Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
5674				
Kommer fra ..arkiv	**Ekstern rapport nr**	**Oversendt fra**	**Fortrolig pga**	**Fortrolig fra dato:**
Elkem AS	Aspro 1687	Elkem AS		

Tittel

Fensfeltet, Ulefoss
Radiometriske og magnetiske undersøkelser i Vipeto -Rullekollområdet utført i 1985
Med tilknytting til REE-undersøkelser i Grubeåsen

Forfatter	Dato	År	Bedrift (oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)
O. Logn	29.6.	1986	Elkem AS

Kommune	Fylke	Bergdistrikt	1: 50 000 kartblad	1: 250 000 kartblad
Nome	Telemark		17134	Skien

Fagområde	Dokument type	Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)
Geologi		Fensfeltet
Råstoffgruppe	**Råstofftype**	
Industrimineral	Skjeldne jordartselemenetr	

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

De radiometriske og magnetiske målinger edkker den sydligste del av Fenkomplekset. Området er nå sammenknyttet med tidligere utforte geofysiske arbeider i Vestfeltet. Kjente radimetriske anomalier er vist i pl. 4. De sterkeste radimetriske anomalier antas forårsaket av thorium-holdige mineraler. De magnetiske anomalier skyldes variabel mgnetittgehalt, fortrinnsvis i Rodberg og Sovitt.

ASPRO PROSPEKTERING A/S
GAMLE RINGERIKS VEI 14, POSTB. 83 - 1321 STABEKK
HELEID AV AKTIESELSKABET SYDVARANGER
Tlf. (02) 12 05 18
(02) 53 08 34
Telex 72 987 aspro

INTERN RAPPORT.

DATO: 29/5-1986	RAPPORT NR: 1687	KARTBLAD 1713 IV	Antall sider 59 —"— bilag 6

SAKSBEARBEIDER Ø. Logn

RAPPORT VEDRØRENDE:

Fensfeltet, Ulefoss
Radiometriske og magnetiske undersøkelser i Vipeto-Rullekoll området utført 1985.
Med tilknytning til REE-undersøkelser i Grubeåsen.

RESYMÉ:

Det målte området dekker den sydlige del av Fen-komplekset. Området er nå sammenknyttet med tidligere utførte geofysiske arbeider i Vestfeltet. Kjente radiometriske anomalier er vist i pl. 4. De sterkeste radiometriske anomalier antas forårsaket av thorium-holdige mineraler. De magnetiske anomalier skyldes variabel magnetittgehalt, fortrinnsvis i Rødberg og i Søvitt.

Boringer i Gruveåsen viser god korrelasjon mellom thorium, REE og scandium, se også ASPRO rapp. 1648 ved I. Hultin. Det er indisium på at Th-REE forekommer i steiltstående soner.

Korrelasjonen mellom TH, Sc og REE gir mulighet for direkte påvisning av Sc og REE ved radiometriske målinger.

Det pekes i rapporten på at det synes å være en sammenheng mellom gravimetriske anomalier og radiometriske anomalier. På flanken av den store av I. Ramberg påviste gravimetriske anomali, som antas forårsaket av en Kimberlitt-kropp i dypet, finnes det jevnt fordelt en rekke lokale gravimetriske anomalier i posisjon i nærheten av radiometriske anomalier. De lokale gravimetriske anomalier er ikke oppmålt i detalj.

Det forslås at det gjøres a) gravimetriske målinger, b) boringer for å klarlegge årsaken til disse anomaliene. Kan de skyldes øket konsentrasjon ved tungmetallholdige ganger på flankene av det ultramafiske plugg i dypet?

Det foreslås dessuten et borprogram for videre oppfølging i Grubeåsen, eventuelt kombinert med leting/påvisning av REE i Rullekoll-området.

FORDELING

OSLO:

- ASPRO
- Hultin

KIRKENES:

ANDRE:

- K/S A/S FENCO

KOMMENTAR:

INNHOLD

		Side
1.	Innledning	1
2.	Kort om tidligere resultater	2
3.	Geofysisk status pr. 1985. Hva vet vi?	3
	3.1. Geofysiske parametre	3
4.	Undersøkelser i Vipeto-Rullekoll området 1985	9
	4.1 Radiometrisk kart pl. 2	9
	4.2 Magnetisk kart pl. 3	10
5.	Sammenstilling av resultater. Gravimetri-gammastråling	11
6.	Diamantboring i Grubeåsen	16
	Fig. 3-12: Vertikale seksjoner	17-27
	Fig. 13-17: Vertikale seksjoner	29-33
	Fig. 18-26: Horisontale kart	35-43
	Fig. 27-31: Horisontale kart	45-49
	Fig. 32-35: Vertikale lengdesnitt	50-53
7.	Metallfordeling	54
	7.1 Østområdet	55
	7.2 Vestfeltet	56
	7.3 Arbeidshypotese	58
8.	Konklusjon	58
	8.1 Fremtidige undersøkelser	59
	8.2 Diamantboringer	59

6 plansjer.

ØL/rf

FENSFELTET

RADIOMETRISKE OG MAGNETISKE UNDERSØKELSER I VIPETO-RULLEKOLL-OMRÅDET UTFØRT I 1985. MED TILKNYTNING TIL REE-MINERALISERINGER I GRUBEÅSEN

1. INNLEDNING

Denne rapport bygger på resultater beskrevet i to publikasjoner:

1. Preliminary results of gravimetric Investigations in the Fen Area. NGT 1964. By Ivar B. Ramberg.

2. Gravity Studies of the Fen Complex, Norway, and Their Petrological Significance.
   By Ivar B. Ramberg. Contr. Mineral. and Petrol 38 (1973).

Videre på følgende rapporter:

3. The Fen Project. A geological Survey of the Vipeto-Rullekoll Sub-area. Carried out 1980 and 1981.
   By ÅSV-geologist Viggo H. Wiik (1982).

4. The Fen Project. Detail magnetic and gamma-ray Investigations of the Fen Complex. By C.W. Carstens. Elkem A/S (1984).

5. Fensfeltet. Kommentarer til de utførte geofysiske arbeider. Ved Ø. Logn (1983). ASPRO nr. 1371.

6. Fensfeltet. Om mulighetene for å finne flere karbonatitter. Ved Ø. Logn (1983). ASPRO nr. 1390.

7. Fensfeltet. Geofysiske målinger (SP og resistivitet) i området Tuftehavna-Holla Kirkeruin.
   Ved. Ø. Logn (1984). ASPRO nr. 1511.

8. Scandium-Europium- og Neodymium -undersøkelser i Gruveåsen, Ulefoss. Ved Ivar G. Hultin (1985). ASPRO nr. 1648.

Rapporten skulle egentlig handle om radiometriske og magnetiske målinger utført høsten 1985 i Vipeto-Rullekoll-området i søndre del av Fen-komplekset. Men da informasjoner i dette kompleks - geologiske, såvel som geofysiske og geokjemiske - synes å være knyttet nær sammen, føler jeg et behov for å behandle de geofysiske resultater fra 1985 i lys av det kjennskap vi etter hvert har skaffet oss vedrørende anomalienes opptreden og sammenhengen med årsakene som ligger bak.

Rapporten kommer derfor først og fremst til å handle om forholdet mellom gravimeterfelt og radiometrisk felt (gammastråling), samt disse felters tilknytning til innholdet av spormetaller i borkjerner.

Som det vil fremgå av det følgende, kan de beskrevne resultater komme til å danne et første grunnlag for en bevisst målrettet letemetodikk etter verdifulle metaller i Fen-komplekset.

2. KORT OM TIDLIGERE RESULTATER

På grunn av forholdene i feltet (bebyggelse, miljøhensyn) har undersøkelsene innen Fen-prosjektet først og fremst vært rettet mot området Tuftehavna - Holla Kirkeruin i Fens-feltets vestre del (Vestfeltet). Dessuten har letingen i første omgang vært konsentrert om det niob-førende mineral pyroklor, selvom man har hatt kjennskap til at det forekommer en rekke interessante spormetaller tilhørende gruppen "sjeldne jordarter." I slutten av 1960-årene har Megon & Co A/S søkt etter yttrium innenfor Komplekset.

Spredte arbeider er fra tid til annen også gjort i det gamle jerngruvefeltet i østre del av komplekset. I 1985 dekket geolog I. Hultin et område med systematiske diamantboringer (oppdrag fra Megon & Co A/S). Borkjernene ble analysert på Lantanider og spormetaller som forekommer i tilknytning til disse.

Diamantboringer i Vestfeltet i 1982-84 resulterte i visse prinsipielle muligheter når det gjelder videre leting i denne del av feltet, se ASPRO Rapport nr. 1511. Over en undersøkt feltbredde på ca. 400 m har man påvist 13 konsentriske ganger som fører uran, hvorav de "indre" (de nærmest Fen-kompleksets sentrum) i tillegg fører vekslende gehalter av niob. Gjennomsnittlig avstand mellom gangene er ca. 30 m. Interessant er det i denne forbindelse at Ramberg omtaler to sett av ganger (dykes) i feltet: Radielle og konsentriske.

De uranførende soner er årsak til de radiometriske soner som er registrert ved målinger på overflaten. På grunn av tynt, vekslende overdekke vil anomaliene ha et mere uregelmessig forløp enn de tilsvarende uranholdige soner påvist i diamantborhullene. Gammastrålingen har som kjent liten rekkevidde gjennom jorddekket.

Man bør derfor ikke ta for meget hensyn til anomalienes form ved vurderinger i et overdekket område. Anomalienes form må alltid sees på bakgrunn av overdekkets variasjon i omegnen.

Ramberg har i 1960-årene påvist en betydelig gravimetrisk anomali med sentrum i Fen-kompleksets vulkanrør. Han foreslår at man i dypet må ha en stor ca. 10 km høy konsentrasjon av bergarten Damtjernitt, som er den bergart i Fensfeltet som likner mest på kimberlitt, som finnes i tilsvarende karbonatitt-vulkanrør i Syd-Afrika. Damtjernitten har densitet 3.08, hvilket gir en tetthetsdifferanse på 0.41 til omgivende gneisbergarter, som er tilstrekkelig til å forklare anomalien. Det er bare en vesentlig innvending. Damtjernitt dekker et ganske ubetydelig areal i overflaten.

Analysert på Pt?

Geologisk er feltet meget komplisert. Geolog Wiik, som har kartlagt i Sydfeltet, hevder at det har vært en rekke utbrudd med øket vulkanisme avbrudt av roligere perioder. Dette har ført til komplisert geologi, med eksplosjonsbreksjer, gangbergarter etc. Det geologiske bildet kan være vanskelig å få oversikt over i detalj, fordi det samtidig er ganske sterkt overdekket.

3. GEOFYSISK STATUS PR. 1985 - HVA VET VI?

Etter flere år med geofysiske overflatemålinger - radiometriske, magnetiske, elektromagnetiske og elektriske - samt systematiske diamantboringer med geofysiske borhullsmålinger, kan det være grunn til å ta et overblikk over situasjonen. Hva vet vi, og hva skulle vi ønske å vite mere om, når det gjelder feltets geofysiske parametre, og deres tilknytning til utbredelsen av tilsvarende anomalier.

3.1 Geofysiske parametre

Elektrisk ledningsevne. Fensfeltet er delvis dekket av marine leirer i sterkt vekslende mektighet (se pl. 1 nederst til venstre), fra helt tynne avsetninger til betydelige tykkelser (10-20 m eller mere). Ledningsevne-

kontrasten mot underliggende fjelloverflate er betydelig, og frembringer såvel resistivitets- som VLF-anomalier.

I underliggende bergart finnes tallrike steiltstående, svakt pyrittførende soner som gir potensialvariasjoner (SP) i borhull. Sonene kan registreres på overflaten gjennom tynt overdekke. Anomaliene taper seg imidlertid hurtig under økende overdekketykkelse av høy ledningsevne.

Konklusjon: Elektriske (el.magn) metoder kan benyttes utelukkende til å bestemme overdekketykkelse, og vil bare indirekte kunne være til nytte for geologisk kartlegging av bergarter, med klare hårdhetskontraster, som gir forskjellige tykkelser av det ledende overdekke.

Negative sider: Fensfeltet omfatter et bebygget område, og det finnes tallrike elektriske anlegg som gir betydelige forstyrrelser på alle typer elektriske målinger, også på likestrømsmålinger. Strømførende telefonkabler - som er gravet ned i overdekket, gir anomalier som kan gi falske forhåpninger.

Disse konklusjoner er basert på målinger i Vestfeltet. De gjelder sannsynligvis også i Syd- og Østfeltet. I disse deler er det mere hematitt, men dette mineral har dårlig elektrisk ledningsevne, og vil ikke kunne påvises ved elektriske målinger.

Magnetisk susceptibilitet varierer adskillig innen feltet og skyldes vekslende impregnasjoner av magnetitt. Magnetitten forekommer i smale markerte soner som løper omtrent N-S. I eksplosjonsrørets sentrale deler ser det ut som om dette mønster er mere eller mindre ødelagt. Det skulle tyde på at temperaturen har vært over Curie-punktet. Magnetittsonene forekommer ikke i direkte tilknytning til Nb-førende soner, men kan finnes ganske nær dem.

Konklusjon: Magnetiske målinger vil kunne brukes indirekte i leting etter niob-mineraliseringer, under forutsetning av at magnetitt - og niob forekommer i paralleltløpende soner.

De samme betingelser gjelder sannsynligvis i Syd- og Østfeltet. Hematitt har ingen susceptibilitet som kan sammenlignes med magnetittens susceptibilitet.

Radiometrisk gammastråling er i Vestfeltet ført tilbake til kombinert stråling fra thorium og fra uran. Lengst vest - d.v.s. i størst avstand

fra eksplosjonssentret - er det uran som forårsaker strålingen.

Det sannsynligste er at nærmere eksplosjonssentret er det thorium som forårsaker gammastråling. Thorium er kjent strålingskilde både i Rullekollområdet i Sydfeltet og i Grubeområdet i øst.

Det ser ut som om niob-mineralisering og thorium-innhold er nær knyttet sammen, i hvert fall nærmere enn magnetitt og niob. Tantal er også påvist i enkelte niob-mineraliseringer. Det niobførende mineral er vesentlig pyrochlor. Columbitt er en blandkrystall av niob og tantal.

Undersøkelsene i Vestfeltet viste at gammastrålingen gjennomgående hadde mindre svekning gjennom overdekket enn man på forhånd regnet med. Det forklares ved at det i de overdekkete områder vanligvis foretas en årlig oppløyning av innmark. Denne oppløyning virker som en utlufting av løsdekkets øvre del (½-1 m).

Konklusjon: Radiometriske målinger påviser direkte thorium og uran under tynt overdekke (inntil 1 m?). Nær forbindelse mellom thorium og niob kan føre en til niob-mineraliseringer i lamprofyr. Også uran synes å ha en viss tilknytning til niob.

Densitetsvariasjoner finnes i feltet. Laveste densitet har urtitt (2.64 g/cm^3) og fenitt (2.71 g/cm^3). Omgivende gneis har 2.67 g/cm^3, Høyeste har Melteigitt (3.13 g/cm^3), Vibetoitt (3.11 g/cm^3) og Damtjernitt (3.08 g/cm^3). Tallverdiene er hentet fra Ramberg: Gravity Studies of the Fen Complex, Norway, and their Petrological Significance (1972).

Rauhaugitt og Rødberg oppgis til h.h.v. 2.91 og 2.95 g/cm^3. Ramberg regner med en densitets-forskjell på 0.23 g/cm^3 mellom karbonatittbergartene og omgivende gneisbergarter. Dette er for lite til å forklare den store gravimetriske anomali på ca. 12 milligal (Bouguer) som Ramberg har påvist over eksplosjonssentret. Det må finnes et betydelig volum med ca. 0.45 densitets-forskjell i dypet av Fen-komplekset.

Det er bare Damtjernitt, Vibotoitt og Melteigitt som har høy nok densitet. Disse dekker som nevnt foran, bare et lite areal i dagen.

Ramberg mener at det er en viss sannsynlighet for at det finnes et betydelig volum av Damtjernitt i dypet. Damtjernitt er den bergart som likner

mest på kimberlitt (som er den bergart som finnes i tilsvarende vulkanrør andre steder i verden).

Ramberg antar en tykkelse på 500-1000 m av karbonatitt-bergartene, som ligger over en tung ultramafisk kropp. Han antyder at i østre del av komplekset kan dypet til de tunge masser være mindre.

For å skaffe mere klarhet i dette forhold ble det i 1983 målt noen gravimetriske profiler tvers over Fen-komplekset (rapport v/Öbrink), som vel lokaliserer de tunge masser i østre del av feltet noe nærmere. Det trenges imidlertid flere målinger her, noe som ikke kunne gjennomføres i 1983, p.g.a. vanskelige grunneierforhold.

Det vedlegges et notat vedr. gravimetermålingene av 21/11-1983.
Öbrink's modell sees i fig. 1.

Öbrink's gravimetriske rapport

Målt: 3 Ø-V-gående profiler
1 NNV-SSØ-gående profil

Best pasning til målte verdier langs profilene gir følgende modell (se rapportens fig. 1):

1. En sannsynlig damtjernittisk kjerne som faller mot vest, som skjæres av en (vertikal) forkastning mot øst. Den har antagelig forbindelse til damtjernittblotninger. Tetthetsdifferanse mot gneis (2,67) = 0.45.

2. I heng av damtjernitten karbonatitt med tetthetsdifferanse 0,25 (hvilket såvidt jeg forstår må bety rauhaugitt og/eller rødberg).

3. Videre i heng søvitt med tetthetsdifferanse 0,15.

4. Lengst i vest (i heng) ny karbonatitt med tetthetsdifferanse 0,25.

5. Utenfor i vest gneis (2,67).

Rapportens fig. 1 viser Öbrink's forslag:

1. I øst en vertikal forkastning som avgrenser kjernen, og gjør at denne ikke er utgående.

   Dypet er angitt til 0-300 m. Kan angis nøyaktigere, hvis han får lov til å måle lengere mot øst og syd.

2. Kjernen heller mot SV, og danner et hellende rør.

3. Den har en randsone med noe lettere bergarter rundt seg.

Modellen er ganske forskjellig fra Ramberg's.

Minimumsdypet til den damtjernittiske kjerne ligger i den østre del av rauhaugitten.

Stabekk, 21/11-1983

Ø. Logn

Ø. Logn

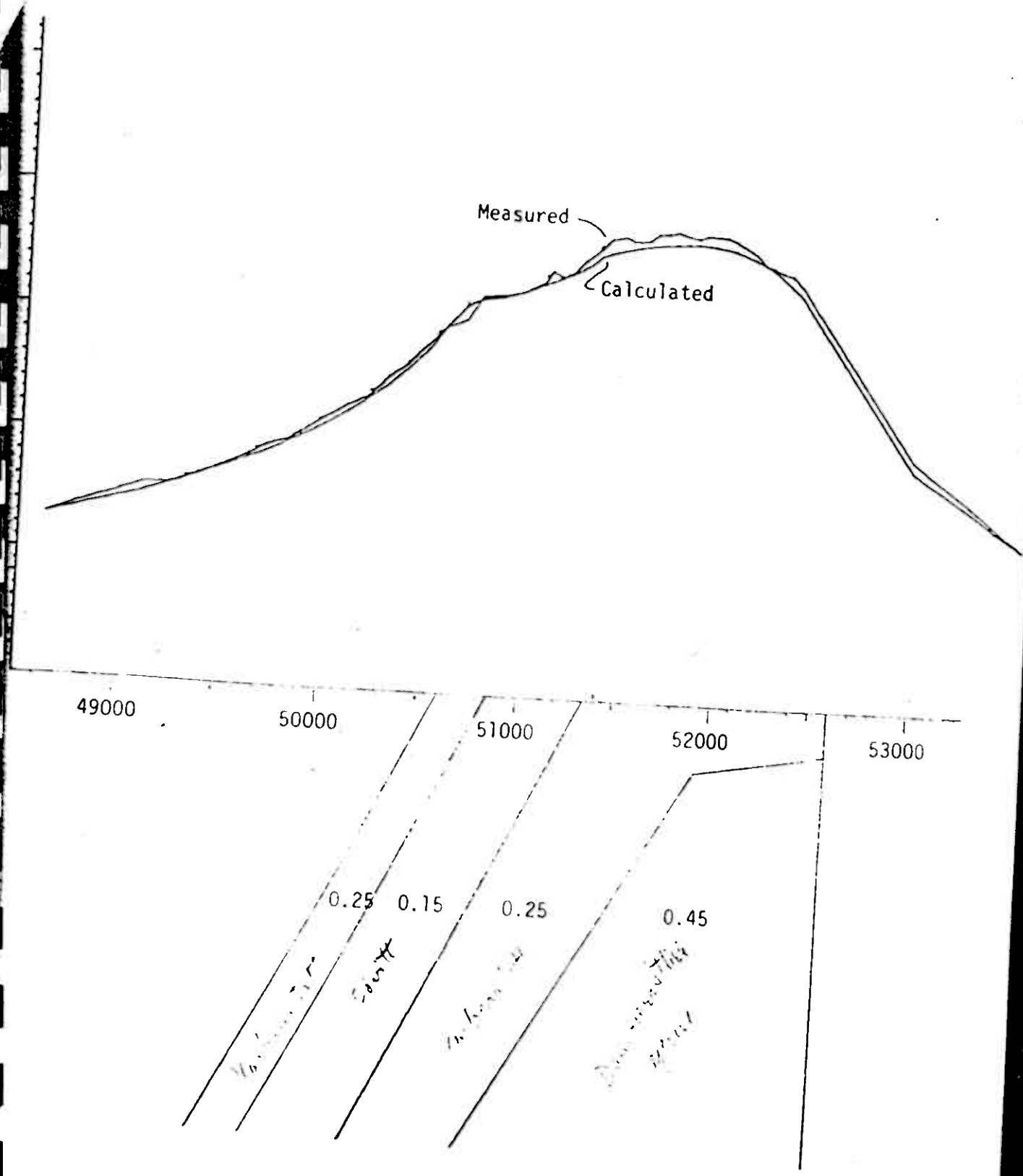


Fig. 1. Line Q. Calculated and measured values. A threebody model was used with densities 0.15, 0.25 and 0.45 shown in vertical projection.

4. UNDERSØKELSER I VIPETO-RULLEKOLL-OMRÅDET 1985

Endringer i Bergloven gjorde det mulig å komme til med geofysiske målinger senhøstes 1985 i Vipeto-Rullekoll-området. Radiometriske og magnetiske målinger i området ble utført i tiden 12. - 27. nov. 1985 av G. Kompen, ASPRO.

Målingene er lagt opp for kartfremstilling i målestokk 1:1000 med stort sett 50 m mellom profilene, som gikk i nord-syd retning, og 12½ m mellom målepunktene på profilene.

4.1 Radiometrisk kart pl. 2

Kartene i målestokk 1:1000 er blitt ganske store og uhensiktsmessige for rapportering. De foreligger i ASPRO's arkiv og vedlegges ikke denne rapport. Det radiometriske kart er nedfotografert til målestokk 1:2500 (pl. 2), som er samme målestokk som C.W. Carstens har benyttet i sin rapport over målingen i Vestfeltet (jan. 1984). Det geologiske kart over Fensfeltet foreligger også i målestokk 1:2500. Det er på denne måte enkelt å sammenstille de geofysiske resultater fra Vestfeltet med de sist utførte i Vipeto-Rullekoll-området. På den annen side lar de radiometriske resultater seg sammenlikne i detalj med geologien i området.

Det radiometriske kart pl. 2 viser strålingsforhold som er vesensforskjellig fra de vi tidligere har vært vant til i området omkring Gamle Holla Kirkeruin og Tuftehavna i Vestfeltet. Mens anomaliene i Vestfeltet hadde begrenset utstrekning og maksimal gammastråling ikke over 250 C/S, er det i Vipeto-Rullekoll-området langt sterkere stråling (opptil 1150 C/S), og et stort område på ca. 700 x 800 m^2, der gammastrålingen overalt er over 100 C/S. En naturlig bakgrunn antas å ligge på 50-60 C/S.

Det er særlig i Rullekoll-området i kartets østre del de høyeste strålingsintensiteter finnes påvist. Her er, som nevnt tidligere, klarlagt at strålingen skyldes thorium.

Området med forhøyet strålingsintensitet er ikke fullstendig innringet ved de utførte målingene : Det er åpning mot syd (se pl. 2), mot øst og mot NØ.

Ved fremtidige suppleringer bør disse åpningene lukkes.

En sammenlikning av det radiometriske kart pl. 2 med det geologiske kart i samme område gir et klart inntrykk av at det er en nær forbindelse mellom de sterkeste radiometriske anomalier og bergarten rauhaugitt. Spesielt er dette fremtredende i Rullekoll-området.

I vestre del av feltet finnes svakere radiometriske anomalier på 200-400 C/S som er knyttet til søvitt.

Konklusjon: Thorium er først og fremst knyttet til rauhaugitt.

4.2 Magnetiske kart pl. 3

Også det magnetiske kart er fotografert ned til målestokk 1:2500, og lar seg direkte sammenlikne med det geologiske kart og med det radiometriske kart pl. 2.

Rauhaugitten i Rullekoll-området synes ikke inneholde magnetiske soner av betydning. Over rauhaugitt viser det magnetiske felt rolig og normalt forløp.

På den annen side er det to bergarter som er ledsaget av variabelt magnetfelt:

1) Rødberg
2) Søvitt

I Rødberg på Rullekollen opptrer i tillegg til de positive anomalier også en lokal, sterkt negativ magnetisk anomali som bringer tanken hen på om her kan dreie seg om remanent magnetisme.

I søvitt opptrer ofte mer langstrakte strøkgående anomalier av mindre styrke (500 gamma), men det finnes også mere lokale. sterkere anomalier.

Som det også tidligere er antatt, må man formode at de magnetiske anomalier skyldes variable gehalter av magnetitt.

På pl. 3 er magnetisk felt over +500 gamma (50000 gamma er vilkårlig satt lik null) rastrert. En sammenlikning med det rastrerte område på det radiometriske kart (raster over 100 $^{c}/_{s}$) gir en et inntrykk av at i rent grove trekk er det en viss likhet mellom de to kart, selvom de i detalj er vesensforskjellige. Man har derfor en viss tro på at en felles prosess har hatt en viss styring ved utfelling/avsetning av magnetitt og thoriumførende mineral.

5. SAMMENSTILLING AV RESULTATER. GRAVIMETRI-GAMMASTRÅLING

Vi vil forlate det magnetiske, som i grunnen ikke er så interessant lenger som det var for noen år siden. Magnetitt ser ikke ut til å opptre i nær sammenheng med mineraliserte soner av betydning, men den finnes åpenbart i tilnærmet parallelle soner som ligger i en viss avstand fra niob-REE-mineraliseringene, av og til kan avstanden være liten.

I denne forbindelse skal det gjøres oppmerksom på at Vipeto-bekken synes å danne en skillelinje, der såvel magnetisk intensitet som radiometriske strålingsintensitet er svakere enn i omgivelsene; en skillelinje mellom et østre Rauhaugitt dominert område og et vestre Søvitt dominert område. Se pl. 2 og pl. 3.

Det kan ha en viss interesse å sammenlikne de gravimetriske resultater med de radiometriske. Thorium er tross alt et meget tungt metall, og sjeldne jordarter omfatter en rekke metaller med relativt høy densitet. Det niob-førende mineral pyroklor kan føre tantal (som spor, som også har høy densitet). Det foreligger således minst 6-8 metaller med høy densitet i Fen-komplekset. Som regel ligger gehaltene på spor-nivå.

Selvom de enkelte metaller finnes i små mengder og kanskje spredt på forskjellige ganger, skal man ikke utelukke at det kan finnes oppkonsentrerte soner (eller ganger) i områder, der kanskje et ukjent antall tunge metaller finnes i konsentrasjoner på totalt flere prosent.

I så fall er det ikke utenkelig at REE-konsentrasjoner kan bevirke mindre avvik i det gravimetriske felt. Kanskje ikke så sannsynlig - men på nåværende stadium vet vi intet sikkert om disse forhold. Derfor bør man inntil videre være åpen for de mulighetene som måtte foreligge.

For å belyse forholdene gravimetrisk, har jeg sammenstillet Ramberg's måleresultater fra 1960-årene med geofysiker Öbrink's (LKAB) fra 1983, og kotelagt tallverdiene etter beste skjønn. Det skal da poengteres at feltet på langt nær er målt detaljert nok til at man kan si at de i det følgende omtalte gravimetriske anomalier er fastlagt i terrenget med noen som helst sikkerhet. Resultatet gir vel heller bare vage antydninger om hvor densitetsvariasjoner kan forekomme i undergrunnen.

Resultatet er vist i et kotert bilde i pl. 4, der det er lagt koter for hver milligal fra 0 til 11 mG. Omkring det gravimetriske sentrum -

som ligger i nærheten av Tufte - er det inntegnet kurver for intervaller på 0.1 milligal. Disse kurver er basert på et lite antall måleverdier, men gir et umiddelbart inntrykk av feltvariasjoner som kan tilskrives gruntliggende densitetsvariasjoner, se f.eks. i området mellom Tufte og Rullekollen (pl. 4). Søndre del av gravimeterkartet sees i pl. 5 (M 1:2500), der gravimetrisk felt og radiometrisk felt umiddelbart kan sammenliknes med det geologiske kart 1:2500.

En inspeksjon av gravimeterkartet (pl. 4) forteller at det sannsynligvis finnes en hel del densitetsvariasjoner - overlagret den store gravimeteranomali med sentrum i Tufteområdet.

Den store anomali finner Ramberg må tilskrives tunge masser i dypet. Han antar en sylindrisk kropp (rør) av minst 10 km høyde, bestående av en ultramafisk bergart. Den når ikke opp til overflaten. Densitets-forskjellen mot omgivende gneis bør være ca. 0.45, d.v.s. en densitet på ca. 3.15 g/cm^3, hvilket kan svare til kimberlitt. Kimberlitt er ikke påvist i Fen-komplekset. Damtjernitt er den bergart som er mest aktuell, men damtjernitt dekker bare et lite areal i overflaten (side 5).

Årsaken til den store gravimeteranomali er således ikke påvist. Öbrink's undersøkelser i 1983 støtter Ramberg. Han anviser dypet til de tunge masser mellom 0 og 300 m i feltets østre del. P.g.a. manglende målinger (forbudt område!) kunne ikke dypet angis nøyaktigere.

De lokale densitetskontraster som gir gravimeterkartet pl. 4 det tungeliknende utseende, kan tenkes å foreligge som:

1) Mindre, overflatenære ultramafiske ganger (Damtjernittisk), som kan danne utløpere fra det store ultramafiske massiv i dypet.

