Rapport nr. 88.021

Refraksjonsseismikk og VLF-målinger ved Nyborg, Austertana, Båtsfjord og Barsnes 1987

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Postboks 3006 - Lade
7002 Trondheim
Tlf. (07) 92 16 11
Telefax (07) 92 16 20

RAPPORT

Rapport nr. 88.021	ISSN 0800-3416	Åpen/~~Fortrolig~~ til

Tittel:
Refraksjonsseismikk og VLF-målinger ved Nyborg, Austertana, Båtsfjord og Barsnes 1987

Forfatter:	Oppdragsgiver:
Torleif Lauritsen	NGU
Fylke: Finnmark	Kommune: Nesseby, Tana og Båtsfjord
Kartbladnavn (M. 1:250 000): Vadsø	Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000): 2335 III Varangerbotn 2335 IV Tana 2436 III Båtsfjord
Forekomstens navn og koordinater: Flere, se sammendrag	Sidetall: 12 Pris: kr. 115,- Kartbilag: 9

Feltarbeid utført:	Rapportdato:	Prosjektnr.:	Seksjonssjef:
August 1987	01.02.1988	1886.81.32	Jan S. Rønning

Sammendrag:

Som et ledd i NGUs regionale kartlegging av grunnvannsressursene i Finnmark fylke ble det målt refraksjonsseismikk på følgende utvalgte steder: Nyborg ved Varangerbotn (35W 5605 77872), Austertana (35W 5588 78146) og Båtsfjord (35W 5991 78362). Samtidig ble et sprekkesystem ved Barsnes (35W 5663 77764) sør for Varangerbotn undersøkt med VLF.

Målingene viser interessante resultater ved Austertana, Båtsfjord og Barsnes, og boringer anbefales. Området ved Nyborg synes lite interessant p.g.a. overdekkets beskaffenhet.

Emneord	VLF	Løsmasse
Geofysikk	Grunnvann	
Refraksjonsseismikk	Berggrunn	Fagrapport

INNHOLD

	Side
OPPGAVE	4
UTFØRELSE	4
RESULTATER OG KOMMENTARER	5
REFERANSER	8

TEKSTBILAG

Beskrivelse av seismisk refraksjonsmetode
Beskrivelse av VLF-metoden
Lydhastigheter i løsmasser

KARTBILAG

88.021-01	Oversiktskart	Nyborg	(1:50 000)
-02	"	Austertana	(1:50 000)
-03	"	Båtsfjord	(1:50 000)
-04	"	Barsnes	(1:50 000)
-05	Terrengprofil	Nyborg	(1:500)
-06	"	Austertana	(1:500)
-07	"	Båtsfjord	(1:500)
-08	VLF-feltkurver	Barsnes	(1:2 500)
-09	VLF-indikasjonskart	Barsnes	(1:5 000)

OPPGAVE

Hensikten med målingene var å undersøke mulighetene for å ta ut grunnvann på de utvalgte stedene. På Nyborg, Austertana og Båtsfjord gjaldt det derfor å kartlegge løsmassenes beskaffenhet og tykkelse ved hjelp av refraksjonsseismiske målinger.

Ved Barsnes var ressursundersøkelsene knyttet til fast fjell. Det var her ønskelig å kartlegge et mulig vannførende sprekkesystem med VLF.

UTFØRELSE

De refraksjonsseismiske målingene ble utført på vanlig måte, som i hovedtrekk er beskrevet i vedheftet bilag. Det ble benyttet en 12 kanals seismograf merke ABEM TRIO og avstanden mellom geofonene var 10 m. Ved VLF-målingene gjorde vi bruk av NGUs egenproduserte instrument. De anvendte senderstasjonene er påskrevet hvert enkelt profil. Profilene ble målt inn ved hjelp av målebånd og kompass. Terrenghøydene er tatt fra økonomisk kart med ekvidistanse 5 m. De seismiske målingene ble en del forsinket grunnet stedvis meget tett vegetasjon.

Ved Nyborg er en del av området dekket av bløt myr. Dette gjorde at opptakene ble noe dårlige. I tillegg ble tolkningene vanskeliggjort p.g.a. telelinser i myra. Spesielt gjelder dette for profil 3 og 4. Ellers var seismogrammene av stort sett god kvalitet.

VLF-målingene ble noe forstyrret av tekniske anlegg som luftstrekk og metallgjerder.

RESULTATER OG KOMMENTARER

Måleresultatene er fremstilt grafisk. De seismiske profilene er presentert som vertikalsnitt (tegningene 88.021-05, -06 og -07), mens de observerte verdiene fra VLF-målingene er avsatt som kurver langs profilene (tegning 88.021-08). I tillegg er VLF-anomalienes styrkegrad påtegnet et eget indikasjonskart.

Nyborg

Her ble det målt 4 refraksjonsseismiske profiler. På alle profilene fremkommer det ett løsmasselag. Hastigheten i dette laget ligger mellom 550 m/s og 800 m/s for profil 1 og 2. Dette er typiske verdier for tørr sand og grus. Mektigheten varierer fra 1,5 m til 7,5 m. På grunn av tele, er det enkelte steder på profil 3 og 4 umulig å bestemme hastigheten i løsmasselaget. I slike tilfeller er det også vanskelig å beregne tykkelsen av laget helt nøyaktig. Mye tyder imidlertid på at overdekket her består av et tynt lag myr med en mektighet på 0,5 m til 3,5 m. Lydhastigheten i fjellet varierer fra 4100 m/s til 4400 m/s. Det kan konkluderes med at løsmassene ved Nyborg ikke egner seg til grunnvannsforsyning.

Austertana

Undersøkelsene her besto av 3 refraksjonsseismiske profiler. Tolkningsresultatene gav for det meste 2 lag i løsmassene. Det øverste laget, som er temmelig tynt, har hastigheter på mellom 600 m/s og 1050 m/s. Dette kan tolkes som tørr grus og sand. I lag 2 som er vesentlig tykkere (18-26 m), varierer hastigheten fra 1500 m/s til 1700 m/s. Dette kan tolkes som sand og grus under grunnvann. Vi kan også ha med leire å gjøre, eller begge

deler. Fjellhastigheten ligger mellom 4800 m/s og 5200 m/s. Her bør man foreta en boring for å avgjøre om grusen er for leirholdig til grunnvannsuttak.

Båtsfjord

2 profiler ble her målt med refraksjonsseismikk. Det fremkommer 2 lag i løsmassene. Lydhastigheten i det øverste laget varierer fra 900 m/s til 1100 m/s i profil 1 og 500 m/s til 700 m/s i profil 2. Mektigheten varierer fra 0,5 m til 2,5 m. Jeg anser det som mest sannsynlig at dette laget er tørr sand og grus.

