

Pegmatittprospektering i deler
av Froland og Birkenes kommuner

Rapport 84.012



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 84.012		ISSN 0800-3416		Åpen/ Personlig	
Tittel: Pegmatittprospektering i deler av Froland og Birkenes kommuner, Aust-Ager.					
Forfatter: A. West/B. Lund			Oppdragsgiver: Agdermineral A/S - NGU		
Fylke: Aust-Agder			Kommune: Froland & Birknes		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Arendal			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1512 II - Mykland 1612 III - Nelaug		
Forekomstens navn og koordinater:			Sidetall: 20		Pris: 85,-
			Kartbilag: 9		
Feltarbeid utført: Juni-August-83		Rapportdato:		Prosjektnr.: 1904	Prosjektleder: B. Lund
Sammendrag: Et område i et polymetamorft gneisterreng er blitt kartlagt med henblikk på å undersøke pegmatitter. De eldste bergartene i området er en båndet gneis som antas å være av suprakrustal opprinnelse og en kvartsitt. En eller annen gang i sin deformasjons-historie, men innen de to foldefaser som er observert i området, ble suprakrustalene intrudert av et antall gabbrolegemer. Området ligger tett opptil den store Kongsberg-Bamle forkastningen. Strukturene i feltet må antas i mer eller mindre grad å ha sammenheng med bevegelser relatert til denne. De eldste strukturer man klart kan se i feltet er folder med subhorisontale akser i retning NNØ. En foldefase med akser som faller mot øst er yngre. Det finnes flere typer pegmatitter i området. Den eneste typen med mulig økonomisk interesse er store, pegmatittiske og applittiske masser og ganger. Pegmatittene oppviser svært liten mineralogisk variasjon. De består av kalifeltspat, kvarts, plagioklas og små mengder biotitt. Granat, orthitt og magnetitt er blitt funnet som akcesoriske mineral i enkelte pegmatitter. Etter at pegmatittene er blitt undersøkt blir konklusjonen at de fleste ikke er økonomisk interessante, mens et mindre antall kan tenkes å være det og bør bores opp.					
Emneord		Kvarts og feltspat		Økonomisk geologi	
		Pegmatitt		Aust-Agder	

Hydrogeologiske rapporter kan lånes eller kjøpes fra Oslokontoret, mens de øvrige rapportene kan lånes eller kjøpes fra NGU, Trondheim.

INNHALDSFORTEGNELSE	SIDE
1. Sammendrag	4
2. Innledning	4
3. Områdets geologi	5
a) Regionalgeologisk oversikt	5
b) Områdets lithologier	6
c) Områdets strukturegeologi	11
4. Pegmatitter	13
5. Prospekteringsmetoder	17
6. Videre arbeider	18
7. Litteratur	20

BILAG:

Kart i skala 1:50000, Tegn.1.
Detaljsskisse av geokjemisk prøvetaking, Tegn.2.
Aeromagnetisk kart, Tegn.3.
Seismoelektrisk metode, Tegn.4.
Detaljkart, Østre Setertj., Tegn.5.
Detaljkart, Sønntistj., Tegn.6.
Detaljkart, Haukedalen, Tegn.7.
Detaljkart, Lauvrak, Tegn.8.
Detaljkart, Bjelleråsen, Tegn.9.
Typer kalifeltspat i området, Tab.1.
Analyser av kvarts og feltspat, Tab.2.
Produktkrav for kvarts, Tab.3.
Kjemiske analyser, Tab.4.
Geokjemiske forsøk, Diagram 1.
Radiometri, Diagram 2.
Radiometri, Diagram 3.
Magnetometri, Diagram 4.

1. SAMMENDRAG

Et område i et polymetamorft gneisterreng er blitt kartlagt med henblikk på å undersøke pegmatitter. De eldste bergartene i området er en båndet gneis som antas å være av suprakrustal opprinnelse og en kvartsitt. En eller annen gang i sin deformasjonshistorie, men innen de to foldefaser som er observert i området, ble suprakrustalene intrudert av et antall gabbrolegemer. Området ligger tett opptil den store Kongsberg-Bamle forkastningen. Strukturene i feltet må antas i mer eller mindre grad å ha sammenheng med bevegelser relatert til denne. De eldste strukturer man klart kan se i feltet er folder med subhorisontale akser i retning NNØ. En foldefase med akser som faller mot øst er yngre. Det finnes flere typer pegmatitter i området. Den eneste typen med mulig økonomisk interesse er store, pegmatittiske og applittiske masser og ganger. Pegmatittene oppviser svært liten mineralogisk variasjon. De består av kalifeltspat, kvarts, plagioklas og små mengder biotitt. Granat, orthitt og magnetitt er blitt funnet som akcesoriske mineral i enkelte pegmatitter. Etter at pegmatittene er blitt undersøkt blir konklusjonen at de fleste ikke er økonomisk interessante, mens et mindre antall kan tenkes å være det og bør bores opp.

2. INNLEDNING

Deler av kartblad 1512 II og 1612 III ble kartlagt sommeren-83. Hensikten var å finne interessante pegmatittanvisninger. Området ble kartlagt i skala 1:5000 og et kart i skala 1:50000 (Tegning 1) ble sammenstillt. Observasjoner fra noen befaringer i de aktuelle og nærliggende områder finnes i bergarkivet (f.eks. rapport 5530, 6195, 6197). Kongsberg-Bamle forkastningen som avgrenser feltet mot vest er beskrevet av Bugge(1928) og Hageskov(1980). Den regionale geologien er beskrevet av f.eks. Elders (1963), Falkum (1972), Bugge (1936), Barth & Reitan (1963) og Starmer (1972).

3. OMRÅDETS GEOLOGI

a) Regionalgeologisk oversikt

Det kartlagde område ligger i de aller vestligste deler av Kongsberg-Bamle formasjonen som begrenses i vest av den store forkastningen. Polymetamorfe gneiser av variert opprinnelse utgjør arealmessig den største delen av formasjonen. Man finner også bergarter som er av åpenbar suprakrustal opprinnelse, f.eks. marmor og kvartsitter. Gneisene er blitt intrudert av basiske bergarter og senere også av gjennomsettende granitter. Pegmatitter forekommer så å si i hele Kongsberg-Bamle-formasjonen. I regional skala kan pegmatittene inndeles i kalifeltspatrike og plagioklasrike. De fleste mener at de sistnevnte er eldst. Det strukturelle mønstret på regional skala er svært regelmessig med dominerende strøkretning NNØ-SSV. Dette regelmessige bilde er et resultat av en kompleks strukturell utvikling (Starmer, 1972). Ifølge Hageskov (1980) er følgende foldetyper de vanligste i regional skala:

A: Isoklinale folder med foldeakser som faller svakt mot NØ eller SV.

B: Isoklinale folder med subvertikale akser og akseplan som stryker NØ-SV.

Utviklingen av Kongsberg-Bamle forkastningen har hatt betydning for strukturene i det undersøkte område. Kongsberg-Bamle forkastningen er blitt reaktivert flere ganger. Hageskov (1980) mener at utviklingen har vært:

I: Blastomylonitt dannes under amfibolittfacies forhold.

II: Foldning parallelt forkastningens retning. Kongsberg-Bamle bergartene blir skjøvet vestover.

III: Forkastningen får sitt nåværende steile fall mot øst.

IV: Yngre bevegelser

Roy Gabrielsen (muntl.medd.) har vist at de siste bevegelser langs forkastningen er postpermiske. Forkastningen kutter permiske rhombeporfyranger. De store bevegelser på forkastningen er prekambriske. (I) og (II) må være eldre enn Herefossgranitten. (III) må være yngre. Neumann(1960) har datert Herefossgranitten til 900 mill.år.

b) Områdets lithologier

Følgende lithologiske enheter forekommer i det undersøkte område:

- Båndgneis
- Migmatitt
- Granittisk gneis
- Aplitt og Pegmatitt
- Metagabbro
- Lys metagabbro
- Muskovittholdig båndgneis
- Kvartsitt
- Skarnsoner

Båndgneis.

Denne har en distinkt båndning av basiske og sure bånd. De sure bånd dekker ca.10-60% av blottningenes areal, men oftest 15-25%. Tykkelsen varierer fra noen cm opp til ca. 0,5 m.

Det går an å skille mellom mørk båndgneis og lys båndgneis. Mørk båndgneis holder lyse bånd<20% av blottningens areal. Dette skille er gjort i et mindre område (West, 1983). På større skala er det mer hensiktsmessig å slå enhetene sammen til en gneistype. Stedvis viser bergarten strukturer av palingenetisk opprinnelse. Bergarten har følgende foliasjoner:

- 1) Båndningen og en lineasjon L1 parallellt båndningen.
- 2) Meget ofte også en skifrichet S1 parallellt båndningen. Disse foliasjoner har midlere strøk/fall 20/40° mot øst.
- 3) Den har videre en lineasjon L2 definert ved biotitt og amfibolkorn. Lineasjon L2 har midlere retning 130 grader og ligger i folias-

jonsplanet.

Modalanalyse av de sure bånd viser følgende mineralinnhold:

Kalifeltspat	-22%
Kryptoperthittisk feltspat	-35%
Plagioklas	- 7%
Kvarts	-10%
Biotitt	-12%
Hornblende	- 3%
Titanitt	- 5%
Epidot	- 5%
Apatitt,Klinopx,erts	-aksesorier

99%	

Stedvis forekommer også granat i bergarten. Kvarts og feltspat har uregelmessige korn med midlere kornstørrelse 0.8-1.0 mm. An-innholdet i plagioklasen er 45-60mol%. Hornblende og biotittkorn er avlange med lengste akse ca. 0.5mm i midell. Titanitt forekommer ofte i aggregater sammen med erts. Aggregatenes midlere størrelse er ca. 0.5mm. Zoisitt og Orthittkornene er 0.1-0.2mm. De forekommer ofte som inneslutninger i biotitt. Kornene har en parallellorientering i mikroskopisk skala.

Modalanalyse av de basiske bånd gir:

Amfibol	-50%
Biotitt	-13%
Kvarts	- 8%
Mikroklin	- 3%
Kryptoperthittisk feltspat	-20%
Plagioklas	- 6%
Titanitt,epidot,granat	-Aksesorier

100%	

I mikroskopisk skala har kornene ingen foretrukket orientering i de basiske bånd. Midlere kornstørrelse i de basiske bånd er ca. 1mm, ellers er mineralegenskapene temmelig likt i de sure og de basiske bånd. Bergarten er metamorfosert i øvre deler av amfibolittfacies.

Migmatitt.

Bergarten opptrer i en sone langs dalføret i vest (Tovdalen). Bergarten er en båndgneis med svært mye granittisk materiale som virker ha intrudert på et forholdsvis tidlig stadium i deformasjonshistorien. Det kan se ut som om det er flere intrusjonsfaser av det granittiske materialet. Det er stedvis tydelige grenser mellom båndgneisen og det granittiske materialet, andre steder er grensene flytende og diffuse. Området med den migmatittiske gneisen har en bredde som varierer fra null helt i nord til ca. 1.5km ved Lysåsen (kartblad Gauslåfjorden).

Granittisk gneis.

Bergarten opptrer fremst på Øynaheia sør for Lauvrak. Den granittiske gneisen har en tydelig lineasjon definert ved biotittkorn. Lineasjonen har to retninger. På Øynaheia er retningen 20°, mens den har retningen ca. 150° SØ for Sundtjern. Bergarten synes å dø ut mot nord. Bergarten har følgende mineralinnhold:

Kryptoperthittisk feltspat	-48%
Kalifeltspat	-15%
Plagioklas	- 5%
Kvarts	-20%
Biotitt	- 8%
Epidot	- 2%
Titanitt	- 1%
Erts	-aksesorisk

	99%

Den midlere kornstørrelsen er ca. 1mm.

Pegmatitt og aplitt.

Aplittiske og pegmatittiske intrusjoner forekommer hyppig i området. Intrusjonene er masseformet og gangformet. Man kan skille mellom følgende typer:

- 1) Eldre aplittiske årer av dm-mektighet som er konforme med foliasjonen. Oppviser stedvis boudinert struktur.

2) Steiltstående, dm.-1/2m mektige, med foliasjonen diskordante, stedvis subkonkordante, pegmatittiske, aplittiske og skriftgranittiske ganger. Kutter den eldre aplitten.

3) Mer flattliggende, store (en del med overflateareal > 5000 m²) med foliasjonen diskordante, pegmatittiske, skriftgranittiske og aplittiske masser.

4) Steiltstående, med båndningen diskordante, aplittiske ganger. Mektigheten er av dm.-størrelse. Kutter de store pegmatitter.

Kun type (3) er av mulig økonomisk interesse. Mineralogien i samtlige typer pegmatitter er oversiktlig: Kalifeltspat, kvarts, plagioklas, biotitt og muskovitt som aksessorisk mineral. I enkelte av de store pegmatitter forekommer også granat, orthitt og magnetitt som aksessoriske mineral.

Skillet mellom de forskjellige typer "pegmatitter" er bestemt utfra kornstørrelser:

Aplitt: < 2mm

Skriftgranitt: fra 2mm til 15mm.

Pegmatitt: > 15mm.

Metagabbro.

Forekommer i tre varianter:

En skifrig type som i tillegg har lineasjon L2. En linær type med lineasjon L2 definert ved biotitt og amfibolkorn eller ved de sure komponenter.

Bergarten er mest skifrig ut mot grensene av båndgneisen. Enkelte steder veksler bergarten mellom massiv og skifrig. I enkelte av metagabbrosonene er det granatrike "lag" der diameteren på krystallene kan nå opp i 10cm. Ofte er det en halo av lyse mineral rundt de store granatkrystallene. Det forekommer at granatene er roterte. De fleste granater har en størrelse på 0,1-1cm. Metagabbroen i de vestlige deler av området, inn mot forkastningen, er mer skifrig enn i de østlige deler av området.

Modalanalyse gir følgende mineralinnhold:

Amfibol	-50%
Biotitt	- 7%
Plagioklas	-16%
Titanitt	- 4%
Kryptoperthittisk feltspat	- 9%
Kalifeltspat	- 5%
Kvarts	- 4%
Granat	- 2%
Klinopyroxen	- 3%
Orthitt,epidot,magnetitt,ilmenitt-Aksesorier	

100%

Amfibolen (en jernrik hornblende) fører små inneslutninger av biotitt på spalteflater. Midlere kornstørrelse er ca. 1.2mm. Titanitt er oftest konsentrert i aggregater sammen med erts. Biotittkornenes midlere lengde er ca. 1mm. Plagioklasens an-innhold er ca.60mol% i midell. Kalifeltspaten og kryptoperthitten er ofte sterkt sericit-tisert. Det vanligste er at granatkornene er 1mm og større, subhedrale og anhedrale med inneslutninger av kvarts, feltspat, erts og klino-pyroxen. Bergarten er metamorfosert i øvre deler av amfibolittfacies.

