

SKBF
KBS

TEKNISK
RAPPORT

79-12

Geofysisk borrhålsmätning

Kurt-Åke Magnusson
Oscar Duran

Sveriges Geologiska Undersökning februari 1979

SVENSK KÄRNBRÄNSLEFÖRSÖRJNING AB / PROJEKT KÄRNBRÄNSLESÄKERHET

POSTADRESS: Kärnbränslesäkerhet, Box 5864, 102 48 Stockholm, Telefon 08-67 95 40

GEOFYSISK BORRHÅLSMÄTNING

Kurt-Åke Magnusson
Oscar Duran

Sveriges Geologiska Undersökning februari 1979

Denna rapport utgör redovisning av ett arbete som utförts på uppdrag av SKBF projekt KBS. Slutsatser och värderingar i rapporten är författarens och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med uppdragsgivarens.

I slutet av rapporten har bifogats en förteckning över av SKBF projekt KBS hittills publicerade tekniska rapporter i denna serie.

SUMMARY

With the exception of the granite in borehole Ka 4 the bedrock is of very high quality. The bedrock has few sparsely dispersed fissure zones with large parts of unfractured rock. The borehole wall is smooth which indicates that most of the fissures are closed or partly closed. The granite in Ka 4 has several zones which are strongly fractured with open fractures and high watercontent.

SUMMARY i

I N N E H A L L S F Ö R T E C K N I N G Sid

1.	Inledning	1
2.	Utvärdering	2
3.	Resultat	4
4.	Sammanfattning	6

1. Inledning

Geofysiska borrhålsmätningar har utförts i två borrhål på Sternö, Ka 4 och Ka 5. I dessa borrhål kan berggrunden generellt uppdelas i tre olika huvudtyper:

Karlshamnsgranit

Gnejsgranit

Kustgnejs

Bergarterna är utförligt beskrivna i "Kompletterande berggrundsundersökningar inom Finnsjö- och Karlshamnsområdet".

I borrhålen har följande mätningar utförts: Resistivitet med en normal- och två lateralkonfigurationer, borrhålsvätskans resistivitet, differential punktresistans och naturlig gammastrålning. Beskrivning av använd metodik finns redovisad i geofysisk borrhålsmätning, KBS Teknisk rapport nr 61.

Graniten visar sig vara mycket mer uppsprucken än kustgnejsen och gnejsgraniten. Kustgnejsen och gnejsgraniten har generellt sett mycket litet vatteninnehåll med undantag av några få zoner.

Kustgnejsen och gnejsgraniten uppvisar ej någon skillnad i naturlig gammastrålning, vilket innebär att dessa bergarter har en likartad fördelning av naturliga radioaktiva isotoper. Vanligast förekommande radioaktiva isotoper i kristallin berggrund är kalium 40, uran 238-serien samt thorium 232-serien. Granitens naturliga gammstrålning skiljer sig mycket litet från de ovannämnda bergarternas, utom inom några få områden med högre naturlig gammastrålning. Detta styrker vad som framkommit vid kärnkartering och geologisk besiktning av området, där Karlshamnsgraniten ger en bild av att vara bildad mer eller mindre på platsen ur den finkorniga kustgnejsen. (Se kap. 2.2.2 kompletterande berggrundsundersökningar inom Finnsjö- och Karlshamnsområdena).

I borrhålen förekommer längre sammanhängande partier med relativt konstant strålningsnivå. De olika partierna uppvisar en strålningsnivå från 51 till 68 μ Röntgen/tim. Dessa partier korrelerar ej med bergartsgränser (se fig. 10, 11, 12, 21, 22 och 24). Pegmatiterna har i allmänhet en högre strålning och

framträder tydligt i diagrammen. Högsta uppmätta strålningen över en pegmatit är 550 $\mu\text{R}/\text{tim}$.

2. Utvärdering

Då de enskilda mineralen är mycket dåliga elektriska ledare styrs resistiviteten främst av berggrundens vatteninnehåll. Sprickzoner ger därför en markant sänkning av berggrundens resistivitet, vilket också är fallet med hög frekvens av mikrosprickor. En del av de observerade resistivitetsvariationerna kan vara orsakade av att mikrosprickor uppträder mer frekvent inom vissa partier, främst gäller detta gnejsen. Variationer över sprickrika zoner är dock av en större storleksordning. Tolkade sprickzoner visar god korrelation med observerade sprickzoner vid kärngranskning. Dessa zoner redovisas tillsammans med resistivitetsdiagrammen i (fig. 1, 2, 3, 13, 14 och 15).

På grund av att mätningarna utförts inom ett kraftverksområde har läckströmmar från kraftverket påverkat resistivitetsmätningarna. Läckströmmarna ger främst en regional påverkan av mätningarna, vilket innebär en drift i resistivitetsens bakgrunds nivå. Skillnaden i uppmätta resistivitetsvärden mellan de olika konfigurationerna är orsakade av läckströmmarnas inflytande. Läckströmmarna har större inverkan på normal- och punkt resistansmätningarna än på lateralmätningarna. Detta orsakas av att vid normal- resp. punkt resistansmätningarna uppmättes spänningen mellan en elektrod på markytan placerad på stort avstånd från borrhålet och en elektrod i sonden, således registreras totala spänningen i marken mellan sonden och markytan. Vid lateralmätningar avläses spänningen mellan två elektroder i sonden, där avståndet mellan dessa är 0,1 och 0,3 m för lat. 1,05 resp lat. 5. Därför registreras endast en liten del av den totala spänningen mellan sonden och markytan.

Korta konfigurationer påverkas mindre av läckströmmar än de längre. Detta beror på att strömmen från sondens strömelektrod delvis dränker effekten av läckströmmarna. Därför är läckströmmarnas inflytande mindre när avståndet mellan ström och potentialelektrod är litet.

Tolkning av befintliga sprickzoner och deras relativa grad av sprickintensitet påverkas ej av läckströmmarna ty dessa ger endast större regionala effekter.

Graniten i Ka 4 är mer uppsprucken än kustgnejsen resp gnejsgraniten, således leder graniten ström bättre än de övriga bergarterna. Därför fås en större läckströmstäthet i graniten vilket orsakar en regional förändring av resistiviteten över graniten. Graniten innehåller fler mikrosprickor än kustgnejsen och gnejsgraniten (se kap. 2.2.4 sid 125 i kompletterande berggrundsundersökningar inom Finnsjö- och Karlshamnssområdena), vilket också kan ge en sänkning av berggrundens resistivitet. Övriga regionala trender i bakgrundsresistivitet stämmer väl med befintliga bergartsgränser vilket tyder på att läckströmmarna styrs av bergarternas förmåga att leda elektrisk ström. Således tycks kustgnejsen vara den tätaste bergarten, därefter följer gnejsgraniten medan graniten tycks vara mycket mer uppsprucken än de övriga. Tydligast syns detta vid den tunna kustgnejsskivan vid 347 - 350 m i Ka 4.

Punktresistansmätningarna har ej redovisats på grund av att dessa har varit mest påverkade av läckströmmarna.

Differential resistansmätningarna är främst känslig för variationer i borrhålsdiametern. Metoden kan därför indikera förekomst av öppna sprickor (fig. 4, 5, 6, 16, 17 och 19).

Mätning av borrhålsvätskans resistivitet kan identifiera vattenförande zoner som tillför borrhålet vatten av annan salthalt än borrhålsvätskans. Metoden ger också en bild över borrhålsvätskans salthalt (fig. 7, 8, 9, 19, 20 och 21).

Naturlig gammastrålning är en parameter knuten till bergartens ålder och sammansättning.

3. RESULTAT

Borrhål Ka 4

- Kustgnejs 0 - 215 m: Sektion 55 - 71 m 5 st sprickzoner. Sektion 80 - 92 m 3 st sprickzoner. Sektion 129 - 145 m 4 st sprickzoner. Isolerade sprickzoner 25 - 26, 40 - 41, 46 - 47 och 214 - 216 m. Sprickzonerna har med undantag av 4 st vid 46 - 47, 67 - 71, 88 - 92 och 129 - 131 m låg sprickintensitet.
- Gnejsgranit
215 - 294 m: Sektion 229 - 252 m 5 st sprickzoner. Sektion 279 - 292 m 3 st sprickzoner. Dessa sprickzoner har med undantag av två zoner vid 223 - 236 och 279 - 281 m en låg sprickintensitet.
- Karlshamnsgranit
294 - 469 m: Ett mindre parti med kustgnejs finns mellan följande borrhålslängd 347 - 350 m. I anslutning till detta parti finns ej några sprickzoner. I graniten förekommer fler sprickzoner med högre sprickintensitet än hos kustgnejsen och gnejsgraniten. Således visar sig graniten var genom-satt av sprickzoner med hög vattenhalt. Vid följande borrhålslängd 334 - 441 m finns en zon med mycket låg resistivitet d v s hög vattenhalt. Diff. resistansmätningarna visar att sprickzonen har stora öppna sprickor. I anslutning till zonen uppvisar borrhålsvätskans resistivitet en abrupt sänkning i resistivitet. Detta indikerar att vatten som är saltare än borrhålsvätskans tillförs borrhålet från denna zon. I övrigt uppvisar zonerna på följande borrhålslängder ej helt slutna sprickor 311 - 312, 325 - 328, 375 - 377 och 417 - 419 m.
- Kustgnejs 469 - 580 m: Sektionen visar sig endast ha två sprickzoner mot botten av borrhålet mellan 534 - 539 och 548 - 555 m. Diff. resistansmätningarna indikerar isolerade öppna sprickor mellan 500 - 502 och 511 - 513 m.

Borrhål Ka 5

Kustgnejs 0 - 82 m: Sektion 21 - 27 m 3 st sprickzoner. Sektion 66 - 79 m
4 st sprickzoner. Isolerade sprickzoner 34 - 37, 38 - 39,
47 - 49 och 59 - 61 m. Med undantag av zonen vid 78 - 79 m
har dessa zoner en mycket låg sprickintensitet. I flera
av zonerna är sprickorna ej helt slutna 21 - 22 m,
26 - 27 m.

Gnejsgranit
82 - 603 m:

Sektion 82 - 91 m 3 st sprickzoner. Sektion 134 - 146 m
3 st sprickzoner. Sektion 206 - 216 m 2 st sprickzoner.
Sektion 246 - 252 m 2 st sprickzoner. Sektion 317 - 339 m
4 st sprickzoner. Sektion 348 - 368 m 5 st sprickzoner.
Sektion 377 - 381 m 2 st sprickzoner. Sektion 387 - 401 m
3 st sprickzoner. Sektion 446 - 477 m 5 st sprickzoner.
Sektion 569 - 592 m 3 st sprickzoner.

Isolerade sprickzoner 106 - 108, 154 - 155, 168 - 171,
178 - 184, 271 - 273, 283 - 288, 301 - 303, 432 - 434,
506 - 508, 527 - 528, 540 - 543 och 551 - 554 m.

Med undantag av zonerna vid 506 - 508, 540 - 543 och
551 - 554 m har sprickzonerna en låg sprickintensitet.
En del av dessa zoner har sprickor som ej är slutna 215 -
216, 301 - 303, 362 - 365, 506 - 508 och 551 - 554 m.

SAMMANFATTNING

Med undantag för graniten i Ka 4 uppvisar borrhålen berg av mycket god kvalitet. Sprickzoner förekommer relativt glest med stora partier sprickfritt berg. Indikerade zoner har med några få undantag lågt vatteninnehåll. Borrhålsdiametern varierar mycket litet, vilket tyder på att de flesta sprickorna till stor del är slutna. Graniten i Ka 4 är genomgått av flera vattenförande zoner. Resistivitetmätningarna visar att en av dessa zoner är starkt uppkrossad med öppna och vattenförande sprickor.

