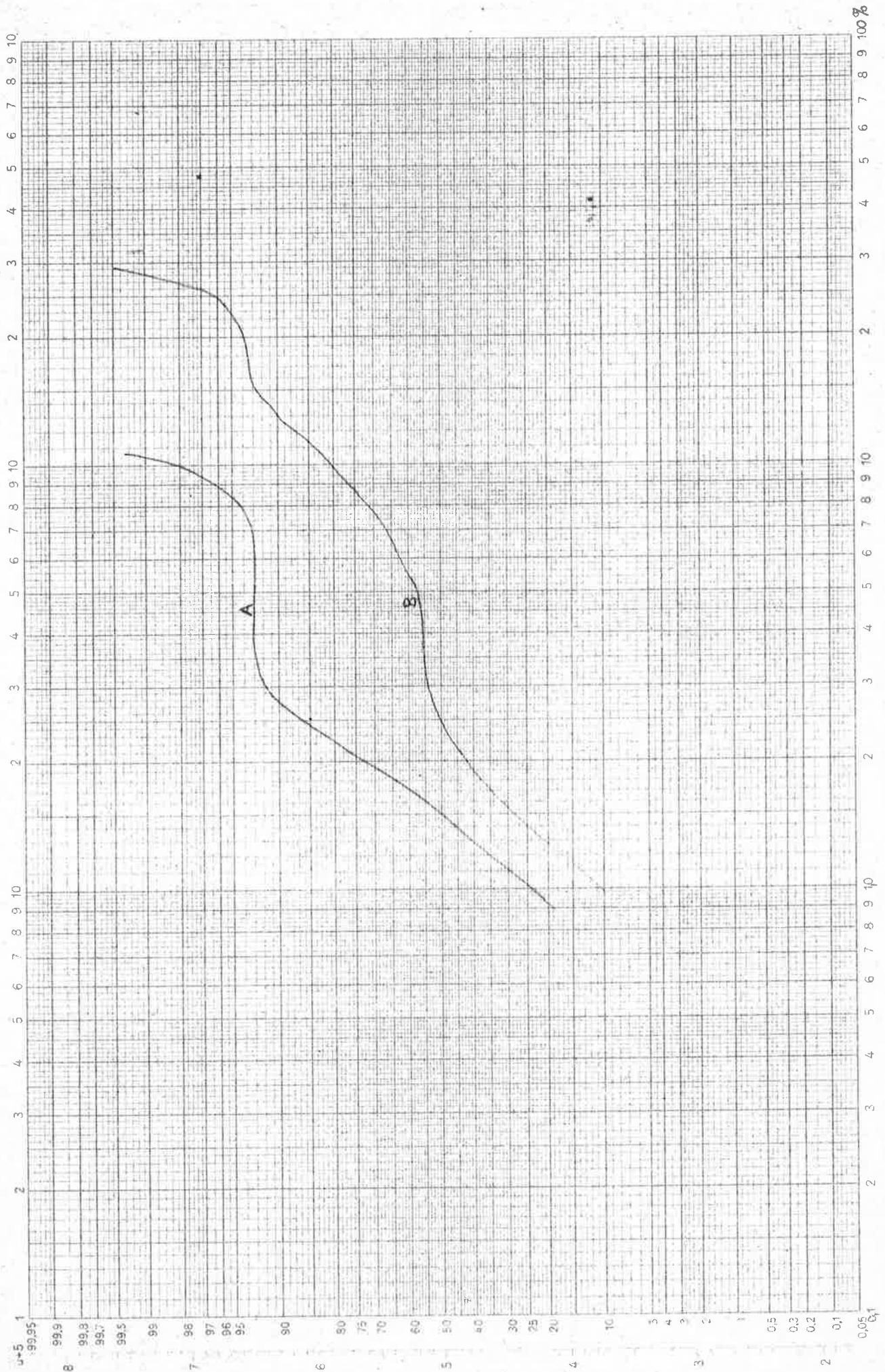
- Bølviken, B. & Logn, Ø. 1975. An electrochemical model for element distribution around sulphide bodies. I: Elliott, I. L. & Fletcher, W. K. (red.) *Geochemical Exploration 1974* (Elsevier, Amsterdam), side 631 - 648.
- Govett, G. J. S. 1976. Detection of deeply-buried and blind sulphide deposits by measurement of H^+ and conductivity of closely-spaced soil samples. *Journ. Geochem. Exploration* . Under trykking.
- Logn, Ø. and Bølviken, B. 1974. Self potentials at the Joma pyrite deposit, Norway. *Geoexploration* 12, s. 11 - 28.



A) Hovedparten
B) Utgående

modellen for B-y

modellen for B-y



FIGUR 13938-02: FREKVENSTORDELING FOR JERN A) HØYDPUNKT B) FREKVENSTORDELING FOR JERN

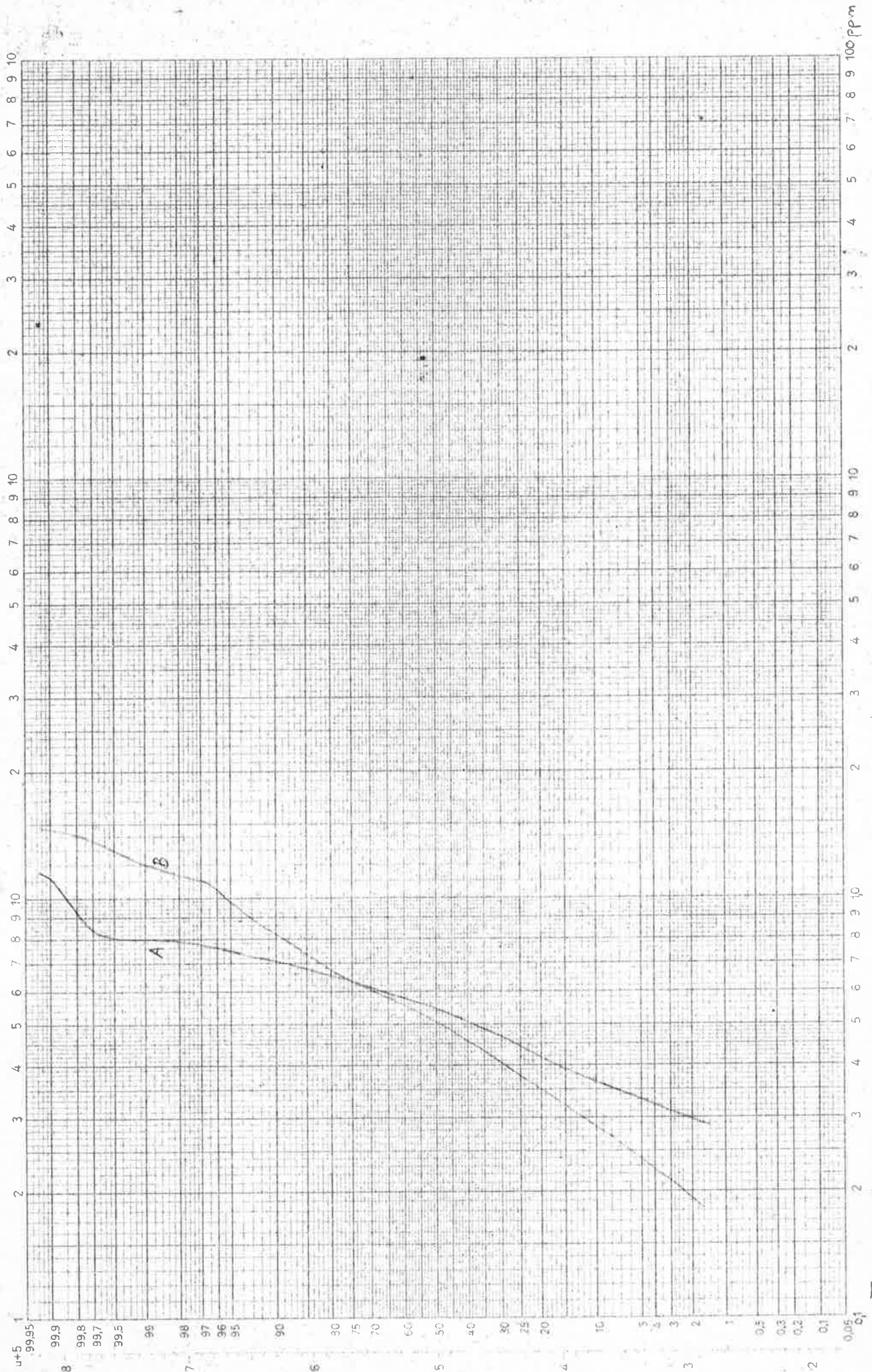
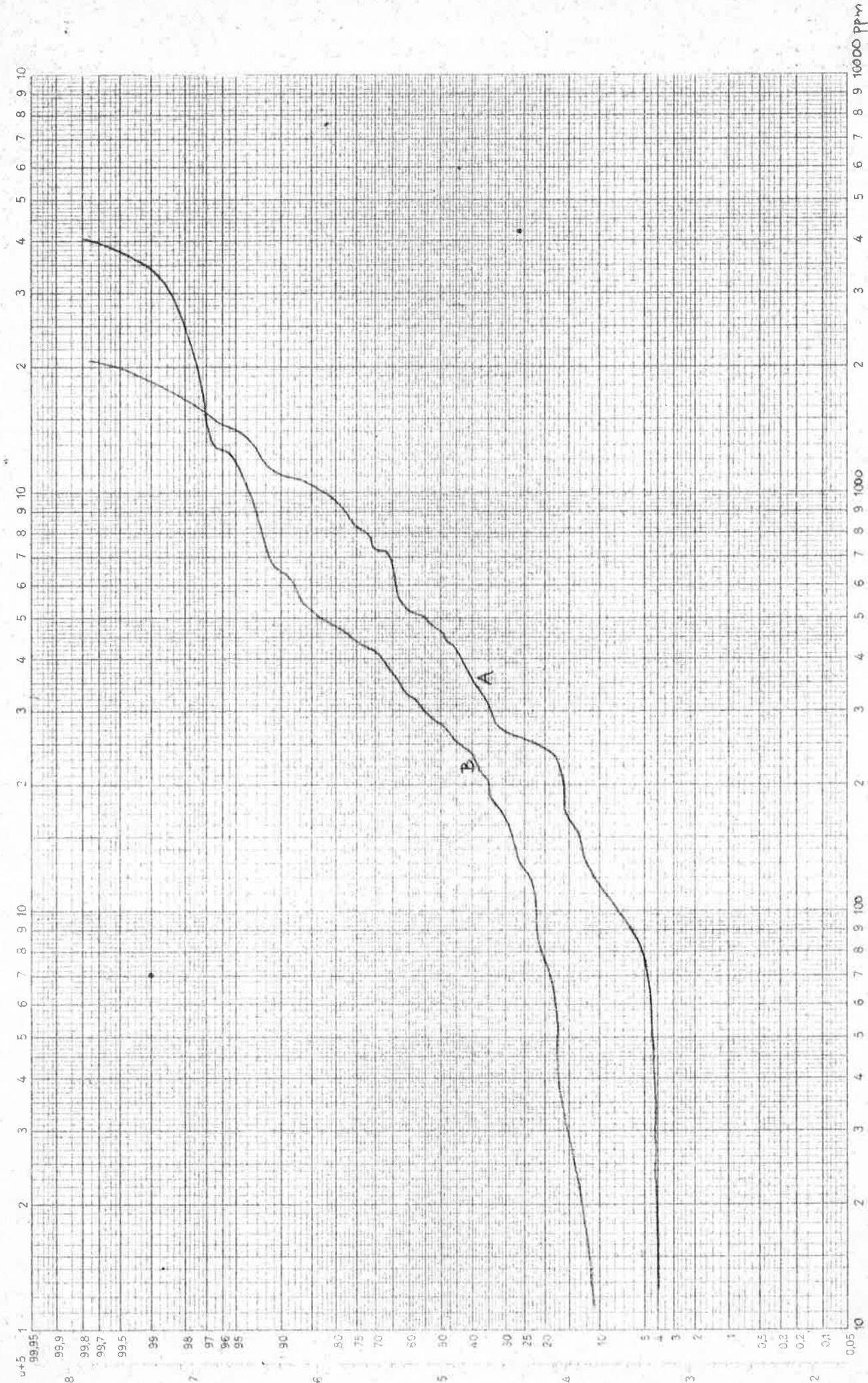
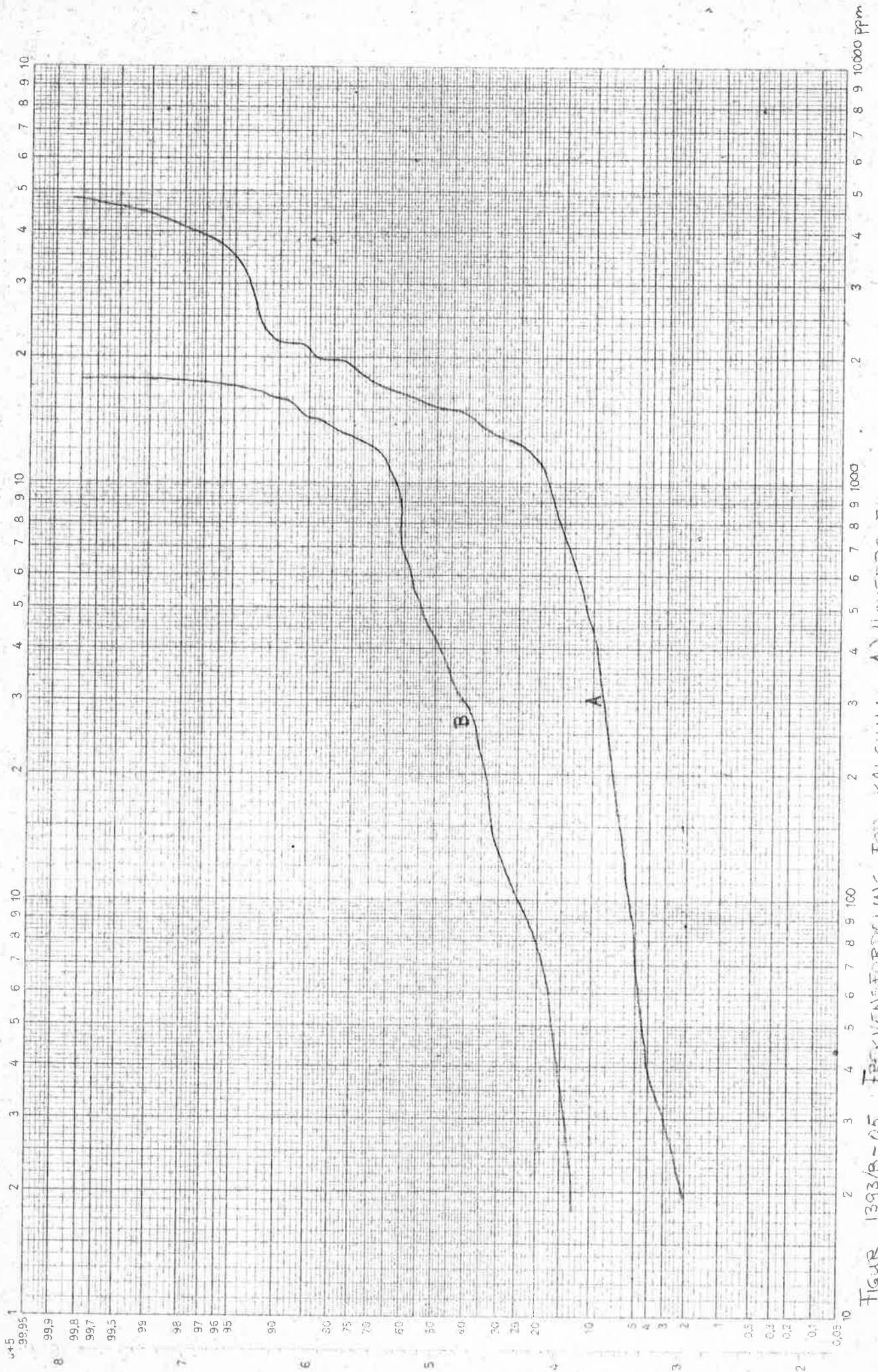