2) Ganger av ukjent, tungt materiale som f.eks. kan utgjøre en oppkonsentrasjon av mineraler med innhold av tunge metaller, f.eks. REE, niob, tantal. Kanskje barite, eller simpelthen apatitt.

Her foreligger mange muligheter. Vi skal i neste avsnitt "6. Diamantboring i Gruveåsen" belyse én mulighet.

Det har interesse å se hvordan de enkelte radiometriske anomalier fordeler seg rundt omkring i det gravimetriske felt. Vi må gå ut fra at de fleste radiometriske anomalier skyldes konsentrasjoner av thorium i overflaten eller under tynn overdekning. På den annen side skyldes øket stråling i Vestfeltet uran.

Hvis noen av de lokale gravimetriske anomalier skulle skyldes økt konsentrasjon av tunge radioaktive metaller, skulle man vente en viss korrelasjon mellom gravimetriske og radiometriske anomalier.

I pl. 4 er de påviste radiometriske anomalier inntegnet uten å ta hensyn til de enkelte anomaliers styrke. Vi har regnet alt over 100 C/S som anomalt og tegnet inn på plansjen høyeste lukkete kote, uansett om den representerer 100 C/S eller om den representerer 800 C/S.

De enkelte anomalier i pl. 4 er hentet fra det totalt foreliggende materiale:

1) I syd fra det i denne rapport presenterte kart pl. 2 over Vipeto-Rullekoll-området.

2) I vest fra C.W. Carstens målinger beskrevet i rapporter fra 1982-83.

3) I NØ og i NW fra det i 1983 publiserte kart ved Sven Dahlgren (pl. 1).

Anomaliene er anvist med svart i pl. 4 (1:5000) og i pl. 5 (1:2500).

Det fremgår klart at de aller fleste kjente radiometriske anomalier ligger mellom gravimeterkote 2 milligal og 10 milligal. Mellom 10 mG og 11 mG finnes det bare to mindre radiometriske anomalier.

I gravimetersentret er det ikke kjent radiometriske anomalier. Lengst fra sentret (ca. 1.3 km) ligger Hydrobruddets anomali, som danner et foreløpig ytterpunkt, sammen med Prestegårdsanomalien lengst i vest.

I Rullekollen ligger de radiometriske anomalier i den sterkeste gravimetergradienten mellom 7 og 10 milligal. Det samme gjør de radiometriske anomalier i Gruveåsen-området, som er undersøkt ved diamantboringer i 1985 (pl. 4, 1985). Det felt som ble boret opp ved Holla Gamle Kirkeruin i 1983-84, ligger mellom kote 6 og 8 milligal, altså omtrent i liknende posisjon i forhold til gravimetersentret, som ytre del av Rullekoll-anomaliene (pl. 4). Det er således tegn som tyder på at de radiometriske anomalier ligger i en konsentrisk fordeling omkring den store gravimetriske anomali. Videre synes det å være anomalier forårsaket av thorium innerst i den konsentriske fordeling (mellom kote 8 og 10 milligal). Ytterst kjenner vi til fra tidligere boringer ved Gamle Holla Kirkeruin i Vestfeltet at de radiometriske anomalier lengere ut fra senteret skyldes uran (omtrent ved kote 6 milligal).

Når det gjelder radiometrisk anomalifordeling i hva vi kan kalle radiell retning ut fra gravimetersentret, er ikke sammenhengen så åpenbar. Rullekoll-anomaliene som er av de sterkere radiometriske anomalier i feltet, ligger således sentralt til utenfor en "tungespiss" i gravimeterfeltet, som skyldes en sannsynlig økning av densiteten mellom kote 10 og 11 milligal, mens f.eks. den radiometriske anomali ved Gamle Holla Kirkeruin, synes å ligge på flanken av gravimeterfeltets nærmeste "tungespiss".

For å få frem tydeligere det som måtte ligge i pl. 4 vedr. forholdet mellom de to felter, det gravimetriske og det radiometriske, har jeg laget en noe avvikende fremstilling av gravimeterfeltet, som jeg har betegnet "Idealisert gravimeterfelt".

"Tungene" i gravimeterfeltet har jeg eliminert ved følgende ressonement:

Vi tenker oss at samtlige "tunger" skyldes en relativt gruntliggende densitetsøkning som ligger på flankene av en stor gravimetrisk anomali som skyldes dypereliggende tunge masser (ultramafiske).

"Tungene" kan vi eliminere ved å trekke nye koter gjennom "tungenes" motparti, som finnes som "viker" innover mot sentrum.

På denne måte er den elliptiske/sirkulære (tilnærmet) figur på pl. 6 fremkommet; et kotebilde som kan aksepteres i forbindelse med de dypereliggende kimberlittiske masser.

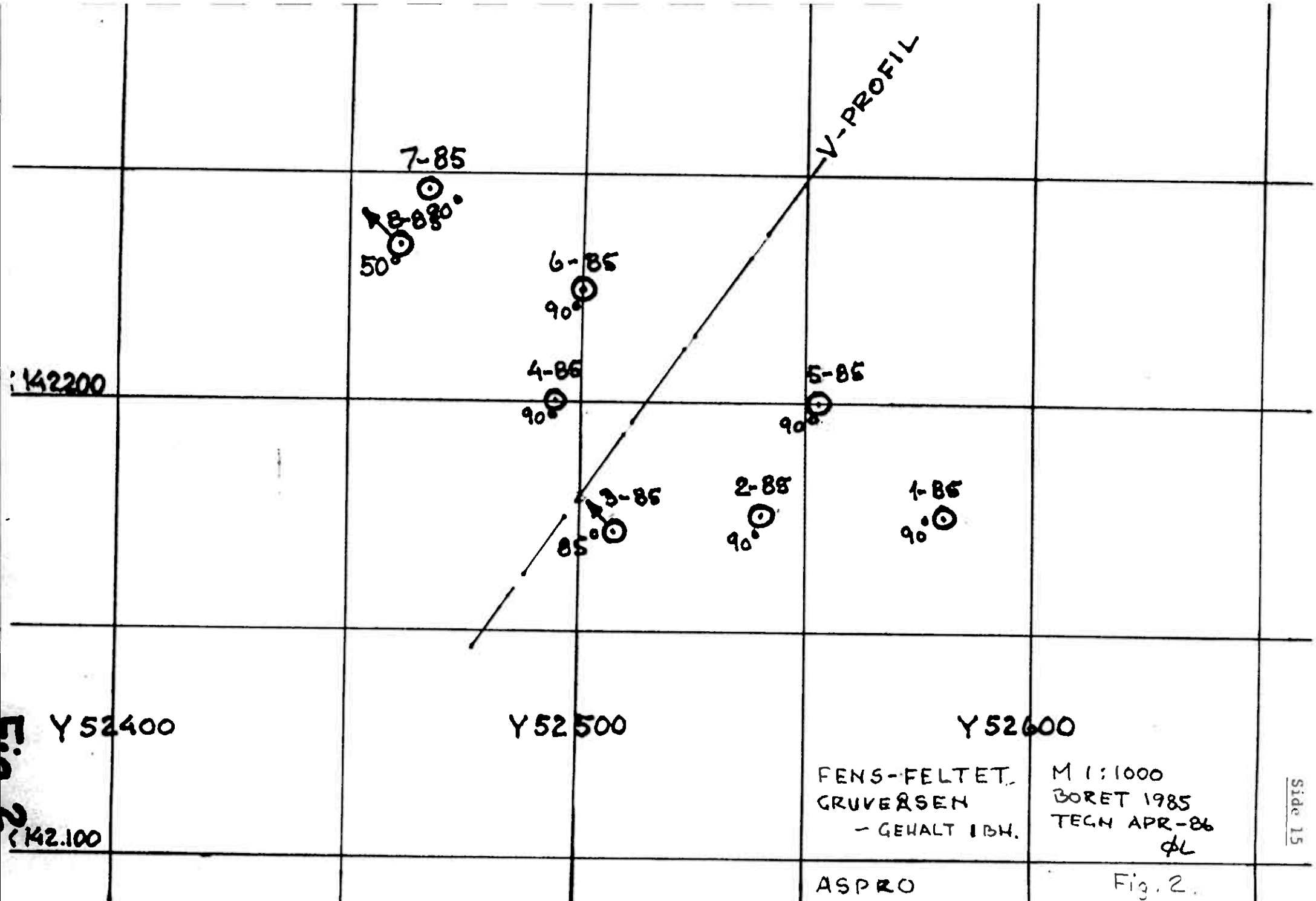
"Tungene" i gravimeterbildet er fremstillet ved tilnærmet radiale linjer trukket etter ryggene i pl. 4. Disse linjer vil være såkalte geometriske steder der lokale tyngdeanomalier kan finnes.

De radiometriske anomalier er overført til pl. 6.

Man må være klar over at det ligger betydelig usikkerhet i posisjonen av linjene på grunn av liten punkttetthet ved tyngdebestemmelsene.

Det er i alt 6 radiale linjer relativt jevnt fordelt rundt sirkelen, d.v.s. med ca. 60° innbyrdes vinkel. De radiometriske anomalier fordeler seg på begge sider av linjene. Bare i Rullekollen synes som nevnt de radiometriske anomalier ligge på linjen.

Pl. 6 viser at forholdet mellom gravimetrisk anomali, densitet og radiometrisk anomali bør undersøkes nærmere og mere i detalj.


V-PROFIL
7-85
8-85
80°
50°
6-85
90°
4-85
90°
5-85
90°
3-85
85°
2-85
90°
1-85
90°
142200
142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
– GEHALT I BH.
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
ASPRO
Fig. 2.

6. DIAMANTBORING I GRUBEÅSEN

I 1985 utførte ASPRO et oppdrag for Megon & Co A/S. Oppdraget gjaldt fordelingen av scandium og REE i det gamle grubeområdet i Fen-kompleksets Østfelt. Det ble foretatt diamantboringer av 10 korte, vertikale borhull. Undersøkelsen er beskrevet av Ivar Hultin i IR nr. 1648. Borhullenes posisjon sees på fig. 2. Borkjernene er analysert på Th, La, Sm, Sc, Y, Ce, Eu og Nd; dessuten på bergartsmineralene Fc, Al, Ca og Mn.

Gehaltene er påvist i 5 m seksjoner i de vertikale borhull.

I rapport nr. 1648 opplyses at sjeldne-jordarts-mineraliseringene (REE) finnes i gehalter opptil 5 vol. %.

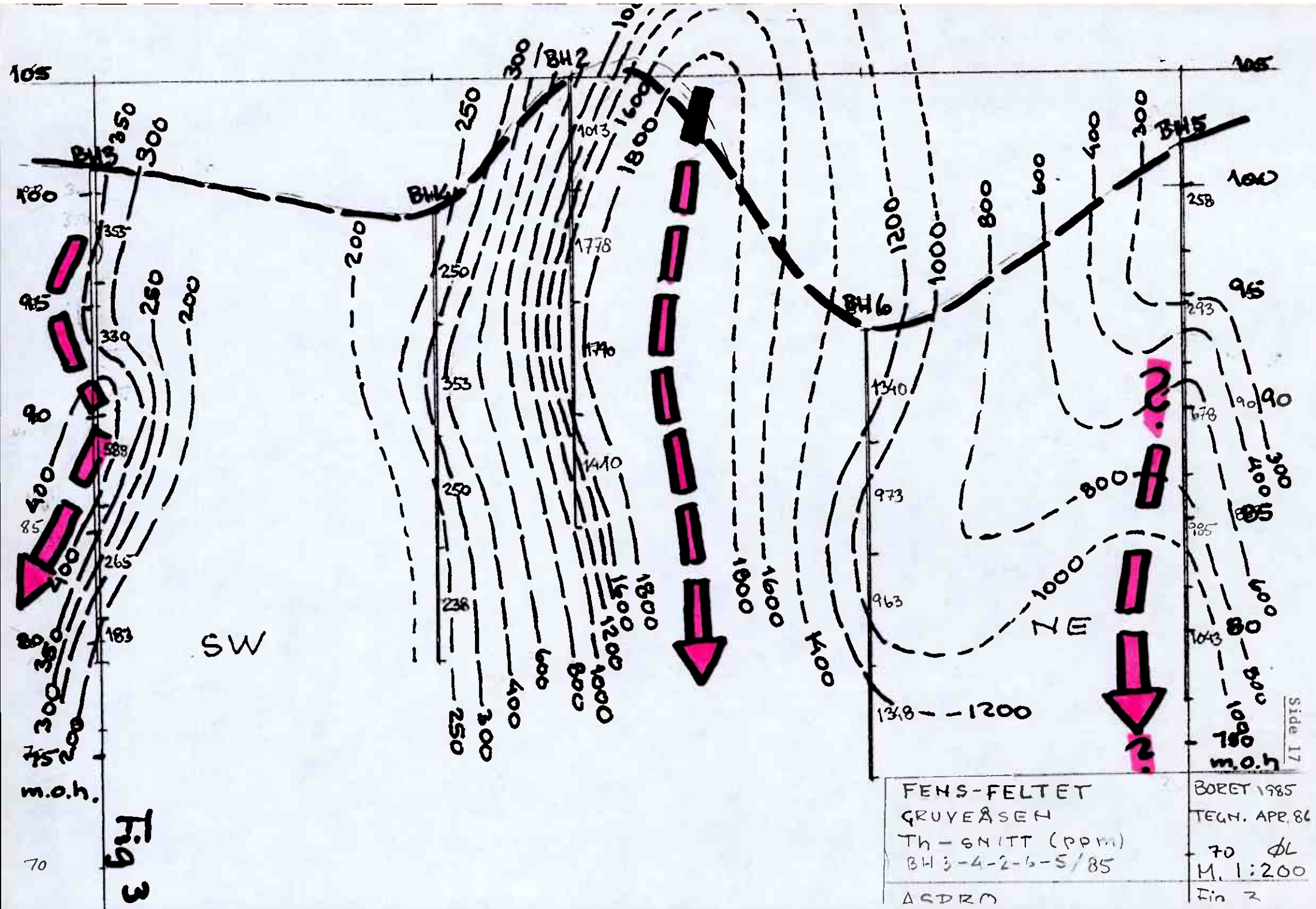
REE er knyttet til mineralene monazitt ($CePO_4$), synchisitt (Ce, La) Ca $(CO_3)_2F$, parisitt $(Ce, La)_2$ Ca $(CO_3)_2$ F_2 og bastnäsitt (Ca, La) CO_3F.

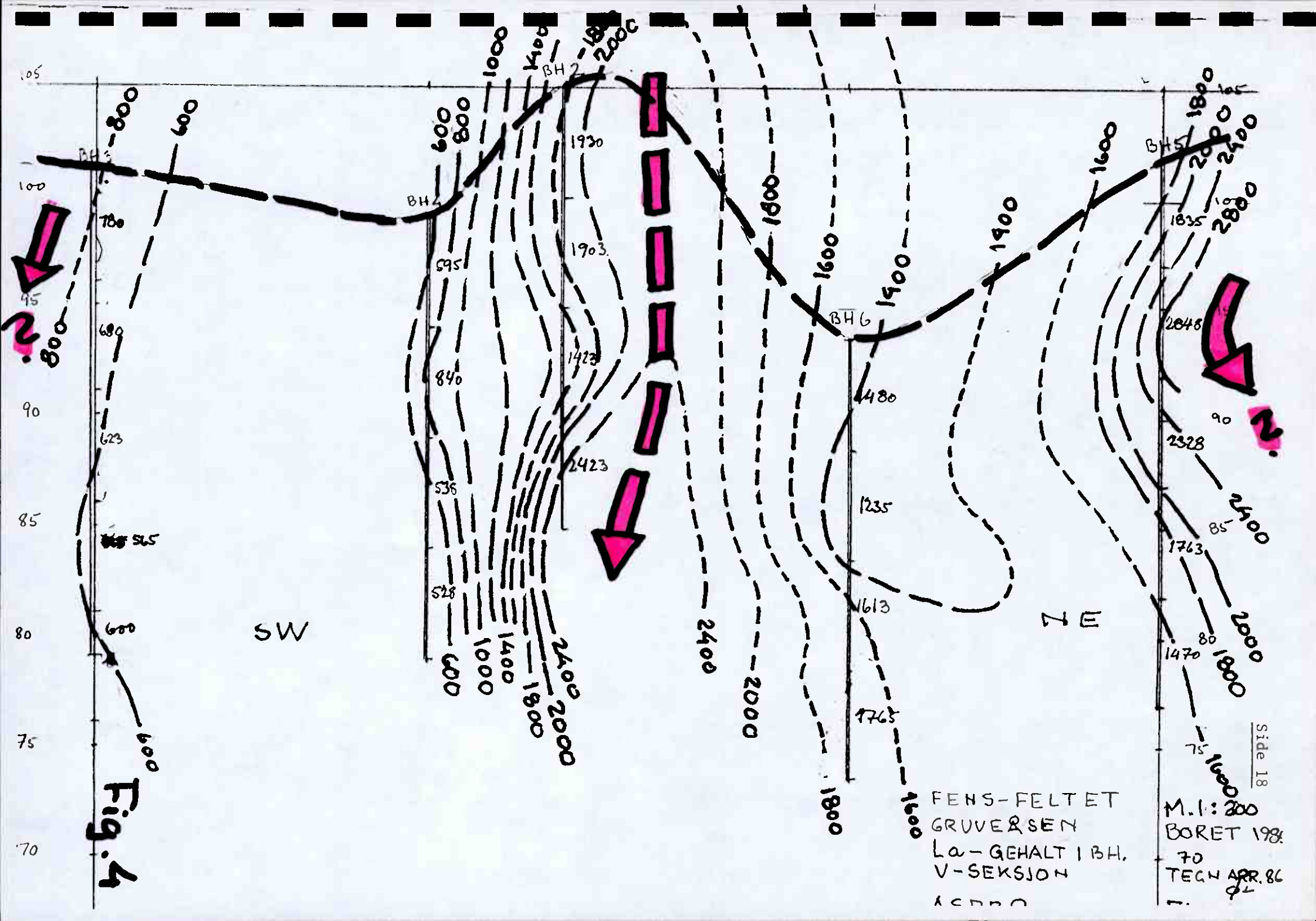
I denne forbindelse kan det opplyses at:

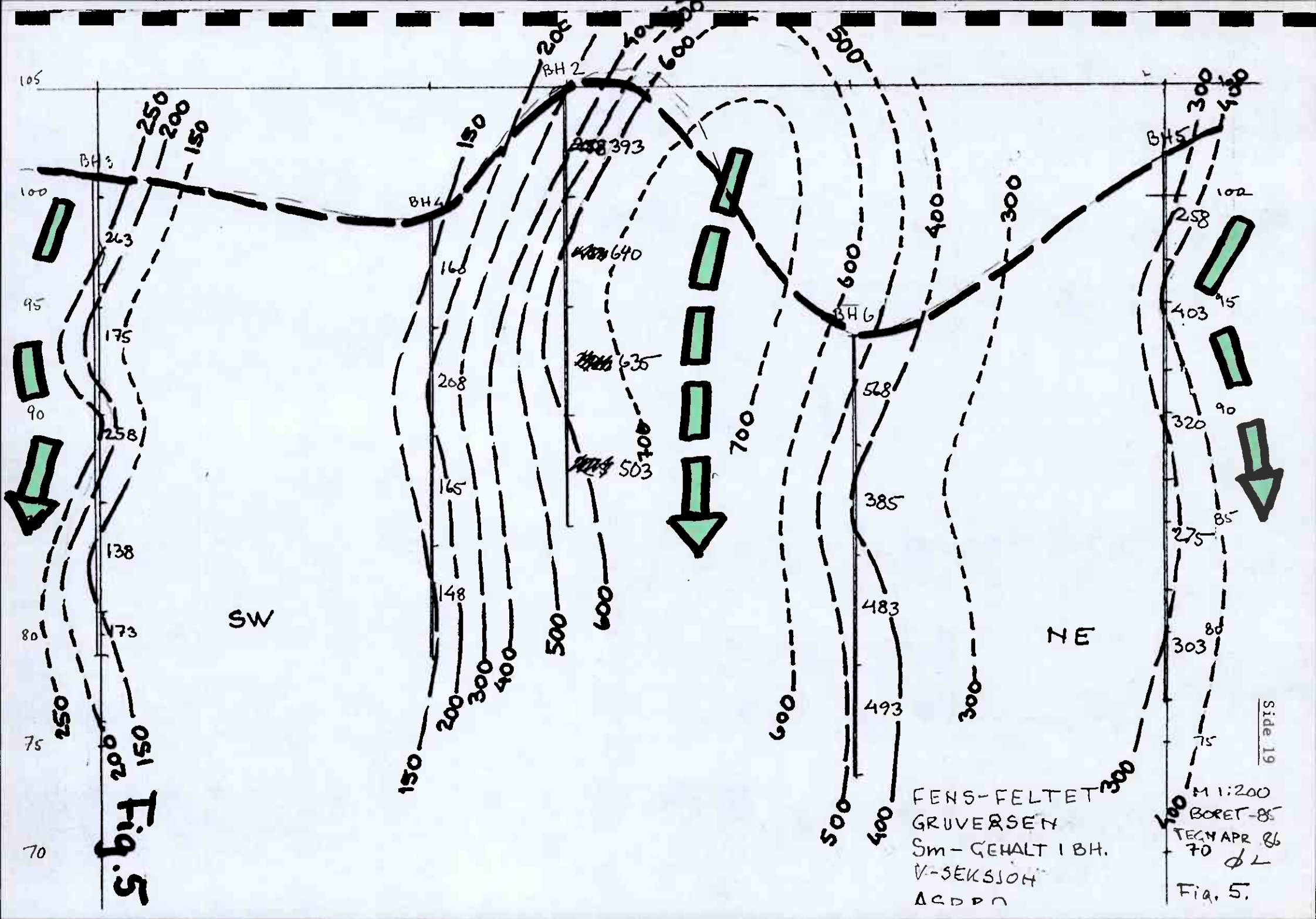
Ce-metall har densitet = 6.77 g/cm^3
La-metall har densitet = 6.166 g/cm^3
Th-metall har densitet = 11.72 g/cm^3

Dette er tunge metaller, og må - hvis de finnes i opptil 5% gehalt i mineralene som nevnt ovenfor, medvirke til å gi disse relativt høy densitet. Monazitt har densitet 5-5.5 g/cm^3.

Densitetsforskjellen fra omgivende bergarter kan gi 0.05-0.1 g/cm^3 differanse ved 5% REE-mineralisering. Hvis denne differanse enkelte steder i komplekset finnes i noe større volum, f.eks. større rikelighet av ganger, → side 25


FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Th – SNITT (ppm)
BH 3-4-2-6-5/85
ASDRO
BORET 1985
TEGN. APR. 86
ØL
M. 1:200
Fig. 3
m.o.h.
SW
NE
BH3
BH4
BH2
BH6
BH5
105
100
95
90
85
80
75
70
180
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
300
250
200


SW
NE
BH 1
BH 2
BH 3
BH 4
BH 5
BH 6
FENS-FELTET
GRUVERSEN
La-GEHALT I BH.
V-SEKSJON
M.1:200
BORET 198
TECH APR. 86
Side 18
Fig. 4


BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
SW
NE
105
100
95
90
85
80
75
70
263
258
175
138
173
250
200
150
208
165
148
393
640
635
503
568
385
483
493
258
403
320
275
303
300
400
500
600
700
FENS-FELTET
GRUVERSEN
Sm-GEHALT I BH.
V-SEKSJON
ASPRO
M 1:200
BORET-85
TEGN APR 86
Fig. 5.
Side 19

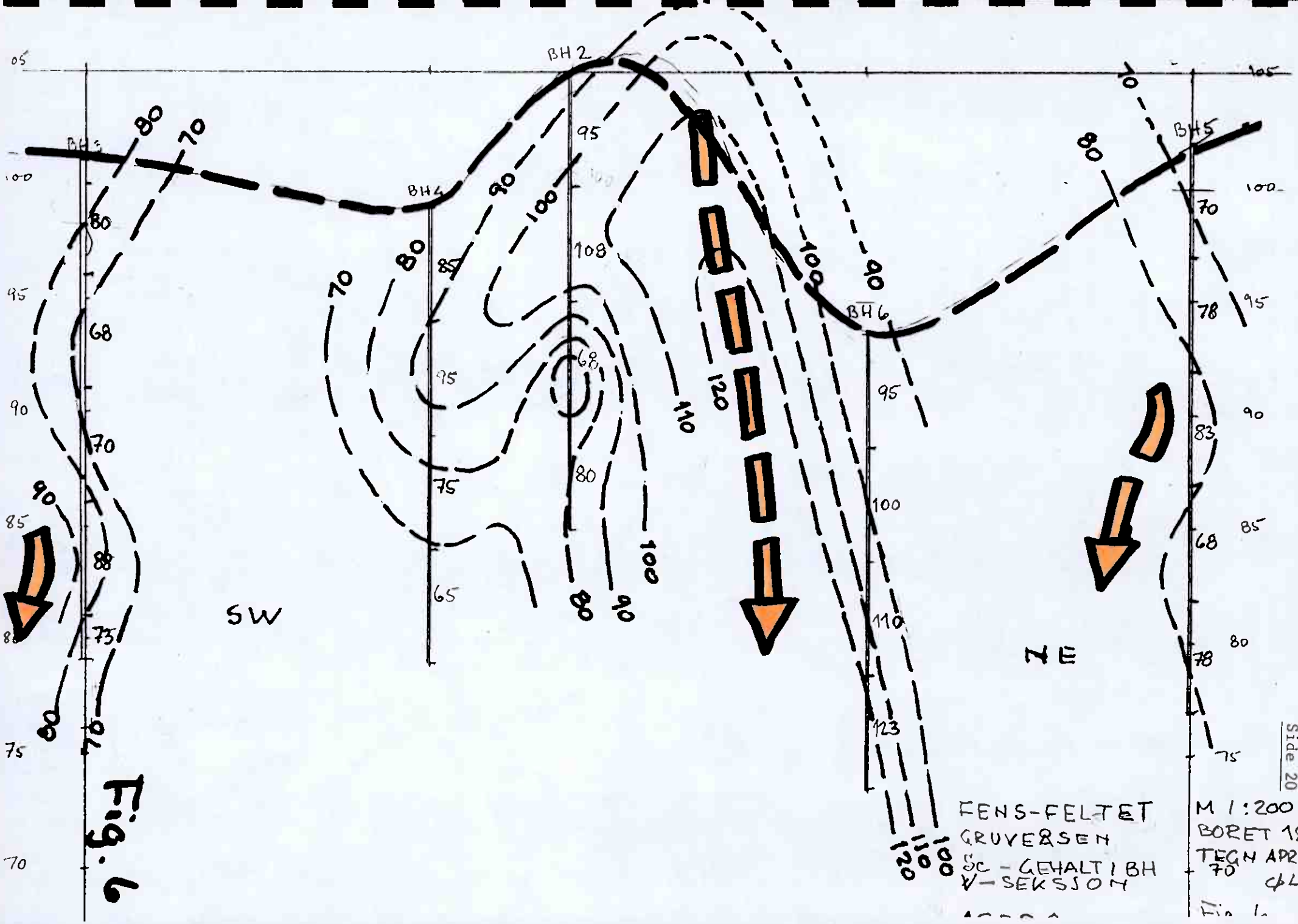
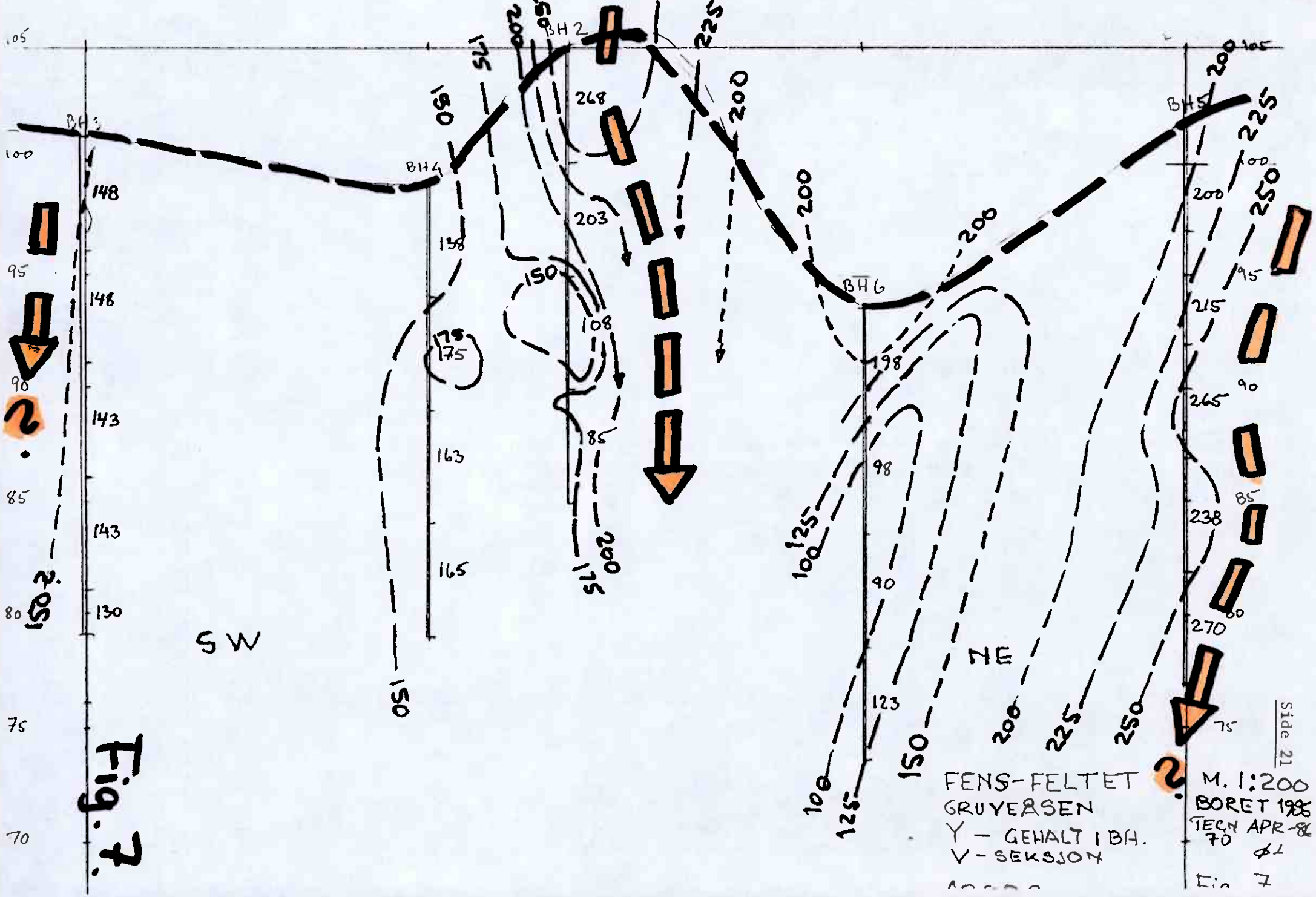
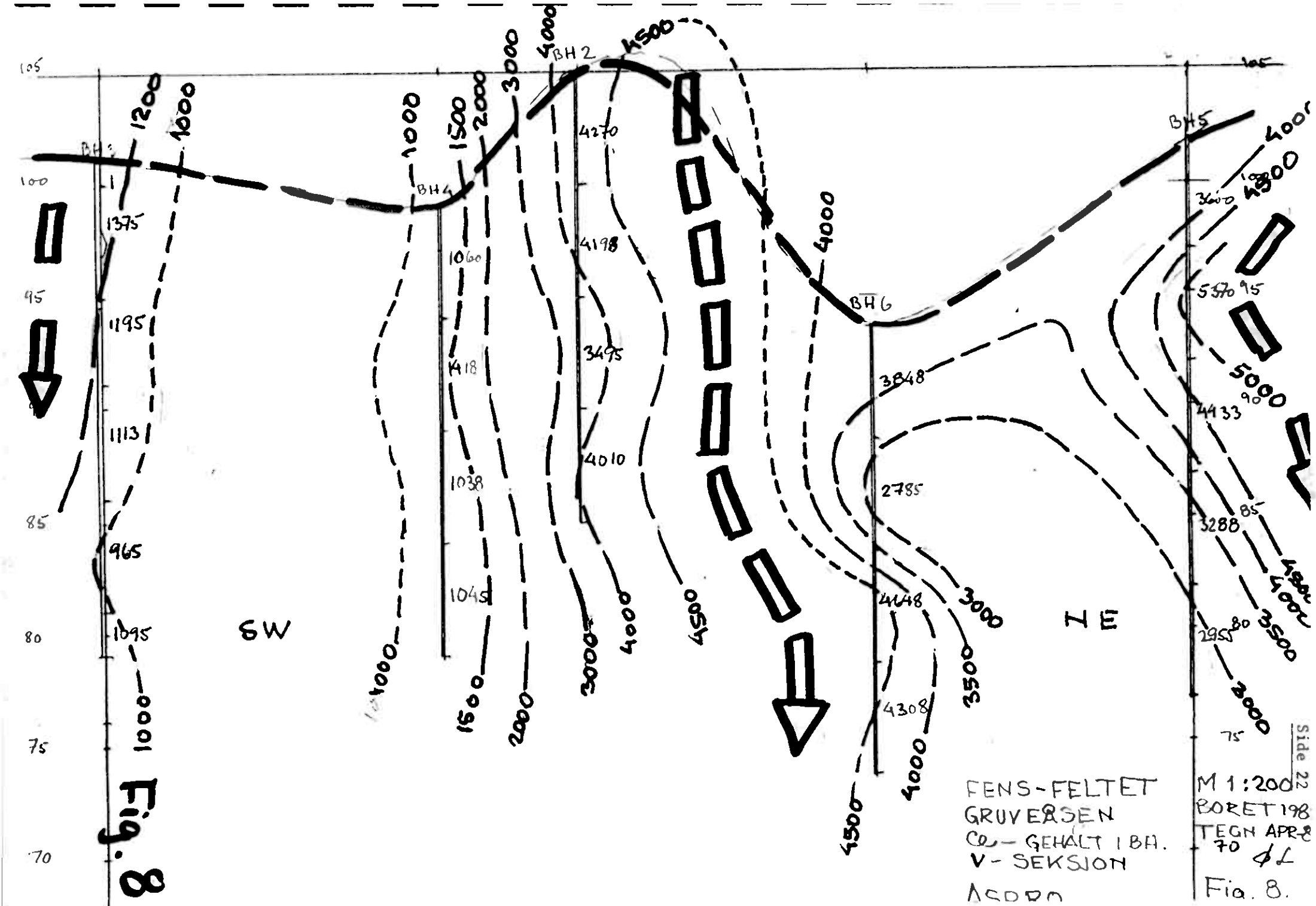