GEOFYSISK BORRHÅLSMÄTNING

Borrhål Ka 4

Sveriges geologiska undersökning
Berggrundsbyrån

Resistivitmätningar

fig 1-3

Sprickzon framtolkad med hjälp
av resistivitmätningar

Lateral 1,05 m

Lateral 5,15 m

Normal 5 m



Differential punktresistans

fig 4-6

Borrhålsvätskans resistivitet

fig 7-9

Naturlig gammastrålning

fig 10-12

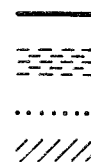
Förenklad bergartsfördelning

Pegmatit

Partier med tunna pegmatiter

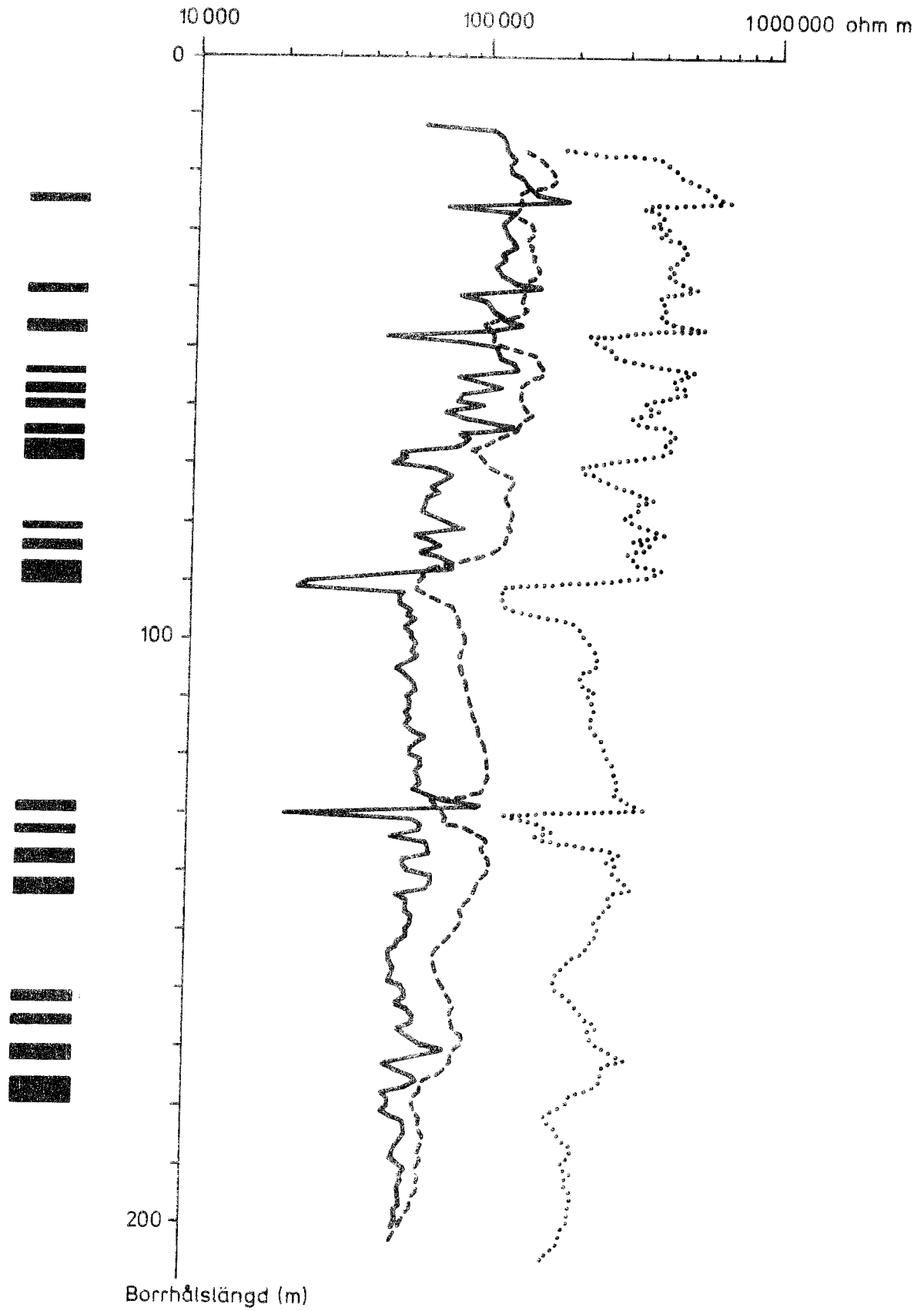