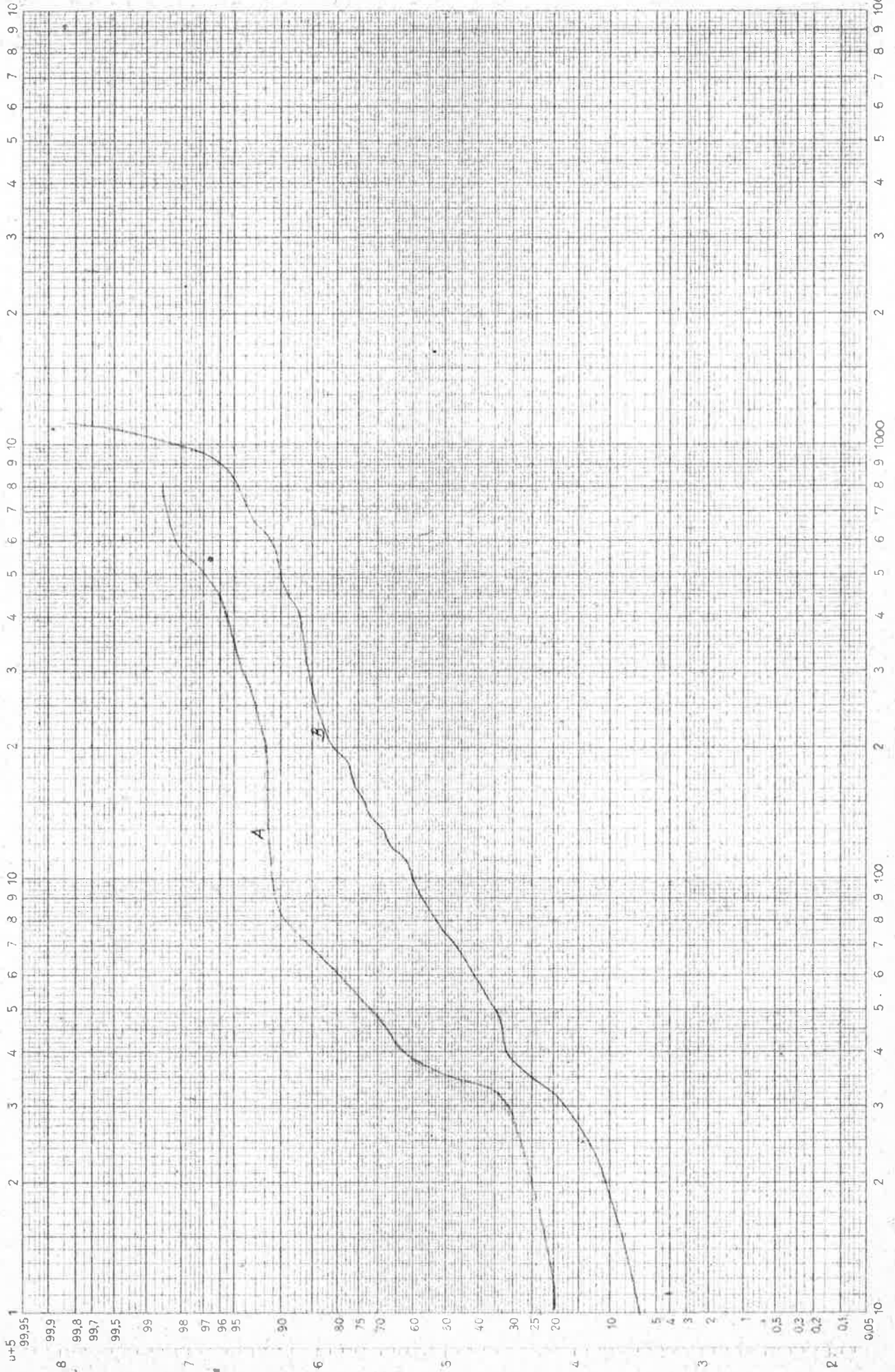
FIG. 18 1393/6-08 TREKVENSFORDILING FOR KADMIMUM
A) HVELSPROFIL
B) UTSÆENDE



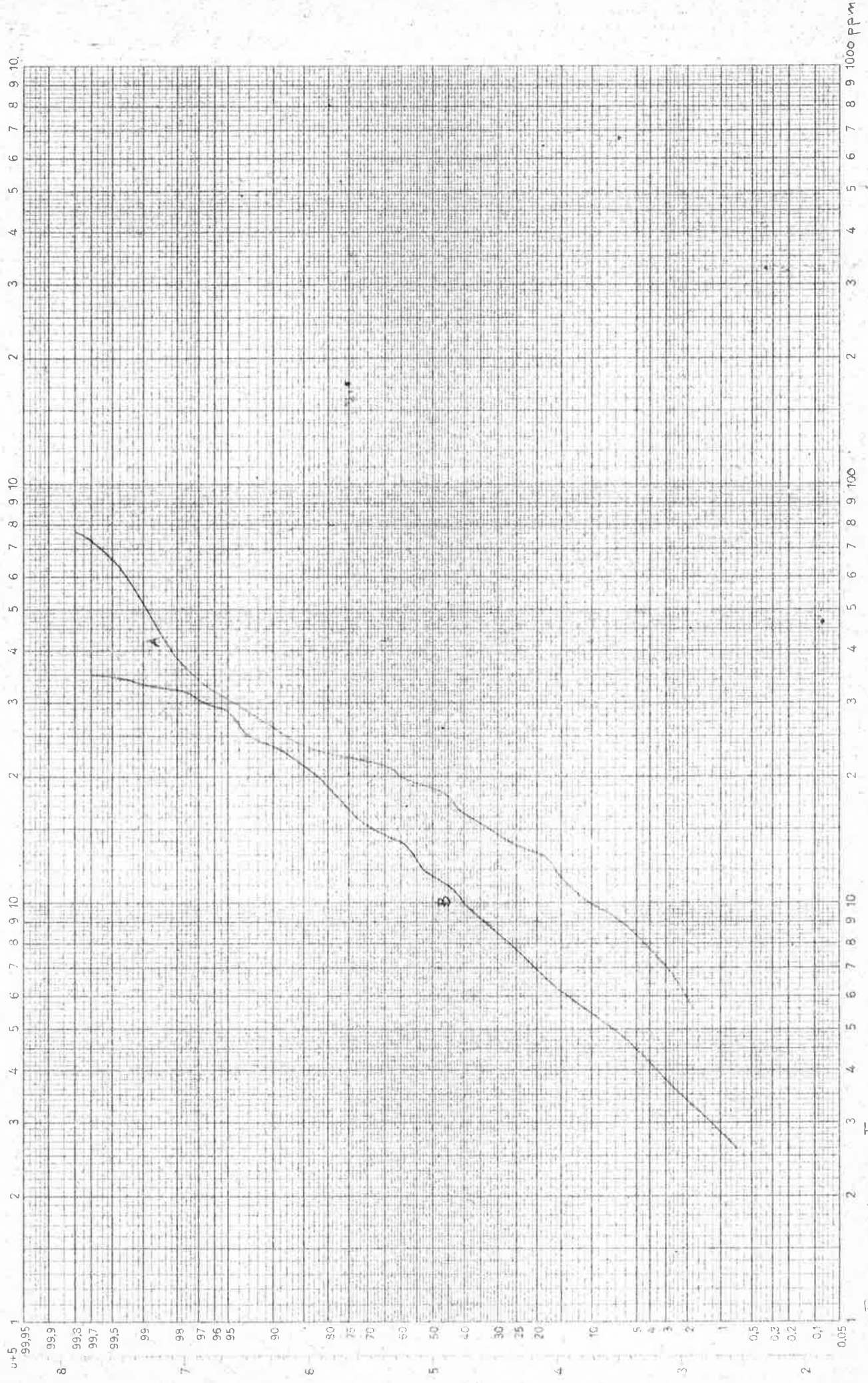
FIGUR B93/B-04 : FREKVENSFORDELING FOR KALIUM
A) HÖVEDPROFIL
B) ULTRAVIOLET



Figur 1393/B-05 : FREKVENSFORDDELING FOR KALSIUM
A) HOVEDPROFIL
B) UTGÅENDE



FIGUR 1393/B-06 FREKVENSTURDELING AV KOBECK A) HOVEDPROFIL B) LITSVÆNDE



FIGUR 1393/B-07: FREKVENSDRIFTELING AV KOBOLT
A) HOVEDPROFIL
B) UTGÅENDE

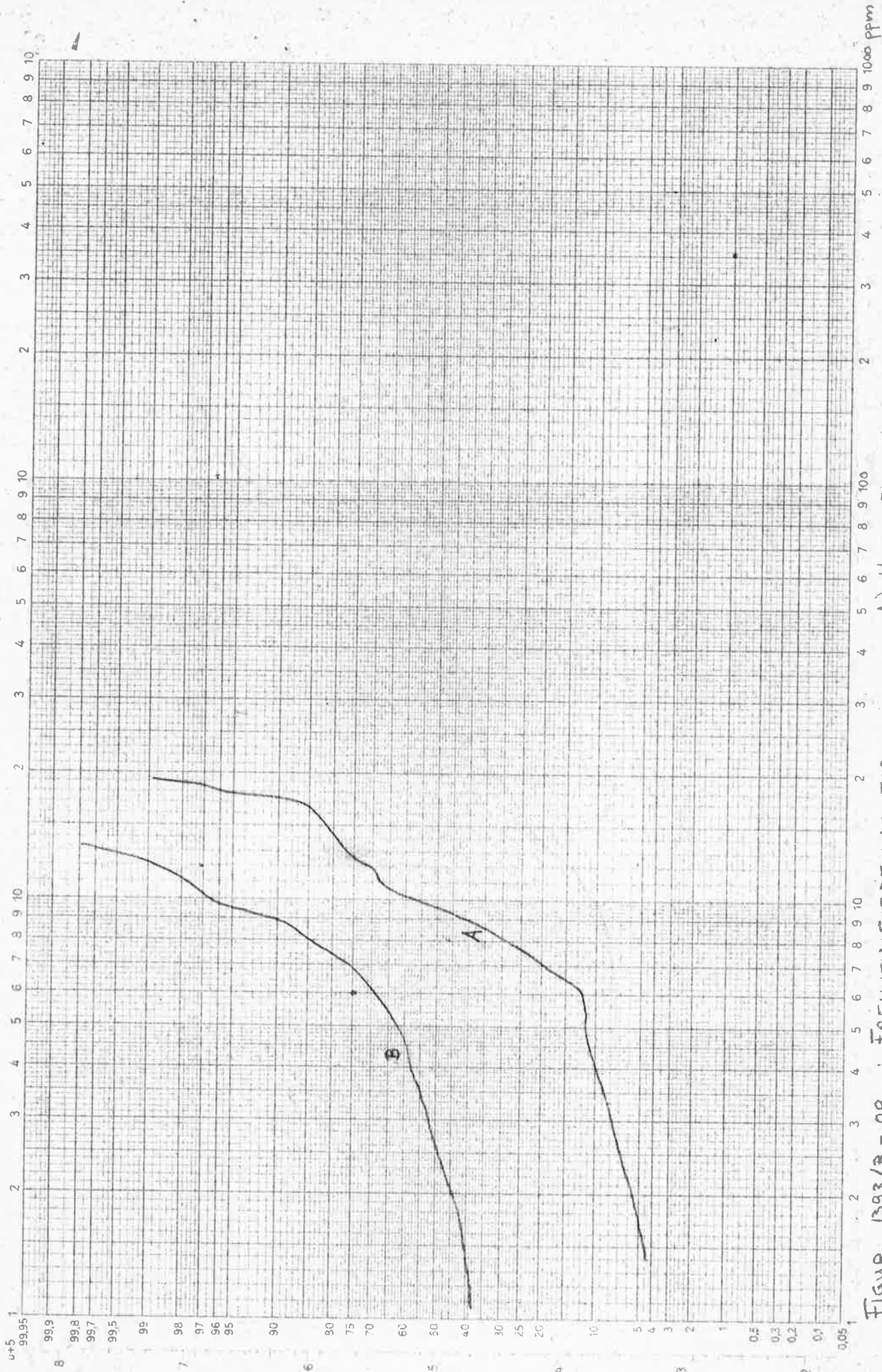
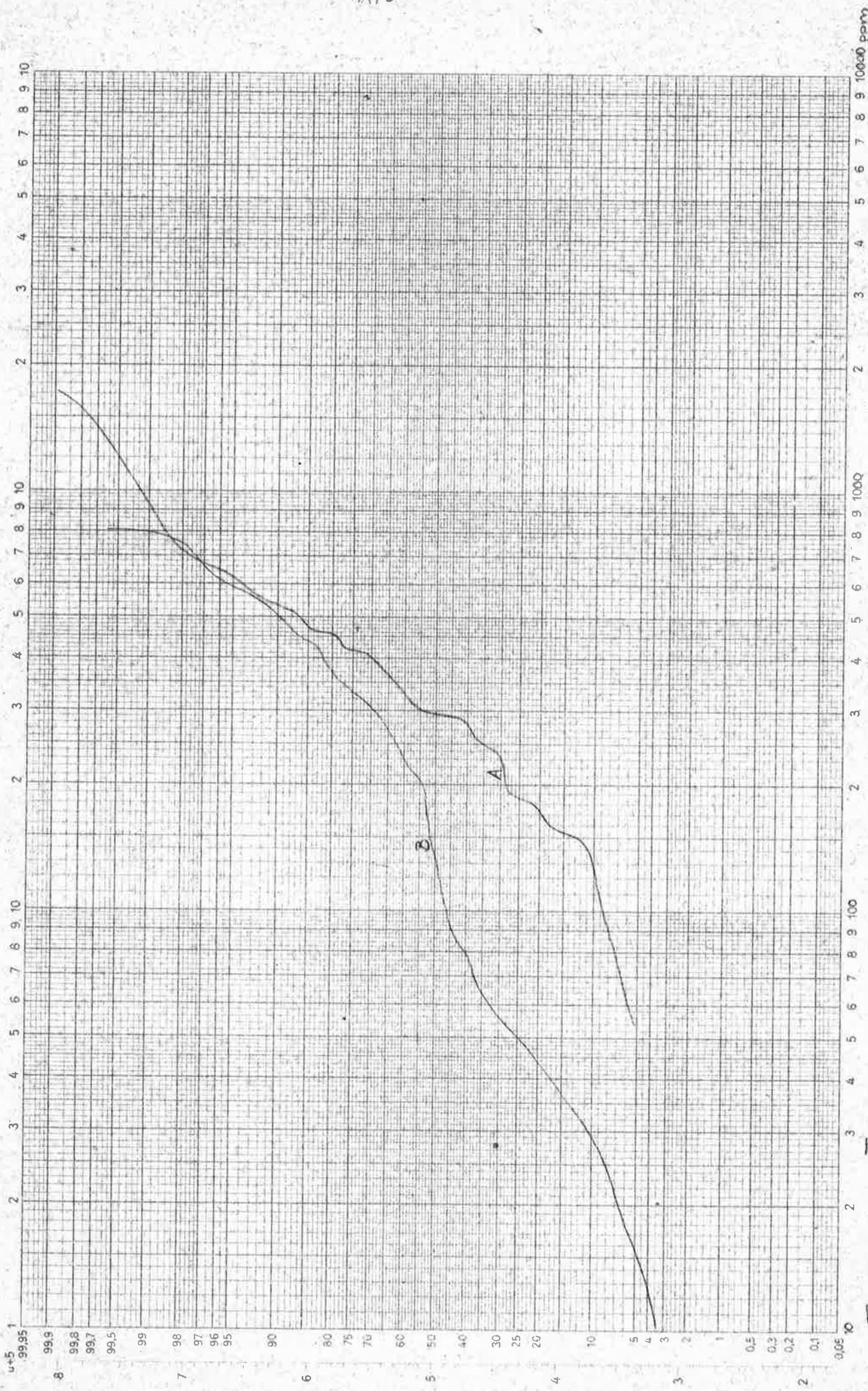


Figure 1393/B-08 : FREKVENSFORDDELING FOR LITIMUM
A) HOVEDPROFIL
B) UTGÅENDE



FIGUR 1393/8-10: FREKVENSFORDDELING FOR MANGAN
A) Hovedprofil
B) Utsæende

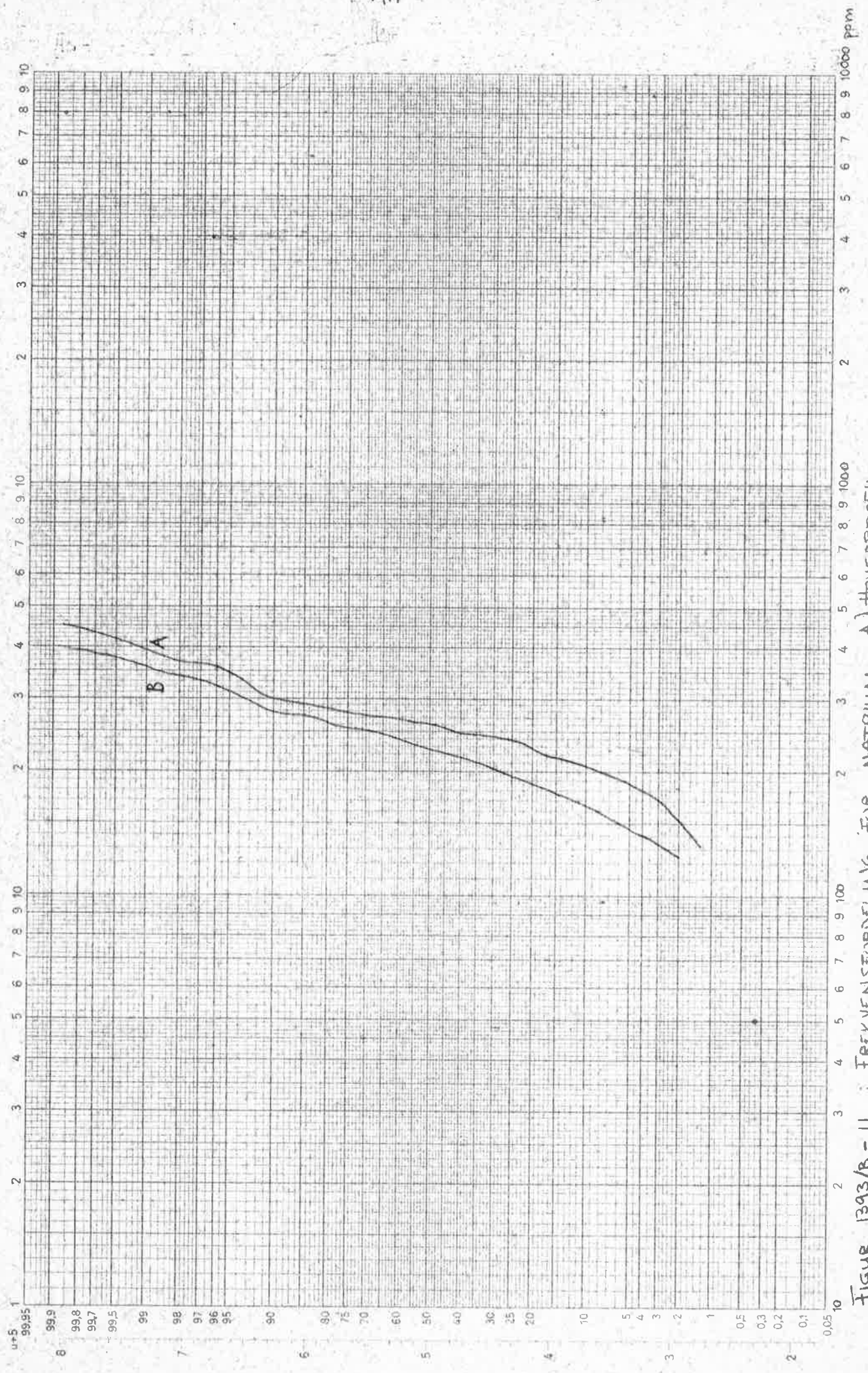
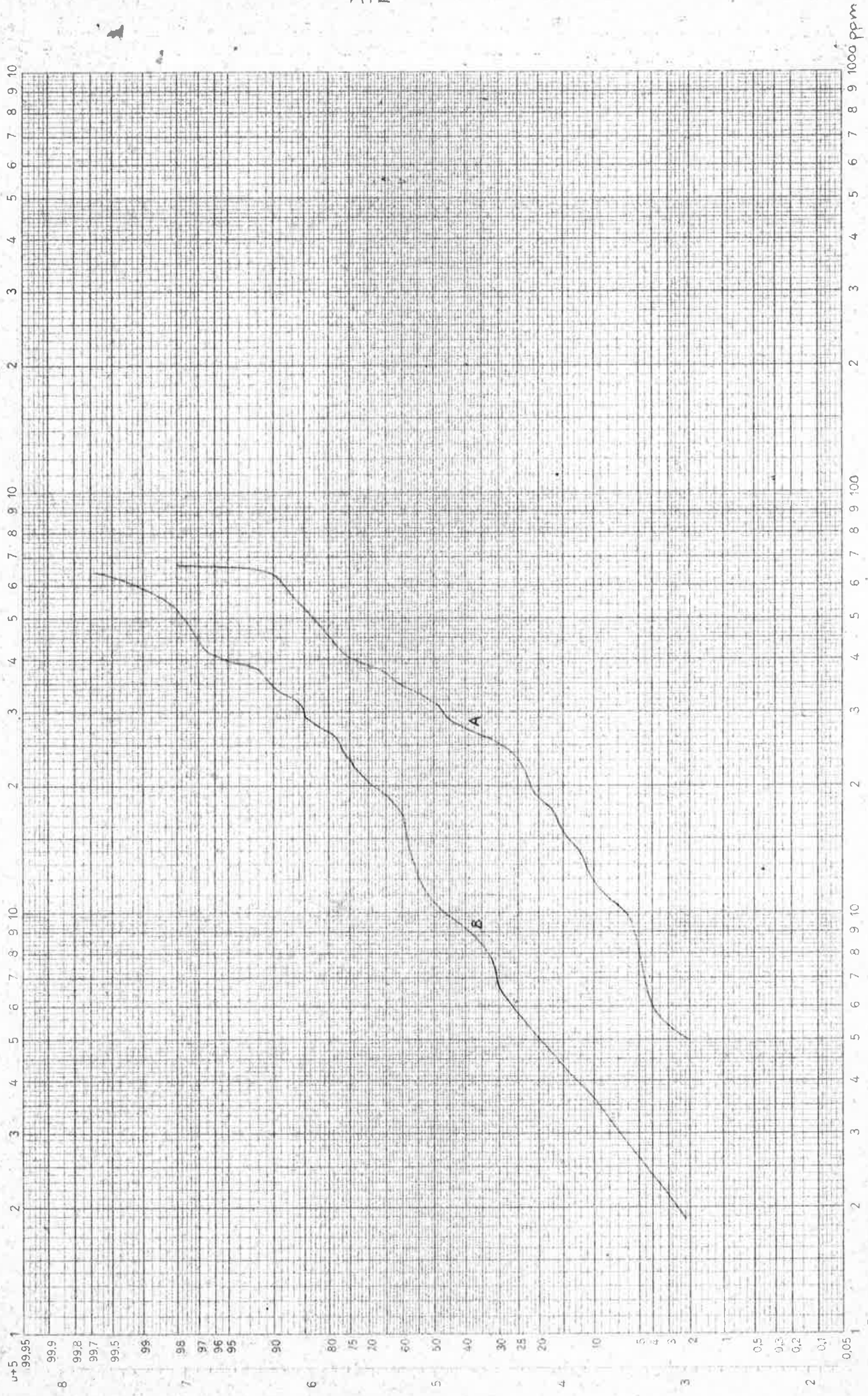
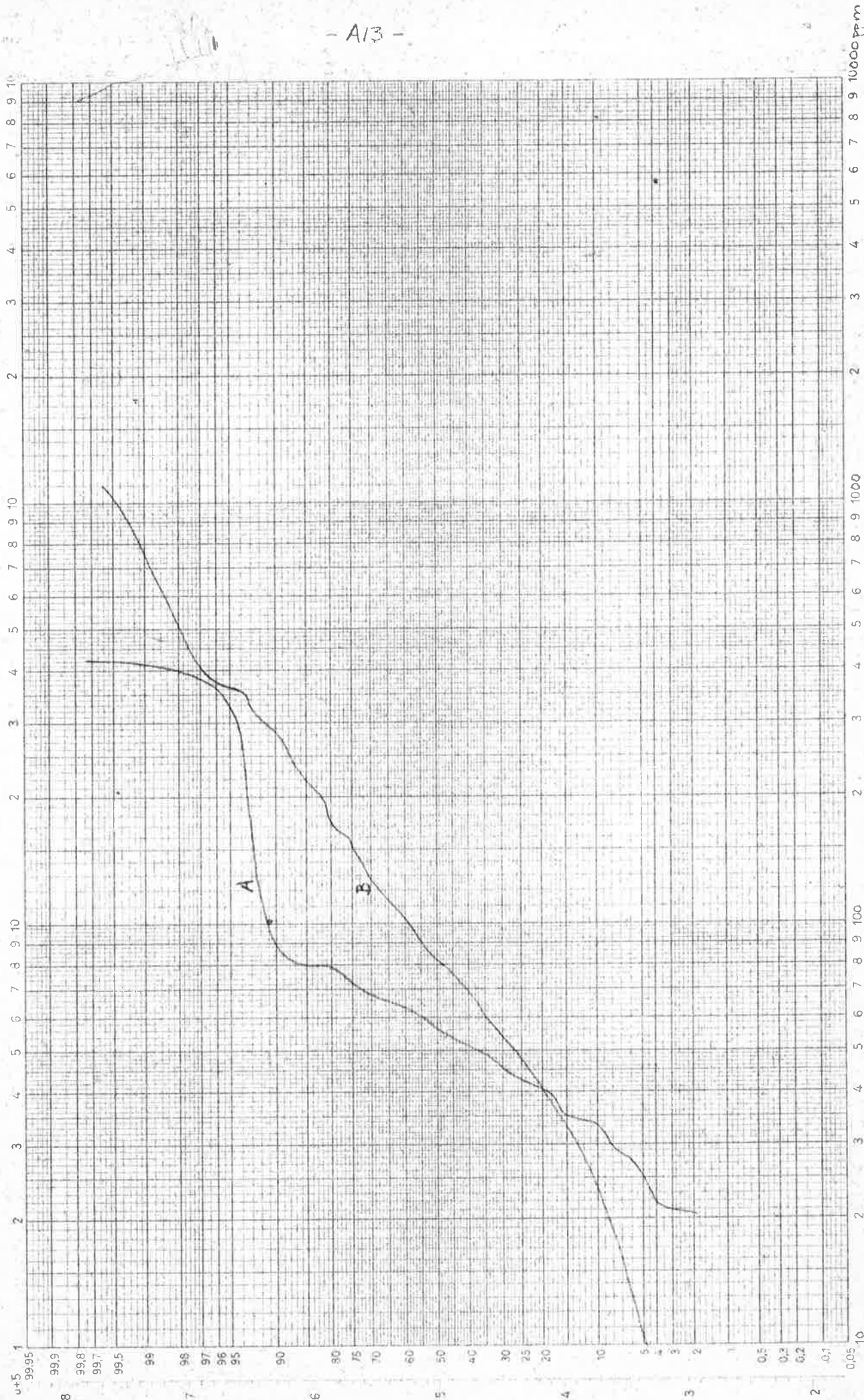