Hastigheten i lag nr. 2 ligger mellom 1650 m/s og 2400 m/s, og har en mektighet som ligger mellom 5 m og 14 m. Hastighetsverdiene ligger delvis innenfor de grenser som er vanlig for morene under grunnvann (1500-1900 m/s). Jeg anser det imidlertid som mest sannsynlig at lag 2 består av de samme materialer som laget over, men at de i dette laget er vannmettet og mer konsolidert. Her skulle det være muligheter for grunnvannsuttak.

Barsnes

Ved Barsnes var ressursundersøkelsene knyttet til fast fjell. Det skulle måles 3 VLF-profiler over mulige sprekkesoner. Anomaliene som fremkom ved målingene viser dårlig ledningsevne og kan således identifiseres som sprekker i fjellet. Indikasjonskartet (88.021-08) viser anomalienes plassering og styrkegrad. Styrkegraden kan til en viss grad korrelere med eventuell vanngivningskapasitet (Rønning 1985). Langs profil 1 fremtrer 4 anomalier som alle bortsett fra den svakeste faller sammen med senkninger i terrenget. På profil 2 og 3 er det imidlertid usikkert hvilken retning sprekkene har. Det er umulig ut ifra et

enkelt profil å bestemme denne retningen. To parallelle profiler ville ha avklart dette. På profil 1 har vi en meget sterk anomali ved koordinat 150. Samtidig viser dataene fra profil 2 at vi har en svak anomali ved koordinat 120. Dersom disse to sprekkesonene krysser hverandre, noe som er meget sannsynlig, skulle det være muligheter for å ta ut mest vann i krysningspunktet. Som før nevnt er det umulig å si noe konkret om retningen av sprekkene og dermed er krysningspunktet vanskelig å plassere. Også de andre anomaliene som er inntegnet på tegning 88.021-09 skyldes sprekker som kan være potensielle vanngivere.

Trondheim, 1. februar 1988
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
Geofysisk avdeling

Torleif Lauritsen
avd.ing.

REFERANSER

Rønning, J.S: 1985: Geofysikk i vannprospektering fra sprekkesoner i fjell. Resultater fra et forprosjekt. NGU rapport 85.103.

SEISMISK REFRAKSJONSMETODE.

Metoden grunner seg på at lydens forplantningshastighet forandrer seg med mediets elastiske egenskaper. Det aktuelle hastighetsområde i den såkalte ingeniørseismikk er fra ca. 200 m/sek i visse typer porøst overdekke til godt over 5000 m/sek i enkelte bergarter.

En "lydstråle" fra en sprengning i overflaten treffer en grense mellom 2 sjikt hvor lydhastigheten er henholdsvis V_1 og V_2, og vinkelen mellom lydstråle og innfallslodd kalles i. Etter at strålen har passert sjiktgrensen vil den danne en vinkel R med innfallsloddet, slik at $\frac{\sin i}{\sin R} = \frac{V_1}{V_2}$. Når R blir = 90°, vil den refrakterte stråle følge sjiktgrensen, og vi har $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$

Den bestemte innfallsvinkel som tilfredsstiller denne betingelse kalles kritisk vinkel eller i_c.

Lydforplantningen langs sjiktgrensen vil gi årsak til sekundærbølger som returnerer til terrengoverflaten under vinkelen i_c. I en viss kritisk avstand fra skuddpunktet vil disse refrakterte bølger nå frem før de direkte bølger som har fulgt terrengoverflaten. Den kritiske avstand er proporsjonal med dypet til sjiktgrensen og forøvrig bare avhengig av forholdet mellom de to hastigheter. Denne sammenheng utnytter en ved å plassere seismometre langs en rett linje i terrenget og registrere de først ankomne bølger fra skudd i hensiktsmessig valgte posisjoner i samme linje. En får da bestemt de nødvendige data for å fastlegge dypene til sjiktgrensen. Dersom overdekket er homogent med hensyn på lydhastigheten langs profilet, kan en oppnå en god dybdebestemmelse for hver seismometerposisjon. Imidlertid vil det ofte være betydelige laterale variasjoner til stede, og overdekkehastighetene blir ved små dyp bare bestemt i nærheten av skuddpunktene. Ofte vil det derfor være naturlig å legge størst vekt på dybdebestemmelsen under skuddpunktene.

Disse betraktninger kan utvides til å gjelde flere sjiktgrenser. En får refrakterte bølger fra alle grenser når hastig-

heten i det underliggende medium er større enn i det overliggende. Kontrasten må være av en viss størrelse, og vinkelen mellom sjiktgrense og terrengoverflate må ikke være for stor. I praksis vil en gjerne få vanskeligheter når denne vinkel overstiger 25°.

Det forekommer at en sjiktgrense ikke avspeiler seg i de opptegnete diagrammer, fordi de refrakterte bølger fra denne grense når overflaten senere enn fra en dypere grense. Det foreligger da en såkalt "blind sone", og de virkelig dybder kan være vesentlig større enn de beregnede. En annen feilkilde er til stede hvis lyden på sin vei nedover i jordskorpen treffer et sjikt med lavere hastighet enn det overliggende. Fra denne sjiktgrense vil det aldri komme refrakterte bølger opp igjen til overflaten, og lavhastighetsjiktet vil derfor ikke kunne erkjennes av måledataene. De virkelige dyp vil være mindre enn de beregnede. Generelt må en si at usikkerheten i de beregnede dyp øker med antall sjikt.

Med den anvendte apparatur vil en kunne bestemme bølgenes "løpetid" med en usikkerhet av 1 millisekund når seismogrammene har gjennomsnittlig kvalitet. Hvis overdekkehastigheten er 1600 m/sek, svarer dette til en usikkerhet på ca. 0.8 m i dybdebestemmelsen på grunn av avlesningsfeil. I tillegg kommer eventuelle feil på grunn av at forutsetningene om isotropi og homogenitet ikke gjelder fullt ut.

Når en oppnår førsteklasses seismogrammer, kan tiden avleses med 0.5 millisekund nøyaktighet, men selv da mener vi det er urealistisk å regne med mindre enn 0.5 m usikkerhet i dybdeangivelsene. Ved meget små dyp til fjell - størrelsesorden 1 m - blir overdekkehastigheten dårlig bestemt, og en må regne med prosentvis store feil i dypene.