BH 2
BH 4
BH 5
BH 6
SW
NE
FENS-FELTET
GRUVERSEN
Sc - GEHALT I BH
V-SEKSJON
M 1:200
BORET 198
TEGN APR 8
ØL

Fig. 6


BH 2
BH 3
BH 4
BH 5
BH 6
SW
NE
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Y – GEHALT I BH.
V – SEKSJON
M. 1:200
BORET 1985
TECN APR 86
Fig. 7



FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Co – GEHALT I BH.
V-SEKSJON
ASDRO

M 1:200
BORET 198
TEGN APR 8
70 ØL

Fig. 8.

Side 22

Fig. 8

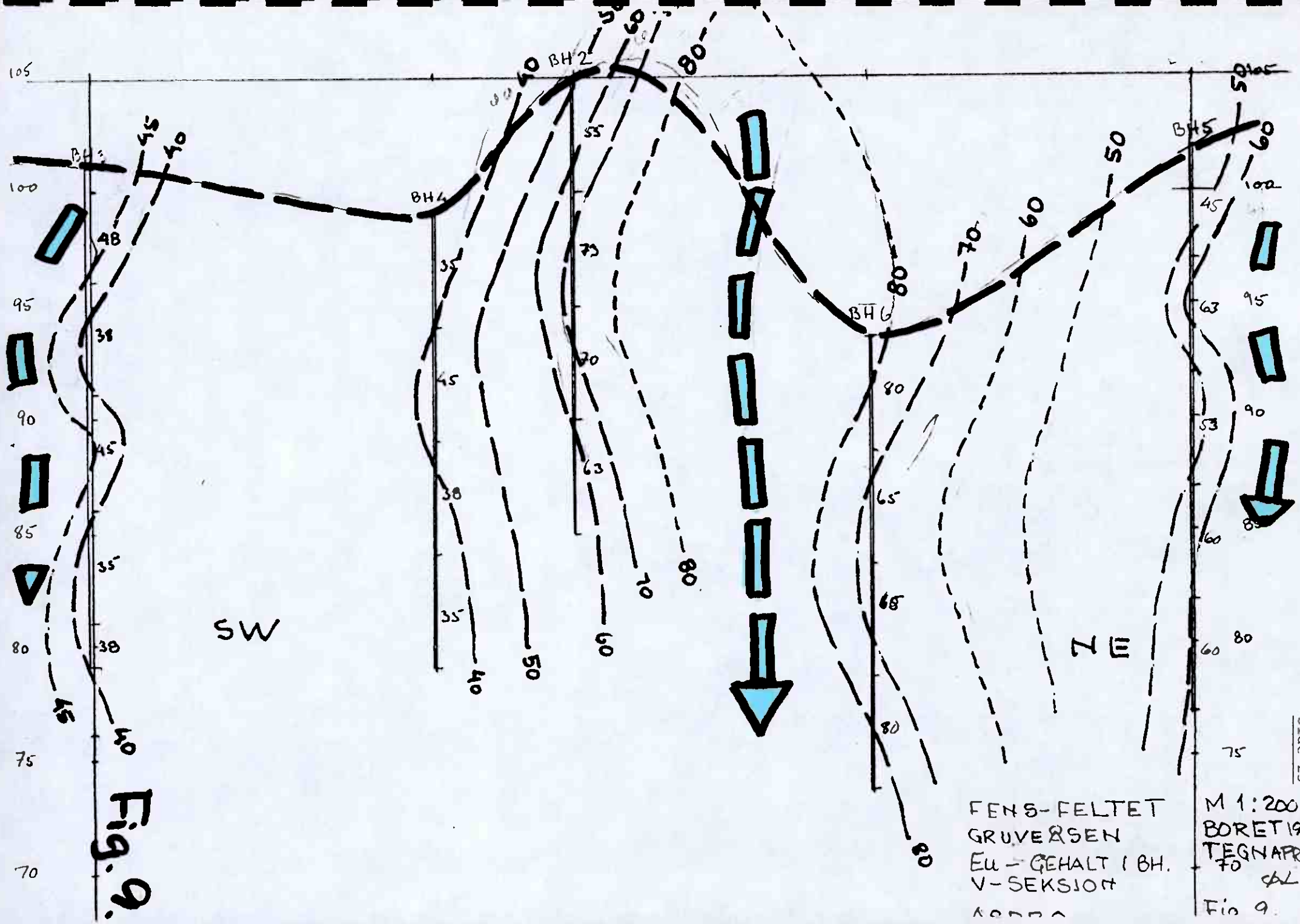

BH 1
BH 2
BH 4
BH 5
BH 6
SW
NE
105
100
95
90
85
80
75
70
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Eu – GEHALT I BH.
V-SEKSJON
M 1:200
BORET 198
TEGN APR-
Fig. 9.

Fig. 9.

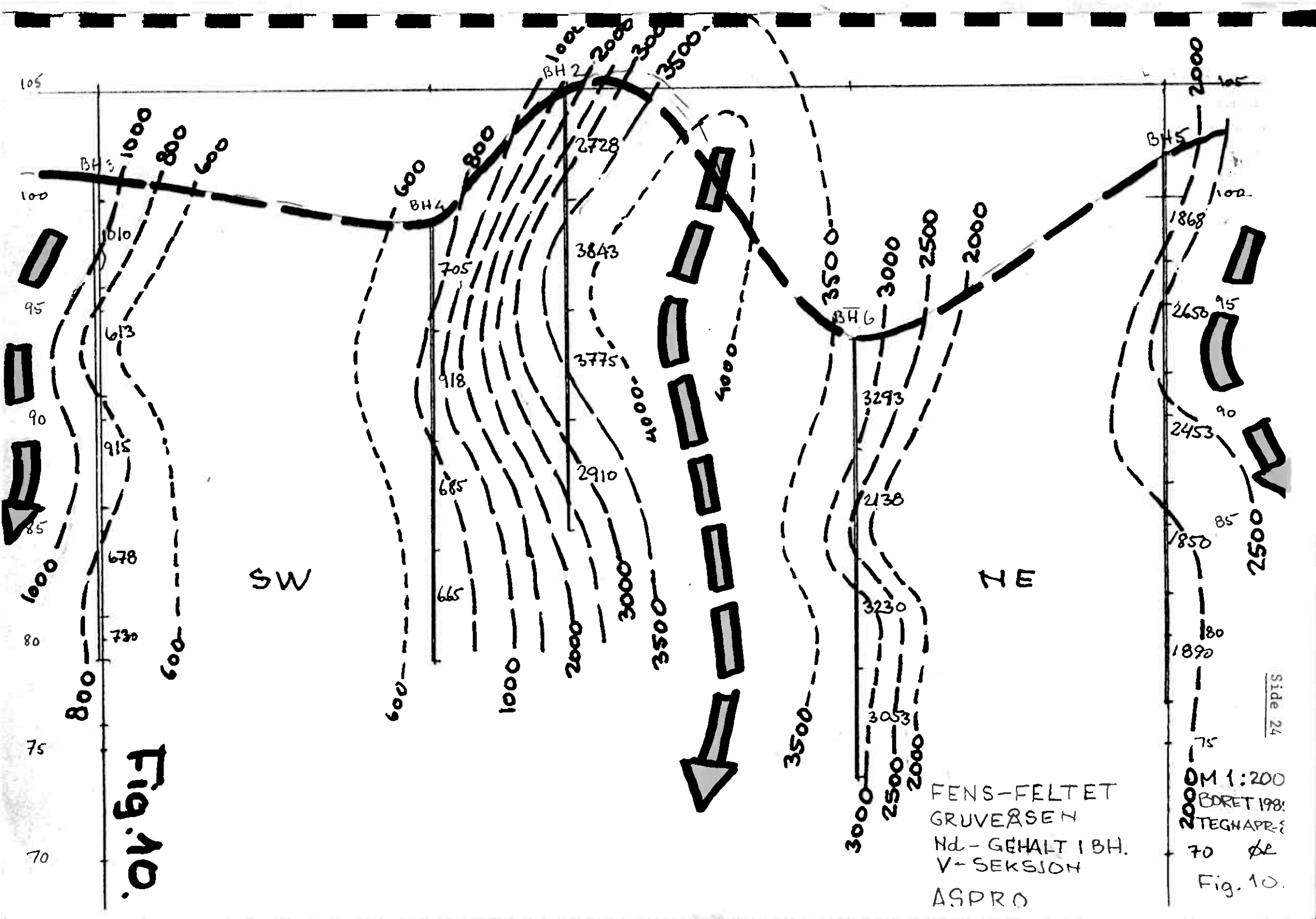

BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
SW
NE
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Nd - GEHALT I BH.
V-SEKSJON
ASPRO
M 1:200
BORET 198
TEGNAPR-
Fig. 10.

Fig. 10.

kan man meget naturlig tenke seg at det finnes lokale gravimetriske anomalier i tilknytning til opptreden av REE-mineraliseringer.

Hvis dette resonnement skulle være riktig, er det grunn til å se noe mere detaljert på opptredenen av de i borhullene påviste gehalter. Jeg har derfor tillatt meg å fremstille analyseresultatene i borhullene 2-85, 3-85, 4-85, 5-85 og 6-85 i en vertikalprojeksjon, som sees innlagt på kartskissen fig. 2. Borhullene, som står vertikalt (bortsett fra 3-85, (85° mot NW)), er projisert inn i vertikalprojeksjonen. Analyseresultatene pr. 5 m borkjerne er påført borhullene midt på analyseseksjonene, og verdien er kotelagt etter vanlige regler for kotelegging, idet man tenker seg gehaltene som "glidende middelverdier".

Fig. 3-10 viser fordelingen av h.h.v. Th-, La-, Sm-, Sc-, Y-, Ce-, Ey- og Nd -gehalt i vertikal-seksjonen.

Det er også målt gammastråling på borkjernene. I fig. 11 er gjennomsnittsverdier (5 avlesninger) pr. 5 m beregnet og kotert på samme måte som foran skissert.

Vi ser at Th-gehaltene og middelgamma-strålingen gir nær identiske bilder. Vi trekker den slutning at strålingen kommer fra et Th-holdig mineral. Mineraliseringen forekommer i en nær vertikal sone som ligger mellom borhull 2/85 og 6/85. Da ingen borhull i seksjonen har skåret gjennom den mineraliserte sone, kan man ikke uttale noe sikkert om sonens mektighet og gehalt. → side 28

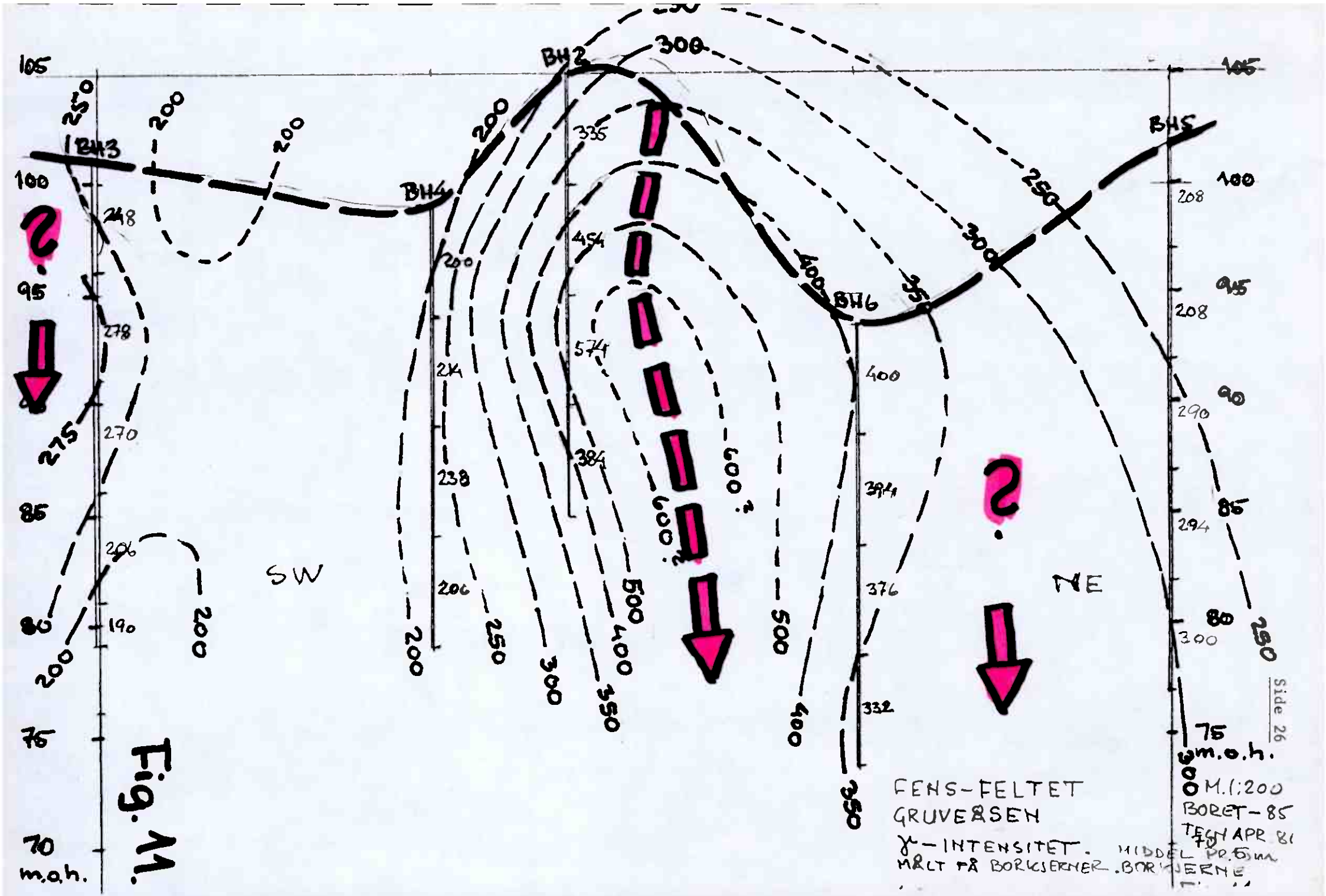

BH3
BH4
BH2
BH6
BH5
SW
NE
105
100
95
90
85
80
75
70
m.o.h.
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
γ-INTENSITET.
MÅLT PÅ BORKJERNER.
M.1:200
BORET-85
TEGN APR 81

Fig. 11.

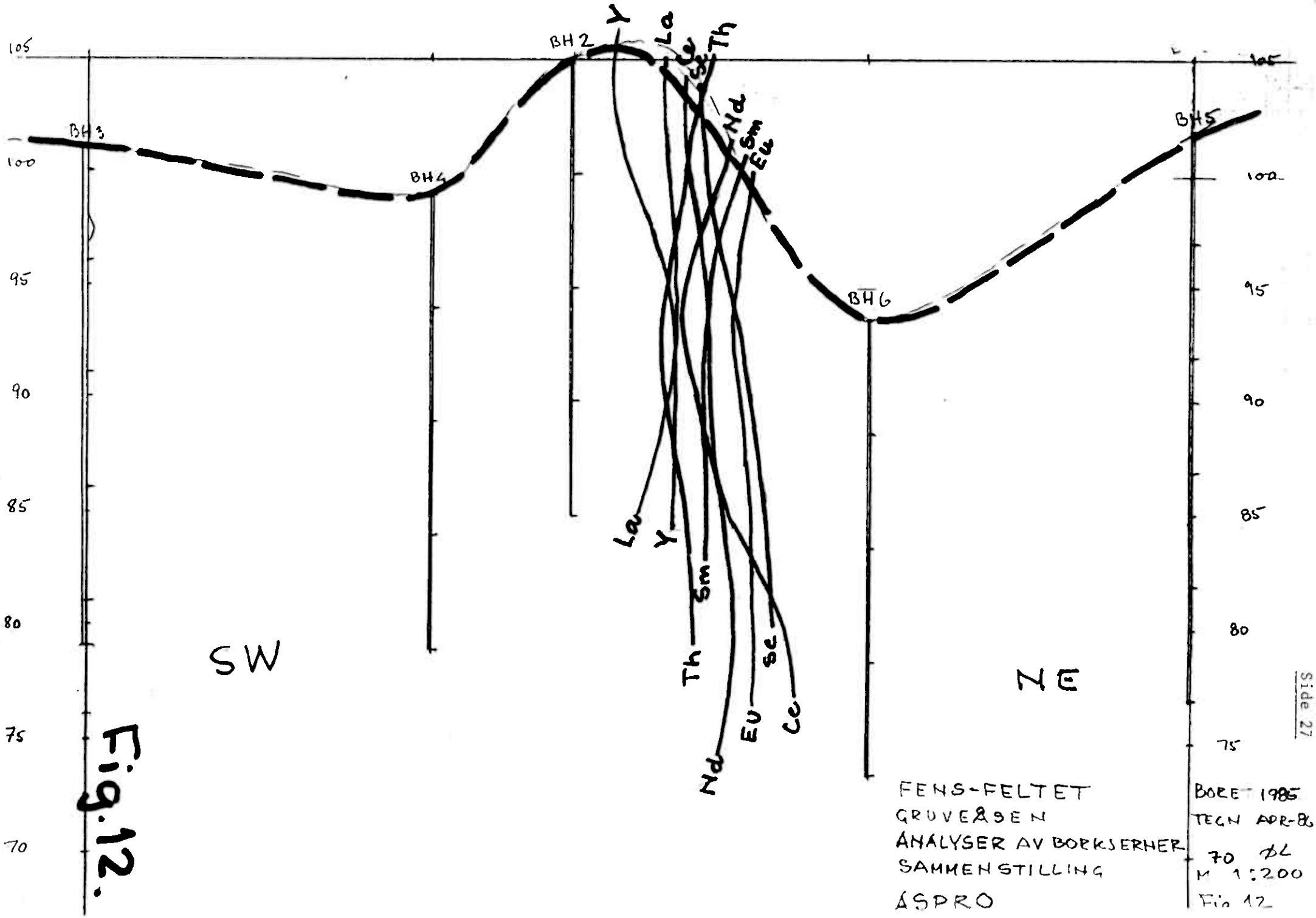

105
100
95
90
85
80
75
70
BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
SW
NE
Y
La
Ce
Sc
Th
Nd
Sm
Eu
La
Y
Sm
Th
Nd
Eu
Sc
Ce
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
ANALYSER AV BORKSERHER
SAMMENSTILLING
ÅSPRO
BORE 1985
TEGN APR-86
70 ØL
M 1:200
Fig 12

Fig.12.

Det skal imidlertid fremheves at samtlige seksjoner vist i fig. 3-10 er basert på en jevn kotelegging omkring de vertikale 5 m's analyser, som utgjør et relativt begrenset tallmateriale (22 gehalter). Man bør derfor være klar over at de kotebilder som er gitt i fig 3-11 ikke er eneste løsning. De må heller ansees som den løsning som undertegnede synes er den mest sannsynlige.

Blar man gjennom de kotebilder som er vist i fig. 3-10, ser man at La, Sm, Sc, Eu og Nd følger nær samme mønster som thorium. Yttrium avviker litt, især i nærheten av dagen. De maksimale gehalter i seksjonen kan dreie seg om:

La	0.25%,	Sm	700 ppm,	Sc	120 ppm,	Y	250 ppm
Ce	0.45%,	Eu	80 ppm,	Nd	0.4%.		

I fig. 12 er samtlige soner for maksimal gehalt - slik de er fremkommet i figurene 3-10 - sammenstillet. Det fremgår at sonene for samtlige 8 elementer ligger innenfor et steiltstående drag av 4-6 m bredde. Denne bredde kan være et resultat av forskjeller i kotelegging eller av prøvetakingsprosedyren i borhullene (5 m borkjernelengder).

Man kan derfor ikke utelukke at samtlige 8 elementer finnes i et thoriumholdig mineral. Hultin nevner i rapport nr. 1648 4 muligheter (se foran) - monazitt, bastnäsitt, parisitt og synchisitt. → side 34

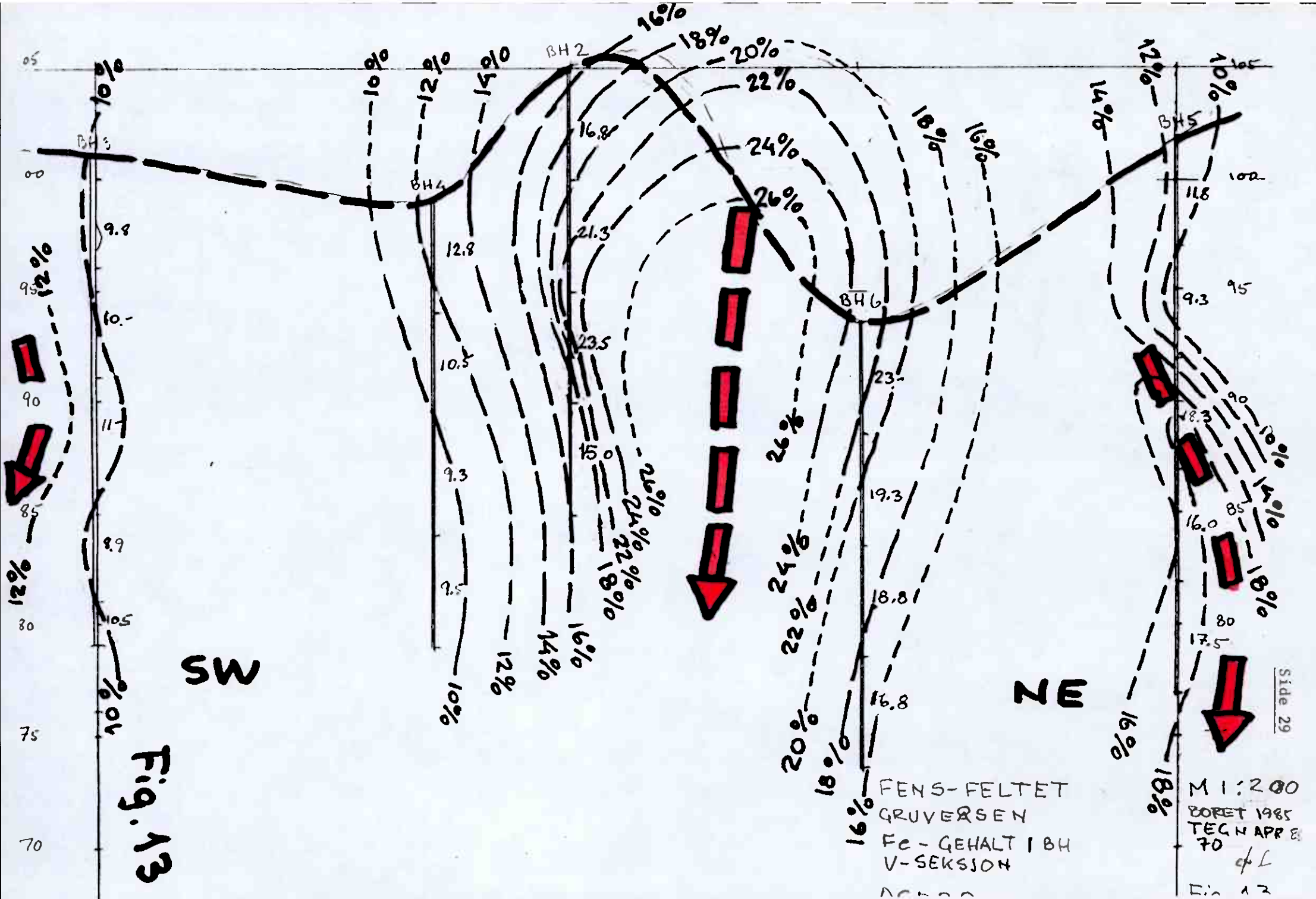

SW
NE
BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
FENS-FELTET
GRUVERSEN
Fe - GEHALT I BH
V-SEKSJON
M 1:200
BORET 1985
TEGN APR 8
70
Side 29

Fig. 13

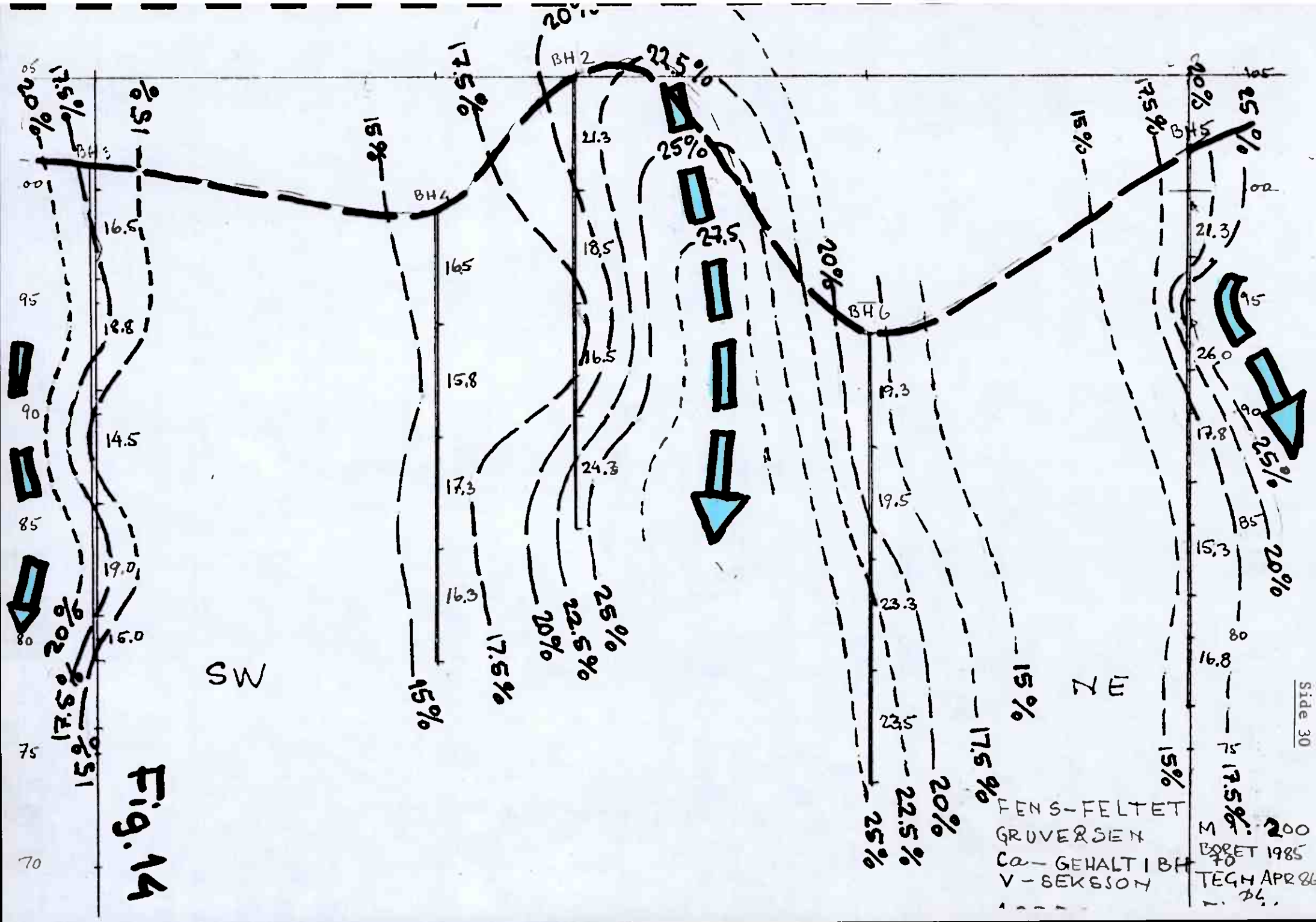

SW
NE
BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
FENS-FELTET
GRUVERSEN
Ca-GEHALT I BH
V-SEKSSON
M 1:200
BORET 1985
TEGN APR 86