FIGURE 1393/B-11 : FREKVENSTORDELING FOR NATRIUM
A) HOVEDPROFIL
B) UTGÅENDE



FIGUR 1393/B-12: FREKVENSFORDDELING FOR NICKEL
A) HOUEDPROFIL
B) UTSÅCNIDE



FIGUR 1843/8-13: FREKVENSTURBUNDEN FOR SINK
A) HØVE DRAFTEN
B) UTSÅENDE

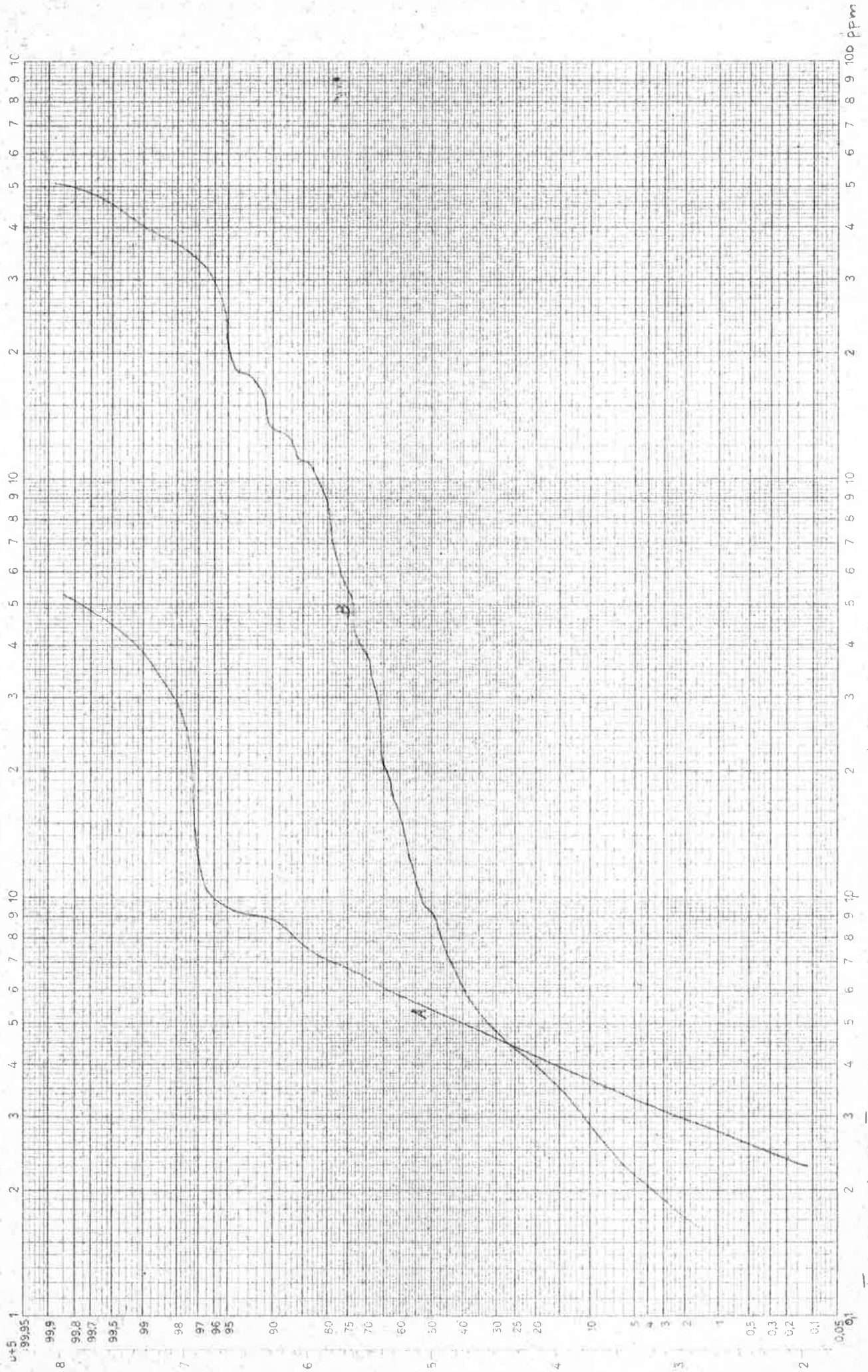
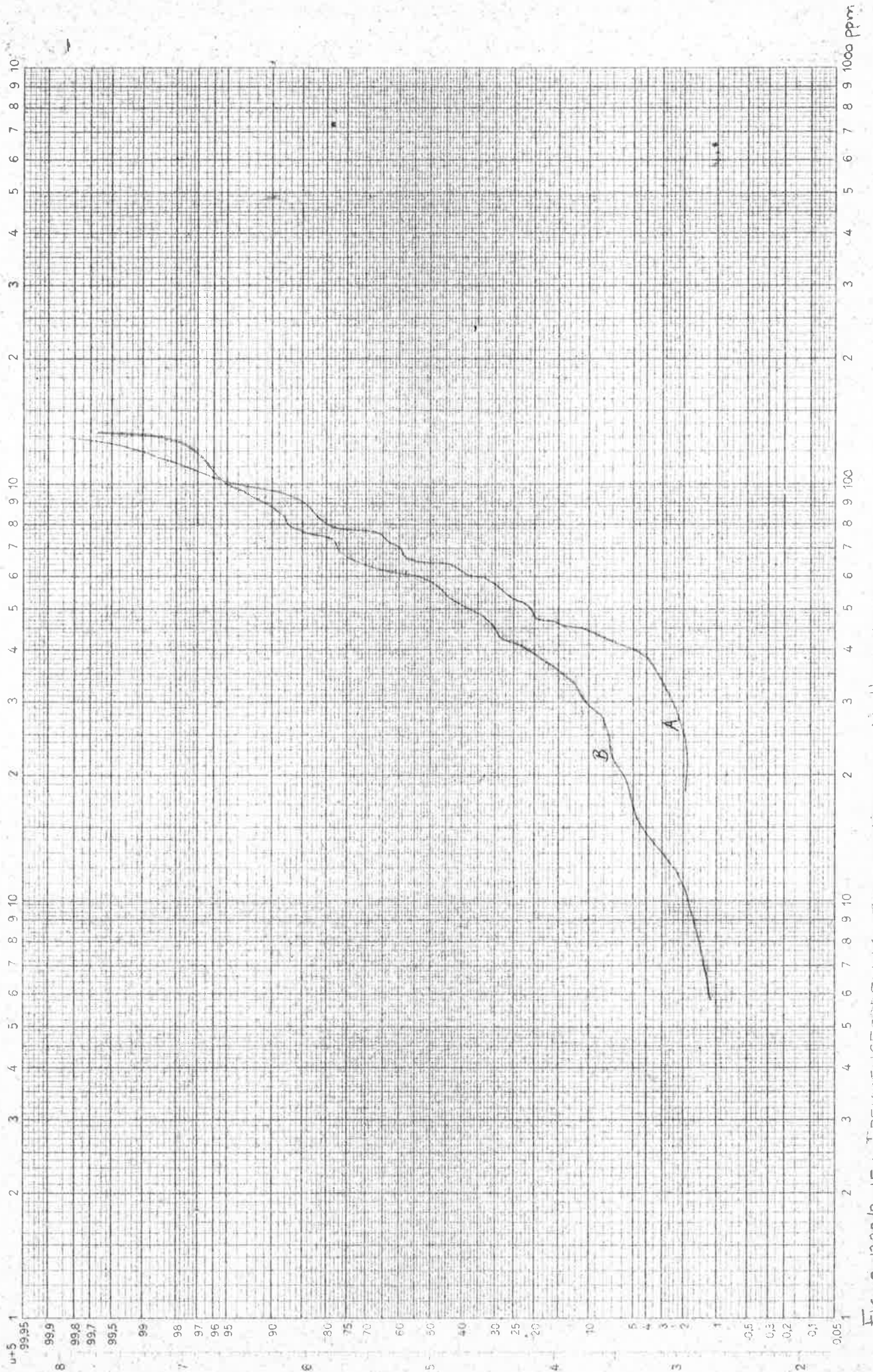
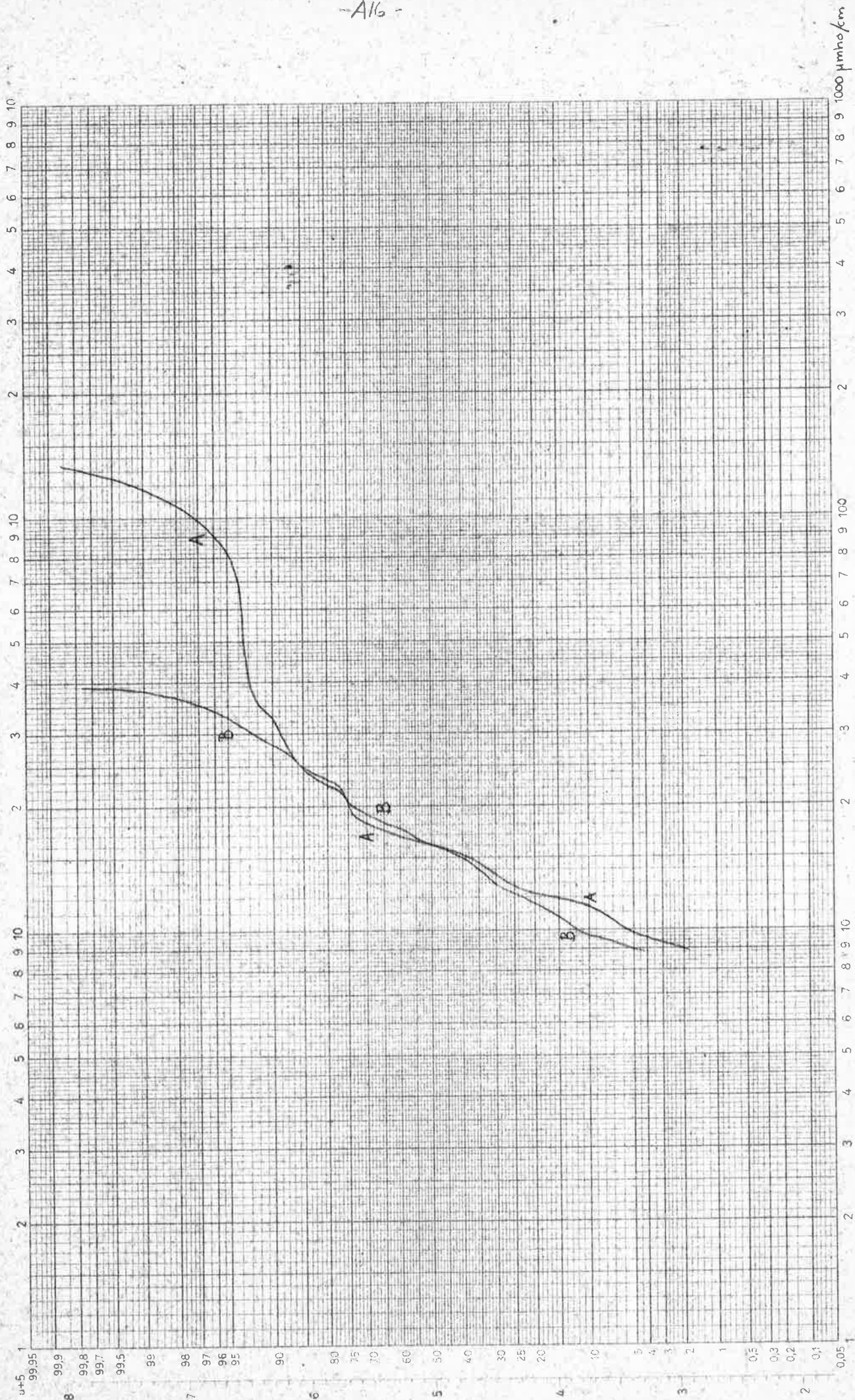


FIGURE 1393/10-14; TRENWENSTONDCLING FOR SOLU A) TOTAL PROFILE B) UT₉AC-100

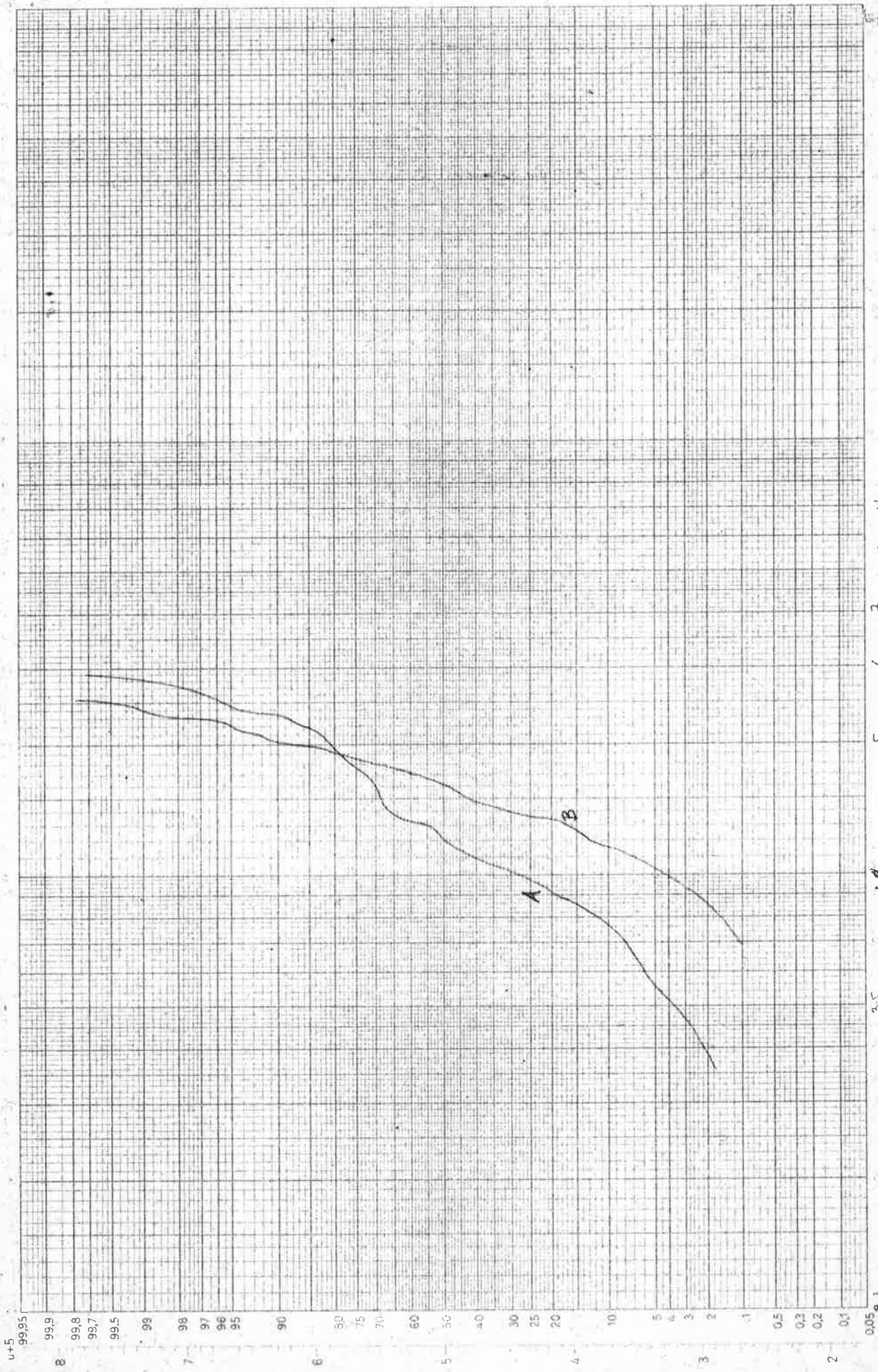


Figur 1393/B-15 : FREKVENSFORDDELING FOR VANADIUM. A) HOVEDPROFIL B) UTSÆENDE

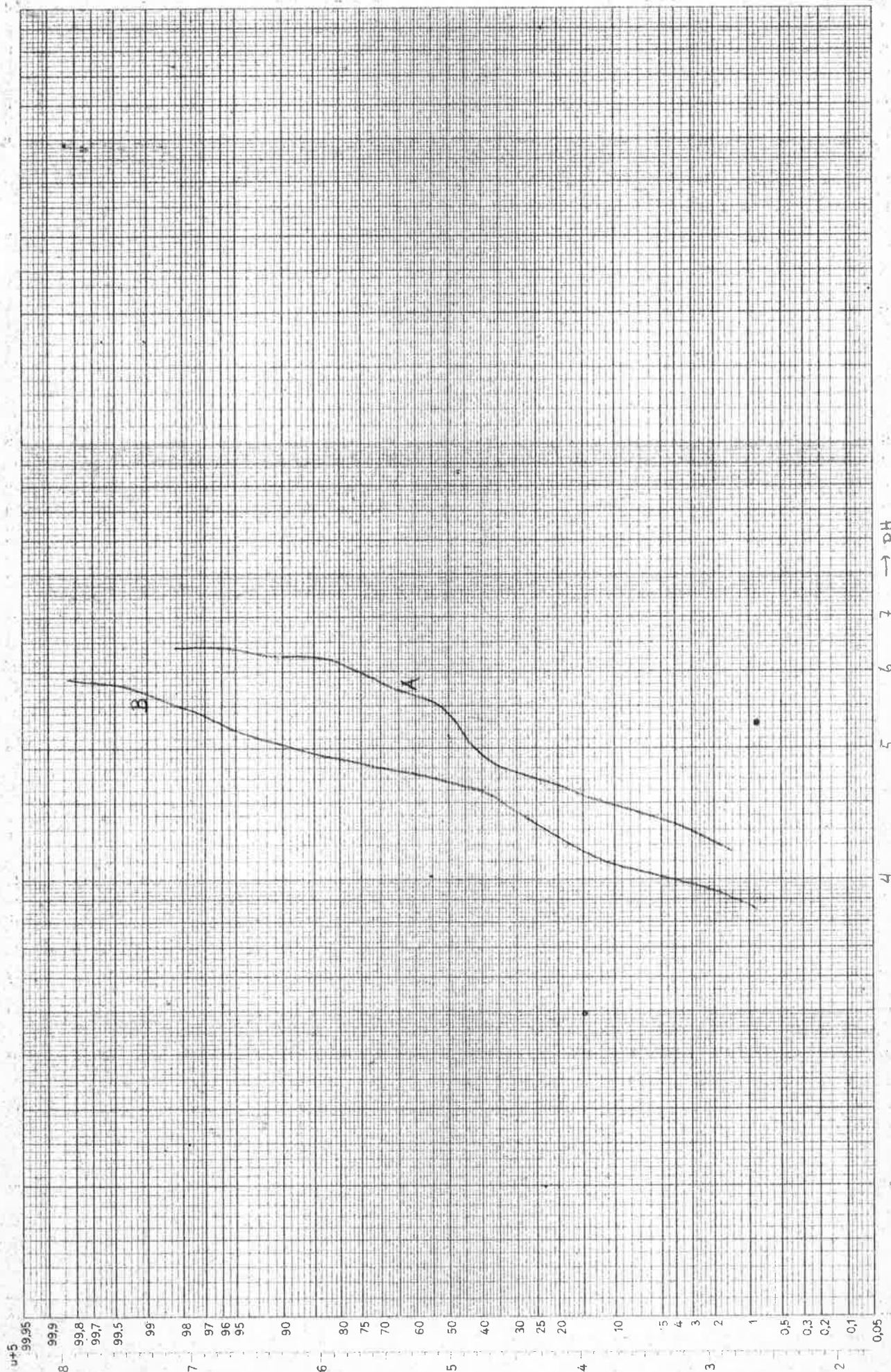


FIGUR 1393/B-16 : FREKVENSTORDELING FOR LEDNINGSEVNER I OPPSLEMMINGER AV FUKTIGE JORDPRØVER
A) Hovedprofil
B) Utgående

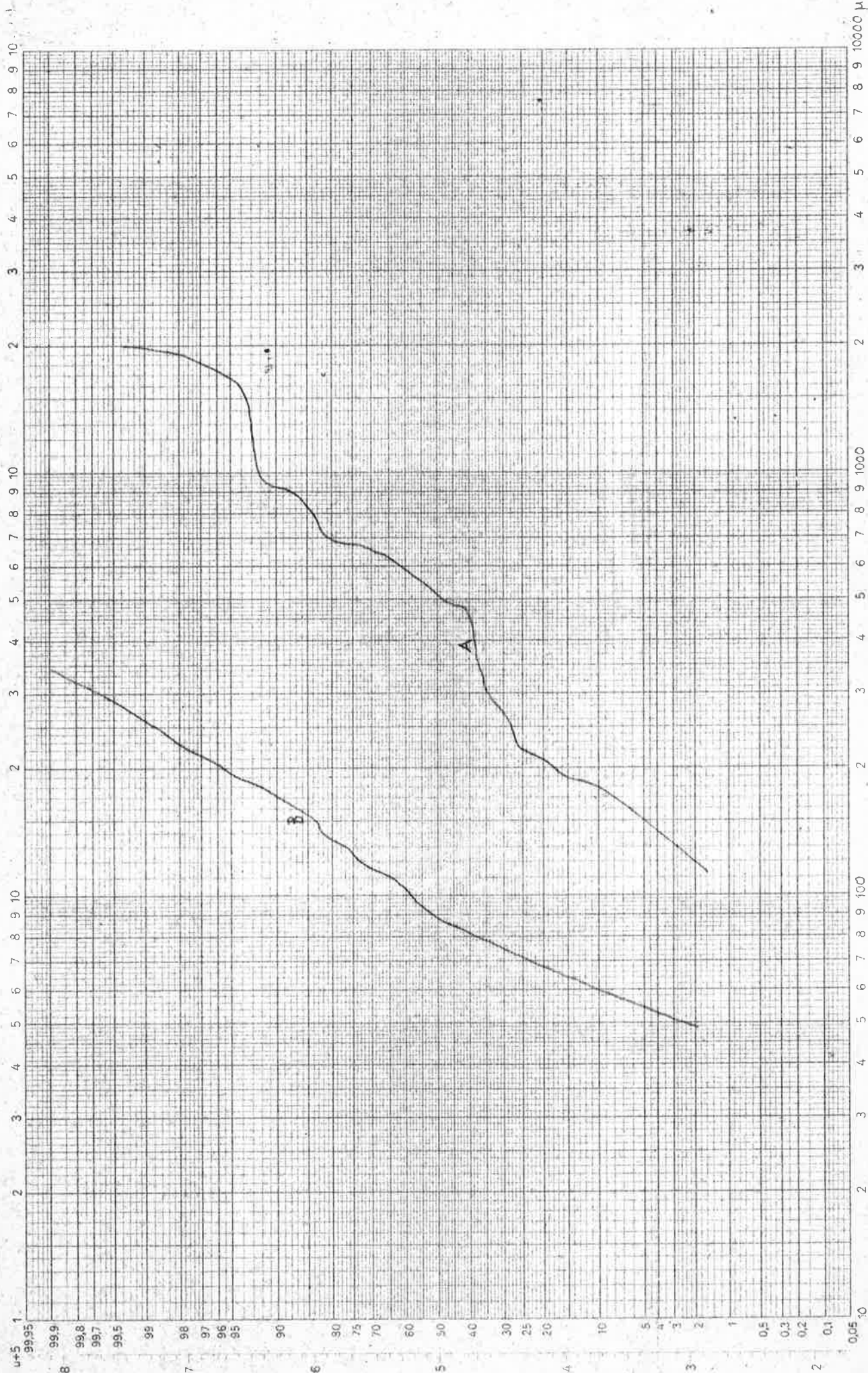
1000 $\mu\text{mho/cm}$



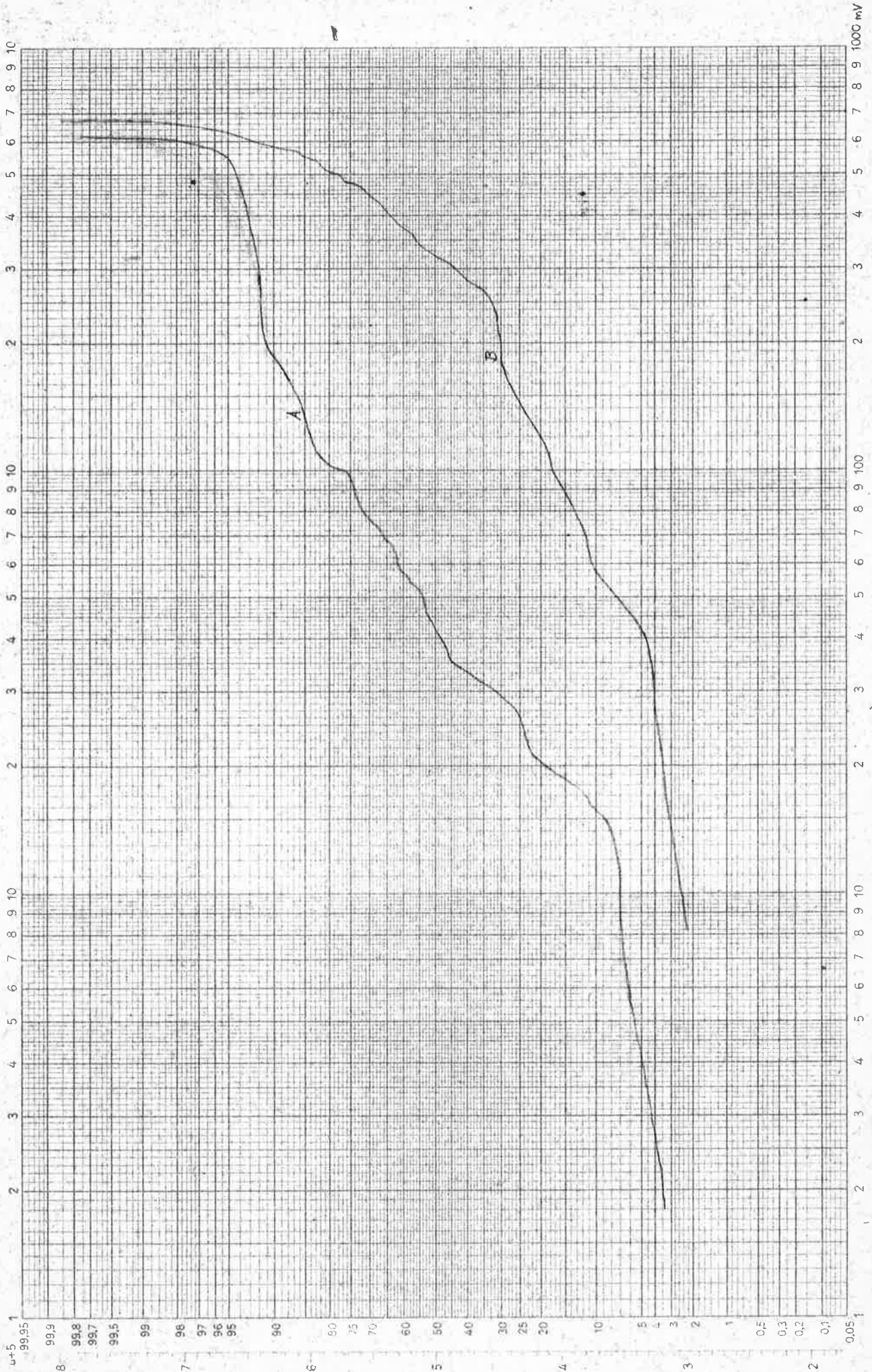
FIGUR 1313/16-17: FREKVENSDISTRIBUTION AV PH I OPPSLENNINGER AV TÅRKEDE JORDPRØVER.
 A) HOVEDPROFIL
 B) UTGÅENDE