VLF-METODEN

Navnet står for very low frequency og henviser til radiostasjoner som sender i frekvensområdet 15.000 - 25.000 Hz. Slike radiostasjoner benyttes til å holde samband med ubåter og til navigasjonsformål. Måleapparatet er en liten radiomottaker med en vertikal mottakerspole som virker som en magnetisk antenne. I tillegg har den en horisontal hjelpespole. Feltet fra de kraftige radiosenderne benyttes som primærfelt. Dette står vinkelrett på radiobølgenes utbredelsesretning og er horisontalt. Primærfeltet vil indusere strømmer i eventuelle ledere i bakken og sekundærfeltet fra disse vil bli målt som anomalier på bakken. Sekundærfeltet vil vanligvis ikke være horisontalt og det vil som regel heller ikke ha samme fase som primærfeltet. Sekundærfeltet summeres med primærfeltet og gjør at den magnetiske feltvektoren er elliptisk polarisert. Det som egentlig måles er dipvinkelen av det totale magnetfeltet, eller rettere sagt dipvinkelen på den store aksen i polarisasjonsellipsen (reell komponenten), og forholdet mellom den lille og den store aksen i ellipsen (imaginær komponenten).

Man velger en VLF-stasjon som ligger mest mulig i strøkretning, eller i en retning som er parallell med det eventuelle sprekkesystemet man skal detektere.

LYDHASTIGHETER I DE MEST VANLIGE LØSMASSETYPER

Organisk materiale		150- 500 m/s
Sand og grus	- over grunnvann	200- 800 "
Sand og grus	- under "	1400-1700 "
Morene	- over "	700-1500 "
Morene	- under "	1500-1900 "
Hardpakket bunnmorene		1900-2800 "
Leire		1100-1800 "

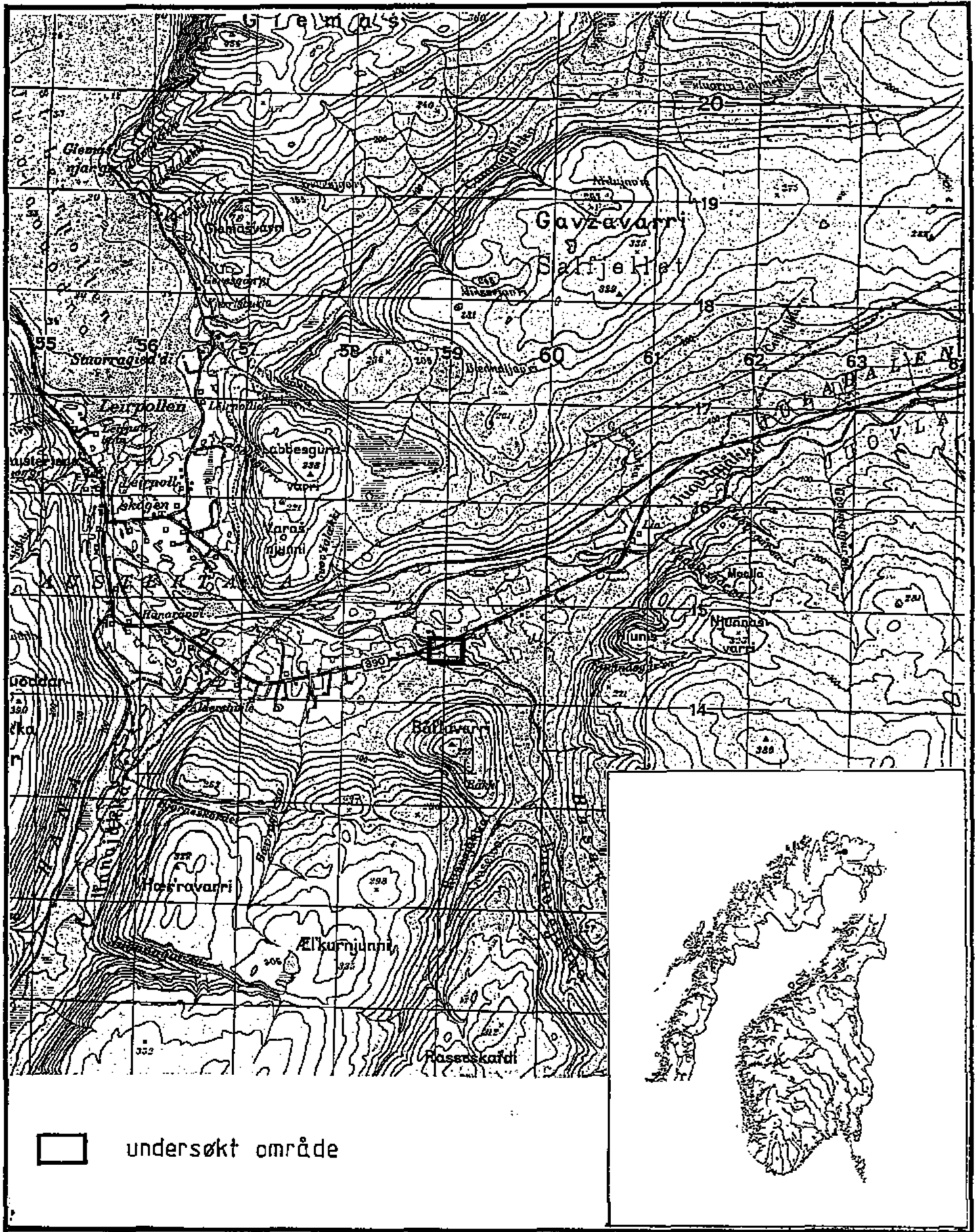
undersøkt område

NGU:
OVERSIKTSKART
NYBORG/VARANGERBOTN
NESSEBY, FINNMARK.