Lys metagabbro.

Dette er en langstrakt kropp som følger den generelle strøkretingen i området, i utstrekning er den ca.4.5km lang og gjennomsnittlig 0.3 km. bred (varierer fra 0.1 til 0.6 km). Bergarten inneholder blålignende plagioklas, hornblende, granater, pyroxen, erts (magnetitt og ilmenitt). Ofte er innholdet av mørke mineral mindre enn ca.10-15% (bergarten er ikke mikroskopert). Bergartens sammensetning er nesten anorthosittisk. Bergarten er grovkornig. Lengst i SV og i NNØ er den sterkt deformert å går mer over i en øyegneis, det er likevel hele tiden mulig å gjenkjenne denne spesielle bergarten.

Muskovittholdig båndgneis:

Bergarten opptrer i en sone på 300m-500m bredde på grensen mellom båndgneis og kvartsitt.

Bergarten er muskovittholdig, og inneholder enkelte steder noe hema-

titt. Forøvrig ser bergarten ut som vanlig båndgneis. Bergarten er ikke mikroskopierte.

Kvartsitt.

Bergarten utgjør sammen med metagabbro det meste av den østlige delen av det kartlagde område.

Bergarten består av kvarts, muskovitt, sericitt, feltspat, av og til noe kalkspat og enkelte steder små mengder hematitt og sillimanitt. Inn mot den muskovittholdige båndgneisen øker feltspatinnholdet betraktelig. Bergarten kan muligens kalles en arkositt i denne sonen. Kvartsitten er ikke mikroskopierte.

Skarnsoner.

Skarnsoner forekommer nesten overalt i kontaktområdet mellom metagabbro og kvartsitt.

Synlige mineral er diopsid, epidot, granat og skapolitt. Stedvis, f.eks. i skjæring ved rv.9 ca. 800m N for Mjåvatn, forekommer rustutfelling og cm.mektige årer med sulfider.

Sørøst for Bjorvann er det en større sone av ren kalkmarmor. Det kan muligens finnes flere marmorsoner. H.Bjørum tar ut kalk for nedmaling til jordbruksformål.

Til sist må nevnes at det i området er observert dm-tykke diabasintrusjoner. En diabasgang ligger i grensen mellom båndgneis og metagabbro ved koord.(59975,1335).

En dobbel diabasintrusjon er observert ved buss-stopp ved Hinnebu, på SV-siden av veien.

Den yngste opptrer ømlag midt i den første og følger denne med hensyn til strøk/fall.

3c) Områdets strukturgeologi

Feltets deformasjonshistorie er adskillig mer kompleks enn kartbildet gir uttrykk for.

Det er i området funnet relikter etter flere deformasjonsfaser. Følgende typer foldeakser er de dominerende i området:

I) Stupning: Subhorisontal

Azimuth : ca. N-S

II) Stupning: 40° - 60°

Azimuth : ca. mot øst

III) Stupning: Subhorisontal

Azimuth : 130° - 150°

Foldetype (II) er yngre enn foldetype (I), mens forholdet til foldetype (III) er usikker.

Forøvrig finnes i området følgende strukturelementer:

Lineasjon L1 konform båndningen i gneisen.

Skifrihet S1 med samme strøk/fall (oftest 20/40) som lineasjon L1.

Lineasjon L2 med retning ca. 130° i foliasjonsplanet.

Lineasjon L3 som stryker ca. 20° og står steilt.

Lineasjon L3 er det yngste strukturelementet i området.

Forkastningsbergarter og mylonittsoner kan først og fremst observeres i forbindelse med Kongsberg-Bamle forkastningen. Langs østsiden av Tovdalen fra Herefoss til Hynneklev går breksje/mylonittsonen til den store breksjen. Tykkelsen varierer fra noen få dm. til flere titalls meter. Den ses som regel som et lineament og er svært ofte dekket av ur. Der den er frilagt ses gjerne flere parallelle mylonittsoner. Strøket er NØ og fallet varierer fra 20 til 60° mot sørøst. Langs rv.9 fra Hynneklev mot Mjåvatn er det også flere mylonittsoner med nordvestlig retning og sørvestlig fall. Innenfor området er det flere steder lineamenter i generelt sett nordvestlig, nordlig og nordøstlig retning. Det er ikke påtruffet kataklastiske bergarter eller andre tegn på bevegelser langs disse lineamenter.

Områdets geologiske historie blir i hovedsak (med alle forbehold):

I) Avsetning av suprakrustaler, mer eller mindre vulkanogene sediment eller rene tuffiter sammen med gråvakker, arkoser og sandsteiner.

II) Deformasjon (?)

III) Gabbrointrusjoner

IV) Isoklinal foldning med subhorisontale akser. Muligens i sammenheng med overskyvning.

V) Isoklinal foldning omkring akser som faller mot øst.

VI) Eldre pegmatitter kommer på plass (?).

VII) Bevegelser langs forkastningen (?).

VIII) Store pegmatitter og steiltstående pegmatitter kommer på plass

IX) Bevegelser langs forkastningen. Lineasjon L3 dannes. (IX) kan ha funnet sted innen (VIII).

X) Heving og erosjon av området.

4. PEGMATITTER

Den mest interessante bergarten i området er selvfølgelig de store pegmatittene.

Det har under kartleggingen vist seg at en overveinde majoritet av pegmatittene består av skriftgranitt og aplitt som ikke behøves å undersøkes nærmere.

Noen pegmatitter kan muligens inneholde kvarts og feltspat i brytverdige mengder (West, 1983).

De mest interessante pegmatittene opptrer lengst nord i området, i Hynneklevfeltet. Det finnes også andre interessante pegmatitter, f.eks. Lauvrakpegmatitten.

De store pegmatittene opptrer alltid diskordant eller subkonkordant med sideberget.

Den generelle trenden er at pegmatittenes lengste akse er orientert langs strøkretningen og at de har et fall mot sørøst. Man bør observere at dette er en generalisering. Det finnes flere pegmatitter, spesielt i sørvest, med nordvestlig retning og sørvestlig fall. Noen pegmatitter har en nordlig retning og sannsynlig fall mot øst.

Pegmatittene har en tendens til å opptre på grensen mellom båndgneis og metagabbro. Dette kan skyldes lavtrykksoner ved den mer kompetente metagabbroen. Videre er pegmatittene vanligere i båndgneis enn i meta-

gabbro. Pegmatitter forekommer overhodet ikke i kvartsitten i de østlige deler av området. Grunnet til dette kan være kompetanseforskjell mellom bergartene. Pegmatitter er mest vanlig i den minst kompetente bergarten.

De aplittiske deler av de store pegmatitter har følgende mineralinnhold:

Kalifeltspat	-32%
Kvarts	-24%
Plagioklas	-12%
Kryptoperthittisk feltspat	-20%
Biotitt	- 7%
Sericitt	- 4%

	99%

En klassifikasjon etter Streckeisen gir at bergarten har en granittisk sammensetning.

Midlere kornstørrelse er 1.0-1.7 mm. Plagioklasens an-innhold er ca. 35%.

Bergarten har en retningsløs, jevnkornet, småkornig tekstur.

En svak sericittisering har begynt på korngrensene.

Granat forekommer akcesorisk og iblant i mengder opptil 1-2%.

Granater er vanligere i aplitten enn i de andre deler av pegmatittene.

De skriftgranittiske deler av de store pegmatitter inneholder i prinsipp samme mineral som aplitten (unntatt granat), men i andre mengdeforhold og med forskjellige egenskaper.

Mikroklin	-31%
Ortoklas	- 8%
Kryptoperthittisk feltspat	-25%
Plagioklas	-10%
Muskovitt	< 1%
Biotitt	- 2%
Kvarts	-24%
Sericitt	- 1%

	101%

Bergarten har sterkt uregelmessige korngrenser, "puslespilltekstur". Kornstørrelsen hos kvarts og feltspat varierer og kvartsen har en tendens å ha større korn enn feltspaten. Kvartsens gjennomsnittlige kornstørrelse i de undersøkte slip er ca. 3 mm og feltspaten har en gjennomsnittlig kornstørrelse på ca. 2 mm.

I makroskopisk skala har bergarten et karakteristisk utseende med kvartskorn i en grunnmasse av feltspat. Egentlig skriftgranitt forekommer der hvor det er større feltspatkorn med kileformete kvartsinneslutninger.

Kun mindre deler av de store pegmatitter består av egentlig pegmatitt med kornstørrelse > 15 mm.

Det vanlige utseendet hos de store pegmatitter er en glatterodert skriftgranitt/aplitt (hvalskrottfjell). Isskuringsstriper er vanlige og de stryker 380°.

Et annet fenomen er en vertikal benkning i aplitten. Retningen er 125-140°. Det er adskillig mer sericittisering i de prøver som er tatt ved sprekkene enn i massiv aplitt.

En klassifikasjon utfra tynnslip på en så grovkornig bergart har liten hensikt, derfor ble mineralinnholdet estimert i felt. Metoden var å måle ut 1 m² og estimere antall korn av hvert mineral. Resultatet er:

Rød (jernrik) kalifeltspat-65%

Kvarts -30%

Plagioklas - 2%

Biotitt - 3%

100%

Dette gir pegmatittene en granittisk sammensetning. Hvert mineral ble så mikroskopert.

Kalifeltspaten opptrer i flere varianter (Tabell 1).

Mikroklinen har velutviklede albitt og periklintvillinger. I "grunnmassen" ligger albitt som årer og lameller. Sericittiseringsgraden er forholdsvis liten.

Kryptoperthitten har et (Ab+An)-innhold på 5-20%, med gjennomsnitt rundt 10 %. Sericittiseringsgraden er større enn i mikroklinen.

At ren mikroklin forekommer som eget mineral uten perthittårer er sjeldent.

Plagioklas er et sjeldent mineral (max.10%) i de pegmatitter som ligger i båndgneis. I de pegmatitter som ligger i metagabbro er det noe mer vanlig (ca. 20%). Plagioklasen er oftest ren plagioklas, antiperthitt forekommer sjelden. Plagioklasen er mer basisk i de pegmatitter som ligger i metagabbro.

Muskovitt opptrer som 1-1.5mm lange korn på spalteflater og som sericitt.

Biotitt forekommer på korngrenser og på spalteflater. Kornene kan være opptil 0,5 m. lange. De sitter ofte orientert vinkelrett pegmatittenes lengdeakse.

Det må poengteres at det er kun små arealer med tilfredstillende kornstørrelser hos kvarts og feltspat i de fleste pegmatitter i området. Unntak finnes i den nordlige delen av området og i noen andre.

Kvarts og feltspat fra et brudd i en neppe drivverdig pegmatitt ved koordinater (59925,380) er analysert og resultatet er som i tabell 2. Man kan merke seg at feltspatens jerninnhold er for høyt til at den skal være salgbar ifølge Bergstøl (1976).Jernet er fremst knyttet til biotitt på spalteflater. Kvartsen kan være salgbar som kvarts til ferrosilicium formål ifølge tabell 3.

Man kan ikke påregne å utvinne noen bimineral (f.eks.muskovitt og REE-mineraler) fra pegmatittene i området.

5. PROSPEKTERINGSMETODER

Geologisk detaljkartlegging og oppboring er de så absolutt dominerende prospekteringsmetoder for pegmatitter. Teoretisk sett er det mulig å bruke geokjemiske og geofysiske metoder som et supplement til kartleggingen. Under feltsesongen-83 ble noen små forsøk utført. De geokjemiske forsøk gikk ut på å prøveta et og samme bånd i båndgneisen for å undersøke muligheten for en trend i analyseverdien inn mot kontakten pegmatitt/båndgneis. Prinsippet illustreres av tegning 2.

Gneisen ble analysert på hovedelementer og sporelementer.

Resultatet (diagram 1) viser at det ikke ble funnet noen tydelig trend.

Kun for MgO-gehalten er det en antydning til minking mot kontakten.

Det bør ikke trekkes for vidtgående konklusjoner fra et slikt lite forsøk, men en foreløpig konklusjon må bli at geokjemiske metoder ikke gir signifikante verdier i Frolandsområdet.

Det er ikke funnet sidesteinsomvandling i nevneverdig omfang i området. Dette støtter forutsigelsen om at forsøk i større skala sannsynligvis ikke vil bli vellykket.

Man har også praktiske vansker knyttet til forsøk i større skala, sannsynligvis må et og samme bånd i gneisen prøvetas over en lengre avstand. Dette blir vanskelig pga. overdekking.

Det ble også utført forsøk med radiometri og magnetometri.

Radiometri.

Tanken var at K40-isotopen i feltspaten skulle kunne detekteres.

Et scintillometer ble brukt pga. gammaspektrometer ikke var ledig. En liten pegmatitt med utgående dekket av et tynt lag av mose ble valgt ut som forsøksobjekt. Resultatet var at man ikke fikk noen anomale verdier (diagram 2). Når mosen ble fjernet fremkom en kraftig anomali (diagram 3). Konklusjonen blir at det ikke er noen ide å gjøre videre forsøk med scintillometer. Gammaspektrometer kan muligens være brukbart til å finne grensen pegmatitt/gneis under et tynt lag av overdekke.

Magnetometri.

Tanken var at magnetometriske målinger skulle gi positive anomalier over pegmatittene. Herefossgranitten og Grimstadgranitten fremstår som

klart positive anomalier på det aeromagnetiske kartet (tegning 3). Et NGU-minimag magnetometer (vertikalfelt) ble brukt. Samme pegmatitt som til de radiometriske målinger ble valgt ut. Resultatet var at ingen anomali fremkom (diagram 4). Årsaken er at båndgneisen har et akse-sorisktt innhold av magnetitt og det er liten eller ingen suscep-tibilitetsforskjell mellom bergartene. Magnetometriske målinger kan ikke anbefalles.

Trenden i området er at utgående er godt blottet mens det er problematisk at estimere dybdeutstrekningen uten å bore.

Det finnes en geofysisk metode som muligens skulle kunne tenkes brukt som et supplement til geologisk kartlegging for å estimere forekomstens dybdeutstrekning, den seismoelektriske metoden.

Metoden baseres på den piezoelektriske effekten hos f.eks. kvarts. Undergrunnen tilføres sjokkbølger på samme måte som ved seismiske målinger, men man måler det elektriske signal som de seismiske bølger forårsaker når de treffer en kvartsgang. Ved å måle tiden fra skuddet til det elektriske signalet kommer kan man bestemme avstandet til kvartsgangen når man kjenner lydhastigheten i under-grunnen.