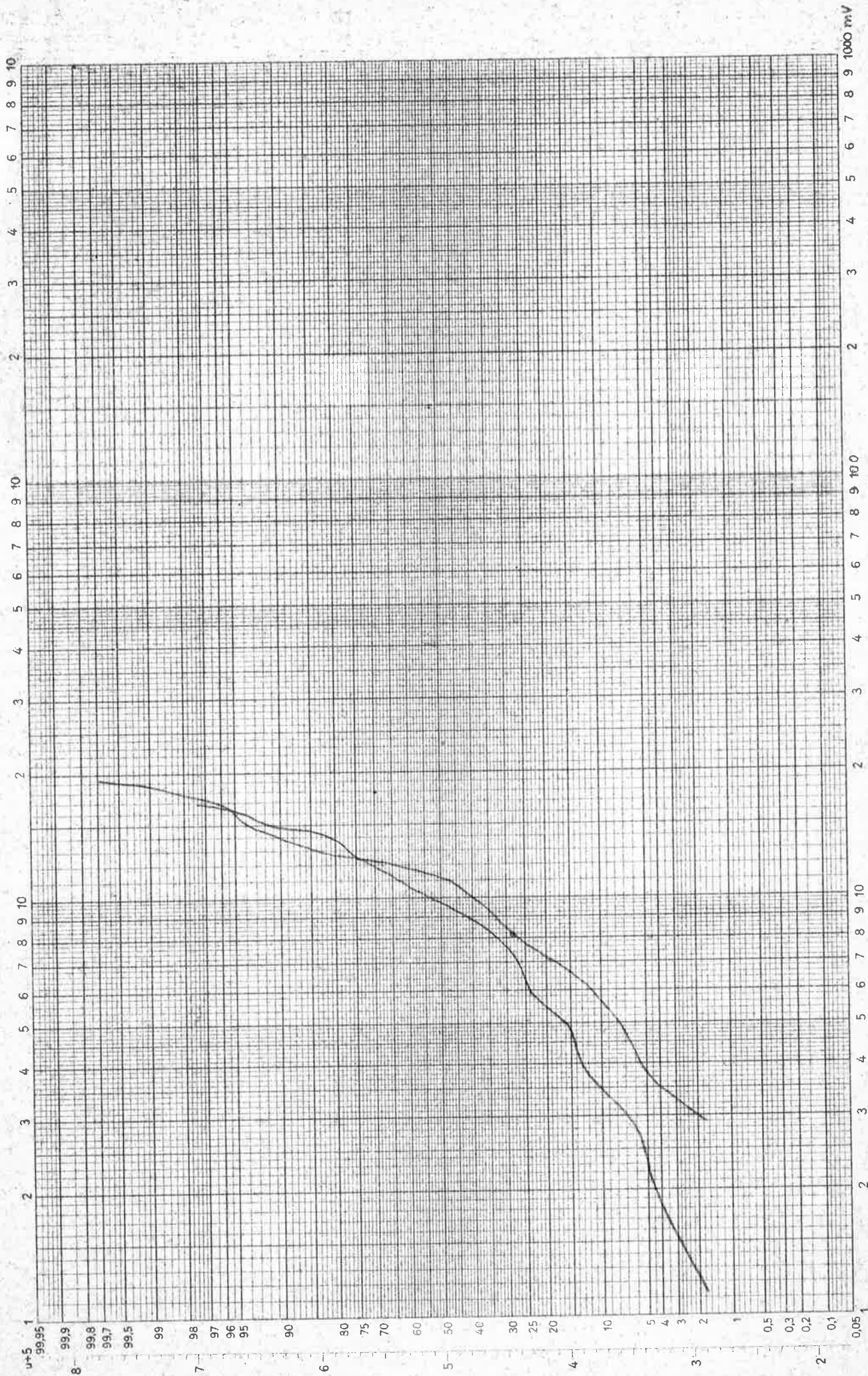
Figur 1343/B-18: FREKVENSFORDELING AV PH I OPPSLEMMNINGER AV TUKTIGE JORDPRØVER.
A) HOVEDPRØVE
B) UTGÅENDE



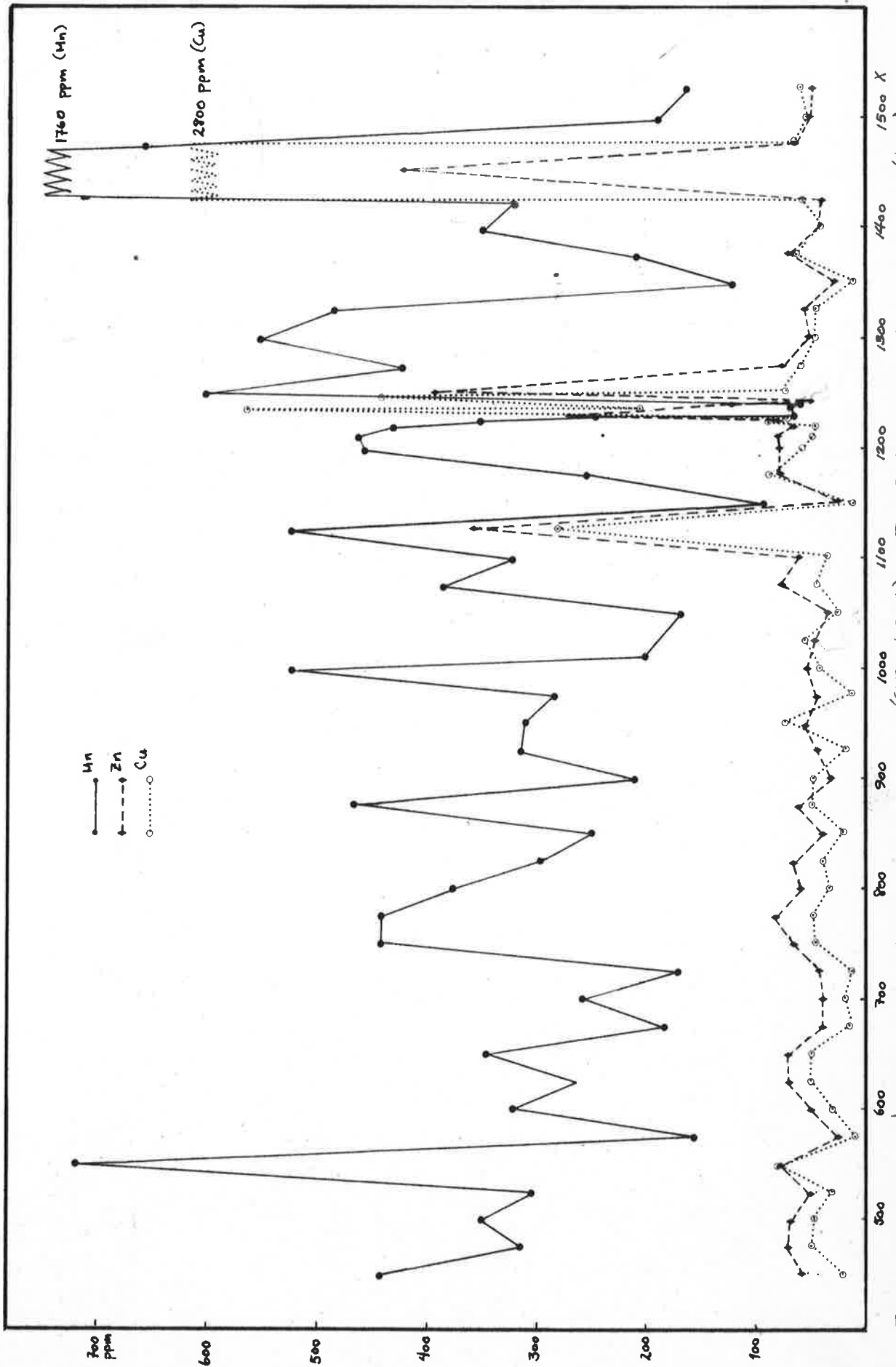
FIGUR 13926-19 : FREKVENSFORDELING AV LEDNINGSEVNE I OPPSLEMMINGEN I TØRKEDE TØRDEPRØVER.
A) Hovedprofil
B) Utgående



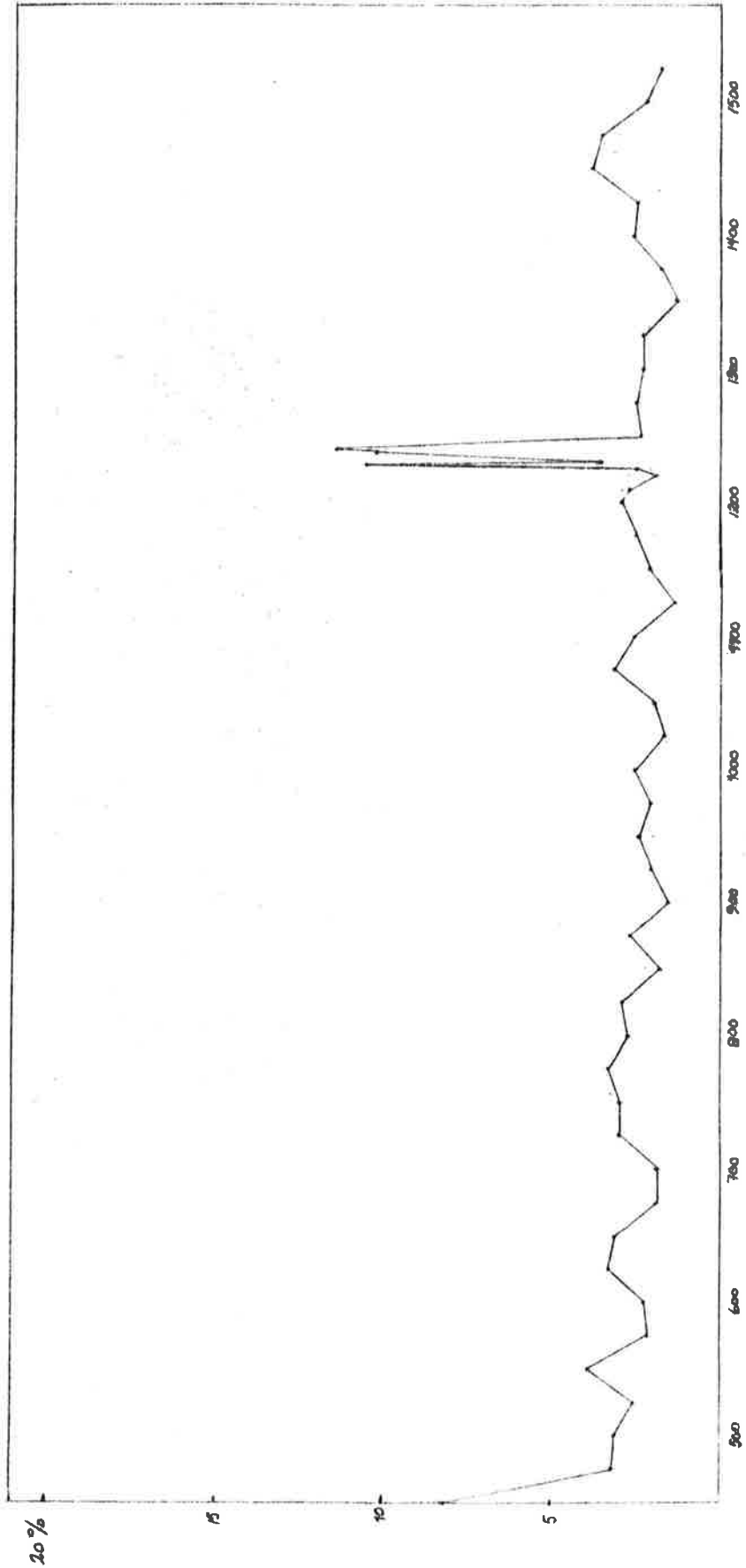
FIGUR 13A3/10-20: FREKVENSFORDELING AV SP
A) Hovedprofil
B) Utbrånade



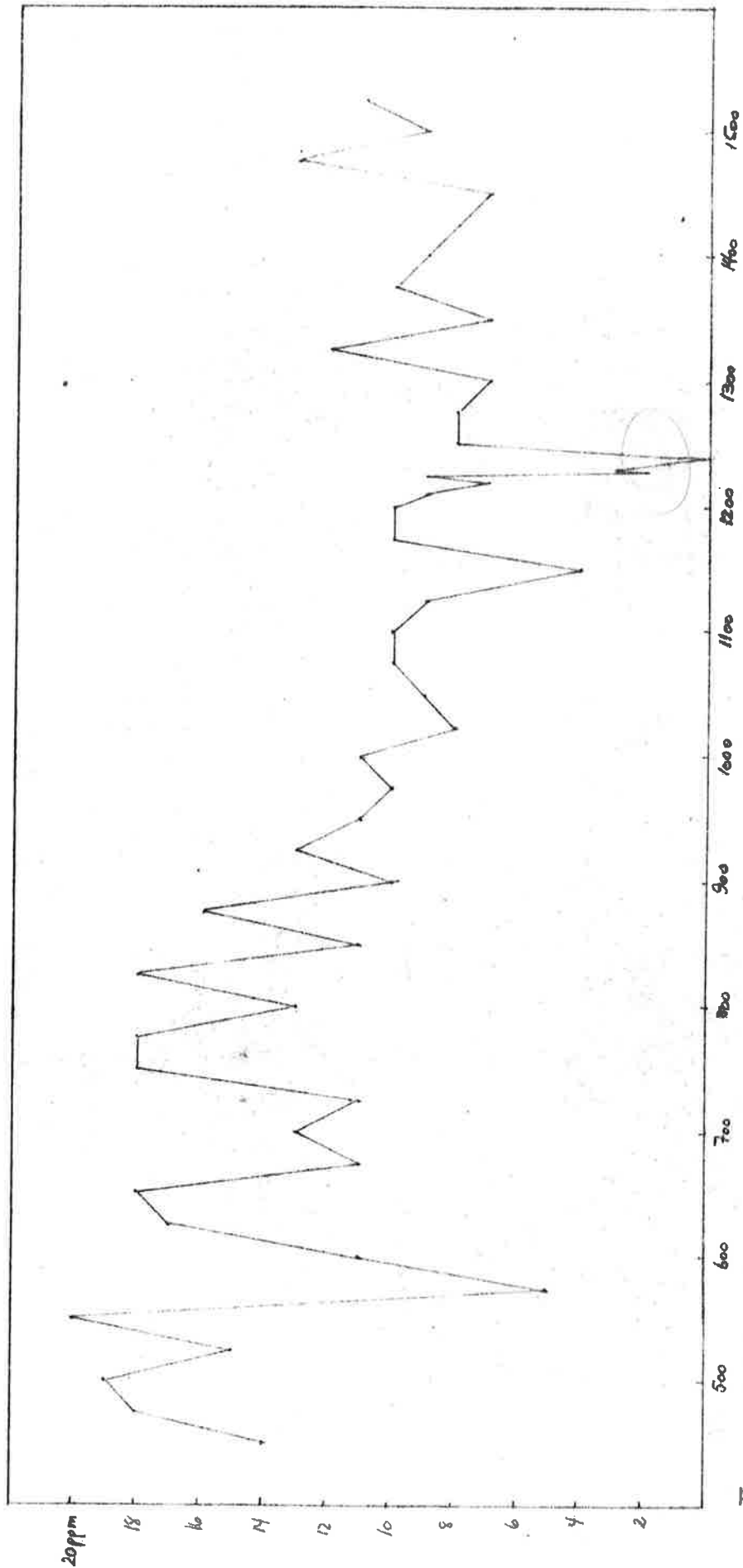
Figur B93/B-21 : FREKVENSTORDLING AV VÅSKEPOTENSIALER I OPPSLEMMINGER AV TUKTIGE JORDPRØVER.
A) HØVEDPROFIL
B) UTSÅENDE



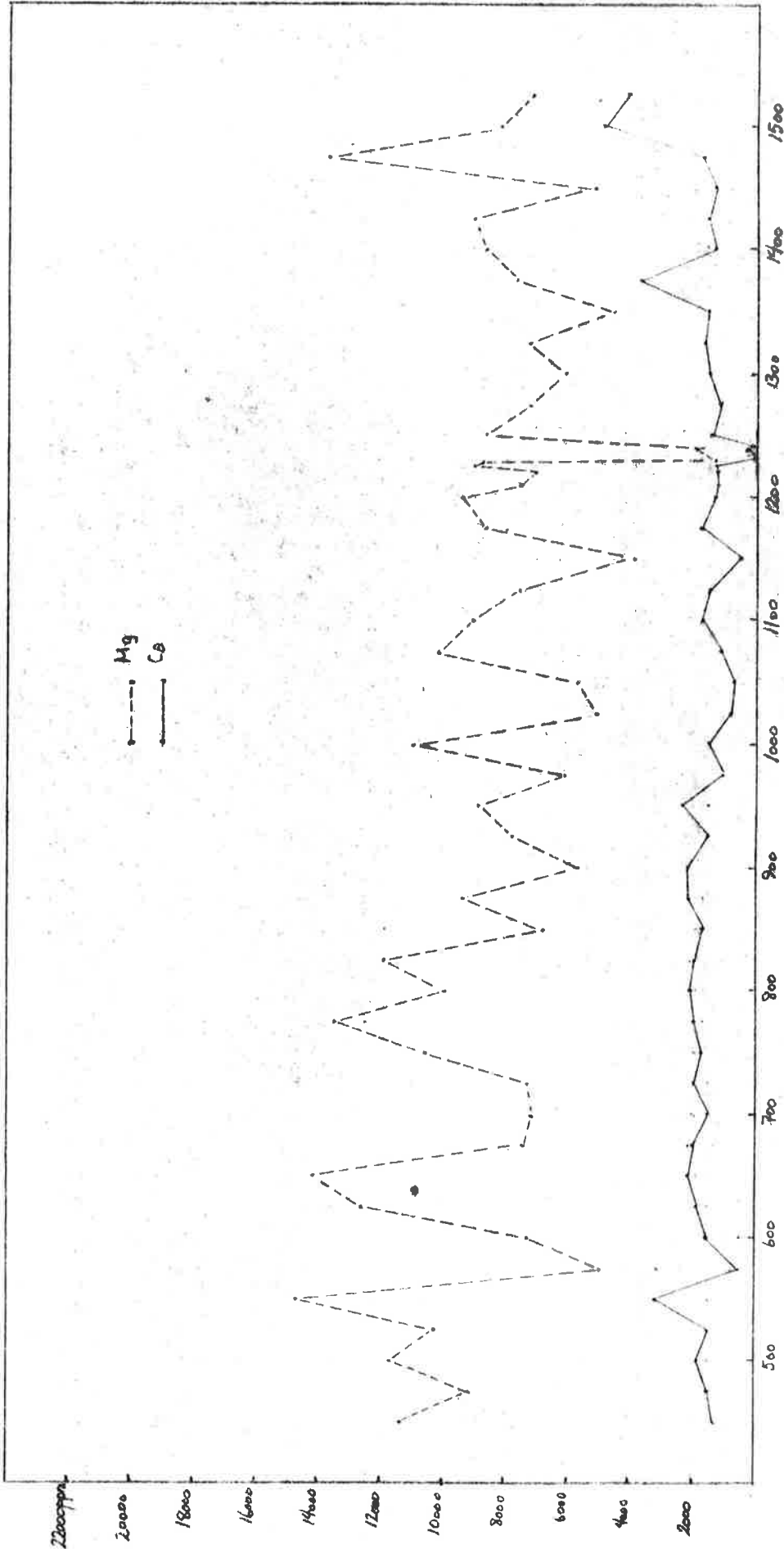
FIGUR 1393/B-22 : INNHOLD AV MANGAN, SINK OG KOPPER (SYRELØSELIG) I JORDPRØVER FRA HOVEDPROFILEN (40 Y). HERSIØFELTET, HESSDALEN.