MÅLESTOKK		
1:50000	MÅLT T.L.	AUG. 1987
	TEGN T.L.	JAN. 1988
	TRAC T.L.	JAN. 1988
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
88.021-01	2335 III



NGU

OVERSIKTSKART

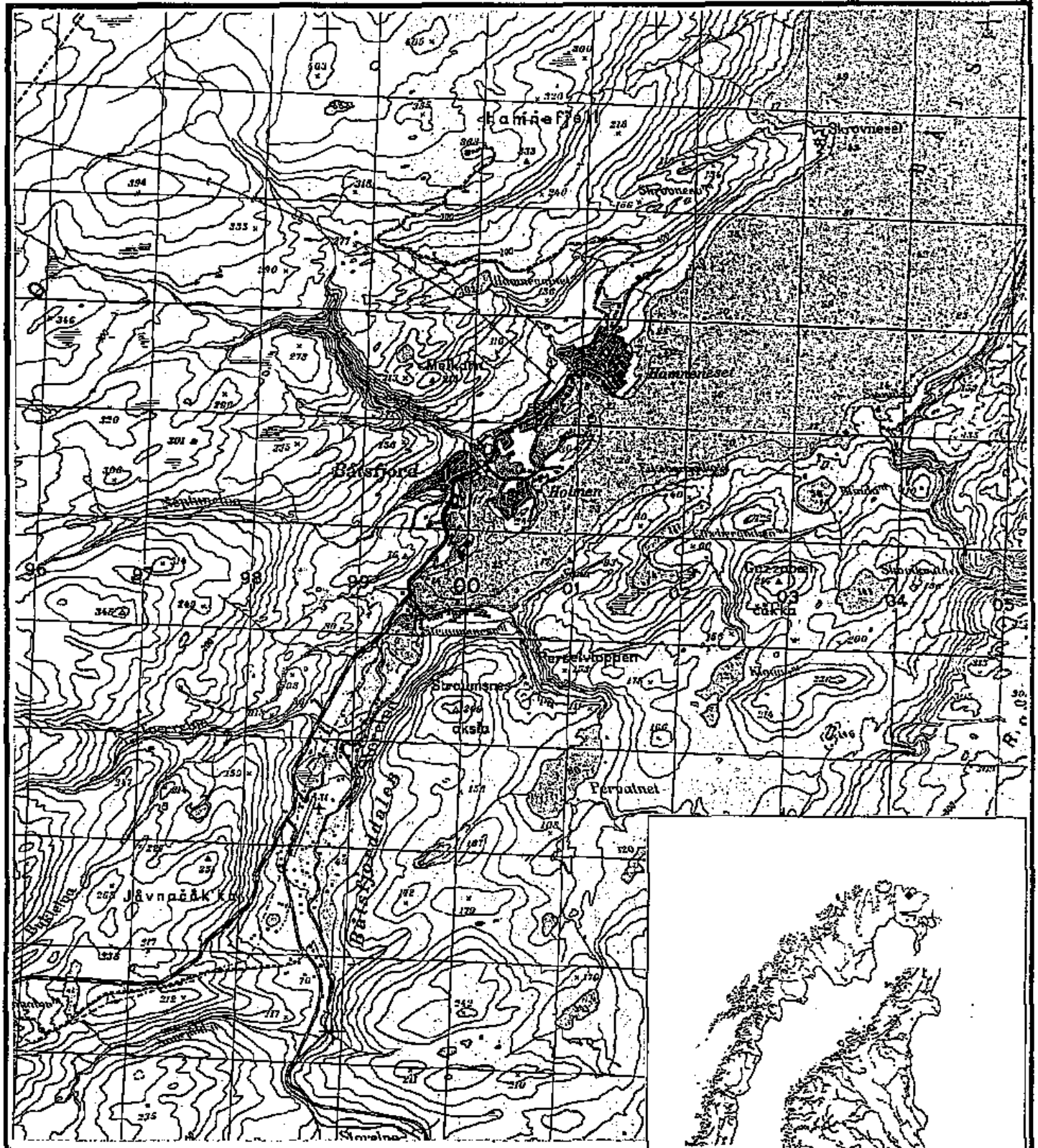
AUSTERTANA

TANA, FINNMARK

MÅLESTOKK		
1 : 50 000	MÅLT T.L.	AUG. 1987
	TEGN T.L.	JAN. 1988
	TRAC T.L.	JAN. 1988
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
88.021-02	2335 IV