Hvis man har en pegmatitt uten nevneverdig dybdeutstrekning burde man ikke få et elektrisk signal (Tegning 4).

Hvis de forsøk som utføres, bl.a. ved Tekniska Högskolan i Luleå, blir positive, kan det være en ide å undersøke denne metode nærmere. Konklusjonen blir at det per idag vanskelig lar seg gjøre å bruke andre metoder enn geologisk kartlegging i prospekteringsarbeidet. Muligens kan gammaspektrometer være brukbar for å finne utgående under et tynt overdekke. Et viktig poeng i kartleggingsarbeidet er at selv små pegmatittanvisninger i dagen kan være knyttet til større peg-matitter på dypere nivåer. Dette er tilfelle for Klevmyrforekomsten.

6. VIDERE ARBEIDER

Som tidligere nevnts finnes det noen pegmatitter som stikker seg ut og bør undersøkes nærmere med boring.

Sonderende boring:

Nord for Østre Setertjern (koord. 667 958) er kartlagt en pegmatitt med betydelig utgående. For å belyse denne pegmatittens dybdeustrekning, mineralisering og ev. sonering bedres foreslås for 1984 sonderende boringer på ca. 200m (Tegning 5). Boringene bør gjøres med loddhull fra pegmatittens utgående. Observer at endelig borhullsplassering må foretas i felt og at kartet bare gir den omtrentlige borhullsplasseringen.

Oppboring.

Med grunnlag fra kartleggingen i feltsesongen-83 foreslås følgende pegmatitter oppboret i prioritert rekkefølge a-d:

a) Pegmatitt NØ om Sønnristj. (koord. 669 952). Boringene bør foretas som loddhull fra pegmatittens utgående. (Tegn 6).

b) Haukedalen. (koord. 674 958). Boringene bør foretas som loddhull fra pegmatittens utgående. (Tegn.7).

c) Lauvrak. (koord. 667 900). Boringene bør foretas som skråhull mot nordvest. Pegmatitten faller mot sørøst. (Tegn.8).

d) Bjelleråsen (koord. 677 908). Boringene bør foretas som skråhull mot nordvest. Pegmatitten faller mot sørøst. (Tegn.9).

Det bør observeres at endelig borhullsplassering foretas i felt og at man skal la resultatet fra det første hullet "styre" neste hull.

Trondheim, 9.3.1984

Anders West
A. West.

7. LITTERATUR

Barth, T.F.W. & Reitan, P. 1963. The precambrian of Norway. (i Rankama, K. 1963. The precambrian, Vol. 1, J. Wiley, N.Y.)

Bergarkivet. Div. rapporter.

Bergstøl, S. 1976. Ikke metalliske mineralforekomster. NTH.

Bugge, A. 1928. En forkastning i det Syd-Norske grunnfjell. NGU 95.

Bugge, A. 1936. Kongsberg-Bamle formasjonen. NGU 146.

BVLI. Teknisk rapport 19.

Cameron, E.N. et al. 1949. Internal structures of granitic pegmatites. Econ. Geol. Monograph 2.

Elders, W.A. 1963. On the form and mode of emplacement of the Herefoss granite. NGU 214 A.

Falkum, T. 1972. On large scale tectonic structures in the Agder-Rogaland region, Southern Norway. NGT 52.

Gabrielsen, R. muntl. medd.

Hageskov, B. 1980. The Sveco-Norwegian structures of the Kongsberg-Bamle-Østfold segment. GFF 102. Stockholm.

Neumann, H. 1960. Apparent ages of Norwegian minerals and rocks. NGT 40.

Starmer, I.C. 1972. The Sveco-Norwegian regeneration and earlier orogenic events in the Bamble series, South Norway. NGU 277.

West, A. 1983. En Geologisk og Mineralogisk undersøkelse av et pegmatittførende område ved Herefoss i Aust-Agder. Diplomoppgave ved NTH (ikke publisert).

Tabell 1

Typer kalifeltspat i store pegmatitter.

Type	Hyppighet	
	Hovedmineral	Bimineral
Mikrolin med perthittlameller/årer	X	
Kryptoperthitt med (Ab-An) 15 % i ortoklas	X	
Ortoklas		X
Ren mikrolin		X

Tabell 2

	Rød kali- feltspat	Gulhvit	Kjøtt- farge	Gulhvit	Plagio- klas	Q
Jnr.	7641	7642	7643	7644	7645	7646
Prøvenr.	K1-1	K1-2	K1-3	K1-4	K1-5	K1-6
SiO ₂	65,42	64,91	64,58	65,10	61,73	*99,52
TiO ₂	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	* 0,03
Al ₂ O ₃	18,33	18,28	18,22	18,38	21,36	* 0,05
tot. Fe ₂ O ₃	* 0,29	* 0,24	* 0,19	* 0,21	* 0,29	* 0,21
MnO	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	0,01	i.m.
MgO	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	* i.m.
CaO	0,10	0,14	0,10	0,15	4,44	* 0,08
Na ₂ O	2,25	2,25	2,06	2,40	* 9,39	0,07
K ₂ O	*13,18	*13,54	*13,51	*13,10	0,26	i.m.
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	* 0,01
Glødetap	0,25	0,21	0,18	0,21	0,73	0,10
	99,87	99,61	98,88	99,59	98,26	100,17
Rb	554	1204	1061	793	< 4	< 4
Sr	126	145	127	89	251	< 2

Analyser av kvarts og feltspat fra Krokmyr

Tabelle 3

Tabell 1 Kvalitetsspecifikationer (ungefärliga) för kvarts i olika användningar

Användning	Min SiO ₂ %	Max Al ₂ O ₃ %	Max Fe ₂ O ₃ %	Max CaO/MgO %	Partikel- storlek	Övriga krav
Glas						
- optiskt	99,5	{ varierar mellan 0,1-0,5 }	0,008	{ 0,1-0,5 mm }	{ 0,1-0,5 mm }	Mindre än 6 ppm (miljon- delar) krom och 2 ppm ko- balt. TiO ₂ : 0,01-0,05 % Konstant renhet och parti- kelstorlek
- ofärgat hus- hållsglas	99,5		0,013			
- planglas	98,5		0,030			
Gjuterisand	88-99	- varierande krav -			20-200 mesh	Kemiska sammansättningen varierar. 98-99 % SiO ₂ prefe- reras. Rundad kornform.
Kvartsmjöl	97-98	0,5	0,2		mikroniserat	
Kiselkarbid	99,5	0,06-0,25	0,1	0	+ 100 mesh	Ingen fosfor får förekomma 0,25 % Al ₂ O ₃ för svart kiselkarbid, 0,1 % för grön kiselkarbid
Kiselmetall	98,0	0,4	0,2	0,2 vardera	> 1 inch i diameter	Ingen fosfor eller arsenik får förekomma
Ferrokisel	96	0,4	0,2		> 1 inch i diameter	Max 0,1 % fosfor
Eldfasta silikastenar	96-98	0,1		låg	-8 mesh	
Natriumsilikat	99	0,25	0,03	0,05	20-100 mesh	I stort sett samma krav som för glassand
Flussmedel	90	1,5	1,5	0,2	< 5 %-1/4 inch	

Källa: Industrial Minerals maj 1976.



ANALYSERAPPORT

Tabell 4

Anders West

Analysert av: S.Kjær

Analysemetode: XRF.våtkjemisk. i.m.= ikke målbart

Jnr. Prave- nr	7626 <i>Basalt</i> AW-1	7627 <i>Basalt</i> AW-2	7628 <i>Basalt</i> AW-3	7629 <i>Basalt</i> AW-4	7630 <i>Xenolith</i> AW-5	7631 <i>P. 19</i> AW-6	7632 <i>P. 3</i> AW-7	7633 <i>lok. 31</i> AW-8
SiO ₂	63.73	62.91	63.76	63.96	66.00	74.00	73.76	72.60
IO ₂	0.42	0.40	0.43	0.44	0.43	0.07	0.06	0.04
Al ₂ O ₃	15.92	15.72	15.41	15.71	16.33	14.32	14.40	16.13
Fe ₂ O ₃	5.41	5.49	5.59	5.47	4.24	0.71	0.49	0.33
MnO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.06	0.01	0.01	0.01
MgO	2.52	2.39	2.01	2.19	1.11	i.m.	i.m.	i.m.
CaO	5.42	5.39	5.20	5.37	3.77	1.40	0.13	1.61
Na ₂ O	3.91	3.83	3.86	3.89	4.37	4.21	1.72	7.03
K ₂ O	0.99	0.99	0.99	0.93	1.47	4.10	9.32	1.99
P ₂ O ₅	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.02	i.m.	0.02
Gladerap	0.37	0.39	0.38	0.42	0.53	0.18	0.27	0.42
E	98.89	97.71	97.83	98.59	98.43	99.02	100.16	100.18
Rb	197	197	157	195	253	160	888	135
Sr	738	776	690	809	1079	135	195	87
Y								
Zr								
Nb								
Cr								
Co								
Ni								
Cu								
Zn								
Cd								
Pb								

Sigrun Kjær



ANALYSERAPPORT

For:

Analysert av:

Analysemetode:

i.m. = ikke målbart

Jnr.	7634	7635	7636	7637	7638	7639	7640	7641
Prove- nr	<i>Porfyr- 504</i> AW-9	<i>Porfyr- 504</i> AW-10	<i>P. 3</i> AW-11	<i>Applite</i> AW-199-B	<i>Applite</i> AW-199-C	<i>Butk</i> AW-12	AW KR-16-I	<i>Kl-1</i> <i>P. 3</i>
SiO ₂	73.25	72.84	78.65	73.21	73.27	82.14	73.61	65.42
TiO ₂	0.06	0.11	0.04	0.10	0.06	0.04	0.05	0.04
Al ₂ O ₃	16.01	14.73	12.37	15.31	15.02	10.56	14.94	18.33
Fe ₂ O ₃	0.51	0.78	0.33	1.31	0.63	0.30	1.08	0.29
MnO	0.01	i.m.	0.08	0.01	0.01	0.07	0.15	i.m.
MgO	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	14	i.m.	i.m.
CaO	3.55	0.58	0.88	2.41	1.56	0.72	0.86	0.10
Na ₂ O	5.60	1.83	4.99	4.56	3.91	4.20	7.06	2.25
K ₂ O	0.44	8.03	1.37	2.97	4.46	1.04	1.85	13.18
P ₂ O ₅	0.03	0.02	0.01	0.05	0.03	0.03	0.03	0.01
Glødetan	0.42	0.42	0.26	0.36	0.62	0.17	0.24	0.25
Σ	99.88	99.34	98.98	100.29	99.57	99.27	99.87	99.87
Rb	17	106	103	42	351	92	136	554
Sr	463	430	42	466	524	37	19	126
Y								
Zr								
Nb								
V								
Cr								
Co								
Ni								
Cu								
Zn								
Cd								
Pb								
S			i.m.					



ANALYSERAPPORT

For:

Analysert av:

.Analysemetode:

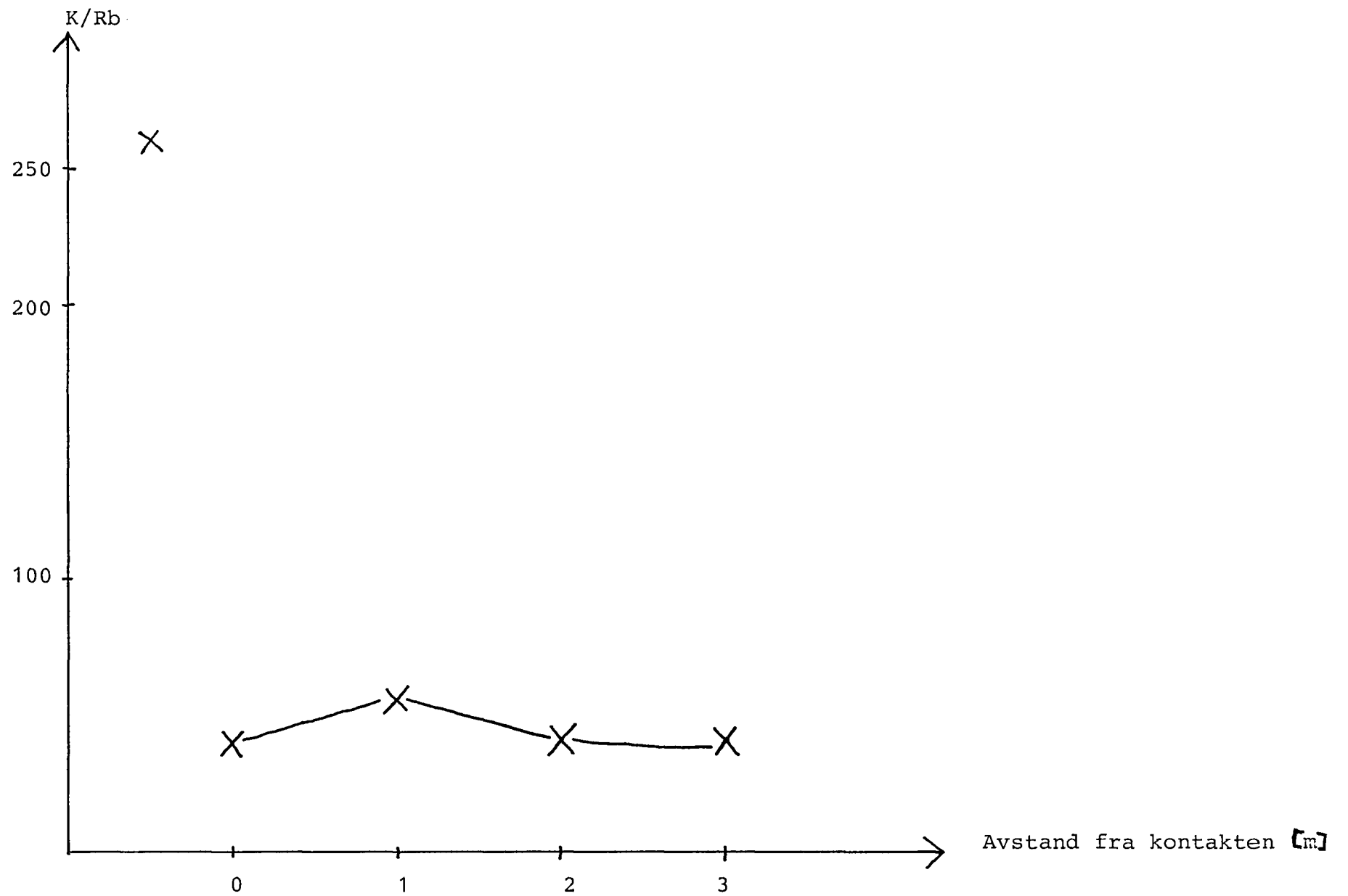
i.m.= ikke målbart

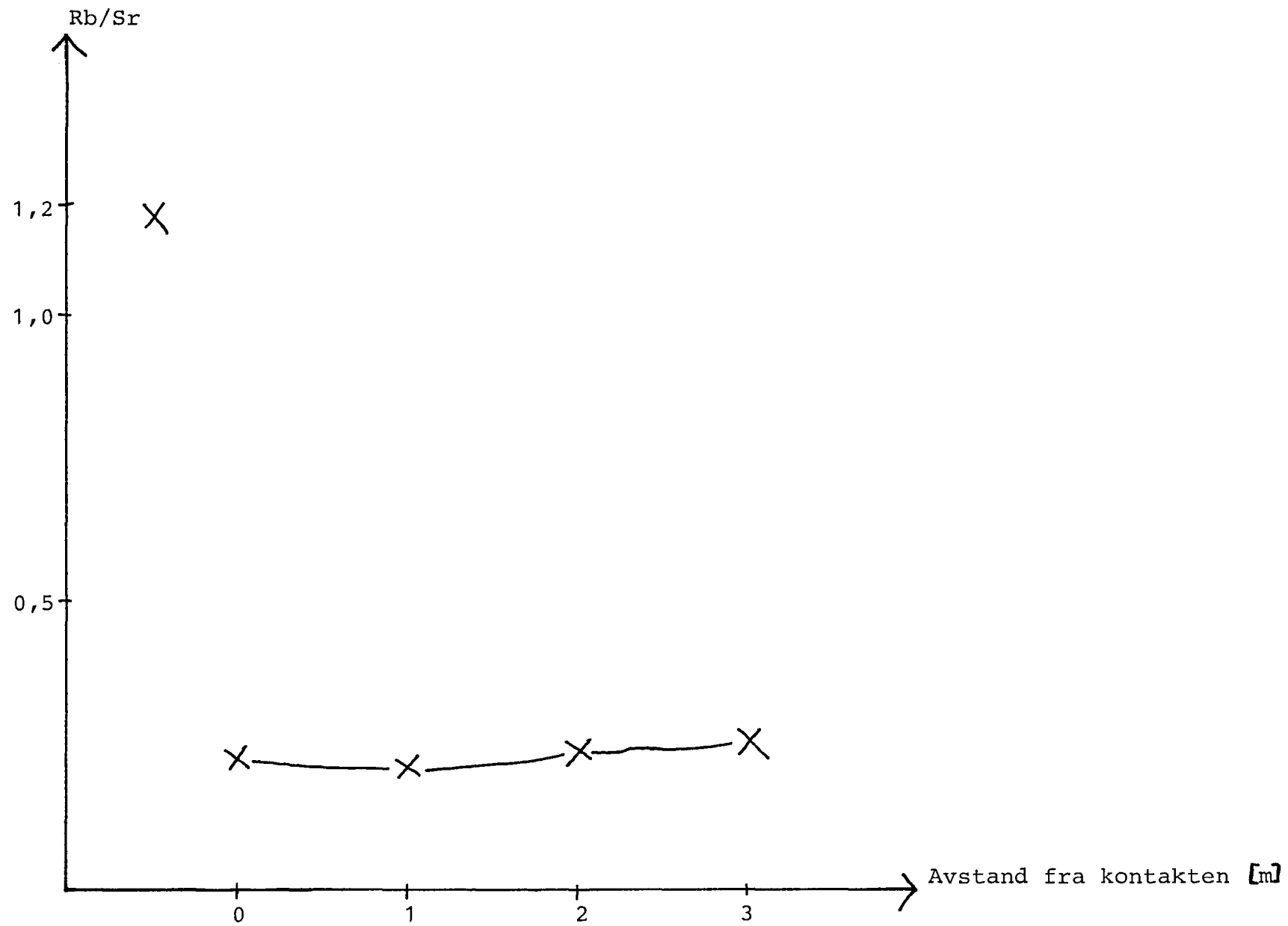
Jnr. Prøve- nr	7642 <i>Kali P.3</i> KI-2	7643 <i>Kali P.3</i> KI-3	7644 <i>Kali P.3</i> KI-4	7645 <i>Platink</i> KI-5 <i>P.3</i>	7646 KI-6 ^Q <i>P.3</i>	7647 D90 <i>"Platinktypes"</i>		
SiO ₂	64.91	64.58	65.10	61.73	99.52	69.25		
TiO ₂	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04		
Al ₂ O ₃	18.28	18.22	18.38	21.36	0.05	15.16		
pt. Fe ₂ O ₃	0.24	0.19	0.21	0.29	0.21	0.55		
MnO	i.m.	i.m.	i.m.	0.01	i.m.	0.16		
MgO	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.	i.m.		
CaO	0.14	0.10	0.15	4.44	0.08	0.93		
Na ₂ O	2.25	2.06	2.40	9.39	0.07	4.46		
K ₂ O	13.54	13.51	13.10	0.26	i.m.	6.02		
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01		
Glodetap	0.21	0.18	0.21	0.73	0.10	0.23		
Σ	99.61	98.88	99.59	98.26	100.17	96.81		
Rb	1204	1061	793	<4	<4	468		
Sr	145	127	89	251	<2	255		
Y								
Zr								
Nb								
V								
Cr								
Co								
Ni								
Cu								
Zn								
Cd								
Pb								

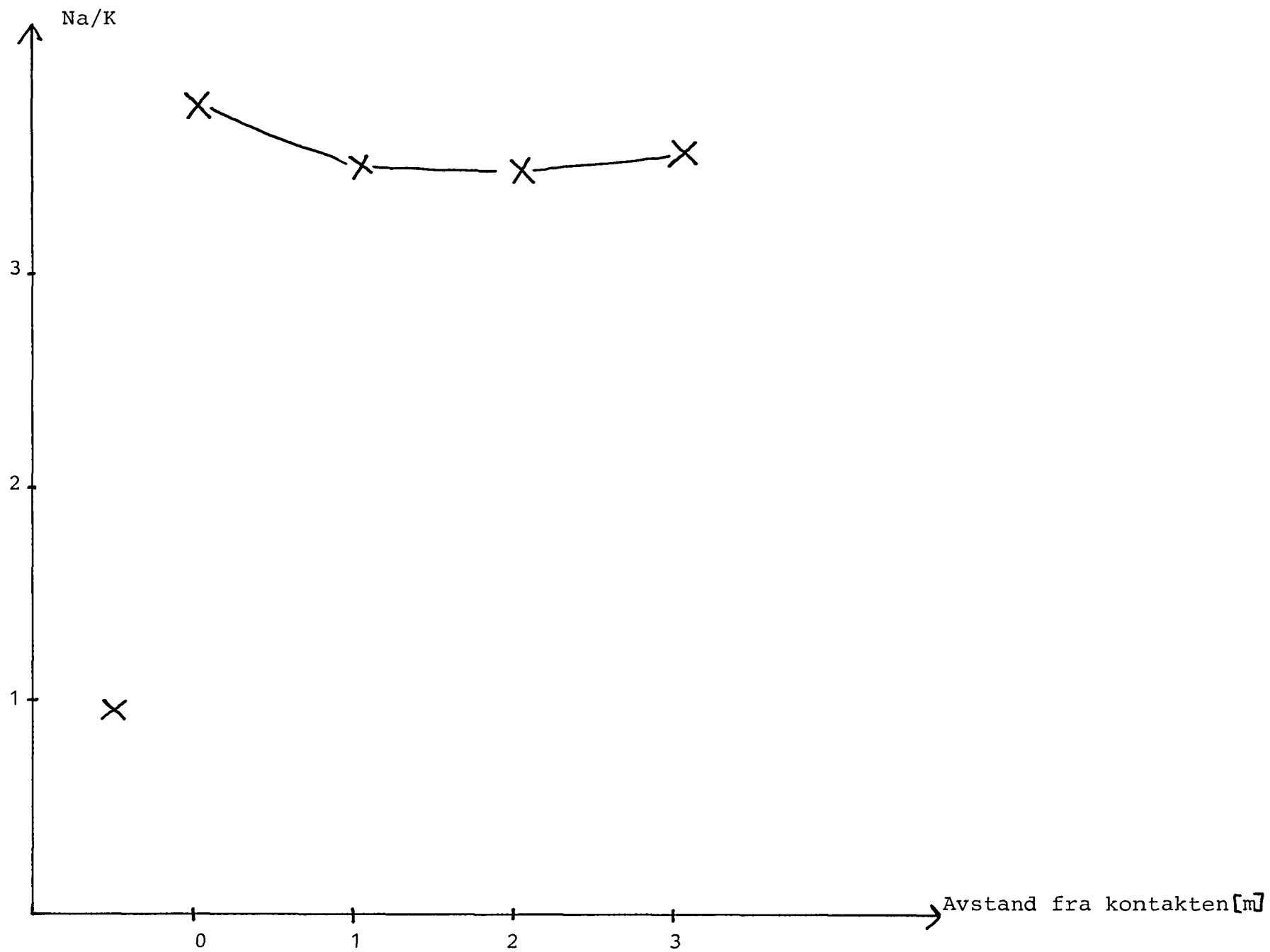
Diagram

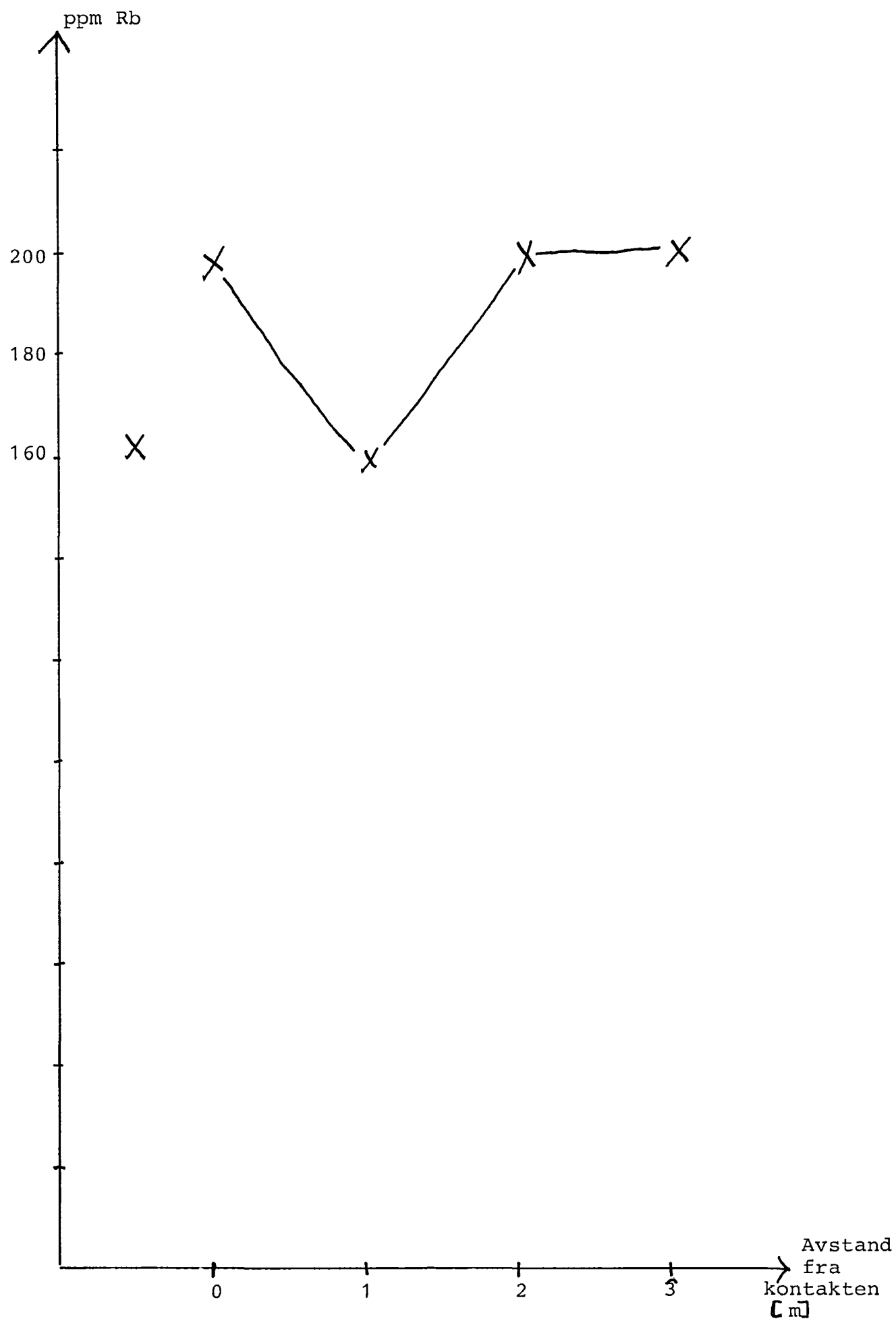
Geokjemisk undersøkelse av sidesteinsomvandling.