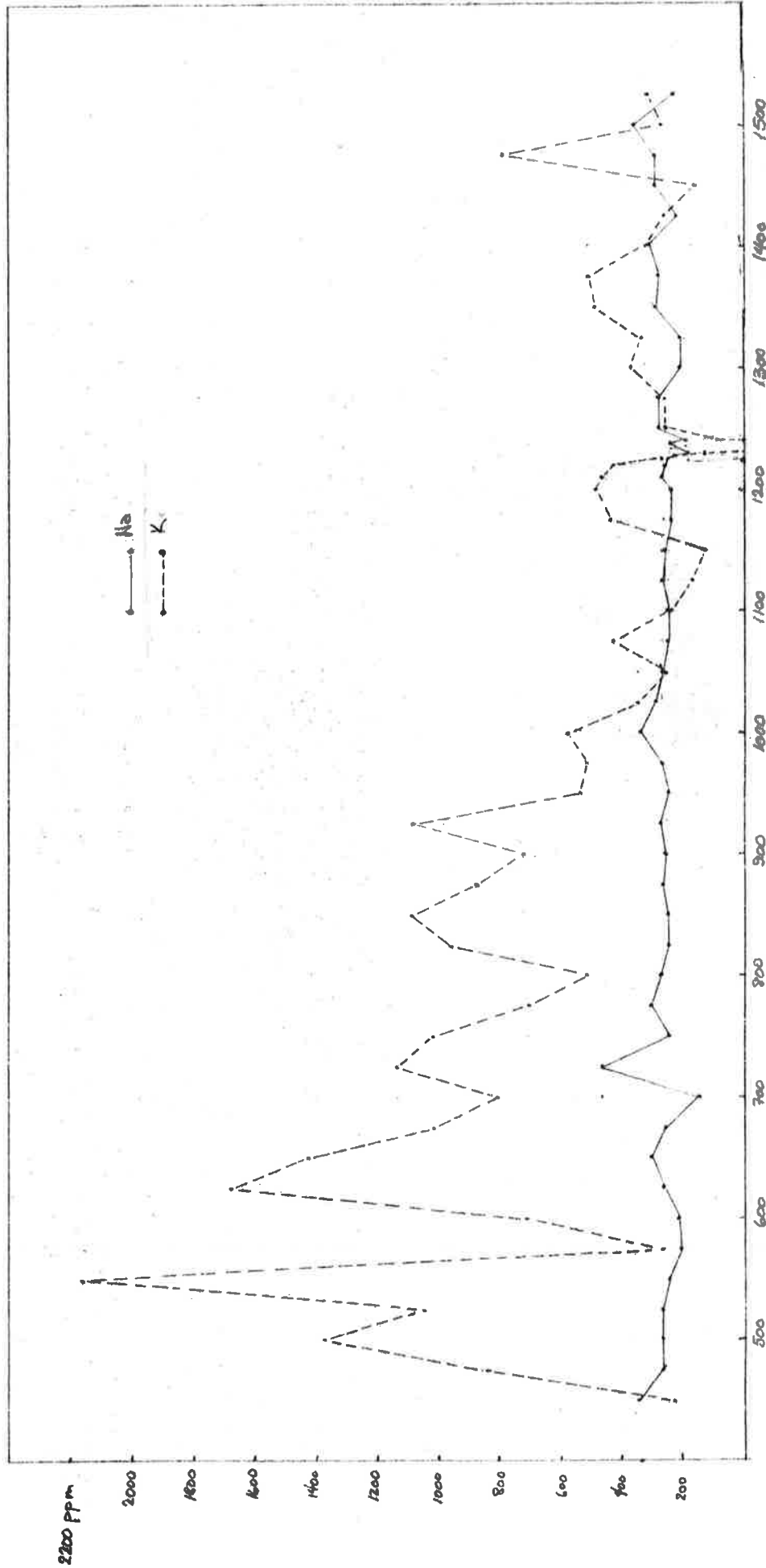
FIGUR 1393/B-23 : INNHOLD AV JERN (SYRELØSELIG) I JORDPRØVER FRA HOVEDPROFILEN (40y) HERSHØFELTET, HESSEDALEN.



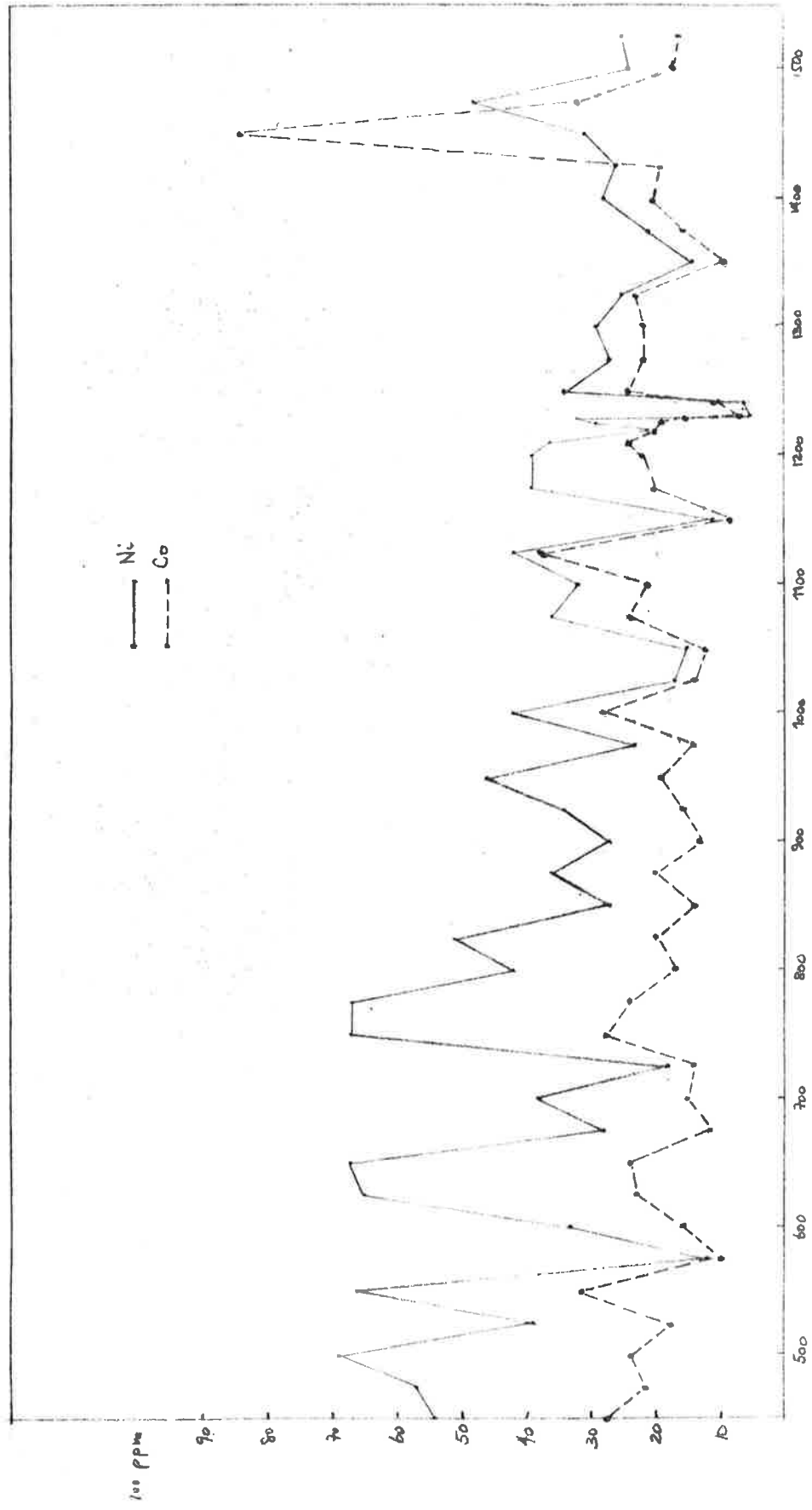
FIGUR 1393/B-24 : INNHOLD AV LITIMUM (SYRELSSELIG) I JORDPRØVER FRA HVEDPROFILEN (40Y) HERSJØFELTET, HESSDALEN.



FIGUR 1393/E - 25 : INNHALD AV MAGNESIUM OG KALSIUM (SYRELOSSEHJG) I JORDPROVER FRA HOVEDPROFILEN HERSJØFELTET, HESSDALEN.

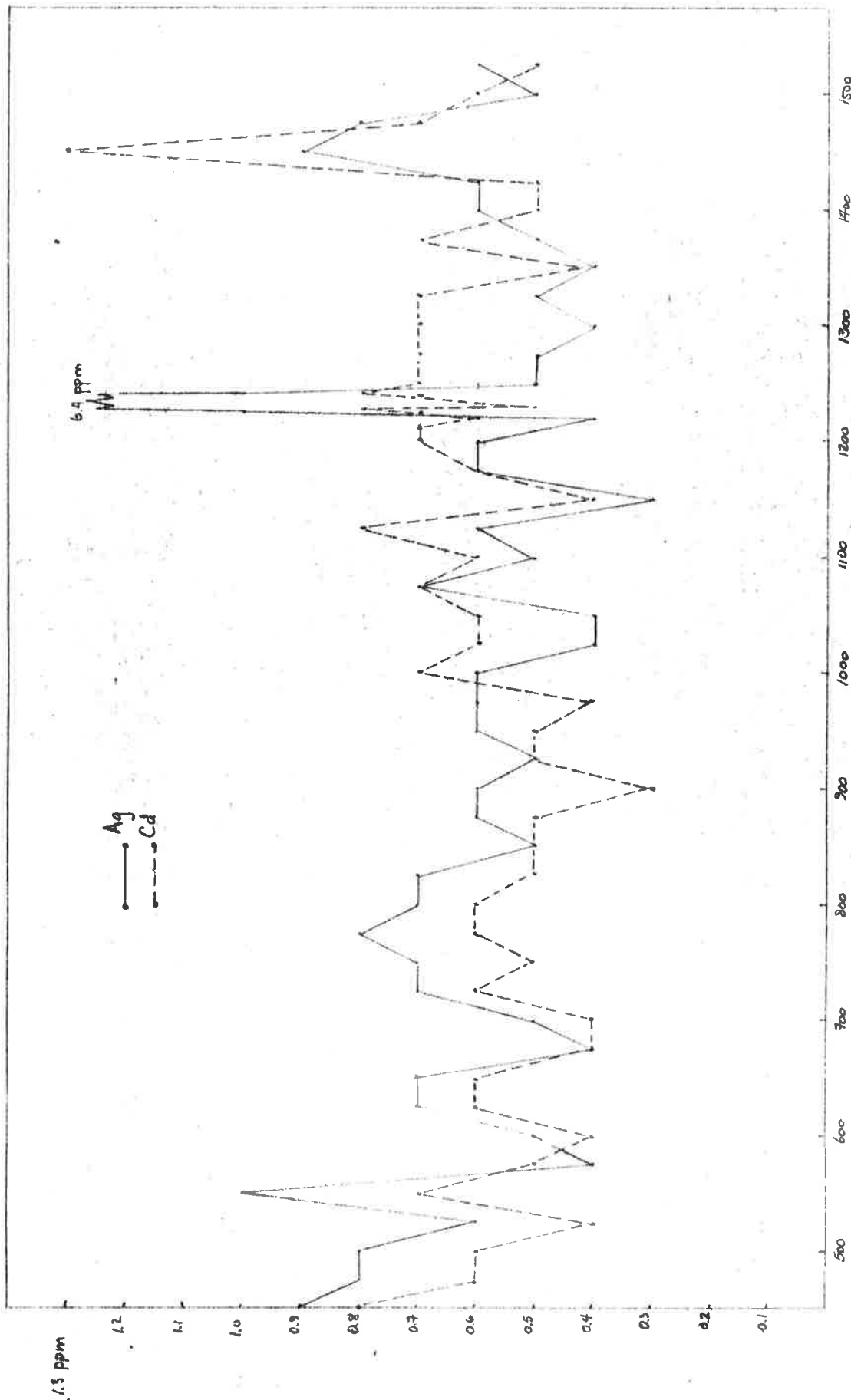


FIGUR 1393/B-26 : INNHOLD AV NATRIUM OG KALIUM (SYRELØSELIG) I JORDPRØVER FRA HESSDALEN (40%)
HERSJØFELTET, HESSDALEN

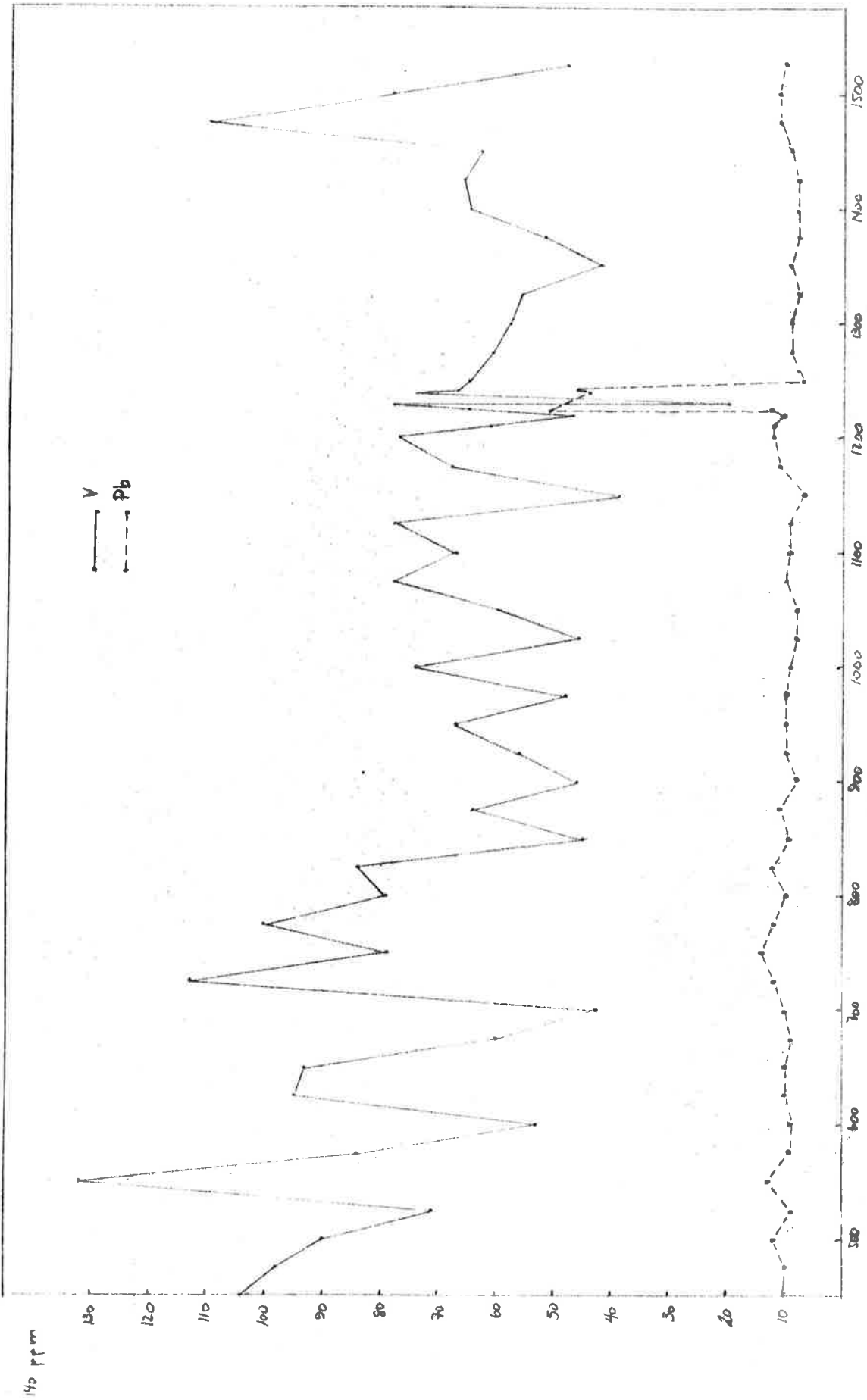


FIGUR 13A3/B-27: INNHOLD AV NIKKEL OG KOBOLT (SYRELØSELIG) I JORDPRØVER FRA HUVEDPROFILEN (43X)

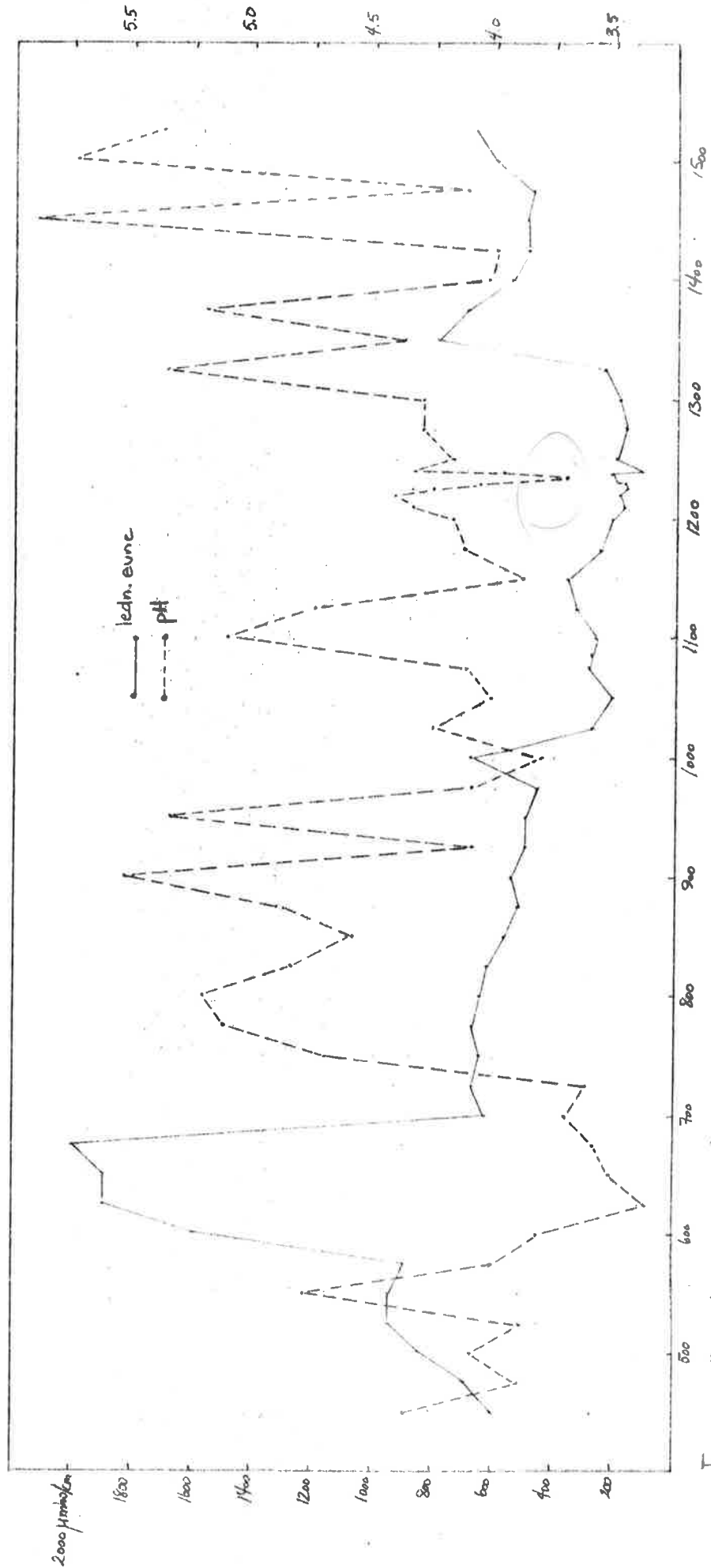
HERSJØFELTET, HESSDALEN.



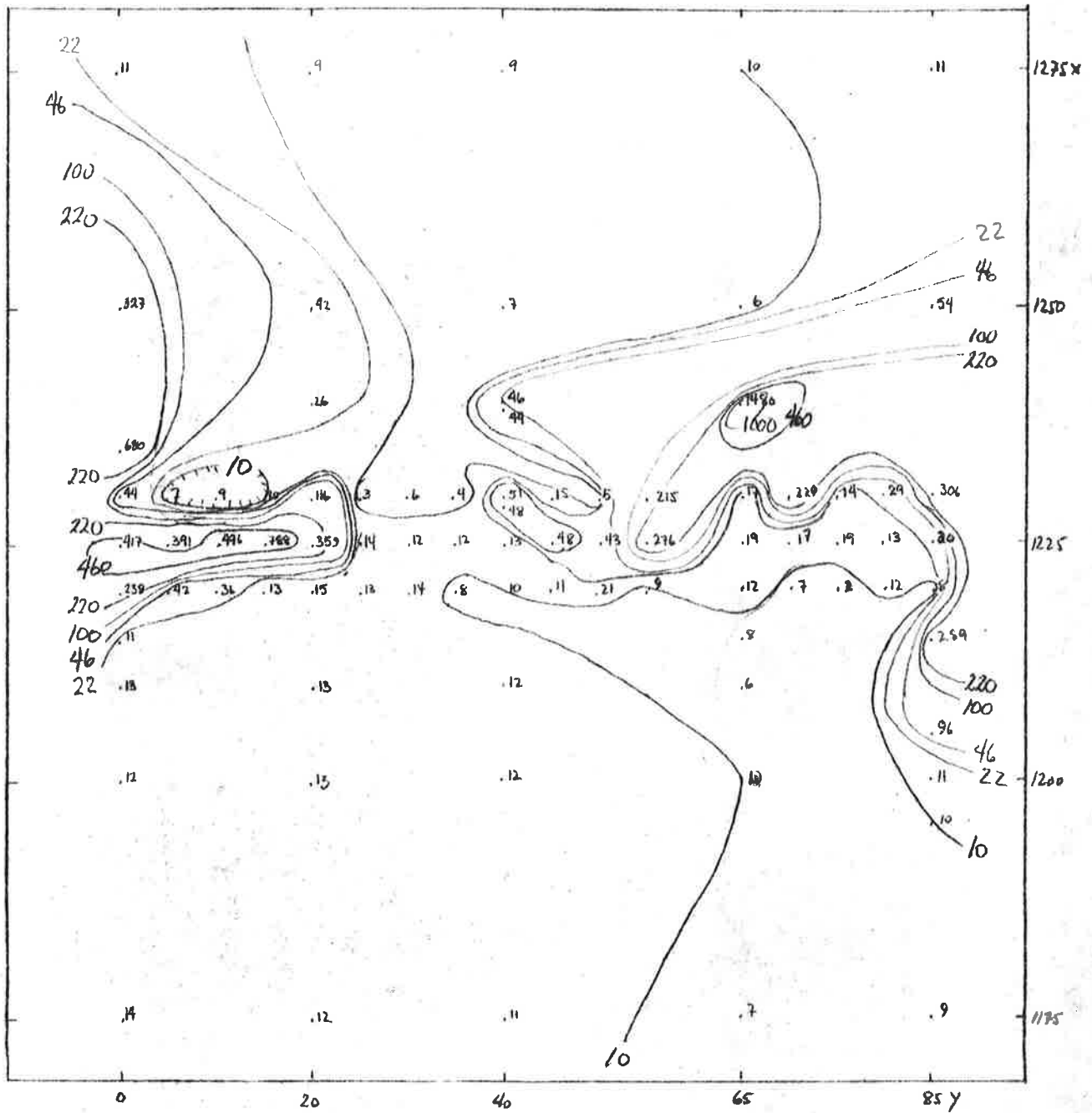
FIGUR 1393/B - 28 : INNHOLD AV SØLV OG KADMIMUM (SYRELØSELIG) I JORDPRØVER FRA HOVEDPROFILEN (4.37) HER I ÆFELTET, HESSEDALEN.