undersøkt område

NGU

OVERSIKTSKART

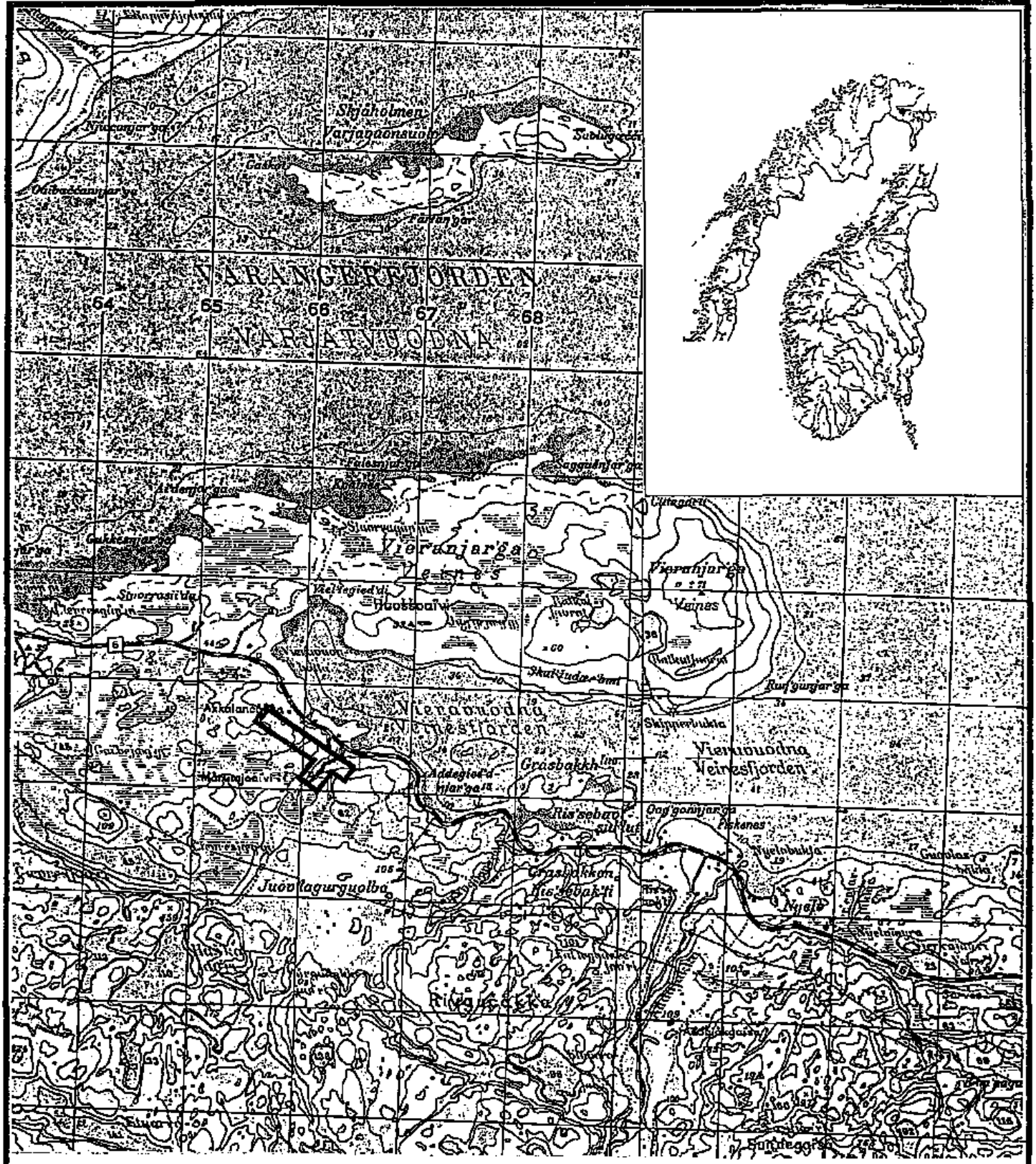
BÅTSFJORD

BÅTSFJORD, FINNMARK

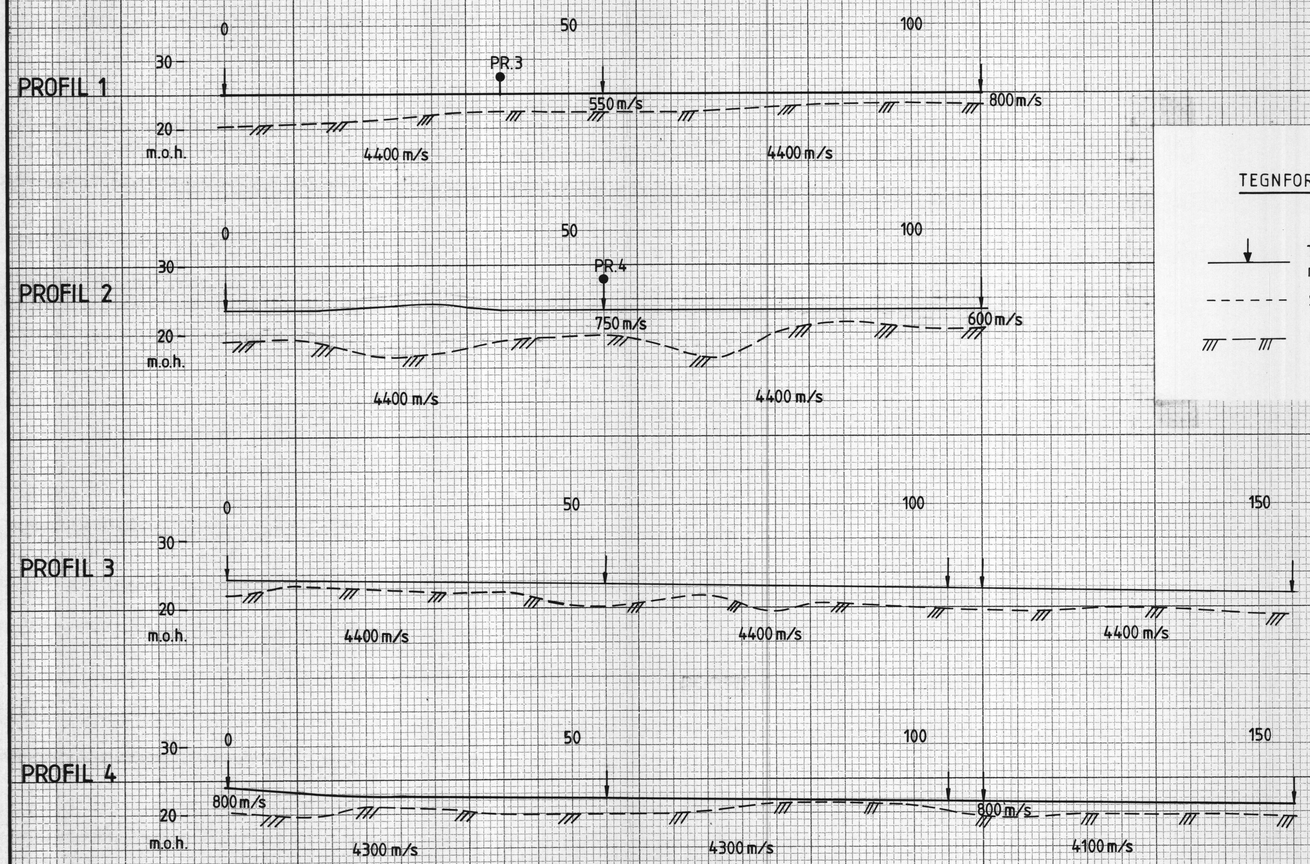
MÅLESTOKK		
1 : 50 000	MÅLT T.L.	AUG. 1987
	TEGN T.L.	JAN. 1988
	TRAC T.L.	JAN. 1988
	KFR.	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
88.021-03	2436 III

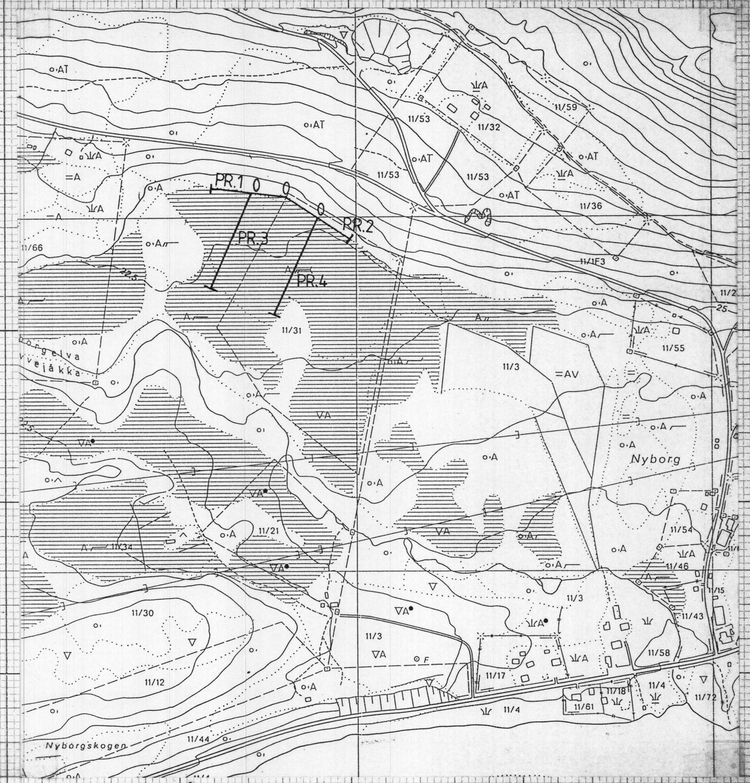


NGU OVERSIKTSKART **BARSNES/** VARANGERFJORDEN NESSEBY, FINNMARK	MÅLESTOKK 1:50 000	MÅLT T.L.	AUG. 1987
		TEGN T.L.	JAN. 1988
		TRAC T.L.	JAN. 1988
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.021-04	KARTBLAD NR. 2335 III	