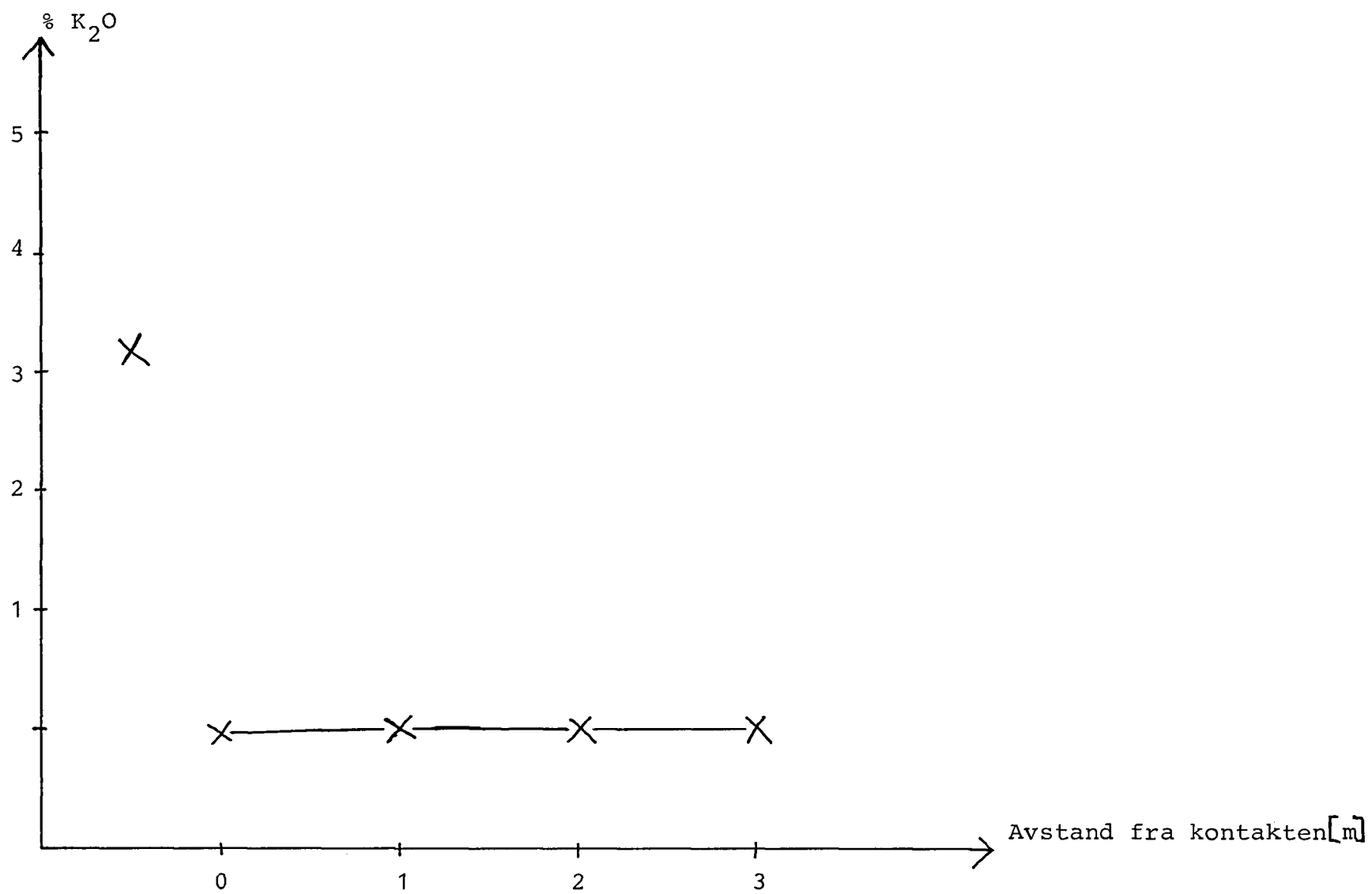
K/Rb, Rb/Sr, Na/K, ppm Rb, % K_2O , % Na_2O og % MgO som funksjon av avstand fra kontakten.