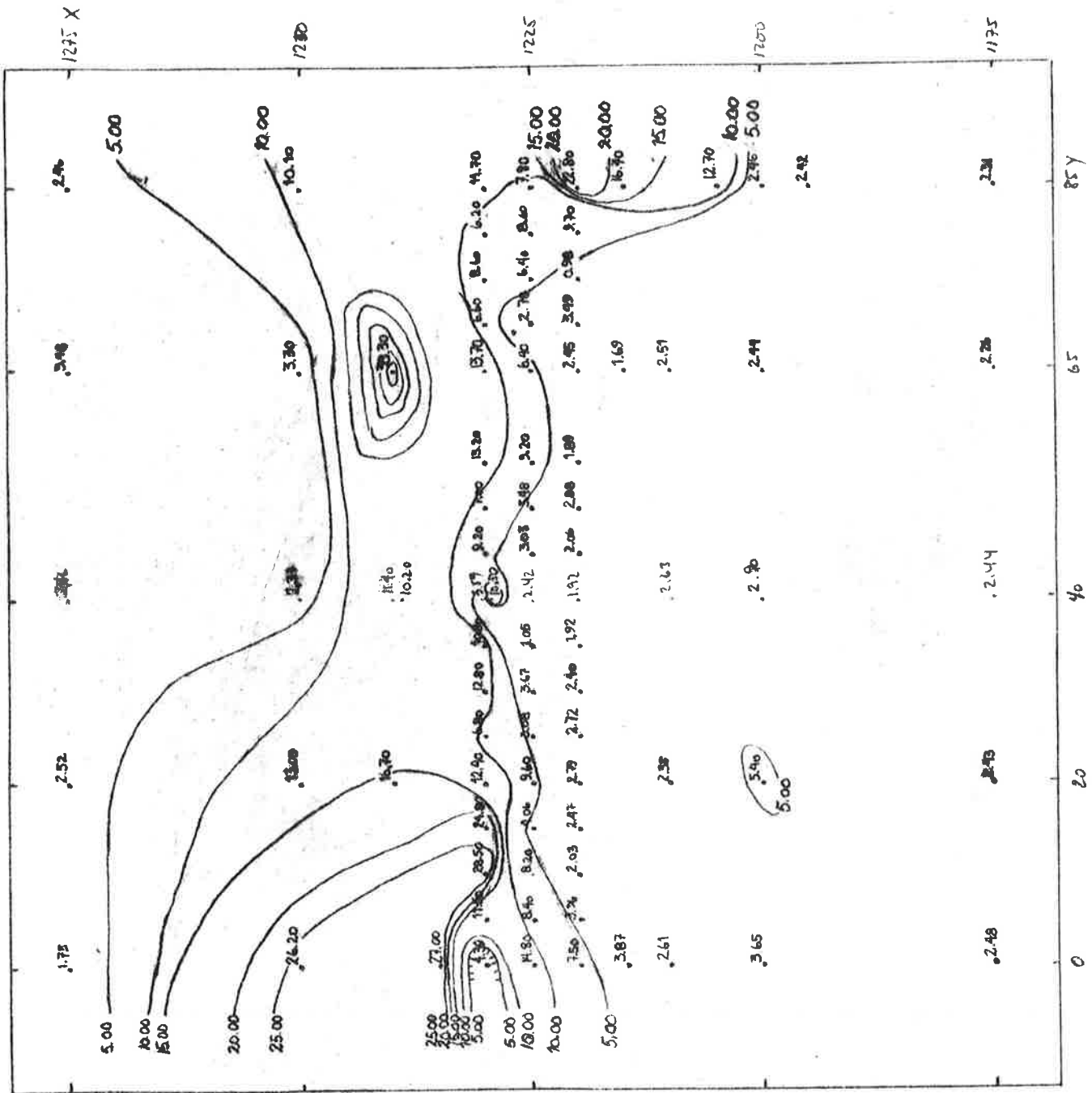
FIGUR 1393/B-29: INNHOLD AV VANADIUM OG BLY (SYRELØSELIG) I JORDPRØVER FRA HUNEDPROFILEREN (40Y) HERSJØFELTET, HESSEDALEN.



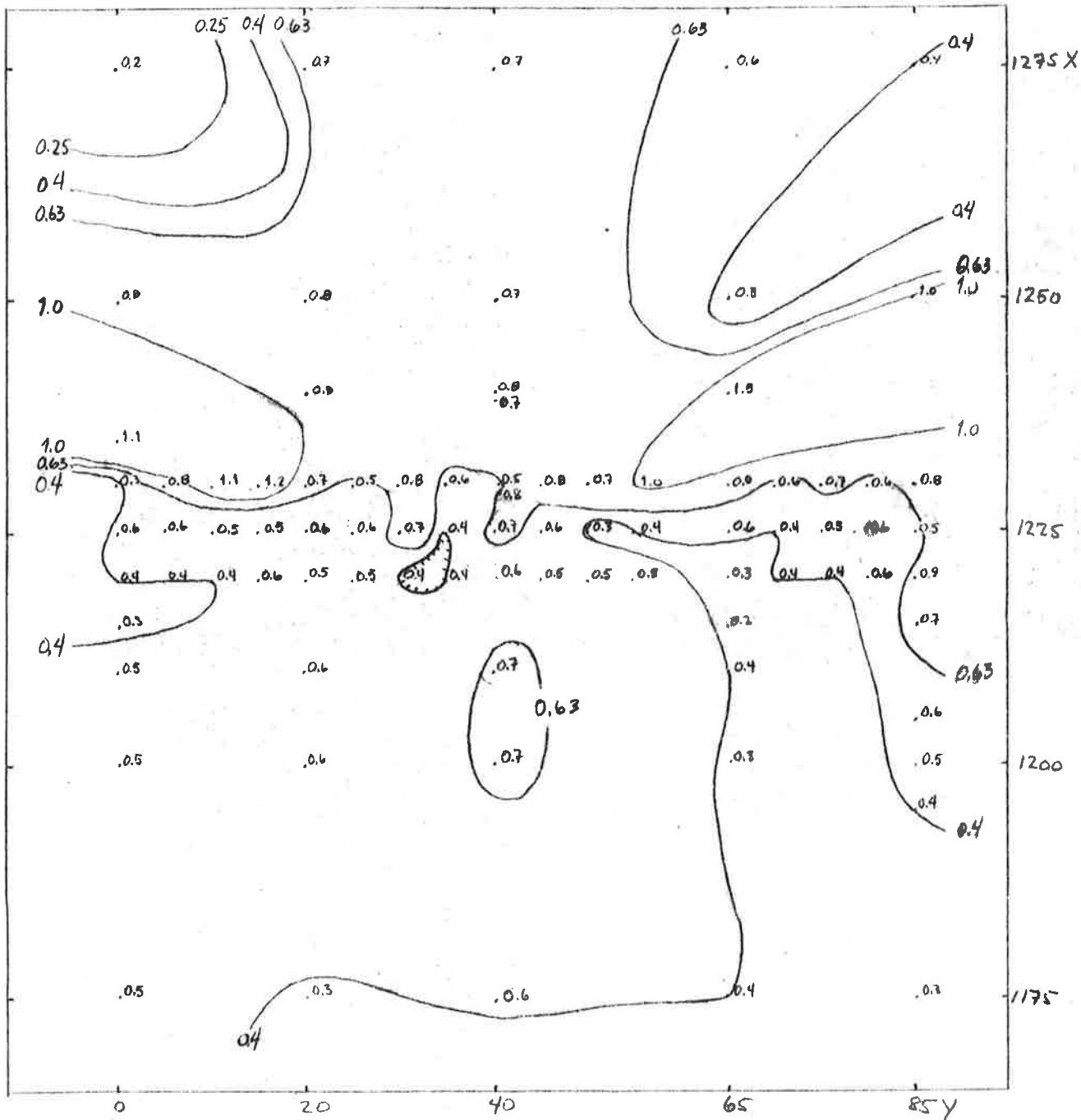
FIGUR 1393/B-30: pH OG LEDNINGSEVNE I OPASLEMMINGEN AV JORDPÅBØYER FRA HØVEDPØRDELEN (40%) I HERSJØFELTET, HESSEDALEN.



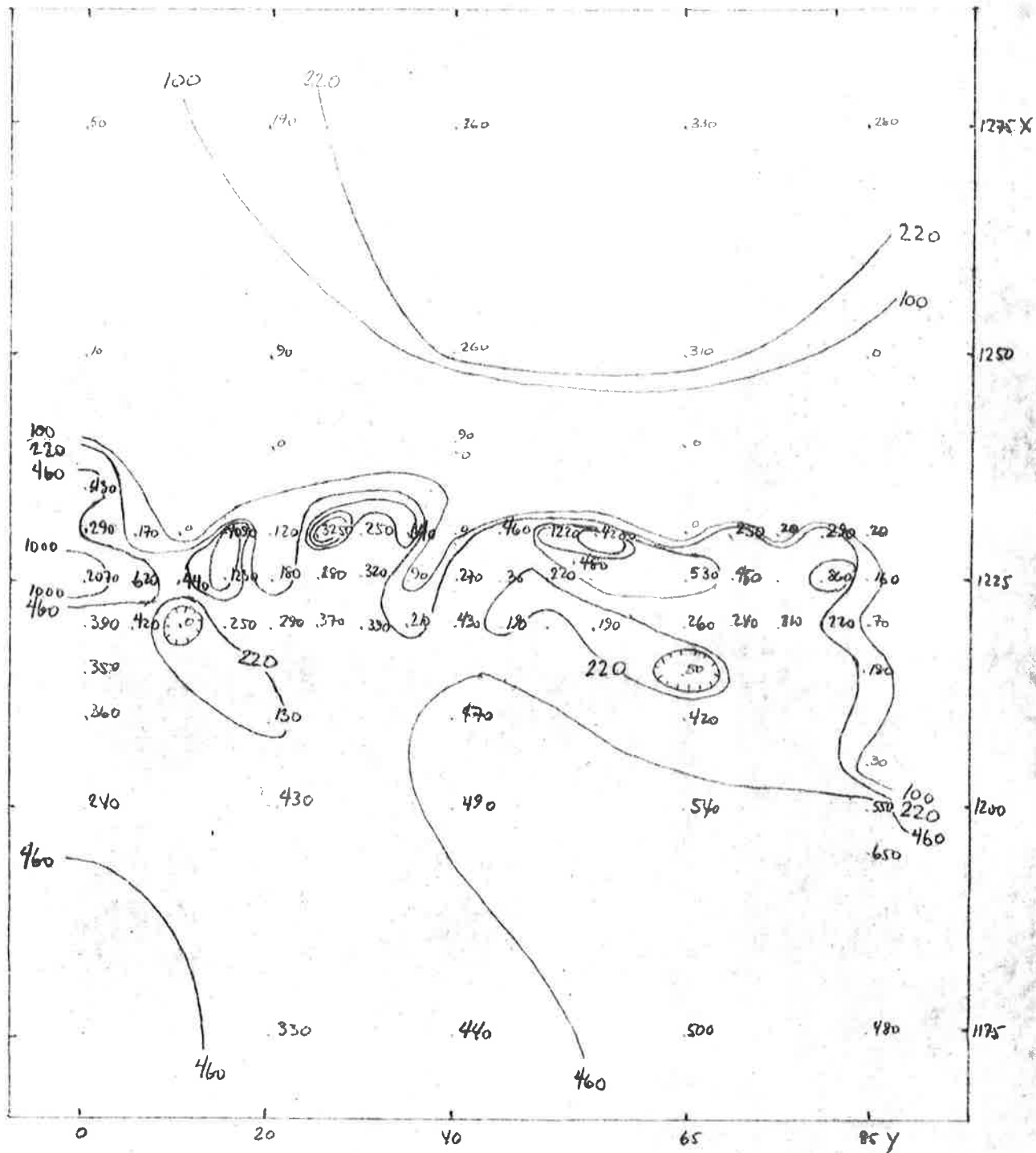
Figur 1393/B - 31 : INNHOLD AV SYRELØSELIG BLY (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FOREKOMSTEN, HERSJØFELTET, HESSDALEN.



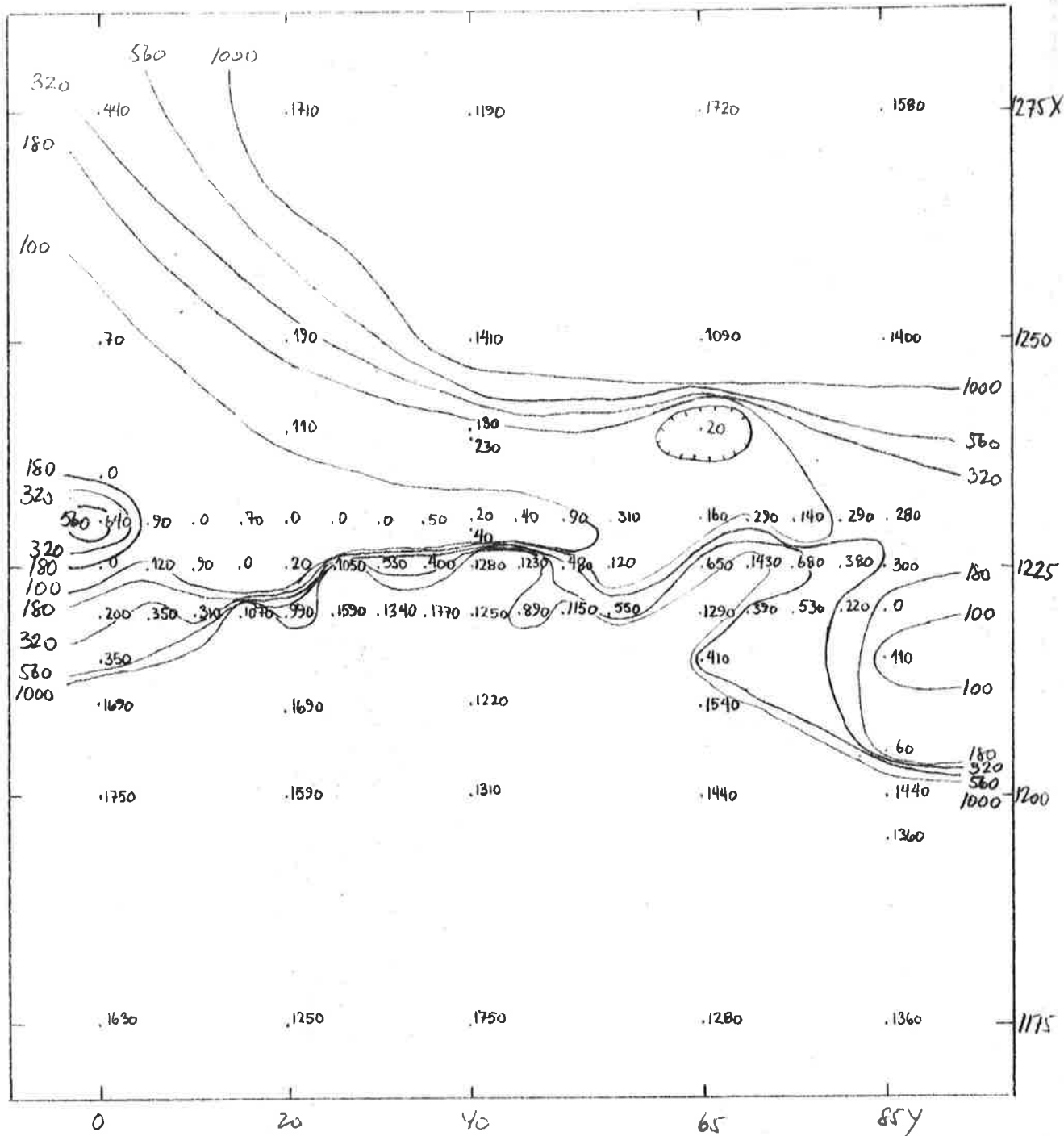
FIGUR 1393/B-32: INNHOLD AV SYRELØSELIG JERN (%) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FOREKOMSTEN. HERSJØFELTET, HESSDALEN



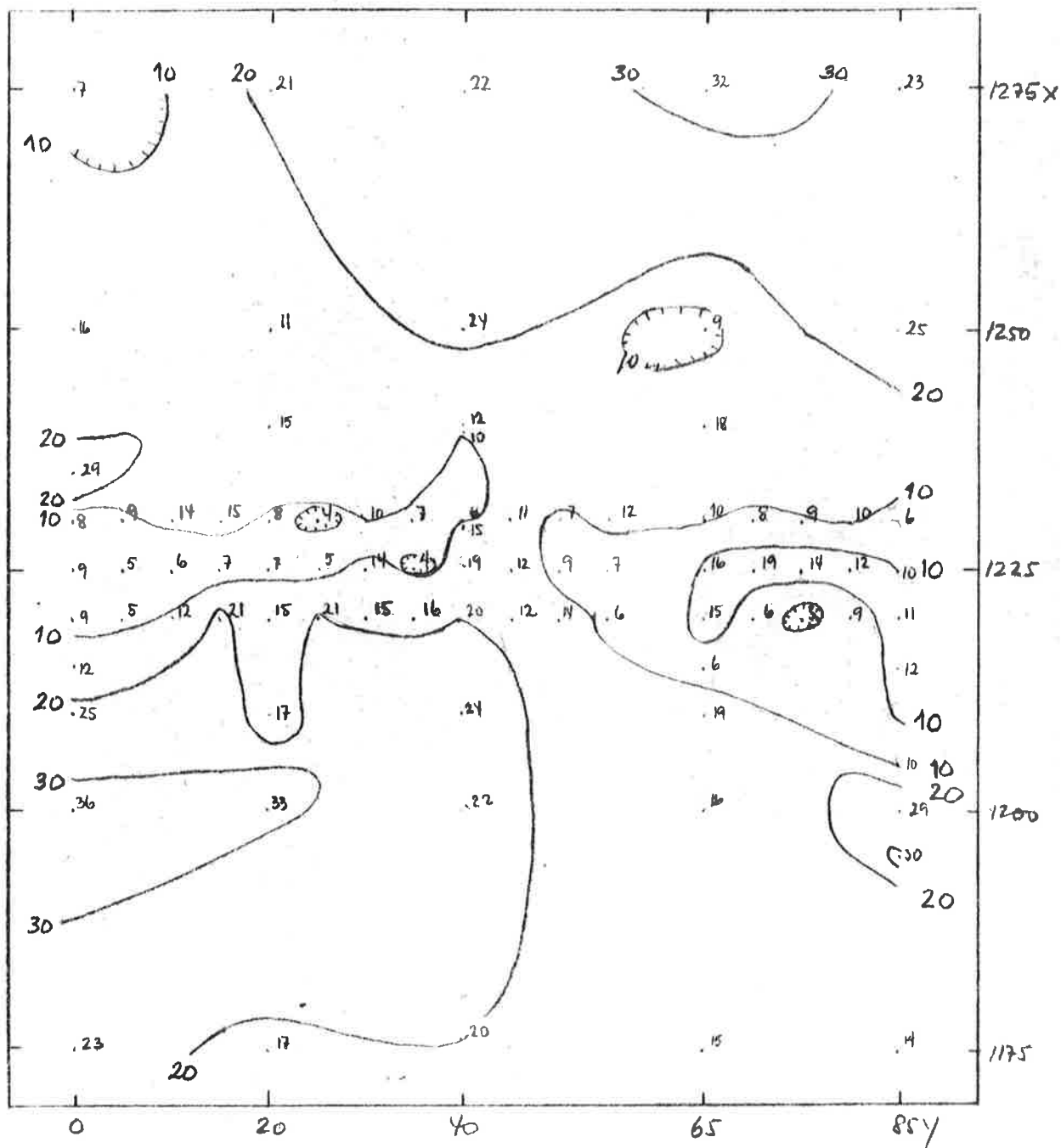
Figur 1393/B-33: INNHOLD AV SYRELØSELIG KADMIMUM I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV Å-FØREKOMSTEN. HERSJØFELTET, HESSDALEN.



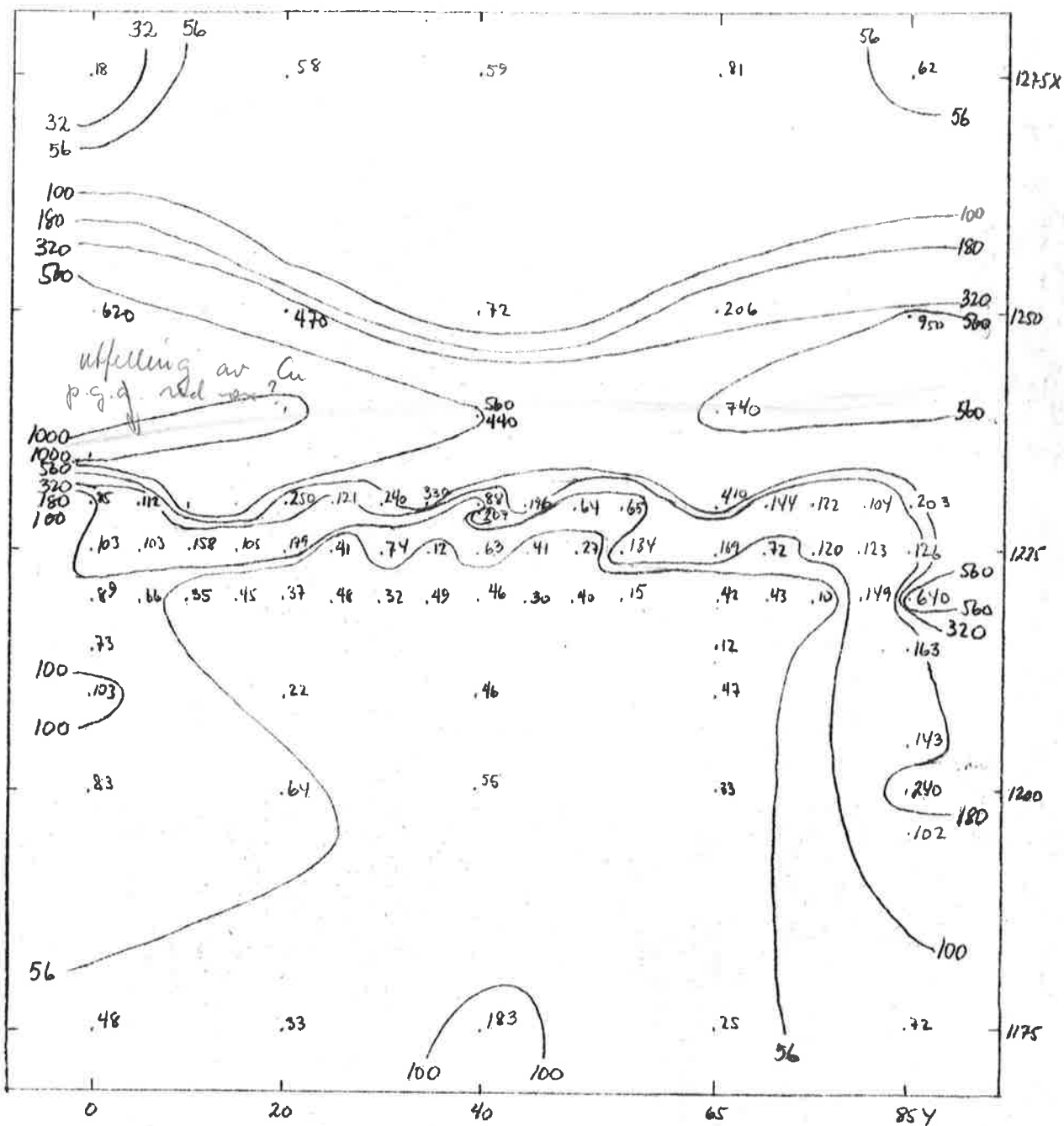
Figur 1393/b-34 : INNHOLD AV SYRELØSELIG KALIUM (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV Å-FOREKOMSTEN HERSJØFELTET, HESSDALEN.