Amfiboliter

Tunna granitstråk



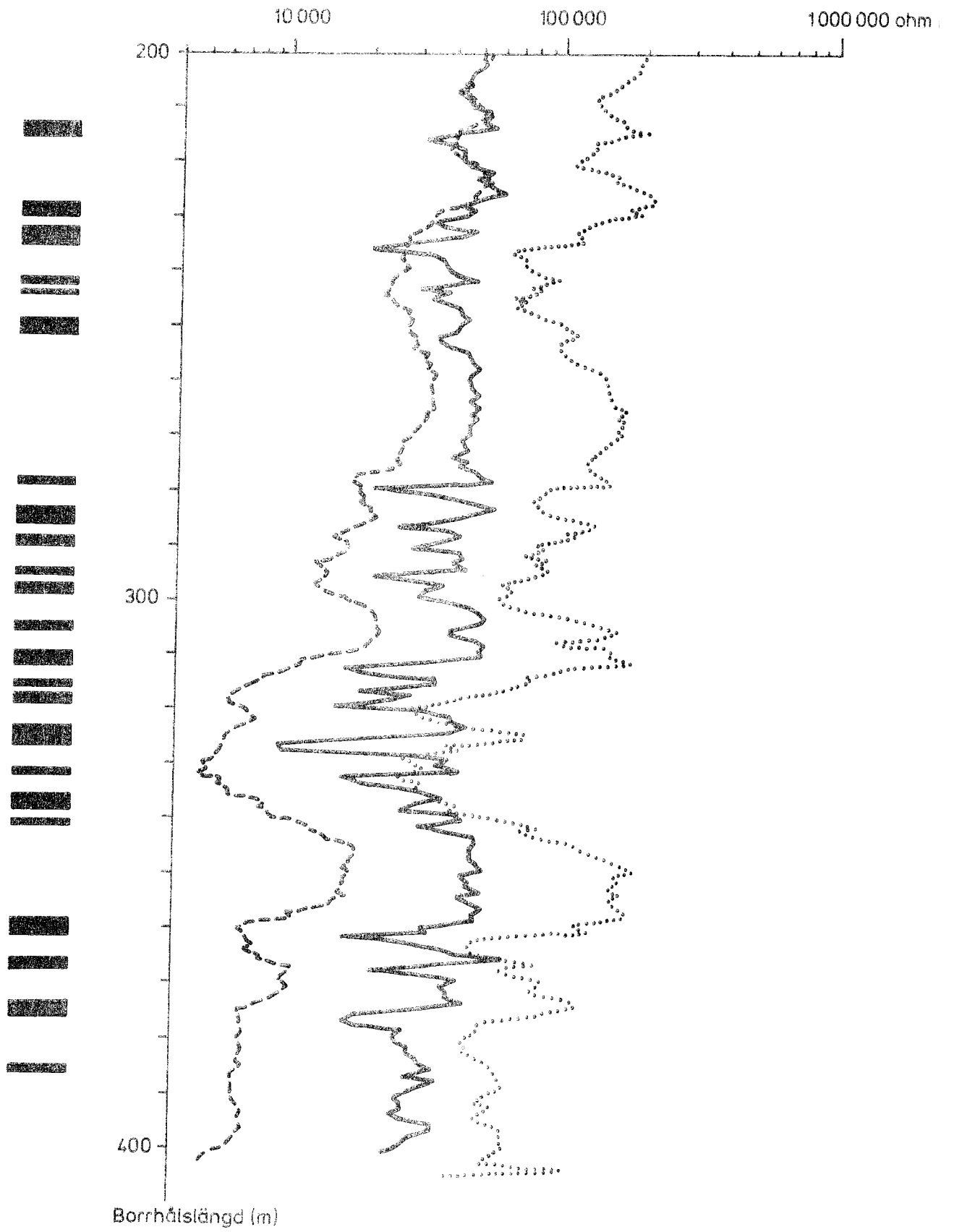
Resistivitetmätningar

Borrhål Ka 4



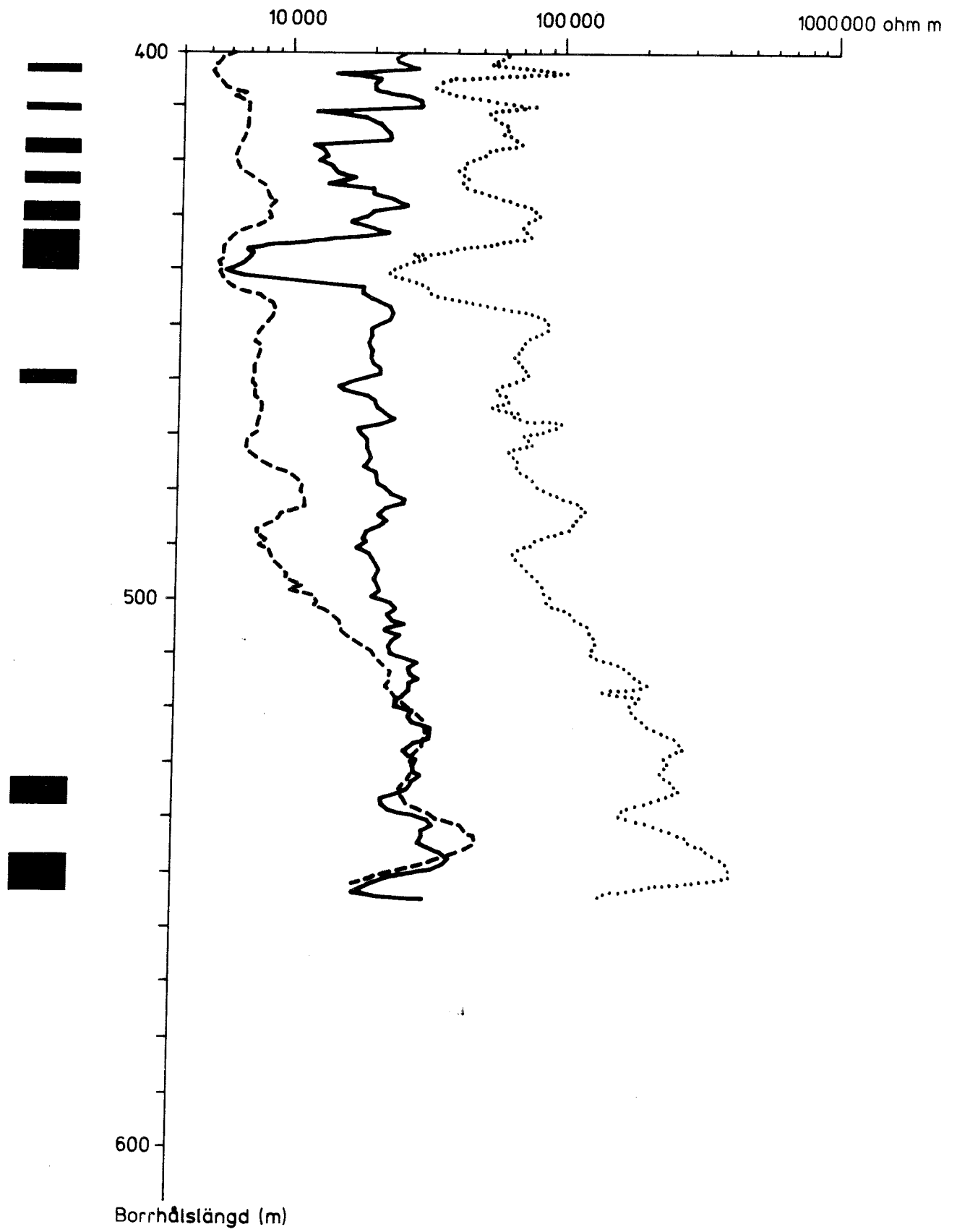
Resistivitetsmätningar

Borrhål Ka 4



Resistivitetmätningar

Borrhål Ka 4



Differential punktresistans

Borrhål Ka 4

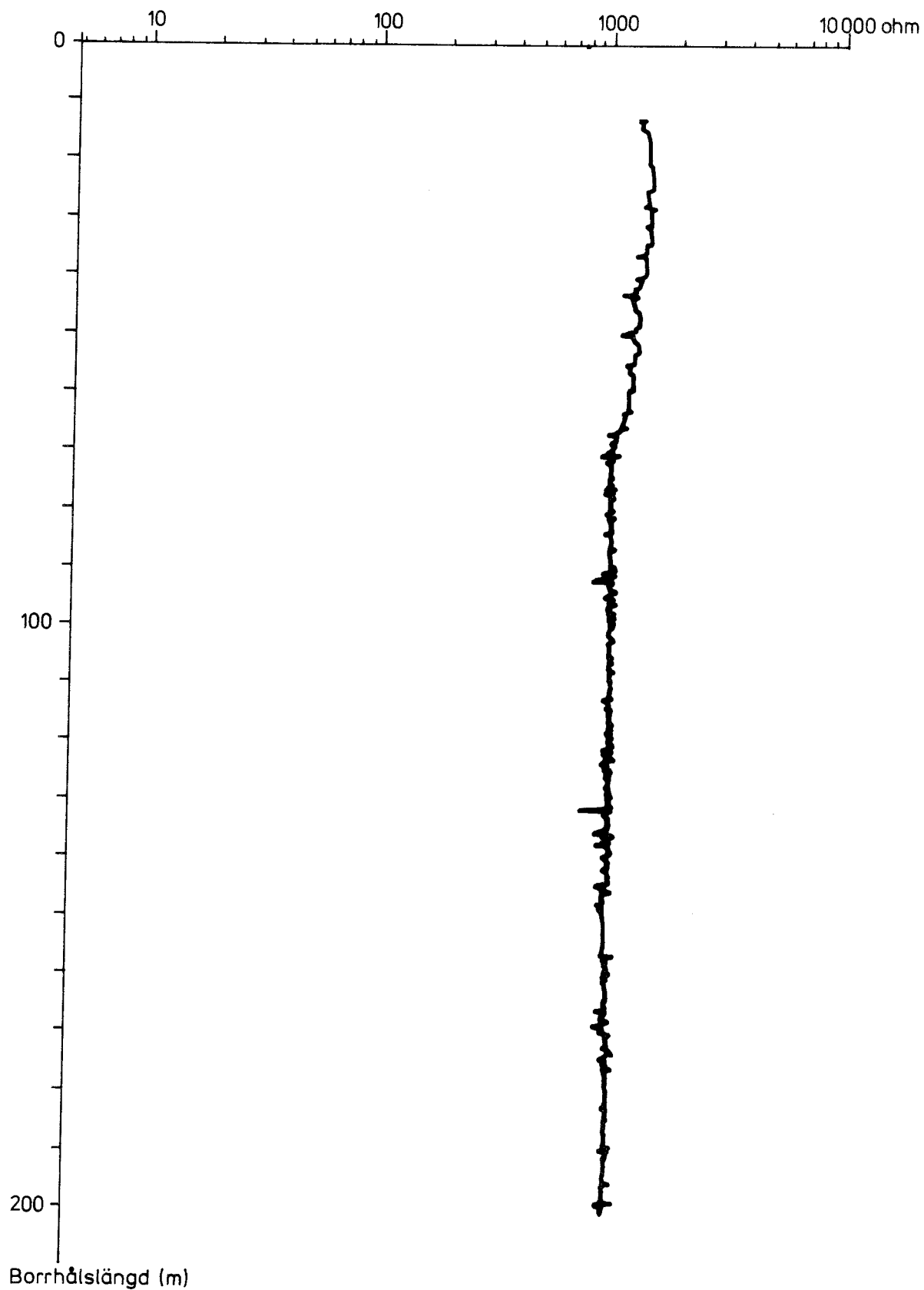


fig 5

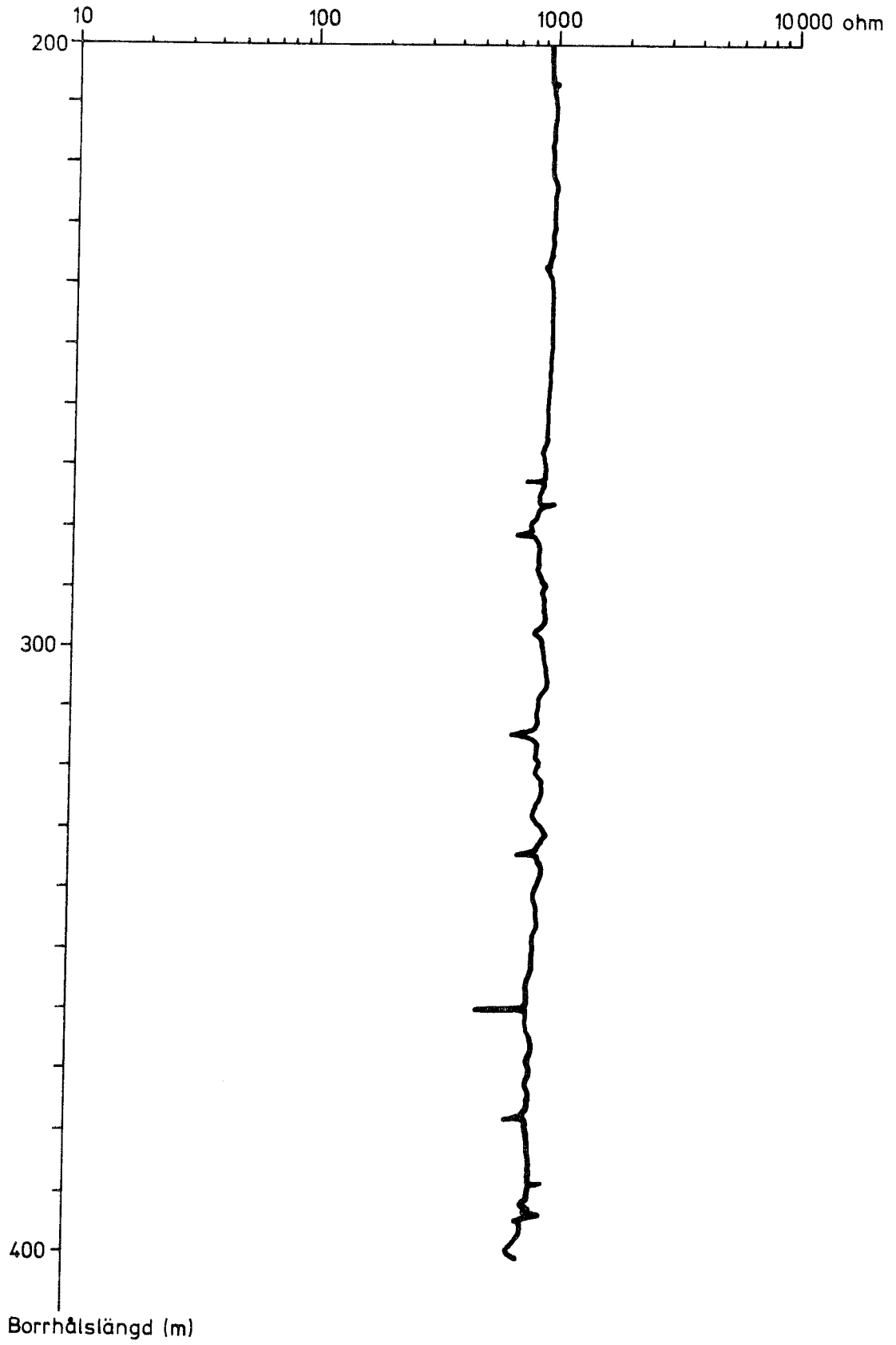
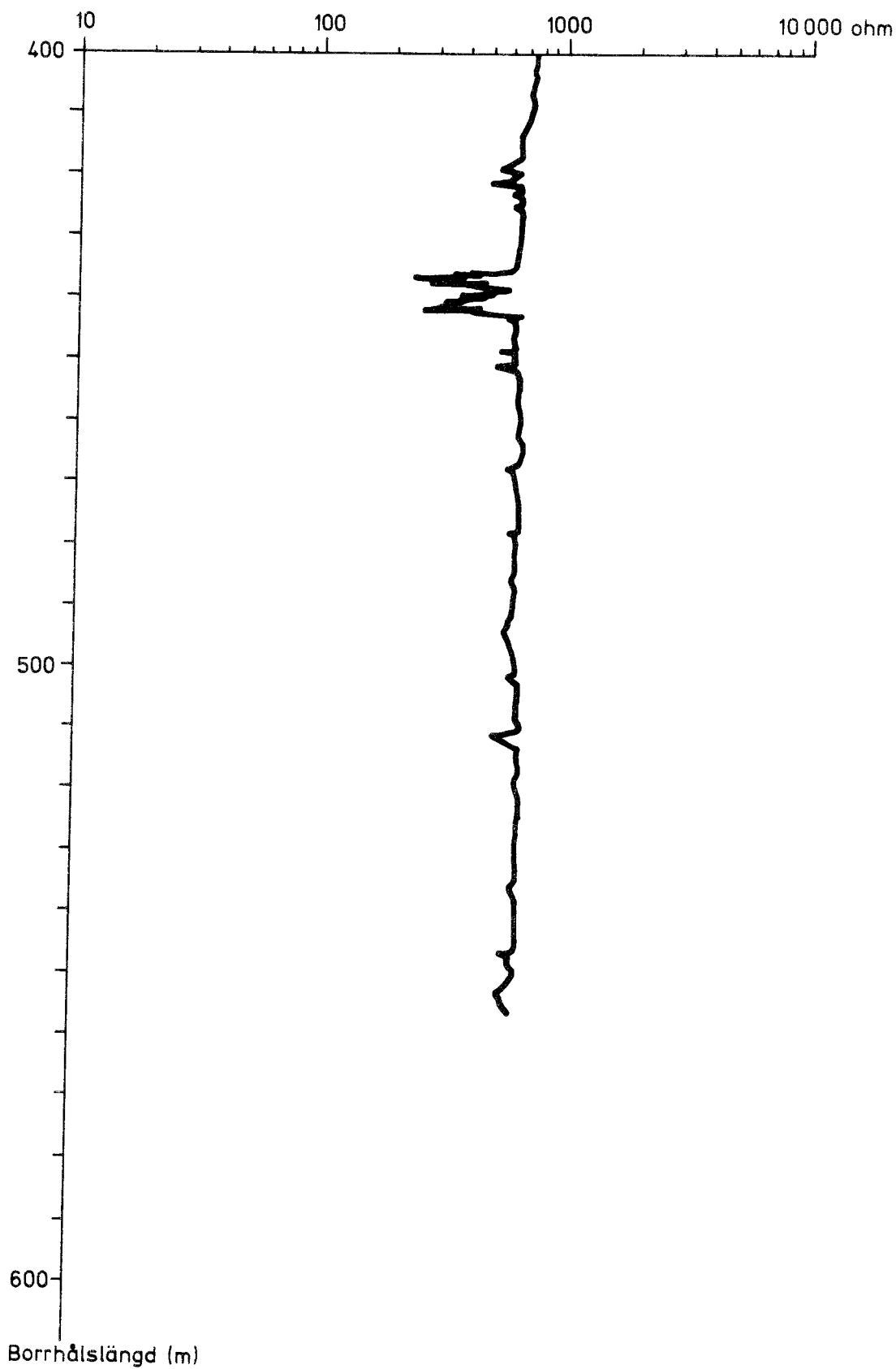
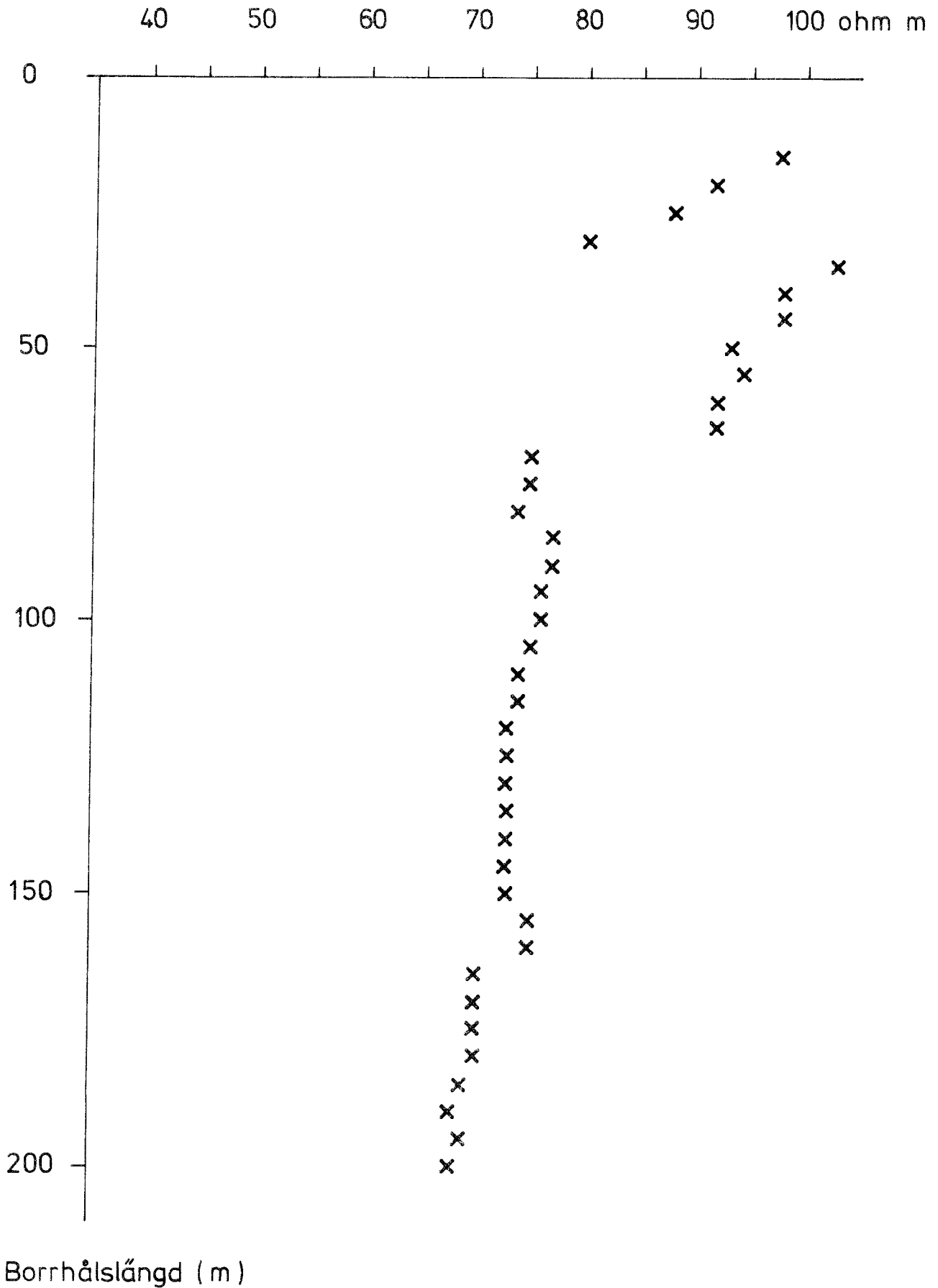