TEGNFORKLARING

- Terrengoverflate m/skuddpunkt
- Sjiktgrense
- Indikert fjelloverflate

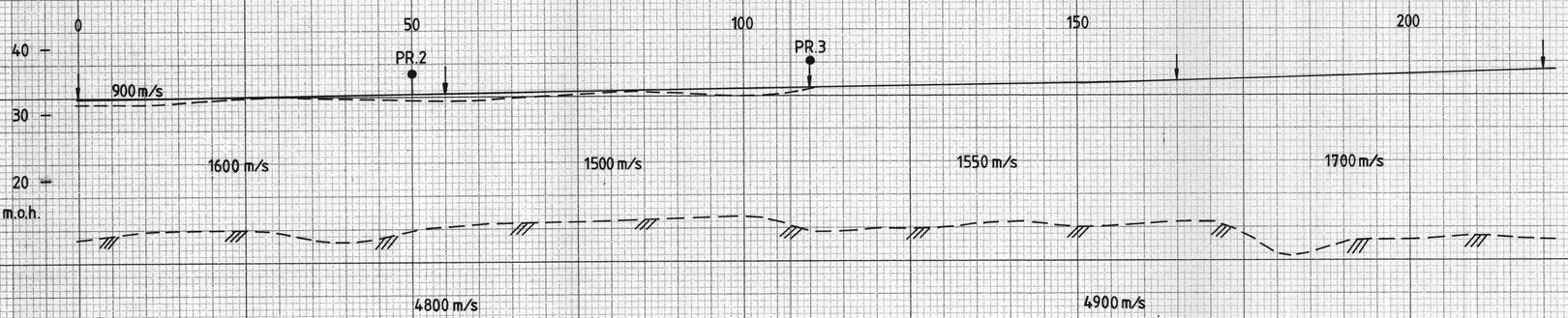


NGU
TERRENGPROFIL
NYBORG/VARANGERBOTN
NESSEBY, FINNMARK

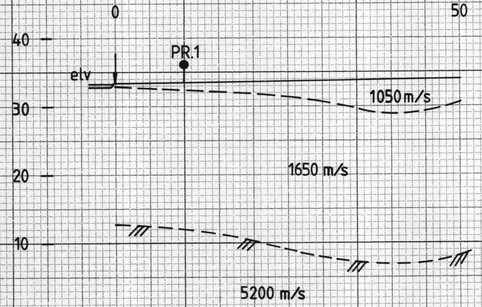
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	1: 500	MÅLT T.L.	AUG. 1987
		TEGN. T.L.	JAN. 1988
		TRAC. T.L.	JAN. 1988
		KFR.	
TEGNING NR.	88.021 - 05	KARTBLAD NR.	2335 III

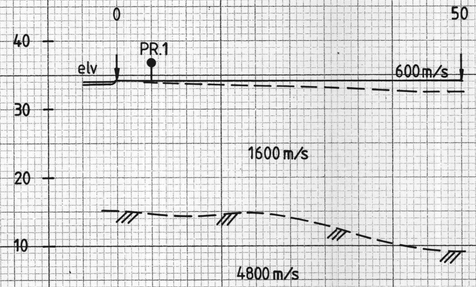
PROFIL 1



PROFIL 2

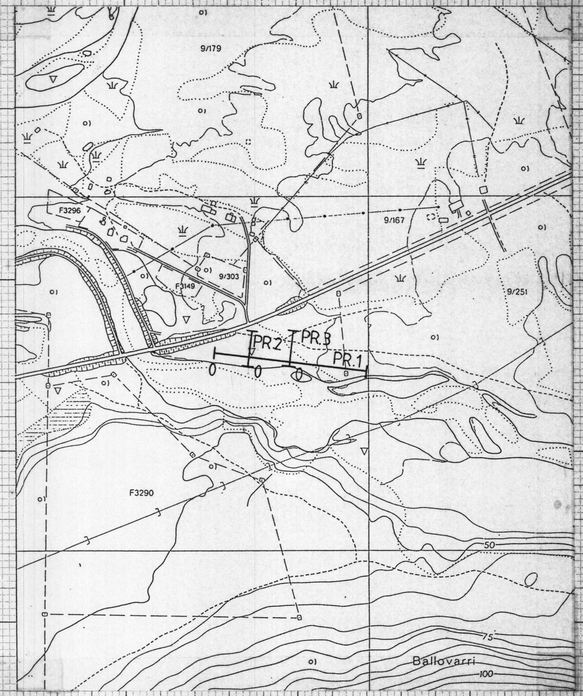


PROFIL 3



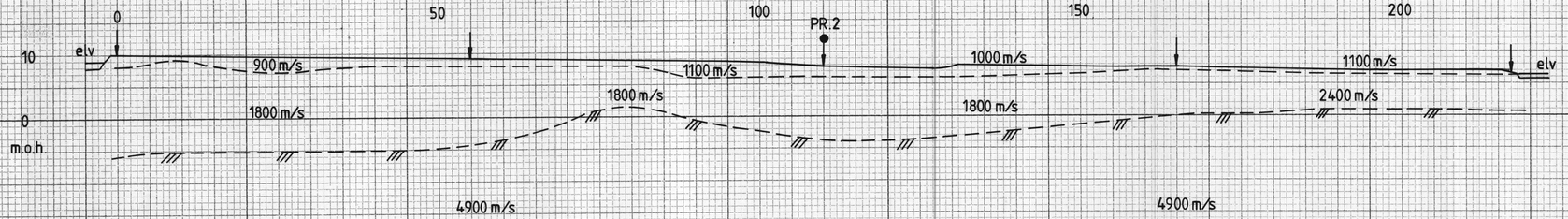
TEGNFORKLARING

- Terrengoverflate m/skuddpunkt
- Laggrense
- Indikert fjelloverflate

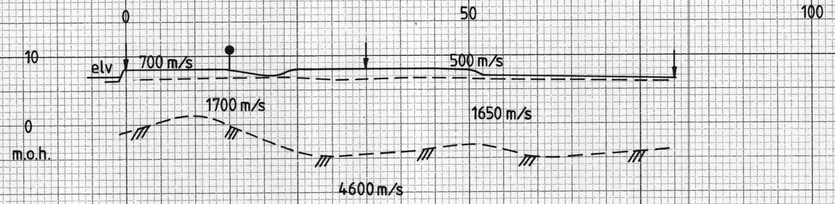


NGU TERRENGPROFIL AUSTERTANA TANA, FINNMARK	MÅLESTOKK 1:500	MÅLT T.L.	AUG. 1987
		TEGN. T.L.	JAN. 1988
		TRAC. T.L.	JAN. 1988
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.021-06	KARTBLAD NR. 2335 IV	