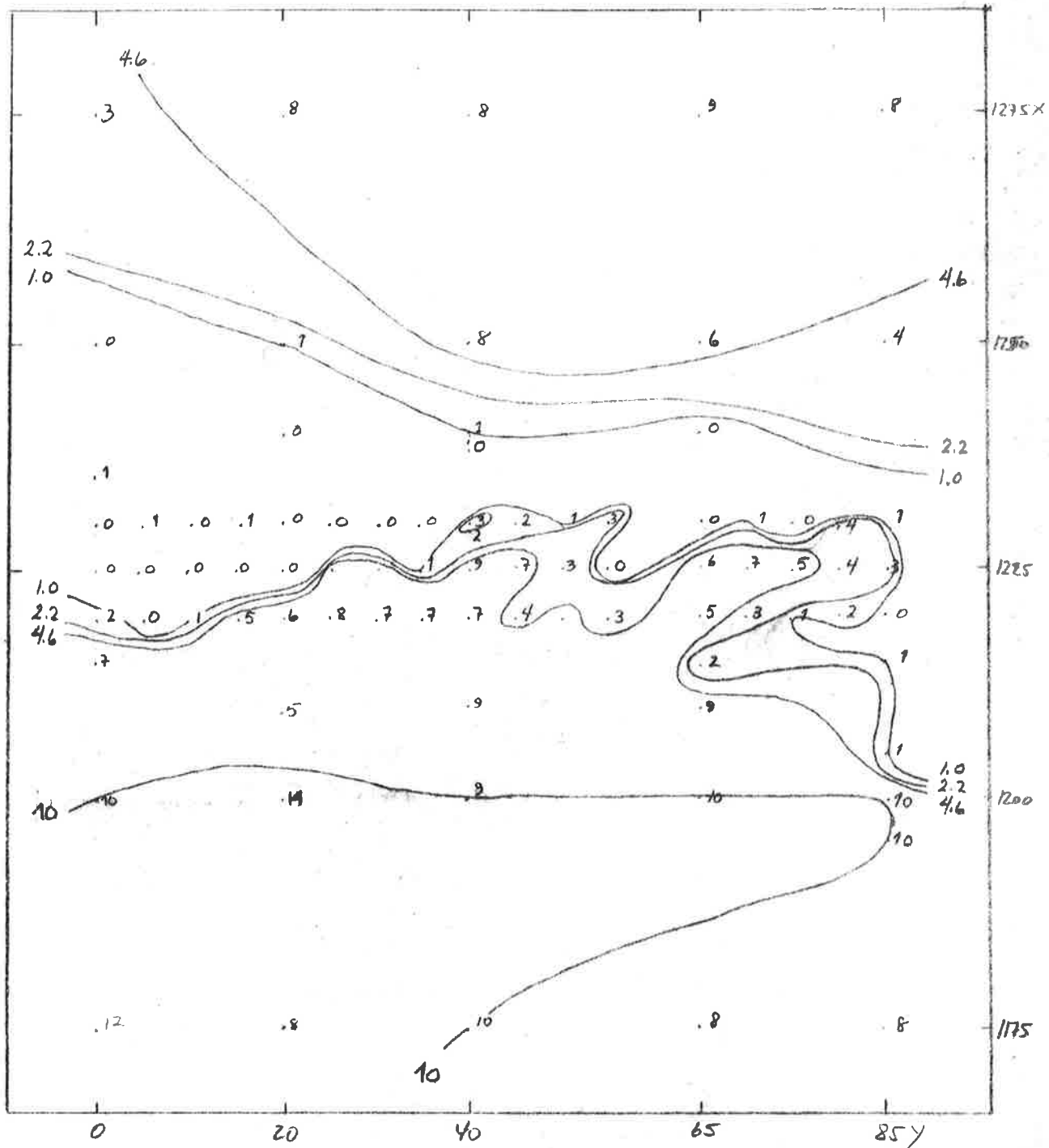
Figur 1393/B - 35 : INNHOLD AV SYRELØSELIG KALSIUM (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV Å-FOREKOMSTEN HERSJØFELTET, HESSDALEN.



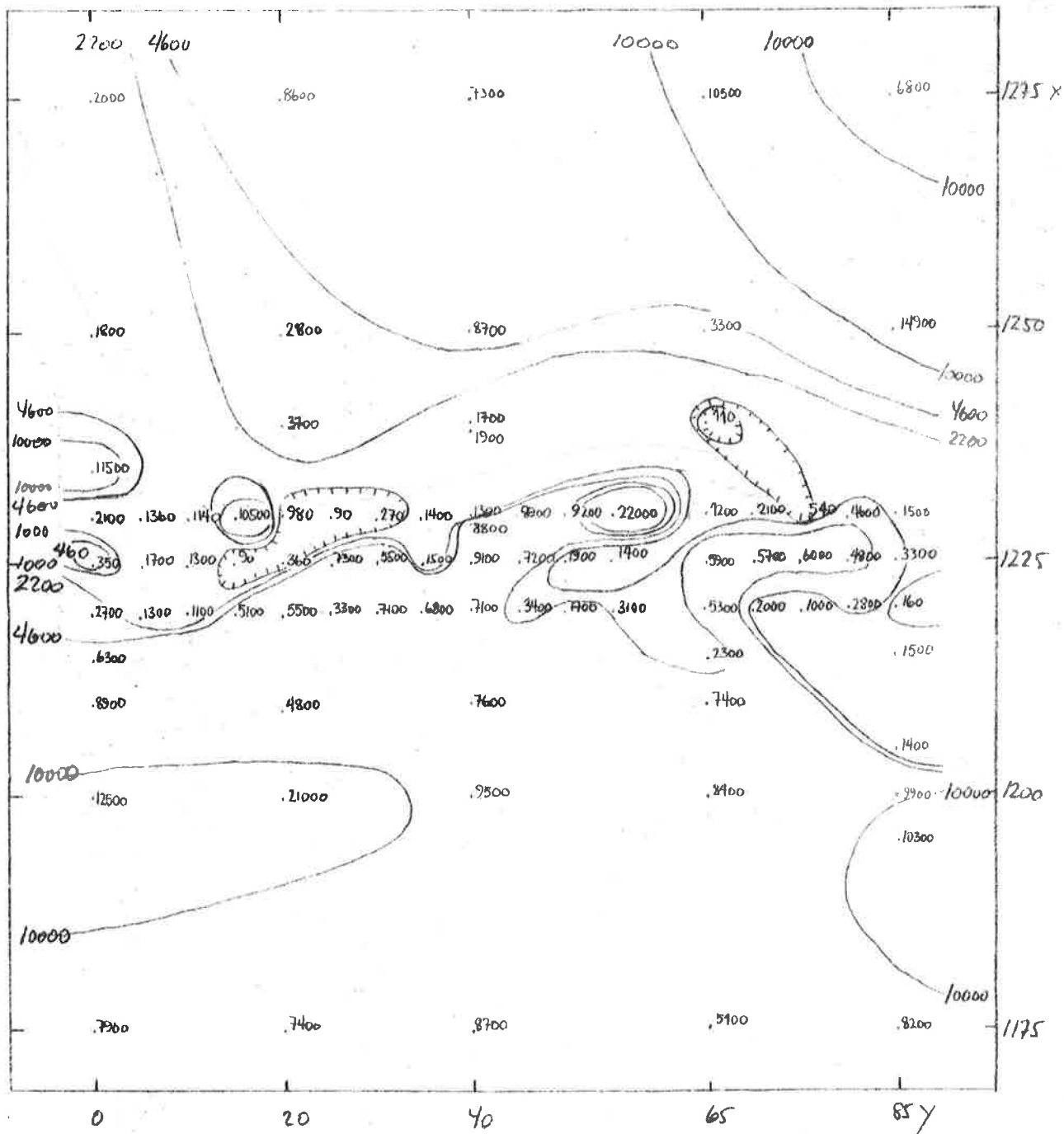
Figur 1393/B-36 : INNHOLD AV SYRELØSELIG KOBOLT (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FØREKOMSTEN, HERSHØFELTET, HESSEDALEN.



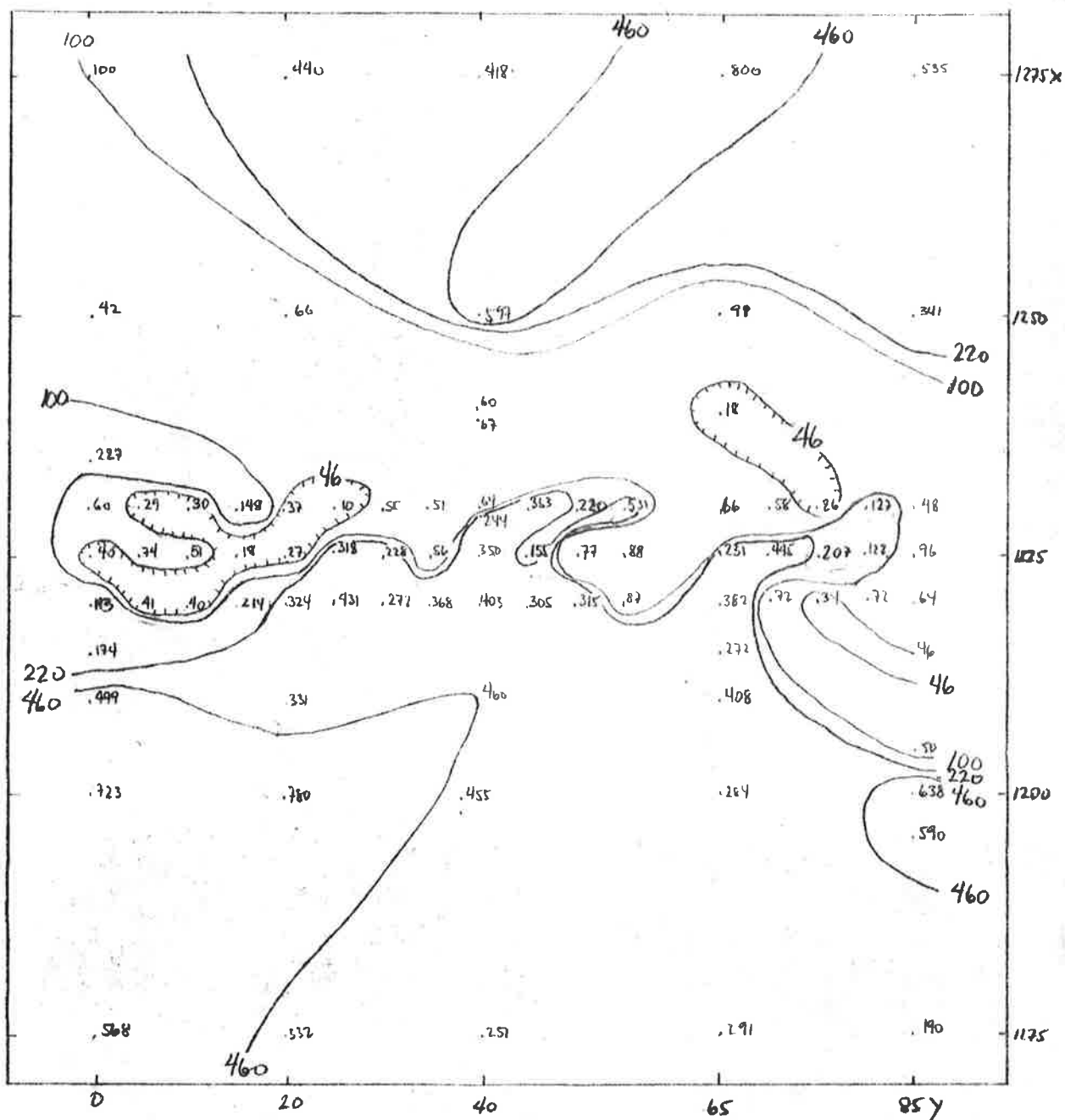
FIGUR 1893/B-37 : INNHOLD AV SYRELØSELIG KOBBER (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING, UTGÅENDE AV A-FOREKOMSTEN HERSJØFELTET, HESSDALEN.



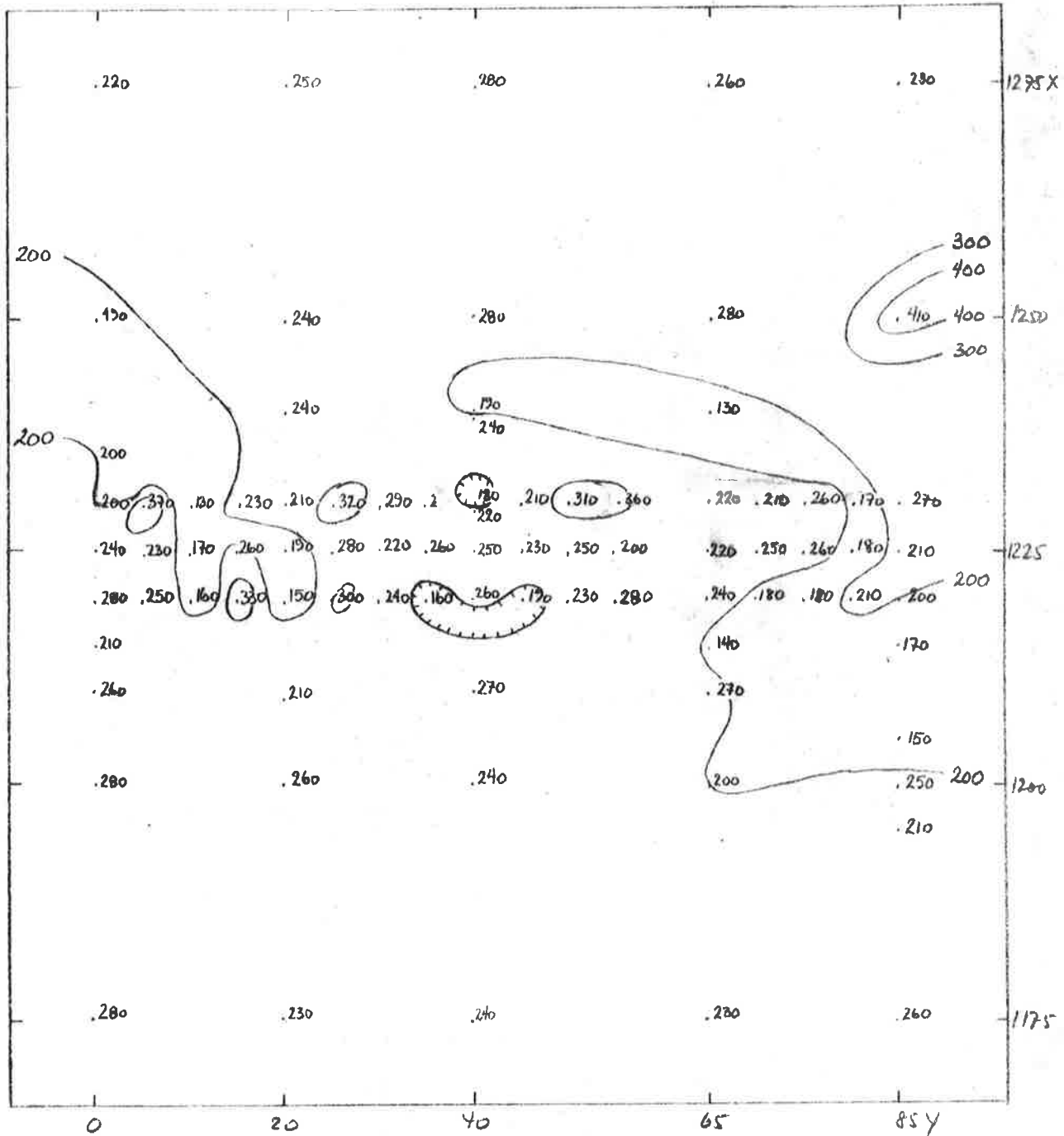
Figur 1393/B-38 : INNHOLD AV SYRELØSELIG LITUM (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FOREKONSTEN, HERSJØFELTET, HESSDALEN.



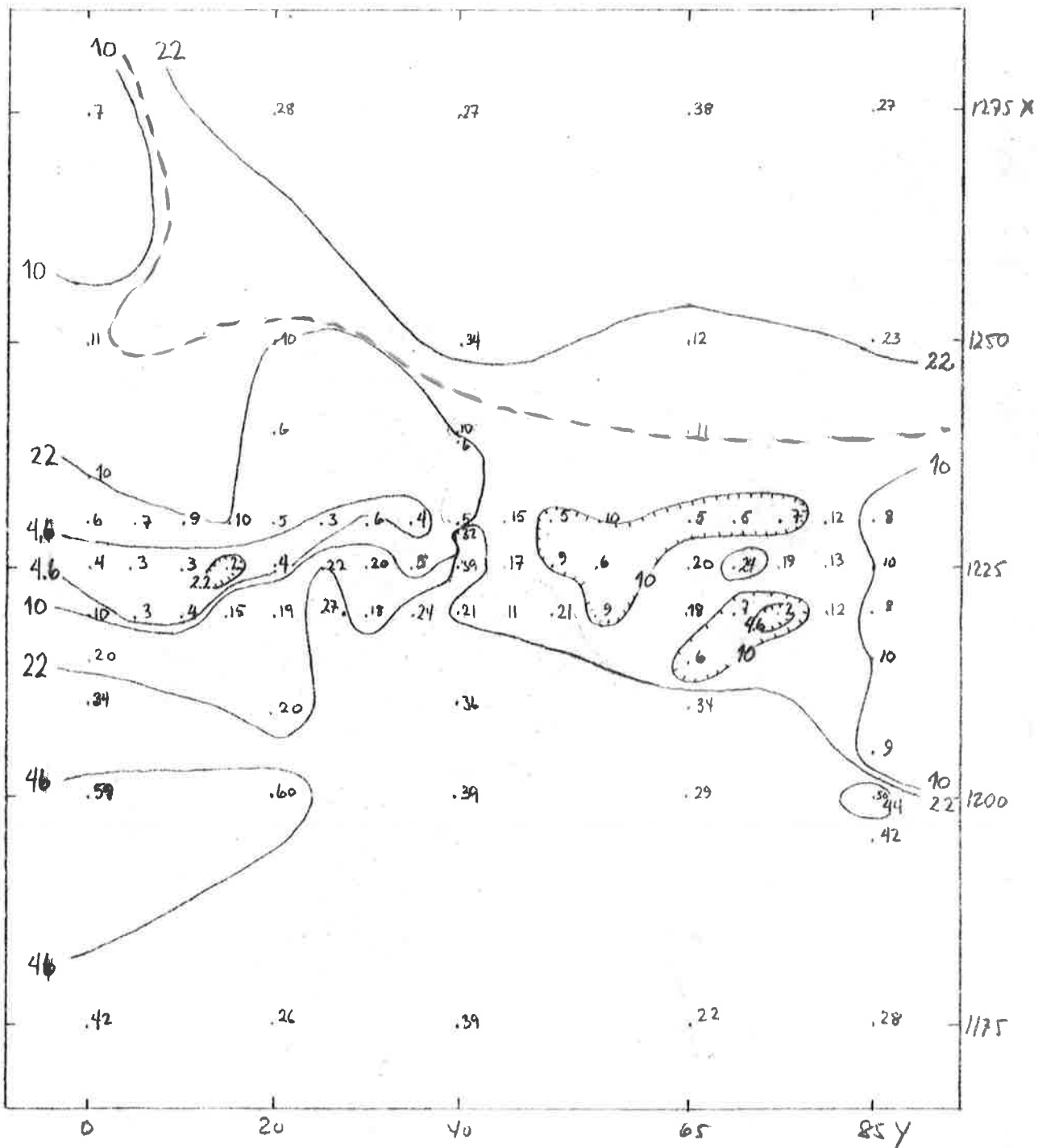
FIGUR 139B/B-39 : INNHOLD AV SYRELØSELIG MAGNESIUM (ppm) I JORD-PRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FOREKOMSTEN, HERSJØFELTET, HESSDALEN.