Fig. 14

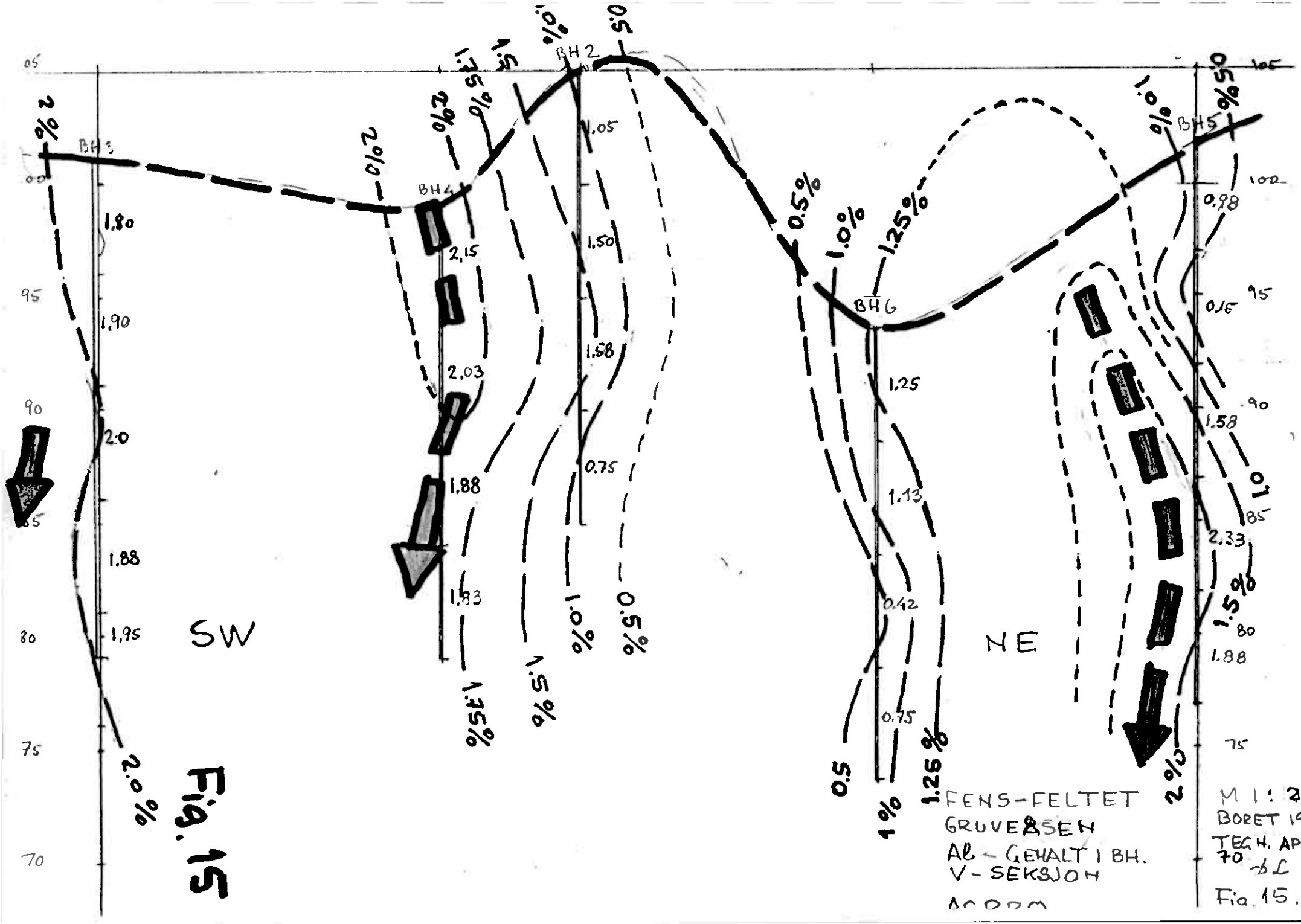
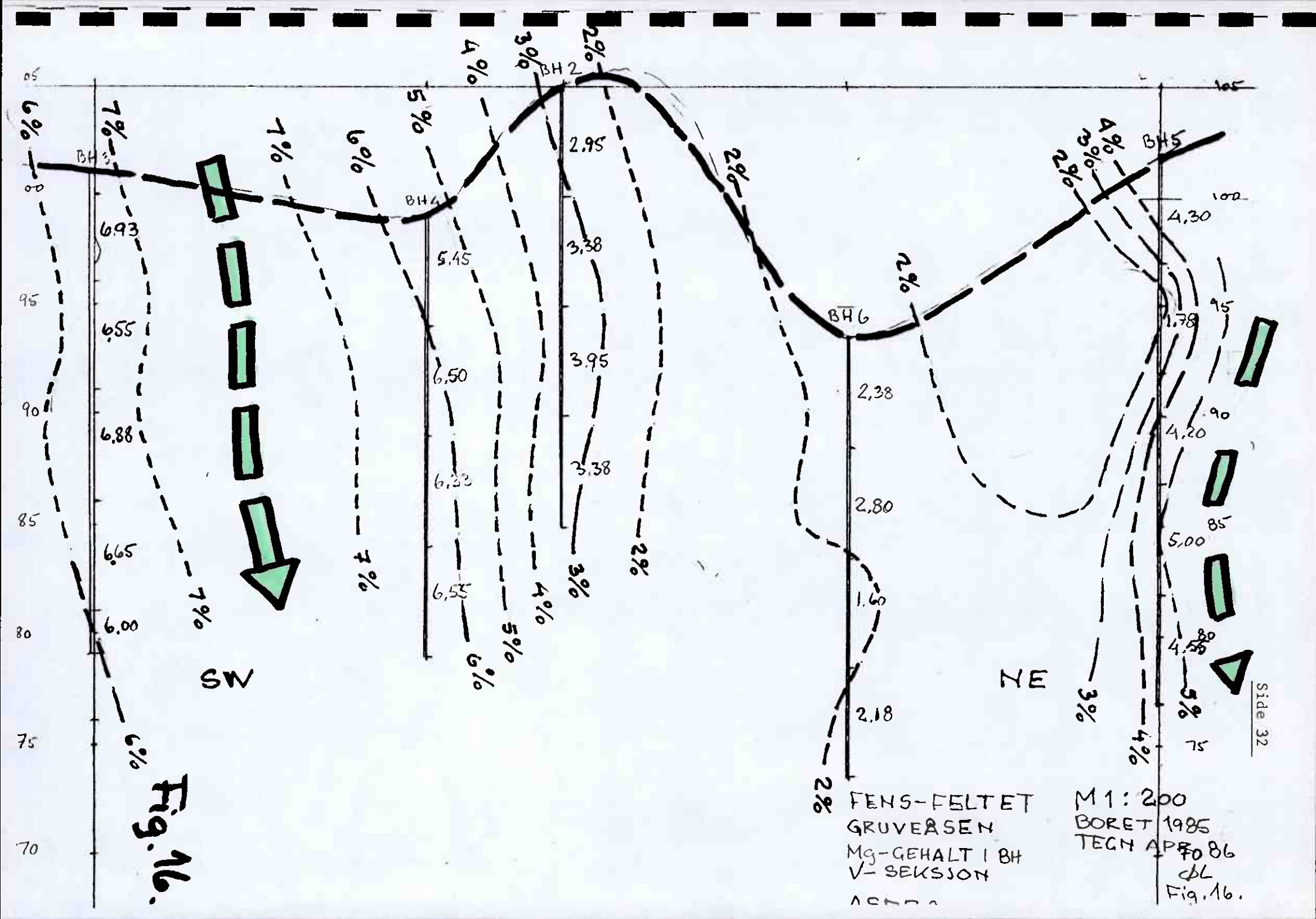

SW
NE
BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
1.80
1.90
2.0
1.88
1.95
2.15
2.03
1.88
1.83
1.05
1.50
1.58
0.75
1.25
1.13
0.42
0.75
0.98
0.16
1.58
2.33
1.88
0.5%
1.0%
1.25%
1.5%
2%
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Al - GEHALT I BH.
V-SEKSJON
M 1: 200
BORET 1986
TEGH. APR 8
Fig. 15.

Fig. 15


SW
NE
BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
6.93
6.55
6.88
6.65
6.00
5.45
6.50
6.32
6.55
2.95
3.38
3.95
3.38
2.38
2.80
1.60
2.18
4.30
1.78
4.20
5.00
4.55
7%
6%
5%
4%
3%
2%
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Mg-GEHALT I BH
V-SEKSJON
M 1: 200
BORET 1985
TEGN APR 1986
ØL
Fig. 16.
Fig. 16.

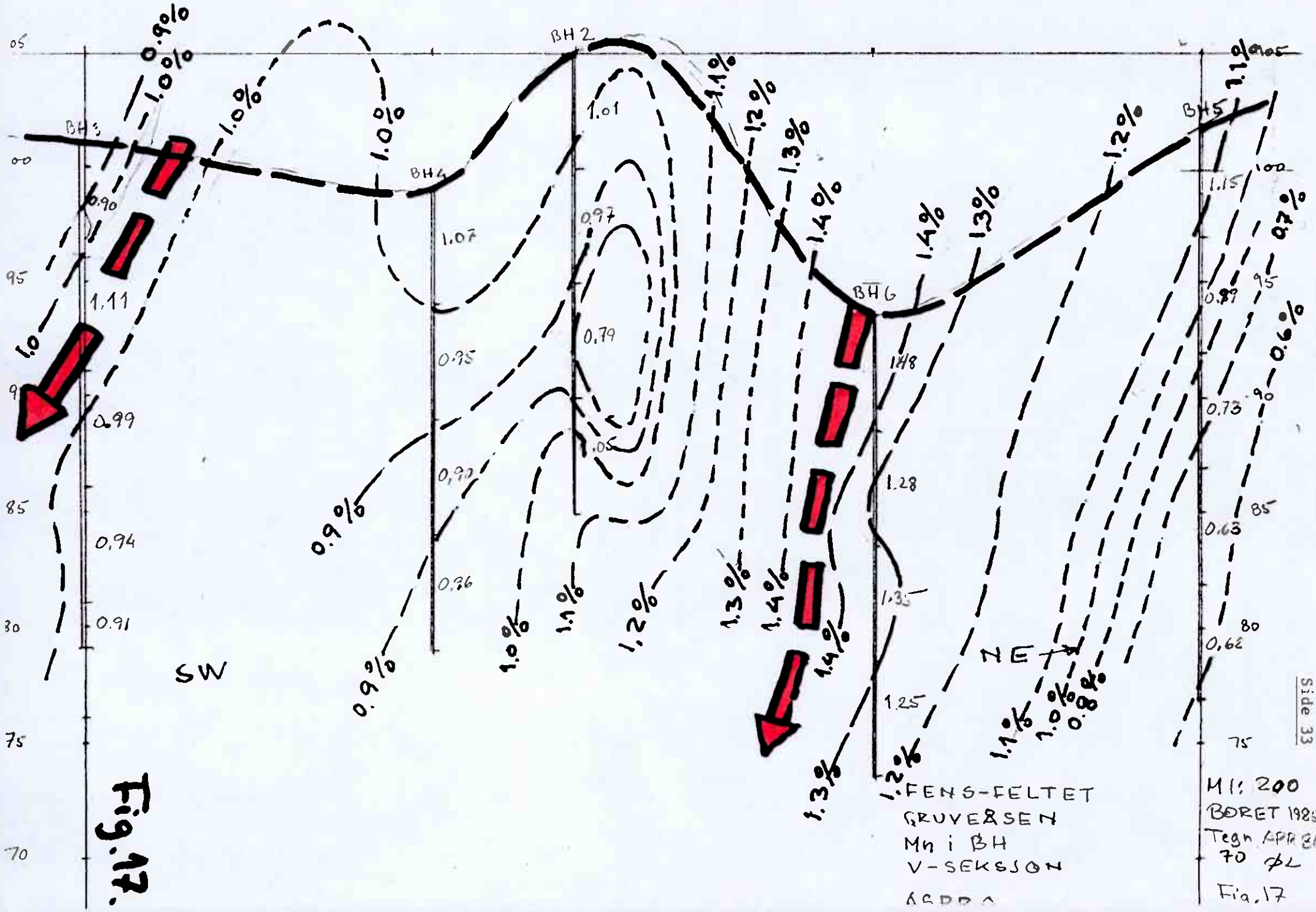

BH 3
BH 4
BH 2
BH 6
BH 5
SW
NE
1.0
0.9%
1.0%
1.1%
1.2%
1.3%
1.4%
0.8%
0.7%
0.6%
1.11
0.99
0.94
0.91
0.90
1.07
0.95
0.92
0.86
1.01
0.97
0.79
1.05
1.48
1.28
1.35
1.25
1.15
0.89
0.73
0.63
0.62
105
100
95
90
85
80
75
70
FENS-FELTET
GRUVESEN
Mn i BH
V-SEKSJON
M 1: 200
BORET 1985
Tegn APR 86
70 ØL
Fig. 17

Fig. 17.

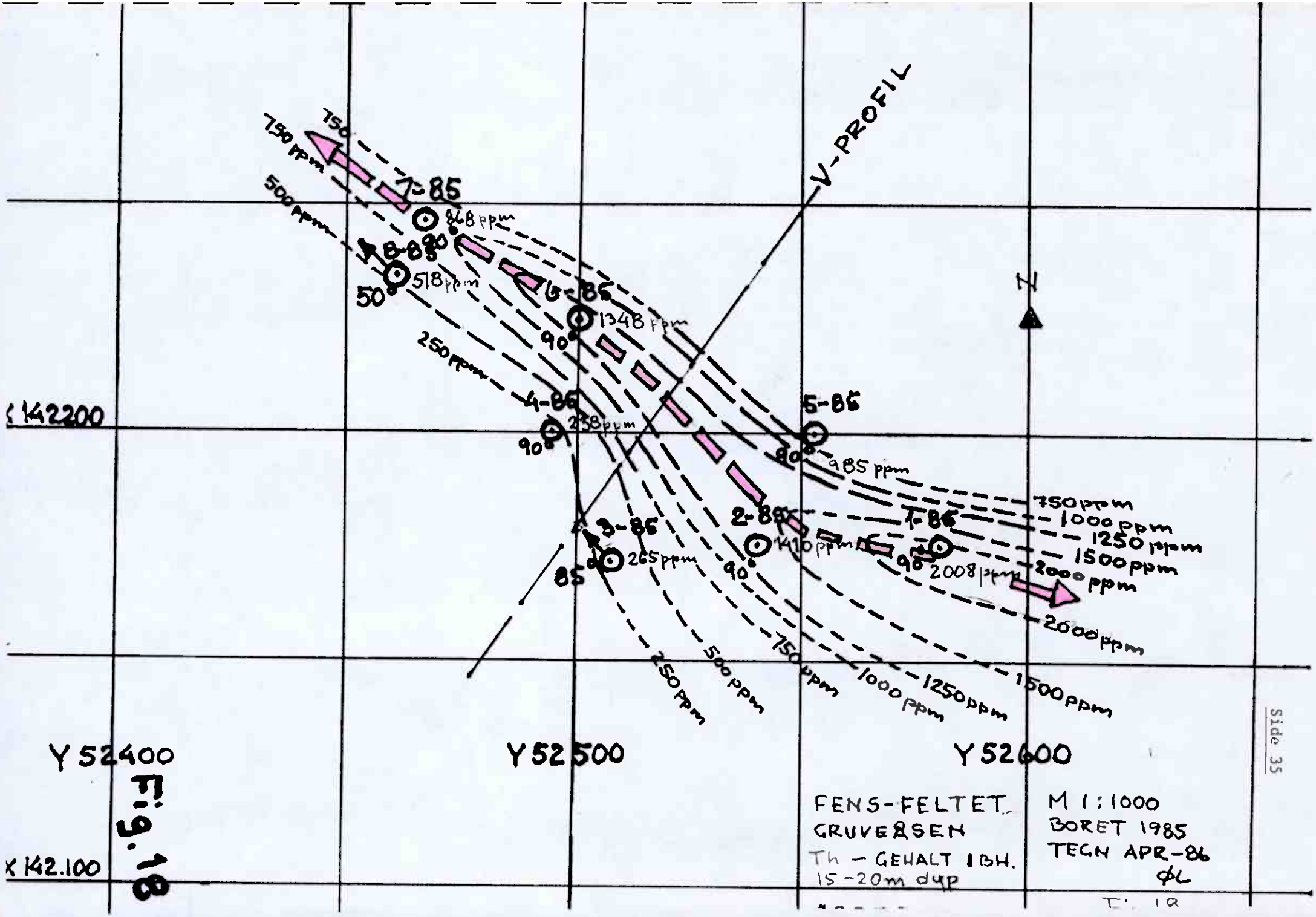
Det fremgår av fig. 13 og 14 at jern og kalsium følger samme mønster som de nevnte 8 metaller, mens aluminium (fig. 15), magnesium (fig. 16) og mangan (fig. 17) følger andre mønstre. Fig. 15 og 16 antyder heller at den mineraliserte sone er fattig på aluminium og magnesium.

Det er visse indisier på at den mineraliserte sone er knyttet til et Rauhaugittisk miljø.

Det fremgår av fig. 3 at de 8 borhullene i Grubeåsen dekker et område på ca. 50 x 50 m. Det kan av denne grunn være av interesse å se om vi kan få frem en strøkretning av den mineraliserte sone som er påvist i det vertikale snitt (V-profil fig. 12).

For å unngå eventuelle sekundære effekter nær overflaten, har jeg valgt å bruke analyseverdier pr. 5 m fra seksjonen 15-20 m. Tallverdiene er påført fig. 18-25 ved siden av borhullenes påhugg. For enkelthets skyld har man valgt å anse to skråhull som vertikale under koteleggingen. Det har lite å si for kotebildene.

Av kotebildene fig. 18-25 fremgår det at 7 av maksimumsverdiene ligger innenfor en 10-12 m bred sone som stryker omtrent i NW-lig retning, 6 av sonene ligger innenfor et drag på 6-10 m bredde (se fig. 26). Yttrium og lantan synes å avvike noe. Det skal bemerkes at det er kotelagt etter 8 verdier for hvert element, og det gir selvfølgelig store usikkerheter, usikkerheter som er anvist på figurene 18-25, med korte st iplete streker. → side 44


V-PROFIL
N
7-85
868 ppm
8-85
518 ppm
6-85
1348 ppm
4-86
258 ppm
5-85
985 ppm
3-85
265 ppm
2-85
1410 ppm
1-86
2008 ppm
750 ppm
500 ppm
250 ppm
1000 ppm
1250 ppm
1500 ppm
2000 ppm
2600 ppm
90
80
85
50
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Th - GEHALT I BH.
15-20m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 18
Side 35

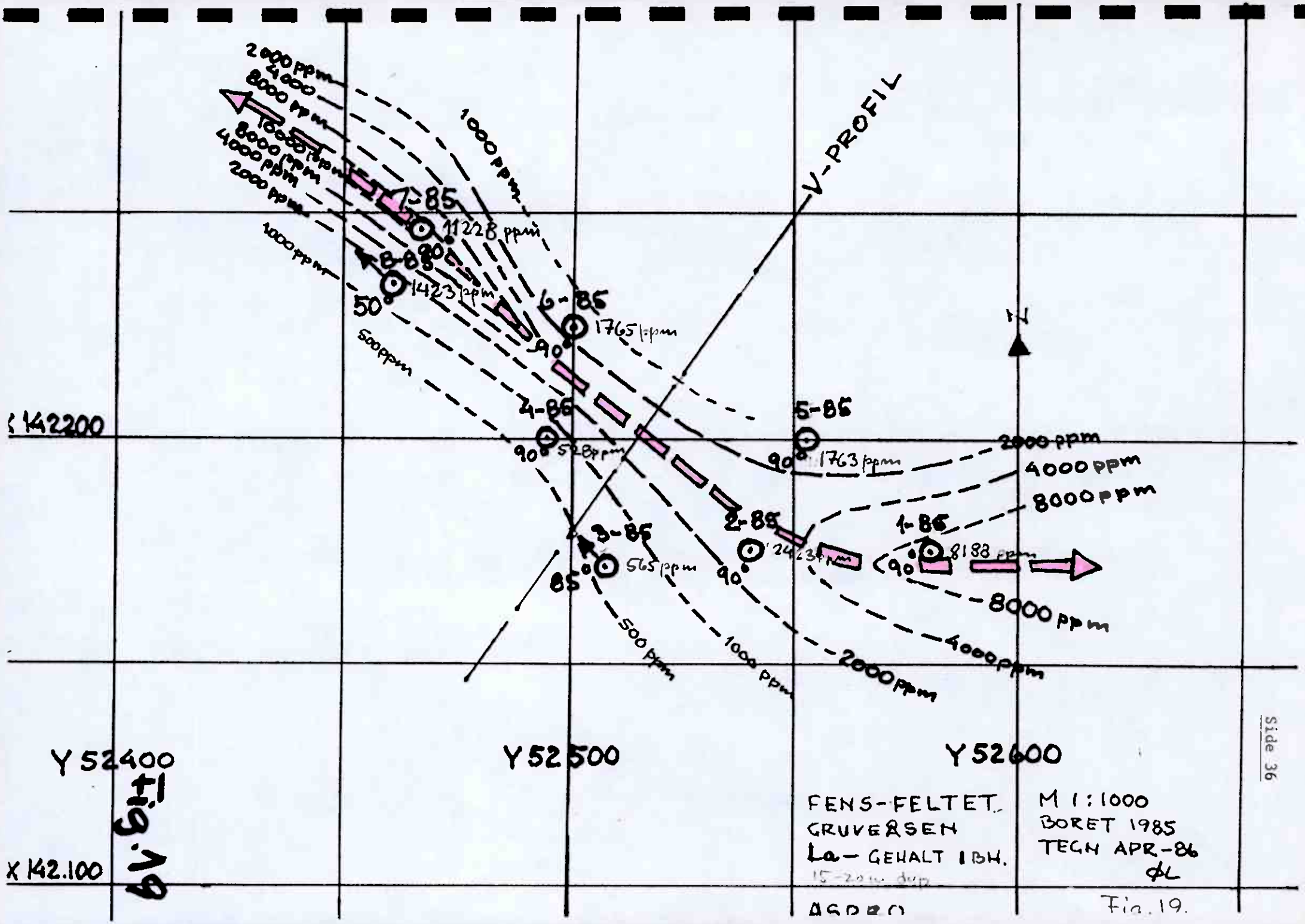
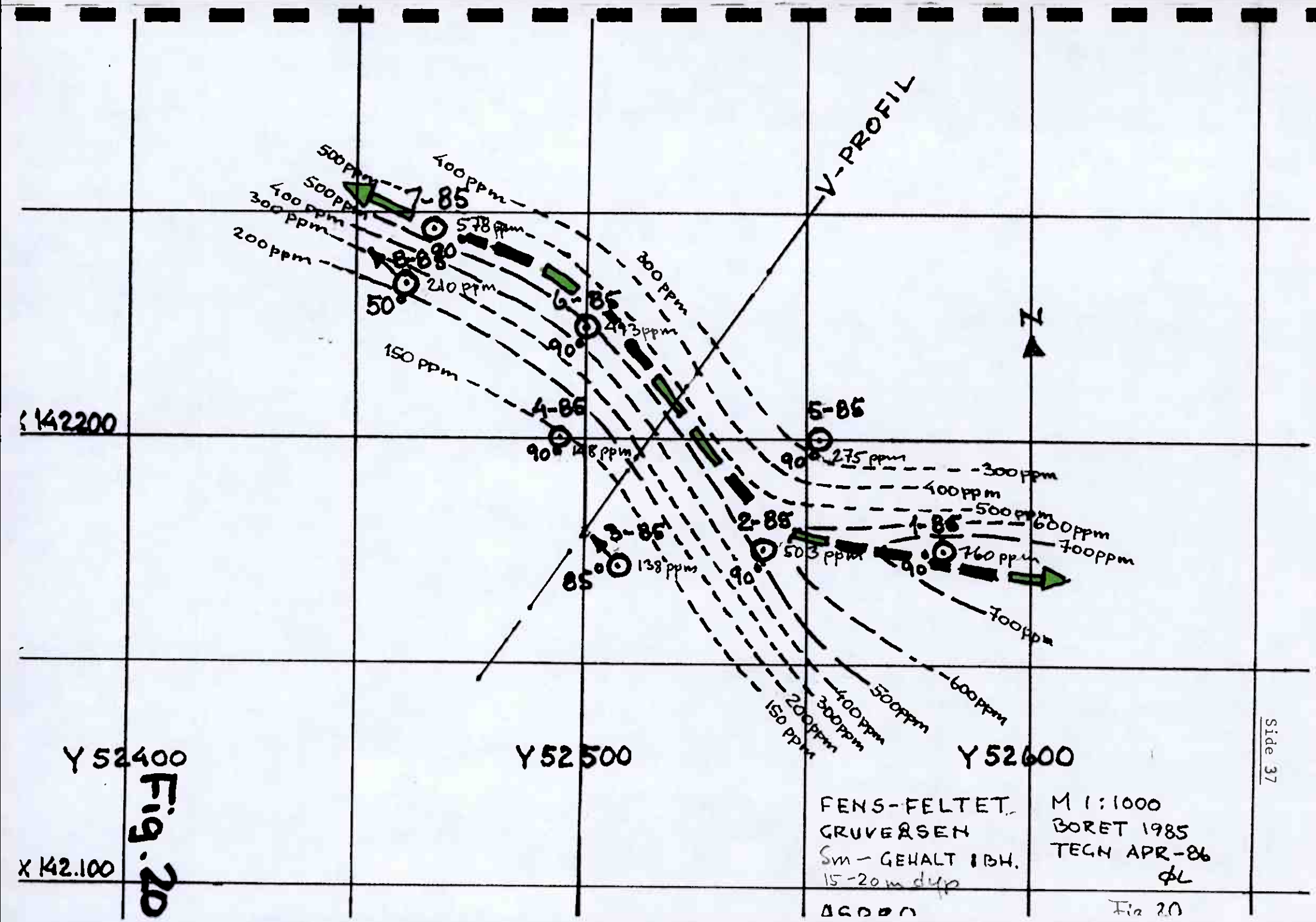
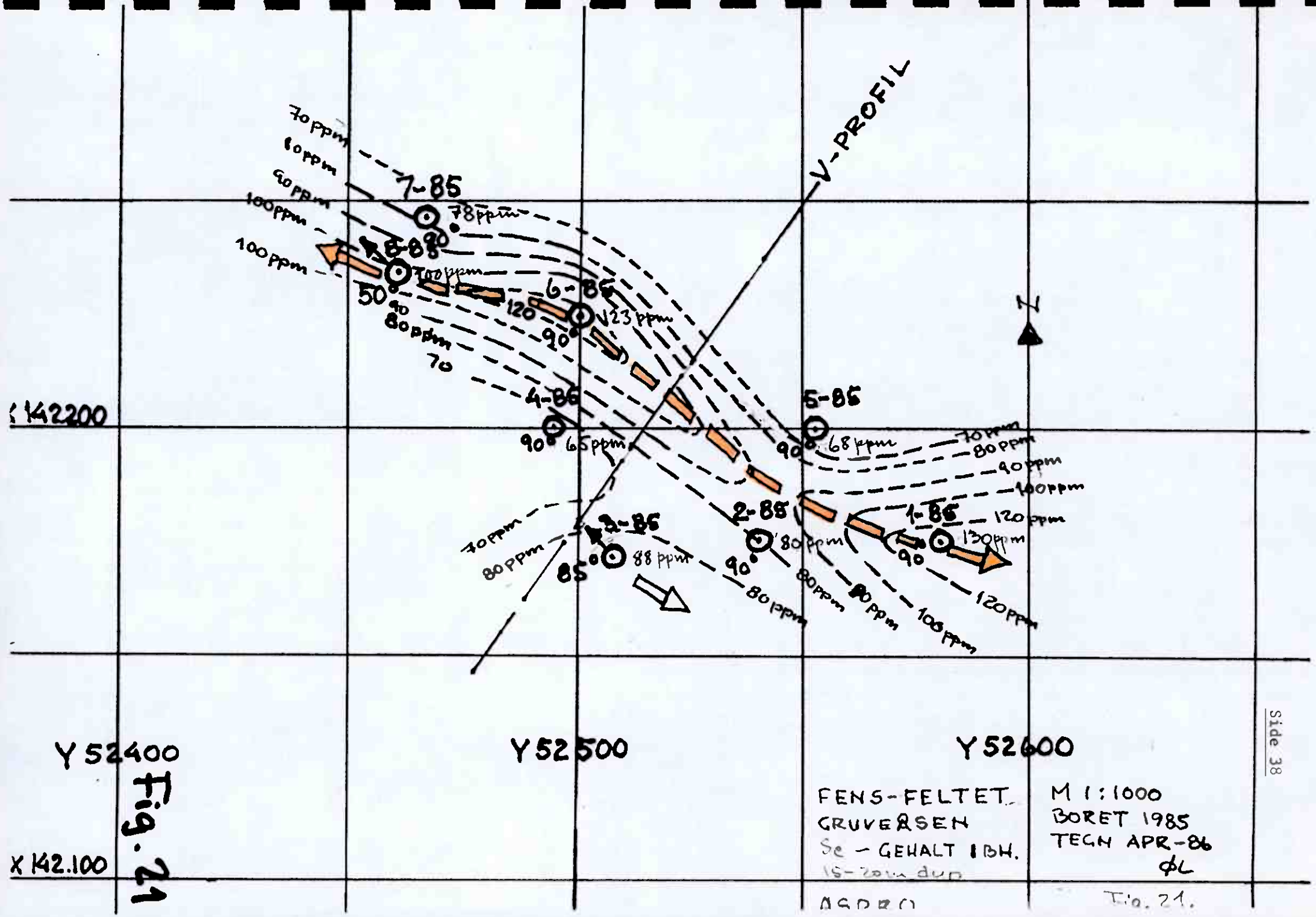

V-PROFIL
N
7-85
11228 ppm
90
8-85
1423 ppm
50
6-85
1765 ppm
90
4-85
90
528 ppm
5-85
90
1763 ppm
2-85
90
2423 ppm
1-85
90
8188 ppm
3-85
85
565 ppm
90
2000 ppm
4000 ppm
8000 ppm
1000 ppm
500 ppm
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
La- GEHALT I BH.
15-20 m dyp
ASPRO
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 19.