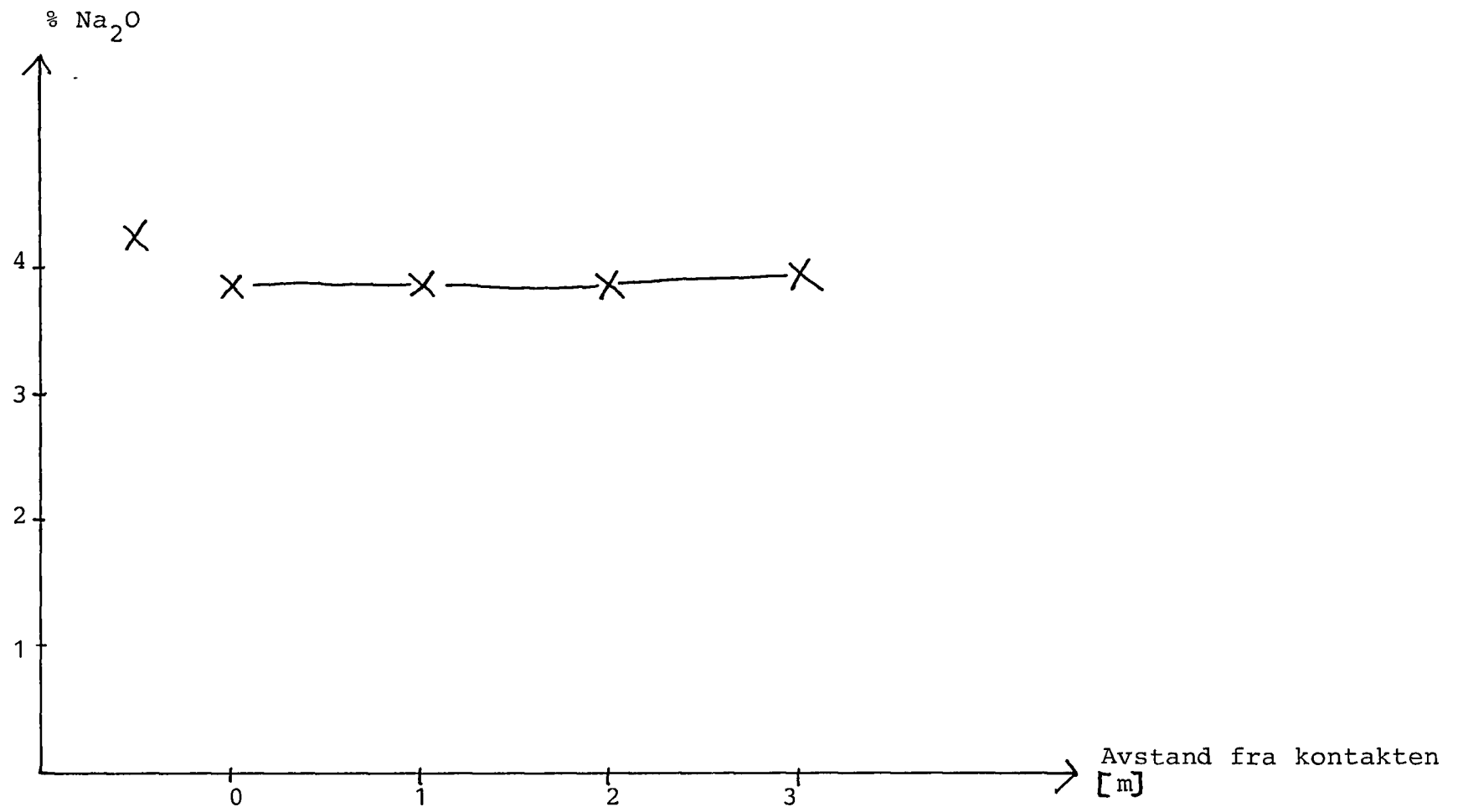












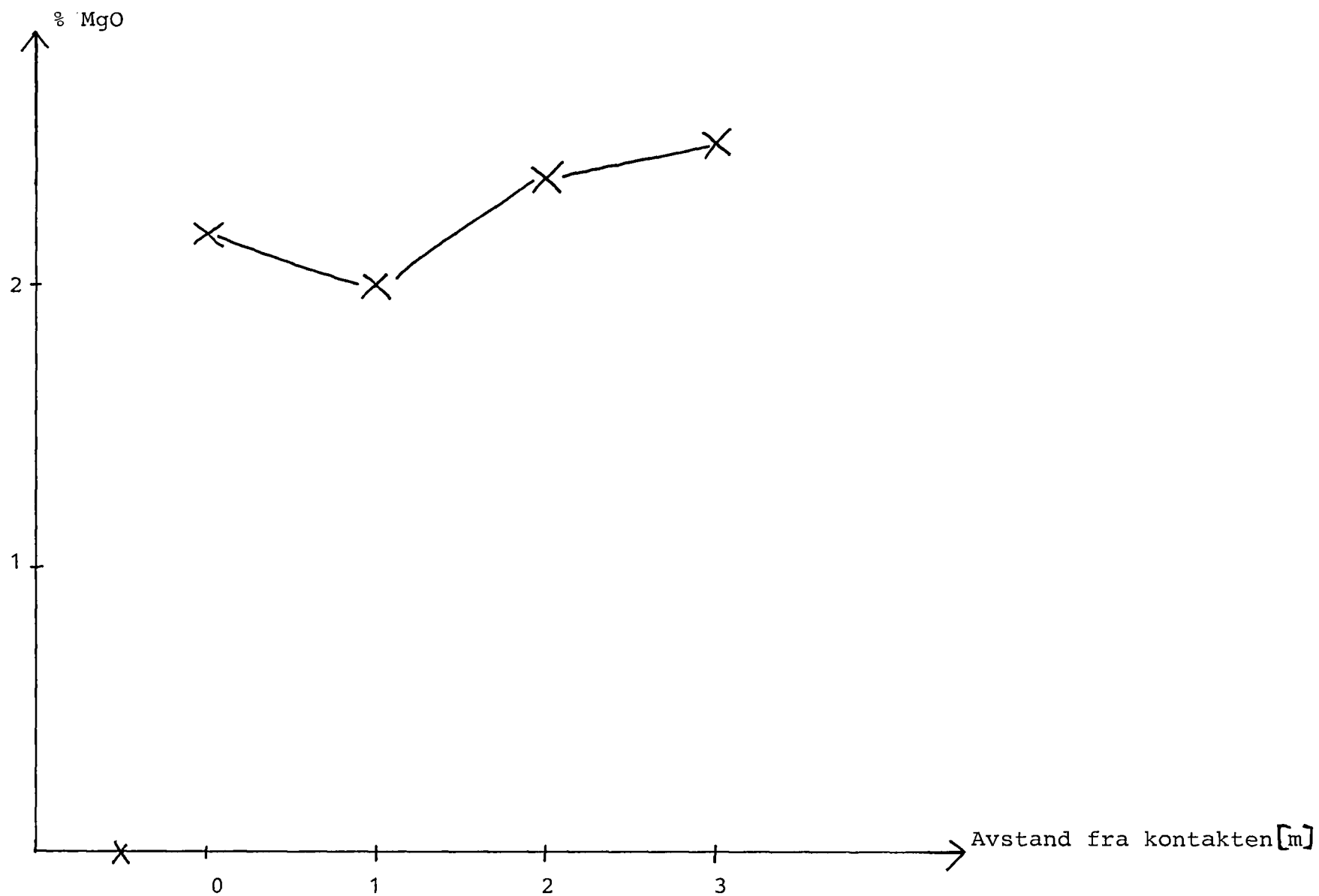


Diagram 2

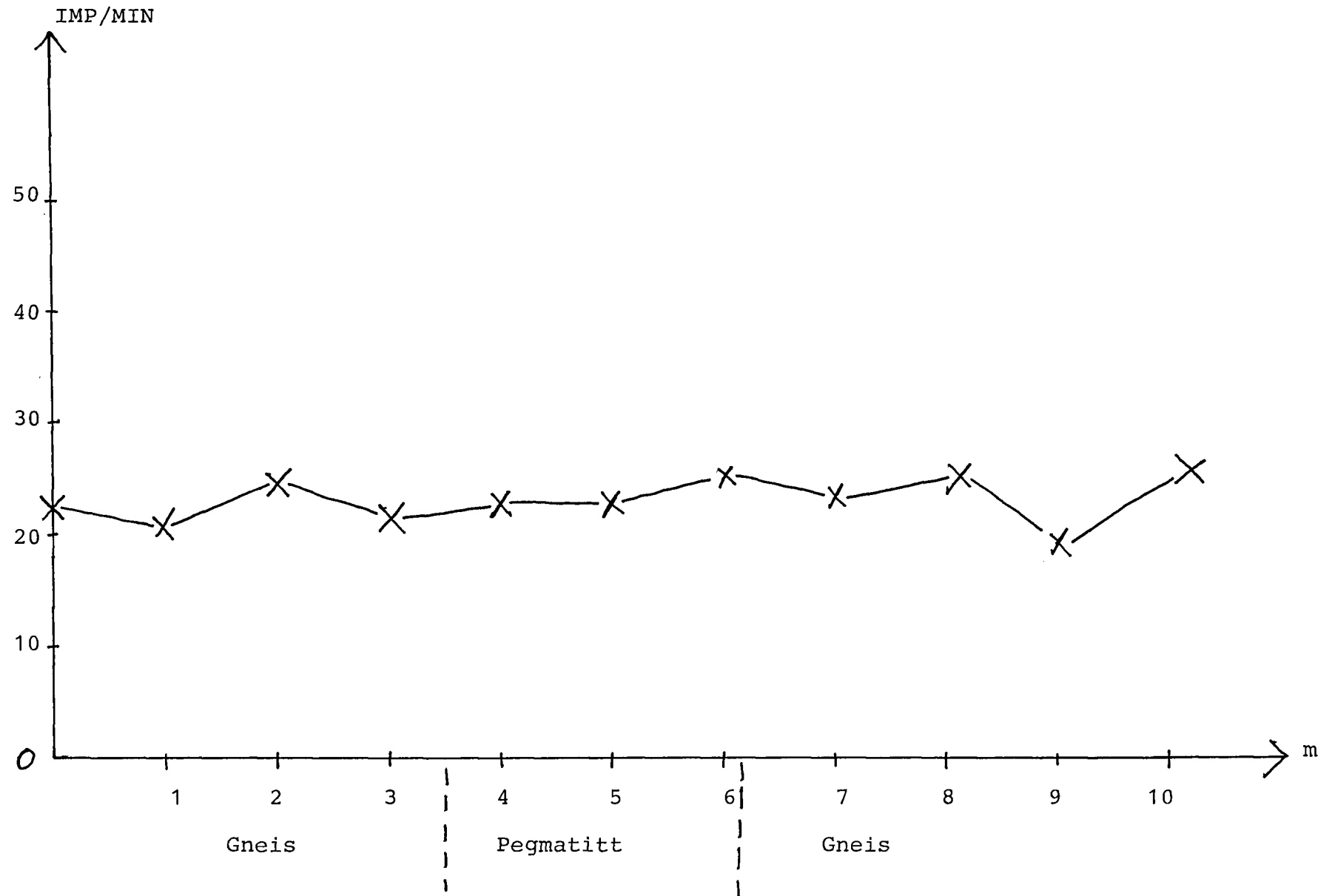


Diagram 3

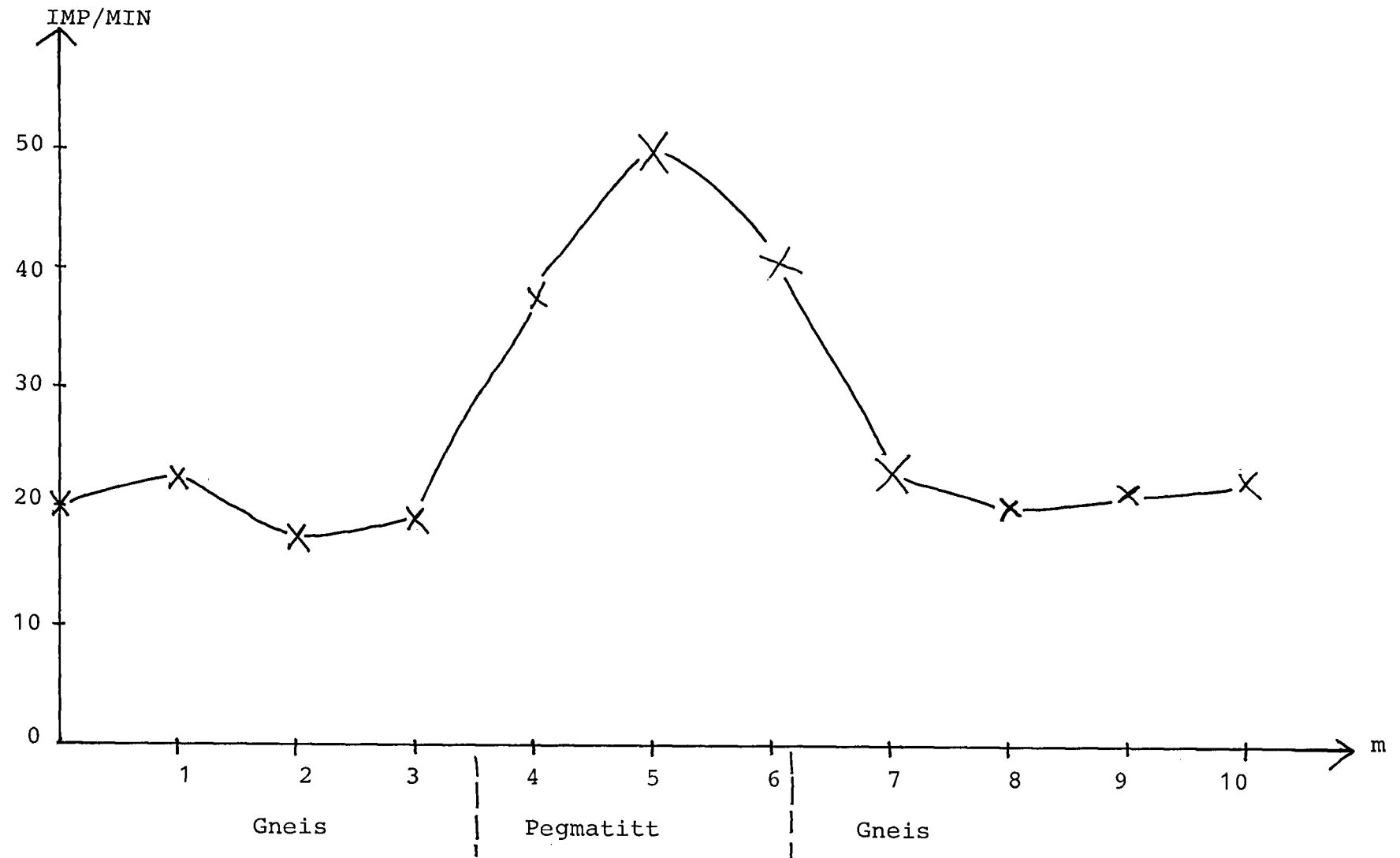
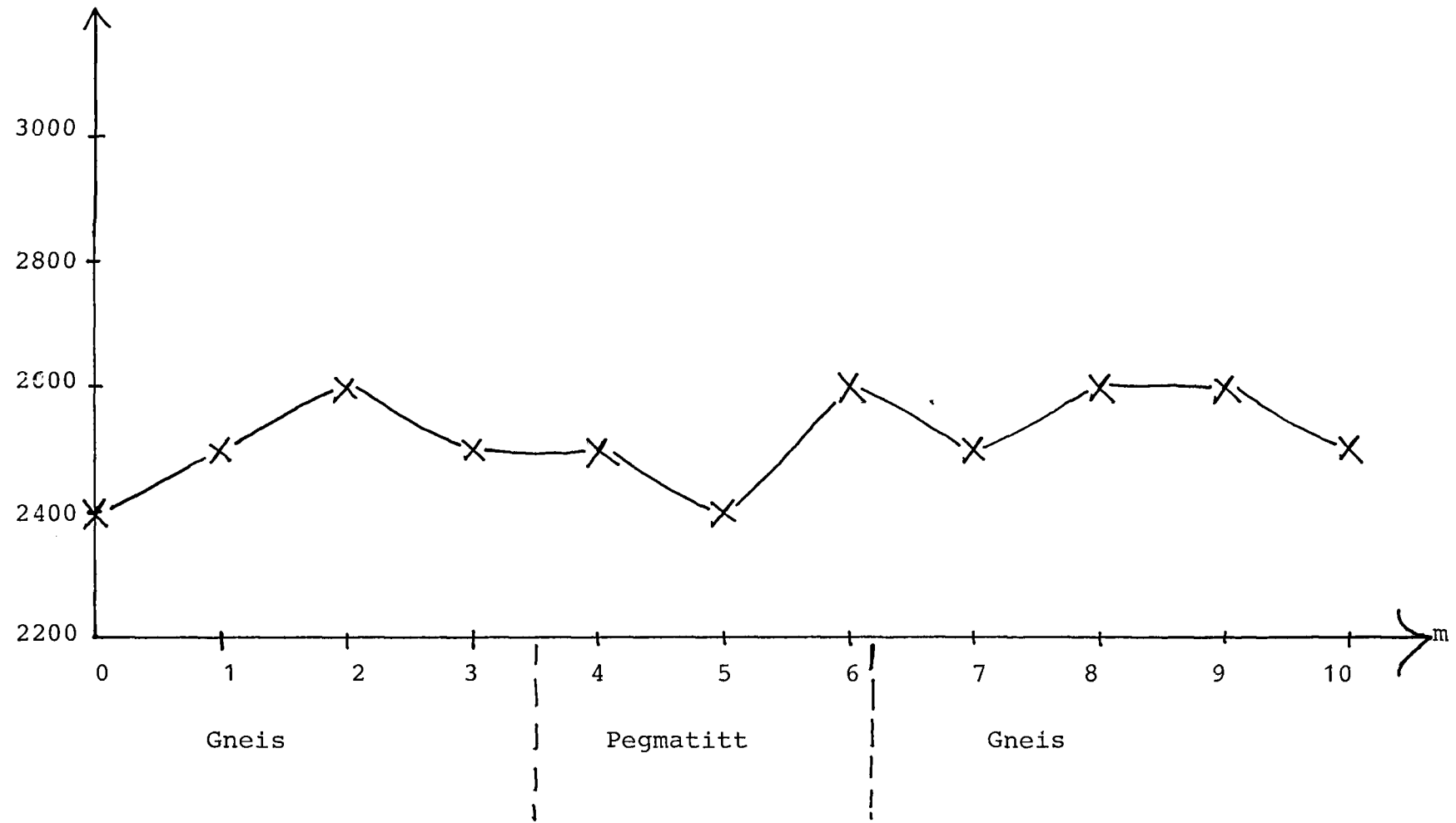
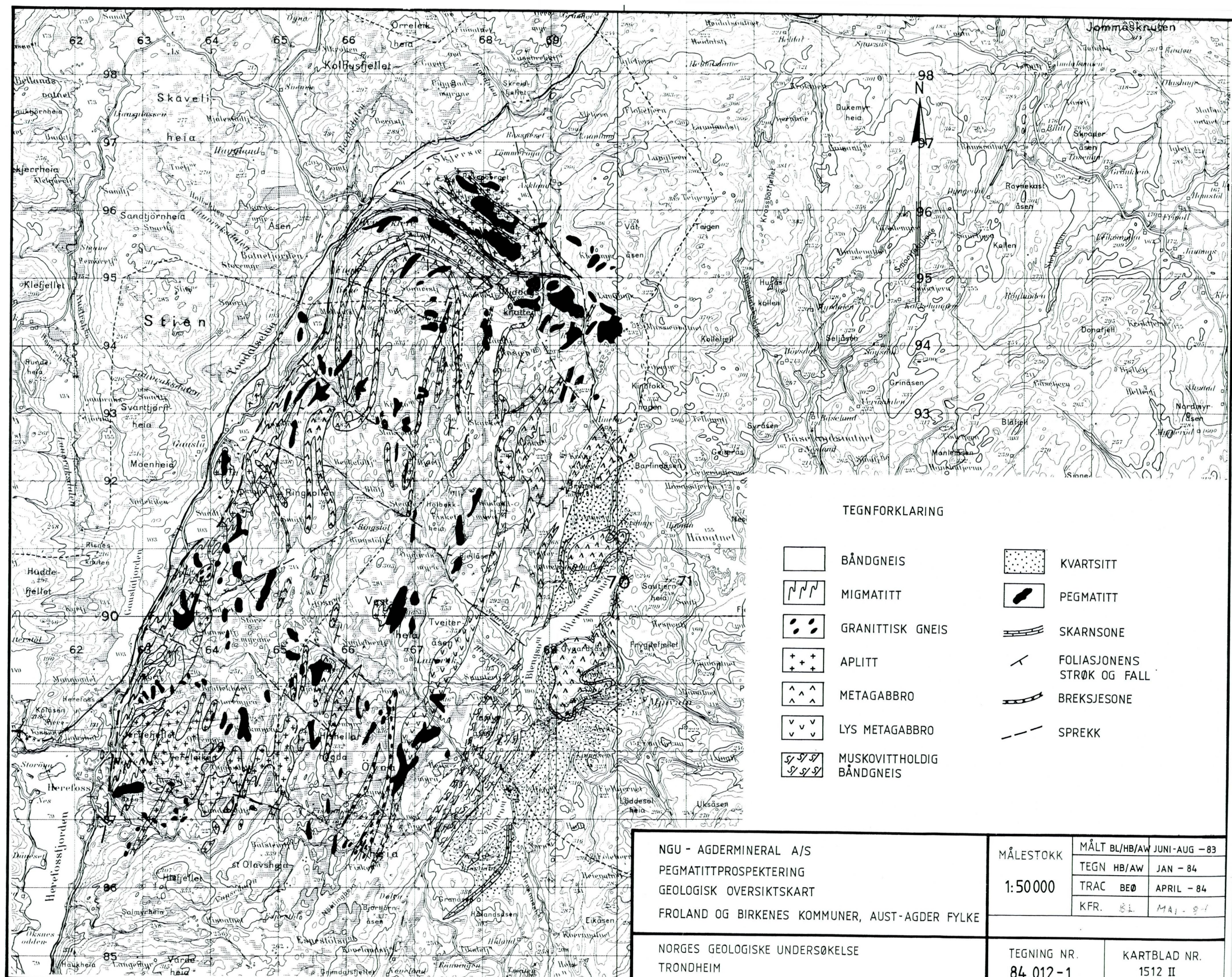


Diagram 4





TEGNFORKLARING

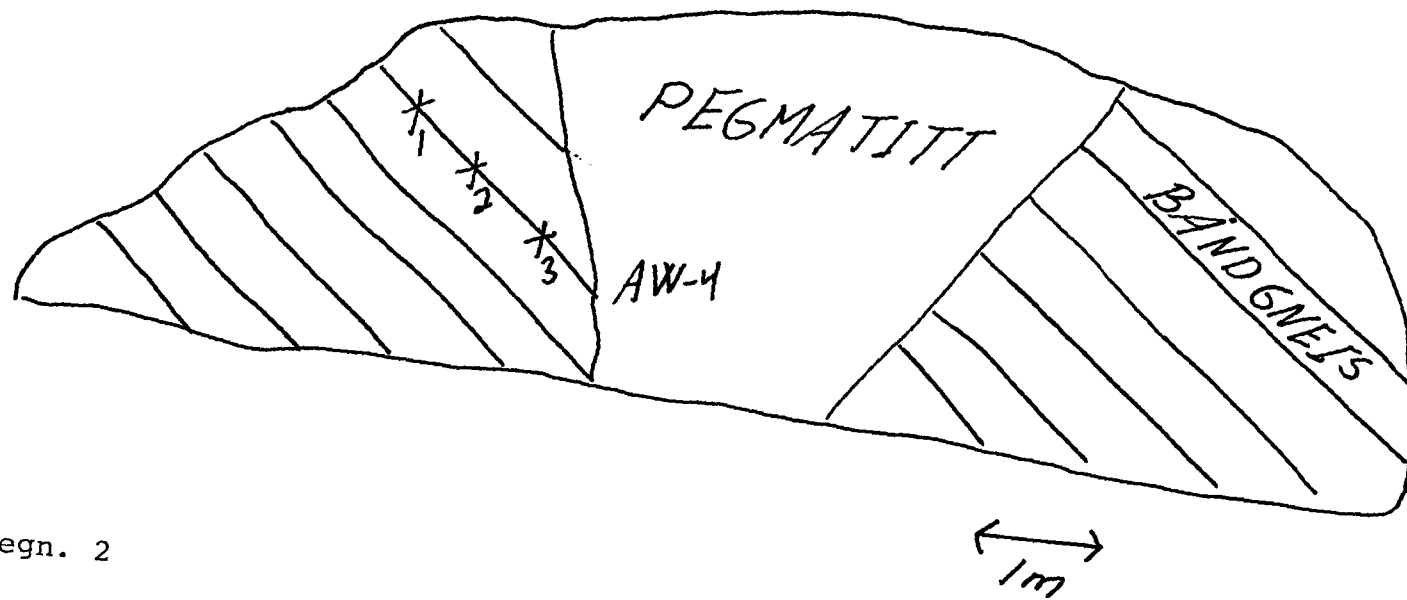
- | | | | |
|--|---------------------------|--|---------------------------|
| | BÅNDGNEIS | | KVARTSITT |
| | MIGMATITT | | PEGMATITT |
| | GRANITTISK GNEIS | | SKARNSONE |
| | APLITT | | FOLIATIONSSTRØKER OG FALL |
| | METAGABBRO | | BREKSJESONE |
| | LYS METAGABBRO | | SPREKK |
| | MUSKOVITTHOLDIG BÅNDGNEIS | | |