fig 6



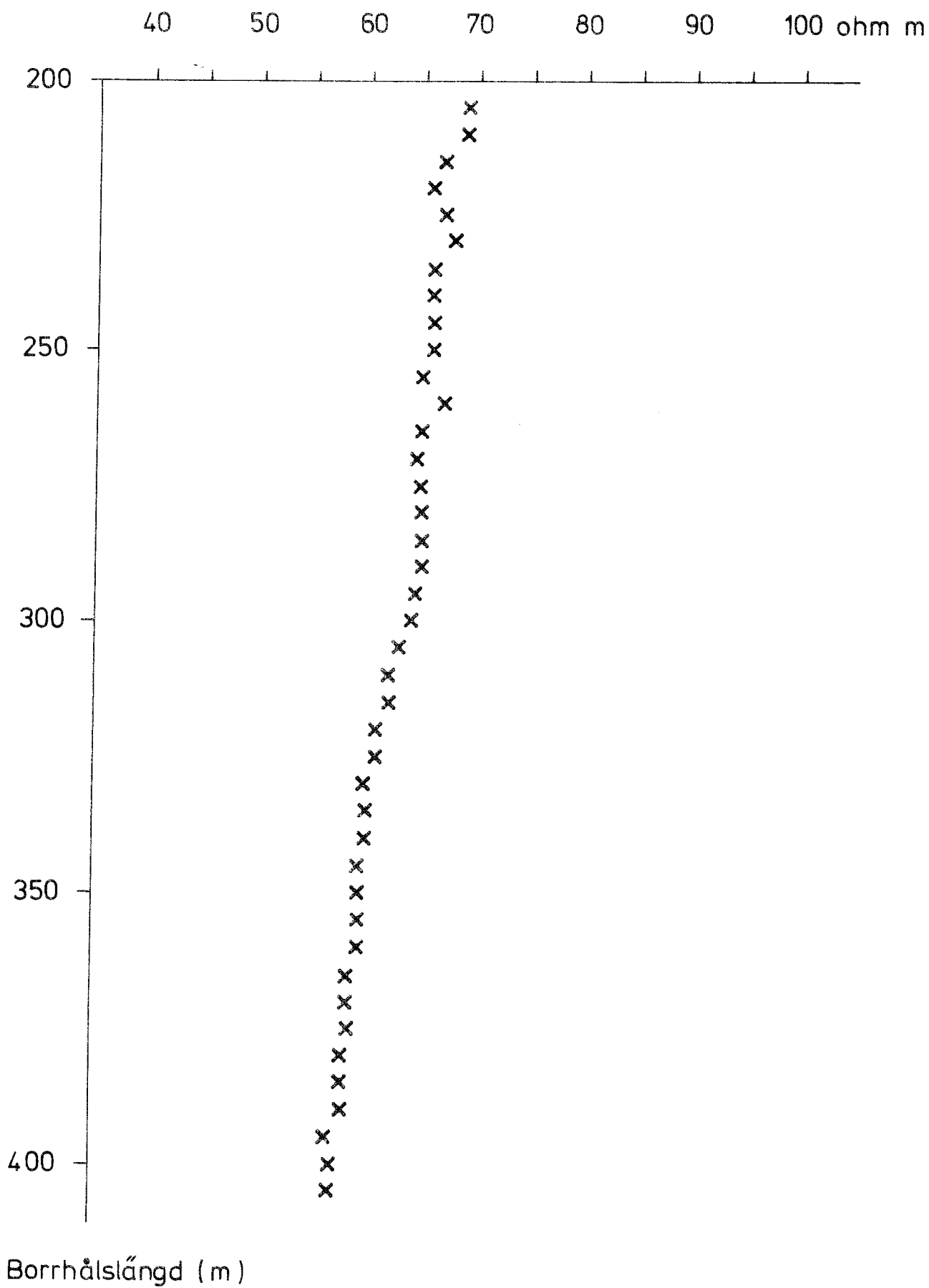
Borrhålsvätskans resistivitet

Borrhål Ka 4



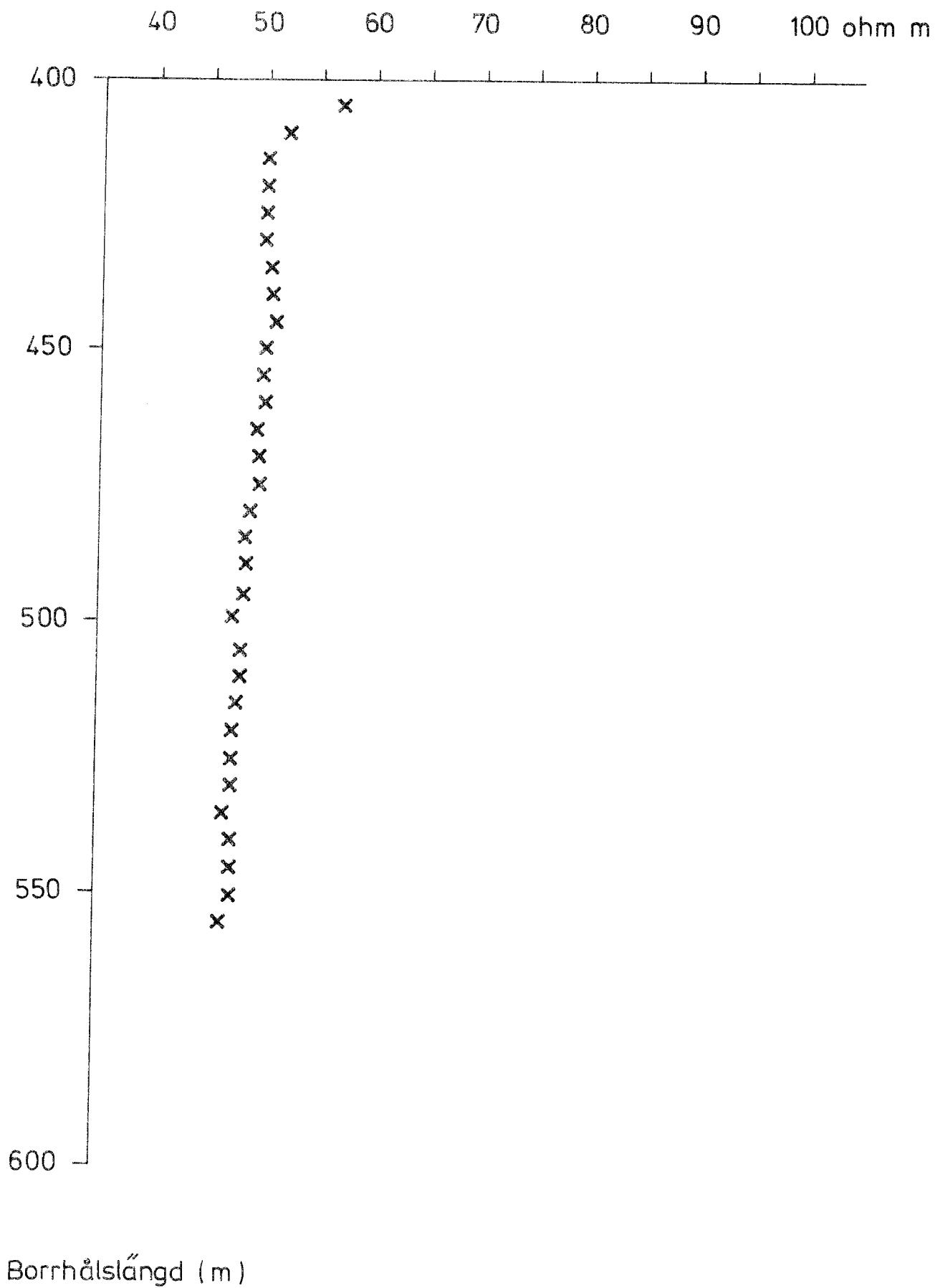
Borrhålsvätskans resistivitet

Borrhål Ka 4



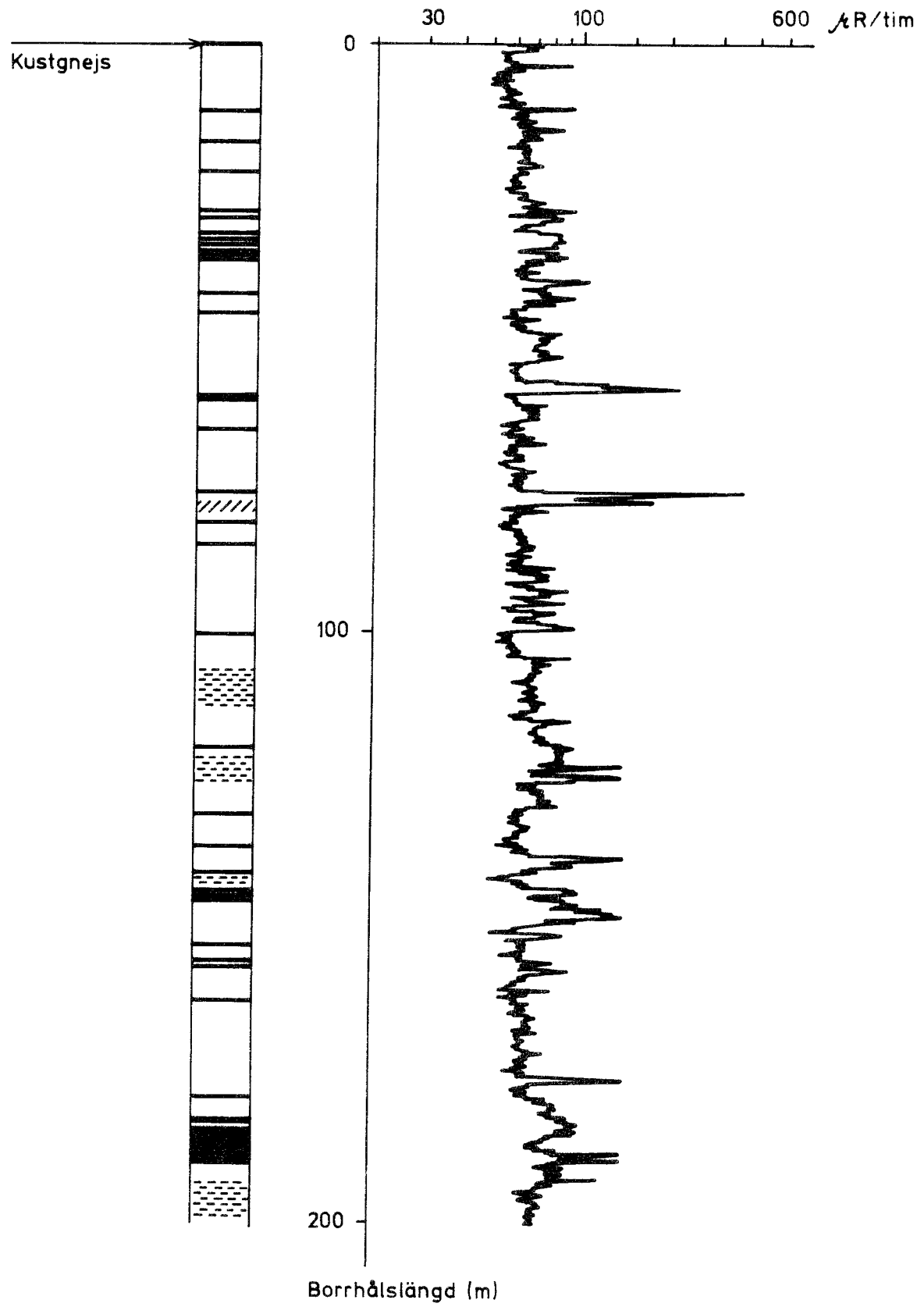
Borrhålsvätskans resistivitet

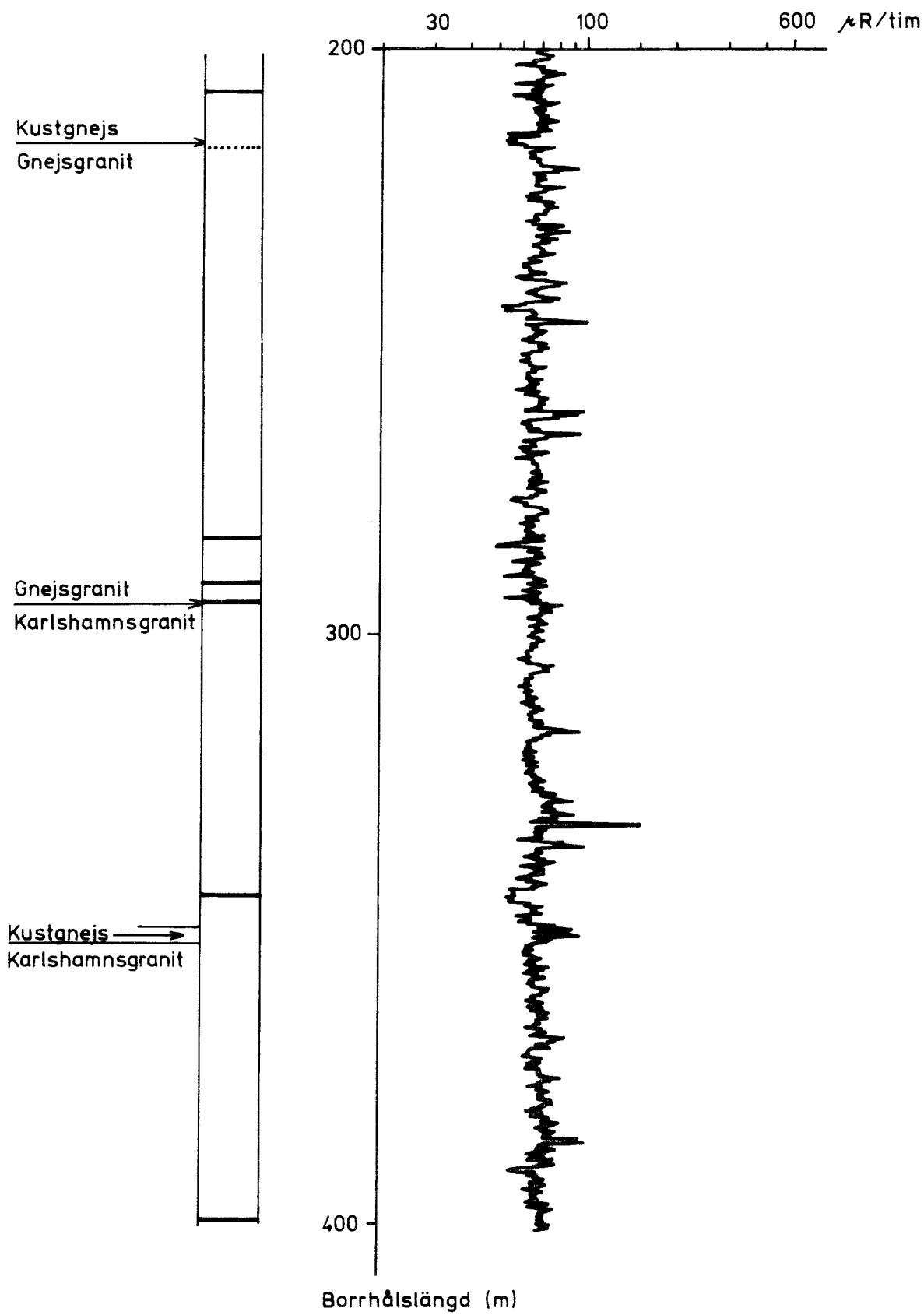
Borrhål Ka 4

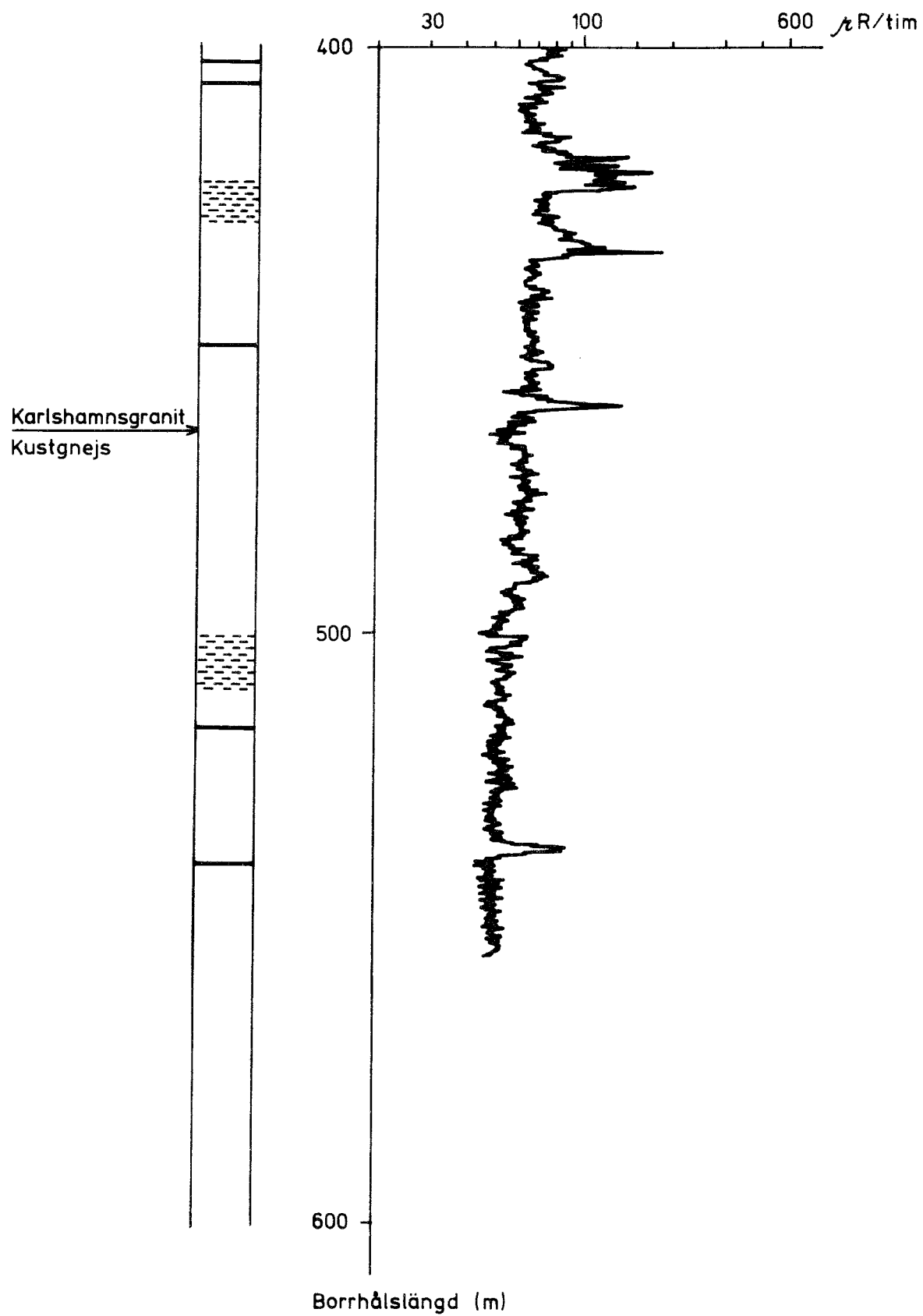


Naturlig gammastrålning

Borrhål Ka 4







GEOFYSISK BORRHÅLSMÄTNING

Borrhål Ka 5

Sveriges geologiska undersökning
Berggrundsbyrån

Resistivitmätningar

fig 13-15

Sprickzon framtolkad med hjälp
av resistivitmätningar

Lateral 1,05 m

Lateral 5,15 m

Normal 1 m



Differential punktresistans

fig 16-18

Borrhålsvätskans resistivitet

fig 19-21