Fig. 19


V-PROFIL
N
7-85
578 ppm
90
8-85
210 ppm
50
6-85
493 ppm
90
4-85
148 ppm
90
5-85
275 ppm
90
3-85
138 ppm
85
2-85
503 ppm
90
1-85
760 ppm
90
500 ppm
400 ppm
300 ppm
200 ppm
150 ppm
600 ppm
700 ppm
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Sm – GEHALT I BH.
15-20 m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 20
Side 37



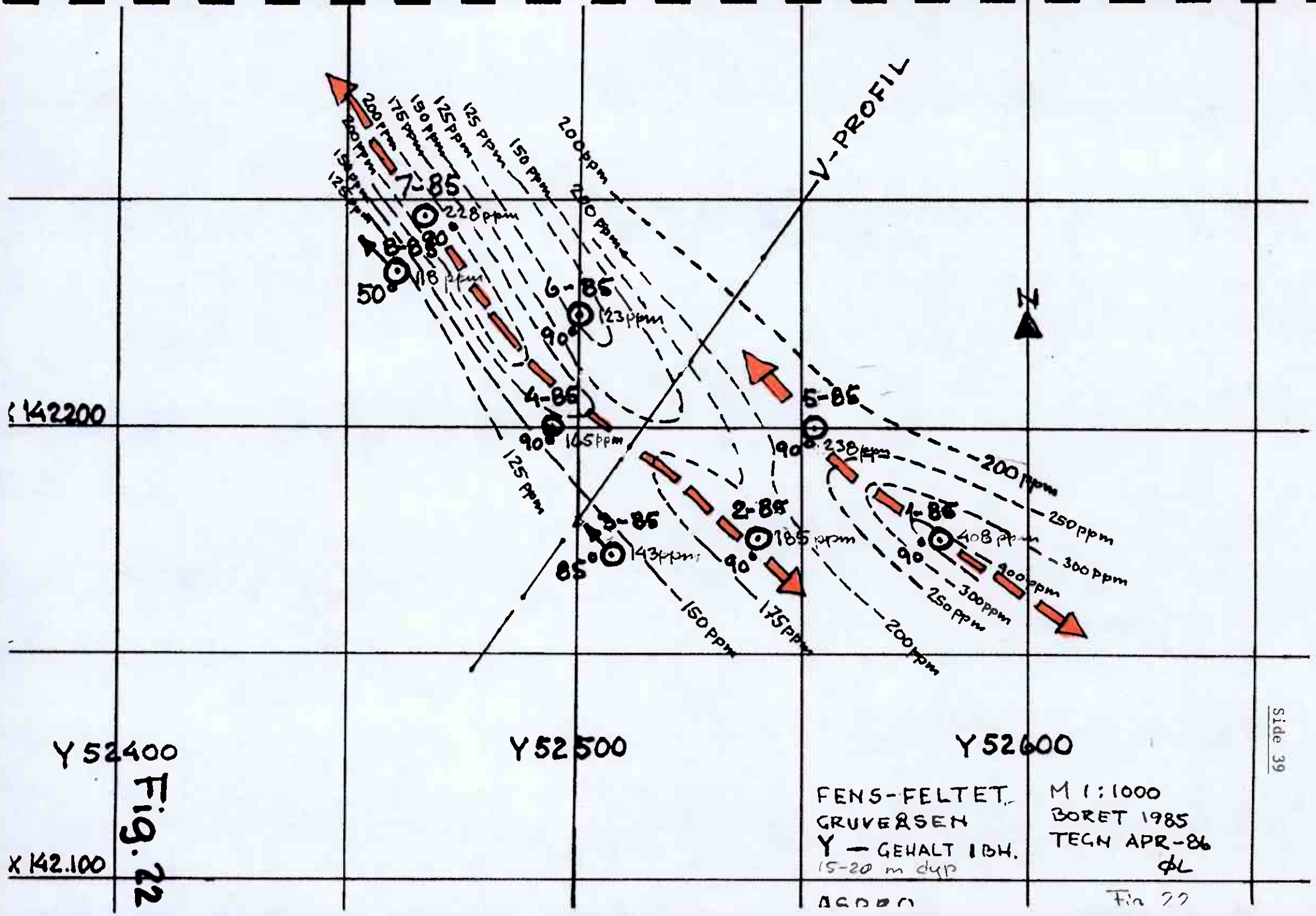
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Se – GEHALT I BH.
18-20m dyp

M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL

ASDRO

Fig. 21.

Fig. 21


V-PROFIL
N
7-85
228ppm
8-85
118 ppm
50
6-85
123ppm
90
4-86
105ppm
90
5-85
238ppm
90
2-85
185 ppm
90
3-85
143ppm
85
1-85
408 ppm
90
200ppm
250ppm
300ppm
400ppm
150 ppm
175ppm
125 ppm
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Y — GEHALT I BH.
15-20 m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 22
Side 39

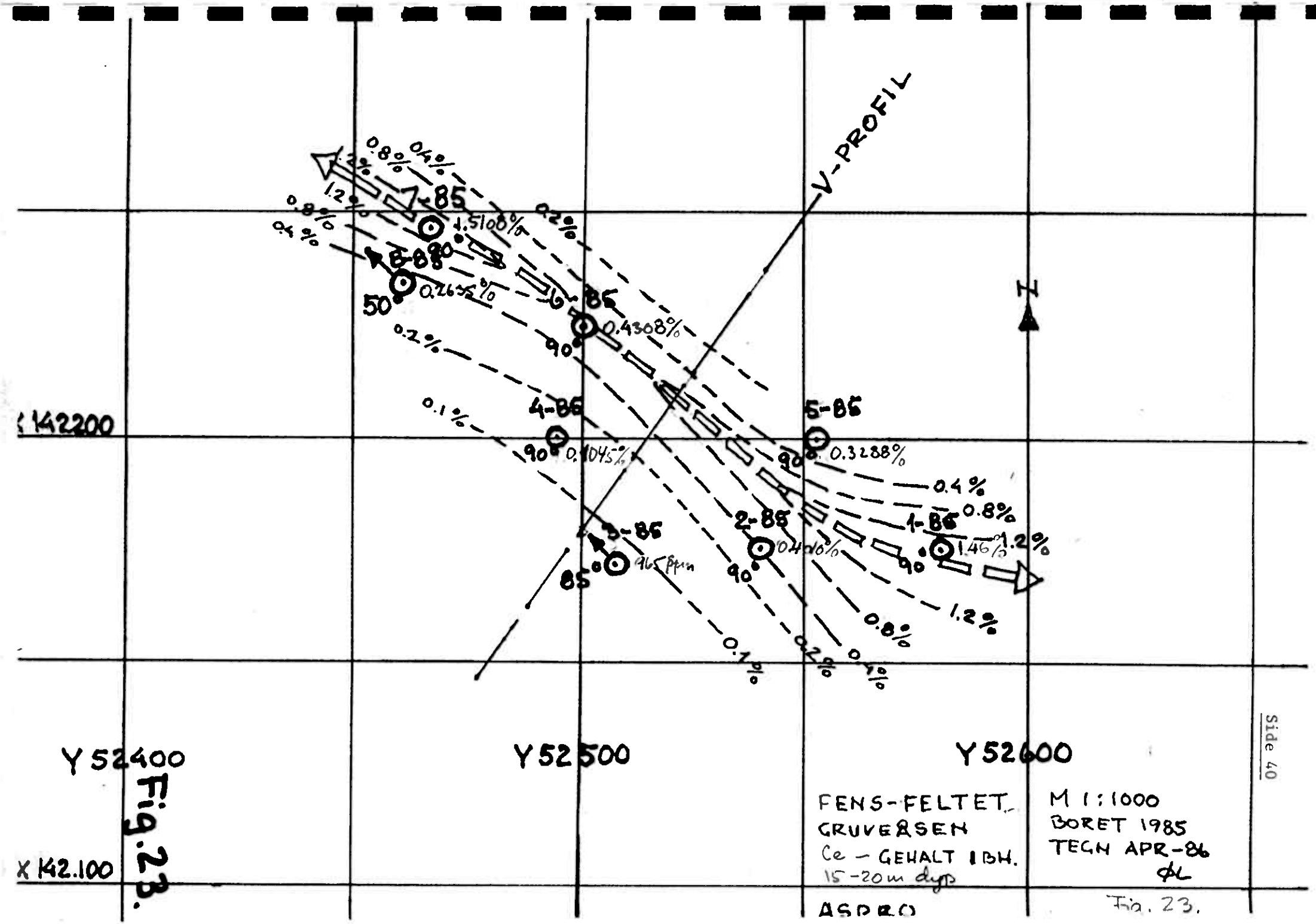

V-PROFIL
N
7-85
1.5100%
8-85
0.2605%
6-85
0.4308%
4-86
0.1045%
5-85
0.3288%
3-86
965 ppm
2-85
0.4046%
1-86
1.46%
0.8%
0.4%
1.2%
0.2%
0.1%
90°
50°
85°
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Ce – GEHALT I BH.
15-20 m dyp
ASPRO
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 23.

Fig. 23.

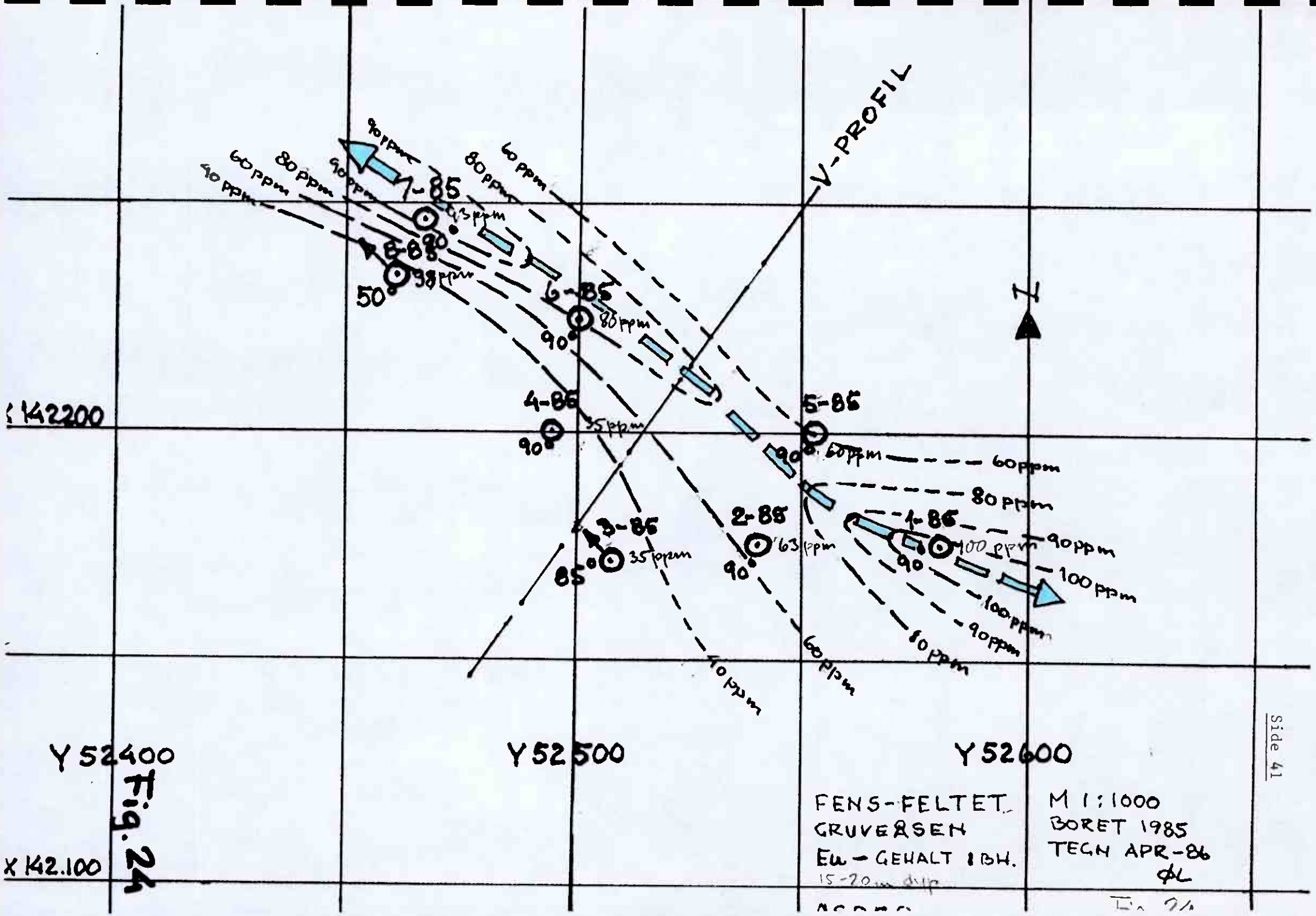

V-PROFIL
N
1-85
2-85
3-85
4-85
5-85
6-85
7-85
63 ppm
98 ppm
80 ppm
35 ppm
63 ppm
100 ppm
90
50
85
40 ppm
60 ppm
80 ppm
90 ppm
100 ppm
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Eu - GEHALT I BH.
15-20 m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Side 41

Fig. 24

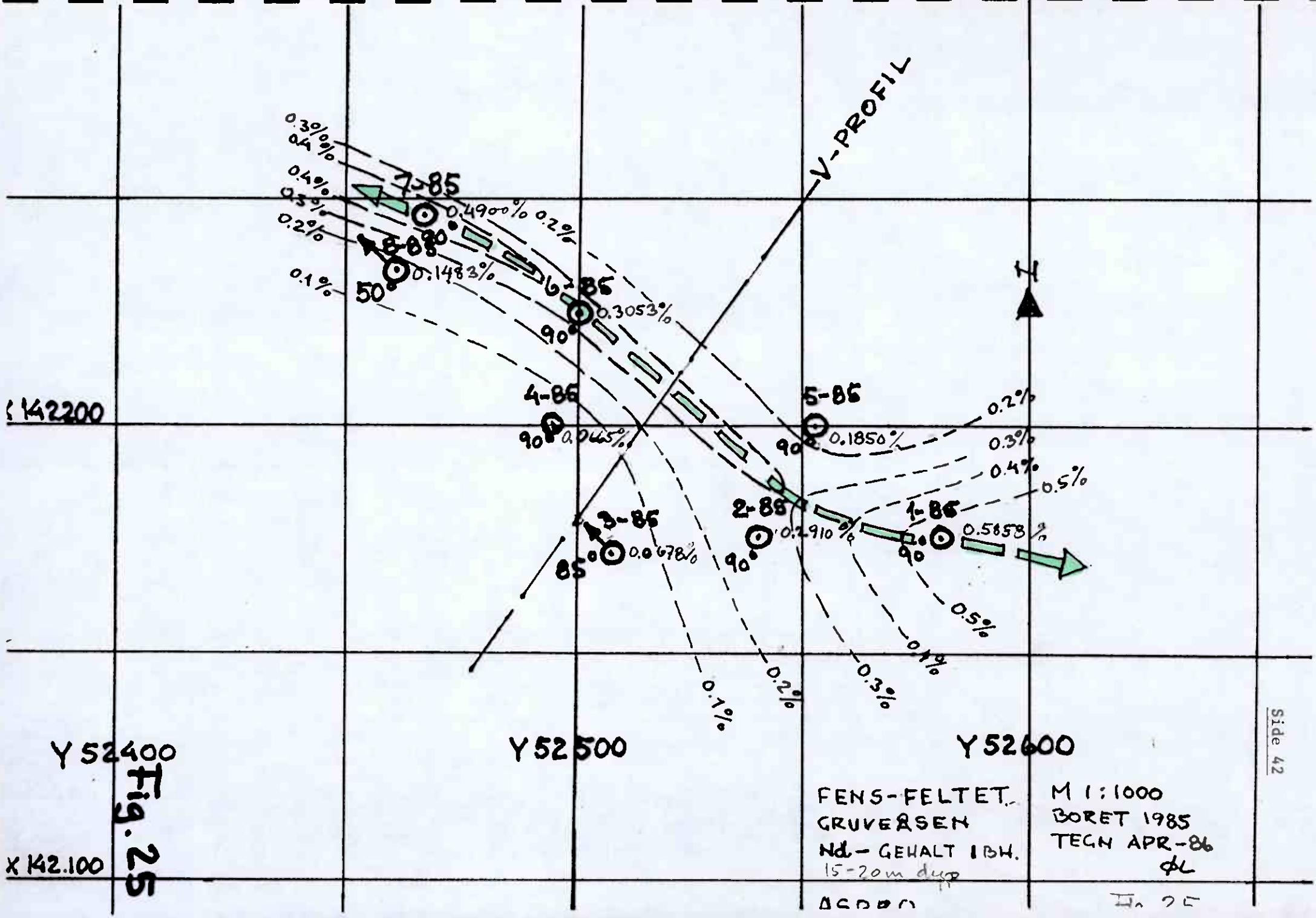
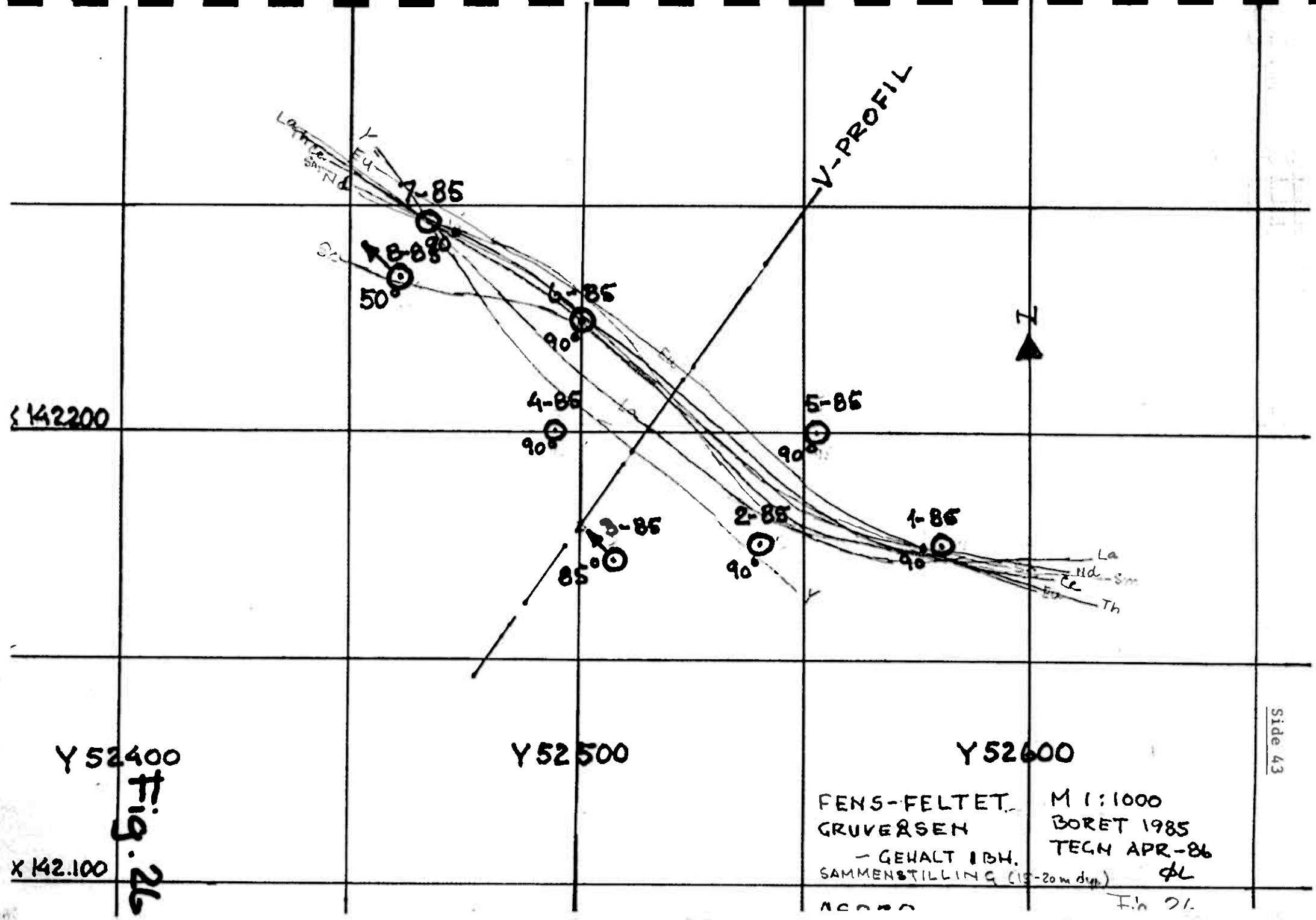

V-PROFIL
H
7-85
0.4900%
8-85
0.1483%
6-85
0.3053%
4-86
0.0445%
5-86
0.1850%
3-85
0.0678%
2-85
0.2910%
1-85
0.5658%
0.1%
0.2%
0.3%
0.4%
0.5%
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Nd - GEHALT I BH.
15-20m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Side 42

Fig. 25


V-PROFIL
7-85
8-85
50°
6-85
90°
4-85
90°
5-85
90°
3-85
85°
2-85
90°
1-85
90°
La
Nd
Ce
Th
N
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
– GEHALT I BH.
SAMMENSTILLING (15-20 m dyp)
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 26
Side 43

Også i plansnittene fig. 27-31 ser vi at Fe og Ca følger de nevnte 8 elementer, men Al, Mg og Mn følger andre mønstre.

Vertikalseksjonene fig. 3-10 viser alle stigende gehalter både mot SW og mot NØ. P.g.a. manglende analyser utenfor siste borhull til begge sider i snittet, h.h.v. hull 3/85 og 5/85, er det ikke mulig å angi disse soner nøyaktig. På figurene 3-10 er det anvist posisjon for mulige soner med høyere gehalter. Disse anvisninger på ansees som høyst usikre, og er bare å oppfatte som antydninger. Er de noenlunde riktig plassert, kan det være en antydning om at mineraliserte soner finnes i innbyrdes avstand 20-30 m.

Endelig skal vi se på 4 lengdesnitt som er lagt gjennom den mineraliserte sone, d.v.s. tilnærmet vertikalt. Det er valgt analyseverdier pr. 5 m i hullene 1/85, 2/85, 5/85, 6/85 og 7/85. Det er benyttet middelsverdier for hullene 2/85 og 5/85, da disse ligger relativt langt fra den mineraliserte sone. Seksjonene sees mot NØ.

Figurene 32-35 (La, Sc, Nd, Fe) viser i hovedsak en viktig utvikling, som det skulle være all grunn å forfølge:
Alle borhull viser økende gehalter av La, Sc og Nd mot dypet, sterkest lengst NW og lengst SØ. I hull 7/85 er det observert 1.12% La og 173 ppm Sc, mens i det hematitt-dominerte hull 1/85 ligger tilsvarende tall på 0.81% La og 130 ppm Sc. → side 54

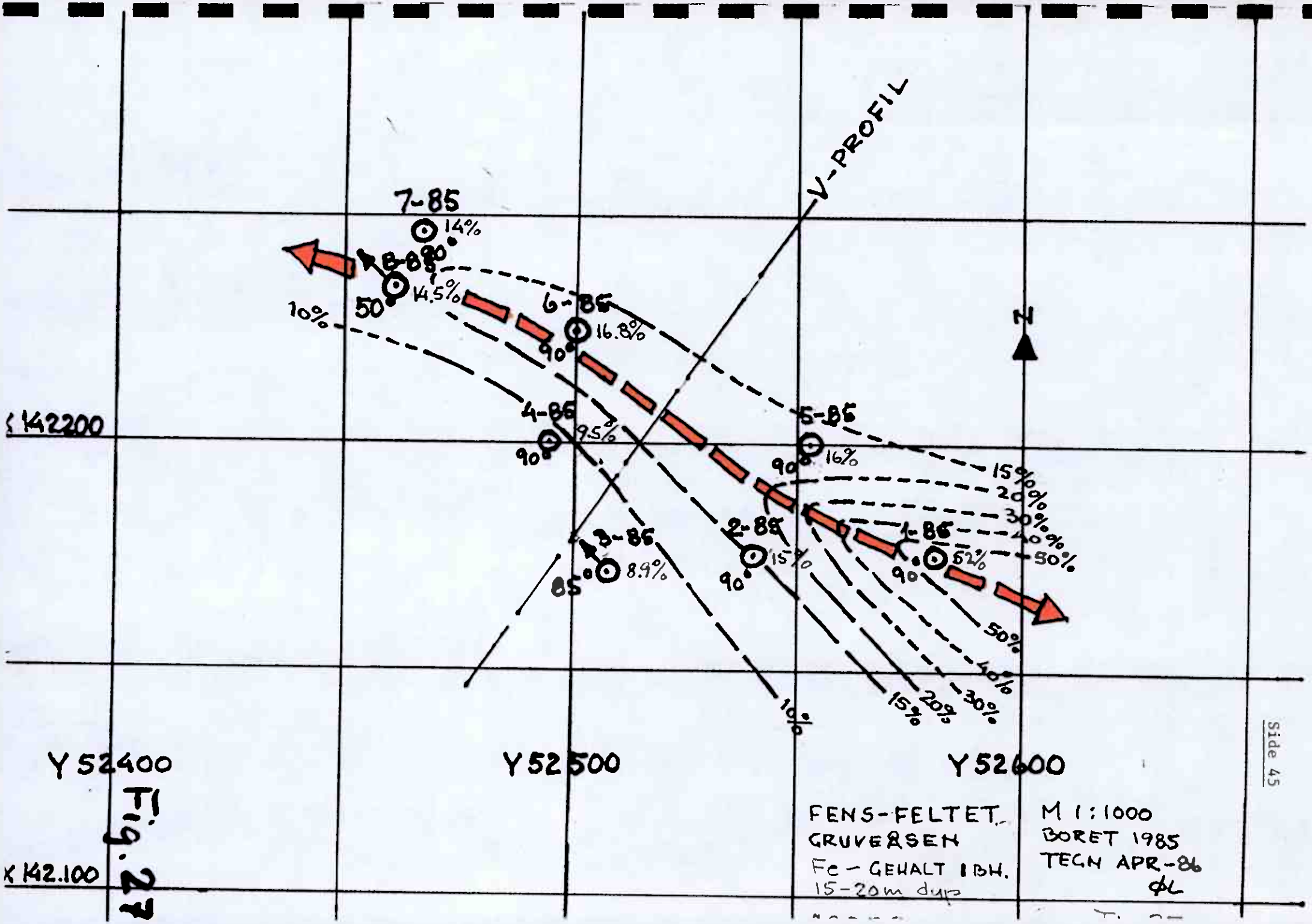

V-PROFIL
N
7-85
14%
8-85
14.5%
50
10%
6-85
16.8%
90
4-85
9.5%
90
5-85
16%
90
3-85
8.9%
85
2-85
15%
90
1-85
52%
90
15%
20%
30%
40%
50%
50%
40%
30%
20%
15%
10%
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVERSEN
Fe - GEHALT I BH.
15-20m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL

Fig. 22

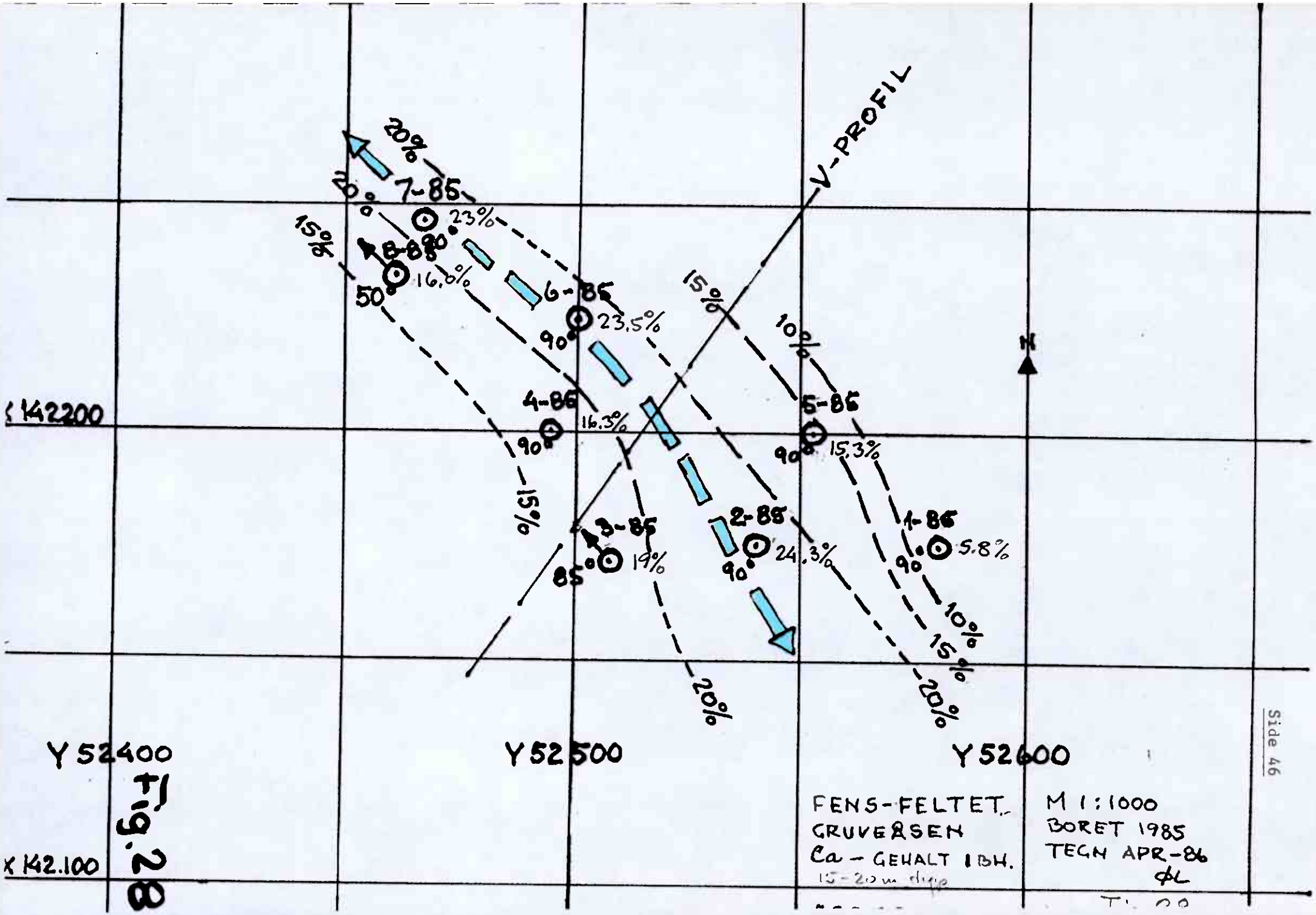

V-PROFIL
N
7-85
23%
80°
8-85
16.6%
50°
6-85
23.5%
90°
4-86
16.3%
90°
5-85
15.3%
90°
3-85
19%
85°
2-85
24.3%
90°
1-86
5.8%
90°
20%
20°
15%
15%
10%
15%
20%
10%
15%
20%
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET.
GRUVEÅSEN
Ca - GEHALT I BH.
1,5 - 2,0 m dype
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL

Fig. 28

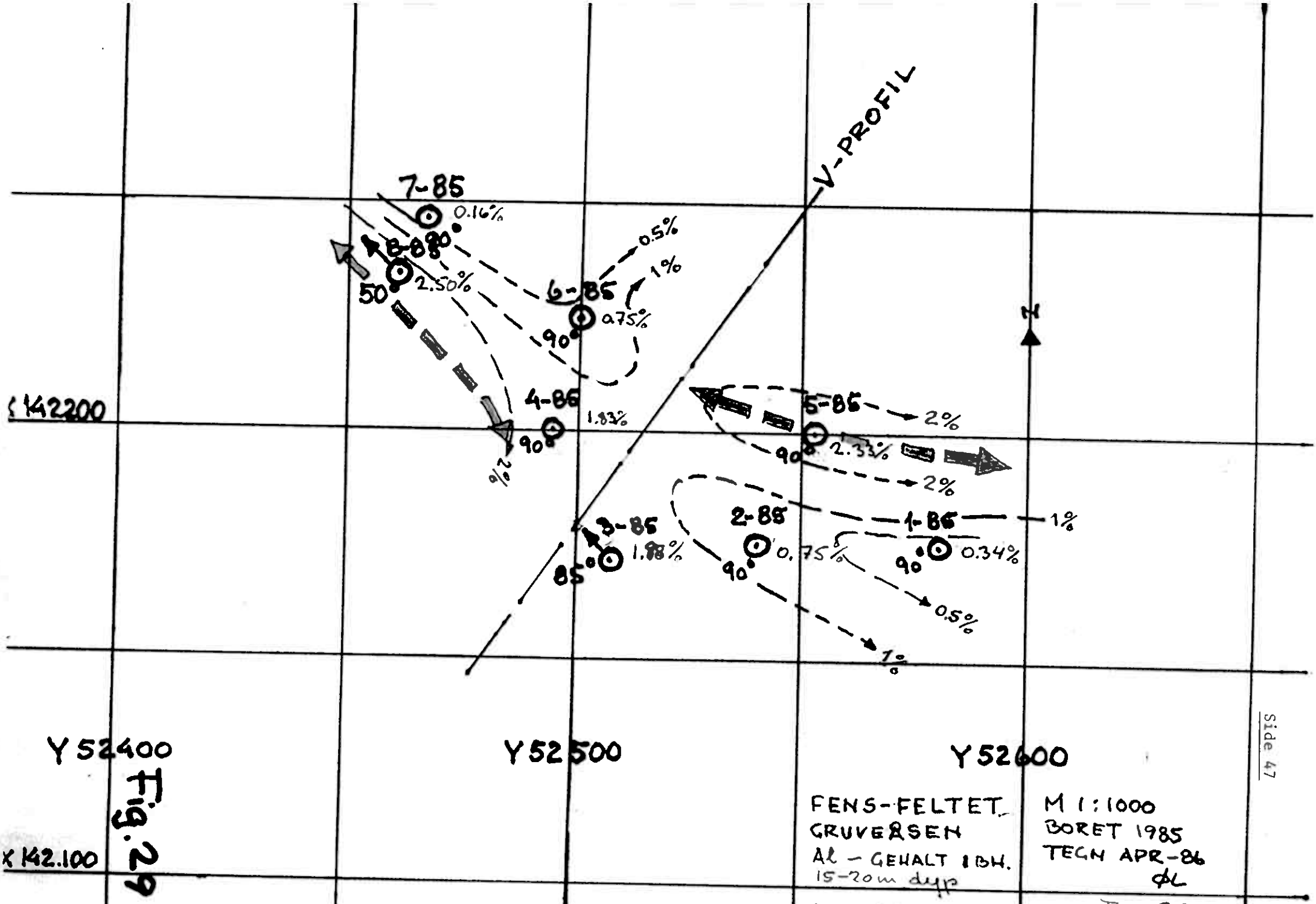
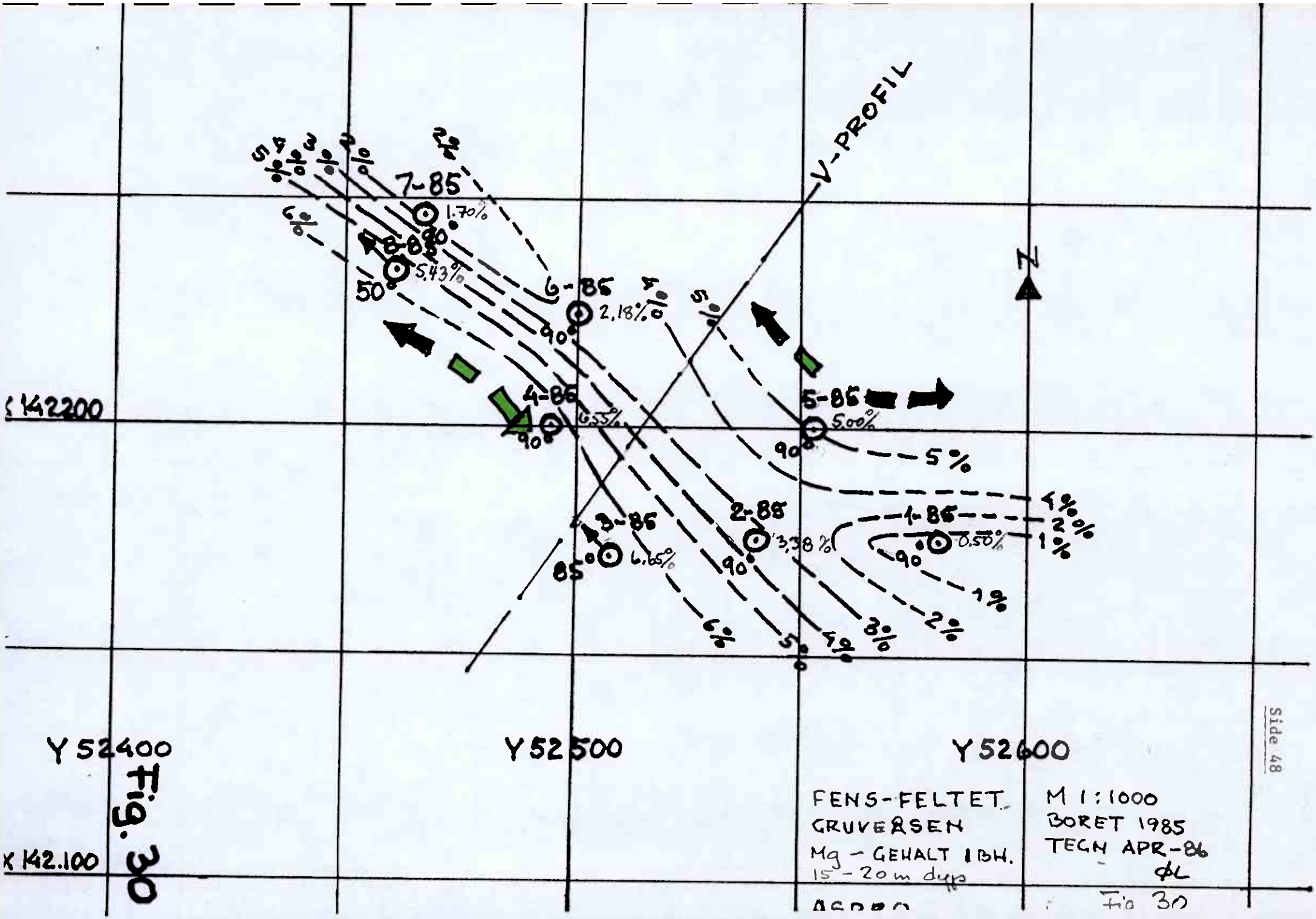

V-PROFIL
7-85
0.16%
8-85
2.50%
50
6-85
0.75%
0.5%
1%
90
4-86
1.83%
90
2%
5-85
2.33%
90
2%
2%
3-85
1.88%
85
2-85
0.75%
90
1-86
0.34%
90
1%
0.5%
1%
H
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Al - GEHALT I BH.
15-20m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL

Fig. 29



FENS-FELTET
GRUVERSEN
Mg - GEHALT I BH.
15 - 20 m dyp

M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL

Fig 30

Fig. 30

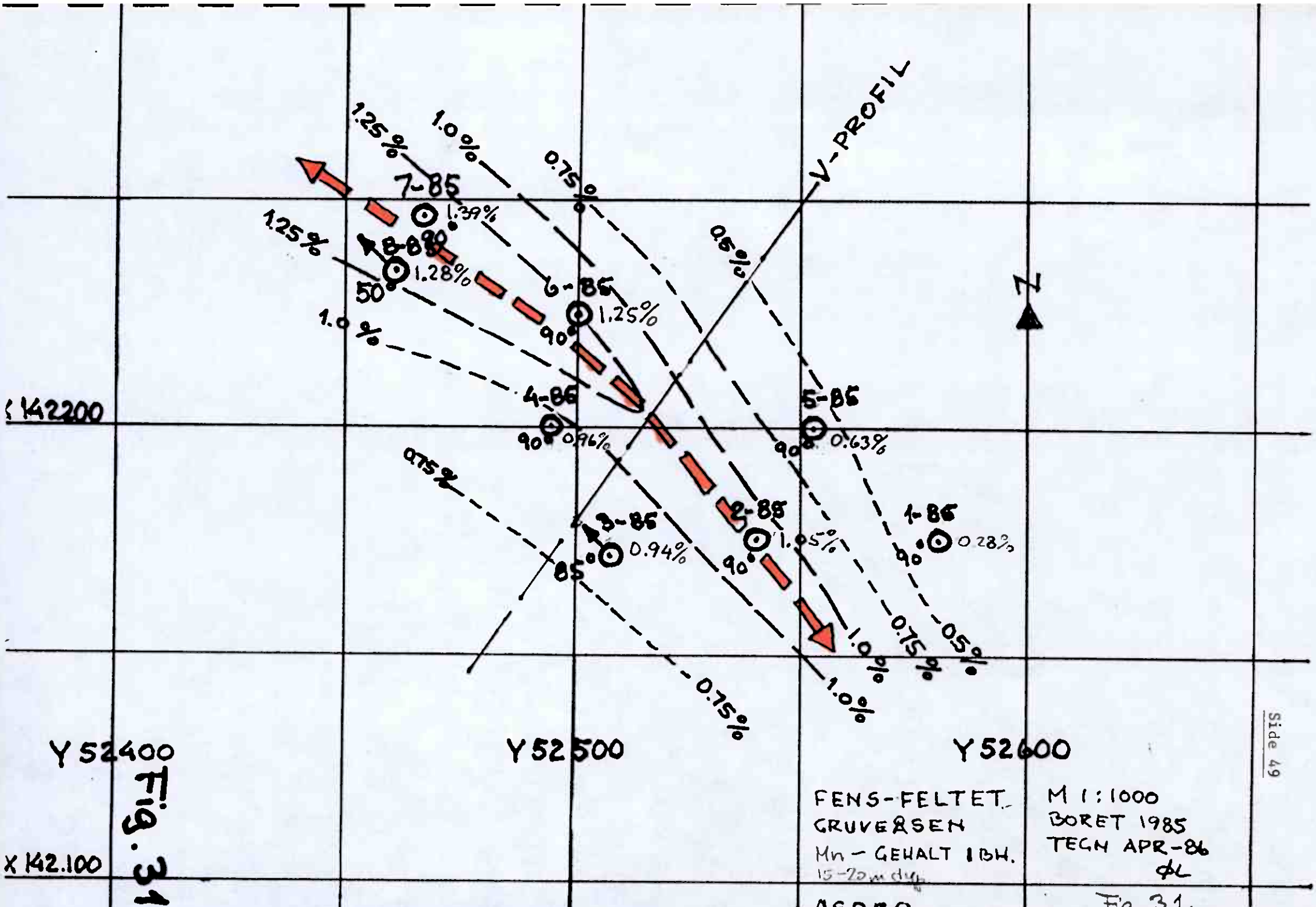
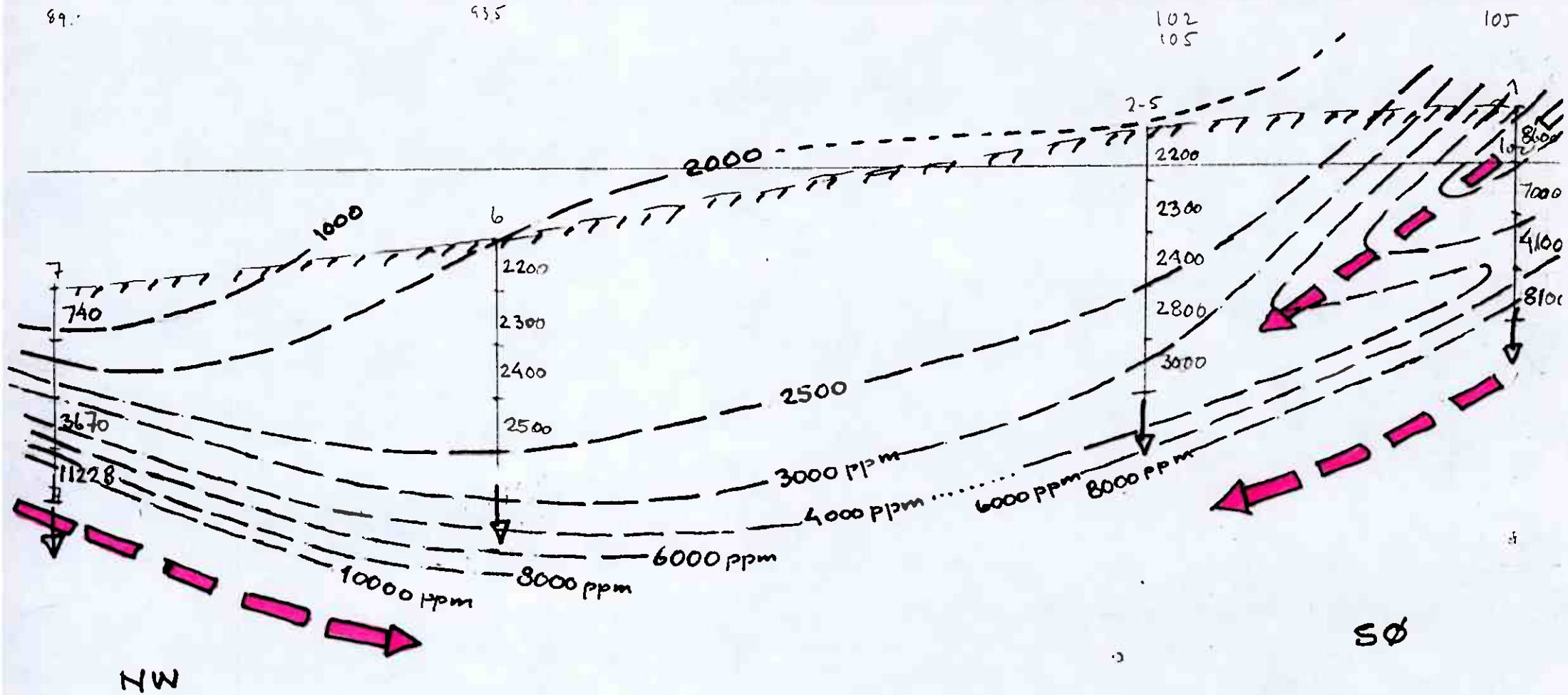

V-PROFIL
N
1.25%
1.0%
0.75%
0.5%
7-85
1.39%
8-85
1.28%
6-85
1.25%
4-86
0.96%
5-86
0.63%
3-86
0.94%
2-85
1.05%
1-86
0.28%
90
50
85
X 142200
X 142.100
Y 52400
Y 52500
Y 52600
FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
Mn - GEHALT I BH.
15-20 m dyp
M 1:1000
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
ASPRO
Fig. 31.

Fig. 31

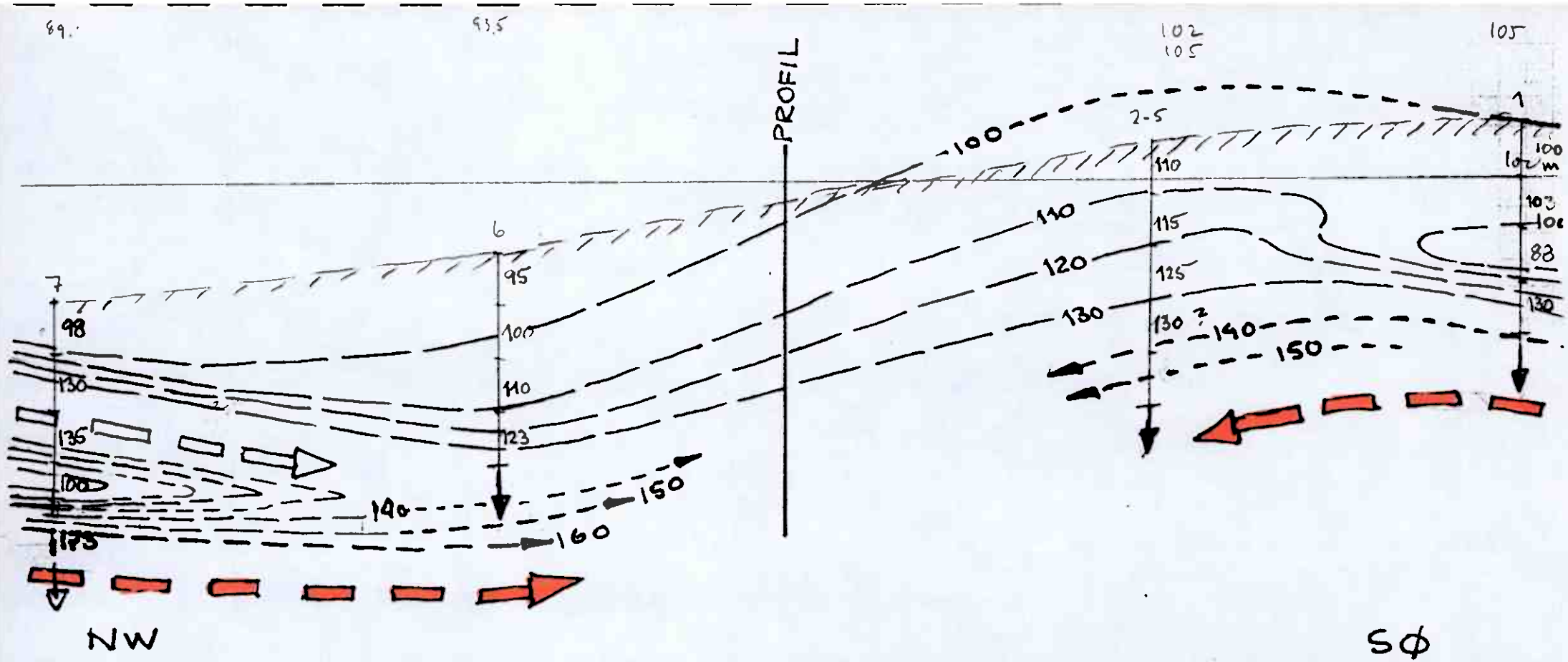


FENS-FELTET
GRUVEÅSEN
La- GEHALT I BH
SEKSJON LANGS STRØKET
ASPRO

M 1: 500
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 32.

Side 50

Fig. 32



FENS-FELTET M 1:500
GRUVERØSEN BORET 1985
Sc - GEHALT I BH. TEGN APR-86
SEKSJON LANGS STRØKET dL

ASPRO Fig. 33.

Fig. 33.

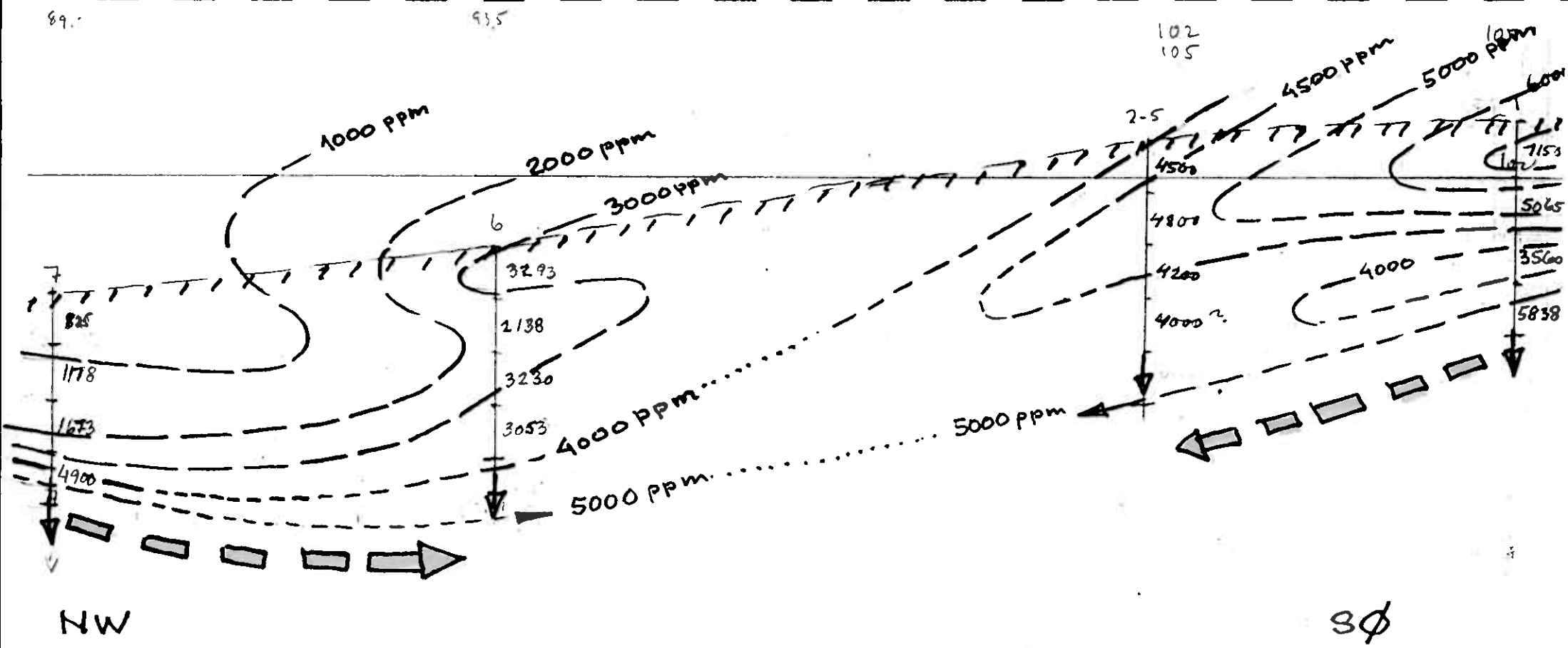


Fig. 34

FENS-FELTET M 1:500
GRUVEÅSEN BORET 1985
Nd-GEHALT I BH TEGN APR-86
SEKSJON LANGS STRØKET ØL

ASPRO Fig. 34.

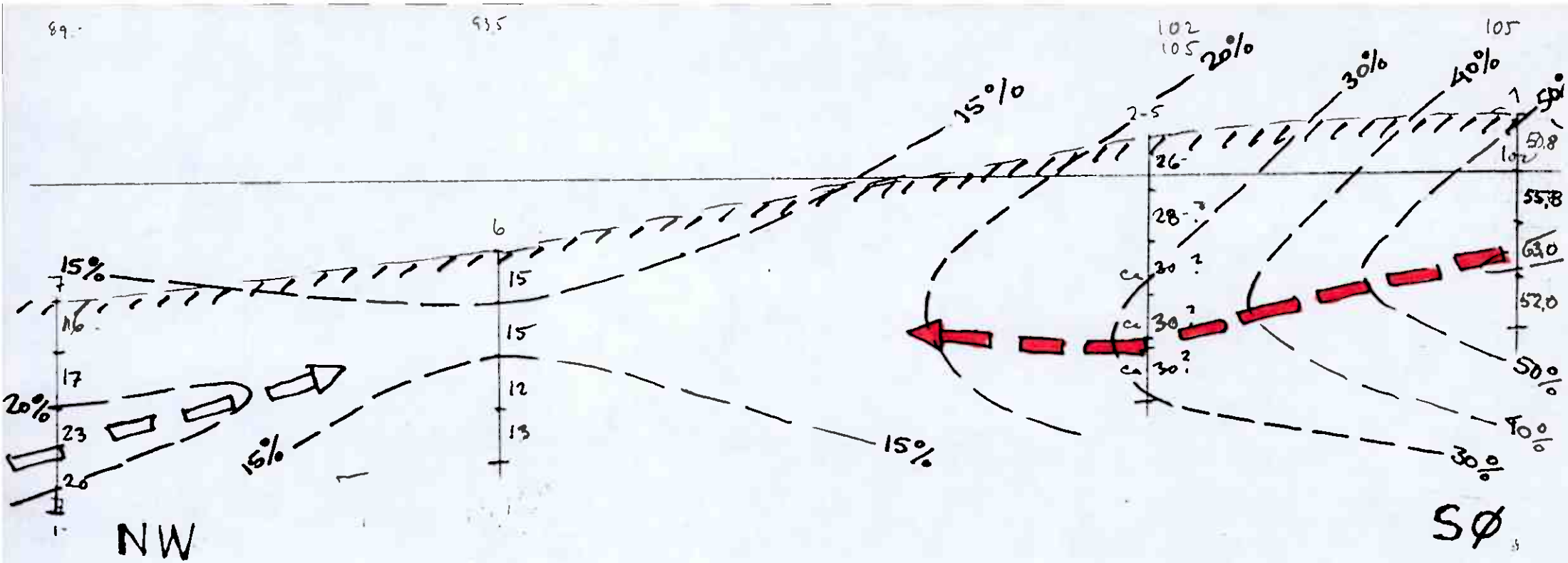


Fig. 35

FENS-FELTET
GRUVESEN
Fe - GEHALT I BH
SEKSJON LANGS STRØKET
ASPRO

M 1:500
BORET 1985
TEGN APR-86
ØL
Fig. 35.

Fe-gehaltene følger ikke det samme system, jern ser ut til å ha et svakt maksimum noe høyere opp. Dette er også tilfelle i hull 1/85 i SØ, som skjærer hematittmalm.

Man vil derfor stille følgende hypotese:
Det kan være en mulighet for at den oppborete, mineraliserte sone viser økende gehalter mot dypet. Hvor de beste gehalter finnes vet man ikke, det er bare gitt en antydning av en mulighet i figurene 32-34.

Videre er høyeste Lantan- og Scandium-gehalt påvist lengst NW i snittene. Også Nd er høy i samme seksjon. D.v.s. lengst borte fra hematittmalmen.

Vi skal peke på at gehaltene er høyere mot dypet også i SØ.

Det er ikke nødvendig å se de andre 6 sporelementer i snitt langs strøket. Fig. 32-34 gir godt oppslag til videre oppfølging ved diamantboring, idet man forutsetter SØ-NW-lig strøk i området (Grubeåsen) og steilt fall (mot NØ) :

1. Oppboring av den mineraliserte sone mot dypet, der vi tilsynelatende har økende gehalter mot dypet langs hele sonen over 150 m strøklengde.

2. Oppfølging videre mot NW av den mineraliserte sone.

3. Oppfølging også mot SØ av den mineraliserte sone.

Alt ved hjelp av diamantboringer av hull med 30-60° helning, påsatt i borsnitt lagt vinkelrett på strøket.

7. METALLFORDELING

Etterat det de siste år er diamantboret i to områder i Fen-komplekset, ved Gamle Holla Kirkeruin i Vestfeltet og i området ved Gruvehaugen i Østfeltet, har det fremkommet resultater som det kan være vel verdt å se på i lys av de senere geofysiske målinger utført på overflaten. Vi vil fortrinnsvis konsentrere oss om de radiometriske og gravimetriske resultater.

Det finnes dog et tredje område der det foreligger en del analysemateriale m.h.p. niob og REE. Det er i SØ-feltet omkring Rullekollen, der Viggo Wiik

i forbindelse med geologisk kartlegging foretok en systematisk prøvetaking av fast fjell. Det passer godt å ta disse data med i en oversikt, når vi nå siste høst har målt området radiometrisk og magnetisk (se foran i denne rapport, pl. 2 og pl. 3).

Vi vil derfor i det følgende se resultatene fra de 3 områdene under ett.

7.1 Østområdet

Diamantboringene ved Gruveåsen i Øst-feltet er beskrevet i avsnitt 6 i denne rapport. De to undersøkte felter fremgår av pl. 4. Feltet ved Grubehaugen (8 borhull) ligger mellom gravimeterkartets kote 8 og 9 milligal, feltet ved Breigangen ca. 200 m lengere vest ligger ved kote 10 milligal. Det skal minnes om at gravimeterfeltet i det NØ-stre område kun er basert på et fåtall observasjoner, og at kotene kan få en annen form hvis det skjer en oppfølging med mere detaljerte målinger.