NGU - AGDERMINERAL A/S
PEGMATITTPROSPEKTERING
GEOLOGISK OVERSIKTSKART
FROLAND OG BIRKENES KOMMUNER, AUST-AGDER FYLKE

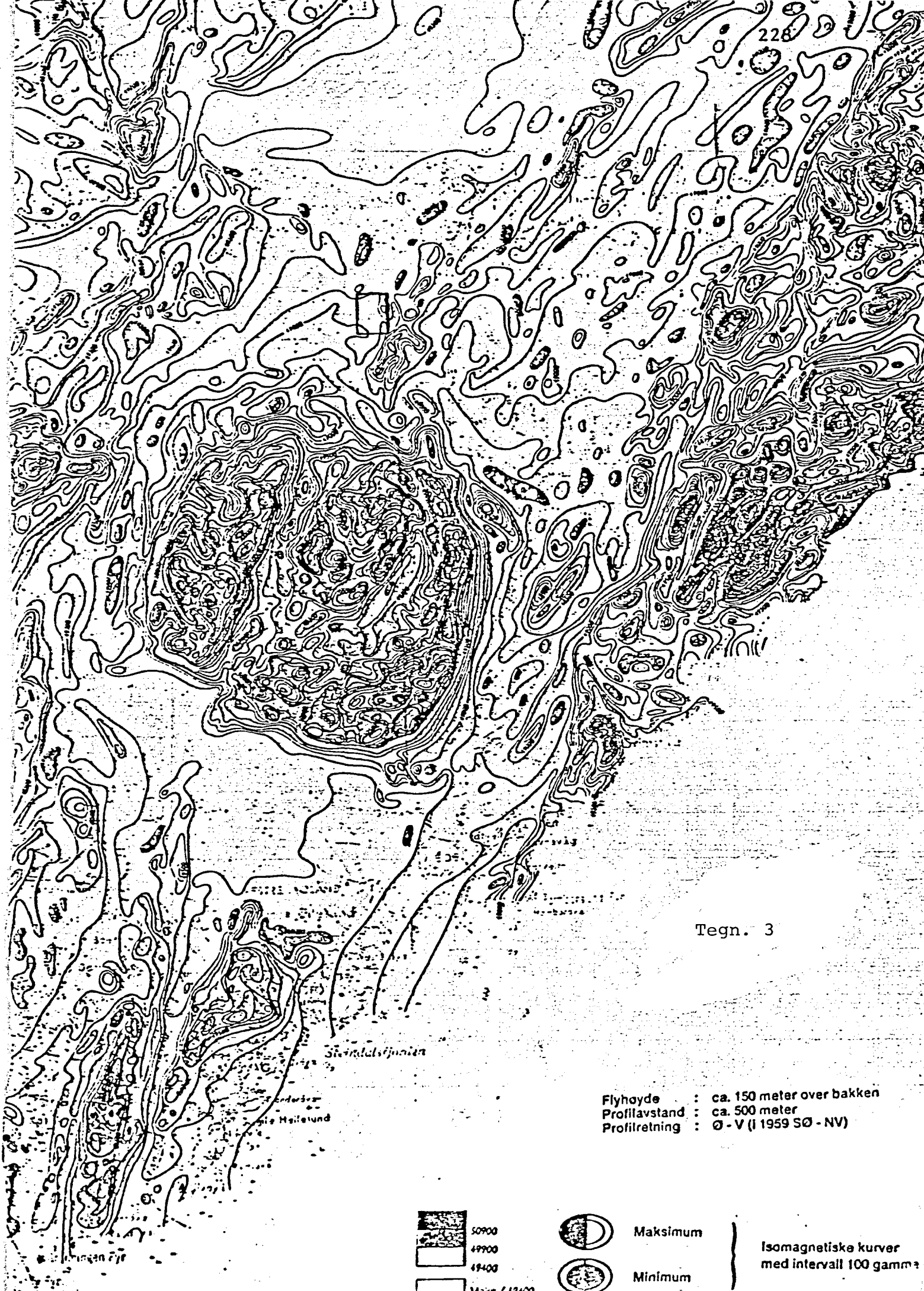
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

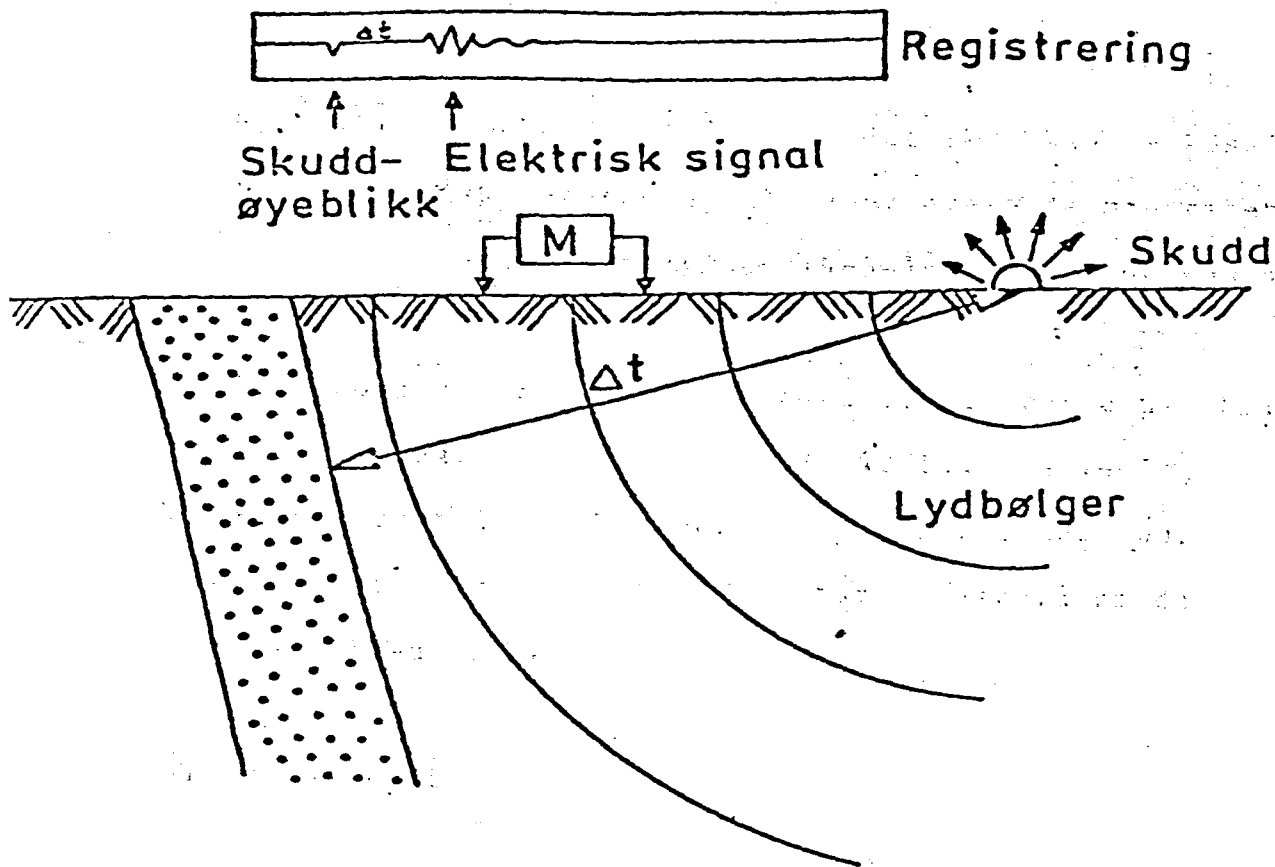
MÅLESTOKK	MÅLT BL/HB/AW JUNI-AUG - 83
1:50000	TEGN HB/AW JAN - 84
	TRAC BEØ APRIL - 84
	KFR. S.L. MAI - 84

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
84.012-1	1512 II
	1612 III



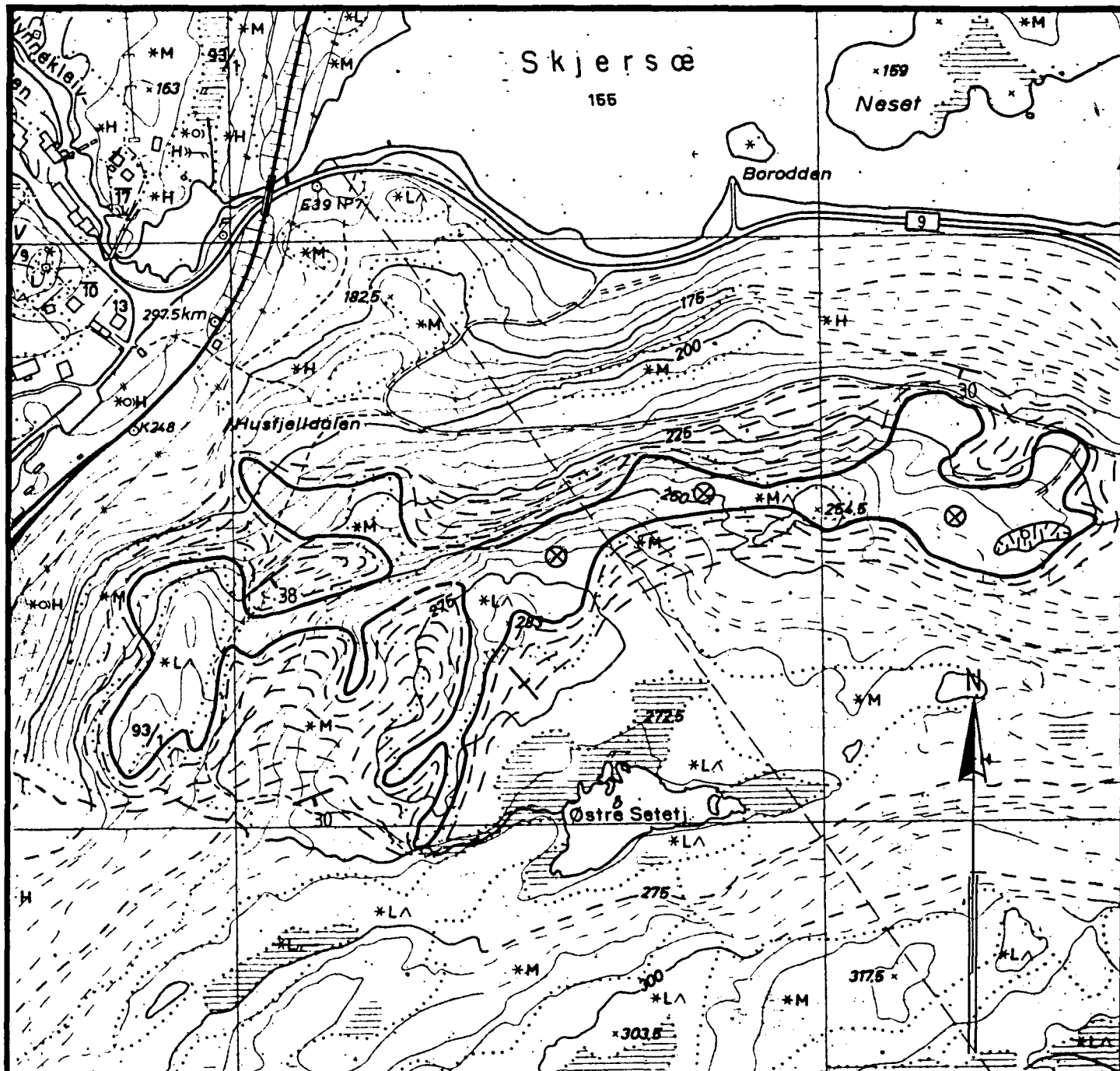
Tegn. 2



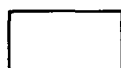


Tegn. 4

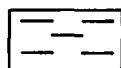
Fra BVLI, TR 19



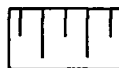
TEGNFORKLARING



PEGMATITT OG APLITT



GNEIS



BRUDD



BORHULLSPASSERING

NGU - AGDERMINERAL A/S
 PEGMATITTPROSPEKTERING
 DETALJKART ØSTRE SETERTJERN
 FROLAND OG BIRKENES KOMMUNER, AUST-AGDER FYLKE