Naturlig gammastrålning

fig 22-24

Förenklad bergartsfördelning

Pegmatit

Partier med tunna pegmatiter

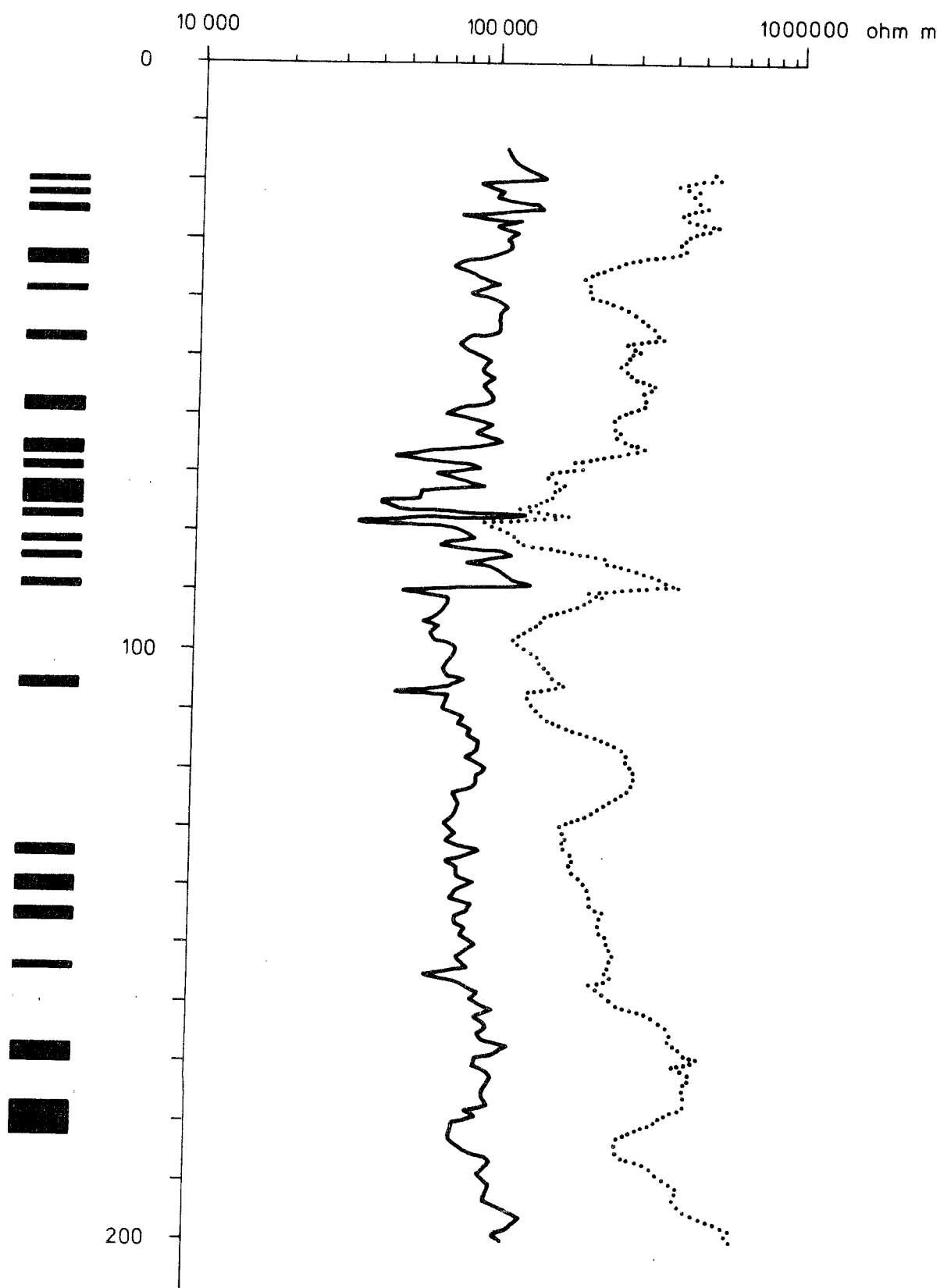
Amfiboliter

Tunna granitstråk



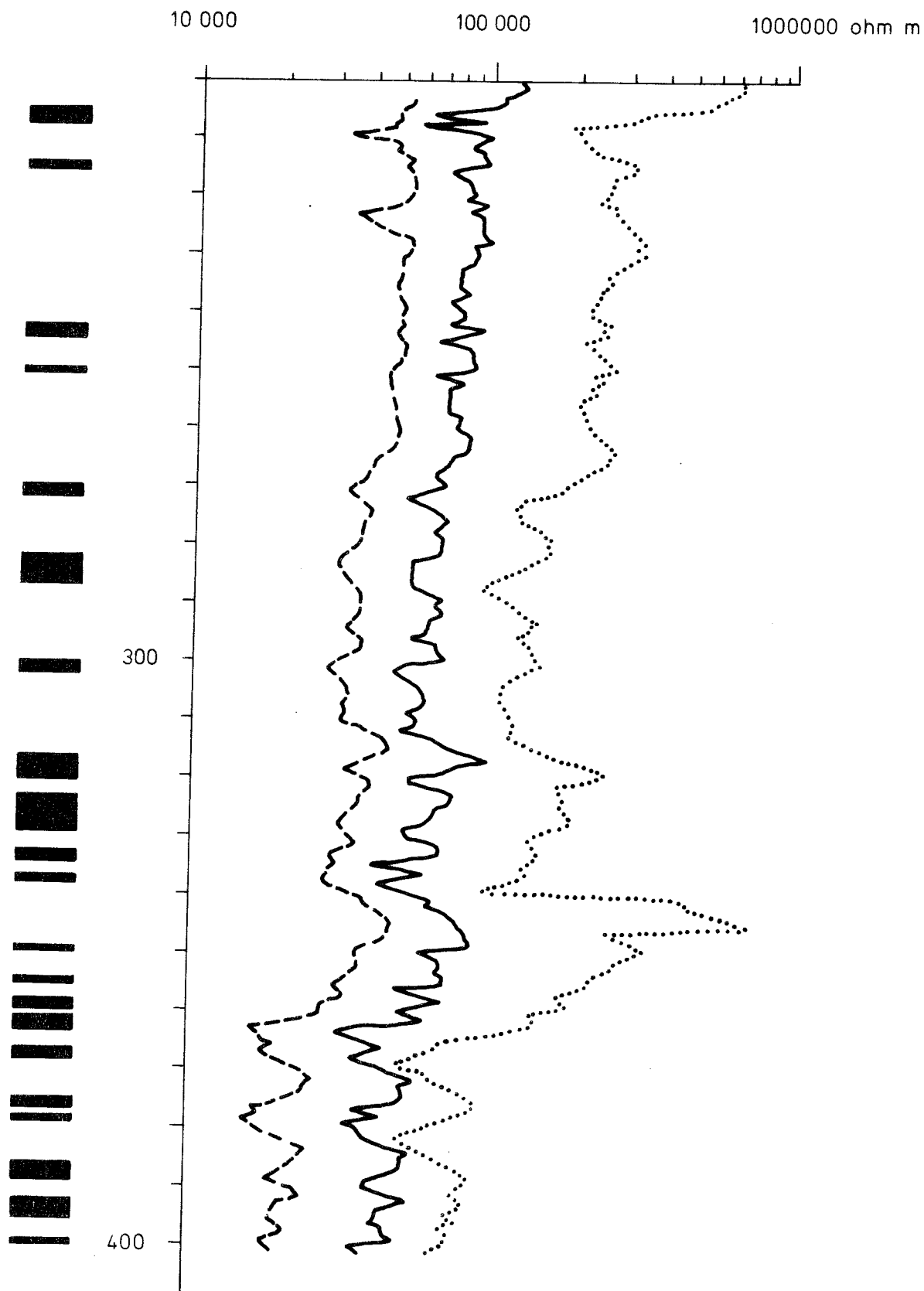
Resistivitetsmätningar

Borrhål Ka 5



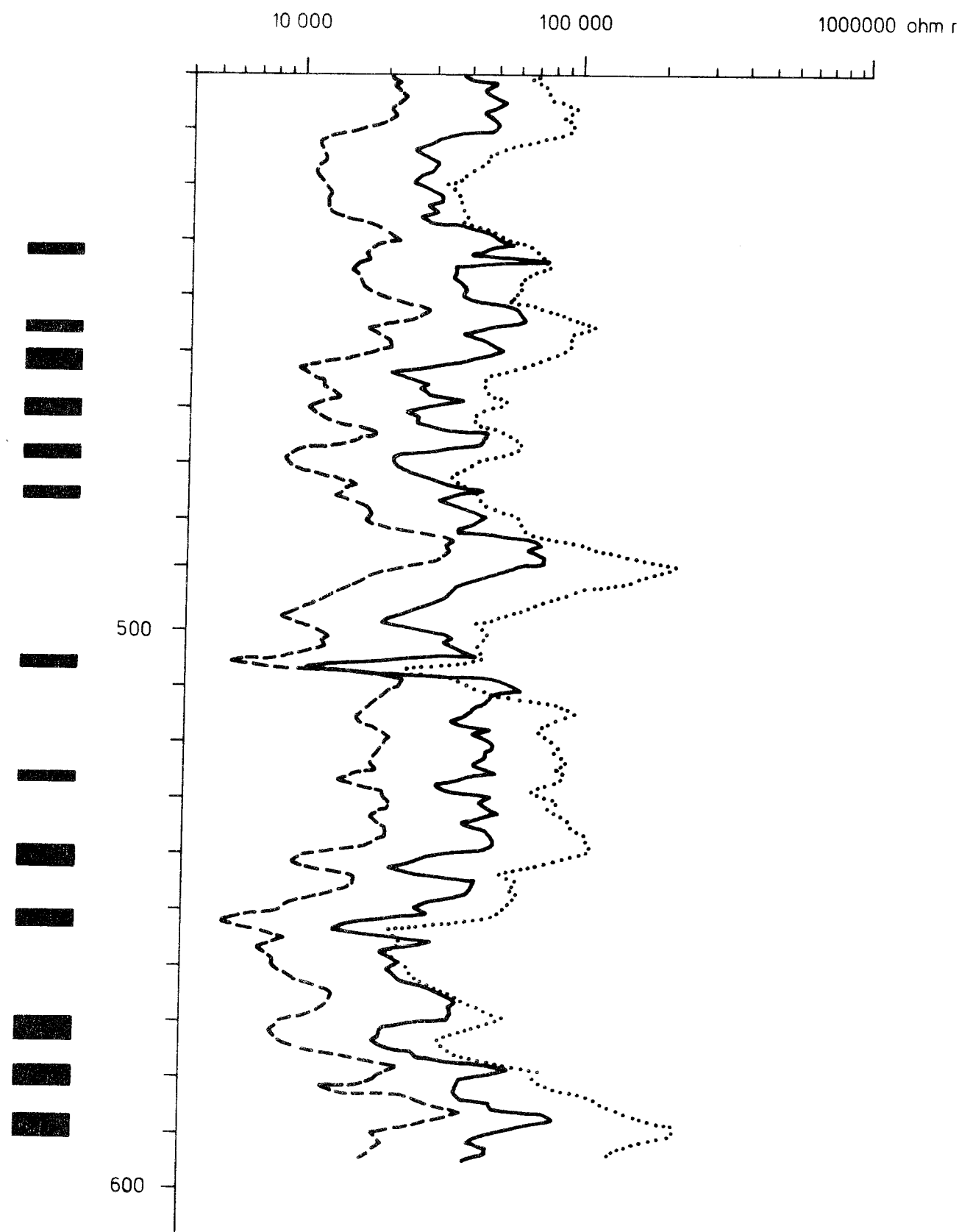
Resistivitetsmätningar

Borrhål Ka 5



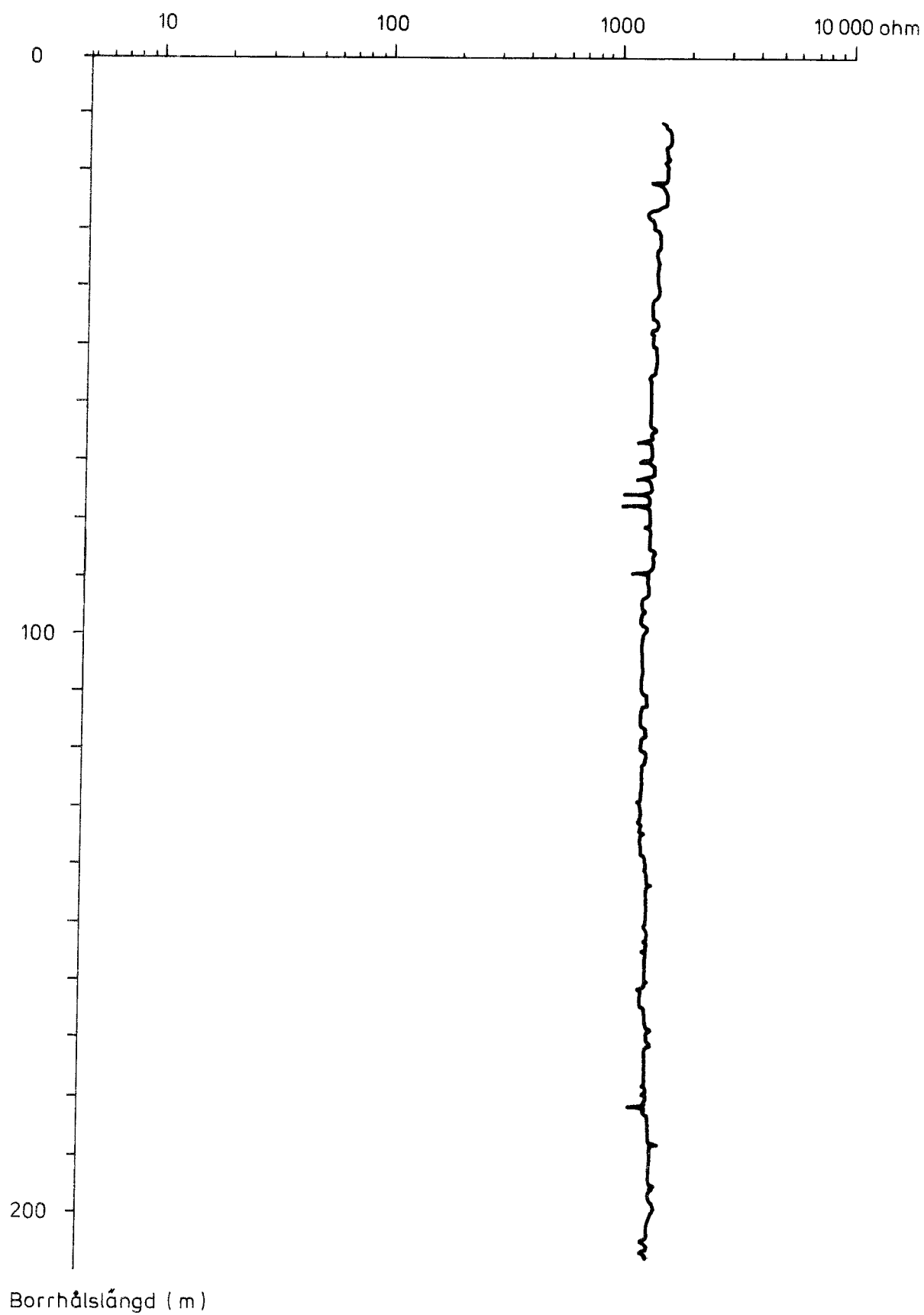
Resistivitetsmätningar

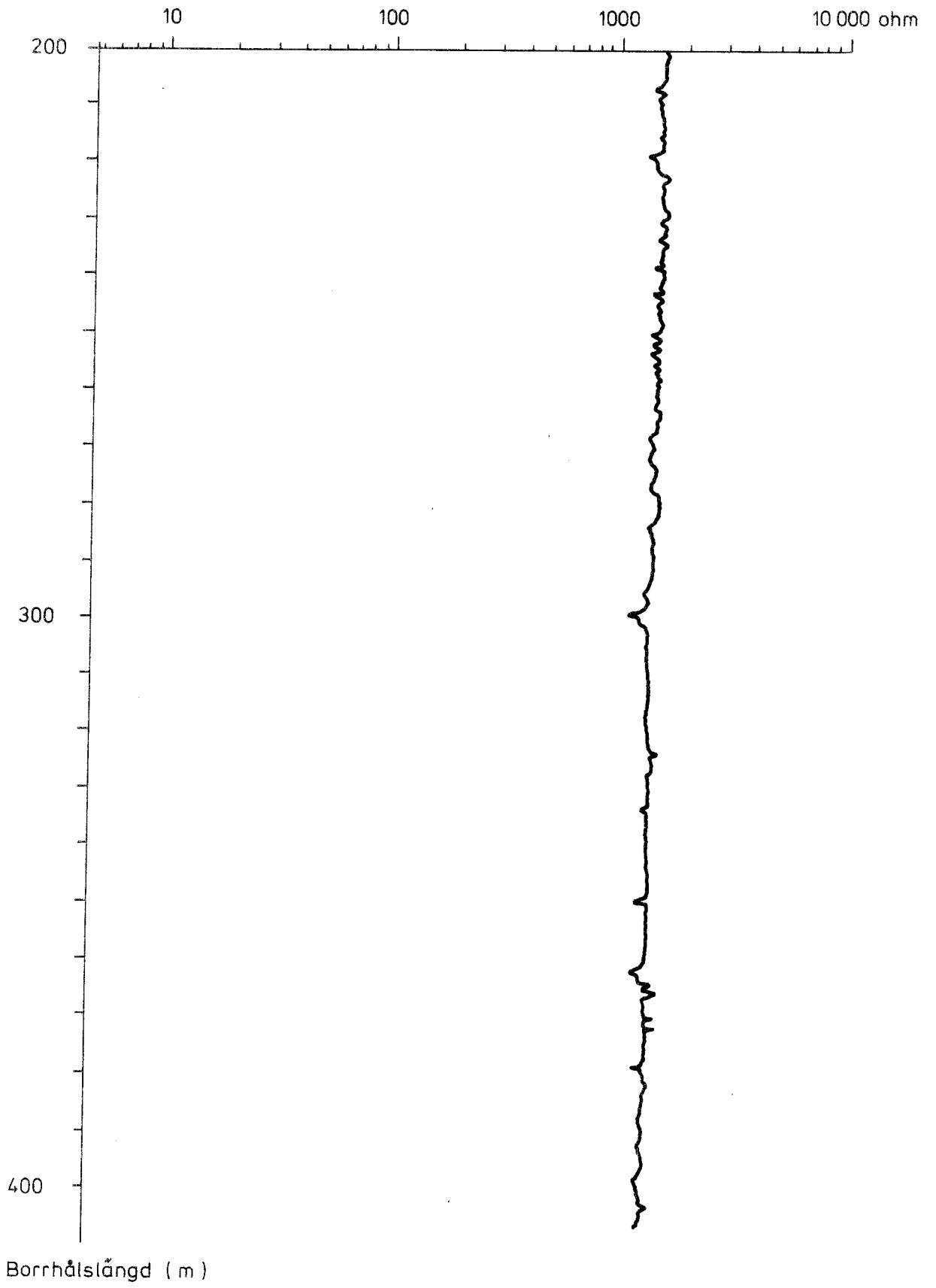
Borrhål Ka 5

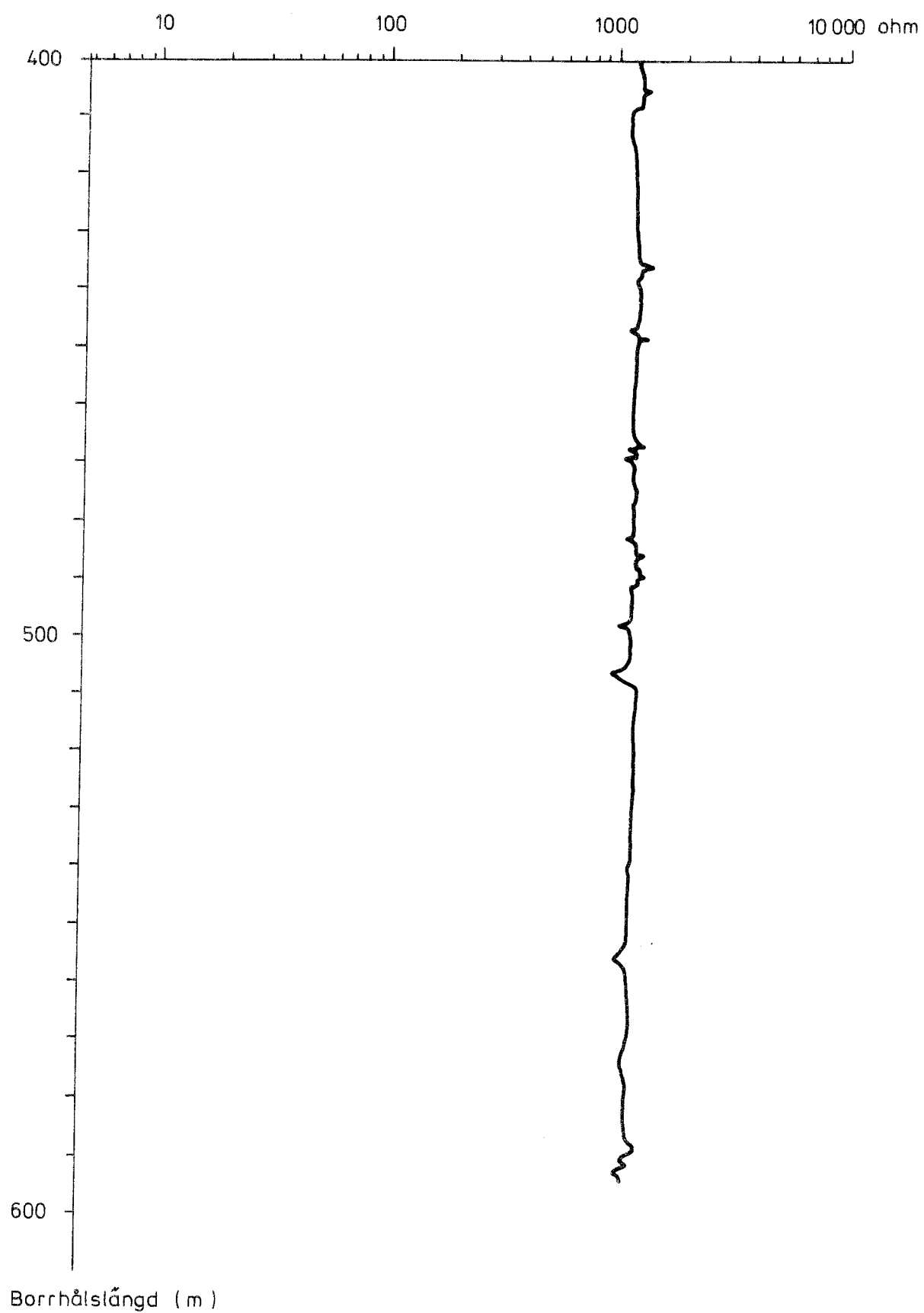


Differential punktresistans

Borrhål Ka 5

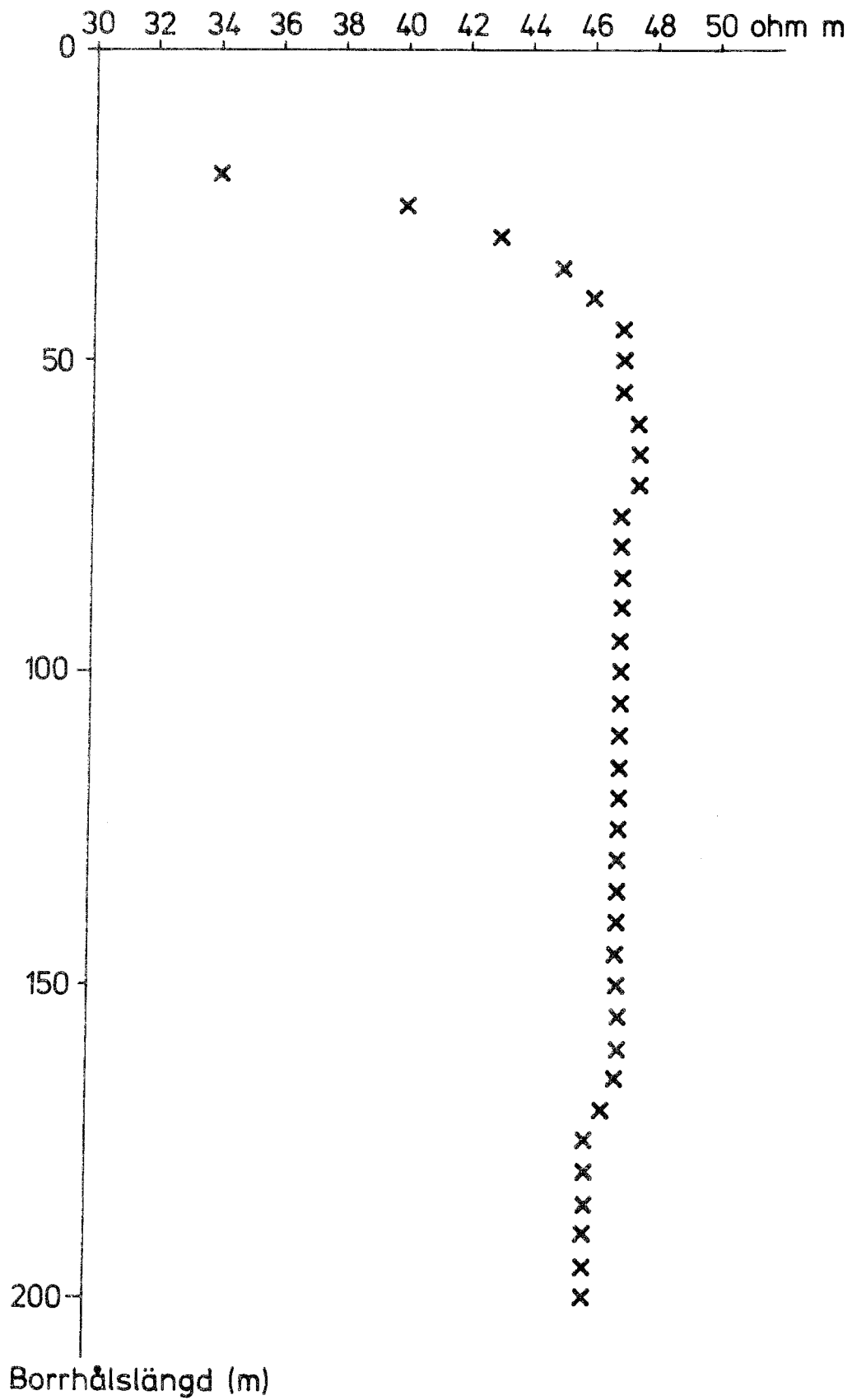






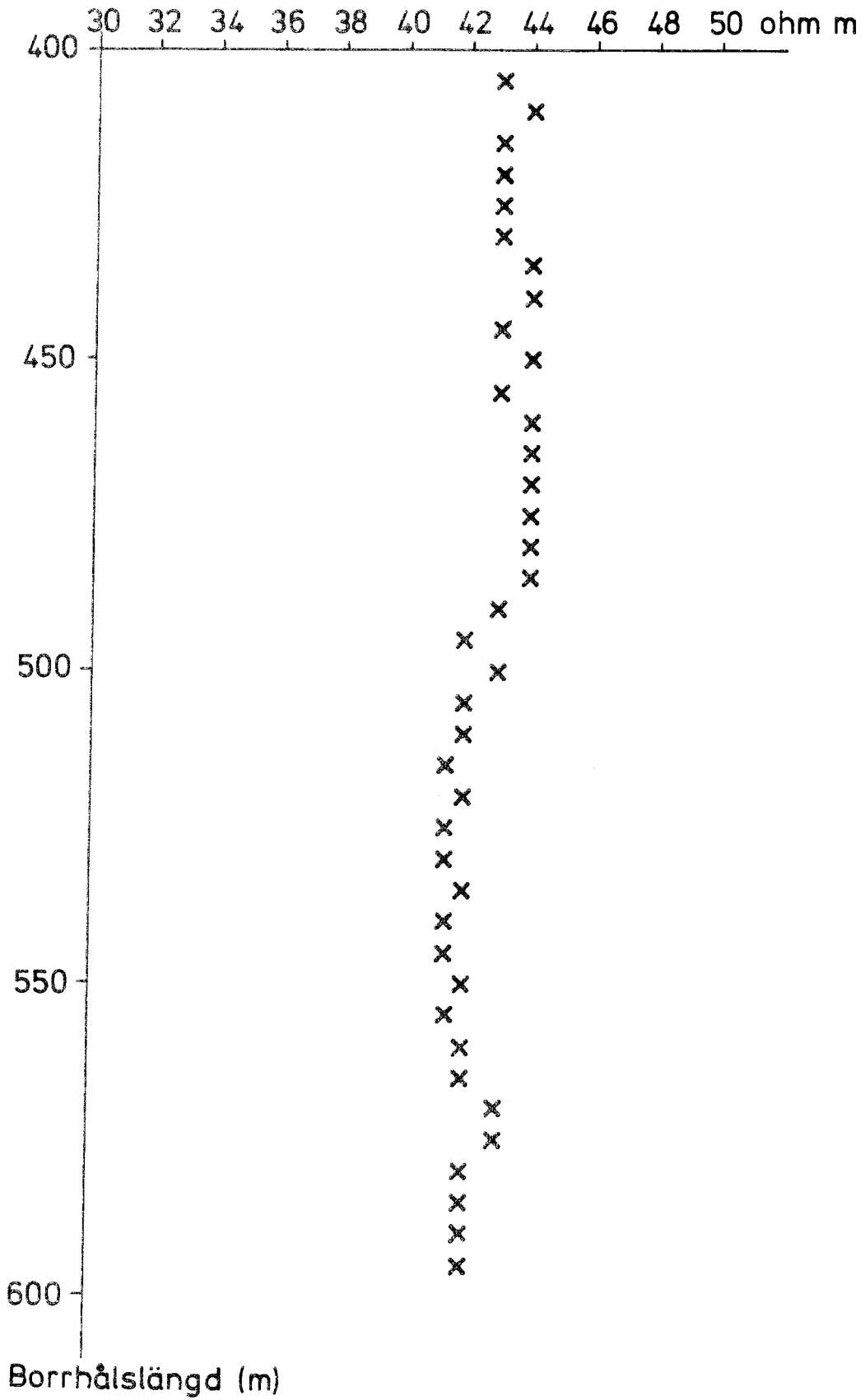
Borrhålsvätskans resistivitet

Borrhål Ka 5



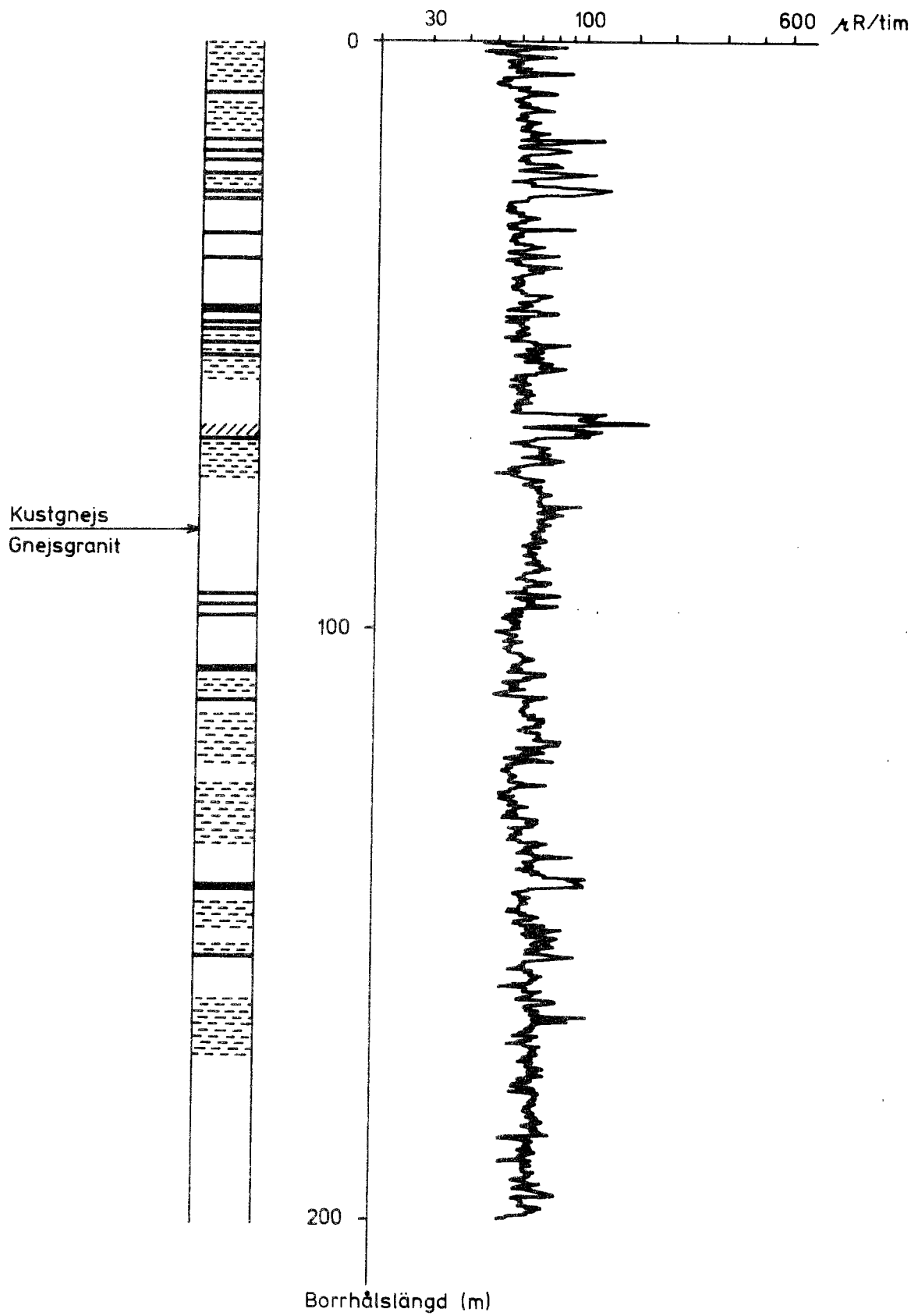