PROFIL 1

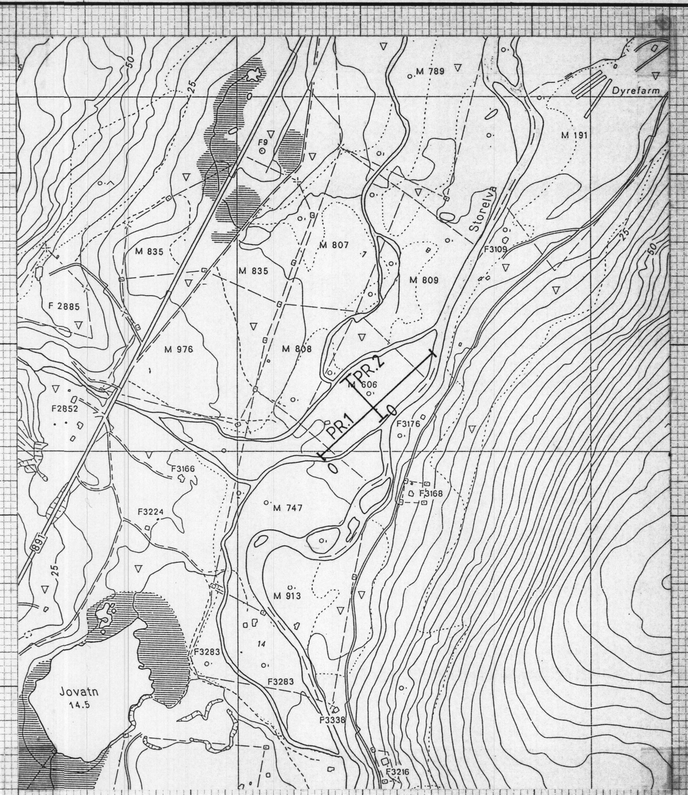


PROFIL 2



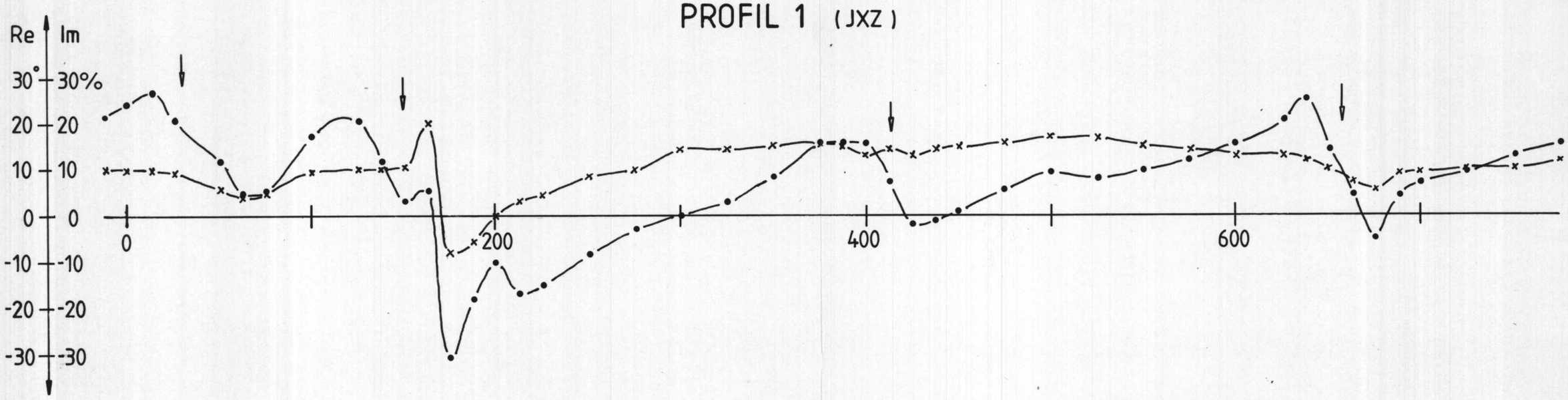
TEGNFORKLARING

- Terrengoverflate m/ skuddpunkt
- Laggrense
- Indikert fjelloverflate

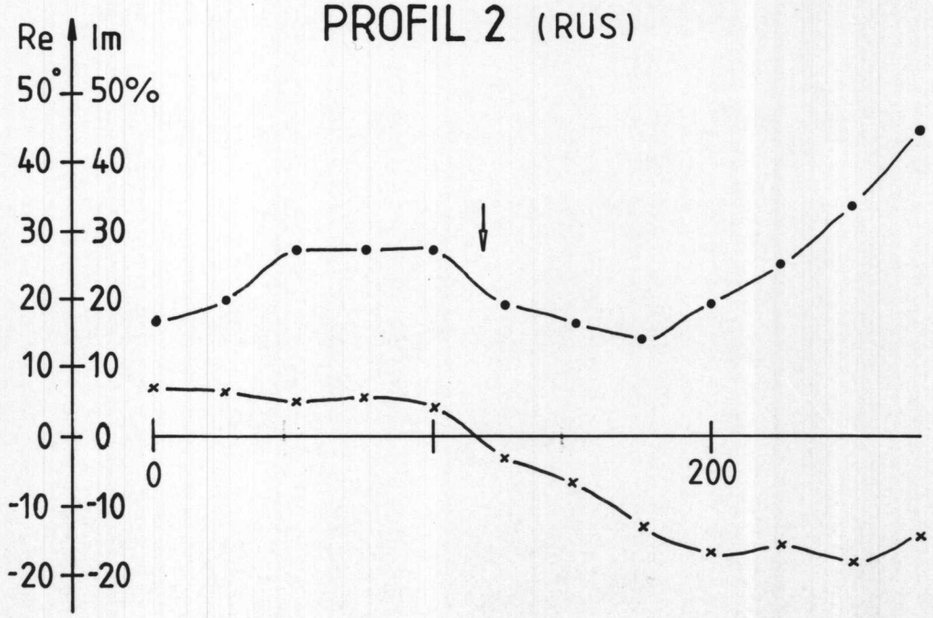


NGU TERRENGPROFIL BÅTSFJORD BÅTSFJORD, FINNMARK	MÅLESTOKK 1:500	MÅLT T.L.	AUG. 1987
		TEGN. T.L.	JAN. 1988
		TRAC. T.L.	JAN. 1988
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.021 - 07	KARTBLAD NR. 2436 III	