MÅLESTOKK

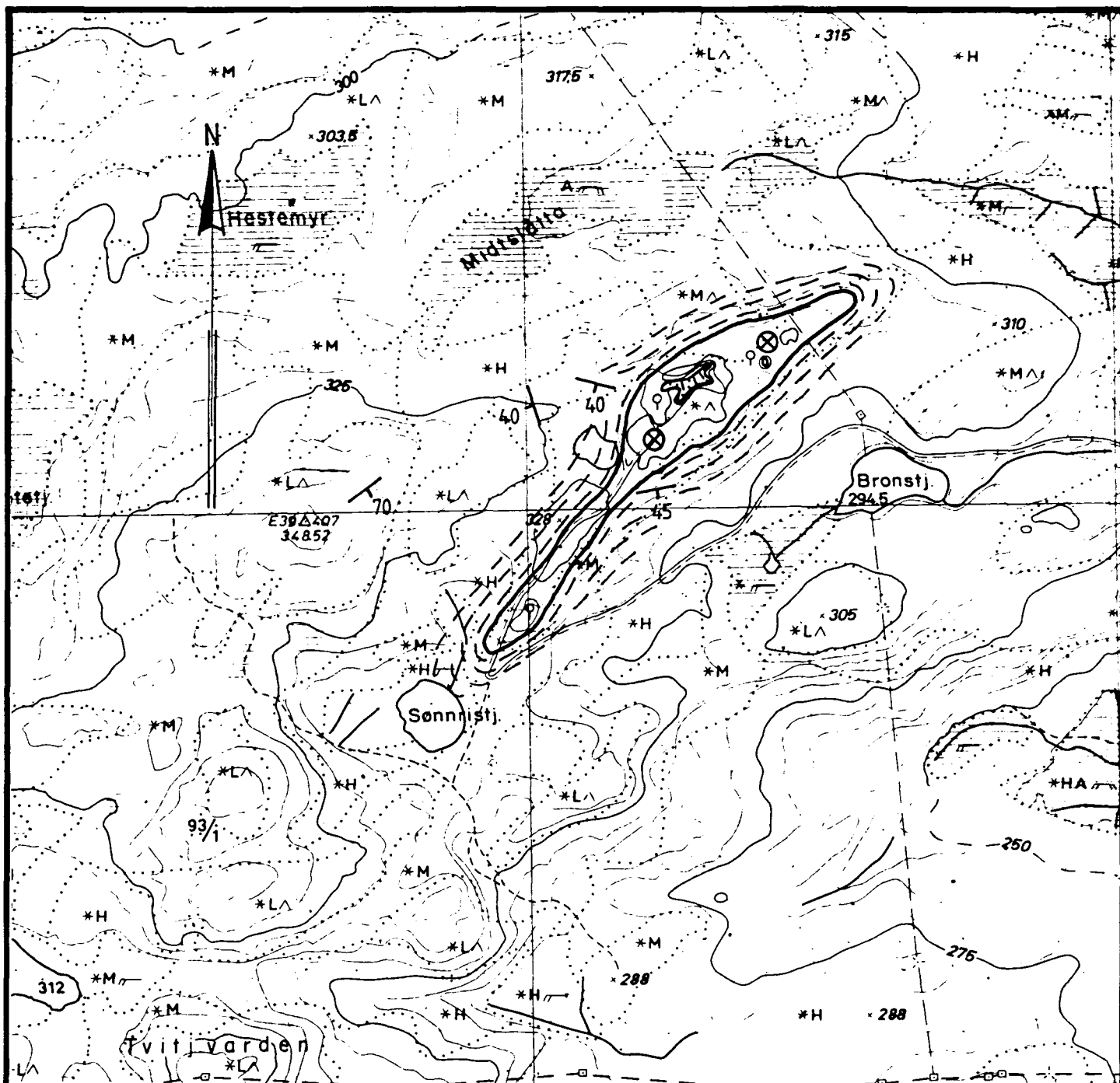
1:5000

MÅLT	BL	JUNI/AUG.-83
TEGN		
TRAC	BEØ	MARS -84
KFR.	BL	MAI -84

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 84.012 - 5

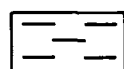
KARTBLAD NR.
 BO 014-5-1



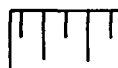
TEGNFORKLARING



PEGMATITT OG APLITT



GNEIS



BRUDD



BORHULLSPASSERING

NGU - AGDERTERMINAL A/S
PEGMATITTPROSPEKTERING
DETALJKART SØNNRISTJERN
FROLAND OG BIRKENES KOMMUNER, AUST-AGDER FYLKE

MÅLESTOKK

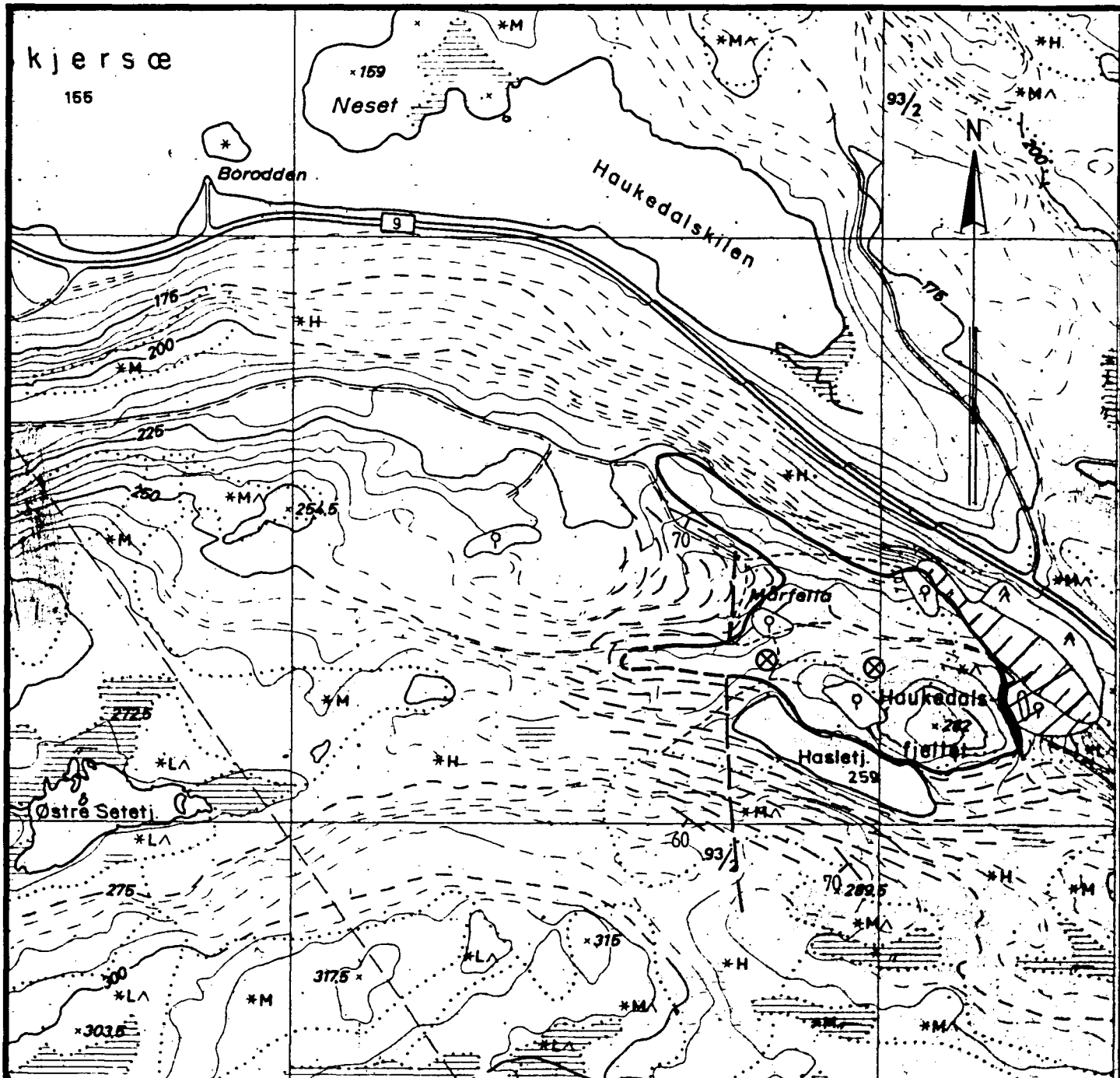
1:5000

MÅLT	HB	JUNI/AUG.-83
TEGN		
TRAC	BEØ	MARS -84
KFR.	BL	MAI -84

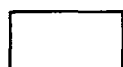
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
84.012 - 6

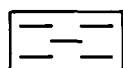
KARTBLAD NR.
BO 014-5-1



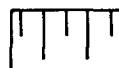
TEGNFORKLARING



PEGMATITT OG APLITT



GNEIS



BRUDD



BORHULLSPASSERING

NGU - AGDERMINERAL A/S
PEGMATITTPROSPEKTERING
DETALJKART HAUKEDALEN
FROLAND OG BIRKENES KOMMUNER, AUST-AGDER FYLKE

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT BL JUNI/AUG-83

TEGN

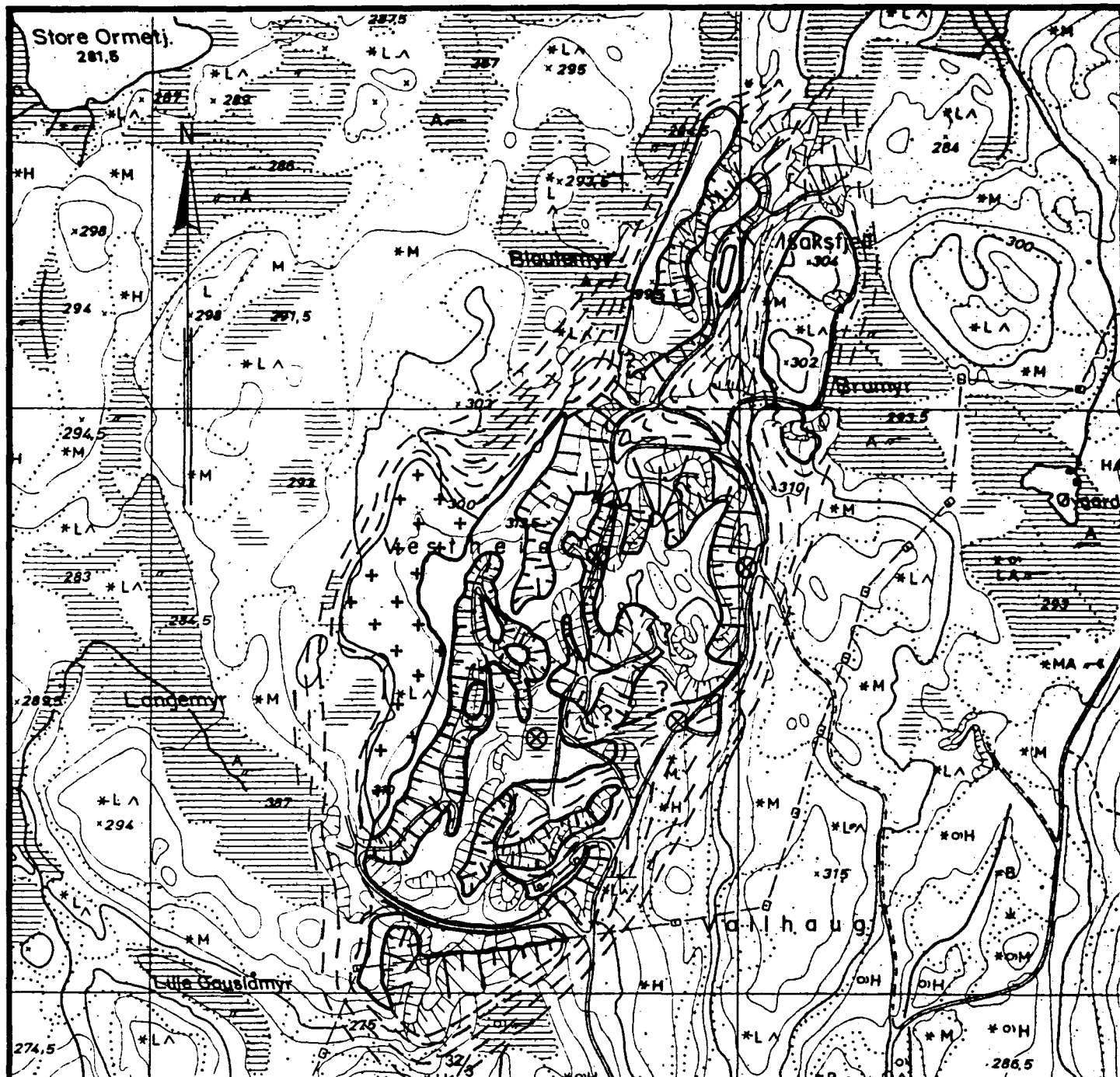
TRAC BEØ MARS -84

KFR. BL MAI-84

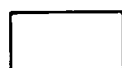
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
84.012-7

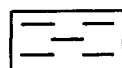
KARTBLAD NR.
BO 014-5-1



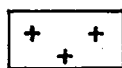
TEGNFORKLARING



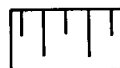
PEGMATITT OG APLITT



GNEIS



APLITT



BRUDD



BORHULLSPASSERING

NGU - AGDERMINERAL A/S

PEGMATITTPROSPEKTERING

DETALJKART LAUVRAK

FROLAND OG BIRKENES KOMMUNER, AUST-AGDER FYLKE

MÅLESTOKK

1: 5000

MÅLT A.W. JUNI/AUG. -83

TEGN

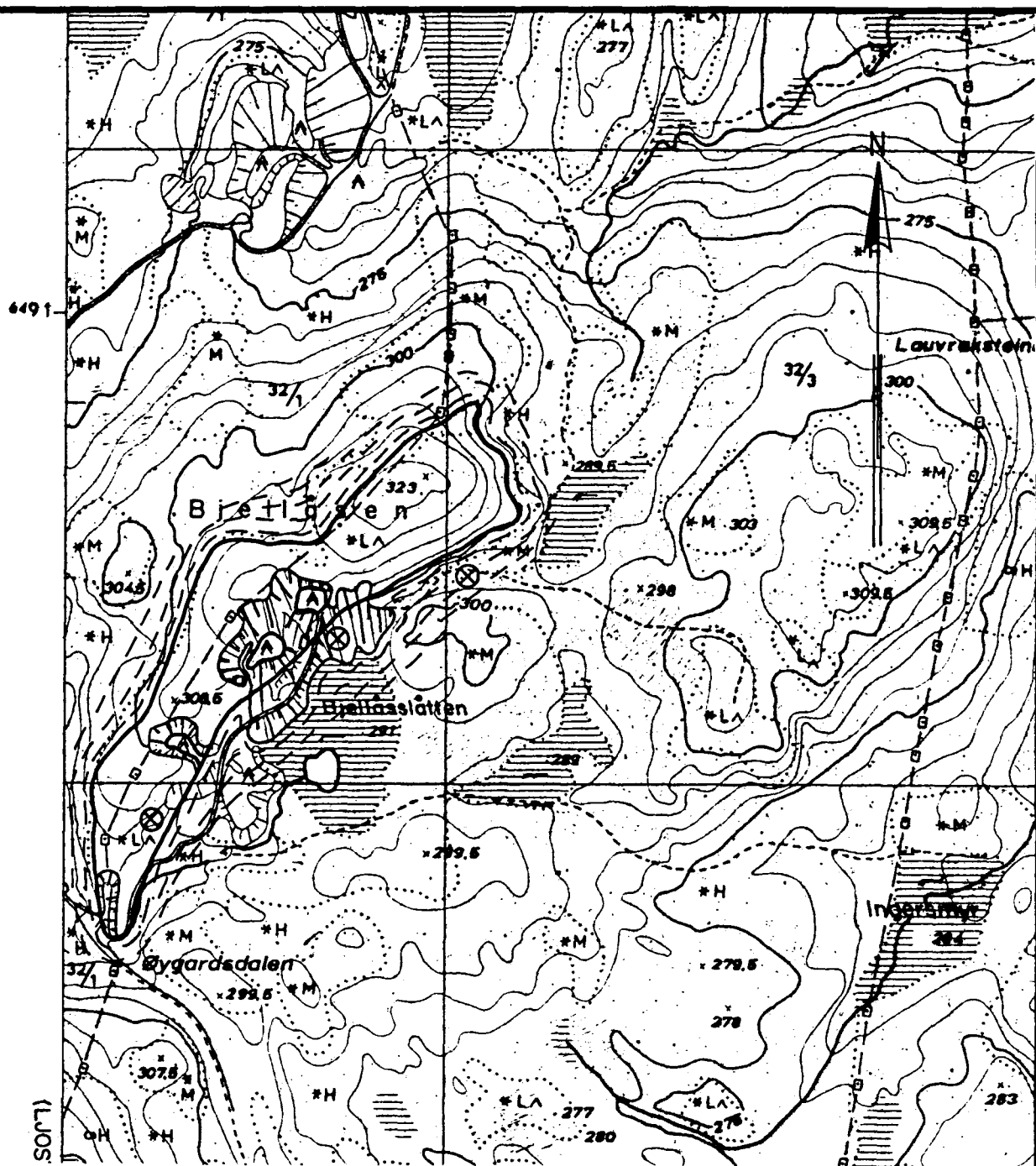
TRAC B.E.Ø. MARS -84

KFR. BL. MAI -84

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
84.012 - 8

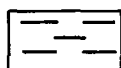
KARTBLAD NR.
B0 013-5-1



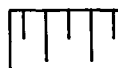
TEGNFORKLARING



PEGMATITT OG APLITT



GNEIS



BRUDD



BORHULLSPASSERING

NGU - AGDERMINERAL A/S
PEGMATITTPROSPEKTERING
DETALJKART BJELLÅSEN
FROLAND OG BIRKENES KOMMUNER, AUST-AGDER FYLKE

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT	BL	JUNI/AUG. -83
TEGN		
TRAC	BEØ	MARS -84
KFR.	BL	Mai -84

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

TEGNING NR.
84.012-9

KARTBLAD NR.
BO 013-5-2