Borrhålsvätskans resistivitet

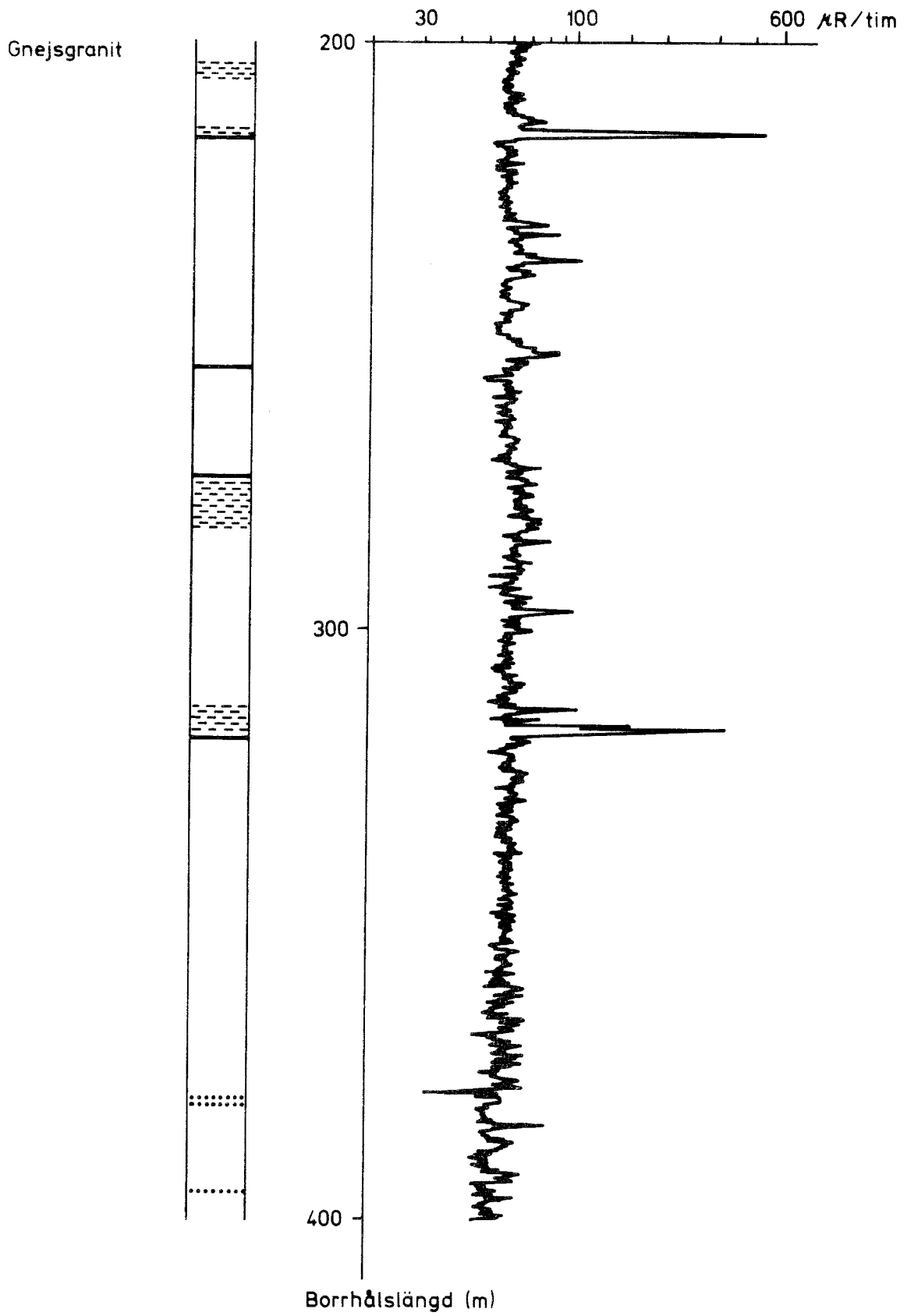
Borrhål Ka 5



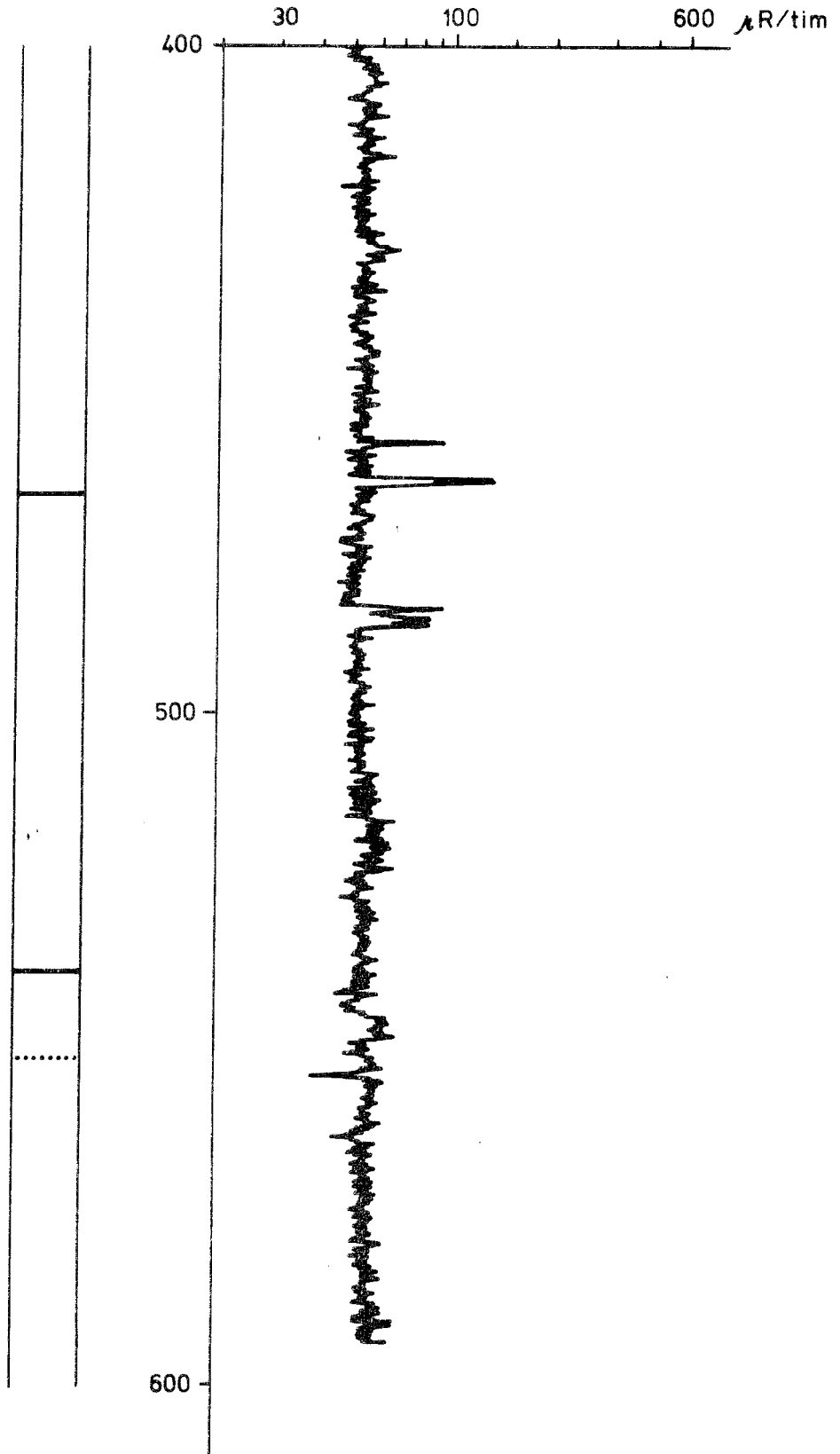
Naturlig gammastrålning

Borrhål Ka 5





Gnejsgranit



FÖRTECKNING ÖVER SKBF PROJEKT KBS TEKNISKA RAPPORTER

- 79-01 Clay particle redistribution and piping phenomena in bentonite/
quartz buffer material due to high hydraulic gradients
Roland Pusch
University of Luleå 1979-01-10
- 79-02 Försöksområdet vid Finnsjön
Beskrivning till berggrunds- och jordartskartor
Karl-Erik Almén
Lennart Ekman
Andrzej Olkiewicz
Sveriges Geologiska Undersökning november 1978
- 79-03 Bergmekanisk bedömning av temperaturbelastning vid slutförvaring
av radioaktivt avfall i berg