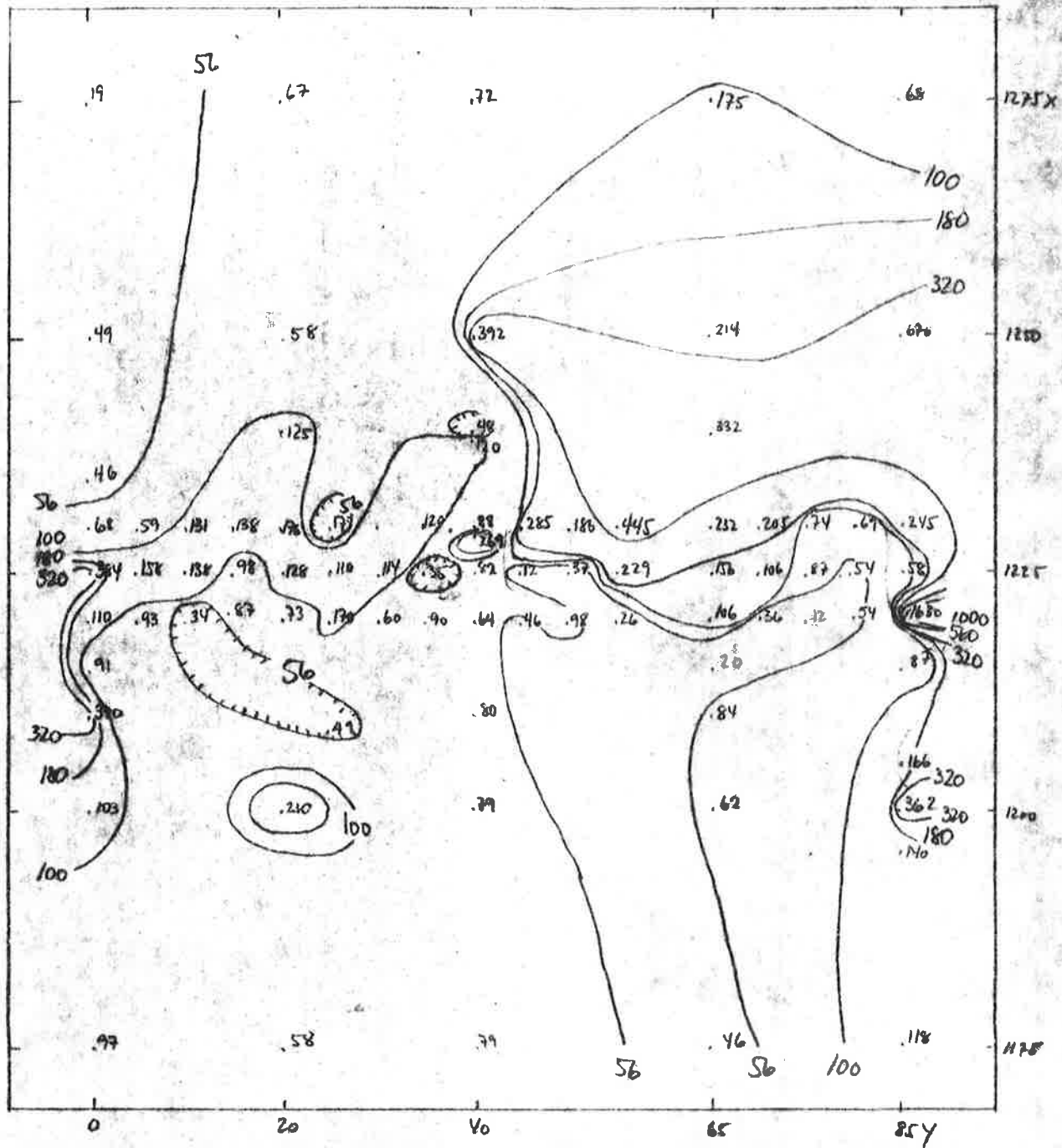
Figur 1393/B - 40 : INNHOLD AV SYRELØSELIG MANGAN (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A - FOREKOMSTEN, HERSJØFELTET, HESSDALEN



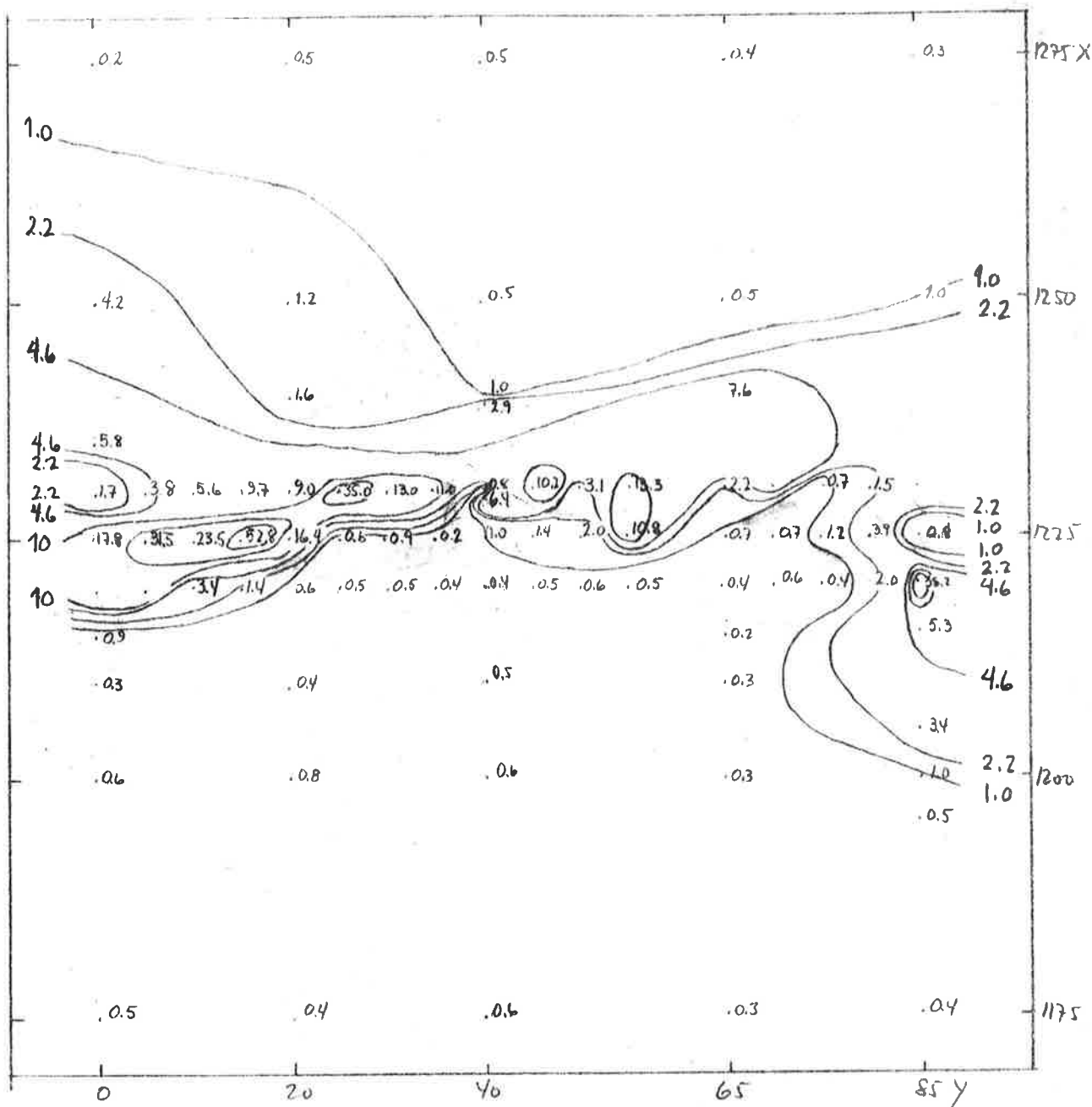
Figur 1393/B-41 : INNHOLD AV SYRELØSELIG NATRIUM (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FOREKOMSTEN HERSJØFELTET, HESDALEN.



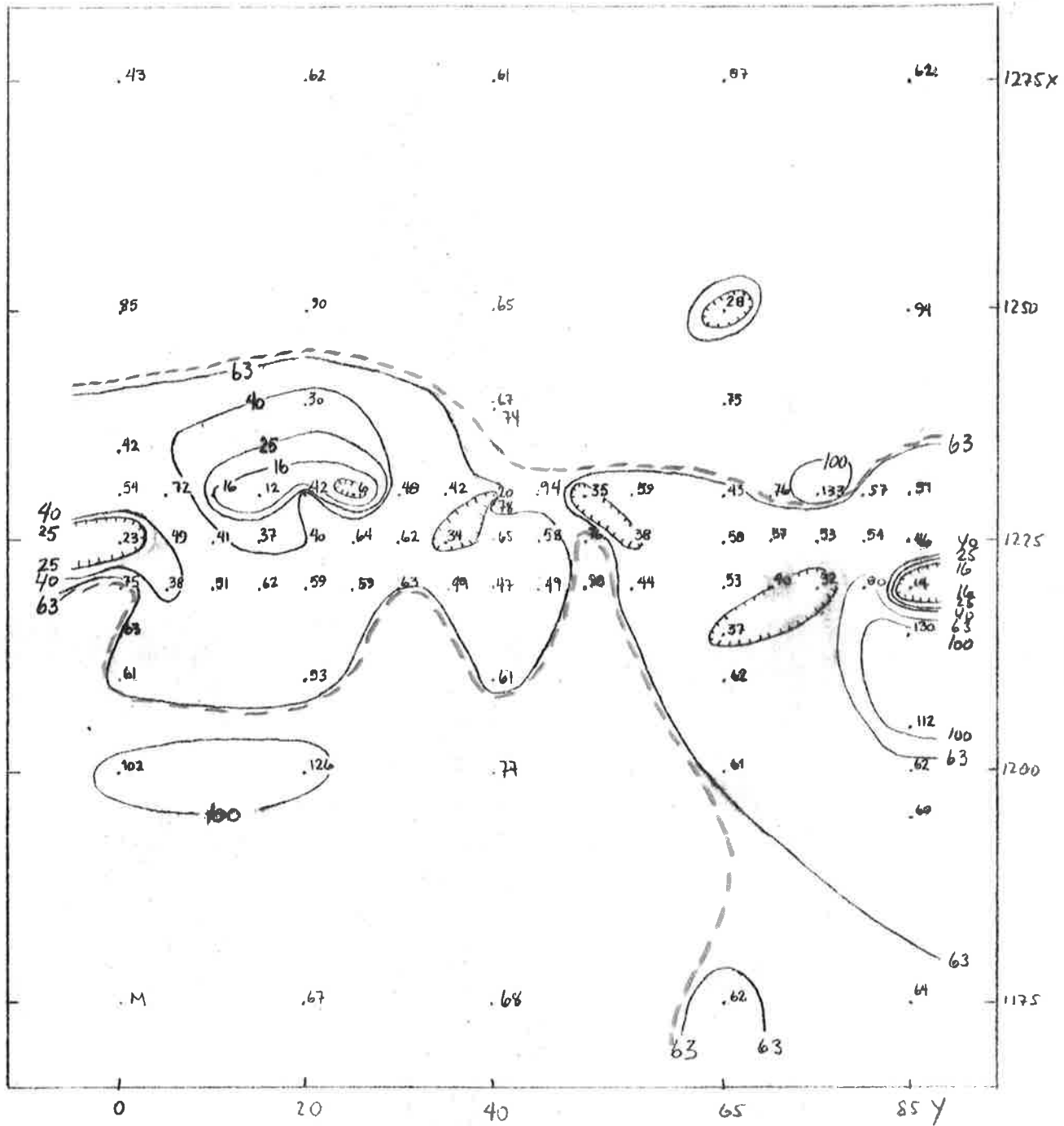
FIGUR 1393/B-42 : INNHOLD AV SYRELØSELIG NIKKEL (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FØREKOMSTEN HERSJØFELTET, HESSDALEN.



FIGUR 1393/B - 43 : INNHOLD AV SYRELØSELIG SINK (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FØREKOMSTEN HERBJØFELTET, HESSEDALEN

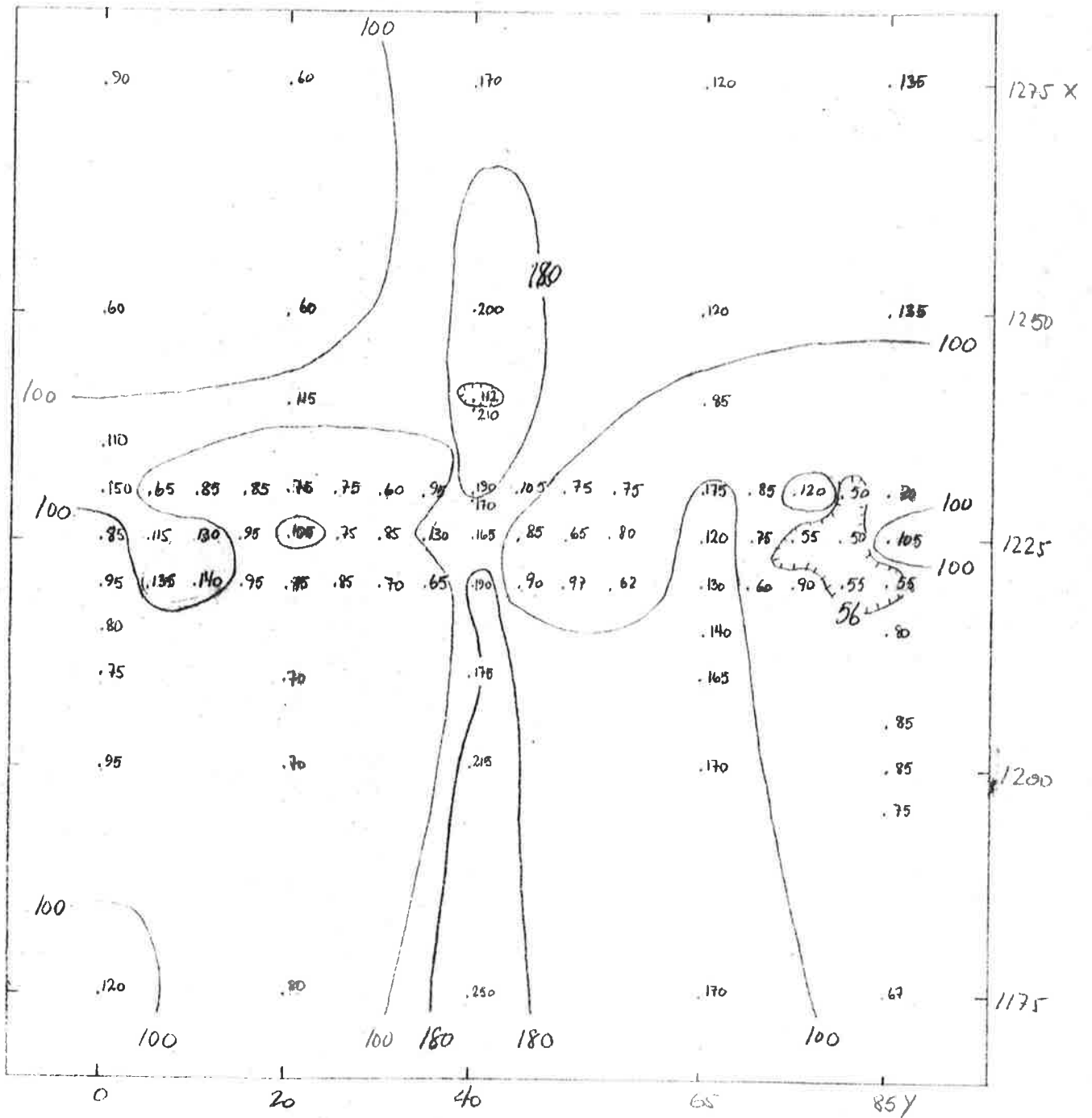


FIGUR 1393/B-44 : INNHOOLD AV SYRELØSELIG SØLV (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FØREKOMSTEN I HERSJØFELLET, HESSDALEN.

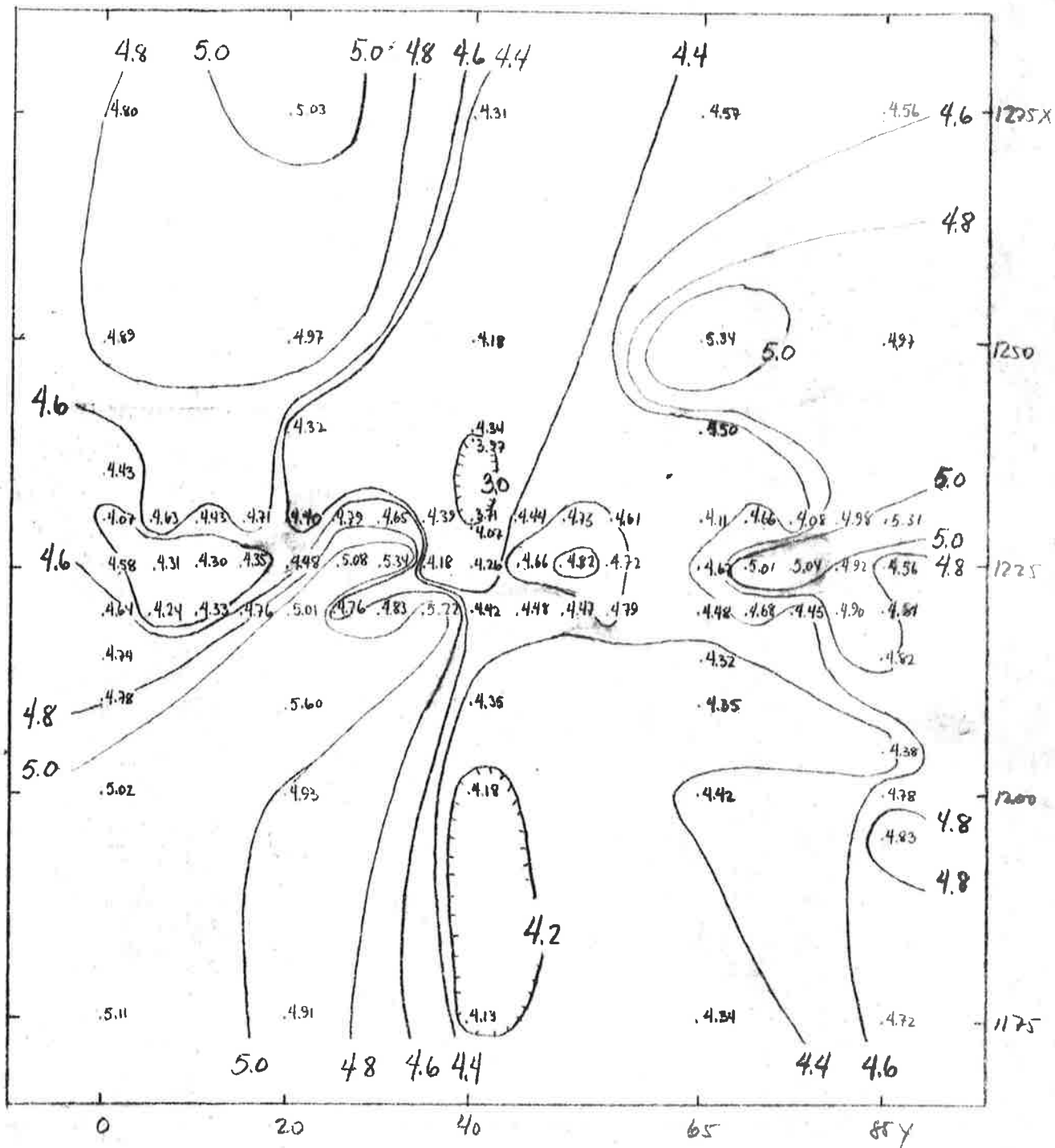


FIGUR 1393/B-45 : INNHOLD AV SYRELØSLIG VANADIUM (ppm) I JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV Å-FORREKOMSTEN. HERJØFELTET, HESSDALEN.

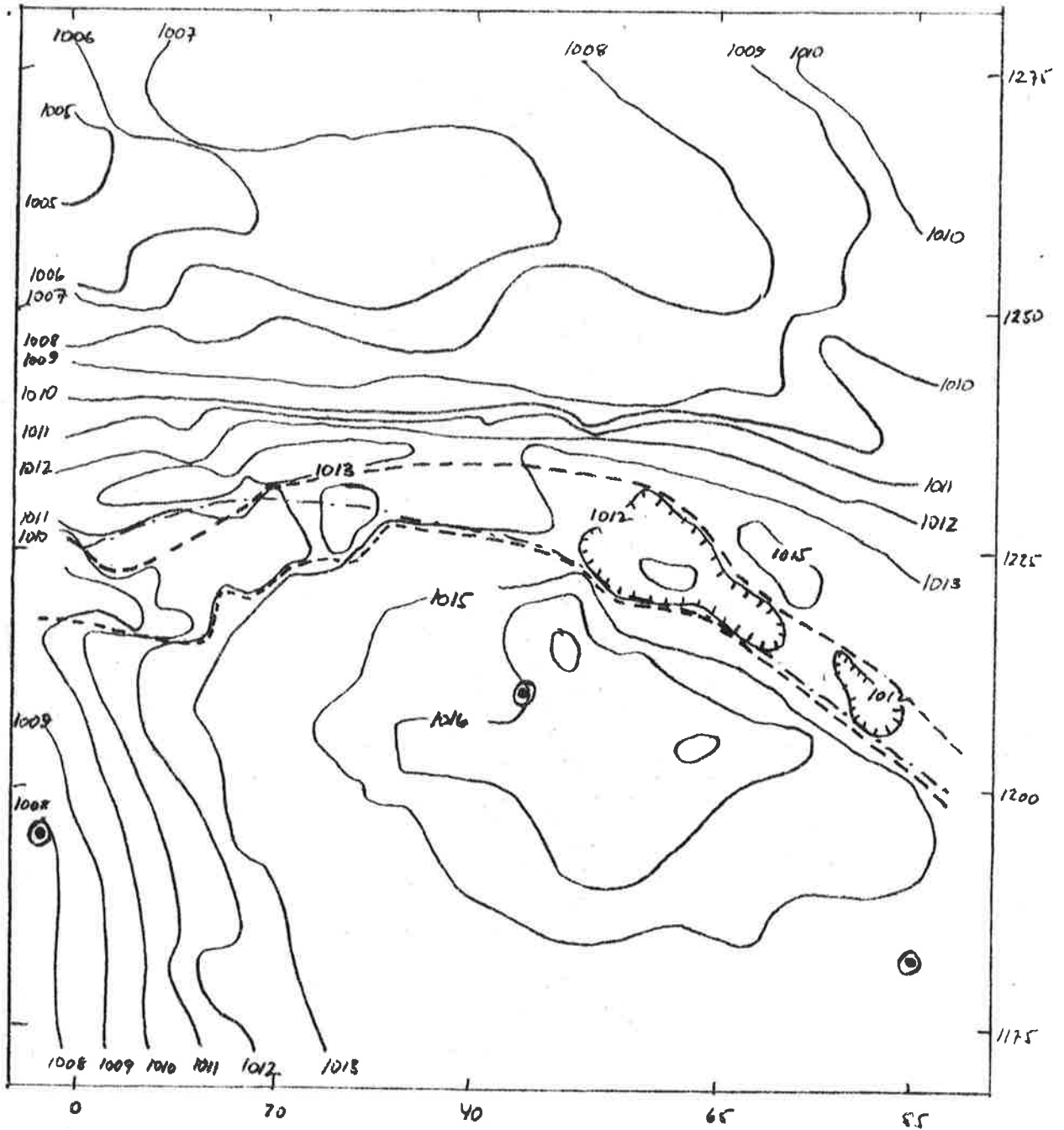
(M) : MANGLENDE ANALYSERESULTAT.



FIGUR 1393/B-46 : LEDNINGSEVNE ($\mu\text{mho/cm}$) I OPPSLEMMINGER AV JORDPRØVER FRA OMRÅDET OMKRING UTGÅENDE AV A-FOREKONSTEN, HERSJØFELTET, HESSDALEN.



FIGUR 1393/8 - 47 pH I OPPSLEMMINGER AV JORPADER FRA OMRÅDET OMRING UTEÅENDE AV A-FOREKOMSTEN HERSJØFELTET, HESSDALEN



FIGUR 1393/B-48 : TOPOGRAFISK KART ÖVER OMRÅDET, OMKRING
UTGÅENDE AV A-FÖREKOMSTEN, HERSJÖFELTET,
HESSDALEN.

- - - ELEKTROMAGNETISK ANOMALI
- · - GRENSE FÖR TOPOGRAFISK FÖRSÄNKNING ÖVER
FÖREKOMSTENS UTGÅENDE.