Vi skal minne om at resultatene av boringene (avsnitt 6) viser at mineraliseringene sannsynligvis er knyttet til en SØ-NW-gående sone som synes å føre øket gehalt av REE + Sc, samt thorium, som er årsak til gammastrålingen.

Ensartet fordeling av de forskjellige metaller, kan tyde på at de forekommer i ett eller et fåtall mineraler, f.eks. monazitt eller bastnäsitt.

Som nevnt foran har monazitt densitet 5.5 g/cm^3. Det skal pekes på at de to boringsobjekter Grubehaugen og Breigangen ligger på hver sin side av en tyngdeakse (pl. 6) ca. 250 m øst for en lokal tyngdeanomali som forøvrig ikke er tilstrekkelig fastlagt i terrenget.

Ifølge det geologiske kart på pl. 1 (nederst til venstre) ligger de radiometriske anomalier i Østfeltet i rødberg. Ser man nøyere over de geologiske logger, kan det se ut som om korrelasjonen kan være bedre mot rauhaugittiske bergarter.

Interessant spørsmål: Kan den nevnte lokalanomali - som sannsynligvis ligger mellom gravimeterkartets kote 11 og 11.5 milligal - skyldes en konsentrasjon av gangbergarter som fører tunge REE-metaller i øket konsentrasjon?

Nb - Ta er ikke analysert ved boringene 1985 i Østfeltet.

Flytter vi sydover til Vipeto-Rullekollen i SØ-feltet (pl. 6), finner vi de beste niob-mineraliseringer mellom gravimeterkartets koter 6 og 7 milligal. De sterkeste radiometriske anomalier i Rullekoll-området ligger mellom kotene 7-10 milligal. Etter all sannsynlighet skyldes disse radiometriske anomalier thorium.

REE opptrer mere spredt i Rullekoll-området, således mellom kote 8 og 9 milligal, omkring kote 6, og mellom kote 3 til 5 milligal i Brillekåshaugen.

Rullekoll-gamma-anomaliene ligger på en tyngdeakse (pl. 6), der det finnes en lokal tyngdeanomali mellom gravimeterkartets kote 10 og 11.5 milligal.

Her kan man stille samme interessante spærsmål som i NØ-feltet: Hva er årsaken til gravimeterfeltets tungeaktige anomali nord for Rullekollen? Gravimeteranomalien bør måles opp i detalj for om mulig å fremskaffe et borobjekt.

7.2 Vestfeltet

Resultatene i Vestfeltet (Gamle Holla Kirkeruin og Tuftehavna) er rapportert i 1984 (IR nr. 1511). Man hadde den gang påvist 13 mineraliserte soner relativt jevnt fordelt over 350 m bredde, d.v.s. med ca. 25 m innbyrdes avstand. De ytre var uran-dominerte, de midtre førte uran og niob. To av de siste soner har vist høye niobgehalter og større mektigheter i borhull.

Sonene ved Gamle Holla Kirkeruin ligger mellom gravimeterkartets kote 6 og 8 milligal. Anomaliene i det nærliggende Tuftehavna-felt ligger mellom kote 5 og 6 milligal.

De radiometriske anomalier i Holla Kirkeruin-Tuftehavna ligger på søndre flanke av en gravimetrisk akse som løper fra øst mot vest (pl. 6). En lokal gravimetrisk anomali finnes like nord for de radiometriske anomalier mellom gravimeterkartets kote 8 og 10 milligal.

Også her i vest melder det samme interessante spørsmål: Kan det foreligge en oppkonsentrering av tunge metaller i gangbergarter (lamprofyr) i området like nord for Gamle Holla Kirkeruin? Den lokale gravimeteranomali bør undersøkes i detalj.

7.3 Arbeidshypotese

De kunnskaper man har skaffet seg om feltets metallinnhold, samt forekomster av geofysiske anomalier på overflaten, er såvidt omfattende, at man burde

kunne stille opp en arbeidshypotese som vil danne et grunnlag for eventuell leteaktivitet i fremtiden.

I denne forbindelse skal jeg først og fremst få peke på at:
Den tunge masse (kimberlitt?) i dypet - som forårsaker den store gravimetriske anomali på overflaten - er tydeligvis nært knyttet til mineraliseringer og forskjellige geofysiske anomalier i dagen.

Man vil anta at denne masse har en eller annen sylinderformet eller kegleformet utvikling. Dypet til toppen av massen er ikke bestemt; Öbrink anviser 0 - 300 m.

Den burde gi sirkulære eller elliptiske koter omkring et sentrum på overflaten. Ramberg påpeker at dette gravimetriske sentrum ligger ca. 400 m forskjøvet i forhold til det geometriske sentrum av komplekset.

Det gravimetriske sentrum ligger nær Tufte-gårdene.

Går vi utenfra og innover mot sentrum i pl. 6, vet vi følgende:

1) Mellom kote 4 og 5 milligal finnes uran-mineralisering (Vestfeltet).

2) Omkring kote 5 milligal finnes uran- og niob-mineralisering (Vestfeltet).

3) Mellom kote 5 og 6 milligal finnes rikere niob-mineralisering og tantal-mineralisering (Vestfeltet).

4) Mellom kote 7 og 9 milligal finnes thorium-mineralisering med REE og Sc i steiltstående soner, fulgt av sterk gammastråling på overflaten. Strålingen avtar raskt med økende overdekke.

5) Mellom kote 10 og 11.5 milligal finnes det flere lokale gravimetriske sentra som ikke er lokalisert nærmere og som viser seg som "tunger" i det gravimetriske kotebildet. Årsaken til disse er ikke påvist. Kan de representere konsentrasjoner nær overflaten av tunge metaller, f.eks. REE?

6) Omkring det gravimetriske sentrum, innenfor 11.5 milligal, kjenner vi ikke til hverken radiometriske eller gravimetriske anomalier.

7) I pl. 6 er det trukket linjer ut fra det gravimetriske sentrum mere eller mindre radialt, linjer som passerer gjennom de lokale gravimetriske anomalier. Det finnes 6 linjer på pl. 6. Jevnt fordelt vil det således være omtrent 60° mellom linjene.

At dette med jevn fordeling ikke er oppfylt, kan delvis bero på at gravimeterfeltet er uregelmessig oppmålt med variabel stasjonsavstand.

8. KONKLUSJON

Konklusjonen i denne rapport er igrunnen nedfelt i det vertikalsnitt som vi har laget på Dahlgrens kart pl. 1 nederst til høyre. Han har fremstillet den radioaktive stråling langs et Ø-V-gående profil og lagt inn et forenklet geologisk snitt under profilet. Vi har tillatt oss å supplere profilet med et tilsvarende gravimetrisk profil, og tilføyet en vertikal geologisk seksjon som baserer seg på en mulig gravimetrisk tydning, tilpasset det overflategeologiske kart.

Seksjonen er i grove trekk i overensstemmelse med Öbrink's gravimetriske modell.

Det fremgår følgende:

1) Den maksimale radiometriske stråling ligger på begge flanker av det gravimetriske maksimum, i 400-800 m avstand.

2) Lokale gravimetriske sentra (G_1 og G_2 pl. 1) ligger i nærheten på flankene. Årsaken er foreløpig ukjent.

3) Kimberlitten - som er ukjent - er lagt inn i seksjonen med øverste hjørne i 300 m dyp (Öbrink, 0-300 m dyp), og antatt diameter 1200 m.

4) Søvitt og Rødberg er trukket ned på yttersidene (vest og øst) av kimberlitten. Rauhaugitten er antatt å ligge oppå det ultramafiske legemet.

Kimberlittens sylinderflate vil etter denne modell stort sett følge kote 8 milligal i pl. 6. Det kan på samme plansje observeres at radiometriske anomalier ikke finnes innenfor 8 milligalkoten.

Under opptrengningen av det ultramafiske magma, vil nettopp de største påkjenninger kunne påregnes ved vulkanrørets øvre grenseflate, d.v.s. hjørnene i vertikalskissen på pl. 1. Her må man regne med den største oppsprekking og en stor breksjedannelse. I dette område bør man kunne regne med

1) Fremtrenging av tunge masser i ganger - som i dag gir gravimetriske anomalier.

2) Pneumatolytiske og hydrotermale ganger, kanskje flere generasjoner - som kan gi: a) Radiometriske anomalier, b) Radiometriske og gravimetriske anomalier (hvir der opptrer tunge mineraler).

8.1 Fremtidige undersøkelser

Fremtidige undersøkelser - på niob, såvel som på REE og andre sjeldne metaller - bør konsentreres om gravimeterfeltets flanker, fortrinnsvis omkring gravimeterfeltets koter 6-8 milligal. Det felt som ble undersøkt for Megon & Co A/S i 1985 ligger jo nettopp på kote 8 milligal. Det er etter min mening god grunn til at man vil finne interessante Sc- og REE-gehalter også i Rullekoll-området som ligger omtrent 1000 m syd for Grubehaugen-feltet (pl. 4).

Undersøkelsene bør bestå i:

1) Detaljerte gravimetriske målinger omkring kote 8 milligal som må foretas i nær tilknytning til

2) Diamantboringer på radiometriske anomalier som skyldes thorium.

Fra Grubehaugen kjenner vi til at thorium og REE-metaller er nær knyttet til hverandre i soner, kanskje de forekommer i ett og samme mineral.

8.2 Diamantboringer

Diamantboringer bør utføres i to trinn:

1) Boringer for å forfølge den påviste thorium- og REE-førende sone ved Grubehaugen. Denne sone har mulige åpninger både mot NV og mot SØ, samt mot dypet (se fig. 32-34), der det ikke minst er interessante Sc-gehalter. Da sonene antas stå steilt bør borhullene påsettes 30-60° (generelt 45°) vinkel for å gjennomskjære den mineraliserte sone. Hullene bør settes på i profiler, og analyseintervallene bør ikke være for store (1-2 m).

2) Boringer for å påvise eventuelle andre forekomster av thorium og REE. Aktuelt område kan være Rullekollen, der det er en hel del sterke radioaktive anomalier, som skyldes thorium. Også i dette område bør hullene hugges på skrått.

Stabekk, 29/5-1986

Ørnulf Logn

NATURLIG RADIOAKTIVITET I BERGGRUNNEN GAMMASTRÅLINGSKART

FENSFELTET,TELEMARK

Målestokk 1:10.000
Ekvidistanse 5m

Radioaktivitet

Radioaktivitet er et fenomen som skyldes naturlig nedbrytning av enkelte grunnstoffers atomkjerner ved utsendelse av forskjellige typer stråling. Omtrent alt i våre omgivelser inneholder noe radioaktivt materiale.

γ-stråling (γ uttales «gamma»)
γ-stråling, som likner på røntgenstråling, har stor evne til å trenge gjennom gjenstander. γ-stråling fra radioaktive kilder utenfor kroppen trenger lett inn i alle typer kroppsvev.
μR/h (mikrorøntgen pr. time) er måleenheten for γ-stråling

α-stråling (α uttales «alfa»)
α-stråling består av partikler og har bare en rekkevidde på noen cm i luft. α-strålingen kan ikke trenge gjennom huden. α-strålingen kan bare påvirke kroppsvev hvis den radioaktive kilden har kommet inn i kroppen.

Radioaktivitet i fjell

Alle bergarter inneholder større eller mindre mengder radioaktive grunnstoffer. De viktigste er medlemmene av uran-og thorium-seriene, samt kalium-40. I enkelte bergarter i Fensfeltet er det uvanlig høy konsentrasjon av elementene i thoriumserien.

Uran, thorium, radon

Flere medlemmer i uran-og thorium-seriene, samt kalium-40, avgir γ-stråler. I uranserien dannes edelgassen radon-222, og i thoriumserien edelgassen radon-220 (thoron). Prosessene kan forenklet settes opp i følgende skjema:

Uranserien:

Uran → Flere radioaktive grunnstoffer → *Radon (gass)* → Radondøtre. (Radioaktive grunnstoffer) → Stabilt bly

Thoriumserien:

Thorium → Flere radioaktive grunnstoffer → *Thoron (gass)* → Thorondøtre. (Radioaktive grunnstoffer) → Stabilt bly

Siden radon og thoron er gasser, kan disse unnslippe fra fjellet. Thorongassen brytes så raskt ned at den har liten rekkevidde sammenliknet med radongassen som brytes ned langsomt. Særlig radon kan derfor komme inn og akkumuleres i bolighus.

Helserisiko

For å få akutte stråleskader, må en bli utsatt for meget store stråledoser. Det er ingen fare for å få akutte skader fra stråling i Fensfeltet. Imidlertid antas at enhver økning av stråledosen vil kunne øke risikoen for skadelige effekter ved påvirkning over lengere tid. Innhalering av thoron-og/eller radon-døtre er da i de aller fleste tilfeller problemet. Disse kan ved opphold i lungene gi høyere stråledoser til lungevevet enn normalt.
Hos arbeidere i gruver med høy radon-konsentrasjon, er det registrert en overhyppighet av lungekreft. Det antas at høye radonkonsentrasjoner i bolighus også kan føre til overhyppighet av lungekreft.
Leseren kan få flere opplysninger om dette temaet ved henvendelse til Statens Institutt for Strålehygiene (SIS).

Innsamlet prøvemateriale

Prøver av alle bergartene i området er samlet inn og undersøkt i laboratoriet. Det er lagt vekt på å få en geografisk best mulig fordeling, og et representativt utvalg av de ulike bergartstypene.
Prøveprepareringen er foretatt ved Geologisk Museum,Oslo. Prøvene ble analysert med γ-spektrometer på uran og thorium både på Geologisk Museum og SIS. Nærmere opplysninger om analysemetoder etc. fåes ved henvendelse til forfatteren. Tabellen under viser variasjonene i målte uran-og thorium-konsentrasjoner i innsamlet prøvematerialet. Disse verdiene må en regne med vil bli noe justert hvis et større antall prøver analyseres. Til sammenlikning er det vist uran-og thorium-konsentrasjoner i bergarter fra andre geologiske områder. Høyre kolonne viser variasjonen i γ-strålings-intensitet for forskjellige bergarter målt i felt.

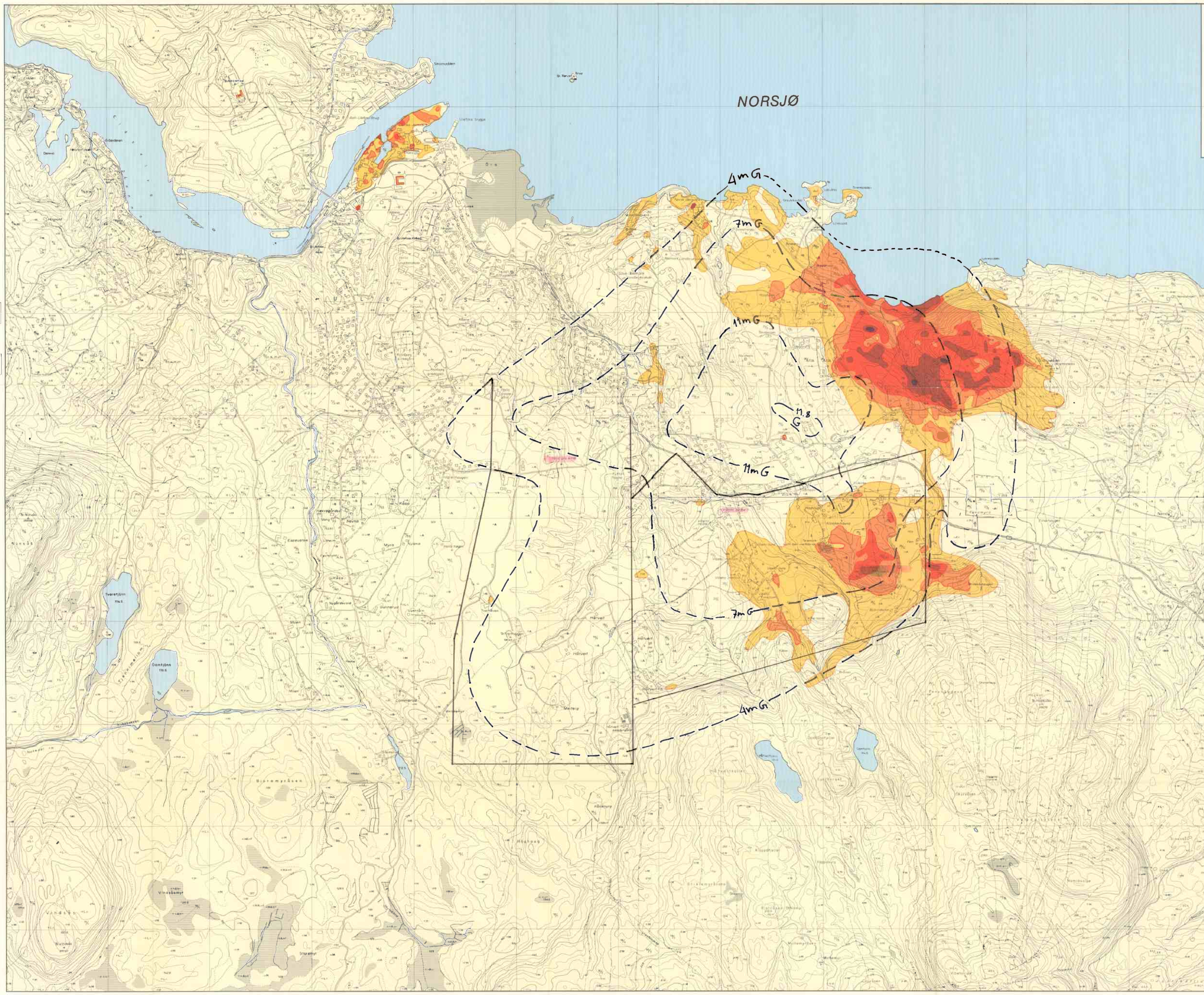
Bergartstype	Gram uran pr. tonn bergart	Gram thorium pr. tonn bergart	γ-stråleintensitet i μR/h målt i felt
Fensfeltet med omgivelser			
Granittisk gneis	1.3-9.0	2.5-31.0	5-20
Fenitt	≈2.5	≈ 10	10-20
Søvitt, melteigitt o.l.	1-60	1-50	10-50
Rauhaugitt	?	<2000	120-450
Rødberg.(Gruveåsen. Fenbukta)	5-40	560-3000	120-450
Rødberg.(Vipeto,Fensmyra)	3.5-20	160-330	40-80
Bunnsedimenter, Fenbukta	<10	140-1300	
Andre bergarts-komplekser			
Alunskifer. Oslo-Hadeland. Gj.sn.	150	13	
Larvikitter. Oslofeltet. Gj.sn.	4.2	15.1	
Granitter. Telemark.	1.7-17.4	8.0-83.0	
Gj.sn. øvre kontinentale jordskorpe	3.0	11.4	

Sedimenter i Norsjø

Under driften i gruvene på Fen og Søve ble avfallsstein dumpet i Norsjø. Søvitt-avfallsstein ble renset for radioaktive mineraler og representerer ikke noen strålings- eller radon-kilde.
Avfallssteinen fra Fen jerngruver ble sendt ut i Norsjø i Fenbukta. Dette var finknust rødberg hvor bare den rikeste jernmalmen var fjernet. 4 slamprøver er tatt opp fra bunnen i Fenbukta og analysert (røntgenfluorescensmålinger, Norges geologiske undersøkelse). Analysene viser at prøvene er helt uten uran. Thorium derimot forekommer i like høy konsentrasjon i bunnslammet som i rødberget på land. I bunnslammet er uranforbindelser løst og fjernet med vannmassene. Thoriumforbindelser har imidlertid så liten løselighet i vann at det fortsatt ligger igjen i bunnslammet.
Vann til husstander fra et evt. inntak i Fenbukta vil ikke føre til radon-problemer. Slam fra bunnen vil imidlertid lett kunne forurense drikkevannet.

Kartets mål og begrensning

Kartet viser hvor γ-strålings-intensiteten er markert høy. γ-stråling er mye enklere og raskere å måle enn radongass. I de samme områdene hvor γ-strålingen er mest intens, kan man også vente at berggrunnen avgir mer radongass enn normalt. Radongassen kan konsentreres i bolighus og gi en ugunstig påvirkning av beboernes helse.
Dette arbeidet viser områder hvor boligbygging bør unngås eller hvor eventuelle forholdsregler bør tas.
Kartet er i første rekke tenkt brukt som et hjelpemiddel i arealplanleggingen i området. Dette oversiktsarbeidet er av geologisk og prospekteringsmessig begrenset verdi. Ujamnt overdekke av løsmasser og stor forflytning av steinmasser i forbindelse med tidligere gruvedrift er de viktigste årsakene til dette.



TEGNFORKLARING TIL GAMMASTRÅLINGSKART

μR/h (mikrorøntgen pr. time) er måleenheten for γ-stråling

- 0-20 μR/h
- 20-50 μR/h
- 50-100 μR/h
- 100-200 μR/h
- 200-400 μR/h
- over 400 μR/h

Feltmålinger

Feltmålingene ble foretatt med et bærbart Studsvik γ-meter. Dette er en scintillasjonsteller med et ratemeter som viser intensitet i μR/h. Instrumentet tilhører SIS.
γ-meteret ble kalibrert i felt mot et internasjonalt kalibrert høyttrykks ionekammer av type Reuter Stokes Environmental Monitor (Stranden, SIS).
γ-meteret ble holdt konstant ca.1 m over bakken ved måling. Målinger ble utført langs måleprofil-linjer. P.g.a. spesielle forhold vedrørende vegetasjon, topografi, eiendomsforhold og arealbruk har måleprofilene i enkelte områder et uregelmessig forløp.
γ-meteret registrerte kontinuerlig langs profilene. Intensiteten ble kartfestet ved hver endring i nivået eller minst for hver ca. 50. meter. Måleprofilene er grovt inntegnet på målprofilkartet.
Målingene er lagt tettest i områdene med de største strålenivåene for å avgrense dem best mulig. Der de geologiske forholdene ikke gir noe grunnlag for uvanlig høy γ-stråling, er det foretatt færre og mer spredte målinger.

Berggrunnsgeologi

Bergartene i Fensfeltet er dannet ved en uvanlig type vulkansk virksomhet . Det ca. 4-5 km² store området vi ser på overflaten i dag, er et snitt gjennom tilførselsrøret til en vulkan som lå høyere oppe. Røret fortsetter med en tilnærmet sylindrisk form over 15 km nedover i jordskorpa (Ramberg 1973). Dagens overflate lå antakelig omkring 1-2 km under overflaten som vulkanen dannet den gang den var aktiv for 550-600 millioner år siden. Senere har jordoverflaten blitt slitt ned til dagens nivå. De landskapsformer som en kan forbinde med en vulkan, er i dag helt borte.
Bergarter som er særlig typiske for Fensfeltet er kalksteiner dannet ved størkning av smeltemasser som kom fra jordens indre (karbonatitter). Karbonatitt-bergarter som søvitt og rauhaugitt har fått navn etter gårder på Fen. Navnene brukes verden over hvor slike bergarter forekommer. Andre typiske bergarter er fenitt, melteigitt, vipetoitt og damkjernitt.
Fensfeltet har spilt en betydelig rolle for forståelse av karbonatitt-kompleksers geologi helt siden W.C. Brøggers avhandling om Fen kom ut i 1921. Han var tidlig ute med å hevde at kalksteiner også kunne ha en vulkansk opprinnelse. Dette var basert på undersøkelser foretatt av ham på Fen. Senere er det funnet en rekke slike vulkaner verden over. Flere av dem er aktive. Noen gir bedre anledning til å studere karbonatitt-prosesser enn det som er mulig på Fen, men Fensfeltet brukes likevel mye som et referanse-område. Nyere geologiske beskrivelser av Fen kan man bl.a. finne i: Sæther 1957, Ramberg & Barth 1966, Griffin 1973 og Bergstøl 1979.
I 1652 ble det startet gruvedrift på jernmalm i rødberget. Denne driften varte til ut i 1920-årene. Malm fra Gruveåsen ble fraktet til Ulefoss for smelting. De store stråle-nivåene på jernverkstomta skyldes stråling fra slagg av malm fra Gruveåsen.
I 1950-årene var det drift på niob-mineralet pyroklor i søvitt.
γ-stråleintensiteten en særlig høy over rødberg og rauhaugitt. I Søve gruver er det målt relativt høye radon-konsentrasjoner (SIS). I Fen jerngruver (hovedstollen) er det målt γ-stråling på opptil 1000 μR/h.
Utbredelsen av de ulike bergartstypene er vist på berggrunnsgeologisk kart.

Kort beskrivelse av bergartene

Rødberg: Karmosinrød karbonatitt.Består bl.a. av kalkspat og finfordelte jernoksyder.
Rauhaugitt: Lys gul karbonatitt. Består bl.a. av kalkspat og dolomitt. Både i rødberget og rauhaugitten forekommer mineralene bastnäsitt og monazitt. Disse inneholder sjeldne jordartselementer og radioaktive grunnstoffer.
Søvitt: Hvit karbonatitt. Består av kalkspat og apatitt, samt litt glimmer, magnetitt, pyroklor m.m.
Melteigitt, ijolitt, vipetoitt, damkjernitt: Forskjellige silikatbergarter med varierende innhold av pyroksen, hornblende, glimmer, apatitt, kalkspat, nefelin m.m.
Fenitt: Grunnfjellsgneis omvandlet til en syenittisk bergart.
Granittiske gneiser, amfibolitt: Forskjellige grunnfjellsbergarter (900-1100 millioner år) som forekommer rundt Fensfeltet.

Kvartærgeologi

Ved slutten av siste istid, for nærmere 10.000 år siden, trakk innlandsisen seg tilbake fra Ulefoss-området. Isen la igjen enkelte mindre grusmasser og et usammenhengende morenedekke.
Innlandsisen hadde gjennom lange tider tynget landet ned. I løpet av de siste 10.000 år har Ulefoss-området hevet seg vel 140 m i forhold til nåværende havnivå. Da isen trakk seg bort, ble områder under dagens 140-metersnivå dekket av havvann. I dette havvannet ble det avsatt opptil noen 10-talls m mektige leirelag (silt og leir). Under landhevningen ble disse havavsetningene etterhvert til tørt land og den opprinnelige havbunnsoverflaten ble erodert ut. Langs Norsjø ble det i de mektige havavsetningene dannet karakteristiske ravinelandskap.
Store deler av Fensfeltet er fortsatt dekket med mektige marine leireavsetninger. Avsetninger av denne typen skjermer meget godt mot γ-stråling fra underliggende fjell.
Bare i enkelte deler av Fensfeltet er det fjell i dagen. Løsmassene i disse områdene er tynne og er dannet ved forvitring av underliggende bergarter. Det er over bart fjell og i områder med forvitringsjord av Fensfeltbergarter at γ-stråleintensiteten er størst. Fordelinga av løsmassetypene er illustrert på kvartærgeolgisk kart.

Framgangsmåte for å finne ut om et område er egnet for boligbygging ut fra radongass- og strålings-forhold

Generelt er det ikke stor risiko for problemer med radongass *utenfor* Fensfeltets grenser. Fjerning av løsmasser for boligbygging *innenfor* Fensfeltet kan øke stråleintensiteten.Om det vil være muligheter for radon-problemer avhenger da av hva slags bergart det er som utgjør fjellgrunnen under løsmassene. Se forøvrig på forenklet γ-strålingskart.

Følgende framgangsmåte kan benyttes for å vurdere det ønskede område:
1. Sjekk på strålingskartet hvilket strålingsnivå det aktuelle området har.
2. Bruk berggrunnsgeologisk kart til å fastslå hva slags bergart det er på stedet.
3. Bruk kvartærgeologisk kart til å finne ut hva slags løsmasser det er i området.
4. Bruk tabellen under for å klarlegge om det kan bli aktuelt med ekstra bygningsmessige tiltak mot radon-problemer i bolighus.

Bergartstype \ Løsmassetype	Tynt dekke, bart fjell etc.	Forvitrings-materiale	Dype, sammenhengende havavsetninger
Rødberg	★	★	?
Rauhaugitt	★	★	?
Søvitt m.m.	?	?	+
Melteigitt m.m.	?	?	+
Fenitt	+	+	+
Granittiske gneiser etc.	+	+	+

+ radonproblemer lite sannsynlig
? radonproblemer mulig
★ radonproblemer sannsynlig
5. Kontakt SIS for nærmere informasjon hvis tabellen viser ★ eller ? og i tvilstilfeller.

Pukk og fyllmasser

Tippmateriale fra Fen jerngruver og Søve gruver bør ikke brukes som pukk og fyllmasser. Eventuelle andre utskutte steinmasser av rauhaugitt, rødberg og søvitt bør heller ikke benyttes. Brukt som fyllmasse under f.eks. grunnmurer kan disse bergartene føre til hevning av γ-strålenivået og radonkonsentrasjonen i hus.

Grunnvann

Bruk av grunnvann fra borebrønner i rødberg,rauhaugitt og søvitt vil i noen grad øke radonmengden som tilføres en husstand. Radon vil være løst i vannet når det er under trykk.Straks vannet kommer ut av springen,vil radonet frigis til huslufta. Målinger foretatt av SIS tyder på at radon i vann ikke er noe stort problem i området.
På grunn av kalkinnholdet i de fleste Fen-bergartene, vil vann fra borebrønner bli hardt.

Referanseliste:
Bergstrøm, B. 1981. Nordagutu, kvartærgeologisk kart 1713 IV — M. 1:50000. NGU.
Brøgger, W.C. 1921. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. IV. Das Fengebiet in Telemark, Norwegen. Vid.selsk. skr. 9, 1-402.
Dahlgren, S. 1978. Berggrunnsgeologisk kart 1713 IV Nordagutu. Foreløpig utgave. M. 1:50000 N.G.U.
Griffin, W.L. 1973: Lherzolite nodules from the Fen alkaline complex, Norway. Contr. Mineral. Petrol. 38, 135-146.
Ramberg, I.B. 1973: Gravity studies of the Fen complex, Norway, and their petrological significance. Contr. Mineral. Petrol. 38, 115-134.
Ramberg, I.B. & Barth, T.F.W. 1966: Eocambrian volcanism in southern Norway. N.G.T. 46, 219-236.
Socialstyrelsen, Statens planverk, Statens strålskyddsinstitut, 1981: Strålning i byggnader — Radon. Statens planverk rapport 54 1981. Sverige.
Stranden, E., 1982: En undersøkelse av naturlig stråling i Fensfeltet ved Ulefoss. SIS Rapport, 1982: 9.
Sæther, E. 1957: The alkaline rock province of the Fen area in Southern Norway. D.K.N.V.S. skr. 1, 1-150.

For henvendelse om strålehygieniske spørsmål:
Statens Institutt for Strålehygiene (SIS). Østerndalen 25, 1345 Østerås.