Ove Stephansson
Bengt Leijon
Högskolan i Luleå 1979-01-10
- 79-04 Temperatur- och spänningsberäkning för slutförvar
Taivo Tarandi
VBB Vattenbyggnadsbyrån, Stockholm februari 1979
- 79-05 Kompletterande berggrundsundersökningar inom Finnsjö- och
Karlshamnsområdena
Andrzej Olkiewicz
Sören Scherman
Karl-Axel Kornfält
Sveriges Geologiska Undersökning 1979-02-02
- 79-06 Kompletterande permeabilitetsmätningar i Karlshamnsområdet
Gunnar Gidlund
Kenth Hansson
Ulf Thoregren
Sveriges Geologiska Undersökning februari 1979
- 79-07 Kemi hos berggrundvatten i Blekinge
Gunnar Jacks
Institutionen för Kulturteknik, KTH, februari 1979
- 79-08 Beräkningar av grundvattenrörelser inom Sternöområdet i Blekinge
John Stokes
Institutionen för Kulturteknik, KTH, februari 1979
Preliminär utgåva

- 79-09 Utvärdering av de hydrogeologiska och berggrundsgeologiska
förhållandena på Sternö
Kaj Ahlbom
Leif Carlsson
Gunnar Gidlund
C-E Klockars
Sören Scherman
Ulf Thoregren
Sveriges Geologiska Undersökning, Berggrundsbyrån,
februari 1979
- 79-10 Modellberäkningar av grundvattenförhållandena på Sternö
Carl-Lennart Axelsson
Leif Carlsson
Sveriges Geologiska Undersökning mars 1979
- 79-11 Tolkning av permeabilitet i en befintlig berganläggning
Ulf Lindblom
Alf Norlén
Jesús Granero
Kent Adolfsson
Hagconsult AB februari 1979
- 79-12 Geofysisk borrhålsmätning
Kurt-Åke Magnusson
Oscar Duran
Sveriges Geologiska Undersökning februari 1979