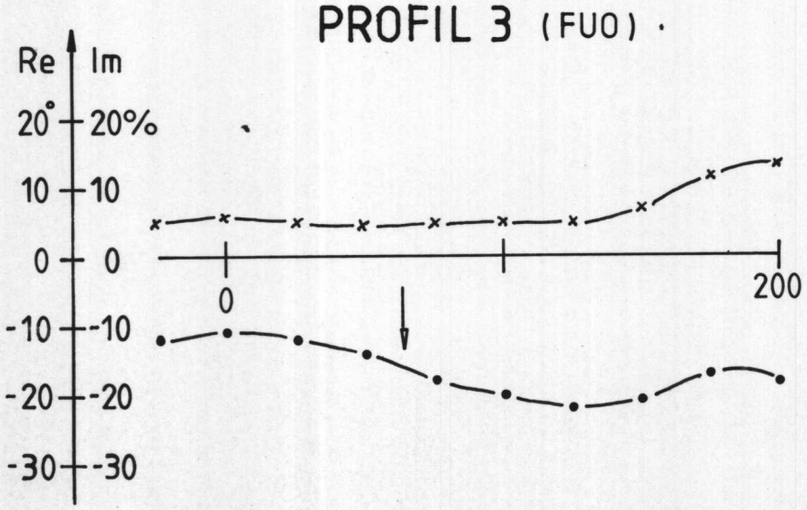
PROFIL 1 (JXZ)



PROFIL 2 (RUS)



PROFIL 3 (FUO)



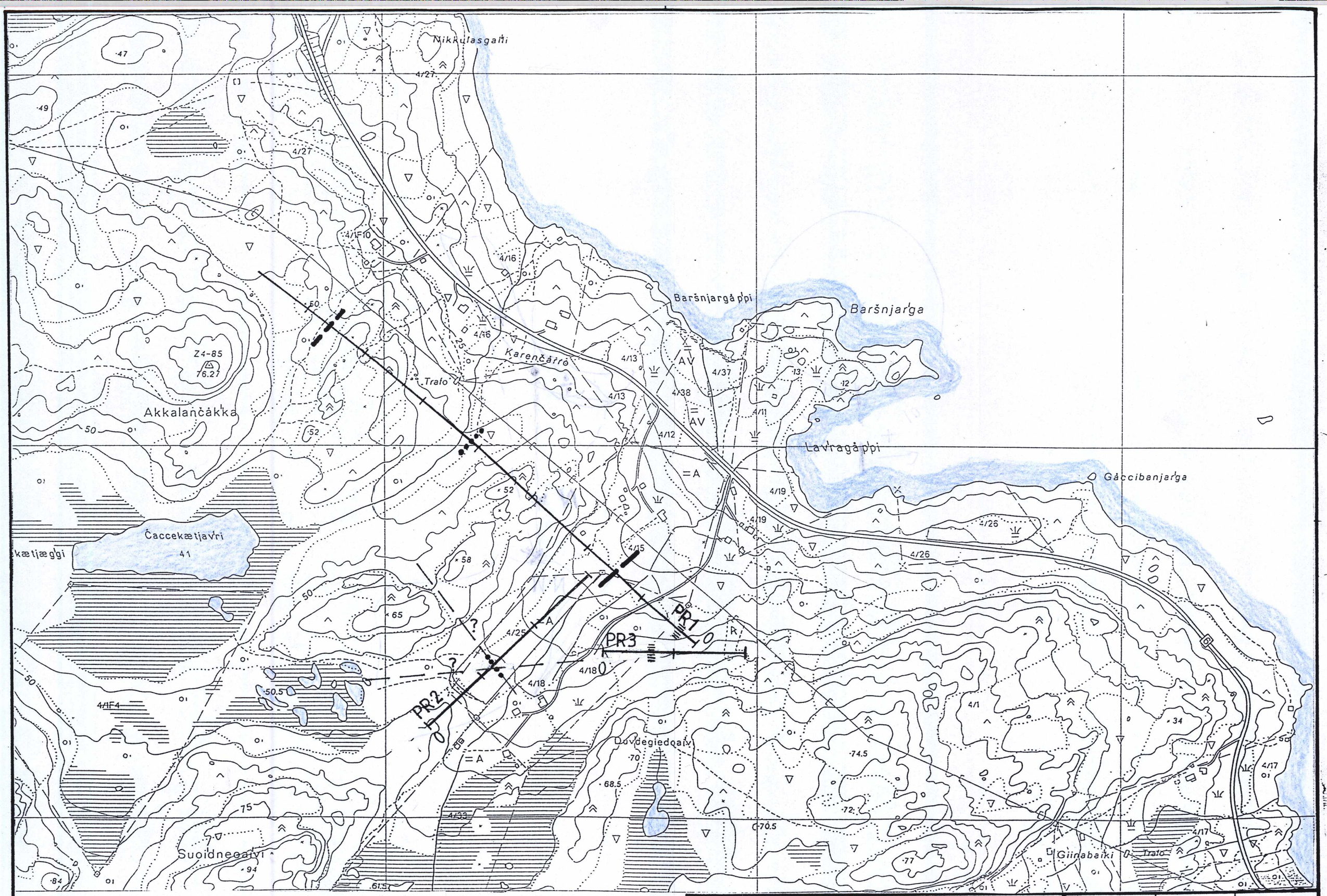
TEGNFORKLARING

—•— Reell komponent

—×— Imaginær komponent

↓ anomali

NGU VLF - FELTKURVER BARSNES/VARANGERFJORDEN NESSEBY, FINNMARK	MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT T.L.	AUG. 1987
		TEGN T.L.	JAN. 1988
		TRAC T.L.	JAN. 1988
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.021 - 08	KARTBLAD NR. 2335 III	



TEGNFORKLARING

IIIIIIII	meget svak	—+—	målt profil
•••••	svak	— —	indikert sone
▬ ▬	sterk		
▬	meget sterk		

NGU VLF - INDIKASJONSKART BARSNES / VARANGERFJORDEN NESSEBY, FINNMARK	MÅLESTOKK 1:5000	MÅLT T.L.	AUG. 1987
		TEGN T.L.	JAN. 1988
		TRAC	
		KFR.	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 88.021 - 09	KARTBLAD NR. 2335 III	