γ-strålingsmålinger i felt er utført av Sven Dahlgren 1980-82.
Kalibrering av γ-strålingsmålinger er foretatt av Erling Stranden, SIS, 1980.

En takk til Erling Stranden, Svein Roar Østmo og alle andre som i forskjellige stadier har bidratt til utarbeidelse av kartet.

Referanse til dette kartet: DAHLGREN, SVEN — 1983
Naturlig radioaktivitet i berggrunnen. Gamma-strålingskart. Fensfeltet, Telemark, m 1:10000.
«Prosjekt temakart, Telemark.»

Finansiering:
Fylkeskartkontoret i Telemark, som en del av «Prosjekt temakart, Telemark» og Statens Institutt for Strålehygiene.
Kartet distribueres gjennom:
Fylkeskartkontoret i Telemark, Postboks 286, 3701 Skien og Telemark distriktshøgskole, 3800 Bø.
Kartgunnlag: Økonomisk kartverk.
Repro: Johnny Hofsten.
Trykk: Bø Papir og Trykk, 3800 Bø.

Inndeling for økonomisk kartverk 1:5.000

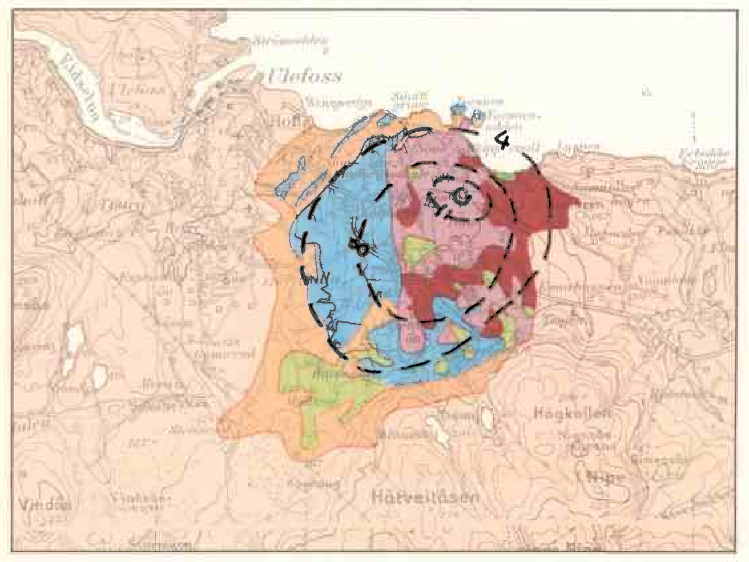
Ulefoss BV-030-5-2	Fen BW-030-5-1
Briskemyr BV-030-5-4	Vipeto BW-030-5-3

PL.1.

Målestokk 1:10000
0 100 m 500 m 1000 m
Ekvidistanse 5 m.

BERGGRUNNSGEOLOGISK KART

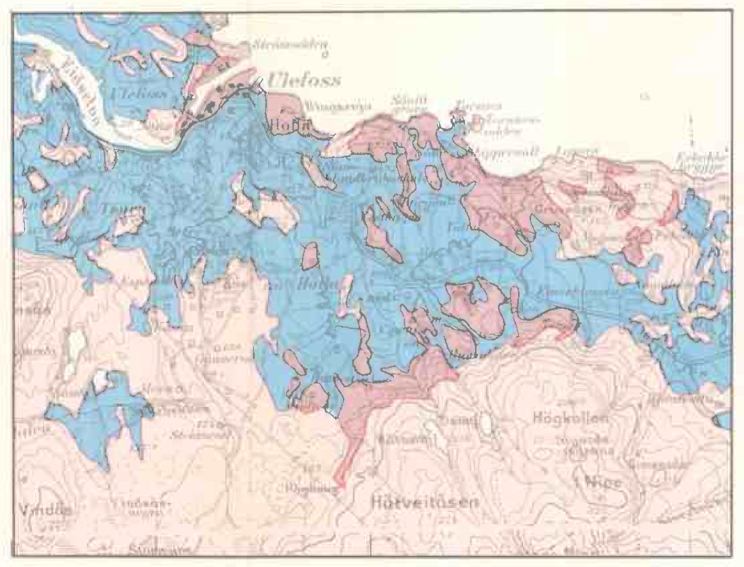
Forenklet etter: Sæther 1957, Ramberg & Barth 1966 og Dahlgren 1978.



- Rødberg
- Rauhaugitt
- Søvitt og beslektede bergarter
- Melteigitt, ijolitt, vipetoitt og damkjernitt
- Fenitt
- Granittiske gneiser, amfibolitt etc.

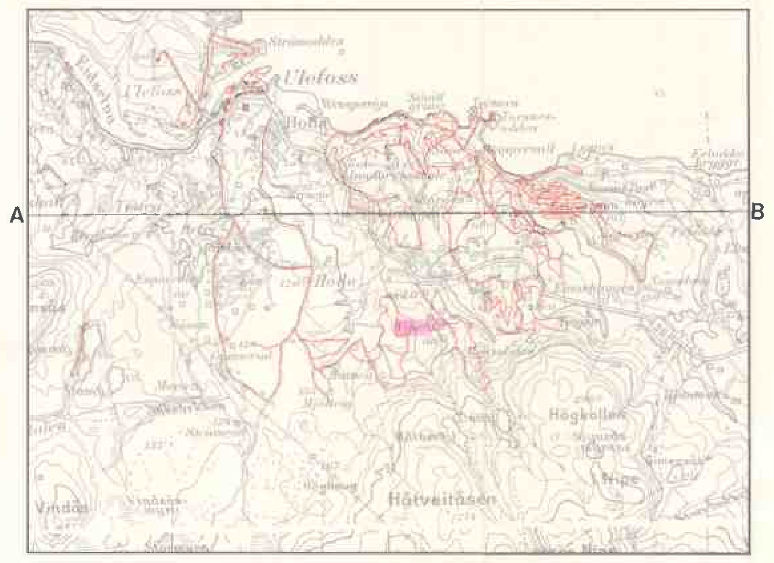
KVARTÆRGEOLOGISK KART

Forenklet etter Bergstrøm 1981.



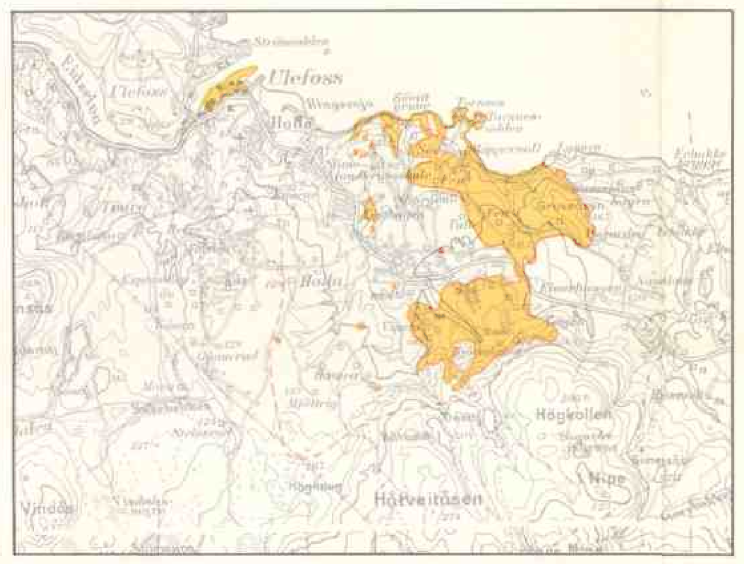
- Bart fjell, tynt eller usammenhengende dekke av morene/havavsetninger.
- Forvitringsmateriale. Inkludert slagghauger i Ulefoss, Ringsevja og Fenbukta.
- Dype, sammenhengende havavsetninger (silt og leir).

MÅLEPROFILKART



Trasé for målinger i felt med γ-meter

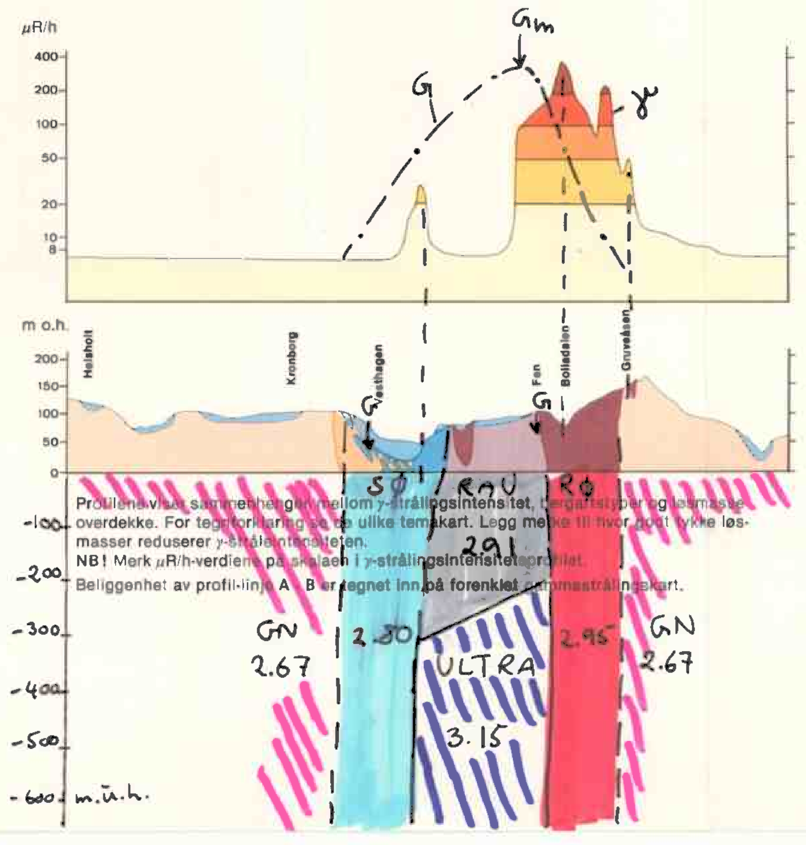
FORENKLET GAMMASTRÅLINGSKART



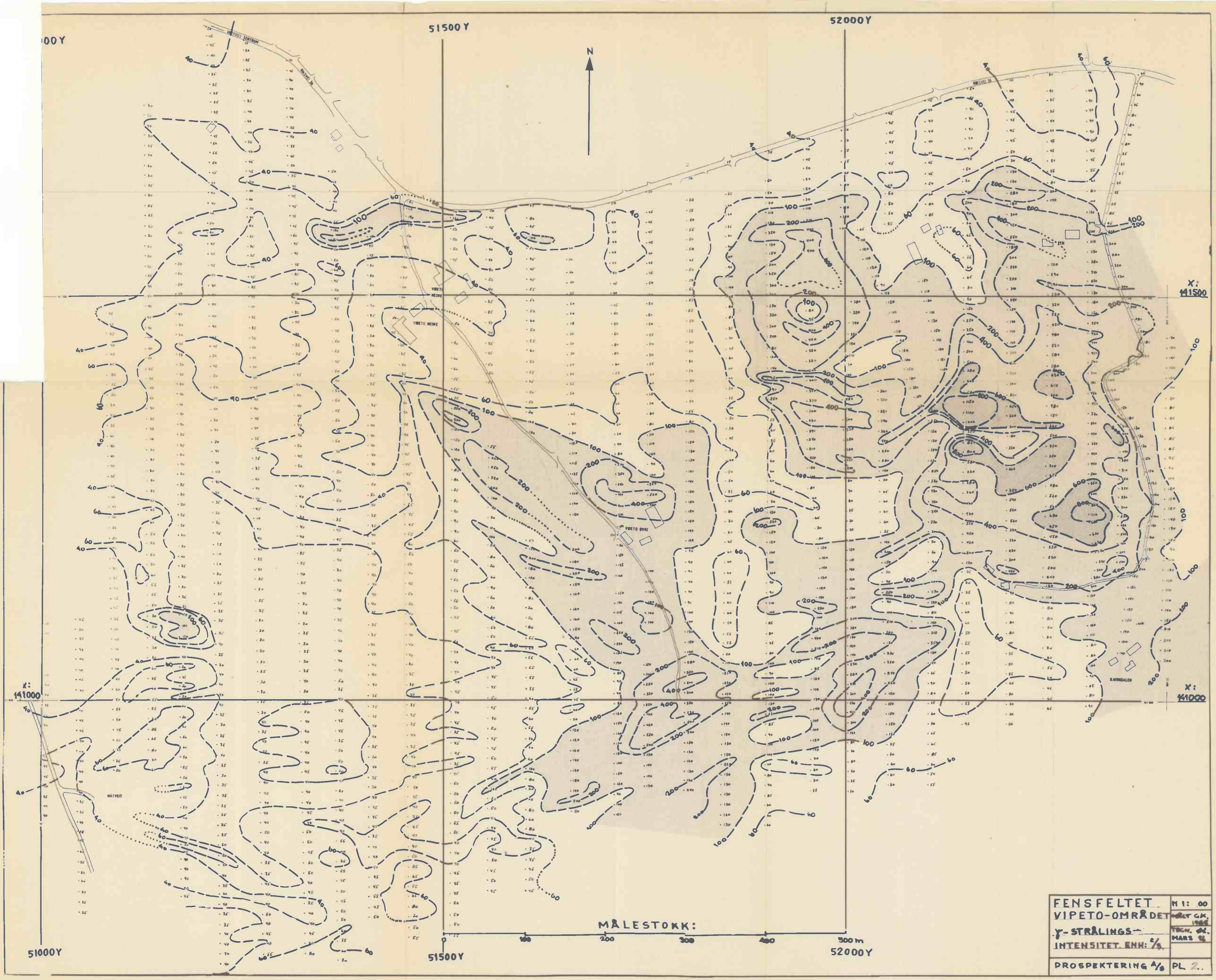
- Områder med γ-stråling over 20 μR/h
- Fjerning av løsmasser innenfor stiplet grense kan gi γ-stråling på over 20 μR/h fra blottlagt fjell.

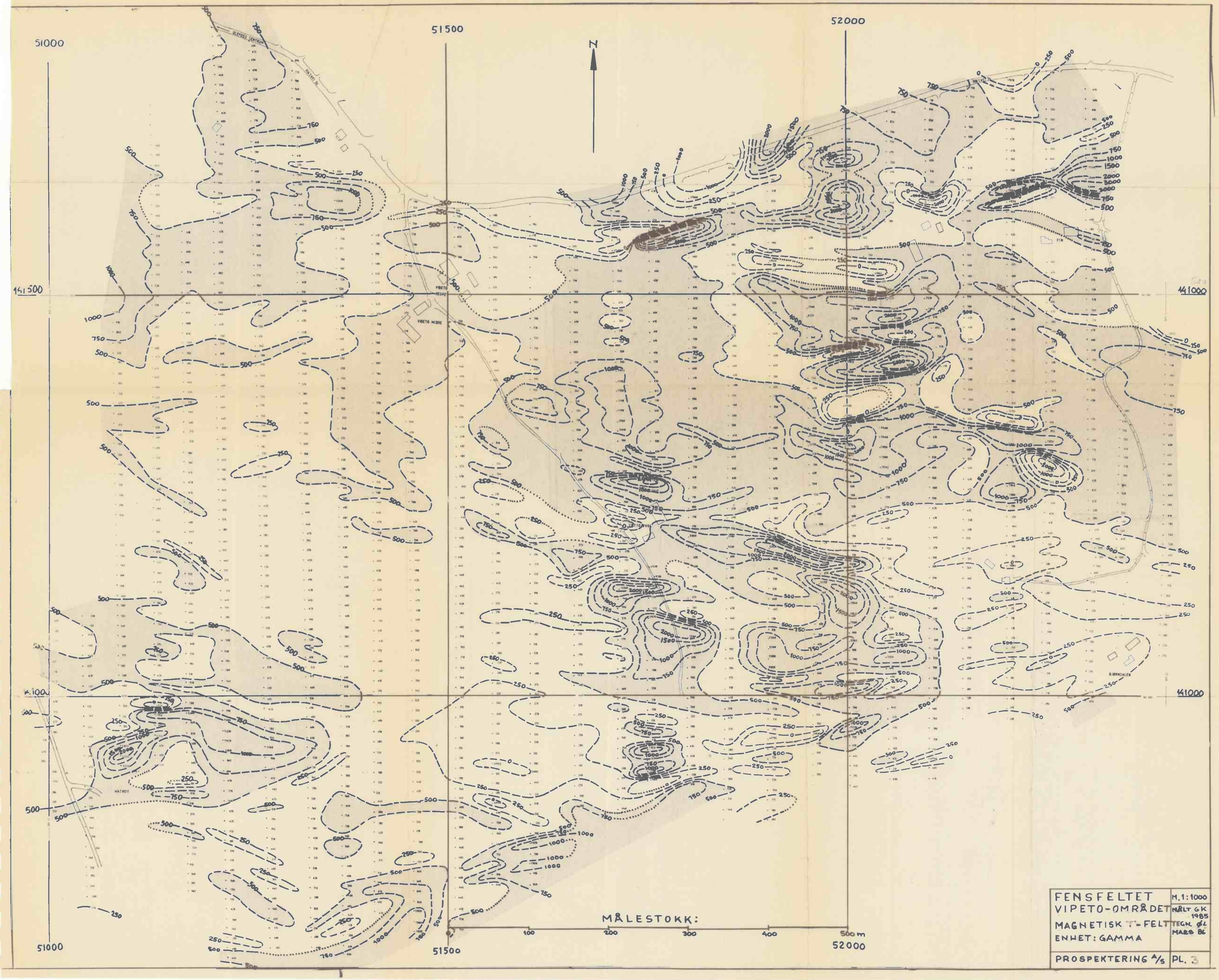
Kartgrunnlag til småkarta:
Kilebygda 1713 II og Nordagutu 1713 IV, M 1:50000
M 711 Norges Geografiske oppmåling.

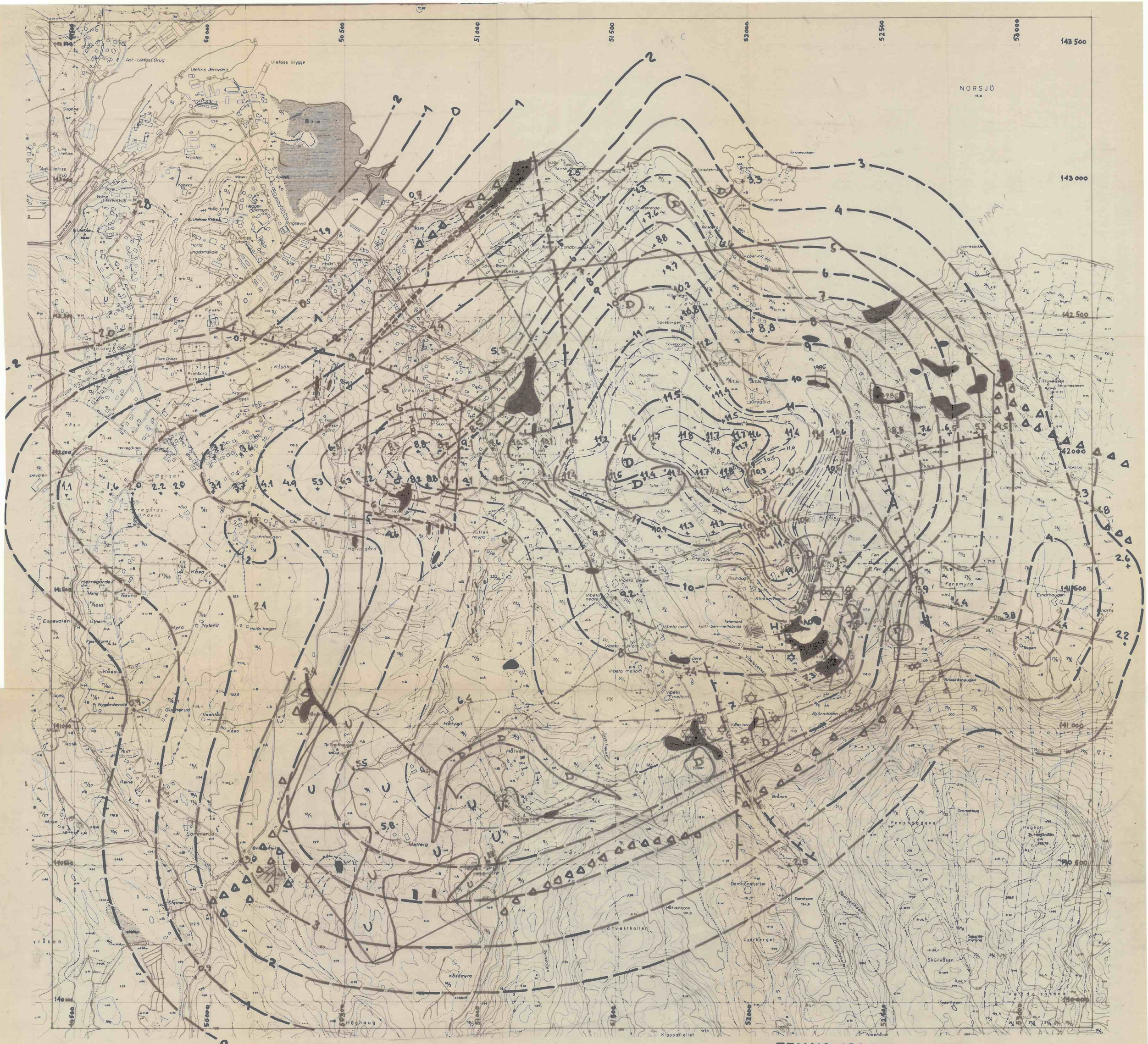
PROFIL OVER GAMMASTRÅLENIVÅETS AVHENGIGHET AV BERGARTSTYPE OG LØSMASSEOVERDEKKE



Profilene viser sammenhengen mellom γ-strålingsintensitet, bergartstyper og løsmasseoverdekke. For tegnforklaring se de ulike temakart. Legg merke til hvor godt tykke løsmasser reduserer γ-stråleintensiteten.
NB! Merk μR/h-verdiene på skalaen i γ-strålingsintensitetsprofilet.
Beliggenhet av profil-linje A — B er tegnet inn på forenklet gammastrålingskart.

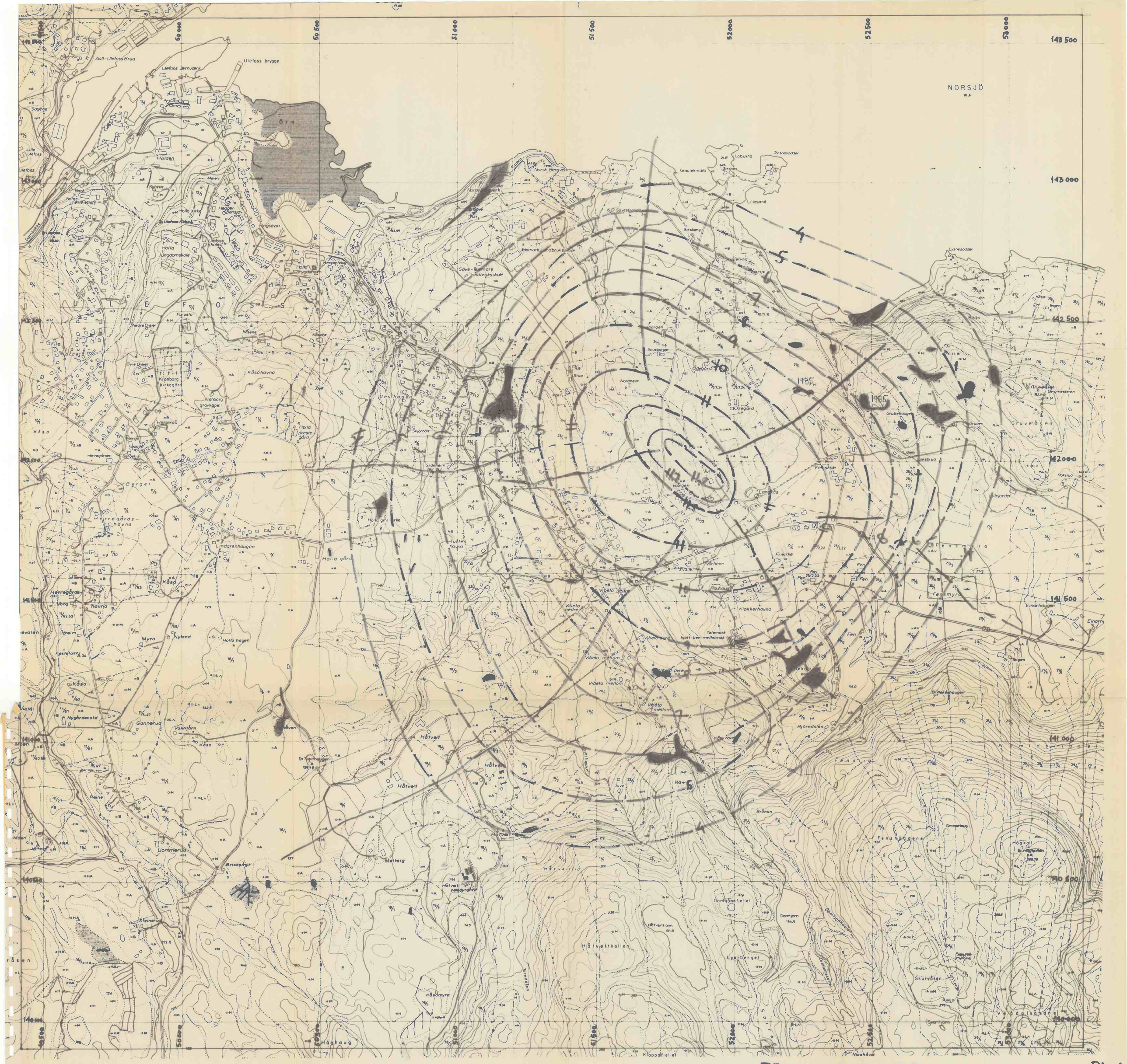

51500 Y
52000 Y
N
X: 141500
X: 141000
VIBETO NEDRE
VIBETO ØVRE
HÅTVEIT
BJØRNDALEN
MÅLESTOKK:
0
100
200
300
400
500 m
51000Y
51500Y
52000Y
FENSFELTET
VIPETO-OMRÅDET
γ-STRÅLINGS-
INTENSITET. ENH: c/s
M 1: 00
TEGN. OK. MARS 86
PROSPEKTERING A/S
PL 2.


51000
51500
52000
N
141500
141000
VIBETO NEDRE
VIBETO
HAGVEIT
BJØRNDALEN
MÅLESTOKK:
100
200
300
400
500 m
FENSFELTET
VIPETO-OMRÅDET
MAGNETISK T-FELT
ENHET: GAMMA
M.1:1000
MÅLT GK 1985
TEGN. GL MARS 86
PROSPEKTERING A/S
PL. 3



FENKOMPLEKSET
GRAVIMETRISK-RADIOMETRISK KART
M. 1:5000 13/5-86 ØL. JR. PL. 4

VIPETO-RULLKOLL
GRAVIMETRISK KART
RADIOMETRISKE
ANOMALIER
M. 1:2500
PL 5
13/5-86
Holla gård
Holla haugen
Vibeto nedre
Vibeto øvre
Vibeto mellom
Klokkerhavna
Telemark
kjøtt-ben-meltabrikk
Fensmyra
Einarhaugen
Bjørndalen
Håtveit
Tvetnøven
Briskemyr
Melteig
Hdlen
Brånan
Damtjønnsfjellet
Damtjønn
Håtvettjønn
Håtveitkollen
Lyseberget
Fensholdene
Høgkoll
Gransetaug
Damtjønnsdalen
Amgal
2mgal
3mgal
141 500
141 000
140 500
50000
50500
51000
51500
52000
52500
53000


NORSJÖ
ULEFOSS
Holden
Holla kirke
Holla ungdomsskole
Kåsåhavna
Kronborg kirkegård
Kronborg gravkapell
Vesthagen
Holla gmi kirke
Lindgrenhaugen
Herregårds havna
Myra
Nyland
Holla hagen
Gunnerud
Håtveit
Melteig
Briskemyr
Lommerud
Steinar
Håtveitkollen
Damtjønnfjellet
Damtjønn
Lyserberget
Skurvåsen
Fensmyra
Fensheiene
Fensmyra
Klokkerhavna
Telemark kjøtt-og-mølfabrikk
Vibeto nedre
Vibeto øvre
Vibeto mellom
Fen
Fen skole
Friskirke
Gruvevåsen
Grubehaugen
Gruben
Lillesand
Torsberg
Lysnesodden
Torsnesodden
Labukta
Grauteknabb
Norsk Bergverk
Telemark landbruksskole
Söve-Telemark landbruksskole
Söveborgen
Stua
Nordheim
Ødegård
Furetul
Kåsene
Nedre Greer
Øvre Greer
Herregården
Bergen
Kåsa
Nygårdsvold
Vaentårn
Reine
Lillejordet
Roksmyr
Einarhaugen
Brønnan
Granshaug
Høgkoll
Kåsåmyra
Høghaug
Kloodfjellet
Nioahaug
Ula
Ulefoss brygge
Ulefoss jernverk
Aall-Ulefoss Brug
Lille Ulefoss
Ulefoss
Sagene
Bank
Nåme herregårdshus
Damsakte
Meieri
Kebner
Hegge Øpensjonat
Ulefoss Kåsa
Ulefoss skole
Holla ungdomsskole
Holla hygdemuseum
Vorne hage
Holla gård
Furingsevja
Hølen
Juve
Tufte
Tufte hauge
Tufte
Vibeto
Vibeto øvre
Vibeto mellom
Kåsa havn
Kåsa
Kåsa havn
Kåsåbekken
Bjørndalen
Britteskåhaugen
Einarhaugen
Einarhaugen
Roksmyr
Roksbrua
Gruben
Grubehaugen
Gruvevåsen
Bergmesteren
Fen
Fen skole
Landkås
Friskirke
Rauhaugen
Vibeto nedre
Vibeto øvre
Vibeto mellom
Vibeto mellom
Vibeto mellom
Kåsa havn
Kåsåbekken
Bjørndalen
Brønnan
Granshaug
Fensheiene
Høgkoll
Damtjønnfjellet
Damtjønn
Damtjønndalen
Damtjønnskolen
Lyserberget
Skurvåsen
Svartjønn
Svartmyrene
Vodalsåsen
Håtveitjønn
Håtveitkollen
Håtveitfjellet
Håtveit
Håtveit
Håtveit
Håtveit
Håtveit
Melteig
Briskemyr
Lommerud
Steinar
Reine
Nygårdsvold
Gunnerud
Vaentårn
Kåsa
Kåsa
Kåsa